

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SOSYAL ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ÇERÇEVESİNDE
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE’NİN
GELECEĞİNDEKİ YERİ**

Doktora Tezi

A. Çağatay DİKMEN

Ankara-2009

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SOSYAL ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ÇERÇEVESİNDE
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE’NİN
GELECEĞİNDEKİ YERİ**

Doktora Tezi

A. Çağatay DİKMEN

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Çelik ARUOBA

Ankara-2009

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SOSYAL ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ÇERÇEVESİNDE
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE’NİN
GELECEĞİNDEKİ YERİ**

Doktora Tezi

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Çelik ARUOBA

Tez Jürisi Üyeleri

Adı ve Soyadı

İmzası

Prof Dr. Çelik ARUOBA

.....

Prof.Dr. Nesrin ALGAN

.....

Doç.Dr. Ergin DUYGU

.....

Prof.Dr. M.Ümit ATALAY

.....

Prof.Dr.Hakan YİĞİTBAŞOĞLU

.....

Tez Sınav Tarihi:.....

TEŞEKKÜR

Yönlendirmeleri, tüm bilgi birikimini esirgemedi sunması ve bu çalışmanın şekillenmesinde sabırla verdiği tüm katkı için tez danışmanım Prof. Dr. Çelik ARUOBA'ya, duyarlı ve çok yönlü yaklaşımlarıyla düşünsel yaşamıma yepyeni boyutlar katan Prof. Dr. Nesrin ALGAN'a ve Doç.Dr. Ergin DUYGU'ya, değerli katkı ve eleştirileriyle bu çalışmaya katkıda bulunan arkadaşım Dr.Selim ERDOĞAN'a, kendi ışığıyla yolumu, dünyamı, yaşamımı aydınlatan ve varlığı enginlerden korkmama nedenim olan eşim Aslı DİKMEN'e, anneme, babama, kardeşlerime ve tüm aileme teşekkürlerimi sunarım.

KISALTMALAR

AB	:	Avrupa Birliği
ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
a.g.e.	:	adı geçen eserde
a.g.m.	:	adı geçen makalede
Ar-Ge	:	Araştırma Geliştirme
Bcm	:	Milyar Metre Küp
BTEP	:	Milyar Ton Eşdeğer Petrol
BGA	:	Bacagazı Arıtma Tesisi
BM	:	Birleşmiş Milletler
BOTAŞ	:	Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
C	:	Karbon
CASES	:	Cost Assessment of Sustainable Energy System (Sürdürülebilir Enerji Sistemlerinin Maliyetinin Değerlendirilmesi)
CEC	:	Commission for Environmental Cooperation (Çevre İşbirliği Komisyonu)
CH ₄	:	Metan
CO	:	Karbonmonoksit
CO ₂	:	Karbondiyoksit
ÇED	:	Çevresel Etki Değerlendirmesi
ÇOB	:	Çevre ve Orman Bakanlığı
DEKTMK	:	Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi
DGTREN	:	Directorate-General for Energy and Transport (Avrupa Komisyonu Enerji Ve Ulaştırma Genel Müdürlüğü)
DPT	:	Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	:	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EEA	:	European Environment Agency (Avrupa Çevre Ajansı)
EİE	:	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EİGM	:	Elektrik İşleri Genel Müdürlüğü
ENPEP	:	Energy And Power Evaluation Program (Enerji ve Güç Planlama Modeli)
EPA	:	Environment Protect Agency (ABD Çevre Koruma Ajansı)
ETKB	:	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	:	Elektrik Üretim Anonim Şirketi
FEEM	:	Fondazione Eni Enrico Mattei
GSMH	:	Gayri Safi Milli Hâsıla
GW	:	Giga Watt
GWh	:	Giga Watt Saat
HES	:	Hidroelektrik Santral
HKKY	:	Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği

IAEA	:	International Atomic Energy Agency (Uluslararası Atom Enerji Ajansı)
IEA	:	International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
IISD	:	International Institute for Sustainable Development (Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Enstitüsü)
IUCN	:	International Union for Conservation of Nature (Uluslararası Doğa Koruma Birliği)
kg	:	Kilogram
kcal	:	Kilokalori
kWh	:	Kilowat Saat
LPG	:	Likit Petrol Gazı
m ³	:	Metre küp
µg	:	Mikrogram
MAED	:	Model of Analysis of Energy Demand (Enerji Talebi Analiz Modeli)
MAI	:	Çok Taraflı Yatırım Sözleşmesi
MJ	:	Megajoule
MMO	:	Makine Mühendisleri Odası
MÖH	:	Marjinal Özel Hasıla
MSH	:	Marjinal Sosyal Hasıla
MTA	:	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
MTEP	:	Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW	:	Mega Watt
N	:	Azot
N ₂ O	:	Azotdioksit
NAFTA	:	North American Free Trade Agreement (Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması)
NH ₃	:	Amonyak
NMVOC	:	Non-Methane Volatile Organic Compounds (Metan dışı uçucu organik bileşik)
NO	:	Azot oksit
NO ₃	:	Nitrat
NO _x	:	Azot Oksitler
OECD	:	Organisation For Economic Co-Operation And Development (İktisadi İşbirliği ve Gelişme Örgütü)
ÖİK	:	Özel İhtisas Komisyonu
OPEC	:	Organization of the Petroleum Exporting Countries (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü)
ppb	:	Parts per billion (Milyarda bir)
PPM	:	Partikül Madde
REC	:	Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (Bölgesel Çevre Merkezi)

RMB	: Ren-min-bi (Çin Halk Cumhuriyeti Para Birimi)
SEI	: Stockholm Environment Institute (Stockholm Çevre Enstitüsü)
SO ₂	: Kükürtdioksit
SO _x	: Kükürt Oksitler
TBMM	: Türkiye Büyük Millet Meclisi
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEMA	: Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TÇSV	: Türkiye Çevre Sorunları Vakfı
TMMOB	: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TÜBİTAK-MAM	: Türkiye Bilimsel Ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel Ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜSİAD	: Türk Sanayici İşadamları Derneği
TWh	: Tera watt saat
UAEA	: Uluslararası Atom Enerji Ajansı
UN	: United Nations (Birleşmiş Milletler)
UNCED	: United Nations Conference on Environment and Development (Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı)
UNEP	: United Nation Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
UNESCO	: United Nation Education, Science And Culture Organization (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)
UNFCCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi)
UNFPA	: United Nations Population Fund (Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu)
UIC	: Uranium Information Centre (Uranyum Bilgi Merkezi)
WASP	: Wien Automatic System Planning Package
WEHAB	: Water, Energy, Health, Agriculture And Biodiversity (Su, Enerji, Sağlık, Tarım ve Biyolojik Çeşitlilik)
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
WTO	: World Trade Organization (Dünya Ticaret Örgütü)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMALAR	v
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar	xi
EKLER	xii
GİRİŞ	1
BÖLÜM I. ÇEVRE VE EKONOMİ	19
A. Çevre Sorunları ve Sürdürülebilir Kalkınma.....	25
1. Sürdürülebilir Kalkınma.....	27
2. Uluslararası Çalışmalar	35
B. Çevresel Konularda Karar Vermede Temel İlkeler	48
1. Kirleten Öder İlkesi.....	50
2. Kullanan Öder İlkesi	52
3. İhtiyatlılık İlkesi.....	52
4. Ortak Sorumluluk İlkesi	53
5. Kuşaklararası Adalet İlkesi	54
BÖLÜM II: ENERJİ	56
A. Türkiye’de Güncel Durum	60
B. Enerji Kaynakları	65
1. Fosil Yakıtlar	66
1.1. Kömür.....	66
1.2. Petrol.....	70
1.3. Doğalgaz.....	72
2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	74

2.1. Hidrolik (Su gücü) Enerji.....	82
2.2. Güneş Enerjisi.....	85
2.3. Rüzgâr Enerjisi.....	89
2.4. Jeotermal Enerji.....	93
2.5. Biyokütle Enerjisi.....	96
2.6. Biyogaz Enerjisi.....	100
2.7. Deniz – Dalga Enerjisi.....	104
3. Türkiye’nin Enerji Politikası	105
4. Enerji-Ekonomi-Çevre Modellemeleri	110
BÖLÜM III: PİYASA BAŞARISIZLIĞI, DIŞSALLIKLAR	122
A. Dışsallıklar Teorisi	123
B. Dışsallık Türleri	131
1. Pozitif ve Negatif Dışsallıklar	132
2. Üretim ve Tüketim Dışsallıkları	134
3. Marjinal ve İnframarjinal Dışsallıklar	139
C. Dışsallığın Düzenlenmesinde Kamusal Politikalar	141
1. Vergiler.....	143
1.1.Pigou Tipi Vergiler.....	143
1.2. Ürün Üzerinden Veya Atık Miktarı Üzerinden Vergi Alınması.....	144
1.3. Farklı Vergileme.....	144
2. Sübvansiyonlar	145
3. Harçlar.....	147
4. Standartlar	148
5. Kirlilik İzni (Pazarlanabilir kirlilik hakkı)	151
Ç. Dışsallığın Düzenlenmesinde Piyasa Çözümleri	153

1. Coase Yaklaşımı	153
2. Hicks-Kaldor Ölçütü: Tazminat Çözümü	156
3. Scitovsky Yaklaşımı: Pazarlık Ölçütü	156
D. Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi	157
BÖLÜM IV: ENERJİNİN ÇEVRESEL SORUNLARI VE DIŞSALLIKLAR	161
A. Bazı Enerji Kaynaklarının Dışsallığa Neden Olan Olumsuzlukları	171
1.Fosil Yakıtların Dışsallığa Neden Olan Olumsuzlukları.....	171
2. Su Gücünden Elektrik Üretiminin Neden Olduğu Olumsuzlukları	177
3. Nükleer Enerjinin Neden Olduğu Olumsuzluklar	179
B. Dışsallıkları İçselleştirme Araçları.....	181
C. Enerji Üretiminden Kaynaklanan Dışsallıklara İlişkin Çalışmalar ve Türkiye Değerlendirmesi.....	182
1. ExternE Projesi	185
2. Diğer Uluslararası Çalışmalar	189
3. CASES Projesi.....	193
SONUÇ	210
KAYNAKÇA	224
ÖZET	238
ABSTRACT	240
EKLER	242

TABLÖLAR

Tablo 1. Politika Matriksi:Sürdürülebilir Kalkınma İçin Politika Araçları	34
Tablo 2. Kaynaklarına Göre Birincil Enerji Kaynakları Üretimi	65
Tablo 3. Bazı AB Ülkelerinin Yenilenebilir Enerji Mali Desteği	78
Tablo 4. Enerji-Ekonomi-Çevre Modellerinin Sınıflandırılması	112
Tablo 5. Başlıca Enerji-Ekonomi-Çevre Modelleri.....	113
Tablo 6. Enerji Zincirinde Çevresel Sorunlara Örnekler	166
Tablo 7. Bazı Santral Tiplerinin Karşılaştırılması (1000 MW kapasiteli).....	168
Tablo 8. Elektrik Üretim Teknolojilerinin Sağlık Üzerindeki Önemli Etkileri	169
Tablo 9. Fosil Yakıt Döngüsünün İnsan Sağlığına Zararları	174
Tablo 10. ABD Temiz Hava Yasası'nın ABD ekonomisine etkisi	176
Tablo 11. Fosil Yakıt Kullanan Sistemlerinin Etkileri	187
Tablo 12. AB Ülkeleri İçin Güncel Teknolojilere Göre Elektrik Üretimin Dışsal Maliyetleri	189
Tablo 13. Elektrik Enerjisinin Dışsal Negatif Maliyetleri	190
Tablo 14. Farklı Enerji Kaynaklarının Dışsal Negatif Maliyetleri.....	191
Tablo 15. Farklı Yakıt Türleri İçin Çevresel Dışsallıkların Fiyat Aralıkları	191
Tablo 16. Çin'de Elektrik Üretiminin Negatif Dışsal Maliyeti.....	192
Tablo 17. Toplam Görünen Maliyet	197
Tablo 18. Toplam Maliyet.....	199
Tablo 19. CASES Projesine Göre Enerji Üretimi Sonrası Ortaya Çıkan Emisyonların Türkiye İçin Dışsal Maliyetleri.....	202
Tablo 20. Termik Santraller	205

EKLER

EK-1: Ulusal Sürdürülebilir Kalkınma Stratejileri: Küresel Resim.....	242
EK-2: CASES Projesinde Kullanılan Varsayımlar ve Hesaplamalar	243
EK-3: CASES Projesinde Kullanılan Yeniköy Linyit havzası verileri.....	251

GİRİŞ

Aydınlanma çağında başlayan bilimsel ilerleme ve sanayileşme, kentleşme ile nüfus artışını hızlandırmış, bu atılımı gerçekleştirmiş kuzey ülkelerinin varsıl kesimlerinin yaşam standartlarını yükseltmiştir ve bu genel eğilim sürmektedir. Meydana gelen bu gönenç artışı, kişi başına düşen üretim ve tüketim miktarını arttırmıştır. Bu artışın, doğal kaynaklar üzerinde olumsuz etkileri ve tüketim sonucu çeşitlenen artık ve atık maddelerin neden olduğu emisyonlarla birlikte yaşam kalitesini düşürerek çevre sorunlarına neden olduğu kabul edilmektedir¹. Varsıl ekonomilerin bugüne kadar gelişmek için gerçekleştirdikleri faaliyetler sonrası yeterince kirlenen dünyada, özellikle gelişmekte olan ülkelerin, ekonomik büyüme çabaları ve nüfus artışı, çevre üzerinde büyük baskılar yaratmaktadır. Çevre değerlerini dikkate almayan serbest ekonomik büyüme süreci, yenilenemeyen doğal kaynakların tükenmesine neden olmakta, üretim ve canlı yaşamının devamına ciddi zararlar vermektedir. Aynı zamanda çevrenin güncel durumu, ekonomik kalkınma üzerinde de baskı yaratmaktadır.

Piyasa ekonomisi sisteminin, çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin sınırlı olan doğal kaynaklar ve çevre niteliği kayıpları olarak maliyetinin hem kavramsal düzeyde, hem de nicelik olarak ortaya konması gerekmektedir. Çevre sorununun, açıkça bir ekonomik sorun olduğu, bütün başka ekonomik sorunlarda olduğu gibi, - ahlâkî, hukukî, tıbbî, mühendislik, siyasi, etik, bürokratik gibi- ekonomik olmayan ve çoğu kez büyük ağırlık taşıyan yönleri bulunmasına rağmen, ekonomik kavramlar ve

¹ A.Sonat, **Sürdürülebilir Büyümenin Ekonomik ve Politik Sınırları**, Sürdürülebilir Kalkınma Sempozyumu, Ankara, TMMOB Yayını, 1996, s. 58-64.

kuramlar çerçevesinde algılanması ve gerekli politikaların öncelikle bu çerçeveler içinde aranması gerektiği anlaşılmaktadır². Birleşmiş Milletler’ce oluşturulan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nun 1987’de yayımlanan ve Türkçeye “Ortak Geleceğimiz” adı ile çevrilen raporunda ilk kez, ekonomik gelişme ile çevre koruma düşüncelerinin bağdaştırılmasının zorunlu ve olanaklı olduğu savı işlenmekte ve sürdürülebilir kalkınma kavramı ortaya atılmaktadır³.

Çevre sorunları, küresel ısınma, canlı türlerin yok oluşu, kaynakların azalması veya biyosfere salınan yeni kimyasalların neden olduğu yaygın zehirlenmeler gibi ekosistemdeki hasarlardan yalnızca herhangi biriyle tek başına ilgili değildir. Bu tür sorunların birikimli, bütünleşik etkidir. Bu yüzden farklı bilim dalları, çevre sorununu, değişik yönleriyle kendi çerçevelerinde incelemektedirler. Çevre konusunu sorunun varlığı açısından inceleyen bilim insanları, örneğin meteorologlar iklim değişikliği konusunda okyanus ve atmosferik modellerle atmosferdeki sıcaklık değişimleri ve sera gazı yoğunlaşması konularıyla uğraşırken⁴, su bilimciler, ekologlar, ziraatçılar sera gazı emisyonlarındaki artışın su kaynakları, ekosistemler ve tarım üretimi üzerine olan etkilerini⁵ analiz etmeye çalışmaktadırlar. Fen bilimlerinin diğer alanlardaki uzmanları ise küresel ısınmayı önlemeye yönelik

² Ç.Aruoba, **Çevre Ekonomisi, Gelişme Ekonomisi**, İnsan Çevre Toplum, 1997, İmge Kitapevi, s.172-192.

³ United Nations(UN), **Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development**, 1987, <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>., (Erişim tarihi 14.05.2008).

⁴ M.Türkeş, U.Sümer, G.Çetiner, **Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri**, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, Çevre Bakanlığı ÇKÖK Genel Müdürlüğü, 2000, s.6.

⁵ K.Korkmaz, **Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi**, Alatarım Dergisi, Cilt 6, Sayı 2, 2007, s.43-49.

alınacak önlemleri ve enerji sisteminde geliştirilmesi gereken teknolojileri araştırmaktadırlar⁶.

Öte yandan, çevre sorunsalı doğa bilimlerinde olduğu gibi, sosyal bilimler alanında da ciddi bir şekilde ele alınmaktadır. Bu tarz bir sorun, yaratacağı etkiler, bu etkilere uyum ve/veya önlemeye yönelik geliştirilecek politikaların değerlendirilmesi açısından ekonomi bilimiyle yakından ilişkilidir. Ekonomistler, bir yandan çevre sorunları sonucunda oluşacak yıkımın veya daha küçük sorunların ekonomik boyutu ve bu sorunların onarılmasının maliyetleri ile ilgilenirken, diğer yandan çevre sorunlarını önlemeye yönelik olarak uygulanabilecek alternatif politikaların neler olabileceği ve üretim-tüketim kalıplarını değiştirecek bu politikaların fayda-maliyet analizlerini yapmaktadırlar⁷.

Çevre sorunları konusunu artan oranda çalışma alanlarının içine taşıyan diğer bilim dalları ise; siyaset bilimi ve uluslararası ilişkilerdir⁸. Sorunun küresel nitelik taşıyor olması, çözümüne yönelik uluslararası işbirliği gerektirmesi, gelişmişlik seviyesini ve gelir dağılımını etkileyecek olması nedeniyle de hem siyaseti hem de uluslararası ilişkileri ilgilendirmektedir.

Bununla birlikte, çevre kapsamlı araştırılması ve çok farklı bilim dallarınca incelenmesi gereken bir konu olmasına rağmen, uzun bir süre tüm dünyada küçük,

⁶ K.Akimoto, T.Tomodaa, Y.Fujiib, K.Yamajic, **Assessment of global warming mitigation options with integrated assessment model DNE21**, Energy Economics, Volume 26, Issue 4, 2004,s.635-653.

⁷ M.Jacobs, **The Green Economy: Environment, Sustainable Development and the Politics of the Future**, 1991, Pluto Press, s.312.

⁸ F.Sönmezoğlu, **Uluslararası Politika ve Dış Politika Analizi**, Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş Dördüncü Baskı, 2005, Filiz Kitabevi, s.569-576.

marjinal grupların ilgilendiği ve çoğunluğun genellikle duyarsız kaldığı, küçümsediği bir konu olarak algılanmıştır. Daha sonraki yıllarda ozon tabakasının incelendiği gerçeğinin ortaya konulması, yağmur ormanlarının tahribatının önemli boyutlara ulaştığının görülmesi, kimyasal artık ve atıkların zararlı etkilerinin ortaya çıkması ile birlikte dünyamızda çevre konusunda duyarlılığın arttığı görülmüştür. Son dönemde doğal çevrenin şartlarında yaşanan değişiklikler çevre sorunlarının gelecek kuşakların sorunu olmadığını ve bugünün insanın da yaşamını doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur. Aruoba, özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında edindiğimiz teknolojik güçlerin artık açıkça gözle görülebilen ve giderek daha fazla olumsuz sonuçlar yaratan ve yaratmaya devam edecek olan çevre sorunlarının, çevrenin kıt ve yok olabilir kaynaklardan oluştuğunu görülmesine, kavramasına yol açtığını ifade etmiştir⁹.

Çevresel sorunlarını artıran en önemli itici güç ülkelerin büyüme çabalarıdır. Çünkü büyüme, ülkelerin hammaddeye ve enerjiye olan taleplerini arttırmakta, bu durum ise günümüz teknolojisinde en çok tercih edilen fosil kaynaklı yakıtların daha yoğun kullanımıyla birlikte çevre sorunlarını arttırmaktadır. Bunun yanında, nüfus artışı ve teknolojinin kullanım şekli de çevre sorununun artışı ya da azalışı yönünde etkili olan diğer faktörlerdir.

Bununla birlikte, çevre sorunlarının en etkin kaynağı olan enerjinin tüketim miktarı da toplumların gelişmişliğinin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, günümüzde toplumların seçtikleri enerji üretim yöntemleri de bir kalkınmışlık göstergesi olarak da kabul edilebilmektedir. Özellikle Sanayi Devrimi'nden sonra

⁹ Ç.Aruoba, **a.g.e.**, s.178.

hızlı bir büyüme süreci içerisinde giren ve II. Dünya Savaşı'ndan sonra yeniden yapılanma faaliyetleri çerçevesinde önemli gelişmeler kaydeden dünya ekonomisinde ortaya çıkan ekonomik genişlemeye paralel olarak gereksinim duyulan enerji miktarında da çok ciddi artışlar yaşanmıştır. Enerjinin insanlık için tüm önemi ve yararlarının yanı sıra, üretimi, taşınması, tüketimi ve atıkları itibarıyla insan sağlığı ve çevre yönünden belirli bir risk taşıdığı ise son yıllarda ortaya çıkmıştır. Bu risk özellikle hava, toprak, su kirliliği, sağlık sorunları, doğal dengenin bozulması, biyolojik çeşitliliğin azalması, iklim değişikliği, küresel ıslanma, erozyon, çölleşme, canlı türlerinde azalma gibi bazı sonuçları vurgulamaktadır. En öne çıkan kirlenme türü petrol, doğalgaz, kömür gibi yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlardan meydana gelen hava kirliliğidir¹⁰. Daha sonraları fark edilen ozon tabakasının incilmesi, küresel ıslanma, kararma, küresel ısınma ve iklim değişikliği ise enerjiden kaynaklanan diğer çevre sorunlarından bazılarıdır. Hava, su ve toprak kirliliği yerel ve bölgesel iken, sayılan tüm bu küresel çevre sorunları güncel çevre konularının başına geçmiştir.

Bu yüzyıla kadar enerji üretiminde sadece ekonomik koşullar ve kaynak güvenliği göz önünde bulundurulurken, bazı toplumlarda çevre bilincinin artması veya bazı uluslararası anlaşmalar sonucu çevre sorununa neden olmayan yöntemlerin seçilmesinin gerekliliği, toplumları çevrenin korunması yönünde hareket etmeye yönlendirmektedir. Fosil enerji kaynaklarının sınırlı oluşu ve atmosferi kirlletici etkileri yanında, özellikle doğalgazın ve petrolün politik baskı aracı olarak

¹⁰ R.Keleş ve C.Hamamcı, **Çevre Politikası**, İmge Kitapevi, 5.Baskı, 2005.

kullanılması, enerji sorununa daha büyük boyut ve önem kazandırmaktadır. Bu yüzden, bu konuda çalışmalar devletlerin denetim ve gözetiminde yoğunlaşmaktadır.

Genel kabule göre ülkelerin enerji ihtiyacı yıllık ortalama % 1,7 oranında artmaktadır¹¹. Enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve artan ihtiyacın karşılanması ise ülkelerin önlerinde duran en büyük sorunlardan biri olarak kabul edilebilir. Bu sorunun çözümü için farklı düşünce toplulukları kendi önerdikleri enerji kaynaklarının kullanılmasının faydalı olacağını savunmaktadır. Bu önermelerin neredeyse tamamı, sorunsal arz güvenliği olarak görmekte, seçilecek üretim yönteminin neden olabileceği çevre sorunlarını göz ardı etmektedir. Buna karşın, çevre sorunları doğrudan üretim yöntemlerini de etkilemektedir. Örnek olarak küresel ısınma ve iklim değişikliği sonucunda, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre, yenilenebilir enerji türleri arasında en yüksek paya sahip olan hidrolik enerji potansiyelinin azalma eğiliminin arttığı yörelerin çoğalması verilebilir¹².

Bununla birlikte, günümüzde fosil yakıtların tükeneyeceği gerçeği de göz önüne alındığında gelişmiş ülkeler ve bazı gelişmekte olan ülkeler, çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarından en iyi şekilde veya olabildiğince, ya da bir miktar yararlanmak için planlamalar yapmaktadır. Fakat veriler bu yöndeki yatırımların yeterliliği konusunda pek ümit vermemektedir.

¹¹ International Energy Agency (IEA), **World Energy Outlook** . International Energy Agency Yearly Publication, <http://www.iea.org/Textbase/nppdf/free/2006/Key2006.pdf>., (Erişim tarihi 14.05.2008).

¹² IEA, **a.g.e.**

Aynı durum Türkiye için de geçerlidir. Özellikle son yıllarda Türkiye’de yaşanan enerji krizleri, Türkiye için enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesini gündeme getirmiş, ancak soruna salt arz güvenliği ve fiyat açısından bakılmaktan vazgeçilmediğinden çevre sorunlarını azaltacak hayata geçen ne önemli bir yatırım, ne de kayda değer önemli bir politika değişikliği bulunmamaktadır.

Türkiye’de bugüne kadar, ekonomi ile çevre birlikte göz önünde bulundurularak sürdürülebilir bir enerji politikası yapılmamıştır. Günümüzde de yapılmamaya devam edilmektedir. 1980’lerde özellikle kapalı havza niteliğindeki kentlerde yaşanan hava kirliliği sebebiyle dönemin hükümetleri alternatif enerji arayışına yönelinmiş, bu dönemde kömüre göre daha temiz olduğu düşünülen ithal doğalgaza dayalı politikalar oluşturulmuş ve bu politika günümüze kadar süregelmiştir. Türkiye’de elektrik enerjisinin üretiminde kullanılan doğalgaz tüketiminin toplam tüketim içindeki payı 1990 yılında % 17,7 iken, 2002’de % 67, 2003’de % 64, 2005 yılına gelindiğinde % 45 olmuştur¹³. Yatırımlar ithal fosil yakıtlarla çalışan termik santrallere yapılmış, hem ekonomik olarak dışa bağımlı hale gelinmiş, hem de çevre sorunları artmıştır. Bunun yerine ülkenin büyük potansiyele sahip yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına yönelik teknolojileri geliştirecek, sürdürülebilir kalkınmayı hedefleyen herhangi bir politika oluşturulmamıştır.

Sürdürülebilir kalkınmayı besleyecek bir enerji politikası her şeyden önce, kaynakları koruyup geliştirecek ve gelecek kuşakların da haklarını gözetten bir politika olmalıdır. Çevre ile uyum içerisinde olan bir enerji politikasında

¹³ Türk Mühendis Mimar Odaları Birliği (TMMOB), **Enerji Raporu**, 2006, Yağmur Ofset, s.31-37.

yenilenebilir kaynaklar ön plana çıkarılmalı ve bu kaynaklardan en üst seviyede yararlanılmalıdır.

Fosil yakıtların tükettiği doğal kaynaklarının ekonomik hesaplamalar sırasında–gölge fiyatları pozitif olduğu halde–genellikle “bedava” kabul edilmesi, yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanması sürecini de “peşin hükümlü” kılmaktadır. Sanayide, genellikle çevreye dost olmayan teknolojiler tercih edilmekte, araştırma-geliştirme kuruluşlarının çevre kaynaklarından tasarruf edici teknolojiler oluşturmaları için ekonomik açıdan teşvik edici herhangi bir unsur bulunmamaktadır¹⁴. Enerji de bu durumdan etkilenmektedir. Enerjinin çevreye verdiği zararları genel bir çevrede değerlendirip, çözüm arayan bütünsel bir politika zorunludur¹⁵.

Neo-klasik ekonomi kuramı, yöntemsel bireycilik ile piyasa indirgemeciliğini birleştiren yaklaşımı ile çevre sorunları ve doğal kaynakların aşırı tüketimini “serbest mallar” için piyasaların olmamasıyla açıklamaktadır. Serbest mallar için piyasaların olmaması, serbest malların fiyatlarının kullanıcılar tarafından fark edilmemesine neden olmaktadır. Ancak kuramın varlığını kabul ettiği bu tür piyasa aksaklıkları, yine aynı kuram tarafından tümüyle olmasa bile giderilebilecek bir sorun olarak görülmektedir. Çevresel yıkımın etkileri en başta etkinlik kaybında aranmaktadır. Gerek doğal kaynakların aşırı tüketimi, gerek çevresel dışsallıklar, Pareto etkinliğinden uzaklaşma olarak değerlendirilmektedir. Bu aşamada, çevre bir “toplumsal hesaplar sistemi” içine sokulmakta ve korunması ile geliştirilmesi için

¹⁴ Ç.Aruoba, **a.g.e.**, s.186.

¹⁵ R.Keleş ve C.Hamamcı, **a.g.e.**, s.94.

harcanacak kaynakların gelecekteki avantajları ve dezavantajlarının güncel para değeri üzerinden hesaplanması önem kazanmaktadır¹⁶.

A. Tezin Amacı ve Önemi

Bu tezin konusu kalkınma planlarının çevre açısından daha az sorunlu bir gelişme sağlayacak şekilde yapılmasının gerekliliğidir. Birçok ülkede kalkınma planlarında çevre dikkate alınan önemli bir bileşenken, Türkiye’de konuya sadece girdiler ve çıktılar üzerinden yaklaşılmakta ve kısa dönemli çözümlere yönelik planlama yapılmaktadır. Bu yönde yapılan uygulamalar sadece bugünü değil, gelecek kuşakları da etkileyecektir.

Bu tezde, Türkiye’nin ekonomik büyümesi yönünde yaşamsal öneme sahip enerji konusu, özellikle elektrik üretiminde kullanılan kaynakların neden olduğu çevre sorunları tartışılarak, çevre sorunlarına çözüm üretme açısından önemli bir araç olan yenilenebilir enerji kaynaklarının durumu incelenmiş, Türkiye’nin enerji politikası değerlendirilmiştir. Tezde enerji üretim yöntemlerinin negatif dışsal maliyetleri ve görünen maliyetleri araştırılarak, üretim yöntemlerinin gerçek maliyetleri bulunmaya çalışılmıştır. Tezde ayrıca çevre sorunlarının maliyeti ile sorunu önleme maliyeti karşılaştırılmıştır.

Düşük karbonlu enerji sistemine geçişte en önemli enerji kaynağı olarak görülen yenilenebilir enerji yalnızca iklim değişikliği açısından değil, enerji arzı güvenliği ve sürdürülebilirliği ile hava, su, toprak kirliliği, bitki örtüsü, genel çevre sağlığı

¹⁶ F.Özlüer, **Sürdürülebilir Kalkınmanın Ekonomi Politikası**, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, Bülten 51, 2007, s.4-13.

açılarından da tercih edilmektedir. Bölgelere ve türüne göre farklılık gösterse de, birçok yenilenebilir enerji türünün fosil yakıtlara ve kısmen nükleer enerjiye karşı görünen fiyatları açısından, fiyat rekabeti açısından zorlandığı bilinmektedir. Ancak, fosil yakıtların yol açtığı negatif dışsallıkların hesaba katılması durumunda ve ölçek ekonomileri sayesinde birçok yenilenebilir enerji kaynağı türünün gelecek dönemlerde potansiyellerine uygun olarak gerekli büyümeyi sağlayarak toplam enerji kullanımı içerisinde hak ettikleri yeri alacağı düşünülmektedir.

B. Yöntem

1. Kavramsal ereve

Bu bölümde tezin dayandığı temel kavramlar, yaklaşımlar ve varsayımlar verilmektedir.

evre: İnsan faaliyetleri ve canlı varlıkların üzerinde hemen ya da uzunca bir süre içerisinde dolaylı ya da dolaysız bir etkide bulunabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal etkenlerin belirli bir zamanda toplamıdır¹⁷.

Doğa: İnsanın dışında oluşan, herhangi bir insan müdahalesi olmaksızın ortaya çıkan, gelişen her şey, örneğin; toprak, toprak altı zenginlikler, su, hava, bitkiler, hayvanlar doğayı oluřturmaktadır¹⁸.

Doğal Kaynak: Doğal yollarla oluşan, görece değişikliğe uğramamış hli kıymetli olarak kabul edilen, canlı ya da cansız varlıklar için kullanılan tanımlamadır¹⁹. Doğal

¹⁷ R.Keleş ve C.Hamamcı, **a.g.e.**,s.32.

¹⁸ R.Keleş ve C.Hamamcı, **a.g.e.**,s.40.

kaynak olarak kabul edilebilmesi için, maddenin ortaya çıkarılışında uygulanan işlemlerin çıkarma, zenginleştirme ya da ayrıştırma ile sınırlı olması gereklidir. Bir üretim süreci sonunda ortaya çıkan madde artık doğal kaynak olarak değerlendirilemez.

Yenilenebilir enerji kaynakları: Hidrolik, rüzgâr, güneş, yerısı (jeotermal, hidrojeotermal), biyokütle, biyogaz, deniz-dalga enerjisi gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını ifade eder²⁰.

Biyokütle: Organik atıkların yanı sıra bitkisel yağ atıkları, tarımsal hasat artıkları dâhil olmak üzere, tarım ve orman ürünlerinden ve bu ürünlerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen katı, sıvı ve gaz halindeki yakıtlardır²¹.

Dışsalılık: Dışsalılık, ekonomik bir faaliyet sonucu ortaya çıkan fayda ve maliyetlerin bu faaliyet ile ilgili olmayan kişiler üzerindeki etkisidir. Piyasa ekonomisinde bu durum, genellikle bir kişinin veya firmanın faaliyetlerinin doğrudan bir başka kişi veya firmayı piyasa fiyatları dışında etkileyerek dışsalığa neden olmaları ile açıklanmaktadır²².

Serbest mal: Üretimleri için bir çaba harcanmayan, tüm gereksinimleri karşılayacak kadar çok bulunan, fiyatı olmayan mallardır. Sıfır fiyat düzeyinde arz edilen miktarı, talep edilen miktarını aşan mallar ya da piyasa ekonomisinde herhangi bir fiyatta

¹⁹ S.Erdoğan, **Çevrenin Siyasallaştırılması ve Ramsar Sözleşmesi Örneği**, AÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora tezi, 2008, s.6.

²⁰ Çevre ve Orman Bakanlığı (ÇOB), **Ülke Çevre Durum Raporu**, 2007, s.205-207.

²¹ ÇOB, **a.g.e.** s.205-207.

²² http://www.gazikitabevi.com.tr/iktisadagiris/bolum_10.pdf, (Erişim tarihi: 19.03.2008).

talep edilmeyen mallar veya diğerk bir ifadeyle arzı en azından sıfır düzeyinde talebine eşit olan bir mal olarak tanımlanır²³. Hava, yeşil alan, güneş ışığı serbest mallara örnek olarak verilebilir.

Çevre Hakkı: Üçüncü kuşak haklar içerisinde yer almaktadır. Bu hak, insancıl bir toplum yaşamı düşüncesinin anlatımı olduğundan, aynı zamanda hem bireylere, hem de toplumun tümüne aittir. Gerçekleşmeleri için de tüm toplumsal aktörlerin, yani devletlerin, kamu ve özel ve tüzel kişilerinin, bireylerin yalnız pasif değil, aktif olarak katılımları gereklidir²⁴.

Sürdürülebilir Kalkınma: Bugünkü toplulukların gereksinimi olan ekonomik gelişmenin gelecekte dünya üzerinde yaşayacak olan toplulukların gereksinimlerini karşılamada engel oluşturmayacak şekilde sağlanmasıdır²⁵.

Fayda-Maliyet Analizi: Kamu ekonomisinde yatırım projelerini etkinlik yönünden değerlendirmeye yarayan, topluma en yüksek faydayı sağlayacak olan projelerin seçiminde veya öncelik sırasının tespit edilmesinde yararlanılan bir tekniktir²⁶.

Ekonomiklik: Üretimden elde edilen gelir ile üretim sırasında yapılan maliyet giderleri arasındaki orandır, yani verimliliğin akçal ifadesidir.

²³ İ.Parasız, **Ekonomi Sözlüğü**, Ezgi Kitapevi,1999, s.525.

²⁴ C.Hamamcı, **Çevre Hakkı Üzerine Düşünceler**, İnsan Hakları Yıllığı, TODAİE, 1991, s.171-180.

²⁵ <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm>., (Erişim tarihi: 19.03.2008)

²⁶ http://www.canaktan.org/ekonomi/kamu_maliyesi/fayda/anasay-fayda.htm., (Erişim tarihi: 19.03.2008).

2. Kavramsal Tartışma

Bugüne kadar çevre üzerine yapılan tartışmaların büyük bir kısmı, çevre konusunun felsefi çerçevesinin ne olması gerektiği üzerine olmuştur. En baskın taraflar olarak çevre merkezci (envirocentric) ve insan merkezci (anthropocentric) düşüncelerin karşı karşıya geldiği bu durumda genellikle bir yanda sivil toplum kuruluşları, diğer yanda ise hükümet kurumları yer alır. Bu görüntü hemen hemen her ülkede karşılaşılabilecek korumacı – yatırımcı mücadelesi görüntüsüdür.

Özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında edindiğimiz teknolojik güçlerin artık açıkça gözle görülebilen ve giderek daha fazla olumsuz sonuçlar yaratan, yaratmaya devam edecek olan, çevresel etkileri, çevrenin kıt ve tükenebilir kaynaklardan oluştuğunu görülmesine ve kavramasına yol açmaktadır²⁷.

Ekonomi kuramının, çevre kaynaklarının kullanımın “serbest ya da ortak mallar” olarak kavramlaştırdığı, çevre maliyetleri düşüncesini “dışsallıklar” adı altında ortaya çıkan yeni sorulara cevap veremeyecek bir biçimde ilgi alanının dışında tuttuğu görülmektedir. Ekoloji disipliniyse “ekolojik saflığın fiyatı” gibi düşünce ve yaklaşımları hoşgörüsüzlükle karşılamaktadır²⁸.

Var olan ekonomik sistemin, daha açık bir söyleyişle, büyüme sürecinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin çevre kayıpları olarak maliyetinin hem kavramsal düzeyde hem de nicel olarak ortaya konması gerekmektedir.

²⁷ Ç.Aruoba, **a.g.e.**, s.187.

²⁸ Ç.Aruoba, **a.g.e.**, s.188.

Çevre sorununun salt teknik bir sorun olmadığı, ekonomiyle ve gelişmeyle yakından ilgili olduğu Çevre Bilim'in temel kabullerinden birisidir²⁹. Kimi düşünürler, çevreye gösterilen aşırı ilginin, toplumdaki temel çelişkileri halkın gözünden kaçırmak sonucunu doğurduğunu öne sürmüşlerdir. Bu nedenle, çevre konularıyla uğraşanların, sorunun bütün boyutlarını irdelemeleri yanılmayı önleyebilir³⁰.

Ekonomik faaliyetlerin denetim altına alınması, bu faaliyetlerin sağladığı fayda ile - büyüme - çevre üzerinde yarattığı olumsuzlukların uygun bir biçimde dengeye getirilmesi anlamına gelmektedir³¹.

3. Araştırma Soruları

- Türkiye'nin enerji kaynakları potansiyeli nedir? Bu kaynaklar çevre gözetilerek kullanılmakta mıdır?
- Türkiye'de çevre, ekonomik etkenler ve sürdürülebilirlik göz önünde bulundurulduğunda, enerji üretiminde doğru kaynak dağılımı yapılmış mıdır?
- Enerji kaynaklarının neden olduğu çevre sorunlarının maliyetleri eklendiğinde, hangi tür enerji kaynağın kullanılması daha avantajlıdır?
- Fosil yakıtların neden olduğu çevre sorunlarını önleme maliyeti, bu sorunların topluma maliyetinden yüksek midir?

²⁹ R.Keleş ve C.Hamamcı, **a.g.e.**

³⁰ R.Keleş, **Çevre ve Siyaset**, İnsan Çevre Toplum, 1997, İmge Kitapevi, s. 236-286.

³¹ Ç.Aruoba, **a.g.e.**, s.192.

4. Hipotezler

- Türkiye'nin enerji politikası sürdürülebilir değildir. Enerji politikasında çevre sorunları, ekonomik sorunlar ve arz güvenliği göz önüne alınmalı, yenilenebilir enerji kaynakları, Türkiye'nin enerji kaynakları içerisinde önemli bir orana sahip olmalıdır.

- Fosil yakıtların neden olduğu çevre sorunlarının negatif dışsal maliyetleri, görünen üretim maliyetlerine eklendiğinde, yenilenebilir enerji kaynakları ekonomik olarak fosil yakıtlarla rekabet edebilecek düzeydedir.

C. Yöntem:

Çevre konusunun iklim, toprak, biyoloji, kimya, hidroloji, fizik, ekonomi, hukuk gibi çok sayıda bileşeni olması nedeniyle, konuya indirgemeci (analitik) yöntemle yaklaşmak, ayrıntılar arasında kaybolmaya, genel tabloyu yitirmeye yol açabilecektir. Pek çok bileşene sahip çevre sorunları gibi bir konunun indirgemeci yaklaşımla daha da karmaşılaştırılmasından çok, bütünsel yaklaşım ile sadeleştirilmesine gereksinim duyulmaktadır. Bu yüzden tezde konuya, varolan unsurları sürekli bir arada düşünerek bütünsel yaklaşım kullanılmıştır.

Enerji politikası konusu da çevre bilimi gibi pek çok farklı bileşenin aynı anda göz önünde tutulmasını gerektirdiğinden, tezde bu konuya da bütünsel olarak yaklaşılmıştır.

Tezde herhangi bir saha araştırması yapılmamış, literatürde yer alan enerji üretiminden kaynaklanan çevre sorunlarının olumsuz maliyetlerini araştıran

Çalışmalardan yararlanılmıştır. Hesaplamalarda Avrupa Birliği (AB) tarafından geliştirilmiş ve birçok ülkede yaygın olarak kullanılan ExternE adlı çalışma model olarak kullanılmıştır.

. İçerik

Tezin Birinci Bölümünde, insanlığın büyük bölümünü etkileyen evre sorunları tanımlanarak, sanayi ve büyümeye bağlı giderek artan evre sorunlarının ekonomi ile ilişkisi ve sonuçları tartişılmıştır. evre sorunlarının temelinde üreten insanın doğa faktörü karşısındaki bazı doğal kaynakların bol ve sınırsız olduğu; dolayısıyla serbest mallar olduğu varsayımı tartişılmış, devletin bu konudaki algısı ve davranışı değerlendirilmiştir. Artan nüfus ve tüketim nedeniyle insanlığın gelecekteki gereksinimlerinin de karşılanması yönünde geliştirmeye çalıştığı “Sürdürülebilir kalkınma” kavramı ve bu konuda yapılan uluslararası çalışmalar kronolojik bir çerçevede açıklanmaya çalışılmıştır. Ülkelerin sürdürülebilir kalkınmayı sağlama yönünde kullandıkları, evre konularında karar vermede yararlanan temel ilkeler de bu bölümde açıklanmıştır.

Farklı birçok evre sorununa tek başına neden olabilen enerji sektörü İkinci Bölümde irdelenmiştir. Enerji üretilen kaynaklar, Dünya ve Türkiye rezervleri, üretim ve tüketim yöntemleri ve miktarları ile Türkiye’deki durum bu bölümde açıklanmıştır. Ayrıca bu bölümde, enerjide planlama ve ihtiyaı belirlemek üzere yapılan modellemelerin türleri, içerdikleri parametreler, Türkiye’de yapılan modelleme çalışmaları ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Tezin Üçüncü Bölümünde başkalarının etkinliklerinin bir sonucu olarak, herhangi bir toplumsal grubun ödemek zorunda kaldığı maliyet olarak tanımlanan³² ve bir piyasa başarısızlığı olan dışsallık kavramı ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Çevre sorunlarının olumsuz dışsallıklar olarak tanımlanmasına ilişkin dünyada yaşanan süreç ve bu konuda bilim insanlarının görüşleri yine bu bölümde açıklanmaya çalışılmıştır. Dışsallıkların düzenlenmesinde kamusal politikalar ve piyasa çözümlerine ilişkin genel değerlendirmeler ve çevreyi etkileyen olumsuz dışsallıkların içselleştirilmesindeki kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerle dışsallıkların giderilmesine yönelik geliştirilen uluslararası araçlar ve çevresel etkilerin değerlendirilmesi bu bölümde yer almaktadır.

Tezin Dördüncü Bölümünde ise enerjinin yarattığı çevre sorunlarının ve farklı enerji üretim yöntemlerinin toplumun değişik kesimlerine gerek sağlık harcamaları, gerek arazi üzerine etkileri gibi dışsal maliyetleri açıklanmıştır. Ayrıca dışsallığı içselleştirmede kullanılan araçlar da incelenmiştir. Bölümde enerji üretiminden kaynaklanan dışsallıklara ilişkin çalışmalar, AB ülkeleri için yapılan bir çalışmada elde edilen farklı enerji üretim yöntemlerinin toplam maliyeti ve bu çalışma kapsamında Türkiye için yapılan hesaplamalara yer verilmiştir. Türkiye’de bir termik santralin dışsal maliyeti ile olumsuz dışsallığın önlenmesi yönünde yapılacak çalışmanın maliyetleri belirlenerek, çıkan sonuçların karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Sonuç bölümünde, Türkiye için ekonomik büyüme yönünde yaşamsal öneme sahip bir konu olan, enerji üretiminde kullanılan kaynakların planlanması sorunsalı

³² http://www.gazikitabevi.com.tr/iktisadagiris/bolum_10.pdf, (Erişim tarihi: 19.03.2008).

tartışılış, fosil yakıtlara bağlı enerji üretiminde hesaba katılmayan olumsuz dışsalılıkların yapılan planlama çalışmalarını doğrudan etkilediği gerçeği ışığında evre risklerinin göz önüne alınmadığı bir enerji planlamasının hem ekonomik hem de politik sonuçları tartışılmıştır.

BÖLÜM I. ÇEVRE VE EKONOMİ

İnsan hayatın başlangıcından bu yana kıtlığa karşı kesintisiz bir uğraşı içindedir. Bu uğraşın da tek yardımcısı, içinde doğup yaşadığı, hayatını sürdürdüğü “çevre”dir. Çevre dar anlamda doğal ortam şartlarının bir toplamı; geniş anlamda ise, bununla sosyal şartların bir toplamı olarak düşünülür³³. Ne var ki, insanın ekonomik faaliyeti çevre üzerinde olumlu etkilerin yanı sıra olumsuz etkiler de oluşturmuş ve bunun başlıca sonucu doğanın dengesinin bozulması olmuştur. Ekolojik dengenin bozulması olgusuna yani çevresel yıkıma “çevre sorunu” adı verilir. Diğer bir ifadeyle, insanın üretim ve yaşama kaynağını oluşturan doğal çevre yoluyla sosyal çevre de yıkıma uğramaktadır ve bunların tamamı çevre sorunları olarak adlandırılmaktadır.

Çevre sorunlarının belirlenmesi mutlaka disiplinlerarası araştırmalar gerektirir. Bu araştırmalarda, biyoloji, fizik, kimya, psikoloji, hukuk, mühendislik, ekonomi gibi bilim dallarına ait olgular, bunların kendi bakış açılarından farklı bir yaklaşımla değerlendirilir. Bununla birlikte, çevre sorunları her şeyden önce ekonomik açıdan anlaşılması gereken bir sorundur³⁴.

Psikoloji, hukuk, mühendislik, politika gibi bilim dalları da çevre sorunları bakımından çok önemli olmakla beraber, çevre krizine ekonomik ve ekolojik bir sorun gözüyle bakılmalı, olaylar sebep sonuç ilişkisi içerisinde değerlendirilmelidir.

³³ C.Dura, **Çevre Sorunları ve Ekonomi**. Çevre Sorunları ve Ekonomi, TÇSV yayını, 1985, s.9-37.

³⁴ F.Yücel, **Sürdürülebilir Kalkınmanın Sağlanmasında Çevre Korumanın Ve Ekonomik Kalkınmanın Karşılığı ve Birlikteliği**, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 11, 2004, http://www.akademiktisat.net/calisma/cevre_iktisat/sur_kalkinma_fyucel.htm., (Erişim tarihi 14.05.2008).

Ekonomi biliminin temel amacı, uzun süre azami miktarda mal ve hizmet tüketimi anlamında gönenç düzeyinin yükseltilmesi olarak kabul edilmiştir. Gönencin bazı asgarî niteliklere sahip bir çevre gerektirdiği düşünülmemiştir. Adam Smith'den günümüze kadar, yaşam kalitesi göstergesi olarak mal ve hizmet üretimi yeterli sayılmış; toplumların daha fazla mal ürettikleri zaman daha mutlu olacaklarına inanılmıştır. Bununla birlikte, günümüzde çevre korumanın, temel mal ve hizmetlerin üretimindeki girdilerin devamlılığını sağlayan araçlardan biri, belki de en büyüğü olduğu kabul edilmektedir. Çünkü çevre sorunlarının ekonomik çözümleri, fayda-maliyet analizleri ile yani mevcut bileşimlerden en uygun olanının seçilmesi ile mümkün olur.

Hava, yeşil alan, güneş ışığı gibi doğa unsurları birer mal olarak algılanmış, ancak elde edilmeleri emek gerektirmediği ve gereksinimlere oranla bol miktarda bulundukları düşünülerek, “serbest mal” olarak nitelenmiştir³⁵. Çevre sorunlarının doğuşunda, zaman etkenini hesaba katmayan bu durağan varsayımın büyük rolü olmuştur. Dünyada nüfus ve kişi başına üretim-tüketim büyük bir hızla artarken bu ve benzeri durağan varsayımlara dayalı ekonomik kararlar yüzünden, hemen hemen bütün ülkelerde doğal kaynaklar kıtlaşmaya, çevrenin niteliği ve dengesi bozulmaya başlamıştır. Her kıt malın bir bedeli olduğuna göre, çevrenin de bir fiyatı olması gerekir. Ancak serbest mal sayılarak özel mülkiyete konu olmayan hava, su gibi kaynaklara fiyat biçmek, uzun süre ciddî bir konu sayılmamıştır. Bundan başka, bir üretim faktörü olarak doğal kaynakların sosyal maliyeti ve faydası kendiliğinden diğer fiyatlara yansıtılmamıştır. Örneğin bu tezin II. Bölümünde (s.162-180) ayrıntılı

³⁵ V.Haftacı ve K.Soylu, **Çevre Kirlenmesi ve Çevre Koruma Bağlamında Çevre Muhasebesinin Önemi**, MUFAD Dergisi Sayı:33, 2007, s.139-150.

olarak irdelenen elektrik enerjisi Türkiye’de fiyatlandırılırken sadece görünen maliyetleri (ilk yatırım, doğal kaynak, işletme giderleri gibi) hesaba katılmakta, üretiminden kaynaklanan çevre sorunlarının maliyetleri yani dışsallıkları göz ardı edilmektedir. Pazar ekonomisine dayalı ülkelerde, çevre sorunlarının önlenmesinin en gerçekçi yolu, bu sorunların fiyatlar sistemine dâhil edilmesi olarak kabul edilmektedir. Çevre sorunlarının neden olduğu maliyet unsurlarının fiyatlara dâhil edildiği bir sistemde adil bir maliyet gerçekleştirilmiş olur. Enerji sektöründe buna örnek olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan rüzgârdan elektrik üretiminde kullanılan türbinlerin üreticileri için devlet tarafından teşvik sağlanması ve bu teşvikin maliyetinin çevre sorunu yaratan malların üretici ve tüketicilerine yüklenmesi verilebilir. Bununla birlikte bu hesaba türbinin üretiminde kullanılan hammaddeden, malzemeden başlayarak üretimin tüm aşamalarındaki çevresel maliyetleri de katmak gerekir.

Çevre sorunlarının temelinde üreten insanın doğa faktörü karşısındaki bu geleneksel tutumu, bir başka ifade ile bazı doğal kaynakların bol ve sınırsız olduğu; dolayısıyla serbest mallar olduğu varsayımı yatmaktadır³⁶. Ekonomi biliminin temel eksikliği doğa faktörünü sadece nicelik, nitelik ve teknolojik elverişlilik yönünden kavramlaştırarak, onu özünde mevcut olan “denge” elemanından soyutlamış olmasıdır. Ekonomistler, üreticiler, tüketiciler ve yöneticiler “doğal kaynaklar” kavramında doğanın dengesini de dikkate almaları durumunda, sanayileşen dünyayı büyük tehlikelerle karşı karşıya bırakan çevre sorunları bu boyutlarda ortaya çıkmayabilirdi. Ekonomi biliminde “denge” kavramından soyutlanmış bir doğa

³⁶ V.Haftacı ve K.Soylu, **a.g.e.**, s.143.

bileşeni, bilimsel yönden eksikliğinin yanında, uygulama açısından da büyük sakıncalar oluşturmaktadır.

Üretim ve tüketimdeki baş döndürücü gelişmenin, doğal dengeyi bozarak, çevre sorunları yaratması, Sanayi Devrimi referans alındığında görece yeni bir durumdur. Gerçekte çevre sorunları olgusu eski olmakla birlikte, günümüze gelene kadar boyutları sınırlı ve yerel olmuştur. Ancak, günümüzde durum değişmiş, teknolojiye ve üretimdeki gelişmeler doğa üzerinde yıkıcı ve yok edici etkiler oluşturmaya başlamıştır.

Çevre sorunları, bir ekonominin doğrudan doğruya üretim faaliyeti üzerinde bir tür “bumerang” etkisi yapabilir³⁷. Yani kısa vadede bazı sektörlerde üretim artışları sağlanırken, uzun vadede başka sektörlerde üretim veya verimlilik azalmaları meydana gelebilir. Bu olgu azalan verim kanununun makro seviyede ortaya çıkışı olarak yorumlanabilir.

Örneğin enerji üretiminde çoğunlukla tercih edilen, fosil kaynak kullanan termik santraller, tarım arazilerinin bozulması ve yok olmasına, üretim ve verimin azalmasına, insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere yol açar. Bölüm IV.’de (s.161-181) enerji üretiminin, tüketiminin, taşınımının yol açtığı çevre sorunları ayrıntılı olarak irdelenmiştir.

Çevre sorunlarının doğuşunda, insanların kıt kaynaklardan sağladıkları kazancı arttırma eğiliminin de payı vardır. Mevcut kaynaklarla tüketici faydasını, üretici ise

³⁷ C.Dura, **a.g.e.**, s.11.

kârını en yükseğe ulaştırmaya çalışır. Bir malı en düşük maliyetle üreterek kârını arttırmak isteyen üretici, oluşan üretim artıklarını önleme veya yok etmenin maliyetinden genellikle kaçınmıştır. Nüfusun az olduğu dönemlerde, doğal kaynaklar bol ve genellikle bedava olduğundan asgari maliyet ilkesinin sadece en az ve ucuz emek kullanıldığı zaman yerine getirildiği varsayılmıştır. Diğer bir ifadeyle, emekten tasarruf düşünülürken, doğadan tasarruf düşünülmemiştir³⁸. Nüfus az olduğu, teknoloji çok ilerlemediği sürece doğa, bu uygulamanın yol açtığı dengesizliği giderebilmiştir. Ancak günümüzde nüfus/doğa dengesi doğa aleyhine değiştiğinden, kaynaklar kıtlaşarak çevre sorunlarını da gündeme getirmiştir. Bu yüzden çevre sorunlarının çözümü, üreticilerin geleneksel davranışının düzeltilmesinde, diğer bir ifadeyle hem özel, hem de sosyal boyutları olan fayda-maliyet analizlerinde yatmaktadır.

Standart olarak her ekonomik sorun, bir faaliyetten sağlanacak net kazancı arttıran işlem seviyesini araştırma şeklinde değerlendirilebilir. Bu değerlendirme çevre krizine de uygulanabilir. Bu durumda, her karar çevreyi korumanın maliyeti ile faydaları arasındaki net farka göre verilmeli, negatif dışsal maliyetler göz önüne alınmalıdır.

Ekonomik yönden bir dışsallık olan çevre krizinin temelinde çevreyi kullananların bunun maliyetini, diğer ekonomik birimlere yüklemesi yatmaktadır³⁹. Çünkü çevre krizine neden olmamaya karar verenin bir maliyeti göze alması gerekir. O halde

³⁸ C.Dura, **a.g.e.**

³⁹ İ.Özsoy ve U.Yıldırım, **Çevre Kirliliğinin Önlenmesinde Ekonomik Yaklaşımlar ve Çözüm Önerileri**, Ekoloji Dergisi Sayı:11, 1994, <http://www.ekolojidergisi.com.tr/resimler/11-9.pdf>, (Erişim tarihi: 15.05.2008).

krizin sürmesi çevre hizmetlerinden faydalananlara ve faydalanacaklara, hatta hiç faydalanamayanlara bu maliyetin aktarılması demektir. Krize neden olanlar bu maliyeti fiyatlarına yansıtmamak için eylemlerini sürdüreceklerdir.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde bu tür maliyetlerin yükü daha ağır hissedilmektedir. Özellikle sanayide ürün maliyetleri yüksek ve finansman sıkıntısı büyük olduğundan, buna ek olarak artım maliyetlerine katlanması veya yerleşmiş teknolojilerden vazgeçilmesi, güncel ekonomik sorunlara daha büyük boyutlar kazandırmaktadır.

Çevre krizinde marjinal maliyetin, özellikle de fayda fonksiyonlarının tahmini kolay olmamaktadır. Çevre sorunlarını ortadan kaldırma maliyeti genellikle, yaklaşık olarak ölçülebiliyorsa da, faydası bilinmeyen faktörler nedeniyle kesin olarak belirlenememektedir. Öte yandan, akılcı bir toplumun yapacağı seçim, temiz bir çevre ile sorunlu bir çevre arasında değil, çeşitli kirlenme düzeyleri arasında yapacağı seçim olacaktır. Çünkü kıt kaynaklardan mümkün olan en yüksek verimi elde etme anlamına gelen akılcı davranış, maliyete ve faydaya dayalı akılcı marjinal kararlarla gerçekleşir. Bu yaklaşım nüfus artışı için de geçerli olmakla birlikte, bu konuya gereken önem verilmemekte, nüfus artışı doğal bir süreç olarak değerlendirilmektedir.

Çevreyi korumanın toplumsal bilinçte tuttuğu yerin zayıflığı devletler düzeyindeki uygulamalarda da görülmektedir. Devletlerin, çevre korumaya inancını gösteren bir planlama, yatırım ve eğitim politikası, son yıllara kadar mevcut olmamıştır. Küresel ölçekte ilk çevre örgütü Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) 1948 yılında

kurulmuş olmasına karşın⁴⁰ devlet ölçeğinde ilk çevre koruma kurumu, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) 1970 yılında kurulmuştur⁴¹. Türkiye’de ise bu konudaki ilk kurumsal gelişme çevre politikalarının oluşturulması amacı ile 1989 yılında Başbakanlık Çevre Müsteşarlığının kurulmasıdır.

A. Çevre Sorunları ve Sürdürülebilir Kalkınma

Sanayi devrimi ile birlikte dünyanın her yerinde madenler ve fosil yakıtlar başta olmak üzere doğal kaynak tüketimi hızlanmıştır. Nüfusun artmasıyla orman ve tarım alanları aleyhine sanayi ve kent alanları genişlemiştir. Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu’nun (UNFPA) 2001 yılında yayımlanan “Dünya Nüfusunun Durumu 2001: Çevresel Değişiklikler ve Nüfus: Ayak izleri ve Dönüm Noktaları” adlı Raporu’na göre 2000 yılı dünya nüfusu 6 milyar 54 milyon olup, 2025’de 8 milyarı aşmış olacaktır. Rapora göre artan nüfusun % 95’i dar gelirli sınıf iken, 2030’larda kentli nüfus kırsal nüfusun iki katına erişecektir. 2000 yılında, yeryüzündeki 31 ülkede 508 milyon kişi su sıkıntısı çekerken, 2025 yılında 48 ülkede 3 milyar kişi aynı sıkıntıyı çekecektir. 2050 yılında ise, dünya nüfusunun yarısına yakını, günlük su gereksinimini tam olarak karşılayamayacaktır⁴².

Nüfusu hızla artan ve dar bölgelerde, kıyılarda, metropollerde nüfusu yoğunlaşan dünyada birçok yöre doğal olma özelliğini kaybetmekte ve özellikle insan yerleşimlerinin ve medeniyetlerinin beşiği Akdeniz havzasında bu olayın gelişimi

⁴⁰ The International Union for Conservation of Nature (IUCN), <http://www.iucn.org/about>., (Erişim tarihi: 15.05.2008).

⁴¹ **Environment Protection Agency** (EPA), <http://www.epa.gov/epahome/aboutepa.htm>., (Erişim tarihi: 15.05.2008).

⁴² UNFPA, **Dünya Nüfusun Durumu 2001**, <http://www.unfpa.org/swp/2001/english/index.html>., (Erişim tarihi: 11.06.2007).

daha da hızlı olmaktadır. Akdeniz havzası, dünya turist sayısının % 31'ini, dünya turizm gelirlerinin % 26'sını, dünya yatak kapasitesinin % 25'ni elinde barındırmaktadır⁴³. Bu havzanın 45.000 km uzunluğundaki kıyı şeridinin 2000'li yıllarda tamamen kirleneceği iddia edilmektedir⁴⁴. Kentleşme, kitlesel üretimin yanı sıra ulaşım teknolojisindeki gelişmeler, altyapı yatırımlarını, mal ve hizmet taleplerini de hızlandırmıştır. Talepteki hızlı artış gerek coğrafi, gerekse teknolojik olarak yeni enerji kaynaklarının aranmasını gündeme getirmiştir. Karbondioksit ve diğer bazı gazların emisyonun artması “sera etkisine” yol açarak, küresel ısınmaya ve kutup buzullarının erimesine, karasal alanların sularla kaplanmasına yol açmaktadır. Tropikal ormanların hızla yok edilmesi, dünya toplam yağmur miktarının azalmasına, dünyanın her geçen gün çölleşmesine ve sulardaki tuzluluk oranının artmasına yol açmaktadır. Sanayideki gaz emisyonlarından kaynaklanan bir sorun da asit yağmurlarının ormanlarda yıkıma yol açmasıdır. Ormanların yok olması erozyona, hammadde kaybına, yararlı bitki ve hayvan türlerinin neslinin tükenmesine yol açmaktadır. Dünya nüfusunun hızla artması kent ve altyapı alanlarının, tarımsal alanları kaplayacak ölçüde genişlemesine ve gıda üretiminin azalmasına yol açmaktadır. Daha az alanda daha çok üretim amacıyla kullanılan gübre ve tarımsal ilaçlar toprağın doğal yapısını bozmakta ve verimlilik ömrünün kısılmasına, insan vücuduna gıda yoluyla daha çok zararlı kimyasal madde girmesine yol açmaktadır. Bu felaketler daha da ayrıntılandırılıp, arttırılabilir. Dünya kaynaklarından

⁴³ European Environment Agency (EEA), **The changing faces of Europe's coastal areas**, European Environment Agency, 2006.

⁴⁴ F.R.Özbey, **Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Turizm Kalkınması**, <http://www.econturk.org/Turkiyeekonomisi/kuresellesme.doc.>, (Erişim tarihi: 08.09.2008).

alabildiğine yararlanmayı öngören tüketime dayalı “Savurgan Dünya” yerini, doğal kaynakların korunmasını öngören “Sürdürülebilir Kalkınma”ya bırakmalıdır⁴⁵.

1. Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilir kalkınmanın temelleri klasik ekonomi teorisine kadar uzanır. Ricardo, Malthus ve Mill, “büyümenin sınırları” konusunda 1800’lü yıllarda önemli yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Malthus büyümenin sınırını kıtlık olgusuna dayandırmış, kullanılabilir alanı sabit olarak kabul ederek nüfus artışının sınırlandırılması gereğini vurgulamıştır⁴⁶. Ricardo’ya göre, artan nüfus daha az verimli olan alanları kullanmak zorunda kalacağından hayat standartları belli bir süre sonra azalacak, nüfus artışı da duracaktır. Mill ise, bireysel sağduyu ve tutumluluğun sonucunda daha iyi bir gönenç dağılımının gerçekleşebileceğine inandığı için “durağan durum” konusunda Ricardo’ya nazaran daha iyimserdir⁴⁷.

1870’lerden itibaren neo-klasik ekonomik düşünce “marjinal analizleri” kullanarak uzun dönemli etkiler üzerinde yoğunlaşmıştır. Temiz hava ve su, rekabeti olmayan ve çok özel niteliklere sahip bir kamu malı olarak görülmüş, hükümet düzenlemeleriyle sunulması gereken hizmetlerden sayılmıştır. Fiyat düzenlemeleri, negatif dışsallıklar durumunda etkinliği sağlayabilmek için başvurulabilecek en uygun kamu araçlarından biri olarak görülmüştür.

Neo-klasik ekonomik düşünce, ekonomik sistemi doğal ve diğer sosyal sistemlerden

⁴⁵ F.R.Özbey, **a.g.e.**

⁴⁶ M.Çetin, **Teori ve uygulamada bölgesel sürdürülebilir kalkınma**, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 7, Sayı 1, 2006, s.3.

⁴⁷ M.Çetin, **a.g.m.**, s.3.

ayrı olarak değerlendirmektedir⁴⁸. Doğal kaynaklar, üretim sürecinde etkili olan girdilerin temel kaynağı olmakla birlikte, gereken önemi görmemiştir. Neo-klasik ekonomik düşünceye göre, etkin bir fiyat sistemi ile ekonomik kalkınmayı gerçekleştirmek mümkündür. Ancak bu durum bir taraftan teknik gelişmeleri teşvik ederken, diğer taraftan da kıtlık sorununu beraberinde getirmektedir. Teknik gelişmeler, doğal maddelerin ikamesini ve yeniden işlenmesini kolaylaştırarak tüketimi azaltabilmektedir. Neo-klasiklere göre, teknolojik değişimlere bağlı olarak farklı sermaye türleri ve işgücü-sermaye ikamesi söz konusudur⁴⁹. Bu yaklaşım ışığında sürdürülebilirlik, doğal kaynaklar dâhil, tüm üretim faktörleri arasında tam ikame varsayımından yola çıkılarak değerlendirilebilir. Ekonomik kalkınma ancak tüm servet stokunun zaman içinde değişmemesi durumunda sürdürülebilir bir nitelik kazanır. Herhangi bir varlığın miktarı azaldığında bunu telafi edebilmek için bir diğer varlığın miktarının artırılması gerekir. Bu nedenle, bu durum “oldukça zayıf bir sürdürülebilirlik” olarak nitelendirilir⁵⁰.

Diğer taraftan çevre ekonomisi, sosyo-ekonomik sistemi ekolojik sistemin temel bir parçası olarak kabul ettiği için neo-klasik ekonominin görüşlerini reddeder. Bu yaklaşım bağlamında çevre sorunları yapısal nitelikte olup, dışsallık ve kaynak ikamesi olgularıyla bu kadar basit bir şekilde ele alınamaz. Doğal kaynaklar, beşeri sermaye ve üretim sermayesi birbirine bağlıdır ve bir dereceye kadar birbirlerini

⁴⁸ J.Geldrop ve C.Withagen, **Natural Capital and Sustainability**, Ecological Economics, Vol. 32, 2000, s.445-455.

⁴⁹ J.Geldrop ve C.Withagen, **a.g.m.**

⁵⁰ R.Turner, P.Doktor ve N.Adger, **Sea-Level Rise and Coastal Wetlands in the UK: Mitigation Strategies for Sustainable Management**, Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability, 1994, s.266-291.

tamamlamaktadır⁵¹. Daly'e göre disiplinler arası bir dal olan çevre ekonomisinin iki temel amacı vardır:

- 1) İnsan aktivitelerinin ekolojik olarak sürdürülebilirliğini sağlamak,
- 2) Çeşitli canlı türleri, gelecek nesiller ve şu anki nesil arasında kaynakların eşit ve en verimli dağılımını sağlamak⁵².

Çevre ekonomisinin en önemli dalı olan kaynak ekonomisi, verimli kaynak kullanımı ve tüketimi konularında gönenç ekonomisi prensiplerini belirleyerek uygulamaya koyar⁵³. Kaynakların topluma olan değer ve faydasını yükseltmek en büyük hedeftir. Yenilenebilir kaynaklar çerçevesinde; kaynakların kullanım seviyesi, kaynakların yeniden oluşum seviyesini hiçbir zaman aşmamalıdır. Tükenebilir kaynaklar açısından, kaynakların verimli tüketim seviyesinin belirlenmesi gerekir. Bu yaklaşım; fiyatlar, kredi ve döviz kurları gibi ekonomik düzenlemeleri ve ekolojik dengeyi dikkate alan doğa yönetiminin gereğini vurgulamakta ve bu yönde politikaların uygulanmasını istemektedir⁵⁴. Doğal kaynaklar; insan gönencinin en önemli destekleyicisi, hoş ve konforlu bir hayatın temel kaynağıdır. Doğal kaynakların korunmasında, kaynak stoklarının zaman içerisinde sürekli olarak var olması temel kuraldır. Yenilenebilir kaynak stoku zaman içinde azalmamalı,

⁵¹ H.Daly, **Operationalizing Sustainable Development by Investing in Natural Capital**, 1994, Island Press, s.22-37.

⁵² H.Daly, **a.g.e.**, s.24.

⁵³ M.Çetin, **a.g.e.**, s.4.

⁵⁴ D.Pearce ve R.Turner, **Economics of Natural Resources and the Environment**, Harvester Wheatsheaf, 1990, s.378.

tükenebilir kaynakların bitmesi durumunda yenilenebilir kaynaklar ve insan yapımı sermaye miktarı arttırılmalı, bu şekilde tükenen kaynaklar telafi edilmelidir⁵⁵.

Gelişmiş ülkelerin çevre sorunları ile daha önce karşı karşıya kalmalarına bağlı olarak, 1990'lı yılların ikinci yarısından itibaren birçok kavramsal ve kuramsal yenilik, ekonomi ve çevre bilimlerinin kesişim kümesi olan çevre ekonomisinde yaşanmaya başlanmıştır. Bu eksenindeki en önemli yenilik hareketlerinden biri “yeşil ulusal gelir muhasebesi” ya da çevre değerlerinin ulusal gelir hesaplarına dâhil edilmesidir⁵⁶. Özellikle Pearce ve Atkinson'un öncü çalışmasını izleyen evrede, ulusal gelir hesaplarındaki tasarrufun çevre üzerindeki tahribatını dikkate alan, ya da çevre amortismanını ulusal tasarrufa dahil eden yeni bir tasarruf kavramıyla değiştirilmesi yönündeki eğilimler güçlenmiştir. Böylelikle doğal kaynaklardaki azalmanın ve çevre sorunlarının maliyetinin düşülmesiyle elde edilecek ulusal tasarrufun, makro ekonomi yönetiminin içeriğini doğrudan etkilemekte ve değiştirmekte olduğu düşünülmüştür. Bu olumlu sayılabilecek yönelim, yöntem açısından birçok farklılık ve sorun içermektedir. Buna rağmen Hamilton, ulusal gelir hesaplarının içeriğinde meydana gelen değişikliğin sürdürülebilir kalkınma politikalarının şekillendirilmesini kolaylaştırdığını, dahası söylemin hayata geçirilmesini sağladığını belirtmişlerdir⁵⁷. Yücel'e göre, çevre sorunlarının ulusal gelir hesaplarına yansıtılması, sürdürülebilir kalkınmanın “ayaklarının yere basması”

⁵⁵ R.Turner, P. Doktor ve N.Adger, **Sea-Level Rise and Coastal Wetlands in the UK: Mitigation Strategies for Sustainable Management**. Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability, A.-M. Jansson, Olof Johansson Island Press, 1994, s.266-291.

⁵⁶ K.Hamilton ve E.Lutz, **Green National Accounts: Policy Uses and Empirical Experience**, World Bank Environment Department Paper, No.39, 1996, s.37.

⁵⁷ K.Hamilton, **Green Adjustments to GDP**, Resources Policy (3), 1994, s.155-168.

açısından önemlidir⁵⁸. Bu kavramsal yenilik kuramsal içeriği de ister istemez bir meydan okuma ile karşı karşıya bırakarak zenginleşmesine zemin hazırlamaktadır. Örneğin çarpan, tasarruf-tüketim-yatırım meyilleri, denge gelir düzeyi, istihdam ve benzeri ulusal gelir unsurları yeniden gözden geçirilerek, sürdürülebilirlikle uyumlu hale getirilebilecektir. Bu sayede politika yapıcıları sürdürülebilir kalkınma politikalarını -daha pratik bir bağlamda en azından küresel ulusal gelir norm ve standartlarına uymak için olsa bile- hayata geçirebileceklerdir.

Çevre yönetimine yönelik kurumsal altyapının bulunmaması birçok ülkede, benzer iki sonucun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Birincisi ve en çok rastlanan sonuç çevrenin bir bedel ödmeden kullanımında telafi edici bir karşılık veya kota uygulamasının konulmasıdır. İkincisi ise ortaya çıkan sorunun giderilmesi için “birilerinin” vergilendirilmesidir. Oysa sürdürülebilir kalkınma için çevre politikasının tasarlanması bireysel ve kurumsal inisiyatiflerin güncel yapılarında değişimi gerektirmektedir. Bu değişim için geçmişte uygulanan geleneksel yöntem, maliyeti ve karmaşıklığı fazla olan, doğrudan piyasaya yapılan müdahale ve düzenlemelerdir⁵⁹.

Yeni çevreciliğin (new environmentalism) uzantısı olarak günümüzde piyasaları kullanmak veya bulunmayan piyasaları yaratmak ya da yetersiz piyasalar geliştirmek uzmanlar tarafından giderek tercih edilmektedir. Bu yeni yöntem;

⁵⁸ F.Yücel, **a.g.e.**

⁵⁹ M.A.Dulupçu, **Sürdürülebilir Kalkınma Politikasına Yönelik Gelişmeler**, Dış Ticaret Dergisi Sayı 20, 2000, s. 46-70.

- Teşvik reformu ile piyasada fiyat bozulmasını engellemek ve gerçekçi fiyat oluşumunu desteklemek,
- Sosyal maliyetleri yansıtacak şekilde vergilerle fiyatları yükseltmek,
- Kirlenme izinlerinin (permillerinin), ya da kalkınma haklarının bulunduğu yeni piyasalar yaratmak,
- Kamuoyunun çevre sorunlarının çözümüne aktif katılımını sağlamak⁶⁰

gibi çözümleri içermektedir. Ancak bu çözümler kalkınmış ülkeler dışındaki ülkelerin nüfus, fakirlik gibi sorunlarına çözüm getirmemektedir.

Yukarıda sözü edilen yöntemler çevre sorunlarının çözümünün piyasa mekanizması içerisinde geliştirilmesine yöneliktir. Sürdürülebilir kalkınma politikasına kazandırılmak istenen bu yeni boyut, devlet müdahalesinin geçici çözümler üretmesine, uygulamadaki zorluk ve karmaşıklığa karşı verilen bir tepki niteliğindedir. Ama en önemlisi sadece ekonomi bilminde değil, başta politika ve felsefe olmak üzere diğer disiplinler üzerindeki etkisidir. Devletin temel işlevleri dışında farklı alanlara yönelmesinin baskı grupları ve siyasetçiler arasında arzu edilmeyen ilişkilerin ortaya çıkmasına yol açacağına ilişkin inancın güçlenmesi ve çevre sorunlarının uzun erimli çözümleri zorunlu kılması, sürdürülebilirlikte piyasaya dayalı yöntemlerin müdahaleci yöntemlere göre öncelik kazanmasına neden olmaktadır⁶¹. Ama bugünkü durum sorunlara çözüm bulmaktan uzaktır.

⁶⁰ J.J.Warford, M.Munasinghe, W.Cruz, **The Greening of Economic Policy Reform**, VI., World Bank, 1997, s.94.

⁶¹ M.A.Dulupçu, **a.g.e.**, s.53.

Sürdürülebilir kalkınmaya yönelik olarak kavramsal-kuramsal içerikte meydana gelen gelişmeler, büyük önem taşımakla beraber, tek başına yeterli değildir. Çeşitli politikalar ve politika hedefleri arasında uyumun sağlanması, hangi amaca hangi politikanın hizmet edeceğinin belirlenmesi ve en önemlisi çelişen politikaların aynı an da tercihinin önlenmesi gerekmektedir. Dünya Bankası tarafından hazırlanan politika matriksi, bu sorunları çözümleyici bir rol üstlenmektedir⁶². BM Rio Zirvesi'nin sürdürülebilir kalkınma stratejileri ile eylem planlarını ulusal ve küresel düzeyde politika yapıcılarının gündemine sokması, sürdürülebilir kalkınma kavramının özgün politika eylemlerine dönüştürülebilmesi için uygun zemin hazırlamıştır. Bu atmosferde geliştirilen politika matriksi, politika amaçlarını sınıflandırarak amaç-araç uyumunu sağlamayı hedeflemiştir.

Bu yönde değerlendirildiğinde politika matriksi piyasa içerisinde uygulanabilecek araçlar setini politika amaçlarına göre sınıflandırması açısından önemlidir.

Politika matriksinin sütununda kaynak yönetimi ve kirlilik kontrolü sorunları yer almaktadır. Bu sütun su, toprak, hava, orman ve katı atık gibi ilgili sektörler eklenerek genişletilebilecek biçimde tasarlanmıştır. Matriksin satırı, Tablo 1'de görüldüğü gibi, dört temel araçtan ve bu araçların alt bölümlerinden oluşmaktadır. Matriks kaynaklar ve çevre politikaları analizi aracıdır. Matriksin yapısı her bir politikanın karşılıklı etkileşimini, politika araçları arasındaki çalışmayı ve pozitif enerji artırıcı yönünü yansıtacak biçimde tasarlanmıştır. Bu özelliği ile matriks “kazan-kazan politikasını” uygulayarak çevre için ekonominin feda edilmesinin

⁶² World Bank, **Five Years After Rio: Innovations in Environmental Policy**, Environmentally Sustainable Development Studies and Monographs Series No:18,1997, s.5-7.

gerekli olmadığını, bir başka deyişle hem ekonomik gelişmenin hem de çevreyi korumanın aynı zamanda olanaklı olduğunu göstermektedir⁶³. Hâlbuki müdahaleci politikalar genellikle “kazan-kaybet” düzleminde gelişerek ekonomik gelişme için çevre veya doğal kaynakların feda edilmesiyle sonuçlanmaktadır.

Tablo 1. Politika Matriksi:Sürdürülebilir Kalkınma İçin Politika Araçları

(World Bank, **Five Years After Rio: Innovations in Environmental Policy**, Environmentally Sustainable Development Studies and Monographs Series No:18,1997, s 6.)

Politika Araçları				
Konular	Piyasaları Kullanmak	Yeni Piyasalar Yaratmak	Çevresel Düzenlemeleri Kullanmak	Kamuoyunun Dahil Edilmesi
Kaynak Yönetimi ve Kirlilik Kontrolü	•Teşvikleri Azaltmak	• Mülkiyet Hakları/ Desantralizasyon	•Standartlar	•Kamuoyunun Katılımı
	•Çevre Vergileri	• Ticari izin (permi) ve haklar	•Yasaklar	•Bilgilendirme
	•Kullanıcı Ödemeleri	• Uluslararası Denge Sistemleri	•İzin ve Kotalar	
	•Depozit Sistemi			
	•Hedeflenmiş Teşvikler			

Politika matriksi, Dünya Bankası ve üye ülkelerin çeşitli uygulamalarından elde edilmiştir. Matriks, politika organizasyonunun yapılabilmesi için politika araçlarını dört temel kategoride sınıflandırılmıştır. Söz konu temel araçlar ise özellikli alt

⁶³ OECD, **Innovative Policies for Sustainable Urban Development**, OECD Publish, 1996, s.185.

araçlardan oluşmaktadır. Bu araçlar sayesinde belirlenen amaç doğrultusunda politikaları tasarlamak için gerekli altyapı sağlanmakta, böylece politika yapıcılarına arzuladıkları aracı seçme olanağı tanındığı iddia edilmektedir.

2. Uluslararası Çalışmalar

Sürdürülebilir kalkınma kavramının doğuşu ve gelişiminin gecikmesinde birçok faktör etkili olmakla birlikte, Keynesyen ekonominin ve II. Dünya Savaşı sonrası dünya çapındaki yeniden yapılanma sürecinin rolü büyüktür. Çünkü Keynesyen geleneğin uzantısı bağlamında, yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren, ekonomilerin gündemini ekonomik kalkınmanın hızlandırılması, işsizliğin önlenmesi veya enflasyonun kontrol altına alınması gibi kısa dönemli politik öncelikler işgal etmiştir.

Dünyada yaşanan ekonomik çalkantılara karşın artan çevre sorunları yirminci yüzyılın ikinci yarısında farklı eylem ve faaliyetlerle öncelikle anlaşılmaya çalışılmış, önlemek için bazı küçük girişimler olmuştur. Bu sürecin temel taşları Duygu'nun "Küreselleşme ve Çevresel Etkileri" adlı çalışması kullanılarak aşağıda özetlenmiştir⁶⁴.

"Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Enstitüsü (IISD) tarafından derlendiği üzere ancak 1962'de tarımda kimyasal kullanımının risklerine dikkat çekilmiş ve 1968'de UNESCO tarafından düzenlenen Hükümetler arası Biyosferin Rasyonel Kullanımı ve Korunması Konferansı ekolojik olarak Sürdürülebilir Kalkınma kavramı geliştirilmiştir, 1968'de Ehrlich Nüfus Bombası raporuyla Malthus'un öngörüsünü bilimsel şekilde irdeleyerek nüfusla kaynak tüketimi ve çevresel etkileri sorununa dikkat çekmiştir. 1969'da ABD, Ulusal Çevresel Politika Yasası ile Çevre Kalitesi konseyini kurarak ulusal çevre politikası uygulamalarını başlatmış, 1970'de de ulusal Kaynaklar Koruma Konseyi'ni kurarak kapsamlı çalışmaları kurumlaştırmıştır. 1971'de İsviçre'de Founeks Raporu'nda yayını ile kalkınma ve

⁶⁴ E.Duygu, **Küreselleşme ve Çevresel Etkileri**, TMMOB V. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Şafak Matbacılık, 2005, s.435-451.

çevre konularının bütünleştirilmesi Avrupa'nın gündemine taşınmış ve OECD Konseyi tarafından kapitalist ekonomik bir araç olarak 'Kirlenen Öder' prensibi düşünülmüş, Britanya'da Uluslararası Çevre ve Kalkınma Enstitüsü kurulmuştur. Aynı yıl Dubois ile Ward insanlığın biyosfer üzerindeki baskılarına dikkat çeken kitabı yayınlamıştır. 1972'de BM tarafından Stockholm'de düzenlenen İnsan Çevresi Konferansı ile UNEP kurulmuş, Roma Kulübü 'Büyümenin Sınırları' ile ekonomik büyüme ile sürdürülebilirlik arasındaki çelişkiyi vurgulamıştır. Gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkeleri karşı karşıya getiren Stockholm Konferansı'nda gelişmekte olan ülkelerin savunduğu tezler ağırlıkla benimsenmiş ve azgelişmişliğin en büyük çevre sorunu olduğu, azgelişmiş ülkelerin hiçbir şekilde gelişme çabalarından ödün vermemeleri gerektiği anlayışı egemen olmuştur.”

Bu anlayış sonucunda, 1980'li yılların ortalarına dek kalkınma düşüncesi, ekonomik büyümeyi ve sosyal gelişmeyi artırmak olarak belirlenmiştir⁶⁵. Bu dönemde ekonomi politikaları, yatırım/Gayrı Safi Milli Hasıla (GSMH) oranlarını artırmak, bir başka ifadeyle, özellikle sanayi malı üretim artışlarını mümkün olabilecek en yüksek boyutlara çıkarma noktasındadır⁶⁶.

1973'de ABD, biyosfer üzerindeki baskıların göz ardı edilemeyeceğini kabul eden Tehlikedeki Türler Yasası'nı yürürlüğe sokmuştur. Aynı yıl Hindistan'da ormansızlaşma ve çevre kalitesi kaybına dikkat çeken Çipko Hareketi doğmuş, OPEC petrol krizi enerji güvenliğini gündeme taşımıştır. 1975'te Dünya Gözlem Enstitüsü küresel tehditleri izleyerek kamuoyunu uyarma görevini üstlenmiştir. 1976 Habitat Toplantısı küresel ölçekte insan yerleşimlerinin çevreye etkilerini tartışmaya açmıştır. 1977'de Kenya'daki Yeşil Kuşak hareketi çölleşmeye karşı ağaçlandırma girişimine öncülük etmiş, BM Çölleşme Konferansı gerçekleştirilmiştir⁶⁷.

⁶⁵ N. Algan, **Enerji ve Çevre Etkileşimi Konusunda Uluslararası Tüzel Düzenlemeler ve Türkiye**. TMMOB Türkiye III. Enerji Sempozyumu, Küreselleşmenin Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikalar, 2001, s.357-371.

⁶⁶ Ç. Aruoba, **a.g.m.**, s.179.

⁶⁷ E.Duygu, **a.g.m.**, s.438.

1978'de OECD Çevre Direktörlüğü tarafından çevre ile ekonominin ilişkileri konusunda araştırmalar başlatılmıştır. Bir ilk olan bu yaklaşım gerçek sorunlara ilginin başlangıcı olmuştur. 1979'da Dünya Bankası dahil dokuz uluslararası kuruluşun biyosferi koruma programının gerektirdiği ve gerçekleştirilemeyen reformlar konusundaki rapor yayınlanmıştır. 1980'de IUCN tarafından Dünya Koruma Stratejisi başlıklı ve Sürdürülebilir Kalkınmaya Doğru bölümünü içeren, nüfus baskısı, habitat kaybı, sosyal adaletsizlik ve ticari etkinlikle fakirleşme ilişkisini ortaya koyan raporun yayını ile sürdürülebilirlikle sosyo-ekonomik değişkenlerin paralelliği konusu gündeme getirilmiş, sonuç bölümünde daha dinamik, kararlı bir dünya ekonomisi ve fakirlikle savaşımın önemine dikkat çekilmiştir.

1980 yılında, Dünya Bankası az gelişmiş ülkelerin sorunlarına yönelik olarak Almanya eski başbakanı Willy Brandt başkanlığında bir komisyona, "Kuzey-Güney: Yaşam Savaşı İçin Bir Program" başlığı ile bir rapor hazırlatmıştır. Rapora göre kuzey ve güney ülkeleri arasında giderek artan oranda bir gelişmişlik farkı vardır ve zengin kuzey ülkeleri fakir güney ülkelere yardım etmelidir. Rapor, az gelişmiş ülkelerin kalkınma çabalarının başarıya ulaşması, bu ülkelerdeki açlık ve yoksulluğun giderilmesi amacıyla azgelişmiş güney ile kalkınmış kuzey arasında işbirliği oluşturmaya çalışmıştır⁶⁸.

1980'de ABD Başkanı Carter tarafından biyoçeşitliliğin dünya ekosisteminin sürdürülebilirliğindeki önemini vurgulayan ve tür kaybının sonuçlarına dikkat çeken

⁶⁸ Brand report, <http://www.stwr.org/special-features/the-brandt-report.html#Energy>., (Erişim tarihi: 13.03.2008)

Küresel 2000 başlıklı rapor yayınlanmıştır.1981'de ise Dünya Sağlık Genel Kurulu 2000 yılına kadar tüm dünya nüfusunun sosyo-ekonomik açıdan üretken olabileceği sağlık hizmetlerinin Dünya Sağlık Örgütü eşgüdümüyle sağlanması gereğine işaret eden kararı yayınlanmıştır. 1982'de ABD, Dünya Kaynakları Enstitüsü'nü kurmuş doğal kaynaklarının durumunu izleyerek yıllıklar yayınlanmasını başlatmıştır. Aynı yıl BM Deniz Hukuku Konvansiyonu ile deniz kirliliğini denetim altına alabilmek üzere çevre standartlarını yürürlüğe sokmuştur⁶⁹.

1982 yılında, BM Doğa İçin Dünya Sözleşmesi yayını ile –insan hakları ve insanlığın doğal kaynaklara bağımlılığını vurgulayan, kullanımlarını düzenlemeye yönelik denetimi içeren yaklaşımı resmileştirmiştir.

BM Genel Kurulu'nun 28 Ekim 1982 tarihinde kabul ettiği Dünya Doğa Şartı'nda (World Charter for Nature) ise, sürdürülebilir kalkınma kavramı yer almamakla birlikte, sürdürülebilirlikten söz edilmektedir. Şartın dördüncü ilkesinde, insanların yararlandığı ekosistemlerin ve organizmaların ve çeşitli doğal kaynakların sürdürülebilirliğini başarmak gereğinden söz edilmektedir⁷⁰.

“1983 yılında ise bir ilki gerçekleştiren Hindistan kalkınma alternatifleri, bireyler, teknoloji ve çevre arasındaki ilişkileri sürdürülebilir kalkınma amacıyla düzenleyen adımı atan gelişen ülke olmuşa da, 1984'teki toksik kimyasal kaçağının yarattığı katliamı önleyememiştir. Aynı yıl tüketiciler konfederasyonu tarafından Üçüncü Dünya Ağı kurularak güney ülkelerinin kalkınma ve çevre konularında etkinleştirilmesi adımı atılmaya çalışılmıştır. 1985'te ise –ilk uyarı raporunun Arrhenius tarafından 1894'te yayınlanmasından tam 91 yıl sonra – UNEP, Uluslar arası Bilim Sendikaları Konseyi ile Dünya Meteoroloji Örgütü'nün girişimiyle Avusturya'da ilk İklim Değişikliği Konferansı toplanarak küresel ısınmayı

⁶⁹ E.Duygu, **a.g.m.**, s.438.

⁷⁰ A.Mengi ve N.Algan, **Küreselleşme ve Yerelleşme Çağında Bölgesel Sürdürülebilir Gelişme-AB ve Türkiye Örneği**, Siyasal Kitabevi, 2003, s.309.

tartışmıştır. Aynı yıl bir Japon bilim adamının ileri sürdüğü ozon tabakasının incelenmesi sorunu da Amerikalı ve İngiliz bilimcilerce Antarktika üzerinde teyit edilmiştir⁷¹.”

1987’de ‘Ortak Geleceğimiz’ başlığını taşıyan, Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland başkanlığında hazırlanan, çevre konusunda bir dönüm noktası olarak kabul edilen, “Sürdürülebilir Kalkınma” terimini geniş kitlelere ulaştıran rapor yayınlanmıştır. Bu rapor güncel ekonomik kalkınma politikalarının doğal çevre üzerinde yaptığı tahribata vurgu yaparak, bu politikaların gelecek nesillerin gönencini azaltabileceği mesajını vermiştir⁷². Aynı yıl OECD çevre ve kalkınma için ikili yardım kılavuzunu hazırlamış ve ozon tabakasını etkileyen kimyasalların kullanımını kısıtlayan Montreal Protokolü imzalanmıştır⁷³.

1988’de Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli tarafından İklim Değişikliğinin bilimsel, teknik ve sosyo-ekonomik yönden araştırılması başlamıştır. 1989’da bağımsız Stockholm Çevre Enstitüsü kurularak küresel ve bölgesel araştırmalara başlamış⁷⁴, 1990’da da bağımsız Orta ve Doğu Avrupa Bölgesel Çevre Merkezi (REC) kurularak demokratik ve sürdürülebilir toplumda kuruluşların sorumluluklarını yerine getirmeleri, rollerini gerçekleştirmelerini desteklemeye başlamıştır⁷⁵.

⁷¹ E.Duygu, **a.g.e.** s.439.

⁷² UN, **a.g.e.**

⁷³ **Montreal Protocol**, <http://www.unep.org/OZONE/pdfs/Montreal-Protocol2000.pdf>., (Erişim tarihi:13.03.2008).

⁷⁴ Stockholm Environment Institute (SEI), <http://www.sei.se/index.php?page=overview>., (Erişim tarihi:13.03.2008).

⁷⁵ Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (REC), <http://www.rec.org/REC/Introduction/intro.html>, (Erişim tarihi:13.03.2008).

1990 yılında Berthoux ve arkadaşları tarafından Batı Akdeniz’de derin su sıcaklıklarında artış belirlenerek rapor edilmiştir ve aynı yıl ayrıca BM Çocuklar Zirvesi gerçekleştirilerek çevre sorunlarının gelecek nesillere etkileri tartışılmış, ayrıca Kanada’da Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Enstitüsü kurularak Yerküre Tartışmaları Bültenleri serisini yayınlamaya başlamıştır.

1992 yılında Rio’da toplanan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (UNCED) sonucunda iki bağlayıcılığı olan ve üç bağlayıcılığı olmayan belge oluşturulmuştur. Bağlayıcılığı olmayan üç belge Rio Çevre ve Kalkınma Bildirgesi, UNCED Orman İlkeleri ve Gündem 21’dir. Bu belgelerin çevre yönetişimi açısından en önemlisi ise Rio Çevre ve Kalkınma Bildirgesi’dir. Bildirge’de Stockholm Bildirgesi’nde anılan ilkelerin bazıları aynen yer almış ve 27 rehber ilke benimsenmiştir. Bu ilkeler devletlerin kalkınma hakları ve çevre koruma sorumluluklarına ilişkin, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında bir denge oluşturmaya çalışmıştır. Gündem 21 adı altında ise bir eylem planı oluşturulmuştur. Gündem 21 kapsamında “Sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için ulusal stratejilerin; ülke içinde geçerli olan sektörel, ekonomik, çevre politikaları ve planlar doğrultusunda hazırlanması” kabul edilmiştir. Bağlayıcılığı olan iki belge ise Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ve BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’dir⁷⁶.

“1992 yılında Kosta Rika’da kurulan Yerküre Konseyi’de zirve kararlarını ve antlaşmalarını izleme ve ulusal sürdürülebilir kalkınma konseylerinin etkinliklerinin eşgüdümünü sağlama görevini üstlendiği belirtilmiştir. 1993’te ABD Başkanı Clinton, Başkanlık Sürdürülebilir Kalkınma Konseyini kurmuş ve “Sürdürülebilir Amerika: 1996 Ötesi için Yeni Saygınlık, Fırsatlar ve Sağlıklı Çevre Uzlaşması” kitabı yayınlanmıştır. BM ise ilk BM Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu kuruluş toplantısı ile UNCED kararları ile ilgili uluslararası işbirliği ve karar alma kapasitesinin akılcı şekilde yürütülmesini sağlama yolunda adım atmıştır. 1994’te kalkınan ülkelere küresel çevre koruma ve geliştirme etkinliklerinin desteklenmesi

⁷⁶ **Earth Summit**, <http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html>, (Erişim tarihi:13.03.2008).

için BM tarafından Küresel Çevre Fonu kurulmuştur. Aynı yıl Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması (NAFTA) yürürlüğe girmiş, Çevre İşbirliği Komisyonu (CEC) kuruluşu ile bu konuda işbirliğini amaçlamıştır⁷⁷.”

Uruguay Raundu’nun sonucunda, 1994 yılında imzalanan Marekeş Nihai Senedi ile 1995 yılında Dünya Ticaret Örgütü (WTO) kurulmuştur. WTO, ticaret ve kalkınma ile çevre koruma arasındaki ilişkiyi çevre koruma eğilimlerinin ticareti kısıtlayıcı etkilerini azaltmak üzere ele alan bir yaklaşım sergilemiştir. Örgütün Kuruluş Anlaşmasının önsözünde "dünya kaynaklarının sürdürülebilir gelişme hedefine en uygun bir şekilde kullanımına olanak vermek ve gerek çevreyi korumak, gerek farklı ekonomik düzeydeki ülkelerin gereksinim ve endişelerine yanıt verecek şekilde mevcut kaynaklarını geliştirmek amaçlarına hizmet" edilerek sürdürülebilir gelişmeye bağlı olarak ticaretin liberalleştirilmesi amacına ulaştırılmasından söz edilmektedir. WTO’nun elinde tahkim gibi güçlü bir yaptırım yetkisi vardır. Nihai senedi oluşturan WTO’yu kuran anlaşmanın eki niteliğinde olan, birçok anlaşma arasında yer alan çevre-ticaret açıdan önemli olan anlaşmalar ise şunlardır: Ticarete Teknik Engeller Anlaşması, Ticaretle Bağlantılı Fikri Mülkiyet Hakları Anlaşması ve Sübvansiyonlar ve Telafi Edici Tedbirler Anlaşması.

1995 yılında Kopenhag'da gerçekleştirilen Dünya Sosyal Kalkınma Zirvesi ise ilk kez gelişmiş ülkelerin mutlak yoksulluğu azaltma yönünde kararlılık sergiledikleri etkinlik olmuştur⁷⁸.

⁷⁷ E.Duygu, **a.g.m.**, s.440.

⁷⁸ **The Copenhagen Declaration and Programme of Action: World Summit for Social Development**, 6-12 March 1995, <http://www.un.org/esa/socdev/wssd/agreements/index.html>, (Erişim tarihi:13.03.2008).

Kyoto Protokolü'nün gelişmiş ülkeler için çeşitli esneklik mekanizmaları ve İklim Değişikliği felaketini durduramayacak sınırlamaları ile gündeme girdiği 1997 yılında, Asya ekolojik krizi ve bunun mali zararı ile karşılaşmıştır. Genelde pek anımsanmayan bu afet El Nino sonucu olan kuraklık ve tayfunlar tarafından büyütülerek yaygınlık kazanan çayır ve orman yangınlarının neden olduğu 1,4 milyar ABD doları kadar maddi hasar pazarların çöküşüyle ekonomik reform gereksinimini ortaya çıkartmıştır⁷⁹. Aynı yıl BM Genel Kurulu, Rio+5 Toplantısı ile Gündem 21 dahil Rio sonuçlarını irdeleyen, fakat somut sonuç çıkmayan değerlendirmesini yapmıştır.

“1998'de genetiği değiştirilmiş organizmalar konusu gündeme gelmiş ve küresel düzeyde çevre etkileriyle gıda güvenliğine etkileri, Avrupa Birliği'nin dışsalımı yasaklamasına, kalkınan birçok ülkenin de tohum bağımlılığı yaratması nedeniyle karşı çıkması sonucu ABD başta olmak üzere üreticileriyle aralarında çelişkiye neden olmuştur. Aynı yıl Güney Asya, özellikle Çin ve Bangladeş İklim Değişikliği'nin sonucu olan sellerden, taşkınlardan zarar görmüştür. Miç Kasırgası Orta Amerika'yı vurmuş, 54 ülke sellerden, 45 ülke de kuraklıktan etkilenmiş ve kayıtlı en yüksek küresel sıcaklık ortalamaları etkili olmuştur. Buna karşılık aynı yıl “çok taraflı yatırım sözleşmesi” (MAI) ile ekonominin küreselleşmesi ve ABD Ulusal Kuraklık Politikası Yasası da gündemde yerini almıştır. 1999 yılında, Bağımsız Dünya Ormanlar ve Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu “ormanlarımız-geleceğimiz” raporunu yayınlamış, raporda sürdürülebilir ormancılığın önemi vurgulanmıştır. Aynı yıl Dow Jones Sürdürülebilirlik Grubu Endeksleri adı verilen endeksleme yoluyla şirketlerin sürdürülebilirlik prensiplerini uygulamasının borsa oyuncularınca denetlenmesi yolu açılmıştır⁸⁰.”

Bütün bu zirvelere ve raporlara karşın küresel sorunlar yumağı büyümesini sürmeye devam ederken, 2000 yılında geniş bir lider kadrosunun katıldığı BM Binyıl Zirvesi yapılmıştır. Zirve sonrasında yayımlanan bildirgede, 2000 yılında dünya nüfusunun yarısına yakın kısmının kıtaların yalnızca % 2'sini kapsayan kentlerde yoğunlaştığı ve bu yerleşimlerin dünya kaynaklarının % 75'ini tüketmekte olduğu ve bu eğilimin

⁷⁹ E.Duygu, **a.g.e.** s.440.

⁸⁰ E.Duygu, **a.g.e.**, s.441.

sürdürülebilirliği sorgulanmıştır. Öncelikli alanlarda değerler ve prensipleri içeren bildirgede küreselleşme devrinde daha adil dünya ekonomisi ile aşırı fakirliğin azaltılması konusunda uzlaşma sağlandığı açıklanmıştır⁸¹. Zirve sonunda Binyıl Kalkınma Hedefleri olarak anılan toplam sekiz hedef ortaya konulmuştur. Bu hedeflerin hemen hepsinin gerçekleşmesi yeterli, güvenilir, maliyet etkin bir şekilde elde edilen temiz enerjinin varlığına bağlıdır. Bununla beraber “Çevresel Sürdürülebilirliğin Sağlanması” başlıklı yedinci hedefin gerçekleşebilmesi için enerji ile ilgili somut adımların atılması gerektiği vurgulanmıştır. Bu kapsamda her ülke için; kişi başı alım gücü paritesi başına enerji kullanımı, kişi başı CO₂ salımı, katı yakıt kullanan nüfusun oranı gibi göstergelerin hesaplanması hedeflenmiştir.

2000 yılında IUCN tarafından 11046 türün tehdit altında olduğunu bildiren kırmızı kitap yayınlanmıştır⁸². Aynı yıl Hollanda’da toplanan 2. Dünya Su Forumunda ise Lahey Bildirgesi ve 21. Yüzyılda Su Güvencesi Üzerine Dünya Su Vizyonu yayınlanarak su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde kullanımının önemi vurgulanmıştır.

2001’deki Katar 4. Bakanlar Konferansında WTO, çevre ve kalkınma konularını da içeren Doha Bildirgesi ile çevre koruma etkinliklerinin ticaret üzerindeki etkileri konusuna eğilmiştir. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin Marakeş’te yapılan Taraflar Konferansında ise Kyoto Protokolü’nün işlerliğinin sağlanması sorunu

⁸¹ **Birleşmiş Milletler Binyıl Bildirgesi**, BM Ankara Enformasyon Merkezi, 12 Eylül 2000, http://www.belgenet.com/arsiv/binyilzirve_02.html, (Erişim tarihi: 27.08.2008).

⁸² **The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN)**, <http://www.iucnredlist.org/static/programme.>, (Erişim tarihi: 28.08.2008).

tartışılmıştır. Söz konusu Taraflar Konferansında, iklim değişikliği konusunda Türkiye'nin özel şartları olduğu kabul edilmiştir.

2002 Johannesburg Sürdürülebilir Kalkınma Dünya Zirvesi'nde UNEP Romanya örneğini vererek, gelişmekte olan ülkelerin sürdürülebilir kalkınma stratejilerini maddî ve teknik olarak desteklediğini, sıradaki diğer ülkeleri de destekleyeceğini açıklamıştır. Johannesburg Zirvesi özellikle enerji sektörüne ilişkin kararların alındığı, "Yenilenebilir Enerji Yolunda" başlıklı Zirve Ortak Bildirgesi'nin kabul edilmesi açısından önemlidir. Zirveye, hükümetler, uluslararası örgütler ve sivil toplum kuruluşlarından 104'ü devlet ya da hükümet başkanı olmak üzere yaklaşık 21.000 kişi katılmıştır. Birleşmiş Milletler tarafından hazırlanarak Zirve'ye sunulan “Küresel Meydan Okuma Küresel Fırsat (Global Challenge Global Opportunity)” adlı rapor, sürdürülebilir kalkınma konusundaki var olan koşulları, eğilimleri ve geleceğe ilişkin öngörülerini yansıtmaktadır. Bu raporda, “tüm dünyada küresel ısınma sonucu deniz seviyesinin yükseldiği, hava kirliliği nedeniyle her yıl 3 milyon insanın öldüğü, fosil yakıt kullanımının ve karbon gazı üretiminin 1990'lı yıllar boyunca özellikle Asya ve Kuzey Amerika'da arttığı, bunun sonucunda iklim değişikliğine bağlı olarak Asya ve Afrika'nın bazı bölgelerinde kuraklık başladığı” bildirilmiştir⁸³.

Zirvede kabul edilen Johannesburg Sürdürülebilir Kalkınma Politik Bildirgesi 32 ilkeden oluşmaktadır. Politik Bildirge'de, sürdürülebilir kalkınmanın üç temel direği olarak nitelendirilen ekonomik kalkınma, sosyal kalkınma ve çevrenin korunmasına

⁸³ United Nations Department of Public Information , **On Eve of World Summit, New UN Report Warns that, Current Patterns of Development Compromise Long-term Security**, UN Calls on World Leaders to Commit to a Sustainable Future at Upcoming Johannesburg Summit., <http://www.unis.unvienna.org/unis/pressrels/2002/envdev666.html>., (Erişim tarihi: 28.08.2008).

ilişkin sorumlulukların yerel, ulusal, bölgesel ve küresel düzeylerde gerçekleştirilmesinde de ortak bir sorumluluk taşındığı vurgulanmıştır. Tüketim ve üretim kalıplarının değiştirilmesi, yoksulluğun ortadan kaldırılması, doğal kaynakların korunması ve yönetimi konularındaki ortak yükümlülükler de bildirgede yer almıştır⁸⁴. Johannesburg Zirvesi'nde çevresel yönetim süreçlerine özel sektör dahil edilmiştir. Üretim ve tüketim süreçlerinin her aşamasında, en etkin aktörlerden birisi olan özel sektörün koruma-kullanım dengesi oluşturulmasında kendisini dışarıda tutamayacağı ve üzerine düşen sorumluluğun gereğini yerine getirmesi vurgulanmıştır.

Zirve, uygulama planında "Su, Enerji, Sağlık-Hijyen, Tarım ve Ormancılık-Biyolojik Çeşitlilik (WEHAB)" öncelikli beş konu olarak belirlenmiş, özellikle bu alanlarda akçal desteğin artırılmasını sağlayabilmek amacıyla ortaklıklar geliştirilmesinin gereği vurgulanmıştır. Enerji sektörüne yönelik ise; "Enerji hizmetlerine erişimin artırılması, sürdürülebilir kalkınmaya zarar veren enerji kaynaklarına verilen desteklerin kaldırılması, enerji verimliliğinin artırılması amacıyla teşvik sağlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, uluslararası, bölgesel ve ulusal düzeyde hava kirliliğinin azaltılması için işbirliğinin geliştirilmesi, ülkelerin Kyoto Protokolü'nü onaylamaya teşvik edilmesi" kararları alınmıştır⁸⁵.

Sürdürülebilir kalkınmayı önemseyen ülkeler kendi ulusal stratejilerini oluşturmuşlardır veya oluşturmaya devam etmektedirler. BM tarafından 2005 yılında

⁸⁴ United Nations (UN), **Report of the World Summit on Sustainable Development**, Johannesburg, South Africa, 26 August-4 September 2002, A/CONF. 199/20., 2002, s.2-5.

⁸⁵ Çevre ve Orman Bakanlığı (ÇOB), **Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi Johannesburg Uygulama Planı**, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayını, 2004. s.19.

başlatılan bir uygulama ile ülkelerin ulusal sürdürülebilir kalkınma stratejileri bir harita üzerinde gösterilmektedir⁸⁶. En son 30.04.2008 tarihinde güncellenen ve EK-1'de (s.244) yer alan haritada da görüleceği üzere AB'nin büyük bir kısmı, Rusya, Romanya, Avustralya, Çin ve görece daha küçük bazı ülkeler kendi ulusal stratejilerini oluşturmuşlardır. Kanada ve Güney Afrika Cumhuriyeti ise bu yönde çalışmalarını sürdürmektedir. Haritada dikkat çeken bir husus dünya kaynaklarını en çok tüketen ABD'nin ulusal sürdürülebilir kalkınma stratejisi bulunmamasıdır.

Johannesburg Zirvesi'nden sonra özellikle fosil enerji kaynaklarına bağımlılıktan kurtulmak, dünya iklimindeki sera etkisini azaltmak, enerji kaynaklarının politik araç olarak kullanılmasını önlemek ve yoksullukla mücadele etmek yönünde çalışmalar artmıştır. Bu kapsamda Johannesburg Zirvesi'nde Almanya Başbakanı Schröder tarafından duyurulan Birinci Uluslararası Yenilenebilir Enerji Konferansı 2004 yılında Bonn'da yapılmıştır⁸⁷. Konferansın sonuç bildirgesinde enerji verimliliği, yenilenebilir enerjiler, sürdürülebilir kalkınma, enerjiye ulaşım, sera gazlarının azaltılması, yeni ekonomik fırsatlar yaratılması ve enerji güvenliği açısından işbirliği yapılması konuları yer almıştır. Bildirgede, yenilenebilir enerjinin önündeki engellerin kaldırılması, enerji piyasasında eşit rekabet koşullarının sağlanması ve tüm enerji kaynakları için dışsal maliyetlerin içselleştirilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır⁸⁸.

⁸⁶ **BM Ulusal Sürdürülebilir Kalkınma Stratejileri**, http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/nsds/nsds_map2008.pdf, (Erişim tarihi: 28.08.2008).

⁸⁷ **Renewables 2004,Konferans Raporu**, http://www.renewables2004.de/pdf/conference_report.pdf, (Erişim tarihi:19.03.2008).

⁸⁸ **Renewables 2004, Politik Deklarasyon**, http://www.renewables2004.de/pdf/Political_declaration_final.pdf, (Erişim tarihi:19.03.2008)

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Konferansı'nın ikincisi 2005 yılında Pekin'de yapılmıştır. Konferans bildirgesinde BM Binyıl Hedeflerine uygun hareket edilerek, enerji verimliliğin sağlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesinin desteklenmesi, gelişmekte olan ülkelerin ulusal sürdürülebilir kalkınma planlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttırılmasına yönelik destek olunması, sera gazlarının azaltılması, hava kalitesi ve halk sağlığının iyileştirilmesi yönünde çalışmalar yapılacağı belirtilmiştir⁸⁹. Bildirgede, hâlen gelişmekte olan ülkelere iki milyardan fazla insanın enerji hizmetlerine ulaşmadığı ve 2,4 milyar insanın temel enerji ihtiyacını geleneksel biyoyakıtlar kullanarak karşıladığı belirtilerek bu konuda çalışmalar yapılması gerekliliği belirtilmiştir⁹⁰.

Üçüncü Uluslararası Yenilenebilir Enerji Konferansı ise, 2008 yılında Washington'da yapılmıştır. ABD Hükümeti tarafından desteklenen bu konferans geniş katılımlı olmuş, ancak sonucunda herhangi bir ortak bildirme yayımlanmamıştır. Konferansın amacı, ülkelerin hükümet yetkilileriyle enerji sektörünün lider kuruluşlarını bir araya getirerek, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesini sağlamak, sektörün önünü açmak olarak tanımlanmıştır⁹¹. ABD'nin iklim değişikliği ile ilgili uluslararası camiadaki olumsuz tavrına karşın, konferansın açılışında ABD Enerji Bakanı “İklim değişikliği sorununa eğilmek ve azalan fosil

⁸⁹ **Renewables 2005, Politik Deklarasyon**

<http://www.iseip.or.jp/birec2005/BIREC2005DeclarationEnglish.html> (Erişim tarihi:19.03.2008).

⁹⁰ **Renewables 2005,a.g.e.**

⁹¹ **Renewables 2008,**

http://www.wirec2008.gov/wps/portal/!ut/p/_s.7_0_A/7_0_2B1?navtype=WM&navid=WM_ABOUT ., (Erişim tarihi:19.03.2008).

yakıtlara alternatifler üretmek öncelikli hedefimizdir⁹².” ifadesini kullanmış olması, ABD’nin küresel iklim değişikliği sorununun farkında olduğu ve çözümü fosil yakıtlar dışında aradığını bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Dördüncü konferans ise 2010 yılında Hindistan’da yapılacaktır.

2008 yılında Pekin’de yapılan Yedinci Asya-Avrupa Zirvesi’nde ise sürdürülebilir kalkınma üzerine Beijing Bildirgesi adlı bir belge yayınlanmıştır. Bildirgede zirve üyelerinin enerji güvenliği, iklim değişiklikleriyle savaş ve toplumsal uyumun sağlanması konularındaki işbirliklerini arttırması gerekliliği vurgulanmıştır⁹³. Ayrıca bildirgede “Küresel nüfusun büyüklüğü, çevrenin ve ekolojik dengenin bozulmaya başlaması, ekolojik dengenin giderek bazı ülke ve bölgelerde daha da kötüleşmesi gibi sorunlarla mücadele için tüm insanlık sürdürülebilir kalkınma konusunda daha da etkin olmalıdır. Zirve ortakları bu alanlarda aralarındaki işbirliğini güçlendirmeyi taahhüt etmektedir⁹⁴.” ifadesi de yer almıştır.

B. Çevresel Konularda Karar Vermede Temel İlkeler

Sürdürülebilir kalkınma ancak kalkınmanın çevre boyutunun doğru irdelenmesi, buna göre kararlar ve önlemler alınması ile gerçekleşebilir. Kalkınma yönünde karar verilirken yapılan sektör analizinde, ekonomi içerisindeki her bir sektörün girdileri,

⁹² http://www.wirec2008.gov/wps/portal/!ut/p/_s.7_0_A/7_0_2B1?contentidonly=true&contentid=Bodman_WIREC_Remarks.xml, (Erişim tarihi:19.03.2008).

⁹³ <http://www.ase7.cn/download/bdsd.pdf>, (Erişim tarihi:19.03.2008).

⁹⁴ <http://www.ase7.cn/download/bdsd.pdf>, (Erişim tarihi:19.03.2008).

çıktıları, üretim süreçleri, sorunları ve doğal kaynak kullanımları göz önüne alınmalıdır⁹⁵.

Sektör analizin temel hedefleri şu şekilde sıralanabilir:

“• Ülkenin sürdürülebilir ekonomik gelişmesine yol açacak sektörlerin geliştirilebilmesi için politikalar ve stratejiler önermek, bu gelişmeyi kısıtlayıcı etkisi olanların etkilerini asgariye indirmek, ya da sıfırlamak.

- Sektör için yatırım önceliklerini belirlemek.
- Makro ekonomik politikaların ve stratejilerin planlanmasında yardımcı olmak.
- Politikaların, programların ve projelerin yürütülebilmesi çerçevesinde sektörü ilgilendiren yasal ve kurumsal düzenlemeleri değerlendirmek⁹⁶.”

Çevre, sektör analizinin tüm belirtilen yönlerine bütünleştirilmelidir. Eğer sektör ülke ekonomisi için önemli ise, bazı özgün sektör politikalarının yürütülmesi, makro ekonomik sistem üzerinde güçlü etkilere neden olabilir. Sektörel analizler tamamlandığında ve sektör bazında önemli çevre konuları belirlendiğinde, en uygun politika araçları ve yatırım programları tasarlanabilecektir⁹⁷. Daha sonra ise eylem planı tanımlanabilecek ve sektörel bazda uygulanabilecektir. Ancak sektörel politikaların oluşturulmasında ve çevre yönetiminde yol gösterici olabilecek bazı

⁹⁵ F.Karaer, **Sektörel Politikalar ve Çevre**, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 1, 2002, s.21.

⁹⁶ F.Karaer, **a.g.m.**, s.21.

⁹⁷ M.Munasinghe, **Environmental Economics and Sustainable Development**, World Bank, 1993, s.111.

temel ilkelerin göz önüne alınması gereklidir⁹⁸. Bu ilkelerden bazıları aşağıda açıklanmıştır.

1. Kirleten Öder İlkesi

Bu ilke bir kirleticinin, kamu otoritelerince belirlenmiş çevre standartlarına uyma maliyetine katlanmak zorunda olduğunu belirtir⁹⁹. Eğer kirleticiler neden oldukları herhangi bir sorunun maliyeti için ödemede bulunacaklarsa, piyasa güçleri onları davranışlarını değiştirme yönünde teşvik edeceklerdir. Davranışlarını ya yeni kirlilik kontrolü teknikleri uygulayarak, ya da daha etkin üretim süreçlerine geçerek değiştireceklerdir. Bu ilkenin iki ana amacı “kirlilik kontrol politikalarının yürütülmesinde ekonomik etkinliğe yol açmak” ve “çevresel politikalar nedeniyle ortaya çıkan olası ticarî aksaklıkları asgariye indirmek¹⁰⁰” şeklinde tanımlanmaktadır.

Kirleten öder ilkesinin uluslararası ticaret açısından önemli iki yönü bulunmaktadır. Bunlar, “kirlilik için standartların uyumunu sağlamak” ve “akçal yardımlar sağlamaktır.” Kirliliğin sıfır seviyesine çekilmesini gerektirmez. “Kirliliğin uygun bir seviyeye azaltılmasını da gerektirmediği gibi, bunun dışında da kalınmaz. Çevrenin alıcı olduğu durumu kabul eder¹⁰¹.”

Kuralların dışarıdan belirlenemeyeceğini ve benimsetilemeyeceğini vurgular. Kurallar, yerel, ulusal ve uluslararası girdileri gerektiren politik süreçlerden ortaya

⁹⁸ F.Karaer, **a.g.e.**, s.27.

⁹⁹ OECD, **Environmental Principles And Concepts**
<http://www.oecd.org/dataoecd/18/18/39918312.pdf>, s.12, (Erişim tarihi: 19.03.2008).

¹⁰⁰ F.Karaer, **a.g.e.**, s.27

¹⁰¹ F.Karaer, **a.g.e.**, s.27

çıkar. Kurallar oluşturulurken, gelişme ve çevre konuları dengelenmelidir. Aslında standartlar, bir ülkeden diğerine, ülke içinde dahi çevre değişkenlerine bağlı olarak değişebilmektedir. Buna örnek olarak, atık suların bertarafında; ekosistem kapasitesi, nüfus yoğunluğu, sanayileşme derecesi ve tutumu, bazı ülkelerin daha iyi çevre kalitesi için ödeme istekliliğine bağlı olarak değişen standartlar verilebilir.

İlke, akçal bir yardımı ifade etmez. Çevresel ölçütlerin akçal yardımlarla beraber yürütülmemesi gerektiğini belirtir. Aksi takdirde bunların, fiyat mekanizmasına müdahale edebileceğini, etkin işlemlerini engelleyeceğini ve kamu bütçesine yük getireceğini, ticarî aksaklıklara yol açacağını belirtmektedir.

Kirleten Öder İlkesinin uygulanmasında çevre varlıklarının ve sosyal maliyetlerin fiyatlandırılması sorunu yaşanmaktadır¹⁰². Böyle bir durumda, çevre ekonomistlerinin çözümlemesi gereken, doğal kaynakların nasıl ve neye göre fiyatlandırılacağıdır. Enerji sektörü açısından daha da önemlisi, atmosferdeki ömürleri 12 yıl ile birkaç yüzyıl arasında değişen sera gazlarının yarattığı, kuraklıktan deniz yükselmesine kadar çok yönlü etkileri olan küresel ısınmanın sonuçlarıdır¹⁰³.

¹⁰² F.Karaer, **a.g.e.**, s.27.

¹⁰³ E.Duygu, **a.g.e.**

2. Kullanan Öder İlkesi

Bu ilke, bir başka ifadeyle kaynakların fiyatlandırılması ilkesi, faydalananların kaynakları kullanmanın tüm maliyetlerine katlanmaları gerektiğini belirtir¹⁰⁴. Bu kişiler ya da kuruluşlar aynı zamanda, gelecek nesillerin kaybolmuş maliyetlerini (kullanıcı maliyetlerini) de birlikte ödemelidirler¹⁰⁵.

Kullanan öder ilkesi, OECD tarafından geliştirilen ve herhangi bir doğal kaynağın fiyatının o kaynağın tüketilmesi, işlenmesi, üretilmesi ve benzeri her türlü kullanımından kaynaklanan dışsal maliyetleri de kapsayacak bir düzeyde belirlenmesini öngören bir ilkedir¹⁰⁶. Kullanan öder ilkesinin uygulanması, çevre mallarını kullanarak fayda elde edenlerin çevre sorunlarının önlenmesinin maliyetine daha çok katılmaları sonucunu yaratmaktadır.

Kaynakların fiyatlandırılması, kullanıcılar için kaynak ücretlerini ortaya çıkarır, onları doğal kaynaklar ya da hizmetlerin kullanımında verimliliğe teşvik eder. Ancak bunu için “kullanıcı kimdir?” sorusunun netleşmesi gereklidir.

3. İhtiyatlılık İlkesi

Standartların ve düzenlemelerin anlamlı bilimsel esaslara dayandırılmasını gerektiren bir ilkedir¹⁰⁷. Bu ilke, çevre ile ilgili önemli bir sorun ortaya çıktığında tüm bilimsel

¹⁰⁴ OECD, **Environmental Principles And Concepts**
<http://www.oecd.org/dataoecd/18/18/39918312.pdf>, s.14, (Erişim tarihi: 19.03.2008).

¹⁰⁵ F.Karaer, **a.g.e.**, s.27.

¹⁰⁶ <http://www.tisk.org.tr/yazdir.asp?id=2393> (Erişim tarihi: 19.03.2008).

¹⁰⁷ F.Karaer, **a.g.e.**, s.27.

soruların cevabını beklemek yerine maliyet etkinliği düşünülerek mümkün olduğunca erken hareket etmeyi gerektirir. Bilimsel bilginin yetersiz olması, çevre sorunlarının çözümü için bir erteleme nedeni olmamalıdır.

İhtiyatlılık ilkesi, insan sağlığı ve ekosistem tehditlerine yönelik bilimsel bilginin belirsiz olduğu durumlarda, insan sağlığına ve ekosisteme zararlı etkilerin önlenmesi için politik sorumluluk almayı sağlamak amacıyla, politika ve karar verme sürecinde kullanılan bir araç olarak da ifade edilmektedir¹⁰⁸. Toplum politikaları ihtiyatlılık ilkesine dayanmalıdır

İlke, çevre sorunları ortaya çıkmadan önce sorunların belirlenmesini, azaltılmasını ve politikaların buna göre şekillenmesini gerektirir. Ayrıca ortaya çıkabilecek potansiyel zararların büyüklüğü ve riski ile bu zararların önlenmesi maliyetleri arasındaki dengenin kurulabilmesi için anlamlı kararların alınmasını gerektirir¹⁰⁹.

4. Ortak Sorumluluk İlkesi

Bu ilke, temelde çevre prensibi olarak geliştirilmemiştir. Ancak daha önce sayılan ilk üç ilkenin uygulamasında yol gösterici bir rolü vardır. Etkin olmada kararlı kamu otoritesinin en alt seviyesinde, politik kararların alınması gerektiğini belirtmektedir¹¹⁰.

¹⁰⁸ M.Martuzzi ve J.A.Tickner, **The precautionary principle:protecting public health, the environment and the future of our children**, World Health Organization, 2004. <http://www.euro.who.int/document/e83079.pdf>, s.209, (Erişim tarihi: 19.03.2008).

¹⁰⁹ OECD, **a.g.e.**

¹¹⁰ F.Karaer, **a.g.e.**, s.28.

Standartların belirlenmesi ve risklerin yorumlanması temel olarak siyasi kararlardır. Bu ilke, bu kararların ilgili topluma en yakın olan otoritelerce ortak sorumlulukla verilmesi gerektiğini tartışmaktadır.

5. Kuşaklararası Adalet İlkesi

Bu ilke, sürdürülebilir kalkınma tanımının odak noktasını oluşturmaktadır. Adalet, güncel gereksinimlerin, gelecek kuşakların kendi gereksinimlerini karşılayabilme yeteneklerini bozmadan karşılanabilmesidir. Aslında bu ilke, kullanıcı maliyetleri kavramının temelini oluşturur¹¹¹.

Kuşak içi adalet ise, sürdürülebilir kalkınmanın temelini oluşturan ekonomik, çevresel ve sosyal hedeflerin üçü ile birlikte göz önüne alınmak zorundadır. Etkin bir piyasa içinde yer alan doğal kaynağın fiyatı, elde edilmesi, ürüne dönüştürülmesi ve kısıtlılığı ile ilgili özel maliyetleri yansıtmaktadır. Aslında doğal kaynakların elde edilmesi ve ürün haline dönüştürülmesi dışsal maliyetleri artırmaktadır.

Örneğin, ormanlık alanlardan bilinçsiz, duyarsız kereste üretimi toprak erozyonuna yol açabilir ve çiftçileri etkileyebilir. Bu ise piyasa içinde değerlendirilmez. Bunun yanında, eğer arazi kullanım hakları net biçimde tanımlanmaz ise kıtlık nedeniyle kayıplar olabilir. Benzer olaylarda, piyasa fiyatları, kaynak kıtlığı hakkındaki yanlış bilgilere dayanacak ve etkin kaynak kullanımına ait teşvikleri sağlamayacaktır.

Doğal kaynakların doğru fiyatlandırılması, bu kaynakların elde edilmesi ve ürün oluşturma maliyetlerini yansıtacaktır. Bu maliyetler ise, marjinal maliyetlerle

¹¹¹ F.Karaer, **a.g.e.**, s.28.

ölçülmektedir. Bir başka ifadeyle, bu da kaynağın fazladan bir biriminin elde edilmesi maliyetidir. Kaynağın elde edilmesi ya da ürüne dönüşmesinde ve kullanımındaki çevresel maliyetler ise marjinal dışsal maliyetle ölçülmektedir. Bu da ürüne dönüştürülen ya da kullanılan kaynağın her biriminde ortaya çıkan, ek zarar değeridir. Kaynağın bugün kullanılmasıyla ortaya çıkan, gelecekteki tükenmiş faydalar ise, marjinal kullanıcı maliyetleri ile ölçülmektedir¹¹². Bir başka ifadeyle, gelecek kuşakların katlanmak zorunda oldukları kaynak yenileme maliyetleridir. Kullanan öder prensibi, bu belirtilen üç maliyetin birlikte göz önüne alınmasını zorunlu kılar.

¹¹² F.Karaer, **a.g.e.**, s.28.

BÖLÜM II: ENERJİ

Günümüz dünyası abartılı olmayan bir söylemle enerji odaklı şekillenmektedir. Geleneksel enerji kaynakları savaflara neden olmakta, ülkeler sadece bugünü değil gelecekte oluşacak gereksinimlerini bugünden garanti altına almaya çalışmaktadırlar. Enerjinin insanlık için tüm önemi ve yararlarının yanı sıra, üretimi, taşınması, tüketimi ve atıkları insan sağlığı ve çevre için risk oluşturabildiği ise son yıllarda daha fazla anlaşılmıştır. Bu risk özellikle hava, toprak, su kirliliği, iklim değişikliği, sağlık sorunları, doğal dengenin bozulması, biyolojik çeşitliliğin azalması, belli canlı türlerinin yok edilmesi gibi bazı sonuçları ifade etmektedir. Dünyanın güncel çevre sorunlarına bakıldığında, enerjinin her aşamasında da çevre faktörlerinin göz önüne alınma zorunluluğu doğmuştur.

Enerjiye, daha doğru bir ifade ile elektrik enerjisine ilişkin geçmiş yıllardaki veriler, güncel durumu ortaya koymakta ve geleceğe ışık tutmaktadır. Çevre sorunları ile enerji arasındaki ilişkiyi tanımlayabilmek için öncelikle enerji kaynakları, kaynak kullanım miktarı verileri ve bu konudaki eğilimlerin bilinmesi gereklidir.

Dünya enerji kaynakları içerisindeki en büyük pay fosil yakıtlara (kömür, petrol, doğal gaz) aittir. Alternatif enerji kaynakları konusunda yapılan çok ciddi çalışma ve araştırmalara rağmen 2006 yılı verilerine göre dünya enerji tüketiminin % 79'u fosil yakıtlardan, % 18'i yenilenebilir enerji kaynaklarından, % 3'ü ise nükleer enerji kaynaklarından karşılanmıştır¹¹³.

¹¹³ **Renewables 2007, Global Status Report**, http://www.ren21.net/pdf/RE2007_Global_Status_Report.pdf, s.9 (Erişim tarihi: 25.12.2008).

Fosil yakıtların rezervlerinin sınırlı olduğu bilimsel çalışmalarla da kanıtlanmış olup, yeni enerji kaynaklarına yönelimler artmaktadır. Güncel tüketim eğilimlerine göre, farklı kaynaklarda farklı rakamlar verilse de, petrol ve doğal gaz rezervlerinin bu yüzyıl içinde, kömür rezervlerinin ise 250 yıl sonra tükeneyeceği bildirilmektedir¹¹⁴.

Fosil kaynaklar bugün olduğu gibi gelecekte de dünya enerji talebinde önemini sürdürmeye devam edecektir. Günümüzde toplam enerji talebinde % 80 olan fosil kaynakları payının, 2030 yılında % 82 olması beklenmektedir¹¹⁵. Bu dönem içinde petrol en fazla tüketilen enerji kaynağı olma özelliğini koruyacaktır. Fosil kaynaklar içerisinde en büyük talep artışının ise doğal gaz kullanımında olması beklenmektedir. Aynı dönemde, yenilenebilir ve hidrolik enerji üretimi artmasına rağmen, artan taleple kıyaslandığında, tüketimdeki payı aynı kalmaktadır. Dünyanın toplam enerji talebinin karşılanması için, artan petrol fiyatları ve karbondioksit salımına getirilen sınırlama dikkate alındığında, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının olabildiğince artırılması, enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması için yeni önlemlerin uygulamaya konulması beklenmektedir.

2007 yılı dünya birincil enerji tüketimi, 11 milyar ton petrol eşdeğeri (BTEP) olarak gerçekleşmiştir. Bunun 3,95 milyar tonu petrol, 2,64 BTEP doğal gaz, 3,18 BTEP kömür, 622 milyon ton petrol eşdeğeri (MTEP) nükleer ve 709 MTEP'de

¹¹⁴ BP, **Statistical Review of World Energy 2008**, BP Yearly Publication, http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/downloads/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_review_2008.pdf, (Erişim tarihi: 16.12.2008).

¹¹⁵ Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM), **2009 yılı bütçe görüşmeleri**, http://www.enerji.gov.tr/duyurular/2009_Butce_Konusmasi.pdf, (Erişim tarihi: 14.01.2009).

hidroelektrikle karşılanmıştır¹¹⁶. Bugüne kadar hidroelektrik dışında çok sınırlı kalan yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimi önümüzdeki yıllarda miktar olarak hızla artsa da, bu artış, toplamdaki payının çok yüksek olmasını sağlayamayacağı düşünülmektedir.

2006 yılında % 2,7 oranında büyüyen dünya enerji talebi, 2007 yılında bir önceki yıla göre azalarak % 2,4 oranında artış göstermiştir¹¹⁷. 2007 yılında başlayan bu eğilim, 2008 yılında daha da etkili olmuştur. 2009 yılında, küresel ölçekte etkisini artarak sürdüren ekonomik krize paralel olarak, talebin daha da daralması beklenmektedir. 2007 yılındaki % 2,4'lük artışta, sürükleyici olan Asya-Pasifik bölgesi olmuştur. Japonya ekonomisinin oldukça mütevazı talep artışına (% 0,9) karşın, OECD dışı Asya'nın (özellikle Çin ve Hindistan) sürüklediği bu bölgenin talep artışı, 2007'de % 5'in üzerinde gerçekleşmiştir¹¹⁸. Çin'in 2007 yılı enerji talep artışı, BP istatistiklerine göre % 7,7 oranında olmuştur. Hindistan'da bu oran % 6,8 olmuştur. Buna karşın Avrupa'nın enerji talebinde % 2,2 oranında gerileme gözlenmiştir.

Dünya genelinde birincil enerji kaynaklarının tüketim paylarına ve genel enerji tüketimi verilerine ve referans senaryolara göre büyük değişim ve devrimler yaşanmazsa fosil yakıtlar en az 2030 yılına kadar enerji sektöründeki egemenliklerini korumaya devam edecektir¹¹⁹. Dünyada yaşanan gelişmeler incelendiğinde, enerji

¹¹⁶ Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEKTMK), **2007-2008 Türkiye Enerji Raporu**, 2008.

¹¹⁷ IEA, **a.g.e.**

¹¹⁸ BP, **a.g.e.**

¹¹⁹ IEA, **a.g.e.**

tüketiminin büyük bölümünü gerçekleştiren gelişmiş ülkelerde enerji talebinin belirli bir doygunluğa ulaştığı ve talep artış hızlarının giderek yavaşladığı gözlemlenmektedir. Bu nedenle, önümüzdeki yıllarda enerji talep artışlarının, elektrik enerjisi başta olmak üzere, gelişmekte olan ülkelerde yoğunlaşması beklenmektedir. Güncel politikaların aynı şekilde devam edeceği kabulünden hareket eden IEA, referans senaryosunda dünya enerji talebinin yıllık ortalama % 1,6 artarak, bugünkü seviyesinin % 45 oranında üzerine çıkacağı saptanmıştır¹²⁰. Bu çalışmanın asıl çarpıcı mesajı ise, enerjinin geleceğinin sürdürülebilir görünmediğidir. Bunun iki temel nedeni: güncel petrol üretim alanlarında gözlenen ve gözlenecek olan ortalama % 6,7'ye varan senelik düşüşler¹²¹ ve insan kaynaklı karbondioksit emisyonları ile ısınan dünyadır.

Fosil yakıtların çevre ve insan sağlığı açısından yarattığı olumsuzluklar her geçen gün artmaktadır. Fosil yakıtlar yakıldığında sera gazlarının açığa çıkmasına neden olmaktadır. Sera gazlarının en belirleyici olanı ise karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) gazıdır. Özellikle en önemli sera gazı olan karbondioksitin % 90 'dan fazla fazlası fosil yakıt kaynaklarının yanması sonucu oluşmaktadır¹²². Bunların yanında kükürt, partikül madde, azot oksit (NO), kurum ve kül gibi atıkların da çevreyi aşırı derecede kirlettiği bilinmektedir. Bu gerçekten hareketle insanlığın geleceği açısından yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının bulunması, sürekliliğinin sağlanması gereksinim olmaktan çıkarak yaşamsal bir zorunluluk halini almaktadır.

¹²⁰ TBMM, a.g.e.

¹²¹ IEA, a.g.e.

¹²² B.McCarl ve A. Schneider, **Greenhouse Gas Mitigation in U.S. Agriculture and Forestry**, *Science* 21 (December), 2001, s. 2481-2482.

1973 petrol krizinden sonra özellikle ABD dahil birçok gelişmiş ülkede, temiz enerji ile ilgili araştırmalar ve temiz enerji kullanımı konusunda teşvikler konulmuştur. Bu sayede yenilenebilir enerji teknolojilerinde ilerleme kaydedilmiş ve geniş uygulama alanları yaratılmıştır. Danimarka’da rüzgâr enerjisinden elde edilen elektriğin maliyeti kömürden elde edilenden daha ucuz hale gelmiştir¹²³.

A.Türkiye’de Güncel Durum

Türkiye’nin birincil enerji üretimi ağırlıklı olarak kömür ve yenilenebilir enerji kaynaklarından (hidrolik, biyokütle, rüzgâr, güneş ve jeotermal) sağlanmakla birlikte, tüketim bu kaynakların yanı sıra petrol ve son yıllarda artan oranlarda doğal gazdan karşılanmaktadır.

1990 yılında 41,6 MTEP olan nihai enerji tüketimi yıllık ortalama % 2,9’luk artışla 2004 yılında 69,0 MTEP, 2007 yılında 82,7 MTEP değerine ulaşmıştır. Bu dönemde nihai enerji tüketim yapısındaki önemli değişiklik elektrik ve doğal gaz tüketiminde olmuştur. 1990 yılında nihai enerji tüketimi içinde doğal gazın payı % 1,9’dan 2007 yılında %31,5’a yükselmiştir. Diğer taraftan elektrik enerjisi üretiminde ise doğal gazın payı % 9,4’den % 49,6 seviyesine yükselmiştir¹²⁴.

Türkiye’de kömür ve hidrolik enerji geçmiş yıllarda olduğu gibi yerli üretimde önemli paya sahiptir. 2007 yılında, birincil enerji kaynakları üretiminin kömür %

¹²³ Makina Mühendisleri Odası (MMO), **Enerji Politikaları Yerli, Yeni Ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Raporu**, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yayın no:417, 2006, Kardelen Ofset, s.116.

¹²⁴ DEKTMK, a.g.e., s.50.

54'ünü, petrol % 8'ini, doğal gaz % 3'ünü, yenilenebilir kaynaklar % 17'sini, ticari olmayan yakıtlar (odun, hayvan ve bitki artıkları) ise % 18'ini oluşturmaktadır¹²⁵.

Kömür, doğal gaz ve petrol ise enerji tüketiminin önemli bileşenleridir. Özellikle doğal gaz son yılların hızla büyüyen enerji kaynağı olarak tüketimde vazgeçilmez bir yer edinmiştir. 2007 yılında doğalgaz enerji tüketiminde % 31,5 ile en büyük payı alan enerji kaynağı haline gelmiştir. Diğer taraftan elektrik enerjisi üretiminde doğal gazın payı % 49,6 'ya yükselmiştir. Buna karşılık doğal gaz tüketiminin sadece % 2,4' ü Türkiye'nin kendi üretimi ile karşılanabilmiştir. 2007 yılında doğalgaz tüketiminin; % 56'sı elektrik üretiminde, % 22'si konutlarda gerçekleşmiş olup, kalan % 22'si de sanayide kullanılmıştır¹²⁶.

2007 yılı verilerine göre % 30,9 pay ile petrol, Türkiye'nin enerji tüketiminde doğal gazdan sonra en büyük paya sahiptir. Ancak 33,3 MTEP olan ham petrol ve petrol ürünleri talebinin yine sadece % 6,6' sı ülkenin kendi üretimi ile karşılanabilmiştir¹²⁷.

Türkiye'de yerli kaynaklar kullanılarak üretilen enerji miktarındaki artışın enerji talebinden daha düşük olması nedeniyle, net enerji ithalatı 1990'daki 28,5 MTEP değerinden 2007'de 81,1 MTEP değerine ulaşmıştır. 2007 yılında enerji talebinin sadece % 25,5'i yerli kaynaklar (üretim) ile karşılanmıştır. Geçmiş yıllarda olduğu

¹²⁵ DEKTMK, a.g.e., s.30.

¹²⁶ DEKTMK, a.g.e., s.31.

¹²⁷ DEKTMK, a.g.e., s.43.

gibi, 2007 yılında da başta doğal gaz ve petrol olmak üzere, taş kömürü ve elektrik enerjisi ithalatı yapılmıştır¹²⁸.

Enerji ithalatına 2006 yılında 29 milyar ABD doları ve 2007 yılında 33,9 milyar ABD doları ödenmiştir. Petrol fiyatları 2008’de kritik eşik olarak görülen 100 ABD doları/varilin hayli üzerine çıkmış, 2008 sonunda tekrar 50 ABD doları/varil’in altına düşmüştür. Türkiye'nin GSMH’si 2007 yılında 656,8 milyar ABD dolarıdır. Aynı yılda petrol ve doğal gaz ithalatına yaklaşık 23 milyar ABD doları ödenerek GSMH’nin % 3,5’i petrol ve doğal gaz dışalımına verilmiştir. Başka bir deyişle 2007 yılındaki tüm ihracatın (107,3 milyar ABD doları) % 21,4’ü petrol ve doğal gaz ithalatına ayrılmıştır¹²⁹. Toplam enerji arzında, petrole % 30,9 ve doğal gaza % 31,5 oranında bağımlı olan Türkiye’de enerji sektörünün, ekonomi üzerindeki yoğun etkisi ve arz güvenliği büyük önem taşımaktadır. Bu yüzden yerli kaynaklara önem verilmeli, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı geliştirilmelidir.

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji gereksinimin önemli bir kısmını karşılayabilecek potansiyele sahip olmasına karşın henüz bu kaynaklar güncel potansiyelin çok altında değerlendirilmektedir. Hidrolik, rüzgâr, jeotermal, güneş ve biyokütle ülkede kullanılan ve kullanılma potansiyeli yüksek yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Bu kaynaklar kömürden sonra enerji üretiminde ikinci büyük yerli kaynak olmaya adaydır. 2007 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerji miktarı 8,47 MTEP seviyesindedir. Bu miktar toplam birincil enerji arzının yaklaşık % 8’ine karşılık gelmektedir. Önümüzdeki yıllarda yenilenebilir enerji

¹²⁸ DEKTMK, a.g.e., s.30.

¹²⁹ DEKTMK, a.g.e., s.33.

miktar olarak büyüse de, enerji arzındaki oransal payda büyük artışlar beklenmemektedir.

Dünya'daki ekonomik gelişmelere paralel olarak Türkiye de bu ekonomik gelişmelerden etkilenmiştir. Buna bağlı olarak, 2007 yılında ve 2008 yılının ilk yarısında, enerji tüketiminde artışlar yaşanmıştır. 2006 yılında 99,6 milyon ton petrol eşdeğeri (MTEP) olan enerji tüketimi, 2007 yılında % 8 artışla, 107,6 MTEP'e ulaşmıştır. Bu artış dünya ülkeleri arasında kayda değer bir artıştır. Son beş yılda Türkiye'nin birincil enerji tüketimi % 35 oranında artmıştır. 2006 yılında 176,2 milyar kilowatt saat (kwh) olan elektrik tüketimi 2007 yılında % 7,8 artışla 191,6 milyar kwh ulaşmıştır. Son beş yılda Türkiye'nin elektrik enerjisi tüketimi artışı % 43'dür¹³⁰. Bu artış da dünya ülkeleri arasında en yüksek artışlardan biridir.

2008 yılının ilk yarısında artışlar gösteren elektrik enerjisi talebi, ikinci yarıdan itibaren artış hızını azaltmış ve Ekim ayında, geçen yıla göre, % -2, Kasım ayında % -5 ve Aralık ayında % -5,5 oranında düşmüştür. 2008 yılı başında 203 milyar kwh olacağı tahmin edilen elektrik üretimi 198 milyar kwh'de kalmıştır¹³¹. 2009 yılının ilk aylarında da devam edeceği öngörülen bu gelişmelerin, Türkiye ekonomisi üzerinde olumsuz etkilerinin olacağı düşünülmektedir. Bu olumsuzlukların, elektrik enerjisi talebinde artışı yavaşlatacağı ve yatırımsızlıktan dolayı 2010 yılında ortaya çıkması beklenen elektrik enerjisi krizini birkaç yıl erteleyeceği tahmin edilmektedir.

¹³⁰ DEKTMK, a.g.e., s.77.

¹³¹ DEKTMK, a.g.e.

Genel enerji talebinin 2010 yılında 126 MTEP'e 2020 yılında ise 222 MTEP'e ulaşması beklenmektedir¹³².

2007 yılında Türkiye'nin enerji tüketiminin ancak % 25,5'i yerli üretim olanakları ile karşılanmıştır. Enerji talebinin, % 25 olan yerli kaynaklarla karşılanma oranı 2008 ve 2009 yılında da aynı seviyede kalacağı tahmin edilmektedir. Türkiye'de 2007 yılında yerli kaynaklardan üretilen 27,4 milyon TEP enerjinin yaklaşık % 50'si linyitten karşılanmıştır. 2009 ve onu izleyen yıllarda yerli enerji üretiminin % 50'yi aşan bir oranda yine linyitten karşılanacağı tahmin edilmektedir¹³³.

Türkiye'de kaynaklarına göre birincil enerji üretim değerleri Tablo 2'de verilmektedir¹³⁴. Tablo 2'den de görüleceği üzere fosil yakıt üretimindeki artış devam etmektedir. Özellikle güneş ve rüzgâr enerjisi üretimi son beş yılda bir artış göstermiş ancak toplam üretim içerisindeki payları halen küçük miktarlarda kalmıştır.

Kaynaklara göre Türkiye'nin üretim ve tüketim miktarları karşılaştırıldığında kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının tamamının yerli üretim olduğu, taşkömürü, petrol ve doğalgazın ise büyük miktarlarda ithal edildiği anlaşılmaktadır. Türkiye'nin enerji sektörünün çok büyük bir kısmı yurtdışına bağlı durumdadır. 2007 yılı verilerine göre, tüketimde kullanılan fosil yakıt kaynaklarının miktarı yenilenebilir enerji kaynaklarının yaklaşık üç katıdır. Yenilenebilir enerji kaynağı olup olmadığı

¹³² DEKTMK, a.g.e., s.96.

¹³³ DEKTMK, a.g.e., s.33.

¹³⁴ Çevre ve Orman Bakanlığı, *Çevresel Göstergeler 2008*, 2008, s.18.

halen tartişılan hidrolik enerji kaynakları bu hesaplamaya katılmadığı durumda, bir başka ifadeyle bu oranlamaya yalnızca yenilenebilir enerji kaynağı olarak jeotermal ısı, güneş, rüzgâr, odun, hayvan ve bitki artıkları, biyoyakıt kaynakları katıldığında, kullanılan fosil yakıtların oranı yenilenebilir enerji kaynaklarına 8,5 katıdır¹³⁵.

Tablo 2. Kaynaklarına göre Birincil Enerji Üretimi (1000 TEP)

(Çevre ve Orman Bakanlığı, **Çevresel Göstergeler 2008** , 2008, s.18.)

Yıllar	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Kaynak Türü						
Taşkömürü	1.047	1.132	1.081	1.184	1.348	1.089
Linyit	10.311	9.501	9.141	9.648	11.545	13.372
Asfaltit	2	144	310	382	195	336
Odun	4.684	4.497	4.318	4.146	4.023	3.880
Hayvan ve Bitki Artık	1.290	1.251	1.214	1.179	1.146	1.116
Petrol	2.564	2.494	2.389	2.395	2.284	2.241
Doğal Gaz	344	510	644	816	839	827
Hidrolik	2.897	3.038	3.963	3.402	3.886*	3.217*
Jeotermal Elektrik	90	76	80	81	2	-
Rüzgâr	4	5	5	5	11	31
Jeotermal Isı	730	784	811	926	898	914
Güneş	318	350	375	385	403	420

* Hidrolik ve Jeotermal elektrikverileri birlikte verilmiştir.

B. Enerji Kaynakları

Yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğalgaz) yakılınca biten ve yenilenemeyen enerji kaynaklarını, hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga-akıntı enerjisi ve gel-git enerjisi gibi fosil olmayanlar ise yenilenebilir enerji kaynaklarını ifade etmektedir.

¹³⁵ DEKTMK, a.g.e., s.31.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminde geliştirilen birçok teknolojik yeniliğe karşın, kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlar, günümüzde de en çok kullanılan yakıtlardır. Bu nedenle, tezde öncelikle fosil yakıtlar açıklanmıştır.

1. Fosil Yakıtlar

Fosil yakıtlar, mineral yakıtlar olarak da bilinir. Hidrokarbon içeren kömür, petrol ve doğal gaz gibi enerji kaynakları fosil yakıtlardır. Fosil yakıtlar, bitki ve hayvanların kalıntılarıyla milyonlarca yıl devam eden bir süreçle oluşmaktadırlar. Doğada en fazla bulunan fosil yakıt ise kömürdür.

1.1. Kömür

Kömür; çoğunlukla karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan az miktarda kükürt ve nitrojen içeren, kimyasal ve fiziksel olarak farklı yapıya sahip maden ve kayadır. Diğer içerikleri ise kül teşkil eden inorganik bileşikler ve mineral maddelerdir. Kömürleşme süreci ve yataklanma, nem içeriği, kül ve uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, kükürt ve mineral madde içeriklerinin yanı sıra jeolojik, petrografik, fiziksel, kimyasal ve termik özellikler yönünden kömürler çok çeşitlilik gösterirler¹³⁶.

Kömür, gerek üretiminden gerek tüketiminden kaynaklanan çevre sorunlarına neden olmaktadır. Oluşumundan kaynaklanan fiziksel ve kimyasal özellikleri, meydana getirdiği çevre sorunlarının belirleyicisidir. Gelişen teknoloji ile çevre sorunları minimize edilebilmekle birlikte ekonomik şartlar belirleyici olmaktadır.

¹³⁶ ÇOB, a.g.e., s.203.

Dünya kömür rezervi, 2007 yılı sonu itibarı ile 847,5 milyar tondur. 2007 yılı kömür tüketimi ise, 3,18 BTEP olarak gerçekleşmiştir. Bu miktar, bir önceki yıla göre % 4,5'lik bir artışı ifade etmektedir. 2007 yılı kömür tüketiminin % 41,3'ünü Çin, % 18,1'ini ABD, % 6,5'ini Hindistan, % 3'ünü Rusya gerçekleştirmiştir. AB tüketimi 317 MTEP ile toplamın % 10'udur¹³⁷.

Çin, 1,29 milyar ton üretimle dünya kömür üretiminin % 41,1'ini gerçekleştirirken, ABD dünya üretiminin % 18,7'sini, Hindistan % 5,8'ini, Rusya % 4,7'sini, Türkiye ise % 0,5'ini gerçekleştirmiştir.

¹³⁷ IEA, a.g.e.

Türkiye’de Durum

Linyit

Türkiye’nin en önemli ulusal enerji kaynaklarından biri linyit olup, yaygın olarak her bölgede bulunmaktadır. Toplam rezerv miktarı yaklaşık 9,3 milyar tondur. Linyit rezervleri ülke geneline yayılmıştır¹³⁸. Hemen hemen tüm coğrafi bölgelerde ve 37 ilde linyit rezervlerine rastlanılmaktadır. Linyit rezervlerinin % 30’u Türkiye Kömür İşletmeleri , % 46’sı Elektrik Üretim AŞ ve % 24’ü ise özel sektör elindedir¹³⁹. Linyit tüketen başlıca sektörler konut, elektrik ve sanayi sektörleridir. Kalorifik değeri düşük olan linyit, termik santrallerinde tüketilirken, daha yüksek kalitedeki linyit konut ve sanayi sektörlerinde kullanılmaktadır. Türkiye’nin linyit rezervinin % 0,84’ü 4.000 kcal/kg’dan yüksek, % 5,16’sı 3.001-4.000 kcal/kg aralığında, % 24,5’i 2.001-3.000 kcal/kg aralığında, % 33,32’si 1.000-2.000 kcal/kg aralığında ve % 3,18’i ise 1.000 kcal/kg’dan daha azdır¹⁴⁰. Türkiye linyit rezervlerinin % 94’ü termik santrallerde değerlendirilebilecek özelliktedir.

Toplam linyit rezervinin ancak % 14’ünün nem içeriği % 20’nin altındadır. (Elbistan havzasının nem oranı % 50 dolayındadır.) Türkiye’deki linyitlerinin ortalama nem

¹³⁸ B.Z.Uysal, **Temiz Kömür Teknolojileri**, <http://www.odtumd.org.tr/baglantilar/sunumlar/temizKömür/bzUysal.pdf>, (Erişim Tarihi:14.08.2008)

¹³⁹ S.Anaç, **Enerji Politikalarında Kömürün Yeri**, http://www.tki.gov.tr/eskiweb/s_anac.ppt, (Erişim Tarihi:14.08.2008).

¹⁴⁰ S.Anaç, **a.g.e.**

oranı % 41,8'dir. Düşük kül içerikli linyit rezervleri ise çok azdır. Türkiye linyitlerinin kükürt oranı ise ortalama % 1,85'tir¹⁴¹.

Elektrik üretiminde kullanılan linyitten elde edilecek elektrik enerjisi üretim potansiyeli Türkiye'nin toplam 120 milyar kwh/yıl civarında olup, günümüzde bunun 53 milyar kwh/yıllık (% 44) kısmı değerlendirilmiş durumdadır¹⁴².

Türkiye'de 2007 yılında üretilen birincil enerjinin % 54'ü, 14,8 MTEP ile kömürdür. Ancak üretilen kömürün toplam birincil enerji tüketimindeki payı, doğal gazla verilen ağırlık nedeniyle, 2000 yılında % 15,5 iken 2007 yılında % 13,6 seviyesine gerilemiştir¹⁴³. Bu olumsuz gelişme daha çok ithal edilen ve oldukça pahalı olan doğal gazın elektrik üretiminde aşırı ölçüde kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Taş Kömürü

Karadeniz Bölgesinde toplam 1,3 milyar ton taş kömürü rezervi olduğu tahmin edilmekte olup, toplam rezervin 0,6 milyar tonu görünürdür. Yurt içi taş kömürünün büyük bölümü demir ve çelik üretiminde ve konutlarda ısınma amaçlı kullanılmaktadır. 2004 yılında 1,9 milyon ton olan taş kömürü üretimi 2007 yılında 2,4 milyon tona ulaşmıştır. Nihai taş kömürü tüketiminin % 90'dan fazlası sanayi sektöründe kullanılmıştır. İthalatın % 26'sı demir sektöründe ve % 11'i ise çimento sektöründe tüketilmiştir. Geri kalan taş kömürü konut sektöründe, özellikle büyük şehirlerde hava kirliliğini azaltmak amacıyla

¹⁴¹ ÇOB, a.g.e., s.211.

¹⁴² TBMM, a.g.e.

¹⁴³ DEKTMK, a.g.e., s.34.

kullanılmıştır¹⁴⁴. Elektrik üretiminde 11 milyar kwh/yıl potansiyele sahip olan Türkiye, taşkömürünün 3,1 milyar kwh/yıllık (% 32) kısmını değerlendirmiş durumdadır¹⁴⁵.

1.2. Petrol

Kimyasal yönden petrol oldukça karmaşık bir hidrokarbon (hidrojen ve karbon) karışımı olup nitrojen, oksijen ve sülfür bileşenlerini içerir. Ham petrol başlıca sıvı hidrokarbonlarla, değişen oranlarda çözünmüş gazlardan, katranlardan ve katkı maddelerinden oluşur. Ham petrolün fiziksel özellikleri geniş limitler arasında değişmektedir. Yüksek graviteli petrolün rafinajından çoğunlukla benzin, gazyağı ve motorin gibi hafif ve beyaz ürünler, düşük graviteli petrolün rafinajından ise daha ziyade fuel oil ve asfalt gibi ağır ve siyah ürünler elde edilir¹⁴⁶. Genel olarak petrolün, milyonlarca yıl önce yaşamış bitki ve hayvan kalıntılarının denizlerde biriken çökel katmanlar içerisinde, oksijensiz bir ortamda çürüyerek, belirli bir basınç ve sıcaklık altında ayrışmasından oluştuğu varsayılmaktadır.

Petrol günümüz dünya ekonomi ve siyasetinde tartışılmaz bir öneme sahiptir. Kullanım alanının yaygınlığı arz-talep dengesi içinde bu ürüne bağımlılığı arttırmış ve sonuçta petrol, dünyadaki diğer enerji kaynaklarından ayrılarak stratejik bir konuma gelmiştir.

¹⁴⁴ ÇOB, a.g.e., s.212.

¹⁴⁵ TBMM, a.g.e.

¹⁴⁶ ÇOB, a.g.e., s.204.

2007 yılı sonu itibarı ile dünya üretilebilir ham petrol rezervleri 1.237,9 milyar varildir. Bu rezervlerin % 61'i Orta Doğu bölgesindedir¹⁴⁷.

Türkiye’de Durum

Türkiye’de ham petrolün büyük bir bölümü Güneydoğu Anadolu bölgesinde üretilmekte olup, bir miktar üretim de Trakya bölgesinden elde edilmektedir. Halen üretimde kullanılan rezervlerin tükenmesi nedeniyle, yeni rezerv sahalarının bulunmaması durumunda önümüzdeki yıllarda üretimin giderek düşmesi beklenmektedir.

Petrol tüketiminde ise, ekonomik gelişmeye bağlı olarak, sürekli bir yükselme eğilimi görülmektedir. Türkiye’de yılda yaklaşık 30 milyon ton civarında ham petrol tüketilmekte ve bu rakamın 2010’da 41 milyon tona, 2015’te 50 milyon tona 2020’de ise 61 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir¹⁴⁸.

Türkiye’de petrol üretiminin tüketimi karşılama oranı, yıldan yıla düşme göstererek 1993 yılında % 16 seviyesinden 2007 yılında % 6,7’ye düşmüştür. 2004 yılı sonu itibarıyla, birikimli toplam 119,6 milyon ton petrol çıkarılmış, geriye 42,8 milyon ton geri kazanılabilir rezerv kalmıştır. Aynı yılda ham petrol üretimi 2,3 milyon ton olmuştur¹⁴⁹.

¹⁴⁷ BP, **a.g.e.**

¹⁴⁸ DEKTMK, **a.g.e.**, s.43.

¹⁴⁹ ÇOB, **a.g.e.**, s.212.

2007 yılı verilerine göre % 30,9 oran ile petrol, enerji tüketiminde doğal gazdan sonra en büyük paya sahiptir. Ancak 33 MTEP olan ham petrol ve petrol ürünleri talebinin sadece % 6,7'si yerli üretimle ile karşılanabilmiştir¹⁵⁰.

1.3. Doğalgaz

Doğalgaz; organik maddelerin yeryüzünün alt katmanlarında milyonlarca yıl süren doğal dönüşümü sonucunda oluşmuş olup, kaynağından çıkarıldığı haliyle, herhangi bir işlem görmeksizin kullanılabilen fosil yakıtlar içerisinde yer alır. Temel olarak, metan (% 90 ve üzeri), daha düşük oranlarda etan, propan ve daha ağır hidrokarbonlar yanında düşük oranlarda azot, oksijen, karbondioksit, kükürtlü bileşikler ve su gibi safsızlıklar içerebilir¹⁵¹. En önemli özelliği temiz bir yakıt olması ve çevreyi kirletmemesidir. Gaz halinde olması nedeniyle daha hassas kontrol edilebilme olanağı bulunmaktadır. Dünyada ve Türkiye'de kullanımı hızla yaygınlaşmakta olan doğalgaz, diğer fosil enerji kaynaklarının yerini hızlı bir şekilde almaktadır.

Doğalgaz, rafineri maliyetleri de düşünüldüğünde, birim enerji maliyeti açısından petrolden, sıvı petrol gazı (LPG) ve benzeri petrol gazlarından daha ucuz bir enerji kaynağıdır. Doğalgaz teknolojik gelişmelerle birlikte araçlarda da yakıt olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle toplu taşıma araçlarında kullanılan petrol ürünlerinin fiyatının yükselmesi ve çevreye verdiği zarar göz önüne alındığında, alternatif bir yakıt olarak yaygınlaşması söz konusudur. Alternatif birçok yakıtla göre ucuzluğu, kullanım

¹⁵⁰ DEKTMK, a.g.e., s.43.

¹⁵¹ ÇOB, a.g.e., s.203.

kolaylığı, stoklama sorununun olmayışı, vb. üstünlükleri doğalgaza talebi hızla artırmıştır¹⁵².

2007 sonu itibarı ile dünya üretilebilir doğalgaz rezervi, 177,36 trilyon metreküp olmuştur. Rezervlerin % 25,2'si Rusya'da, % 15,7'si İran'da ve % 14,4'ü Katar'dadır. 2007 yılı doğal gaz tüketimi, bir önceki yıla göre % 3,1 oranında artarak, 2,92 trilyon metreküp olarak gerçekleşmiştir. AB'nin tüketiminde bir önceki yıla göre % 1,6 oranında düşme görülürken, OECD ülkelerinin tüketiminde % 3,3 artış gerçekleşmiştir. 2007 yılında dünya doğal gaz tüketiminin % 22,6'sını gerçekleştiren ABD'de, bir önceki yıla göre doğal gaz tüketiminde % 6,5 oranında artış olmuştur. Enerji tüketim profilinde çok düşük oranda doğal gaz tüketen Çin'de 2007 yılının tüketimi bir önceki yıla göre % 19,9 artarken, dünya doğal gaz tüketiminin % 15'ini gerçekleştiren Rusya'da bu artış oranı % 1,6 olmuştur¹⁵³.

Türkiye'de Durum

Türkiye'nin doğal gaz kullanımı 1987'de 735 milyon m³ olarak gerçekleşmiş olup, yıllar itibariyle büyük bir artış göstererek 2007 yılında, 35,8 milyar m³ ithalat ve 0,893 milyar m³ yerli üretimle 36,7 milyar m³'e ulaşmıştır. Toplam birincil enerji tüketiminde 2006 yılında % 28,5 olan doğal gazın payı 2007 yılında % 31,56 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin üretilebilir kalan doğalgaz rezervleri 2007 yılı sonu itibarı ile 7.373 milyon m³ tür¹⁵⁴.

Doğalgaz tüketimi mevsimlere bağlı değişkenlik gösterdiğinden arz güvenliğinin sağlanması yönünde depolama çalışmaları yapılmaktadır. En yaygın uygulama eski gaz

¹⁵² ÇOB, a.g.e., s.204.

¹⁵³ DEKTMK, a.g.e., s.19.

¹⁵⁴ DEKTMK, a.g.e., s.48.

sahalarına depolama şeklindedir. Depolamaya uygun koşulları taşıdığı belirlenen Silivri'deki Kuzey Marmara ve Değirmenköy gaz sahasının bu amaçla kullanılmasına karar verilmiş olup, proje TPAO ve BOTAŞ arasında 1999'da imzalanan "Doğalgaz Depolama ve Yeniden Üretim Hizmetleri Anlaşması" kapsamında TPAO tarafından yürütülmektedir¹⁵⁵. Gelişmiş ülkelerde tüketimin en az % 10' unun depolandığı göz önüne alındığında Türkiye'nin asgari 3,6 milyar m³ lük doğalgaz deposuna ihtiyacı bulunmaktadır. Türkiye'de neredeyse tamamı ithal edilen doğalgazın mevsimsel, günlük ve saatlik taleplerini düzenlemek ve önümüzdeki yıllarda ortaya çıkabilecek doğalgaz arz açığına çözüm getirmek üzere bir diğer depolama projesi olan "Tuz Gölü Depolama Projesi" de yapım aşamasındadır¹⁵⁶.

2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları, en yalın anlatımla "doğal çevrede sürekli ve tekrarlanan enerji akımlarının nicelik ve nitelik özelliklerini bozmayacak şekilde kullanımı" veya "doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağı" olarak tanımlanmaktadır¹⁵⁷. Yenilenebilir enerji, kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilir. Gerek geleneksel enerji kaynaklarının daha düşük maliyetlerle yerini alabilmeleri, gerek üretim ve kullanım sırasında daha az çevre sorununa neden olmaları gibi iki önemli nedenle hemen her ülkenin önem verdiği konu haline gelmiştir.

¹⁵⁵ ÇOB, a.g.e., s.213.

¹⁵⁶ ÇOB, a.g.e., s.213.

¹⁵⁷ T.S.Uyar, **Yenilenebilir Enerji**, Buğday Derneği, <http://www.bugday.org/article.php?ID=79>, (Erişim Tarihi:14.08.2008).

Bugün yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar, yakılınca biten ve yenilenmeyen enerji kaynaklarını, güneş, su, biyogaz, biyokütle, rüzgâr , hidrojen, jeotermal enerji ve deniz akıntıları ise yenilenebilir enerji kaynaklarını ifade etmektedirler. Dünyada birçok ülke, fosil enerji kaynaklarına artan bağımlılığı azaltmak ve sera gazlarının etkisi ile oluşan iklim değişikliğini yavaşlatmak amacıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine önem vermektedirler¹⁵⁸.

Günümüz teknolojisinde görünür maliyetler açısından fosil yakıtların kullanımıyla enerji üretiminin maliyeti, yenilenebilir enerji kaynaklarına göre fiyat açısından daha avantajlıdır. Diğer enerji kaynakları ile rekabet noktasında yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesi bir zorunluluktur. Her ülkenin kendine özgü bir sübvansiyon mekanizması bulunmaktadır.

Enerji üretiminin desteklenmesine yönelik yapılan teşviklerin çoğunluğu nükleer enerjinin gelişimine yönelik olmuştur. Dünyada 1943 ile 2005 yılları arasında nükleer enerji 146 milyar ABD doları, güneş enerjisi 4,5 milyar ABD doları, rüzgâr enerjisi ise 1,3 milyar ABD doları desteklenmiştir¹⁵⁹.

Bununla birlikte,son yıllarda yenilenebilir enerji kullanımının desteklenmesi yönünde düzenlemeler de artmaktadır. Bu düzenlemelerde AB ülkeleri başı çekmektedirler. Bu kapsamda 1997 yılında yayınlanan AB Beyaz Kitap'da 2010'da toplam enerji tüketiminin % 12'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından

¹⁵⁸ A.Ç.Dikmen, **İklim Değişikliği Açısından Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi ve Uygulanabilirliği**, Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü Kitabı, 2008, Bağlam Yayınevi, s.314 -333.

¹⁵⁹ B.Kuban ve T.S.Uyar, **AB Yenilenebilir Enerji Düzenlemeleri ve Türkiye**, Avrupa Birliği Yenilenebilir Enerji Düzenlemeleri ve Türkiye Çalıştayı Eurosolar Türkiye – INFORSE 15-16 Aralık 2007, http://www.inforse.dk/europe/pdfs/S_07_Turkey_RE_Baha_Tanay-6.pdf, (Erişim tarihi: 19.09.2008).

karşılanmasına karar verilmiş, 2001 yılında yayınlanan RES-E Direktifi ile 2010’da elektrik üretiminde yenilenebilir enerjin payının % 21’e çıkarılması öngörülmüştür. 2003 yılında yayınlanan Biyoyakıtlar Yönetmeliği ile de AB’nin toplam yakıt tüketiminin % 5,75’inin biyoyakıtlar ile karşılanması kararlaştırılmıştır¹⁶⁰.

Avrupa Komisyonu, enerjide dışa bağımlılığı ve küresel ısınma sorununa neden olan sera gazı emisyonlarını azaltmak için 2020 yılına yönelik, bugünden geleceğe enerji sistemlerinde değişikliği gerektirecek yenilenebilir enerji, biyoenerji ve enerji tasarrufuna ilişkin ilerleyen yıllarda yeni hedefler ortaya koymuştur. Buna göre; 2020’de toplam enerji gereksiniminin % 20’si yenilenebilir enerji ile karşılanacak, her üye ülkede asgari % 10 yenilenebilir enerji üretimi sağlanacak, 2020’de toplam yakıt tüketiminin % 10’u biyoyakıtlar ile karşılanacak ve 2020’de 1990 yılına göre toplam sera gazı emisyonlarında % 20 emisyon indirimi sağlanacaktır¹⁶¹.

Ayrıca, her ülke tarafından kendi özel şartlarına bağlı olarak şebeke bağlantı desteği, kota, vergi muafiyetleri, yatırım teşviki ve diğer destekler gibi piyasa destek mekanizmaları kullanılacaktır.

Bugüne kadar iklim değişikliğine ilişkin uluslararası düzenlemelerin dışında kalan ABD ise, 2009 yılında göreve başlayan 44. Başkanı ile yenilenebilir enerji konusunda çalışmalarını arttırmayı hedeflemektedir. ABD Başkanı Obama; “yenilenebilir enerji ile donanacak ülkenin, 21. yüzyıla liderlik edeceğini, ülkenin yenilenebilir enerji kapasitesinin önümüzdeki üç yılda iki katına çıkartılacağını,

¹⁶⁰ B.Kuban ve T.S.Uyar, **a.g.e.**

¹⁶¹ **Europe energy position** , http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2008_moe_maquette.pdf, (Erişim tarihi: 19.09.2008).

enerji güvenliğini sağlamak ve gezegeni iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinden kurtarmak için, tamamen temiz bir kaynak olan yenilenebilir enerjiyi destekleyecekleri¹⁶², ifade etmiştir. Obama ayrıca, ABD’de karbon emisyonlarına piyasa temelli bir üst limit getirecek ve yenilenebilir enerji üretimini teşvik edecek bir kanun hazırlığı yapıldığını, Amerikan tarihinin en büyük yatırımını yeni enerji teknolojilerinin desteklenmesi için yapacaklarını, rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, gelişmiş biyoyakıtlar gibi teknolojilerin geliştirileceğini, daha çok yakıt tasarrufu yapan arabalar ve kamyonlar üretilmesi için yılda 15 milyar dolar kaynak ayırdıklarını bildirmiştir. ABD’nin yeni enerji planı ile beş milyon kişiye yeni iş olanağı yaratılması, 2015 yılına kadar 1 milyon hibrid araç üretilmesi, 2012’ye kadar elektrik üretiminin % 10’unun, 2025’e kadar ise %25’inin yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmesi, sera gazları emisyonunun 2050’ye kadar %80 düşürülmesini hedeflemekte olup¹⁶³, finansal krizi ve işsizliği yenilenebilir enerji yatırımları ile giderilmesi amaçlanmaktadır.

Bazı Avrupa ülkelerinin yenilenebilir enerjiyi 2001 yılında destekleri ve 2010 yılına ilişkin tahminler Tablo 3’de yer almaktadır. Buna göre, AB’nin yenilenebilir enerji hedefine ulaşması için 2001 yılında toplam 3,3 milyar Avro kullanmış, 2010 yılında bu rakamın 11,5 milyar Avro seviyesine ulaşması hedeflenmiştir¹⁶⁴.

¹⁶² http://www.whitehouse.gov/the_press_office/Remarks-of-President-Barack-Obama-Address-to-Joint-Session-of-Congress/ (Erişim tarihi: 03.03.2009).

¹⁶³ http://www.whitehouse.gov/agenda/energy_and_environment/ (Erişim tarihi: 03.03.2009).

¹⁶⁴ Uranium Information Center (UIC), **Energy Subsidies and External Costs**, Nuclear Issues Briefing Paper # 71, 2007, <http://www.uic.com.au/nip71.htm>, (Erişim tarihi: 19.09.2008).

Tablo 3. Bazı AB Ülkelerinin Yenilenebilir Enerji Mali Desteği

(Uranium Information Center, **Energy Subsidies and External Costs**, Nuclear Issues Briefing Paper # 71, 2007, <http://www.uic.com.au/nip71.htm>.)

Ülke	Mali destek (sübvansiyon) Avro milyon /yıl		Mali destek (sübvansiyon) Avro cent/kwh	
	2001	2010	2001	2010
Avusturya	122	702	2,49	4,11
Belçika	27	55	2,70	2,70
Danimarka	273	499	4,19	3,87
Fransa	112	814	3,13	3,13
Almanya	1.047	3.326	6,21	6,58
İtalya	1.067	2.493	6,31	5,88
Hollanda	59	679	1,98	5,69
İspanya	323	1.537	2,78	2,65
İsveç	100	220	1,89	1,28
İngiltere	96	547	1,73	1,45

Türkiye’de ise doğrudan yapılan bir teşvik ve resmi olarak konulan bir hedef bulunmamaktadır. Yenilenebilir enerjiye yönelik hedefler “ yenilenebilir enerji kaynaklarının payının azami ölçüde yükseltilmesi” şeklinde iyimser bir niyetten öteye gitmemiştir. Bununla birlikte, Johannesburg Yenilenebilir Enerji Grubunun raporunda, Türkiye’nin rüzgâr enerjisi hedefi olarak 2010 yılında elektriğin % 2’sinin rüzgârdan elde edileceği bildirilmiştir¹⁶⁵.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından özellikle son yıllarda önem kazanan rüzgâr enerjisi ile ilgili araştırmalar rüzgâr türbinlerinin imalat maliyetlerinin düşürülmesine, yer seçimine dayalı potansiyel belirleme çalışmalarına ve yeni ölçme teknolojilerine yönelik olmuştur. Güneş enerjisi alanında ise bu çalışmalar

¹⁶⁵ International Energy Agency (IEA), **JREC Renewable Energy Policies and Measures Database Report**, 2005.

fotovoltaik sistemlerde kullanılan güneş hücrelerinin geliştirilmesi ve güneş enerjisinin depolanması ve taşınması alanında yoğunlaşmıştır. Biyokütle enerji sistemlerinden elektrik enerjisi üretimi ile ilgili olarak yürütülen çalışmalar biyogaz teknolojisi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Hidrolik enerji konusunda ise baraj inşaatlarında ve elektro-mekanik aksamda yeni teknolojiler kullanılarak verim artırma konusunda çalışmalar sürdürülmektedir. IEA tarafından yapılan araştırmada, 1990–2001 yılları arasında toplam enerji arzında yenilenebilir enerji kaynaklarının büyüme oranı IEA ülkelerinde¹⁶⁶ ortalama % 1,17 artış göstermesine karşın Türkiye’de bu oran % 0,29 azalma olarak belirtilmiştir¹⁶⁷.

IEA’nın 2050 yılı orta vadeli öngörüsüne göre; dünya genelindeki toplam elektrik üretimindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının payının, 2000 yılı baz alındığında % 19 olan oranının, 2050 yılına gelindiğinde aynı eğilim sürdürülürse % 28’e yükselmesi beklenmektedir. Bununla birlikte, 2000 yılı için toplam içindeki oranı % 19 olan yenilenebilir enerjinin, büyük bir kısmı hidrolik enerji kaynakları olup, bu kaynaklar her ne kadar yenilenebilir enerji sayılsa da belirli bir ömürleri olduğu unutulmamalıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları hakkında olumlu görüşe sahip bilim insanları, hidroliğe ilave olarak, biyo-kütle ve rüzgâr tesislerinin de devreye gireceğini belirterek, Ar-Ge destekleri ile diğer ekonomik araçların da devreye girmesiyle ve az miktarda kamu desteği alarak bu oranın % 32’ye çıkacağını vurgulamaktadırlar. Ayrıca Kyoto Protokolü’nün müktesebatına bağlı “Karbon vergisi, yeşil vergi, emisyon vergisi” olarak adlandırılan araçlardaki gelişmeler

¹⁶⁶ IEA Ülkeleri: Avustralya, Avusturya, Belçika, Kanada, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Japonya, Kore, Lüksemburg, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, Portekiz, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye, İngiltere, ABD.

¹⁶⁷ IEA, a.g.e.

gerçekleştğinde ve karbon emisyonuna 25 ABD doları/ton vergi konulduğunda bu oranın % 49'a, 50 ABD doları/ton karbon emisyonu vergisi konulduğunda ise % 53'e çıkacağı öngörülmektedir¹⁶⁸.

Martinot'un editörlüğünü yaptığı "Renewable Global Status Report" raporuna göre; 2004'de yapılan yatırımların, dünyadaki kurulu yenilenebilir enerji gücünü 160 GW'a yükselttiğini ve bu değerin dünyadaki toplam gücün % 4'ü dolayında olduğunu, dünyada en hızlı büyüyen enerji teknolojisi ile şebekeye bağlı güneş-elektrik sistemlerinin miktarının 2000'li yılların başlarında 0,16 GW' tan 2004 yılı sonunda 1,8 GW'a yükseldiği ve bu artışın yıllık % 60'lık bir büyümeye karşılık geldiği bildirilmektedir. Söz konusu raporda, aynı dönem içinde diğer yenilenebilir enerjilerdeki yıllık büyüme rüzgârda % 28, biyodizelde % 25, güneşle sıcak su ısıtmada % 17, şebeke-dışı güneş-elektrikte % 17, ısı olarak yer içi ısısında (jeotermal) % 13, etanolde % 11 dolayında olduğu vurgulanmaktadır. 2002–2004 arasında Avrupa Yatırım Bankası'nın, yenilenebilir enerjilere yılda 630 milyon ABD doları yatırım yaptığı, bankanın enerji sektöründeki yatırımlarının 2003'deki % 7 payını yenilenebilir enerjilere ayırırken, bu oranı 2007'de % 15'e çıkarmayı planladığı ifade edilmektedir. Bunun yanı sıra, güneş gözesi sanayi 1999 yılında ilk kez toplam " 1 GigaWatt" güce ulaşmasını kutlarken, bu değer 2004 sonunda toplam 4 GW'ı geçerek yaklaşık dört katına ulaşmıştır. Raporda ayrıca dünyadaki yenilenebilir enerjideki gelişmelere bakıldığında yenilebilir enerjideki baş döndürücü ilerlemelerin gelecek için umut verdiği belirtilmektedir¹⁶⁹.

¹⁶⁸ IEA, a.g.e.

¹⁶⁹ E.Martinot, **The 2006 update of the REN21 Renewables Global Status Report**, 2006, <http://www.ren21.net/globalstatusreport/issueGroup.asp>., (Erişim tarihi:19.03.2008).

AB-25’de toplam elektrik tüketimindeki oranlara bakıldığında, yenilenebilir enerji 1990’da % 4,4 iken 2003 yılında ancak % 6 gibi bir oranla kullanılmıştır. 2003 yılında diğer kaynaklarda ise en büyük pay % 37,4 ile petrol, % 23,6 doğalgaz, % 18,2 taşkömürü ve linyite aittir. Nükleer kaynaklar ise % 14,6 oranla kullanılmıştır. % 6’lık kullanımın büyük kısmı ise biyokütle ve atıktan elde edilmekte, bunun yaklaşık % 80’i, diğer bir ifadeyle genel toplamın % 3,15’i ağaç ve ağaç ürünlerinden elde edilmektedir¹⁷⁰. AB’de enerjiye bağlı sera gazı emisyonları 1990-2003 arasında % 2,6 azalmıştır. Hizmet ve sanayi sektöründe enerji üretiminde düşüş ile birlikte ulaşım sektöründe artış yaşanmaktadır¹⁷¹. Bu nedenle ulaşımda kullanılan biyokütle (biyodizel), yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en çok dikkate alınan olmalıdır.

Türkiye, yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayabilecek potansiyele sahip olmasına karşın, henüz bu kaynaklar güncel potansiyelin çok altında değerlendirilmektedir. Hidrolik, rüzgâr, jeotermal, güneş ve biyokütle Türkiye’de kullanılan ve kullanım potansiyeli yüksek yenilenebilir enerji kaynaklarıdır ve kömürden sonra enerji üretimi için ikinci büyük yerli kaynaklar grubunu oluşturmaktadır. 2007 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerji miktarı 8,47 MTEP mertebesinde. Bu toplam birincil enerji arzının yaklaşık % 8’ine karşılık gelmektedir¹⁷².

¹⁷⁰ European Environment Agency (EEA), **Energy and Environment in EU**, European Environment Agency Report No:8, 2006, s.158.

¹⁷¹ EEA, **a.g.e.**

¹⁷² DEKTMK, **a.g.e.**, s.30.

Türkiye’de yenilenebilir enerji arzı ağırlıklı olarak hidrolik kaynaklar ve biyokütleden (odun, bitki ve hayvan artıkları) karşılanmaktadır. Biyokütlenin payı yenilenebilir enerji arzının % 47’sini oluşturmaktadır¹⁷³. Bu oranın tamamına yakını ticari olmayan yakıtlardan olan ve konut ısıtılmasında kullanılan odun ve hayvan artıklarıdır. Geri kalan yenilenebilir enerji arzı ise ağırlıklı olarak hidrolik kaynaklardan elde edilmektedir. Günümüzde rüzgâr ve güneş enerjisinin toplam yenilenebilir enerji içindeki payı çok küçük olsa bile yakın gelecekte hızla artması beklenmektedir. Türkiye büyük potansiyele sahip jeotermal, rüzgâr ve güneş gibi yerli kaynaklarını günümüze dek sistematik olarak geliştirmemiştir. 2007 yılında bu üç kaynağın toplam birincil enerji arzı içindeki payı sadece % 1,5-2 düzeyindedir¹⁷⁴.

2.1. Hidrolik (Su gücü) Enerji

Hidrolik enerji geçmişten günümüze yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde dünya genelinde en çok kullanılan kaynak türü olmuştur. Elektrik üretimi amaçlı kullanımı son 100 yılda gerçekleşmesine rağmen, yüzyıllardır suyun gücünden bir enerji kaynağı olarak yararlanılmaktadır. Günümüzde ise, hem Avrupa hem de dünyada kapasite ve enerji verimliliği açısından, önde gelen elektrik üreten yenilenebilir enerji teknolojisi konumundadır.

Gelişmiş ülkelerin büyük bir çoğunluğunda hidrolik enerji kaynakları üzerinde yatırım yapılmış olup, AB ülkelerinin elektrik üretimi ve kurulu güç gelişimi incelendiğinde, hidrolik üretimin ve kurulu güç gelişiminin sabit oranda arttığı

¹⁷³ DEKTMK, a.g.e.

¹⁷⁴ DEKTMK, a.g.e.

görülmektedir. Bunun nedeni, AB'ye üye ülkelerin büyük-hidrolik potansiyellerinin önemli bir kısmını kullanmış olmaları gösterilebilir. Hidrolik enerji projelerinin kullanıma geçmesiyle birlikte, AB'de hidrolik gücün yerini rüzgâr ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları almaktadır.

AB'de yapılan geleceğe yönelik planlama çalışmalarında, yenilenebilir enerji kaynaklarında 50 MW ve üstü kapasitede büyük hidroelektrik santraller (HES) yerine 50 MW'dan küçük HES ile rüzgâr gibi diğer yenilenebilir enerji kaynakları teşvik edilmektedir. Mevcut büyük-hidrolik potansiyelinin önemli bir kısmını işletmeye almış olan Avrupa, yenilenebilir enerji hedeflerini yakalayabilmek için başta rüzgâr olmak üzere, küçük-hidrolik, biyokütle ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek zorunda kalmıştır.

Hidrolik enerji, ilk yatırım maliyeti yüksek olmasına karşın, uzun ömürlü ve işletme maliyetinin düşük olması, ayrıca diğer kaynaklara göre daha az çevre sorunu yaratması nedeniyle yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en çok tercih edilenlerden biridir.

Dünya'da 2007 yılında hidroelektrik üretim, bir önceki yıla göre % 1,7 oranında artarak 709 milyon ton petrol eşdeğeri olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimde en yüksek payı % 15,4 ile Çin alırken, Brezilya % 11,9, Kanada % 11,7 ve Norveç % 4,3 oranla onu takip eden ülkeler olmuşlardır. Bir önceki yıla göre daha düşük kapasite kullanan ülkeler arasında; Yunanistan (- % 49,7), Çek Cumhuriyeti (- % 23,5), Ukrayna (- % 21,3) ve Türkiye (-% 19,8) sayılabilir¹⁷⁵.

¹⁷⁵ DEKTMK, a.g.e., s.20.

ABD teknik hidroelektrik potansiyelinin % 86'sını, Japonya % 78'ini, Norveç % 68'ini, Kanada % 56'sını, Türkiye ise % 21'ini geliştirmiştir. IEA'ca, 2020'de dünya enerji tüketimi içerisinde hidroelektrik ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının payının bugüne göre % 53 oranında artacağı öngörülmüş olup, bu her güçteki hidroelektriğin değerlendirilmesi olarak yorumlanmaktadır.

Hidrolik enerji kaynaklarının kullanımı, verimli arazi ve tarihi-kültürel değer kaybına neden olsa da iklim değişikliğini önlemede kullanılabilecek önemli modellerden birisi olarak değerlendirilmektedir. Dünyada günümüz koşullarında ekonomik olarak gerçekleştirilebilir hidroelektrik üretim potansiyelinin yarısının bile geliştirilmesi sera gazı emisyonlarının % 13 oranında azalmasını sağlayacaktır¹⁷⁶.

Türkiye'de Durum

AB ülkelerin topografyası ve morfolojik yapısı göz önüne alınarak karşılaştırıldığında, Türkiye'nin önemli bir potansiyele sahip olduğu görülebilir. Avrupa'nın birçok ülkesinde termik ve nükleer enerji üretiminin hidrolik üretime oranı büyük olmasına karşın, Türkiye'de termik/hidrolik üretim oranı birbirine yakındır.

Türkiye'de teorik hidroelektrik potansiyel 433 milyar kWh, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kWh, teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilir potansiyel ise yaklaşık 130 milyar kWh'dir¹⁷⁷. Ekonomik

¹⁷⁶ Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), **2007 Faaliyet Raporu**, 2008, s.76.

¹⁷⁷ DSİ, **a.g.e.**

potansiyelin, yeni projelerle birlikte önümüzdeki yıllarda daha da artış göstererek yaklaşık 170 milyar kWh/yıl'a ulaşacağı tahmin edilmektedir¹⁷⁸.

2007 yılı itibariyle, Türkiye'de 150 adet HES işletmede bulunmaktadır. Bu santraller 13.395 MW'lık bir kurulu güce ve toplam potansiyelin % 37'sine karşılık gelen 48.100 GWh'lık yıllık ortalama üretim kapasitesine sahiptir. 3497 MW'lık bir kurulu güç ve toplam potansiyelin % 9'u olan 11.270 GWh'lık yıllık üretim kapasitesine sahip 40 HES ise halen inşa halindedir. Geriye kalan 70.563 GWh/yıl'lık potansiyeli kullanabilmek için Türkiye'de 526 HES daha yapılması ve toplam 36.697 MW'lık kurulu güçle HES'lerin toplam sayısının 716'ya ulaşması planlanmaktadır¹⁷⁹. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DSİ) bu şekilde hedefleri olmasına karşın, özellikle yöre halkının tepkisi ile bazı santrallerin yapılması mahkeme kararıyla durdurulmuştur.

Diğer taraftan hidrolik enerji doğal koşullara ve yağışlara çok bağımlıdır. 2006 yılında mevcut 13062,7 MW kurulu gücündeki HES'lerden 44.244,2 GWh enerji üretilmişken bu üretim 2007 yılında 13394,9 MW kurulu güçteki tesislerden 35.850,8 GWh'e düşmüştür¹⁸⁰.

2.2. Güneş Enerjisi

Güneşin yaydığı ve dünyamıza da ulaşan enerji, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışıma enerjisidir. Dünya atmosferinin dışında güneş

¹⁷⁸ DEKTMK, a.g.e., s.62.

¹⁷⁹ DSİ, a.g.e.

¹⁸⁰ DSİ, a.g.e.

ışınımının şiddeti, yaklaşık 1.370 W/m^2 değerindedir, ancak yeryüzünde $0-1.100 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır¹⁸¹. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, güneş enerjisi çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir.

Bugüne kadar gelişen teknoloji ile birlikte güneş enerjisi sistemleri de gelişmiş ve içinde bulunduğumuz yüzyılda güneş gözeleri ile güneş enerjisinin etkin kullanımı küçümsenemeyecek bir değere ulaşmıştır. Güneş gözeleri, atıksız olması ve verimliliği sayesinde, kol saatlerinden uydulara, pek çok alanda kullanım yeri bulmuştur¹⁸². Bunlardan bir tanesi de güneş enerjisi ile su pompalama sistemleridir. Bu sistemler günümüzde ortalama güneşlenme süresinin görece uzun olduğu yerlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Geleneksel enerji üretim yöntemleri ile üretilen elektrik enerjisinin üretim hacmine oranla çok az bir paya sahip olan güneş enerjisinden yararlanma, doğrudan ve dolaylı elektrik üretimi veya termal uygulama şeklinde olmaktadır. Son yıllarda dünyada güneş-doğal gaz hibrid termik santralleri konusunda önemli teknolojik gelişmeler yaşanmıştır.

¹⁸¹ **Güneş Enerjisi ve Elektrik Üretimi**,
<http://www.kku.edu.tr/~cam/elktes/GunesEnerjisi/GunesEnerjisiNO.ppt.>, (Erişim tarihi:19.09.2008).

¹⁸² ÇOB, a.g.e., s.205.

Türkiye’de Durum

Türkiye coğrafi konumu açısından güneş kuşağı içerisinde yer almakta olup, güneş enerjisinden yararlanma potansiyeli, Doğu Karadeniz Bölgesi dışında tüm bölgeleri için önemle ele alınması gereken bir büyüklüktedir¹⁸³. Güneş enerjisinden su ısıtma, konut ısıtma, pişirme, kurutma, soğutma gibi ısı amaçlarıyla yararlanılabileceği gibi, güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek de olanaklıdır. Güneş panelleri ve fotovoltatik pillerle giderek düşen maliyetlerle elektrik enerjisine sahip olmak olasıdır.

Türkiye’de bugün güneşli su ısıtıcı kolektörlerle çekilen toplam enerji 120 BTEP/yıl düzeyinde olmakla birlikte, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı raporlarında 1996 ve 1997 için 80 BTEP/yıl olarak bildirilmektedir. Enerji Simülasyonu-Enerji Optimizasyonu modeli çalışmasına dayalı planlamaya göre; 2000 yılında 287 BTEP, 2005 yılında 716 BTEP, 2010 yılında 1.458 BTEP, 2015 yılında 2.514 BTEP, 2020 yılında 3.882 BTEP, 2023 yılında 4.854 BTEP ve 2025 yılında 5.564 BTEP güneş enerjisi üretimi öngörülmüştür. Önerilen bu eğilimin 2000–2025 dönemi birikimli toplamı 59,8 MTEP’dir¹⁸⁴. Türkiye günlük ortalama güneşlenme süresi 3,75 (Aralık ayı)-11,31 (Temmuz ayı) saat arasında değişirken, Global Radyasyon Değeri (kWh/m²-gün) 6,57 (Haziran) ile 1,59 (Aralık ayı) değişmektedir¹⁸⁵.

¹⁸³ ÇOB, a.g.e., s.214.

¹⁸⁴ ÇOB, a.g.e., s.214.

¹⁸⁵ Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİE), **Türkiye’de Güneş Enerjisi**, <http://repa.eie.gov.tr/>, (Erişim tarihi:19.11.2008).

Türkiye, coğrafî konumu sebebiyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresinin 2.640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışıyım şiddeti 1.311 KWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kwh/m²) olduğu bildirilmiştir¹⁸⁶. Yıllık ortalama toplam güneş ışıyımının en küçük ve en büyük değerleri sırası ile 1.120 kwh/m²-yıl ile Karadeniz Bölgesinde, 1460 kwh/m²-yıl ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde gerçekleşmektedir¹⁸⁷.

Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİE) tarafından yayınlanan Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası'na göre, Türkiye'nin yıllık güneş enerjisi teknik potansiyeli yaklaşık 405 milyar kWh (DNI> 1800 kwh/m²-yıl) ve ekonomik potansiyeli yaklaşık 131 milyar kWh (DNI> 2000 kwh/m²-yıl) dır¹⁸⁸.

Bu ışıyım şiddetleri ile Türkiye'nin, Güneydoğu ve Akdeniz bölgeleri içinde kalan ve yüzölçümünün % 17'sini kapsayan bölümünde, güneşli su ısıtıcılarının yıl boyunca tam kapasite ile çalışması olanaklıdır. Türkiye yüzölçümünün % 63'ünü kapsayan bölümde ise, güneşli su ısıtıcılarının yıl boyunca çalışma oranı % 90 ve ülkenin % 94'ünü kapsayan bir bölümdeki çalışma oranı ise, % 80 olabilmektedir. Türkiye'nin hemen hemen her yerinde, güneşli su ısıtıcılarının yılın % 70'i kadar bir sürede tam randımanla çalışabilmesi mümkündür. Bu nedenle özellikle Güney ve Ege kıyıları başta olmak üzere, bütün bölgelerde güneş enerjisi kolektörleri halen

¹⁸⁶ EİE, a.g.e.

¹⁸⁷ DEKTMK, a.g.e., s.67.

¹⁸⁸ EİE, a.g.e.

yoğun olarak sıcak su elde etmek amacıyla kullanılmaktadır¹⁸⁹. Bununla birlikte kullanımında verimin yeterli düzeye ulaştığını söylemek gerçeği yansıtmayacaktır. Konutların güneş enerjisinden pasif olarak yararlanmaları konusundaki çalışmalar desteklenebilir. Ayrıca, trafik sinyalizasyonu, otoyollardaki aydınlatma, kırsal bölgelerdeki elektrik gereksinimlerinin karşılanmasında kullanılabilecek güneş fotovoltatik sistemleri halen çok az miktarda kullanılmaktadır.

2.3. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr, güneşin doğuşundan batışına kadar yeryüzündeki farklı yüzeylerin, farklı hızlarda ısınıp soğumasıyla oluşmaktadır. Hareket halindeki havanın kinetik enerjisi rüzgâr enerjisi olarak ifade edilmektedir. Yüksek kulelerin üzerine monte edilen kanatlar yardımıyla rüzgâr dan elektrik enerjisi üretilebilmektedir¹⁹⁰.

Rüzgâr değirmenlerinin kullanılışı milattan öncesine dek uzanmakta ise de, rüzgârdan elektrik üretiminin geçmişi yirminci yüzyılın başlarına rastlamaktadır. 1950 yılı öncesinde daha çok 20–100 kW'lık makineler kullanılmış olmakla birlikte, 1.250 kW'lık türbinler de yapılmıştır. 1974–1978 Petrol Krizleri dönemine kadar 100 ve 800 kW'lık rüzgâr türbinleri kullanıldığı görülmektedir. 1980'li yıllarda yeni teknoloji ve malzemelerle yeniden geliştirilerek tasarımı yapılan, maliyetleri düşürülen rüzgâr türbinleri, rüzgâr elektriği için yeni bir evre başlatmış, rüzgâr teknolojisinin hızla gelişmesini sağlamıştır¹⁹¹.

¹⁸⁹ DEKTMK, a.g.e., s.68.

¹⁹⁰ ÇOB, a.g.e., s.205.

¹⁹¹ Türk Sanayici İşadamları Derneği (TÜSİAD), **21.Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi**, <http://www.tusiad.org/turkish/rapor/enerji/html/sec10.html>, (Erişim tarihi: 19.11.2008).

Günümüzde rüzgâr enerjisi teknolojisi, küçük ölçekli mekanik su pompası, tek başına sistemlerle küçük birimlerin elektrik enerjisi gereksiniminin karşılanması ve doğrudan şebeke bağlantılı rüzgâr çiftliği şeklindeki sistemler olarak gelişme göstermektedir. Rüzgâr türbinlerinin kanatları yerden yüksekte olduğundan, altta kalan arazi tarım, otlatma ve diğer amaçlar için rahatlıkla kullanılabilir. Rüzgâr türbinleri gece ve gündüz rüzgâr olduğu sürece sürekli enerji üretmektedirler¹⁹².

Dünyada kurulu bulunan rüzgâr santrallerinin Eylül 2005 tarihi itibarıyla toplam gücü 52.000 MW'ı aşmıştır. Bu da ortalama 20 milyon ailenin ya da yaklaşık 60 milyon kişinin elektrik gereksinimini sağlamaya yetecek bir enerjiye karşılık gelmektedir. Bu kapasitenin % 72,33'üne karşılık gelen yaklaşık 37.687 MW'ı Avrupa'da bulunmaktadır. 2005 yılı itibarıyla bazı ülkelerin kurulu güçlerine bakıldığında; Almanya'nın 17.500 MW, ABD'nin 7.200 MW, Avustralya'nın 561 MW, Hindistan'ın 3.595 MW, Çin'in 765 MW seviyelerine ulaştığı görülmektedir. Son dönemde Danimarka, İspanya, İtalya ve İngiltere'nin yapmış oldukları yatırımlarla kapasitelerini arttırdığı ve Almanya'yı Avrupa'daki sıralamada zorlamaya başladıkları görülmektedir¹⁹³.

Günümüzde rüzgârdan elektrik üretimi için büyük güçlü türbinlerle kurulan rüzgâr santrallerinin (rüzgâr çiftliklerinin) yanında, küçük güçlü türbinler olan rüzgâr jeneratörleri de kullanılmaktadır. Uygulamada bunlar şebekeden bağımsız çalıştırılan rüzgâr jeneratörleri ve şebeke bağlantılı rüzgâr santralleri olarak ayrılmaktadır.

¹⁹² ÇOB, a.g.e., s.205.

¹⁹³ Awea, **Wind Energy Report**, American Wind Energy Association, [http:// www.awea.org](http://www.awea.org)., (Erişim tarihi: 12.05.2008).

Rüzgâr enerjisi bakımından deniz alanları karalara göre daha büyük zenginlik gösterdiği için denizlerde de deniz üstü (off-shore) tip rüzgâr santrallerinin kurulmasına başlanmıştır. Rüzgâr enerjisindeki hızlı gelişimin önemli nedeni, bu kaynağın çevre dostu olmasından ileri gelmektedir. Rüzgâr türbinlerinin teknolojisi geliştirildiğinden, gerek kurulmalarında ve gerekse işletilmelerinde kaza olasılığı yok denecek düzeye indirilmiştir. Alaşımli malzemeden yapılmış kanatlarda kırılma olasılığı yok denilecek kadar azdır. Türbinden 100 m uzaklıkta duyulan ses 60 dB düzeyinde olup, otomobil içerisinde duyulan sestten daha düşüktür. 400 m uzaklıkta ise 37 dB ile gece sessizliğine ulaşmaktadır. Rüzgâr enerjisinin CO₂, SO_x ve NO_x gibi sera gazları emisyonu olmaması da en büyük avantajıdır¹⁹⁴.

Yenilenebilir enerji teknolojileri arasında önemli bir yeri bulunan rüzgâr enerjisi son yirmi yıl içerisinde dünyada önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Türbin satışlarının sadece ABD’nde yılda 2 milyar ABD dolarını aştığı bilinmektedir¹⁹⁵.

Dünyada şu an kullanılan rüzgâr enerjisi ile potansiyel karşılaştırıldığında, rüzgârın kullanımının çok düşük miktarlarda kaldığı görülmektedir. Yapılan ölçümlere göre, dünya üzerinde bir yılda elde edilebilecek rüzgâr enerjisinin 2 milyar 100 milyon ton petrole eşdeğer olduğu tahmin edilmektedir¹⁹⁶.

Rüzgâr türbinleri fosil yakıt santralleriyle karşılaştırıldığında daha ekonomik üretim yapabilmektedir. Teknoloji geliştikçe sistemin maliyeti de düşmektedir: 1980’li yılların başında bu cihazların 3.000 ABD doları yatırım maliyetleri ve kwh başına 20

¹⁹⁴ ÇOB, a.g.e., s.206.

¹⁹⁵ IEA, a.g.e.

¹⁹⁶ Awea, a.g.e.

ABD cent'lik üretim maliyetleri vardı. 1980'li yılların sonlarında daha gelişmiş cihazların yatırım maliyetleri 1.000 ABD doları, üretim maliyetleri ise 7 ABD cent'i kadar düşmüştür¹⁹⁷. Günümüzde ise farklı şirketler bu rakamların iyi sahalarda 5 cent'e kadar düştüğünü ifade etmektedirler¹⁹⁸. Bu da termik yada doğalgazlı santrallerin 4-6 cent'lik maliyetleri ile karşılaştırılabilecek düzeye gelindiğini göstermektedir.

Türkiye’de Durum

Türkiye, özellikle kıyı bölgeleri ile rüzgâr enerjisinden faydalanabilen bir konumda bulunmaktadır. EİE tarafından hazırlanan Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası’nda günümüz teknik koşullarında ortalama 7 m/s hızda, yılda 2.500 saat kullanma süresi ile kurulabilecek ekonomik rüzgâr potansiyeli 48.000 MW yani 120 milyar kwh düzeyinde hesaplanmıştır¹⁹⁹.

Türkiye rüzgâr enerji potansiyeli, rüzgâr sınıfı “iyi” ile “sıra dışı” arasında 47.849,44 MW olarak belirlenmiştir. Bu araziler Türkiye toplamının % 1,30’una karşılık gelmektedir. “Orta” ile “sıra dışı” arası rüzgâr sınıfına ait rüzgârlı arazilere bakıldığında ise 131.756,40 MW’lık rüzgâr enerjisi potansiyelinin bulunduğu ve toplam rüzgârlı arazinin alansal büyüklüğünün ise Türkiye’nin % 3,57 ’si olduğu görülmüştür²⁰⁰.

¹⁹⁷ MMO, **a.g.e.**

¹⁹⁸ Awea, **a.g.e.**

¹⁹⁹ EİE, **a.g.e.**

²⁰⁰ EİE, **a.g.e.**

Türkiye’de 2007 yılında şebeke bağlantılı rüzgâr santrallerinin toplam kurulu gücü 146,25 MW’a ulaşmış olup, 355 GWh enerji üretmiştir. 2007’de toplam 76,4 MW rüzgâr santrali devreye alınmıştır²⁰¹.

Türkiye’de rüzgâr enerjisi konusunda yeterli bilgi birikimi ve teknolojik alt yapı henüz oluşmadığı için, en azından kısa vadede teknoloji ve ürün ithali gerekmektedir.

2.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji kısaca yer ısısından elde edilen enerji olup, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş basınç altındaki sıcak su, buhar, gaz veya sıcak kuru kayaların içerdiği termal enerji olarak tanımlanmaktadır. Jeotermal enerji kaynakları, kuru buhar kaynakları, sıcak su kaynakları (atmosfere açık veya kapalı), derin yer kabuğu ısısı (sıcak kayalar) ve magma olarak tanımlanabilir²⁰².

Jeotermal akışkanın doğrudan kullanım yöntemi, jeotermal enerjiden faydalanmanın en eski, çok yönlü ve çok genel yaklaşımlarından biridir. Yer ve bölge ısıtmacılığı, tarımsal uygulamalar ve sanayi uygulamaları jeotermal enerjiden faydalanmanın en çok bilinen şekilleridir. Jeotermal ısıtma sistemi geleneksel ısıtma sistemlerinden oldukça ucuzdur. Jeotermal ısıtma ve soğutma sistemi 1980’li yıllardan sonra ısı pompalarının kullanılmasıyla bir artış göstermiştir. Isı pompalarının çeşitli sistemleri, yer ısısı, sığ akiferler ve havuz gibi düşük sıcaklıklı kütlelerin ısısına bağlı olarak ısıtma ve soğutma için faydalanılmasına olanak sağlamaktadır. Jeotermal enerjinin bugünkü kullanımı daha çok sıvı ağırlıklı ve buhar ağırlıklı kaynaklara, yani doğal

²⁰¹ DEKTMK, a.g.e., s.64.

²⁰² ÇOB, a.g.e., s.205.

hidrotermal sirkülasyona dayanmaktadır²⁰³. Sıvı ağırlıklı kaynaklarda, jeotermal akışkan bazen ılıca suları biçiminde kendiliğinden yeryüzüne çıkabileceği gibi, birkaç yüz metreden birkaç bin metreye kadar uzanan sondajlarla kuyu açılması da gerekebilmektedir.

Jeotermal enerji ile sürekli güç üretilebilmektedir. Çevre ile ilişkisi göz önüne alındığında, jeotermal enerji, 5-10 MW güçte küçük santraller halinde kurulmaya ve geliştirilmeye uygun olması, uzun dönemde hava değişikliklerinden etkilenmemesi, fosil yakıtların fiyat dalgalanmalarından bağımsızlığı, fiyatının kömürlü termik santrallerle ve doğal gazla rekabet edebilecek kadar düşük olması, kapalı sistemlerde yaydığı emisyon değerinin sıfır olması nedeniyle çok önemli bir enerji kaynağı olduğu görülmektedir²⁰⁴.

Dünya üzerindeki jeotermal enerji kapasitesi bugün 7.000 MW seviyesindedir²⁰⁵. Dünya jeotermal enerji kullanımı 1970–1990 yılları arasında 10 kat arttığı dikkate alındığında, 21.yüzyılın sonunda dünya toplamının 15.000 MW’a ulaşacağı ve yaklaşık 40 ülkenin bundan yararlanacağı düşünülmektedir. Yine de bu kaynağın çok az bir bölümünden yararlanılabildiği açıktır²⁰⁶.

Rüzgâr ve güneş enerjisinde olduğu gibi, üretim maliyetleri düştükçe jeotermal enerjiye olan ilgi de yükselmektedir. Günümüz teknolojisinde, bir jeotermal santralin

²⁰³ TUSİAD, a.g.e.

²⁰⁴ MMO, a.g.e.

²⁰⁵ G.Tuncer ve M.F.Eskibalıcı, **Türkiye Enerji Hammaddeleri Potansiyelinin Değerlendirilebilirliği**, İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C.16, 2003, s.81-92.

²⁰⁶ MMO, a.g.e.

kurulum süresi ve maliyeti, kömür ve su kaynaklı santrallere göre daha düşüktür. Jeotermal enerji kullanımı 2025 yılında 5 exajüle ve 2050'de 10 exajüle yükselerek 21.yüzyılda enerji kaynakları arasında mütevazı ama önemli bir rol oynayacaktır²⁰⁷.

Dünyada jeotermal elektrik üretiminde ilk beş ülke sıralaması, ABD, Filipinler, İtalya, Meksika ve Endonezya şeklindedir. Dünya jeotermal ısı ve ılıca uygulamalarındaki ilk beş ülke sıralaması ise Çin, İsveç, ABD, İzlanda ve Türkiye şeklindedir²⁰⁸.

Türkiye’de Durum

Türkiye’nin jeotermal brüt teorik ısı potansiyelinin 31.500 MW, kullanılabilir ısı potansiyelinin de 3.524 MW olduğu belirtilmektedir. Toplam jeotermal elektrik potansiyeli ise 2000 MW’dir. 1962 yılında Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), tarafından başlatılan Türkiye’nin jeotermal enerji araştırması ile günümüzde toplam 600’den fazla termal kaynak (sıcak ve mineralli su kaynağı) bilgisine ulaşılmıştır²⁰⁹.

MTA, 2007 Haziran ayında yürürlüğe giren Jeotermal Yasası²¹⁰ kapsamında elektrik üretimi amaçlı altı jeotermal sahayı özel sektörün kullanımına açmıştır. Sıcaklıkları 213°C’ye kadar değişen aralıklarda olan altı sahada, 110 MW kurulu gücünde yaklaşık 1 milyar kWh elektrik üretilmesi planlanmaktadır.

²⁰⁷ MMO, a.g.e.

²⁰⁸ DEKTMK, a.g.e., s.65.

²⁰⁹ DEKTMK, a.g.e., s.65.

²¹⁰ 5686 sayılı “Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular” Kanunu, 13.06.2007 tarih 26551 sayılı Resmi Gazete yayımlanmıştır.

Türkiye, güncel jeotermal potansiyeli ile toplam elektrik enerjisi ihtiyacının % 5'ine, ısıtmada ise ısı enerjisi ihtiyacının % 30'una kadar karşılayabilecek durumda olduğu ve yıllık net yurtiçi katma değerinin 20 milyar ABD doları olduğu öne sürülmektedir²¹¹.

2.5. Biyokütle Enerjisi

Yeşil enerji kaynakları arasında bu nitelemeyi en çok hak eden enerji kaynaklarından birisi de biyokütledir. Biyokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentezle kimyasal enerjiye dönüştürerek depolaması sonucu meydana gelen biyolojik kütle ve buna bağlı organik madde kaynakları olarak tanımlanır²¹². Bu sistem, organik madde içeren atıkların mikrobiyolojik yönden değerlendirilmesi, çevre sorununa yol açmaması, hem de temiz enerji üretimi sağlaması yönünden önem taşımaktadır.

Yeni-yenilenebilir enerji kaynakları içinde en büyük teknik potansiyele biyokütle sahiptir. Biyokütle enerji teknolojisi kapsamında; odun (enerji ormanları, ağaç artıkları), yağlı tohum bitkileri (ayçiçeği, kanola, soya v.b), karbonhidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, v.b.), elyaf bitkileri (keten, kenevir, sorgum, vb.), bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk v.b), hayvansal, kentsel ve sanayi atıkları değerlendirilebilmektedir²¹³.

Biyokütle enerjisi kullanımı geleneksel ve çağdaş olmak üzere iki grupta ele alınabilir. Biyokütle enerjisi geleneksel olarak, ormanlardan elde edilen yakacak

²¹¹ Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), **Vizyon 2023 Projesi Enerji ve Çevre Teknolojileri Stratejisi**. TÜBİTAK Enerji ve Çevre Teknolojileri Strateji Grubu, 2004, s.39.

²¹² ÇOB, a.g.e., s.206.

²¹³ ÇOB, a.g.e., s.206.

odun, yakacak olarak kullanılan bitki- hayvan artıklarından oluşmaktadır. Biyokütle enerjisi kullanımının temel özelliği ilkelden gelişmişine dek çeşitli yakma araçları ile biyokütle malzemesinden enerjinin doğrudan yakma yöntemi ile elde edilmesidir. Sanayileşmemiş kırsal toplumlarda kullanımı yaygındır. Çağdaş biyokütle kaynakları enerji ormancılığı ürünleri ile orman ve ağaç endüstrisi atıkları, enerji tarımı ürünleri, tarım kesiminin bitkisel-hayvansal atıkları, kentsel atıklar, tarımsal sanayi atıkları biçiminde sıralanabilir. Söz konusu biyokütle malzemeler işlenerek katı, sıvı ve gaz yakıtlara çevrilir. Biyokütle yakıtların çeşitleri, odun biriketinden sentetik ham petrole kadar uzanmaktadır. Biyokütle yakıt üretmek için piroliz, hidrogazifikasyon, hidrojenasyon, parçalayıcı distilasyon asit hidroliz tekniklerinden yararlanılmaktadır. Biyokütle yakıtların fosil yakıtlarla karıştırılmış biçimde kullanılmaları da olanaklıdır.

Biyokütle doğrudan yakılarak veya çeşitli süreçlerle yakıt niteliği artırılıp, mevcut yakıtlara eşdeğer özelliklerde alternatif biyoyakıtlar (kolay taşınabilir, depolanabilir ve kullanılabilir yakıtlar) elde edilerek enerji teknolojisinde değerlendirilmektedir. Biyokütleden; fiziksel süreçler (boyut küçültme-kırma ve öğütme, kurutma, filtrasyon, ekstraksiyon ve briketleme) ve dönüşüm süreçleri (biyokimyasal ve termokimyasal süreçler) ile yakıt elde edilmektedir.

Biyokütle kökenli en önemli yakıt, dizel motorlarda kullanılabilen biyomotorindir. Biyomotorin üretiminde bitkisel yağ olarak kolza, ayçiçeği, soya ve kullanılmış kızartma yağları, alkol olarak metanol, katalizör olarak alkali katalizörler (sodyum veya potasyum hidroksit) tercih edilmektedir. Rudolf Diesel, 1900'lü yılların başında bitkisel yağlarla çalışabilecek motor yapabilme çabalarının sonucunda Dizel Motoru

bulmuş ve geliştirdiği motoru ilk olarak yerfıstığı yağı ile çalıştırmıştır²¹⁴. Biyodizel biyolojik kaynaklardan (bitkisel ve hayvansal yağ) elde edilen ester tabanlı bir tür oksijenli yakıttır. Sıkıştırılmalı (dizel) motorlarda, jeneratörlerde, ısıtma sistemlerinde hiçbir değişikliğe gerek kalmaksızın % 100 olarak kullanılabilir. İstenildiği takdirde petrol dizeli ile her oranda harmanlanabilir

Bilindiği gibi, fosil yakıtların ekonomiler üzerinde oluşturduğu baskı ve elde etme güçlüğüne yanında bir büyük sorun da, fosil yakıtların neden olduğu küresel ısınmadır. İçten yanmalı motorlar her yıl 420 milyon ton CO₂ atmosfere göndermekte ve küresel iklim değişikliğine yol açan sera etkisine neden olmaktadır. Buna karşın, biyodizel kullanımında CO emisyonu % 50, partikül madde % 30 oranında azalmaktadır. Biyodizel kullanımıyla asit yağmurlarının ana nedeni olan egzoz emisyonundaki SO ve sülfatlar tamamen ortadan kalkmaktadır²¹⁵.

Günümüzde AB ülkeleri enerji tüketimlerinin % 2 - % 3'ünü biyokütleden karşılamaktadır. Bazı AB ülkelerinde biyokütlenin payı % 10 - % 16 seviyesinde bulunmakla birlikte, ilkel tezek kullanımı yok denilecek seviyededir. 2020 yılında çağdaş biyokütle enerji üretiminin ABD'de 235-410 MTEP, Almanya'da 11-21 MTEP, Japonya'da 9-12 MTEP'e ulaşması planlanmıştır. Çin, Meksika, Brezilya, Rusya, ABD ve Batı Avrupa ülkelerinde biyokütleden elde edilen elektrik (biyoelektrik) giderek artan oranlarda kullanılmaktadır. Örneğin bu alanda ABD'de

²¹⁴ MMO, a.g.e.

²¹⁵ MMO, a.g.e.

8.000 MW kapasite mevcuttur. Fransa birincil enerji tüketiminin % 2'sini odunun yakılması ile sağlamaktadır²¹⁶.

Türkiye’de Durum

Türkiye’de geleneksel biyokütle kaynaklarından olan odun ve bitki-hayvan artıkları, uzun yıllardan beri, özellikle ısınma ve pişirme alanlarında kullanılmaktadır. Ancak bu kullanımın ilkel ve ekonomik olmayan biçimde gerçekleştiği söylenebilir.

Türkiye’de ticari nitelikte olmayan geleneksel biyokütlenin yerine çağdaş biyokütlenin kullanılması içi elverişli bir ortam bulunmaktadır. Çağdaş biyokütle teknik potansiyeli 40.000 BTEP/yıl, kullanılabilir potansiyeli 25.000 BTEP/yıl düzeyindedir. Hububat bitkileri başta olmak üzere, çeşitli bitkilerden elde edilen bitkisel artığın kuru bazda hesaplanan toplam miktarı 55-70 milyon ton olmakla birlikte, elektrik santralleri dahil olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılabilecek biyokütle yakıt miktarı 37-48 milyon ton seviyesindedir. Bu kullanımdan sağlanabilecek enerji ise 14.800-19.000 BTEP/yıl’dır²¹⁷.

Türkiye’de odun ve tezek biçiminde geleneksel biyokütle kullanımı yaygın olmasına karşın, enerji ormanları ve enerji tarımı ürünlerinin özel tekniklerle değerlendirilmesine ilişkin çağdaş biyokütle kullanımı yok denilecek kadar azdır. Türkiye, kavak, söğüt, kızılağaç, okalıptüs, akasya gibi hızlı büyüyen ağaçların

²¹⁶ MMO, a.g.e.

²¹⁷ TEİAŞ, Yenilenebilir Kaynaklardan Değişken Üretim Yapan Santrallerin Elektrik Üretim-İletim Sistemine Teknik ve Ekonomik Etkileri ve AB Uygulamaları, Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, 2005, s.66., <http://www.ruzgarenerjisibirli.org.tr/bilimsel/diger/TEIAS-RUZGAR-RAPOR-21MART.pdf>, (Erişim tarihi: 14.08.2007).

yetiştirilebileceği enerji ormancılığına uygun 4 milyon hektar devlet orman alanına sahiptir. Sahip olunan bu potansiyele karşın, Türkiye’de ormanlar biyokütle enerjisi üretimi açısından verimli şekilde değerlendirilememektedir. Enerji plantasyonları biçimindeki tarımsal üretim olanakları üzerinde durulmamış ve konu tarımsal üretim planlarında ele alınmamıştır²¹⁸.

Birincil enerji kaynakları açısından Türkiye'nin enerji bütçesine bakıldığında, son on yılda yaklaşık 18 milyon ton/yıl odun üretim ve tüketimi gerçekleştiği görülmektedir. Kesin istatistik veriler olmamakla birlikte hayvan ve bitki artığının üretim ve tüketimi son on yılda 11 milyon tondan 6,6 milyon tona düşürülmüş bulunmaktadır²¹⁹. Söz konusu tüketim için ormanlar üretim kapasitesinin iki katı üstünde zorlanarak, önemli bir tarımsal girdi olan hayvan gübresi de yakılarak yok edilmektedir. Geçmişten günümüze dek süren bu geleneksel ve ilkel biyokütle kullanımı, dünya ortalaması altında enerji tüketen Türkiye'nin enerji sektörünün yeterince gelişmediğinin ve yetersizliğinin bir başka kanıtı olarak değerlendirilebilir.

Biyodizel üretmek ve kullanmak için Türkiye yeterli ve uygun alt yapıya sahiptir. Türkiye’de kolza (kanola), ayçiçeği, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinin enerji amaçlı üretimi olanaklıdır.

2.6. Biyogaz Enerjisi

Biyokütle malzemesinin yakma dışında en basit değerlendirmesi anaerobik fermentasyonla biyogaz üretimidir. Biyogaz, insan faaliyetleri sonucu üretilen

²¹⁸ ÇOB, a.g.e., s.216.

²¹⁹ MMO, a.g.e.

organik içerikli atıklar, tarım faaliyetleri sonucu açığa çıkan hayvan dışkılar, pamuk, mısır, buğday gibi bitkilerin sap ve saman artıkları, şeker ve gıda faaliyetleri sonucu üretilen melas, meyve posaları gibi biyokütle malzemelerin anaerobik koşullarda fermentasyonu sonucunda oluşmaktadır. 1 kg kuru organik maddeden elde edilebilecek biyogaz miktarı 0,15 -0,20 m³ seviyesindedir²²⁰.

Biyogazı oluşturan bileşenler metan (CH₄), karbondioksit(CO₂), su buharı, hidrojen sülfür(HS), amonyak(NH₃), azot(N₂) ve hidrojen(H₂)’dir. Bileşiminde en basit açılımla % 55-% 70 CH₄ , % 35-% 45 CO₂ ve az miktarda diğeri bileşikler bulunur. Biyogazın ısı değeri karışımdaki CH₄ yüzdesine bağlı olarak 19-27,5 MJ/m³ arasında değişim göstermektedir²²¹. Biyogaz üretimi sonucu kalan katı ve sıvı organik artık ise bitki besin değeri yüksek gübredir.

Çiftlik kökenli organik atıkların-gübrelerin kontrolsüz depolanması yeraltı-yerüstü sularının, toprağın ve havanın kirlenmesine neden olmaktadır. Gübrenin içerdiği azotlu bileşenler toprakta depolanır, yıkanır ve gaz halde atmosfere karışır. Atmosfere karışan, N₂O ve CH₄ havayı kirletmekte, sera gazı olarak iklim değişikliğine neden olmaktadır. Azot oksitler ozon tabakası için karbondioksidten 150 kat daha fazla etki oluşturmaktadır. Biyogaz üretimi sonrasında organik yapıdaki karbon/azot oranı küçülür; böylece NH₃ , CH₄ ve N₂O ve nitrat kirleticileri azalır. Bu

²²⁰ TUSİAD, a.g.e..

²²¹ J.Gülen ve H.Arslan, **Biogas**,. Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi 4.sayı, 2005, s.121-129.

süreçle, biyogaz üretimi organik atıkların kontrollü-uygun koşullarda depolanması da sağlanır. 1 ton hayvan gübresinden sağlanacak biyogaz 200 m³ kadardır²²².

Biyogaz tesislerinin yanı sıra, şebeke ile bağlantılı çalışan “çöp termik santralleri” ile elektrik üretimi sağlanabilmektedir. Kuzey Avrupa ülkelerinde biyogazla çalışan otoproduktör kojenerasyon tesisleri bulunmaktadır.

Çöp yakıtlar kent atıklarından sağlanmaktadır. Çöp termik santralleri enerji üretiminin yanı sıra, çöp yok etme işlevi de görerek önem kazanmaktadır. Bu santrallerden yalnızca elektrik üretilebileceği gibi, ısı ve elektriğin birlikte üretildiği kombine çevrimli olanları da bulunmaktadır. Çöp yakıtların ısı değerleri değişik olmaktadır. Isıl değer evsel atıklarda 6,2-8,4 MJ/kg, büyük yığın atıklarda 8-16,7 MJ/kg, ticarethane, sanayi ve belediye atıklarında 7,5-12,5 MJ/kg, selülozik atıklarda 14,2-15 MJ/kg, mutfak atıklarında 5,8-6,7 MJ/kg, plastik atıklarda 18-27,2 M/kg, tekstil atıklarında 17,1-20,5 MJ/kg, kanalizasyon atıklarında (kuru organik fraksiyon olarak) 14,6-20,9 MJ/kg'dır²²³. Bu değerlerin ortalaması bazı linyit santrallerinde kullanılan kömürün ısıl değerinden yüksektir.

Bir çöp termik santralına gelen katı atıklar akışkan yataklıda olabilen özel ızgaralı fırınlarda yakılırken, sıvı atıklar aynı fırına püskürtülmektedir. Baca gazları filtrasyondan geçirildiği için çevrede herhangi bir hava kirliliğine neden olmamaktadır. Çöp yanmadan önce çeşitli selektörlerden geçirilerek içerisindeki metalik malzeme ve cam gibi parçalar ayrılmaktadır. Bu nedenle, santralden

²²² MMO, a.g.e.

²²³ MMO, a.g.e.

enerjinin yanı sıra, hurda metal ve inşaat materyalleri alınmakta olup, kül de inşaat malzemesi olarak değerlendirilebilmektedir²²⁴.

Türkiye’de Durum

Türkiye’nin çöp üretimi 21 milyon ton/yıl seviyesinde, biyogaz üretim potansiyelinin ise 1,5-2 MTEP olduğu tahmin edilmektedir. Yerli tarımsal ürünlerden üretilen biyodizel potansiyeli 1,5 milyon ton/yıl, biyoetanol potansiyeli ise 3,5 milyon ton/yıldır²²⁵.

Türkiye’de hayvansal atıkların biyogaz üretiminde değerlendirilmesi ile fermentör içi sıcaklığın 38 °C olması ve en uygun fermentör sıcaklığında çalışması durumunda bu potansiyelin 2,2-3,3 milyar m³/yıl arasında olması teorik olarak mümkün görülmektedir. Bu da 2,4 milyon ton taş kömürü eşdeğeri bir enerjiye karşılık gelmektedir²²⁶.

Biyogaz tesislerinin yanı sıra, şebeke ile bağlantılı çalışan “çöp termik santralleri” ile elektrik üretimi sağlanabilmektedir. Türkiye’nin biyogazdan elektrik üretimi yapılabilecek miktarda atık potansiyelinin bulunduğu bilinmektedir. 2003 genel enerji dengesi içerisinde 14.991 bin ton odun, 5.439 bin ton hayvansal-bitkisel atık arzı gerçekleşmiştir. 2006 yılı genel enerji dengesinde ise 13.411 bin ton odun, 4.984 bin ton hayvansal-bitkisel atık arzı bulunmaktadır. Bunun yanı sıra ortalama

²²⁴ MMO, a.g.e.

²²⁵ EİE, a.g.e.

²²⁶ DEKTMK, a.g.e., s.69.

değerlerle yılda 15 milyon ton evsel atık, 20 milyon ton belediye atığı da oluşmaktadır²²⁷.

Türkiye’de son zamanlarda organik atık, biyokütle ve biyogazdan enerji elde edilmesine yönelik kamu ve özel sektör yatırımları artmaya başlamıştır. Öncelikle Büyükşehir Belediyeleri çöp atıklarının çözümüne yönelik atık yakma ve enerji üretim tesisleri kurmaya başlamışlardır. Türkiye’de toplam 15,6 MW’lık kurula güce sahip biyokütle ve atık yakıt kaynaklı 4 adet yüksek verimli kojenerasyon tesisi bulunmaktadır²²⁸.

2.7. Deniz – Dalga Enerjisi

Gün geçtikçe artan enerji gereksinimini karşılamak amacıyla yapılan çalışmalarda en önemli amaç kaynakları çeşitlendirmektir. Bu noktada dünyanın ¾’ünden fazlasını kaplayan okyanuslar en fazla potansiyele sahip enerji kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Okyanuslardaki kinetik enerji çevreyi kirletmeden, sürekli kendini yenileyerek tükenmeyecek bir kaynaktır. Enerji üretimi gel-git’ler, okyanuslardaki ısı akışı, dalgalar, akıntılar, tuzluluk eğimi ve metan gazından yararlanılarak gerçekleştirilebilir²²⁹.

²²⁷ DEKTMK, **a.g.e.**, s.70.

²²⁸ http://www.enerji.gov.tr/tr/inc_enerji_cevre_iklim_politikalar.php, (Erişim tarihi:31.12.2008).

²²⁹ ÇOB, **a.g.e.**, s.207.

AB tarafından yapılan araştırmalara göre, 2010’da okyanuslardan elde edilecek enerji ile 1 milyon evin enerji gereksinimini karşılayacak kadar elektrik retilbilecektir²³⁰.

Türkiye’de Durum

Deniz kökenli yenilenebilir enerjilerden Türkiye için söz konusu olabilecek olan, geliştirilmiş bir teknoloji de bulunan deniz dalga enerjisidir. Türkiye’de gel-git derinliği okyanuslardaki seviyelere ulaşmadığı için, denizin bu hareketinden enerji üretim olanağı Türkiye için bulunmamaktadır. Türkiye’de söz konusu enerji grubu içerisinde bulunan deniz-dalga enerjisi ve boğazlardan deniz akıntılarını kullanarak enerjisi üretme olanağı vardır. Karadeniz, Marmara ve Ege Denizi arasında tuzluluk eğiminin farklı olması nedeni ile İstanbul ve Çanakkale boğazlarında st ve alt akıntılar oluşmaktadır. Akıntının hızı birçok yerde 8 knot²³¹ (14,8 km/h = 4,1 m/s) olarak saptanmıştır. Bu değer önemli bir kinetik enerji potansiyeline işaret etmektedir²³². Türkiye kıyılarının beşte birinden yararlanılarak sağlanabilecek dalga enerjisi teknik potansiyeli 9.000 MW güç ve 18 TWh/yıl seviyesindedir²³³.

3. Türkiye’nin Enerji Politikası

Dünyanın güncel enerji tüketime bakıldığında fosil yakıtların çok önemli bir yer tuttuğu ve çevresel açıdan fosil yakıtların küresel anlamda en büyük kirletici olduğu

²³⁰ MMO, a.g.e.

²³¹ Knot: Denizcilik hız birimi, 1 knot = 0,514444444 m/sn ‘ye eşittir.

²³² Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), **Sekizinci Beşyılık Kalkınma Planı Elektrik İK Raporu**, 2001, s.82.

²³³ OB, a.g.e., s.216.

görülmektedir. Bu kaynakların kullanımından hızlı bir şekilde vazgeçilmesi de mümkün değildir. Diğer taraftan, çevre sorunlarının büyüklüğüne ve fosil yakıt kaynaklarının rezervlerine bakıldığında, fosil yakıtlara destek olacak, gelecekte fosil yakıtların yerini alabilecek alternatif enerji kaynaklarına gereksinim kaçınılmazdır.

Türkiye'nin enerji politikası Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nca; "enerjinin, ekonomik büyümeyi gerçekleştirecek ve sosyal gelişmeyi destekleyecek şekilde; zamanında, yeterli, güvenilir, rekabet edilebilir fiyatlardan, çevresel etkileri de göz önünde tutularak tüketiciye sağlanması"²³⁴." şeklinde tanımlanmaktadır.

Bu bağlamda, Bakanlığın enerji politika ve stratejileri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- "Stratejik petrol ve doğal gaz depolama kapasitesinin artırılması,
- Kaynak ve ülke çeşitlendirilmesi,
- Yerli kaynakların kullanımı ve geliştirilmesine öncelik verilmesi,
- Farklı teknolojilerin kullanımı , geliştirilmesi ve yerli üretimin artırılması,
- Türkiye'nin enerji ticaret merkezi olma potansiyelinden en iyi şekilde yararlanılması,
- Talep yönetiminin etkinleştirilmesi ve verimliliğin artırılması,
- Yakıt esnekliğinin artırılması (üretimde alternatif enerji kaynağı kullanımına olanak sağlanması),
- Orta Doğu ve Hazar petrol ve doğal gazının piyasalara ulaştırılması sürecine her aşamada katılım sağlanması,
- Enerji sektörünün, işleyen bir piyasa olarak şeffaflığı ve rekabeti esas alacak şekilde yapılandırılması,
- Bölgesel işbirliği projelerine katılım ve entegrasyon,
- Her aşamada çevresel etkileri göz önünde bulundurmak"²³⁵."

Bu ilkeler çerçevesinde özellikle son on yılda, AB müktesebatına uyum ve enerji sektöründe piyasa mekanizmasının oluşturulmasına yönelik politikalara öncelik verilmiş, elektrik, doğal gaz, petrol, maden, LPG piyasalarına ilişkin piyasa kanunları

²³⁴<http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=enerji&bn=11&hn=12&nm=384&id=384>, (Erişim tarihi: 14.11.2008).

²³⁵<http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=enerji&bn=11&hn=12&nm=384&id=384>, (Erişim tarihi: 14.11.2008).

yayımlanmış ve çok sayıda yasal düzenleme yapılmıştır. Sektörü düzenlenmek amacıyla birbiri ardına çıkarılan kanunların bazıları şöyledir:

1. 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu- 3 Mart 2001
2. 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu - 18 Nisan 2001
3. 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu - 20Aralık 2003
4. 3213 sayılı Maden Kanununda 5177 Sayılı Değişiklik Kanunu -5 Haziran 2004
5. 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu- 02 Mart 2005
6. 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun - 18 Mayıs 2005
7. 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu -2 Mayıs 2007
8. 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu- 13 Haziran 2007
9. 5710 sayılı Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi İle Enerji Satışına İlişkin Kanun- 21 Kasım 2007

Türkiye’de planlama faaliyetleri ise Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) Müsteşarlığı koordinasyonunda hazırlanan ve Bakanlar Kurulu tarafından kabul edilerek Resmi Gazete’de yayımlanan, Anayasa gereği kamu sektörü için bağlayıcı olan, “Kalkınma Planları” ile yapılmaktadır. Bugüne kadar yapılan kalkınma planlarında çevre sorunlarına karşı bazı ilke ve tedbirlere yer verilmesine karşın, doğal kaynakların korunması, arazi kullanımının düzenlenmesi gibi ilke ve önlemler hep birer niyet olarak kalmış, uygulamada doğal kaynakların korunması sağlanamamıştır.

Özellikle Dördüncü Beşyılık Kalkınma Planı ile enerji ve çevre etkileşimi kalkınma planlarına konu olmaya başlamıştır. Dördüncü Beşyılık Kalkınma Planı’nda (1979-1983); enerji tasarrufu, binalarda enerji verimliliği ve yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi konuları yer almıştır²³⁶. Beşinci Beşyılık Kalkınma Planı’nda (1985-1989); enerji tasarrufu, güneş, jeotermal, biyogaz başta olmak üzere

²³⁶ Dördüncü Beşyılık Kalkınma Planı, <http://www.dpt.gov.tr/DocObjects/Download/1973/plan4.pdf>, (Erişim tarihi: 10.06.2008).

yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesi konularına yer verilmiştir²³⁷.

Altıncı Beşyılıık Kalkınma Planı'nda (1990-1994) enerjinin yanı sıra çevre konularına da ağırlık verilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi, sanayide ve konutlarda enerji tasarrufu çalışmalarının yapılması ve enerji üretiminden tüketimine kadar çevre faktörünün göz önünde bulundurulması konularına değinilmiştir²³⁸. Yedinci Beşyılıık Kalkınma Planı'nda (1996-2000) ise, enerji ve çevre konularına büyük önem verildiğı görölmektedir. Bu planda, enerji ve çevre konularında aşağıdaki hedef ve programlar belirlenmiştir²³⁹.

- “Yenilenebilir enerji kaynakları ve hidrolik enerji kaynaklarından en iyi biçimde yararlanılacaktır.
- Jeotermal kaynaklardan en iyi yararlanılabilmesi için yasal düzenlemeler yapılacaktır.
- Çevre açısından temiz ve verimli kullanılabilcek enerji kaynaklarına öncelik verilecek, özellikle doğal gaz, kaliteli kömür ve yenilenebilir kaynaklara dayanan enerji projelerine ağırlık verilecektir.
- Ulusal alanda küresel kirliliğın önlenmesine katılım faaliyetlerinde ortak sorumluluk-farklı pay ilkesi gözetilecektir.
- Çevre Kanunu kapsamında çıkarılmış olan Hava Kalitesinin Korunması, Su Kirliliğı Kontrol, Gürültü Kontrol ve Çevre Kirliliğini Önleme Yönetmeliklerinin revize edilmesine ilişkin çalışmalar tamamlanacaktır.”

Sekizinci Beşyılıık Kalkınma Planı'nda (2001-2005) enerji ve çevre konularında belirtilen tespit, hedef ve programlar ise şunlardır²⁴⁰: “Enerji kaynakları, üretim ve tüketim aşamasında çevreyi olumsuz etkileyen özelliklere sahiptir. Çevresel sorunların giderilmesi ise önemli bir maliyet unsurudur. Küresel kirlenme

²³⁷ Beşinci Beşyılıık Kalkınma Planı, <http://ekutup.dpt.gov.tr/plan/plan5.pdf>, (Erişim tarihi: 10.06.2008).

²³⁸ Altıncı Beşyılıık Kalkınma Planı, <http://ekutup.dpt.gov.tr/plan/plan6.pdf>, (Erişim tarihi: 10.06.2008).

²³⁹ Yedinci Beşyılıık Kalkınma Planı, <http://ekutup.dpt.gov.tr/plan/vii/>, (Erişim tarihi: 10.06.2008).

²⁴⁰ Sekizinci Beşyılıık Kalkınma Planı, <http://ekutup.dpt.gov.tr/plan/viii/plan8str.pdf>, (Erişim tarihi: 10.06.2008).

uluslararası alanda ortak politikalar oluşturulması gereken konulardan biri haline gelmiştir. Bu nedenlerle Sürdürülebilir Kalkınma yaklaşımı içinde ekonomik ve sosyal yaklaşımı destekleyecek, çevreyi en az düzeyde tahrip edecek, asgari miktar ve maliyette enerji tüketimi ve dolayısı ile arzı hedef alınmak durumundadır.”

2007-2012 yıllarını kapsayan Dokuzuncu Kalkınma Planında, Planın “İstikrar içinde büyüyen, gelirini daha adil paylaşan, küresel ölçekte rekabet gücüne sahip, bilgi toplumuna dönüşen, AB’ye üyelik için uyum sürecini tamamlamış bir Türkiye” vizyonu ve Uzun Vadeli Strateji (2001-2023) çerçevesinde hazırlandığı²⁴¹ belirtilmiştir. Hızlı nüfus artışı ve sanayileşme sürecinin doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı üzerinde önemli bir baskı unsuru olarak tanımlandığı planda, çevrenin korunması ve üretim sürecinin olumsuz etkilenmemesi açısından doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı konusunda kurum ve kuruluşlar arasındaki görev ve yetki dağılımındaki belirsizliklerin yeterince giderilemediği vurgulanmıştır.

Dokuzuncu Kalkınma Planı’nda enerji sektörünün hedefleri Madde 405’de “İktisadi kalkınmanın ve sosyal gelişmenin gereksinim duyduğu enerjinin sürekli, güvenli ve asgari maliyetle temini temel amaçtır. Enerji talebi karşılanırken çevresel zararların en alt düzeyde tutulması, enerjinin üretimden nihai tüketime kadar her safhada en verimli ve tasarruflu şekilde kullanılması esastır”ifadesiyle, Madde 407’de ise “Arz güvenliğinin artırılması amacıyla birincil enerji kaynakları bazında dengeli bir kaynak çeşitlendirmesine ve kaynak ülke farklılaştırmasına gidilecektir. Üretim sistemi içinde yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının azami ölçüde

²⁴¹ Dokuzuncu Kalkınma Planı, <http://www.dpt.gov.tr/DocObjects/Download/1968/plan9.pdf>, (Erişim tarihi: 10.06.2008).

yükseltilmesi hedeflenecektir.” olarak ifade edilmiştir²⁴². Görüleceği üzere Türkiye’nin hedefleri arasında çevre ve yenilenebilir enerji vurgulanmıştır. Ancak bu hedeflerin gerçekleşmesi için herhangi bir doğrudan destekleyici bir yasal düzenleme bulunmamaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma konusu, Türkiye için yaşamsal önemdedir. Türkiye enerji üretim ve kullanımında çevre-dostu teknolojilere yönelmelidir. Bunun için enerji çevrim verimlerini yükselten, çevre sorunlarına ve iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarını azaltan çevre-dostu teknolojilerde yetkinlik kazanılmalıdır.

4. Enerji-Ekonomi-Çevre Modellemeleri

Kalkınmanın önde gelen unsurlarından olan enerjinin planlanması, karar vericilerin ülke kaynaklarını en verimli şekilde kullanarak kalkınmanın hızını artıracak politikaları oluşturmalarında en önemli araçtır²⁴³. Enerjide planlama oluşturulan modellerle, ülkenin sosyo-ekonomik durumu, ülke rezerv durumu, sektördeki yapısal değişimler, enerji verimlilik artışı, teknolojik gelişmeler ve tasarruf önlemleri göz önüne alınarak yapılmaktadır. Enerji modellemelerinde pek çok farklı yaklaşım ve yöntem kullanılmaktadır. Enerji sektörü ile ekonominin diğer sektörleri arasındaki ilişkileri analiz eden yaklaşımlar ‘tepeden aşağı’ (top-down) ve ‘temelden yukarı’ (bottom-up) olmak üzere iki grupta değerlendirilmektedir. İlk gruptaki modeller sorunu makro-ekonomik perspektif yaklaşımıyla ele alarak, mal ve hizmetlerin üretim-

²⁴² Dokuzuncu Kalkınma Planı, <http://www.dpt.gov.tr/DocObjects/Download/1968/plan9.pdf>, (Erişim tarihi: 10.06.2008)

²⁴³ E.Karakaya, **Enerji-Ekonomi-Çevre Modellemesi Bağlamında İklim Değişikliği Modelleri**, Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü Kitabı, 2008, Bağlam Yayınevi, s.333-364.

tüketim dengelerini sektörel bazda ayrıştırılmış ayrıntılı bir yapı içerisinde inceler. Enerji üretimini kısıtlı sayıda sektör ile temsil ederler, teknolojik ayrıntıların dahil edilmesine olanak tanımazlar. İkinci gruptaki modeller ise üretimden tüketime enerji akışlarını teknolojik ayrıntıları kapsayacak şekilde temsil ederler, ancak ekonominin diğer sektörlerini görece bütünsel bir çerçevede ele alırlar²⁴⁴.

Temelden yukarı yaklaşımındaki modeller genellikle enerji kaynaklarının tüm çevrim işlemlerinde meydana gelen üretim maliyetlerini hesap etmekte, üretimde en uygun teknoloji ve sürece ulaşmanın en ucuz yolunu belirlemeyi amaçlamaktadırlar. Diğer taraftan, tepeden aşağı modeller ekonominin değişik sektörleri için ayrı üretim fonksiyonları ile bir arz-talep dengesi oluşturmayı amaçlamaktadırlar.

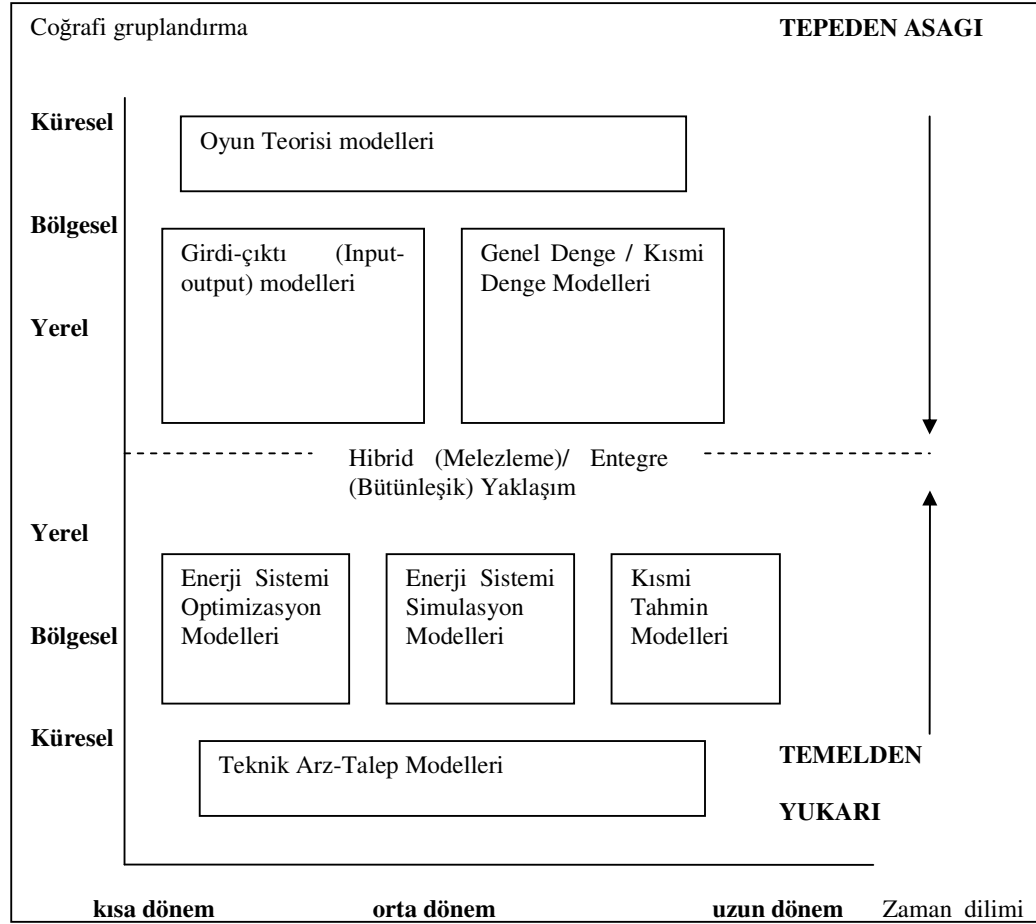
Her iki yaklaşımdaki modeller de enerji kullanımı ile ilişkili çevre politikalarının ekonomik etkilerinin tahmin edilmesinde kullanılmaktadırlar. Temelden yukarı modeller emisyon azaltım maliyetini temiz enerji teknolojilerinin karşılaştırılması yoluyla belirlerken, bu maliyet tepeden aşağı modellerde sektörler arası ilişkilerin dinamiği sonucunda ortaya çıkar. Enerji-ekonomi-çevre etkileşimlerinin analizi için teknolojik detaylı (temelden yukarı) modelleme ile sektörel detaylı (tepeden aşağı) modelleme birbirini tamamlayıcı özellik taşımaktadırlar²⁴⁵. Tablo 4’de bu iki yaklaşımı içeren modellerin sınıflandırılması, modellerin hesaba kattığı zaman süresi ve coğrafi kapsama alanına göre yapılmıştır.

²⁴⁴ E.Karakaya, **a.g.e.**, s.335.

²⁴⁵ C.Kemfert, **Applied Economic- Environment- Energy Modelling for Quantitative Impact Assessment**. Integrated Assessment for Policy Modelling. 2003, s.22-29.

Tablo 4. Enerji-Ekonomi-Çevre Modellerinin Sınıflandırılması

(C.Kemfert, **Applied Economic- Environment- Energy Modelling for Quantitative Impact Assessment**, Integrated Assessment for Policy Modelling. 2003, s.24.)



Enerji-Ekonomi-Çevre modelleri birbirinden oldukça farklı teknikler kullanabilmektedirler. Kullanılan modeller zaman içinde gereksinimlere ve gelişmelere göre önemli değişiklikler göstermiştir. İlk başlarda kullanılan girdi-çıktı modelleri ve makro ekonometrik modellerin yerini bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerin de etkisiyle “hesaplanabilir genel denge modelleri” almıştır. Ayrıca, temelden-yukarı ve tepeden-aşağı modelleme tekniklerinde görülen bazı eksiklikler, son yıllarda bu iki modelin güçlü yanlarının birleştirilmesi ile oluşturulan hibrid

modelleri ön plana çıkartmıştır²⁴⁶. Tablo 5’de değişik modelleme grubuna giren bazı önemli modellerin bir sınıflandırması yapılmaktadır.

Tablo 5. Başlıca Enerji-Ekonomi-Çevre Modelleri

(T.Nakata, **Energy-economic models and the environment**, Progress in Energy and Combustion Science 30 , 2004, s.457.)

Modelleme Tekniği	Model İsmi	Modelleyen
Ekonometrik Model	E3MG WARM	Barker ve diğ. (2006) Carraro ve Galeotti (1996)
Input-Output Modeli	MIS	Kempf (1995)
Genel Denge Modeli	EPPA G-CUBED GEM-E3 GREEN GTAP-E GTEM VIAGEM	McFarland ve diğ. (2002) McKibbin ve Wilcoxon (2004) Capros (2003) Burniaux ve diğ. (1992) Burniaux ve Truong (2002) Viguier ve diğ. (2003) Kempf (2002)
Entegre Değerlendirme Modeli	DICE/RICE, ESCAPE IMAGE FUND PAGE MERGE	Nordhaus (1994, 1996) Rotmans ve diğ. (1994) Alcamo ve diğ. (1998) Tol (2005) Hope (2006) Manne ve Richels (2004)
Temelden Yukarı – Optimizasyon Modeli	MARKAL MESSAGE	UKERC (2006) Messner ve diğ. (1997)
Temelden Yukarı- Simülasyon Modeli	ENPEP POLES NEMS AIM	Conzelmann (2001) Russ ve Criqui (2007) USDOE/EIA (2004) Kainumaa ve diğ. (2000)
Hibrid Modeller	PRIMES MARKAL-MACRO Böhringer C. ve Rutherford, T. (2006)	Capros ve Mantzos (2005) UKERC (2006) Böhringer C. ve Rutherford, T. (2006)

²⁴⁶ T.Nakata, **Energy-economic models and the environment**, Progress in Energy and Combustion Science 30 , 2004, s.417–475.

Bu modellemeler içerisinde özellikle AB ülkeleri tarafından kullanılan PRIMES modeli ve Türkiye'nin kullandığı MARKAL-ENPEP modeli ayrıntılı olarak aşağıda açıklanmıştır.

PRIMES Modeli

Atina Ulusal Teknik Üniversitesi tarafından geliştirilen PRIMES Modeli enerji-çevre analizi bağlamında piyasa davranışlarını da içeren bir kısmi denge simülasyon modelidir. 1993 yılında AB desteği ile geliştirilen PRIMES modeli, tüm AB bölgesini, her bir üye ülkeyi ve Türkiye'nin de içerisinde yer aldığı tüm aday ülkeleri kapsayacak şekilde enerji ve enerji kaynaklı çevre sorunlarını incelemektedir. Model Avrupa Komisyonu, Avrupa Çevre Ajansı ve son yıllarda bazı üye ülkelerce de referans olarak kullanılmaktadır. Avrupa Komisyonu Enerji ve Ulaştırma Genel Müdürlüğü (DGTREN), PRIMES modeli kullanarak 2030 yılına kadar Avrupa için enerji ve ulaşım sektörlerine yönelik eğilimleri ve öngörülerini analiz eden bir rapor hazırlamıştır²⁴⁷. Komisyon enerji ve iklim değişikliği ile ilgili diğer tüm çalışmaların PRIMES varsayımları ve referans sonuçları ile uyumlu olup olunmadığına önem vermektedir.

Genel amaçlı kullanılabilen bu modelin yapılandırılmasında mühendislik ve ekonomi yaklaşımlarının bir birleşimi görülmektedir. Orta ve uzun dönemleri kapsayacak şekilde analiz yapabilen PRIMES modeli enerji planı, enerji politikaları ve çevre

²⁴⁷ European Commission, **European Energy and Transport: Trends to 2030 – Update 2005**, European Communities, DGTREN: http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/trends_2030_update_2005/energy_transport_trends_2030_update_2005_en.pdf, (Erişim tarihi: 10.06.2008).

konularına yönelik öngörü, tahmin, senaryo oluşturma ve politikaların etkilerini analiz etme amaçları için kullanılabilir²⁴⁸.

Modelin normal mühendislik temelli enerji modellerinden ayırt edici en önemli özelliği fiyat mekanizmasının arz ve talebi etkileyip dengeye getirmedeki rolüne yönelik senaryolar üretebilmesidir. Benzer şekilde, PRIMES model teknolojik değişimleri yine fiyat mekanizması yoluyla değerlendirebilme yeteneğine sahiptir. Model piyasa ekonomisine, piyasanın yapısına, enerji ve çevre politikalarına ve hukuki düzenlemelere yönelik tüm hususları yansıtacak şekilde tasarlanmıştır²⁴⁹.

MARKAL Modeli

Temelden yukarı yaklaşım içinde yer alan ve IEA tarafından geliştirilen MARKAL, teknoloji odaklı dinamik maliyet optimizasyon modelidir. İlk kuruluşunda amacı yeni enerji teknolojilerinin ülke ya da bölge enerji sistemleri üzerine etkisini ölçmeye yönelik olan MARKAL, enerji-ekonomi-çevre çerçevesinde daha da geliştirilerek, başta iklim değişikliği olmak üzere oldukça değişik amaçlar için kullanılabilir duruma getirilmiştir. Ülkenin tüm enerji sistemi, doğal kaynakların çıkartılması, üretimi ve enerjiye dönüşümünden son kullanıcılara sunumuna kadar tüm süreci

²⁴⁸ P.Capros ve L.Mantzios, **The PRIMES Energy System Model: Reference Manual**, <http://www.e3mlab.ntua.gr/manuals/PRIMREFM.pdf>, (Erişim tarihi: 12.10.2007).

²⁴⁹ P.Capros ve L.Mantzios, **a.g.e.**

içerecek şekilde modellenir. MARKAL talep ve çevre kısıtlarına bağlı olarak en ucuz enerji sistem yapılandırmasını verir²⁵⁰.

Temelden yukarı grubuna giren enerji sistemi simülasyon modelleri nihai sektör, çevrim ve üretim aşamalarına yönelik tüm teknolojileri içerecek şekilde, enerji arz ve talebini ayrıntılı şekilde modelleyerek, tüm enerji sisteminin yapısını çıkarmaya çalışırlar. Bu gruba giren modellerden bazıları NEMS, CIMS ENPEP, LEAP, POLES olup, ENPEP modülleri Türkiye tarafından uzun süredir enerji planlaması ve iklim değişikliği öngörülerini için tercih edilen bir model konumundadır²⁵¹. Bu nedenle tez çalışması kapsamında örnek model olarak ENPEP'in kısa bir tanıtımının yapılmasının yararlı olacağı düşünülmüştür.

ENPEP Modeli

Enerji sistemi simülasyon modelleri grubuna giren Enerji ve Güç Planlama Modeli ENPEP (Energy and Power Evaluation Program) Argonne Ulusal Laboratuvarı tarafından geliştirilmiş ve on farklı modülden oluşan bütünsel enerji, çevre ve ekonomi analiz aracıdır²⁵². ENPEP, Uluslararası Atom Enerji Ajansı (IAEA)²⁵³ desteği ile geliştirilmiş ve ülkelerin analiz yeteneklerini artırmak, bu amaçla en uygun yapıyı kurmak, makro ekonomiden çevreye etkilerine kadar geniş bir alanı

²⁵⁰ UNFCCC, **Training Handbook on Mitigation Assessment for Non-Annex I Parties**. UNFCCC Publication on Mitigation Assessment, http://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/mitigation/Handbook/MitigationHandbook_11May2006.pdf, (Erişim tarihi: 10.12.2007).

²⁵¹ E.Karakaya, **a.g.e.**, s.344.

²⁵² Argonne, **Energy and Power Evaluation Programme**, http://www.adicasupport.com/option,com_docman/task,doc_view/gid,37/Itemid,72.html, (Erişim tarihi: 19.03.2008)

²⁵³ International Atomic Energy Agency (IAEA)

kapsayacak alternatif çalışmalar yaparak kapsamlı bir sistem analizini gerçekleştirmek amacıyla gelişmekte olan ülkelerin hizmetine sunulmuştur²⁵⁴. Türkiye’de, ENPEP’in MAED (Model of Analysis of Energy Demand) modülü, genel enerji ve elektrik talebini planlamak için kullanılırken, WASP (Wien Automatic System Planning Package) modülü elektrik üretimi kapasite planlaması için kullanılmaktadır. BALANCE modülü ise tüm sektörlerde, enerjinin üretiminden nihai tüketim aşamasına kadar tüm evreleri kapsayan fosil ve yenilenebilir enerji akışını planlamakta, aynı zamanda bu enerji akışı sonucu oluşan sera gazı ve diğer gazların çevresel analizini yapmaktadır. Genelleştirilmiş bir denge yaklaşımına dayanan model, üretimden tüketime enerji zincirinin her bir halkasındaki enerji miktarı ve fiyatında oluşan değişimi tanımlayan, eşzamanlı ve doğrusal olmayan bir ilişkiler sistemidir. Bunların dışında, elektrik sisteminin hidrolik ile ilgili kısmının değerlendirilmesinde VALORAGUA modeli kullanılmıştır²⁵⁵.

Balance Modelde enerji sektörünün tanımlanabilmesi için seçilen baz yıla ait aşağıdaki bilgilerin bulunması gereklidir²⁵⁶.

- “Baz yıl arz-talep dengesi,
- Kaynak rezervleri, kapasiteleri ve üretim maliyetleri,
- Dağıtım sistemleri ve maliyetleri,

²⁵⁴ Argonne, **a.g.e.**

²⁵⁵ M.Güler, **Energy in Turkey**. Çevre ve Orman Bakanlığı Türkiye’de Enerji Senaryoları Çalıştay, http://www.cedgm.gov.tr/aca/aca_eski_duyurular.html.,(Erişim tarihi: 19.03.2007).

²⁵⁶ M.Güler, **a.g.e.**

- Cevher hazırlama ve rafineri tesislerinin verimlilikleri, kapasiteleri, ürün/çıktı oranları, yatırım ve işletme giderleri (sabit ve değişken) çalışma süreleri,
- Elektrik sektörü ile ilgili; talebi temsil eden Yük Zaman Eğrisi (Load Duration Curve) üretim ünitelerinin teknik ve mali bilgileri,
- Çalışılacak zaman dilimi için talep öngörülleri,
- İthal yakıt fiyat öngörülleri,
- Vergiler, sübvansiyonlar ve düzenlemeler dışında yukarıdaki bilgilere ek olarak, var olan enerji kaynağında ortaya çıkabilecek kısıtlamalar, var olan tüm enerjinin tüketilmesi, büyümenin sınırlı olması, HES'lerin devreye girmesi gibi kaynak kullanımı ve fiyatlar üzerinde etkili diğer faktörler tanımlanmalıdır.”

Bu tip modeller kullanılarak, ülkelerin ileriye dönük gereksinimleri kestirilmeye çalışılmaktadır. Ülkeler, modellerde belirlenen gereksinim doğrultusunda yatırımlarını yönlendirmekte, talebi karşılamak için hangi enerji kaynağını hangi oranda kullanacağını belirlemektedirler. Planlama yapılırken temel olarak bu modellerin çıktıları kullanılmaktadır.

Kısmi denge modeli olması nedeniyle, PRIMES modelinin ancak doğrudan maliyetleri hesaplayabildiği ve dolaylı maliyetleri ihmal ettiği unutulmamalıdır²⁵⁷. Özellikle enerji gibi ekonominin tümünü etkileyebilen bir sektöre yönelik politikaların analizinde, dolaylı maliyetler daha fazla önem arz etmektedir. PRIMES konusunda göz önünde bulundurulması gereken diğer önemli bir nokta da, bu modelin AB bölgesi yada başka ülkeler için çalıştırılıp sonuç üretmesinin ancak Atina'daki merkezde bulunan uzmanların yapacakları değişikliklerle olanaklı olabildiğidir.

²⁵⁷ M.Canés, **Economic Modeling of Climate Change Policy**, Background Paper for International Council for Capital Formation, 2002, s.31-44.

Eğitim, satın alma veya diğer bir yöntemle ülkelerin/kurumların kendi enerji uzmanlarının model çalıştırılmasında etkin rol alması söz konusu değildir.

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanarak, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC²⁵⁸) Sekretaryası'na 23 Mart 2007'de sunulan Sera Gazı Ulusal Emisyon Envanteri'nde bu modellemeler kullanılmış, yapılan öngörülerde 2005-2020 yılları arası analiz edilmiş ve baz yıl olarak 2003 alınmıştır²⁵⁹.

Sera Gazı Ulusal Emisyon Envanteri için sunulan öngörülerde ilk önce herhangi bir önlemin alınmadığı güncel yapının korunduğu durumu öngören 'referans senaryo' oluşturulmuştur. Referans senaryo durumu için, MAED ve BALANCE modüllerinde kabul edilen varsayımlar şu şekildedir²⁶⁰; DPT'nin öngördüğü resmi rakamlar esas alınarak ekonomik büyümenin gelecek 15 yıllık süreçte ortalama % 6 dolayında gerçekleşeceği, nüfusun ise 2010 yılında % 1,4 , 2020 yılında ise % 1 artışla 87,7 milyona ulaşacağı öngörülmektedir. Enerji sektörüne yönelik varsayımlarda da benzer şekilde resmi öngörüler hesaba katılmakta, ayrıca maliyetin düşürülmesi esas alınarak, elektrik sektörüne yapılan özel vurguyla artan enerji gereksiniminin linyit ve taşkömürü kullanımının hızlı bir şekilde artırılması ile karşılanacağı varsayılmaktadır²⁶¹.

²⁵⁸ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

²⁵⁹ Çevre ve Orman Bakanlığı (ÇOB), **Sera Gazı Ulusal Emisyon Envanteri**,2007.

²⁶⁰ M.Güler, **a.g.e.**

²⁶¹ ÇOB, **a.g.e.**

Referans senaryoda, birincil enerji arzı toplamının 2005 yılında 92 MTEP iken, bu rakamın yıllık ortalama % 6,1 artış ile 2020 yılında 223 MTEP'e ulaşacağı öngörülmektedir. Birincil enerji arzında yaşanan bu artışı karşılarken hangi enerji kaynaklarının ne kadar kullanıldığının bilinmesinde yarar vardır. 2005 yılında enerji gereksinimini karşılarken kömür (linyit ve taşkömürü) % 29, petrol % 37, doğal gaz % 22, su kaynakları % 4 ve diğer yenilenebilir enerji % 8 oranında kullanılmaktadır. 2020 yılına gelindiğinde ise enerji kaynağı olarak kömür % 37, petrol % 27, doğal gaz % 23, su kaynakları % 4, diğer yenilenebilirler % 5 ve nükleer enerji % 4 oranında kullanılacaktır.

Sera Gazı Ulusal Emisyon Envanteri'nin içinde toplam sera gazı emisyonu öngörülleri verilmemiş, bunun yerine sera gazlarından en önemlileri ayrıntılı olarak incelenmiştir. ENPEP grubunun gerçekleştirdiği öngörülerde genellikle temel vurgunun sadece sera gazı emisyonları değil enerji maliyetleri, enerji çeşidi ve hatta sera gazı dışı hava emisyonları olduğu izlenimi edinilmektedir.

2000-2030 dönemi arasında incelenen 30 Avrupa ülkesi içinde Türkiye'nin enerji talebinin en hızlı artışla yıllık ortalama % 3,2 oranında büyüme göstereceği öngörülmektedir. Kullanılan enerji türünde yaşanan değişime bakıldığında PRIMES modelinin Sera Gazı Ulusal Emisyon Envanteri'nde öngörülen tahminlerden oldukça farklı bir tablo çizdiği görülmektedir. Nükleer enerjinin ancak 2025 sonrasında mümkün olacağını öngören PRIMES modeli, kömür kullanımında 2010 yılına kadar bir artış öngörmemekte, 2010-2020 döneminde % 2,4 , 2020-2030 döneminde ise % 2 oranında artış olacağını kestirmektedir. Daha sonraki dönemlerde kömürde artışın gerekçesi, büyük ihtimalle AB modellerinde karbon tutma ve yakalama teknolojisine

geçişin 2020 yılı dolaylarında olacağına yönelik beklentidir. Elektrik üretiminde daha yüksek katı yakıt kullanımı öngörüsü bu olasılığı daha da güçlendirmektedir. Doğal gaz kullanımı ise, genel enerjide 2010 yılına kadar % 7,6 oranında artarken bu artış hızı izleyen iki dönemde % 4 dolayında gerçekleşmektedir²⁶². Bu değişimin sonucunda, Sera Gazı Ulusal Emisyon Envanteri'ndeki öngörülerin tersine, doğal gazın toplam enerji tüketimi içindeki payı 2010-2020 ve 2020-2030 dönemlerinde artarken, kömürün payı aynı dönemlerde azalmaktadır.

ETKB tarafından kullanılan modellerde ülkelerin geleceğe dönük enerji sistemi planlamaları için sadece geçmişin teknolojileri dikkate alınmaktadır. Bunun sonucunda Türkiye'de yatırım çözümlerinde sadece nükleer, hidrolik, petrol, kömür ve doğal gaza dayalı santral seçenekleri görülmektedir. Bu teknolojilerin kanıtlanmış sorunlarını aşmak için geliştirilen yeni enerji kaynakları ve teknolojileri, yeni seçenekler olarak dikkate alınmamaktadır. Bu yaklaşım, sanayileşmiş ülkelerde çok düşük pazar değeri olan, geçmişin kirli ve verimsiz teknolojilerinin gelişmekte olan ülkelere taşınması için uygun koşulları da sağlamaktadır.

²⁶² European Commission, **a.g.e.**

BÖLÜM III: PİYASA BAŞARISIZLIĞI, DIŞSALLIKLAR

Piyasa, talep ettikleri mal ve hizmetler karşılığında, para veya eşdeğer bir mal almak isteyen alıcılarla para veya eşdeğer bir mal karşılığında mal ve hizmet sunmak isteyen satıcıların buluştukları ortamdır. Piyasa ekonomisinde üreticiler kâr arttırmak, tüketiciler de en yüksek faydayı elde etmek amacıyla hareket ederler. Arzı belirleyen talep olduğu ve bu nedenle en uygun toplam faydayı sağlayan kaynak dağılımının kendiliğinden gerçekleştiği iddia edilmektedir²⁶³.

Piyasa ekonomisinin işlerliği için ekonomide bazı şartların sağlanması gerekmektedir. Bir piyasanın ya da piyasa sisteminin mal ve hizmetleri, ya bütünüyle ya da ekonomik olarak, en uygun biçimde sağlamada yetersiz kalması durumunda, bu piyasa başarısızlığı olarak tanımlanır. Piyasa başarısızlığı, bir başka ifadeyle piyasa mekanizmasının işleyişindeki aksaklıklar, mal ve hizmetlerin sosyal marjinal değere eşit olan denge fiyatlarının kurulamamasıdır. Sosyal marjinal değer ise, toplumun alışverişe konu olan mal ve hizmetlerin son birimine verdiği değerdir²⁶⁴. Böyle durumlarda piyasalar ekonomik etkinliği sağlamakta yetersiz kalır ve toplum gönenci yükseltilemez.

Doğal kaynaklar söz konusu olduğunda, piyasa başarısızlığına neden olan temel unsurlar Karaer'e göre şu şekilde sıralanabilir:

“a) Dışsallıklar,

²⁶³ H.Nadaroğlu, **Kamu Maliyesi Teorisi**, Sermet Matbaası, 1978, s.401.

²⁶⁴ B.Dollery, ve J.Wallis, **The Political Economy of Local Government**, Edward Elgar Press, 2001.

- b) Fiyatlandırılmayan mallar ve eksik piyasalar,
- c) Kamusal mallar,
- ç) Operasyonel maliyetler,
- d) Belirlenemeyen mülkiyet hakları,
- e) Bilgisizlik ve ihmalkârlık,
- f) Uzun vadeli etkilerin ortaya konamaması,
- g) Belirsizlik²⁶⁵.”

Çevre ve ekonomi arasında ilişki kurmada dışsallıklar konusu, önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle kuramsal olarak dışsallıklar teorisi analiz edilmiş; literatürdeki farklı tanımlamalara, dışsallık sınıflandırmalarına ve dışsallıkların düzenlenmesinde kamusal ve piyasa çözüm önerilerine yer verilmiştir.

A. Dışsallıklar Teorisi

Çevre malları olarak adlandırdığımız ve yazında serbest mallar ya da sosyal mallar olarak da ifade edilen kamusal ya da uluslararası mallara en iyi örnek hava, okyanus ve denizler, akarsu ve göller ile toprak gibi çevre sorunlarına konu olan varlıklar gösterilebilir. Kamusal mallardan elde edilen faydanın bölünemezliği ve dolayısıyla bu mallara bir fiyat biçilememesi ile ilgili olarak dışsallık olgusunun ortaya çıkması kaçınılmaz olmaktadır. "Dışsallık, belirli bir birey veya bireyler grubunun, aralarında herhangi bir anlaşma ya da ticari ilişki olmaksızın irade dışında, bir başka birey veya bireyler grubunun herhangi bir eyleminden ötürü bir fayda ya da maliyetle

²⁶⁵ F.Karaer, **a.g.e.**, s.22.

karşılaşmasıdır²⁶⁶.” Dışsalıklar, dış etkiler ya da dış ekonomiler, ilk defa Alfred Marshal tarafından ortaya atılan bir kavramın farklı adlarıdır²⁶⁷. Diğer bir ifadeye göre, "dışsal ekonomiler, başkalarının etkinliklerinin bir sonucu olarak, herhangi bir toplumsal grubun ödemek zorunda kaldığı dışsal maliyet ya da elde ettiği dışsal fayda" olarak tanımlanmaktadır²⁶⁸. Bu tanımlardan da anlaşıldığı üzere dışsalıklar etkileri bakımından iki türe ayrılmaktadır. Üreticiler ve tüketiciler üzerinde olumsuz bir etki yaratanlar "dışsal maliyetler" veya "negatif dışsalılık" olarak adlandırılırlar. Üreticilerin ya da tüketicilerin, faaliyetleri sonucunda bir fayda meydana geliyorsa "dışsal fayda" veya "pozitif dışsalılık" olarak nitelendirilirler.

Çevre sorunları, çevrenin doğal dengesini bozan olumsuzluklardır. Diğer bir ifadeyle çevre sorunları olumsuz dışsal etkilerdir. Olumsuz dışsalıkların ortaya çıkmasında, işletmelerin kıt kaynaklardan sağladıkları kazançlarını olası en yüksek değere ulaştırma çabası, yani en düşük maliyet ilkesi gereğince ucuz üretim faktörlerinden daha çok kullanarak, bu kaynakların tüketimine gidilmesi etkin olmaktadır.

Marshall, ilk kez 1890 yılında yayımlanan “Ekonominin İlkeleri” adlı kitabında, İngiltere ve diğer sanayileşmiş ülkelerdeki ekonomik büyümeyi incelemiş, kişi başına üretkenlikle kaydedilen artışı açıklamaya çalışmıştır. İçsel ekonomiler yanında dışsal ekonomiler üzerinde de durmuştur. Marshall’a göre

²⁶⁶ F. Altuğ, **Çevre Sorunları**, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayını No:41, Uludağ Üniversitesi Basımevi,1990, s.152.

²⁶⁷ N.Berberoğlu, **Ekonomik Açından Çevre Kirliliği Sorunu**. Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Dergisi, C.18 , 1982, s.216-236.

²⁶⁸ İ.Güneş, **Dışsalıklar, Kamunun Düzenleyici Rolü: Enerji Sektöründe Bir Uygulama**. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 2000, s.142.

"Sanayileşme ortamında kaydedilen genel ilerlemeden kaynaklanan dışsal ekonomilerle karşılaştırıldığında, her kuruluşun kendi başına gerçekleştirdiği içsel ekonomiler çok zayıf kalmaktadır" ve "bilgi artışına ve teknik ilerlemeye bağlı ekonomiler medeni toplumların tümünde temel olarak üretimin toplam hacmine bağlıdır"²⁶⁹." Marshall, çalışmasında dışsal ekonomileri sanayi içindeki gelişme karına bağlı olarak firmaların elde ettikleri fayda olarak ele alırken, dışsal ekonomilere de firmalar arasındaki rekabet koşullarını etkileme durumları çerçevesinde yaklaşmıştır . Marshall dışsal faydayı ise "Herhangi bir mal veya hizmet piyasasında sanayi yoğunlaşması sonucunda sanayiye giren firmanın, önceki firmaların ortalama üretim maliyetlerinin de azalmasına neden olması" durumunda ortaya çıkan fayda olarak tanımlamaktadır²⁷⁰.

Ancak Marshall sadece pozitif dışsallıkları ele alarak dışsal maliyetleri göz ardı etmiştir. Bunun nedeni, Marshall'ın ekonomik büyüme, sanayileşme ve azalan maliyetleri açıklama çabasıdır. Marshall çalışmalarında; sanayi içinde meydana gelen dışsal ekonomilerin, firmalara farklı derecelerde fayda sağladığı durumda rekabet koşullarının bozulabileceğini belirtirken, böylesi bir durumun gerçekleşmeyerek ortaya çıkan faydaların eşit dağıldığı ve bu nedenle de rekabet koşullarını bozmadığı sonucuna varmıştır.

Marshall dışsallıkları kısmi denge analizi çerçevesinde ele alırken, daha sonraki ekonomistler statik denge analizi kapsamında ve firmaların üretim

²⁶⁹ A. Marshall, **Principles of Economics-An Introductory**, Volume 8 Th.Ed, Macmillan Press., <http://www.econlib.org/library/Marshall/marP.html>, (Erişim tarihi: 19.03.2007).

²⁷⁰ A. Marshall, **a.g.e.**

fonksiyonlarının, piyasa dışı bağlantılarını göz önüne alarak oluşan bu durumun tam rekabet koşullarında ekonominin optimizasyonu üzerindeki etkisini esas olarak tartışmışlardır²⁷¹.

Marshall'ın ortaya koyduğu dışsalılık kavramı, öğrencisi Pigou tarafından yeniden ele alınmıştır. Pigou, gönenç ekonomisi ile dışsal ekonomi arasındaki bağı kurmuştur. Pigou'nun en önemli vurgusu, eksik rekabet piyasasının hüküm sürdüğü durumda gönenç artışı için devlet müdahalesinin gerekliliğidir²⁷².

Pigou, Marshall'dan farklı olarak sadece pozitif dışsalılıkları ele almamış, bunun yanında negatif dışsal ekonomiler (external diseconomies) üzerinde de durmuştur. Sonat'a göre, Pigou'nun dışsalılıklar teorisine katkısı, dışsalılıkları toplumsal gönenç açısından ortaya koymasıdır²⁷³.

Pigou'ya göre etkinlik; toplumsal marjinal fayda ve toplumsal marjinal maliyet sonucunda gerçekleşebilmektedir. Pigou, dışsalılıkların olması durumunda, ya da kendi terimleri ile sosyal marjinal maliyet ile özel marjinal maliyet (sosyal marjinal fayda/özel marjinal fayda) arasında fark bulunması durumunda, gönencin yükseltilemeyeceğini vurgulamaktadır²⁷⁴. Marshall ve Pigou'nun yaklaşımları arasında fark burada ortaya çıkmaktadır. Marshall dışsalılık kavramını yalnızca

²⁷¹ A.Ç.Mutlu, **Dışsal Ekonomiler ve Çevre Kirlenmesi**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Maliye Araştırma Merkezi, 1989, s.159.

²⁷² A.C.Pigou, **The Economics of Welfare**, Macmillan and Co., 1932, Part III, Chapter 17, s.5.

²⁷³ A.Sonat, **Çevre programlarının Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi ve Türkiye İçin Bir Model Denemesi**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış doktora tezi, 1988,s.299.

²⁷⁴ A.C.Pigou, **a.g.e.**, Part II, Chapter 9, s.11.

ölçek ekonomileri ve firma teorisi ile ilgili olarak ele alırken, Pigou piyasa mekanizmasının etkinliğini sağlamadaki başarısızlık (market failure) bağlamında incelemektedir.

Pigou'nun yaklaşımını açıklayabilmek için öncelikle marjinal sosyal hasıla ve marjinal özel hasıla kavramlarının açıklanması gerekmektedir. Pigou'ya göre Marjinal Sosyal Hasıla (MSH) herhangi bir kullanım alanına tahsis edilmiş kaynaklarda marjinal bir artış sonrası ortaya çıkan bütün fiziki mal ve hizmetlerin toplamıdır. Üretim maliyetlerinin bir kısmı doğrudan doğruya onunla ilgili olmayan kimselere yüklenmiş olabilir. Bu durumda marjinal sosyal hâsılanın negatif kısmı söz konusu olabilmektedir. Bütün dış etkiler, ister pozitif ister negatif olsun, sosyal marjinal hasıla hesabına dahil edilmelidir. Marjinal Özel Hasıla (MÖH) bir kullanım alanına tahsis edilen kaynaklarda meydana gelen artış sonucu o artışı yapan kimseye düşen marjinal hasıla kısmıdır. Gerçekte bu kişi kullandığı kaynakları, bu hâsılayı elde edebilmek amacıyla artırmıştır²⁷⁵.

MSH<MÖH olması durumunda olası en uygun miktardan daha fazla üretim yapılmaktadır. Bu durumda MSH=MÖH eşitliğini sağlamak için Pigou devletin vergi yoluyla müdahalesini öngörmektedir. MSH>MÖH durumunda ise üretilen miktar olası en uygun seviyenin altındadır. Etkinliğin sağlanabilmesi için Pigou sübvansiyona başvurulmasını önermiştir²⁷⁶.

²⁷⁵ A.Ç.Mutlu, **a.g.e.**

²⁷⁶ A.C.Pigou, **a.g.e.**, Part II, Chapter 9, s.11.

Pigou'ya yöneltilen eleştirilerin başında, Ellis ve Fellner'den gelen ve “dışsallığın tanımında bir dizi hata yapıldığını” ileri süren görüşü yer alır. Pigou'nun yaklaşımının aksine, bir sanayi kolundan diğerine bir üretim faktörü aktarımı, üretim faktörünün elde ettiği gelirin azalmasına yol açıyorsa dışsallık doğmamaktadır. Bu olgu piyasa işleyişinin doğal sonucudur²⁷⁷.

Nath ise dışsallığı tanımlarken, "mevcut sosyal ve ekonomik kurumların niteliği nedeniyle, karşılığı ödenmeden başkalarına maliyet yüklendiğinde ya da karşılığı alınmadan başkalarına fayda sağlandığında bir dışsallık olayı ile karşı karşıyayız" ifadesini kullanmaktadır²⁷⁸. Nath, dışsallıkların iki temel özelliğinden hareketle bu tanımı yapmaktadır. Nath'a göre;

“a)Herhangi bir karar birimi tarafından bir diğerine faydanın veya maliyetin yüklenmesi gerekir,

b) Oluşan bu fayda veya maliyet karşılığında bedelin alınabileceği ya da tazminatın ödeneceği piyasa bulunmamalı ve bir müdahale olmaksızın ödemede bulunulmamalıdır²⁷⁹.”

Nath’a göre, "dışsallık; üretici ya da tüketiciler davranışlarının bütün sonuçlarına katlanmadıkları ve ne üreteceklerine ya da tüketeceklerine karar verirken

²⁷⁷ H.S.Ellis ve W.Fellner, **External economies and diseconomies.**, American Economic Review 33, 1943, s.493-511.

²⁷⁸ S.K.Nath, **A Perspective of Welfare Economics**, Macmillan Press, 1973, s.44.

²⁷⁹ S.K.Nath, **a.g.e.**

başkaları üzerindeki etkileri hesaba katmadıkları zaman ortaya çıkar²⁸⁰." Mishan'ın bu konuyu tamamlayıcı görüşüne göre ise; dışsallığın bir başka özelliği de bir bireyin davranışının diğer birey üzerindeki etkisinin, "meşru bir faaliyetin" daha önceden düşünülmeyen ya da olağanüstü bir yan ürünü olmasıdır²⁸¹. Nath'ın bu tanımına karşı ileri sürülen karşı çıkışların temel başlangıç noktasını "dışsallığın olup olmadığının, bir bireyin faydasının, ya da bir firmanın karının diğer bir firma ya da bireyin denetiminde olan faaliyetlere bağlı olması ile anlaşılır" görüşü yer alır. Buchanan ve Stubblebine, bu görüşün savunucuları olarak, diğer faktörler düşünülmezse, bu karşılıklı bağımlılığın dışsallık için yeterli olduğu görüşündedirler²⁸².

Mishan, Walrasian genel denge içerisinde ortaya çıkabilecek her türlü dışsal değişikliklerin öncelikle ürün ve faktör fiyatlarını değiştirmek suretiyle bireylerin gönenci üzerinde etkili olabileceğini belirtmektedir. Mishan bu noktada "dolaylı" etki olarak adlandırdığı bu tür etkileri dışsallık kavramına dahil etmemektedir. Mishan'ın "bir tüketicinin faydasının ya da firmanın üretiminin diğer kişi ya da firmaların faaliyetlerini etkilemesi²⁸³" olarak tanımladığı dışsallık kavramında, tamamlayıcı iki unsuru özellikle vurgulamaktadır. Bunlardan ilki, bir faaliyet sonucu ortaya çıkan dışsal etkinin önceden tasarlanmamış olması ve meşru bir faaliyet sonucu gerçekleşmesidir. İkincisi ise, ortaya çıkacak etkinin genel denge içindeki

²⁸⁰ S.K.Nath, **a.g.e.**

²⁸¹ E.Mishan, **The Postwar Literature on Externalities: An Interpretative Essay**, Journal of Economic Literature, Vol. 9 , 1971, s.1-28.

²⁸² J.M.Buchananve W.C.Stubblebine ,**Externality**, Economica Vol. 29, No:116, 1962, s.371-384.

²⁸³ E.Mishan, **a.g.e.**

fiyatlar sistemi aracılığıyla ortaya çıkan dolaylı bir etki değil, doğrudan bir etki olmasıdır. Bunun anlamı ise, yazında akçal dışsallıklar olarak yer alan ve diğer karar birimleri üzerindeki etkilerini piyasa mekanizması yoluyla gösteren dışsallık türünün tanım kapsamına alınmamasıdır²⁸⁴.

Meade'in dışsallık tanımı ise şu şekildedir; "Bir firmanın ürünü yalnızca bu firmanın kullandığı üretim girdilerine değil, bir diğer firma ya da grubun ürününe ve üretim faktörü kullanımına da bağlı ise dışsallıklar vardır." Meade, marjinal maliyet ve fiyat arasındaki farklılıkların yanı sıra tekeli öğelerin ve vergilerin de dışsallığın kaynağı olabileceğini öne sürmüştür. Meade, marjinal maliyetler ve marjinal faydalar arasında büyük sapmaların olması durumunda, "tüm diğer değişkenler sabitken, bu sapmalardan birinin azaltılması, ekonomik gönenci artırmaz, hatta azaltabilir" sonucuna varmıştır²⁸⁵.

Meade, akçal ve teknolojik dışsallık kategorisine açıklık getirmiştir ve dışsallık türüne göre sonuçlarının farklı olacağını belirtmiştir. Buna göre akçal dışsallıklar Pigou yaklaşımına uygun olarak yorumlandığında tüm piyasa faaliyetlerinin sistematik olarak vergilendirilmesi veya sübvansiyonlarla desteklenmesi gerekmektedir²⁸⁶. Çünkü tüm faaliyetler akçal dışsallık olarak yorumlanabilmektedir.

²⁸⁴ E.Mishan, **a.g.e.**

²⁸⁵ J.Meade, **External Economics and Diseconomies in a Competitive Situations**, Economic Journal Vol:62 , 1952, s.54-67.

²⁸⁶ J.Meade, **a.g.e.**

Holterman'a göre ise “dışsallığın olabilmesi için tüm girdi ve çıktıların üretim faaliyeti vektöründe yer alması ve bir ekonomik birimin çıktısının diğer bir birimin üretim ve tüketim vektöründe girdi olarak yer alması gerekir.” Bunlara ek olarak Holterman devletin müdahalesi dışında hiç bir birim tazmine başvurulmaması durumunda dışsallıkların olduğunu savunmaktadır²⁸⁷.

Bator, dışsallıkların kurumsal nedenler, teknik nedenler ve ortak malların varlığı nedeniyle ortaya çıktığını öne sürerken, dışsallıkların tazminindeki sorunları araştırmış, “Fiyat sisteminin otomatik olarak tazmin edemediği dışsallıklar fiyat sisteminin işleyişindeki aksaklıklar nedeniyle ortaya çıkmaktadır” sonucuna varmıştır²⁸⁸.

B. Dışsallık Türleri

Dışsallıkların sınıflandırılmasına yönelik genel kabul görmüş bir tek sınıflamadan bahsetmek mümkün değildir. Dışsallıklar birbirinin seçeneği değil, birbirlerini tamamlayıcı niteliktedir. Dışsallıklar üç ayrı başlık altında sınıflandırılabilir. Bunlar;

1. Pozitif ve Negatif Dışsallıklar,
2. Üretim ve Tüketim Dışsallıkları,
3. Marjinal ve İnframarjinal Dışsallıklar²⁸⁹.

²⁸⁷ S.Holterman, **Alternative tax systemsto correct for externalities and the efficiency of paying compensation**, Economica(43), 1976, s.1-16.

²⁸⁸ F.M.Bator, **The Anatomy of Market Failure**, The Quarterly Journal of Economics, Vol. 72, No. 3, 1958, s. 351-379.

²⁸⁹ İ.Güneş, **a.g.e.**, s.25.

1. Pozitif ve Negatif Dışsallıklar

Pozitif dışsal ekonomiler, karar vericilerin eylemlerinin diğer birimlere fayda sağlaması ve bu faydayı elde edenlerin eylemi gerçekleştirene ödemedi bulunmaması durumunda ortaya çıkar. Üretim ve tüketimde, pozitif dışsal ekonomilerin söz konusu olduğu durumlarda, ekonomide oluşan sosyal fayda fonksiyonu piyasada oluşan özel fayda fonksiyonundan yüksektir. Bu durumda mal/hizmet için oluşan piyasa fiyatı, üreticiler için sosyal optimum düzeyindeki fiyatın altında oluşurken, tüketiciler için bu fiyatın üstünde olacaktır²⁹⁰.

Pozitif dışsallıklara verilebilecek bir örnek, evin bahçe duvarı tek taraflı yaptırıldığı durumda, aynı zamanda komşunun da duvarının yapılmış olacağıdır. Bu durumda bir pozitif dışsallık söz konusu olmaktadır. Başka bir örnek de, arı yetiştiricisi ve meyve bahçesi sahibinin komşuluğuna verilebilir. Arı yetiştiricisi, arıların polen taşıması sonucu komşu meyve bahçesinin verimini arttıracak, kendisi de daha fazla miktarda bal üretecektir. Meyve bahçesi sahibi, komşusu olan bal üreticisinden, bal üreticisi de meyve bahçesinin sahibinden sağladığı faydanın bedelini ödememektedir ve bu faydalar piyasada işleme konu olmamaktadır.

Pozitif dışsallığın varlığı durumunda optimal sosyal çözüm, marjinal sosyal faydanın marjinal maliyete eşit olduğu noktada ortaya çıkmaktadır. Buna karşın piyasa koşullarında oluşan denge, marjinal özel faydanın marjinal maliyete eşit olduğu noktada gerçekleşir. Piyasa koşullarında ortaya çıkan denge optimal düzeyin altında

²⁹⁰ A.Ç.Mutlu, a.g.e.

gerçekleşebilir. Pigou önermelerine uygun olarak pozitif dışsallığın varlığı durumunda uygulanacak bir sübvansiyon sonucu sosyal optimum düzeye ulaşılmaya çalışılır.

Negatif dışsallık ise firma/bireylerin eylemleri ve ekonomik faaliyetleri sonucunda, zararlı etkilerin bir kısmının ya da tamamının üçüncü kişilerin fayda ve maliyet fonksiyonunda yer alması durumunda ortaya çıkmaktadır. Bir başka tanımlamaya göre negatif dışsallıklar, karar vericilerin eylemlerinin diğer birimler için zarara neden olduğu, ancak eylemi gerçekleştiren birimin bu zararı karşılamak için ödeme yapmadığı durumlarda oluşur²⁹¹.

Negatif dışsallıkların varlığı altında piyasa koşullarında bu maldan aşırı üretilmekte ve bu da sosyal etkinlik kaybına neden olmaktadır. Ekonomik olarak etkin noktada negatif dışsallık tamamı ile ortadan kalkmamakta, sosyal marjinal fayda ve sosyal marjinal maliyetin eşitlendiği noktada etkin üretim yapılmaya başlanmaktadır. Negatif dışsallığın içselleştirildiği durumda, marjinal özel maliyet eğrisi, marjinal sosyal maliyet eğrisine benzeyecektir²⁹².

Negatif dışsallıklara çevre sorunlarında sıkça rastlanmaktadır. Örneğin, su kaynağı kenarında kurulan bir sanayi tesisinin atıklarını arıtmadan su kaynağına boşaltılması düşünüldüğünde, üretim sonucunda doğan kazançtan firma faydalanırken, sorunun yol açtığı maliyetlerin giderilmesine katkıda bulunmamakta, maliyet topluma yüklenmektedir. Bu çalışmanın konusu olan

²⁹¹ A.Koutsoyannis, **Modern Mikro İktisat**, Çeviren:Muzaffer Sarımeşeli, Teori Yayınları, 1987, s.238.

²⁹² İ.Güneş, **a.g.e.**, s.26.

enerjiden kaynaklanan çevre sorunlarının maliyeti negatif dışsallıklara örnek olarak verilebilir.

2. Üretim ve Tüketim Dışsallıkları

Üretim Dışsallıkları: Bir üreticinin üretiminin, diğer üreticinin üretim fonksiyonuna veya bir tüketicinin tüketim fonksiyonuna bağımsız değişken olarak girmesi durumunda ortaya çıkan dışsallık türü, üretim dışsallıklarıdır²⁹³. Başka bir ifadeyle, üretim dışsallıkları, üretim faaliyetinin herhangi bir kişi, firma veya grubun üretim faaliyetinin diğer kişi, firma veya grubun üretim faaliyetini etkilemesi durumunda ortaya çıkmakta ve bu etkiler piyasada dikkate alınmamaktadır. Bu tür dışsallıklara da enerji üretiminde kullanılan fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar veya tarım ilaçlarının yanlış kullanımından kaynaklanan çevresel yıkım örnek olarak verilebilir.

Üretim dışsallıkları kendi içerisinde 4 ana grup içerisinde incelenebilir²⁹⁴.

- **Pozitif üretim dışsallığı yaratan üretim faaliyetleri:** Bir üreticinin üretiminin diğer üreticinin üretim fonksiyonuna bağımsız değişken olarak girmesi ve olumlu etki yaratması durumunda ortaya çıkan dışsallık türüdür²⁹⁵. Herhangi bir üretim süreci içerisinde üretime etkide bulunan dışsal faktörlerden herhangi birisinin, bu üretim sürecine yaptığı olumlu yöndeki katkısıdır.

²⁹³ İ.Güneş, **a.g.e.** , s.26.

²⁹⁴ İ.Güneş, **a.g.e.** , s.26.

²⁹⁵ İ.Güneş, **a.g.e.** , s.27.

Buna örnek olarak, uzay sanayinde astronotların kullanması için geliştirilen kıyafetlerin, aynı zamanda itfaiyeciler içinde kullanılması veya tıpta tedavi amaçlı kullanılması verilebilir. Uzay teknolojisindeki atılımlar sonucunda kaydedilen gelişmeler pozitif üretim dışsallığı yaratan üretim faaliyetleri olarak ele alınabilir.

• **Negatif üretim dışsallığı yaratan üretim faaliyetleri:** Bir üreticinin üretiminin diğer üreticinin üretim fonksiyonuna bağımsız değişken olarak girmesi ve olumsuz etki yaratması durumunda ortaya çıkan dışsallık türüdür²⁹⁶. En fazla karşılaşılan dışsallık türüdür. Negatif dışsallık kapsamında yer alan pek çok durum gerçekte ekonomik bir üretim faaliyetinin sonucunda ortaya çıkmaktadır. Örnek olarak bir termik santralde kullanılan fosil yakıtlardan kaynaklanan tozların, rüzgârla taşınarak çevrede bulunan tarımsal alanlarda bozulmaya, yıkıma, ürün ve verim kaybına neden olması gösterilebilir.

• **Pozitif tüketim dışsallığı yaratan üretim faaliyetleri:** Bir üreticinin üretiminin, bir tüketicinin tüketim fonksiyonuna bağımsız değişken olarak girmesi ve olumlu etki yaratması durumunda ortaya çıkan dışsallık türüdür²⁹⁷. Üretici firmaların yeni teknoloji kullanarak üretim yapmaları sonucunda ürün fiyatlarının düşmesi ile üreticilerin dışsal fayda sağlaması bu tür dışsallıklardır. 1980'lerin başında, çok pahalı olan kişisel bilgisayarlarda yaşanan teknolojik ilerlemeler sonucunda, günümüzde fiyatlarının düşmesi ile tüketicilerin

²⁹⁶ İ.Güneş, **a.g.e.** , s.27.

²⁹⁷ İ.Güneş, **a.g.e.** , s.28.

sağladığı fayda buna örnek olarak verilebilir. Bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişme, dev bilgisayarların küçülmesine ve ucuzlamasına yol açarken, sınırlı kullanımdan yaygın kullanıma, yani kişisel kullanıma kadar uzanan olanaklar doğurmuştur²⁹⁸. Uydu teknolojisindeki gelişmeler ve iletişim araçlarındaki teknolojik yenilikler sonucu cep telefonlarında da benzer gelişme gözlenmiştir.

Ancak bu noktada göz ardı edilmemesi gereken bir konu da bu tür teknolojilerin kullanılması sonucunda fiyat düşüşlerinin yarattığı pozitif dışsallığın yanı sıra bu teknolojilerin negatif dışsallık da yaratabilme olasılığıdır. Dura bu konuyu şu şekilde açıklamıştır: "Bir ekonomide kaynakların etkin kullanımı en uygun üretim teknolojilerinin kullanılması ile yakından ilintilidir. Çevre maliyetlerini de hesaba katan bir fayda maliyet analizi, var olan üretim teknolojilerinin en uygun üretim teknolojisi olmadığı sonucunu da verebilir²⁹⁹"

• **Negatif tüketim dışsallığı yaratan üretim faaliyeti:** Bir üreticinin üretiminin bir tüketicinin tüketim fonksiyonuna bağımsız değişken olarak girmesi ve olumsuz etki yaratması durumunda ortaya çıkan dışsallık türüdür. Üretime konu olan pek çok malda gerekli standartlara uyulmaması durumunda, standartların tam olarak belirlenemediği hallerde ise kalitesiz üretimin söz konusu olduğu pek çok ürünün tüketiminde, bu tür dışsallık ortaya çıkabilir. Bu nedenle oldukça yaygın bir dışsallık türüdür³⁰⁰.

²⁹⁸ H.Erkan, **Bilgi Toplumu ve Ekonomik Gelişme**, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 1994, s.251.

²⁹⁹ C.Dura, **a.g.e.**, s.9-37.

³⁰⁰ İ.Güneş, **a.g.e.** , s.28.

Bir termik santralde kullanılan fosil yakıtlardan kaynaklanan zehirli maddelerin, yakın çevredeki araziden elde edilen tarımsal ürünleri etkilemesi ve bu ürünlerin tüketilmesi durumunda, insan sağlığı üzerinde yaratacağı olumsuz etkiler de negatif tüketim dışsallığı yaratan üretim faaliyeti olarak nitelenebilir.

Tüketim Dışsallıkları: Bir kişinin tüketiminin diğer bir kişinin tüketim fonksiyonuna ya da bir üreticinin üretim fonksiyonuna bağımsız değişken olarak girmesi durumunda ortaya çıkan dışsallık türü tüketim dışsallığı şeklinde tanımlanmaktadır³⁰¹.

Sanayileşme sürecinde tüketim, üretime paralel olarak üretimin yapısı ve özelliklerine benzer bir gelişme göstermiştir. Dışsallıklar ve çevre bozulması açısından tüketimin birinci önemli yönü bu noktada kendini göstermektedir. Çağdaş ekonomik düzen "tüketim amacıyla üretim" yerine "üretim amacıyla tüketim" biçimini benimsemiştir. Diğer bir ifadeyle, üretim sadece zorunlu olan gereksinimler için yapılmamakta, lüks sayılabilecek gereksinimlerin de tatminine yönelik olarak da gerçekleşmektedir. Tüketim faaliyetlerinin dışsallıklar ile ilgili ikinci yönü topluca yapılan bir faaliyet olmasıdır. Temiz hava, yeşil alan gibi çevre varlıkları birçok kişi tarafından topluca tüketilir³⁰². İklim değişimi, biyolojik çeşitlilik ve verimli arazi kaybı, toprak erozyonu ve çölleşme gibi küresel etkiler ise tüm insanlığın üretim ve tüketim potansiyelinde değişikliklere yol açar. Bu durumda ekonomik zararlarının belirlenmesi çok daha karmaşık hesaplar gerektirir.

³⁰¹ İ.Güneş, **a.g.e.**, s.29.

³⁰² C.Dura, **a.g.e.**, s.9-37.

Tüketim dışsallıklarına verilebilecek örneklerden birisi de baca ve eksoz kirliliğinin yarattığı negatif tüketim dışsallığıdır. Fosil yakıt tüketen santraller ve petrol ürünleri ile çalışan araçların yarattığı maliyetler sadece kendilerini ilgilendirmemekte, aynı zamanda yakın çevreleri ve toplum tarafından da paylaşılmaktadır. Bu tür atıklarda bulunan maddeler sağlık sorunlarına neden olmaktadır.

Tüketim dışsallıkları kendi içerisinde dört ana grup içerisinde incelenebilir.

•**Tüketim sonucu doğan pozitif tüketim dışsallığı:** Bir kişinin tüketiminin diğer bir kişinin tüketim fonksiyonuna bağımsız değişken olarak girmesi ve olumlu etkilerde bulunması durumunda ortaya çıkan dışsallık türüdür³⁰³.

Bir bölgede tüketilen etin salgın bir hastalığa neden olması olasılığına karşın kamu görevlilerinin bir grubu ya da bölgeyi “karantina” altına alması ve bu durumda,yakın çevrenin de en azından karantina süresince hem kontrollü et tüketmesi, hem de salgından korunması bu tür dışsallığa örnek olarak verilebilir.

•**Tüketim sonucu doğan negatif tüketim dışsallığı:** Bir kişinin tüketiminin diğer bir kişinin tüketim fonksiyonuna bağımsız değişken olarak girmesi ve olumsuz etkilerde bulunması durumunda ortaya çıkan dışsallık türüdür³⁰⁴. Örnek olarak, apartmanda bir komşunun çok yüksek sesle dinlediği müziğin gürültüsüne tepki olarak bir başkasının da yüksek sesle müzik dinlemesi verilebilir.

³⁰³ A.Ç.Mutlu, a.g.e.

³⁰⁴ A.Ç.Mutlu, a.g.e.

•**Tüketim sonucu doğan pozitif üretim dışsallığı:** Bir kişinin tüketiminin diğer bir kişinin üretim fonksiyonuna bağımsız değişken olarak girmesi ve olumlu etkilerde bulunması durumunda ortaya çıkan dışsallık türüdür³⁰⁵.

Bu konuda meslek içi eğitim sonucu, çalışan personelin verimlilik artışına paralel olarak üretimde ortaya çıkan artışlar örnek olarak verilebilir.

•**Tüketim sonucu doğan negatif üretim dışsallığı:** Bir kişinin tüketiminin diğer bir kişinin üretim fonksiyonuna bağımsız değişken olarak girmesi ve olumsuz etkilerde bulunması durumunda ortaya çıkan dışsallık türüdür³⁰⁶. Belirli aralıklarla ve dozajda yapılması gereken toprak bakımının yapılmaması ya da bitki ilaçlama takvimine dikkat edilmemesi durumunda, komşu topraklardaki üretimin verimliliğinin ve/veya ürünün değerinin de düşmesi bu tür dışsallık için örnek olabilir.

3. Marjinal ve İnframarjinal Dışsallıklar

Bir üretim veya tüketim faaliyetindeki ek değişiklikten dolayı ekonomik birimlerin fayda ve maliyet fonksiyonlarındaki olumlu ve olumsuz değişmelere marjinal dışsal ekonomiler adı verilmektedir. İnframarjinal dışsallıklar ise, aynı koşullarda ya hiç bir değişikliğin meydana gelmemesi ya da değişikliğin göz ardı edilebilir boyutlarda olmasını ifade eder³⁰⁷. Diğer bir ifadeyle, A bireyi ya da firmasının davranışı, B bireyini ya da firmasının amaç

³⁰⁵ A.Ç.Mutlu, **a.g.e.**

³⁰⁶ A.Ç.Mutlu, **a.g.e.**

³⁰⁷ A.Ç. Mutlu, **a.g.e.**

fonksiyonunu etkiliyorsa dışsallık marjinaldir. Eğer etki ancak belli bir noktadan sonra ortaya çıkıyorsa inframarjinal bir dışsallık söz konusu olacaktır. Çevre sorunlarından doğan dışsallıkların önemli bir bölümü inframarjinal niteliktedir³⁰⁸.

Marjinal ve inframarjinal dışsallıklar kendi aralarında tek yönlü ve çift yönlü olmasına göre sınıflandırılabilir³⁰⁹. Buna göre;

a- Marjinal ve Tek Yönlü Dışsallık: Bir fabrikanın bacasından çıkan dumanların yarattığı olumsuzluklar marjinal tek yönlü dışsallığa örnek olarak verilebilir.

b- Marjinal Çift Yönlü Dışsallık: Kendileri sigara kullandıkları halde başkalarının içtikleri sigara dumanından rahatsızlık duyan kişilerin etkilenerek sigara yakması sonucunda ortaya çıkan durum dışsallığa örnek olabilir.

c- İframarjinal ve Tek Yönlü Dışsallık: Bir göl, yakınında bulunan fabrikanın atıklarının yoğunlaşması sonucunda yüzmeye elverişsiz hale gelebilir. Bu göl üzerinde aynı zamanda ulaşım faaliyetinin yapıldığı varsayılırsa, göl üzerinde ulaşımı engelleyecek noktaya gelinceye kadar kirlenmenin devam etmesi mümkündür. Bu ek atıklar inframarjinal dışsallıklardır. Çünkü atılan atıkların miktarı konusunda, belirli bir düzeyin üstünde yapılacak marjinal ayarlamalar, zararın derecesini değiştirmeyecektir.

³⁰⁸ A.Sonat, **a.g.e.**, s.299.

³⁰⁹ A.Sonat, **a.g.e.**

ç- İnframarjinal ve Çift Yönlü Dışsallık: Bir plajda birbirine yakın olan iki kişiden birisi radyo açarsa, diğeri bundan rahatsız olabilir ve kendi radyosunu açabilir. Her biri, kendi radyosunda farklı programlar dinlemeyi tercih edebilir. Dolayısıyla her birinin diğerrinin radyosunu açmasına karşılık diğerrinin sesini bastırmak için kendi radyosunun sesini yükseltmesi halinde, belirli bir düzeye kadar sağladıkları tatminde bir değişme olmayacağı söylenebilir. Bu durumda dışsallık inframarjinal ve çift yönlüdür. Ancak birisi sesin çok yükselmesi durumunda buna itiraz edecek olursa, dışsallık marjinal hale gelecektir³¹⁰.

C. Dışsallığın Düzenlenmesinde Kamusal Politikalar

Üretim ve tüketim faaliyetleri sonucunda kaçınılmaz olarak dışsal maliyetler veya faydalar ortaya çıkmaktadır. Pozitif dışsallıkların varlığı durumunda ise çok fazla sorun görülmemektedir. Çatışmalar negatif dışsallıkların nedenleri ve tazmin edilme yöntemlerine yönelik olmakla birlikte, tazmin çoğu kez gerçekleşmemektedir. Genelde de dışsallıklar tazmin edilmemektedir. Bu noktadaki yapılan tartışmanın özünü, kamusal düzenleyici politikalar ya da piyasa ekonomisi çözümlemelerinden hangisinin uygulanmasının daha uygun olacağı oluşturmaktadır. Bu nedenle konu ile ilgili önermelerde ideolojik yaklaşımların hakim olduğu gerçeğinin göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Günümüzde bütün ülkelerde çevre sorunlarının kamuoyu gündeminde yer bulması, sanayileşme sürecinin yarattığı çevre sorunlarının günlük yaşamı etkileyecek düzeylere ulaşması, bu tartışmaların çok daha geniş çevrelerde

³¹⁰ P.A.Victor, **İktisadi Açıdan Çevre Kirlenmesi**, Akbank Kültür Yayınları, Mac Millan İktisat Serisi, 1978, s.25-27.

yapılmasına neden olmuştur. Üretim ve tüketim sürecinin ortaya çıkardığı çevre maliyetleri, diğer ifadeyle negatif dışsallıklar konusunun ekonomistler arasında yoğun tartışılması sonucunda geçmişte var olan bazı yargılar değişmiştir. Bunlardan en önemlisi, çevrenin serbest maldan çok kıt kaynak olduğunun kabulüdür.

Kapitalist ekonomi sisteminde birçok doğal kaynağın kamusal mal olması ve piyasalarının oluşmaması nedeniyle çevre acımasızca kirletilmektedir. Dışsallığı önlemede piyasa başarısızlıkları nedeniyle çevre sorunları konusunda kamunun bütün ekonomik sistemlerde, ekonomik, mali, hukuki ve yönetsel önlemlerine gereksinim duyulmaktadır. Dışsal maliyetler, fiyatlandırılmamış olması nedeniyle, mekanizmalarının dışında bulunmaktadır ve yüklenildiği birey ya da grupların herhangi bir önbilgisi veya onayı olmaksızın ortaya çıkmaktadır³¹¹.

Pareto anlamında optimal üretim düzeyinin sağlanamaması durumunda piyasa ekonomisinin doğru işlemediği sonucu çıkar. Bunun nedeni ise yanlış veya eksik piyasa bilgisi (talep yanı), piyasada monopolistik durum (arz yanı) ve karşılanamayan dışsal zarar olabilir. Dışsallığın optimumu ve piyasa koşullarını bozan bir unsur olduğu düşünülürse dışsallığın varlığı kaynakların etkin değerlendirilemediğinin bir göstergesi sayılabilir³¹². Dışsallıkların düzenlenmesi, daha başka bir deyişle, negatif dışsallıkların içselleştirilmesi, daha çok kamu otoritesinin düzenlemeleri ile olmaktadır. Bu yönde kullanılan araçlar aşağıda açıklanmıştır.

³¹¹ İ.S.Çörtoğlu, **Kirleten Öder İlkesi ve Ekolojik Zarar Kavramı**, Yeni Türkiye Dergisi, Sayı:5, 1995, s.347-352.

³¹² J.E. Stiglitz, **Kamu Kesimi Ekonomisi**, (Çeviren: Ömer Faruk Batırel) (2. Baskı), Marmara Üniversitesi Yayın No 549, 1994, s.736.

1. Vergiler

Dışsallığı önlemede kamusal önlemlerin başında vergiler gelmektedir. Düzenleme amacına yönelik vergiler, kaynak dağılımında etkinliğin sağlanması için kullanılan vergiler olup, özellikle negatif dışsallıklarda kullanılırlar. Dışsallık yaratan mallar üzerine vergi konulması fikri ilk olarak A.J.Pigou tarafından öne sürülmüştür³¹³. " Pigou tipi vergiler" olarak da bilinen bu vergileri daha sonra C.Plott "düzenleyici vergiler" kavramı olarak ele almış ve negatif dışsallık yaratan ürünler üzerinde düzenleyici vergilerin etkilerini incelemiştir³¹⁴.

Son yıllarda yoğun bir şekilde dünyanın gündemine giren çevre sorunları nedeniyle ortaya çıkan sorunların çözülmesi arayışları, Pigou tipi vergileri tekrar güncel hale getirmiştir. 1972 yılında OECD tarafından kabul edilen "kirleten öder" ilkesi bir anlamda Pigou önermelerinin güncelleştirilmiş halidir. Aynı mantıkla Kyoto Protokolü'nde de "Karbon Ticareti", "Temiz Kalkınma Mekanizması" gibi araçlarla iklim değişimini yavaşlatma araçları yer almıştır.

1.1.Pigou Tipi Vergiler

Dışsallıkların denetimi amacıyla vergi konmasının temel ilkesi, sosyal maliyetlerle özel maliyetler ve sosyal fayda ile özel fayda arasında ortaya çıkan farkın, uygulanacak vergi ile giderilmesidir. Vergiler; dışsallıkların etkilerini düzeltmek, marjinal özel maliyetleri marjinal sosyal maliyetlere eşitlemek ve

³¹³ A.C.Pigou, **a.g.e.**

³¹⁴ C.R.Plott, **Externalities and Corrective Taxes**, *Economica*, Vol.33, 1966, s.84-87.

marjinal özel faydaları, marjinal sosyal faydalara eşitlemek yoluyla firma ya da bireylerin faaliyetlerinin gerçek sosyal maliyeti yansıtmasını sağlarlar. Bu şekilde suboptimizasyonun etkisi azaltılmaya, giderilmeye çalışılır³¹⁵.

1.2. Ürün Üzerinden Veya Atık Miktarı Üzerinden Vergi Alınması

Vergiler değişik şekillerde alınabilir. Bunlardan birincisi ürün üzerinden alınan vergilerdir. Piyasa içinde yer alan çok sayıdaki firmadan herhangi birinin bir ürünü negatif dışsallık yaratabilir ve diğer firmaların da bu ürünü kullanması sonucunda dışsal maliyetler toplum için artarak yayılır. Negatif dışsallığa neden olan firmanın üretimine müdahalenin olmaması durumunda Pareto optimumundan sapmalar ortaya çıkacaktır. Firmanın üretimine koyulacak bir vergi ile optimum düzeye ulaşmak istenebilir. İkinci olarak dışsallığın önlenmesi için uygulanabilecek vergilerden bir tanesi de doğrudan doğruya dışsallığı yaratan atık miktarı üzerinden vergilendirilmesidir. Bu tür vergilemenin etkin olabilmesi için istenen ya da optimal kirlenme düzeyini aşan kirlilik, firmaların üretimini ekonomik olmadığı bir vergi oranının tespit edilmesidir. Diğer bir ifadeyle firma daha fazla vergi ödememek için kirliliği azaltmayı tercih eder duruma gelmelidir³¹⁶.

1.3. Farklı Vergileme

Bu tür vergilemenin temel amacı çevre sorunu yaratanların aleyhine ürünlerin görece fiyatlarının değiştirilmesidir. Bu tip vergilendirmeye en yaygın örnek motorlu araçlarda uygulanan vergilendirmedir. Motorlu taşıtların ağırlığı,

³¹⁵ A.C.Pigou, **a.g.e.** Part II, Chapter 9, s.11.

³¹⁶ İ.Güneş, **a.g.e.** , s.37.

beygir gücü gibi değişkenlere bağlı olarak vergileri farklılık göstermektedir. Kurumsal düzeydeki düzenlemeler genellikle zararlı maddelerin kullanımından kaçınmayı özendiren ve yeni teknolojiler aracılığı ile çevre sorunlarına yol açmayan yöntemlerin desteklenmesi amacıyla kullanılan çeşitli ekonomik araçları içermektedir.

2. Sübvansiyonlar

Sübvansiyon “devletin kişi ve kurumlara para, mal veya hizmet şeklinde yaptığı karşılıksız yardımları³¹⁷” ifade eder. Sübvansiyonlar izlenen kamu politikalarının sonucu olarak bir malın tüketici tarafından normalde ödenmesi gereken fiyattan daha düşük, üreticiler tarafından alınan fiyattan ise daha yüksek belirlenmesi durumunda ortaya çıkmaktadır. Sübvansiyonları bir zorunluluk haline getiren ise dışsallıkların yaygın olmasıdır. Çünkü dışsal etkiler yaratan bir kararın alınmasında yasaların yaptırımı olmaması durumunda, dışsallıkların dikkate alınmaması sosyal faydası olan mal ve hizmetlerin yetersiz düzeyde üretilmesine neden olurken, sosyal maliyeti olan bazı mal ve hizmetlerin ise aşırı üretimine yol açabilir³¹⁸. Çevre ile ilgili olarak yapılan sübvansiyonların etkinlik yönünden önemli üstünlükleri bulunmaktadır. Bu tür önlemlerin kaynak tahsisi kararlarını etkileme potansiyeli vardır.

Negatif dışsallıkların içselleştirilmesi amacıyla uygulanabilecek sübvansiyonlar, hem dışsallığa neden olan üreticilere, hem de bu dışsallıktan etkilenen üretici

³¹⁷ H.Seyitoğlu, **Ekonomi ve İşletmecilik Terimleri Açıklamalı Sözlük** (2.Baskı), Güzem Yayınları, 2001, s.326.

³¹⁸ A.Ç. Mutlu, **a.g.e.**

veya tüketicilere verilebilir. Sübvansiyonun hangi tarafa verildiğine bağlı olarak sonuçları da değişebilmektedir³¹⁹. Çoğu kez kirliliğin kontrolünü amaçlayan sübvansiyon uygulaması ile çevre sorunu yaratan firmaların arıtım tesislerini kurması için kredi sağlanması veya arıtma giderlerinin vergiden indirilebilmesi gibi politikalar desteklenebilir. Kirlenme sonucu ortaya çıkan dışsallıklarda, kirlenmeye konu olan firma, kirlenmenin azaltılmasından ihmal edilebilir ölçüde doğrudan fayda elde edebilir. Bu nedenle de kirlenmeyi azaltma konusunda harcama yapmaya gönülsüz olabilir. Kirlenmeyi vergilemek yerine devletin kirlenmeyi azaltma harcamalarını sübvansiyon etmesi bir yöntem olarak kullanılabilir. Kirlenmeyi azaltmanın marjinal sosyal faydası ile firmanın marjinal özel faydası arasındaki farka eşit bir sübvansiyon verilmesi, harcamayı etkin bir düzeye ulaştırabilir³²⁰.

Bununla beraber bu çözüm arayışı sosyal bakımdan etkin kaynak dağılımına ulaştırmaz. Çünkü çevre sorununa neden olan üretimin toplam marjinal sosyal maliyeti, kirlenmeyi azaltma konusunda verilecek devlet sübvansiyonlarını da içermektedir.

Firmalar, üretim düzeyi konusunda karar verirken, negatif dışsallığa dikkat etmeme yanlılığına düşerler. Dolayısıyla, çevre sorununa neden olan üretimin marjinal sosyal maliyeti, marjinal özel maliyetini aşar. Bu gelişme de özel sektör mantığının sonucudur, çünkü özel girişimciliğin itici gücü olabildiğince kısa

³¹⁹ A.Ç. Mutlu, **a.g.e.**

³²⁰ İ.Güneş, **a.g.e.**, s.42.

sürede amortisman, kârlılık sağlamak ve maksimizasyonudur. Çevresel etkilerin dışsal maliyeti ise genellikle uzun sürelerde ortaya çıkar.

3. Harçlar

Belirli kamu hizmetlerinden yararlananların veya kamu işlemleri yapanların devlete ödemeleri gereken paraya "harç" adı verilir. Harcın yükümlüsü, kamu hizmetinden yararlanan veya harca tabi işlemi yapan kişidir³²¹. Çevre sorunlarının giderilmesinde kullanılan ekonomik araçlardan bir diğeri de harçlardır ve çevre sorununa yol açanlardan alınması gereken akçal karşılıklara harç adı verilmektedir. Çevre yazınında "kirleten öder" olarak bilinen ilkeye dayanılarak harçlar değişik ülkelerde uygulama alanı bulmuştur. Harçlar genellikle yerel yönetim birimlerince toplanmakta, zararın giderilmesi ve tazmini amacını taşımaktadır. Günümüzdeki küreselleşmiş çevre sorunlarının yarattığı zararın tazminini sağlayacak bir otoritenin oluşturulması ise çok zor görünmektedir. Harçların çevre sorunlarını önlemede caydırıcılık sağlayacak derecede yüksek tespit edilmesi, ender rastlanan bir durumdur.

OECD harçları dört grupta ele almaktadır³²².

- Atık Harçları: Çevreye doğrudan bırakılan atıklar için yapılan ödemeleri ifade etmektedir. Ancak atık harçlarının sınırlı bir rolü olduğu söylenebilir. Bu

³²¹ H.Seyitoğlu, **a.g.e.**

³²² OECD, **a.g.e.**

durumun başlıca nedenleri, uygulama ve hesap yöntemlerinin karmaşıklığı ve elde edilecek gelirleri değerlendirecek ortak bir arıtım kuruluşunun olmamasıdır.

- Hizmet Harçları: Atıklara uygulanan çeşitli işlemler nedeniyle hizmetlerin karşılığı olarak yapılan ödemelerdir. Örneğin yerel yönetimlerce atık suların toplanması için alınan harçlar bu tip hizmetlerin normal fiyatı olarak kabul edilmemekte ve nadiren çevre sorununu azaltmaya yönelik ekonomik etki yaratmaktadır.

- Üretimle İlgili Harçlar: Çevre sorununa neden olan ürünlerin fiyatlarına, üretim ya da kullanma aşamalarında uygulanan harçlardır. Üretim harçlarının amacı, farklı ürünlerin göreceli fiyatlarını değiştirmek ve/veya toplama-işleme sistemlerine mali destek sağlamaktır.

- Yönetimle İlgili Harçlar: Temel olarak permilerin teslimi ve permi sahiplerinin denetimi gibi işlemlerin kısmi veya tam finansmanını sağlamayı amaçlar.

4. Standartlar

Çevre sorunlarının neden olduğu negatif dışsallıklara yönelik düzenleme yöntemlerinden biri de "doğrudan kontroller" olarak da adlandırılan kirlilik standartlarıdır. Standartlar hükümetler için "geleneksel" araçlar olarak kabul edilebilirler³²³.

³²³ İ.Güneş, a.g.e., s.45.

Doğrudan kontroller, belirlenen kirlilik standartlarına göre kirletici faaliyetlere yasaklama seçeneği de dahil olmak üzere, sınırlamalar getirme esasına dayanır. Bu nedenle bu politika aracının başarısı temelde kirliliğin kontrol edileceği düzeyi gösteren standartların doğru olarak belirlenmesine bağlıdır³²⁴. Çevresel kaliteyi artırmak ve sosyal maliyeti tazmin için uygulanan standartlar çoğu kez ölçüm zorluğu nedeniyle kestirimler yardımıyla uygulanabilmektedir. Bu, konulan standartların ekonomik olarak geçersiz ya da anlamsız olduğu anlamına gelmemekle birlikte, ancak kötü kestirim ya da yanlış bir standart uygulaması da hatalı sonuçlara yol açar ve kamusal düzenlemelerde önemli kayıplara neden olabilir³²⁵. Ayrıca standartlar da, yukarıda sayılanlar diğer araçlar gibi ancak ileriye dönük etki gösterebilirler. Sanayi Devriminden bu yana birikimli şekilde gelen küresel çevre sorunlarının çözümüne katkıları sınırlı olmuştur..

Standartlar kaynağına göre genel olarak iki şekilde sınıflandırılmaktadır³²⁶.

Çıkış Noktası Standartları: Çevreye krizine neden olan atıkların sorun oluşturmayacak en yüksek miktarını atıkların çıkış noktasına göre belirleyen standartlardır. Böylece her üretici standartlarda belirlenen oranı aşmayacak kadar üretimde bulunacak, aştığı takdirde ise temizleme ve arıtma tesislerini kurmak zorunda olacaktır. Bu tip standartlarda atığın deşarj edildiği ortamın kalitesi önemli değildir. Çıkış noktası standartlarında, kirlilik düzeyi çok düşük bir

³²⁴ H.Ertürk, **Toplumsal Refah ve Çevre Kirlenmesi**, Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt. VII, Sayı 2, 1996, s.21-28.

³²⁵ İ.Güneş, **a.g.e.**, s.46.

³²⁶ H.Ertürk, **a.g.e.**, s.24.

deşarj ortamının standartta belirlenen sınırlara kadar kirletilmesine izin verilmiş olacağından, deşarj ortamının doğal yapısının bozulabilir.

Alıcı Ortam Standartları: Alıcı ortamda aşılması gereken kirlilik düzeyini ifade eden standartlardır ve kalite standartları olarak da ifade edilmektedir³²⁷. Bu standartlar çevrenin korunması gereken niteliklerini belirlemeyi amaçlar. Dolayısıyla da uygun politika seçimine yardımcı olur. Alıcı ortam standartlarında amaç bir işletmenin atıklarının üst sınırını belirlemek değil, yaşanan çevrenin niteliğini değiştirmemektir.

En uygun kontrol, uygulanacak standart sonucu ortaya çıkan maliyetin, bu standardın uygulanması ile elde edilen faydaya eşit olduğu noktada gerçekleşecektir. Bu noktada karşılaşılan soru “Standartın uygulanması sonucunda elde edilecek olan fayda ve maliyetlerin, üretici ve tüketiciler için aynı olup olmadığıdır.” Standartlara uyan bütün firmalar için ortaya çıkan maliyetler aynıdır. Ancak sağlanan fayda bölgelere göre değişebilmektedir. Çünkü sağlanan faydayı kirletici sayısının çokluğu ve yoğunluğu gibi etmenler belirleyebilmektedir. Bu nedenle de en uygun korumanın sağlanabilmesi için bölgelere göre koruma oranı farklılaştırılabilir.

Alıcı ortam standardı kabul edildiğinde, her kirletici karar birimi bulunduğu çevrenin koşullarına göre kendini bu standartlara farklı şekillerde uyduracak ve sonuçta farklı koruma oranları ortaya çıkacaktır. Bu ise alıcı ortamın daha uygun olduğu bölgelerde koruma maliyetlerinin daha düşük olması sonucunu

³²⁷ H.Ertürk, **a.g.e.**, s.25.

doğuracaktır. Böyle bir farklılık kirleticilerin coğrafi olarak daha dengeli dağılımı açısından yeni kurulacak işletmeler için özendirici bir faktör olarak değerlendirilebilir. Buna karşın standartların uygulanmasından önce kurulmuş olan işletmeler arasında maliyet farklılığı yaratması nedeni ile rekabet koşullarında farklılıklara yol açabilir³²⁸.

Yalnızca yeni kirlilik kaynaklarına standart uygulanması ya da eski ve yeni kaynaklar arasında farklı standart uygulanması sanayileşmiş bölgelerde üretim maliyetini görece olarak artırırken, bölgesel farklılıklar yaratmakta, yatırımların ertelenmesine ve mevcut tesislerin yüksek işletme giderleri ile çalışmasına yol açmaktadır³²⁹.

5. Kirlilik İzni (Pazarlanabilir kirlilik hakkı)

Kirlilik izni, belirlenen bir üst sınıra kadar çevrenin kirlenmesine müdahale edilemeyeceğini ifade eder³³⁰. Kirlilik izinleri, firmalara bedelleri karşılığında pazarlanabilir oldukları ölçüde ekonomik açıdan etkin olmaktadır. Kirletme hakkının doğal bir sonucu olarak ortaya çıkan bu kavram "kabarcık teorisi" (bubble theory) yardımı ile açıklanmaktadır. Buna göre, herhangi bir yerleşim yerini çevreleyen atmosfer tek bir hava kabarcığı olarak kabul edilmektedir³³¹. Bu izinin

³²⁸ A.Sonat, **a.g.e.**, s.149.

³²⁹ A.Sonat, **a.g.e.**, s.150.

³³⁰ R.Hemming, **Kamu Harcamalarının Verimliliği, Kamu Harcamaları Rehberi** (Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Kamu Harcamaları El Kitabı), (Çeviren: Doğan Cansızlar), Maliye ve Gümrük Bakanlığı Bütçe ve Mali Kontrol Genel Müdürlüğü Yayını, 1995.

³³¹ F.D.Yaşamış, **Çevresel Yönetim ve Planlama**, Marmara ve Boğazları Belediye Birliği Yayınları Yayın no:88,1989, s.173.

verilebilmesi ortamın taşıma kapasitesinin belirlenmesi ile ancak mümkün olabilir. Örneğin, Sakarya Nehri'nin mevsimsel olarak taşıdığı alüvyon (kum, çakıl, kil,silt gibi) miktarı sınırlıdır. Bu nehirden alınan kum miktarı, nehrin taşıdığı kum miktarından fazla olduğu takdirde, nehrin doğal yapısı bozulacaktır. Kabarcık kuramından hareketle herhangi bir bölgede belirlenmiş olan kirlilik tavanına ulaşıldığında, yeni kurulacak tesislerin yaratacağı kirlilik belirlenen sınırların aşılması anlamına geleceğinden bu bölgeye yeni tesislerin kurulması mümkün olmayacaktır. Bunun gerçekleşebilmesi için firmanın kuracağı tesisin bölgeye özgü alıcı ortam eşiklerini aşmaması gerekir. Çoğu kez teknik ve ekonomik nedenlerden ötürü bu olanaklı değildir. Bu koşullar altında bölgede yeni tesis kurmak isteyen firmalar daha önce bu bölgeye yerleşmiş olan tesislerden "Kirlilik Hakkı" veya "Ruhsatı" satın almak zorundadır. Bu hakkı satan firma, ancak satın aldığı kirlilik izni veya ruhsat çerçevesinde yeni tesis kurabilir. Ancak bu olumlu beklentiler her zaman gerçekleşmeyebilir. Uygulamada olumsuzluk yaratacak aşağıdaki durumların ortaya çıkması da olasıdır.

- Firmaların izni kötüye kullanması: Yeterli miktarda firma rekabet halinde değil ise, pazarlanabilir kirlilik izinleri tekелci davranışlara neden olabilir. Bu izni alan firmalar, pazara yeni firmaların girmesini engellemek amacıyla bu hakkı kullanabilir.

- Kamusal kötüye kullanım: Bu izni vermek durumunda olan ilgili kamu otoritesi bu yetkiyi daha fazla gelir sağlamak amacıyla kötüye kullanabilir. Eğer bu izinlerin maliyeti, emisyonu azaltacak yeni bir teknoloji geliştirmenin maliyetinden daha düşükse, firma bu izni satın almayı kirliliği azaltmaya tercih edecektir. Sonuç

olarak kamunun sadece gelir elde etme isteği toplam kirliliğin artmasına neden olabilir.

• Kirlilik izni: Ortamın mevcut taşıma kapasitesi üzerinde bir kirlilik söz konusu ise, bu kirliliğin devamlılığı sağlanmış olacaktır. Özellikle iklim değişikliğini önlemede kullanılmaya çalışılan bir araçtır. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin Kyoto Protokolü'nde ülkeler için bir kirlilik kotası belirlenmiştir. Bu sınır altında emisyon yaratan ülkeler, kotasından fazla sera gazı emisyonu yaratan ülkelere kirletme haklarını satabilecektir³³².

Ç. Dışsalılığın Düzenlenmesinde Piyasa Çözümleri

Bir piyasa başarısızlığı olan dışsalılıkların, piyasa sistemi içerisinde önlenmesine yönelik farklı yaklaşımlar bulunmaktadır.

1. Coase Yaklaşımı

Coase, "Pigou tipi vergilerin Pareto cu optimumu bozduğu" iddiasını ortaya atarak, dışsalılıkların varlığının etkinliği engellediğini ve bu durumun kamu müdahalesini gerektirdiği şeklindeki görüşe karşı çıkmıştır³³³. Coase, Pareto cu etkinlik için rekabetçi piyasanın bütün koşullarının varlığının gerekmediğini ileri sürmüştür. Eğer piyasa hareketleri etkinlikten uzak sonuçlar yaratıyorsa,

³³² ÇOB, a.g.e.

³³³ R.Coase, **The Problem of Social Costs**, Journal of Law and Economics, 3, 1960, s.1-44.

karar birimleri karşılıklı pazarlıkla etkinlik koşullarını yeniden yaratabilecektir. Bunun için de mülkiyet haklarının tesisi yeterlidir³³⁴.

Pareto optimal kaynak dağılımına ulaşabilmek için ekonomik birimlerin hepsinin mülkiyet haklarına sahip olması da gerekmez. Kirletme hakkına sahip olanlar çevre sorunlarından etkilenenlere bir ödemede bulunurlar. İkinci durumda ise, çevre sorunundan etkilenenler soruna neden olanlara ödemede bulunurlar. Dolayısıyla bu analizin en önemli varsayımı, mülkiyet haklarının alınıp satılabilmesi noktasında düşünülmektedir. Diğer önemli bir konu ise işlem maliyetleridir. İşlem maliyetleri, uygulama, pazarlık ve izleme maliyetleri gibi maliyetlerdir. İşlem maliyetlerinin düşük olması, kişi/gruplara kendi aralarında pazarlık yapma ve Pareto optimal kaynak dağılımına ulaşma olanağı tanır. İşlem maliyetlerinin yüksek olması durumu, ekonomik birimlerin pazarlık sürecinden kaçınmaları sonucunu getirir.

Coase, çevreden doğan dışsallıkların “karşılıklı dışsallıklar” olarak düşünmektedir. Bu nedenle de eğer mülkiyet hakları açık bir şekilde belirlenmiş ve uygulanabilir ise bütün ekonomik birimler olası durumlar hakkında tam bilgi sahibi olacak ve işlem maliyetleri de düşecektir. Böylesi bir durumda kamunun dışsallıkları düzeltmek amacıyla yapabileceği müdahalelere gerek yoktur. Çünkü ekonomik birimler kendi aralarında yapacakları pazarlıklar sonucunda Pareto optimal kaynak dağılımına ulaşacaklardır³³⁵.

³³⁴ İ.Güneş, **a.g.e.**, s.51.

³³⁵ R.Coase, **a.g.e.**

Tüm bu gerekçelerle Coase, devletin müdahale etmemesi, tarafların kendi aralarında anlaşması ve dolayısıyla mülkiyet haklarının fiili duruma göre belirlenmesi gerektiğini ifade etmiştir³³⁶.

Coase önermelerinin neden uygulanamayacağı yönünde pek çok dayanak öne sürülebilir. Güneş'e göre bu öngörülerin başlıcaları şunlardır³³⁷;

“a) En önemli neden, kamusal malların varlığıdır. Kamusal malların sahip olduğu dışsallıklar çoğu kez bu malın kamu tarafından arz edilmesi ile yakından ilişkilidir. Dolayısıyla kamusal malların tüketiminden bir bireyi veya grubu mahrum etmek bazen teknik olarak olanaksızdır, olanaklı olsa bile bunun maliyeti çok yüksektir.

b) İşlem maliyetleri taraflar arttıkça yükselmektedir. Çünkü çok sayıdaki bireyi veya grubu ilgilendiren konuda gönüllü olarak bu kişi veya grupların bir araya gelmesinin maliyeti yüksektir. Oysaki bu hizmetlerin arzı kamu hizmeti niteliğindedir ve devletin işlem maliyetleri için ayrı bir örgütlenmeye gitme gereksinimi yoktur. Bu da tasarruf sağlamaktadır.

c) Bu tür çözüm arayışlarında en önemli konulardan biri de tam bilgi sorunudur. Eksik bilginin varlığı durumunda çoğu kez anlaşma sürecinde sorunlar yaşanabilir. Taraflardan birinin eksik bilgi ile anlaşma sürecine katılması arzu edilen optimum düzeyin dışında bir çözüme ulaşılmasına neden olabilir.

ç) Mülkiyet haklarının iyi tanımlanması bu tür önermelerde ön koşuldur. Ancak yazılı ya da fiili olarak hakkı elinde tutan kişinin faaliyetleri sonucunda olumsuz etkilenen kişi veya grupların anlaşmaya gitme veya haklarını arama süreci çoğu kez uzun sürebilir,

d) Pek çok mülkiyet hakkı alınıp satılabilir. Bazı haklar vazgeçilmezdir ve yasal olarak, alınıp satılması olası değildir. Vazgeçilmez haklarda uygulanması mümkün değildir. Bazı durumlarda da kişiler rasyonel olarak çekici olmayan ya da tehlikeli davranışlarda bulunabilir ve bu durumların tehlikeli olmadığını savunabilirler.

e) Toplumların bazı değer yargıları vardır. Bazı davranışlar toplumlar tarafından hoşgörü ile karşılanmayabilir. Kişinin istekleri arasında böylesi sonuçlar doğurabilecek mülkiyet haklarının alınıp satılması yatabilir. ”

³³⁶ A.Sonat, **a.g.e.**

³³⁷ İ.Güneş, **a.g.e.**, s.53.

Coase yaklaşımında herhangi dış bir müdahale olmadan piyasanın kendi çözümünü yaratması beklenmektedir. Günümüzde mülkiyet hakların belirlenmesi ancak devletin koyduğu kurallar çerçevesinde olduğundan, Coase yaklaşımının çevre sorunlarını önlemede başarılı olması beklenmemektedir.

2. Hicks-Kaldor Ölçütü: Tazminat Çözümü

Pareto kriterini kullanabilme olanağı kalmadığı durumlarda öncelikle Kaldor³³⁸ tarafından öne sürülen ve Hicks'in³³⁹ benimsediği zararı karşılama ya da tazmin ilkesine başvurmak Pareto ölçütlerine adeta bir açılım yaratmakta ve yeniden bu ölçütü kullanma olanağı sağlamaktadır. Hicks-Kaldor ölçütü bireyler arası yarar karşılaştırmasını dolaylı olarak gerçekleştirmektedir.

Bu yaklaşıma göre; eğer uygulanan ekonomik politika, bir değişim yaratmış ve bu değişimden bazıları zarar etmiş bazıları da kazançlı çıkmışsa, kazançlı çıkanlar zarar edenlerin zararlarını karşıladıkları halde hala kazançlıysalar toplumun sosyal gönenci artmıştır³⁴⁰.

3. Scitovsky Yaklaşımı: Pazarlık Ölçütü

Scitovsky tarafından, Hicks-Kaldor yaklaşımına bir seçenek olarak ortaya konulan yaklaşımdır. Bu yaklaşıma göre, ekonomik politika bir değişim

³³⁸ N.Kaldor, **Welfare Propositions of Economic and Interpersonal Comparison of Utility**, Reading in Welfare Economics, George Ailen and Unwin Ltd, 1969, s. 378-390.

³³⁹ J.Hicks, **The Rehabilitation of Consumers**, Reading in Welfare Economics, George Ailen and Unwin Ltd, 1969, s.607.

³⁴⁰ A.Sonata, **a.g.e.**, s.58-64.

yaratmış ve bu değişim sonucu kazanç elde edenlerle kayba uğrayanlar olmuşsa, kazançlıların kaybedenleri bu değişime ikna etmeleri ve aynı zamanda kaybedenlerin kazançlıları bu değişimden vazgeçmeye ikna edememeleri halinde toplumun gönenci artmış demektir. Bir ekonomik birim, üretim yada tüketim faaliyetlerinin sonucunda başka bir ekonomik birimin faaliyetini sınırlanması için pazarlık yapmalıdır³⁴¹.

Coase'nin dışsal maliyetlerinin piyasa ekonomisi içinde önlenebileceğini ileri sürdüğü teori yanında, Hicks-Kaldor ve Scitovsky'nin teorileri de, negatif dışsal ekonomilere çözüm olarak düşünülmesine rağmen, günümüz dışsallıklarının ve toplumsal yapının niteliği gereği, yetersiz kalmışlardır. Piyasa ekonomilerinin çevre sorunlarını önlemede yetersiz kaldığı durumlarda kamunun ekonomik düzenlemeleri etkili olabilir.

D. Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi

Ekonominin genel durumu içerisinde ortaya çıkan olumlu ve olumsuz çevresel etkilerin değerlendirilmesi, hem çevreyi etkileyen yatırım kararları için hem de çevrenin yönetilmesi için önemlidir. Temiz havaya veya güzel bir manzaraya akçal bir değer biçmek zordur. Bir eşiğin aşılması durumunda etkisi katlanarak artabilecek çevre sorunlarının yarattığı sorunların gelecekteki zararının hesabı da kestirimden öteye geçemez. Ayrıca çevre sorunlarının birçoğu arasında zincirleme tepkimelere yol açan, kısır döngüler yaratan ilişkiler vardır.

³⁴¹ T.Scitovsky, **A note on Welfare Propositions in Economics**, Reading in Welfare Economics, George Ailen and Unwin Ltd., 1969, s.128.

Serbest ticareti yapılan mallar için pazar fiyatları kullanabilir. Bununla birlikte gönenci etkileyen ama pazarda yer almayan mallar için fiyat yoktur. Örneğin mercan resifleri azalmaktadır, ancak resifler fiyatlandırılmamaktadır. Ancak bu malların maliyetinin olamayacağı veya ekonomistlerin değerleri akçal terimlere çevirmesi gerekmediği anlamına gelmemektedir. Resiflerde çoğalabilen balıkların azalması sonucu dünya balık stokundaki tükenmenin bedeli hesaplanabilse de, mercanların okyanusların ısınması ve/veya asidikleşmesi ile yok oluşunu engelleyememektedir.

Serbest malların ekonomik olarak değerlendirilmesinin özünde, iyileştirilmiş çevre için ödeme isteği yada çevreye verilen zararın tazminatını kabul etme isteğini ölçerek, kaynakların paylaşımı için bireylerin tercihinin anlaşılması yönünde araştırma yapmak vardır. Bu iki ölçek arasındaki fark önemli bir çatışmanın kaynağıdır. Serbest malların ve hizmetlerin değerlendirilmesi için bu ölçeklerden herhangi biri üzerine kurulmuş bir dizi teknik geliştirilmiştir. Bu teknikler doğrudan ve dolaylı yöntemler olarak sınıflandırılabilir³⁴². Doğrudan değerlendirme malların pazar fiyatları belirlenir. Dolaylı değerlendirme ise malların fiyatlarının kestirimine dayanır. Örneğin tarım ürünleri, ormanlar veya binalar üzerindeki etkileri değerlendirme çalışması, sağlığa verilen zararlar, canlı çeşitliliğinin azalması gibi ekosisteme verilen zararlar gibi pazarla ilgisi olmayan durumlarda ödeme veya kabul etme isteği gibi değerlendirme yöntemleri kullanılabilir. Bireylerin tercihi onlara çevre kalitesinde meydana

³⁴² H.Ertürk, **Çevre Kirlenmesinin Ekonomik Anlamı**, Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı:2, 1985, s.19-25

gelen varsayımsal değişimlere nasıl tepki verecekleri doğrudan sorulmasıyla anlaşılır ve sonuç çıkarılır.

Çevresel bir hizmet için pazar fiyatı bulunmasa da diğer gerçek pazarlara bağlar bulunur, değerlendirme tekniği fiyatları dolaylı olarak belirleyebilir. Bu ikinci kategoride iki temel yaklaşım bulunur: Hazcı fiyat yöntemi ve seyahat maliyeti yöntemi³⁴³. Her iki yaklaşımın ortak noktasında inceleme altındaki serbest mala talep ile pazarda gerçekte satılan tamamlayıcı mala talep arasında bir ilişki bularak değerin hesaplanması vardır. Hazcı model bireylerin hoş olmayan etkilerden uzak durmak için gerçekte yaptıkları masrafı ölçer. Örneğin, gürültünün artması mülklerin değişimle değerinin düştüğünü kanıtlamıştır³⁴⁴. Seyahat maliyeti modelleri bireylerin cazip bir doğa deneyimi yaşayabilecekleri yerlere giderken harcadıkları zaman ve parayı inceler. Bu şekilde, rekreasyon alanları ve hatta su kalitesi için bir değer elde edilebilir.

Unutulmaması gereken bu akçallaştırma tekniklerinin öncelikli çevreleri işaret ettiğidir. Buna rağmen, çevresel etkilerin akçal değerlendirilmesinin temel bir faydası vardır. Çevre konularının genelde bireysel karar verme süreçlerine, özelde fayda-maliyet analizlerine dahil edilmesini sağlar. Ekonomik bir çerçevede, dışsal maliyetlerin içselleştirilmesi kontrol mekanizmasından çok maliyetler ve dinamikler açısından, vergiler ve ticareti yapılan izinler yardımıyla etkili bir biçimde başarılabılır. Öte yandan, çevresel etkilerin

³⁴³ T.Tietenberg, **Economics of The Environment: An Overview**, Environmental And Natural Resource Economics, Third Edition, Harpers Collins Publishers, 1992.

³⁴⁴ REJ, **Factors that Determine the Reduction in Property Values Caused by Traffic Noise** , Road Engineering Journal, <http://www.usroads.com/journals/p/rej/9710/re971004.htm>., (Erişim tarihi: 27.08.2008).

zararlarını görenler ile etkiyi yaratanların, yarattıkları etkiden kısa dönemde akçal olarak yararlananların birçok özellikleriyle çok farklı konumlarda olduğu durumlarda, akçal değerlendirme ile çözüm sağlanması çok zordur.

BÖLÜM IV: ENERJİNİN ÇEVRESEL SORUNLARI VE DIŞSALLIKLAR

Devlet yapısının üç ayrı kuvveti olan yasama, yürütme ve yargıyı ilgilendiren bir politika, eskiden olduğu gibi günümüzde de bilimsel araştırmaların ışığında, fakat iktidarın politik tercihleri tarafından belirlenmektedir³⁴⁵. Bu yapının kurmayı başarması gereken, çevre açısından güvenli, insan isteklerinin ve gereksinimlerinin doğal dengeleri yıkmadan karşılandığı bir dünya, devrim niteliğinde değişiklikleri olanaklı kılan yepyeni bir ekonomi düzenidir³⁴⁶.

Kapitalist ekonomik sistemde birçok doğal kaynağın kamusal mal olması ve piyasalarının oluşmaması nedeniyle, fiyatların yol göstericiliğinde karar veren ekonomik birimler, doğal kaynakların geleceğine sahip çıkma ve korumasına özen gösterme sorumluluğunu taşımamaktadırlar³⁴⁷.

Uluslararası ekonomi sisteminin göstergelerinden biri olan GSMH hesaplanırken, ürünlerin ve hizmetlerin geleneksel muhasebe sistemine göre hesaplanabilen genel toplamından sadece eskime payları düşülmektedir. Geleneksel muhasebe sisteminde, Bölüm III (s.122-157)' de ayrıntılı olarak anlatılan dışsallıklar hesaba katılmamaktadır. Dışsal faydalar genellikle dışsal maliyetlerden çok daha azdır. Sanayi veya hizmet firmaları kârlarını gerçekçi tutarlarken çevresel yıkıma neden olmanın maliyetini topluma terk etmektedirler. Bu kadar eksik ve hatalı bir muhasebe sistemi

³⁴⁵ I.Fairlie, **Müşamaha Gösterilen Nükleer Tehlike**, The Ecologist Sayı 22, 1992, s.5.

³⁴⁶ S.Postel, **Yaşadığımız Belirleyici On Yılın Sorunu:İnkarcılık**, Dünyanın Durumu-1992 Worldwatch Enstitüsü Raporu,TEMA Yayınları, 1993, s.124.

³⁴⁷ Ö.Dağdemir, **Çevre Sorunlarına Ekonomik Yaklaşımlar ve Optimal Politika Arayışları**, 2003, Gazi Kitabevi Yayınları. s.341.

ile gelişmenin bilançosu sağlıklı bir biçimde oluşturulamayacağından, ekonominin kendi bindiği dalı kesmesi kaçınılmazdır³⁴⁸.

WTO gibi kurumların çabalarıyla 1992'den günümüze, daha önce ticari kullanıma açılmayan kamusal alanların da ticarete konu edilerek, bunun aralarında Türkiye'nin de bulunduğu artan sayıda ülkeye kabul ettirilmesi, birlikte kendi diyalektik yanıtını doğurmuş; küreselleşme karşıtlarının karşı çıkışları kendini sosyal bilimler ve ekonomi biliminde de göstermiştir. Çevrenin kıt bir mal gibi değeri olduğu anlaşılan günümüzde; Türkiye için yeni olan çevre ekonomisi, gelişmiş ülkelerde önemli bir çalışma alanı olmuştur³⁴⁹.

Geleneksel muhasebe düzeninde herhangi bir mal veya hizmetin üretimi ile sağlanan yararın temel harcama kalemi olan enerjiyi elde etme sırasında hesaplanmayan (öngörülmeyen) ekonomik sonuçlar ortaya çıkmaktadır³⁵⁰. Örneğin sugücü kullanılarak enerji elde edilen barajlar ile taşkın önleme, sulama suyu elde etme, mesire yeri ve balıkçılık alanları yaratma gibi yararlar elde edilmektedir. Bununla birlikte verimli tarım arazileri kaybedilmesi, tarihi ve kültürel mirasın yok olması olumsuz sonuçlarda ortaya çıkabilmektedir.

Dünyanın gelişmiş ülkelerinde ve özellikle Avrupa'da, başta enerji olmak üzere insan işlerinin dışsal fayda ve maliyetlerin içselleştirilmesi için gelişmiş bir çaba vardır³⁵¹.

³⁴⁸ L.Brown, **Dünyanın Durumu-1993**, Worldwatch Enstitüsü Raporu, TEMA Yayınları , 1993, s.312.

³⁴⁹ A.E.Davidson, **Gayri Safi Milli Hasılayı Yiyemezsiniz**, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, 2004, s.168.

³⁵⁰ U.Gürsoy, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, 2004, Türk Tabipler Birliği Yayınları. s.121-122.

³⁵¹ M.Kışlalıoğlu ve F.Berkes, **Çevre ve Ekoloji**, Remzi Kitapevi, 1991, s.11-25.

1997'de çevre ekonomisti Robert Costanza ve arkadaşları 'doğa'nın verdiği hizmetlerin sayısal değerinin yılda en az 33 trilyon ABD doları olduğunu ve bunun o dönemdeki dünya üretiminin akçal değerinin iki katına karşılık geldiğini belirlemiştir³⁵². Davidson ise hesaplamalardaki bazı belirsizlikler nedeniyle tutucu bir yaklaşımla doğanın verdiği hizmetlerin en ucuz değerden hesaplandığını, gerçekte bu değer çok daha fazla olabileceğini öne sürmektedir³⁵³.

Cohen, bir ürünün maliyeti hesaplanırken, geleneksel muhasebe sisteminde birbirinden farklı pek çok unsurun hesaba katıldığını belirtmiştir. Bu unsurları ise, tesisin ürettiği ürün miktarına bağlı olmayan, genel bakım, sigorta, vergi, kurum hissedarlarına dağıtılan kâr payları, ekonomik ömür sonunda tesisin hizmet dışı bırakılması için gereken sabit ödemeler, büyük ölçüde personel ve işçi ücretlerinden oluşan işletme ve bakım masrafları, üretimin yapılabilmesi için gereken yakıt, hammadde gibi harcamalar, üretim sonunda çıkan katı, sıvı ve gaz atıkların işlenmesine yapılan harcamalar olarak sıralamıştır³⁵⁴. Açıkça görüldüğü gibi geleneksel muhasebe sisteminin bu şekildeki çarpık maliyet yaklaşımı, günümüzde giderek artan ve geri dönülmez noktaya daha da yaklaşan doğal dengede bozulma ve azalan kaynak/artan gereksinim dengesizliğini daha da arttırmaktadır.

Enerji kaynaklarının elde edilmesinin, enerji üretiminin ve tüketiminin çeşitli

³⁵² R.Costanza vd., **The value of the world's ecosystem services and natural capital**, Nature 387, 1997, s.253-260.

³⁵³ A.E.Davidson, **a.g.e.**

³⁵⁴ L.B.Cohen, **Çok geç olmadan: Bir bilimadamı gözüyle nükleer enerji**, Çeviren M.Göktepeli, Ankara, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları No:10.,1995, s.336.

aşamalarında oluşan, geleneksel muhasebe düzeniyle hesaplanan veya hesaplanamayan etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler, ulusal ve küresel önceliklerine göre insanların diğer eylemleri ile etkileşim içindedirler.

Mevcut kaynakların elektrik enerjisine dönüştürülmesi için gereken masraflar dört ana başlık altında toplanabilir³⁵⁵;

- **Sermaye ve Sermayenin Maliyeti :** Mevcut teknolojiye göre tesis edilmesi gereken santralın ve bu santralın inşası için gerekli olan finansmanın faizi, geri ödeme planı, vadesi gibi fiyatının öğeler.
- **İşlenecek Kaynağın Maliyeti:** Enerji kaynağının erişilebilirliğine, kullanıma uygun hale getirilebilmesine bağlı olarak değişen giderler.
- **İşletme Maliyeti:** Mevcut tesislerin bakım, onarım ve işletmesi için karşılanacak giderler.
- **Dışsal Maliyetler:** Doğrudan üretim veya tesisle ilgisi olmayan çevreye ve/veya enerji sektörüne yada diğer sektörler verilen zararlar ile ilgili masraflar.

Enerji üretimin negatif dışsallıkları piyasa fiyatlarına katılmayan, çevrenin ve toplumun yüklendiği maliyetlerdir. Hava kirliliği, küresel ısınma, su kirliliği, kaza ve meslek hastalıkları, görüntü kirliliği, gürültü kirliliği gibi birçok sorunu içermektedir. Geleneksel ekonomik değerlendirmede bu tip sorunların sonuçları göz ardı edilmektedir.

³⁵⁵ O.Akyüz, **Rüzgar Enerjisi İle Diğer Enerji Kaynaklarının Fiyat Maliyet Analiz Raporu**, <http://www.egetek.org/pages/news/asmakmaliyet.html>, (Erişim tarihi: 19.03.2008).

Enerjinin neden olduğu bazı olumsuz ekonomik sonuçlar ise; üst verimli temel toprak tabakasının aşınmayla (erozyon) kaybı, asit yağmurları sonucu ormanların kaybedilmesi, CO₂ salımının fazlalığına bağılı sera etkisi veya stratosferik ozon tabakasının seyrelmesi gibi doğal sermayenin eskime payı ve bunların yol açtığı sonuçlar, ormansızlaşma ve meraların kaybı, yer altı su kaynaklarının azalması, iklim değışikliğı sonucu oluşan sel, kuraklık ve iklim kuşaklarının değışmesine bağılı bitki ve hayvan türlerindeki değışim ve ürün azalması; deri kanserlerinin artması ve bitki ve hayvanlardaki olası kalıtsal değışim ve benzeri sonuçlar ile ve hava kirliliğinin sağık üzerine etkileri, binalardaki, tarım ürünlerindeki, ormanlardaki etkiler ve iş hastalık ve kazaları gibi zararlar genellikle yapılan ekonomik faaliyetin sahipleri tarafından işletme dışındaki çevreye yani topluma bırakıldığı³⁵⁶ gerçeğı Gürsoy tarafından dile getirilmiştir.

Enerji kaynaklarının elektrik enerjisine dönüştürülmesi, kaynağın kendine özgü niteliğı ve cinsine göre değışmektedir. Bu kaynakların kimine ulaşmak için çok büyük masrafları göz önüne almak gerektiğı gibi, hiçbir maliyet gerekmeden ulaşılabilen kaynaklar da bulunmaktadır. Ancak bu kaynakların her birini işlemek için ayrı bir yöntem, her bir yönteminde farklı çevre sorunları ve ayrı bir maliyetleri olduğı bilinmektedir.

Enerji, üretiminden iletimine, dağıtımından tüketimine kadar birçok çevre sorununa neden olabilmektedir. Bu noktada enerji zincirinde meydana gelebilen çevre sorunlarının bazıları Tablo 6’da yer almaktadır.

³⁵⁶ U.Gürsoy, **a.g.e.**, s.47.

Tablo 6. Enerji Zincirinde Çevresel Sorunlara Örnekler

Enerji Üretimi			Enerji Tüketimi	
Birincil enerji kaynaklarının üretimi	Birincil enerji kaynaklarının taşınımı	Enerjinin dönüşümü	Enerjinin iletimi ve dağıtımı	Enerji tüketimi
Doğalgaz ve petrol çıkarılması. Kömürden metan çıkışı	Boru hatlarındaki sızıntı kaynaklı metan çıkışı	Sera gazları ve havayı kirletici emisyonlar, petrol rafinerilerinden kaynaklanan kirlilik	Doğalgazın dağıtımı ve iletiminden kaynaklanan metan çıkışı	Yakıt tüketiminin neden olduğu hava kirliliği ve sera gazı emisyonları
Madencilikten kaynaklanan katı atıklar ve madenciliğin bitki örtüsüne zararları	Ham petrol sızıntısı, kazalar	Termik santrallerden kaynaklanan katı atıklar	Sıvı ve gaz yakıtların kaçakları ve kazalar	Kurşun, Civa ve Kadmiyum gibi ağır metallerin zararlı miktarlarda emisyonları
Madencilikten kaynaklı toprağın, yüzey ve yeraltı sularının kirlenmesi	Ulaşımdan kaynaklı sera gazı emisyonları ve hava kirliliği	Yenilenebilir enerji tesislerinin yarattığı gürültü ve görüntü kirliliği	İletim hatlarından kaynaklı arazi kaybı ve elektromanyetik kirlilik	
Nükleer enerji hammaddesinin üretimi		Kurşun, Civa ve Kadmiyum gibi ağır metallerin zararlı miktarlarda emisyonları	Nükleer santrallerin tehlikeli atıkları ve bu atıklarının bertarafı	
Fosil kaynakların yakılmasından kaynaklı hava kirliliği		Kömür küllerindeki ağır metaller ve radyoaktif atıklar		
Ekosistem ve biyolojik çeşitlilik kaybı		HES'lerin su ekosistemine etkileri, Termik ve nükleer santrallerin soğutma sularının termal kirleticiliği ve nükleer atıklar	Biyokütle enerji santrallerinin tanecik ve karbondioksit gibi emisyonları	

Enerjiden kaynaklanan çevre sorunları, özellikle fosil yakıtlar kullanılarak yapılan üretim faaliyetleri sonucunda oluşmaktadır. Tablo 7’de özetlenmeye çalışıldığı gibi, kömür kullanan bir termik santralde sırasıyla; kömürün çıkarılmasında çevresel yıkım, taşınması sırasında motorlu araçlardan kaynaklanan atık gaz salımı, yakılması sırasında ortaya çıkan emisyonlar, kül ve artıklar en belirgin çevre sorunlarıdır. Emisyonlardan kaynaklanan zararlar meteorolojik ve ortam koşullarına bağlı olarak kilometrelerce öteye taşınabilmektedir. Bu nedenle çevre sorunu sadece yerelde kalmayıp, bölgesel sorunlara da neden olmaktadır. Ayrıca, baraj alanları ile üretim ve iletim için tesis kurulması da arazi ve toprak kaybına neden olmaktadır. Görüldüğü üzere, enerji üretiminden, iletimine birçok çevre sorununa neden olmaktadır.

Bölüm II’de (s.56-105) ayrıntılı olarak anlatıldığı şekliyle, enerji kaynaklarından birçok farklı yöntemle elektrik elde edilmektedir. Sürekli olarak gelişen teknoloji, değişken yakıt fiyatları gibi nedenlerle elektrik üretimi çok karmaşık bir konu olmakla birlikte, örnek olarak Türkiye’deki gerçekliklerin belli bir zaman dilimindeki verileri kullanılarak Tablo 7’de sunulan sonuçlara ulaşılmıştır³⁵⁷.

³⁵⁷ G.Tuncer ve M.F.Eskibalci, **a.g.e.**, s.86.

Tablo 7. Bazı Santral Tiplerinin Karşılaştırılması (1000 MW kapasiteli)

(G.Tuncer ve M.F.Eskibalci, **Türkiye Enerji Hammaddeleri Potansiyelinin Değerlendirilebilirliği**, İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C.16, 2003, s. 86)

Santral Tipi Özellikler	Nükleer Santral	Rüzgâr Santrali	Güneş Santrali	Jeotermal Santral
Yıllık Verim (saat)	6570 (% 75)	3285 (% 37,5)	2190 (% 25)	7300 (% 83,3)
Tesis Ömrü (yıl)	25-30	20	50-60	25-30
Yatırım Maliyeti (milyar ABD doları)	3-4	1,1	6	2
Üretim Maliyeti, cent/kWh	7,5	0,01-0,10	0,0-0,4	Sıfıra yakın
Bakım Maliyeti, cent/kWh	*	Tesis ömrü boyunca yatırımının % 4'ünü geçmez	Tesis ömrü boyunca yatırımının % 1'ini geçmez	Tesis ömrü boyunca yatırımının % 2'ini geçmez
Tesis Alanı (Dönüm)	30	300	3000	20
Tesis Yapım Süresi	4-5 yıl	6 ay	3 ay	1,5 yıl
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	*	*	15-20 yıl	25 yıl
Zararlı Atık Oluşumu	Radyasyonlu Atıklar	Yok	Yok	Yok
Yararlı Yan İşlevleri	*	İlk yapıldığında görsel çekim alanı	Panellerin gölgelik ve cephe elemanı olabilmesi	Bölgesel ısıtma, sağlık hizmetleri, sanayi ısıtması
1 kWh için Su Tüketimi	2,3 litre	0,004 litre	0-0,002 litre	*
1 kWh için Yakıt Tüketimi	*	Yok	Yok	*

Santral Tipi Özellikler	Hidro Elektrik Santrali	Petrole Dayalı Santral	Kömür Santrali	Doğalgaz Santrali
Yıllık Verim (saat)	5000 (% 57)	*	6570 (% 75)	7000 (% 80)
Tesis Ömrü (yıl)	100-200	*	30	20-30
Yatırım Maliyeti (milyar ABD doları)	1-1,3	2	0,7-1,4 ithal kömür 1,6 linyit	0,40-0,70
Üretim Maliyeti, cent/kWh	0,05	3-7,9	2,5 linyit 3,5 ithal kömür	3,4-5
Bakım Maliyeti, cent/kWh	*	*	Tesis ömründe < % 5 yatırım	0,04
Tesis Alanı (Dönüm)	*	*	*	400
Tesis Yapım Süresi	5-8 yıl	*	4-5 yıl	2,5-3
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	10-15 yıl	*	*	*
Zararlı Atık Oluşumu	İlk yıllarda sera gazı	CO ₂ , CO, SO ₂ , NO _x	CO ₂ , CO, SO ₂ , NO _x , kül	CO ₂ , CO, SO ₂ , az miktarlarda NO _x
Yararlı Yan İşlevleri	Tarımsal sulama ve taşkın kontrol olanağı	*	Buhar üretimi	Buhar eldesi
1 kWh için Su Tüketimi	* dönüşümlü	1,6 litre	1,9 litre	0,0024 litre
1 kWh için Yakıt Tüketimi	Yok	*	0,380 kg kömür	0,193 m ³ doğalgaz

Tablo 8’de görüldüğü üzere, sadece yenilebilir enerji kaynakları olan güneş, rüzgâr ve jeotermal enerjiden kaynaklanan çevresel sorunlar göz ardı edilebilir düzeydedir. Fosil yakıtlardan kaynaklanan çok sayıda farklı zararlı atık bulunmakta olup, özellikle nükleer santrallerden kaynaklanan radyoaktif atıkların yarattığı çevre sorunları günümüzde halen çözülemeyen bir sorundur.

Bu araştırmada, baca gazı salımları ve kül hesaba katılmakla birlikte partikül madde göz önüne alınmamıştır. Oysa günümüzde özellikle mikropartiküllerin küresel ısınma yanında küresel kararma, loşlaşma üzerindeki ve sonucunda kuraklaşmaya olan etkileri üzerinde durulmaktadır ³⁵⁸.

Enerji kaynaklarının sağlık üzerindeki etkileri içi içe girmiş ve karmaşıktır. Elektrik Üretim Teknolojilerinin Önemli Sağlık Etkileri Tablo 8’de özetlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 8. Elektrik Üretim Teknolojilerinin Sağlık Üzerindeki Önemli Etkileri

(L.D., Hamilton, Environmental Hazards-Energy and Health, Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, 4. Edition, Chapter 53, 1998, s.8).

Teknoloji / Yakıt	İşçi sağlığına etkisi	Halk sağlığına etkisi
Kömür	Siyah akciğer (black lung) hastalığı, toz hastalıkları (pnömokonyoz), madencilik kazalarına bağlı travma, taşımacılık kazalarına bağlı travma	Hava kirliliğinin sağlık etkisi, taşımacılık kazalarına bağlı travma
Petrol	Sondaj kazalarına bağlı travma, rafinerideki maddelere maruz kalma nedeni kanser	Hava kirliliğinin sağlığa etkileri, patlama ve yangınlara bağlı travma

³⁵⁸ E.Duygu, a.g.e.

Şistli petrol	Kahverengi akciğer (brown lung) hastalığı, damıtma sırasındaki emisyonlara maruz kalmaya bağlı kanser, madencilik kazalarına bağlı travma	Hava kirliliğinin sağlığa etkileri, damıtma sırasındaki emisyonlara maruz kalmaya bağlı kanser
Doğal gaz	Sondaj kazalarına bağlı travma, rafineri emisyonlarına bağlı kanser,	Hava kirliliğinin sağlığa etkileri, patlama ve yangınlara bağlı travma
Asfaltit	Madencilik kazalarına bağlı travma.	Hava kirliliğinin sağlığa etkileri, patlama ve yangınlara bağlı travma
Biyokütle	Toplama ve iletilme sırasındaki kazalara bağlı travma, işleme ve dönüştürme sırasında kimyasal ve biyolojik etkenlere maruz kalma	Hava kirliliğinin sağlığa etkileri, patojenlere bağlı hastalıklar, ev yangınlarına bağlı travma.
Jeotermal	Kazalar veya çalışma koşullarında maruz kalınan zehirli gazlar, gürültüye bağlı gerginlik (stres), sondaj kazalarına bağlı travma	Zehirli tuzlar içeren su ve hidrojen sülfüre maruz kalmaya bağlı hastalıklar, radona maruz kalmaya bağlı kanser
Su gücü (barajlı veya barajsız)	İnşaat kazalarına bağlı travma,	Baraj yıkılmalarına bağlı travma, patojenlere maruz kalmaya bağlı hastalıklar
Güneş	Güneş göze panellerinin yapımı sırasındaki çalışma veya kaza koşullarına bağlı zehirli maddelere maruz kalma	Fabrikasyon sırasında ve atık aşamasında olağan çalışma veya kaza halinde zehirli maddelere maruz kalma
Rüzgâr	Türbin yapım ve kurulma aşamalarındaki kazalara bağlı travma	Gürültü kirliliği ve görüntü kirliliğine bağlı travma
Nükleer	Uranyum madenciliği, saflaştırılmış yakıt hazırlama, enerji santralının çalışması ve atık yönetimi sırasında karşılaşılan ışınlama bağlı kanser, maden çıkarma ve işleme, santral inşaatı, çalışması ve atık yönetimi sırasındaki kazalara bağlı travma	Bütün yakıt döngüsü basamaklarındaki çalışma ve kaza koşullarında karşılaşılan ışınlama bağlı kanserler, endüstriyel amaçlı taşımacılık kazalarına bağlı travma, atık ve artıklardan kaynaklanan ışınlama bağlı kanserler.

A. Bazı Enerji Kaynaklarının Dışsallığa Neden Olan Olumsuzlukları

Enerji üretiminden tüketimine kadar farklı bir çok çevresel soruna neden olmaktadır. Özellikle günümüzde yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar bir çok çevre sorununu temelinde yer almaktadır. Büyük miktarlarda araziye gereksinim duyan su gücü (hidrolik) ve atıklarının bertarafı konusu halen çözüm bulmamış nükleer enerji ise önemli miktarda soruna neden olan diğer enerji kaynaklarıdır.

1.Fosil Yakıtların Dışsallığa Neden Olan Olumsuzlukları

Keskin'e göre fosil yakıtların neden olduğu olumsuzlukları aşağıdaki gibi sıralanabilir³⁵⁹:

- Genel çevre sorunları (Su, hava, toprak),
- Küresel ısınma ve tehlikeli iklim değişiklikleri,
- Yerine konulması olanaksız olan doğal kaynakların tüketilmesi
- İnsan sağlığına verilen zararlar (Fosil kaynağın yeraltından çıkarılması, tüketim yerine taşınması ve tüketimi aşamalarında) ,
- Yaşam zincirini oluşturan diğer canlı türlerine verilen zararlar,
- Başka sektörlere verilen zararlar,
- Verimsiz üretim ve tüketime bağlı niteliksiz enerji hizmetleri,
- Dev şirket çıkarları nedeniyle, halkın tarafsız bilgi edinme, kararlara katılma gibi haklarının göz ardı edilmesi ve demokratik haklarının verilmemesi,

³⁵⁹ M.Keskin ve A.Mert, **Türkiye'de Enerji Ve Çevre Konusunda Yapılan En Büyük Hataların Bir Laboratuvarı:Yatağan - Yeniköy - Gökova Termik Santralleri.** *Mühendis ve Makina Dergisi* . http://eski.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2002/haziran/makale_enerji_cevre_yatagan.htm., (Erişim tarihi: 16.05.2007).

- Kirleten enerjileri destekleyenleri, küresel düzeyde sorumlu/yükümlü tutabilecek mekanizmaların eksikliği,
- Alternatiflerin geliştirilmesi ve diğer toplumsal gereksinimlerin karşılanması için gerekli kamusal kaynağın, pahalı, kirletici, tehlikeli enerji sistemlerine harcanması,
- Dışa bağımlılık, döviz kaybı,
- Kirli ve tehlikeli teknolojilerin ve atıkların gelişmekte olan ülkelere aktarılması
- Asit yağmurları,
- Sınır ötesi kirlilik,
- Hava kirliliği,
- Fosil yakıtlara bağlı ulaşımın biçiminin getirdiği ikincil sorunlar.

Bu olumsuzlukların içinde dünyanın tamamını etkilemesi açısından kuşkusuz en önemlisi küresel ısınma ve iklim değişikliğidir. Sera etkisi sonucu olduğu yönünde gittikçe artan sayıda gözlem ve veriye sahip olunan küresel iklim değişikliği sonucunda oluşması beklenen olumsuz etkiler aynı kaynakta şöyle özetlenmektedir³⁶⁰:

- Sıcaklık artışı nedeniyle birçok tropik ve subtropik bölgede ekinlerde verimlilik azalması,
- Subtropik bölgeler başta olmak üzere su sıkıntısı çekilen birçok bölgede halkın kullanabileceği suyun azalması,
- Su ve taşıyıcılarla geçen (sıtma ve kolera gibi) hastalıkların sıklığında ve sıcaklık soku (sıcaklık hastalığı) nedenli ölümlerde artış,
- Yağışların artması ve deniz seviyelerinin yükselmesi nedeniyle on milyonlarca insanın karşı karşıya kalacağı sel baskını tehlikesinde artış.

³⁶⁰ M.Keskin ve A.Mert., a.g.e.

Fosil yakıtların en çok dışsalılık yaratan olumsuzluklarından bir tanesi de asit yağmurlarıdır. Fosil yakıtların, türüne bağlı olarak değişen miktarlarda bünyesinde bulundurduğu zehirli kimyasalların, yanma sonucu tesis bacasından atmosfere salınması ve atmosferde su buharı ile karışarak yeryüzüne yağmur damlaları ile düşmesi veya daha teknik bir ifadeyle yağın yağmurun pH'sının düşük olması asit yağmurları olarak adlandırılmaktadır³⁶¹. Asit yağmurlarının sosyo-ekonomik maliyeti hakkında pek az çalışma vardır fakat zararın çok büyük olduğu ve giderek hızla arttığı gözlenmektedir. Örneğin asit yağmurlarının Avrupa ormanlarında yaptığı tahribatın yıllık maliyetinin (30,4 milyar ABD doları) Alman çelik endüstrisinin senelik üretimine eşit olduğu hesaplanmıştır³⁶². İsveç'te 14 bin gölden 4 bininde asit yağmurlarına bağlı asitleşme nedeniyle balık türü canlı kalmamıştır. Bu durumun balık avcılığı olarak bedeli 13 milyon ABD dolarıdır. Asit yağmurları nedeniyle 1978'de ABD ormanlarının % 5'inin gördüğü zararın maliyeti 600 milyon ABD dolarıdır. ABD'de aynı yıl tarım ürünlerinde asit yağmurlarına bağlı zarar 8,2 milyon ABD dolarıdır³⁶³.

Bulgaristan'da yapılan bir araştırmayla, ağır sanayi bölgelerinde yaşayanlarda, yaşamayanlara göre astım görülme sıklığının dokuz kat, cilt hastalıkları sıklığının yedi kat, karaciğer hastalıkları sıklığının dört kat, sinir sistemi hastalıkları sıklığının ise üç kat daha fazla olduğu belirlenmiştir³⁶⁴.

³⁶¹ G.Tuncel, **Türkiye'de Asit Yağmurları**, <http://www.atmosfer.itu.edu.tr/atmos2003/bildiriler/1.pdf>, (Erişim tarihi: 16.05.2007).

³⁶² J.Bockris, **Güneş Enerjisi**, İletişim Yayınları, 1993, s.112.

³⁶³ J.Bockris, **a.g.e.**, s.112.

³⁶⁴ L.Brown, **a.g.e.**, s.112.

Fosil yakıtların neden olduğu en zor hesaplanan dışsallık insan sağlığına olan zararlardır. Fosil yakıtların günümüzde, yakın ve uzak gelecekte ortaya çıkan kesinleşmiş veya olası sağlık zararları Tablo 9’da gösterilmiştir³⁶⁵.

Tablo 9. Fosil Yakıt Döngüsünün İnsan Sağlığına Zararları

(World Health Organization, **Health Impact of Different Energy Sources. A Challenge for the End of the Century**, WHO Regional Publications, European Series No 19,1986, s 71)

Fosil yakıt döngüsünün sağlık etkileri	Belirgin (aşikâr)	Potansiyel (olası)
Şimdiki zamanda (etkenle karşılaşma anında)		
Motorlu taşıt kazaları	+	
Yangın ve patlama	+	
İş kazaları	+	
Göz tahrişi	+	
Solunum yolu tahrişi ve hasarı	+	
Solunum ve dolaşım durumunun kötüleşmesi	+	
Nörofizyolojik hasar	+	
Koku ve gürültü	+	
Psikolojik etkiler	+	
Deri tahrişi	+	
Özgül ani zehirlenme	+	
Mortaliteye genel etkiler		+
Yakın gelecekte		
Çocuklarda ve erişkinlerde solunum yolu sorunları artışı	+	+
Kalp damar sorunları artışı		
İnsan vücudundaki organik kirleticilerin etkileri		
İnsan vücudundaki inorganik kirleticilerin etkileri		+
Hematolojik etkiler		+
Üreme, anne karnındaki dölüt gelişimi ve süt çocuğu büyümesi		+
Uzak gelecekte		
Kanser yapıcı etkiler		+
Mutajenik etkiler		+
Ekolojik hasarın sağlık sonuçları		+

³⁶⁵ World Health Organization(WHO), **Health Impact of Different Energy Sources. A Challenge for the End of the Century**, WHO Regional Publications, European Series No 19,1986, s.71.

Gürsoy'a göre, solunum yolu tahrişi ve hasarları, fosil yakıtların en sık görülen sağlık etkilerindendir. Artan hava kirliliğine bağlı olarak çocuk ve erişkinlerde solunum yolları rahatsızlıkları artar. Hayvan deneyleri kükürt veya azot oksitlerine maruz kalmanın bakteriyel enfeksiyonlara karşı solunum yolları direncini hasara uğratabildiğini göstermiştir.

Fosil yakıtlar, özellikle büyük elektrik santrallerinde yakıt olarak kullanılmaları aşamalarında, hava dışında su, deniz ve toprak kirliliğine de neden olurlar. Bir termik santralde yakılan yakıtın sadece % 30 - % 40'lık bölümü elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Bu kaynakta verilen bilgilere göre yakıtın yanması ile elde edilen enerjinin 'kaçak enerji' olarak adlandırılan kalıntısı ya ısı kazanından ısıma ile veya bacadan ısı halinde kaçır. Santral elemanlarını korumak için kazan çıkışında türbinleri döndüren buhar ve kazan sürekli soğutulur. Bu nedenle santral büyük miktarlarda soğutma suyuna gereksinim duyar. Büyük miktarlarda kömür ve petrol yakan santraller yakıt taşımacılığındaki kolaylıklar nedeniyle ve dolaşımlarında soğutma amacıyla kullandıkları büyük miktarlardaki suyu elde etmek için deniz kıyılarına veya büyük akarsu kenarlarına kurulurlar. 1000 MW gücündeki bir santral günde 4 milyon m³ soğutma suyu kullanır. Soğutma suyunun alıcı ortama verilmesi, sucul ortamdaki canlı hayatını doğrudan etkiler. Burada toplu balık ölümleri, biyolojik çeşitliliğin kaybı, yaşam döngüsün de değişiklikler gözlenmektedir.

ABD'de 1970-1980 yıllarını kapsayan araştırmaya göre, yalnızca bir kömürlü termik santralden çıkan kükürt dioksit yılda 25 ölüme, 60.000 solunum yolu hastalığına ve 25 milyon ABD doları maddi hasara yol açmıştır. Bir karşılaştırma yapılacak olursa, bu santral 200.000 otomobilin yayacağı azot oksitleri tek başına salmıştır. ABD'de o

yıllarda her yıl fosil yakıtlar kaynaklı hava kirliliğine bağlı 50.000 ölümün % 20'si (10.000 kişi) termik santrallerden kaynaklanmıştır³⁶⁶.

EPA tarafından hazırlanan ve ABD Kongresine sunmak zorunda olduğu fayda/maliyet analizi raporuna göre, 1990 yılında ABD Temiz Hava Yasası'nda yapılan değişikliklerinin, 2010 yılına kadar 23.000 Amerikalıyı erken ölümden koruyacağı; 1.700.000'in üzerinde astım hastasını ise olumlu etkileyeceği tahmin edilmektedir³⁶⁷. Söz konusu raporda yer alan fayda/maliyet karşılaştırmaları Tablo 10'da yer almaktadır.

Tablo: 10. ABD Temiz Hava Yasası'nın ABD ekonomisine etkisi (1990 yılı milyon ABD doları)

(Environment Protection Agency, **The Benefits and Costs of the Clean Air Act 1990 to 2010: EPA Report to Congress**, http://www.epa.gov/airprog/oar/sect812/1990-2010/ch_ape.pdf)

<u>Yıllık Tahminler</u>	<u>2000</u>	<u>2010</u>
Doğrudan Maliyetler:		
Düşük	-	-
Orta	19.000	27.000
Yüksek	-	-
Doğrudan Faydalar:		
Düşük	16.000	26.000
Orta	71.000	110.000
Yüksek	160.000	270.000
Kesinleşmiş Faydalar:		
Düşük	3.000	1.000
Orta	52.000	83.000
Yüksek	140.000	240.000
Fayda/Maliyet Oranı:		
Düşük sıklıkta önlemlerle	1/1'den daha az	1/1'den daha az
Orta sıklıkta önlemlerle	4/1	4/1

³⁶⁶ L.B Cohen, **a.g.e.**

³⁶⁷ Environment Protection Agency (EPA), **The Benefits and Costs of the Clean Air Act 1990 to 2010: EPA Report to Congress**, http://www.epa.gov/airprog/oar/sect812/1990-2010/ch_ape.pdf, (Erişim tarihi:04.03.2007).

Fosil yakıtlardan elektrik üretiminde geleneksel bir yöntem olan kömürlü termik santrallerde ise ısı değeri düşük, kül oranı % 50'ye kadar varan kömürler toz haline getirilerek yakılmaktadır.

Bu durumda bacadan büyük miktarlarda ince toz halinde atılan külün büyük bir kısmı, kurulu çalışıyor olması durumunda, elektrostatik kül filtreleri tarafından tutulmaktadır. Buna rağmen kuru bazda % 41 kül içerikli 2,3 milyon ton kömür yakan, % 97,5 verimle çalışan elektro statik çöktürücü kül filtresine sahip 1000 MW/yıl kurulu gücündeki bir termik santral bacasından yılda 23.575 ton partikül madde uçucu kül olarak ortama yayılır³⁶⁸. Yayılan küller, santral çevresinde canlı yaşamını etkiler. Tarımda ürün kaybına, ormanlarda azalmaya, binalarda korozyona ve bir çok sağlık sorununa neden olur.

2. Su Gücünden Elektrik Üretiminin Neden Olduğu Olumsuzlukları

Uzun zamandan beri su gücü, göreceli olarak temiz, güvenli, ucuz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte su gücünün de, özellikle geniş ölçekli olanlarının kabul edilemeyecek ekolojik ve sosyal etkileri olduğu öne sürülmektedir.WHO bu etkileri aşağıdaki gibi sıralamaktadır³⁶⁹.

- “Baraj gölü altında kalan geniş topraklarda tarımsal gelirlerin geri gelmemek üzere yitirilişi,
- Baraj yenilmesine (baraj seddinin yıkılması vb) bağlı yaşam kayıpları ve yıllık sel baskınlarından korunma sonucu kurtarılan yaşamlar,

³⁶⁸ A. Müezzinoğlu, **Hava Kirilliliği ve Kontrolünün Esasları**, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, 2000, s.327.

³⁶⁹ WHO, **a.g.e.**

- Akdeniz iklim kuşağına yakın bazı bölgelerde sıtma, filariasis, schistosomiasis gibi suyla yayılan hastalıklarda artış ve bu hastalıklarla mücadele için sarfedilen çabalar,
- Sıcaklık eğimlerindeki değişikliğe bağlı balıkçılık kayıpları,
- Toprakta tuzluluk değişiklikleri,
- Balık türlerinin nehir içindeki göç hareketlerinin engellenmesi,
- Nehir boyunca zengin tarım arazilerinin ve taşkınlarla ovada biriken besleyici alüvyon birikiminin yitirilmesinin getirdiği besin kayıpları ve gübre masrafları,
- Genişleyen su yüzeyi ile birlikte buharlaşmayla su kaybının artması ve bölgede mikroklima değişiklikleri,
- Barajların beslenme havzalarında artan erozyona bağlı tarımsal ürün kayıpları,
- Yüz yıllık teorik baraj ömrünün baraj inşası öncesi önlem alınmadığında toprak erozyonu nedeniyle elli yılın altına düşmesi,
- Yetersiz su yönetimi nedeniyle artan taşkınlar,
- Yeraltı suyu çekilmesine bağlı olarak baraj seddi altındaki nehir havzasında tarım alanlarında susuzluk ve buna bağlı besin kayıpları, artan sulama giderleri,
- Baraj gölünün altında kalan yerleşim yerlerindeki çok büyük sayıdaki insanın göçe zorlanması,
- Göç nedeniyle yaşanan sosyal sorunlar,
- Baraj gölünün her iki tarafında kalan insan ve hayvanların ulaşım sorunu,
- Endemik bitki ve hayvan türlerinin yaşam alanlarının su altında kalması,
- Baraj gölü altında kalan büyük miktardaki orman ve bitki örtüsünün çürümesi sonucu ortaya çıkan küresel ısınma etkili metan gazı,
- Su altında kalan yeşil bitkilerin küresel ısınmanın önlenmesindeki doğal fotosentez yeteneklerinin geri gelmemek üzere yitilmesi,
- Geleneksel sulama düzeneklerinin yararlarının kaybedilmesi.”

Barajlı HES'lerin baraj gölleri çok büyük alanları kaplar. Aynı miktarda elektrik üretimi için gereken güneş pilleri yüzeyi HES'lerin gerektirdiği alandan 20 kat daha azdır. Bunun yanı sıra, güneş pilleri bina çatıları, çöller, tarım dışı alanlar gibi ekonomik ve sosyal olarak hidroelektrik baraj göllerine göre çok daha etkin kullanıma ve atıl alanların değerlendirilmelerine uygundurlar³⁷⁰.

3. Nükleer Enerjinin Neden Olduğu Olumsuzluklar

Nükleer enerji kullanılarak elektrik üretiminin mutasyon yapıcılığı, kanser yapıcılığı, dölütte sakatlık yapıcılığı gibi kısa ve uzun erimli olumsuz etkileri bulunmaktadır. Ancak bu risk önceden tam olarak hesaplanamaz³⁷¹. Çünkü her kazada farklı oranlarda ışıınım ve radyoaktif izotop salımı olur. Bunda ışıınım ölçümlerinin çok teknik ve önemli ölçüde bilgi birikimi gerektirmesinin yanı sıra ölçüm araçlarına sahip resmi yetkililerin ölçüm sonuçları üzerindeki güvenilmez açıklamalarının da rolü vardır. Ayrıca genel toplum sağlığına çok zararlı olmakla birlikte çok kısa ömürlü oldukları için kaza veya sızıntı sonrası ölçülemeyen radyoizotopların miktarı çok yüksek de olabilir. Bunlar insan ve diğer canlıların sağlığı üzerindeki etki yaptıkları halde, saatlerle söylenen zaman diliminde ortamdan yok oldukları için bunların getirdiği riskler hiç olmamış sanılmaktadır³⁷². Nükleer enerjiden başka hiçbir enerji elde etme teknolojisinin sağlık sonuçlarında nesillere geçen genetik etki yoktur³⁷³.

³⁷⁰ C.Flavin,H.French, ve G.Gardner, **Dünyanın Durumu 2002**, World Watch Enstitüsü Raporu, TEMA Vakfı Yayınları, 2002.

³⁷¹ U.Gürsoy, **a.g.e.**, s.103.

³⁷² H.Dieckmann, **Excess of Childhood Leukemia Near a Nuclear Reactor (Krümmel) in Nordern Germany**, Çevre ve Sağlık Üzerinde Endüstriyel Tehditler Uluslararası Konferansı Bildiri Özetleri Kitabı, Çevre İçin Hekimler Derneği Yayını, 1998, s.28.

³⁷³ C.Flavin, H.French ve G.Gardner, **a.g.e.**

Ayrıca yapılan araştırmalar ışınımmın yaşlanmayı arttırdığını ve doğal ömrü kısalttığını göstermiştir. Nükleer kaza kurbanları ortalama ömürlerinden yaklaşık 20 yıl kaybederler.

Bilindiği kadarıyla normal çalışma koşullarında da bir nükleer santralden, özellikle atmosfere arka alan ışınım ek salımlar olmaktadır. Yapılan araştırmalar normal çalışma koşullarının bazı ışınım sızıntılarını içerdiğini ve ayrıca bacalardan çeşitli ışınımlı gaz salınımları olduğunu da göstermektedir³⁷⁴.

Bu alışmalar açık bir şekilde nükleer enerji teknolojisinin güvenli olmadığını ve toplumsal sorunlara neden olabildiğini göstermektedir. Nükleer kaynaklı enerji üretiminin neden olduğu olumsuz dışsalılıklar da göz ardı edilmektedir.

Nükleer santrallar, fosil yakıt santralları gibi gaz emisyonlarına neden olmasalar da, kendilerine özgü evre riskleri oluşturmaktadır. İnsan ve mekanik arızaların birleşimi, binlerce insanın ölümü, yüz binlerce insanın yaralanması, geniş arazilerin radyoaktif kirlenmesi ve milyarlarca Türk lirası zararla sonuçlanabilmektedir. Ayrıca, herhangi bir savaş, terör gibi güvenlik sorununda nükleer santrallara yapılacak olan saldırı sonuçları sadece yerel olmayacaktır. Güvenlik konularına ek olarak nükleer santrallar kullanılmış yakıt çubukları ve diğer radyoaktif atıkları nedeniyle sorun olmaya devam etmektedir. Radyoaktifliği uzun yıllar devam eden bu atıkların bertarafı için bazı yöntemler kullanılsa da, henüz günümüz teknolojisi atık sorunu çözememiştir. Nükleer santrallerin görünen üretim maliyetleri düşük olmasına karşın, ilk yatırım, sorunsuz atık bertarafı, söküm maliyetleri gibi maliyet

³⁷⁴ H.Dieckmann, **a.g.m.**

unsurları hesaba katılması durumunda toplam maliyet çok yükselecektir. Nükleer enerji santrallerinden kaynaklanacak herhangi bir sorunun büyüklüğünü tahmin etmek ise çok zordur.

B. Dışsallıkları İçselleştirme Araçları

Bölüm III'de (s.141-157) ayrıntılı olarak irdelenen dışsallıkların, içselleştirilmesinde kullanılan kamusal politikalar ve piyasa çözümleri enerji sektörü için de geçerlidir. Özellikle enerji sektörü için geliştirilen dışsallıkları içselleştirme araçları bulunmaktadır. Bunlar:

- Teknoloji esaslı kontrol (çevreyi kirletmeyen yeni teknoloji için kaynak ayrılması),
- Performans esaslı kontrol (üretici firmalarca yeni teknolojiler geliştirilmesi),
- Karbon vergisi,
- Emisyon izinleri ve emisyon ticareti,
- Finansal destek,
- Gönüllülük anlaşmaları,
- Yeşil elektrik satıcıları.

Bu araçlar küresel ölçekte devletler arasında yapılan uluslararası anlaşmalarda kullanıldığı gibi, yerel ölçekte devletlerin kendi iç hukuk düzenlemeleri ile kullanılabilir. Özellikle küresel bir çevre sorunu olan iklim değişikliğinin sınırlandırılmasına yönelik oluşturulan esneklik mekanizmaları düzenlemesinin ise önümüzdeki dönemde en çok kullanılan araçlardan biri olacağı düşünülmektedir.

C. Enerji Üretiminden Kaynaklanan Dışsalılıklara İlişkin Çalışmalar ve Türkiye Değerlendirmesi

Enerji üretimine ilişkin yapılan projelendirme çalışmaları çoğunlukla fayda-maliyet analizi değerlendirmelerini de içermektedir. Son yıllarda fayda maliyet analizinin bir unsuru olarak, bu kapsamda yer alan bazı çalışmalarda çevre yatırımlarının maliyeti ve faaliyetten kaynaklanacak negatif dışsalılıklar da hesaba katılmaya başlanmıştır. Dünyanın farklı ülkelerinde gerek yatırım kararı alınırken, gerek kaynak planlaması analizleri yapılırken üretim maliyetlerine negatif dışsalılıklar ilave edilmesine karşın, Türkiye’de bu kapsamda yapılan çalışma sayısı yok denilecek kadar azdır.

Enerji üretiminden kaynaklanan negatif dışsal maliyetler üçe ayrılabilir.

- Devletin yüklendiği sübvansiyonlar ve Ar-Ge programlarını da içeren gizli maliyetler,
- Seller, su baskınları, kasırgalar gibi beklenmedik doğa olaylarına bağlı hasarlar ile tarım ve ormancılıkta yaşanan zararlar gibi küresel ısınmanın maliyetleri
- Asit yağmurlarından kaynaklanan zararlar ile hastaneye yatma ve üretkenlik kaybı gibi sağlık sorunlarına bağlı giderleri kapsayan, CO₂ dışındaki maddelerin sağlığa ve çevreye verdiği zararların maliyeti .

Bu çevresel/toplumsal maliyetlerin hesaba katılmaması yalnızca enerji sektöründe karmaşık sonuçlar ortaya çıkartmakla kalmamakta, aynı zamanda kömür, petrol,

nükleer gibi en fazla soruna neden olan seçenekleri destekleyerek, en az soruna neden olan yenilenebilir enerji teknolojilerini cezalandırmaktadır.

Uluslararası alanda enerjiden kaynaklanan negatif dışsallıkların, kamusal politikalar belirlenirken göz önünde bulundurulması gerekliliği 1990'larda ABD'de yapılan çalışmalarda ifade edilmiştir³⁷⁵. İzleyen yıllarda Almanya'dan³⁷⁶, Tayland'a³⁷⁷ kadar birçok ülkede, enerji üretiminden kaynaklanan dışsallıklara ilişkin benzer çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmalarda özellikle bölgesel veriler kullanılarak, enerji üretiminden kaynaklanan bazı kimyasal maddelerin negatif dışsallıkları hesaplanmıştır. Genelde bu çalışmalar, üretim tesisinin bulunduğu bölgeye olan yerel etkilerin hesaplanması ile sınırlı kalmış, faaliyetlerin iklim değişikliği gibi küresel sorunlara etkilerine değinilmemiştir.

İklim değişikliğinin ekonomik etkilerine ilişkin çalışmalar ise çoğunlukla küresel ölçekte yapılmaktadır. Bu kapsamda en dikkat çeken çalışma, İngiltere hükümetinin ekonomi baş danışmanı Sir Nicholas Stern tarafından 2006 yılının son aylarında hazırlanan küresel ısınma ve iklim değişikliğinin yarattığı tehdidi içeren rapordur³⁷⁸.

³⁷⁵ D.Pearce ve R.K. Turner, **a.g.e.**, s.133.

³⁷⁶ S.Hirschberg, R.Dones, T.Heck, P.Burgherr, W.Schenler ve C.Bauer, **Strenghts and Weaknesses of Current Energy Chains in a Sustainable development Perspective**, Atw 51. Jg. (July 2006) Heft 7, s.447-457. http://gabe.web.psi.ch/pdfs/ilk/Hirschberg_etal_2006_atw.pdf, (Erişim tarihi:04.08.2007).

³⁷⁷ **Pricing Incentives In A Renewable Energy Strategy**, Center for Energy - Environment Research Development, AIT., <http://www.eppo.go.th/encon/encon-D11-ThaiExtern-Final.doc>, (Erişim tarihi:04.08.2007).

³⁷⁸ Stern Review Report, http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm, (Erişim tarihi:12.06.2007).

Raporda, Kyoto Protokolü'ne uymayan ABD başta olmak üzere milyarlarca ifade edilen nüfuslarıyla hızla büyüyen Çin, Hindistan gibi ülkelerin atmosferi kirletme hızlarının aynı eğimde sürmesi durumunda olacaklara dikkat çeken Stern, 1930'dakilere benzer "buhran" uyarısında bulunmuştur. Stern ayrıca önlem alınmazsa küresel ekonominin % 20 küçüleceğini, kuraklık ve fırtına başta olmak üzere iklime bağlı değişikliklerin bir sonucu olarak milyarlarca ABD doları bir kayıp ortaya çıkacağını öne sürmüştür. Raporda, iklim değişikliği konusundaki gelişmelerin görmezlikten gelinmesi ile oluşacak maliyetlerin çok daha fazla olacağı, önlem alınmadığı sürece maliyetlerin katlanarak artacağı ifade edilerek, AB-25 ülkelerinde elektrik üretiminin dışsal maliyetinin 2003 yılında bu ülkelerin toplam GSYH'nin % 0,7 - % 2'si dolayında olduğu bildirilmiştir³⁷⁹.

Bununla birlikte, Avrupa Komisyonu tarafından AEA Technology Environment ve Stockholm Environment Institute adlı kuruluşlara yaptırılan çalışmada, iklim değişikliğinin marjinal sosyal maliyetini hesaplayan yazında 30 kadar çalışma olduğu, bu çalışmaların birleştirilip, ortalaması alındığında iklim değişikliğinin maliyetinin 2000 yılı fiyatlarıyla 25 Avro/ tCO₂ seviyesinde olduğu belirtilmektedir. Ayrıca aynı kaynakta, Kyoto sonrası olarak anılan 2020 yılı için yapılan senaryo çalışmalarında bu rakamın 20 Avro /tCO₂ altına düşeceği ifade edilmektedir³⁸⁰.

Enerji üretiminden kaynaklanan negatif dışsallıklara ilişkin, ABD Enerji Enformasyon Müdürlüğünün 1995 tarihli "Elektrik Üretimi ve Çevresel Dışsallıklar:

³⁷⁹ Stern Review Report, **a.g.e.**

³⁸⁰ P.Watkiss, T.Downing, C.Handley ve R.Butterfield, **The Impacts and Costs of Climate Change Final Report**,AEA Technology Environment, Stockholm Environment Institute, 2005. s.88. http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/final_report2.pdf., (Erişim tarihi:04.08.2007).

Çeşitli Örnekler³⁸¹” ve Avrupa Birliğinin 1991 yılında başladığı “ExternE: Enerjinin Dışsalıkları³⁸²” adlı çalışmalar, bu alanda gerçekleştirilen sistemli ve ayrıntılı çalışmalar olmuştur. Bu çalışmalardan sonra farklı ülkeler aynı yaklaşımı kullanarak kendileri için benzer çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmaların bazıları s.189 - 192’de açıklanmıştır.

1. ExternE Projesi

ExternE projesi, Avrupa Komisyonu tarafından AB ülkelerine yönelik enerjiden kaynaklı negatif dışsalıkların hesaplandığı bir projedir. AB’nin nükleer dışı enerji programı içerisinde bulunan ExternE projesinde, yakıt zincirinin çevre ve toplum için olumsuzluk yaratan dışsalıklarının maliyeti, hava kirliliğinin etkileri, iş hastalıkları ve kazaları gibi doğa ve yapay çevreye verilen zararlar 1991 yılından bu yana araştırılmaktadır. Bu amaçla üye ülkeler arasında yöntem ve ölçüm birliği sağlayacak 'ECOSENSE Model' isimli bir tasarım yardımıyla SO₂, NO₂, Partikül Madde (PM), CO gibi kirleticiler ve önemli ağır metallerle hidrokarbonların olduğu 14 hava kirliliği etkeninin etkileri değerlendirilerek çevresel dışsalıklar hesaplanmaktadır³⁸³.

ECOSENSE Modeli, enerji yakıtlarının döngülerinin sağlık, tarım ürünleri, yapay çevre, orman ve diğer ekosistemler ile taşımacılık etki değerlendirmelerini EUROGRID, EUROSTAT REGIO, NUTS, ISC, WTM gibi çeşitli veri tabanlarına bütünleştirerek

³⁸¹ Energy Information Administration Office of Coal, Nuclear, Electric and Alternate Fuels Coal and Electric Analysis Branch U.S. Department of Energy., **Electricity Generation and Environmental Externalities: Case Studies.**, DOE/EIA-0598., 1995, s.1-94.

³⁸²European Commission, Directorate-General for Research, **Externe: Externalities of Energy Cost**, http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/externe_en.pdf., (Erişim tarihi:04.08.2007).

³⁸³ European Commission, **a.g.e.**

100 ve 10.000 km²'lik jeografik hücrelerle (gridcells) izlenmesini sağlamaktadır. ExternE projesi, sağlık etkilerini, karsinojenik olmayan etkiler, radyoizotopların kanserojen etkileri, dioksin ve iz elementlerin kanserojen etkileri, iş hastalıkları ve kazaları, toplumdaki diğer kazalar olarak incelemektedir. ExternE Projesi ve bağlı araştırma tasarımları, enerji yakıtlarının, 1-100.000 yıl arasında etkisi sürdüğü varsayılan radyoizotoplar da dahil olmak üzere, sağlık, yapay-doğal çevre ve küresel ısınma üzerindeki etkilerini ayrıntılı verilerle sayısal ve akçal olarak tüm yöntemiyle birlikte vermektedir³⁸⁴. Bu model kapsamında yapılan hesaplamalarda fosil yakıt kullanan sistemlerin Tablo 11'de yer alan etkileri kullanılmaktadır.

³⁸⁴European Commission, **a.g.e.**

Tablo 11. Fosil Yakıt Kullanan Sistemlerinin Etkileri

(European Commission, Directorate-General for Research, **Externe: Externalities of Energy Cost**, http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/externe_en.pdf.)

ETKİLER
Atmosferik kirliliğin insan sağlığına etkileri
Halkın ya da çalışanların etkileneceği kazalar
Binalara ve malzemelere atmosferik kirliliğin etkileri
Tarımsal ürünlere atmosferik kirliliğin etkileri
Ormanlara atmosferik kirliliğin etkileri
Tatlı sulardaki balıkçılığa atmosferik kirliliğin etkileri
Biyolojik çeşitliliğe atmosferik kirliliğin etkileri
Küresel ısınmaya etkiler
Gürültünün etkileri
Kömüre has etkiler
Taşkömürü ve linyit madenciliğinin yüzey ve yer altı sularına etkileri
Linyit madenciliğinden kaynaklanan arazi kaybı
Kömür taşımacılığında kullanılan araçların kazalardan kaynaklanan kirlilik (özellikle deniz taşımacılığında yayılacak petrol)

Yöntemin Temel İlkeleri

ExternE çalışması birçok bileşenin akçal değeri ve bunların aşağıda yer alan etkileri konusunda bir çerçeve sağlamaktadır. Bunlar;

- Yapılan faaliyetlerin, dışsallıkların ve önemli etki kategorilerinin tanımlanması ve değerlendirilmesi,
- Faaliyetlerin etkilerinin kestirilmesi,
- Dışsal maliyetlerin neden olduğu etkilerin fiyatlandırılması,
- Duyarlılık analizi ve bilinmeyenlerin değerlendirilmesi,
- Sonuçların analizi³⁸⁵.

ExternE yöntemi bütünleşik atmosferik yayılımın değerlendirilmesine yönelik temelden yukarıya çalışan bir modelleme olup, öncelikle çevre sorununa neden olan

³⁸⁵ European Commission, **a.g.e.**

kaynağının bulunduğu ortama verdiği emisyonların neden olduğu dışsallıkları kullanarak faaliyetin dışsal maliyetini hesaplar³⁸⁶.

Model, insan sağlığına, tarımsal ürünlere, binalara ve ekosisteme olan etkileri değerlendirmek için bölgesel olarak emisyon kaynağının 50 km çevresindeki alana ilişkin değerlendirme yapar. Bu modelle tek bir kaynağın analizi yapılabildiği gibi, farklı enerji üretim yöntemlerinin de karşılaştırılması gerçekleştirilebilir.

ExternE Projesi çalışmasında, farklı enerji kaynaklarının üretiminin dışsal maliyetlerinin değişim bandları değerlendirilmiştir. Bu proje kapsamında yapılan ve AB ülkelerinde güncel teknolojilere göre gerçekleştirilen elektrik üretiminin dışsal maliyetlerini kapsayan çalışmanın sonuçları Tablo 12’de yer almaktadır. Tablodan da görüleceği üzere, sonuçlar ülkelere göre farklılık göstermekle birlikte en büyük dışsal maliyet kömür ve petrol gibi fosil kaynaklı yakıtlardan kaynaklanmaktadır.

Çalışmanın sonuçlarına göre, rüzgâr enerjisi 0,15-0,25 Avro cent/kWh ile en düşük dışsal maliyetlere neden olan enerji kaynağı olarak belirlenmiştir. Buna karşın kömürün dışsal maliyetlerinin 2-15 Avro cent/kWh olduğu görülmektedir. Çalışma ile hesaplanan çevre ve sağlık giderlerinin dışsal maliyetleri, üretim maliyetlerine ilave edildiğinde, kömür veya petrolden üretilen elektrik enerjisi maliyetinin iki katına yükseldiği ve doğalgazın maliyetinde % 30 artış olduğu görülmektedir³⁸⁷.

³⁸⁶ European Commission, **a.g.e.**

³⁸⁷ European Commission, **a.g.e.**

Tablo 12. AB Ülkeleri İçin Güncel Teknolojilere Göre Elektrik Üretimin Dışsal Maliyetleri

(European Commission, Directorate-General for Research, **Externe: Externalities of Energy Cost**, http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/externe_en.pdf.)

Ülke	Kömür	Turba	Petrol	Gaz	Nükleer	Biyokütle	Hidro	Foto-voltaik	Rüzgar
Avusturya				1.1-2.6		2.4-2.5	0.1		
Belçika	3.7-15.0			1.1-2.2	0.4				
Almanya	3.0-5.5		5.1-7.8	1.2-2.3	0.4-0.7	2.8-2.9		0.1-0.3	0.05
Danimarka	3.5-6.5			1.5-3.0		1.2-1.4			0.1-0.2
İspanya	4.8-7.7			1.1-2.2		2.9-5.2			0.2
Finlandiya	2.0-4.4	2.3-5.1				0.8-1.1			
Fransa	6.9-9.9		8.4-10.9	2.4-3.5	0.3	0.6-0.7	0.6		
Yunanistan	4.6-8.4		2.6-4.8	0.7-1.3		0.1-0.8	0.5		0.25
İrlanda	5.9-8.4	3.3-3.8							
İtalya			3.4-5.6	1.5-2.7			0.3		
Hollanda	2.8-4.2			0.5-1.9	0.7	0.4-0.5			
Norveç				0.8-1.9		0.2	0.2		0-0.25
Portekiz	4.2-6.7			0.8-2.1		1.4-1.8	0.03		
İsveç	1.8-4.2					0.3	0.04-0.7		
İngiltere	4.2-6.7		2.9-4.7	1.1-2.2	0.25	0.5-0.6			0.15

2. Diğer Uluslararası Çalışmalar

1990’larda ABD gibi gelişmiş ülkelerde başlayan enerjiden kaynaklı negatif dışsallıkların hesaplanmasına yönelik çalışmalar, kısa sürede dünyanın farklı ülkelerinde yaygınlaşmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmaların sonucunda ülkelerin özelliklerine göre her bir farklı enerji kaynağı için değişik dışsal maliyetler bulunsa da, bütün çalışmaların ortaya koyduğu ortak sonuç, fosil kaynaklı yakıtların dışsal negatif maliyetlerinin yenilenebilir enerji kaynaklarının dışsal negatif maliyetlerine göre çok yüksek olduğu düşünülmektedir.

Pace Üniversitesinden, Ottinger ve Hohmeyer’in yaptığı uluslararası bir çalışmada yakıt türlerine bağlı olarak çevresel dışsallıkların değeri Tablo 13’deki gibi

hesaplanmıştır. Bu çalışmada insan yaşamının değeri 4 milyon ABD doları olarak kabul edilmiştir³⁸⁸.

Tablo 13. Elektrik Enerjisinin Dışsal Negatif Maliyetleri

(R.Ottinger ve O.Hohmeyer, **External Environmental Costs of Electric Power**, Springer Verlag, 1991, s 67)

Yakıt türü	Dışsallığın değeri (ABD Doları 1991 /kwh)
Kömür	0,025 -0,058
Petrol	0,025 - 0,067
Doğalgaz	0,007 -0,010
Güneş	0,000 - 0,004
Rüzgâr	0,000 - 0,001
Biyokütle	0,000 - 0,007

Rowe ve arkadaşlarının ABD'nin New York şehri için yaptıkları çalışmada ise belirledikleri dışsallık değerleri Tablo 14'de verilmiştir. Bu çalışmada ise insan yaşamının değeri 3,3 milyon ABD doları olarak kabul edilmiştir³⁸⁹. Ottinger'in yaptığı çalışmanın sonuçları ile karşılaştırıldığında dışsallıkların maddi değeri arasındaki farkın teknolojik gelişmelerden dolayı olduğu düşünülmektedir. Her iki çalışmada da küresel iklim değişikliğine olan etkiler hesaba katılmamıştır.

³⁸⁸ R.Ottinger ve O.Hohmeyer, **External Environmental Costs of Electric Power**, Springer Verlag, 1991, s.59-69.

³⁸⁹ R.Rowe, C.Lang, L.Chestnut,D.Latimer, D.Rae, S.Bernow, ve D.White,**The New York Electricity Externality Study**. Oceana Publications: Dobbs Ferry, 1995, s.10-22.

Tablo 14. Farklı Enerji Kaynaklarının Dışsal Negatif Maliyetleri

(R.Rowe, C.Lang, L.Chestnut, D.Latimer, D.Rae, S.Bernow ve D.White, **The New York Electricity Externality Study**. Oceana Publications: Dobbs Ferry, 1995, s.14)

Yakıt türü	Dışsallığın değeri (ABD Doları 1992 /kwh)
Kömür	0,0020 - 0,0032
Petrol	0,0011 - 0,0016
Doğalgaz	0,00017 - 0,00024
Biyokütle (Odun)	0,0025 - 0,0036

Danimarka Çevre ve Kalkınma İşbirliği Kurumu tarafından yapılan diğer bir çalışmada ExternE projesi, Ottinger ve Rowe tarafından yapılan çalışmalar 1991-1997 dönemi için Dünya Bankası'nın % 3,3 olan enflasyon verisi kullanılarak 1997 fiyatları ile hesaplanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda ise enerji kaynaklarının negatif dışsallık değerleri aralıklar şeklinde Tablo15'de yer almaktadır³⁹⁰.

Tablo 15. Farklı Yakıt Türleri İçin Çevresel Dışsallıkların Fiyat Aralıkları

(**Pricing Incentives In A Renewable Energy Strategy**, <http://www.eppo.go.th/encon/encon-D11-ThaiExtern-Final.doc>.)

Yakıt türü	Dışsallığın Değeri (ABD Doları 1997 /kwh)	
	Değer aralığı	Ortalama değer
Kömür	0.0022 - 0.046	0.024
Petrol	0.0012-0.027	0.014
Doğalgaz	0.0002 - 0.011	0.0056
Biyokütle	0.0026 - 0.012	0.0073

Bu çalışma yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyokütle yakıtının çevresel dışsallık değerinin kömür ve petrolden çok daha düşük olduğunu, doğalgaz ile yakın değerler verdiğini göstermiştir. Ayrıca dikkat çeken diğer bir noktada

³⁹⁰ **Pricing Incentives In A Renewable Energy Strategy**, <http://www.eppo.go.th/encon/encon-D11-ThaiExtern-Final.doc>., (Erişim tarihi: 19.03.2008).

NEPO/DANCED tarafından gerçekleştirilen bu çalışmanın 1998 yılında Tayland’da “Yenilenebilir Enerji Programının Sosyal Faydaları ve Çevresel Dışsallıklar” adlı bir yayında yer alması ve 2008 yılına gelindiğinde Türkiye için benzer bir çalışmaya yazında hala rastlanmamış olmasıdır.

2006 yılında yapılan “Çin’de elektrik üretiminin dışsal maliyeti ” adlı bir çalışmada ise Çin’in farklı bölgeleri için dışsal maliyetler hesaplanmıştır³⁹¹. Bu çalışmanın sonuçları Tablo 16’da yer almaktadır. Bu araştırma negatif dışsallıkların bölgelere göre farklılık gösterebileceğini ortaya koymuş, enerji üretimine yönelik yapılacak tesislerin yer seçiminin önemli olduğunu, doğalgazın kömüre ve petrole karşın dışsallık yönünden üstün olduğunu göstermiştir³⁹².

Tablo 16. Çin’de Elektrik Üretiminin Negatif Dışsal Maliyeti

(S.Ding, O.Zhang, W.Xu, Z.Xiong, H.Jiang, **External costs of electricity generation in China**, Environmental Informatics Archives 4, 2006, s.480.)

Yakıt türü Bölge	Dışsallığın Değeri (0.01 Çin RMB 2006 /kwh)					
	Kuzeydoğu	Doğu	Orta	Güneybatı	Kuzeybatı	Kuzey
Kömür	16,97	21,76	19,82	15,35	14,37	15,47
Petrol	13,90	21,30	18,30	11,40	9,88	11,60
Doğalgaz	6,51	6,86	6,72	6,39	6,32	6,40

³⁹¹ S.Ding, O.Zhang, W.Xu, Z.Xiong, H.Jiang, **External costs of electricity generation in China**, Environmental Informatics Archives 4, 2006, s 475-482.

³⁹² S.Ding, O.Zhang, W.Xu, Z.Xiong, **a.g.e.**

Schmidheiny ve Zorraquin, Yale Üniversitesinde Birleşmiş Milletler Çevre Programı için yaptıkları bir çalışmada ise ABD 'de atmosfere karışan her 1 ton kükürt dioksitin, topluma yılda 25 milyar ABD dolarına mal olduğunu bildirmektedirler³⁹³.

3. CASES Projesi

ExternE çalışmasını temel alan, çevre sorunlarının maliyetleri ile sosyal maliyetleri de kapsayan “Cost Assessment of Sustainable Energy System (CASES)” adlı bir projede de enerjiden kaynaklanan negatif dışsallıklar hesaplanmıştır³⁹⁴. AB Komisyonunun 6. Çerçeve Programı kapsamında desteklenen proje, FEEM³⁹⁵ Enstitüsü tarafından 2006 yılında başlanılmış ve 2008 yılında tamamlanmıştır. Bu projede, AB ülkelerine ek olarak Çin, Hindistan, Brezilya ve Türkiye’nin içinde bulunduğu ülkelerde enerjiden kaynaklı dışsal maliyetler hesaplanmıştır. Türkiye’den TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinin katılımcı olarak yer aldığı CASES projesinde kabul edilen varsayımlar, yöntem, hesaplamalar ve belirsizlikler EK-2’de (s.245-252) yer almaktadır. Bu çalışmanın iki temel çıktısı bulunmaktadır. Bunlar;

- Farklı teknolojiler kullanılarak üretilen birim enerjinin yıllara göre görünen ve toplam maliyetleri,
- Proje kapsamında yer alan her bir ülke için bazı emisyonların neden olduğu dışsal

³⁹³ S.Schmidheiny ve F.L.Zorraquin, **Eco-efficiency and the Financial Markets**, L.G.Echeverri (ed.) Bridges to Sustainability. Business and Government Working Together for a Better Environment, Yale/UNDP Program on Public-Private Partnership, 1997, s.105.

³⁹⁴ CASES, http://www.feem-project.net/cases/downloads_deliverables.php, (Erişim tarihi: 14.12.2008).

³⁹⁵ FEEM (Fondazione Eni Enrico Mattei)

maliyet değerleridir.

Proje kapsamında 2005-2010, 2020 ve 2030 yılları için farklı yöntemler kullanılarak üretilen enerjinin Toplam Görünen Maliyetleri ve Toplam Maliyeti (Dışsal Maliyet + Toplam Görünen Maliyet) (Avro cent/kWh) hesaplanmıştır. Tablo 17’de verilen Toplam Görünen Maliyetler, elektrik üretiminde kullanılan tesisin muhasebe kayıtlarında yer alan ilk yatırım, işletme, hammadde, amortisman gibi maliyet unsurlarının toplamını içermektedir. Tablo 18’de yer alan Toplam Maliyet değerleri ise görünen maliyetlere ilaveten tesisin neden olduğu/olacağı çevresel dışsallıkları da içeren maliyettir.

Tablo 17 ve Tablo 18’de görüldüğü üzere; çok farklı teknolojiler kullanılarak elektrik üretimi yapılabilmektedir. Aynı kaynağın farklı üretim teknolojilerine göre elektrik üretim maliyetleri değişmektedir. Bu teknolojiler içerisinde çevre sorunlarını önlemeye yönelik yatırım yapılanlarda üretim maliyetleri, yapılmayanlara göre farklılık göstermektedir. Çevre sorununa neden olan işletmeler, aradaki bu maliyet farkını üstlenmekten kaçınmakta, bu maliyetleri topluma yüklemektedirler.

Projenin sonuçlarına göre, sadece görünen maliyetler dikkate alındığında, günümüzde ve gelecek yirmi yılda en ucuz yöntem birçok çevre sorunun nedeni olan taşkömürü kullanan sistemler olacaktır ve önümüzdeki yirmi yılda bu teknolojik koşullarla fosil yakıtların fiyat üstünlüğü devam edecektir.

Bununla birlikte, görünen maliyetler tablosu (Tablo 17) ile görünen maliyetlere negatif dışsallıkların eklendiği toplam maliyetler tablosu (Tablo 18) karşılaştırıldığında sanılanın aksine yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil kaynaklı

yakıtlarla rekabet edebilecek durumda olduğu, gelecek yıllarda teknolojinin gelişimiyle aralarındaki farkın gittikçe azalacağı düşünülmektedir.

Fosil yakıt kullanan tesislerinin teknolojik açıdan geliştirilmesi için Sanayi Devrimi'nden bu yana Ar-Ge için büyük miktarlarda fonlar kullanılmışken, yenilenebilir enerji sektörü bu açıdan bakıldığında daha emekleme evresindedir. 1995 yılı verileri ile Türkiye'de kamu kesimi enerji Ar-Ge harcamalarının % 68,3'ü petrol ve doğal gaz çalışmalarına, % 15,8'i nükleer enerji ile ilgili çalışmalara, % 4'ü kömür çalışmalarına, benzer şekilde % 4'ü enerji tasarrufu çalışmalarına, % 1,6'sı yeni ve yenilenebilir enerjiler ile ilgili çalışmalara, kalanı da diğer konulara yönlendirilmiştir. 1996 yılı verilerine göre ise, kamu kesimi enerji Ar-Ge harcamalarının % 57'si fosil yakıtlar, % 23'ü nükleer enerji, % 7'si enerji tasarrufu ve % 4'ü de yeni ve yenilenebilir enerjiler ile ilgili çalışmalara ayrılmıştır³⁹⁶. Son on yılda bu oranlar değişmemiş, Ar-Ge harcamalarında halen en büyük pay fosil yakıt kaynakları ve nükleer enerji sahip olduğu yüksek payı korumuştur. Yenilenebilir enerjilere ayrılan pay artmış gibi görünmekle birlikte, güncel gereksinimleri ve çağdaş yaklaşımları karşılamadığı açıktır. Fosil yakıtlara ayrılan payın, yenilenebilir enerji kaynaklarına ayrılması durumunda yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetlerinin daha da düşeceğine inanılmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının, bir diğer üstünlüğü de, bu sektörün daha yeni gelişmekte olması nedeniyle, yeni iş olanaklarına sahip olmasıdır. 2007 yılında ABD'de yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği konusunda çalışan 9 milyondan

³⁹⁶ TÜSİAD, 21 yy girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, <http://www.tusiad.org/turkish/rapor/enerji/html/sec13.html>., (Erişim tarihi:04.08.2008).

fazla kişi bulunmakta olup, bu rakamın 2030 yılında 37 milyon kişiye ulaşacağı tahmin edilmektedir³⁹⁷. Rüzgâr enerjisi sektörü ise tüm dünyada 400.000'den fazla kişiye iş olanağı yaratmakta, bu rakamın 2010 yılında 1 milyona ulaşacağı kestirilmektedir³⁹⁸.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyet fiyatlarına yeni istihdamların yaratacağı pozitif dışsallıkların katılması ve teknolojik gelişmelerle görünen maliyetlerin düşmesiyle, önümüzdeki süreçte yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam maliyetinin, çevre sorunlarının negatif dışsal maliyetleri de eklenen fosil yakıtların toplam maliyetine göre daha üstün olacağı düşünülmektedir.

³⁹⁷ http://www.ases.org/index.php?option=com_content&view=article&id=465&Itemid=58., (Erişim tarihi:04.01.2009).

³⁹⁸ <http://www.guardian.co.uk/environment/2009/jan/20/one-million-jobs-wind-power-2010>., (Erişim tarihi:04.01.2009).

Tablo 17. Toplam Görünen Maliyet (Avro cent/kWh) (http://www.feem-project.net/cases/documents/deliverables/D_06_1%20part2%2008_09.pdf)						
	2005-10		2020		2030	
1	Taşkömürü (Termik Santral, yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalamayan-yakalayan)	0,42	Taşkömürü (Termik Santral basınçlı türbin) (CO ₂ yakalamayan)	0,5	Taşkömürü (Termik Santral basınçlı türbin) (CO ₂ yakalamayan)	0,61
2			Taşkömürü (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalamayan)	0,95	Taşkömürü (Termik Santral, yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalamayan)	1,01
3	Taşkömürü (Termik Santral basınçlı türbin) (CO ₂ yakalamayan)	0,54	Taşkömürü (Termik Santral, yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalayan)	1,47	Taşkömürü (Termik Santral, yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalayan)	1,55
4	Linyit (Termik Santralı)	2,68	Linyit (Termik Santralı)	2,14	Linyit (Termik Santralı)	2,14
5	Nükleer Güç santralı	2,93	Nükleer Güç santralı	2,65	Nükleer Güç santralı	2,49
6	Linyit (Gazifikasyon çevrim santralı) (CO ₂ yakalayan-yakalamayan)	3	Linyit (Gazifikasyon çevrim santralı) (CO ₂ yakalamayan)	2,78	Linyit (Gazifikasyon çevrim santralı) (CO ₂ yakalamayan)	2,77
7			Taşkömürü (yoğunlaştırıcı güç santralı)	3,2	Taşkömürü (yoğunlaştırıcı güç santralı)	3,16
8	Taşkömürü (yoğunlaştırıcı güç santralı)	3,26	Linyit (Gazifikasyon çevrim santralı) (CO ₂ yakalayan)	3,35	Linyit (Gazifikasyon çevrim santralı) (CO ₂ yakalayan)	3,34
9	Taşkömürü (Gazifikasyon çevrim santralı) (CO ₂ yakalayan-yakalamayan)	3,77	Taşkömürü (Gazifikasyon çevrim santralı) (CO ₂ yakalamayan)	3,5	Taşkömürü (Gazifikasyon çevrim santralı) (CO ₂ yakalamayan)	3,5
10			Biyokütle (Odun yakan termik santral)	3,79	Biyokütle (Odun yakan termik santral)	3,79
11	Doğalgaz (Çevrim Santralı basınçlı türbin)	3,93	Doğalgaz (Çevrim Santralı basınçlı türbin)	4,13	Doğalgaz (Çevrim Santralı basınçlı türbin)	4,15
12	Doğalgaz (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalayan-yakalamayan)	3,97	Taşkömürü (Gazifikasyon çevrim santralı) (CO ₂ yakalayan)	4,15	Taşkömürü (Gazifikasyon çevrim santralı) (CO ₂ yakalayan)	4,16
13			Doğalgaz (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalamayan)	4,23	Doğalgaz (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalamayan)	4,2
14	Biyokütle (Odun yakan termik santral)	4,43	Doğalgaz (Çevrim Santralı) (CO ₂ yakalamayan)	4,52	Hidrolik santral (Nehir tipi, <100 MW)	4,52
15	Hidrolik santral (Nehir tipi, >100 MW)	4,52	Hidrolik santral (Nehir tipi, <100 MW)	4,52	Hidrolik santral (Nehir tipi, >100 MW)	4,52
16	Doğalgaz (Çevrim Santralı) (CO ₂ yakalayan-yakalamayan)	4,74	Hidrolik santral (Nehir tipi, >100 MW)	4,52	Doğalgaz (Çevrim Santralı) (CO ₂ yakalamayan)	4,52
17			Biyokütle (sap, saman yakan termik santral)	4,75	Biyokütle (sap, saman yakan termik santral)	4,75
18	Biyokütle (sap, saman yakan termik santral)	5,6	Doğalgaz (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalayan)	5,45	Doğalgaz (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalayan)	5,38

Tablo 17. Toplam Görünen Maliyet (Avro cent/kWh) (http://www.feem-project.net/cases/documents/deliverables/D_06_1%20part2%2008_09.pdf)						
	2005-10		2020		2030	
19	Rüzgâr (karada)	6,11	Doğalgaz (Çevrim Santralı) (CO ₂ yakalayan)	5,88	Rüzgâr (karada)	5,81
20	Rüzgâr (denizde)	6,36	Rüzgâr (denizde)	6,02	Doğalgaz (Çevrim Santralı) (CO ₂ yakalayan)	5,87
21	Doğalgaz (gaz türbin)	6,54	Rüzgâr (karada)	6,14	Rüzgâr (denizde)	5,96
22	Ağır yağlar (güç santralı)	6,57	Doğalgaz (gaz türbin)	6,56	Katı oksitli yakıt hücreleri (doğalgaz)	6,27
23	Hidrolik santral (Nehir tipi, <100 MW)	6,79	Katı oksitli yakıt hücreleri (doğalgaz)	7,08	Eriyik karbonat yakıt hücresi (doğalgaz)	6,45
24	Hidrolik santral (Nehir tipi, 10 MW)	7,23	Ağır yağlar (güç santralı)	7,19	Doğalgaz (gaz türbin)	6,52
25	Hidrolik santral (baraj)	7,35	Hidrolik santral (Nehir tipi, 10 MW)	7,23	Eriyik karbonat yakıt hücresi (biyogaz)	7
26	Hidrolik santral pompa istasyonu)	7,35	Eriyik karbonat yakıt hücresi (doğalgaz)	7,3	Hidrolik santral (Nehir tipi, 10 MW)	7,23
27	Hafif yağlar (gaz türbini)	9,83	Hidrolik santral (baraj)	7,35	Hidrolik santral (baraj)	7,35
28	Güneş (parabolik)	17,74	Hidrolik santral pompa istasyonu)	7,35	Hidrolik santral pompa istasyonu)	7,35
29	Eriyik karbonat yakıt hücresi (biyogaz)	27,58	Eriyik karbonat yakıt hücresi (biyogaz)	7,82	Ağır yağlar (güç santralı)	7,92
30	Eriyik karbonat yakıt hücresi (doğalgaz)	27,76	Hafif yağlar (gaz türbini)	9,68	hafif yağlar (gaz türbini)	9,98
31	Katı oksitli yakıt hücreleri (doğalgaz)	38,36	Güneş (parabolik)	11,97	Güneş (parabolik)	11,17
32	Güneş (fotovoltaik pil) (açık alan)	50,65	Güneş (fotovoltaik pil) (açık alan)	20,83	Güneş (fotovoltaik pil) (açık alan)	16,58
33	Güneş (fotovoltaik pil) (çatı)	72,58	Güneş (fotovoltaik pil) (çatı)	25,14	Güneş (fotovoltaik pil) (çatı)	23,48

Tablo 18.Toplam Maliyet (Avro cent/kWh) (http://www.feem-project.net/cases/documents/deliverables/D_06_1%20part2%2008_09.pdf)						
	2005-10		2020		2030	
1	Taşkömürü (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalamayan-yakalayan)	2,98	Taşkömürü (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalayan)	2,62	Nükleer Güç santrali	2,67
2			Nükleer Güç santrali	2,86	Taşkömürü (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalayan)	2,96
3	Nükleer Güç santrali	3,22	Taşkömürü (Termik Santral basınçlı türbin) (CO ₂ yakalamayan)	3,81	Linyit (Gazifikasyon çevrim santrali) (CO ₂ yakalamayan)	4,31
4	Taşkömürü (Termik Santral basınçlı türbin) (CO ₂ yakalamayan)	3,33	Taşkömürü (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalamayan)	3,94	Hidrolik santral (Nehir tipi >100 MW)	4,58
5	Hidrolik santral (Nehir tipi >100 MW)	4,56	Linyit (Gazifikasyon çevrim santrali) (CO ₂ yakalayan)	4,13	Hidrolik santral (Nehir tipi <100 MW)	4,58
6	Biyokütle (Odun yakan termik santral)	5,1	Hidrolik santral (Nehir tipi, >100 MW)	4,57	Biyokütle (Odun yakan termik santral)	4,81
7	Linyit (Gazifikasyon çevrim santrali) (CO ₂ yakalayan-yakalamayan)	5,17	Hidrolik santral (Nehir tipi, <100 MW)	4,57	Taşkömürü (Termik Santral basınçlı türbin) (CO ₂ yakalamayan)	4,84
8			Biyokütle (Odun yakan termik santral)	4,63	Taşkömürü (Termik Santral, yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalamayan)	4,85
9	Doğalgaz (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalayan-yakalamayan)	5,17	Linyit (Gazifikasyon çevrim santrali) (CO ₂ yakalamayan)	4,93	Linyit (Gazifikasyon çevrim santrali) (CO ₂ yakalamayan)	5,7
10			Linyit (Termik Santrali)	5,12	Rüzgâr (denizde)	5,89
11	Doğalgaz (Çevrim Santrali basınçlı türbin)	5,24	Doğalgaz (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalamayan)	5,6	Taşkömürü (Gazifikasyon çevrim santrali) (CO ₂ yakalayan)	5,97
12	Linyit (Termik Santrali)	5,38	Taşkömürü (Gazifikasyon çevrim santrali) (CO ₂ yakalayan)	5,64	Taşkömürü (Gazifikasyon çevrim santrali) (CO ₂ yakalamayan)	5,99
13		6,05	Doğalgaz (Çevrim Santrali basınçlı türbin)	5,72	Rüzgâr (karada)	6,04
14			Doğalgaz (Çevrim Santrali) (CO ₂ yakalamayan)	5,99	Linyit (Termik Santrali)	6,1

Tablo 18.Toplam Maliyet (Avro cent/kWh) (http://www.feem-project.net/cases/documents/deliverables/D_06_1%20part2%2008_09.pdf)						
	2005-10		2020		2030	
15	Taşkömürü (yoğunlaştırıcı güç santrali)	6,17	Taşkömürü (Gazifikasyon çevrim santrali) (CO ₂ yakalamayan)	6	Doğalgaz (Çevrim Santrali basınçlı türbin)	6,24
16	Rüzgâr (karada)	6,23	Rüzgâr (karada)	6,1	Doğalgaz (Çevrim Santrali) (CO ₂ yakalamayan)	6,44
17	Taşkömürü (Gazifikasyon çevrim santrali) (CO ₂ yakalayan-yakalamayan)	6,29	Rüzgâr (denizde)	6,23	Doğalgaz (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalayan)	6,45
18			Doğalgaz (Termik Santral yoğunlaştırıcı türbin) (CO ₂ yakalayan)	6,32	Taşkömürü (Gazifikasyon çevrim santrali) (CO ₂ yakalamayan)	6,79
19	Rüzgâr (denizde)	6,48	Taşkömürü (yoğunlaştırıcı güç santrali)	6,52	Doğalgaz (Çevrim Santrali) (CO ₂ yakalayan)	7,02
20	Hidrolik santral (Nehir tipi, <100 MW)	6,83	Doğalgaz (Çevrim Santrali) (CO ₂ yakalayan)	6,81	Hidrolik santral (Nehir tipi, 10 MW)	7,32
21	Hidrolik santral (Nehir tipi, 10 MW)	7,29	Biyokütle (sap, saman yakan termik santral)	6,95	Taşkömürü (yoğunlaştırıcı güç santrali)	7,33
22	Hidrolik santral pompa istasyonu)	7,41	Hidrolik santral (Nehir tipi, 10 MW)	7,3	Biyokütle (sap, saman yakan termik santral)	7,38
23	Hidrolik santral (baraj)	7,43	Hidrolik santral pompa istasyonu)	7,43	Hidrolik santral pompa istasyonu)	7,44
24	Biyokütle (sap, saman yakan termik santral)	7,63	Hidrolik santral (baraj)	7,44	Hidrolik santral (baraj)	7,46

CASES projesi kapsamında, geçmiş yıllarda hazırlanan ve AB ülkeleri için denenmiş modellere, proje kapsamındaki ülkelerin kendi verileri girilerek, her bir ülke için ülkeyi temsil ettiği düşünülen bir termik santralin insan sağlığı üzerindeki zararları, tarım ürünleri üzerinde yarattığı değişimler (tarım topraklarının asitleşmesi, azot çökeltisinden kaynaklanan gübreleme etkileri) ve yapı malzemeleri üzerindeki etkilerinin dışsallık değerleri hesaplanmıştır³⁹⁹.

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinin katılımcı olarak yer aldığı CASES projesi kapsamında, Muğla ili Milas ilçesinde bulunan, ülke rezervlerini temsil edebilecek oranda düşük kalitede olan Yeniköy linyitleri örnek olarak seçilmiştir. Bu sahaya ait teknik değerler ve çevresine ilişkin veriler EK-3’de (s.253-255) yer almaktadır⁴⁰⁰. Bu veriler proje kapsamında ECOSENSE Modeline girilmiş, elektrik üretiminden kaynaklanan ve çevre sorunlarına neden olan NH₃ , NMVOC, NO_x , PPM_{coarse} , PPM_{2,5} , SO₂ kirleticilerinin Türkiye için dışsal maliyetleri hesaplanmıştır⁴⁰¹.

Tablo 19’den görüleceği üzere ton başına en fazla zarara partikül maddeler yol açmakta, bununla birlikte bir termik santralde üretim sonrasında ortaya çıkan baskın ürün durumundaki kükürt dioksitin bir tonunun yalnızca insan sağlığı üzerine etkisi 5337 Avro olmaktadır.

³⁹⁹ CASES, **External costs.**, http://www.feem-project.net/cases/documents/deliverables/ExternalCosts_per_unit_emission_080821.xls., (Erişim tarihi:10.12.2008).

⁴⁰⁰ CASES, **Non-EU countries national report.**, http://www.feem-project.net/cases/documents/deliverables/D_07_1%20updated%20Apr_08.zip., (Erişim tarihi:10.12.2008).

⁴⁰¹ CASES, **a.g.e.**

Tablo 19. CASES Projesine Göre Enerji Üretimi Sonrası Ortaya Çıkan Emisyonların Türkiye İçin Dışsal Maliyetleri

(http://www.feem-project.net/cases/documents/deliverables/ExternalCosts_per_unit_emission_080821.xls.)

Etkiler	Dışsal Maliyetler [Avro/ ton] (ortalama)
İnsan sağlığına etkiler	
NH ₃	5194
NM VOC	-33
NO _x	2780
PPM _{coarse}	862
PPM _{2,5}	19725
SO ₂	5337
<i>Biyolojik Çeşitlilik Kaybı</i>	
NH ₃	582
NM VOC	-5
NO _x	98
PPM _{coarse}	0
PPM _{2,5}	0
SO ₂	2
<i>Tarımsal Ürünlere Etkiler (Bölgesel : N depolayan)</i>	
NH ₃	-34
NM VOC	9
NO _x	44
PPM _{coarse}	0
PPM _{2,5}	0
SO ₂	0
<i>Yapı malzemelerine etkiler</i>	
NH ₃	hesaplanmadı
NM VOC	hesaplanmadı
NO _x	71
PPM _{coarse}	hesaplanmadı
PPM _{2,5}	hesaplanmadı
SO ₂	259

Proje sonucunda çıkan dışsallıkların değeri, kömür yakan termik santrallerin üretimi ile ortaya çıkan NH₃, NM VOC, NO_x, PPM_{coarse}, PPM_{2,5}, SO₂’nin miktarı ile çarpıldığında bulunan rakamlar oluşan sorunun çok yüksek akçal değeri olduğunu göstermektedir.

Termik santrallerin neden olduğu olumsuzluklar, kullanılan kaynağın türüne göre değişmektedir. Fosil yakıtlar neden oldukları çevre sorunlarına göre karşılaştırıldığında, en az olumsuzluk doğalgaz kullanımından kaynaklanmaktadır. Türkiye’de geçmiş yıllarda yaşanan hava kirliliği sorununu önlemeye yönelik çalışmalar doğalgaz kullanımını hızla artırmış olmasına karşın, Türkiye’nin doğalgaz kaynağı olmadığı ve tamamını ithal etmek zorunda olduğu, kaynak planlaması yapılırken bu kaynağa hiçbir zaman güvenilmemesi gerektiği gerçeği unutulmamalıdır. Türkiye’nin fosil enerji kaynakları içerisinde en önemli kaynağı, başka bir ifadeyle ciddiye alınabilecek miktarda rezerve sahip tek kaynağı olan kömür ise yüksek oranda nem, kül ve kükürt içeren düşük kaliteli bir kaynaktır.

Türkiye, kömür kullanan termik santrallerle elektrik üretmeye 1980’lerde başlamış, santrallerin işletmeye geçişi ile birlikte santral yörelerinde gittikçe artan ve ortamı yaşanamaz hale getiren hava kirliliği ortaya çıkmaya başlamıştır. Düşük kaliteli kömür kullanan termik santrallerde herhangi bir önlem alınmadığında en büyük sorun ortama verilen kükürt dioksit emisyonlarıdır. Enerji üretim tesislerinin faaliyeti sonucu atmosfere yayılan emisyonları kontrol altına almak ve hava kirliliğini yaratan kirletici maddelerin olumsuz etkilerini azaltmak amacı ile 02.11.1986 tarihli ve 19269 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (HKKY) çıkarılmıştır. Bu yönetmelik ile termik santrallerden kaynaklanan baca gazı emisyonlarına sınırlama getirilmiş, santrallerin baca çıkışlarındaki toz, kükürt dioksit, azot oksitleri, karbon monoksit ve halojen emisyonlarının miktarlarının denetim altına alınması için yasal bir kısıtlayıcı oluşturulmuştur.

HKKY'nin yayımlandığı 2 Kasım 1986 tarihinde, işletmede olan veya inşa halinde bulunan termik santrallerinin yönetmelik karşısındaki durumunu incelendiğinde, ülkedeki söz konusu tüm tesislerin baca gazlarındaki kükürt dioksit konsantrasyonlarının, yönetmelik uyarınca izin verilebilir emisyon değeri olan 1000 mg/Nm³ değerinin oldukça üzerinde olduğunu görülmektedir⁴⁰². Bu nedenle linyit yakan tüm santrallerin neden olduğu kükürt dioksitin yok edilmesi gerekmektedir. Kükürt dioksitten kaynaklanan sorunları önlemede, HKKY'nde % 95 olarak verilen giderme verimine sahip baca gazı arıtma (BGA) tesisleri işletmedeki ve inşa halindeki linyit yakan santrallerde uygulanabilecek bir yöntem olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından seçilmiştir. BGA tesisleri, yatırım maliyeti diğer yöntemlere oranla düşük, hammaddesi dışa bağımlı olmayan, uygulama sonucunda yan ürün olarak elde edilen alçıtaşının santralın külleri ile birlikte kül depolama sahasına atılabilmesi dolayısıyla ek arazi kirliliğine neden olmayan, ekonomik analizde elektrik üretim maliyetine getirdiği yük kabul edilebilir seviyede olan sistemlerdir. Türkiye'de kömür kullanan termik santraller ve bu santrallerin BGA varlığını ele alan Tablo 20'den görüleceği üzere Türkiye kömürlerinin niteliği çok düşüktür ve mevcut 19 üretim biriminin yalnızca 9 tanesinde BGA tesisi bulunmaktadır. BGA tesisi bulunmayan santrallerin bacalarından çıkan zehirli emisyonların yarattığı negatif dışsallıkların maliyeti topluma yüklenmeye devam etmektedir.

⁴⁰² EÜAŞ, **Bacagazı Arıtma Tesisleri**, Eğitim Yayın Dairesi Raporu, 2000.

Tablo 20. Termik Santraller (http://www.euas.gov.tr/_EUAS/Images/Birimler/apk/2007_yillikrapor.pdf)

PROJE ADI	GÜCÜ MW	SANTRAL DİZAYNINA ESAS YAKIT ÖZELLİKLERİ				SANTRALIN İŞLETMEYE GİRİŞ YILI	YILLIK YAKIT TÜKETİMİ (ton)	BGA MEVCUDİYETİ
		CİNSİ	KÜL %	NEM %	KÜKÜRT %			
SOMA B (1-4 ÜNİTELER)	4X165	LİNYİT	41	27	1,5	1981-1982 1985-1986	4.200.000	-
SOMA B (5-6 ÜNİTELER)	2X165	LİNYİT	51,2	20,84	1,5	1991-1992	3.320.000	-
SEYİTÖMER (1-2-3. ÜNİTELER)	3X150	LİNYİT	35	34	1,5-2	1973-1974 1977	3.900.000	-
SEYİTÖMER (4. ÜNİTE)	1X150	LİNYİT	47	40	1,5-2	1989	1.375.000	-
TUNÇBİLEK (3. ÜNİTE)	1X65	LİNYİT	25	23	1,5	1966	1.840.000	-
TUNÇBİLEK (4-5. ÜNİTELER)	2X150	LİNYİT	40	21	1,5	1977-1978	2.150.000	-
KANGAL (1-2. ÜNİTELER)	2X150	LİNYİT	21	47	2,3	1989-1990	3.600.000	-
AFŞİN ELBİSTAN A (1-2-3-4. ÜNİTELER)	4X340	LİNYİT	15,3	57,7	1,4-2,2	1984-1985 1986-1987	20.000.000	-
YATAĞAN (1-2-3. ÜNİTELER)	3X210	LİNYİT	28-35	32-40	2,7	1982-1983- 1984	4.900.000	BGA tesisi mevcut
YENİKÖY (1-2. ÜNİTELER)	2X210	LİNYİT	43	33	2,7	1986-1987	3.750.000	BGA tesisi inşaat halinde
KEMERKÖY (1-2-3. ÜNİTELER)	3X210	LİNYİT	43	33	2,7	1993-1994- 1995	5.600.000	BGA tesisi mevcut
KANGAL (3. ÜNİTE)	1X157	LİNYİT	19,2	52	2,3	2000	1.840.000	BGA tesisi mevcut
ORHANELİ (1. ÜNİTE)	1X210	LİNYİT	23,8	32	1,9	1992	1.340.000	BGA tesisi mevcut
ÇAYIRHAN (1-2. ÜNİTELER)	2X150	LİNYİT	30	27	4	1987	1.780.000	BGA tesisi mevcut
ÇAYIRHAN (3-4. ÜNİTELER)	2X160	LİNYİT	30-45	20-30	4	1998-1999	2.500.000	BGA tesisi mevcut
AFŞİN ELBİSTAN B (1-2-3-4. ÜNİTELER)	4X360	LİNYİT	15-28	45-55	2,2	2005-2006	18.480.000	BGA tesisi mevcut
ÇATALAĞZI (1. ÜNİTE)	1X150	T.KÖMÜRÜ	47	18	0,5-2	1989	800.000	-
ÇATALAĞZI (2. ÜNİTE)	1X150	T.KÖMÜRÜ	47	18	0,5-2	1991	800.000	-
18 MART ÇAN (1-2. ÜNİTELER)	2X160	LİNYİT	32	22	2-7	2005	1.800.000	-

Bununla birlikte, BGA tesisleri % 95 verimle çalışabilmektedir. BGA tesisi bulunan işletmeler % 5 oranında çevreyi kirletmeye devam etmektedirler. Örneğin Yatağan termik santralinden çıkan kükürt dioksit miktarı 10.240 ton/yıl olup, BGA tesisi ile bu miktar 504,2 ton/yıl'a düşürülebilmektedir.

Kömür kullanan termik santraller üretiminde yüksek miktarlarda kükürt dioksit salınmasına karşın Türkiye'de ilk yatırım ve işletme maliyeti yüksek olması neden gösterilerek BGA tesisi yapılmamış veya yapımı ötelenmiştir. BGA tesisi yapılmamasının yarattığı çevre sorunları maliyeti ile BGA tesisinin ilk yatırım ve işletme maliyeti karşılaştırılarak, bu önermenin doğruluğu araştırılmıştır.

Termik santrallerden kaynaklanan negatif dışsallık değerlerinin belirlenilmesi için CASES projesinin sonuçlarından yararlanılmıştır. CASES projesi sonuçları ile karşılaştırmak üzere bu proje kapsamında örnek olarak seçilen Yeniköy Termik Santralının BGA tesisinin ilk yatırım ve işletme maliyetleri karşılaştırılması düşünülmüş ancak Yeniköy Termik Santralında 2001 yılında ihalesi yapılmasına rağmen henüz BGA tesisi kurulmadığı anlaşılmıştır. Bu nedenle o bölgeye en yakın ve işletme değerleri Yeniköy Termik Santralı değerlerine çok yakın olan Yatağan Termik Santralı verileri kullanılmıştır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucu BGA ünitesi kullanılarak Yatağan Termik Santralı için 1 ton kükürt dioksit yok etme maliyeti ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Yatağan Termik Santrali

Yıllık elektrik üretim miktarı 1.157.240.000 kw

Yıllık çalışma saati: 6.198 saat

Bir yılda yok edilen kükürt dioksit miktarı: 58.723 ton

BGA Yıllık Maliyeti

Yatırım Maliyeti : 77.791.045 ABD Doları

(1 Avro=1,35 ABD Doları(Ekim 2008)) Yatırım Maliyeti : 57.623.000 Avro

BGA işletme ömrü 25 yıl

1 yıllık yatırım maliyeti : 57.623.000 Avro /25 yıl = 2.304.920 Avro

İşletme Maliyeti (30.06.2007-30.06.2008 tarihleri arasında)

Harcama kalemi	Tutar (YTL)
Elektrik	7.000.000
Personel	960.000
Kireçtaşı	700.000
Su	200.000
TOPLAM	8.860.000

1 Avro = 1,85 YTL (Ekim 2008)

İşletme Maliyeti = 8.860.000 YTL= 6.562.963 Avro

BGA Yıllık Maliyeti = Yatırım Maliyeti+ İşletme Maliyeti

= 2.304.920 + 6.562.963 = 8.867.883 Avro

1 ton SO₂ bertaraf maliyeti = BGA yıllık maliyeti / bir yılda bertaraf edilen kükürt dioksit miktarı

8.867.883 /58.723= 151 Avro

Tablo 19’da yer alan CASES projesi verilerine göre, enerji üretimi sonrası ortaya çıkan kükürtdioksitin 1 tonunun insan sağlığı üzerine etkisi 5337 Avro’dur. Buna karşın önleme maliyeti ise bu tez kapsamında 151 Avro olarak belirlenmiştir.

Fosil yakıtların neden olduğu sorunlara yönelik önlem almamanın yalnızca insan sağlığına etkisinin, önlem alma maliyetinin (baca gazı arıtma tesisi kurma ve işletme maliyetinin) 50 kat üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu kadar yüksek miktarda negatif dışsallıkları olmasına karşın, Türkiye’de termik santraller yapılırken ilk yatırım ve işletme maliyeti yüksek olması neden gösterilerek BGA tesisi yapılmamış veya yapımı ötelenmiştir. Santrallerin yapımından sonra ilerleyen yıllarda bazı termik santrallerde BGA tesisi kurulmasına karar verilmesine karşın, halen bir çok termik santralde BGA tesisi bulunmadan üretime devam edilmektedir.

Fosil yakıt kullanan enerji üretim tesislerinde kükürt dioksit dışında çevre sorunlarına neden olan NH_3 , NMVOC, NO_x , PPM_{co} , PPM_{25} gibi kirletici unsurlarda bulunmakta olup, bunların tamamının neden olduğu negatif dışsallıkların da eklenmesi durumunda çevresel krizin gerçek boyutları ortaya çıkacaktır.

Negatif dışsallıkların, bilimsel yöntemlerle kesin olarak belirlenmesi oldukça zordur. Son yirmi yılda dünyanın farklı yerlerinde birbirine benzer yollarla dışsallıklar hesaplanmasına karşın, bu tez kapsamında yapılan hesaplamalarla Türkiye için ilk kez BGA tesisinin maliyeti ile termik santralın BGA tesisi yapılmaması durumu karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma göstermiştir ki, geleceğe yönelik enerji politikalarının ana eksenini, fosil yakıtlar üzerine kurulduğu sürece, bu sistemin

devamlılığı sağlanamaz ve sürdürülebilir bir enerji politikasından bahsetmek mümkün değildir.

Bu tezde örnek olarak kullanılan Yatağan Termik Santralının çevreye verdiği zararların hesap edilmesine yönelik Türk Tabipler Birliğinin bazı çalışmaları bulunmakla birlikte, bugüne kadar hep zarar görenlerin başvurularının sonrasında veya sağlık kurumlarına başvuru istatistiklerine göre maddi değerlendirmeler yapılabilmıştır.

SONUÇ

Türkiye’de çevrenin korunmasının önemi ve gerekliliği, ne halk, ne bilimsel ve teknik çevreler, ne de Devlet tarafından tam olarak anlaşılmış değildir. Bazı yöneticilerin toplumun kendi istekleri doğrultusunda hareket etmesini sağlamak için, konuya çevreci yaklaşımı küçümseyen, yatırımın önündeki engel gibi gösteren bir duruşu temsil ettiği görülmektedir. Bu duruş çevreci yaklaşımı çoğu kez küçük ve uç grupların kendine toplumda yer edinme çabası olarak nitelemektedir. Bu duruş aynı zamanda çevre bilimin ve teknolojinin gerekliliklerini de göz ardı etmektedir.

Bunun nedeninin çıkar ilişkileri ve konuya ilişkin bilgi eksikliği olduğu düşünülebilir. Bilgi eksikliğinin giderilmesi ve çevre sorunlarının iyi anlaşılması, disiplinlerarası çalışmalar gerektirmektedir. Türkiye’nin doğal çevresi, toplumu ve bunlar arasındaki ilişkileri etkileyebilecek her türlü kararın alınmasında çevre bilime ve onun yol göstericiliğine saygı gösterilmesi, bir kaynak olarak yararlanılması büyük bir zorunluluktur.

Ekonomik büyüme endişesiyle birlikte ortaya çıkan gelir artışı, toplumda bazı sınıfların yaşam standartlarını yükseltmektedir. Ortaya çıkan bu gönenç artışının yanında, kişi başına üretim ve tüketim miktarlarında görülen artışın, doğal kaynaklar üzerinde olumsuz etkiler yarattığı, tüketim sonucu oluşan atıkların ve kirliliğin, kaynak tüketiminin yaşam kalitesini düşürerek çevre sorunlarına neden olduğu da kabul edilmektedir. Sorunun gerçek sorumlusu olmamasına ve gerçek yıkım kaynağı olan gelişmiş ülkelerce buna zorlanmış olmasına karşın, gelişmekte olan ülkelerin nüfus, üretim ve tüketim artışının çevre üzerinde büyük bir baskı oluşturduğu öne

sürülmektedir. Oysa kapitalist sistemin, dolayısıyla küresel zenginler kulübünün yarattığı çevresel değerleri dikkate almayan ekonomik büyüme süreci, yenilenemeyen doğal kaynakların tükenmesine yol açması ile birlikte, üretim ve canlı yaşamının sürekliliği açısından da tehdit oluşturmaktadır. Bu gidiş, aynı zamanda güncel kapitalist sistemin geleceğini de tehdit eder duruma gelmiştir.

Dünyada artan nüfusun gereksinimlerinin karşılanmasına yönelik yatırımlar hızlandıkça yeni çevre sorunları, boyutları genişleyerek, ortaya çıkmaktadır. Bunlara karşı önlemler özellikle başlangıç aşamasında alınmadığı ve yeterli izleme-denetim mekanizmaları oluşturulmadığı durumda, geri dönüşü olmayan bir sürece girileceği açıktır. Alınacak her önlem, geniş açılımlı ve çok yönlü olması, özel faydanın yanı sıra sosyal faydayı da gözetmesi durumunda bir anlam taşıyacaktır. İnsanlığın ekonomik sistemiyle dünyanın ekolojik işleyişi gerçekte birbirine ayrılmaz şekilde bağlıdır. Ekolojik işleyişin dikkatle yönetilmemesi halinde ekonomik sistem çökecek, başarısız bir ekonomik sistem ise beraberinde ekolojik yıkımı getirecektir.

Bununla birlikte, eğer sorunlara akılcı bir toplum olarak yaklaşmak isteniyorsa, yapılacak tercihin, mutlak çevre koruma ile çevresel yıkım arasında değil, çeşitli kirlenme düzeyleri arasında olacağı da bilinmelidir. Başka bir deyişle, son hedef, mümkün olduğu kadar az çevre sorunu doğuran, fakat ekonomik faaliyet sürecini de sınırlandırmayan bir bileşke bulmak olmalıdır. Bu da çevresel yıkıma yol açtıktan sonra onarmakla değil, doğaya olabildiğince az fiziki müdahalede bulunan, ekolojik işleyişi koruyarak kullanmayı hedefleyen bir yaklaşımla olanaklıdır.

Dünya, gittikçe küreselleşen ve serbest piyasanın gün geçtikçe daha egemen hale geldiği bir atmosferde gelişmektedir. Uzun vadede de bu yöndeki gelişimin devam etmesi beklenmektedir. Ancak ekonomik liberalleşmenin, çevre yönetiminin tam olarak kurumsallaşmadığı ülke ekonomilerinde bir dengesizlik unsuru olduğu da çok açıktır. Bu aşamada gelişime karşı konulamayacağı için devlete çok büyük bir görev düşmektedir. Piyasaları ve sektörleri topluma en çok fayda sağlayacakları şekilde yönlendirmek, bunu yaparken tüm ulusa ait olan doğal çevreyi korumak, bu doğrultuda kuralları koyarak uygulamaları izlemek devletlerin üstlenmesi gereken roldür. Bu rol kesinlikle devletin kapalı ekonomilerde karar verici ve uygulayıcı olarak üstlendiği rolden daha az bir sorumluluk getirmemektedir. Tam tersine, devletin piyasaları ayrıntılı şekilde analiz etmesini, maliyetleri derinlemesine incelemesini ve hassas bir değerlendirme ile sektörlerle nasıl yön vereceğini bilmesini gerektirmektedir. Bu aşamada kararsız veya kuralsız bir devlet topluma büyük zararlar verebilecektir.

Kişi veya firmaların ekonomik faaliyetleri (üretim-tüketim) sonucu ortaya çıkan çevre sorununa ekonomilerin çözüm önerileri yönünden bakıldığında, piyasa ekonomisinin çevre sorunlarını çözmede yetersiz kaldığı, burada görevin yine kamu ekonomisine, dolayısıyla da, devlete düştüğü kabul edilmektedir. Devlet çevre sorunlarını önlemede, eğitici, koruyucu çevre politikaları uygulamalıdır. Ayrıca devlete çevre sorunlarını önlemek amacıyla, elinde bulundurduğu bazı ekonomik ve politik araçları (standartlar -yasal düzenlemeler ve vergi-sübvansiyon politikaları) kullanma hakkı verilmiştir. Devlet bu politikaları doğrudan veya dolaylı olarak kullandığında, çevre sorunlarını önlemede istenilen sonuçları elde edilebilecektir.

Devletin ekonomik işleyişin sorunsuz ilerlemesini sağlamaya yönelik aldığı/alacağı tüm kararlarda çevre boyutunu göz önünde bulundurması gereklidir. Ekonomik ve toplumsal faaliyetlerle ve daha da önemlisi kalkınma politikalarıyla, çevre sorunsalı bir arada ele alınmalı, günümüzde bedelsiz bir mal olarak kabul edilen çevreye verilen zararların toplumun tamamı tarafından ödenmesi engellenmelidir.

Bölüm III' de (s.122-160) ayrıntılı olarak açıklanan bir piyasa başarısızlığı olan ve başkalarının etkinliklerinin bir sonucu olarak, herhangi bir toplumsal grubun ödemek zorunda kaldığı maliyet olarak ifade edilebilen dışsallıklar kavramının karar vericilerce anlaşılması ve içselleştirilmesi, çevre sorunlarının önlenmesinde en önemli araçlardan biri olacaktır. Çevre serbest maldan çok, kıt bir kaynak olarak kabul edilmeli, toplumun tamamına ait olan bu kaynağın kullanılmasında devlet kural koyucu olarak sorumluluğunu tam anlamıyla yerine getirmeli, toplumun çıkarlarını korumalıdır. Bu da ancak doğru ve anlaşılabilir bilgi ile olanaklıdır. Devletin karar alırken çevre üzerindeki olumsuz dışsallıkların yarattığı baskıyı göz ardı etmesi hem kaynakların verimsiz kullanımına neden olmakta, hem de gelecek kuşakların olduğu kadar, günümüzde yaşayan yurttaşların çevre hakkını olumsuz etkilemektedir.

Negatif dışsallık, olgusunun tam olarak bilimsel bir biçimde ölçülmesi ve belirlenmesi oldukça zordur. Öyle ki, bu olgu kapitalist paradigma içinde kaynakların en etkin bir biçimde kullanılmasına olanak tanıyan “serbest piyasa mekanizmasının” dahi çözemeyeceği sorunların başında gelmektedir. Buna göre, eğer üretim sürecindeki sosyal maliyetler bilimsel bir biçimde ölçülemeyecek ve bir sonraki aşamada da toplam maliyet-kâr veya fayda analizine katılamıyorsa, çevre

politikalarına ilişkin yaklaşımların “sıfır toplamı oyun” bağlamında yaptığı tartışmalarda dayanaktan yoksun kalmaktadır. Orhan ve Karahan’a göre, ekonomi biliminin sağladığı araçlar ile üretim sürecindeki sosyal maliyetleri belirleyebilme olanakları geliştikçe, “sıfır toplamı oyunun” varlığı veya bittiği tartışmaları bir anlam kazanacak ve etkin çevre politikalarının oluşumuna ışık tutabilecektir⁴⁰³.

Günümüze dek finans piyasalarının “ölçemiyorsak bize hiç bahsetmeyin “ sloganının arkasına sığınması çevreyi etkileyen olumsuz dışsallıkların hesaplanamamasından kaynaklanmış ve kolaycılığa kaçılarak dışsallıkların göz ardı edilmesine neden olmuştur.

O’Neill eleştirel bir yaklaşımla geliştirdiği çözüm önerisinde “çözüm ya ticari mülkiyet haklarının serbest mallara kadar genişletilmesinin ya da maliyet - kâr analizi için serbest mallara gölge fiyatların verilmesinin sağlanmasıdır. Fiyatların serbest mallara kadar genişlemesi, böylelikle bunlar için tercihlerin 'gerçek' değerlerinin bulunması, çevre sorunlarının çözümüne giden yoldur” tanımlamasını yapmıştır⁴⁰⁴. Doğa bir kez fiyatlandırılırsa, onun tahrip edilmesi sorunu da ancak bu fiyatlandırılma mekanizması içinde çözülebilir. Bu fiyatlandırma da elbette kâr-zarar hesapları çerçevesinde bir işletmenin çöküşüne yol açacak boyutlarda değildir. Doğanın fiyatlandırılması yaklaşımını, sürdürülebilir kalkınma anlayışını hayata geçirmenin araçlarından olan “Kirlenen Öder” ilkesinde ve “Çevresel Etki Değerlendirme” sürecinde gözlemlemek mümkündür. Bununla birlikte sera gazı

⁴⁰³ G.Orhan ve Ö.Karahan, **Çevre Koruma ve Ekonomik Büyüme İlişkisinde Sıfır Toplamı Oyunun Sonu mu?**, ERC ODTÜ Uluslararası VII Ekonomi Kongresi, 2003, http://www.econturk.org/Turkiyeekonomisi/odtu_ozcan.pdf., (Erişim tarihi:10.03.2007).

⁴⁰⁴ J.O’Neill, **Sosyalist Hesaplama ve Çevresel Değer Bıçme: Para, Piyasa ve Ekoloji**, (Çeviren T.Boyras), Gri ve Yeşil Teorik Dergi,1, Çalışanlar Yayıncılık, 2005, s.70.

salımlarının atmosferdeki oranının düşürülmesini esas alan ve İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin eki Kyoto Protokolü'ndeki esneklik mekanizmaları da çevrenin fiyatlandırılması yaklaşımına dayanmaktadır. Dışsallıkların içselleştirilmesine getirilen liberal çözüm olan gölge fiyat mekanizmasının, yanı sıra serbest piyasa ekonomisinin tam işleyebilmesi için çevrenin de tam rekabet koşullarına kavuşturulması, kamusal ve ortak doğa “varlıklarının” korunabilmesi için bu malların özel mülkiyet rejimine sokulması gerektiği düşüncesi, sürdürülebilir kalkınma yaklaşımının ekonomi politikasını bütünlüğe kavuşturur. Bu noktada Özlüer, gönenç devleti ideolojisinin bir yandan teknolojik determinizmi dayatırken diğer yandan da tüm toplumu ve doğayı bir “fayda maliyet analizleri sistemine” indirgediğini ve sürdürülebilirlik kavramının bu piyasa ekonomisine dayalı fayda maliyet analizi yaklaşımının da tüm değerleri özel mülkiyet konusu haline getirmenin yegâne araçlarını sunduğunu öne sürmektedir⁴⁰⁵.

Çevre krizini önlemenin büyük bir maliyet getirdiği göz önüne alınarak, gelişmekte olan ülkelerin hepsine birden bu maliyetin yüklenmesi yerine sadece kirletenin ödemesi ilkesi uygulanmaya çalışılmaktadır. Bütün bu ilkelerin kabul edilmesine ve çok taraflı çevre sözleşmeleri imzalanmasına rağmen, bu belgelerin yürürlüğe girmesi de, ilkelerin uygulanması da özellikle gelişmiş ülkeler tarafından geciktirilmektedir. Bunun en açık örneği olarak, 1992 yılında imzaya açılan İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında yer alan, 1997'de imzaya açılan Kyoto Protokolünün yürürlüğe girmesi için 8 yıl beklenmesi gösterilebilir. Türkiye ise protokole tam 12 yıl sonra taraf olmuştur.

⁴⁰⁵ F.Özlüer, **a.g.e.**

Kyoto Protokolünde, 1990 yılı milat olarak kabul edilerek ülkeler gelişmişlik düzeyine veya üye oldukları küresel örgütlere göre derecelendirilerek sera gazı salımlarının azaltılması öngörülmekte, dünyanın mevcut durumuna kimin hangi tarihlerde ne kadar katkısı olduğu tartışılmadan, yüzeysel bir kabul üzerinden gidilmektedir. Bu yaklaşım, gelişmiş ülkelerin geçmişte çevreye verdikleri ve güncel çevre sorunsalının büyük kısmını oluşturan zararın yok sayılması, gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkeleri sınırlandırarak yoksulluktan kurtulma yönündeki atılımlarının engellenmesi olarak değerlendirilmektedir.

Ekonomik büyümeyi haklı bir zorunluluk olarak gören bu ülkeler, kendileri ile gelişmiş ülkeler arasındaki gelişmişlik uçurumunu kapatmaya çalışmaktadırlar. Bu hedefe doğru yol almaya çalışırken, çevre koruma amacıyla kendilerine dayatılan önlemlerin ve arıtma teknolojilerinin gerektirdiği harcamaların üretim maliyetlerini yükselterek, gelişme hızlarını yavaşlatacağından endişe etmektedirler. Oysa güncel büyüme hızının düşmemesi için göz yumulan çevre sorunlarının, gelecek yıllarda büyüme hızını kendiliğinden yavaşlatacağı ve çok daha büyük teknik engeller oluşturacağı görülmemektedir. Bu durumda çıkış, bu iki uç arasında akılcı bir seçim yapabilmekten geçmektedir. Bu da, bir yandan en az çevre sorunu yaratırken, diğer yandan da buna uygun bir büyüme hızı gerçekleştiren bir gelişme stratejisi ile sağlanabilir. Bu tip gelişme stratejisinin yaratılabilmesinde en belirleyici etken, enerjinin üretim şekli ve üretimin nelere yol açtığıdır.

Enerji sektörü gibi, dünyanın tüm uluslarını ilgilendiren, çevre sağlığı sorunlarına yol açabilen bir sektörde kararlar alınırken çevreyi etkileyen olumsuz dışsallıkların dikkate

alınmaması, yerel ve küresel ölçekte maliyetleri çok büyük ve geri dönülemeyecek zararlara neden olmaktadır.

Enerji sektöründe, çevre sorunları özellikle fosil yakıtlar kullanılarak yapılan üretim faaliyetleri sonucunda oluşmaktadır. Salımlardan kaynaklanan zararlar meteorolojik koşullara ve ortam özelliklerine bağlı olarak kilometrelerce öteye taşınabilmektedir. Temiz olmayan enerji üretiminin dışsal maliyetlerinin toplumun değişik kesimlerine, sağlık harcamaları, arazi kayıpları, tarımsal verim düşüşleri gibi yerel ölçekte olabileceği gibi, iklim değişikliği şeklinde küresel ölçekte de gerçekleşebilmektedir.

Enerji üretiminin ve dağıtımının neden olduğu olumsuz çevre etkileri; asit kirleticiler, sera etkisi (küresel ısınma), insan sağlığı ve emniyet sorunu, partiküller, ağır metaller, afet olasılığı, atık sorunu, çirkin görüntü, gürültü, ışık kirliliği, radyasyon kirliliği, arazi gereksinimi olarak sıralanabilir.

Enerji üretimden-tüketime dek geçen süreçte birçok çevre sorununa neden olabilmektedir. Bu sorunlar ülkelerin seçtiği üretim yöntemine göre değişiklik göstermekle birlikte, küresel ısınma, atıklar, görsel kirlilik, radyasyon yayılımı, sağlık sorunları enerji sektörü ile birlikte sıkça anılan tehditlerdir. Bu nedenle enerji sektöründe planlama yapılırken, enerjinin neden olabileceği çevre sorunları da dikkate alınmalıdır.

Enerji gereksinimini ve üretimde kullanılacak kaynakların dağılımını belirlemek amacıyla farklı modeller kullanılmaktadır. Kullanılan modeller kullanıcı ülkelere göre değişiklik göstermekte, bazı gelişmiş ülkeler bu modellere çevresel verileri de bütünleştirmektedir. Ancak Türkiye’de enerji politikası geçmişte olduğu gibi,

günümüzde de arz güvenliği odağında şekillendirilmekte, seçilecek üretim yöntemi ve kaynağın ortaya çıkaracağı çevre sorunları göz ardı edilmektedir.

Türkiye’de enerji politikasının tartışmalı bir konu olmasının nedenleri arasında; enerji alanında uluslararası düzeydeki gelişmelere ayak uydurulamaması, Türkiye’deki enerji sisteminin kararlı ve kurumsal bir yapıya kavuşamaması, uygulanan politikalardaki zayıflıklar ve eksiklikler, hükümetlere göre değişen stratejiler, alınan karar ve oluşturulan programlara üniversitelerin ve diğer Ar-Ge kuruluşlarının katılmasını sağlayan mekanizmaların oluşturulmaması sayılabilir.

ETKB tarafından Türkiye’nin enerji politikası; “ülke enerji ihtiyacının amaçlanan ekonomik büyümeyi gerçekleştirecek, sosyal kalkınma hamlelerini destekleyecek ve yönlendirecek şekilde, zamanında, yeterli, güvenilir, ekonomik koşullarda ve çevresel etkileri de göz önüne alınarak sağlanması” olarak belirlenmiştir⁴⁰⁶.

Bölüm II’de (s.109) belirtildiği gibi, DPT tarafından hazırlanan Dokuzuncu Kalkınma Planı’nı da hedef olarak “Enerji talebi karşılanırken çevresel zararların en alt düzeyde tutulması” belirlenmiş olmakla birlikte, faaliyete başlanmadan önce ÇED Yönetmeliği⁴⁰⁷ kapsamında yapılması zorunlu olan “Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi” süreci dışında enerji-ekonomi-çevre dengesine ilişkin kayda değer bir düzenleme bulunmamaktadır.

⁴⁰⁶ TBMM, a.g.e.

⁴⁰⁷ Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği, 17.07.2008 tarih ve 26939 sayılı Resmi Gazete yayımlanmıştır.

Türkiye’de devletin sahip olduğu linyit kömürüne dayalı termik santraller, Endüstri Tesislerden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği⁴⁰⁸,nin Ek-5 A-1 bölümünde yer alan hükümler kapsamında salım iznine tabi olmakla birlikte, bu tesislerin çoğu gerekli çevre yatırımlarını gerçekleştirerek izin sürecini tamamlamamıştır. Özelleştirmeye konu olan söz konusu tesislerde bu süreç nedeniyle gerekli yatırımların yapılamaması tesislerin verimlerini düşürmekte, tesislerin çevreye olumsuz etkilerini de arttırmaktadır. Gerekli yatırımların yapılabilmesi için bu işletmelerin özelleştirme süreçlerindeki belirsizliklerin ortadan kalkması gerekmektedir. Böylece gerek çevre, gerek ülke ekonomisi üzerinde olumsuz bir yük oluşturan linyit termik santrallerinin yarattığı sorunların çözümü için gerekli adımlar atılabilecektir.

Düşük karbonlu enerji sistemine geçişte en önemli enerji kaynağı olarak görülen yenilenebilir enerji teknolojileri ise yalnızca iklim değişikliği açısından değil, enerji arzı güvenliği ve hava kirliliği açısından da tercih edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından su, güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle, biyogaz ve deniz-dalga enerjilerinin özellikleri ve potansiyelleri ayrıntılı olarak Bölüm II’ de (s.74-105) irdelenmiştir. Yenilenebilir enerji günümüzde birçok ülke tarafından kullanılması tercih edilen bir kaynak haline gelmiştir ve gelecek yıllarda toplam enerji içinde yenilenebilir enerjinin payını artırmak için yüksek öngörülü hedefler konulmaktadır. Bölgelere ve türüne göre farklılık gösterse de, bir çok yenilenebilir enerji türünün fosil ve nükleer enerjiye karşı fiyat rekabeti açısından zorlandığı bilinmektedir. Ancak, diğer enerji kaynaklarının yol açtığı negatif dışsallıkların hesaba katılması

⁴⁰⁸ Endüstri Tesislerden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 22.07.2006 tarih ve 26236 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.

durumunda ve ölçek ekonomileri sayesinde birçok yenilenebilir enerji türünün gelecek yıllarda potansiyellerine uygun gelişimi sağlaması, toplam enerji kullanımı içerisinde hakkettikleri yeri alması beklenmektedir.

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji gereksinimin önemli bir kısmını karşılayabilecek potansiyele sahip olmasına karşın henüz bu kaynaklar güncel potansiyelin çok altında değerlendirilmektedir. 2007 yılında Türkiye'nin enerji tüketiminin ancak % 25,5'i yerli üretim olanakları ile karşılanmıştır. Türkiye'de fosil yakıt üretimindeki artış devam etmektedir. Özellikle güneş ve rüzgâr enerjisi üretimi son on yılda ciddi bir artış göstermiş ancak toplam üretim içerisindeki payları halen küçük miktarlarda kalmıştır. Kaynaklara göre Türkiye'nin üretim ve tüketim miktarları karşılaştırıldığında kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının tamamının yerli üretim olduğu, taşkömürü, petrol ve doğalgazın ise büyük miktarlarda ithal edildiği anlaşılmaktadır. Türkiye'nin enerji sektörünün çok büyük bir kısmı yurtdışına bağlı durumdadır. 2007 yılı verilerine göre, tüketimde kullanılan fosil yakıt kaynaklarının miktarı yenilenebilir enerji kaynaklarının yaklaşık üç katıdır. Yenilenebilir enerji kaynağı olup olmadığı halen tartışılan hidrolik enerji kaynakları bu hesaplama katılmadığı durumda, bir başka ifadeyle bu oranlamaya yalnızca yenilenebilir enerji kaynağı olarak jeotermal ısı, güneş, rüzgâr, odun, hayvan ve bitki artıkları, biyoyakıt kaynakları katıldığında, kullanılan fosil yakıtların oranı yenilenebilir enerji kaynaklarına 8,5 katıdır. İthal fosil kaynaklara bağlı, yenilenebilir enerji potansiyelinin kullanılmadığı bir enerji politikası sürdürülebilir değildir. Türkiye'nin enerji politikasında çevre sorunları, ekonomik sorunlar ve arz güvenliği göz önüne alınmalı, yenilenebilir enerji kaynakları, Türkiye'nin enerji kaynakları içerisinde önemli bir orana sahip olmalıdır.

Dünyada ABD'den Çin'e, İsviçre'den Tayland'a kadar pek çok ülkede enerjinin neden olduğu dışsallıklar hesaplanmakta ve toplumla paylaşılmaktadır. Bu çalışmalar çok büyük oranlarda kullanılan fosil kaynakların maliyetlerinin geleneksel muhasebe yöntemleri ile hesaplanandan çok daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Bazı çevrelerin yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim maliyetlerinin fosil kaynaklarla karşılaştırıldığında çok yüksek olduğu iddiasına karşın, Bölüm IV' de (s.197-200) yer alan, görünen maliyetler tablosu (Tablo 17) ile görünen maliyetlere negatif dışsallıkların eklendiği toplam maliyetler tablosu (Tablo 18) karşılaştırıldığında, sanılanın aksine yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil kaynaklı yakıtlarla rekabet edebilecek durumda olduğu, gelecek yıllarda teknolojinin gelişimiyle aralarındaki farkın gittikçe azalacağı düşünülmektedir. Bu da fosil yakıtların neden olduğu çevre sorunlarının negatif dışsal maliyetleri, görünen üretim maliyetlerine eklendiğinde, yenilenebilir enerji kaynakları ekonomik olarak fosil yakıtlarla rekabet edebilecek düzeyde olduğu hipotezini doğrulamaktadır.

Bu hipotezi doğrulayan diğer bir çıkarım ise, enerjiden kaynaklı dışsallıkların önlenmesi örneğinde (s.207) görülmektedir. Fosil yakıtların neden olduğu sorunlara yönelik önlem almamanın yalnızca insan sağlığına etkisinin, önlem alma maliyetinin (baca gazı arıtma tesisi kurma ve işletme maliyetinin) 50 kat üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Geleceğe yönelik enerji politikalarının ana eksenini, ne yeni nükleer santrallerin kurulması, ne de yeni petrol ve doğal gaz sistemlerine büyük yatırımlar yapılması olacaktır. Sınırlı kaynaklar, sera etkisi ve iklim değişikliği, gelecek kuşakların

ıkarlarını gözeten, ulusal, yerel ve uluslararası düzeyde enerji politikalarının oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu noktada yapılması gereken, enerji kullanımında tasarrufa yönelen yenilenebilir enerji sistemlerine yatırım yapılması, sürdürülebilir bir enerji politikasının oluşturularak uygulanması olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları arz güvenliği açısından giderek daha önemli bir yer konuma gelmektedir.

Günümüzde, Türkiye'de ki enerji politikalarının çerçevesini, jeostratejik g  kazanma çabası ile sınırsız bir büyüme hedefi koyan sanayi ve ekonomi politikaları belirlemektedir. Enerji piyasasına başta doğalgaz olmak üzere fosil yakıtlar hükmetmekte, ulusal enerji politikaları içinde yenilenebilir enerji ancak yardımcı bir role sahip olabilmektedir. Yenilenebilir kaynaklar yerine Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın güncel planları, temelde nükleer santral kurma yönünde gelişmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Hilmi Güler'in 10 Kasım 2006 tarihinde TBMM Plan-Bütçe Komisyonu'nda yaptığı bütçe sunuş konuřmasında⁴⁰⁹ enerji güvenliğinin dünyada ve Türkiye'de öncelikli gündem maddesi haline geldiğini belirterek, bu nedenle yeterli, güvenilir ve çevreye duyarlı enerjinin sağlanması gerektiğini ifade etmiştir. Fiyat dengesinin sağlanacağı bir piyasa ortamının hedeflendiğini, ancak çevreye karşı duyarlılık konusunda yapılanlardan veya yapılacaklara hiç değinmemiştir. Bunun yerine ‘‘Enerji maliyetlerinin düşürülmesi öncelikli hedefimiz’’⁴¹⁰ ifadesini kullanmıştır. Fosil yakıtlara bağlı bir planlamada, fosil

⁴⁰⁹ TBMM, a.g.e.

⁴¹⁰ TBMM, a.g.e.

yakıtlardan kaynaklı çevre sorunlarını çözmeyi hedefleyen ucuz yöntemler güncel teknoloji ile sonuca ulaşmamaktadır. Gelecekte varlığını sürdürebilecek ekonomik bir gelişme, ancak yenilenebilir enerji politikalarıyla sağlanabilir.

Türkiye için ekonomik büyüme yönünde yaşamsal öneme sahip enerji üretiminde kullanacak kaynakların planlanmasında, fosil yakıtlara bağlı enerji üretiminde göz ardı edilen dışsalıkların hesaba katılması durumunda, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının hem ekonomik hem de siyasal açıdan daha doğru bir seçim olduğu düşünülmektedir. Sürdürülebilir kalkınma kavramı çerçevesinde değerlendirildiğinde Türkiye'nin enerji politikalarının dışsal maliyetler göz önüne alınarak yapılmamasının sürdürülemez bir yaklaşım olduğu sonucuna varılmıştır.

Öte yandan, çevre sorunlarının önlenmesinde en etkili çözümün, iyi işleyen bir fiyat mekanizması ile olanaklı olabileceğini unutmamak gerekir. Çevreyi denetlemede başarı, çevresel mal ve hizmetlerin tümüyle fiyat sistemine dâhil edilmesiyle sağlanabilecektir. Türkiye'de böyle bir sistem kurulabildiği durumda, hem daha az kirleten teknolojiler için teşvik unsurları hem de çevreyi kirlletme bedelleri bakımından adaletli bir maliyet dağılımı gerçekleştirmiş olacaktır.

KAYNAKÇA

Akimoto,K., Tomodaa,T., Fujiib,Y., Yamajic,K., 2004, **Assessment of global warming mitigation options with integrated assessment model DNE21**, Energy Economics, Volume 26, Issue 4.

Algan,N., 2001, **Enerji ve Çevre Etkileşimi Konusunda Uluslararası Tüzel Düzenlemeler ve Türkiye**. TMMOB Türkiye III. Enerji Sempozyumu, Küreselleşmenin Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikalar.

Altuğ,F., 1990, **Çevre Sorunları**, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayını No:41, Uludağ Üniversitesi Basımevi.

Aruoba,Ç., 1997, **Çevre Ekonomisi, Gelişme Ekonomisi**, İnsan Çevre Toplum, 1997, İmge Kitapevi.

Bator,F.M., 1958, **The Anatomy of Market Failure**, The Quarterly Journal of Economics, Vol. 72, No. 3.

Berberoğlu,N., 1982, **Ekonomik Açidan Çevre Kirliliği Sorunu**. Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Dergisi, C.18.

Bockris,J., 1993, **Güneş Enerjisi**, İletişim Yayınları.

Brown,L., 1993, **Dünyanın Durumu-1993**, Worldwatch Enstitüsü Raporu, TEMA Yayınları.

Buchanan,J.M., Stubblebine,W.C., 1962, **Externality**, Economica Vol. 29, No:116.

Canes,M., 2002, **Economic Modeling of Climate Change Policy**, Background Paper for International Council for Capital Formation.

Coase,R., 1960, **The Problem of Social Costs**, Journal of Law and Economics, 3.

Cohen,L.B., 1995,. **Çok geç olmadan: Bir bilimadamı gözüyle nükleer enerji**, Çeviren M.Göktepli., TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları No:10.

Costanza,R., 1997, **The value of the world's ecosystem services and natural capital**, Nature 387.

Çetin,M., 2006, **Teori ve uygulamada bölgesel sürdürülebilir kalkınma**, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 7, Sayı 1.

Çevre ve Orman Bakanlığı (ÇOB), 2004, **Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi Johannesburg Uygulama Planı**, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayını.

Çevre ve Orman Bakanlığı (ÇOB), 2007, **Sera Gazı Ulusal Emisyon Envanteri.**

Çevre ve Orman Bakanlığı (ÇOB), 2007, **Ülke Çevre Durum Raporu.**

Çevre ve Orman Bakanlığı, (ÇOB), 2008, **Çevresel Göstergeler 2008.**

Çörtoğlu,İ.S., 1995, **Kirleten Öder İlkesi ve Ekolojik Zarar Kavramı**, Yeni Türkiye Dergisi, Sayı:5.

Dağdemir,Ö., 2003, **Çevre Sorunlarına Ekonomik Yaklaşımlar ve Optimal Politika Arayışları**, Gazi Kitabevi Yayınları.

Daly,H., 1994, **Operationalizing Sustainable Development by Investing in Natural Capital**, Island Press.

Davidson,A.E., 2004, **Gayri Safi Milli Hasılayı Yiyemezsiniz**, Türkiye Çevre Vakfı Yayını.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), 2001, **Sekizinci Kalkınma Planı Elektrik ÖİK Raporu.**

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), 2008, **2007 Faaliyet Raporu.**

Dieckmann,H., 1998, **Excess of Childhood Leukemia Near a Nuclear Reactor (Krümmel) in Norderm Germany**, Çevre ve Sağlık Üzerinde Endüstriyel Tehditler Uluslararası Konferansı Bildiri Özetleri Kitabı, Çevre İçin Hekimler Derneği Yayını.

Dikmen,A.Ç., 2008, **İklim Değişikliği Açısından Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi ve Uygulanabilirliği**, Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü Kitabı, Bağlam Yayınevi.

Ding,S., Zhang,O., Xu,W., Xiong,Z., Jiang,H., 2006, **External costs of electricity generation in China**, Environment Informatics Archives 4.

Dollery,B., Wallis,J., 2001, **The Political Economy of Local Government**, Edward Elgar Press.

Dulupçu,M.A., 2000, **Sürdürülebilir Kalkınma Politikasına Yönelik Gelişmeler**, Dış Ticaret Dergisi Sayı 20.

Dura,C., 1985, **Çevre Sorunları ve Ekonomi**, TÇSV yayını.

Duygu,E., 2005, **Küreselleşme ve Çevresel Etkileri**, TMMOB V. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Şafak Matbacılık.

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEKTMK), 2008, **2007-2008 Türkiye Enerji Raporu.**

Ellis,H.S., Fellner,W., 1943, **External economies and diseconomies.**, American Economic Review 33.

Energy Information Administration Office of Coal, Nuclear, Electric and Alternate Fuels Coal and Electric Analysis Branch U.S. Department of Energy., 1995, **Electricity Generation and Environmental Externalities: Case Studies.**, DOE/EIA-0598.

Erdoğan,S., 2008, **Çevrenin Siyasallaştırılması ve Ramsar Sözleşmesi Örneği**, AÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora tezi.

Erkan,H., 1994, **Bilgi Toplumu ve Ekonomik Gelişme**, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Ertürk,H., 1985, **Çevre Kirlenmesinin Ekonomik Anlamı**, Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı:2.

Ertürk,H., 1996, **Toplumsal Refah ve Çevre Kirlenmesi**, Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt. VII, Sayı 2.

European Environment Agency (EEA), 2006, **Energy and Environment in EU**, European Environment Agency Report No:8.

European Environment Agency (EEA), 2006, **The changing faces of Europe's coastal areas**, European Environment Agency Report .

Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ), 2000, **Bacagazi Arıtma Tesisleri**, Eğitim Yayın Dairesi Raporu.

Fairlie,I., 1992, **Müsamaha Gösterilen Nükleer Tehlike**, The Ecologist Sayı 22.

Flavin,C., French,H., Gardner,G., 2002, **Dünyanın Durumu 2002**, World Watch Enstitüsü Raporu, TEMA Vakfı Yayınları.

Geldrop,J., Withagen,C., 2000, **Natural Capital and Sustainability**, Ecological Economics, Vol. 32.

Gülen,J., Arslan,H., 2005, **Biogas.**, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi 4.sayı.

Güneş,İ., 2000, **Dışsalılıklar, Kamunun Düzenleyici Rolü: Enerji Sektöründe Bir Uygulama**. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.

Gürsoy,U., 2004, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Türk Tabipler Birliği Yayınları.

Haftacı,V., Soylu,K., 2007, **Çevre Kirlenmesi ve Çevre Koruma Bağlamında Çevre Muhasebesinin Önemi**, MUFAD Dergisi Sayı:33.

Hamamcı,C., 1991, **Çevre Hakkı Üzerine Düşünceler**, İnsan Hakları Yıllığı, TODAİE.

Hamilton,K., Lutz,E., 1996, **Green National Accounts: Policy Uses and Empirical Experience**, World Bank Environment Department Paper, No.39.

Hamilton,K., 1994, **Green Adjustments to GDP**, Resources Policy (3).

Hemming,R., 1995, **Kamu Harcamalarının Verimliliği, Kamu Harcamaları Rehberi** (Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Kamu Harcamaları El Kitabı), (Çeviren: Doğan Cansızlar), Maliye ve Gümrük Bakanlığı Bütçe ve Mali Kontrol Genel Müdürlüğü Yayını.

Hicks,J., 1969, **The Rehabilitation of Consumers**, Reading in Welfare Economics, George Ailen and Unwin Ltd..

Holtermann,S., 1976, **Alternative tax systemsto correct for externalities and the efficiency of paying compensation**, Economica(43).

International Energy Agency (IEA), 2005, **JREC Renewable Energy Policies and Measures Database Report**.

Jacobs,M., 1991, **The Green Economy: Environment, Sustainable Development and the Politics of the Future**, Pluto Press.

Kaldor,N., 1969, **Welfare Propositions of Economic and Interpersonal Comparison of Utiltiy**, Reading in Welfare Economics, George Ailen and Unwin Ltd..

Karaer,F., 2002, **Sektörel Politikalar ve Çevre**, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 1.

Karakaya,E., 2008, **Enerji-Ekonomi-Çevre Modellemesi Bağlamında İklim Değişikliği Modelleri**, Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü Kitabı, Bağlam Yayınevi.

Keleş,R., 1997, **Çevre ve Siyaset**, İnsan Çevre Toplum, İmge Kitapevi.

Keleş,R., Hamamcı,C., 2005, **Çevre Politikası**, İmge Kitapevi, 5.Baskı.

Kemfert,C., 2003, **Applied Economic- Environment- Energy Modelling for Quantitative Impact Assessment**. Integrated Assessment for Policy Modelling.

Kışlalıoğlu,M., Berkes,F., 1991, **Çevre ve Ekoloji**, Remzi Kitapevi.

Korkmaz,K., 2007, **Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi**, Alatarım Dergisi, Cilt 6, Sayı 2, 2007.

Koutsoyannis,A., 1987, **Modern Mikro İktisat**, Çeviren:Muzaffer Sarımeşeli, Teori Yayınları.

Makina Mühendisleri Odası (MMO), 2006, **Enerji Politikaları Yerli, Yeni Ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Raporu**, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yayın no:417, Kardelen Ofset.

McCarl,B., Schneider,A., 2001, **Greenhouse Gas Mitigation in U.S. Agriculture and Forestry**, *Science* 21 (December).

Meade,J., 1952, **External Economics and Diseconomies in a Competitive Situations**, *Economic Journal* Vol:62.

Mengi,A., Algan,N., 2003, **Küreselleşme ve Yerelleşme Çağında Bölgesel Sürdürülebilir Gelişme-AB ve Türkiye Örneği**, Siyasal Kitabevi.

Mishan,E., 1971, **The Postwar Literature on Externalities: An Interpretative Essay**, *Journal of Economic Literature*, Vol. 9.

Munasinghe, M., 1993, **Environmental Economics and Sustainable Development**, World Bank.

Mutlu,A.Ç., 1989, **Dışsal Ekonomiler ve Çevre Kirlenmesi**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Maliye Araştırma Merkezi.

Müezzinoğlu,A., 2000, **Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları**, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları.

Nadaroğlu,H., 1978, **Kamu Maliyesi Teorisi**, Sermet Matbaası.

Nakata,T., 2004, **Energy-economic models and the environment**, *Progress in Energy and Combustion Science* 30.

Nath,S.K., 1973, **A Perspective of Welfare Economics**, Macmillan Press.

O'Neill,J., 2005, **Sosyalist Hesaplama ve Çevresel Değer Bıçme: Para, Piyasa ve Ekoloji**, (Çeviren T.Boyraz), Gri ve Yeşil Teorik Dergi,1, Çalışanlar Yayıncılık.

OECD, 1996, **Innovative Policies for Sustainable Urban Development**, OECD Publish.

Ottinger,R., Hohmeyer,O., 1991, **External Environmental Costs of Electric Power**, Springer Verlag.

Özlüer,F., 2007, **Sürdürülebilir Kalkınmanın Ekonomi Politikası**, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, Bülten 51.

Parasız, İ., 1999, **Ekonomi Sözlüğü**, Ezgi Kitapevi.

Pearce,D., Turner,R., 1990, **Economics of Natural Resources and the Environment**, Harvester Wheatsheaf.

Pigou,A.C., 1932, **The Economics of Welfare**, Macmillan and Co.,

Plott,C.R., 1966, **Externalities and Corrective Taxes**, Economica, Vol.33.

Postel,S., 1993, **Yaşadığımız Belirleyici On Yılın Sorunu:İnkarcılık**, Dünyanın Durumu-1992 Worldwatch Enstitüsü Raporu,TEMA Yayınları.

Rowe,R., Lang,C., Chestnut,L., Latimer,D., Rae,D., Bernow,S., White,D., 1995, **The New York Electricity Externality Study**. Oceana Publications: Dobbs Ferry.

Schmidheiny,S., Zorraquin,F.L., 1997, **Eco-efficiency and the Financial Markets**, L.G.Echeverri (ed.) Bridges to Sustainability. Business and Government Working Together for a Better Environment, Yale/UNDP Program on Public-Private Partnership.

Sctiovsky,T., 1969, **A note on Welfare Propositions in Economics**, Reading in Welfare Economics, George Ailen and Unwin Ltd..

Seyitoğlu,H., 2001, **Ekonomi ve İşletmecilik Terimleri Açıklamalı Sözlük** (2.Baskı), Güzem Yayınları.

Sonat,A., 1996, **Sürdürülebilir Büyümenin Ekonomik ve Politik Sınırları**, Sürdürülebilir Kalkınma Sempozyumu, Ankara, TMMOB Yayını.

Sonat,A., 1988, **Çevre programlarının Ekonomik Açısından Değerlendirilmesi ve Türkiye İçin Bir Model Denemesi**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış doktora tezi.

Sönmezoğlu,F., 2005, **Uluslararası Politika ve Dış Politika Analizi**, Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş Dördüncü Baskı, Filiz Kitabevi.

Stiglitz,J.E., 1994, **Kamu Kesimi Ekonomisi**, (Çeviren: Ömer Faruk Batırel) (2. Baskı), Marmara Üniversitesi Yayın No 549.

Tietenberg,T., 1992, **Economics of The Environment: An Overview**, Environmental And Natural Resource Economics, Third Edition, Harpers Collins Publishers.

Tuncer,G., Eskibalcı,M.F., 2003, **Türkiye Enerji Hammaddeleri Potansiyelinin Değerlendirilebilirliği**, İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C.16.

Turner,R., Doktor,P., Adger,N., 1994, **Sea-Level Rise and Coastal Wetlands in the UK: Mitigation Strategies for Sustainable Management**, Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability.

TÜBİTAK, 2004, **Vizyon 2023 Projesi Enerji Ve Çevre Teknolojileri Stratejisi**. TÜBİTAK Enerji ve Çevre Teknolojileri Strateji Grubu.

Türk Mühendis Mimar Odaları Birliği (TMMOB), 2006, **Enerji Raporu**, Yağmur Ofset.

Türkeş,M., Sümer,U., Çetiner,G., 2000, **Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri**, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, Çevre Bakanlığı ÇKÖK Genel Müdürlüğü.

United Nations (UN), 2002, **Report of the World Summit on Sustainable Development**,Johannesburg, South Africa, 26 August-4 September 2002, A/CONF. 199/20.

Victor,P.A., 1978, **İktisadi Açıdan Çevre Kirlenmesi**, Akbank Kültür Yayınları, Mac Millan İktisat Serisi.

Warford,J.J., Munasinghe,M., Cruz,W., 1997, **The Greening of Economic Policy Reform**, VI., World Bank.

World Bank, 1997, **Five Years After Rio: Innovations in Environmental Policy**, Environmentally Sustainable Development Studies and Monographs Series No:18.

World Health Organization (WHO), 1986, **Health Impact of Different Energy Sources. A Challenge for the End of the Century**, WHO Regional Publications, European Series No 19.

Yaşamış,F.D., 1989, **Çevresel Yönetim ve Planlama**, Marmara ve Boğazları Belediye Birliği Yayınları Yayın no:88.

Elektronik Kaynaklar

Akyüz,O., **Rüzgar Enerjisi İle Diğer Enerji Kaynaklarının Fiyat Maliyet Analiz Raporu**, <http://www.egetek.org/pages/news/asmakmaliyet.html>, (Erişim tarihi: 19.03.2008).

Altıncı Beşyılık Kalkınma Planı, <http://ekutup.dpt.gov.tr/plan/plan6.pdf>, (Erişim tarihi: 10.06.2008).

Anaç,S., **Enerji Politikalarında Kömürün Yeri**, http://www.tki.gov.tr/eskiweb/s_anac.ppt, (Erişim Tarihi:14.08.2008).

Argonne, **Energy and Power Evulation Programme**, http://www.adicasupport.com/option.com_docman/task,doc_view/gid,37/Itemid,72.html, (Erişim tarihi: 19.03.2008)

Awea, **Wind Energy Report**, American Wind Energy Association, <http://www.awea.org>, (Erişim tarihi: 12.05.2008).

Beşinci Beşyılık Kalkınma Planı, <http://ekutup.dpt.gov.tr/plan/plan5.pdf>, (Erişim tarihi: 10.06.2008).

Birlesmis Milletler Binyıl Bildirgesi, BM Ankara Enformasyon Merkezi, 12 Eylül 2000, http://www.belgenet.com/arsiv/binyilzirve_02.html, (Erişim tarihi: 27.08.2008).

BM Ulusal Sürdürülebilir Kalkınma Stratejileri, http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/nsds/nsds_map2008.pdf, (Erişim tarihi: 28.08.2008).

BP, **Statistical Review of World Energy 2008**, BP Yearly Publication, http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/downloads/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_review_2008.pdf, (Erişim tarihi: 16.12.2008).

Brand report, <http://www.stwr.org/special-features/the-brandt-report.html#Energy>, (Erişim tarihi: 13.03.2008)

Capros,P. ve Mantzos,L., **The PRIMES Energy System Model: Reference Manual**, <http://www.e3mlab.ntua.gr/manuals/PRIMREFM.pdf>, (Erişim tarihi: 12.10.2007).

CASES, **External costs.**, http://www.feem-project.net/cases/documents/deliverables/ExternalCosts_per_unit_emission_080821.xls., (Erişim tarihi:10.12.2008).

CASES, http://www.feem-project.net/cases/downloads_deliverables.php., (Erişim tarihi: 14.12.2008)

CASES, **Non-EU countries national report.**, http://www.feem-project.net/cases/documents/deliverables/D_07_1%20updated%20Apr_08.zip., (Erişim tarihi:10.12.2008).

Dokuzuncu Kalkınma Planı,
<http://www.dpt.gov.tr/DocObjects/Download/1968/plan9.pdf>., (Erişim tarihi: 10.06.2008).

Dördüncü Beşyılık Kalkınma Planı,
<http://www.dpt.gov.tr/DocObjects/Download/1973/plan4.pdf>., (Erişim tarihi: 10.06.2008).

Earth Summit, <http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html>, (Erişim tarihi:13.03.2008).

Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİE), **Türkiye'de Güneş Enerjisi,** <http://repa.eie.gov.tr/>, (Erişim tarihi:19.11.2008).

Environment Protection Agency (EPA),
<http://www.epa.gov/epahome/aboutepa.htm>., (Erişim tarihi: 15.05.2008).

Environment Protection Agency (EPA), **The Benefits and Costs of the Clean Air Act 1990 to 2010: EPA Report to Congress**”, http://www.epa.gov/airprogm/oar/sect812/1990-2010/ch_ape.pdf., (Erişim tarihi:04.03.2007).

Europe energy position ,
http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2008_moe_maquette.pdf., (Erişim tarihi: 19.09.2008).

European Commission, Directorate-General for Research, **Externe Externalities of Energy Cost,**
http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/externe_en.pdf., (Erişim tarihi:04.08.2007).

European Commission, **European Energy and Transport: Trends to 2030 – Update 2005,** European Communities, DG TREN: http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/trends_2030_update_2005/energy_transport_trends_2030_update_2005_en.pdf., (Erişim tarihi: 10.06.2008).

European Environment Agency (EEA), **The changing faces of Europe's coastal areas**, European Environment Agency, 2006.

Güler,M., **Energy in Turkey**. Çevre ve Orman Bakanlığı Türkiye'de Enerji Senaryoları Çalıştayı, http://www.cedgm.gov.tr/aca/aca_eski_duyurular.html, (Erişim tarihi: 19.03.2007).

Güneş Enerjisi ve Elektrik Üretimi, <http://www.kku.edu.tr/~cam/elktes/GunesEnerjisi/GunesEnerjisiNO.ppt>, (Erişim tarihi:19.09.2008).

Hirschberg,S., Dones,R., Heck,T., Burgherr,P., Schenler,W. ve Bauer,C., **Strenghts and Weaknesses of Current Energy Chains in a Sustainable development Perspective**, Atw 51. Jg. (July 2006) Heft 7, http://gabe.web.psi.ch/pdfs/ilk/Hirschberg_etal_2006_atw.pdf, (Erişim tarihi:04.08.2007).

<http://www.ase7.cn/download/bdsd.pdf>, (Erişim tarihi:19.03.2008).

http://www.ases.org/index.php?option=com_content&view=article&id=465&Itemid=58, (Erişim tarihi:04.01.2009).

http://www.canaktan.org/ekonomi/kamu_maliyesi/fayda/anasay-fayda.htm, (Erişim tarihi: 19.03.2008).

<http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=enerji&bn=11&hn=12&nm=384&id=384>, (Erişim tarihi: 14.11.2008).

http://www.enerji.gov.tr/tr/inc_enerji_cevre_iklim_politikalar.php, (Erişim tarihi:31.12.2008).

http://www.gazikitabevi.com.tr/iktisadagiris/bolum_10.pdf, (Erişim tarihi: 19.03.2008).

<http://www.guardian.co.uk/environment/2009/jan/20/one-million-jobs-wind-power-2010>, (Erişim tarihi:04.01.2009).

<http://www.tisk.org.tr/yazdir.asp?id=2393> (Erişim tarihi: 19.03.2008).

<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm>, (Erişim tarihi: 19.03.2008)

http://www.whitehouse.gov/agenda/energy_and_environment/(Erişim tarihi: 03.03.2009).

http://www.whitehouse.gov/the_press_office/Remarks-of-President-Barack-Obama-Address-to-Joint-Session-of-Congress/ (Erişim tarihi: 03.03.2009).

http://www.wirec2008.gov/wps/portal!/ut/p/_s.7_0_A/7_0_2B1?contentidonly=true&contentid=Bodman_WIREC_Remarks.xml, (Erişim tarihi:19.03.2008).

International Energy Agency (IEA), World Energy Outlook . International Energy Agency Yearly Publication, <http://www.iea.org/Textbase/nppdf/free/2006/Key2006.pdf>, (Erişim tarihi 14.05.2008).

Keskin,M. ve Mert,A., **Türkiye’de Enerji Ve Çevre Konusunda Yapılan En Büyük Hataların Bir Laboratuvarı:Yatağan - Yeniköy - Gökova Termik Santralleri.**, Mühendis ve Makina Dergisi . http://eski.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2002/haziran/makale_enerji_cevre_yatagan.htm, (Erişim tarihi: 16.05.2007).

Kuban,B. ve Uyar, T.S., **AB Yenilenebilir Enerji Düzenlemeleri ve Türkiye**, Avrupa Birliği Yenilenebilir Enerji Düzenlemeleri ve Türkiye Çalıştayı Eurosolar Türkiye – INFORSE 15-16 Aralık 2007, http://www.inforse.dk/europe/pdfs/S_07_Turkey_RE_Baha_Tanay-6.pdf, (Erişim tarihi: 19.09.2008).

Marshall, A., **Principles of Economics-An Introductory**, Volume 8 Th.Ed, Macmillan Press., <http://www.econlib.org/library/Marshall/marP.html>, (Erişim tarihi: 19.03.2007).

Martinot, E., **The 2006 update of the REN21 Renewables Global Status Report**, 2006, <http://www.ren21.net/globalstatusreport/issueGroup.asp>, (Erişim tarihi:19.03.2008).

Martuzzi,M. ve Tickner, J.A., **The precautionary principle:protecting public health, the environment and the future of our children**, World Health Organization, 2004. <http://www.euro.who.int/document/e83079.pdf>, (Erişim tarihi: 19.03.2008).

Montreal Protocol, <http://www.unep.org/OZONE/pdfs/Montreal-Protocol2000.pdf>, (Erişim tarihi:13.03.2008).

OECD, **Environmental Principles And Concepts** <http://www.oecd.org/dataoecd/18/18/39918312.pdf>, (Erişim tarihi: 19.03.2008).

Orhan,G., ve Karahan,Ö., **Çevre Koruma ve Ekonomik Büyüme İlişkisinde Sıfır Toplamlı Oyunun Sonu mu?**, ERC ODTÜ Uluslararası VII Ekonomi Kongresi, 2003, http://www.econturk.org/Turkiyeekonomisi/odtu_ozcan.pdf, (Erişim tarihi:10.03.2007).

Özbey,F.R., **Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Turizm Kalkınması**, <http://www.econturk.org/Turkiyeekonomisi/kuresellesme.doc>, (Erişim tarihi: 08.09.2008).

Özsoy,İ. ve Yıldırım,U., 1994, **Çevre Kirliliğinin Önlenmesinde Ekonomik Yaklaşımlar ve Çözüm Önerileri**, Ekoloji Dergisi Sayı:11, <http://www.ekolojidergisi.com.tr/resimler/11-9.pdf>, (Erişim tarihi: 15.05.2008).

Pricing Incentives In A Renewable Energy Strategy, Center for Energy - Environment Research Development, AIT., <http://www.eppo.go.th/encon/encon-D11-ThaiExtern-Final.doc>, (Erişim tarihi:04.08.2007).

REC, <http://www.rec.org/REC/Introduction/intro.html>, (Erişim tarihi:13.03.2008).

REJ, **Factors that Determine the Reduction in Property Values Caused by Traffic Noise**, Road Engineering Journal, <http://www.usroads.com/journals/p/rej/9710/re971004.htm>, (Erişim tarihi: 27.08.2008).

Renewables 2004, Politik Deklarasyon, http://www.renewables2004.de/pdf/Political_declaration_final.pdf, (Erişim tarihi:19.03.2008)

Renewables 2004,Konferans Raporu, http://www.renewables2004.de/pdf/conference_report.pdf, (Erişim tarihi:19.03.2008).

Renewables 2005, Politik Deklarasyon <http://www.isep.or.jp/birec2005/BIREC2005DeclarationEnglish.html> (Erişim tarihi:19.03.2008).

Renewables 2007, Global Status Report, http://www.ren21.net/pdf/RE2007_Global_Status_Report.pdf, (Erişim tarihi: 25.12.2008).

Renewables 2008, http://www.wirec2008.gov/wps/portal!/ut/p/_s.7_0_A/7_0_2B1?navtype=WM&navid=WM_ABOUT, (Erişim tarihi:19.03.2008).

SEİ, <http://www.sei.se/index.php?page=overview.>, (Erişim tarihi:13.03.2008).

Sekizinci Beşyılık Kalkınma Planı, <http://ekutup.dpt.gov.tr/plan/viii/plan8str.pdf.>, (Erişim tarihi: 10.06.2008).

Stern Review Report, http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm., (Erişim tarihi:12.06.2007).

TEİAŞ, Yenilenebilir Kaynaklardan Değişken Üretim Yapan Santrallerin Elektrik Üretim-İletim Sistemine Teknik ve Ekonomik Etkileri ve AB Uygulamaları, Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, 2005, <http://www.ruzgarenerjisibirlii.org.tr/bilimsel/diger/TEIAS-RUZGAR-RAPOR-21MART.pdf.>, (Erişim tarihi: 14.08.2007).

The Copenhagen Declaration and Programme of Action: World Summit for Social Development, 6-12 March 1995, <http://www.un.org/esa/socdev/wssd/agreements/index.html.>, (Erişim tarihi:13.03.2008).

The International Union for Conservation of Nature (IUCN), <http://www.iucn.org/about.>, (Erişim tarihi: 15.05.2008).

The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), <http://www.iucnredlist.org/static/programme.>, (Erişim tarihi: 28.08.2008).

Tuncel,G., **Türkiye’de Asit Yağmurları**, <http://www.atmosfer.itu.edu.tr/atmos2003/bildiriler/1.pdf.>, (Erişim tarihi: 16.05.2007).

Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM), **2009 yılı bütçe görüşmeleri**, http://www.enerji.gov.tr/duyurular/2009_Butce_Konusmasi.pdf., (Erişim tarihi: 14.01.2009).

TÜSİAD, 21 yy girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, <http://www.tusiad.org/turkish/rapor/enerji/html/sec13.html.>, (Erişim tarihi:04.08.2008).

TÜSİAD, 21.Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, <http://www.tusiad.org/turkish/rapor/enerji/html/sec10.html.>, (Erişim tarihi: 19.11.2008).

UNFCCC, **Training Handbook on Mitigation Assessment for Non-Annex I Parties**. UNFCCC Publication on Mitigation Assessment, http://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/mitigation/Handbook/MitigationHandbook_11May2006.pdf., (Erişim tarihi: 10.12.2007).

UNFPA, **Dünya Nüfusun Durumu 2001**, <http://www.unfpa.org/swp/2001/english/index.html>., (Erişim tarihi: 11.06.2007).

United Nations Department of Public Information , **On Eve of World Summit, New UN Report Warns that, Current Patterns of Development Compromise Long-term Security**, UN Calls on World Leaders to Commit to a Sustainable Future at Upcoming Johannesburg Summit., <http://www.unis.unvienna.org/unis/pressrels/2002/envdev666.html>., (Erişim tarihi: 28.08.2008).

United Nations, **Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development**, 1987, <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>., (Erişim tarihi 14.05.2008).

Uranium Information Center (UIC), **Energy Subsidies and External Costs**, Nuclear Issues Briefing Paper # 71, 2007, <http://www.uic.com.au/nip71.htm>., (Erişim tarihi: 19.09.2008).

Uyar, T.S., **Yenilenebilir Enerji**, Buğday Derneği, <http://www.bugday.org/article.php?ID=79>., (Erişim Tarihi:14.08.2008).

Uysal, B.Z.,**Temiz Kömür Teknolojileri**, <http://www.odtumd.org.tr/baglantilar/sunumlar/temizKömür/bzUysal.pdf>., (Erişim Tarihi:14.08.2008)

Watkiss,P., Downing,T., Handley,C. ve Butterfield,R., **The Impacts and Costs of Climate Change Final Report**.,AEA Technology Environment, Stockholm Environment Institute, 2005. http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/final_report2.pdf., (Erişim tarihi:04.08.2007).

Yedinci Beşyılık Kalkınma Planı, <http://ekutup.dpt.gov.tr/plan/vii/>., (Erişim tarihi: 10.06.2008).

Yücel,F., 2004, **Sürdürülebilir Kalkınmanın Sağlanmasıda Çevre Korumanın Ve Ekonomik Kalkınmanın Karşıtlığı ve Birlikteliği**, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 11, http://www.akademiktisat.net/calisma/cevre_iktisat/sur_kalkinma_fyucel.htm., (Erişim tarihi 14.05.2008).

ÖZET

Ülkelerin büyüme çabaları son yüzyılda tüm dünyada enerji talebini arttırmış ve enerji üretiminde en çok tercih edilen fosil kaynaklı yakıtların kullanımı artmıştır. Enerjinin insanlık için önemine ve tüm yararlarına karşın, üretimi, taşınması, tüketimi ve atıkları insan sağlığı ve çevre yönünden belirli bir risk taşımaktadır.

Bu yüzyıla kadar enerji üretiminde sadece ekonomik koşullar ve kaynak güvenliği göz önünde bulundurulurken, günümüzde bazı toplumlarda, çevre bilincinin artması ve/veya bazı uluslararası anlaşmalarla, görece daha az çevre sorununa neden olan yöntemlerin seçilmesi teşvik edilmektedir. Türkiye’de ise bugüne kadar, ekonomi ile çevre birlikte göz önünde bulundurularak sürdürülebilir bir enerji politikası geliştirilmemiştir. Türkiye’de yatırımların çoğu ithal fosil yakıtlarla çalışan termik santrallere yapılmış, hem ekonomik olarak dışa bağımlı hale gelinmiş, hem de çevre sorunları artmıştır. Bunun yerine ülkenin büyük potansiyele sahip yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına yönelik teknolojileri geliştirecek, sürdürülebilir kalkınmayı hedefleyen herhangi bir politika oluşturulmamıştır.

Bu tez kapsamında Türkiye’nin ekonomik büyümesi açısından yaşamsal öneme sahip enerji konusu ve elektrik üretiminde kullanılan kaynakların neden olduğu çevre sorunları tartışılarak, çevre sorunlarına çözüm üretmekte önemli araçlar olan yenilenebilir enerji kaynakları incelenmiş, Türkiye’nin enerji politikası değerlendirilmiştir. Tezde enerji üretim yöntemlerinin negatif dışsal maliyetleri ve görünen maliyetleri araştırılarak, üretim yöntemlerinin gerçek maliyeti, çevre sorunlarının maliyeti ve sorunu önleme maliyeti karşılaştırılmıştır.

Fosil yakıtların yol açtığı negatif dışsallıkların hesaba katılması durumunda ve ölçek ekonomileri sayesinde birçok yenilenebilir enerji kaynağı türünün gelecek dönemlerde potansiyellerine uygun olarak gerekli büyümeyi sağlayarak toplam enerji kullanımı içerisinde hak ettikleri yeri alacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Fosil Yakıtlar, Yenilenebilir Enerji, Dışsallıklar, Sürdürülebilir Kalkınma, Enerji, Çevre.

ABSTRACT

Efforts spent for economic growth has increased energy demand of the world in last century which also led to an increase in usage of fossil fuels. Despite the importance of energy for humanity and all energy utilities; production, transport, consumption and waste of energy constitutes a certain risk for health and the environment.

While economic conditions and resource safety were the only areas of consideration for energy production until this century, certain societies are promoting awareness rising concerning environmental issues and/or selection of methods which cause less environmental damage through a number of international agreements. However, in Turkey a sustainable energy policy considering economy and environment concurrently has not yet been developed. Most of the investments have been made on thermal power plants operate on imported fossil fuels which resulted with foreign dependent economy and increasing environmental problems. Instead of this approach, policies on improvement of renewable energy sources aiming sustainable development have not been brought forward.

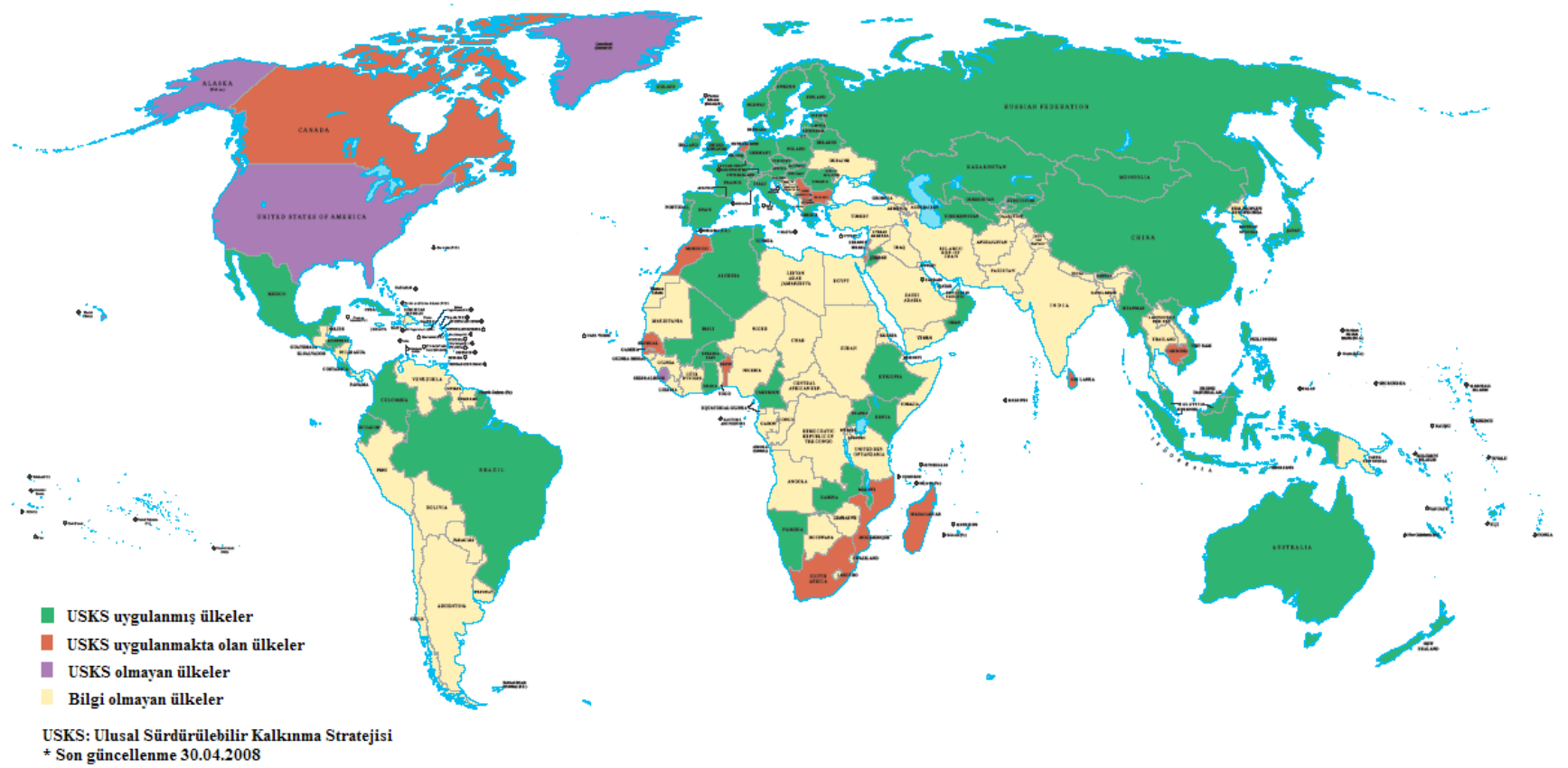
In the context of this study, Turkey's energy policies are assessed through discussion of issues on energy having a vital importance for economic growth in Turkey and environmental problems caused by methods used for generation of electric energy while renewable energy sources as significant tools for developing solutions for environmental problems are analyzed. The study compares the real cost of production methods, costs of environmental problems and costs for prevention

actions by examining negative externalities and actual costs of energy production methods.

In conclusion, it's thought that varieties of renewable energy sources will obtain their deserved share in total energy consumption by ensuring necessary economic growth in conformity with their potentials considering the negative externalities caused by fossil fuels and endorsement of economies of scale.

Keywords: Fossil Fuels, Renewable Energy, Externalities, Sustainable Development, Energy, Environment.

EK:1. Ulusal Sürdürülebilir Kalkınma Stratejileri: Küresel Resim http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/nsds/nsds_map2008.pdf
(Erişim Tarihi: 22.07.2008)



EK-2:

CASES PROJESİNDE VARSAYIMLAR VE HESAPLAMALAR

Her kirletici maddenin etkilerini ayrı ayrı tespit etmek çok karmaşık olduğundan, CASES projesinde aşağıda verilen bazı varsayımlar kabul edilmektedir. Emisyonların etkilerini tespit etmek için, konsantrasyon tepki fonksiyonları kullanılır. Bir konsantrasyon tepki fonksiyonu, kirleticinin konsantrasyonunun alıcı ortamın tepkisi ile olan ilişkisidir. İnsan sağlığı, yapı malzemeleri ve mahsuller üzerindeki etkiler aşağıda incelenmektedir.

İnsan sağlığı üzerindeki etkiler

Emisyonların insan sağlığı üzerindeki etkilerinin miktarını tespit etmek için, hastalıklılık ve ölüm ile ilgili farklı nihai noktalar için konsantrasyon tepki fonksiyonları kullanılır. İnsan sağlığı üzerindeki etkiler, miktarı tespit edilebilen dışsal maliyetlerin sera gazı emisyonlarının yol açtığı maliyetler hariç olmak üzere en önemli kısmını oluşturur. Dışsal maliyetler en çok parçacıkların ve ozonunun zararlı etkilerinden meydana gelmektedir. Hassasiyet analizi farklı hipotezleri değerlendirmektedir. Çünkü yapılan çalışmalar hangi hava kirliliğinin hangi sağlık etkisinden sorumlu olduğunu göstermemektedir.

Ozon etkileri parçacıklardan bağımsız olarak ele alınmaktadır. Ozonun ölüm üzerindeki etkilerinin miktar olarak tespiti, sadece 35 ppb'den daha yüksek olan ozon konsantrasyonlarında yapılmakta olup, bu değer günde 8 saatlik ortalama ozon konsantrasyonunun maksimum değeridir. Yaşları bir ay ile bir yıl arasında olan

bebeklerin ölümü PM_{10} konsantrasyonları ile bağlantılıdır. PM_{10} 'nun $10 \mu g/m^3$ artması, bebek ölümleri riskinin % 4 oranında artmasına yol açmaktadır. Ayrıca, $10 \mu g/m^3$ 'lük artış için akut ölüm riski % 0,3 oranında farklılık göstermektedir. Göğüs hastalıkları nedeniyle hastanelerine yatırılan vaka sayısında her yıl için her 100.000 kişide ve her $10 \mu g/m^3$ 'lük PM_{10} değeri için 7,03 artış olmaktadır.

Etkilerin dışsal maliyetler açısından insan sağlığına olan temel katkısı, tahmini ömrün azalması ve kronik bronşittir. Proje kapsamında bir yıllık ömrün değeri için önerilen değerler aşağıda verilmektedir:

AB 16 (AB 15 + İsviçre) için: 41.000 Avro/yıl

Yeni üye devletler için: 33.000 Avro/yıl

AB yönergelerinin ve politikalarının maliyet-fayda analizi için önerilen bir yıllık ömrün değeri ise:

AB 25 için: 40.000 Avro/yıl olarak kabul edilmektedir.

Çeşitli nihai noktalar için parasal değerler Tablo 1'de verilmektedir. Parasal değerler her kronik bronşit vakası için 200.000 Avro ve her ilaçla tedavi veya her bronşodilatör için 1 Avro olmak üzere farklılık göstermektedir.

Tablo 1: Etkilerin insan sağlığı için parasal değerleri

Nihai nokta	Parasal değer Her vaka için Avro ₂₀₀₀
İlaç kullanımı / bronşodilatör kullanımı	1
Minör kısıtlı aktivite günleri	38
Alt solunum yolları semptomları (yetişkin)	38
Alt solunum yolları semptomları (çocuk)	38

Öksürük hariç alt solunum yolları semptomları	38
Öksürme günleri	38
Akut solunum yolları semptomları	38
İlk bakım doktorlarına başvurular – Astım	53
İlk muayene doktorlarına başvurular - Üst solunum yolları hastalıkları	75
İlk muayene doktorlarına başvurular - Alerjik burun iltihabı	75
Çalışma günü kaybı	82
Kısıtlı aktivite günleri	130
Göğüs hastalıkları hastanesine yatırılma	2,000
Kalp hastalıkları hastanesine yatırılma	2,000
Tahmini ömrün azalması	40,000
Ölüm riskinin artması (bebekler)	40,000
Ölüm riskinin artması (yetişkin)	60,000
Kronik bronşitin yeni vakaları	200,000

Yapı malzemeleri üzerindeki etkiler

Fosil yakıtların yakılmasıyla yayılan hava kirleticiler yapı malzemelerini de etkileyerek mekanik dayanım kaybına, sızıntılara ve koruyucu kaplamaların bozulmasına yol açar. Parçacıkların binaların üzerinde tortulaşması görüntüyü bozar. Doz tepki fonksiyonu, kirlenme dozunu malzemenin aşınma hızı ile aşınma hızını da malzemenin değiştirilme veya bakım zamanı ile ilişkilendirir. Kalitenin düştüğü kritik noktada bakım yapılması gerekir.

Kireçtaşına ilaveten, EcoSenseWeb’de kum taşı, doğal taş, çinko ve galvanize çelik, çelik boyası, karbonat boyası için konsantrasyon tepki fonksiyonları bulunmakta olup, bunların parasal değerleri Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2: Yapı malzemeleri üzerindeki etkilerin parasal değerleri

Malzemeler	Parasal değer (Avro/ m ²)
Galvaniz çelik	14-45 (ülkeye özgü değişmektedir)
Kireçtaşı	245
Harç	27
Doğal taş	245
Boya	11
Sıva	27
Kum taşı	245
Çinko	22

Mahsuller üzerindeki etkiler

Baca gazı emisyonlarının mahsuller üzerindeki etkilerini tespit etmek için, özellikle SO₂'nin ve ozonun etkilerini incelemek gerekir. Çünkü bunlar asitlenmeye nitrojen ve ozon çökeltisine yol açar.

SO₂'nin ve ozonun etkileri

SO₂'nin etkilerini tespit etmek için, SO₂'nin 0 ile 6,8 ppb değerleri arasında mahsulün orantılı olarak arttığı, daha sonra düştüğü kabul edilir. Buğday, arpa, patates şeker pancarı ve yulaf için aşağıdaki formüller uygulanır:

$$y = 0.74 (SO_2) - 0.055 (SO_2)^2 \quad 0 < (SO_2) < 13,6 \text{ ppb} \quad \text{ için}$$

$$y = -0.69 (SO_2) + 9,35 \quad (SO_2) > 13,6 \text{ ppb} \quad \text{ için}$$

$$y = \text{relatif mahsul değişikliği}$$

$$(SO_2) : SO_2 \text{ konsantrasyonu (ppb)}$$

Ozonun etkilerine ilave olarak, Mayıstan Hazirana kadar olan büyüme dönemi için, mahsul kaybı ile AOT40 (40 ppb üzerinde biriken ozon konsantrasyonu) arasındaki doğrusal ilişki hesaplanır.

$$y = 99,7 - \text{Alpha} * \text{AOT40}$$

y = relatif mahsul değişikliği

Alpha : hassasiyet faktörleri (Tablo 3’de gösterilmektedir)

Tablo 3: Ozon için hassasiyet faktörleri

Mahsul türü	Hassasiyet faktörü
Pirinç	0,4
Tütün	0,5
Şeker pancarı, patates	0,6
Ayçiçeği	1,2
Buğday	1,7

Tarım topraklarının asitlenmesi

Mahsuller üzerindeki etkiyi tespit etmek için tarım toprağının asitlenmesi kullanılır.

Tarım toprağının üzerindeki atmosferik asit girdilerini dengelemek için gerekli olan üst tabaka kireç miktarı tüm Avrupa’da tespit edilmektedir. İlave kireç ihtiyacı şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$dL = 50 \text{ kg / meq} * A * dDA$$

dL: İlave kireç ihtiyacı (kg/yıl)

A: Tarım alanı (hektar)

dDA: yıllık asit çökeltisi ($\text{meq/m}^2/\text{yıl}$)

Azot çökeltisinden kaynaklanan gübreleme etkileri

Emisyonlardan dolayı ortaya çıkan azot çökeltisi, toprağın azot içeriğini artırır. Çiftçiler verimi arttırmak için mahsullerine büyük miktarlarda azot uygularlar. Bu nedenle, topraklar üzerindeki oksitlenmiş azot çökeltisi yararlı olup, böylece gübre kullanımı azalabilir.

$$dF = 14.0067 \text{ g/mol} * A * dDN$$

dF : Gübre ihtiyacındaki azalma (kg/yıl)

A: Tarım alanı (km^2)

dDN: Yıllık azot çökeltisi ($\text{meq/m}^2/\text{yıl}$)

Başlıca mahsullerin parasal değerleri Tablo 4’de gösterilmekte olup, burada mahsuller üzerindeki tüm etkiler dikkate alınmıştır. Parasal değerlendirmeler her ne kadar tarihlere göre değişiklik gösterse de, bunlar etkinin izlediği yola göre hesaplanmıştır.

Tablo 4: Seçilen mahsullerin fiyatları

Mahsul türleri	Fiyat (Avro/ton)	Tarih
Ayçiçeği	273	2001
Buğday	137	2003
Patates	113	2001
Pirinç	200	2003
Çavdar	99	2001

Yulaf	132	2001
Tütün	2,895	2003
Arpa	93	2003
Şeker pancarı	64	2002

BELİRSİZLİKLER

EcoSenseWeb'deki belirsizlikler, ürünlerin veya ürün toplamının analitik çözümü ile bulunabilir. Bu belirsizlikler şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Faaliyetin kısıtlandığı bir günün doz-tepki fonksiyonu maliyetinin eğimi, kirletici bir maddenin birikme hız gibi, veri belirsizliği. Emisyon senaryosunda kullanılan varsayımlar kabul edilmektedir.
- Her enerji santralında ölçülmesi gereken bu veriler kesin olmadığı için, bunlar belirsizlik faktörlerine dahil edilmektedir.
- Kirletici bir madde ile sağlık etkisi arasındaki ilişki hakkındaki varsayımlar, doz-tepki fonksiyonu ve atmosferik dağılma ve kimya için model seçme hakkındaki varsayımlar gibi model belirsizliği
- Kuşaklar arası maliyetler için indirim oranı, ve istatistiksel ömrün değeri gibi politika ve etik seçimler hakkındaki belirsizlikler
- Daha dirençli türler geliştirerek mahsul kayıplarını azaltma potansiyeli gibi gelecekteki koşullar hakkındaki belirsizlikler.

Veri ve model belirsizlikleri, 2 ile 4 arasında bir geometrik sapma göstermektedir. Bunun anlamı ise, gerçek değerlerin orta değer tespitinden 2 ile 4 kat daha küçük veya daha büyük olabilmesidir. Sağlık etkisine ilişkin maruz kalma-tepki fonksiyonun ve ömürden kaybedilen bir yılın değerinin belirsizliği nispeten daha yüksektir.

Ayrıca EcoSenseWeb’de, indirim oranı, dünyanın farklı yerlerinde hasar değerlendirme, etkileri fazla olan risklerin giderilmesi veya verilerdeki boşlukların giderilmesi gibi bazı varsayımlara ihtiyaç vardır. Bu durumda, farklı varsayımların sonuçlarını göz önünde bulundurmak için bir hassasiyet analizi yapılmaktadır .

EK-3 :

CASES Projesinde Kullanılan Yeniköy Linyit havzası verileri

CASES projesinde, hesaplamalar için Yeniköy Linyit havzası verileri kullanılmıştır. Yeniköy linyit havzası düşük kalorifik değerli kömürlerle çalışan Kemerköy ve Yeniköy termik santralleri bulunmaktadır. Yeniköy linyit havzası Türkiye'nin güney batısında bulunan açık işletme yöntemiyle linyit üretilen bir işletmedir. Havzada 50 m derinlikte ve ortalama 15,80 m kalınlığında olan Sekköy, 84 m derinlikte ortalama 14,46 m. kalınlığında kömür bulunan İkizköy ve 18 m. kalınlığında kömür bulunan Hüsamlar maden ocakları bulunmaktadır.

Bu ocaklardan 17.000 ton/gün Kemerköy termik santralına, 13.000 ton/gün Yeniköy termik santralına kömür gönderilmektedir. Kömürün boyut aralığı 0 – 1000 mm'dir. Havzanın toplam rezervi 286 milyon ton'dur.

Yeniköy linyit havzasında bulunan ocakların temel özellikleri Tablo1'de verilmiştir.

Tablo 1. Yeniköy linyit havzası temel özellikleri

	Nem (%)	Kül (%)	Uçucu madde (%)	Sülfür (%)	Kalorifik değer (kcal/kg)
SEKKÖY	31,60	25,48	29,9	1,2	1.970
İKİZKÖY	29,04	25,63	28,4	2,0	2.303
HÜSAMLAR	30,17	34,25	22,4	1,2	1.607

Ocaklarda kullanılan araçlar ise :

- 15 Yd³ kapasiteli 4 ekskavator
- 32 Yd³ kapasiteli 2 draglines
- 10 Yd³ kapasiteli 2 ekskavatör
- 40 km uzunluğunda konveyör bantlar

Kömür çıkarıldıktan sonar bantlar ve kamyonlar vasıtasıyla termik santrallere taşınmaktadır. Yılda 2,2 milyon ton kömür taşınmakta, taşımadan kaynaklanan emisyonlar ise 132.000 t/yıl CO₂, 272.000 t/yıl NO_x, 87 t/yıl SO₂ 'dir.

Hesaplamalar için kullanılan referans termik santralin kapasitesi ve işletme değerleri Tablo2'de verilmiştir.

Tablo 2. Referans termik santralin kapasite ve işletme değerleri

Bölge	Milas-MUĞLA
Ünite sayısı	3
Kapasite	630 MW
Yıllık Üretim kapasitesi (Teorik)	5.518.000.000 kWh
Yıllık gerçekleşen üretim	4.095.000.000 kWh
Yıllık yakıt tüketimi	5.700.000 ton (1750 kcal/kg)
Verimlilik	% 37

Tablo 3. Referans termik santralin emisyon değerleri

CO₂ kg/kWh	0.99929
SO₂ kg/kWh	0,00608
NO_x kg/kWh	0,00225
NMVOC kg/kWh	0.00005
TPS kg/kWh	0.00022