



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
KAMU YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
KENTLEŞME VE ÇEVRE SORUNLARI BİLİM DALI

728063

BURSA'DA HAVA KİRLİLİĞİ SORUNU VE ALTERNATİF ENERJİ
KAYNAKLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selmin ÖZER

BURSA 2003

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
BURSA BAKANLIĞI

T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
KAMU YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
KENTLEŞME VE ÇEVRE SORUNLARI BİLİM DALI

BURSA'DA HAVA KİRLİLİĞİ SORUNU VE ALTERNATİF ENERJİ

KAYNAKLARI

128063
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Danışman

Prof.Dr. Hasan ERTÜRK

Selmin ÖZER

BURSA 2003

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Şekiller Dizini.....	vi
Tablolar Dizini.....	vii
Ekler Dizini	ix
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

EKOSİSTEM İNSAN VE ENERJİ İLİŞKİLERİ

1. Ekosistem ve Enerji İlişkileri	8
2. Tarihsel Olarak İnsan Topluluklarının Gelişim Sürecinde Enerji Kullanımı	15
3. Enerji Kaynakları ve Ekosistem Üzerine Etkileri.....	21
3.1.Enerji Kaynakları.....	23
3.1.1.Yenilenemez Enerji Kaynakları.....	23
3.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	26
3.1.2.1.Güneş Enerjisi.....	27
3.1.2.2.Rüzgar Enerjisi.....	28
3.1.2.3. Jeotermal Enerjisi.....	29
3.1.2.4.Su (Hidroelektrik) Enerjisi.....	30
3.1.2.5.Biyokütle Enerjisi.....	31
3.1.2.6.Deniz Kökenli Yenilenebilir Enerjiler.....	31
3.1.2.7. Atık ve Çöplerden Enerji.....	31
3.2. Enerji Kaynaklarının Çevre Açısından Etkileri.....	32
3.2.1. Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Çevre Açısından Etkileri.....	33
3.2.1.1. Kömür.....	33
3.2.1.2. Petrol.....	34

3.2.1.3.Doğal gaz.....	35
3.2.2.Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevre Açısından Etkileri.....	36
3.2.2.1. Güneş Enerjisi.....	36
3.2.2.2.Rüzgar Enerjisi.....	37
3.2.2.3. Jeotermal Enerji.....	38
3.2.2.4.Su Enerjisi (Hidroelektrik Enerji).....	38
3.2.2.5.Biyokütle Enerjisi.....	39
3.2.2.6. Nükleer Enerji.....	40
3.2.2.7.Deniz Kökenli Yenilenebilir Enerji.....	42
4. Enerji Kaynaklarının Hava Kirliliği Açısından Değerlendirilmesi.....	42
4.1. Havanın Doğal Kompozisyonu ve Hava Kirliliğinin Tanımı.....	42
4.2.Hava Kirliliğinin Kaynakları.....	44
4.3.Hava Kirliliğinin Etkileri.....	51
4.3.1. İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	51
4.3.2.Tabiata Etkileri.....	52
4.3.2.1.İklim Etkileri.....	52
4.3.2.2.Karbondioksit ve Küresel Isınma.....	53
4.3.2.3.Hayvan ve Bitkilere Etkileri.....	58
4.3.2.4.Malzeme Üzerine Zararlar.....	59
4.3.2.5. Görünürlüğün Azalması.....	59
5. Ekonomik Kalkınma ve Enerjide Sürdürülebilirlik.....	59

İKİNCİ BÖLÜM

BURSA'DA HAVA KİRLİLİĞİ SORUNU VE ENERJİ KAYNAKLARI

1.Türkiye'de Enerji kaynakları ve Politikaları.....	64
1.1. Türkiye'nin Coğrafi Konumu ve Nüfusu.....	64

1.2. Türkiye’de Enerji Kaynaklarının ve Kullanımının Genel Durumu Genel Durumu..	66
1.3. Türkiye’de Fosil Yakıt Rezervi	73
1.3.1. Petrol ve Doğalgaz Rezervi	73
1.3.2..Linyit-Asfaltit Rezervleri.....	73
1.3.3..Bitümlü Sist Rezervi	73
1.3.4.Turba.....	76
1.3.5. Taşkömürü	76
1.3.6.Uranyum ve Toryum	76
1.4 Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Çalışmaları ve Potansiyeli.....	76
1.4.1.Rüzgar Enerjisi.....	76
1.4.2.Güneş Enerjisi.....	78
1.4.3.Jeotermal Enerji.....	78
1.4.4.Hidroelektrik Enerji.....	80
1.4.5.Biyokütle Enerjisi.....	80
1.4.6.Deniz Kökenli Yenilenebilir Enerji.....	81
1.5. Kalkınma Planlarında Enerji ve Çevre	81
1.6. Enerji Sektörünün Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Emisyonlar ve Hava Kirliliği Açısından Sektörler.....	86
1.6.1.CO ₂ Emisyonları.....	86
1.6.2.SO ₂ Emisyonları.....	87
1.6.3.NO _x Emisyonları.....	89
1.6.4.Parçacık Emisyonları.....	90
1.7. Türkiye’de Enerji Kullanımından Kaynaklanan Sorunlar ve Alınması Gereken Önlemler.....	96
2.Bursa’da Enerji Kullanımı ve Hava Kirliliği Sorunu.....	100
2.1.Bursa’nın Coğrafi Konumu, Topografik Yapısı, Meteorolojisi.....	100
2.2.Nüfus Dağılımı.....	102
2.3.Bursa’da Sanayileşme ve Enerji Kullanımı.....	103
2.4.Bursa’da Kullanılan Enerji Kaynaklarının Değişimi ve Alternatif Enerji Kaynakları.....	105
2.4.1.Fosil Yakıtlar.....	105

2.4.1.1.Odun,Kömür ve Petrol.....	107
2.4.1.2.Doğal Gaz.....	107
2.4.2.Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	110
2.4.2.1.Güneş Enerjisi.....	110
2.4.2.2.Rüzgar Enerjisi.....	111
2.4.2.3.Jeotermal Enerji.....	112
2.4.2.4.Deponi Gazından Elektrik Enerjisi.....	115
2.4.2.5.Hidrolik Enerji.....	117
2.4.2.6.Nükleer Enerji.....	117
2.5.Bursa’da Enerji Kullanımı ve Hava kirliliği Sorunu.....	117
2.6. Bursa’da Hava Kirliliğine Karşı Yapılan Çalışmalar.....	120
2.6.1.Bursa İl Sağlık Müdürlüğü	121
2.6.2. Bursa Büyükşehir Belediyesi.....	128
2.6.3. Bursa’da Emisyonlar Açısından Yapılan Diğer Çalışmalar.....	135
GENEL DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER.....	136
EKLER.....	149
YARALANILAN KAYNAKLAR.....	180

ŞEKİLLER-TABLolar-EKLER

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1. Ekosistemin Şematik Görünümü.....	10
Şekil 2. Karbon Döngüsü.....	12
Şekil 3. Atmosferde Kükürtdioksit Dolanımı.....	13
Şekil 4. Azot Dioksit Dağılımı.....	14
Şekil 5. Türkiye’de Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Karbondioksit (CO ₂) Salınımlarının Enerji Kaynak Payları ve Sektörel Payları	87
Şekil 6. CO Emisyonunda Gelişmeler (1990-2010).....	87
Şekil 7 SO ₂ Emisyonu ve Sektör Payları.....	88
Şekil 8. SO ₂ Emisyonunda Gelişmeler(1990-2010).....	89
Şekil 9. Azotdioksit Emisyonunda Gelişmeler(1990-2010).....	90
Şekil 10.Ulaşımından Kaynaklanan Yıllık CO ₂ Emisyonu(1980-2010)	92
Şekil 11. Ulaşımından Kaynaklanan NO _x Emisyonu(1985-2010).....	92
Şekil 12. Ulaşımından Kaynaklanan SO ₂ Emisyonu (1985-2010).....	93
Şekil 13. Ulaşımından Kaynaklanan PM Emisyonu (1985-2010).....	93
Şekil 14. Türkiye’de Hava Kirliliği Yaratan Endüstrilerin Dağılımı.....	94
Şekil 15. Yıllık Aylara Göre Ortalama Güneşlenme Süresi Grafiği	111
Şekil 16. Yıllık Aylara Göre Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği.....	112
Şekil 17. Bursa’da Hava Kirliliğine Duyarlılık Konusunda Yapılan Anket Sonuçları.....	147

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1. Ototrof Bir Doğal Ekosistem (Göl) İle Aynı Büyüklükteki Hetetrof Bir Kent Ekosisteminin Enerji Temini Bakımından Karşılaştırılması.....	15
Tablo 2. Temiz ve Kuru Havanın Doğal Kompozisyonu.....	43
Tablo 3. Yapay Hava Kirliliği Kaynakları Ve Kirleticilerin Sınıflandırılması.....	45
Tablo 4. Yıl İçinde Havaya Karışan Kirletici Maddeler.....	46
Tablo 5. Partiküllerin Etkileri.....	50
Tablo 6. Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	52
Tablo 7. Sera Gazları ve Kaynakları.....	57
Tablo 8. 1950-2001 Yılları İçin Türkiye’de Nüfus Hareketleri.....	65
Tablo 9. Türkiye Nüfus Tahminleri (2005-2022).....	65
Tablo 10. Türkiye Genel Enerji Durumu (1990-2001)	68
Tablo 11. Sektörel Enerji Tüketimi (1990-2001)	69
Tablo 12. Türkiye’de Yıllara Göre Tahmini Enerji Değerleri.....	70
Tablo 13. Kaynaklar Bazında ve Yakıt Türlerine Göre Genel Enerji Talebi.....	72
Tablo 14. 1990-2010 Yılları Arasında Petrol Ürünleri Talebi	74
Tablo15. Türkiye’nin Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi Kategorilerindeki Projeksiyonları (2010-2020)	79
Tablo 16. Türkiye’nin 1996-2020 Yılları Arası Ulaşım Sektöründeki Enerji İhtiyacı.....	91
Tablo 17. Türkiye’de Kirletici Potansiyeli Olan Endüstrilerden Atmosfere Atılan Yıllık SO ₂ ve Parçacık Miktarları.....	94
Tablo 18. Linyit Termik Santrallerinin Emisyonları.....	95
Tablo 19. Bursa’nın Meteorolojik Özellikleri(2000).....	101
Tablo 20. Yıllar İtibariyle Bursa’da Nüfus Hareketleri (1950-2000).....	103
Tablo 21. Organize Sanayi Bölgesinde 1964 -2002 Yılları Arasında Firma Sayısı.....	105
Tablo 22. Yıllara Göre Gaz Tüketim Miktarları.....	108

Tablo 23. Yıllara Göre Gaz Kullanan Abone Sayısı.....	109
Tablo 24. Yıllık Aylara Göre Ortalama Güneşlenme Süresi.....	110
Tablo 25. Yıllık Aylara göre Ortalama Rüzgar Hızı	111
Tablo 26. Kükürlü Alanındaki Kaynak Çıktılarına Ait Sıcaklık ve Toplam Debiler.....	113
Tablo 27. Demirtaş Deponi Gazından Elektrik Eldesi (Kasım 1998- 2003 Ocak).....	116
Tablo 28 Bursa İli Hidroelektrik Santrallerinin Durumu.....	117
Tablo 29. Benzinli ve Dizel Motorlar İçin Kirletici Faktörler(G/Lt)	119
Tablo 30. Bursa'ya Ait Motorlu Kara Taşıtlarının Sayısı (1999-2002)	120
Tablo 31. Hava Kirliliği Sınır Değerleri $\mu\text{g}/\text{m}^3$	122
Tablo 32. Bursa'da 1987 Yılından 2003 Yılına Ait ort. SO_2 ve Duman Değerleri.....	123
Tablo 33.Bursa Büyükşehir Belediyesi Ölçüm İstasyonu ve Ölçülen Parametreler.....	128
Tablo 34.Bursa İli İçin 2002 ve 2003 (Ocak, Şubat ve Mart) SO_2 ve PM Konsantrasyonları	129
Tablo 35. 2001 Yılına Ait Bursa Büyükşehir Belediyesinin İstasyonlarından Ölçülen Parametreler.....	130
Tablo 36. 2002 Yılına Ait Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin İstasyonlarından Ölçülen Parametreler.....	131
Tablo 37. 2003 Yılına Ait Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin İstasyonlarından Ölçülen Parametreler.....	131
Tablo 38. 2000 Yılı Ekim Ayı Sonu Yakıt Denetim İstasyonlarından Elde Edilen Veriler.....	133
Tablo 39. 2001 Yılı Yakıt Denetim İstasyonlarından Elde Edilen Veriler.....	134
Tablo 40. Ocak 2002 –07 Aralık 2002 Tarihleri Arasında Yakıt Denetim İstasyonlarından Elde Edilen Veriler.....	134
Tablo 41. Bursa'da Cinsiyete Göre Hava Kirliliği Konusunda Halkın Duyarlılığı.....	146
Tablo 42. Bursa'da Yaş Gruplarına Göre Duyarlılık Düzeyi.....	146

EKLER DİZİNİ	Sayfa
Ek 1. Jeotermal Enerjinin Gelişim Süreci.....	149
Ek 2. Radyoaktif Atıkların Yayınlanmış Oldukları Radyasyonun İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkilerinin Zamanla Değişimi	152
Ek 3. 1994-2010 Yılları Arasında Birincil Enerji Kaynak Talepleri ve Genel Enerji Talebinin Sektörel Dağılımı.....	153
Ek 4.1990-2000 Yılları Arasındaki Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Güç ve Üretimleri.....	155
Ek 5.1990-2010 Yıllarında Güneş Enerjisi Talebi.....	156
Ek 6. 1987 Yılı İtibariyle Türkiye’de Enerji Kökenli Emisyonlar	157
Ek 7. Türkiye’deki Enerji Kaynaklarının Kapasitesi ve Çevreye Olan Etkileri.....	158
Ek 8. 1990-2010 Yıllarında Ulaşım Sektörünün Enerji Talebi.....	159
Ek 9. Bursa’ya Ait Linyit Durumu.....	160
Ek 10. Bursa İlinin Yıllara Göre Gaz Tüketim Miktarları ve Gaz Kullanan Abone Sayısı.....	161
Ek 11. Bursa İline Ait Jeotermal Durumu.....	162
Ek 12. Deponi Gazından Elektrik Elde Edilmesi Grafikleştirilmesi	163
Ek 13. Hava Kirliliği Ölçüm İstasyonları.....	164
Ek 14. HKKY’de Madde 53.....	165
Ek 15.1988-2003 (Şubat) SO ₂ ve Duman Konsantrasyonları Grafikleştirilmesi.....	167
Ek 16. 01.06.2002 -30.11.2002 Arasındaki Azotdioksit Derişimleri	176
Ek 17. 01.01.2002 -31.12.2002 Arasındaki Azotmonoksit Derişimleri.....	177
Ek 18. 01.01.2002 -31.12.2002 Arasındaki Karbonmonoksit Derişimleri.....	178
Ek 19. Bursa Büyükşehir Belediyesi Sağlıklı Şehirler Projesi Hava Kirliliği (SO ₂) Haritası....	179

GİRİŞ

Çevre sorunları son yıllarda üzerinde en çok durulan konulardan birini oluşturmaktadır. Çevre sorunlarını yaratan ve etkilerini arttıran bir çok faktörden söz edilebilir. Çalışmada çevre sorunlarından hava kirliliği üzerinde durulmuştur. Enerji kaynaklarından kaynaklanan hava kirliliğini açıklamaya başlamadan önce çevrenin tanımını yapmak gerekir.

Çevre dediğimiz zaman insan ve tüm canlı varlıkları ile birlikte doğanın ve doğadaki insan yapısı öğelerin bütünü akla gelir. İnsanın doğayla ilişkisi sürekli değişim ve dönüşüm içindedir. Çevrenin sorun haline gelmesi ise, çevrenin sahip olduğu dengenin üzerine yeni yükler ilave edilmesi ve dengesizliklerin oluşması ile çevre kirlenmesi meydana gelmektedir. Hava kirliliği kavramı ise insanlar tarafından atmosfere karıştırılan yabancı maddelerle hava bileşiminin bozulmasıdır, diğer bir tanımlamada havanın doğal bileşiminin çeşitli nedenlerle değişmesi olarak tanımlanabilir. Hava kirliliği canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyen veya maddi zararlar getiren havadaki yabancı maddelerin normalin üzerindeki yoğunluğudur şeklinde de tarif edilebilir. Çalışmada enerji kaynaklarının neden olduğu hava kirliliği sorunu irdelendiği için, enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak sınıflandırılarak, bu kaynakların tüketilmeleri sonucu hava kirliliği ve ekosistemde çeşitli etkileri söz konusudur.

Sınırlı kaynaklara sahip olan dünyamız, sınırsız büyüme hedefi güden ve doğal döngülere ters düşen endüstriyel etkinlikler nedeniyle bir ekolojik yok oluşa sürüklenmektedir. Yaşam zincirinin son halkasını oluşturan insan dahil, tüm canlı ve cansız varlıklar büyük bir kirlenme ve bozulma sürecini yaşamaktadır. Ayrıca insan toplumlarının sınırsız ihtiyaçları karşısında yenilenemeyen kaynaklar hızla tükenirken, yenilenebilir kaynaklarda tahrip ve bozulmalar oluşmaktadır, insan ve çevre ilişkilerindeki olumsuzluklar da artmaktadır.

Çağımızda yiyecek içecek kadar önemli tüketim maddelerden biri ve vazgeçilmez uygarlık aracı, enerjidir. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin en önde gelen ölçütlerinin başında enerji tüketimi gelir. Enerji tüketimi nüfus artışı ve sanayileşme ile beraber

artmakta ve gelecekte de artmaya devam edecektir. Ayrıca enerji kaynaklarının kullanım şekilleri sanayileşme süreci ile birlikte değişikliğe uğramıştır. Buldukları dönemin siyasal, ekonomik ve sosyal yapısı bu değişim sürecinde önemli bir paya sahiptir. Sanayinin gelişimi ile birlikte enerjinin kullanım şekilleri ve çevreye olan olumsuz etkileri de insan toplumlarının gelişim sürecine göre de değişmiştir.

Sanayileşme ülkelerin sosyo-ekonomik gelişmelerinin en önemli koşuludur. Sanayileşme içinde ülkelerin bilinçsiz şekilde çevre faktörünü dikkate almadan çeşitli teknolojileri kullanmaları, çevre sorunlarına neden olan faktörlerin başında gelmektedir. Sanayileşme ve teknolojik gelişme, doğal kaynakların aşırı kullanımına ve tükenmesine neden olurken, üretim sürecinde ortaya çıkan çeşitli atıklar kontrolsüz bir biçimde çevreye bırakılarak çevre sorunları oluşturmaktadır. Sanayileşme ayrıca kentlerin çekici gücü olarak, nüfusun bu alanlarda yoğunlaşması yoluyla çevre kirlenmesinin artmasında dolaylı bir rol oynamaktadır. Sanayileşme kükürtdioksit, florür bileşikleri, asitler, tuzlar gibi birçok kirlenici ile hava, su, toprak gibi doğal çevrenin kirlenmesine yol açarak insan sağlığını etkilerken ekolojik sistemin canlı unsurlarından olan bitkilerin de kirlenmesine neden olmaktadır. Sanayileşmenin karbondioksit ve birçok maddeyi çevreye bırakan bir süreç olduğu düşünüldüğünde çevre sorunlarına ortam hazırlayan unsurların başında geldiği ifade edilebilir. Karbondioksit gazının hava kirliliği ve küresel ısınma gibi etkileri önemli bir sorundur.

Çalışmaya yön verecek olan olgu, enerji kaynaklarının dönemler içinde kullanım şekilleri ve ekosistem üzerindeki etkileri sorgulanacaktır. Sürdürülebilir kalkınma modeliyle beraber enerji kaynaklarının değerlendirilmesi yapılacaktır. Çalışma Bursa kentinde yapıldığı için, Bursa kentinin yerel özellikleride göz önünde bulundurulacaktır.

Çalışmada Bursa kentinin sahip olduğu coğrafi konumu, topoğrafyası, meteorolojisi, nüfus dağılımı, sanayileşme süreci çerçevesinde ve enerji kaynakları ve hava kirliliği açısından etkiler ortaya konulacaktır. Enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak iki grupta sınıflandırılarak, tüm enerji kaynaklarının, ekosistem üzerindeki etkileri ele alınmaktadır.

Çalışmada Bursa'nın enerji kaynaklarının sınıflandırılması yapılarak kaynakların durumu hakkında bilgiler verilmeye çalışılmıştır. Bursa kenti için enerji kaynakları ve hava kirliliği çalışmaları arasından 1987 yılından 2003 yılına kadar sürede elde edilen emisyon değerleri değerlendirilerek, kullanılan enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynakları çalışmaları ve kullanım potansiyeli ve uygulanabilirlikleri hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

Bursa'da gerçekleşen nüfus artışı, sanayileşme ve kentleşme ile beraber artış gösteren enerji kullanımı 1992 yılından günümüze kadar geçen zaman diliminde doğal gazın kullanılmaya başlaması ile Bursa kentinde hava kirliliği açısından, 1987-1991 yıllarında yaşanan hava kirliliği seviyelerinde ciddi bir düşüş sağlanmıştır. Kış aylarında yaşanan hava kirliliği enerji kaynağı olarak doğal gazın kullanılması kirliliğin azalmasında katkısı olsa bile, Bursa'da bazı yerleşim yerlerin de fuel oil, kömür gibi fosil yakıt tüketiminin olması, bölgenin meteorolojisi ve topoğrafik yapısı, sanayi ve nüfus artışı ve motorlu araçların kullanımının artması gibi faktörler nedeniyle özellikle kış aylarında yaşanan hava kirliliği söz konusudur.

Çalışmada problem; Bursa'da mevcut enerji kaynaklarının kullanımının hava kirliliğinde etkileri nelerdir? Varılan hipotez; halen kullanılan enerji kaynakları hava kirliliğinde temel etkenlerden birisidir, bu sorunun çözümü için yenilenebilir ve alternatif enerji kaynaklarının kullanımının geliştirilmesi gerekir.

Bu bağlamda çalışmada amaçlananlar şunlardır;

1. Sanayi öncesi kullanılan enerji kaynaklarının, sanayileşme olgusuyla kullanılan enerji kaynakları, bugünkü görünüşleri, hangi dönemlerde ortaya çıktığı ve hava kirliliği çerçevesinde enerji kaynaklarının etkileri araştırılmaya çalışılacaktır.
2. Güneş, rüzgar, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynakları olarak ifade edilen enerji kaynaklarının Bursa'da uygulanabilirliği saptanmaya çalışılacaktır.

Bu amaçlara ulaşmak için kullanılacak yöntem de şu şekilde olacaktır.

YÖNTEM

Çalışmada, birinci aşamada enerji kaynakları sınıflandırılarak, enerji kaynakları ve hava kirliliği açısından genel teorik alt yapısı oluşturularak, bu çerçevede yıllar itibariyle de kullanılan enerji kaynakları ve etkileri hakkında bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

İkinci aşamada ise teorik varsayımları desteklemek için araştırmacı, 16.12.2002 tarihinde Tayyare Kültür Merkezinde, gerçekleştirilen Hava Kirliliğinde Alınması Gereken Önlemler ve Bursa Büyükşehir Belediyesi 20.12.2002 Kent Konseyi Toplantısı, Doğal Gaz Çalışmaları konferanslarına katılarak ve Bursa'da gerekli yerler ve kişiler ile görüşmeleri sağlamıştır. Yapılan ziyaretlerde Bursa'da enerji kaynakları ve hava kirliliği çalışmaları hakkında araştırmalar yapılmıştır ve bu konuda çeşitli notlar alınmıştır. Bursa için yapılan araştırmaların ortaya konulabilmesi için nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırma yöntemi, Bursa'nın enerji kaynakları ve hava kirliliğine etkileri araştırılırken kullanılmıştır. Nitel araştırma yöntemi, araştırma sürecinde biçimlenen keşfetmeye ve anlamaya öncelik veren ve araştırmacıyı katı kurallar içinde hapseden bir yöntem değildir, araştırma zaman içinde gelişmektedir. Nitel araştırma yöntemi; araştırma sürecinde gözlem, görüşme ve yazılı dökümanların incelenmesi teknikleri ile Bursa kenti enerji kaynakları ve hava kirliliği için araştırmacıya konuşmacılar tarafından gerekli dökümanlar temin edilmiştir. Bu yöntem ile ayrıntılı bir şekilde araştırma için gerekli kişilerle gerçekleştirilen görüşmeler sırasında Bursa Kenti için enerji kaynakları ve çevresel etkileri özellikle hava kirliliği açısından değerlendirilme yapılmıştır.

Nitel araştırma yöntemi çerçevesinde Bursa kenti için araştırma sürecinde konu ile ilgili bilgi sahibi kişiler ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde konu ile ilgili araştırmaya katkıda bulunacak sorular sorulmuştur. Fakat araştırma sürecinde bazı dökümanlar ve bilgiler zor elde edilmiş yada elde edilememiştir. Özellikle Bursa Çevre İl Müdürlüğü'nün hava kirliliği ve şehrin giriş ve çıkışlarındaki kömür denetimleri ile ilgili konulardaki çalışmaları hakkında görüşme sağlanamamıştır. Araştırmacı tarafından incelenmek istenen İl Mahalli Çevre Kurulu kararlarına ulaşılamamıştır. Araştırma sürecinde izlenen aşamalar şu şekildedir;

Yıllar itibariyle kullanılan enerji kaynakları ve hava kirliliği ile ilgili çalışmalar hakkında bilgiler edinmek için Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Sağlığı bölümünde görev yapan Zeynep ÇELİKTAŞ, Mihnet TEKİNAY, Fahrettin ÇELİKTAŞ, Mustafa ÜRKMEZ ile bir kaç kez görüşmeler yapılmıştır..

Bursa İl Sağlık Müdürlüğü Emisyon bölümü ve şikayet bölümlerinden hava kirliliği ile ilgili yıllar itibariyle emisyon verilerinin değerlendirilmesi için gerekli bilgiler sağlanmıştır. Bu konuda emisyon bölümünden Rauf BİKE tarafından gerçekleştirilen görüşmeler sonunda İl Sağlık Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmalar hakkında bilgiler verilmiştir. 8.05.2003 tarihinde Bursa Sağlık İl Müdürlüğü İl Hıfzıssıhha Kurulu Kararları için Alparslan Ziya GÖKALP ve Hasan BUDAK ile görüşülerek kararların incelenmesinde yardımcı olunmuştur. Araştırmacı 1980 yılından 26.02.2003 yılına kadar kararları inceleyerek günlük olarak hava kirliliği için sınır değerleri aşan SO₂ ve duman (PM) konsantrasyonları için yapılan günlük kademe uyarıları hakkında bilgilerin elde edilmesini sağlamıştır. Ayrıca Bursa Hıfzıssıhha'da görev yapan Kamil ÇAKIR ile yapılan görüşmeler doğrultusunda elde edilen emisyon verilerinin nasıl gerçekleştiği ve var olan istasyonlar ve istasyon yer seçimleri hakkında araştırmacıya yeni bilgilerin sağlanmasında yardımcı olunmuştur.

Bu yapılan görüşmelerde, yenilenemez enerji kaynaklarından oluşan hava kirliliği hakkında bilgiler sağlanmıştır. Bunun dışında izlenen bir diğer aşamada Bursa kenti için yenilenebilir enerji kaynakları için yürütülen çalışmaları araştırmak olmuştur. Bu çerçevede, Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Katı Atık Şube Müdürlüğü çalışmaları tespit edilmiş, Esin Dalgıç ve Bursa kentinde jeotermal enerji çalışmaları ve Demirtaş'ta metan gazından elektrik elde edilmesi gibi konular ve yürütülen çalışmalar hakkında bilgiler araştırmacıya yol göstermiştir. Ayrıca Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Etüt Proje Uygulama Şube Müdürlüğü'nde görev yapan Erkan SOLAK tarafından araştırmacıya Bursa'da gerçekleştirilen jeotermal enerji için yürütülen çalışmalar ve Demirtaş Deponi alanından elektrik enerjisi elde edilmesi hakkında bilgiler ve gerekli dökümanların verilmesi sağlanmıştır.

Enerji kaynaklarının ısınma amaçlı kullanımları dışında hava kirliliğinde önemli etkisi olan fakat gözardı edilen ulaşım sektörü için, Bursa kenti için gerekli veriler, Bursa Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı'nda görev yapan Cemal YILDIZ ile gerçekleştirilen görüşmeler sonunda Bursa'da ulaşımın ana hatları araştırmacıya aktarılmıştır.

Sanayilerin ihtiyacı olan enerji kaynakları için Organize Sanayi Bölgesi idaresinde Naci AVCI ve Şafak DİKME ile görüşmeler yapılmıştır. Sanayinin yer seçimi, sanayilerin kullandıkları enerji türleri ve çevre açısından etkileri hakkında görüşülmüş ve Organize Sanayi Bölgesinde sanayiye elektrik enerjisini sağlayan otoprodüktör firmalarına gidilerek Bis Enerji Armağan KALEMCI, Bosen Seçkin İNAL, Zorlu Enerji; Pınar TEKBAŞ ile görüşmeler yapılmıştır. Edinilen bilgiler ile Organize Sanayi Bölgesindeki fabrikaların kullandıkları enerji kaynağının doğalgaz olduğu ve Bis Enerjinin Apoltek ve Nergis grubu fabrikalarına enerji ihtiyaçlarını karşıladığı, Zorlu Enerji'nin de Korteks fabrikası ve organize sanayi bölgesinde bulunan diğer fabrikaların enerji ihtiyacını BOSEN'in karşıladığı araştırmacıya aktarılmıştır. BOSEN için birincil yakıtı doğalgaz, alternatif yakıtı nafta olarak düşünülmüş, henüz nafta ile bir üretim yapılmamıştır. Ayrıca Organize Sanayi Bölgesi idaresi olarak baca gazları emisyonları için sıkı bir denetimin olduğu ve baca gazları bakımından tehlikeli olan fabrikalar için de filtre taktırdıkları anlatılmıştır. Otoprodüktörlerin Botaş'tan elektrik üretimi için almış oldukları doğalgazı fabrikaların enerji gereksinimlerini karşılaması sırasında çıkan ısı havaya verilmemekte olduğunu çıkan buhar deminerilasyon sürecinde yeniden kullanılmakta olduğu aktarılmıştır. Bu konuda faaliyet gösteren diğer bir görüşme alanı ise Ovaakça doğal gaz çevrim santrali olmuştur. Hasan AYAZ ile yapmış olduğum görüşme sırasında, Ovaakça doğal gaz çevrim santrali ile Botaş'tan alınan doğalgaz, elektrik enerjisine çevrilerek TEDAŞ'a verildiği aktarılmıştır.

Demirtaş Organize Sanayi bölgesi içinde fabrikaların ihtiyacı olan enerji kaynakları hakkında DOSAB idaresinden Hamdi GÜZELİŞ ile yapılan görüşme sonucunda DOSAB bünyesinde 40 firmanın doğal gaz kullandığı ve kullanım kapasiteleri hakkında veriler verilmiştir. Ayrıca ENTEK Elektrik üretimi otoprodüktör grubu A.Ş. Gökben ARGÜDAN ile yapılan görüşme sonucunda önceden ENTEK'in Tofaş için kurulduğu ve daha sonra ise

DOSAB'daki fabrikaların enerji ihtiyacının karşılamak suretiyle yapılandığı ifade edilmiştir. Fakat DOSAB'da, Organize Sanayi Bölgesindeki gibi bir gelişme henüz yaşanmamakta çünkü henüz enerji kaynakları olarak fosil yakıt (kömür, LPG ve Fuel oil) kullanan fabrikaların olduğu ifade edilmiştir.

Böylece Bursa'nın enerji kaynakları hava kirliliği bağlamında etkileri ve yenilebilir enerji kaynakları için genel bir profil çıkartılmıştır.

Çalışma iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, ekosistem enerji ve insan toplumlarının gelişimi üzerinde durularak, sanayi öncesi dönemi ve sanayileşme sonrasında karşılaşılan çevre sorunları üzerinde durulmuştur.

Özellikle avcılık toplayıcılık dönemi, tarımın gelişimi ve göçebe yaşam biçimi yerine yerleşik yaşama geçilmesi döneminden nüfusun artmaya başlaması ile sona eren sanayi öncesi dönemde, ekosistem anlayışları, zararsız değildir. Sanayileşme ve kentleşme döneminde ise çevre sorunları, sanayileşme ile ortaya çıkan kirleticilerin miktarları artarak çevreye daha fazla zarar vermeye başlanmıştır. Kirleticiler, çevrenin doğal yapısını ve ekolojik dengesini değiştirmiştir. Sanayi dönemi öncesi ve sonrası kullanılan enerji kaynaklarındaki farklılıklar çevre sorunlarının artmasına neden oluşturmaktadır.

Ayrıca birinci bölümde enerji kaynakları ve ekosistem üzerine etkileri ve enerji kaynaklarının hava kirliliği açısından teorik açıdan değerlendirilmesi yapılarak ekonomik kalkınma ve enerjide sürdürülebilirlik konularına değinilmiştir. İkinci bölümde ise Bursa açısından enerji kaynakları ve hava kirliliğinin değerlendirilmesi ve kalkınma planlarında enerji ve çevre konuları ve enerji sektörünün yakıt tüketiminden kaynaklanan emisyonları ve hava kirliliği açısından sektörler değerlendirilmiştir. Daha sonra Bursa'nın coğrafi konumu, topografik yapısı, meteorolojisi., nüfus dağılımı sanayileşmesi ve enerji kaynaklarının sınıflandırılması yapılarak, Bursa'da hava kirliliğinin nedenleri üzerinde durularak, Bursa'da hava kirliliğine karşı yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

EKOSİSTEM –İNSAN VE ENERJİ İLİŞKİLERİ

1. Ekosistem ve Enerji İlişkileri

Bu bölümde ekosistem kavramına değinilerek, ekosistem dengeleri, ekosistemdeki döngüler ve ekosistem enerji arasındaki ilişkiler ile, insan toplumlarının gelişiminden, sanayileşme sürecine kadar olan dönemde, doğal çevre ve enerji ilişkileri üzerinde durulmuştur.

Ekosistem kavramı; 1935 yılından itibaren bir bölgede bulunan bütün canlıları ve bunların cansız çevrelerini ifade etmek için kullanılmaya başlanmıştır. Ekosistem doğal sistemleri ifade etmek için kullanılır. Belli bir alanda yaşayan ve birbirleriyle etkileşim içinde olan her türlü canlı ile bunların cansız çevrelerinin oluşturduğu bütüne ekosistem denir¹.

Çevre ise insanın veya herhangi bir canlının yaşadığı ortam (hava, su ve toprak) olarak tanımlanabilir. Çevreyi, doğal çevre ve yapay çevre olarak iki grupta inceleyebiliriz. Doğal çevre; doğal etki ve güçlerin oluşturduğu, insan müdahalesine maruz kalmamış ya da insan müdahalesinin değiştiremediği doğal varlıkları ifade eder. Yapay çevre ise, insanlığın başlangıcından günümüze kadar toplumsal ve ekonomik süreçlerle büyük ölçüde doğal çevreden yararlanılarak insan eliyle yaratılan değerleri kapsamaktadır².

Ekosistem bir bütün olduğu için, ekosistemlerin yapısını canlı (biyotik), cansız (abiyotik) olmak üzere iki grupta toplanabilen doğal varlıklar oluşturmaktadır. Ekosistem öğeleri³;

Cansız varlıklar

1. Edafik Faktör (Toprağa ait fiziksel, kimyasal,vb. özellikler)

¹ Mine Kışlalıoğlu; Fikret Berkes; Çevre ve Ekoloji, İstanbul, Remzi Kitabevi, 1999, ss: 36-39; Necmettin Çepel, Doğa Çevre Ekoloji, İstanbul, 1992, s.66; Ramazan Özey, Çevre Sorunları, İstanbul, Aktif Yayınevi, 2001, s.18; Sargun A. Tont, Sulak Bir Gezegenden Öyküler, Ankara, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Mayıs 2001, s.12; Hasan Ertürk, Çevre Politikaları Ders Notları, Bursa, 2000, ss: 5-6

² İsmail Gökdayı, Çevrenin Geleceği, Ankara, T.C.V.Y. Şubat 1997, s.21; Hasan Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, Bursa, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları, 1994, s.1

³ Kışlalıoğlu; Berkes; a.g.e., ss: 48-54; Necmettin Çepel, Genel Ekoloji Ders Notları, İstanbul: İ.Ü.Orman F. Yayını, No:352, 1983, ss.41-42; Ertürk, Çevre Politikaları Ders Notları, s.7; Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, s. 7

2. Fizyografik Faktör (Denizden yükseklik, egim vb. jeomorfolojik özellikler)
3. Klimatik Faktör (Isı, ışık, nem, hava hareketleri vb. özellikler)
4. Kimyasal Faktör (Karbondioksit, oksijen, organik bileşikler ve bunların ayrışma ürünlerinden oluşan elementler)

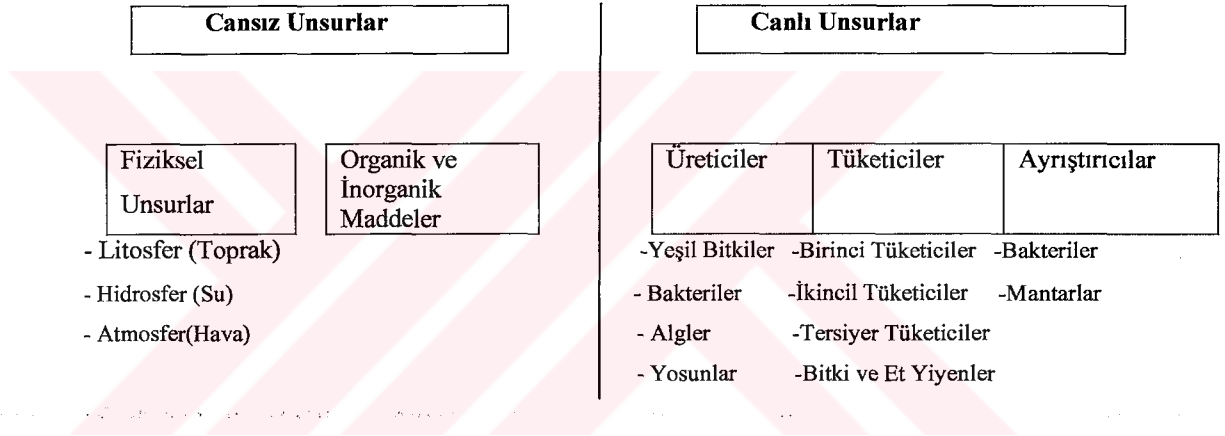
Canlı Varlıklar

1.Bitkiler

2.Hayvanlar

3.Mikroorganizma

4.İnsanlar

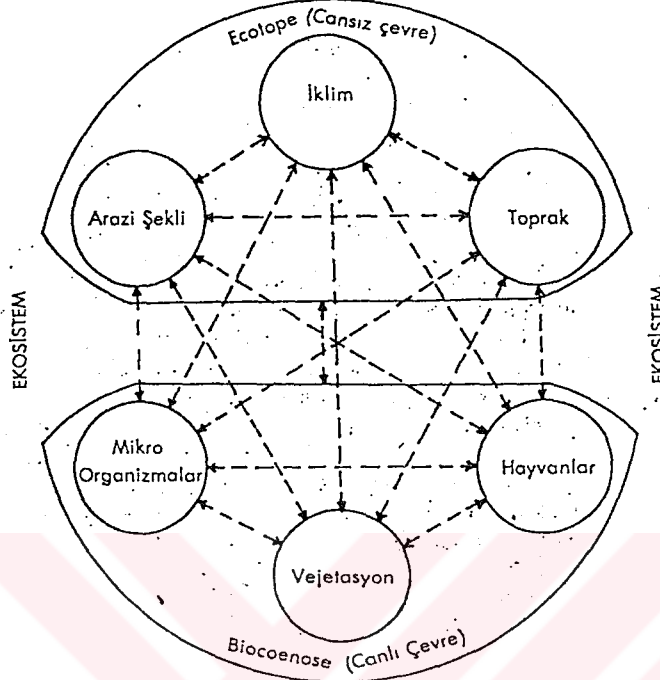


Ekosistemi oluşturan öğeler dört gruba ayrılır. Bunlar;

- 1.Cansız varlıklar (fiziksel unsurlar, İnorganik ve organik maddeler)
2. Primer üreticiler (Yeşil bitkiler)
3. Tüketiciler (Bitkisel ve hayvansal maddeleri yiyenler)
- 4.Ayrıştırıcılar (Bakteri ve mantarlar)

Canlı ve cansız varlıkların aralarında sistemli ilişkiler kurarak oluşturdukları ekosistemin şematik görünümü şekil 1'de gösterilmiştir. Şekilde ekosistemin temel unsurları olan canlı varlıklar ile cansız varlıkların birbiri ile karşılıklı ilişkileri görülmektedir.

Şekil 1. Ekosistemin Şematik Görünümü



Kaynak: Çepel, Doğa Çevre Ekoloji, s.68; Özey; a.g.e., s.18

Her ekosistem, kendine özgü yapısı ve kendini oluşturan öğelerin karşılıklı ilişkileri ile karakterize edilir. Ekosistemleri; kendi doğal durumunu az da olsa koruyabilmiş ekosistemler (insan eli değmemiş dağlar, çöller ormanlar gibi), insanlar tarafından rekreasyon amaçlı kullanılan ekosistemler (parklar, işletme ormanları, avlanma alanları gibi), insanlar tarafından besin maddesi üretimi için kullanılan ekosistemler (çiftlikler, tarım arazileri gibi) olarak ayırabiliriz. Ayrıca insanların egemen yaşam ortamlarına ve fonksiyonlarına göre ekosistemleri; sulara ait ekosistemler (deniz, göl, akarsu ekosistemleri), karasal ekosistemler (ormanlar, çalılıklar kayalıklar, araziler, çöller gibi) ve kentsel endüstriyel ekosistemler yani antropojen ekosistemler olarak da ayırabiliriz.

Ekosistem içindeki doğal dengeye ekosistem dengesi denir, doğal denge bozulduğunda ekosistem dengesi bozulur ve ekolojik sorunlar ortaya çıkar.

Doğada en çok gözlenen süreçlerden biri de döngü süreçleridir⁴. Canlılar açısından önemli olan dolaşım, karbon, fosfor, azot, su ve oksijen döngüleridir. Tüm doğa, enerji dengesi üzerine oturmaktadır. Doğada dolaşım, su dolaşımı ve kimyasal madde dolaşımı olarak ikiye ayrılır. Doğada su dolaşımı, atmosferden kara ve denzilere, ve buralardan tekrar atmosfere geri dönmesi olarak tanımlanabilir. Kimyasal madde dolaşımı ise bitkilerin fotosentez yoluyla topraktan kimyasal maddeleri alıp, canlılar için gerekli ürünleri üretmeleriyle oluşmaktadır.

Doğal sistemleri işleten ana enerji kaynağı güneştir. Güneş enerjisinin %50 si yeryüzüne gelir, geriye kalan kısmı yansıma ile yeniden geriye dönmektedir. Güneş enerjisinin en önemli fonksiyonu, yeşil bitkilerin fotosentez yapmasını sağlamaktır. Canlıların enerjiden yararlanarak yaşamlarını sürdürmeleri iki şekilde olmaktadır⁵.

1. Primer üreticiler ile fotosentez ve organik maddelerin oluşumu,
2. Tüketicilerin organik maddeleri yiyerek enerjilerini sağlamalarıdır.

Fotosentez;

Klorofil



Karbon atmosferin her yerine karbondioksit (CO₂) olarak dağılmıştır. Atmosferdeki CO₂ bitkiler tarafından doğrudan doğruya fotosentez olayı ile alınır ve organik maddelere dönüştürülür. Bitkiler ve hayvanlar tarafından organik maddeler tüketilir ve bitkilerdeki karbon hayvanlara geçer, hayvanlarda solunum ile organik artıkların aerobik koşullarda (oksijenli ortamda) ayrışması sonucunda karbon, CO₂ halinde tekrar atmosfere dönerek dolaşımını tamamlar. Karbon döngüsü doğal süreçler içinde en karmaşık ve en az anlaşılmiş süreçlerden birisidir.⁶ Atmosfer, okyanuslar, biyokürede depolanan veya bunlar arasında dolaşan karbon miktarının 42 trilyon ton olduğu tahmin edilmektedir.⁷

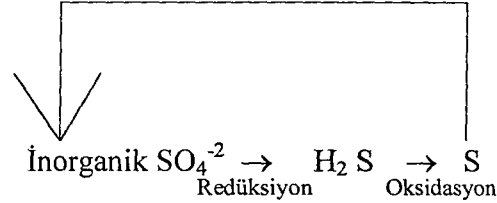
⁴ Kışlalıoğlu; Berkes, a.g.e., ss: 54 -57; Çepel, Genel Ekoloji, ss:81-94; Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, ss:10-11

⁵ Mehmet Karpuzcu, Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, İstanbul, 1991, ss:22-23

⁶ Seth Dunn, "Enerji Ekonomisini Karbondan Arındırmak", Dünyanın Durumu 2001, Tema Vakfı Yayınları, s. 121

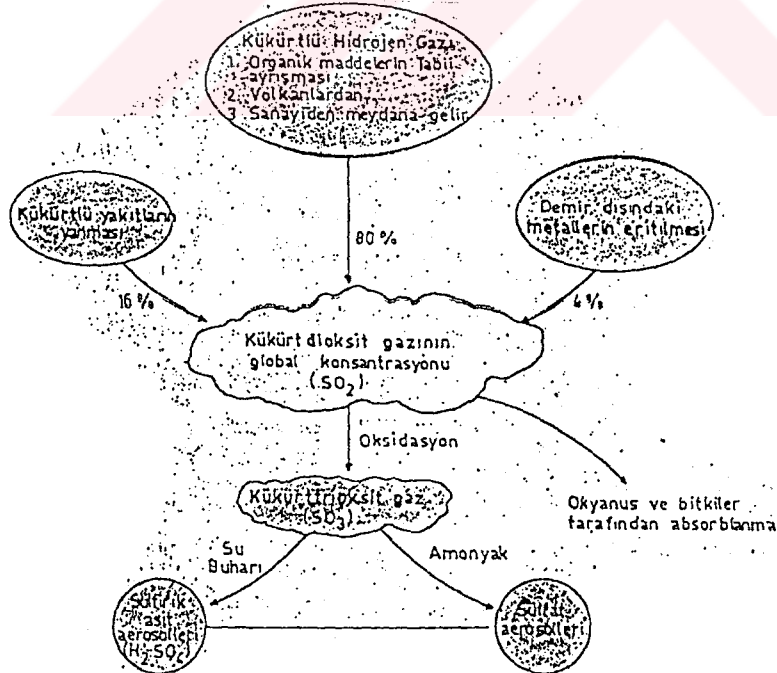
⁷ Dunn; a.g.m., s. 122

Kükürt dolaşımının bir bölümünü şu şekilde gösterebiliriz.



Doğal şartlarda meydana gelen kükürt dolaşımının ara basamaklarında oluşan kükürtdioksit zehirlidir fakat doğal şartlarda az yoğunluğa sahiptir. Havadaki kükürtdioksit oranının artışı ile hava kirliliği sorunu ortaya çıkar. Fosil yakıtların kullanılmasına başlandıktan sonra kükürtdioksit yoğunlukları da artmıştır. Kükürtdioksit havadaki su damlacıkları asit bileşiklerine dönüşmektedir ve yağışlarla karalara, denizlere ulaşarak burada yaşayan canlılara zararlı olmaktadır böylece ekosistemin dengesini bozmaktadır. Su yaşamındaki canlıların sayısı azalır, toprak örtüsünün yapısı değişir. Şekil 3'de atmosferde kükürtdioksit dolanımı gösterilmiştir.

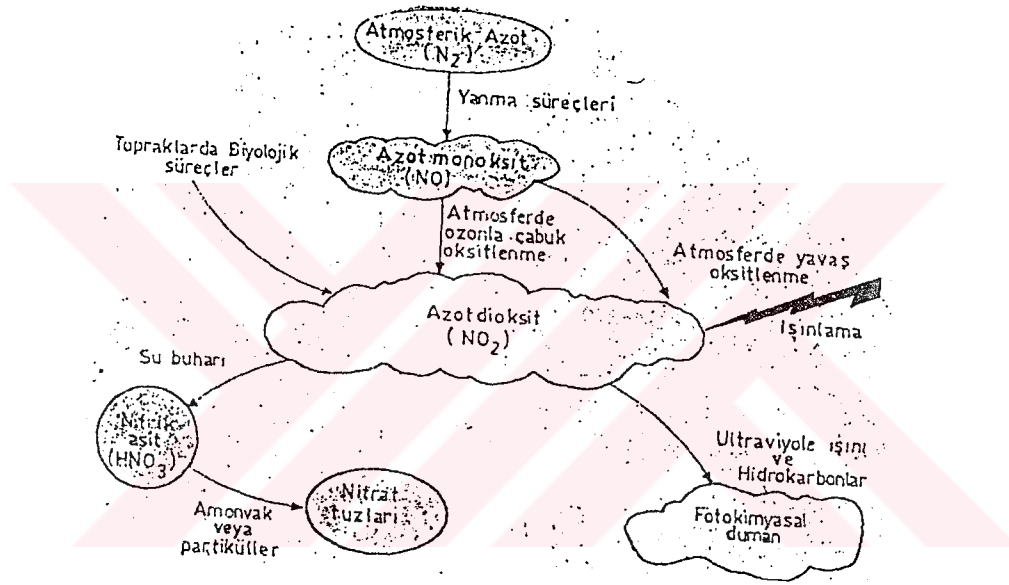
Şekil 3. Atmosferde Kükürtdioksit Dolanımı



Kaynak: Karpuzcu; a.g.e., s.139

Atmosferde hacim olarak %78.09 oranında bulunan azot, orman yangınları gibi yüksek sıcaklık ve şimşek gibi doğal atmosfer olayları ile atmosfere verilmektedir. Fakat fosil yakıtların yanması ve ulaşımdan dolayı kirletici özelliklere (azotdioksit) sahip olur. Azot ve fosfor döngülerinin bozulması nedeniyle su kirlenmesi sorunlarından biri olan ötrofikasyon* oluşumuna neden olmaktadır. Şekil 4'de azot dioksit dağılımı gösterilmiştir.

Şekil 4. Azot Dioksit Dağılımı



Kaynak: Karpuzcu; a.g.e., s.140

Enerji, doğal sistemlerdeki tüm canlılar için olduğu gibi insanlar içinde önemlidir. Doğal sistemler enerji ihtiyaçlarının büyük çoğunluğunu güneşten alırlar. İnsanlar yarattığı kentsel ekosistemlerde, enerji sadece insanların fizyolojik aktiviteleri için değil, sanayideki makineleri çalıştırma, ısınma, aydınlanma vb. amaçlar içinde kullanılır. İnsan dışındaki canlıların enerji kaynağı, ototrof organizmalar için güneş, hetetrof organizmalar için de organik maddelerdir. Ototrof organizmalar fotosentez sonucunda organik maddeler oluşur, yeşil bitkiler tarafından solunum, metabolizma ve gelişme olayları için enerji kaynağı

* Ötrofikasyon; özellikle sıvı atıklarla dolan bir durgun suda veya gölde, aşırı derecede bulunan besin maddelerinin vejetasyonu uyarması ve sudaki çözünmüş oksijenin azalması sonucunda göllerin hayatini kaybetmesidir.(Bkz; Ansiklopedik Çevre Sözlüğü, T.Ç.V.Y., 2001, s. 287)

olarak kullanılır. Tüketicilerden bitki yiyenler, organik maddeleri bitkilerden alırlar ve organik maddeleri enerji kaynağı olarak kullanırlar. Birincil tüketiciler ya da ikincil tüketiciler denen bu organizmalar, başka et yiyen canlılar için bir yem olduklarında bunlardaki enerji öteki canlılara geçmiş olur⁸. Böylece ekosistemlerde beslenme yoluyla bir enerji akımı meydana gelir.

Ototrof bir doğal ekosistem (göl) ile aynı büyüklükteki hetetrof bir kent ekosisteminin enerji temini bakımından karşılaştırılması Tablo 1’de gösterilmektedir. Bu şekilde enerji kullanımı, nüfus artışı ve sanayileşme gibi faktörlerin artışı ile arttığı görülmektedir.

Tablo 1. Ototrof Bir Doğal Ekosistem (Göl) ile Aynı Büyüklükteki Hetetrof Bir Kent Ekosisteminin Enerji Temini Bakımından Karşılaştırılması

Enerji Kaynağı	Enerji Girdisi Miktarı (KJ)	
	Göl Ekosistemi	Kent Ekosistemi
Güneş enerjisi	50×10^9	50×10^9
Yakıt maddesi	0	100×10^9
Organik besin maddesi	10^3	15×10^7

Kaynak: Çepel, Genel Ekoloji Ders Notları, s.148

Tabloda gösterildiği gibi, kent ekosistemi göl ekosistemine kıyasla yakıt maddesi olarak yüksek miktarda enerji kaynağı tüketmektedir. Ayrıca besin maddesi miktarı olarak da göl ekosistemine kıyasla 15×10^4 KJ miktarında bir enerji girdisine sahiptir. Besin maddelerinin temini için ayrıca (gübreleme, sulama, yetiştirme ve taşıma) yakıt enerjisine ihtiyaç vardır.

2. Tarihsel Olarak İnsan Toplularının Gelişim Sürecinde Enerji Kullanımı

16.yy’da Bacon “doğaya egemen olmak için doğayı tanımak gerekir” diyordu. Bacon doğayı bir çeşit makine gibi görmekteydi. Doğayı tanımakla insan doğadaki güçleri

⁸ Çepel, Doğa Çevre Ekoloji, s. 173

kendi yararına kullanabilirdi. Bacon ile başlayan doğaya egemen olma anlayışı sanayi devrimi ile birlikte doğayı sömürme anlayışına dönüştü⁹.

Diğer canlılar mevcut çevre koşullarına uyarlar, insanlar ise çevre koşullarını kısmen de olsa kontrolü altına alma yeteneğine sahiptir. Diğer canlılardan farkı, kültür evrimi ve ilerlemiş teknolojisi ile kendi çevresine daha az bağımlı kalması, doğal koşulları kendi isteği doğrultusunda kısmende olsa değiştirebilmesidir. İnsanın doğaya egemen olması insanlığın ekolojik sorunları olarak ortaya çıkar.

İnsanların doğa ile ilişkisini doğaya egemen olma ilişkisi olarak tanımlanabilir. Ancak doğaya egemen olma boyutları artıkça, doğanın zarar görmesi artmış ve çevre kirliliği insan sağlığını etkiler boyutlara ulaşmıştır.

İnsanlar iki milyon yıllık varoluşlarının tamamında, yaşamlarını sürdürebilmek için zamanlarının büyük bir kısmını yiyecek ve barınak teminine harcamışlardır. Avcılık-Toplayıcılık aşamalarından oluşan ilkel dönem de insanın doğa ile ilişkisi doğal dengelere boyun eğmesi şeklindedir. Bu dönemde insanlar, yiyecek toplayarak ve hayvan avlayarak yaşamışlar, küçük ve hareketli topluluklar halinde, esnek ve doğal ekosistemlere en az zarar veren yaşam tarzını sürdürmüşlerdir. İnsanlar bu yaşam tarzı sayesinde, her ekosisteme yayılmışlardır ve kendi avladıkları hayvanlar ile beslenme biçimleri, temelde kabuklu yemiş, tohum ve bitkilere dayanıyordu. Yaklaşık 10.000 yıl önce tarım ortaya çıkana dek, insanların yaşam biçimi avcılık ve toplayıcılığa bağlıydı¹⁰.

İlkel dönemden evcilleştirme dönemine geçişle av aletlerinin gelişmesi ile avcılığın ilerlemesi ve tarımın gelişimi bu dönemde gerçekleşmiştir. İnsanoğlu tarımın gelişmeye başlamasıyla göçebe yaşamından yerleşik hayata başlamıştır. İnsanoğlunun düşünme gücüne sahip olması, iki ayak üzerinde dik durabilme yeteneği, hareket kabiliyeti, konuşabilme yeteneği, iletişim kurma becerisi yoluyla topluluk içinde işbirliğini sağlayabiliyor olması ve ilkel araçlar (taş aletlerin üretilmesi, ok ve yay gibi aletler) sayesinde tehlikeli ortamlardan kaynaklanan zorlukları aşabilme yeteneği gibi bazı

⁹ Tont; a.g.e., s. 64; Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, s.22

¹⁰ Clive Ponting, Dünyanın Yeşil Tarihi, Sabancı Üniversitesi, İstanbul, 2000, s. 17; Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, s.19; Özey; a.g.e., ss: 24-30

özelliklere sahiptir. İnsan topluluklarının aşama aşama gelişmesi ve yerleşimleri, farklı çevrelere yayılmaları, bu özelliklere sahip olmasına dayanmaktadır.

Yerleşik, karmaşık, hiyerarşik toplumların doğması ile insan nüfusunda artış olmuştur. Yerleşme döneminin de ise çiftçilik ve avcılığın geliştiği dönemde insanoğlu zamanının tamamını temel ihtiyaçlar için harcamayıp çeşitli meslek gruplarının oluşmasını sağlamışlardır. Çeşitli meslek gruplarının oluşması ve iş bölümünün artmasıyla insanlar daha iyi bir hayat sürmeye başlamışlardır. İşbölümü ile zanaatkar adı verilen yeni bir grubun ortaya çıkmasına yol açmış, iş bölümünün artması ve gelişmesi mübadeleyi ortaya çıkarırken, mübadelenin karmaşıklaşması parayı ortaya çıkarmıştır¹¹. Para ile ticaretin gelişimi ve tüccarların ortaya çıkması ile sanayileşme ve kentleşme dönemine ulaşılmıştır.

St Augustine “İnsanın zararına daha kaç tür zehir, kaç çeşit silah ve yıkım makinesi icat edilecek” diye uyarıyordu. Sanayileşme dönemi, yeni makinelerin artan önemi ve beraberinde getirdikleri toplumsal sorunlar ile karşılaşılıyordu.¹² Sanayileşme ve kentleşme dönemi 18 yy’da İngilterede başlamış bu dönemde seri üretim yapan fabrikalar kurulmuş ve işbölümü üretimin her aşamasında gelişmiştir. İşgücünün mekanikleşmesi ile makinelerden yararlanılması imalatın sanayiye dönüşmesine yol açmıştır. Sanayi dönemi tarım üzerinde de etkileri olmuştur. Tarımda insan ve hayvan gücünden başka makine gücü girmiştir böylece az iş gücüyle daha fazla ürün elde edilmesi sağlanmıştır. Bu gelişme ile tarımda çalışan iş gücünün sanayinin gelişmeye başladığı kentlere göç etmesine neden olmuştur. Böylece sanayileşme ile birlikte hızlı kentleşme sürecine girilmiştir.

Ekosistem dengesini bozan en etkili canlı insandır. İnsan nüfusu ve faaliyetleri arttıkça ekosistem dengesi bozulmaya başlamıştır. İnsanlar dışında bitki ve hayvanlarda ekosistem dengesini bozar fakat insanın etkisi çok fazladır. Bu etki sürecinin gelişimini dönemlere bağlı olarak insan, doğa ve enerji ilişkisi olarak şu şekilde açıklanabilir; ilkel dönemde genellikle avcı-toplayıcı gruplar, büyük ölçüde ekonomik ve toplumsal yaşam biçimlerini etkileyecek zorlu çevre koşullarında, yaşamlarını toplayıcılıkla

¹¹ Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, s. 20

¹² David Dickson, Alternatif Teknoloji Teknik Değişiminin Politik Boyutları (Çev. Nezihe Erdoğan), Ayrıntı Yayınları, İstanbul, Haziran 1992, s.34

sürdürmekteydiler. İnsan sayısı, çevre türüne ve çevrenin doğal verim düzeyine göre değişiklik göstermesine rağmen, nüfus yoğunlukları genellikle düşüktü¹³.

Avcı-toplayıcı grupların ekosistem anlayışları, zararsız değildir; eylemlerin birçoğu çevreyi büyük ölçüde etkiler ve doğaya zarar verir¹⁴. Kendileri için gerekli olan bitkilerden yararlanmak ve işlerine yaramayan bitkilerin yok edilmesi, kontrolsüz avlanma, bazı hayvan türlerinin neslinin tüketilmesi, ormanlık arazilerinin yakılması gibi doğal ekosistemlere yapılan müdahaleler ile çevreye etkilidirler. Böylece doğal sistem yerine yapay bir sistemin oluşturulmuştur. Tarımsal etkinlikler insanların küçük ölçekli bir biçimde ve sınırlı bölgelerde bile olsa çevreyi değiştirdiğini göstermektedir. Toplayıcılık, sürü besleyiciliği ve avcılık yaparak yaşamını sürdüren insanlar, ekin yetiştirmek ve hayvanlar için otlaklar oluşturabilmek amacıyla doğal ekosistemlerde değişiklik yapmışlar ve besin üretimine yönelik farklı bir yaşam biçimini ortaya çıkarmışlardır.

Evcilleştirme döneminde tarımın benimsenmesi ve yerleşme döneminde yerleşik toplumlarda sürekli artan nüfus çevre üzerinde gittikçe çoğalan bir baskı uygulamaya başlamıştır¹⁵. Bu baskı başlangıçta belirli bölgelerde sınırlı ve tarım yayıldıkça, etkileri de yayılmıştır. Çevre kirlenmesinde gelişimlerin iki etkisi vardır. Bunlar nüfusun artması ve tüketilen maddelerin fazlaşmasıdır. Etkileri toprağın yılın belli dönemlerinde ekilmemesi nedeniyle toprak erozyonunun yaşanması, kaynak talebinin yoğunlaşması, sabit evler için yapı malzemeleri, ısınma ve yemek pişirme amacıyla oduna duyulan ihtiyacın sürekli artması, ormanların zarar görmesine neden olmuştur.

16. yy'a kadar insanlar, gerek gıda maddeleri ve ihtiyaç maddelerinin üretiminde ve gerekse hastalıkların kontrol edilmesinde kullanılacak bilgi ve imkanlara sahip değillerdi¹⁶. Bu da salgın hastalıklar ve kıtlıklar ile nüfus artışını sınırlandırmıştır. Fakat sanayi devrimi ve ilaçların bulunmasıyla birlikte nüfus hızla artmaya başlamıştır. İnsan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan kirleticilerin miktarları artarak çevreye zarar vermeye başlanmıştır. Kirleticiler, çevrenin doğal yapısını ve ekolojik dengesini değiştirmiştir. İnsan sayısındaki

¹³ Ponting; a.g.e., s.21; Gökdayı, a.g.e., ss: 22-23

¹⁴ Ponting; a.g.e., s.29

¹⁵ Ponting; a.g.e., s.62

¹⁶ Karpuzcu; a.g.e., s.7

artışlar, çevre açısından önemli sonuçlar doğurmuştur. İnsanlar enerji ve maden kaynaklarını büyük oranlarda tükettmişler¹⁷. Bu tüketim kirlilik oranının yükselmesine yol açmıştır.

Sanayileşme ve kentleşme dönemi öncesi; enerjinin çoğu bitki, hayvan ve insan gücünden karşılanmaktaydı. Ondokuzuncu yüzyıl ortasına kadar enerji kullanımı oduna bağımlıyken sanayileşme, nüfus yoğunluğunun artışı ve enerji kullanımının artmasıyla yavaş yavaş odun yerini kömür aldı. Sağlık ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerine rağmen kömür ondokuzuncu yüzyılın temel enerji kaynağıydı. Otomobil gelişimiyle, başka bir yakıt yani petrolün enerji kullanımında farkedilir bir yükselişi oldu. Yirminci yüzyılın sonunda petrol önemli bir enerji kaynağıydı, odun, kömür gibi enerji kaynakları gibi petrolünde karşısında yeni bir enerji kaynağı yaygınlaştı. Yeni enerji kaynağı doğalgaz, gelişimi en temiz fosil yakıt olarak bilinmesinde fayda sağlamıştır.¹⁸

Sanayi devrimiyle canlı enerji kaynakları yerini makinelere bırakmış, doğada bulunan kömür, petrol ve doğal gaz gibi organik enerji kaynakları kullanılmaya başlanmıştır. Sanayileşme ve kentleşme döneminde artış gösteren nüfus ile insanların ürettiği ve tükettiği enerji düzeyi artmıştır. Sanayileşme dönemi ile enerji üretim ve tüketiminin yüksek ve ortaya çıkan sanayi atıkları, doğal çevreyi kirletmektedir.

Nüfus artışı, teknolojinin gelişmesi ile yaşam düzeyi ve enerji kullanımı artış göstermektedir. Bu da çevrenin insan müdahalesi ile değiştirilerek yeni bir çevre yani yapay bir çevre yaratılmasına neden olmaktadır. Ancak tek başına nüfus artışı çevre sorunlarının oluşması için yeterli bir neden değildir. Nüfus artışı ve yaşam düzeyinin yükselmesi sonucu insanların gereksinimleri ve doğadan talepleri nicel ve nitel olarak arttığı için buna bağlı olarak teknik güç ile doğal dengenin bozulacağı kadar doğal kaynak sömürüsü ve tüketim düzeyinin yükselmesi çevre üzerindeki baskıyı arttırmaktadır. Bu nedenle insan salt çıkarları için çevre sorunları ile ilgilenmeye başlar. İnsan doğanın bir

¹⁷ Ponting; a.g.e., s.213

¹⁸ Dunn; a.g.m., ss:119-120

parçası olduğunu ve doğa ile sistemli bir şekilde karşılıklı etki ve ilişki içinde olduğunu anlamıştır.¹⁹

Ekosistemdeki bu sömürüye de engel olmak amacıyla;

- Nüfus artışı kontrol edilmeli,
- Yaşam için gerekli kaynakların sürekliliği sağlanmalı,
- Enerji kaynaklarının kullanılmasında ekolojik çeşitlilik ilkesi göz önünde bulundurulmalı,
- Teknolojik üretimde sadece yarar değil çevre de dikkate alınmalıdır.

Doğal varlıklar tarafından oluşturulan zararlı maddeler yine doğa tarafından yok edilir ve denge sağlanır. İnsanlar tarafından çevreye verilen zararlı maddelerin* etkisi doğal kuvvetler tarafından yok edilememekte ve büyük sorunlara neden olmaktadır. Çevre kirlenmesine* bir çözüm getirilebilmesi için kirlenme nedenleri iyi bilinmelidir.

Kirlenmenin gelecekte nasıl bir gelişim göstereceğini tahmin etmek büyük önem arz eder. Nüfus artışı ile sanayileşme süreci enerji kullanımında artış ve çevre kirliliğinin artmasına neden olan önemli etmenlerden birisidir. Nüfus artışı, hammadde kullanımı ve besin tüketiminin, atıksu ve katı madde miktarının, enerji gereksinimlerinin, yakılan maddelerin, kullanılan gübre ve ilaçların artması demektir.

¹⁹ Christopher Flavin, "Hem Zengin Hemde Yoksul Gezegen", Dünyanın Durumu 2001, Tema Vakfı Yayınları, s.13; Çepel, Genel Ekoloji Ders Notları, s.3

* Çevre için zararlı maddeler, (1) biyolojik bakımdan ayrıştırılabilenler, (2) Ayrıştırılmayan maddeler (3) Zehirli olanlar üzere üç gruba ayrılabilir. (1) Kanalizasyon suları ve organik maddelerden oluşan çöpler bu gruba girer, mekanik, biyolojik ve kimyasal temizleme işlemleri ile yok edilebilirler. (2)Çöplerdeki metalle, cam maddeleri sentetik maddeler (naylon vb) deterjenler bu gruba girer ve bu maddelerin doğal yolla ayrıştırılmaları uzun zaman alır. (3) Gazlar (kükürt dioksit, flor, klor, vb.), Ağır metaller (kurşun, arsenik kadmiyum vb.), pestisidler (Bitki korumada kullanılan kimyasal maddelerin tümünü birden kapsayan bir deyimdir.), radyoaktif maddeler bu gruba girer.

* Çevre Kirlenmesi toprak, su ve havanın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin insanlar tarafından meydana getirilen ve arzu edilmeyen değişimlerdir ve insanlar tarafından meydana getirilen yapay çevrenin, doğal çevre üzerindeki olumsuz etkileri olarak tanımlanabilir. Ayrıca; refahını artırma amacını güden toplumların bu amacı gerçekleştiren giriştikleri üretim ve tüketim etkinlikleri sırasında çevre değerlerini dikkate almayan davranış ve düşüncelerin doğal bir sonucu olmaktadır. Bu bağlamda çevre kirlenmesi, çevreyi dikkate almayan ekonomik büyümenin bir sonucu omaktadır. Bkz; Ertük, Çevre Bilimlerine Giriş, s. 77

3. Enerji Kaynakları ve Ekosistem Üzerine Etkileri

Bu alt bölümde insan toplumlarının gelişiminden başlayarak kullanılan enerji kaynakları ve enerji kaynaklarının ekosistem üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması yapılarak kimi enerji kaynaklarının tükenebilir özellikte olması nedeniyle sürdürülebilir kalkınma anlayışı ile karşılaştırılarak nasıl bir sonuç elde edileceği gösterilmiştir.

İnsanların yaşam kalitesinin artırılmasında ve insan sağlığının güvence altına alınmasında enerji temel unsurdur. Yaptığımız her işlem enerji ile başlamakta ve ölçülmektedir. Doğal çevresistemlerinde besin yoluyla temin edilen enerji, hem tüm canlılar hem de insanlar içinde doğal sistemlerin en önemli unsurlarından biridir. Ancak, enerji insanlar tarafından sadece fizyolojik aktivitelerini sürdürmek için değil aynı zamanda ekonomik etkinliklerdeki makineleri çalıştırma, ısınma ve aydınlanma gibi gereksinimleri için de kullanılmaktadır. Sanayide hem hammadde ve ısıtıcı güç olarak kullanılan enerji, ekonomi için de önemli bir unsur oluşturmaktadır. İnsanlığın gelişim tarihi incelendiğinde enerji kullanımında önemli değişiklikler ve artışlar gözlenmektedir.²⁰

İnsan toplumlarının elde edebildikleri enerji kaynakları, yürütebilecekleri etkinlikleri ve bu etkinliklerin nasıl düzenleneceğini belirlemede büyük rol oynamıştır. Avcılık-toplayıcılık dönemlerinde enerji kaynakları sınırlı, ürettikleri toplam enerji miktarı ise azdı. Tarımın benimsenmesi ve yerleşik toplumların oluşmasıyla enerji kullanımı, geniş ama sınırlı fosil yakıt kaynakların ve ağaçların kullanılmasını içeriyordu. Ondokuzuncu yüzyılda gaz ve elektrik lambasının bulunmasına dek insan topluluklarının elinde aydınlanmalarını sağlayacak çok az seçenek vardı ve etkinliklerin büyük bölümü gün ışığıyla kısıtlıydı²¹. Aydınlatma malzemeleri doğal kaynaklardan elde ediliyordu; ateşler, bitkisel yağ lambaları, hayvan yağından yapılmış mumlar ve saz mumları kullanılıyordu. Isınma ve yemek pişirmede kullanılan kaynaklar ise odun, saman gibi bitki artıkları ve kurutulmuş hayvan dışkıydı. Ulaşımında kullanılan enerji de, atlar ulaşım aracı olarak, içten

²⁰ Çepel, Doğa Çevre Ekoloji, s. 173; Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, s. 42

²¹ Ponting; a.g.e., s. 235

yanmalı motorların yaygın bir biçimde kullanılmaya başlanmasına dek son derece önemliydi²².

İnsanların enerji ihtiyaçları, yemek pişirme ve ısınma için kullanılan ışık ve ısı kaynaklarına duyulan gereksinime dayanmaktadır. Bunun yanında yine tarımda, inşaatlarda ve sanayide de enerji kullanımına gereksinim duyulmaktadır.

İnsan, hayvan, su ve rüzgar gücünün birçok farklı bileşimi, ondokuzuncu yüzyıla dek enerjinin büyük bölümünü oluşturuyordu²³. Odun, kullanılan diğer bir enerji kaynağıydı ve toplanması basitti ve kolaylıkla bulunabiliyordu. Sanayideki kullanımın önem kazanmasıyla odun ve kömür talebinde büyük bir artış yaşanmıştır. Odun yenilenebilir bir enerji kaynağı olmasına rağmen ormanların bilinçsizce tahrip edilmesi sonucunda orman ekosisteminin ‘negatif geri besleme’ eşiği aşılmıştır ve orman ekosistemi geri getirilemez biçimde yok olmaya başlamıştır. Kömür kullanımının yaygın kullanımı ile beraber petrol kullanımı da diğer bir enerji kaynağı olmuştur. Diğer yaşanan gelişmeler ise yakıtlardan ikincil enerji türü (elektrik) üretilmeye başlanması olmuştur. Elektriğin büyük bir bölümü kömür, daha sonra petrol, su gücü ve doğal gaz olmak üzere fosil yakıtlarla çalışan üretim merkezlerinden elde ediliyordu²⁴.

18. yy. da insan, hayvan, su, rüzgar gücü olan enerji kaynakları 19. ve 20. yy. da enerji tarihi yenilenemez fosil yakıtların (kömür, petrol ve doğal gaz) aşırı tüketildiği bir dönemdi. Bu yakıtlara alternatif olan yalnızca hidroelektrik ve nükleer güç teknolojileriydi. 1940-1970 yılları arasında enerjideki artışlar, belirli ülkelerde hızlı bir sanayileşme ve kentleşme sürecinin yanısıra refah artışına yol açmıştır. Bu oluşumda 1940-1970 yılları arasında bol miktarda ve ucuza bulunan petrolün önemli bir payı bulunmaktadır.²⁵

²² Ponting, a.g.e., s. 240

²³ Ponting, a.g.e., s. 244

²⁴ Ponting, a.g.e., s. 251

²⁵ Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, s. 42

3.1.Enerji Kaynakları

Bir insanın günlük kullandığı enerjiye bakıldığında şu tablo ortaya çıkmaktadır;

- Yaşamını sürdürmek için gıdadan aldığı enerji (gıda ve sanayi'nin kullandığı enerjiden kişi başına düşen pay)
- Yaşadığı evde kullandığı enerjiler (ısınma, serinleme, aydınlatma, yemek pişirme, çamaşır yıkama,sıcak su vb.)
- Bir yerden başka bir yere gitmek için bindiği taşıtlarda kullanılan enerjilerden kişi başına düşen pay
- İş yerinde kullandığı çeşitli araçlar için gerekli enerjiden kişi başına düşen pay (ısınma, aydınlanma, asansör, bilgisayar, telefon v.b.)
- Sanayinin ürettiği araç ve gereçlerin kullanımında, bunların yapımı için harcanan enerjiden kişi başına düşen pay (kumaş, otomobil, çimento, TV, cam, plastik, kağıt)

İnsanoğlunun bu gereksinimlerini karşılayabilmek için bugün dünya yüzeyinde kullanabileceği enerji kaynakları bellidir. Enerji kaynakları, birincil ve ikincil enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır. Birincil enerji kaynakları; fosil yakıtlar (kömür, petrol, Doğal gaz ve linyit), nükleer bölünme (filyon), odun, biyo-kütle, güneş, su, rüzgar, denizlerdeki gel-git ve jeotermal kaynakları sayılabilir. Bu kaynakların değişik teknolojiler kullanılması ile ikincil enerji kaynakları olan elektrik (termik santraller, nükleer santraller ve barajlar) ve ısı enerjisi (kazanlar, özel nükleer santraller) ile mekanik enerji sayılabilir. Birincil enerji kaynakların yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak ikiye ayrılır.²⁶

3.1.1.Yenilenemez Enerji Kaynakları

Kömür, linyit, petrol, doğal gaz, nükleer enerji kaynaklarını yenilenemez enerji kaynakları olarak nitelendirilir. Enerjinin çoğu kömür, petrol ve doğal gaz olan fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Milyonlarca yıl önce denizlerde yaşayan canlılar ölüp,

²⁶ Çepel, Doğa Çevre Ekoloji, ss: 173-174; Gökdayı; a.g.e., s.89; Ortak Geleceğimiz, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, Ankara, Ekim 1991, s.213

okyanusların altında kıta kenarlarında birikmişlerdir. Zamanla küçük taşlarla ve bitkilerle karışıp yeni bir katman oluşturmuşlardır. Fosil yakıtların oluşumunun başlangıcı bu şekildedir. Fosil yakıtları yeryüzüne çıkarabilmenin yolu, sondaj yada kazmaktır. Şu anda da yeraltında ısı ve basınçla bu yakıtlar oluşmaktadır, ancak bu oluşumdan daha hızlı olarak da tüketilmektedir. Bu sebeple fosil yakıtlar kısa sürede yenilenemeyen enerji olup, yani kullanılandan daha az enerji yeniden oluşmaktadır. Fosil enerji, üretimi ve kullanımı çevre ve insan sağlığının bozulmasına neden olan endüstriyel faaliyetlerin başında gelir²⁷. Fosil yakıtlar ulaşımda (genellikle petrol ürünleri), kapalı alan ısıtmalarında, ticari ve endüstri alanlarında ve elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır.²⁸ Elektrik üretiminde kömür, doğal gaz ve sıvı yakıtlar da kullanılmaktadır.

Petrol ilk kez gaz lambalarını yakmakta kullanılan balina yağının yerine kullanılmaya başlanılmıştır, günümüzde petrol tüketiminin yalnızca küçük bir kısmını oluşturan bu kullanım alanı 19. yüzyılda önemli bir enerji kaynağı olmuştur. Fosil yakıtlar içinde petrolün sınırlı rezerve sahip olması, petrol üretiminin 21. yüzyılın ilk çeyreğinden sonra azalan üretim ve artan fiyat nedeniyle düşüş göstereceği, doğal gazın 200 yıl kadar, kömürün ise 3000 yıl kadar yetebileceği dikkate alınır, kömür en kirletici enerji kaynağı olmasına rağmen en çok ve uzun süre kullanılacak bir kaynak olduğu görülmektedir²⁹.

Doğal gaz, çok uzun dönem yerine geçiş dönemi için alternatif olarak kullanılabilir. Yeryüzü kabukları arasına gömülen artıklar, basınç ve ısı etkisiyle, kimyasal değişikliklere uğrayarak doğal gazı meydana getirir ve genelde doğal gaza sıra dağ yamaçlarında, petrol yatakları ile birlikte veya serbest olarak rastlanmaktadır. Birçok ülkede doğal gaz rezervleri vardır ve kendi ihtiyaçlarını karşılayacak durumdadır³⁰. Yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlardan kömüre göre doğal gaz çevreye daha az zarar verir.

²⁷ Ediz Hun, "Canlı Çevrenin Dünü, Bugünü ve Yarını", İnsan Çevre Toplum (Yayıma Hazırlayan; Ruşen Keleş), Ankara; İmge Kitabevi Yayınları, Ağustos 1997, ss: 50-52; İrfan Erdoğan; Nazmiye Ejder, Çevre Sorunları Nedenler Çözümler, Doruk Yayıncılık, Ankara 1997, s.47; Ortak Geleceğimiz; s.219

²⁸ T. Nejat Veziroğlu, "Hidrojen ve Fosil Yakıt Sistemlerinin Çevresel ve Ekonomik Karşılaştırılması", Yeni Türkiye Dergisi - Çevre Özel Sayısı, Temmuz-Ağustos 1995, s.394; Çepel, Doğa Çevre Ekoloji, s. 175

²⁹ Melih Akalın, "Enerji, Yeni Kaynaklar ve Sürdürülebilirlik", Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı, T.Ç.V.Y., Ankara, Nisan 1990, s.178; Ortak Geleceğimiz; s.219

³⁰ Erdoğan; Ejder; a.g.e., s.49; Nicholas Lenssen, Gelişmekte Olan Ülkelerin Enerji Sorunu, Dünyanın Durumu 1993, Tema Vakfı Yayınları No:4, s.127

İnsanlığın enerji sorununa kalıcı çözümün nükleer enerji olduğu bir çok bilim adamı tarafından dile getirilmektedir. Fakat bu düşüncenin aleyhinde düşünen bilim adamları da azımsanmayacak bir sayıdadır. Nükleer enerjinin güvenliği konusunda karşı olan taraf, nükleer kazalar ve arızalarının nükleer santrallerinin sayısının artması ile arttığını savunmaktadırlar. Nükleer enerji lehinde düşünenler önemli bir enerji kaynağı olduğunu savunmaktadırlar, çevre sorunları açısından ise sorunlarının az olduğunu savunurlar³¹. Nükleer enerjinin iki üretim türü vardır. Bunlardan biri, gerçekten çok uzun dönemde insanlığın enerji açısından kurtarıcısı olduğuna inanılan füzyon* enerjisidir. Füzyon enerjisinden yararlanılarak elektrik enerjisi elde etmenin ticari boyuta ulaşmasının daha geliştirilmeye ihtiyacı vardır. Diğer bir tür ise, halen toplumların hizmetinde bulunan ve elektrik enerjisi üretim santrallerinin yapımında kullanılan, fisyon enerjisidir. Bu enerji türünün geçmişi çok kısa olmakla birlikte, ticari kullanım alanları vardır ve bir çok ülkenin elektrik enerjisi üretiminde önemli bir pay almaktadır. Nükleer reaktörlerde yakıt olarak kullanılan uranyum atomu, reaktöre girmeden önce lastik eldivenli elle tutulabilir bir radyoaktifliğe sahiptir. Reaktör kullanılmaya başlandıktan sonra reaktörün içinde zamanla çok sayıda fisyon ürünleri birikir. Reaktörde oluşan fisyon ürünlerinin yaklaşık üçte ikisi radyoaktiftir.³² Bu fisyon ürünlerinin aşırı radyoaktifliği nükleer enerjinin dikenidir.

Uranyum** atomunun parçalanmasından yaklaşık 7-15 Kcal enerji açığa çıkmaktadır. Oluşan çekirdekler yüksek enerjilerine rağmen kısa mesafe alarak uranyum içinde frenlenip kalırlar ve sahip oldukları kinetik enerjileri ısı enerjisine dönüşür. Nükleer reaktörler bu nedenle ısı kaynaklarıdır.

Nükleer enerji gücünün geliştirilmesi yönünde olan kesim, geliştirilmemesi

³¹ Çepel, Doğa Çevre Ekoloji, s. 182; Leziz Onaran, "Nükleer Güç, Santraller, Yılan Hikayesi", Mühendis ve Makina Dergisi, Haziran 2000, Cilt 41, Sayı 485, ss. 47-48

* Füzyon: İki hafif çekirdeğin, başlangıç çekirdeklerinden herhangi birinden daha ağır bir çekirdek meydana getirecek şekilde enerji açığa çıkartarak birleşmesidir, Bkz; Ansiklopedik Çevre Sözlüğü, T.Ç.V.Y. s. 258; Gökdayı; a.g.e., s. 207

³² http://www.nuke.hun.edu.tr/turkce/papers/nukleer_7.03.2002; TMMOB Fizik Mühendisleri Odası Nükleer Enerji Raporu, Yayın No:3, Mayıs 1978, Ankara, ss:9-11

** Uranyum, doğada bulunan radyoaktif bir maddedir. Herşeyden önce uranyum değişik bir enerji kaynağıdır. Örnekle vermek gerekirse, 1 kg odundan 1kwh, 1 kg kömürden 3 kwh, 1 kg petrolden 4 kwh elektrik üretmek mümkün iken, 1 kg uranyumdan 400000 kwh elektrik üretilebilir. Bkz; www.enerji.gov.tr, 17.12.2002, (21. yy'da Enerji Kullanımı ve İklim Değişikliği, Reşat Uzmen, A.Asım Arar)

yönünde ise endişeler ve nükleer enerji santrallerinin kurulması yönünde direnişler söz konusudur. Endişeler arasında, radyasyon etkisi, reaktör kazaları ve arızaları, radyoaktif atıklar yer almaktadır. Nükleer enerji diğer enerji kaynaklarına göre elektrik enerjisi üretimi oldukça yüksektir. Yüksek olmasının yanında çevre kirliliği açısından dezavantajları da göz ardı edilmemelidir. Nükleer enerjinin kullanılması, lisans alma, toplumun tutumu ve ekonomik büyüme hızına bağlıdır.³³ 1998 sonu itibariyle Nükleer enerjinin elektrik üretimindeki payı, %75.8 ile Fransa'nın, %55.2'lik bir pay ile Belçika'nın, %35.9 ile Japonya ve %18.7 pay ile ABD'dir.³⁴

Özellikle artan nüfus, artan taşıt kullanımı, kentleşme, sanayileşme ile fosil yakıtlarla karşılanan enerji gereksiniminin artmasına neden olmaktadır. Bu yakıtların tükenmesi ve fiyatlarının devamlı artmasının yanısıra, yangınları sonucu çevre kirliliğine ve insan sağlığına etkileri de büyüktür. Fosil yakıtlarının çoğunun tükenir özellikte olması, enerji kaynaklarında değişikliğe gidilmesini gerektirmektedir. Fosil yakıtlara alternatif olarak geliştirilen enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

3.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Enerji sektöründe önceleri petrol krizine bağlı olarak gelişen arz kısıtlamalarına, sonraları çevresel etki ve çevreci baskıların eklenmesi, değişik enerji kaynak türlerini gündeme getirmiş olup, genelde temiz, çevre dostu ve yeşil enerji olarak adlandırılan Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları'nı ön plana çıkarmıştır. Hem sanayi üretimi için hem de konutlarda ısınma amaçlı yakıt olarak bir çok enerji kaynağı yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu yakıtlardan kullanılan odunun temin kaynağı olan ormanların hızlı bir şekilde yok olması, diğer yandan oduna alternatif bir kaynak olarak gösterilen fosil yakıtların da tükenir özellikte olması, nükleer enerjinin de hayata geçirilmesi açısından pahalı ve çevre etkilerinin olması ile yenilenme imkanı bulunan ve çevreye zarar vermeyen başka enerji kaynaklarının kullanımını gündeme getirmiştir. Güneş, rüzgar, jeotermal, su (hidroelektrik

³³ Christopher Flavin, Nicholas Lenssen, "Sürdürülebilir Bir Enerji Sisteminin Geliştirilmesi", Dünyanın Durumu 1991, s.23; <http://cmo.org.tr/cevre/cevresorunlari>, 24.04.2003, Nükleer Enerji ve Türkiye, Tolga Yarman; TMMOB Fizik Mühendisleri Odası, a.g.r., s.36; Bernard L. Cohen, Çok Geç Olmadan, Tübitak Yayınları, 1998, s.7

³⁴ Nevin Selçuk, Hüseyin Arabul; Elektrik Enerjisinde Ulusal Politika, Ekim 2000, s.9; Fethi Doğan, "Türkiye'de Radyoaktif Madde Riskleri ve Önlemleri, Nükleer Santral Olgusu ve Çevresel Risk Analizi", Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi 5-8 Ekim, 2001, Bodrum, s.402

enerji), deniz kökenli ve biyokütle enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlar gibi çevre kirliliğine yol açmayan hem de yakıta ihtiyaç duyulmadan sürekli enerji elde edilen kaynaklardır. Yenilenebilir enerji kaynakları tükenmez oluşları ve süreklilik göstermeleri açısından önemlidir. Enerjiye bağımlı olarak yaşadığımız dünyada, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için teşvikler ve yeni teknikler geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, fosil yakıtların bir süre sonra tükeneceği gerçeği de unutulmamalıdır. Fosil yakıtlar yerine alternatif enerjilerin kullanılması hava kalitesinin iyileştirilmesinde ve çevre kirliliğinin azaltılmasında önemli bir çözüm yolu olarak görülmektedir.³⁵

Alternatif enerji kaynaklarından güneş, rüzgar enerjisi, biyokütle, jeotermal enerji günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Med-Cezir (gel-git), dalga enerjisi, buzul enerjisi, deniz akıntısı ve deniz suyu sıcaklığı enerjileri, yer kabuğu enerjisi halen önemli alternatif özelliğe ulaşamamıştır.³⁶

3.1.2.1. Güneş Enerjisi

Başlıca alternatif enerji kaynağı, fosil ile hidrolik enerjinin de asıl kaynağı olan ve dünyamızı ısıtan güneş enerjisidir. Güneş kolektörleri ile bir sıvının ısıtılması yoluyla veya fotovoltajik yarı iletkenlerin kullanılması ile yada binalarda pasif güneş enerjisi kullanımı ile enerji kullanımında, alternatif enerji kaynağıdır³⁷. Güneş enerjisinin kullanımı ile enerji dış alım hızının azalması, fosil yakıtlardan kaynaklanan çevre kirliliğinin engellenmesi mümkündür.

Güneş enerjisi doğal ısıtmanın yanında, kullanım suyu, sera ısıtması, hidrojen üretimi, elektrik üretimi gibi ticari enerji kaynağı olarak da gelişmektedir. Güneş enerjisi yeni ve yenilenebilir bir enerji kaynağı ve çevreyi kirletici artıkların bulunmayışı, yerel olarak uygulanabilmesi ve karmaşık bir teknoloji gerektirmemesi gibi üstünlükleri nedeniyle son yıllarda üzerinde yoğun çalışmaların yapıldığı bir konu olmuştur. Binaların

³⁵ Mustafa Balcı; Yakup İçingür, "Çevre Sorunları ve Alternatif Enerji Kullanımı", Yeni Türkiye Dergisi - Çevre Özel Sayısı, Temmuz-Ağustos 1995/5, s.392; <http://www.cevre.gov.tr>, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 16.09.2002

³⁶ Enerji Kaynakları-Çevre Sorunları ve Çevre Dostu Alternatif Enerji Kaynakları; Standard Dergisi, Aralık 2000, 39/468, ss:28-36; Çepel, Doğa Çevre Ekoloji, ss: 183-184; Flavin; Lenssen; a.g.m., s.23

³⁷ www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.27; Balcı; İçingür; a.g.m., s. 393

ısıtılması, soğutulması, endüstriyel, bitkilerin kurutulması ve elektrik üretimi güneş enerjisinin yaygın olarak kullanıldığı alanlardır. Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek de olanaklıdır. Güneş ışığından kol saati, hesap makinesi gibi kullanım alanlarının yanında, elektrik üretim santralleri şeklinde kullanım alanına da sahiptir. Güneş ışınları binaların planlarında, inşaatında ya da yerleşiminde küçük çapta değişikliklere gidilerek yararlanılabilecek maliyetsiz bir kaynak oluşturur³⁸. Güneş Enerjisinden sıcak su elde etme en yaygın kullanım biçimidir. Isıtma amacıyla kullanım, ısıyı depolama tekniklerinin gelişimiyle daha verimli kullanılır ve soğutma ise yıllık güneşlenme zamanının uzun olduğu bölgelerde verimli olmaktadır.³⁹ Güneş ısısından yararlanmanın bir diğer yolu da deniz suyunun kullanımınıdır, ılık yüzey sularıyla dip sular arasındaki sıcaklık farkı elektrik üretecek ısı makina tarafından kullanılabilir.

İsraili bilim adamları tarafından Ölü Deniz kıyılarında Güneş ısısından deniz suyunun kullanımı ile 5 MW elektrik üretilmiştir. Kıbrıs, İsrail ve Ürdün'de evlerdeki sıcak suyun %25'i güneş enerjisinden sağlanmaktadır. Kaliforniya'da Luz santrallerinde güneşli dönemde gün ışığının %23'ünü elektriğe dönüştürmektedir. Meksika, Endonezya, Güney Afrika, Srilanka gelişmekte olan ülkelerde 200.000 den fazla ev elektriğini güneş ısısından sağlamaktadır.⁴⁰

3.1.2.2. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar büyük bir enerji potansiyeline sahiptir. Rüzgar enerjisi, rüzgar türbinleri ile mekanik enerjiye dönüştürülmektedir. Rüzgar yüzyıllarca teknelerin yelkenlerini şişirmek, tarımsal ürünleri öğütmek ve su pompalamak gibi amaçlarla kullanılmıştır. Ancak bugün rüzgar enerjisinden elektrik üretilmektedir. Rüzgar enerjisini ortaya koyan ve önemli faktör, yükseklikle orantılı olarak değişen hızıdır. Pek çok ülkede elektrik enerjisi ihtiyacının %20'si ya da daha çoğu rüzgar enerjisinden sağlanabilir⁴¹. Danimarka, İspanya, Almanya, İngiltere, ABD, Hindistan, Çin, Arjantin de rüzgar gücünden yararlanılmaktadır⁴².

³⁸ Flavin; Lenssen; a.g.m., s.30

³⁹ Ahmet Çıtroğlu, "Güneş Enerjisinden Yararlanarak Elektrik Üretimi", Mühendis ve Makina Dergisi, Haziran 2000, Cilt 41, Sayı 485, s. 33

⁴⁰ Christopher Flavin, "Güneş Ekip Rüzgar Bıçmek", Dünyanın Durumu 1995, ss: 81-85

⁴¹ Flavin; Lenssen; a.g.m., s.31; Balcı; İçingür; a.g.m., s. 393

⁴² Flavin; a.g.m. s. 73; Lenssen; a.g.m., s.128

Rüzgardan elde edilen güç, rüzgar hızının kübüyle orantılı olduğunda, çoğu gelişme rüzgarlı bölgelerde olacaktır.⁴³

Elektrik gereksinimlerini rüzgardan karşılayabilecek ülkeler, Arjantin, Kanada, Şili, Çin, Rusya, Mısır, Hindistan, Meksika, Güney Afrika, ve Tunus bulunmaktadır. Rüzgar enerjisinden yararlanan ilk ülke Danimarka'dır, daha sonra da Almanya, Hollanda ve İngiltere, İtalya ve İspanya'da da girişimde bulunan ülkelerdendir.⁴⁴

3.1.2.3. Jeotermal Enerjisi

Jeotermal enerji tam anlamıyla yenilenebilir enerji kaynağı değildir, yerel ısı kaynağının tükenmemesi için kullanımında dikkat edilmesi gerekir. Jeotermal santraller, güneş ışınlarının bulunmadığı ve rüzgarın elverişli olmadığı zamanlarda da elektrik enerjisi elde edilebilir. Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklıkları atmosferik sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineraller ve çeşitli tuzlar içerebilen sıcak su, buhar ve gazlar olarak tanımlanabilir.⁴⁵

Jeotermal enerji direkt olarak yerin kendi ısısından elde edilebilir. Jeotermal enerji yer kabuğunun kilometrelerce derinliğindeki erimiş kayalardan oluşan magmanın ısısından oluşur. Magmadan yükselen ısı ile jeotermal rezervuarlar olarak bilinen yeraltı su havuzları ısınır. Bazı durumlarda su kaynarak buhar oluşturur, yeryüzüne çıkacak bir yer bulduğunda su kaynar bir şekilde dışarıya çıkar, daha çok kaplıcalar olarak bilinirler. Yüzyıllardır insanlar bu suları banyo yapma veya mutfaklarında kullanılmaktadır. Jeotermal enerji ancak bugünkü teknoloji ile artık yeraltı su havuzlarının kendiliğinden yeryüzüne çıkmalarını beklemek yerine jeotermal rezervuarların oldukları yerlere sondaj yaparak enerji açığa çıkarılabilmektedir. Bu jeotermal enerjinin direkt kullanımındır. Aynı zamanda jeotermal enerji elektrik üretiminde de kullanılır. Güneş enerjisinden elektrik

⁴³ Flavin; a.g.m., s. 77

⁴⁴ Christopher Flavin ve Nicholas Lenssen, Enerjide Arayışlar, Tema Vakfı Yayınları, 1999, s.124; Gökdayı; a.g.e., s. 201; Erdinç Tezcan, "Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Kullanımı", Mühendis ve Makina Dergisi, Cilt 41, Sayı 485, Haziran 2000, s.38; İrfan Karagöz, Adnan Aydın, Mehmet Kırbıyık, "Marmara Bölgesinde Rüzgar Enerjisinin Durumu, Model Bir Rüzgar Türbini Tasarımı ve İmalatı", I.Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, 24-26 Haziran 1996, Bursa, s.606

⁴⁵ www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Akt Grup Raporu s.20; Flavin; Lenssen., a.g.m., s.32

üretimine benzer olarak, jeotermal kaynaklardaki sıcak suyun oluşturduğu buhar ile çalışan türbinler sayesinde elektrik üretilir. Jeotermal enerji, jeotermal suyun sıcaklığına bağlı olarak elektrik üretimi, ısıtma (konut, sera, termal tesis, sebze ve meyva kurutma), sağlık amaçlı termal sular, soğutma, sanayide proses enerjisi, kimyasal madde eldesi vb. alanlarda tek başına veya entegre olarak kullanılmaktadır⁴⁶.

Jeotermal santraller zaman olarak %90 üretim yapabildiğinden, güneş ışınlarının bulunmadığı ve rüzgarın elverişli olmadığı zamanlarda da elektrik enerjisi elde edilebilir.⁴⁷ Japonya, İzlanda, Çin, ABD, Türkiye, Macaristan, Yeni Zelanda, Fransa ve İtalya jeotermal enerjiyi kullanan ülkelerdir.⁴⁸ Jeotermal enerji M.Ö. 10.000'lerden günümüze kadar hep vardı. Ek 1'de jeotermal enerjinin gelişim süreci verilmiştir.

3.1.2.4.Su (Hidroelektrik) Enerjisi

Suyun çevrim gücü ve buharlaşması ile kullanılan hidrolik gücün kullanımı eskiye dayanmaktadır, değirmenlerde un öğütmek için kullanılan suyun çevrim gücü bugün bile kullanılmaktadır⁴⁹. Nehirler ve akarsulardaki sular tutularak, hidroelektrik güç olarak da adlandırılan su enerjisine dönüştürülür. Buna en iyi örnek barajlardır. Su toplama havzalarında bırakılan su akar ve türbinleri döndürür, bu türbinlere bağlı olan jeneratörler ile elektrik üretilir. Suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile sağlanan enerji türüdür. Üretilen enerji miktarı iki değişkene bağlıdır⁵⁰.

a. Düşü (üst ve alt kotlar arasındaki düşey mesafe)

b. Debi (türbinlere birim zamanda verilen su miktarı)

Pek çok ülkede kullanılan elektrik enerjisinin yaklaşık %20'si hidroelektrik santrallerden elde edilmektedir.⁵¹

⁴⁶ www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.20.; Gökdayı; a.g.e., s. 203

⁴⁷ Flavin, Lenssen; a.g.m., s.32

⁴⁸ Orhan Mertoğlu, "Türkiye'deki Jeotermal Enerji Uygulamalarının Çok Yönlü Önemi ve Dünyadaki Yeri", Mühendis ve Makina Dergisi, Cilt 42, Sayı 485, Haziran 2000, s.30; Balcı; İçingür; a.g.m., s. 393

⁴⁹ Gökdayı; a.g.e., s. 202

⁵⁰ www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.9

⁵¹ Balcı; İçingür; a.g.m., s. 393

3.1.2.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi kaynakları; bitki ve hayvan artıkları, enerji ormancılığı ürünleri ile orman ve ağaç endüstrisi atıkları, enerji tarımı (bir yetiştirme sezonunda ürün alınan enerji bitkileri), kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıkları olarak tanımlanır. Biyokütlenin iyi bilinen kullanım alanları, tarımsal faaliyetlerinden kaynaklanan atıklar ve odunun yanmasından ısı, buhar veya elektrik elde edilmesi, şeker kamışının ve tahılların fermantasyonla dönüşümünden alkol üretimi, odun ve tarım artıklarının gaz ve sıvı yakıtlara dönüşümü ve bitkisel yağların üretimidir.⁵²

Biyokütle enerjisinden daha fazla yararlanmak için mevcut tarımsal ve sanayi artıklarından yararlanmak, biyokütleyi oluşturmak gerekir. Örneğin Şeker kamışlarından şeker elde ederken meydana gelen atık maddeler yakılarak elektrik sağlanabilir. Amerika toplam enerjisinin %4'ünü, Finlandiya %18'ini, İsveç %16'sını, Avusturya %10 oranında biyokütle enerjisini toplam enerjileri içerisinde kullanmaktadır.⁵³

3.1.2.6. Deniz Kökenli Yenilenebilir Enerjiler

Deniz kökenli yenilenebilir enerjiler; deniz dalga enerjisi, deniz sıcaklık gradyent enerjisi, deniz akıntıları enerjisi ve gel-git (med-cezir) enerjisidir.⁵⁴ Söz konusu enerji grubu içerisinde en önemlisi, deniz dalga enerjisidir. Rüzgarın denizde oluşturduğu dalgaların hareketinden enerji üretilmesidir. Dalga enerjisinden yararlanma imkanları sınırlı ve süreksizdir. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre verimli değildir. Bu enerji kaynağının kullanım alanı henüz gelişmemiştir.⁵⁵

3.1.2.7. Atık ve Çöplerden Enerji

Endüstri ve yerleşim birimlerinden çıkan atık ve çöpler özel işlemlerle yakılmak suretiyle enerji elde edilmektedir. Çöplerin düzenli depolanması sonucu oluşan ve %60' a

⁵² Funda Dökmen, Savaş Ayberk, "Biyokütle'den Enerji", I.Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, 24-26 Haziran 1996 Bursa, s.755; Balcı; İçingür; a.g.m., s.393; www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.62; Flavin; Lenssen; a.g.m., s.31; http://www.cevre.gov.tr, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 16.09.2002

⁵³ Lenssen; a.g.m., s.129; Dökmen; Ayberk; a.g.m. s. 756

⁵⁴ www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.71; Balcı; İçingür; a.g.m s.393; http://www.cevre.gov.tr, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 16.09.2002

⁵⁵ Gökdayı; a.g.e., s. 205-206

yakın metan gazı içeren gaz önemli bir enerji kaynağıdır. Bu enerji türbinler yoluyla elektrik enerjisine dönüşmektedir⁵⁶.

David Dickson'un tanımladığı ütöpik teknoloji yani, insan etkinliklerinin çevre üzerinde egemenlik kurmasını ve bireyin sömürsünü ortadan kaldırmak üzere tasarlanmıştır. Ütöpik teknolojinin enerji tüketimine yaklaşımı, yenilenemeyen kaynakları, olabildiğince az kullanma ilkesine dayalı olacaktır.⁵⁷ Bu da daha çok güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidrolik enerji, jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynakların kullanımını gerektirecektir. Bu tür kaynaklardan elde edilen enerjinin verimliliği fosil yakıttan ve nükleer enerjiden oldukça düşüktür. Ancak çevre açısından ve sürdürülebilirlik açısından bu enerji kaynakları önem kazanmaktadır.

3.2. Enerji Kaynaklarının Çevre Açısından Etkileri

Enerji tüketimi nüfus artışı ile artmaktadır. Yakıt özellikleri nedeniyle, enerji kullanımındaki artış, çevre sorunlarının artması sonucunu doğurmaktadır. Oluşan çevre sorunları, insan sağlığını tehdit eder boyutlardadır. Enerjinin üretimi, tüketimi, iletimi, dönüşümü aşamalarında çevreye yerel, bölgesel ve global olarak birçok zarar verilmektedir.

Enerji üretiminin neden olduğu çevre etkileri, asit kirleticiler, sera etkisi, insan sağlığı ve emniyet sorunu, partiküller, ağır metaller, tehlikeli afet olasılığı, atık sorunu, görüntü ve gürültü kirliliği, radyasyon kirliliği ve arazi gereksinimi olmak üzere gruplandırılabilir. Kirlenmeler birbirleriyle ilişkilidir.

Enerji kaynakları ile oluşan kirlilikler; arazi gereksiniminde, tarım ve yerleşime ayrılacak arazilerin enerji üretimi, dönüşümü ve iletimi için kullanılması, topraktaki enerji kökenli kirlilik miktarının atık depolanması, madenlerin, hidroelektrik santrallerin, rafinerilerin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgar ve biyokütle) üretimlerinin büyük alanlara ihtiyaç göstermeleri çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Enerji kaynaklarının radyasyona neden olmaları, radyasyonun yaklaşık %90'ı doğal nedenlerdir, enerji aktiviteleri sonucu açığa çıkan radyoaktivite, fosil yakıtların yanmasından oluştuğu gibi, nükleer yakıtlardan daha çok kaynaklanmaktadır. Enerji kaynaklarının katı atık sorunu

⁵⁶Balcı; İçingür; a.g.m., s.393; <http://www.cevre.gov.tr>, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 16.09.2002

⁵⁷Dickson; a.g.e., s.140

da atıkların zehirli atık sınıfına girenleri toprağı, yüzey ve yeraltı sularını, havayı kirletir, güç santrallerindeki kül gibi zehirli olmayan katı atıklar ise yer işgal eder. Enerji kaynaklarının asit depolanması gibi neden olduğu diğer bir sorun ise kükürtdioksit ve azotoksitlerin atmosferde asit yağmurlarını oluşturması ile göllerde, akarsularda ve diğer yüzey sularındaki asitliğin artması, su yaşamını tahrip edici etkileri, tarım ürünleri ve ormanlar üzerindeki zararları, binalarda metal yüzeylerde aşınmalar olarak sayılabilir. Termik santraller, ısınma ve endüstriyel enerji kullanımları kükürtdioksit emisyonlarının en önemli sebebidir. Azot oksitlerin en büyük kaynağı ulaşım sektöründen kaynaklanır. Enerji kaynaklarının su kirliliğine etkileri daha çok güç santrallerinden ve rafinerilerden çıkan klor, metaller ve katı maddelerin yüzey ve yeraltı sularına karışması, petrol ve jeotermal enerji üretiminde zehirli kimyasalların (arsenik, civa, metan) yüzey ve yeraltı sularına karışması, kömür atıkları, güç santrallerinin soğutma sistemlerinden suya verilen ısı kirlilik, fosil yakıtların yanması sonucu kükürtdioksit emisyonlarının asit yağmuru oluşumu ile suyun doğal özelliklerinde meydana gelen değişimler olarak sayılabilir.⁵⁸

3.2.1. Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Çevre Açısından Etkileri

Fosil yakıtların ekosistem üzerindeki etkileri arasında meydana getirdikleri büyük kazalar yer almaktadır. Petrol ve doğal gaz kuyularının çevreye kontrolsüz akışı, üretim ve taşıma anındaki patlamalar ve yangınlar, rafinerilerde, kuyularda ve boru hatlarında patlamalar ve yangınlar, petrol tankerleri kazaları deniz, kara ve yüzey sularında meydana gelen kirlilikler sayılabilir.

3.2.1.1. Kömür

Kömür önemli bir enerji kaynağı olup, üretimi, taşınması, depolanması, dağıtımını tüketimi sırasında çevre ve insan sağlığı üzerinde etkilere sahiptir. Yüzeye yakın rezervlerin açığa çıkarılmasında tozlanma, toprak tabakasının bir yerde yığılması sonucu toprak örtüsünü kapatmakta topoğrafyanın değişmesine neden olmaktadır, tarım arazilerini

⁵⁸ 21.yy'a girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Aralık, 1998, s. 230; Mustafa Tırıs, "Türkiye'de Enerji Tüketimi ve Çevre Kirliliği", Yeni Türkiye Dergisi - Çevre Özel Sayısı, Temmuz-Ağustos 1995, ss: 376-378; Balcı; İçingür; a.g.m., s. 392; Gökdayı; a.g.e., ss:152-153

olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca kazı toprağının su ortamına atılması da su yaşamını olumsuz etkilemektedir.

Kömür karbon açısından en yoğun fosil yakıttır. Enerji kaynaklı karbon emisyonlarının büyük bir kısmından sorumludur. Kömürün yanması sonucunda CO₂, CO, SO₂, NO_x, uçucu organik bileşikler partiküllere ek olarak kül ve külün içerdiği kadmiyum, civa, kurşun ve arsenik vb. ağır metaller çevre açısından önem taşıyan kirleticilerdir. Taşkömürü de ticari kaynakların başında gelir. Derinlerde bulunan bu madende çalışma koşulları zor olduğundan üretim miktarını artırmak güçtür. Kömür madenlerindeki grizu patlamaları enerji üretimindeki büyük kazalar arasındadır.

Özellikle kömürle çalışan termik santrallerin bulunduğu yerlerde asit yağmurları ve radyasyon ile bitki örtüsünün yok olması etkilerinin yanında partiküller madde ve katı atık olarak da etkileri vardır⁵⁹. Kömür yakıtlı bir elektrik santrali için ekili alanlara olabilecek etkileri önceden tespit edilmeli ve böylece gıda zinciri yoluyla insan sağlığına olabilecek etkileri tahmin edilmelidir⁶⁰.

3.2.1.2. Petrol

Petrolün enerji kaynağı olarak kullanıldığı yerlerde çevre sorunları açısından, petrokimya tesisleri, kaloriferlerde yakıt olarak kullanılan fuel oilin çıkardığı emisyonlar, araçlarda kullanılan benzin ve motorinden çıkan egzoz gazları hem hava kirliliği, hem karbondioksit emisyonları ile sera etkisine, hem de toprak ve su kirliliğine yol açmaktadır. Petrol yakılması sonucunda kükürt ve azotlu bileşikler oluşur, bunlar ormanları, tarlaları, ve ekosistemleri tahrip eden asit yağmurlarına sebep olurlar⁶¹. Üretimi işlenmesi, taşınması ve kullanımı sırasında ve karadan ve denizden üretimi sırasında sızmalar nedeniyle çevre kirliliğine neden olur. Petrol taşımacılığının büyük tankerlerle olması kazalar sonucunda denizlerin kirlenmesi gibi ekolojik yaşam üzerinde olumsuz etkisi olmaktadır. Petrol tankerleri kazaları ve petrolün denize yayılması sonucu deniz kirliliği ile ekolojik etkiler bulunmaktadır. Suyun yüzeyinde oluşan yağ tabakası bitkiler için yeterli güneş ışığı

⁵⁹ Gökdayı; a.g.e., s. 89, Tuncel; Güllü; s.367; Lenssen; a.g.m., s.118

⁶⁰ Atilla Özmen, "Nükleer Enerji ve Çevre", Yeni Türkiye Dergisi 95/5, s.383; 21.yy'a Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi TÜSİAD, Aralık 1998, s. 234

⁶¹ Gökdayı; a.g.e., s.90; Lenssen; a.g.m., s.118

almasını engelleyerek fotosentez yoluyla yaşamlarını sürdüren deniz canlılarının çoğalmasını önleyerek, deniz yaşamındaki canlıların yok olmasına neden olabilir.

Tüketimi sırasında petrol ürünlerinin yapısında bulunan kükürt, kurşun ve hidrokarbonlar nedeniyle hava kirliliğine sebep olur.⁶² Bugün trafiğin yoğun olduğu büyük şehirlerde trafikten kaynaklanan hava kirliliği önemli boyuta ulaşmıştır.

3.2.1.3. Doğal gaz

Doğal gaz kullanımı en hızlı artan fosil yakıttır. Sanayileşmede doğal gaz, elektrik santrallerinde tercih edilen yakıt olarak kömürün yerini almıştır.⁶³ Çevresel etileri açısından doğal gazı değerlendirildiğinde, taşınımı boru hatları ile gaz veya sıvı olarak tankerlerle olmaktadır. Boru hatları ile taşınımı sırasında güvenlik önlemlerine göre taşınıldığında herhangi çevresel etkisi bulunmamaktadır. Sıvılaştırılmış olarak taşınması sırasında tankerlerin boşaltımları su kirliliğine neden olabilmektedir. Gaz sızıntısı, yangın gibi kazalara karşı güvenlik önlemleri alınmalıdır. Yanması sırasında taneler madde ve kükürtoksit emisyonu bulunmamaktadır. NO_x emisyonu ise fosil yakıtlarda olduğu gibi çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Doğal gazda NO_x yanma sıcaklığına, yakma hücresinin tasarımına ve yanma havası miktarına bağlıdır. Doğal gaz yanıcı, kokusuz, renksiz ve havadan hafif bir gazdır. Kokusuz olması sebebiyle, kullanıcının herhangi bir gaz kaçağını fark edebilmesi için gaza koku verici madde ilave edilir. Çevreyi kirleten üç ana faktör doğal gaz dumanı içerisinde bulunmamaktadır. Birincisi kükürtoksitlerdir (SO_x). Bu madde duman gazındaki ve havadaki nemle, sülfürik asite dönüşür. Böylece hem kazan borularını, hem de asit yağmurları ile çevreyi aşındırır ve tahrip eder. Üçüncü faktör ise, karbonmonoksit (CO)'dir. Her üç zararlı gaz da doğal gaz yanma ürünlerinde bulunmamaktadır. Yanma ürünleri içinde bulunan ve çevreye zarar veren bir başka bileşende azot oksitlerdir (NO_x). NO_x oluşumunun ana nedenlerinden biri yanma sıcaklığının yüksek olmasıdır. Doğal gaz ocak sıcaklıkları yüksek olup, NO_x emisyonu da, eğer önlem alınmazsa, diğer yakıtlara göre daha az olmakla birlikte yine de önemli mertebededir. Doğal gazın en önemli tehlikesi diğer gaz yakıtlarda da olduğu gibi belirli

⁶² Tuncel; Güllü; a.g.e., s.369

⁶³ Dunn; a.g.m., s. 129

oranlarda hava ile karışması halinde patlayıcı olmasıdır. Ancak %5-%15 aralığında bir karışım söz konusu ise tehlike vardır.⁶⁴

3.2.2.Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevre Açısından Etkileri

Fosil kaynaklarına dayalı bir enerji üretimi küresel ve yerel düzeyde yarattığı çevresel etkilerin ve küresel ısınmayla ilişkisinin olması, yenilenebilir enerji kaynaklarını çevresel açıdan önemli bir konuma getirmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları, karbon emisyonu düzeylerini düşürmek için tasarlanmıştır.⁶⁵ Özellikle yurtdışında örneklerine sıkça rastladığımız yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten sistemler hem çevre kirliliğine yol açmamakta hem de yakıta ihtiyaç duyulmadan sürekli enerji elde edilmektedir. İşletmelerdeki çevre bilincinin artırılması ve çevreye uygun üretim için gerekli bilgilerin yaygınlaştırılması ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları;

3.2.2.1. Güneş Enerjisi

Yenilenebilir enerji kaynakların başında güneş enerjisi gelir. Sorun bu enerji kaynağını depolama ve taşıma sorunudur.⁶⁶ Bu sorunlara çözüm yolu bulmak insan yaratıcılığının ötesinde değildir, araştırmalar ve projeler desteklenirse üstesinden gelinebilir. Güneş enerjisi yeni ve yenilenebilir bir enerji kaynağı ve çevreyi kirletici artıkların bulunmayışı, yerel olarak uygulanabilmesi nedeniyle son yıllarda üzerinde yoğun çalışmaların yapıldığı bir konu olmuştur. Güneş enerjisi temiz, yenilenebilir ve sürekli bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi ile çalışan sistemler, kolayca taşınıp kurulabilen, gerektiğinde enerji ihtiyacına bağlı olarak basitçe değiştirilebilen sistemlerdir. Güneş enerjisi kullanımını sağlayan teknolojilerin yarattıkları çevre sorunları diğer teknolojilere göre önemsizdir. Kirletici emisyonları olarak etkisi olmayan fakat güneş enerji sistemleri sırasında görüntü kirliliği ve büyük alan istemeleri dezavantajlarıdır ve işçilerin zehirli maddelere maruz kalması sorunu olabilir, bu sorun gerekli önlemlerin alınmasıyla

⁶⁴ www.enerji.gov.tr., Doğalgaz Çalışmaları, 14.12.2002; www.dosider.org., Doğal Gaz Hakkında, 19.11.2002

⁶⁵ www.cevre.gov.tr, 6.05.2003, İklim Değişikliği Sözleşmesi, s.20; Dunn; a.g.m., s. 135

⁶⁶Erdoğan; Ejder; a.g.e., s.49

azaltılabilir.⁶⁷

3.2.2.2.Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisi kirlilik yaratmayan ve çevreye çok az zarar veren yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Rüzgar santralleri karbondioksit emisyonu olmayan santrallerdir. Önemli bir çevre sorunu olan küresel ısınma için etkisi olmayan bir enerji kaynağıdır. Rüzgar enerjisinin üstünlüğü ücretsiz ve tükenmez oluşudur. Diğer enerji biçimlerine çevrilirken çevre kirliliğine yol açmayan bir enerji kaynağıdır fakat düşük yoğunlukta olması, düzensizliği ve türbinlerin ilk maliyetlerinin yüksek olması ise dezavantajlarıdır.⁶⁸

Yeryüzünde %95 gibi bir alanda rüzgar enerjisi elde edilebilir ve bu alanlarda aynı zamanda ziraat, ormancılık gibi faaliyetler de sürdürülebilir. Rüzgar enerjisinde elektrik üretmek için türbinlerin rüzgar hızının sabit olduğu alanlarda kurulması uygundur ve bu nedenle de alan bakımından elverişli değildir. Rüzgar türbinleri, geniş alan istemesi ve kurulması sırasında görüntü kirliliği, türbinlerin sesli çalışmaları yakın çevrelerinde yaşayan insanlar için rahatsız edicidir. Ayrıca türbinlerin haberleşmede parazitler yaratması gibi dezavantajları vardır⁶⁹. Bu nedenle yerleşim merkezlerinden ve hassas yaşam alanlarından uzakta kurulmaları gerekmektedir. Bölgesel olarak değişmekle birlikte, belli kuş türleri rüzgar enerjisi üretimi için uygun olan rüzgarlı alanları tercih ettiğinden türbinlere takılarak ölmektedir.⁷⁰ Bu da ekosistem dengesi açısından önemlidir. Rüzgar enerjisinde karşılaşılan sorunlar uygun tasarım ve sağlam tesisatla önenebilir nitelikte olup bir atık üretimi söz konusu değildir. Rüzgar türbinleri yerleşim bölgelerine uzak inşa edildiklerinden gürültü ve görüntü kirliliği en az düzeydedir.

Rüzgarın bol olduğu bölgeler genellikle kıyılardır, sahiller boyunca kurulacak rüzgar jeneratörlerinin kıyı güzelliklerini bozan bir çevre kirliliği yapması söz konusudur.

⁶⁷<http://www.koeri.boun.edu.tr/meteor/enerji/enerji1.htm>, www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.38; 21.yy'a girerken, Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Aralık, 1998, s. 239

⁶⁸ Karagöz; Aydın; Kırbıyık.; a.g.m., s.606

⁶⁹ www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.57, 21.yy'a girerken, Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Aralık, 1998, s. 239; Dickson; a.g.e., ss.146-147

⁷⁰ Flavin; Lenssen, Enerjide Arayışlar, s.131; Flavin; Lenssen; a.g.m., s.42; Flavin; a.g.m., s. 78

Rüzgar enerjisi tesislerinin kaynağın bulunduğu yerde kurulma zorunluluğu vardır⁷¹. Rüzgar enerjisi henüz geniş ölçekte kullanılacak düzeyde geliştirilmiş değildir.

3.2.2.3. Jeotermal Enerji

Suyu ısıtmak ve buharlaştırmak için fosil yakıt kullanarak çevreyi kirletecek bir işlem yapılmadığından jeotermal enerji çevre dostu bir enerji türüdür. Çevre yönünden temiz bir enerji kaynağıdır fakat hava kirliliği açısından H₂S, amonyak, borik asit, floritler, NO_x, taneser maddeler, Rn-222 gibi radyoaktif elementler, hidrojen ve bünyesindeki CH₄ ve CO₂ sanayi amaçlı değerlendirilmeyecek olursa sera gazı atılımı, fosil enerji kaynaklarına oranla çok az gerçekleşmektedir. Akışkandaki bor nedeni ile su ve toprak kirliliği oluşabilmektedir. Jeotermal santrallerde yakıt yakılmadığından, azot emisyonu oluşmamaktadır, kükürtdioksit emisyonu ise çok düşüktür, santraller az alan kaplamaktadır⁷². Jeotermal çalışmaları bitki örtüsünü bozabilir, kullanılmadığı zaman doğal ısı kirliliği yaratabilir ve yüksek basınçta çıkan buharın çıkardığı gürültü çalışanlar için sorun yaratabilirse de bu sorunlar teknolojik olarak çözümsüz değildir⁷³. Yeraltından çıkarılarak tüketilen kısmın, aynı oranda, kısa sürede tekrar oluşması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle çok fazla tüketilmesi sürdürülebilir kalkınma açısından olumsuz bir etkidir. Ayrıca bu kaynaklardan elde edilen su genellikle aşındırıcı ve kirlilik yaratıcı mineraller de içermektedir.

3.2.2.4. Su Enerjisi (Hidroelektrik Enerji)

Çevreye asgari düzeyde müdahalesi olan hidrolik enerjinin başlıca olumsuz etkileri, büyük alan kaplaması, iklimi değiştirmesi, doğal görünümü bozarak görüntü kirliliği oluşturabilmesi, balık ve doğal yaşamı etkilemesi, ekolojik dengeyi bozması, suyun kalitesini düşürmesi, doğal fay hareketlerini etkileyerek deprem oluşum riskini arttırması, su altında kalacak topraklar ve insanların yerlerinden edilmeleri biçiminde

⁷¹ Özmen; a.g.m., s.383

⁷² 21.yy'a girerken, Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Aralık, 1998, s.238; Tuncel; Güllü; a.g.e., ss: 373-374; Mertoğlu; a.g.m., s.30

⁷³ www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.20; <http://www.koeri.boun.edu.tr/meteor/enerji/enerji1.htm>, 17.02.2003

sıralanmaktadır.⁷⁴ Hidroelektrik santraller çevre kirliliği açısından en az etkili olan elektrik santralleridir. Hidrolik güçle çalışan santrallerin taşkın koruma, tarımı ve balıkçılığı destekleme, ağaçlandırma ve çevrenin estetik kalitesini yükseltmek gibi olumlu etkileri vardır.⁷⁵ Hava ve su kirliliği oluşturmaması, ortama katı ve radyoaktif atık vermemelerinden dolayı çevreci yapılardır. Hidroelektrik santrallerin değil, onların su toplama haznelerinin (barajlar) çevresel açıdan etkileri iklimsel, hidrolojik, biyolojik, kültürel, sosyal ve ekonomik olarak ortaya çıkabilmektedir.⁷⁶ Baraj hataları ve seller hidroelektrik enerji kaynaklarında büyük kazalara neden olmaktadır. Ayrıca barajlar çevresindeki bölgenin ekolojisini değiştirir. Örneğin; barajlarda toplanan su her zaman için, nehirlerden akar durumda olan suya göre daha soğuktur ve bu durum, bazen balık ölümlerine neden olur. Barajlardan dolayı, nehirlerdeki su seviyesi doğal ortamından daha aşağıda veya yukarıda olduğunda, nehir çevresindeki bitki gelişimini olumsuz etkiler.

3.2.2.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, yenilenebilir olması, özellikle kırsal alanlar için sosyo-ekonomik gelişmelere yardımcı olması nedeni ile önemli bir enerji kaynağı olarak görülebilir. Biyokütle yandığından karbondioksit gazı ortaya çıkar, fakat buna eşit miktar karbondioksit biyokütlenin üretimi sırasında fotosentez ile atmosferden alındığından, net karbondioksit üretimi sıfır olmaktadır. Biyokütle enerjisinin diğer bir avantajı ise kükürt miktarının yok denecek kadar az olmasıdır dolayısıyla asit yağmurları oluşumunu engellemektedir.⁷⁷ Biyokütle enerjisinin hemen her yerde yetiştirilebilmesi, hem küçük hem de büyük ölçekte enerji üretimi için uygun olması ve çevre kirliliği yaratmaması açısından olumlu yönleridir. Düşük çevrim verimine sahip olması, tarım alanları için rekabet oluşturması ve su içeriğinin fazla olması da olumsuz yönleridir.⁷⁸ Sadece enerji kaynağı olmayıp, artıkların

⁷⁴ 21.yy'a girerken, Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Aralık, 1998, s. 238; Tuncel; Güllü; a.g.e., s.371; Flavin; Lenssen; a.g.m., s.32; Lenssen; a.g.m., s.126

⁷⁵ Tuncel; Güllü; a.g.e., s.371

⁷⁶ M. Taner Şengün, "Barajların Çevresel Etkileri ve Keban Barajı Örneği", IV.Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 5-8 Ekim 2001 Bodrum, ss: 291-297; 21.yy'a girerken, Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Aralık, 1998, s. 238

⁷⁷ Dökmen; Ayberk; a.g.m., s.759; 21.yy'a girerken, Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Aralık, 1998, s. 240

⁷⁸ Dökmen; Ayberk; a.g.m., s.760

değerlendirilmesi yoluyla su kirliliğini azaltmak yönünden de fayda sağlamaktır⁷⁹.

3.2.2.6. Nükleer Enerji

Nükleer enerjinin barışçıl gayretler dışında II.Dünya savaşında atom bombası olarak kullanılmış olması bu enerji türünden barışçıl amaçlar için yararlanmak yönünde kurulan nükleer santraller için güvensizlik nedeni olmuştur. Normal işletme sırasında çevreyi hemen hiç kirliletmeyen nükleer santrallerin en korkulan yönü, bir kaza sonrasında sızmalardan, nakil sırasındaki risklerden ve atık depolanmasında çevreyi temizlenemez şekilde kirlileme olasılıklarıdır⁸⁰. Nükleer enerjinin üretimi esnasında veya radyoaktif maddenin depolanması esnasında meydana gelen kazalar dikkati çeken önemli çevresel etkilerdir.

İki önemli reaktör kazası ve bu iki kaza birbirinin çok benzeri olmasına rağmen sonuçları ve çevreye etkileri birbirinden son derece farklıdır.

- Three Miles Island reaktöründe, tahmin edilen reaktör çalışanları dahil hiç kimse, öngörülen miktarlardan fazla radyoaktiviteye maruz kalmamıştır. 3 kişi ölmüş ve radyoaktivite salınımı durdurulmuştur.

- Nükleer bir felaket olarak tanımlanan Çernobil Reaktör kazası ise 31 kişi yaşamını yitirmiş, patlamada 2000 °C ısı fisyon ürünleri atmosfere yayılmış radyoaktif gaz ve maddelerin oluşturduğu bulutlar Avrupa üzerine, Türkiye'ye, bütün Kuzey Yarımküreye yayılmıştır. Çernobil reaktör kazası yalnız Sovyetler birliğini değil, Türkiye, Avrupa ve tüm civar ülkeleri etkilemiş çevreye zararlar vermiş ve verimli alanlar kullanılamaz duruma gelmiştir. Bu kaza nükleer teknolojiden kaçan ülkelerin bile, istemedikleri halde nükleer kazaların zararlarına katlanmak zorunda olduklarının da bir göstergesidir.⁸¹

Nükleer santraller çevreye karbondioksit, kükürtdioksit ve azotoksitleri yayan santraller yerine kurulduklarında, asit yağmurlarını ve sera etkisini azaltarak çevre korumasına hizmet ederler. Nükleer santraller diğer enerji kaynaklarına göre avantajlıdır

⁷⁹ Tuncel; Güllü; a.g.e., s.374

⁸⁰ Özmen; a.g.m., s. 383; 21.yy'a girerken, Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Aralık, 1998, s. 237

⁸¹ Doğan; a.g.m., ss: 402-403; 21.yy'a girerken, Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Aralık, 1998, s. 237; <http://www.cmo.org.tr/cevre/cevresorunlari>, Nükleer Enerjide Gerçekler, 24.04.2003; Kışlalıoğlu; Berkes; a.g.e., s.67; Cohen; a.g.e.,ss:54-55

denilebilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sahip olduğu düşük enerji yoğunlukları ve geniş alanlara ihtiyacı vardır, fakat nükleer santraller diğer enerji kaynaklarına göre daha az alan kaplar.⁸²

İlk önce, gereken enerjiyi üretecek nükleer güç istasyonlarının yol açacağı riskler şunlardır; nükleer kazalar sonucu oluşabilecek radyasyonun riskleri oldukça yüksektir. Nükleer santrallerin en büyük dezavantajı radyoaktif atık sorunudur. Hiçbir yakıt enerji üretmek üzere yakıldığında yok olmaz; ancak atık dediğimiz başka formlara dönüşür. Bu kömür için de, uranyum için de böyledir. Fisyon ürünleri ve uranyum-ötesi elementlerden oluşan bir karışım, bu karışıma Yüksek Aktiviteli Nükleer Atık adı verilmektedir. Kullanılmış nükleer yakıtların yeniden işlenmesi yolu benimsenmezse o zaman kullanılan yakıtın kendisi Yüksek Aktiviteli Nükleer Atık (içerdiği yüksek radyoaktivite nedeniyle) olarak nitelendirilir. Yüksek aktiviteli nükleer atıkların, insan ve çevreye zarar vermeyecek şekilde uzaklaştırılması önemli bir konudur. Bilimsel çevreler, nükleer atıkların uzaklaştırılmasını yeni bir teknoloji gerektiren teknik bir problem olarak görmedikleri halde, kamuoyu, nükleer atıkları diğer endüstriyel atıklara kıyasla yaşamı ve çevreyi daha fazla tehdit eden bir unsur olarak algılamaktadır. Bu durum nükleer teknolojiye sahip gelişmiş ülkelerde, yüksek aktiviteli nükleer atıkların uzaklaştırılması konusunda alınması gereken politik kararları geciktirmiş ve sorunun çözülmemiş bir problem olarak algılanmasına neden olmuştur. Yüksek aktiviteli nükleer atıkların yeryüzünün 500 ile 1.200 m altında özel olarak seçilmiş depolara gömülmesi gerekmektedir. Yer seçiminde jeolojik ve çevresel faktörler (yeraltı suyu hareketleri, kaya yapısı, erozyon, sel, deprem ve volkanik hareketler, doğal kaynaklar, nüfus yoğunluğu, vb.) dikkate alınır. Yeraltına gömülü nükleer atıkların biyosfere ulaşmasını sağlayabilecek tek mekanizma, yeraltı suyu hareketleri olduğundan, jeolojik oluşumun yeraltı suyundan özellikle uzak olması istenir. Nükleer atıkların yol açtığı sağlık sorunları, radyoaktif bir miras halinde gelecek kuşaklara

⁸² H.Yurdakul Yiğitgüden, Türkiye’de Elektrik Enerjisi Sektöründe Özelleştirme Politikaları ve Çalışmaları, İTO Yayını, 1999, s.56

aktarılmaktadır.⁸³ Nükleer yakıtın topraktan çıkarılması, imal edilmesi, reaktörde kullanılması ve yeniden işlenmesi aşamalarında radyoaktif atıklar oluşmaktadır. Nükleer santrallerde ortaya çıkan radyoaktif artıklar her reaktörde farklıdır ve canlılar ile çevre için sorun teşkil etmeyecek şekilde depolanması zorunludur. Radyasyon bireyler için riskli olabilir bu risk, ışınlanan vücut organlarına, maruz kalınan doz miktarına, doz şiddetine bağlıdır. Yüksek dozda ışınlanan kişilerde akut ve genetik etkiler görülebilir.⁸⁴ Radyoaktif atıkların yayınlamış oldukları radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkilerinin zamanla değişimi ek 2’de gösterilmiştir.

3.2.2.7. Deniz Kökenli Yenilenebilir Enerji

Deniz dalga enerjisinin kurulması halinde deniz trafiği, turizm, balıkçılık, kıyı tesisleri v.b. nedenlerle olanaklı değildir⁸⁵.

Çalışmada enerji kaynaklarının çevresel etkileri arasında özellikle hava kirliliği açısından değerlendirme yapılmıştır.

4. Enerji Kaynaklarının Hava Kirliliği Açısından Değerlendirilmesi

Enerjinin üretimi, taşınımı, dönüşümü ve kullanımı ciddi çevre sorunlarına yol açmaktadır. Bunların en önemlisi fosil yakıtların yanması sonucu oluşan ve atmosfere verilen yanma ürünü gazların neden olduğu sorunlardır. Fosil yakıtların yanması sonucu oluşan yanma gazları genellikle SO₂, NO_x, CO₂, CO, uçucu organik bileşikler ve partikülleri içermektedir. Yanma gazlarının hava kirliliğine etkisinden bahsetmek için öncelikle havanın doğal kompozisyonu ve hava kirliliğinin tanımından bahsedilmelidir.

4.1. Havanın Doğal Kompozisyonu ve Hava Kirliliğinin Tanımı

Hava atmosferi meydana getiren gazların karışımıdır. Hacim olarak %78.09 azot, %20.94 oksijen, %0.93 argon ve %0.03 karbondioksit bulunan havada, çok küçük miktarda

⁸³ 21.yy’a girerken, Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Aralık, 1998, ss: 237-238, Tuncel; Güllü; a.g.e., s.371; Lester R.Brown, “Yeni Bir Dönem Başlıyor”, Dünyanın Durumu 1993, Tema Vakfı Yayınları, No:4, s.10; <http://www.nuke.hun.edu.tr/turkce/papers/nukleerrisk.html>, 07.04.2003; Suphi Şahin, Nükleer Enerji ve Nükleer Santraller, TEK Eğitim Dairesi Başkanlığı Yayınları, Seri No:7, 1985, ss: 9-18; Cohen; a.g.e., ss:127-131; TMMOB Fizik Mühendisleri Odası; a.g.r., ss: 57-61

⁸⁴ Şahin; a.g.e., s.22

⁸⁵ www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.71

diğer gazlar bulunmaktadır. Su buharı da atmosfer şartlarına bağlı olarak değişme göstermektedir. Tablo 2’de temiz ve kuru havanın doğal bileşenlerinin hacimsel yüzdesi ve derişim miktarları yer almaktadır.

Tablo 2. Temiz ve Kuru Havanın Doğal Kompozisyonu

Bileşen	Hacim(%)	Derişim miktarı(ppm)
Azot	78.09	780900
Oksijen	20.94	209400
Argon	0.93	9300
Karbondioksit	0.0318	318
Su buharı	0.02	200
Neon	0.0018	18
Helyum	0.00052	5.2
Metan	0.00015	1.5
Krypton	0.0001	1
Hidrojen	0.00005	0.5
Azot monoksit	0.000025	0.25
Karbon monoksit	0.00001	0.1
Ksenon	0.000008	0.08
Ozon	0.000002	0.02
Amonyak	0.000001	0.01
Azot dioksit	0.0000001	0.001

Kaynak: Selahattin İncecik, Hava Kirliliği, İTÜ Yayınları, İstanbul, 1994, s.11

Havada bulunan gazlar; **Azot gazı**; İki atomlu bir molekülden oluşan, belirli bir enerji eşiğinin aşılmaması halinde tepkimeye girebilen bir gazdır. **Oksijen gazı**; azottan farklı olarak çok reaktiftir. **Argon** atmosferde en çok bulunan asal gazdır. Helyum, neon, ksenon, kripton da asal gazlardır. **Ksenon** asal gazlar içinde diflorür, tetraflorür gibi en kolay bileşik veren gazlardandır. **Ozon**, sıvı halde mavi-lacivert, katı halde mor-siyah ve gaz halde mavi renktedir, kolayca O₂’ye dönüşebilmektedir. **Karbonmonoksit** ise renksiz, kokusuz, atmosferde geri dönmeyen zehirli bir gazdır ve ömrü 2-4 aydır. Renksiz kokulu

bir gaz olan **Amonyak** ise, atmosferde çok az oranda bulunur, aynı zamanda amonyak suda çözünebildiği ve yeryüzeyi civarında bulunduğu için atmosferdeki ömrü bir hafta mertebesindedir.⁸⁶

Havaya karışan katı ve sıvı tanecikler zamanla yerçekimi etkisiyle aşağı doğru süzülerek havadan ayrılmaktadır. Gaz ve buhar halinde havaya karışan maddelerin büyük bir kısmı ise oksijen, ışık vb etkenlerle zamanla parçalanarak kaybolmaktadır. Hava belirli ölçülerde kendi kendini temizleyebilme özelliğine sahiptir. Havadaki kirlenmenin, gerek insan sağlığına gerekse doğaya zarar verecek hale gelmesi ortamdaki kirletici maddelerin havanın kendini temizleme kapasitesini aşacak düzeyde artmasıyla olmaktadır. Bu açıdan hava kirliliğinin genel tanımı; insanlar tarafından atmosfere karıştırılan yabancı maddelerle hava bileşiminin bozulmasıdır, diğer bir tanımlamada havanın doğal bileşiminin çeşitli nedenlerle değişmesi olarak tanımlanabilir. Hava kirliliği canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyen veya maddi zararlar getiren havadaki yabancı maddelerin normalin üzerindeki yoğunluğudur şeklinde de tarif edilebilir. Bir diğer tanımlama da atmosferdeki toz, gaz, duman, koku, su buharı şeklinde bulunabilecek kirleticilerin, insan ve diğer canlılar ile eşyaya zarar verici miktara yükselmesidir şeklinde tanımlanabilir.⁸⁷

4.2.Hava Kirliliğinin Kaynakları

Hava kirliliğine yol açan kaynakları iki kısma ayırabiliriz. Bunlar; doğal hava kirliliği ve antropojenik (yapay) hava kirliliği kaynaklarıdır. En etkin olanı ise, insan etkinlikleri ile ortaya çıkan antropojenik kaynaklardır. Fakat doğal kaynakların da emisyon miktarları bakımından hava kirliliğine etkisi küçümsenemeyecek orandadır. Doğal hava kirliliği; yanardağ patlamaları, yeraltında sıkışmış gazların bir yol bularak çevreye yayılması, rüzgar ile toprak, kumların ve tozların sürüklenmesi, bataklık gazları ve orman

⁸⁶ Gürdal Tuncel, Gülen Güllü, Hava Kirliliği, Türkiye'nin Çevre Sorunları, T.Ç.V. Yayını, Ankara, 1991, s.27; Selahattin İncecik, Hava Kirliliği, İTÜ Yayınları, İstanbul, 1994, ss:11-12; Aysen Müezzinoğlu, Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları, İzmir; Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, 1987, s.3; Gökdayı; a.g.e., s.78; Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, s. 48

⁸⁷ Müezzinoğlu; a.g.e., s.8; Çepel, Doğa Çevre Ekoloji, s.195; Tuncel; Güllü; a.g.e.,27; Ertürk,Çevre Bilimlerine Giriş, ss: 48-49

yangınları gibi tabii yollardan yabancı maddelerin atmosfere geçişidir. Yapay hava kirliliği kaynakları ve kirleticilerin sınıflandırılması Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Yapay Hava Kirliliği Kaynakları ve Kirleticilerin Sınıflandırılması

Kaynak Tipi	Kategori	Örnekleri	Kirleticiler
Toz üreten işlemler	Kırma, ezme, eleme gibi ayrıştırıcı prosesler Yıkma işlemleri Oğütücü işlemler	Yol yapımı ile ilgili kurumlar Kentsel yenileme restorasyon Tahıl depolama	Organik ve madensel (mineral) partiküller
Yanıcı kaynaklar	Yakıtlar Motorlu araçlar Atıkların yakılması	Evrensel ısıtma birimleri ve enerji üretici birimler Otomobil, otobüs ve kamyonlar Kentsel ve evsel çöp yakıcıları, açıkta çöplerin yakılması	Sülfür oksitleri, nitrojenoksitleri, karbonmonoksit, duman, uçucu kül, organik buharlar, metal oksit parçaları, ve koku
İmalat işlemleri	Metalurji fabrikaları Kimyasal fabrikalar Atıkların yeniden kazanılması	Tasfiye fırınları, çelik imalathaneleri, alüminyum rafinerileri Petrol rafinerileri, kağıt fabrikaları, gübre fabrikaları, çimento fabrikaları Hurda metal depoları, eritme ocakları	Katı metal parçacıkları (kurşun, arsenik ve çinko) florürler ve sülfür oksitleri Hidrojen sülfidler, sülfür oksitler, florürler, organik buharlar, partiküller ve koku Duman, organik buharlar ve koku
Tarımsal faaliyetler	Tahıl ekimi Arazi yakımı Kırağı teknikleri kontrolü	Yabani ot ve zararlı kontrolü Ekin diplerinin ve bozulmuş alanların yakılması Soğuğu gidermek amacıyla yakılan ateş bacaları	Organik fosfatlar, klorlu hidrokarbonlar, arsenik, kurşun Duman uçucu küller ve is
Çözücüler	Püskürtme boya Mürekkep Temizleyici çözücüler	Otomobil parçaları, mobilya ve aletlerin hazırlanması Maatbaacılık Kuru temizleme	Hidrokarbonlar ve diğer organik buharlar
Nükleer enerji faaliyetleri	Maden cevheri oluşturma Yakıt imal etme Nükleer parçalanma Etkisiz yakıt prosesi Nükleer aletlerin test edilmesi	Ezme, kırma ve ayrıştırma Faz yayılımı Nükleer reaktörler Kimyasal ayırım Atmosferik patlamalar	Uranyum ve berilyum tozları Florit Argon-41 Iyot -131 Radyoaktif zerrelere atmosfere dağılması

Kaynak: Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, s. 50

Antropojenik hava kirliliği kaynakları; noktasal kaynak, alansal kaynaklar ve çizgisel kaynaklar olarak üçe ayrılır. Enerji santralleri, petrol rafinerileri ve uzun bacalı tüm fabrikalar noktasal kaynaklar grubu içerisinde değerlendirilir. Yerleşim bölgeleri, iş merkezleri, hastaneler ve okullar gibi ısınma ağırlıklı birimler ise alansal kaynaklara aittir. Araç emisyonlarının sebep olduğu trafik yükleri çizgisel kaynaklar grubuna aittir. Bunlara ek olarak endüstriyel işlemler esnasında oluşan hava kirletici kaynaklarla birlikte diğer kaynaklar olarak adlandırılan kirleticilerde bulunmaktadır. Endüstriyel kaynakları; minarellerin işlenmesi, metalürjik işlemler, inorganik ve organik kimyasal işlemler, kağıt üretimi, atıkların bertaraf edildiği tesisler, nükleer tesisler endüstriyel kirletici kaynakları olarak sayılır. Endüstriler ise demir çelik ve metal endüstrisi, maden endüstrisi, kimya endüstrisi, petrol endüstrisi, kağıt endüstrisi, tekstil endüstrisi, lastik endüstrisi, cam endüstrisi, çimento endüstrisi olarak sayılabilir.⁸⁸

Diğer kaynaklar ise çöplerin yanması, inşaat faaliyetleri ve içerisinde fazla miktarda organik kimyasal kirleticiler içeren su kütlelerinin anaerobik bozulması ve atmosfere pis kokular (H₂S gibi) bırakması şeklinde sıralanabilir.⁸⁹

Atmosferdeki havaya çeşitli miktarlarda kirletici maddeler karışmaktadır. Tablo 4’de bir yıl içinde havaya karışan kirletici faktörleri ve miktarları verilmiştir.

Tablo 4. Yıl İçinde Havaya Karışan Kirletici Faktörler

Katı Madde Atıkları	11 milyon ton/yıl
Endüstri Faaliyetleri	29 milyon ton/yıl
Orman Yangınları	37 milyon ton/yıl
Sabit Enerji Tesisleri	46 milyon ton/yıl
Ulaşım Faaliyetleri	90 milyon ton/yıl
Toplam	213 milyon ton/yıl

Kaynak : İsmail Gökdayı, Çevrenin Geleceği, s.80

⁸⁸ İncecik; a.g.e., ss: 14-19; Gökdayı; a.g.e., s.80; Mtezinoğlu; a.g.e., s.8

⁸⁹ Gökdayı; a.g.e., s.80; İncecik; a.g.e., ss:19-21

Tabloda verilen rakamlar karşılaştırıldığında havayı kirleten önemli faktör, ulaşım faaliyetleridir. Ulaşımında yenilenemeyen enerji kaynakları olan petrole dayalı enerji türleri kullanımından dolayı çeşitli gazlar ve partiküler maddeler çıkarak ortamı kirletmekte ve bunlar daha sonra atmosfere karışmaktadır.

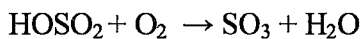
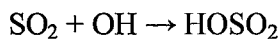
Motorlu taşıtların hızla artması, sanayileşme ve endüstriyel gelişmeye paralel olarak kentlerin büyümesi toplum konforunu arttırırken, bunların sebep olduğu kirlenme doğal hava kirliliğinden daha fazladır. Yakıt ve benzeri maddelerin yakılması, birçok kimyasal maddelerin üretimi, ayrışması, buharlaşması gibi işlemler sonucu, başta kükürtdioksit gibi toksit gazlar olmak üzere, is, toz, duman gibi asılı katı partiküller ve bunların içinde küçük parçacıklar halinde bulunan kanserojen elementler çevreye ve atmosfere geçerek havayı kirletirler. Egzos gazları birleşerek güneş ışığıyla reaksiyona girer ve fotokimyasal dumanlı sis (zehirli duman) yaratırlar.

Hava kirleticiler birincil ve ikincil kirleticiler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Birincil kirleticiler, kaynaktan atmosfere doğrudan bırakılan kirleticilerdir. İkincil kirleticiler, atmosferde bulunan birincil kirleticiler ile atmosferik özellikler arasındaki kimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşur.

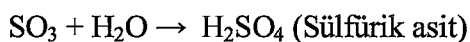
Birincil kirleticiler

Kükürt oksitler (SO_x)

Hava kirliliğinde önemli bölümü oluşturur. Gaz halindeki kirleticiler olup çoğunlukla fosil yakıtların yanması sonucunda meydana gelirler. En kirletici ve en çok bulunanları SO₂ (kükürt dioksit) ve SO₃ (kükürt trioksit) tür. SO₂ atmosfere yayıldıktan sonra bir dizi reaksiyona uğramaktadır.



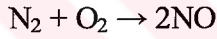
Havadan ağır olan bu iki gaz kolaylıkla suda çözünüp aside dönüşebilir.



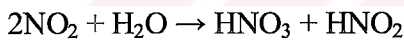
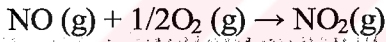
Bu asitler, havada yoğunlaşır asit yağmuru olarak yeryüzüne döner. Kükürtlü gazların en önemli etkisi asit yağışları meydana getirmesidir. Bu gazların havaya yayılmasında petrol rafinerileri, termoelektrik santralleri ve demir eritme tesisleri birinci derecede sorumludur. Kükürt oksitler organizmanın bazı salgılarıyla temas ettiğinde kükürt, asite dönüşür ve kronik bronşite yol açar.⁹⁰

Azotoksitler (NOx)

Yanma sonucunda ve yanmanın tüm şekillerinde meydana gelmektedir. Atmosferde en çok bulunan şekli NO (Azotmonoksit) ve NO₂ (Azotdioksit)dir. Bu gazlar ateşlemeli motorlarda yüksek ısıda azotun oksijenle birlikte yanmasından oluşur. Yüksek ısılarda şimşek çakması (yıldırım), orman yangınları ve topraktaki mikrobiyolojik prosesler sırasında havada kendiliğinden de oluşabilir.



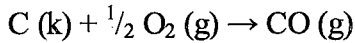
Havadaki oranı, büyük ölçüde o bölgedeki motorlu araçlar, termik santraller ve petrol rafinerisi sayısı ile paralellik gösterir. NO hava ile temas ettiğinde yükseltgenerek NO₂'ye dönüşür. NO₂ rahatlıkla suda çözünür asit çözeltilisi oluşturabilir, asit yağmurlarına etkileri vardır.



Azot dioksit solunması kalp, akciğer ve karaciğer rahatsızlıklarına ve solunum yolu hastalıklarına yol açar.⁹¹

Karbonmonoksit (CO)

Karbonun oksijenle birlikte yanmasıyla açığa çıkan bir gazdır. Oksijenin yetersiz olduğu yanma reaksiyonlarında karbon monoksit oluşur.



Yanma reaksiyonlarında yeterli oksijen varsa karbonmonoksit yerine karbondioksit oluşur.



⁹⁰ İncecik; a.g.e., ss: 26-30; Karpuzcu; a.g.e., s.139; Hun; a.g.m., s. 57

⁹¹ İncecik; a.g.e., ss:30-31; Müezzinoğlu; a.g.e., s.21; Karpuzcu; a.g.e., s.140

Karbonmonoksit renksiz, kokusuz ve çok zehirli bir gazdır. Karbonmonoksit üretiminin %70'i ulaşım sektöründen kaynaklanmaktadır. Şehir havasında bulunan CO insan sağlığına önemli etkilerde bulunmaktadır. Bu etkilerden en önemlisi kandaki vücut hücrelerinin oksijen taşıma kabiliyetini ortadan kaldırmasıdır. Yetişkin bir insan, yarım saat boyunca, %1 oranında karbon monoksit içeren bir odada kapalı kalırsa, vücudun oksijen miktarı azaldığı için kısa sürede yaşamını yitirir. Karbondioksit (CO₂) atmosferde birikerek atmosferin özelliklerini etkilemekte ve **sera etkisi** yaratarak iklim değişikliğine neden olmaktadır.⁹²

Hidrokarbonlar

Metan, bütan, benzen gibi karbon ve hidrojenden meydana gelen bileşiklerdir. Kömür, petrol, doğal gaz ve benzinin yanması ile endüstriyel çözücülerden meydana gelmektedir. Hidrokarbon üretiminde birinci dereceden sorumlu, trafiğe çıkan taşıtlardır. Motorlu taşıtlarda kullanılan petrolün, tam olarak yanmaması etilen (C₂H₄) ve benzen (C₆H₆) gibi hidrokarbonların çevreye salınmasına neden olur. Hidrokarbonlar, havadaki başka kimyasal maddelerle tepkimeye girdiğinde, gözlere ve solunum yollarına zarar verirler. Benzen gibi bazı hidrokarbonların kanser yapıcı etkileri de vardır. Bu kirleticilerle, atmosferik özelliklerin oluşturduğu kimyasal reaksiyonların en önemlileri ise fotokimyasal olaylardır, bunlardan özellikle floroklorokarbonlar (CFC), güneşten gelen zararlı UV (ultraviyole) ışınlarına karşı yeryüzünü koruyan ozon tabakasında büyük tahribata yol açmaktadır.⁹³

Partiküller

Partiküller atmosferde standart şartlarda katı ya da sıvı halde bulunan birleşmemiş su dışındaki maddelerdir. Bunlar 0.1 – 100 µm (0.0002-500µm) arasında değişir. Partiküllerin bir alt grubu olan tozlar ise bir gaz ortamında asılı halde bulunan katı partiküllerdir. Duman, yanma işleminin tam olarak meydana gelmediği durumlarda çıkan gaz orjinli küçük karbon partiküllerini, is tam olmayan yanma işleminde karbon partiküllerin katranla birleşmesini, uçucu kül ise yanma sonucunda baca gazlarındaki

⁹² İncecik; a.g.e., s.31; Müezzinoğlu; a.g.e., ss:16-18; Karpuzcu; a.g.e., s.135

⁹³ İncecik; a.g.e., s.32; Müezzinoğlu; a.g.e., ss: 20-21; Hun; a.g.m., s. 58; Özey; a.g.e., s.109

yanmamış ince kül parçacıklarını ifade eder. Partiküllerin ana kaynaklarını çimento fabrikaları, metal endüstrisi ile araçlar oluştururken, volkanlar ile havada kendiliğinden de oluşabilir.⁹⁴ Partiküllerin çeşitli maruz kalınma sürelerinde etkileri Tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5. Partiküllerin Etkileri

Derişim $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etki	Düşünceler
60-180 (Yıllık Ortalama)	Çelik ve diğer metalik malzemede paslanma	Yıllık ortalamaadaki değerlerdir.
150	Görüş mesafesi 9 km'nin altınadüşer	Bağıl nem %70'den aşağı olduğu hallerde
100-150	Doğrudan güneş ışınları 1/3 azalır	
100-130	Çocuklarda solunum yolları rahatsızlıklarının başlaması	SO ₂ 'nin 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten fazla olduğu durumlarda
300(Günlükortalama)	Kronik bronşitli hastalarda krizlerin ciddileşmesi	SO ₂ 'nin 630 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten fazla olduğu durumlarda
750 (Günlük ortalama)	Ölüm olaylarında artış ve hastalanmalar	SO ₂ 'nin 715 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten fazla olduğu durumlarda

Kaynak: Aysen Müezzinoğlu, Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları, s.16

Kurşun (Pb)

Benzinin içinde bulunan bir metaldir. Emaye ve cam üretiminde de kullanılır. Eğer herhangi bir şekilde kurşun organizmaya girerse, metabolizma tarafından yok edilemez. Sonunda kana karışan kurşun, öğrenme zorluğu, davranış bozuklukları, dikkatsizlik, baş ve karın ağrıları, zayıflama, beyin ve sinir sistemlerini tahrip eder, felç ve ölümle sonuçlanan rahatsızlıklara sebep olmaktadır. Kurşun için, uluslararası kuruluşlarca; yıllık ortalamasının kent havasında $2\text{g}/\text{m}^3$ 'ü geçmemesinin ve motorlu taşıt trafiğinin yoğun bulunduğu kesimlerde aylık ortalama değerinin $8\text{g}/\text{m}^3$ değerini aşmamasının sağlanması gerektiği şeklinde öneriler yapılmıştır.⁹⁵

⁹⁴ İncecik; a.g.e., ss: 32-33; Müezzinoğlu; a.g.e., s.15

⁹⁵ Müezzinoğlu; a.g.e., s.22; Özey; a.g.e., s.113

İkincil Kirleticiler

Atmosferde reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan kirleticiler olup en önemlisi fotokimyasal oluşumlardır. Otomobil egzozlarından bırakılan bileşikler özellikle ikincil kirleticilerin oluşturulmasında etkilidir. Atmosferde insan faaliyetleri sonucu yapay sis oluşumuna smog adı verilir. Atmosferde oksitleyici maddelerle hidrokarbonlar arasında meydana gelen ve gün ışığıyla ilişkili fotokimyasal reaksiyonlar olması halinde fotokimyasal smog adını alır. Yazın meydana gelen fotokimyasal smogun sebebi araç emisyonları ve etkin güneş radyasyonudur. Kış mevsiminde ise kömür gibi kükürt içerikli yakıtların yanması sonrasında meydana gelen smogdan farklıdır. Hidrokarbonların motorlu araçların egzozlarından azot oksitlerle beraber salınmaları nedeniyle fotokimyasal smog yaz mevsiminin tipik bir kirlenme şekli olarak kabul edilmektedir. Fotokimyasal smog basit olarak aşağıdaki eşitlikle gösterilmektedir.⁹⁶

Hidrokarbonlar + NO_x + Güneş ışığı → Fotokimyasal smog

4.3.Hava Kirliliğinin Etkileri

Hava kirliliği, insan ve hayvanların sağlıklarını, bitki örtüsüne, toprak ve malzemelerin bozulmasına, iklim üzerinde değişikliklere, görünürlüğün azalmasına yol açmaktadır.

4.3.1. İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Yaşamın unsuru olan hava, insanlara solunum olanağı yarattığına göre, havadaki kirliliğin insan sağlığı yönünden önemi açıktır. Havanın taşıdığı karbon parçacıkları, ozon, karbonmonoksit, kükürtdioksit, hidrokarbonlar ve kanserojen maddeler gibi kirleticiler insanların sağlığı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Etkileri bulantı, kusma, iştahsızlık, gibi huzur bozucu etkiler, kanser yapıcı etki, ve ani ölümler olarak sıralanabilir.⁹⁷ Tablo 6'da hava kirliliğinin insan sağlığı üzerine etkileri yer almaktadır.

⁹⁶ İncecik; a.g.e., ss: 34-35; Müezzinoğlu; a.g.e., ss: 25-28; Karpuzcu; a.g.e., ss:141-142

⁹⁷ Tuncel; Güllü; a.g.e., ss:27-28; İncecik; a.g.e., ss:45-46; Ferruh Ertürk, Hava Kirliliğinin Çevre Üzerine Etkileri, Hava Kirliliği Kaynakları ve Kontrolü, Gebze:Tübitak-Marmara Araştırma Merkezi,1973, ss:17-23; Müezzinoğlu; a.g.e.,ss: 31-34; Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, s.52

Tablo 6. Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Kirleticiler	Etkileri
Karbonmonoksit(CO)	Kan dolaşımında oksijen taşınımının aksamaması, sinir sisteminde meydana gelen olumsuz etkiler, baş ağrısı, kalp rahatsızlıklarında artış
Azotdioksit(NO ₂)	Solunum yollarındaki patajonik değişimler
Ozon(O ₃)	Pulmoner fonksiyonlardaki rahatsızlık
PAN ve Aldehitler	Gözlerde tahriş
SO ₂ ve partiküller	Akut ve kronik solunum yolları hastalıklarında artış

Kaynak: İsmail Gökdayı, ,Çevrenin Geleceği, s.81

4.3.2.Tabiata Etkileri

4.3.2.1.İklim Etkileri

Hava kirliliğinin iklime etkisi yerel ve global düzeyde olmaktadır. Yerel düzeyde, yerleşim alanlarında bulunan kirleticiler yüzeye ulaşan güneş ışınlarını yansıtmakta, dağıtmakta ve az da olsa absorbe etmektedir. Bu olayların, yerleşim alanlarında bazı meteorolojik farklılaşmalara sebep olmaları beklenir. Yerleşim alanları yerkürenin çok küçük bir kısmını oluştururken, global ölçekte kirlilik bütün dünyayı etkilediğinden çok daha önemlidir. Global ölçekte hava kirliliğinin iki örneği sera etkisi ve ozon tabakasındaki incelmedir. Hava kirliliği atmosferin yapısını ve dolayısıyla iklimi de etkilemektedir. İklim değişikliği iki ayrı nedenden kaynaklanmaktadır. Birinci neden, enerji tüketiminin direkt etkisidir. İkinci neden ise, enerji tüketiminin fosil, hidrokarbon türü yakıtlara dayalı olması ve fosil yakıt yanma ürünleri CO₂, SO₂ partikül gibi kirleticilerin, atmosferdeki konsantrasyonunun artmasından kaynaklanan sera etkisidir. Kullanılan fosil yakıtların yanması nedeniyle ev ve fabrika bacalarından, egzoz borularından, kirli atıklar dışında büyük oranda ısı da çıkmaktadır. Havaya verilen ısı özellikle kentlerde iklim değişikliklerine yol açmaktadır.⁹⁸

⁹⁸ İncecik; a.g.e., s.47; Tuncel; Güllü; a.g.e., s.29; 21.yy'a girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSIAD, Aralık, 1998, s.231; Ferruh Ertürk, "Hava Kirliliğinin Küresel Ölçekteki Etkileri ve Alınması Gereken Tedbirler", Çevre Teknolojisi Uygulayıcılar Derneği Yayını, Kasım 2002, Sayı:25, s.12

4.3.2.2.Karbondioksit ve Küresel Isınma

Hava kirliliği açısından önemli bir sorun atmosferdeki CO₂ miktarındaki artıştır. Hava kirliliği nedeniyle iklim dengesinde meydana gelen bozulmaların doğal çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratacağı açıktır. Son yıllarda, iklim dengesizliklerinin çok kısa sürelerde ortaya çıkmasının nedeni, çeşitli insan faaliyetlerinden kaynaklanan yapay müdahalelerdir. Söz konusu yapay müdahaleler sonucunda yeryüzündeki ısının artması, kutup bölgelerinin buzlarının erimesi ve kıyılarda suların yükselmesi şeklinde etkileyecek gelişmeleri beraberinde getirir. Son yüzyılda atmosferdeki CO₂ miktarı %15 den daha fazla artmış ve çevre sistemdeki karbon döngüsünün doğal dengesini önemli ölçüde değiştirmiştir. Bu durumun iklim üzerinde etkili olacağı ve dünya üzerindeki sıcaklığı arttıracığı, hatta kutuplardaki buzulların erimesi sonucunda önemli sonuçlar meydana getirebileceği ileri sürülmektedir. Atmosferdeki CO₂ miktarının yeryüzü üzerinde bir sera etkisi yarattığı yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir. Atmosferdeki CO₂ kütlesi, bir seradaki camın işlevine benzer şekilde güneş ışınlarının içeriye girmesini engellemez, ancak yeryüzüne ulaştıktan sonra ısı enerjisine dönüşen bu ışınların tekrar atmosfere geri dönmesine engel olarak, içerideki ısının yeniden dışarı çıkmasını önlemekte ve dünyadaki ısının artmasına yol açmaktadır.⁹⁹

Bazı hesaplara göre 2000 yılında %20 ye varması beklenen CO₂ artışı dünya ısısının 0.5 °C kadar arttırabilecektir. Ayrıca klimatogların hesaplarına göre, ortalama dünya ısısının 1 ile 2 derece artması halinde, buzulların erimesi karaların %20'sinin sular altında kalmasına yol açabilecektir. Atmosferdeki bazı gazlar sonucu ortaya çıkan global ısınmada, fosil yakıtların tüketilmesi ve ormanların tahribinden kaynaklanan CO₂ gazı ile sanayi ve tarımsal atıklardan ortaya çıkan metan gazı önemli paya sahiptir. Bu nedenle iklim istikrarsızlıklarını önleme konusunda özellikle CO₂ emisyonlarının kontrol altına alınması gerekmektedir.¹⁰⁰

⁹⁹Incecik; a.g.e., s.47; L.R.Brown, Yirmidokuzuncu Gün, İstanbul: İ.Ü. İşletme İktisadi Enstitüsü Yayını, 1979, s.58; Ertürk, Çevre Bil.Giriş, s.51; Ertürk, Çevre Politikaları, s.68; Erdoğan; Ejder; a.g.e., ss:5-6

¹⁰⁰ G.Subaş, Çevre Sorunları ve Kalkınma, U.Ü Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa: 1993, s.15; Ertürk, Çevre Bil.Giriş, s.68; Ferruh Ertürk, a.g.m., s.11; Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, s.51,

Atmosferde bulunan CO₂, Metan, Azot, CFC (kloroflorokarbon) gibi 39 tür gaz yeryüzüne gelen ısı dalgalarını tutarak dünyanın ortalama 15°C ısınmasına yol açmaktadır. Eğer böyle bir durum olmasaydı dünyadaki sıcaklık -18°C olurdu. Ancak atmosferdeki doğal gazların oranının yapay olarak değişmeye başladığı andan beri yeryüzüne gelen ısı dalgalarının tutulması ve dünyanın ortalama sıcaklığı artmıştır.

Atmosferdeki karbondioksit gazı sanayi devriminden sonra başlayan hızlı büyüme eğilimine koşut olarak yüzey sıcaklıklarında artışa neden olmuştur. Atmosferdeki CO₂ miktarı 150.000 yıldan bu yana en yüksek düzeye ulaşmıştır ve artarak devam etmektedir. 1886 yılında dünyanın ortalama ısısı 14, 5°C iken, en sıcak yıl olan 1995'de ortalama sıcaklık 15, 4°C'a yükselmiştir, 0, 9°C artış görülmüştür. 2020 yılında ortalama sıcaklık artışının 3°C, 100 yıl sonra ise 5°C olabileceği tahmin edilmiştir. Bu durum kutuplardaki buzulların erimesini beraberinde getireceği endişesini akıllara getirmektedir.

Isınma ile beklenen diğer olumsuz etkiler arasında, yeryüzünün bazı bölgelerinde kuraklık, bazı bölgelerinde de aşırı yağış ve sellerin olacağı, orman ve çayır yangını, taşkın ve sıcaklık dalgası gibi olayların artacağı, zararlı böcek sürülerinin ortaya çıkması, su ekosistemlerinin büyük zarar görmesi, kıtalar arasındaki ısı farkları artacağından dolayı fırtınaların sıklığı ve şiddetinin artması, deniz seviyelerinin yükselmesi, kıyıların sular altında kalması, tarım alanlarında inanılmaz kayıpların olabilmesi, erozyon nedeniyle toprağın niteliğinin düşmesi, iklim değişikliği sonucu kışlar daha kısa ve ılık, yazlar uzun ve sıcak olacağı, bu değişim hem insanların hem de diğer canlıların yaşamlarını etkileyecektir.

Doğal olarak tüm bu olumsuz etkiler, hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak, birçok hayvan türünün beslenme düzeninin değişmesine, yaşam alanlarının daralmasına ve büyük göçlere neden olabilecektir. Yeni koşullara uyum sağlayamayan çok sayıda bitki, böcek ve kuş türü ortadan kalkabilecektir. Yani global

ısınma hiçte gözardı edilecek bir konu değildir. Çünkü her etkisi ile dünyayı doğrudan etkilemekte ve şimdilerde etkilerini yavaş yavaş göstermektedir.¹⁰¹

İklim değişikliği sorununun çözümüne yönelik olarak sanayileşmiş ülkelerin karbondioksit emisyonlarını azaltmalarına ilişkin çabaları, diğer ülkeleri enerjinin verimli kullanımı, enerji tasarrufu, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ilkesine yönlendirmektedir. Sera etkisi yaratacak gaz emisyonuna yönelik faaliyetler sürdürülürken, emisyonların ortadan kaldırılmasına önemli etkisi olan alıcı ortamların yaratılması için ağaçlandırma ve ormanların korunması projelerinin teşviki önemlidir.¹⁰²

Küresel ısınmanın nedenleri biliniyor olmasına rağmen sonuçları konusunda bilimadamları henüz tam bir fikir birliğine varılmış değildir. 1990'da Birleşmiş Milletlerin kurduğu Uluslararası İklim Değişikliği Paneli 21.yy boyunca küresel ortalama hava sıcaklığındaki artış oranı her on yıl için yaklaşık 0.3 °C olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak 21.yüzyılın sonuna kadar ortalama deniz seviyesinin 65 cm kadar yükselebileceği ve termal olarak genişlemesi beklenmektedir.¹⁰³

Atmosfer ile ilgili alanlarda çalışan bilim adamlarının en önemli gündem maddelerinden birini uzun zamandan beri ozon tabakasındaki incelleme oluşturmaktadır. Ozonun en önemli düşmanı kloroflorokarbon (CFC) gazlarıdır. CFC, General Motor'un bir kimyacı tarafından 1928 yılında bulundu ve deodorant spreylerinde, buzdolaplarında, plastik köpük yapımında ve klimalarda kullanılmaktadır. 1992'de Kopenhag'da yapılan toplantıda ise CFC'lerin gelişmiş ülkelerde 1996'da, gelişmekte olan ülkelere ise 2010 yılında tamamen üretimden kaldırılması kararlaştırıldı. 1996'da, yapılan çalışmalarla milletler arası protokollere uyulması halinde ozon tabakasının kendini tamir edebildiğinin 21. yüzyılda gözlenebileceği tahmini öne sürüldü. CFC'lerin ozonu tahrip etme mekanizması S. Rowland ve M. Molina tarafından tespit edildi ve bilim adamları 1955

¹⁰¹Ertürk, Çevre Politikaları, ss: 26-27; 21.yy'a girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Aralık, 1998, ss: 231-233, Ertürk; a.g.m., s.12; Tarım ve Köy Dergisi, Sayı 137, Ocak-Şubat 2000; Gökdayı; a.g.e., s.94; Tont; a.g.e., s.159; Göksel N.Demirer, Tezcan E. Abay, Ekoloji Politik, Maki Basın Yayın, Ankara, Kasım 2000, s. 109; Özey; a.g.e., s.124 ; www.cevre.gov.tr, 6.05.2003, İklim Değişikliği Sözleşmesi, s.3; Dunn; a.g.m., s. 125; Cristopher Flavin, "İklim Değişiminin Yol Açtığı Risklerle Mücadele", Dünyanın Durumu 1996, Ankara. 1997, Tübitak -Tema., s.28

¹⁰² UNCED 1992 Ulusal Rapor (Temel Yaklaşımlar), T.C. Çevre Bakanlığı Yayını, Ankara:1991, s.16

¹⁰³Gökdayı; a.g.e., s.94; Sarıyel, D., "Dünyanın İklimi Değişiyor : Küresel Isınma," Bilim ve Teknik Dergisi, 1994

Kimya Nobeli ile mükafatlandırıldı. Açıklanan mekanizmaya göre; stratosfere ulaşan bir CFCl_3 molekülü yoğun ultraviyole ışınlarının tesiriyle bir klor atomunu bırakarak CFCl_2 haline gelmekte, tek başına kalan klor atomu artık tam bir ozon katili durumunu almaktadır. Çünkü bu klor atomu, ozon molekülü ile (O_3) reaksiyona girerek bir oksijen molekülü (O_2) ve klormonoksit (ClO) meydana getirir. Ancak işlem burada bitmez, ortamda bol miktarda bulunan bir oksijen atomu klormonoksit ile etkileşir ve oksijen atomu, molekül haline (O_2) gelir. Klor atomu da yeniden tek başına kalarak yeni bir ozon molekülünü parçalayıp ortama oksijen molekülü ile bir klormonoksit çıkmasına sebep olur ve bu işlem stratosferde devamlı tekrarlanır durur. Bu mekanizmanın tespiti ile CFC'lerin ne kadar tehlikeli olduğu ortaya net bir şekilde konmuştur.¹⁰⁴ Amerikan Bilimleri Akademisi fluorokarbon gazının 1973'deki düzeyinde yayılması halinde atmosferdeki ozon miktarının 50 yıl içinde %3.5 oranında azalacağını varsayıyor. Bir başka etkisi de dünya ısısında genel bir yükselme biçiminde belirecek, CFC gazının 1973'deki düzeyinde havaya salınması halinde, dünyamızda ısının %1 oranında artacağı varsayılıyor.¹⁰⁵ Ozon tabakasının incilmesi gibi, iklim değişikliğine neden olan sera etkisi 1960'larda tahmin edilmişti. Güney kutbundaki buzulların erimesi sera etkisinin en güzel kanıtı idi. Atmosferdeki değişimler yeryüzünün hızla ısınmasına neden olmakta ve bu değişime havada biriken CO_2 olmak üzere diğer bazı gazların emisyonları yol açmaktadır. CFC, metan ve azotdioksitin yanında CO_2 'in sera etkisi yaratması ve iklim değişikliğine payı %50 ile en fazla olan sera gazıdır, CFC' nin payı % 14 ve partiküller ve bazı temizlik maddelerinin kullanımından kaynaklanmaktadır. Metan gazı ise pirinç ve sığır üretimi sırasında oluşmaktadır ve az gelişmiş ülkelerde yoğun olarak atmosfere karışmaktadır. 1987 yılında çevre hukukunda bir dönüm noktası olan ozon tabakasına zarar veren maddeler üzerine Montreal Protokolü ile CFC' ler, halonlar, HCFC' ler ve metil bromid dahil olmak üzere 95 kimyasalın aşamalı olarak kullanımı ve üretimine son verilmesini zorunlu kılıyor. Bilim adamları Montreal Protokolündeki hükümlerine uyulması halinde, ozon tabakasının birkaç yıl içinde toparlanmaya başlayacağını düşünüyor. Ülkelerin büyük bir bölümü Montreal Protokolündeki yükümlülükleri yerine

¹⁰⁴ Erdoğan; Ejder; a.g.e., s.8; Ertürk; a.g.m., s.14; Kışlalıoğlu; Berkes; a.g.e., ss:68-70

¹⁰⁵ Avrupa Topluluğu Komisyonu Enformasyon Temsilciliği, Avrupa'da Çevre Sorunları; 1979

getirdiler. Kimyasalların alternatiflerinin geliştirilmesiyle 1997 yılında CFC üretimi 1986 düzeyinin %85 altına indi.¹⁰⁶ Yasadışı CFC ticareti Montreal Protokolü'nün ruhunu ihlal ediyor ve küresel olarak CFC üretimine son verme girişimlerinin etkisini azaltıyor. Kaçak CFC'lerin büyük kısmının Çin ve Hindistan'da üretildiği, Dünya CFC üretiminin yarısını ellerinde tuttukları tahmin edilmektedir. Otomobil klimaları, buzdolabı soğutucularında kullanılmak için Freon (CFC-12'nin ticari adı) gibi maddeler ABD ve Avrupa gibi CFC karaborsasının olduğu ülkelere gönderiliyor. Gönderilen yeni CFC'ler geri dönüştürülmüş madde veya CFC ikame maddesi olarak sevk edilerek Montreal Protokolü'nün ve yasalardaki boşluklardan yararlanarak ve bu kimyasalların renksiz ve kokusuz olması da bu maddelerin gizlenmesinde avantaj sağlıyor.¹⁰⁷ Tablo 7'de sera gazlarının ve kaynaklarını göstermektedir. Fosil yakıtların kullanılması ile atmosfere salınan CO miktarı yılda 6 milyar tondur. Atmosferdeki CO miktarı %25 oranında artmıştır. CH₄ gazı 1750'lerdeki miktarına göre yaklaşık iki katına çıkmıştır. N₂O miktarındaki artış son 40-50 yılda oldukça fazladır. Sera gazlarının etkinlikleri ve atmosferik miktarlarındaki artışlar gözönünde bulundurulduğunda global ısınmaya katkıları şöyledir; CO - %60; CH₄ - %20; CFC - %13; N₂O - %6.¹⁰⁸

Tablo 7. Sera Gazları ve Kaynakları

SERA GAZLARI	KAYNAKLAR
Karbondioksit (CO₂)	Fosil yakıtlar, orman tahribi ve toprak kullanımındaki değişiklikler, çimento üretimi
Metan (CH₄)	Çeltik tarlalarından; biomass (ağaç, atık) yakma ve çürümesi, fosil yakıt üretiminden; hayvansal ve ev kaynaklı atıklardan, doğal gazların salınımından, geviş getiren hayvanların midelerinde oluşan fermantasyon.
CFC	CFC'ler soğutucular, çözücüler, aerosol, spreyler, köpük paketleme vb. alanlarda kullanılmak için üretilir.
Diazotmonoksit (N₂O)	Tarımsal gübreler (azotlu gübreler); naylon üretimi; fosil yakıtlar, toprakları tarım için kullanmaya dönüştürme; otomobillerde üç yollu katalitik dönüştürücülerden.

Kaynak: Erdoğan; Ejder, Çevre Sorunları; Nedenler, Çözümler, s.5

¹⁰⁶ Hillary French; Lisa Mastny, "Atmosfere Saldırıları", Dünyanın Durumu 2001, Tema Vakfı Yayınları, s.268; Özey, a.g.e., ss.120-121

¹⁰⁷ French; Mastny; a.g.m., s.269

¹⁰⁸ Erdoğan; Ejder, a.g.e., s.5

Küresel ısınmaya yönelik, fosil yakıt kullanımını terkederek bunun yanında güneş, jeotermal, rüzgar, hidrojen ve biyokütle gibi yenilenebilir enerjilere yönelinmesi, motorlu araçların kullanımının azaltılması toplu taşımaya daha çok yönelinmesi, nüfus artışını engellemek gibi çözüm önerileri sıralanabilir.

4.3.2.3. Hayvan ve Bitkilere Etkileri

İnsanlar dışında hayvanlar ve bitkiler de hava kirliliğinin etkisi ile karşı karşıyadır. Hayvanlarda kronik zehirlenmeler görülür, ağır metaller, arsenik, kurşun vb kirleticilerin üzerine çökelediği otların yenmesiyle görülür. Hayvanların zehirlenmesine neden olur. Hava kirliliğini meydana getiren gazlar, bitkilerin solunumu sırasında gözeneklerinden içeri girerek fotosentezi yavaşlatır. Özellikle tarımsal bitkilerdeki bu olumsuz etki, bir ölçüde ürün azalmasına sebep olur. Ağaçların yapraklarında görülen renk bozulmaları, yaprak dokularının harap olması da hava kirliliği yüzündendir. Hava kirliliği yüzünden ağaçların yapraklarındaki klorofilli hücreler tahrip olmakta, ağaçlar daha daryıllık halkalar yaparak daha az odun üretmektedir. Bozuk orman alanlarının ağaçlandırılarak verimli ormanlara dönüştürülmesinin sonucunda sera gazı oluşumunun önlenmesi ile ormanların hava kirliliğinden etkilenmeleri ve asit yağmurları ağaçların yıllık halkaları oluşturmaya engeldir. Uluslararası bir kirlilik sorununun ortaya çıkmasının en iyi örneklerinden birisi, fosil yakıt kullanımı ile doğrudan bağlantılı olan asit yağmurlarının geçinişidir. Asit yağmurları ilk kez 1850'de İngiliz sanayileşmesinin merkezlerinden olan Manchester'da tanımlandı. Asit yağmurları, CO₂, SO₂, NO_x gibi suyla birleşince asit oluşturan, gaz kirleticilerin bulutlar içerisinde tutulup, asit yağmurları yağdırmasına verilen addır.¹⁰⁹

Asit yağmuru başlangıçta, fabrikaların ve güç istasyonlarının birçoğunda bacaların kısa oluşu sebebiyle sanayi merkezlerinin çevresinde görülen bölgesel bir olaydı. Fosil yakıtların daha yoğun kullanımı, sanayi üretiminin artması ve çok uzun bacalar yapılmasını öngören yanlış politikaların izlenmesi sonucunda, asit yağmurları hem sanayi merkezlerinin hem de rüzgar yönünde yayılan dünya çapında bir sorun haline geldi. Fabrika bacalarından ve egzoslardan çıkan kükürt dioksit ve azotoksit gazları havaya karışıp, buhar halindeki su ve oksijenle reaksiyona girerek sülfirik asit ve nitrik asite dönüşmektedir. Asitli su buharı

¹⁰⁹ Ponting; a.g.e., s. 320; Müezzinoğlu; a.g.e., ss: 19,35-37; Tuncel; Güllü; a.g.e., ss:29-30; Karpuzcu; a.g.e., ss:148-151

bulutlar ve hava akımıyla çok uzak yerlere taşınabilir. Daha sonra da toprağa yağmur olarak düşüp bitkilerin kurummasına sebep olur. Sülfirik asit'in yağmur suyu ile yıkanması sonucu meydana gelen asit yağmurları orman alanlarına zarar vermektedir. Ekosistemler üzerindeki en büyük etkenlerden biri de dere, nehir ve göllerin yavaş yavaş asitlenmesi ve bu durum fauna üzerinde de etkiler yaratmaktadır. Florada bu durumdan etkilenmektedir. Ayrıca asit yağmuru binalar üzerinde doğrudan ve aşındırıcı etkiye neden olmaktadır.¹¹⁰

4.3.2.4. Malzeme Üzerine Zararlar

Hava kirliliğinin malzemeler üzerindeki etkileri bina yüzeylerinin, elbise ve çamaşırların sık sık kirlenip tozlanması ve eşyalar üzerinde lekeler meydana getirmesidir. En belirgin örneği, is ile olan kirlenmedir. Hava kirletici maddeler yapıların taş ve metal kısımlarında zararlara sebep olmaktadır. Malzeme zararları üzerinde en çok etkiye asitler, çeşitli oksitleyiciler gibi endüstriyel işlemlerle çıkan partiküller yol açmaktadır, etkileri ise korozyonu hızlandırmalarıdır.¹¹¹

4.3.2.5. Görünürlüğün Azalması

Hava kirleticilerinin diğer bir etkisi de görüş mesafesini azaltmasıdır. Görünürlüğün azalmasına neden olan kirleticiler, kömür yakıtlarının yanması sonucu çıkan partiküller ile fotokimyasal smog gibi ikincil kirleticilerdir. Çapları 0, 3-0, 6 mikron arasında değişen partiküller görüş uzaklığının azalmasına sebep olur. Bu tür hava kirliliği etkisi, kömür yakıt kullanan şehirlerin bir çoğunda görülmektedir.¹¹²

5. Ekonomik Kalkınma ve Enerjide Sürdürülebilirlik

Bir toplumun ekonomik etkinliğe sahip olabilmesi için hem kaynakların üretiminde hem de gelirin dağılımında etkinliğin sağlanması gerekmektedir. Ekonomik kalkınma genel anlamda toplumun istediği mal ve hizmetleri üretebilme kapasitesinin artırılması olarak tanımlanabilir.¹¹³ Bir toplumda ekonomik kalkınma gayri safi milli hasıladaki (GSMH)¹¹⁴

¹¹⁰ Çepel, Doğa Çevre Ekoloji, s.42; Ponting; a.g.e., s.321; Özey; a.g.e., s.116

¹¹¹ İncecik; a.g.e., s.43; Müezzinoğlu; a.g.e., ss:37-38; Tuncel; Güllü; a.g.e., s.30; Karpuzcu, a.g.e., s.151

¹¹² İncecik; a.g.e., s.43; Müezzinoğlu; a.g.e., s.38; Karpuzcu; a.g.e., s.151

¹¹³ Yalçın Acar, Büyüme Teorileri, Vıpaş A.Ş. Yayınları, 1998, ss: 1-6

¹¹⁴ Bir ekonomideki bir yılda üretilen tamamlanmış mal ve hizmetlerin gayri safi miktarının piyasa fiyatına göre kıymetleri toplamıdır. Bkz; Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, s. 72; Acar, a.g.e., ss: 8-9

artış oranları ile ölçülür. GSMH ile çevre arasında farklar, GSMH ölçülür fakat çevre kirlenmesi gibi kavramlar ölçülemez.

Hava, su gibi doğal kaynaklar ekonomi açısından serbest mal sayılır sahibi yoktur, sahibi toplumun kendisidir. Çevre unsurlarının piyasa değeri yoktur. Dolayısıyla, piyasa ekonomisi kullanan bir toplumda hava ve suyun kirlenmesi ekonomik açıdan rasyonel olabilir. Çevre piyasada satılan, fiyatı olan bir mal değildir. Ancak çevreyi korumanın ve kirlenmeyi azaltmanın ise bir maliyeti vardır. Çevre hizmetleri birçok kişi tarafından topluca tüketildiklerinden dolayı herhangi bir kişiden yarattığı kirliliğin bedelini istemek mümkün olmamaktadır. Örneğin bir kişinin ya da bir motorlu aracın kullandığı havanın değeri ölçülemez. Bu yüzden kirliliğe neden olan birimden, kirliliğin bedelinin istenmesinde güçlüklerle karşılaşmaktadır. Çevreden karşılıksız yararlanma ilkesi doğrultusunda hareket eden ve çevre sorunlarına yol açan ekonomik birimler, genellikle bu tür faaliyetleri nedeniyle herhangi bir sosyal sorumluluk taşımazlar. Kirletme vergisinin çevresel kalitenin korunması açısından etkili olabileceği düşünülebilir.¹¹⁵

Ekonomik kalkınma ve çevre sorunları arasındaki ilişki, öncelikle toplumların doğal çevreyi dikkate almayan etkinlikler nedeniyle, ekonomik büyümenin bir neden, çevre sorunlarının da bir sonuç olması biçiminde ortaya çıkmaktadır.¹¹⁶ Ekonomik refahını arttırmak amacını güden toplumların çevre sorunları genel anlamda, sosyo-ekonomik etkinlikleri sırasında çevreyi dikkate almayan davranış ve düşüncelerin doğal bir sonucudur. Ekonomik kalkınmayı gerçekleştiren toplumların enerjiden kaynaklanan çevre sorunları ile karşılaşmasında öncelikle hava, su vb değerler tükenmez oluşları ve üretimi en az maliyetle gerçekleştirme amacı ile çevre değerlerinin sorumsuzca kullanmaları gelir. Ekonomik kalkınmada ve çevre politikası yaklaşımlarında sürdürülebilir kalkınma modeli karşımıza çıkar.¹¹⁷

Sürdürülebilir kalkınma süreci 1987 yılında yayınlanan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonunun raporu ile önem kazanmıştır. Rapor kavramı gelecek kuşakların kendi

¹¹⁵ Firuz Demir Yaşamış, Çevre Yönetiminin Temel Araçları, İmge Kitabevi Yayını, 1995,s.162; Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, ss: 77-78; Gökdayı; a.g.e., s.166; Kışlalıoğlu;Berkes; a.g.e., s.161

¹¹⁶ Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, ss: 74 - 75

¹¹⁷ Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş,s.73

ihtiyaçlarının karşılayabilmelerini tehlikeye sokmaksızın bugünkü kuşakların ihtiyaçlarını karşılayabilen kalkınma olarak tanımlanmaktadır.¹¹⁸

Sürdürülebilir kalkınma da hem bugünkü kuşakların hemde gelecekteki kuşakların kullanımı esas alınmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın enerjiye uygunluğunun sağlanması için yenilenemeyen kaynakların durumunu gelecek kuşakların kullanımını düşürdüğü için sürdürülebilir kalkınmada yenilenebilir enerji kaynakları uygulanmalıdır. Çünkü diğer kullanılan enerji kaynakları zamanla tükenecektir, ayrıca çevre açısından olumsuz etkileri vardır.¹¹⁹

Sürdürülebilir kalkınmanın temel amacı, insanın insanla ve doğayla uyumunu arttırmaktır. Başka bir tanımlama da sürdürülebilir kalkınma fiziki ve beşeri sermayeye yapılan yatırımların değeri, kullanılan kaynak değerlerine en az eşit olmalıdır ki, kalkınma sürdürülebilir olsun şeklinde anlatılmakta ve yatırım ile kaynaklar arasında bir dengenin varlığı ile sürdürülebilir kalkınmanın mümkün olacağı belirtilmektedir.¹²⁰

Enerjinin sürekli ve dengeli olarak sağlanabilmesi ekonomik ve teknik olarak bulunabilmesinin yanısıra sağlık ve çevresel etkilerine bağlı olarak maliyetlerini, yararlarını ve risklerini de dikkate almakla mümkündür.¹²¹ Enerjinin sürdürülebilir bir kalkınma için sürekli ve güvenli bir şekilde sağlanması, alternatif kaynakların ve gerçek maliyetlerin gözden geçirilmesini gerekli kılmaktadır. Genellikle yenilenemez enerji kaynaklarının tüketiliyor olması, çevre sorunlarını da artırmıştır. Bu nedenle çevresel etkileri az olan yenilenebilir enerji kaynaklarının (jeotermal, güneş, rüzgar v.b.) kullanılması avantajlı olacaktır. Ancak teknolojik sorunların çözülmesi için zamana ihtiyaç vardır. Kalkınmanın ana girdilerinden olan enerjinin, çevre ve ekonomi ile olan etkileşimi için;¹²²

- Enerji arzının insan ihtiyaçlarını karşılamaya yetecek kadar artmasını sağlamak

¹¹⁸ H. Mahir Fisunoğlu, "Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekonomi", Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (29-30 Kasım 1989) TÇV Yayını, Nisan 1990, s.39

¹¹⁹ Ortak Geleceğimiz; s.71; Gökdayı;a.g.e., s.170

¹²⁰ Ertürk, Çevre Politikaları Ders Notları, s.132; Ortak Geleceğimiz; s. 74

¹²¹ Akalın;a.g.m., s.171

¹²² Akalın;a.g.m., s.173

- Birincil enerji kaynak kaybını enerji- tasarrufu ve verimli kullanım yolu ile en aza indirilmesini sağlamak
- İnsanlığın ve çevre sorunlarını azaltmak üzere her bir enerji kaynağının taşıdığı güvenlik riskini ve etkilerini azaltmak

Köşelerini enerji, ekonomi ve maliyetin oluşturduğu üçgen enerji politikasının hareket alanını sınırlar. Enerji ve çevre çatışır iki kavram olarak gösterilmişse de enerji ve çevre ilişkilerinin optimal bir dengede uyuşması olanaklı olduğu gibi, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir enerjinin paralel gelişimine çalışılmalıdır.¹²³

Sürdürülebilir kalkınma modeliyle, enerji kaynaklarının kullanımı sınırlıdır. Mevcut bütün enerji kaynakları, sürdürülebilir kalkınma açısından, hem rezerv olarak yeterli değildir, hem de coğrafi bölgeler ve ülkeler arasında düzenli bir şekilde dağılmamıştır. Enerjinin sürdürülebilir kalkınma için sürekli ve güvenli bir şekilde sağlanması, alternatif kaynakların ve gerçek maliyetlerin gözden geçirilmesini gerekli kılmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşılabilmesi, bugün kullanılan fosil yakıtlardan daha azının kullanılmasını gerektirmektedir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımı gelecek kuşaklara stoku azaltır, ancak bu, yenilenemez enerji kaynaklarının hiç kullanılmayacak anlamına gelmez. Tükenme hızının, yenilenemez enerji kaynağı için ne derece kritik olduğunu, tükenmeyi asgariye indirici teknolojilerin bulunup bulunmadığını, yerine ikame edecek başka imkan olup olmadığını dikkate alarak ayarlanması gerekir. Toplumların geleceğe yönelik enerji politikalarını yönlendirmeyi becerememeleri bir yanıyla politika hatası bir yanıylada bu konuda görüş oluşturulamamasındandır.¹²⁴

İnsanlığın enerjiden kaynaklı ekolojik sorunlarının çözümü için;

¹²³ 21.yy'a girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, Enerji ve Çevre, Tüsiad, Aralık 1998 s.229; Gökdayı; a.g.e., s.169

¹²⁴ Flavin; Lenssen; a.g.m., s. 24

1. Bilinçli olmak, ekolojik sorununun çözümünde atılacak adımların en önemlisidir.¹²⁵ Bilinçli bir toplum, çevreyi daha az kirletir, doğal kaynakları çok daha dikkatli kullanır ve diğer canlılar ile daha uyumlu yaşar.
2. Ekonomik kalkınma çevrenin ve doğanın zarar görmeyeceği şekilde olmalıdır.
3. Ekoloji, ekonomi, teknoloji ve çevre koruma arasında dengeler kurarak sürdürülebilir ve yaşanabilir bir kalkınma sağlayan davranış değişikliği ve çağdaş teknoloji modelleri geliştirilmelidir.¹²⁶

Çok fazla enerji ve kaynak tüketimi, kirlilik düzeyi yüksek olan sanayileşmiş toplumların hızlı nüfus artışı ekolojik açıdan sürdürülebilir olup olmadığı konusunda bir karara varmak henüz erkendir. Sürdürülebilir kalkınma bir değişme sürecidir. Bu değişme süreci içinde kaynakların kullanımı , yatırımların yönlendirilmesi, teknolojik gelişmenin yönünün seçilmesi ve kurumsal değişiklikler uyum içinde ve insanlığın bugünkü ve gelecekteki ihtiyaç ve beklentilerini karşılama potansiyelini zenginleştirici olmalıdır.¹²⁷

¹²⁵ Tont; a.g.e., s.51

¹²⁶ Çepel, "Ekoloji, Teknoloji Çevre Arasındaki İlişkiler" , s.2

¹²⁷ Ortak Geleceğimiz; ss:74-75

İKİNCİ BÖLÜM

BURSA'DA HAVA KİRLİLİĞİ SORUNU VE ENERJİ KAYNAKLARI

Bursa açısından enerji kaynakları ve hava kirliliğinin değerlendirilmesi yapılmadan önce Türkiye açısından enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ve enerji politikaları irdelenmiştir. Bursa kentini değerlendirmeden önce Türkiye'deki enerji kaynaklarının incelenmesinin nedeni, Türkiye coğrafi konumu ile ülkeler arasında bir enerji koridoru olması, nüfusunun yıllar geçtikçe artış eğilimi göstermesi, Türkiye'de 1950 yılından sonra sanayileşme, kentleşme, gelir seviyesinin yükselmesi, motorlu taşıtlarının sayısının artması ve hızlı nüfus artışı gibi faktörler ile birlikte enerji kullanımını yerli kaynakların karşılayamaz hale gelmesi ve çeşitli enerji kaynaklarının ithal edilmeye başlanması ve Türkiye'de enerji sektörünün siyasal açıdan da önemli bir yeri olması nedeniyle ele alınmıştır.

Çalışmada Bursa kentinin incelenmesi ise, Bursa, Türkiye'nin İstanbul, Ankara, İzmir'den sonra dördüncü büyük kenti olması ve hızla gelişim göstermesi fakat gelişim gösterirken kentin plansız bir yayılma göstermesi, kente yönelen iç göçler ve soydaşların yerleşmeleri ile nüfusun artış göstermesi ve 1960 yılından itibaren hızlı bir sanayileşme sürecine başlaması ile enerji kaynakları kullanımı ile hava kirliliğine neden olan kaynaklar arasında yer alan sanayileşme, topoğrafik ve coğrafik konumu dikkate alınmadan oluşan plansız şehirleşme, artan nüfusla doğru orantılı olarak artan trafik yoğunluğu gibi etkenlerin birarada olması nedeniyle incelenmiştir.

1. Türkiye'de Enerji kaynakları ve Politikaları

1.1. Türkiye'nin Coğrafi Konumu ve Nüfusu

Türkiye 779.452 km² alanı ile Asya ve Avrupa kıtaları arasında, Dünya'nın 34. büyük ülkesidir. Önemli coğrafi konuma sahiptir. Coğrafi konumu ile Avrupa'yı, Asya'ya bağlar ve Orta Asya ülkelerindeki zengin petrol ve doğal gaz kaynaklarının taşınmasında önemli enerji koridorudur. Sınır komşuları Yunanistan, Bulgaristan, Romanya, Gürcistan, Ermenistan, Azerbeycan, İran, Irak ve Suriye'dir. Toplam yüzölçümü 779.452 km² olup

%97'si Asya, %3'ü Avrupa kıtasındadır.¹²⁸

Türkiye 1990 yılı nüfus sayımlarına göre 56.473.035 toplam nüfusa sahiptir, 2000 yılı genel nüfus sayımı sonunda toplam nüfus 68.036.000 olarak gerçekleşmiştir. 1950-2001 yılları için Türkiye'de nüfus hareketleri Tablo 8'de gösterilmektedir. DİE başkanlığınca 2022 yılına kadar yapılan nüfus tahminleri Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 8. 1950-2001 yılları için Türkiye'de Nüfus Hareketleri

	1950	1960	1970	1980	1985
Toplam Nüfus	20.947.188	27.754.820	35.605.156	44.736.957	50.664.458
Kent Nüfusu(1)	3.035.961	6.053.448	10.221.530	16.064.681	23.238.030
Kır Nüfusu	17.911.227	21.701.372	25.383.626	28.672.276	27.426.428

	1990	1997	2000	2001(2)
Toplam Nüfus	56.473.035	63.809.000	68.036.000	69.180.000
Kent Nüfusu(1)	28.958.300	37.023.189	43.352.407	45.430.954
Kır Nüfusu	27.514.735	26.785.811	24.683.593	23.749.046

(1) Kent 20.000 ve daha fazla nüfusu olan yerleşimdir (2)Tahmin

Kaynak: www.dpt.gov.tr, 20.06.2003

Tablo 8'den görüldüğü gibi kent nüfusunun çok hızlı bir şekilde artış eğilimi gösterdiği bunun aksine kır nüfusunda ise yıllar itibariyle hem artış ve hem de azalmaların yaşandığı görülmektedir. Kır nüfusunda azalmaya neden olan etkenler arasında sanayinin çekim gücü ile göçün etkisi vardır.

Tablo 9. Türkiye Nüfus Tahminleri (2005-2022)

YILLAR	2005	2010	2022
NÜFUS(BİN)	69.825	74.119	83.421
ARTIŞ (%)	1.5	1.2	1

Kaynak : Selçuk; Arabal; Elektrik Enerjisinde Ulusal Politika, s.11

¹²⁸ Selçuk,; Arabal; a.g.e., s.11

1.2. Türkiye’de Enerji Kaynaklarının ve Kullanımının Genel Durumu

Türkiye’de enerji kaynakları; kömür, petrol ve doğal gaz, elektrik ile ticari olmayan kaynaklar olarak tanımlanan odun, hayvan ve bitki artıkları, jeotermal, biyokütle, güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi olmak üzere gruplandırılabilir. Türkiye’de enerji ihtiyacı, taşkömürü ve linyit (%28.2), petrol ve doğal gaz (%56), ticari olmayan kaynaklar olarak adlandırılan odun, hayvan ve bitki artıkları (%10.4), hidrolik, jeotermal ve ithal elektrik ile (%5.4) karşılanmaktadır. Türkiye’de tüketilen toplam enerjinin %60’ı ithal edilmektedir. Bu oranın önümüzdeki yıllarda giderek artması beklenmektedir.¹²⁹

Türkiye’de enerji kaynakları ile ilgili yürütülen çalışmalar, ilk enerji üretimi 1902 yılında başlamış, Cumhuriyetin kurulduğu yıllarda 33 MW kurulu güç ve üretim 45 milyon kWh düzeyindeydi. Enerji sorunlarının yönetilmesi için Etibank, MTA, EİEİ ve daha sonra İller Bankası, Devlet Su İşleri kurulmuş ve Petrol İşleri, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Türkiye Taş Kömürü Kurumu, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Boru Hatları ve Petrol Taşımacılığı (BOTAŞ), Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. (TÜPRAŞ), Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) kurulmuştur. 1953 yılında hidrolik santrallerin kurulması ve köy elektrik sistemlerinin yaygınlaştırılması kararlaştırılmış, 1950 yıllarından sonra ilk özel sektör eliyle santral yapılması ve işletilmesi Adana ve İçel yöresinde Çukurova Elektrik A.Ş. ile Antalya yöresinde Kepez Elektrik AŞ.’ye verilmiştir.* 1970 yılında ise elektrik dağıtım ve üretim yatırımları Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) üstlenmiştir. 1982 yılında elektrik tesisleri TEK’e devredilmiştir. 1984 yılında elektrik enerjisi üretim, iletim ve dağıtımda yapılanma başlayarak özel sektörün görev alması için çalışmalar başlatılmıştır. 1989 yılında AKTAŞ Elektrik A.Ş ile Kayseri ve civarı Elektrik A.Ş sözleşme imzalamıştır. 1993 yılında TEK, TEAŞ VE TEDAŞ olarak yapılanmıştır.1999 yılında, Enerji sektöründe Devletin üretim tesislerine ek olarak Otoprodüktör şirketleri eklenmiştir. Bu arada kendi elektrik enerjisi ihtiyaçlarını karşılamak üzere kurulan

¹²⁹ Koray Haktanır; Sevinç Arcak; Enerji ve Ekoloji, Enerji, Elektrik, Aydınlatmak, Elektronik ve Otomasyon Mühendisliği Dergisi, Sayı.135, Haziran 2000, s126

*Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Çukurova Elektrik A.Ş. ile Antalya yöresinde Kepez Elektrik AŞ.’ye el koymuştur. Bkz; www.enerji.gov.tr, 23.06.2003

otoprodüktör tesisleri önemli gelişmeler göstermiştir.¹³⁰

Türkiye’de 1950’lerden sonra sanayileşme, kentleşme, gelir seviyesinin yükselmesi, motorlu taşıtların sayısının artması ve hızlı nüfus artışına paralel olarak enerji tüketimi yerli kaynak üretimi ile karşılanmayacak boyutlara ulaşmıştır. Bu dönemde kullanılan enerji petrol ve petrol ürünleri ithalatı olmuştur. Türkiye’de 1960’lı yılların başlarından dünya petrol bunalımına kadar, petrolün toplam enerji kullanımındaki payı sürekli artmıştır.¹³¹

1970’lerde yaşanan petrol krizi tüm Dünya’yı olduğu gibi Türkiye’yi de alternatif kaynak arayışlarına itmiştir ve yerli kaynakların üretimine hız verilmiştir. Hidrolik enerji, linyitler ile elektrik üretimi için yeni santrallerin yapılması, linyit kullanımının artması gibi gelişmeler yaşanırken çevre açısından olumsuz sonuçlar da yaşanmıştır. Düşük kaliteli linyit kullanımının yarattığı çevre sorunlarının azaltılmasında ithal kömür ve doğal gazın ikame edilmesi hava kirliliği açısından olumlu sonuçlar vermiştir. Doğal gaz ile ilgili olarak 1984 yılında SSCB ile doğal gaz sevkiyatı konusunda anlaşma imzalanmış, satın alınan gazın sanayi ve şehir şebekelerinde kullanılması öngörülmüştür. Ülkemizde doğal gaz kullanımının geçmişi 1976 yılına kadar uzanmaktadır. Kısıtlı miktarda üretilen yerli doğal gazın Trakya bölgesindeki bazı sanayi tesislerinde kullanılmaya başlanması ile bu yakıt da enerji kaynaklarımız arasına katılmış, ancak 1987 yılına kadar birincil enerji tüketimindeki payı ihmal edilebilir düzeyde kalmıştır. 1987 yılında BOTAS tarafından Sovyetler Birliği’nden doğal gaz alımının başlamasıyla birlikte ithal doğal gazın enerji tüketimimiz içindeki payı hızla yükselmeye başlamış ve 1999 yılına kadar yaklaşık 23 kat artarak yılda 513 milyon metreküpten 12 milyar metreküpe ulaşmıştır.¹³² Öncelikle hava kirliliği nedeni ile Ankara ve İstanbul illeri seçilmiş ve çalışmalara başlanmıştır. Doğal gazın elektrik üretiminde kullanım oranı 2000 yılında %53’e ulaşmış, 2005 yılında %58’e, 2010 yılında %60’a yükseleceği tahmin edilmektedir.¹³³ Ayrıca Türkiye’de ormanların tahribine neden olan odun tüketimi ve tezek kullanımı da enerji üretiminde temel iki kaynaktır.

¹³⁰ Ünal Erdoğan, “Çevre ve Enerji / Ülkemizde Enerji Politikaları”, Türkiye’de Çevrenin ve Çevre Korumanın Tarihi Sempozyumu, Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı, İstanbul, Ekim 2000, ss:134-135; Selçuk;Arabal; a.g.e., s.13

¹³¹ Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, s.43

¹³² www.enerji.gov.tr, Doğal Gaz Çalışmaları, 09.02.2002

¹³³ www.enerji.gov.tr, Hava Kirliliği, 09.02.2003

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yeterli olmadığından, enerji üretiminde fosil yakıtlar özellikle kömür kullanılmaktadır. Yerli kömürler ısıl değeri düşük ve yüksek kükürt içerikli kömürler olduğundan çevre kirliliği özellikle de hava kirliliği açısından güvenli enerji kaynakları değildir. 1990 yılından bu yana geçen dönemde hidrolik enerji ve linyit üretiminde hissedilir artışlar kaydedilmiştir. Petrol üretimi 1991 yılında 4,67 milyon ton ile en yüksek seviyesine ulaştıktan sonra 1994’te 3,87 milyon tona ve 1995 yılında ise 3,69 milyon tona gerilemiştir. Doğal gaz ve taşkömürü üretiminde de benzer gelişmeler gözlenmiştir.¹³⁴Türkiye genel enerji durumuna ilişkin birincil enerji tüketimi 1990-2001 yılları arası verilerini Tablo 10’da gösterilmektedir. Tablo 11’de 1990-2001 yılları arasında sektörlere göre enerji tüketimleri gösterilmektedir. Ek 3’de 1994-2010 yılları arasında birincil enerji kaynak talepleri ve genel enerji talebinin sektörel dağılımı gösterilmektedir. Tablo10’ da (*) Toplama kok, petrokok ve net elektrik dahildir demektir.

Tablo 10. Türkiye Genel Enerji Durumu (1990-2001)

Yıllar	T.kömürü (Bin Ton)	Linyit (Bin Ton)	Asfaltit (Bin Ton)	Doğal gaz (Milyon m ³)	Petrol (Bin Ton)	Hidrolik (GWh)	Rüzgar- Jeotermal Elektrik	Isı (Gwh (BinTEP)	Odun (Bin Ton)	Hayvan ve Bitki.Art.	Güneş (Bin TEP)	Toplam(*) (Bin TEP)
1990	8191	45891	287	3418	22700	23148	80	1093	17870	8030	28	53717
1991	8824	48851	139	4205	22113	22683	81	1096	17970	7918	41	55008
1992	8841	50659	197	4612	23660	26568	70	1165	18070	7772	60	57460
1993	8544	46086	102	5088	27037	33951	78	1200	18171	7377	88	61065
1994	8192	51178	0	5408	25859	30586	79	1245	18272	7074	129	59957
1995	8548	52405	66	6937	27918	35541	86	1310	18374	6765	143	64552
1996	10892	54961	34	8114	29604	40475	84	1378	18374	6666	159	70770
1997	12537	59474	29	10072	29176	39816	83	1499	18374	6575	179	74746
1998	13146	64504	23	10648	29022	42229	91	1602	18374	6739	210	75808
1999	11362	64049	29	12902	31940	34678	102	1676	17642	6529	236	78510
2000	15393	64394	22	15086	31355	30879	109	1727	16938	5981	262	82628
2001	11039	64883	31	16339	29661	24010	152	1759	16263	5790	287	78185

Kaynak: www.enerji.gov.tr/enerji,16.03.2003

¹³⁴ Selçuk, Arabul; a.g.e., ss: 21-25

Tablo 11. SEKTÖREL ENERJİ TÜKETİMİ (Bin TEP*) (1990-2001)

	Konut	Sanayi	Ulaştırma	Tarım	Enerji Dışı	Nihai Enerji Tüketimi	Çevrim Sektörü	Toplam Enerji Tüketimi
1990	16087	14543	8723	1956	1031	42340	11377	53717
1991	16646	15181	8304	1976	1203	43310	11698	55008
1992	17491	15454	8545	1994	1450	44934	12526	57460
1993	17734	16333	10419	2450	1743	48679	12386	61065
1994	17163	15272	9907	2480	1349	46171	13786	59957
1995	18469	17372	11066	2556	1386	50849	13703	64552
1996	19373	20050	11778	2714	1643	55557	15212	70770
1997	20672	21790	11338	2823	1788	58411	16335	74746
1998	20298	21555	10760	2827	2272	57712	18096	75808
1999	20228	20894	13322	2923	1881	59248	19262	78510
2000	20939	23615	12117	2962	1900	61533	21095	82628
2001	19793	21009	12000	2951	1637	57390	20795	78185

Kaynak: www.enerji.gov.tr/enerji, 16.03.2003

Türkiye’de nükleer enerji alanında yapılan çalışmalar 1956 yılında Başbakanlık Atom Enerjisi komisyonunun kurulması ile nükleer enerji alanında çalışmalara başlanılmıştır. Nükleer santrallerin kuruluşuna yönelik çalışmalar ise 1965 yıllarında başlamıştır. Nükleer enerji hakkında yapılan fizibilite çalışmalarının sonunda 1983-1984 yıllarında güvenilir enerji üretimine başlanabileceği öngörülmüştür. Nükleer santralin yerinin belirlenmesi konusunda, bölgenin depremselliği önemli bir konu olduğundan Türkiye’nin deprem yönünden sakin bölgesi olan Silifke’nin 50 km batısında Akdeniz kıyısında Akkuyu yöresi ilk nükleer santral yeri olarak uygun görülmüş, ve yere dönük çalışmalar bu noktada yoğunlaşmıştır. Yapılan araştırma ve etütler sonucunda 1976 yılında Akkuyu için yer lisansı verilmiştir. İkinci nükleer santral yeri olarak da Sinop yakınlarındaki İnce Burun Yarımadası’nda 1981 yılında yer etütlerine başlanmıştır. Türkiye’de Nükleer enerji ile ilgili çalışmalara çok erken başlanmış olmasına rağmen, bugüne kadar ilk santralin kuruluşu gerçekleştirilememiştir.¹³⁵

* TEP:Toplam Petrol Eşdeğeri

¹³⁵ Şahin; a.g.e., ss: 10-1, 10-9

Türkiye’de yıllara göre tahmini enerji değerleri Tablo12’de gösterilmektedir.

Tablo 12. Türkiye’de Yıllara Göre Tahmini Enerji Değerleri(2005-2020)

Yıl	Nüfus (milyon)	Kurulu Güç (MW)	Tüketim (Milyar kWh)	Fert Başına Milli Gelir \$
2005	80	39.000	137	10.000
2010	90.6	50.000	175	14.000
2015	102.7	63.500	220	19.500
2020	116.3	82.500	280	-

Kaynak: Ünal Erdoğan, “Çevre ve Enerji/Ülkemizde Enerji Politikaları”, Türkiye’de Çevrenin ve Çevre Korumanın Tarihi Sempozyumu, Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı, İstanbul, Ekim 2000, s.136

Tablo 12’de belirtilen rakamlara ulaşabilmek için örneğin 2020 yılında 280 milyar kWh enerji tüketebilmemiz için, her 10 yıl için 100 milyar dolar enerjide yatırım yapılması demektir.¹³⁶ İleriye dönük olarak Türkiye’nin enerji dengesi incelendiğinde enerji bakımından dışa bağımlılığın arttığı görülmektedir. Birincil enerji talebi 1995 yılında 67 milyon TEP*, 2000 yılında 90 milyon TEP gerçekleşirken, 2005 yılında 116.9 milyon TEP, 2010 yılında 155.6 milyon TEP olması beklenmektedir. Enerji talebimizin yerli üretimle karşılanma oranlarının 1995 yılında %46, 2000 yılı için %44 olduğu, 2005 yılı için %42 ve 2010 yılı için %38 olması beklenmektedir. Yerli üretimin talebi karşılama oranı giderek azalmakta olup üretim hedefleri ve talep tahminleri doğrultusunda ülke enerji ihtiyacının karşılanabilmesi amacıyla 2010 yılında toplam 95,7 milyon TEP enerji ithalatı yapılması zorunlu olmaktadır. Enerji talebinin ortaya konmasında belirsizliklerin ortadan kaldırılması bir amaç değil, değişik gelişim, ekonomi ve sosyal kalkınma senaryolarına karşılık gelen enerji talep verilerini analiz etmektir. Değişik strateji ve politika kararlarının sonuç ve etkilerini ortaya çıkarmaktadır. Artan nüfus ve sanayileşmeden kaynaklanan enerji gereksinimi ülkemizin kısıtlı kaynaklarıyla karşılanamamakta, enerji üretimi ve tüketimi arasındaki açık hızla büyümektedir. Bu durumda, kendi öz kaynaklarımızdan etkin biçimde

¹³⁶Erdoğan; a.g.m., s.136

* TEP; toplam petrol eşdeğeri

yararlanmak giderek artan bir önem kazanmaktadır. Enerji talebindeki hızlı artışın karşılanmasında, yenilenebilir enerji kaynaklarından en etkin ve rasyonel biçimde yararlanılması amacıyla kamu yatırımlarının artırılmasının yanı sıra özel sektör yatırımlarının bu alana teşvik edilmesi de yararlı olacaktır. Artan nüfusun taleplerini karşılayabilmek için (daha rahat ulaşım, soğutma, havalandırma sistemleri ve başka konforlar) gelişmekte olan ulusların bu taleplerini asgari maliyetle karşılayabilen teknolojiler bu geçiş sürecinde önemli roller üstlenecektir.¹³⁷

Türkiye hidrolik ve linyit kaynakları bakımından zengindir buna rağmen enerji talebindeki artış hızı, yerli üretim enerji kaynaklarının artış hızından daha fazla olmakta ve aradaki fark ise ithalat ile karşılanmaktadır. 1995 yılında yerli enerji üretimi toplam birincil enerji arzının %46'sını , 2000 yılında %44'ünü karşılamıştır, 2010 yılında ise %38'ini karşılayacağı tahmin edilmektedir.¹³⁸ Elektrik enerjisi üretimi için var olan 16400MW düzeyindeki linyit potansiyelimizin %33'ünü işletmedeki santraller, %4'ünü tesis halindeki santraller kullanmaktadır.¹³⁹

Gelişmenin ön koşulu olan enerjinin, özellikle elektrik enerjisinin güvenilir ve ekonomik şekilde ve çevre faktörünü dikkate alarak üretilmesi gelecek kuşaklara yaşam seviyesi yüksek sağlıklı bir çevreye sahip bir ülke bırakılması son derece önemlidir. Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın (ETKB) resmi verilerini göre Türkiye'de enerji tüketimi yıllara göre artış göstererek 2000 yılında yaklaşık 82.2 milyon ton petrol eşdeğerine ulaşmıştır. Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın (ETKB) resmi verilerini göre kaynaklar bazında ve yakıt türlerine göre genel enerji talebi Tablo13'de gösterilmektedir.

¹³⁷ Erdoğan; a.g.m., s.136; Dünyanın Durumu 1999, s. 31

¹³⁸ Veysel Atasoy, "Enerji ve Çevre", Yeni Türkiye Dergisi - Çevre Özel Sayısı, Temmuz-Ağustos 1995, s.369

¹³⁹ Atasoy, a.g.m., s.370

Tablo 13. Kaynaklar Bazında ve Yakıt Türlerine Göre Genel Enerji Talebi (2000-2020) (TEP:ton petrol eşdeğeri)

Tür ve kaynak	Yıl			
	2000	2005	2010	2020
Taşkömürü	9.983	9.277	15.541	77.199
Linyit	13.219	16.765	24.113	30.331
Asfaltit	0.009	0.043	0.043	0.043
İkincil kömür	1.635			
Petrol	32.595	43.806	51.165	71.894
Doğal gaz	13.327	34.060	49.580	74.505
Nükleer				7.297
Hidrolik	2.656	3.092	5.339	10.002
Rüzgar	0.003	0.004	0.449	1.146
Güneş	0.262	0.375	0.602	1.119
Jeotermal	1.792	2.116	2.619	4.733
Ticari olmayan kaynaklar	6.457	5.325	4.417	3.925
Net elektrik ithali	0.288	0.295		
Toplam birincil enerji talebi	82.226	115.158	153.868	282.194

Kaynak: ETKB, 2002.

Kaynak: www.cevre.gov.tr, 6.05.2003, İklim Değişikliği Sözleşmesi

Türkiye’de elektrik enerjisi talebi, ağırlıklı olarak termik ve hidrolik kaynaklardan karşılanmaktadır. Jeotermal ve Rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının payı düşüktür. Termik santrallerinin üretiminde, enerji kaynakları arasında linyit önemli yer tutmaktadır. İleri ki yıllarda Türkiye, ısınma ve sanayi sektörü için enerji kaynağı olarak kullanımı elverişli olmayan linyit, elektrik enerjisi üretiminde önemini sürdürecektir. Ek 4’de 1990-2000 yılları arasındaki Türkiye’de elektrik enerjisi kurulu güç ve üretimleri gösterilmektedir. Elektrik enerjisi üretimlerinin daha çok Güneydoğu Anadolu Bölgesinde olması, tüketiminde batı bölgelerinde olduğu göz önüne alınırsa enerjide iletim kayıpları temel nedeni anlaşılır. İletim ve dağıtım hatlarının yenilenmesi bir çözüm olarak düşünülebilir. Ayrıca Türkiye genelinde toplam kaçak-kayıp oranı ve faturalandırılmayan elektrik enerjisi oranı %21 seviyelerindedir.¹⁴⁰

¹⁴⁰ Yiğitgüden; a.g.e., s.36

1.3. Türkiye’de Fosil Yakıt Rezervi

Enerji kaynakları kullanımının en yoğun olduğu yakıt türü, fosil yakıtlar olup, yenilenemez enerji kaynakları olarak kömür, petrol, doğal gaz, linyit, taşkömürü gibi fosil yakıtların Türkiye’de rezervleri hakkında bilgi verilmeye çalışılacaktır.

1.3.1. Petrol ve Doğal gaz Rezervi

Trakya’da 7, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 5 tane kısıtlı doğal gaz rezervi sahaları vardır. 1998 yılı sonu itibari ile rezervlerimizde doğal gaz 18.5 milyar m³ olup üretilebilir rezerv toplamı 12.4 milyar m³’tür. Rezervleri Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan 57 adet petrol sahası vardır, Trakya’da 2, Adana’da 1 petrol sahası vardır. Petrol sahalarının büyük bir kısmı tükenme aşamasına gelmiştir. Ham petrol kaynaklarımız ise 43.685.181 metrik ton üretilebilir olmak üzere 870.598.510 metrik tondur. Türkiye’de petrol ithal edilerek rafinerilerimizde işlenmektedir.¹⁴¹ Tablo14’*de 1990-2010 yılları arasında petrol ürünleri talebi gösterilmiştir.

1.3.2. Linyit-Asfaltit Rezervleri

Türkiye genelinde hemen her yöreye dağılmış olan linyit 2000 yılı verilerini göre 8.378.360.000 ton’dur, 81.752.000 ton ise asfaltit olmak üzere rezerv bulunmaktadır.¹⁴² Türkiye linyitleri, düşük kalorili, yüksek nem ve kükürt oranlı çok tozlidir. Linyitin mevcut biçimi ile kullanımı, çevre kirliliğinin nedenlerinden biridir.¹⁴³

1.3.3. Bitümlü Sist Rezervi

Kömür gibi termik santral yakıtı olarak kullanılabilen enerji kaynağı rezerv toplamı 1.1 milyar tondur. Kalorifik değerleri düşük ve coğrafi olarak homojen dağılmamıştır, kömür gibi kırılğan olmadıkları için üretilmeleri ve öğütülmelerinde güçlükler vardır.¹⁴⁴

¹⁴¹ Selçuk; Arabul; a.g.e., s.37; Ekrem Ekinci, Mustafa Tırıs,İ.Engin Türe, Ulusal Eylem Planı:Enerji Sektöründen Kaynaklanan Hava Kirliliği, Ankara, DPT, Mart 1997, s.2; Tırıs; “Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Çevre”, s.373; Yiğitgüden; a.g.e., ss:22-23

* Bkz; (Tablo 14), Müsiad; Türkiye’nin 2000’li Yıllarda Enerji Politikası, ss: 154-155

¹⁴² Selçuk; Arabul; a.g.e., s.37

¹⁴³ Erdoğan; a.g.m., s.131

¹⁴⁴ Selçuk; Arabul; a.g.e., s.38

Ankara-Beypazarı (328 milyon ton), Bolu-Hatıladağ (360 milyon ton), Eskişehir-Sarıcakaya (300 milyon ton), 1.64 milyar ton olan rezerv İç Anadolu Merkezli 11 sahaya dağılmıştır.¹⁴⁵

Tablo 14. 1990-2010 Yılları Arasında Petrol Ürünleri Talebi

Yıllar	Konut	Sanayi	Ulaştırma	Şantrol	Tarım	Rafineri İç Tük.	Top. Enerj. Amaçlı	Briket Fabrikası	Enerji Dişi	Diğer Toplam Petrol	Kayıp	Ham Petrol Talebi
1990	2637	5300	7904	1359	1900	1379	20479	6	1228	21714	746	22460
1991	2562	5794	8480	328	2204	1468	20836	6	1264	22105	613	22719
1992	2563	5820	8883	314	2327	1649	21465	6	1300	22771	632	23403
1993	2589	5869	9305	343	2457	1649	22212	6	1336	23554	654	24208
1994	2589	5874	9746	495	2594	1750	23048	6	1372	24427	678	25105
1995	2588	6024	10209	535	2739	1855	23949	6	1409	25364	704	26068
1996	2587	6050	10803	536	2926	1666	24868	6	1445	26319	730	27049
1997	2585	6073	11432	532	3126	2086	25834	6	1481	27321	758	28079
1998	2583	6096	12098	533	3339	2211	26861	6	1517	28384	788	29171
1999	2580	6117	12802	537	3566	2347	27950	6	1553	29509	819	30328
2000	2548	6136	13547	538	3810	2478	29056	6	1590	30653	851	31503
2001	2532	6148	14366	521	3921	2580	30028	6	1625	31659	879	32537
2002	2518	6159	15150	521	4036	2687	31071	6	1660	32737	908	33645
2003	2507	6171	16021	521	4154	2798	32171	6	1696	33873	940	34813
2004	2498	6182	16941	520	4275	2913	33330	6	1733	35069	973	36042
2005	2491	6194	17914	518	4400	3034	34551	6	1770	36327	1008	37335
2006	2485	6206	18946	519	4661	3289	37205	6	1841	39052	1084	40136
2007	2482	6218	20037	519	4661	3289	37205	6	1841	39052	1084	40136
2008	2480	6229	21190	521	4797	3425	38642	6	1877	40525	1125	41650
2009	2479	6241	22409	525	4937	3567	40158	6	1914	42078	1168	43245
2010	2480	6253	3697	526	5081	3714	41751	6	1951	43709	1213	44922

Kaynak : ETKB/APKK/PFD

¹⁴⁵ Atasoy; a.g.m., ss:369,373

Yıllar	Fueloil	Motorin	Gaz yağı	LPG	Benzin	Jet yakıt	Nafta	Rafineri Yak.Gazı	Top.Enerji Amaçlı
1990	6899	7103	337	1336	2413	294	1651	446	20479
1991	6163	7784	354	1329	2563	318	1850	475	20836
1992	6160	8200	372	1365	2641	343	1880	504	21465
1993	6262	8642	391	1394	2720	368	1900	535	22212
1994	6374	9108	412	1437	2799	393	1960	565	23048
1995	6536	9607	433	1478	2877	418	2000	600	23949
1996	6582	10276	455	1520	2956	444	2000	635	24868
1997	6620	10990	478	1566	3035	470	2000	675	25834
1998	6679	11753	503	1601	3114	496	2000	715	26861
1999	6726	12565	528	1655	3192	524	2000	760	27950
2000	6741	13429	556	1708	3271	551	2000	800	29056
2001	6793	14212	565	1711	3351	563	2000	833	30028
2002	6869	15040	574	1715	3432	575	2000	868	31071
2003	6950	15914	583	1718	3515	587	2000	903	32171
2004	7037	16839	592	1722	3601	599	2000	941	33330
2005	7129	17816	601	1725	3689	612	2000	980	34551
2006	7230	18851	611	1728	3778	625	2000	1020	35844
2007	7336	19946	620	1732	3870	638	2000	1063	37205
2008	7451	21103	630	1735	3965	652	2000	1107	38642
2009	7574	22326	640	1739	4061	666	2000	1152	40158
2010	7700	23619	650	1742	4160	680	2000	1200	41751

Kaynak : ETKB/APKK/PFD

1.3.4.Turba

Turba havasız ortamda ve suya doymuş koşullarda çökerek birikmiş az veya çok oranda bozuşmuş ayrılmış bitkisel materyal/humus ve inorganik materyalden oluşan heterojen bir karışımdır. Kömürün ilk aşaması olup, kömürlerin evrimi ve kökeni hakkında bilgi verirler. Elektrik enerjisi üretiminde İrlanda, Finlandiya gibi ülkelerde Turba'dan yararlanılmaktadır. Türkiye 19 ilin sınırları içinde Turba oluşumu belirlenmiş. Kayseri-Ambar rezerv 105 milyon ton, Hakkari- Yüksekova 74.5 milyon ton gibi turbalıklardır. Rezervlerin azlığı enerji üretiminde yararlanılması bugün için öncelikli görülmemektedir.¹⁴⁶

1.3.5. Taşkömürü

Zonguldak Taşkömürü olarak rezerv olarak önemlidir, mevcut rezerv 1123 milyar ton olup bunun 422.992 milyon tonu (%38) görünür durumdur.¹⁴⁷

1.3.6.Uranyum ve Toryum

Nükleer enerjinin hammaddesi olan uranyumun hiç bir endüstriyel kullanım alanı yoktur. Uranyum doğada bol miktarda bulunmaktadır. İkinci bir nükleer hammadde ise toryumdur ve Türkiye, dünyanın en zengin toryum yataklarına sahiptir. 380.000 ton toryum rezervi bulunmaktadır. Bu da Dünya'nın toryum rezervinin %41'ine karşılık gelmektedir. Eskişehir-Sivrihisar-Beylikahır yöresinde Toryum 380.000 ton'dur. 9.129 ton uranyum rezervi bulunmaktadır.Yozgat- Sorgun da uranyum 3.850 ton, Menderes ve Kırşehir ile Afyon ve Eskişehir civarında bulunmaktadır.¹⁴⁸

1.4. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Çalışmaları ve Potansiyeli

1.4.1. Rüzgar Enerjisi

Evsel kullanım için iyi bir alternatif enerji kaynağıdır. 1990 yılından sonra Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) ülkemizin birçok bölgesinde ölçüm yapmış ve rüzgar enerjisi potansiyeli yüksek olan bölgeleri belirlemiştir. Türkiye'nin batı ve kuzey sahilleri ile iç kesimlerinde bazı tepelerde uygun potansiyelin bulunduğu, özellikle Karaburun

¹⁴⁶ Selçuk; Arabul; a.g.e., ss:40-41

¹⁴⁷ Selçuk, Arabul; a.g.e., s.41

¹⁴⁸Ekinci; Tırıs; Türe; a.g.e., s.3

Yarımadası, Çanakkale Sahilleri ve Boğazı, Güneydoğu Anadolu ve Kuzey Anadolu tepelerinin rüzgar enerjisi potansiyeli yüksek bölgeler olduğu saptanmıştır. 1998 Yılında Çeşme ilçesi Germiyan köyünde ilk rüzgar santrali kurulmuştur. Halen herbiri 500 kW gücünde 4 santral çalışmakta olup, yenileri eklenmek üzeredir. Yalıkavak (Bodrum), Karabiga (Çanakkale), Sinop, Belen (İskenderun), Datça, Akhisar (Manisa), Söke (Aydın), Hacıömerli (Alaçatı-İzmir), Mazıdağı (Çeşme-İzmir), Beyoba (Manisa), Şenköy (Hatay), Lapseki, Rüzgar enerjisi gözlem istasyonu çalıştırılmaktadır. Rüzgar enerjisi kurulu gücü 9 MW'a ulaşmaktadır. Türkiye’de son iki yıl içinde 26 rüzgar santrali kurma başvurusu yapılmıştır. Bu da konunun Türkiye gündeminde yer aldığı bir göstergesidir. Doğal potansiyel 4000 TWh/yıl, teknik olarak kullanılabilir potansiyeli 120 TWh/yıl, ekonomik şartlarda kullanılabilir potansiyeli 12.4 TWh/yıl olarak tahmin edilmektedir.¹⁴⁹

Yap-İşlet-Devret modeli ile gerçekleştirilen Rüzgar enerjisi santrallerinden Bores Bozcaada rüzgar enerjisi santrali, toplam 10.2 MW gücünde yılda yaklaşık 30 milyon kWh enerji üreterek Bozcaada ve Çanakkale’nin elektrik ihtiyacının karşılanmasında katkıda bulunmaktadır. Santralin işletmesi 2020 yılında devlete devredilecektir.¹⁵⁰

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın (ETKB) verilerini göre çalışmakta olan üç rüzgar enerjisi potansiyeli ile rüzgar enerjisinin 2000 yılındaki payı %0.07’dir. 2010 yılında % 3.6, 2020 yılında % 4.3 olacağı tahmin edilmektedir. Rüzgar enerjisinden elektrik üretimine yönelik bir uygulama mevcut değildir. Bu konuda çalışmalara hız verilmesi gerekmektedir. Rüzgar enerjisinin enerji potansiyelinde etkinliğinin sağlanması için geliştirilmesi gereken önemli yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Rüzgar enerjisi donanımlarının kurulum maliyetlerinin yüksek olmaması için yurtiçinde üretilmesi sağlanmalıdır. Türkiye’de Yap-İşlet-Devret modeliyle çalışmaları sürdürülen enerji kaynağı rüzgar enerjisidir. Türkiye 2005 yılına kadar elektrik enerjisi talebinin yaklaşık %2’sini rüzgar enerjisi ile karşılamayı hedeflemektedir. Ayrıca rüzgar enerjisi dışında çöp

¹⁴⁹ Tırıs “Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Çevre Kirliliği ve Çevre”, s.374; Yiğitgüden; a.g.e., s.24; Cahit Atlı, “Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Çalışmaları ve Kullanımı İçin Yapılması Gerekenler”, Elektrik/2000/Ağustos, Sayı:137, s. 104;

¹⁵⁰ Enerji, Elektrik, Aydınlatma, Elektronik ve Otomasyon Mühendisliği Dergisi, Sayı.137 Ağustos 2000, Türkiye’nin en büyük rüzgar enerjisi santrali Bozcaada’da hizmete girdi adlı makaleden alınmıştır.

santralleri de Yap-İşlet-Devret modeliyle elektrik üretiminde katkıları vardır. 10 MW kurulu güce sahip olan Ankara- Mamak çöp santrali örnek olarak verilebilir.¹⁵¹

1.4.2. Güneş Enerjisi

Türkiye coğrafi konumu itibariyle güneş kuşağı içerisinde yer alıp, güneş enerjisi kullanımının uygun olduğu bir ülkedir. Türkiye'ye gelen yıllık güneş enerjisi miktarı 87.5 milyar TEP olarak hesaplanmıştır. Isıl enerjisine dönüştürülmesi halinde 26.4 milyon TEP/yıl elektrik enerjisine dönüştürülmesi halinde 8.8 milyon TEP/yıl üretim söz konusu olabilecektir. Türkiye'de rüzgar enerji gibi, Güneş enerjisi de gelişme potansiyeline sahiptir. Güneş enerjisi kullanımı ısıtmada güneş toplayıcıları biçimindedir ve ETKB'nin verilerini göre 2000 yılında 262.000 ton petrol eşdeğeri enerji üretilmiştir, Güneş enerjisinin payı ulusal enerji üretiminin %1'inden azdır. Elektrik üretimine yönelik kullanım bulunmamaktadır.¹⁵² Ek 5'de 1990-2010 yıllarında güneş enerjisi talebi gösterilmektedir.

1.4.3. Jeotermal Enerji

Türkiye'de 1962 yılından beri MTA tarafından sürdürülen araştırmalar sıcak su kaynakları çalışmaları ile başlamıştır. Jeotermal enerjiden elektrik üretimi ve ısı üretiminde yararlanılabilir. Elektrik üretimi için buhar kaynakları ekonomik olabilmektedir. Buhar kaynaklarından elektrik üretimi uzun araştırma ve yatırım sürelerini gerektirir. Jeotermal enerjinin kullanılmasıyla çevre kirliliğine katkıda bulunulmaz ve ucuz üretim yöntemlerinden biridir. Jeotermal ısıtma potansiyelinin büyük bir bölümü Ege Bölgesindedir. Günümüzde 50.000 konut jeotermal enerji ile ısıtılmasına karşın teknik ve ekonomik koşullarda 2010 yılında 500.000 konutun jeotermal ısıtmadan yararlanabileceği öngörülmektedir. 1999 yılında MTA araştırmalarındaki Türkiye'deki jeotermal kuyu ve kaynaklarımıza göre jeotermal potansiyeli 2490MWt'dir. Jeotermal kaynakların değerlendirilmesi Özel idareler ve Belediyelerin kullanımındadır, dolayısıyla bu kaynakları değerlendirmek üzere şehir ısıtma sistemleri ve kaplıca gibi tesisler kurmuşlardır.¹⁵³

¹⁵¹ Yiğitgüden; a.g.e., s.77

¹⁵² Yiğitgüden; a.g.e., s.24; Tırıs; a.g.m., s.374

¹⁵³ Mertoğlu; a.g.m., s. 31; Yiğitgüden; a.g.e., s.23

Türkiye’de jeotermal elektrik uygulaması Denizli Kızıldere Jeotermal Elektrik santralidir. Bu santralde, santralin atığı olan karbondioksit değerlendirilmektedir. Bu tesisin önemi dünyada ilk uygulama olmasıdır.¹⁵⁴ Türkiye’de jeotermal enerjiden yararlanma bölgesel ısıtmadan sağlanmış ve ekonomik olarak işletilmiştir. Termal su açısından, termal turizm imkanı ve pazar ve yatırım imkanları doğurur. Jeotermal kaynaklar belediyeler ve özel idarelere bir alt yapı, çevre yatırımı ve yaşam standardını artırıcı etkisi vardır. Dışa bağımlılığı olmayan bir enerji kaynağıdır.

Mevcut Jeotermal merkezi ısıtma sistemleri, Gönen (3400 konut 1987’den beri), Simav (3000 konut, 1991), Kırşehir (1800 konut, 1994), Kızılcahamam (2500 konut, 1995), İzmir (Balçova+ Narlıdere 10775 konut, 1996), Sandıklı (1600 konut, 1998), Afyon (4000 konut, 1996), Kozaklı (1000 konut, 1996), Diyardin (400 konut, 1996) kullanılmaktadır. Daha önceleri 40-55°C’nin üstünde ısıtma yapmak mümkündü fakat teknolojik imkanlar sayesinde 40-55°C sıcaklıklarında jeotermal ısıtma yapmak mümkün olmuştur. Oruçoğlu Termal Resort (48°C), Haymana’da 2 cami ısıtması (43°C, Rize-Ayder (54°C) ve Havza kapalı ısıtması (54°C) örnekleri verilebilir.¹⁵⁵ Türkiye’nin jeotermal ısıtma ve elektrik üretimi konusundaki 2010 ve 2020 yıl projeksiyonları Tablo 15’de gösterilmektedir.

Tablo 15. Türkiye’nin Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi Kategorilerindeki Projeksiyonları (2010-2020)

Yıllar	Elektrik Üretimi (Mwe)	Isıtma (Konut Eşdeğeri)	Kaplıca/ Diğerleri (MWt)
2000	45	60.000 (420 Mwt)	300
2010	500	500.000 (3500 MWt)	895
2020	1000	1.250.000 (8300 MWt)	2300

Kaynak: Mertoğlu, a.g.m., s.29

¹⁵⁴ Mertoğlu; a.g.m., s. 32

¹⁵⁵ Mertoğlu, a.g.m., s.31; www. enerji.gov.tr, 02.06.2002; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.21

1.4.4.Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerji, Türkiye'nin kullanılabilir en önemli yenilenebilir enerji kaynağını oluşturmaktadır. Hidroelektrik enerjisi bakımından Doğu ve Güneydoğu Anadolu ile Karadeniz bölgeleri potansiyel olarak en zengin bölgelerdir. 1989 yılında %41.6, 1999 yılında %40.7 seviyelerinde olan hidrolik enerji, hidrolojik koşullar nedeni ile barajlardan su çekilmesi ve yetersiz yağışlar nedeniyle üretim için hidrolik payın değişmesine nedendir. Bugünkü durumu ile hidroelektrik santrallerin finans sorunu, karar verici mercilerin katılımı ile üst düzeyde çözülmesi gerekli bir sorundur. Türkiye su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Mevcut potansiyel 130 milyar kwh değerindedir (1979 elektrik tüketiminin en az dört katı).¹⁵⁶

Su kaynaklarından büyük miktarlarda enerji elde etmek için uzun vadeli pahalı yatırımlara ihtiyaç vardır. Oysa bugün yararlanılmayan su enerjisi akıp gittiğinden kesin bir kayıptır. Türkiye, toplam 104 işletme ile hidroelektrik enerji kaynağına sahiptir. 2000 yılında Türkiye elektrik üretiminin %40'ını hidrolik enerji ile karşılamıştır. Türkiye'nin hali hazırda yararlandığı hidroelektrik enerjisi kapasitesini 70-100 milyar kw/saat/yıl olduğu belirtilmektedir.¹⁵⁷

1.4.5. Biyokütle Enerjisi

Türkiye'de atıklara dayalı biyokütle enerjisi (biyogaz ve çöp santralleri) için bazı çalışmalar yapılmıştır. Türkiye'de biyogazla ilgili olarak ilk çalışmalar 1960'lı yıllarda "Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü" ile "Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü"nde gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki dönemlerde, özellikle 1980'li yılların başlarında tüm dünyada yaşanan petrol krizinin etkisiyle Köy Hizmetleri Ankara Topraksu Araştırma Enstitüsü'nde bir biyogaz birimi kurulmuş ve biyogazın ülke çapında yaygınlaştırılması çalışmaları hız kazanmıştır. Ancak, konunun ülkemiz açısından öneminin tam olarak kavranamaması, araştırmalardan elde edilen verilere olan güvensizlik, yönetimlerin konuya olumsuz bakışları, çalışmaları koordine edebilecek bir yapılanmanın

¹⁵⁶ Türkiye Elektrik Kurumu Elektrik İstatistikleri, 1980

¹⁵⁷ Yiğitgüden; a.g.e., s.23; Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, s. 44

oluşturulamaması ve konuyla ilgili gerekli ve yeterli desteğin sürekli olmaması nedeniyle 1980'li yılların sonunda Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü biyogazla ilgili tüm araştırma ve uygulama çalışmalarını durdurmuştur. Dünyada giderek yaygınlaşan bu çalışmalara Türkiye'de önem verilmeli ve hayvan çiftliği gübrelerinin ve şehir çöplerinin değerlendirilmesi için araştırma projeleri yürütülmelidir. Tarım açısından önemli bir girdi olan tezeğin yakılması yerine biyokütle üretiminde kullanılması ve artık maddenin de gübre olarak kullanılması gerekir, bu yolla üretilecek biyokütle'nin yıllık potansiyelinin 1.4-2 milyon TEP (toplam petrol eş değeri) dolayında olabileceği hesaplanmıştır.¹⁵⁸

Ormancılık potansiyeli ile ilgili bilgiler bulunmakla birlikte, ormanlarımız biyokütle enerjisi üretim potansiyeli açısından değerlendirilmiş değildir. Enerji plantasyonları biçimindeki tarımsal üretim olanakları üzerinde durulmamış ve konu tarımsal üretim planlarında ele alınmamıştır.¹⁵⁹

1.4.6. Deniz Kökenli Yenilenebilir Enerji

Deniz kökenli yenilenebilir enerjilerden Türkiye için söz konusu olan, geliştirilmiş bir teknolojisi de bulunan deniz dalga enerjisidir. Ayrıca denizlerimizde biyokütle yetiştiriciliği üzerinde de durulmalıdır. Üç tarafı denizlerle kaplı olan Türkiye'de enerji alanındaki Ar-Ge çalışmalarında ve enerji planlamalarında henüz yer almayan bu konu ile ilgili ön çalışmalar başlatılmalıdır.¹⁶⁰

1.5. Kalkınma Planlarında Enerji ve Çevre

Türkiye'de 1962 yılından itibaren planlı kalkınma dönemi başlamıştır ve bu süreç kısa, orta ve uzun vadeli planlarla sürmektedir. İlk plan 1962 yılına yetişemediğinden, I.Beş Yıllık Kalkınma Planı 1963'de yürürlüğe konulmuştur. 1963'de 10.4 milyon TEP birincil enerji üretimi gerçekleşmiştir. Bu üretimin %41'i odun, %37'si kömür, %20'si hayvan-bitki artıklarından %2'side hidrolik kaynaklardan sağlanmıştır. I.Beş Yıllık Kalkınma Planı

¹⁵⁸ Ekinci; Tırıs; Türe; a.g.e., s.3

¹⁵⁹ Yiğitgüden; a.g.e., s.24; www.cevre.gov.tr, 6.05.2003, İklim Değişikliği Sözleşmesi, s.24; www.enerji.gov.tr, 02.06.2002; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.66

¹⁶⁰ www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.71

dönemi olan 1963-1967 yılları arasında toplam birincil enerji tüketimi 15.6 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. II.Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde, birincil enerji üretimi 14.5 milyon TEP'e ulaşırken bu üretimin %30'u kömür, %27'si odun, %26'sı petrol %15'i hayvan ve bitki artıkları %2'si de hidrolik kaynaklardan sağlanmıştır. 1968-1972 yılları arasında toplam birincil enerji tüketimi 2.2 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. III.Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde, 1972-1977 yılları arasında toplam birincil enerji tüketimi 32.4 milyon TEP olarak petrol tüketimi enerji tüketiminin yarısını teşkil etmektedir. IV.Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde birincil enerji üretimi 35.6 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. V.Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde birincil enerji üretimi 19.2 milyon TEP olarak gerçekleşmiş, tüketim ise 35.6 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. VI.Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde birincil enerji üretimi 26.2 milyon TEP iken, tüketim ise 63.2 milyon TEP olmuştur.1997 yılı birincil enerji üretimi 27.7 milyon TEP olurken bu üretimin %20'si odun, %13'ü petrol, %12'si hidrolik, %5' bitki ve hayvan artıklarından %1'i doğal gazdan karşılanmıştır. 1997 yılında enerji tüketimi ise 73.2 milyon TEP olmuştur.¹⁶¹

1999 yılında Devlet Planlama Teşkilatı tarafından (DPT) yürütülen ve 2001-2005 dönemini içeren Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planında enerjinin mevcut durumu hakkında alınan kararlar; 1999 yılında 74.6 milyon ton petrol eşdeğeri olan birincil enerji tüketiminin 2000 yılında 78.8 milyon tona yükselerek böylece kişi başına enerji tüketiminin 1.207 kg petrol eşdeğeri olarak gerçekleştir. 2000 yılında taşkömürü ve hidrolik enerji tüketiminde azalma, linyit, doğal gaz ve petrol ürünleri kullanımında ise artış beklenmektedir. Birincil enerji tüketiminde santraller ve sanayi en yüksek paya sahiptir. Bunu ulaşım sektöründe izlemektedir. 2000 yılında sektörler itibarıyla enerji tüketiminde santallerde yüzde 10, sanayide %4.9 ve ulaştırma sektöründe %5.2 oranında artış umulmuştur.1999'da 28.1 milyon ton petrol eşdeğeri olan birincil enerji üretimi 2000 yılında yüzde 1 artarak 28.4 milyon ton petrol eşdeğerine yükselecek, buna göre ülke toplam birincil enerji talebinin %36'sı yurt içi kaynaklarla karşılanabilecek.Artan nüfus,

¹⁶¹ Hüseyin Şahin, Türkiye Ekonomisi, 2.b., Bursa, U.Ü. Basımevi, 1993, ss:130-131; Yiğitgüden; ss: 20-21

şehirleşme, sanayileşme, teknolojinin yaygınlaşması ve refah artışına paralel olarak ülkemizin enerji tüketimi kaçınılmaz bir şekilde büyümüştür. Buna karşın ülkemizde planlananın aksine uzun yıllardır sektörün sağlıklı bir şekilde yapılandırılması sağlanamamış, yatırımlar istikrarlı bir şekilde yürütülememiştir. Enerji yatırımlarında yaşanan istikrarsızlıklara bağlı olarak bazı dönemler aşırı üretim kapasitesiyle diğer dönemlerde ciddi enerji açıklarıyla yaşanmak durumunda kalmıştır.¹⁶² Ülkemizin karşı karşıya kalacağı elektrik enerjisi arz yetersizliğinin önlenmesi amacıyla 1996 yılından başlayarak elektrik enerjisi yatırımlarında yeniden canlanma sürecine girilmiş, bu kapsamda kamu kesiminde yeni santral projeleri yatırım programına alınıp kamu kaynaklarından enerji sektörüne ayrılan pay artırılırken özel sektör proje paketinde de gelişmeler olmuştur. Dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemizde enerji yatırımlarını artırmak amacıyla elektrik sektörünün özel kesime açılması gerekli görülmüş bu amaçla özel kesim yatırım ve faaliyetlerini geliştirmek için yeni modeller uygulamaya konulmuş, sektörün yeniden yapılandırılması gündeme getirilmiştir. Ancak özel kesimden beklenen yatırımlar ve katkılar alınamamıştır. Planda elektrik şebeke yatırımlarına ve kayıp ve kaçakların azaltılmasına yönelik çalışmalara ağırlık verilecektir. Doğal gaz sektöründe yeniden yapılanma gerektiği ve alternatif yeni enerji kaynaklarına dikkat edilmesi üzerinde durulmuştur. Elektrik sektörünün yanısıra enerji sektörünün diğer faaliyet alanlarında da daha verimli, tasarruflu ve temiz çalışan nakil ve tüketim teknolojilerine önem verilecektir. Çevrenin korunması amacı da dikkate alınarak yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, yaygınlaştırılması ve tüketimde daha büyük oranlarda yer alması için tedbirler geliştirilecek, böylece yeni enerji kaynaklarının yanısıra yenilenebilir enerji kaynaklarının da katılımıyla ülke enerji potansiyelinin üst derecede değerlendirilmesi sağlanacaktır. Arz yetersizliğinin aşılabilmesi ve yüksek artış hızını sürdüren elektrik talebinin önümüzdeki yıllarda kesintisiz ve emniyetli bir şekilde karşılanabilmesi için enerji yatırımlarında süreklilik sağlanacaktır.¹⁶³

Türkiye’de uygulamaya konan kalkınma planlarının temel özelliği, ekonominin

¹⁶² www.dpt.gov.tr, 23.06.2003 Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Raporu, ss:202-203

¹⁶³ www.dpt.gov.tr, 23.06.2003 Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Raporu, ss: 203-204

tümünü kapsamı, kamu kesimi için zorlayıcı, özel kesim için teşvik edici nitelikte olmasıdır.

Kalkınma planlarının temel amaçlarına bakıldığında planların amacını GSMH'nın hızlı bir şekilde yükseltilmesi oluşturmaktadır. Kalkınma planlarında çeşitli dönemlerdeki değişen siyasal ve ekonomik koşullar ile çok çeşitli amaçlar yer aldığı görülmektedir. Kalkınma planlarında değişen bu duruma göre yer alan temel ilke ve amaçlardan birisi de çevreye yönelik amaçlardır. 1963-1972 yılları arasında kapsayan iki kalkınma planında çevreye ayrı bölüm içinde değerlendirilmediği görülmektedir. Çevre, çevre sağlığı kapsamında ele alınmıştır. Daha sonraki planlarda ise çevreye yönelik politikalara yer verilmiştir. 1973-1977 yıllarını kapsayan Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planında, Stockholm konferansından sonra 1973 yılında uygulamaya giren III. Beş Yıllık Kalkınma Planında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çevre sorunları açısından değerlendirildiği görülmektedir. Gelişmiş ülkeler için sorunların, sanayi faaliyetleri, kaynakların aşırı tüketilmesi ile ekosistem dengesinin bozulmasından kaynaklandığı vurgulanmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler de ise sorunların, teknolojik yetersizlik, gelir ve eğitim yetersizliği nedeniyle doğa ile uyumun sağlanamamasından kaynaklandığı kabul edilmiştir. Türkiye içinde gelişmekte olan ülkelerin sorunları ile sanayileşme ve kalkınmaya zarar verecek çevre politikalarının kabul edilemezliği vurgulanmıştır. Çevre sorunları çözülmeye çalışılırken, kalkınmaya ayrılacak fonların olumsuz yönde etkilenmemesine dikkat edilecektir. III. Beş Yıllık Kalkınma Planı dönemi çevrenin ele alındığı ilk dönemdir. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı ise 1979-1983 yıllarını kapsamaktadır. Çevre sorunlarının toplumsal değişim süreci ile birlikte çözüme kavuşturulması bu planın temel ilkesini oluşturmaktadır.¹⁶⁴ Sanayileşme, kentleşme sürecinde, çevre sorunlarının artmadan önce önlenmesine ağırlık verilmesi öngörülmüştür. Planda, çevre politikalarında çevreye ilişkin kararların yerel yönetimlerce verilmesinin sağlanması ve çevre konusunda faaliyet gösteren kuruluşların desteklenmesi yer almıştır. Bu plan döneminde 1978 yılı sonunda Çevre Müsteşarlığı kurulmuştur. 1985-1989 yıllarını kapsayan Beşinci Beş Yıllık Kalkınma

¹⁶⁴ Gülün Egeli, Avrupa Birliği ve Türkiye'de Çevre Politikaları, T.Ç.V.Y., Kasım, 1996, s.89; Ertürk, Çevre Bilimlerine Giriş, ss: 181-182

Plan'ının çevreye yönelik temel ilkesi, kirliliğin önlenmesi ve kirliliğin önlenmesinin yanısıra kaynaklardan gelecek nesillerin de yararlanabilmesi amacı ile kaynak kullanımında ekosistem dengesi dikkate alınması vurgulanmaktadır. Bu dönemde 2.11.1986 yılında Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği oluşturulmuştur. Planda yer alan politikalar arasında hava kirliliği sorununa köklü çözümler bulmak amacıyla yeni yakıt türleri ve ısınma proje çalışmaları yapılacağı öngörülmüştür. 1990-1994 yılları arasında Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı kapsamında çevre sorunları temel sorunlar olarak değerlendirilmiştir. IV. Beş Yıllık Kalkınma Planının da olduğu gibi çevre sorunlarının artmadan önce tahmin edilmesi ve çözümler getirilmesi yine vurgulanmıştır. Enerji üretimi, iletilmesi, dönüştürülmesi ve kullanılmasında çevre faktörünün göz önüne alan ekonomik değerlendirilmesi, enerji üretiminde çevre kirliliğini azaltmak için mevcut ve yeni kurulacak tesisler için araştırma ve geliştirme çalışmalarına ağırlık verilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanabilmek için araştırma ve geliştirme programlarına ağırlık verilmesi, petrol ürünlerinin tüketilmesinde oluşabilecek çevre kirliliğine karşı gereken tedbirlerin alınması, nükleer tesislere yönelik mevzuatın geliştirilmesi, hidroelektrik santrallerin ekolojik ve sosyo-ekonomik açıdan boyutlarının değerlendirilmesi ve çevre etkilerinin azaltılması, hava kalitesini etkileyen faktörlerin tespit edilmesine yönelik kararlar öngörülmüştür. VII. Beş Yıllık Kalkınma Planında (1996-2000) çevrenin korunması ve geliştirilmesi ve çevre ve çevreyle ilgili düzenlemelere yer verilmiştir. Ekonomik ve sosyal yatırımlarda çevre boyutunun dikkate alınması için Çevresel Etki Değerlendirme Yönetmeliği yürürlüğe girmiş. Çevre alanında eğitimin önemi dikkate alınarak çevreye duyarlılık kriteri zorunlu hale getirilmiştir. Katı atıklar, kimyasallar, tıbbi atıklara ilişkin mevzuat tamamlanmıştır. Hava ve su kirliliği evsel ve endüstriyel atıklar, toprak kalitesi ve erozyon gibi sorunların çözümüne ilişkin uygulamalar ise sınırlı kalmıştır.¹⁶⁵

Çevre politikaları, çevre kirliliği için önleyici politikalar ve sürdürülebilir kalkınma anlayışına uygun politikalar şeklinde gelişme öngörülmüştür. Türkiye'nin çevre

¹⁶⁵ Egeli; a.g.e., ss: 95-101

politikasının ana hedefi, sürdürülebilir kalkınmayla birlikte çevrenin korunması ve geliştirilmesi olarak belirlenmiştir. Bu politikanın temel ilkesi doğal kaynakların yönetimi, insan sağlığı ve doğal dengenin korunması koşuluyla sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ve gelecek kuşaklara yaşanabilir doğal, fiziksel ve sosyal bir çevrenin bırakılmasıdır.¹⁶⁶

1.6. Enerji Sektörünün Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Emisyonlar ve Hava Kirliliği Açısından Sektörler

Türkiye’de konut, sanayi, tarım ve ulaşım sektörlerinde tüketilen linyit, taşkömürü, fuel-oil, benzin ve dizel yakıtların emisyonlar açısından kirlilik etkileri fazladır. Santrallerin emisyonlarda önemli bir payı vardır. Özellikle linyit termik santrallerinin etkisi oldukça fazladır.¹⁶⁷ 1987 yılı itibariyle Türkiye’de enerji kökenli emisyonlar ek 6’da gösterilmektedir. Türkiye’deki enerji kaynaklarının kapasitesi ve çevreye olan etkileri ek 7’de gösterilmektedir. Ek 6’da görülen enerji kaynaklarına ve sektörlerine göre emisyonlar olarak doğal gaz enerji kullanımından kaynaklanan emisyonlar, diğer enerji kaynaklarının etkisinden az olduğudur. Linyit ve asfaltit yakıtlarını kullanan sektörlerin kükürt dioksit ve parçacık emisyonunda oldukça etkili olduğu görülür.

1.6.1. CO₂ Emisyonları

Türkiye’de enerji tüketimi sonucu oluşan karbondioksit emisyonu verilerinde Enerji Bakanlığı’nın verileri esas alınmıştır. Karbondioksit emisyonu 1970 yılında 75 milyon ton, 1980 yılında 120 milyon ton, 1992 yılında 182.5 milyon ton 2000 yılında 350 milyon ton olarak tahmin edilmiştir. Fosil kaynak tüketimi kullanımı arttıkça bu oranın 2010 yılında 608 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Taş kömürü tüketiminden kaynaklanan emisyonların 1980 yılında %10 olan payı, 2010 yılında %45’e yükseleceği, linyit’in 1980 yılında %20’lik payını 2010 yılında %19 oranı ile koruyacağı, petrolün payının 1980 yılında %40 olmasına karşılık 2010 yılında ise %24’e düşeceği tahmin edilmektedir.¹⁶⁸ CO₂ emisyonlarına sektörlerin katkıları ise, çevrim sektörünün 1980 yılında %20 oranındaki

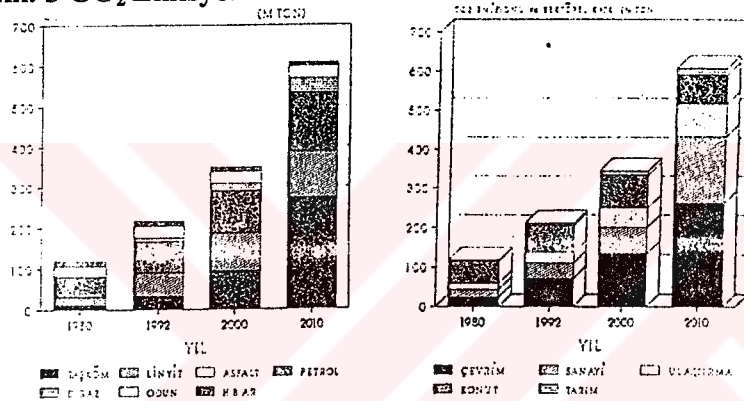
¹⁶⁶ <http://www.cevre.gov.tr>, İklim değişikliği sözleşmesi, 06.05.2003

¹⁶⁷ Tırıs; a.g.m., s.381; Ekinci; Tırıs; Türe; a.g.e., s.13

¹⁶⁸ Ekinci; Tırıs; Türe; a.g.e., ss: 13-14

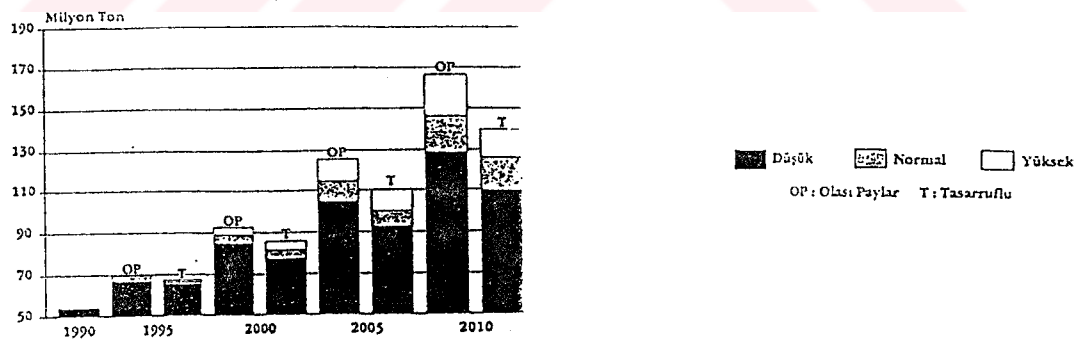
payı 2010 yılında %43'e, sanayi sektörünün %16 olan payı %28'e, tarım sektörünün %2 olan payı %3'e yükseleceği, ulaşım sektörünün %14 olan payı aynı şekilde koruyacağı, konut sektörünün %47 olan payı %12 düşeceği tahmin edilmektedir. Şekil 5'de Türkiye'de yakıt tüketiminden kaynaklanan karbondioksit (CO₂) salınımlarının enerji kaynak payları ve sektörel payları gösterilmiştir. Şekil 6'da karbon emisyonunda gelişmeler gösterilmiştir. Şekillerde görülen karbondioksit ve karbon emisyonlarının salınımının 2010 yılında yükseleceği görülmektedir.

Şekil 5 CO₂ Emisyonunda Enerji Kaynak Payları ve Sektör Payları



Kaynak: www.cevre.gov.tr, İklim değişikliği sözleşmesi, 6.05.2003; Ekinci; Tırıs; Türe; a.g.e., ss: 14-15

Şekil 6. CO Emisyonunda Gelişmeler (1990-2010)¹⁶⁹



Kaynak: TÜSİAD Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış, Arz, Talep Politikaları, Kasım 1994, s.112

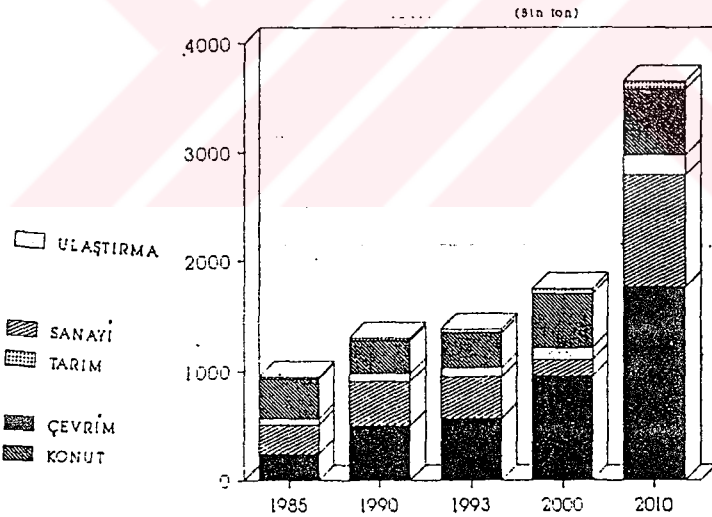
1.6.2. SO₂ Emisyonları

Enerji kökenli emisyonlar arasında en önemli parametrelerden biri olan kükürtdioksit emisyonları, düşük kaliteli linyitlerin yakılması sonucu, termik santraller,

¹⁶⁹ TÜSİAD Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış, Arz, Talep Politikaları, Kasım 1994, s.112

yoğun yerleşim bölgelerinde yoğun kirlilik problemlerinin yaşanmasına neden olmaktadır. 1985 yılında konutların enerji tüketimleri sonucu 369 bin ton SO₂ emisyonunun 312 bin tonu sadece linyit tüketiminden kaynaklanmaktadır, 2010 yılında 608 bin ton, linyit tüketiminden 548 bin ton kaynaklanacağı tahmin edilmektedir. Tarım ve ulaşım sektörünün motorin kullanımı sonunda SO₂ Emisyonları 1985 yılında tarım sektörü için 20 bin ton, ulaştırma sektörünün payı 55 bin ton iken 2010 yılında sırayla 75 bin ton ve 185 bin tona yükseleceği tahmin edilmektedir. Sanayi sektörünün 1985 yılı için SO₂ emisyonu 1985 yılında 268 bin ton iken 2010 yılında 1 milyon 24 bin ton olacağı tahmin edilmektedir. Termik santrallerinin SO₂ emisyonları 1985 yılı 241 bin ton iken 2010 yılında 1 milyon 762 bin ton gibi değere yükselmesi tahmin edilmektedir.¹⁷⁰ Şekil 7’de SO₂ emisyonu ve sektör payları gösterilmektedir. Şekil 8’de kükürdioksit emisyonunda gelişmeler gösterilmektedir.

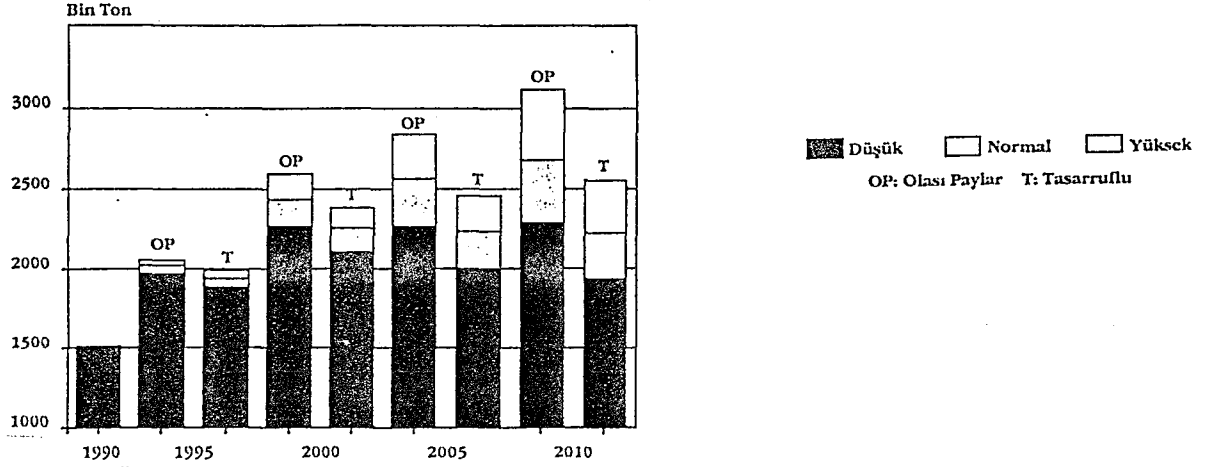
Şekil 7. SO₂ Emisyonu ve Sektör Payları¹⁷¹



Kaynak: Ekinci; Tırıs; Türe; a.g.e., s.16

¹⁷⁰ Ekinci, Tırıs, Türe; a.g.e., ss.15 -16

¹⁷¹ Ekinci; Tırıs; Türe; a.g.e., s.16

Şekil 8. SO₂ Emisyonunda Gelişmeler(1990-2010)

Kaynak: TÜSİAD Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış, Arz, Talep Politikaları, Kasım 1994, s.114

1.6.3.NO_x Emisyonları

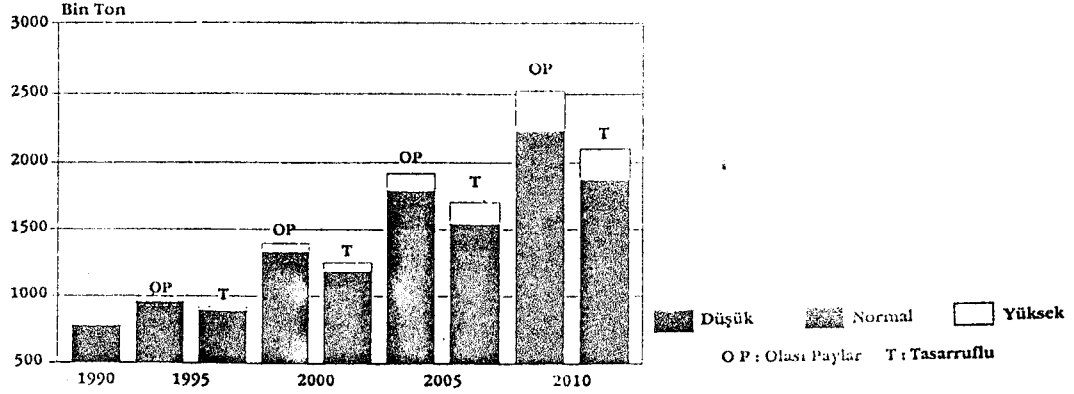
Linyit ve petrol gibi kaynakların kullanılması ile NO_x emisyonu açısından konut ve ulaşım sektörleri etkilidir. 1985 yılında konut sektörünün payı, 95 bin ton NO_x emisyonunun, 43 bin tonu linyit tüketiminden kaynaklanmaktadır, 2010 yılında 140 bin ton, linyit tüketiminin katkısı 76 bin ton olacağı, ulaşım sektörü için 1980 yılında 173 bin ton iken 2010 yılında 600 bin ton değerinde olacağı tahmin edilmektedir. Diğer sektörlerin payları ise şu şekildedir.¹⁷²

	1985	2010
Tarım sektörü (bin ton)	28	107
Sanayi sektörü(bin ton)	36	146
Termik santral(bin ton)	25	225

Şekil 9'da azotdioksit emisyonunda gelişmeler gösterilmiştir.

¹⁷² Ekinci; Tırıs; Türe; a.g.e., s.16

Şekil 9. Azotdioksit Emisyonunda Gelişmeler(1990-2010)



Kaynak: TÜSİAD Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış, Arz, Talep Politikaları, Kasım 1994, s.116

1.6.4.Parçacık Emisyonları

Enerji tüketiminden kaynaklan PM emisyonlarının oluşumunda konut ve sanayi sektörleri birincil unsurlardır. PM oranları aşağıdaki gibidir.¹⁷³

	1985	2010
Konut (bin ton),	672	719
Konut (bin ton odun)	375	415
Sanayi	230 bin ton	1 milyon ton
Sanayi, (Linyit)	213	825 bin ton
Termik Santral*bin ton	35	129
Tarım (bin ton)	6	21
Ulaşım (bin ton)	17	57

Isınma kaynaklı hava kirliliğinin çok olması, başka tür kirlilik problemlerinin göz ardı edilmesine neden olmuştur. Bunlardan en önemlisi ulaşımdan kaynaklanan kirleticilerdir. Ulaşım sektörü de kirletici emisyonlar açısından önemlidir. Toplam emisyonlarda trafiğin payı, partikül maddeler ve SO₂ için hemen hemen yok sayılırken, NO_x emisyonu için %82, CO için %57 ve hidrokarbon için (HC) %92'dir.¹⁷⁴

¹⁷³ İkinci: Tiris: Türe: a.g.e., s.17

* Termik santrallerde filtrelerin devrede olması bakımında partikül emisyonları kısmen kontrol altındadır.

¹⁷⁴ 21.yy'a girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, Enerji ve Çevre, Tüsiad, Aralık 1998 s.236

	CO	NO _x	HC
Dizel motorlu araçlar	%15	%84	%62
Benzin motorlu araçlar	%85	%16	%38

düzeylerindedir. Büyük kentlerde trafikten ortaya çıkan emisyon kirlilikleri, termik santrallerin oluşturduğu kirlilikten fazladır.¹⁷⁵ Türkiye'nin ulaşım sektöründe enerji ihtiyacı Tablo 16'da gösterilmektedir. Ek 8'de 1990-2010 yıllarında ulaşım sektörünün enerji talebi gösterilmektedir.

Tablo 16. Türkiye'nin 1996-2020 Yılları Arası Ulaşım Sektöründeki Enerji İhtiyacı

Yıllar	Yıllık enerji ihtiyacı (Mtoe)*	Enerji ihtiyacına katkısı %
1996	11.8	17.4
1997	13.1	18.4
2000	17.6	19.3
2005	20.8	17.2
2010	26.4	15.8
2015	32.4	14.2
2020	39.9	13

Kaynak: Mustafa Tırıs, E Ekinci, and S Özdoğan "Air Pollution Due To Fossil Fuel Utilisation in The Turkish Transportation Sector", s. 270

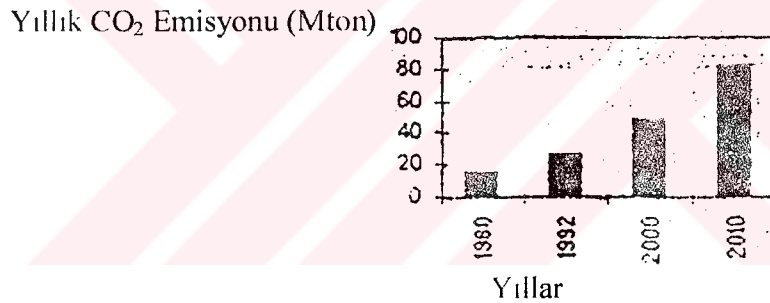
Çizgisel kaynaklar içinde olan otomobil, toplumsal hayat içinde insanların yaşamı için son derece gereklidir, ancak ekilebilir topraklar üzerinde olan otoyolların büyük alanlar işgal etmeleri, daha az insan taşımaları, çevreye verdikleri tahribatların büyük olması ve buna karşın enerji kaynaklarının da yenilenemez boyutta olması nedeniyle lükstür. Otomobillerin sayısal çokluğunun artmasından dolayı otomobil merkezli sistem denilmektedir ve otomobil ülkelerin tek ulaşım aracı olarak görülmektedir. Otomobil merkezli sistem mevcut şartlar, çevresel açıdan daha uygun ve ekonomik olarak daha

¹⁷⁵ 21.yy'a girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, Enerji ve Çevre, Tüsiad, Aralık 1998 s. 236

* Mtoe:metre ton enerji

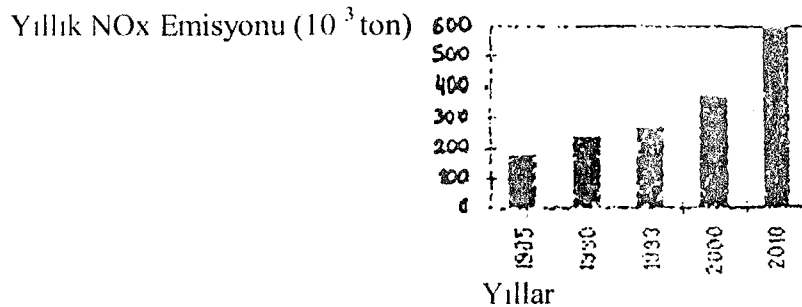
hesaplı ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi yönündeki zorlayıcı etkisini hissettirmektedir. Ulaşımın otomobil yoğunluklu olarak gerçekleştiği kentlerde trafik tıkanıklığına neden olurken bir yandan da arabalar boşa çalışıkça havanın daha da kirlenmesine neden olmaktadır. Bu yönüyle taşıtlar insan faaliyetleri arasında önemli kirlilik kaynaklarından birini oluşturmaktadır ve taşıtlardan atmosfere salınan emisyon miktarları hava kirliliği açısından etkileri küçümsenmeyecek değerlerdedir.¹⁷⁶ Şekil 10'da 1980-2010 yılları arasında ulaşımdan kaynaklanan yıllık CO₂ emisyonu yayılımı gösterilmektedir. Şekil 11'de 1985-2010 yılları arasında ulaşımdan kaynaklanan NO_x emisyonu yayılımı gösterilmektedir. Şekil 12'de 1985-2010 yılları arasında ulaşımdan kaynaklanan SO₂ emisyonu yayılımı gösterilmektedir. Şekil 13'de 1985-2010 yılları arasında ulaşımdan kaynaklanan PM emisyonu yayılımı gösterilmektedir.

Şekil 10. Ulaşımdan Kaynaklanan Yıllık CO₂ Emisyonu (1980-2010)



Kaynak: Tırıs, Ekinci, Özdoğan; a.g.m., s. 272

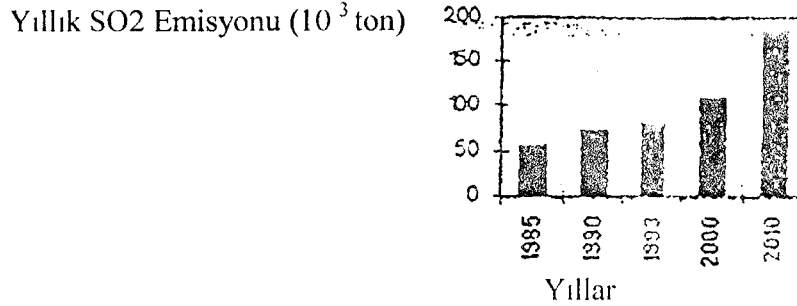
Şekil 11. Ulaşımdan Kaynaklanan NO_x Emisyonu (1985-2010)



Kaynak: Tırıs, Ekinci, Özdoğan; a.g.m., s. 272

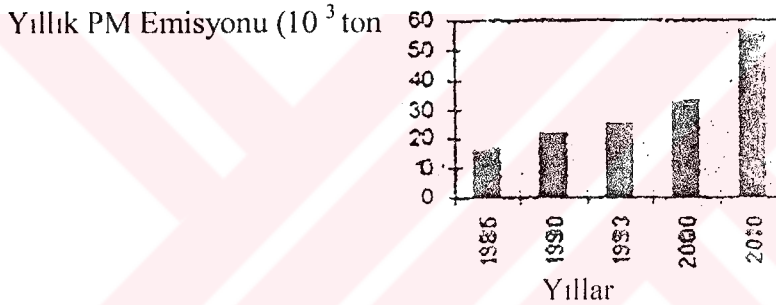
¹⁷⁶ Peter Freund; George Martin, (çev. Gürol Koca). Otomobilin Ekolojisi. Ayrıntı Yayınları, İstanbul, 1996 ss: 5-25

Şekil 12. Ulaşımdan Kaynaklanan SO₂ Emisyonu (1985-2010)



Kaynak: Tırıs, Ekinci, Özdoğan; a.g.m., s. 272

Şekil 13. Ulaşımdan Kaynaklanan PM Emisyonu (1985-2010)



Kaynak: Tırıs, Ekinci, Özdoğan; a.g.m., s. 272

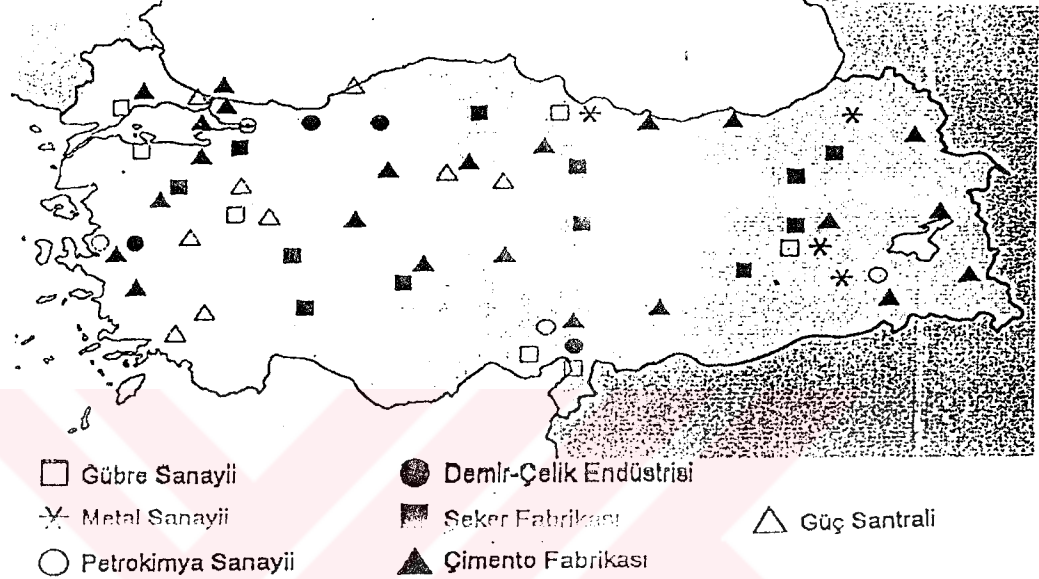
Şekillerde de ortaya konulduğu gibi CO₂, SO₂, NO_x ve PM emisyonlarındaki değişim 2010 yılında daha da artış gösterecektir. Ulaşımdan kaynaklanan emisyonların hava kirliliğine etkileri göz ardı edilemez. Çünkü kullanılan yakıtlar ekolojik dengeyi alt üst edecek boyutlara ulaşabilir.

Endüstri kuruluşlarından kaynaklanan hava kirliliği yanlış yer seçimi, çevre açısından uygun teknolojilerin kullanılmaması, atık gazların önlemler alınmadan atmosfere atılması, tesislerin ekonomik ömrünü doldurduğu halde çalıştırılması gibi nedenlerden kaynaklanmakta ve kaynakların tahribine ve çevrenin hızla kirlenmesine neden olmaktadır.¹⁷⁷ Türkiye’de hava kirliliği yaratan endüstrilerin dağılımı şekil14’de

¹⁷⁷ Gürdal Tuncel, Hava kalitesinin Korunması, Ulusal Çevre Eylem Planı. DPT, Temmuz 1998. s.1.

gösterilmektedir. Türkiye’de kirletici potansiyeli olan endüstrilerden atmosfere atılan yıllık SO₂ ve parçacık miktarları Tablo 17’de gösterilmektedir.

Şekil 14. Türkiye’de Hava Kirliliği Yaratan Endüstrilerin Dağılımı



Kaynak: www.bsm.org.tr/makale/hava_kirliligi, 26.06.2003

Tablo 17. Türkiye’de Kirletici Potansiyeli Olan Endüstrilerden Atmosfere Atılan Yıllık SO₂ ve Parçacık Miktarları(ton/yıl)

Endüstri	Partiküller	SO ₂
Güç santralleri	3.940.000	1.430.000
Demir çelik	3.330.000	
Çimento	2.270.000	32.000
Şeker	290.000	49.000
Metal	5.200	30.000
Gübre	14.000	30.000

Kaynak: Tuncel; Güllü; a.g.e., s.35

Çimento sanayinin meydana getirdiği partiküler madde kirliliği illerin çoğunda önemli boyuttadır. Türkiye’de bulunan şeker ve çimento fabrikaları eski tesislerdir. Yerleşim merkezinden uzakta kurulmalarına rağmen, hızlı şehirleşme sonucu büyük bir

kısmı yerleşim alanları içinde kaldıklarından etkileri önemli olmaktadır. Enerji sektörünün sanayi içinde hava kirliliği açısından, enerji üretiminde kullanılan termik santraller yaktıkları fosil yakıtlar nedeni ile bölgesel ve yerel ölçekte hava kirliliğine neden olmaktadır. Termik santrallerinin yerel etkileri emisyonların yüksek olması nedeni ile diğer endüstri kuruluşlarında görülen etkilerden büyük olmaktadır.¹⁷⁸ Türkiye’de kurulu bulunan bazı linyit termik santrallerinin emisyon değerleri Tablo 18’de gösterilmiştir. Termik santrallerden kaynaklanan çevre sorunu sadece baca gazı emisyonları ve yanma artığı ürünler değildir, büyük enerji kaybına yol açan atık ısı* da çevresel sorundur. Türkiye gerek enerji kaynakları ve tüketilen türleri, gerekse enerji kaynaklarının emisyonlar bakımından olumsuz bir enerji yapısına sahiptir. Bu nedenle karbon emisyonları yönünde sınırlama yönünde çözümler görülmemektedir.¹⁷⁹

Tablo 18. Linyit Termik Santrallerinin Emisyonları

Santral	Baca gazı verisi (Nm ³ /MW.h)	Kirlenici Emisyon Miktarı(kg/MW.h)				
		Partikül	SO ₂	NO _x	CO	Uçucu HC
Afşin Elbistan	4889.53	1.116	49.41	14.12	0.71	0.094
Çayırhan	4006.67	0.313	5.92*	5.09	0.25	0.034
Kangal	6138.67	2.520	55.40	11.08	0.55	0.074
Orhaneli	4156.22	0.143	27.14 ⁺	5.71	0.29	0.038
Seyitömer (1-4)	5940.00	3.270	43.30	8.66	0.43	0.058
Soma A	2540.91	1.523	21.30	12.0	0.59	0.08
Soma B(1-6)	4600.41	1.648	24.86	7.33	0.37	0.049
Tunçbilek A	5976.00	1.558	25.58	5.12	0.26	0.034
Tunçbilek B	4311.35	3.067	20.48	7.00	0.35	0.047
Yatağan	5149.38	0.418	44.36 ⁺	6.57	0.33	0.044
Yeniköy	5429.30	0.719	80.00 ⁺	8.00	0.40	0.053

* Kükürt arıtmalı, ⁺ Baca gazı desülfürizasyon tesisi yapılmakta

Kaynak : 21.yy’a girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, Enerji ve Çevre, TÜSİAD, Aralık 1998 s.235

¹⁷⁸ Tuncel; a.g.e., s.1.

* Atık ısı; Termal kirlilik olarak da tanımlanır. Özellikle enerji santrallerinden suya bırakılan ısı olarak tarif edilir.

¹⁷⁹ TÜSİAD, Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış, Arz, Talep Politikaları, Kasım 1994, s.111

Türkiye enerji sektöründen kaynaklanan SO₂, NO_x, CO₂ ve partiküller bölgeler bazında önemli çevre problemlerine neden olmanın yanısıra, uluslararası boyutta da önem kazanmıştır. Küresel iklim değişikliğinde, karbondioksit emisyonunu atmosfere en çok salan ülkelerin emisyon oranını 1990 yılı seviyesine indirmelerini isteyen iklim değişikliği sözleşmesinde, gelişmiş ülkelere çevreyi kirletmeleri halinde ağır yaptırımların uygulanması istenmektedir. Rio Zirvesinde 153 ülkenin imzaladığı iklim değişikliği sözleşmesinde, Türkiye bazı maddelerine itiraz ederek imza atmamıştır. Türkiye 1992-2000 yılına kadar karbondioksit ve diğer sera gazlarını 1990 düzeyine, indirmek ve gelişme yolundaki ülkelere mali ve teknolojik yardımda bulunmak gibi yükümlülükleri yerine getirilmesi yükümlülüklerini imzalamamıştır. Kullanılan fosil enerji kaynakları ile atmosfere salınan karbondioksit emisyonu ile sera etkisi için, 2050 yılına değin Türkiye üzerindeki yıllık ortalama sıcaklıklarda yaklaşık 1-3 °C artış olacağı tahmin edilmektedir.¹⁸⁰ Türkiye’de sera gazı salınımını doğrudan azaltmaya ya da denetim altına almaya yönelik yasal bir düzenlemeye gidilmemiştir. Genel olarak enerji tasarrufu, doğal çevrenin korunmasına yönelik yasal düzenleme ve önlem bulunmaktadır.

1.7. Türkiye’de Enerji Kaynaklarının Kullanılmasında Alınması Gereken Önlemler

Türkiye’nin ulusal enerji politikalarını, enerjinin kaliteli, güvenilir ve ekonomik olarak tüketiciye sunulması şeklinde özetlemek mümkündür. Enerji politikası 5 yıllık kalkınma planlarında belirlenir ve ekonomik ve sosyal gelişme hedeflerine ulaşmak için gerekli enerjinin yeterli, güvenilir ve artan enerji talebinini karşılamak için yatırımların özendirilmesini içerir. Bu esaslar dahilinde uygulamaya konulan politika tedbirleri şu şekilde özetlenebilir:¹⁸¹

- Yatırım aşamalarında olan enerji projelerinin hızlandırılması

¹⁸⁰ <http://www.cevre.gov.tr> , İklim Değişikliği Sözleşmesi, 06.05.2003; Egeli; a.g.e., s.23

¹⁸¹ Yiğitgüden; a.g.e., s.46; Hasan Ertürk, Çevre Politikaları Ders Notları, ss: 145-146; Yaşamış; a.g.e., s.48; www.cevre.gov.tr, 6.05.2003, İklim Değişikliği Sözleşmesi, s.12; TÜSİAD Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış, Arz, Talep Politikaları, Kasım 1994, ss: 41-43; F.Behçet Yücel, “Türkiye’de Enerjinin 2010 Yılı Dolaylarındaki Geleceğine İlişkin Görüşler”, Elektrik/2000/Ağustos, Sayı:137, ss: 37-40

- Tüm enerji tesislerinin uygun çevre teknolojileri ile desteklenmesi, Elektrik üretimi merkezlerinin çevresel etkiler açısından sakıncalı sonuçlar yaratmasını önleyici çalışmaları desteklemek,
- Kamuoyunun bilinçlendirilmesi yoluyla ülke çapında enerji tasarrufu uygulamalarının arttırılmasıdır.
- Evsel, kamusal, ticari, endüstriyel ve tarımsal her türlü enerji kullanımının verimli biçimde gerçekleştirilmesi sağlamak,
- Kıt kaynakların gelecek kuşaklar için saklanması amacıyla enerji talebini azaltan önlemleri desteklemek,
- Mevcut termik santrallerinin iyileştirilmesi,
- İletim ve dağıtım kayıplarının azaltılması,
- Bilinen enerji kaynaklarının tasarrufu ve daha verimli kullanımı ile ilgili araştırmaları kirlilik yaratmayan enerji kaynaklarının geliştirilmesi ile ilgili çalışmaları desteklemek
- Ticari, tarımsal, endüstriyel enerji üretimine ilişkin, kentsel ve evsel kaynaklardan ve ulaşım araçlarından çevreye verilen emisyonların en az düzeye indirilmesi yolundaki çalışmalar desteklenmelidir.
- Enerji ithalatında enerji arz maliyetinin dikkate alınması, kaynak çeşitlendirilmesine gidilmesi ve tek bir enerji kaynağından kaçınılması
- Enerji sektörüne kamu finansmanı dışında Yap-İşlet-Devret modellerine başvurmak sureti ile finansman sağlanması
- Enerji talebinin mümkün olduğunca yerel kaynaklardan karşılanması ve dışa bağımlılığı asgari düzeyde tutulmasının sağlanması
- Enerji politikalarında yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzına katkısının sağlanması. Güneş, rüzgar, jeotermal, hidroelektrik ve biyokütle enerjileri Türkiye için potansiyel enerji kaynaklarıdır, enerji üretiminin ve kullanımının artırılmasına yönelik yatırımların hızlandırılması
- Öncelikle yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin saptanması bunun doğrultusunda planlar hazırlanması ve hedeflerin belirlenmesi gereklidir. Yasa ve

düzenlemelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının değinilmesi ve yenilenebilir enerji kaynakları üreticilerinin teşvik edilmesi gereklidir. Uygulamaya yönelik Ar-Ge çalışmalarının desteklenerek geliştirilmesi gerekmektedir.

- Yeni ve yenilenebilir enerjilerle ilgili gerekli yasal mevzuatların çıkarılması gereklidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının amacına yönelik çalışmalar için düşük faiz, uzun süreli kredi ve teşviklerin verilmesi gibi uygulamalar olmalıdır.

Türkiye rüzgar, güneş, jeotermal ve biyokütle gibi yenilenebilir enerjileri kullanabilir olmasına rağmen yenilenebilir enerji kaynaklarının üretime kazandırılması yönündeki çalışmalara gereken önem henüz verilmemiştir. Bugün Türkiye’de kullanılan enerji kaynağı fosil yakıtlardır. Bu yakıtların kontrolsüz bir şekilde kullanımı doğal çevreye ve insan sağlığına zarar vermektedir. Fosil yakıt kullanımı enerji - çevre sorunlarının oluşmasının temel nedenidir. Türkiye’de 1970’li yıllarda geliştirilen ilk teknolojiler kirlilik kontrol amaçlıdır. Ancak bu teknolojiler üretim sürecinin sonuna yönelik olup, fazla malzeme ve enerji gereksinimli, düşük verimli teknolojilerdir.¹⁸² 1980’lerin başlarında çevre ve enerji verimliliklerini arttıracak tasarımlar üzerinde durulmaya başlanmıştır. 1980’lerin sonuna doğru çevre politikaları, endüstriyel ekoloji görüşü biçimlenmiştir. 1990’larda çevre yönetim fonksiyonlarına toplam kalite yaklaşımı eklenmiştir. Çağdaş çevre politikası, kirliliğin kaynağında önlenmesi ve temiz üretim ilke edinilmiştir.

1976 yılına kadar Türkiye’de taşkömürü, linyit, petrol, hidroelektrik ve ticari olmayan odun, tezek, asfaltit, bitki artıkları gibi birincil enerji üretimleri varken 1976 yılından itibaren doğal gaz, jeotermal elektrik, güneş enerjisi ve jeotermal ısı üretilmeye başlanmıştır.¹⁸³ Bütün enerji kaynakları, Birincil Enerji Kaynakları ve İkincil Enerji Kaynakları olarak ayrılmıştır. Enerji kaynaklarının mevcut rezervleri ve üretim imkanları değerlendirilerek, ileriye dönük olarak çıkarılan talep projeksiyonları çerçevesinde arz yapısı oluşturulmaya çalışılır. Bu çerçevede enerji dengeleri kurulur, yeni proje ihtiyaçları belirlenirken, yatırım ihtiyaçları ile birlikte ortaya çıkarılmaktadır.¹⁸⁴

¹⁸² Tüsiad, 21.yy’a girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, Aralık 1998 s.229

¹⁸³ www.dpt.gov.tr/enerji/, 5.09.2002; Yiğitgüden; a.g.e., s.20

¹⁸⁴ http://plan8.dpt.gov.tr/enerji/raport1.html, 5.09.2002

Türkiye birincil enerji kaynakları, dünya rezervleri ile kıyaslandığında miktar ve kalite itibariyle çok düşük seviyelerdedir. Buna karşın hidroelektrik enerji ve linyit kömürleri, ülkemizde mevcut kaynaklar içinde büyük bir potansiyele sahiptir. Ülkemiz birincil enerji kaynakları potansiyelinin yarısından az bir miktarı kullanılmaktadır. Çünkü linyit kömürü kaynakları coğrafi olarak dağınık, düşük kaliteli ve yüksek maliyetli iken, hidroelektrik kaynaklar ise doğrudan yağışlara bağımlı olması nedeniyle güvenilirliği düşüktür.

Türkiye 1995 yılı itibariyle toplam birincil enerji üretimi ile iç talebinin sadece %42'sini karşılayabilmiştir. 2000 yılında toplam birincil enerji ihtiyacı %36'sı yerli üretimle karşılanmıştır (%64 ithal), bu oranın 2010 yılında %75 ve 2020 yılında %82'si ithal yoluyla karşılanacağı tahmin edilmektedir.¹⁸⁵

Üretimi yurtiçi talebi karşılayamayan, büyük kısmı sürekli ithal edilen ham petrole ek olarak, 1973 yılından itibaren taşkömürü, 1975 yılından itibaren elektrik enerjisi 1987 yılından itibaren doğal gaz ithal edilmeye başlanmıştır. Türkiye'de toplam birincil enerji kaynakları içerisinde linyit, üretimde en fazla paya sahiptir. 1995 yılında odun %21, petrol %14, hidrolik enerji %12, hayvan ve bitki artıkları %6, taşkömürü %5 pay almaktadır. İstanbul ili 1996 yılında %20.71 ile en çok elektrik enerjisi tüketen il olurken, onu %10.53 ile İzmir ve %5.4 ile Bursa izlemiştir.¹⁸⁶

¹⁸⁵ Özkan Ağış, Doğal Gazın Türkiye'nin Gelecek Enerji Profili İçindeki Yeri, Ekojenecasyon Dünyası ve Yenilenebilir Enerji Dergisinden Haberler, Ekim 2001, Sayı:6

¹⁸⁶ www.enerji.gov.tr, 03.08.2002

2. Bursa'da Enerji Kullanımı ve Hava Kirliliği Sorunu

Bursa "Yeşil Bursa" sıfatıyla anılmasına rağmen sanayileşme, hızlı ve plansız kentleşme nedenleriyle bu özelliğini hızla yitirmektedir. Özellikle çok katlı binaların kent içinde yapılması ile hava hareketleri engellenmekte ve hava kirliliği artmaktadır.

Bursa'da 1960'lı yıllara kadar sobalı evler çoğunlukta bulunuyordu. Konutların kaloriferli inşa edilmesi ile birlikte linyit, fuel oil artan miktarda kullanılmaya başlandı. Konutlarda ve sanayide enerji kullanımı olarak ithal getirilen yüksek kükürt içerikli fuel oil ve çeşitli yörelerden getirilen kalorisi düşük, kükürt miktarı yüksek kömürler, kükürtdioksit miktarının tehlikeli boyutlarda artmasına neden oluyordu.1980 yıllarında petrol ve fuel oil fiyatlarında yaşanan artış ile kalorifer yakıtı olarak kalitesiz kömür ve linyit kömürleri yakılıyordu.1982 yılında yakıt olarak fuel oil kullanan kazanlardan kömür kazanlarına geçiş engellendi.1989 yıllarına gelindiğinde Bursa'da kükürt oranı düşük kömürlerin kullanılması ve 1992 yılında ise ithal kömür ve sonra da doğal gaz Bursa'nın temel enerji kaynakları olmuştur. Fakat bu yakıtların dışa bağımlı olması ekonomik olarak uygun değildir.

Bu alt bölümde Bursa'da enerji kaynaklarından oluşan hava kirliliği sorunu ve fosil yakıtlara bağımlı olan Bursa kentinde yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı bakımından nasıl bir durumda olduğu irdelenmiştir.

2.1.Bursa'nın Coğrafi Konumu, Topoğrafik Yapısı ve Meteorolojisi

Bursa 11000 km² yüzölçümüne sahip olantarım, endüstri ve ticari sektörlerin yoğun olarak bulunduğu önemli illerden biridir. Bursa, Marmara Bölgesi'nin güneydoğu bölümünde yer almaktadır. Bu konumu ile Anadolu'nun kuzeybatısında 28-30 derece kuzey enlemleri ile 39-40 derece doğu boylamları arasında yer almaktadır. İl topraklarının %48'ini platolar, %35'inin dağlık alanlar, %17'sini ovalar ve %4'ünü yüksek yaylalar oluşturmaktadır. İl topraklarının %35'ini kaplayan dağlar genellikle doğu-batı doğrultusunda uzanmaktadır. Bunlar Samanlı, Mudanya, Katırlı dağlar ile Uludağ'dır. Bu dağlık kesimleri birbirinden ayıran doğu-batı doğrultulu çukur alanlar üzerinde ilin önemli ovaları yer almaktadır. Bursa, İnegöl, Yenişehir ve Karacabey Ovaları en önemli ovalar

arasında yer alır. Hızla gelişen şehir, Bursa ovasında kuzey-güney doğrultusunda plansız bir yayılma göstermiştir. Bursa ovası 208 km²' dir ve bunun batıya doğru uzantısı olan Çayırköy Ovası ise 82 km² büyüklüğünde olup, burada Bursa Organize Sanayi Bölgesi yer almaktadır.¹⁸⁷

Bursa'da meteorolojik ölçümler Devlet Meteoroloji İşleri Müdürlüğü tarafından Havaalanı sahasında yapılmaktadır, havaalanı ölçümlerin alındığı noktaya yaklaşık 15 km uzaklığındadır.¹⁸⁸ Bursa'da genelde Akdeniz iklimi hakim olmakla birlikte Karadeniz ve İç Anadolu iklimlerinin etkisiyle bazı değişikliklere uğramıştır. Bursa ılıman bir iklime sahiptir ve bölgelere göre iklim farklılıkları görülmektedir. En çok yağış kış ve ilkbahar aylarında olmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklık 14.6 °C dir. Ocak ayı ortalaması 5.3°C iken temmuz ayının ortalama sıcaklığı 24.5°C dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 713.1 - 730 mm, ortalama nisbi nem %69, ortalama basınç ise 1003.8 milibardır. 49 yıllık verilere göre aylık ortalama yağış miktarı 60.8mm'dir, en çok yağışın Aralık ayında en az yağışın Ağustos ayında olduğu görülmektedir.¹⁸⁹ Bursa'nın meteorolojik özellikleri Tablo 19'da gösterilmiştir.

Tablo 19. Bursa'nın Meteorolojik Özellikleri(2000)

Meteorolojik Faktör	Yıllık Ortalama	En Yüksek	En Düşük
Sıcaklık	14.6°C	42.6°C (Temmuz)	-25.7°C (Şubat)
Nem Oranı	%69	%75 (Kasım)	%58 (Temmuz)
Yağış	66.1 mm	137.7mm (Nisan)	13.7mm(Ağustos)
Basınç	1005.7 mbar	1008.6mbar (Kasım)	1002.1mbar (Temmuz)
Rüzgar Hızı	2,5 m/sn	3.1 m/sn(Ocak)	1.9 m/sn (Ekim)

Kaynak: T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, ss: 38-4

¹⁸⁷ T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, 2001, ss: 1-5; Bursa Büyükşehir Belediyesi Nazım Plan, Bursa Çalışma Raporları, 1995, s7; Hasan Ertürk, Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, Bursa: Büsiad Yayınları, Bursa, No:14, 1994, ss: 12-13; Bursa Büyükşehir Belediyesi, 1/100000 Ölçekli Bursa 2020 Çevre Düzeni Strateji Plan Raporu, Ağustos 1997, ss:23-24

¹⁸⁸ Yücel Taşdemir, "Winter Season SO₂ Measurements in Bursa and Comparison with Rural and Urban Area Values", Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences 25, s.282

¹⁸⁹ Bursa Büyükşehir Belediyesi Nazım Plan, Bursa Çalışma Raporları; Ertürk, Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, s.14; Bursa Büyükşehir Belediyesi, 1/100000 Ölçekli Bursa 2020 Çevre Düzeni Strateji Plan Raporu, s.55

Bursa'da yıllık ortalama rüzgar hızı 2.5m/sn civarındadır. Aylık ortalama rüzgar hızı 16 farklı rüzgar yönleri esas alınarak sınıflandırılmış, 0.2m/sn ve 5.3 m/sn arasında değişmektedir. Kış aylarında kuzeydoğu, güney ve batı sektörlü rüzgarlar hakim iken, yaz ve sonbaharda sadece kuzeydoğu sektörlü rüzgarlar hakimdir. Kış aylarında poyraz rüzgarı esmektedir. İlkbaharda da poyraz etken olmakla birlikte, Mart'tan Nisan'a geçişte lodos (güneybatı) Mayıs ayında ise batı rüzgarları esmektedir. Bursa topografik yapı olarak, doğu-batı doğrultusunda uzanan Samanlı, Mudanya ve Katırlı dağları ile kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan Uludağ ile çevrilidir. Böylece şehir merkezinin bulunduğu bölgede hava sirkülasyonları yeterince gerçekleşmemektedir. Bursa'da kirliliği azaltıcı bir işlev gören rüzgar lodostur ancak bu rüzgarın esme sayısı az olduğundan etkinliği fazla değildir.¹⁹⁰

Bursa'da kış aylarında kirlenmenin etkilerini arttırıcı olan antisiklon yani yüksek basınç alanının olumsuz etkileri görülmektedir. Antisiklon Bursa'da bulutsuz, hafif rüzgarlı, kararlı havalara neden olmaktadır. Bu koşullardaki günlerde ise, kirleticilerin yayılarak kaynaklarından uzaklaşamamaları söz konusu olmaktadır. Böylece kirleticiler kaynak noktalarında yoğunlaşmaktadır.¹⁹¹

2.2. Nüfus Dağılımı

1927-1960 döneminde nüfusu ancak 2 katına çıkan Bursa'nın, 1960-1990 yılları arasındaki nüfusu 5.5 katı gibi bir artış göstermiştir. Bursa kenti bugün 1,184,144* nüfusu barındırmaktadır. 1960'lardan başlayarak nüfus'un önemli değişim gösterdiği gözlenmektedir. Sanayinin başlaması nüfus artış hızının artmasına neden olmuştur. Yıllar itibariyle kentteki nüfus hareketleri Tablo 20'de gösterilmiştir. Bursa, Türkiye'nin İstanbul, Ankara, İzmir'den sonra dördüncü büyük kentidir. Bursa'da nüfus artışına yol açan önemli etken kente yönelen iç göçler ve soydaşların yerleşmesidir. Hızlı nüfus artışı sonucu şehir

¹⁹⁰ Taşdemir, Air Pollution Caused by Particulate Matters and Their Trends in Bursa, 2nd International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scale, 25-28 Eylül 2001, İstanbul; Ertürk; Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, ss:14-15; Bursa Büyükşehir Belediyesi, 1/100000 Ölçekli Bursa 2020 Çevre Düzeni Strateji Plan Raporu, ss:24-25, 54-56

¹⁹¹ Ertürk, Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, s. 36

* 2000 yılı genel sonuçlarına göre Bursa'nın nüfusu 2.106.687 olarak saptanmıştır. İl merkezi nüfusu ise 1.184.144 olarak saptanmıştır. (2000 genel nüfus sayımı, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası, Ankara, 2001)

merkezindeki konut ve iş yerlerinin kapasitelerinin dolması nedeniyle nüfus şehir dışına kaymıştır.¹⁹²

Tablo 20. Yıllar İtibariyle Bursa'da Nüfus Hareketleri (1950-2000)

YIL	NÜFUS (kişi)
1950	103,812
1955	131,812
1960	153,886
1965	212,000
1970	272,953
1975	346,101
1980	445,113
1985	612,510
1990	834,576
1997	1,054,796
2000	1,184,144

Kaynak: Dara, Ramis; Bursa ve Marmara Bölgesi, Kare Yayınları, İstanbul, 2001, s.34

2.3. Bursa'da Sanayileşme ve Enerji Kullanımı

Bursa'nın ekonomik yapısının belirlenmesinde ipek üretimi etkilidir. Nitekim XIV.yy'ın ikinci yarısına kadar geçen sürede kentsel biçimlenme ve gelişmede Osmanlılar'ın başkenti olmasının yanısıra ipekçilik de önemli rol oynamıştır.

Bursa 1960'lı yıllardan bu yana hızlı bir sanayileşme ve şehirleşme sürecini yaşamaktadır. Bu süreçler iç göçler ve soydaş akımı ile yüksek bir nüfus artış hızı ile, kentbilim ve çevrebilim ilkelerinden uzak bir şekilde gerçekleşmiştir.¹⁹³

Cumhuriyetin ilk yıllarında sanayi planı kararları doğrultusunda sanayinin İstanbul dışına yayılması düşünülmüş bu dönemde izlenen politikalar Bursa'da sanayinin gelişimini

¹⁹²Ertürk, Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, ss: 20-22; Bursa Büyükşehir Belediyesi, 1/100000 Ölçekli Bursa 2020 Çevre Düzeni Strateji Plan Raporu, ss:29-33; T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, ss: 202-204

¹⁹³ U Özer, M Cebe, Ş Güçer, S Ceylan, H Ertürk, S Sonal, O Yılmaz, S Tuncel, A Yılmaz, M Güneş, R Aydın, S Aksoy, S Tüfekçi, H Akçay, T Torunoğlu, D Kargı, "Bursa ve Çevresinin Kirlilik ve Kentleşme Profili", I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bildiriler, 24-26 Haziran 1996 Bursa, s.840; Ertürk, Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, s.16

teşvik edici olmuştur. Böylece 1938 yılında Merinos fabrikası işletmeye alınmıştır. 1925 yılından 1950 yılına kadar 13 fabrika kurulmuş, 7 fabrika tekstil işletmesi olup bunların 4 tanesinde ipek fabrikasıdır, 2 fabrika gıda ve 4 fabrika da deri ile ilgili fabrikalardır. 1960'lı yıllarda Bursa Organize Sanayi Bölgesi kurulmuş bu da ekonomik yapı sürecini etkilemiştir. Bursa'da ilk gelişmiş sektör tekstil endüstrisi iken yerini otomotiv sektörüne bırakmıştır. Tekstil sektörünün Organize sanayideki payı %38'dir, makine ve metal endüstrileri %20'lik paya, otomotiv ve otomotiv yan sanayileri de %20'lik paya sahiptir. Kimyasal ve plastik endüstrisinin payı %12, geriye kalan %10'luk payda gıda, kağıt, cam ve yapı sanayiler kaplamaktadır.¹⁹⁴

Türkiye'de 1950'li yıllarda başlayan siyasal değişim ile birlikte ortaya çıkan sanayileşme ve kentleşme biçimindeki sosyo-ekonomik değişim Bursa'ya açık bir biçimde yansımıştır. Bursa'da endüstri sayısındaki artışın yanısıra sektörel çeşitlenmede ortaya çıkmıştır. Ancak yinede tekstil Bursa ekonomisi içindeki yerini korumuştur.

Bursa Organize Sanayi Bölgesinde 1964'de 1 olan firma sayısı, tablo 21'de görüldüğü gibi 1970'li yıllarda Bursa Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren firma sayısında artış başlamış, firma sayısı 1984'de 87, 1994'de 150'e yükselmiştir.

Organize Sanayi Bölgesinin uzun tamamlanma süreci çevre yatırımlarının dikkatli ve planlı yapılmasını öngörür fakat fabrikaların kurulması aşamalarında çevre yatırımları göz ardı edilir, ileri ki yıllarda çevre sorunlarını gündeme getirir, çevre sorunları arasında hava kirliliği de yer alır. Hava kirliliği için; Organize sanayi bölgelerinde yer alan tesislerde buhar ve sıcak su üretmek veya proseslerin ısı ihtiyacını karşılamak amacıyla yakma işlemi yapılmaktadır. Bu işlemlerde çoğunlukla kömür, fuel oil ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Kullanılan yakıtlarla atmosfere SO₂ ve partiküler madde salınmaktadır. Ayrıca yakma kazanlarının eski olması yada yakıcıların yeterliliğine bağlı olarak da kirletici miktarları değişmektedir. Organize Sanayi Bölgeleri için hava kirliliği sadece yanma kökenli olmayıp, çeşitli proseslerden de kaynaklanabilmektedir.

¹⁹⁴ Bursa Büyükşehir Belediyesi Nazım Plan, Bursa Çalışma Raporları, 1995, s39; Ertürk, Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, ss:16-19

Organize sanayi bölgesi idaresi 1991 yılında büyük bir yatırım ile firmaların enerji kaynağı olarak doğal gazı sağlamıştır. Organize sanayi bölgesindeki firmaların enerji ihtiyacının %95'inin doğal gaz ile giderilmesi endüstriyel kaynaklı hava kirliliğini azaltmıştır. Organize sanayi bölgesinde hava kirliliğinin kontrolü için fabrikaların üretim faaliyetleri esnasında kullandıkları yakıtlar için fabrikaların denetimleri yapılmalıdır. Denetimlerde Organize Sanayi Bölgesi idaresinin belirleyeceği esaslar doğrultusunda olmalıdır. İdare tarafından fabrikaların yakıt değişimi, kazanların değiştirilmesi, ısı yalıtımı gibi tedbirler alınabilir. Bu sayede kirliliklerin kontrolü ve yakma verimlerinde de iyileşme olacaktır.¹⁹⁵

Tablo 21. Organize Sanayi Bölgesinde 1964 -2002 Yılları Arasında Firma Sayısı

Yıllar	Firma Sayısı	Yıllar	Firma Sayısı
1964	1	1995	161
1968	11	1996	163
1972	30	1997	163
1976	51	1998	182
1980	69	1999	176
1985	95	2000	183
1990	120	2001	180
1994	150	2002	176

Kaynak: Bursa Chamber of Commerce and Industry Organized Industrial Estate, Hands Book (Bursa Organize Sanayi Merkezi)

2.4.Bursa'da Kullanılan Enerji Kaynaklarının Değişimi ve Alternatif Enerji Kaynakları

2.4.1. Fosil Yakıtlar

Bursa'da 1960'lı yıllara kadar sobalı evler çoğunlukta bulunuyordu. Konutların kaloriferli inşa edilmesi ile birlikte linyit, fuel oil artan miktarda kullanılmaya başlandı. Konutlarda ve sanayide enerji kullanımı olarak ithal getirilen yüksek kükürt içerikli fuel oil ve çeşitli yörelerden getirilen kalorisi düşük, kükürt miktarı yüksek kömürler, kükürtdioksit miktarının tehlikeli boyutlarda artmasına neden oluyordu.1980 yıllarında

¹⁹⁵ İsmail Toröz, Süreyya Meriç, Hasan Sarıkaya, Organize Sanayi Bölgelerinde Çevre Yönetim Sisteminin Geliştirilmesi, I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bildiriler, 24-26 Haziran 1996 Bursa, s. 465

petrol ve fuel oil fiyatlarında yaşanan artış ile kalorifer yakıtı olarak kalitesiz kömür ve linyit kömürleri yakılıyordu.1982 yılında yakıt olarak fuel oil kullanan kazanlardan kömür kazanlarına geçiş engellendi.

1987 – 1991 yıllarında birinci derecede kirli iller arasında yer alan Bursa'da hava kirliliğine neden olan fosil yakıtlardan kaynaklanan SO₂ ve PM miktarları 150 µg/m³' ün (yıllık) üzerinde seyretmiştir. İl Hıfzıssıhha Kurulu kararlarında kullanılan fosil yakıtları 1989 yılında 175.000 ton SO₂ oranı düşük Seyitömer, Soma ve Değirmisaz linyit kömürü kullanılmıştır. Ayrıca 1 Nisan 1989 tarihinden itibaren Çan kömürü ve SO₂ oranı yüksek olan diğer kömürlerin kullanılması kısmen veya tamamen önlenmesi konusunda karar alınmıştır. Bunun yanında 4 Eylül 1989 yılında alınmış olan karar uyarınca yanabilir kükürt oranı %1'in altında olan diğer kamu ve özel sektör kömür çeşitlerinin de Büyükşehir Belediye hudutları dahilinde satışına ve yakılmasına müsaade edilecektir. 10 Ağustos 1990 yılında alınmış olana İl Hıfzıssıhha Kurulu Kararına göre yanıcı kükürt oranı %1'in üzerinde olan kömürlerin Büyükşehir Belediye hudutları dahilinde satışı, yakılması ve depolanması kesin olarak yasaklanmıştır. Satışına, yakılmasına ve depolanmasına izin verilen kömürler Soma, Değirmisaz, Seyitömer, T.C. Demirçelik Kok, Keles - Harmalan, Balıkesir- Dursunbey Odaköy, Balıkesir- Dursunbey - Çakırca, Balıkesir - Balya - Bengiler, Edirne - Uzunköprü-Harmanlıdır. 1992 yılında Güney Afrikadan getirilen ithal kömürü kullanılmıştır. 1992 yıllarında aylık alınan İl Hıfzıssıhha Kurulu kararları uyarınca ithal kömür ile ilgili 1990 yılında alınan kararlar alınmıştır. Ayrıca 09.09.1992 yılında 7 numaralı karar ile hava kirliliği göz önüne alınarak, kirlenmeyi önleyici temiz ve alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasının yaygınlaştırılması amacıyla Büyükşehir sınırları dahilinde inşaa edilecek apartmanlara güneş enerjisi projesi yapılmadan, inşaat ruhsatı yapı kullanma izni verilmemesinin tavsiye edilmesine karar verilmiştir. 1994-1995 yıllarında alınan kararlarda ithal kömür ve doğal gaz kullanılması ile ilgili kararlar alınmıştır. 1996-2002 yıllarında alınan kararlarda aynı hususlara değinilmiştir. İthal kömür için 1991 -1994 yılında çalışmalara başlanmıştır, halka ucuz kömür sağlamak için Bursa ithal kömür kullanmaya başlanmıştır fakat fosil yakıtların kullanımı hava kirliliğinin nedeni olması ile 1989 doğal gaz çalışmalarına başlanmıştır, 1992 yılından bu yana Bursa'da doğal gaz

kullanımı uygulanmaya başlanmıştır, fakat kullanımı az olduğu için hava kirliliğinin azalması yönünde dikkate değer bir etkisi bulunmamaktadır. Günümüze gelindiğinde Bursa'nın doğal gazın önemli bir enerji kaynağı olması hava kirliliğinde önemli azalmalara sebep olmuştur. Doğal gaz kullanımının yanında ithal kömür kullanımının da arttırılması SO₂ kirliliğinin azaltılmasında önemli rol oynamıştır. 1993 yılında tavsiye niteliğinde karar alınarak doğal gazın kullanılmasına karar verilmiştir. 1993 yılından günümüze doğal gaz yaygın olarak kullanılmaktadır.¹⁹⁶

2.4.1.1. Odun, Kömür ve Petrol

Bursa'da yakacak olarak kullanılan odun Orman Bölge Müdürlüğü tarafından karşılanmaktadır. Yalova, Bursa ve Bilecik illerinden temin edilen odunların üçte ikisi ilimiz tarafından tüketilmektedir. Bursa ili'nde Orhaneli ve Keles ilçelerinde linyit yatakları bulunmaktadır. Orhaneli termik santralinin kömür ihtiyaçları bu yataklardan karşılanmaktadır. Bursa Orhaneli İlçesinde 1 adet termik santrali bulunmaktadır. Orhaneli termik santralin üretimi yıllık 1.400.000.000 KW enerjidir.¹⁹⁷ Ek 9'da Bursa'ya ait linyit durumu gösterilmektedir. İlimizde petrol rezervi ve petrol rafinerisi bulunmamaktadır.¹⁹⁸

2.4.1.2. Doğal gaz

Bursa'da enerji kaynaklarından en yaygın kullanımı olan doğal gaz çalışmaları şu şekilde gelişmiştir.*

- Bursa 13 kasım 1989 tarihinde bakanlar kurulu kararı ile BOTAŞ genel müdürlüğü'nün 1990 yılı yatırım programına alınmıştır.
- Ocak 1991'de Bursa Organize Sanayi Bölgesi Doğal gaz dağıtım Şebekesi çalışmaları başlatılmış ve 1992 yılında organize sanayi bölgesi gaz kullanımına başlamıştır
- 90.000 konut için ekim 1992'de çalışmalar başlatılmıştır.

¹⁹⁶ 1987-2003 II Hıfzısıhha Kurulu kararları

¹⁹⁷ T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, s.157

¹⁹⁸ T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, ss: 149-150

* Bursa Büyükşehir Belediyesi 20.12.2002 Kent Konseyi Toplantısı, Doğal gaz Çalışmaları; Bursa Büyükşehir Belediyesi 20.12.2002 Kent Konseyi Toplantısında doğalgaz hakkındaki bilgilerin elde edilmesinde Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü'nde Mihnet Tekinay'ın doğal gaz çalışmaları ile ilgili hazırlanan bilgilerin toplanmasında yardımları olmuştur.

- 1992 yılında Kaplıkaya bölgesi'nde 1450 konutun ısınma ihtiyacının karşılandığı Merkezi Isıtma Sisteminde Doğal gaz kullanımı gerçekleşmiştir.
- 1993 yılında İl Mahalli Çevre Kurulu'nca alınan kararla doğal gaz kullanımının mümkün olduğu bölgelerde doğal gaz, diğer bölgelerde ise ithal kömür veya özel kalorifer yakıtı kullanımı için tavsiye niteliğinde karar alınmıştır.
- 1999 yılı itibariyle 145.621 adet abone, 147.336.924 cm³ konut, 50.821.286 cm³ sanayi olmak üzere toplam 198.158.210 cm³ doğal gaz verilmiştir.
- 2000 yılı itibariyle 171.794 adet abone, 140.384.113 cm³ konut 37.158.894 cm³ sanayi olmak üzere toplam 177.543.009 cm³ doğal gaz verilmiştir.

Tablo 22 ve 23'de* Bursa ilinin yıllara göre gaz tüketim miktarları ve gaz kullanan abone sayısı gösterilmiştir.

Tablo 22. Yıllara Göre Gaz Tüketim Miktarları

Yıl	Konut (cm ³)	Sanayi (cm ³)	Toplam (cm ³)
1992	0	0	0
1993	4.059.724	4.898.114	8.957.838
1994	22.199.855	17.298.272	39.498.127
1995	60.838.420	21.049.356	82.096.024
1996	106.861.420	28.919.103	135.780.523
1997	140.301.748	39.280.212	179.581.960
1998	132.881.925	52.494.231	185.528.855
1999	134.176.454	50.821.286	185.110.136
2000	195.119.095	43.982.292	239.551.482
2001	203.020.096	52.219.621	256.299.438
Eyl.2002	128.907.553	48.911.744	177.819.297
Toplam	1.153.245.845	359.874.231	1.515.242.277

* Tablo 22 ve tablo 23'deki veriler Bursa Büyükşehir Belediyesi 20.12.2002 Kent Konseyi Toplantısı, Doğalgaz Çalışmaları adlı toplantıdan elde edilmiştir.

Tablo 23. Yıllara Göre Gaz Kullanan Abone Sayısı

Yıllar	Bireysel Toplam (kişi)	Merkezi Toplam (kişi)
1993	1,610	70
1994	7,394	688
1995	20.438	576
1996	20.324	530
1996	11.041	179
1998	13.173	174
1999	15.167	105
2000	28.523	162
2001	15.262	89
Eyl. 2002	7.566	55

Ek 10'da Bursa ilinin yıllara göre gaz tüketim miktarları ve gaz kullanan abone sayısı gösterilmektedir.

Ayrıca Bursa'da doğal gaz kullanarak elektrik enerjisi elde edilen çevrim santralleri mevcuttur. Bunlar;¹⁹⁹

TEAŞ Ovaakça Doğal Gaz Çevrim Santrali

Bursa'da sanayi bölgelerinin bulunması nedeniyle elektrik enerjisine duyulan ihtiyaç santralin kurulmasında etken olan ilk husus olmuştur.

Zorlu Enerji Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş. Doğal Gaz Çevrim Santrali

Organize sanayi bölgesinde bulunan Zorlu enerji elde edilen enerji, Korteks fabrikalarına enerji ihtiyacını sağlamaktadır,

Entek Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş. Doğal Gaz Çevrim Santrali

Tofaş, Sönmez fabrikaları ile Demirtaş Organize sanayi bölgesinde bulunan firmaların elektrik ihtiyacı karşılanmaktadır.

¹⁹⁹ T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, s.150-156; Bursa Organize Sanayi Bölgesinde 8.05.2003 tarihinde Naci Avcı ile gerçekleştirilen görüşme sırasında Avcı, firmaların ihtiyaç duyduğu doğalgazı sağlayan 3 enerji fabrikaları hakkında bilgi alınmıştır.

BOSEN Enerji Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş. Doğal Gaz Çevrim Santrali

Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren BOSEN Enerji, bursa ticaret ve sanayi odasının öncülüğünde Organize Sanayi Bölgesi dahilindeki işletmelerin ortaklığı ile kurulmuş bir santraldir.

BİS Enerji Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş. Doğal Gaz Çevrim Santrali

Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren Bis enerji, A-polteks fabrikasının ve Nergis grubuna ait fabrikaların enerji ihtiyacını sağlamaktadır.Yıllık doğal gaz tüketimi 280 milyon sm³'dür. Kullanım fazlası elektrik enerjisi TEDAŞ şebeke sistemine verilmektedir.

2.4.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

2.4.2.1. Güneş Enerjisi

Aylık ortalama güneşlenme süresi Tablo 24'de verilmiştir. Bursa'da güneş enerjisi miktarı ve ne şekilde kullanıldığı hakkında yeterli bilgi elde edilememiştir.²⁰⁰

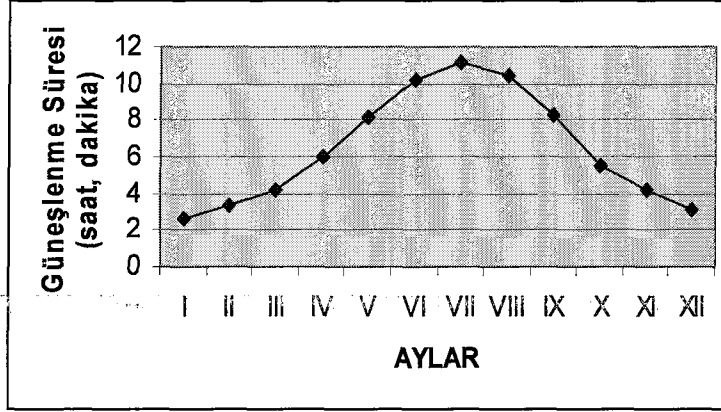
Tablo 24. Yıllık Aylara Göre Ortalama Güneşlenme Süresi

Aylar	Güneşlenme Süresi (saat, dakika)
Ocak	02,59
Şubat	03,34
Mart	04,21
Nisan	06,02
Mayıs	08,13
Haziran	10,16
Temmuz	11,13
Ağustos	10,40
Eylül	08,23
Ekim	05,56
Kasım	04,16
Aralık	03,06
Ortalama	6,42

Kaynak: T.C. Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, s.147

²⁰⁰ T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, s.147

Şekil 15. Yıllık Aylara Göre Ortalama Güneşlenme Süresi Grafiği



Bursa'da güneş enerjisi ile ilgili olarak Ar-Ge çalışmaları yapılmalıdır. Ayrıca suyun güneş enerjisinden ısıtılması konularında da halkın bilinçlendirilmesi ve bu konudaki çalışmalar teşvik edilmelidir.

2.4.2.2 Rüzgar Enerjisi

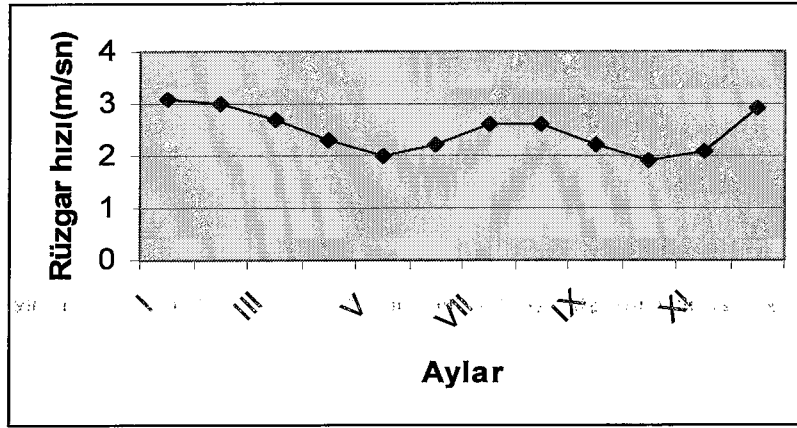
Bursa kentinde rüzgar enerjisinden elektrik üretilmesi ile ilgili herhangi bir çalışma yoktur. Bursa'da aylık ortalama rüzgar hızı Tablo 25'de verilmiştir.

Tablo 25. Yıllık Aylara göre Ortalama Rüzgar Hızı

Aylar	Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)
Ocak	3,1
Şubat	3
Mart	2,7
Nisan	2,3
Mayıs	2
Haziran	2,2
Temmuz	2,6
Ağustos	2,6
Eylül	2,2
Ekim	1,9
Kasım	2,1
Aralık	2,9
Ortalama	2,5

Kaynak: T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, s.148

Şekil 16. Yıllık Aylara göre Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği



Bursa'da rüzgar enerjisi ile ilgili olarak da Ar-Ge çalışmaları yapılmalıdır. Rüzgarın elverişli olduğu bölgeler tespit edilmelidir. Ayrıca Mudanya'nın rüzgar alan bir bölge olması nedeniyle, rüzgar enerjisinin Mudanya'da mevcut olan potansiyelini mutlaka değerlendirilmelidir.

2.4.2.3. Jeotermal Enerji

Alternatif ve yenilenebilir enerji kaynağı olan jeotermal çalışması için 2002 yılında jeotermal tanıtımı Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından çeşitli toplantılar ile yapılmıştır.

6.8.2002 yılında birinci kuyu (tabakhaneler tarafı) açılmış 2.10.2002 yılında da tamamlanmıştır. İlk kuyu da jeotermal enerjiden yararlanılması hem sıcaklık hem de debi açısından uygun değildi. (50°C 3.5 lt/sn) 2.kuyu Kaynarca bölgesinde 9.04.2003 yılında sondaj çalışmalarına başlanılmıştır. Bursa merkezindeki sıcak ve mineralli (termal) kaynaklar Kükürtlü ve Çekirge'de olmak üzere 2 grupta toplanmaktadır. Kükürtlü (Kaynarca ve Yeni Kaplıca Çevresi Sıcaksu Bölgesi) grubunda sıcaklıkları 35-82.5 °C toplam debileri 13lt/sn ve Çekirge grubunda sıcaklıkları 28-49.5 °C ve toplam debileri 20 lt/sn olan sıcak ve mineralli sular yer almaktadır.²⁰¹ Kükürtlü sıcaksu alanı Bursa il merkezinin bir bölümünü içine alacak şekilde Uludağ'ın kuzey etekleri ve ova bölümünü

²⁰¹Şakir Şimşek, Abdullah Gülgör, Bursa Kükürtlü Kaynarca Yeni Kaplıca Sıcak Su Bölgesi Hakkında Teknik Bilir kişi Raporu, Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisi Bölümü, Ocak 2002, Beytepe-Ankara; <http://www.bursa-bld.gov.tr/cevre/projeleri>, 18.03.2003

kapsamaktadır. MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan araştırmada yaklaşık 75 km²'lik alan jeolojik ve hidrojeolojik açıdan incelenmiş termal suların arttırılmasına yönelik arama kuyularının açılması önerilmiştir. Açılacak kuyularla kaplıcalara daha düzenli termal su sağlanması yanında jeotermal akışkanın konut ısıtımında kullanma olanağının bulunduğu belirtilmiştir.²⁰² Kükürtlü alanındaki başlıca kaynak çıkışlarına ait sıcaklık ve toplam debiler Tablo 26'da gösterilmektedir.

Tablo 26. Kükürtlü Alanındaki Kaynak Çıkışlarına Ait Sıcaklık ve Toplam Debiler

Kaynak Adı	Sıcaklık °C	Toplam debi (lt/sn)
Kaynarca	82.5	8.5
Karamustafa	59.0	3.5
Kükürtlü	79.0	2.0
Muhittin Baha	79.0	0.25
Eşref Efendi	56.0	0.60
Mevlevi Şeyhi	35.0	?
Bekarlar hamamı	51.5	?
Sıcaksu Çeşmesi	58.0	1.0

Kaynak: Şakir Şimşek, Abdullah Gülgör, Bursa Kükürtlü Kaynarca Yeni Kaplıca Sıcak Su Bölgesi Hakkında Teknik Bilir kişi Raporu, Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisi Bölümü, Ocak 2002, Beytepe-Ankara

Kükürtlü ve Çekirge Bölgelerindeki sıcak sular, kimyasal bileşim, sıcaklık, beslendikleri kırık hatları ve hidrojeolojik açıdan birbirlerinden bağımsız ve farklı kökenli kaynak gruplarını oluşturmaktadır.²⁰³

Kükürtlü jeotermal akışkanının taşınacağı ve depolanacağı ortamlarda tortu bırakma ve korozyon yapma eğilim vardır. Bundan dolayı jeotermal akışkanın taşınacağı ve depolanacağı ortamların malzemeleri korozyona karşı dirençli olmalıdır.

²⁰² İ. Akkuş, Ö. Aydoğdu, S. Kahraman, S. Sarp, Konut Isıtımında Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli II. Çevre ve Enerji Kongresi Bildiriler Kitabı, İstanbul, ss: 295-305; TJD (Türkiye Jeotermal Derneği/Ankara) Bursa Jeotermal Kaynaklarının Değerlendirilmesi Mayıs 2000

²⁰³ E. Yüzer, A. Satman, T. Öztaş, Ü. Serpen Ve O. Dumlu Bursa Çekirge Sıcaksu Bölgesi İnceleme Raporu, İstanbul 1999, s.24

Sahada yapılan jeolojik, jeofizik, su kimyası çalışmaları sonucu Uludağ Bölgesinde yağış suları (kar + yağmur) derinlere süzülerek jeotermal gradyanla ısınmakta, mineral kazanmakta büyük atımlı faylar boyunca yükselmekte ve Kükürtlü/Kaynarca jeotermal alanındaki kaynak noktalarında çıkış yapmaktadır.²⁰⁴ Termal suların yeraltında dolaşım süreleri Çekirge'de en az 50 yıl ve Kükürtlü Bölgesinde ise 100-200 yıldır.²⁰⁵

Abdullah Gülgör ve Şakir Şimşek tarafından yapılan incelemeler ve gözlemler, MTA Genel Müdürlüğü ile üniversiteler tarafından yapılan çalışmalar sonucunda;

- Kükürtlü alanındaki jeotermal sular Uludağ'dan süzülen yağış sularının birkaç kilometreyi bularak derinlerde dolaşım göstererek ısınması ve faylar yoluyla tekrar yükselmesi sonucu oluşmuştur.
- Kükürtlü ve Çekirge suları sıcaklık fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle Kükürtlü bölgesinde ısıtmacılığa yönelik açılacak kuyulardan yapılacak termal su üretiminin, Çekirge bölgesindeki termal suları debi, sıcaklık ve kimyasal açıdan olumsuz yönden etkilenmesi beklenmemektedir.
- Kükürtlü, Kaynarca kaynak ve kaplıca sularının debilerinin zamanla azaldığı belirlenmiştir. Bunun nedeni jeotermal alan içinde ve çevresinde sig derinliklerde açılmış olan sıcaksu, ılıksu ve soğuksu çıkan kuyulardan yapılan üretimlerden dolayı hidrojeolojik dengenin bozulmasıdır.
- Kükürtlü Bölgesinde emniyetli bir şekilde derin sondaj yoluyla kuyu açılması termal suyun mevcut tesislere sürekli, temiz ve güvenli olarak sağlanmasının yanında, bölgede kurulacak termal tesislere su sağlanması ve enerji yönüyle büyük ölçüde konut ısıtılmasında kullanım olanakları sunacaktır.
- Kükürtlü jeotermal alanının, Türkiye'deki ve yurtdışındaki diğer jeotermal alanlarla karşılaştırıldığında, debi ve sıcaklık artışı yönüyle, elde edilecek akışkanın

²⁰⁴ Şimşek; Gülgör; a.g.r

²⁰⁵ Şimşek; Gülgör; a.g.r

özelliklerine göre, konut ısıtmacılığı ve kaplıca turizmi açısından çok önemli bir jeotermal potansiyel taşıdığı anlaşılmaktadır.

Ek 11'de Bursa iline ait jeotermal durumu gösterilmektedir. Bursa kentinde jeotermal enerji ile enerji üretimi yapılmamaktadır.²⁰⁶

Bursa gibi halen odun, kömür, fuel oil ve doğal gaz ile ısıtılan kentte hava kirliliği devam etmekte, pahalı ve ithal enerji kullanılmaktadır, bunlar gözönüne alınırsa jeotermal enerji için çalışmalarına devam edilmelidir.

2.4.2.4. Deponi Gazından Elektrik Enerjisi

Diğer bir alternatif enerji kullanımı Bursa kenti için, deponi gazından elektrik enerjisi elde edilmesidir. Bursa kent çöpünün 30 yıldır vahşi olarak depolandığı Demirtaş sahası, 1994-1996 yılları arasında rehabilite edilerek çöp dökümüne kapatılmış ve 16 ha. Alanlık yeşil alan kazanılmıştır.²⁰⁷ Rehabilitasyon çalışmalarında deponi gazının atmosfere çıkmasını sağlamak ve gaz sıkışmasından kaynaklanacak tehlikelere karşı, deponi gazında patlayıcı ve yanıcı özellikte olana metan gazı olduğu için gaz bacaları açılmıştır. Metan gazından yararlanarak elektrik enerjisi üretilmesi amacıyla, 1997 yılının ocak ayında Yap-İşlet modeliyle AKSA holdinge verilmiş 1.500.000 \$ toplam maliyetiyle ve 1998 kasım ayında da elektrik üretilmeye başlanmıştır.10 yıl süreyle CH₄ gazından elektrik enerjisi elde edilmesi belirlenmiştir.Üretilen elektrik enerjisi TEDAŞ'a satılmaktadır. Deponi gazının elektrik enerjisi olarak değerlendirilmesinin yanında atmosfere çıkan zararlı gazların CH₄, CO₂, H₂S, gibi sera gazı etkisi oluşturulması önlenmiştir. Kasım 1998- Aralık 2002 yılına kadar tesisten 5.641.979 kW elektrik enerjisi üretilmiştir. Kasım 1998 yılından Ocak 2003 yılına kadar deponi gazından elde edilen elektrik enerji değerleri Tablo 27'de verilmiştir.²⁰⁸ Enerji satış tutarınının 1. ve 2. yıllar için %3'ü diğer yıllar için %6'sı oranında kira bedeli AKSA tarafından Bursa Büyükşehir Belediyesine ödenmektedir, bu şekilde bu

²⁰⁶ T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, s.150

²⁰⁷ http://www.bursa-bld.gov.tr/cevre_projeleri, 20.05.2003; Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Etüt Proje Uygulama Şube Müdürlüğü 13.05.2003 tarihinde Erkan Solak ile gerçekleştirilen görüşmeler sırasında Solak, İl jeotermal çalışmalarından bahsetmiştir. Solak aynı zamanda bu konuda araştırmacıya gerekli dökümanların toplanmasında yardımcı olmuştur.

²⁰⁸ Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Etüt Proje Uygulama Şube Müdürlüğü 13.05.2003 tarihinde Erkan Solak ile gerçekleştirilen görüşmeler sırasında Solak, İl jeotermal çalışmalarından bahsetmiştir.; T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, ss:148-149

alternatif enerjiden Belediye bir gelir elde etmektedir. ²⁰⁹ Ek 12'de Deponi gazından elektrik elde edilmesi grafiklendirilmiştir.

Tablo 27. Demirtaş Deponi Gazından Elektrik Eldesi (Kasım 1998- 2003 Ocak) ²¹⁰

Aylar	Değerler (kW)	Aylar	Değerler (Kw)
Kas.98	70.000	Oca.01	99.610
Ara.98	125.250	Şub.01	73.758
Oca.99	146.400	Mar.01	110.186
Şub.99	151.890	Nis.01	113.402
Mar.99	160.010	May.01	121.286
Nis.99	155.047	Haz.01	87.740
May.99	148.312	Tem.01	100.121
Haz.99	149.503	Ağu.01	85.165
Tem.99	150.611	Eyl.01	35.166
Ağu.99	147.805	Eki.01	83.482
Eyl.99	151.200	Kas.01	64.482
Eki.99	154.421	Ara.01	69.766
Kas.99	153.710	Oca.02	45.230
Ara.99	156.503	Şub.02	56.654
Oca.00	157.328	Mar.02	69.715
Şub.00	155.810	Nis.02	114.826
Mar.00	203.662	May.02	109.541
Nis.00	139.138	Haz.02	93.250
May.00	121.775	Tem.02	69.761
Haz.00	105.537	Ağu.02	69.671
Tem.00	148.813	Eyl.02	0
Ağu.00	143.745	Eki.02	59.006
Eyl.00	122.058	Kas.02	23.487
Eki.00	124.459	Ara.02	38.166
Kas.00	123.906	Oca.03	42.515
Ara.00	101.613		

Kaynak: Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Etüt Proje Uygulama Şube Müdürlüğü tarafından hazırlanan rapor

²⁰⁹ http://www.bursa-bld.gov.tr/cevre_projeleri ,20.05.2003; Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Etüt Proje Uygulama Şube Müdürlüğü tarafından hazırlanan rapor

²¹⁰ Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Etüt Proje Uygulama Şube Müdürlüğü tarafından hazırlanan rapor

2.4.2.5. Hidrolik Enerji

Bursa ili hidroelektrik santrallerinin durumu Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28. Bursa İli Hidroelektrik Santrallerinin Durumu

Santralin adı	Yeri	Yıllık üretimi (kW)
Muradiye-Sarnıç	M.K.Paşa	891.800
Dereköy	İznik	401.850
Cerrah	İnegöl	1.027.470

Kaynak: T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, s.157

Bursa'da hidroelektrik santrallerinin durumu için kente düşen yağmur etkilidir. Bursa'da nisan ve ağustos ayları döneminde yağış yaşanmamaktadır. Bu da hidroelektrik santrallerinden elde edilecek enerji miktarını azaltmaktadır. Hidroelektrik santrallerinin ilçelerde kurulmuş olması enerji iletiminde kayıplara neden olabilmektedir.

2.4.2.6. Nükleer Enerji

Bursa ili sınırları içerisinde nükleer enerji santrali bulunmamaktadır.

2.5. Bursa'da Enerji Kullanımı ve Hava Kirliliği Sorunu

Bursa'da hava kirliliğinin nedenlerini sanayileşmenin gelişmesi, artan nüfusla doğru orantılı olarak artan trafik yoğunluğu, göç alan bir şehir olması, topoğrafik ve coğrafik konumu dikkate alınmadan oluşan plansız şehirleşme, rüzgar sirkülasyonunu olumsuz etkileyen yüksek yapılar ve kaçak yapılaşma sonucu azalan yeşil alanlar, meteorolojik koşulların inversiyona* neden olması hava kirliliğine zemin oluşturan başlıca etkenlerdir. Bursa'da hava kirliliğine yol açan nedenler doğal ve yapay nedenler olmak üzere iki kısımda incelenebilir. Doğal nedenler, topoğrafik yapı ile birlikte rüzgar, basınç, sis ve nem gibi meteorolojik unsurlardan oluşmaktadır. Yapay nedenleri arasında Bursa'da kış aylarında yoğun biçimde yaşanan hava kirliliğinin kentbilim ve çevrebilim ilkelerine

* İversiyon: Sıcaklığın yükseklikle değişimi yerden yukarı doğru çıktıkça, sıcaklıkta artış görülür. Yer inversiyonu olarak adlandırılan bu durum, özellikle kış aylarında soğuk bir yüzey üzerine gelen nispeten sıcak bir hava tabakasının varlığı ile meydana gelir. (T.Ç.V.Y. Ansiklopedik Çevre Sözlüğü, 2001, s.191)

uygun olmayan sanayileşme ve kentleşmeden kaynaklandığı söylenebilir. Bu nedenler dışında, ısınma amaçlı kullanılan kükürt miktarı yüksek fuel-oil ve kömür kirlilikte önemli etkenlerdir. Hızla artan nüfusa paralel olarak artan ulaşım da hava kirliliğinde rol oynamaktadır.²¹¹

Bursa'da hava kirliliğinin miktar ve etkilerini artırıcı etkenler olarak olumsuz koşullarını şu şekilde sıralayabiliriz.²¹²

- Artan nüfus bir yandan kentin ovaya yayılmasına sebep olurken, diğer yandan şehir merkezinde yoğunlaşmayı arttırmaktadır. Hızla artan yükseklik yoğunluğu şehirdeki hakim rüzgarların önünde engel oluşturmaktadır. Bu da kirlenen havanın rüzgarlar ile taşınmasını engellemektedir.
- Yüksek yapılar hava hareketlerine engel olmaktadır. Altıparmak caddesi trafikten kaynaklanan kirlenme ile birlikte sağlık açısından olumsuz sonuçlar ortaya koymaktadır.
- Bursa'nın denize yakın olması nedeniyle nem oranının yüksek olması, yapay kaynaklardan yayılan kükürtdioksit ile birleşerek sülfirik asit oluşumuna ve asit yağmurlarına yol açmaktadır.
- Yeşil alanların yok olması, dünya standartlarına göre şehirseller alanlarda kişi başına 7 m² olması gereken yeşil alan miktarı Bursa'da kişi başına 2 m² ye azalmıştır.²¹³
- Hava kirleticilerin yayılmasındaki en önemli etkenler ısınma ve sanayide kullanılan kalitesiz yakıtlardır. Özellikle alt ısı değerleri düşük, kül, nem ve yanıcı kükürt oranı yüksek kömürlerin yıllardır kullanımı kirliliği arttırmıştır.

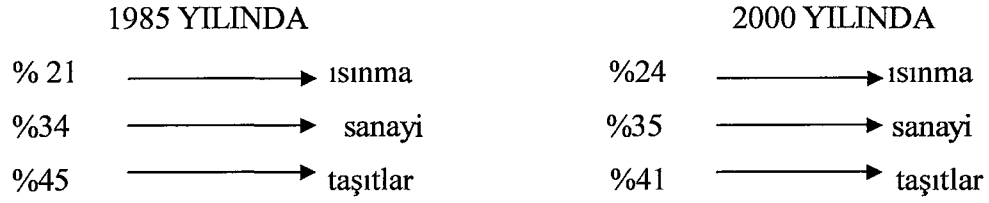
Bursa'da 1985 ve 2000 yıllarında çeşitli kirletici sektörlerin hava kirliliğine katkı paylarını şu şekilde açıklayabiliriz.²¹⁴

²¹¹ T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, s.46; Ertürk, Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, ss: 33-37

²¹² Ertürk, Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, ss: 35-38

²¹³ Ertürk, Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, s. 38; T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, s.181

²¹⁴ Ertürk, Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, s. 38



Bu oranlardan, 1985 - 2000 yılları arasında ısınmadan görülen %3'lük artışın hava kirliliğine etkisini, nüfus artışı ve yakıt çeşitlerini sayabiliriz. Bursa'daki hava kirliliğine yol açan en önemli kirletici kaynak taşıtlar olduğu görülmektedir. Bursa'da şehir içi ulaşımda toplu ulaşım sistemlerinin yetersiz oluşu ve özel araç kullanımını sınırlayıcı düzenlemelerin olmayışı şehir içinde yoğun bir trafiğe yol açmaktadır. Motorlu araçlardan yayılan kirleticiler karbonmonoksit, hidrokarbonlar, azotoksitleri, kurşun bileşikleri ve parçacıklar önemli miktarlara ulaşmaktadır. Benzinli ve Dizel Motorlar için Kirletici Faktörleri Tablo 29'da gösterilmektedir. Bursa'da hızla artan nüfusa paralel olarak araç sayısında da hızlı bir artış söz konusudur. Bursa'da taşıt sayısı 1975-1990 yılları arasında %200 oranında artış göstermiş, 1990-1992 yılları arasında ise bu artış %65'dir. Özel taşıt sayısı ise 1975 – 1990 yılları arasında %54.9 oranında artış göstermiştir. Bursa'ya ait motorlu kara taşıtlarının yıllara göre sayısı (1999- 2003) Tablo 30'da gösterilmektedir. 1985-2000 yıllarında sanayinin etkisinin ısınma ve taşıtlara göre etkisinin hissedilir olmadığı görülmektedir.

Tablo 29. Benzinli ve Dizel Motorlar için Kirletici Faktörler(g/lt)

KİRLİTİCİ	BENZİNLİ MOTOR	DİZEL MOTOR
Aldehitler	0.48	1.2
Benzo(a) pyrene	0.079gr/1000L	0.105gr/1000L
Karbon monoksit	349.2	7.2
Hidrokarbonlar	62.8	21.6
Azot Oksitleri	13.56	26.64
Kükürt Oksitleri	1.08	4.8
Amonyak	0.24	elde edilemiyor
Organik asitler	0.48	3.72
Parçacıklar(toz, kül, duman, kurum, is)	1.32	13.2

Kaynak: Ertürk, Bursa'da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu s.41

Tablo 30. Bursa'ya Ait Motorlu Kara Taşıtlarının Şubat 2003 Yılı İtibariyle Sayısı (1999-2002) (1) Arazi taşıtı dahildir.

Taşıtlar	1999	2000	2001	2002	2003 Şubat
Otomobil(1)	156891	174132	181077	184105	186643
Minibüs	7393	7692	7663	7686	7468
Otobüs	5798	5938	6123	6260	6521
Kamyonet (1)	42168	47656	50099	51865	53511
Kamyon	12260	12642	12743	12971	13145
Motosiklet	23047	23932	24358	24629	24751
Özel amaçlı taşıtlar	1277	1388	1463	1523	1558
Yol ve iş makinaları	4036	4207	4281	4400	4477
Toplam	252870	277587	287807	293439	298074

Kaynak: www.d.i.e.gov.tr,D.İ.E.,Yıllara göre Motorlu Kara Taşıtları İstatistikleri 1999 – 2002

Bursa kentinde hızla artan nüfusa paralel olarak motorlu kara taşıtlarının sayısında da artışlar görülmektedir. Bu da beraberinde, hava kirliliğinde en yüksek orana sahip olan taşıtların egzozlarından havaya salınan kirleticilerin (Hidrokarbonlar, Azotoksitler, Karbonmonoksit, Kurşun) insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri bilinmektedir.r.

2.6. Bursa'da Hava Kirliliğine Karşı Yapılan Çalışmalar

Nüfusun artışı, şehir yaşamının gelişmesi, sanayi üretiminin yaygınlaşması ve yeni teknolojilerin kullanılması ile kirleticiler ortaya çıktı ki bunlar insan sağlığı ve çevre açısından yeni tehlikelere zemin oluşturdu. Bursa sanayileşme sorunlarını yaşarken, bu da enerji ve beraberinde hava kirliliği sorununu gündeme getirmiştir. Sorun kış aylarında ısınmadan, sanayi ve şehir merkezlerinde motorlu araçların yoğunlaşmasından kaynaklanmıştır. Bursa'nın sanayileşme sürecinde emisyonları denetim altında tutmak için hiçbir çabanın sarfedilmemesi kaçınılmaz olarak kirliliğin boyutunda da artışa neden olmuştur.

Nüfus artışı ve bu nüfusun gereksinimlerini karşılamak üzere hızlı bir şekilde artan üretim ve tüketim faaliyetleri ile hızlı ve düzensiz sanayileşme ve kentleşme ile birlikte çevresel bozulma daha da artmıştır.

Hava kirliliği ölçümleri İl Sağlık Müdürlüğü, Büyükşehir Belediye Başkanlığı tarafından Hava Kalitesi izleme ağı ile, Çevre İl Müdürlüğünün kömür denetim istasyonları ile kömürlerin denetimleri yer almaktadır.

2.6.1.Bursa İl Sağlık Müdürlüğü

Bursa Sağlık İl Müdürlüğünde Hava Kalitesi Ölçümleri yapılmaktadır. 8 tane il merkezinde ve 2 tane İnegöl ilçesinde (1 ve 3 nolu sağlık ocaklarında) 1 tane Orhangazi ilçesinde (sağlık ocağında) olmak üzere 11 ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlar şunlardır;

- . Tophane
- . Garaj
- . Arabayatağı
- . Eğitim
- . Küçükbalıklı
- . Karaman
- . Çekirge
- . Sırameseler

Bu istasyonlarda yarı otomatik cihazlar ile SO₂ ve duman (PM) parametreleri ölçülmektedir.²¹⁵ Ek 13'de hava kirliliği ölçüm istasyonları gösterilmiştir. Hava kirliliği sınır değerleri Tablo 31'de gösterilmektedir.

²¹⁵ T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, s.48; Bursa İl Sağlık Müdürlüğü Emisyon Bölümü çalışanlarından 15.05.2003 tarihinde Rauf Bike ile gerçekleştirilen görüşmeler sırasında Bike, İl Sağlık Müdürlüğünün hava kalitesi için yaptığı çalışmalardan bahsetmiştir. Bike aynı zamanda bu konuda araştırmacıya gerekli dökümanların toplanmasında yardımcı olmuştur.; <http://www.bsm.gov.tr/hizcevre.htm>.29.04.2003

Tablo 31. Hava kirliliği sınır değerleri $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Günlük Uyarı Kademeleri	SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Duman $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1.Kademe	700	400
2.Kademe	1000	600
3.Kademe	1500	800
4.Kademe	2000	1000

Kaynak: Türk Çevre Mevzuatı, T.Ç.V.Y., Nisan 1999, s.679

Aylık Kısa Vadeli Sınır Değerler		Kış Dönemi Sınır Değerleri		Uzun Vadeli Sınır Değerler	
SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Duman $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Duman $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Duman $\mu\text{g}/\text{m}^3$
400	300	250	200	150	150

Kaynak: Türk Çevre Mevzuatı, T.Ç.V.Y., Nisan 1999, s.664

Sağlık Müdürlüğü tarafından ölçümler hergün yapılmaktadır ve 24 saatlik ortalamalar alındıktan sonra sonuçlar Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nde yer alan (HKKY) kısa vadeli sınır değer (KVS) ve uyarı kademe değerleriyle günlük olarak karşılaştırılıp, değerleri aşılması halinde HKKY'de madde 53* hükümleri uygulanmaktadır.

1980'li yıllarda başlayan hava kirliliği 1988 yılından beri etkisini arttırmış ancak alınan önlemler ile 1992 yılından bu yana kirliliklerde azalmalar görülmüştür. Bursa İl Sağlık Müdürlüğü emisyon bölümünden alınan, 1987 yılından 2003 yılına ait SO₂ ve duman emisyon verileri Tablo 32**'de yer verilmiştir. 1987-2003 yılına ait kükürt dioksit ve duman verileri grafiklendirilmesi Ek 15'de gösterilmektedir.

* Bkz; Ek 14'de HKKY'de Madde 53

** Bursa İl Sağlık Müdürlüğü Emisyon Bölümü çalışanlarından 18.05.2003 tarihinde Rauf Bike ile gerçekleştirilen görüşme sırasında Bike, 1987-2002 SO₂ ve duman emisyon verilerinin toplanmasında yardımcı olmuştur. Bursa Sağlık Müdürlüğü, İstatistik Yılı 2001, Yayın No: 6 Basım Yılı 2002 Sağlık ve Sosyal Yardım Vakfı

Tablo 32. Bursa'da 1987 Yılından 2003 Yılına Ait SO₂ ve Duman Ortalama Değerleri

SO ₂ µg/m ³	YILLAR						
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
AYLAR							
OCAK		583	503	656	432	373	217
ŞUBAT		431	359	391	386	453	208
MART		305	189	194	338	268	185
NİSAN		119	97	106	153	114	103
MAYIS		72	96	105	70	74	62
HAZİRAN		56	63	103	22	48	10
TEMMUZ		33	47	34	9	35	45
AĞUSTOS		31	55	32	9	43	164
EYLÜL		84	144	47	12	36	82
EKİM	84	118	315	90	82	70	71
KASIM	319	256	339	143	258	160	136
ARALIK	500	314	414	297	281	182	194
ORTALAMA	301	200	218	183	171	155	123

SO ₂ µg/m ³	YILLAR						
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
AYLAR							
OCAK	157	117	59	107	103	111	70
ŞUBAT	189	119	51	139	95	88	83
MART	116	82	43	90	84	95	70
NİSAN	56	48	37	60	47	61	58
MAYIS	48	22	55	59	43	43	39
HAZİRAN	49	13	39	30	22	70	
TEMMUZ	24	10	30	19	28	61	
AĞUSTOS	18	10	17	19	48	46	55
EYLÜL	12	15	49	44	53	57	39
EKİM	9	24	51	46	62	52	47
KASIM	16	36	96	77	74	78	78
ARALIK	165	41	83	64	103	82	74
ORTALAMA	72	45	51	63	64	77	61

SO ₂ µg/m ³	YILLAR		
	2001	2002	2003
AYLAR			
OCAK	74	82	72
ŞUBAT	81	87	63
MART	49	59	
NİSAN	65	50	
MAYIS	50	54	
HAZİRAN	40	56	
TEMMUZ		70	
AĞUSTOS		72	
EYLÜL	48	58	
EKİM	52	47	
KASIM	72	82	
ARALIK	69	71	
ORTALAMA	60	66	68

DUMAN µg/m ³	YILLAR						
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
AYLAR							
OCAK		138	143	230	157	166	144
ŞUBAT		119	94	157	118	193	103
MART		56	64	138	193	95	99
NİSAN		33	67	66	79	39	39
MAYIS		36	68	67	36	19	36
HAZİRAN		27	49	57	26	12	28
TEMMUZ		24	30	26	13	9	22
AĞUSTOS		9	47	30	26	14	37
EYLÜL		88	45	49	39	6	47
EKİM	55	109	122	77	51	32	88
KASIM	107	56	125	81	133	101	88
ARALIK	133	70	155	104	99	105	115
ORTALAMA	98	64	84	90	81	66	71

DUMAN $\mu\text{g}/\text{m}^3$	YILLAR						
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
AYLAR							
OCAK	96	66	57	31	119	78	52
ŞUBAT	101	73	54	29	92	36	59
MART	58	40	30	16	31	51	54
NİSAN	33	35	26	10	15	32	27
MAYIS	18	15	12	8	8	14	18
HAZİRAN	12	9	8	7	9	12	
TEMMUZ	10	7	10	5	13	18	
AĞUSTOS	11	8	7	10	15	18	24
EYLÜL	14	20	10	14	15	25	24
EKİM	29	27	19	24	22	32	33
KASIM	82	76	41	65	41	56	85
ARALIK	121	41	25	63	60	67	58
ORTALAMA	49	35	25	24	37	40	43

DUMAN $\mu\text{g}/\text{m}^3$	YILLAR		
	2001	2002	2003
AYLAR			
OCAK	39	101	66
ŞUBAT	35	105	37
MART	20	55	
NİSAN	21	45	
MAYIS	27	27	
HAZİRAN	12	27	
TEMMUZ		24	
AĞUSTOS		27	
EYLÜL	28	39	
EKİM	47	63	
KASIM	81	145	
ARALIK	68	76	
ORTALAMA	38	61	52

Veriler doğrultusunda Bursa'da, 1988-1991 yılları arasında SO₂ miktarının insan sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaştığı görülmektedir. Özellikle Ocak ve Şubat aylarında 400 µg/m³ ile sınır değer 150 µg/m³'ün üzerindedir. Söz konusu yıllar içerisinde aylık ortalamaları belirlemek üzere yapılan ölçümler esnasında, 1988 yılı Ocak ayında 1410 µg/m³, 1989 yılı Ocak ayında 1580, 1861, 1881 µg/m³ ve Şubat ayında 1230 µg/m³ 1990 yılı Ocak ayında 1821 µg/m³, 1991 yılı Ocak ayında 992 µg/m³'lük yüksek SO₂ seviyelerine ulaşıldığı belirlenmiş ve yerel yönetimlerce kirlilik kademe tedbirleri alınmıştır. 1992 yılının Şubat ayında 453 µg/m³ ortalama ve 1426 µg/m³'lük maksimum değerlerden itibaren düşüşler yaşandığı ve kritik kış aylarında dahi sınır değerler içinde kaldığı gözlenmiştir.²¹⁶

Partikül ölçümleri değerlendirilirse konsantrasyon ortalamalar 300 µg/m³ sınır değerinin üzerine çıkmamıştır. Ancak günlük ölçümlerde 1989 Ocak ayında 681 µg/m³ ve Mart ayında 448 µg/m³, 1992 Ocak ayında 572 µg/m³ ve Şubat ayında 742 µg/m³ gibi maksimum değerlere ulaşıldığı görülmüştür. Ayrıca 1990 yılı Ocak ayında 230 µg/m³ olarak en yüksek partikül ortalamaya ve bu ay içinde 750 µg/m³ maksimum değer elde edilmiştir. Bu yıldan sonra partikül konsantrasyon ortalamaları SO₂ konsantrasyonu ortalamaları ile paralellik göstermiştir.

1988-1989 kış sezonunda SO₂ ortalama değerine göre Türkiye genelinde Bursa, en kirli üçüncü kenti olmuştur. 1989-1990 yılında ise Bursa en kirli şehirler arasında ikinci sıraya yükselmiştir. 1989-1990 kış dönemi SO₂ ortalama değerine göre (385 µg/m³) Türkiye genelinde Bursa en kirli üçüncü şehri, Duman Ortalama Değerinde ise (155 µg/m³) yedinci kirli şehri olmuştur. 1990-1991 sezonunda ise Bursa hava kirliliği sıralamasında yedinci sıraya düşmüştür. Duman Ortalama Değeri açısından aynı dönemler için yapılan değerlendirmede 1989-1990 yılında yedinci sırada olan Bursa, 1990-1991 yılında 13. sıraya düştüğü halde 1991-1992 yılında tekrar 7. sıraya yükselmiştir.²¹⁷

Kirleticilerin zaman içindeki bu değişimi, evsel ısınmanın Bursa'da en önemli kirlilik kaynaklarından birisi olduğunu göstermektedir. Apartman sayısındaki artış, endüstri

²¹⁶ İl Hıfzıssıhha Kurul Kararları 1988-1992 yılları dosyaları

²¹⁷ Ertürk, Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, s.48

kuruluşlarındaki artış, şehirdeki rüzgar hızının azalmasına ve kirleticilerin birikmesine neden olmuştur. Bu da emisyonlardaki artışa ve kirlilik düzeyinin artmasına neden olur.

Bursa'da SO₂'den kaynaklanan hava kirliliği özellikle kış aylarında yüksek seviyelere çıkmaktadır. 1998-1999 yılları arasında, kış ayları konsantrasyonlarının ortalaması ($238,4 \pm 48,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz aylarındaki ortalamaların ($38,7 \pm 6,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) yaklaşık altı katıdır.²¹⁸ Bu sonuç Bursa merkezinde SO₂ kirliliğinin ısınma amaçlı yapılan yakmalardan kaynaklandığını gösterir. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ortalamalar kış ayları ortalamalarına göre düşük, yaz ayları ortalamalarına göre yüksektir. Bunun nedeni ise, bahar aylarında evsel ısınmanın kısmen de olsa devam etmesidir.

1987 - 1992 döneminde kükürtdioksitin sınır değerini aştığı saptanmıştır. 1993 ve 1994 döneminde ortalama değerde anlamlı bir düşme gözlenmiştir. Bu sonuçlar, 1993 yılından itibaren ithal kömür kullanımının yaygınlaşması ve 1994 yılında da organize sanayi işletmelerinin doğal gaz tüketmeye başlaması ile açıklanabilir. Duman ortalama değeri miktarlarında ise bir değişme olmamıştır.

Bursa'da doğal gaz çalışmalarının başlaması ve enerji kaynağı olarak kullanıldığı 1993 yılından itibaren SO₂ konsantrasyonunda gözle görülür bir iyileşme gözlenmiştir. 1987-2003 yılları arasındaki SO₂ konsantrasyon değerleri HKKY (Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği) değerleri ile karşılaştırılmıştır.

1993 yılından itibaren yaşanan SO₂ konsantrasyon değerlerinde doğal gaz kullanımının yaygınlaşması, kaliteli ithal kömür kullanımı ile düşüşler gözlenmiştir.

1987-2002 yıllarında en yüksek yıllık ortalama SO₂ konsantrasyonu 1989 yılında $218 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken bu oran 1999 yılında $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken, 2002 yılında $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyelere düşmüştür. Yıllık ortalama değerler göz önüne alındığında HKKY'nin SO₂ için vermiş olduğu uzun vadeli sınır değeri (UVS) $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 1988-1992 yıllarında bu değeri aşmış, ancak sonraki yılların ortalamaları bu değerin altında kalmıştır.

²¹⁸ Yücel Taşdemir, "Bursa'da Kükürtdioksitten Kaynaklanan Hava Kirliliği", Ekoloji ve Çevre Dergisi, Cilt 11, sayı:42, İzmir, 2002, s.15

2.6.2.Bursa Büyükşehir Belediyesi

Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğünde Hava Kalitesi Ölçümleri yapılmaktadır. 4 tane ölçüm istasyonu, 1 merkezi bilgisayar, 1 halka sunum panosu bulunmaktadır. Tam otomatik hava kirliliği ölçüm cihazları ile emisyon ölçümleri yapılmaktadır. AIRNET (Hava Kirliliği İzleme Ağı Projesi) olarak adlandırılan bu sistem şehrin trafik ve ısınma kaynaklı hava kirliliğinin boyutlarını tespit ederek gerekli önlemlerin alınması, halkın doğru bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi amacıyla kurulmuş 4 ölçüm istasyonu ve ölçülen parametreler Tablo 33'de gösterilmiştir. Bursa İl Sağlık Müdürlüğü ve Bursa Büyükşehir Belediyesinin verileri Bursa Kenti için ortak bir çalışma değildir.

Tablo 33.Bursa Büyükşehir Belediyesi Ölçüm İstasyonu ve Ölçülen Parametreler

İstasyonlar	Ölçülen Parametreler
Duaçınarı	Kükürtdioksit, Partikül Madde, Azot Oksit, Karbonmonoksit, Hidrokarbonlar, Meteorolojik Sensörler (Rüzgar Yönü, Sıcaklık, Basınç, Nem, Rüzgar Hızı) Ölçülmektedir
Heykel	Ozon, Kükürtdioksit, Partikül Madde, Azot Oksit, Karbonmonoksit, Hidrokarbonlar, Meteorolojik Sensörler (Rüzgar Yönü, Sıcaklık, Basınç, Nem, Rüzgar Hızı) Ölçülmektedir
Hamitler	Hidrokarbonlar
Demirtaş	Hidrokarbonlar

Kaynak: Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü

Bu parametreler şehrin merkezindeki Şefik Bursalı Sanat Galerisi'nin duvarında canlı olarak 3 dakikalık güncellemelerle sürekli gösterilmektedir.²¹⁹

Hamitler ve Demirtaş çöp depolama alanlarında metan çıkışı önemli olduğu için sadece hidrokarbonlar ölçülmektedir. Ayrıca Demirtaş Çöp Depolama alanında 1997 yılının Ocak ayından bu yana elektrik enerjisi üretilmektedir. Deponi gazından (CH₄)

²¹⁹ Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğünden çalışanları,13.05.2003 tarihinde Mustafa Ürkmez, Mihnet Tekinay ile gerçekleştirilen görüşmeler sırasında hava kalitesi için yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Tekinay aynı zamanda bu konuda araştırmacıya gerekli dökümanların toplanmasında yardımcı olmuştur.

elektrik enerjisi elde edilmesi de Bursa için alternatif bir enerji kaynağıdır. Bu enerji türüne alternatif enerjiler bölümünde yer verilmiştir.

Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğünde Hava kalitesi ölçümlerinden Ozon, Azot Oksit, Karbonmonoksit, Hidrokarbon parametrelerini 2001 mayıs ayından itibaren ölçülmeye başlanmıştır.

Bursa Büyük Şehir Belediyesi'nin sahip olduğu Duaçınarı ve Heykel istasyonlarından 2002 ve 2003 yılları arasında SO₂ ve PM konsantrasyonları Tablo 34'de gösterilmektedir.

Tablo 34. Bursa ili için 2002 ve 2003 (Ocak, Şubat ve Mart) SO₂ ve PM konsantrasyonları

Aylar	SO ₂ (µg/m ³)	PM(µg/m ³)
OCAK 2002	69	85
ŞUBAT 2002	66	68
MART 2002	49	47
NİSAN 2002	42	39
MAYIS 2002	48	24
HAZİRAN 2002	56	27
TEMMUZ 2002	70	24
AĞUSTOS 2002	72	27
EYLÜL 2002	57	38
EKİM 2002	47	63
KASIM 2002	77	132
ARALIK 2002	71	76
OCAK 2003	53	57
ŞUBAT 2003	63	37
MART 2003	50	41

Kaynak: Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü

Ayrıca 2001 yılına ait Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin istasyonlarından ölçülen parametreler Tablo 35'de gösterilmektedir.

Tablo 35. 2001 Yılına Ait Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin Duacınarı, Heykel, Hamitler ve Demirtaş İstasyonlarından Ölçülen Parametreler

Aylar	PARAMETRELER								
	Basınç hPa	CO µg/m ³	NO µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	Nem %	Rüzgar Hızı (m/s)	Sıcaklık °C	Ozon	CH ₄ µg/m ³
Mayıs	998	917.6	15.802	49.66	53.9	1.5	21.1	59.2	1347
Haziran	1007	780.7	8.533	45.62	47.6	1.7	24	77.4	1436
Temmuz	1009	454.4	6.593	44.13	51.3	1.7	27.7	91.5	1748
Ağustos	1010	488.9	9.317	44.87	56.3	1.7	26.5	87.7	1681.8
Eylül	1011	612.9	22.208	53.16	57	1.3	22.8	64.1	1725.3
Ekim	1018	979.8	35.192	54.57	61.4	1.4	17.4	49.3	1778
Kasım	1017	1843	49.324	43.55	69.2	1.7	11.7	33.5	1813
Aralık	1017	1573	35.22	45.5	80	2.6	5.7	34.9	1752

Kaynak: Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü

2002 yılına ait Bursa Büyükşehir Belediyesinin istasyonlarından ölçülen parametreler Tablo 36'da gösterilmektedir. 2003 yılına ait Bursa Büyükşehir Belediyesinin istasyonlarından ölçülen parametreler Tablo 37'de gösterilmektedir.

Tablo 36. 2002 yılına ait Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin Duaçınarı, Heykel, Hamitler ve Demirtaş İstasyonlarından Ölçülen Parametreler

Aylar	PARAMETRELER								
	Basınç hPa	CO µg/m ³	NO µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	Nem %	Rüzgar Hızı(m/s)	Sıcaklık °C	Ozon	CH ₄ µg/m ³
Ocak	1025	2279	38.54	62.34	70.6	1.8	4.1	32.2	1827
Şubat	1020	2797	60.63	63.67	59.4	1.5	11	26.37	1927
Mart	1016	1375	34.15	55.88	66.2	1.5	11.6	50.54	1781
Nisan	1014	1178	24.22	59.53	72.2	1.3	12.7	58.5	1961
Mayıs	1015	524.31	13.5	51.18	59.2	1.4	18.8	82.7	1860
Haziran	1014	472.63	12.16	45.96	55.2	1.5	24	80.07	1809
Temmuz	1006	467.07	8.55	45	57.2	1.4	27.7	87.55	1810
Ağustos	1012	503.99	9.76	46.19	58	1.4	25.7	81.08	1816
Eylül	1014	694.17	28.08	51.61	64	1.1	21.9	43.83	1851
Ekim	1016	878.23	45.15	47.91	71.5	1.2	18.2	20.72	1713
Kasım	1019	2543.4	77.94	53.57	65.6	1.2	13.4	21.97	1792
Aralık	1022	1620.4	45.83	50.70	67.8	1.9	5.8	25.97	1632

Kaynak: Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü

Tablo 37. 2003 yılına ait Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin Duaçınarı, Heykel, Hamitler ve Demirtaş İstasyonlarından Ölçülen Parametreler

Aylar	PARAMETRELER								
	Basınç hPa	CO µg/m ³	NO µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	Nem %	Rüzgar Hızı(m/s)	Sıcaklık °C	Ozon	CH ₄ µg/m ³
Ocak	1018	1289	41.6	43.04	71.6	2.4	9.8	27.3	1621.3
Şubat	1018	744.5	16.93	41.96	65.7	3.3	8.4	37.7	1505
Mart	1021	1008.5	21.3	55.18				33.1	1526.3
Nisan	1016	878.5	19.03	58.45				30.4	1570.5

Kaynak: Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü

HKKY göre ;

CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$ UVS değeri 10000, KVS değeri : 30000

NO₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ UVS değeri 100, KVS değeri : 300

NO $\mu\text{g}/\text{m}^3$ UVS değeri 200, KVS değeri: 600

Ozon (O₃) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ KVS değeri: (240)

Hidrokarbonlar (HC) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ KVS değeri: 140 (280)

NOT: Parantez içindeki rakamlar referans maksimum saatlik sınır değerlerdir.

Ek 16'da 01.06.2002 -30.11.2002 arasındaki Azotdioksit derişimleri, Ek 17'de 01.01.2002 -31.12.2002 arasındaki Azotmonoksit derişimleri, Ek 18'de 01.01.2002 - 31.12.2002 arasındaki Karbonmonoksit derişimleri gösterilmektedir.

Bursa Büyükşehir belediyesinin hava kirliliği ölçüm parametrelerinden kükürt dioksit ile ilgili haritalandırmaları yer almaktadır. Ek 19'da Bursa Büyükşehir Belediyesi sağlıklı şehirler projesi hava kirliliği (SO₂) haritası gösterilmiştir.

Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığından alınan 2002-2003 yıllarını kapsayan veriler sonucunda HKKY'ne göre uygun olduğu söylenebilir. Daha önceki yıllara ait veriler ile ilgili bir çalışma yapılmadığı için Bursa için 2002-2003 Nisan ayları açısından sonuçlar olumludur.

Doğal gaz kullanımı azot oksit emisyonları salınımı yaptığı için azot oksit ölçümleri için istasyon sayısı ve yerlerinin tespitinde dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur. Büyükşehir Belediyesinin Duaçınarı ve Heykel bölgesinde bulunan 2 istasyondan alınan veriler HKKY azot oksit sınır değerleri ile incelendiğinde sınır değerlerin altında olduğu görülmektedir. Doğal gaz çalışmalarını Bursa'da Botaş gerçekleştirmektedir. Bursa Büyükşehir Belediyesi doğal gaz yatırımlarını gerçekleştirmedeği için hem hava kirliliği sorununu tamamen çözememişlerdir hem de yatırım yapma olanağı bulamamışlardır. Doğal gaz kullanımından bu yana şehrin giriş ve çıkışlarında kaçak kömür için mücadele yapılmıştır ve toplu taşıma aracı olan hafif raylı sistem (Bursaray) için yatırımlar yapılmıştır.

Bursaray, ulaşım talebinin fazla olduğu güzergahlara yapılmıştır, Bursa için toplu ulaşım sisteminde yapılan ilk önemli adımdır. Bursa da ayrıca alternatif ulaşım olarak bilinen bisiklet için sadece Buski kavşağı ile Yalova yolu arasındaki Nilüfer Çayı kıyısında resmi bisiklet güzergahı bulunmaktadır. Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından bir diğer çalışma ise Kültürpark ile kent merkezindeki çarşı alanı arasında potansiyel bir güzergah belirlenmiş yaklaşık 2.3 km ve maliyeti 120.000 dolar olarak belirlenmiştir.²²⁰ Bisiklet kullanımının özel araç sahipleri tarafından teşvik edilmesi gerekmektedir bu da trafikten kaynaklanan hava kirliliği oranının düşmesi açısından önemlidir.

Büyükşehir belediyesinin kaçak kömürler ile ilgili mücadeleleri arasında 2000 yılı Ekim ayı sonu itibari ile yakıt denetim istasyonlarından elde edilen veriler Tablo 38’de gösterilmektedir.

Tablo 38. 2000 Yılı Ekim Ayı Sonu Yakıt Denetim İstasyonlarından Elde Edilen Veriler

Denetim İstasyonlarından Kontrollü Olarak Giriş Çıkış Yapan Toplam Araç Sayısı	16.674 adet
Bursa’ya Giriş Yapan İthal Kömür Araç Sayısı	6.795 adet
Bursa’ya Giriş Yapan İthal Kömür Miktarı	129.351.599 kg
Bursa’ya Yasaklı ve Yetkili Belgesiz Kömür Getirdiği Tespit Edilen Araç Sayısı	7 adet
Müsadere Edilen Yasaklı Kömür Miktarı	31.820 kg
Nisan – Ekim 2000 tarihleri arasında	
Bursa’ya izinli yerli kömür Nakli Yapan Araç Sayısı	414 adet
Bursa’ya İzinli Giriş Yapan Yerli Kömür Miktarı	9.222.960 kg

Kaynak: Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü

2001 yılı itibari ile yakıt denetim istasyonlarından elde edilen veriler Tablo 39’da gösterilmektedir. Ocak 2002 – 07 Aralık 2002 tarihleri arasında yakıt denetim istasyonlarından elde edilen veriler Tablo 40’da gösterilmektedir. Kaçak kömür girişini

²²⁰ Bursa Büyükşehir Belediyesi, Bursa Kentsel Gelişme Projesi Kentsel Ulaşım İyileştirmeleri Çalışması Temmuz 1997

engellemek amacıyla İl Çevre Müdürlüğünce mobil ekip denetimleri oluşturulmuştur. Yasaklı kömür yakalandığı zaman 65.001.440.000 TL cezası vardır.²²¹

Tablo 39. 2001 Yılı Yakıt Denetim İstasyonlarından Elde Edilen Veriler

Denetim İstasyonlarından Kontrollü Olarak Giriş Çıkış Yapan Toplam Araç Sayısı	10.961 adet
Bursa'ya Giriş Yapan İthal Kömür Araç Sayısı	5.918 adet
Bursa'ya Giriş Yapan İthal Kömür Miktarı	103.831.510 kg
Bursa'ya Yasaklı ve Yetkili Belgesiz Kömür Getirdiği Tespit Edilen Araç Sayısı	26 adet
Bursa Çimento'ya ithal kömür getiren araç sayısı	610 adet
Burs Çimento'ya giren ithal kömür miktarı	11.385.970 kg

Kaynak: Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü

Tablo 40. Ocak 2002 – 07 Aralık 2002 Tarihleri Arasında Yakıt Denetim İstasyonlarından Elde Edilen Veriler

Denetim İstasyonlarından Kontrollü Olarak Giriş Çıkış Yapan Toplam Araç Sayısı	26.334 adet
Bursa'ya Giriş Yapan İthal Kömür Araç Sayısı	8.074 adet
Bursa'ya Giriş Yapan İthal Kömür Miktarı	164.377.930 kg
Bursa'ya Yasaklı ve Yetkili Belgesiz Kömür Getirdiği Tespit Edilen Araç Sayısı	83 adet
Bursa Çimento'ya ithal kömür getiren araç sayısı	1166 adet
Bursa Çimento'ya giren ithal kömür miktarı	27.783.000 kg
Bursa'ya (izinli) giriş yapan yerli kömür miktarı	2.982.720 kg
Bursa Çimento'ya gelen yerli (toz) kömür miktarı	28.112.820 kg
Bursa Çimento'ya gelen yerli (toz) kömür nakli yapan araç sayısı	2602 adet

Kaynak: Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü

²²¹ Hava Kirliliğinde Alınması Gereken Önlemler Konferansı "Hava Kirliliğinin Ölçüm ve Değerlendirilmesi" 16.12.2002, Şule ARAT Tayyare Kültür Merkezi/BURSA

2.6.3. Bursa'da Emisyonlar Açısından Yapılan Diğer Çalışmalar

Bursa'da Ölçüm İstasyonlar'ının Altıparmak'ta olmaması nedeniyle ile bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaya göre 1996 yılının ilk üç ayı içerisinde Altıparmak'ta Osmangazi Hükümet Konağına yerleştirilmiş olan ölçüm cihazlarıyla SO₂ açısından durumu incelenmiş yapılan ölçümler sonucunda Altıparmak yöresine ait SO₂ ortalama değerleri 179.45µg/m³, 166.65 µg/m³ ve 118.86 µg/m³ olarak hesaplanmıştır.²²² 1996 yılı Bursa ilinin Ocak, Şubat ve Mart ayları ortalamaları bakımından karşılaştırıldığında konsantrasyonların yaklaşık 3 katıdır. Bunun sebeplerinin başında bölgenin sahip olduğu yoğun nüfus ve trafik akışı olup, yüksek binalarla çevrelenmiş basık konumu rüzgar sirkülasyonunu engelleyerek, doğal gaz kullanımını olmasına karşın Altıparmak'ta kış aylarında hava kirliliği toplum sağlığını olumsuz etkilemektedir.

Bir diğer konu ise Yücel Taşdemir'in yapmış olduğu çalışmadır. Bursa nüfusu ve sanayileşmesi ile 1993-1999 yıllarında ısınma amaçlı yanma haricindeki kaynakların özellikle sanayi alanlarının atmosfere olan etkisini belirlemek için ısınma amaçlı yanmanın olmadığı yaz mevsimlerinde, 1988-1992 yıllarındaki aynı mevsim değerleriyle karşılaştırılmıştır, 1988-1992 ve 1993-2002 dönemlerindeki Haziran, Temmuz, Ağustos aylarının ortalama konsantrasyonları sırasıyla 41.3µg/m³ ve 40.26 µg/m³'tür. Bu sonuçlar, ısınma amaçlı yanmadan farklı olan kaynakların her iki zaman aralığı için aynı oranlarda Bursa şehrinin SO₂ açısından hava kirliliğine etki ettiğini göstermektedir. SO₂ seviyesinin karşılaştırılan her iki zamanda birbirinden farklı olmaması sanayi şehri olan Bursa için olumludur çünkü yeni kurulan sanayi kuruluşları Bursa'nın havasını olumsuz bir şekilde etkilememişlerdir.

²²² A.B.,Etemoğlu., M Kırbıyık, "Bursa'da Hava Kirliliğine Genel Bir Bakış", I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bildiriler, 24-26 Haziran 1996 Bursa, s. 565

GENEL DEĞERLENDİRME ve ÖNERİLER

Bu bölümde önceki bölümlerin verileri ışığında Bursa'da hava kirliliği sorununun genel bir değerlendirilmesi yapılmaya ve hava kirliliği sorununun çözümü açısından alınması gerekli önlemler verilmeye çalışılacaktır. Bursa'da hava kirliliğinde etkili olan enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynakları çalışmaları özetlenecektir.

Birinci bölümde incelenen ekosistem kavramında, ekosistem dengesini bozan en etkili canlı insandır. İnsan nüfusu ve faaliyetleri arttıkça ekosistem dengesi bozulmaya başlamıştır. İnsanlar dışında bitki ve hayvanlar da ekosistem dengesini bozar fakat insanların etkisi çok fazladır.

İnsanlar iki milyon yıllık varoluşlarından bu yana ekosistem üzerinde zararlı etkileri olmuştur. Nüfusun artması ve kaynak talebinin yoğunlaşması, sanayileşme, çarpık kentleşme, insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan kirleticilerin miktarları artarak çevreye zarar vermeye başlamıştır. Kirleticiler, çevrenin doğal yapısını ve ekolojik dengesini değiştirmiştir. Ekosistemdeki bu sömürüye de engel olmak amacıyla; nüfus artışı kontrol edilmeli, yaşam için gerekli kaynakların sürekliliği sağlanmalı, enerji kaynaklarının kullanılmasında ekolojik çeşitlilik ilkesi göz önünde bulundurulmalı, teknolojik üretimde sadece yarar değil çevre de dikkate alınmalıdır.

Sanayileşme ve kentleşme dönemi öncesi; enerji kaynakları olarak bitki, hayvan ve insan gücünden karşılanmaktaydı. Ondokuzuncu yüzyıl ortasına kadar enerji kullanımı oduna bağımlıyken sanayileşme, nüfus yoğunluğunun artışı ve enerji kullanımının artmasıyla yavaş yavaş odun yerini kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil kökenli enerji kaynakları kullanılmaya başlandı. Sanayileşme ve kentleşme, artış gösteren nüfus ile artan taşıt kullanımı insanların ürettiği ve tükettiği enerji düzeyi artmıştır.

Kullanılan fosil yakıtların tükenmesi ve fiyatlarının devamlı artmasının yanısıra, yanmaları sonucu çevre kirliliğine ve insan sağlığına etkileri de büyüktür. Fosil yakıtların çoğunun tükenir özellikte olması, enerji kaynaklarında değişikliğe gidilmesini gerektirmektedir. Fosil yakıtlara alternatif olarak geliştirilen enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Güneş, rüzgar, jeotermal, su (hidroelektrik enerji), deniz kökenli ve

biyokütle enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlar gibi çevre kirliliğine yol açmayan hem de yakıtı ihtiyaç duyulmadan sürekli enerji elde edilen kaynaklardır. Yenilenebilir enerji kaynakları tükenmez oluşları ve süreklilik göstermeleri açısından önemlidir. Enerjiye bağımlı olarak yaşadığımız dünyada, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için teşvikler ve yeni teknikler geliştirilmesi gerekmektedir.

Fosil yakıtların bir süre sonra tükeneceği gerçeği de unutulmamalıdır. Fosil yakıtlar yerine alternatif enerjilerin kullanılması hava kalitesinin iyileştirilmesinde ve çevre kirliliğinin azaltılmasında önemli bir çözüm yolu olarak görülmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünün alt bölümünde yer alan Türkiye’de 1950 yılından sonra sanayileşme, kentleşme, gelir seviyesinin yükselmesi, motorlu taşıtların sayısının artması ve hızlı nüfus artışı gibi faktörler ile birlikte enerji kullanımını yerli kaynakların karşılayamaz hale gelmesi ile çeşitli enerji kaynakları ithal edilmeye başlanmıştır.

Türkiye’de enerji kaynakları; kömür, petrol ve doğal gaz, elektrik ile ticari olmayan kaynaklar olarak tanımlanan odun, hayvan ve bitki artıkları, jeotermal, biyokütle, güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi olmak üzere gruplandırılabilir. Türkiye’de enerji ihtiyacı, taşkömürü ve linyit (%28.2), petrol ve doğal gaz (%56), ticari olmayan kaynaklar olarak adlandırılan odun, hayvan ve bitki artıkları (%10.4), hidrolik, jeotermal ve ithal elektrik ile (%5.4) karşılanmaktadır. Türkiye’de tüketilen toplam enerjinin %60’ı ithal edilmektedir. Bu oranın önümüzdeki yıllarda giderek artması beklenmektedir.²²³ Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına daha çok önem verilmelidir.

Enerji kaynaklarının neden olduğu hava kirliliği sorunu olarak incelediğimiz çalışmada hava kirliliğinin çözümü ve Bursa kenti için alınacak önlemler değerlendirilmiş olup bu doğrultuda, hava kirliliği probleminin çözümü için öncelikle kirlenmeye neden olan faktörlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla; Bursa’nın topoğrafik ve meteorolojik özellikleri, kirlenme kaynaklarının belirlenmesi gerekir.

Hava kirliliğinin azaltılmasında önemli olan önlem, kirliliğin daha oluşmadan kaynaktan kontrol edilmesidir. Özellikle kış sezonunda hava kirliliğinin yüksek seviyelerde

²²³ Koray Haktanır; Sevinç Arcak; Enerji ve Ekoloji, Enerji, Elektrik, Aydınlatma, Elektronik ve Otomasyon Mühendisliği Dergisi, Sayı.135, Haziran 2000, s126

seyretmesi Bursa'da en önemli kirlilik kaynağının kullanılan yakıtlardan kaynaklandığı sonucuna varılmaktadır. Isınma amacıyla kullanılan kömür, fuel-oil, odun, gibi bütün yakıtlar değişik oranlarda hava kirliliğine katkıda bulunmaktadır. Bursa'daki hava kirliliğinin en önemli kaynağı olan sabit kaynakların ısıtılmasında kullanılan yakıtlar doğal gaz, odun ve kömürdür. Isınma amacıyla kullanılan kalitesiz kömürlerden atmosfere kükürtdioksit, azotdioksit, karbondioksit ve partikül madde kirleticiler yoğun olarak verilir. Isınma amacıyla kullanılan diğer bir fosil yakıt olan doğal gazdaki, kükürtdioksit, azotdioksit, karbondioksit ve partikül madde kirleticileri ihmal edilecek kadar azdır. Bu nedenle doğal gaz kullanımının yaygınlaştırılması hava kirliliği probleminin çözümünde etkili olacaktır.

Kullanılan enerji kaynaklarının yanısıra bölgenin meteorolojisi ve topoğrafik özellikleri de hava kirliliğini etkileyen parametrelerdir. Ancak bu parametrelerin değiştirilmesi mümkün olamayacağından, insan faktörünün etkili olduğu önlemlerin alınması gerekmektedir.

Bursa kentinde 1960'lı yıllardan bu yana sanayi gelişmesinin kentsel mekan üzerine olumsuz sonuçları görülmüştür. Organize Sanayi Bölgesi ve Demirtaş Organize Sanayisinin kurulması Bursa'da bu bölgenin sağlıklı bir kentleşme hareketi ile bütünsellik içinde ele alınmadığı görülmektedir. Birçok sanayi kuruluşu ve iş yeri plansız bir biçimde kentin çeşitli mekanlarına yerleşmişlerdir. Bu olgu Bursa'nın yeşil sıfatını taşıyan özelliğinin kaybolmasına neden olmuştur, denetimsiz işyeri ve konut yerleşim alanları sonucu yeşil alanların heba edilmesi söz konusu olmuştur.

Bursa'da kentleşme süreci nüfus artışı ile başlamıştır. 1960 yılından bu yana Bursa'nın yıllık nüfus artış hızı %5 ile %7 arasında değişen oranlarda gerçekleşmiştir. Nüfus yoğunluğunun artışında, iç göçler ve Bulgaristan yoğun soydaş göçünün etkisi söz konusudur.

Bursa'da hava kirliliği açısından kuzey sektörlü rüzgarların olumsuz etkileri olmaktadır. Kış aylarında kirlenmeyi artırıcı olarak antisiklon (yüksek basınç) alanının olumsuz etkileri ortaya çıkmaktadır. Ayrıca kış aylarında yükselen nem oranında asit yağmuru tehlikesini arttırmaktadır. Bursa'nın merkezi bölgelerinde yükseklik yoğunluğu

meteorolojik koşulları dikkate almayan bir artış göstermiştir. Bu durum hava kirliliği açısından şehirdeki hakim rüzgarların önünde yapay bir engel oluşturmuştur.²²⁴

Bursa'da SO₂ ve partikül madde kirleticilerinin yayılmasındaki etkenler ısınma amaçlı ve sanayide kullanılan kalitesiz yakıtlardır. Trafik CO, NO_x ve kurşun (Pb) gibi kirleticilerin oluşumunda rol oynar. Nitekim günde 150-200 aracın trafiğe katıldığı ve 2000'li yıllarda her 8 bin kişiden birine bir özel aracın düşeceği tahmin edilen Bursa'da motorlu araçlardan kaynaklanan kirlenmenin daha da önemli hale gelebileceği söylenebilir.²²⁵ Otomobilin, günlük ulaşım ihtiyaçları için tek tek bireylerce kullanılması yoğun bir enerji ve kaynak tüketimi demektir ve çevre açısından olumsuz sonuçları vardır. Katalitik konverterler gibi bazı teknolojik çözümler, otomobil kaynaklı sorunları hafifletse bile tamamen giderememektedir.²²⁶ Egzoslardaki en tehlikeli kimyasal maddeleri ortadan kaldıran katalitik dönüştürücüler taşıt motorlarının ürettiği karbondioksit oranını etkilemektedir. Ulaşımında ağırlıklı olarak yenilenemez özellikte enerji tüketilir ve bir özel otomobil bir kişiyi demiryolu taşımacılığında veya otobüs taşımacılığında iki katı kadar fazla kalori harcayarak taşır, enerji miktarı açısından da toplu ulaşım sistemlerinin faydası daha açık görülür. Ulaşım sırasında tüketilen enerji miktarı ev veya ticari faaliyetler sırasında tüketilen enerji miktarından daha fazladır. Trafikten kaynaklanan kirliliği azaltmak için otomobili denetim altında tutacak belirli önlemlerin alınması gerekmektedir. Ulaşımından kaynaklanan hava kirliliğini azaltmak için, benzin fiyat bakımından olduğundan pahalı olmalı, işe gidiş gelişlerde haftada bir gün toplu ulaşım araçları kullanılmalı, havayı kirlileme bedeli ödenmeli, yakın iş yerlerine veya gidilecek yerlere özel taşıtlar ile değil de insanlarda yürüme alışkanlığının oluşması ve taşıt egzoz ölçümleri daha sık yapılmalıdır.

Otomobile alternatif bir ulaşım biçimi geliştirmek için; geniş kapsamlı bir bisiklet yolu sistemi oluşturulmalı, toplu taşıma, demiryolu, otobüs sistemleri kullanışlı ve ucuz hale getirilmelidir.²²⁷ Egzos kirliliğini azaltmak için, egzoz emisyonu kontrolleri tüm araçlar için yapılmalı ve kurşunsuz benzin tüketen araçların üretimi ve kullanımı için

²²⁴ Ertürk; Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, s.61

²²⁵ Ertürk; Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, s.61

²²⁶ Freund; Martin; a.g.e., s.25

²²⁷ Freund; Martin; a.g.e., s: 181-213

yasal girişimler başlatılmalıdır. Egzos ve diğer kaynaklardan yayılan, çeşitli organik kirleticilerin, bilhassa çalışma atmosferinde ölçümleri sürekli ve daha kapsamlı olarak yapılmalıdır.

Bursa'da 1988'li yıllarda görülen hava kirliliğinin etkileri ve önemi artmıştır. Ancak 1992 yılında kükürt oranı düşük ithal kömür kullanımı kısa vadeli çözüm önerileri ile ve uzun dönemli çözüm olarak sanayide ve ısınmada doğal gaz kullanımının yaygınlaştırılmış olması hava kirliliğinin nispeten azalmasında etkili olmuştur.

Bursa'da hava kirliliği sorunu açısından sanayide ve ısınmada kullanılan yakıt türü önemlidir. Bursa'da düşük kaliteli ve yüksek oranda kükürt içeren kömürlerin kullanımı yerine ithal kömür kullanımı hava kirliliği sorununun kısa dönemde çözümü için uygun olmuştur. Uzun dönemde ise doğal gaz kullanımının yaygınlaştırılması çözüm olarak düşünülebilir. Ancak kullanılan ithal kömürlerin ve doğal gazın dışa bağımlı olması dikkate alındığında, konunun siyasal ve ekonomik açıdan sorun yaratabileceği düşünülebilir. Ayrıca bu enerji kaynaklarının tükenebilir kaynaklar olması da dikkat edilmesi gereken noktalardandır.

Bursa'da hava kirliliğini belirleyen parametreler kükürtdioksit ve dumandır. Diğer kirleticilerin, hava kirliliğine etkileri vardır ve insan sağlığına etkileri ihmal edilemez, fakat kükürtdioksit ve dumanın belirleyici olması, hava kirliliği ölçüm verilerini belirleyen İl Sağlık Müdürlüğü, ve emisyonların değerlerini istatistiksel olarak yayınlayan Devlet İstatistik Enstitüsüne göre hava kirliliğini belirleyen emisyonlar kükürtdioksit ve duman olarak gösterilmektedir. Ayrıca Bursa'da 2002 mayıs ayı itibariyle hava kalitesi ölçümlerinden ozon, azot oksit, karbonmonoksit, hidrokarbon parametreleri ölçülmeye başlanmıştır.

Bursa'da 1988-1989 kış sezonunda SO₂ ortalama değerine göre Türkiye genelinde Bursa, en kirli üçüncü kenti olmuştur. 1989-1990 yılında ise Bursa en kirli şehirler arasında ikinci sıraya yükselmiştir. 1989-1990 kış dönemi SO₂ ortalama değerine göre (385 µg/m³) Türkiye genelinde Bursa en kirli üçüncü şehri, Duman Ortalama Değerinde ise (155 µg/m³) yedinci kirli kenti olmuştur. 1990-1991 sezonunda ise Bursa hava kirliliği sıralamasında yedinci sıraya düşmüştür. Duman Ortalama Değeri açısından aynı dönemler

için yapılan değerlendirmede 1989-1990 yılında yedinci sırada olan Bursa, 1990-1991 yılında 13. sıraya düştüğü halde 1991-1992 yılında tekrar 7.sıraya yükselmiştir.

Kirleticilerin zaman içindeki bu değişimi, evsel ısınmanın Bursa'da en önemli kirlilik kaynaklardan birisi olduğunu göstermektedir. Apartman sayısındaki artış, endüstri kuruluşlarındaki artış, şehirdeki rüzgar hızının azalmasına ve kirleticilerin birikmesine neden olmuştur. Bu da kirlilik düzeyinin artmasının sebeplerinden birisidir.

Bursa'da SO₂'den kaynaklanan hava kirliliği özellikle kış aylarında yüksek seviyelere çıkmaktadır. 1998-1999 yılları arasındaki şehirlerdeki kış ayları konsantrasyonlarının ortalaması ($238,4 \pm 48,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz aylarındaki ortalamaların ($38,7 \pm 6,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) yaklaşık altı katıdır.²²⁸ Bu sonuç Bursa merkezinde SO₂ kirliliğinin ısınma amaçlı yapılan yakmalardan kaynaklandığını gösterir. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ortalamalar kış ayları ortalamalarına göre düşük, yaz ayları ortalamalarına göre yüksektir. Bunun nedeni ise, bahar aylarında evsel ısınmanın kısmen de olsa devam etmesidir. 1993 yılından itibaren, SO₂ değerlerinde doğalgaz kullanımının yaygınlaşması, kaliteli ithal kömür kullanımı ile düşüşler gözlenmiştir.

Enerji kullanımında fosil yakıtlar, ithal yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek hem çevre kirliliği açısından hem de dışa bağımlılığı olmayan ve yenilenebilir özellikte kaynaklar olması nedeniyle tercih edilmelidir. Yenilenebilir enerji kaynakları jeotermal, rüzgar, güneş, biyokütle gibi enerji kaynaklarıdır. Bursa'da yenilenebilir enerji kaynakları açısından, jeotermal enerji ve deponi gazından elektrik enerjisi elde edilmesi çalışmaları yer almaktadır. Jeotermal çalışmaları sonucunda Kükürtlü, Kaynarca ve Yeni kaplıca çevresi sıcak su bölgesinde gün geçtikçe azalan termal kaynak debilerinin sağlıklı ve sürekli olarak tek elden sağlanması, yeraltında bekleyen yenilenebilir, temiz çevre dostu ve ucuz enerji kaynağı olan jeotermal zenginlikten Bursa ilinde de üretim-koruma-kullanım dengeleri gözetilerek yararlanılması amacıyla, arama sondajlarının sit alanı ve mevcut kaplıca tesislerinde herhangi olumsuz etki yaratmayacağı belirtilmektedir. Ancak Jeotermal'den ısınma amaçlı yararlanabilmek için 250lt/sn suya

²²⁸ Taşdemir Yücel, Bursa'da Kükürtdioksitten Kaynaklanan Hava Kirliliği, Ekoloji ve Çevre Dergisi, Cilt 11, sayı:42 İzmir, 2002, s.15

ihtiyaç vardır, sıcaklık 80-100 °C olmalıdır. Birinci kuyudan ısınma amaçlı olarak jeotermal enerjiden sıcaklık ve debi açısından yararlanılması mümkün değildir, fakat lokal anlamda ısıtma sağlanabilir, bunun kararını da Bursa Büyükşehir Belediyesi verecektir.

Alternatif enerji kaynaklarından olan jeotermal kaynakların Türkiye açısından da değerlendirilmemesi, yeterince teşvik edilmemesi büyük kayıptır. Jeotermal kaynakların elektrik enerjisi üretiminde, merkezi ısıtmada, soğutulmasında, kaplıca amaçlı kullanımında, endüstriyel kullanımda, kimyasal madde üretiminde yeterince değerlendirilmesi için jeotermal kanunu çıkarılmalıdır, aramalar devlet tarafından yapılmalı, MTA tarafından desteklenmelidir. Isıtma sistemi yatırımları DPT ve İller Bankası tarafından yapılmalı ve işletmesi Valilik ve Belediye aracılığıyla özel sektörün de katkısı ortaya konulmalıdır. Ayrıca merkezi ısıtma sistemi yatırımlarının halk ve devlet tarafından karşılanması önerilmelidir.

Diğer bir alternatif enerji kaynağı kullanımı Bursa kenti için, deponi gazından elektrik enerjisi elde edilmesidir. Metan gazından yararlanılarak elektrik enerjisi üretilmesi amacıyla, 1997 yılının ocak ayında Yap-İşlet-Devret modeliyle Demirtaş deponi alanı, AKSA Holdinge verilmiş 1998 kasım ayında elektrik üretilmeye başlanmıştır. 10 yıl süreyle CH₄ gazından elektrik enerjisi elde edilmesi belirlenmiştir. Üretilen elektrik enerjisi TEDAŞ'a satılmaktadır. Deponi gazının elektrik enerjisi olarak değerlendirilmesinin yanında atmosfere çıkan metan (CH₄) gazının sera gazı etkisi oluşturması önlenmiştir. Bursa kenti için deponi gazından elektrik enerjisi elde edilmesi konularında diğer deponi alanı olan Hamitler çöplüğü içinde aynı çalışmanın yapılması teşvik edilebilir.

Bursa kentinde yenilenebilir enerji kaynağı olan, biyokütle enerjisi potansiyeli tam olarak bilinmemektedir. Biyokütle enerji uygulamaları ile ilgili bir araştırma merkezi oluşturulmalı, modern biyokütle üretim yöntemleri ve çevrim teknolojileri üzerinde Ar-Ge çalışmaları desteklenmeli, pilot uygulamalara ve gerekli teknoloji transferlerine başlanmalıdır.

Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili olarak kaynakların, kullanımının yaygınlaştırılabilmesi için elverişli koşulların hazırlanması gerekir. Bunlar;²²⁹

- Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi kullanımını teşvik eden teknolojiler değerlendirilmelidir
- Çevreci kişi ve kuruluşlar yenilenebilir enerji kaynaklarının doğal çevrede enerji üretimi konusunda yardımcı olabileceği konusunda bilgilendirilmelidir
- Yenilenebilir enerji kaynakları elektrik üretim esaslarını düzenleyen bir kanun TBMM'den geçirilmelidir. Yenilenebilir enerji kaynakları teşvik edilmelidir

Enerji kullanımında önemli diğer bir nokta da enerji tasarrufudur. Tasarrufun getirisi yüksek ve çeşitlidir. Tasarruf kısıtlı kaynakların korunmasına ve gelecek nesillere aktarılmasına imkan verir. Tasarruf ile tüketim azalacağından çevreye ve doğaya zararlı gaz emisyonları salınımı azalır. Bu açıdan Bursa'da yeterli ısı yalıtımının yapılmadığı bilinmektedir. Bu açıdan ısı yalıtımının teşvik edilmesi önem kazanmaktadır.²³⁰

Bursa'da hava kirliliği açısından İl Sağlık Müdürlüğü'nün kükürtdioksit ve partikül madde derişimlerinin ölçümleri ve 2001 yılında Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü'nün yapmış oldukları emisyon çalışmaları, hava kirliliğinin etkileri bakımından yeterli bilgi vermek mümkün değildir. Çünkü hem Bursa il sağlık müdürlüğü hem de Büyükşehir Belediyesi hava kirliliği alanındaki çalışmaları ortak bir çalışma olmayıp kirleticiler açısından var olan istasyonların yerlerinin tespiti ve istasyon sayılarının yeterli olup olmadığı tartışılır bir konudur. Ayrıca emisyon değerlerinde ortalamaların aylık ve yıllık olarak gösterilmesi, o ay ve yıl içerisinde hava kirliliği sınır değerleri aşılmamış olmasına rağmen o ay ve yıl içerisinde hava kirli değil yorumunu vermemiz açısından yeterli değildir, o ay ve yıl içerisinde sınır değeri aşan günler olmuş olabilir.

²²⁹ www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.98

²³⁰ Ertürk, Bursa' da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu, s.63

Bursa hava kirliliği ölçüm ağı kurularak, il bazında hava kirliliği haritaları hazırlanmalıdır. Böylece kentleşme, insan sağlığı ve stratejik açıdan önemli olan bilgiler üretilmiş olur.

Hava kirliliğinin azaltılması amacıyla birtakım önlemlerin alınması gerekir. Önlemler arasında;²³¹

- Sanayi ve iş merkezlerinin mümkün olduğu kadar yerleşim merkezleri dışına alınması
- Kişisel araç kullanımı yerine toplu taşımacılığın yaygınlaştırılması ve elektrikli taşıma araçlarının geliştirilmesi ve kullanımının artırılması
- Konutlarda yakıt yakma tekniklerinin geliştirilmesi ve özellikle sanayi alanlarındaki bacalara, filtrelerin takılması ayrıca yakıt olarak doğal gaz kullanımının yaygınlaştırılması
- Şehir merkezlerindeki yoğun trafiğin çevre yollara aktarılması
- Ağaçlandırma çalışmalarının artırılması, özellikle hava kirliliğinin yoğun olduğu yerlerde yeşil alanların artırılması
- Şehir yerleşim planlarında meteorolojik faktörlerin özellikle rüzgar durumunun göz önünde bulundurulması
- Kükürt ve kül yüzdesi düşük, alt ısı değeri yüksek kömür kullanılmamalı
- Halkın, hava kirliliği konusunda bilinçlendirilmesi için ilköğretimden başlamak üzere tüm okullarda ve sivil toplum örgütlerince bu amaca yönelik eğitim programlarının hazırlanması.
- Dış ortam sıcaklığının gece gündüz 15° C üzerinde olduğu günlerde kalorifer ve soba yakılmamalı
- Şehrin tamamında doğalgaz kullanımına geçilmesi
- Kaçak kömür kullanılmamalı

²³¹ Hava Kirliliğinde Alınması Gereken Önlemler Konferansı “Hava Kirliliğinin Ölçüm ve Değerlendirilmesi” 16.12.2002, Şule ARAT Tayyare Kültür Merkezi/BURSA; <http://www.bursa-bld.gov.tr/cevreprojeleri>, 20.05.2003; Ekinci;Tırs;Türe, a.g.e., ss:84-87; www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu s.85

- Özel arabalar yerine metro gibi toplu taşımacılığa önem verilmeli
- Kurşunsuz benzin kullanılmalı.
- Arabaların eksoz kontrolü düzenli aralıklarla yaptırılmalı.
- Doğal gaz kullanımının yanı sıra yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının teşvik edilmeli
- Yenilenebilir enerji kaynakları alanında ulusal teknoloji oluşturmaya yönelik Ar-Ge çalışmaları geliştirilmeli ve desteklenmelidir
- Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları özellikle jeotermal, güneş, rüzgar, biyokütle enerjileri ile ilgili teknolojiler özendirilmelerle desteklenmelidir
- Enerji tasarrufuna yönelik teknoloji transferine kolaylık sağlanması
- Hava kirleticileri yüksek olan santraller ve sanayi kuruluşları için emisyon kontrollerinin etkin hale getirilmesi ve emisyonlar için (kükürt, karbon, v.b) vergilerin getirilmesi
- Enerji ile ilgili her türlü uygulamanın, yerel yönetimlerin yetki ve sorumluluğunda denetlenmesi

Hava kirlenmesi sorununun çözümü ve önlemlerin başarılı olabilmesi halkın desteğine bağlıdır. Halkın alınan önlemleri desteklemesi bilinçlenme düzeyine bağlıdır. Bursa'da halkın duyarlılığı için yapılan bir araştırmada katılımcıların %50.47'sinin çevre sorunları karşısında duyarsız olduğunu göstermiştir. Yapılan bu araştırmada 1990 senesinde nüfus sayım verilerine göre Bursa ilinin nüfusu 838.000 kişi idi. Buna göre (1/1000) 838 kişi ile anket yapıldı. Tablo 41 ve 42'de Bursa'da halkın çevre konusunda duyarlılığı hakkında yapılan anketlerin sonuçları gösterilmiştir.²³² Çevre sorunları karşısında halkın duyarsızlığı çevre konusunda bilgi eksikliğinden kaynaklanmaktadır.

²³² Hafize Turan Bursa'da Çevre Kirlenmesi ve Halkın Duyarlılığı, Bursa:U.Ü.S.B.E.Y.L. Tezi (Danışman: Prof. Dr. Hasan Ertürk), 1993 s.106

Tablo 41. Bursa'da Cinsiyete Göre Hava Kirliliği Konusunda Halkın Duyarlılığı

Duyarlılık Düzeyi (%)	CİNSİYET			
	Kadın		Erkek	
	Sayı	%	Sayı	%
Çok Duyarsız	17	4.88	15	3.06
Duyarsız	157	45.11	234	47.76
Duyarlı	119	34.20	162	33.06
Çok Duyarlı	55	15.81	79	16.12
Toplam	348	100	490	100

Kaynak: Hafize Turan Bursa'da Çevre Kirlenmesi ve Halkın Duyarlılığı, Bursa: U.Ü.S.B.E.Y.L. Tezi (Danışman: Prof. Dr. Hasan Ertürk), 1993 s.106

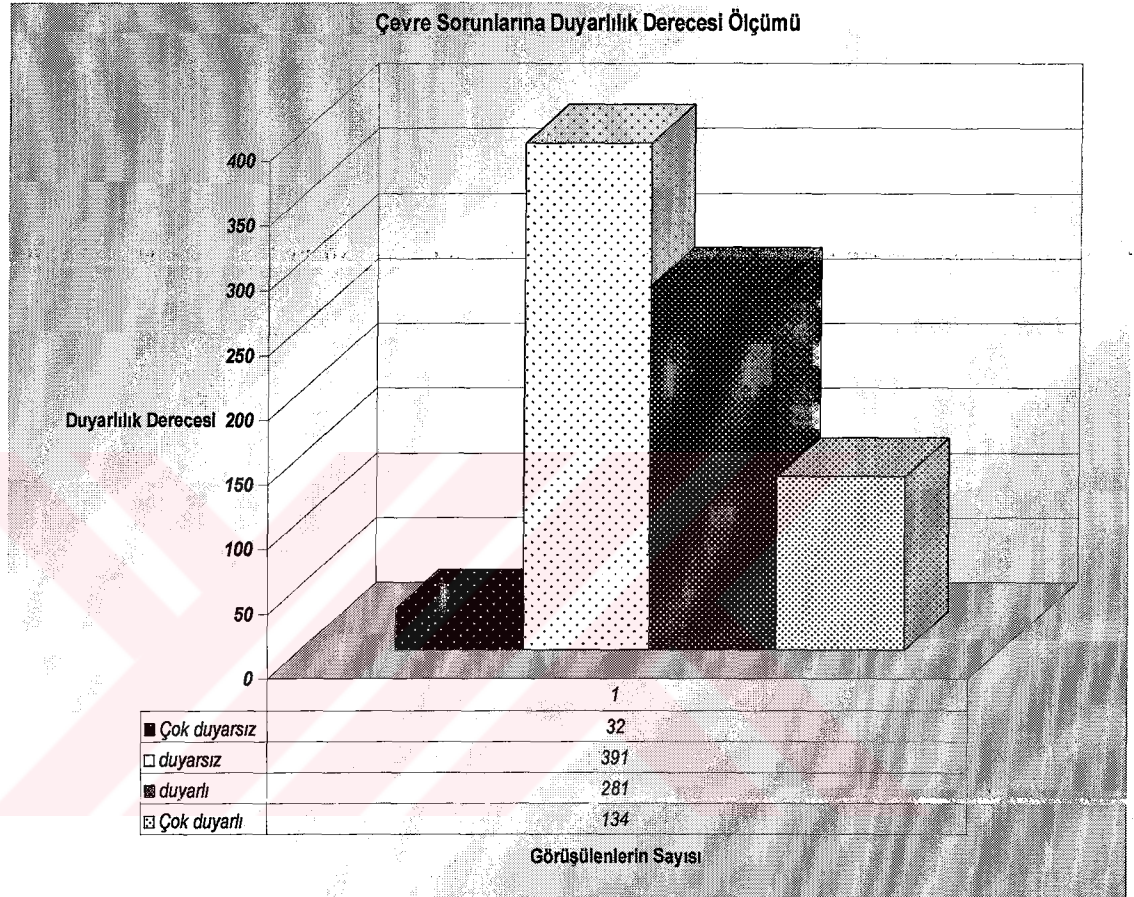
Tablo 42. Bursa'da Yaş Gruplarına Göre Duyarlılık Düzeyi

Duyarlılık Düzeyi (%)	Yaş Grupları				
	15 yaş altı	16-25	26-45	46-60	60 yaş üstü
Çok Duyarsız	20.93	5.14	0.57	3.17	-
Duyarsız	46.51	52.97	40.00	42.86	66.67
Duyarlı	30.23	30.27	37.14	34.92	33.33
Çok Duyarlı	2.33	11.62	22.29	19.05	-

Kaynak: Hafize Turan Bursa'da Çevre Kirlenmesi ve Halkın Duyarlılığı, Bursa: U.Ü.S.B.E.Y.L. Tezi (Danışman: Prof. Dr. Hasan Ertürk), 1993 s.106

Şekil 17'de Bursa'da hava kirliliğine duyarlılık konusunda yapılan anket sonuçları grafiklendirilmektedir.

Şekil 17. Bursa’da hava kirliliğine duyarlılık konusunda yapılan anket sonuçları



Eğer sorunlara rasyonel bir toplum olarak yaklaşmak istiyorsak, yapacağımız tercihin, temiz çevre ile kirli çevre arasında değil, çeşitli kirlenme düzeyleri arasından yapılacak bir seçim olduğunu bilmeliyiz. Başka bir deyişle hedef, mümkün olduğu kadar az çevre sorunu doğuran, fakat ekonomik faaliyet sürecini de sınırlandırmayan bir bileşim bulmak olmalıdır.

Kalkınmanın amacı insan yaşamının kalitesini yükseltmektir. Ekonomik büyüme, kalkınmanın önemli elemanı olmakla beraber tek unsur değildir. Yılların vereceği en kötü miras çevre sorunları olacaktır. Sanayileşme süreci ile birlikte çevre sorunları için gerekli önlemler alındığında, sorunları aza indirmek ve gidermek mümkün olabilir.

Enerji yatırımlarının büyük bir kısmını fosil yakıtlar yerine, alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması ve yerel enerji kaynaklarına yönelmenin yararlı olacağı söylenebilir. Öte yandan, çevre sorunlarının önlenmesinde en etkili çözümün, iyi işleyen bir fiyat mekanizması sayesinde gerçekleşeceğini unutmamak gerekir. Çevre kirlenmesini denetlemenin en gerçekçi yolu, çevre kirliliğinin fiyat sistemine dahil edilmesidir. Ülkemizde böyle bir sistem tesis edebildiği takdirde hem daha az kirlen teknoloji için teşvik unsurları hem de çevre kirlenme maliyetleri bakımından adaletli bir maliyet dağılımı gerçekleştirilmiş olur.

EKLER

Ek1. Jeotermal Enerjinin Gelişim Süreci²³³

M.Ö. 10.000: Jeotermal akışkandan Akdeniz Bölgesi'nde çanak, çömlek, cam, tekstil, krem imalatında yararlanılıyorlardı.

M.Ö. 1500: Romalılar ve Çinliler doğal jeotermal kaynakları banyo, ısınma ve pişirme amaçlı olarak kullanıyorlardı.

630: Japon imparatorluğunda kaplıca geleneği yaygınlaştı.

1200: Jeotermal enerji ile mekan ve su ısıtılması yapılabileceği Avrupalılar tarafından keşfedildi.

1322: Fransa'da köylüler doğal sıcak su ile evlerini ısıtmaya başladı.

1800: Fransada yerleşim birimlerinin jeotermal enerji ile ısıtılması yaygınlaştı. ABD'de kaplıcacılık yaygınlaşmaya başladı.

1818: F.Larderel ilk defa jeotermal buhar kullanarak Borik Asit elde etti.

1833: P.Savi tarafından İtalya'daki Larderello Bölgesi'nin altındaki jeotermal rezervuarının yayılımı araştırıldı.

1841: İtalya Larderello'da yeni teknikler kullanılarak jeotermal kuyularının açılmasına başlandı.

1860: ABD'de The Geysers tesisleri açıldı.

1870: Abd'de kaplıca ve benzeri yerlere büyük talep doğdu.

1891: ABD'de ilk jeotermal bölge ısıtma sistemi uygulaması gerçekleşti.

1900: California'da otuzdan fazla kaplıca merkezi açıldı.

1904: İtalya'da Larderello jeotermal alanında jeotermal buhardan ilk elektrik üretimi sağlandı.

1920: California (The Geysers)'de ilk jeotermal kuyular açıldı.

1929: Oregon(Klamath Falls)'da evler jeotermal enerji ile ısıtıldı.

²³³ Türkiye Jeotermal Derneği Bülteni, Yeşil Enerji, Eylül 2001, Sayı: 3, ss.33-34

1930: İzlanda'da büyük ölçekli merkezi ısıtma projesi çalışmaları başladı. Jeotermal akışkan ABD'deki seralarda verimi arttırmak için kullanıldı. İzlanda, ABD, Japonya ve Rusya'da jeotermal akışkanın kullanımını yaygınlaştı.

1943: İtalya (Larderello) jeotermal sahasından elektrik üretimi 132 MW'e kapasiteye erişti.

1945: Süt pastörizasyonunda ilk kez jeotermal akışkandan yararlanıldı. ABD'de buzlanmaya karşı yer ısıtmasında hacim ısıtmasında ve sera ısıtmacılığında jeotermal ısı kullanıldı.

1958: Yeni Zelanda'da jeotermal üretimine başlandı.

1960: California (The Geysers) jeotermal alanında ticari elektrik üretimi için ilk kez kuru buhar kullanıldı.

1963: Türkiye'de ilk jeotermal sondaj kuyusu İzmir (Balçova)'de açıldı.

1966: Japonya'da ilk jeotermal elektrik santrali kuruldu.

1968: Türkiye'de elektrik üretimi amaçlı ilk jeotermal kuyu Denizli (Kızıldere)'de açılarak Denizli (Kızıldere) jeotermal alanı keşfedildi.

1969: İkincil çevrim jeotermal teknolojiler ABD'de başarı ile uygulandı. Fransa'da büyük jeotermal ısıtma projeleri başladı.

1970: Çin'de ilk kez elektrik üretiminde jeotermal akışkandan yararlanıldı.

1975: ABD (California)'de The Geysers jeotermal alanındaki kaynaklardan 500 Mwe'lık elektrik üretimi kapasitesine ulaşıldı.

1978: ABD (Nevada)'de ilk jeotermal gıda kurutma tesisi kuruldu. Meksika (New Mexico)'da kızgın kuru kayada jeotermal rezervuar oluşturulup test edilmeye başlandı.

1979: Endonezya'da ilk jeotermal elektrik üretimi gerçekleştirildi.

1980: Batı Amerika'da bazı jeotermal elektrik santralleri kuruldu.

1981: Hawaii (Puna)'de kurulan jeotermal tesisler faaliyete geçti.

1982: Türkiye'de Aydın (Germencik) jeotermal alanı keşfedildi.

1983: Türkiye'de kuyu içi eşanjörlü ilk jeotermal ısıtma sistemi İzmir (Balçova)'de kuruldu.

1984: Türkiye'nin ilk ve Avrupa'nın İtalya'dan sonra ikinci jeotermal enerji santrali (20.4 Mwe kapasiteli) Denizli (Kızıldere)'de hizmete açıldı.

1985: Jeotermal elektrik santrallerinde yaklaşık 2.000 MW'lık elektrik üretim kapasitesine ulaşıldı.

1987: ABD (Nevada)'de jeotermal akışkan altın üretiminde kullanıldı. Türkiye'nin ilk jeotermal merkezi ısıtma sistemi Balıkesir (Gönen)'de işletmeye açıldı.

1990: ABD'de jeotermal elektrik üretimi kurulu kapasitesi 3.000 Mwe'e yükseldi.

1992: Dünya'da 21 ülkede jeotermal elektrik üretimi yaklaşık 6.000 Mwe'e yükseldi.

1996: Türkiye'de 15.000 konut ana kapasiteli İzmir (Balçova) jeotermal merkezi ısıtma sistemi devreye girdi.

2000: Tüm Dünya'da jeotermalden yaklaşık 8.000 Mwe jeotermal elektrik ve 17.000 MWt civarında jeotermal doğrudan kullanım gerçekleştirildi.

2001: Türkiye'nin jeotermal kurulu ısıtma gücü 493 MWt'e ulaştı. Termal tedavi amaçlı kullanım ise 327 MWt oldu. Türkiye böylece jeotermal elektrik dışı uygulamalarda Dünya'nın 5. büyük ülkesi durumuna geldi.

Ek.2. Radyoaktif atıkların yayınlamış oldukları radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkilerinin zamanla değişimi²³⁴

Akut Doz (rem)	Muhtemel Klinik Etkiler
0-25	Gözlenebilir hiçbir etki yoktur.
25-100	Kan tablosunda hafif değişiklikler dışında gözlenebilir bir etki yoktur (lenfositlerin etkisi azalıyor.)
100-200	3 saat içinde % 5 ile %50 oranında kusma ile birlikte yorgunluk ve iştahsızlık. Orta derecede kan değişiklikleri. Bütün vakalarda birkaç hafta içinde iyileşme meydana gelir. Kan yapan sistemin normale dönmesi daha uzun sürer.
200-600	300 Rem veya daha fazla doz alanların hepsinde 2 saat veya daha kısa süre içinde kusma görülür. Kan tablosunda önemli değişiklikler ile birlikte hemoroji ve enfeksiyon meydana gelir. 300 Rem'in üstünde dozlar için 2 hafta sonra saçlar ve kıllar dökülür. Bir ay veya bir yıl arasında %20 ile %100 oranında iyileşme görülür.
600-1000	Bir saat içinde kusma, kan tablosunda önemli değişiklikler, enfeksiyon ve saç dökülmesi. Bu sınırlar içinde doz alanların %80 ile % 100'ü 2 ay içinde ölürlür. Sağ kalanların iyileşmesi uzun zaman alır.

²³⁴ TMMOB Fizik Mühendisleri Odası, Nükleer Enerji Raporu, s.3 Mayıs 1978, Ankara s.62;

Ek 3. 1994-2010 Yılları Arasında Birincil Enerji Kaynak Talepleri ve Genel Enerji Talebinin Sektörel Dağılımı²³⁵

Yıllar	Taşkömürü (Bin Ton)	Linyit (Bin Ton)	Asfaltit (Bin Ton)	Petrol (Bin Ton)	Doğal Gaz ve LNG (mln m ³)	Hidrolik (Gwh)	Elektrik (Gwh)	Isı (Bin Tep)	Güneş (Bin Tep)	Nükleer (Gwh)	Ekkin İhtali (Gwh)	Makine Isılma (Bin Tep)	Oduş (Bin Ton)	Hay ve Bit Atıkları (Bin Ton)	TOPLAM ²³⁵ (Bin Tep)
1994	9508	58392	750	26269	6804	31124	75	80	44	-	-44	0	18272	10763	62970
1995	9794	63259	750	27034	8501	35821	90	215	51	-	0	65	18374	10682	67007
1996	9905	78368	750	26949	10327	36313	90	301	58	-	0	84	18591	10519	71103
1997	9856	81404	750	27792	12822	37924	90	422	65	-	0	110	18811	10353	74248
1998	9577	96114	750	28317	15460	37924	90	591	74	-	-	143	19034	10185	86101
1999	9722	99317	750	29901	18609	37924	90	828	83	-	-	185	19259	10013	84069
2000	10117	112849	750	29931	19988	41933	90	1160	94	-	-	241	19487	9839	98603
2001	11911	124699	750	30622	21093	46979	90	1372	106	-	-	274	19515	9679	96272
2002	12888	129614	750	31474	23362	51803	90	1624	120	-	-	311	19543	9520	103441
2003	15507	139201	750	32314	24178	56626	90	1921	135	-	-	353	19571	9361	103441
2004	16681	144428	750	33181	25912	63132	90	2273	152	-	-	401	19599	9203	111441
2005	21229	147101	750	34157	25879	64991	90	2689	172	-	-	456	19627	9045	111441
2006	26566	156949	750	35166	26685	66651	90	3032	193	-	-	506	19655	8887	123441
2007	31957	168054	750	36275	27549	67752	90	3418	217	-	-	561	19683	8730	138441
2008	36622	172978	750	37406	28320	68147	90	3853	244	-	-	623	19711	8573	138441
2009	42115	178979	750	38612	29446	73585	90	4344	274	-	-	691	19739	8417	141441
2010	49117	183941	750	39811	30594	77556	90	4897	308	-	-	767	19767	8260	153441

Kaynak : ETRB/APKK/PFD

²³⁵ Müsiad. Türkiye'nin 2000'li Yıllarda Enerji Politikası, ss:128-129

(Bin Tep)

Yıllar	Sanayi (*)	Konut	Ulaştırma	Tarım	Enerji Dışı	Top.Nihai En.Talebi	Çevrim Sektörü	Top.bir. En. Talebi
1994	19078	18791	10726	2487	1600	52682	10288	62970
1995	19826	20007	11044	2777	1514	55168	11839	67007
1996	21381	20731	11618	2938	1536	58204	12899	71103
1997	23039	21480	12222	3108	1558	61407	13851	75258
1998	24803	22257	12858	3288	1581	64787	15414	80201
1999	26681	23062	13527	3479	1604	68352	16657	85009
2000	28681	23896	14230	3680	1627	72114	17969	90083
2001	30815	24708	14842	3868	1651	75883	19389	95272
2002	33083	25547	15480	4066	1675	79850	20291	100141
2003	35491	26414	16146	4273	1699	84024	21246	105270
2004	38049	27311	16840	4492	1724	88416	21782	110197
2005	40764	28239	17564	4721	1749	93037	23885	116922
2006	43721	29167	18326	4930	1775	97920	25770	123690
2007	46863	30125	19122	5148	1800	103058	27854	130912
2008	50198	31115	19952	5376	1826	108467	30632	139098
2009	53737	32137	20818	5614	1853	114159	32844	147003
2010	57493	33193	21722	5862	1880	120150	35436	155586

(*) : Petrol rafinerilerinin elektrik ve petrol talebi sanayi sektörü içinde yer almaktadır.
Kaynak : ETKB/APKK/PFD

Ek 4. 1990-2000 Yılları Arasındaki Türkiye'de Elektrik Enerjisi Kurulu Güç Ve Üretimleri²³⁶

Yıl	Kurulu Güç (MW)				Üretim (GW-sa)			
	Termik	Hidrolik	Geo. + Rüz.	Toplam	Termik	Hidrolik	Geo.+Rüz.	Toplam
1990	9.535,8	6.764,3	17,5	16.317,6	34.314,9	23.148,0	80,1	57.543,0
1995	11.074,0	9.862,8	17,5	20.954,3	50.620,5	35.540,9	86,0	86.247,4
2000	16.052,5	11.175,2	36,4	27.264,1	93.934,2	30.878,5	108,9	124.921,6

Kaynak: TEAŞ, 2000.

²³⁶ www.cevre.gov.tr, 6.05.2003, İklim Değişikliği Sözleşmesi

Ek 5. 1990-2010 Yıllarında Güneş Enerjisi Talebi²³⁷

(Bin TEP)

Yıllar	Konut	Sanayi	Toplam
1990	7	2	9
1991	7	16	23
1992	9	21	30
1993	12	29	41
1994	16	39	55
1995	22	51	73
1996	25	60	85
1997	29	71	100
1998	33	83	116
1999	38	98	136
2000	43	116	159
2001	48	134	182
2002	53	154	207
2003	58	179	237
2004	64	207	271
2005	71	238	309
2006	79	274	353
2007	87	316	403
2008	96	365	461
2009	107	419	526
2010	118	483	601

Kaynak: ETKB/APKK/PFD

²³⁷ Müsiad, Türkiye'nin 2000'li Yıllarda Enerji Politikası, s.157

Ek 6. 1987 Yılı İtibariyle Türkiye’de Enerji Kökenli Emisyonlar²³⁸

Yakıt	Sektör	Parçacık	Kükürt-oksitler (SO ₂)	Azot-oksitler (NO _x)	Karbon-monoksit (CO)	Hidro-karbon (HC)	Aldehit
Taşkömürü	Santral	693.4	136.1	49.4	2.7	0.1	-
	Sanayi	125.8	24.7	8.9	0.05	0.1	-
	Ulaşım	8.3	1.6	0.1	-	-	-
	Konut	2.2	10.6	0.7	0.0	0.5	-
	Ara top.	829.7	173.0	59.1	23.2	0.7	-
Linyit ve asfaltit	Santral	4744.1	1813.9	214.8	11.9	3.6	-
	Sanayi	1299.8	493.9	58.5	3.2	1.0	-
	Konut	109.2	839.3	16.4	492.0	106.2	-
	Ara top.	6183.1	3147.1	289.7	507.1	110.8	-
Petrol	Santral	4.8	183.4	60.0	1.9	1.2	0.6
	Sanayi	13.2	246.2	50.2	4.2	2.9	2.1
	Ulaşım	18.2	297.4	60.7	5.1	3.5	2.5
	Konut	3.7	105.8	4.6	1.8	1.2	0.8
	Ara top.	39.9	832.8	175.5	13.0	8.8	6.0
Odun, hayvan ve bitki artıkları	Konut	389.2	21.0	149.7	30.0	30.0	-
Doğal gaz	Santral	0.2	-	6.4	0.2	-	-
	Konut	-	-	0.1	-	-	-
	Ara top.	0.2	-	6.5	0.2	-	-
Toplam		7442.1	4173.9	680.5	573.5	150.3	6.0

²³⁸ Tırıs; “Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Çevre Kirliliği”,s.381

Ek 7. Türkiye'deki Enerji Kaynaklarının Kapasitesi ve Çevreye Olan Etkileri²³⁹

	ENERJİ KAYNAĞI	KAPASİTE	ÇEVREYE ETKİLERİ
GELENEKSEL ENERJİ KAYNAKLARI	KÖMÜR (Tükenebilir)	Taşkömürü: Kısıtlı Linyit: Zengin rezervler Asfaltit: Önemli rezervler Bitümlü Sisler var.	Üretim Aşamasında: İnsan sağlığını etkileyen tozlanma ve topraktaki çökmeler Yıkama Aşamasında: Suların kirlenmesi Kullanım Aşamasında: Hava kirliliği
	PETROL (Tükenebilir)	Üretilebilir petrol rezervi 20.8 milyon ton civarında	Rafinaj Aşamasında: Hava ve su kirliliği Taşıma Aşamasında: Sızıntıların denizi kirlenmesi Kullanım Aşamasında: Hava kirliliği (baca gazları, kükürt ve kurşun)
	ELEKTRİK - Hidrolik: Yenilenebilir - Termik - Jeotermal - Nükleer: Hammaddesi olan uranyum tüketilebilir	-Halen işletilmekte olan elektrik santrallerinin gücü 12.493 MW'dir. -Hidro elektrik üretim kapasitesi 70-100 milyar kw/saat/yıl	1- Kömür ve Sıvı Yakıt Termik Santralleri a) Katı atıklar: b) Sıvı atıklar: Küllü su, arıtma suyu c) Gaz atıklar: - Kükürt oksitleri - Azot oksitler 2- Nükleer Santraller Radyoaktif kül (uzun dönemli tehlike) 3- Hidroelektrik Santraller Olumlu Etki: Taşkın Koruma - Tarım ve balıkçılığın gelişmesi - Aşaçlandırma ve estetik gelişme Olumsuz Etkiler: - İnşaat aşamasında: Toz ve egzoz gazları yoluyla kısa süreli hava kirliliği - Su kalitesinde düşme - Arazi kaybı - Hidrolik döngüyü etkilemesi
	ODUN, TEZEK ve BİTKİ ATIKLARI (Yenilenebilir)	-Yılda 18 milyon ton odun -Yılda 12 milyon ton bitki atığı -Önemli ölçüde tezek	Orman tahribiyle erozyon, sel ve taşkın artışı Hayvan gübresinin yakacak olarak kullanımı organik madde devamlılığını zedeleyerek toprak verimliliğini azaltır.
YENİ ve TEMİZ ENERJİ KAYNAKLARI	JEOTERMAL ENERJİ (Yenilenebilir)	-Elektrik üretimine elverişli en az 4500 MW kapasiteli santraller -Isınmaya elverişli 31.100 MW	Hava Kirliliği: SH ₂ , Amonyak, borik asit, NO _x , Hidrojen, Metan Su Kirliliği: Emisyon yoluyla
	BİOGAZ (Yenilenebilir)	Potansiyel olarak 3-5 milyar m ³ /yıl kapasite (2.5-3.5 milyon TET) tahmin ediliyor.	Çok az hava kirliliği
	GÜNEŞ ENERJİSİ (Süreklili)	26 milyon TEP Termal enerji 8.8 milyon TEP Elektrik enerjisi	Yok
	RÜZGAR	Önemli bir rüzgar potansiyeli vardır.	Yok

²³⁹ Ertürk; Çevre Bilimlerine Giriş, s.45

Ek 8. 1990-2010 Yıllarında Ulaşım Sektörünün Enerji Talebi²⁴⁰

Yıllar	Benzin	Motorin	Jet Yakıtı	Fuel Oil	Toplam Petrol (Bin TON)	Elektrik (Gwh)	Toplam Enerji (Bin TEP)
1990	2360	5040	294	210	7904	341	8329
1991	2509	5412	318	241	8480	586	8954
1992	2587	5699	343	254	8883	670	9385
1993	2665	6006	368	266	9305	766	9836
1994	2744	6329	393	280	9746	876	10309
1995	2822	6679	418	290	10209	1000	10805
1996	2900	7154	444	305	10803	1111	11439
1997	2979	7663	470	320	11432	1233	12110
1998	3057	8210	496	335	12098	1369	12821
1999	3135	8791	524	352	12802	1520	13573
2000	3214	9412	551	370	1357	1686	14369
2001	3293	10082	563	389	14826	1861	15202
2002	3374	10793	575	408	15150	2055	16084
2003	3458	11548	587	428	16021	2269	17017
2004	3543	12349	599	450	16941	2505	18004
2005	3630	13200	612	472	17914	2766	19048
2006	3720	14106	625	496	18946	3047	20156
2007	3811	15066	638	521	20037	3356	21327
2008	3905	16086	652	547	21190	3697	22567
2009	4001	17167	666	574	22409	4072	23880
2010	4100	18314	680	603	23697	4486	25268

Kaynak : ETKB/APKK/PFD

²⁴⁰ Müsiad, Türkiye'nin 2000'li Yıllarda Enerji Politikası, s.149

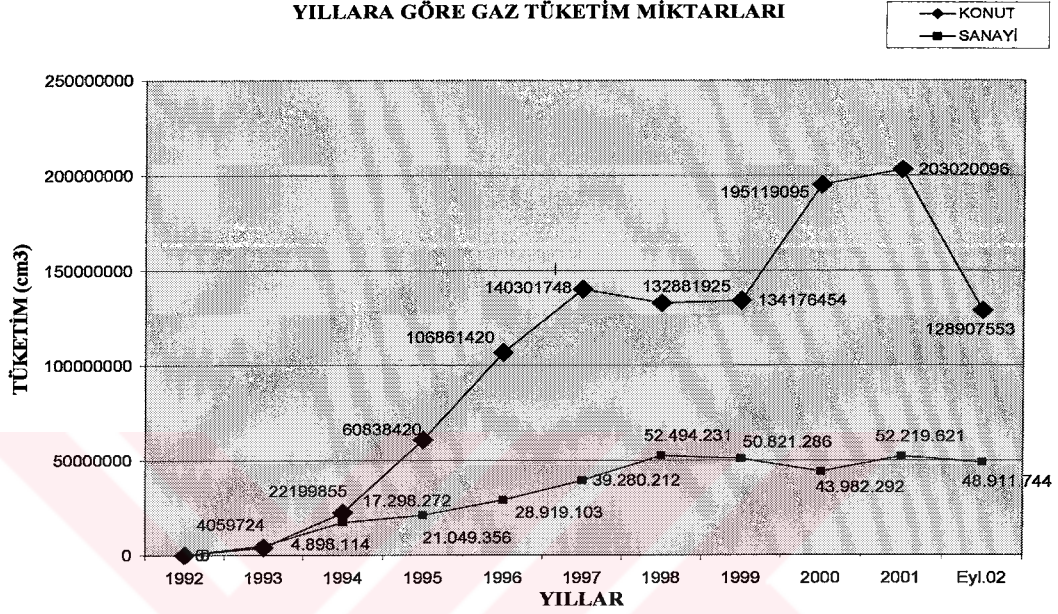
Ek 9. Bursa'ya Ait Linyit Durumu²⁴¹

SAHA ADI	Rezerv (1000 ton)							Analiz Sonuçları				Eşdeğeri (1000 ton)		Kullanım Yeri	İşletme Şekli	
	Gönürlü	Muhtemel	Mümkün	Toplam	Kaynak	Potansiyel	Genel Toplam	İşletilebilir	Su %	Kül %	S %	AİD KCa/Mg	Petrol			Taş Kömürü
Keles Harmanalan	34 000	-	-	34 000	-	-	34 000	29 900	33,70	26,42	1,51	1900	6 460	9 229	Teshin Sanayi	Açık
Keles Davullar	18 314	14 215	-	32 529	-	-	32 529	-	31,50	28,94	4,23	2103	6 841	9 773	Teshin Sanayi	Açık
Keles Davullar	1 219	-	-	1 219	-	-	1 219	-	25,23	36,35	4,01	2044	249	356	Teshin Sanayi	Kapalı
Devecikonağı	-	7 609	7 806	15 415	-	-	15 415	-	11,64	27,05	3,71	3840	5 919	8 456	Teshin Sanayi	Kapalı
Soğukpınar	-	1 222	-	1 222	-	-	1 222	-	16,21	37,12	-	3089	377	539	Teshin Sanayi	Kapalı
Orhaneli Gümüspınar	28 330	-	-	28 330	-	-	28 330	25 500	24,45	22,47	-	2482	7 032	10 045	Teshin Termik Santral	Açık
Orhaneli Gümüspınar	5 570	-	-	5 570	-	-	5 570	3 900	31,71	14,46	-	3140	1 749	2 499	Teshin Termik Santral	Kapalı
Orhaneli Çivili	2 110	-	-	2 110	-	-	2 110	1 900	24,02	42,96	2,04	2134	450	643	Teshin Termik Santral	Açık
Orhaneli Çivili	4 000	-	-	4 000	-	-	4 000	2 800	21,37	37,88	-	2294	918	1 311	Teshin Termik Santral	Kapalı
Orhaneli Sağırılar	1 900	-	-	1 900	-	-	1 900	1 700	21,29	29,57	-	2850	542	774	Teshin Termik Santral	Açık
Orhaneli Sağırılar	4 142	-	-	4 142	-	-	4 142	2 900	25,29	17,97	-	3412	1 413	2 019	Teshin Termik Santral	Kapalı
TOPLAM	99 585	23 046	7 806	130 437	-	-	130 437	68 600					31 950	45 644		

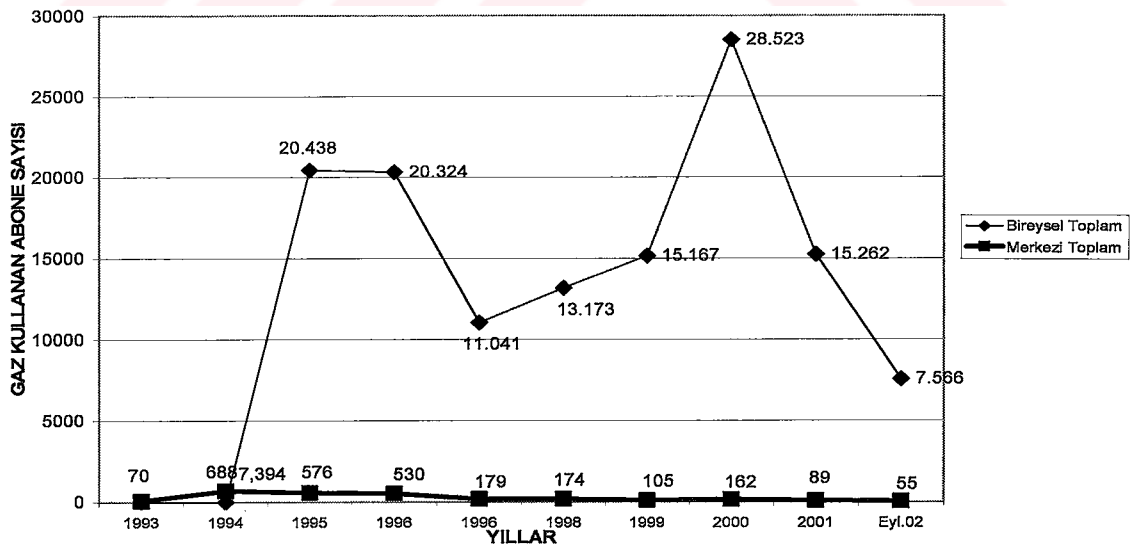
²⁴¹ Türkiye'nin Doğal Kaynakları Rehberi, Bursa İli Maden ve Enerji Kaynakları, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:1997-56, s.84

Ek 10. Bursa İlinin Yıllara Göre Gaz Tüketim Miktarları ve Gaz Kullanan Abone Sayısı

YILLARA GÖRE GAZ TÜKETİM MİKTARLARI



YILLARA GÖRE GAZ KULLANAN ABONE SAYISI



Ek 11. Bursa İline Ait Jeotermal Durumu²⁴²

JEOTERMAL ALAN ADI	SICAKSU KAYNAK ADI	KAYNAK				SONDAJ				KULLANIM ALANI	KURULU TESİS	DEĞ. BEL.
		Sıcaklık (°C)	Debi (l/sn.)	Potansiyel (MWt)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/sn.)	Potansiyel (MWt)	KULLANIM ALANI	KURULU TESİS			
KAYNARCA-ÇEKİRGE	Kaynarca	35-82,5	15,8	3,14	-	-	-	-	Kaplıcada, kaplıca tesisi ve Bursa ilinin ısıtılmasında	Kaplıca	...	
	Çekirge	34,5-49,5	20,18	1,23	-	-	-	-	Kaplıcada ve kaplıca tesisi ısıtılmasında	Kaplıca	...	
ORHANGAZI-KERAMET	Keramet	31	53,5	-	-	-	-	-	Kaplıcada	Kaplıca	.	
İNEGÖL -OYLAT	Oylat	30-40	54	1,13	-	-	-	-	Kaplıcada ve kaplıca tesisi ısıtılmasında	Kaplıca	...	
GEMLIK-TERME	Terme	36	33,5	0,14	-	-	-	-	Kaplıcada ve kaplıca tesisinin ısıtılmasında	Kaplıca	.	

* Türkiye Jeotermal Envanteri-1996

** 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı (1995-1999) Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Jeotermal Enerji Çalışma Grubu

Not: Sondajlardaki potansiyel değerleri, kuyuların ilk üretim debilerinin toplamına göre hesaplanmıştır.

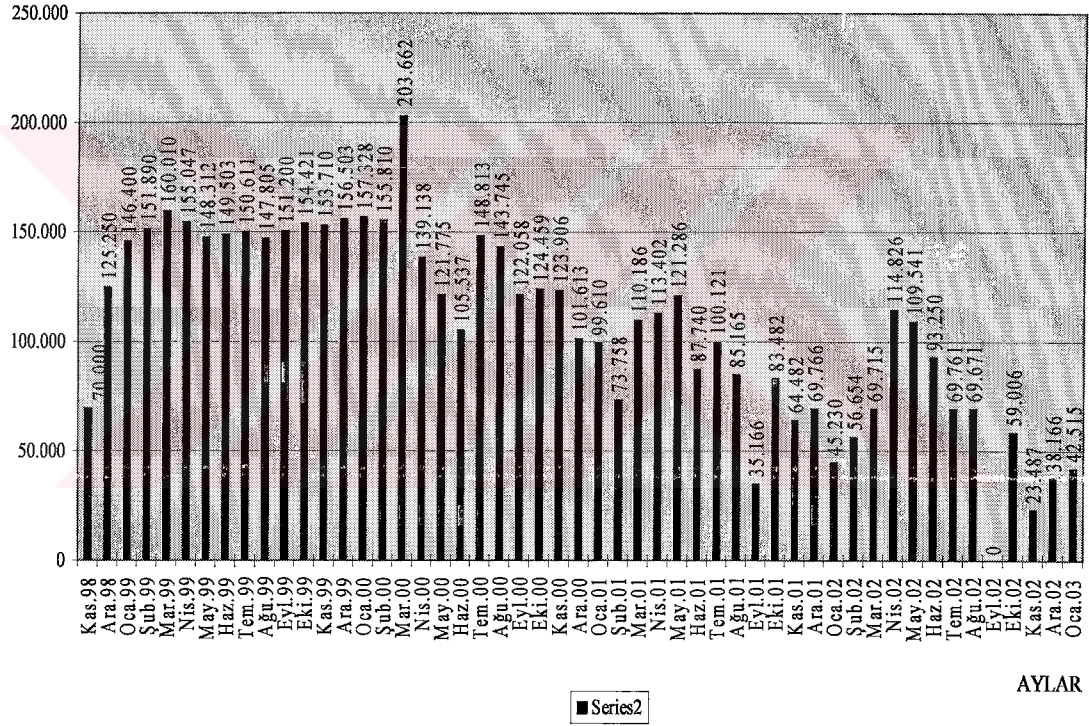
²⁴² Türkiye'nin Doğal Kaynakları Rehberi, Bursa İli Maden ve Enerji Kaynakları, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:1997-56, s.85

Ek 12. Deponi Gazından Elektrik Elde Edilmesi Grafikleştirilmesi

DEĞERLER (kW)

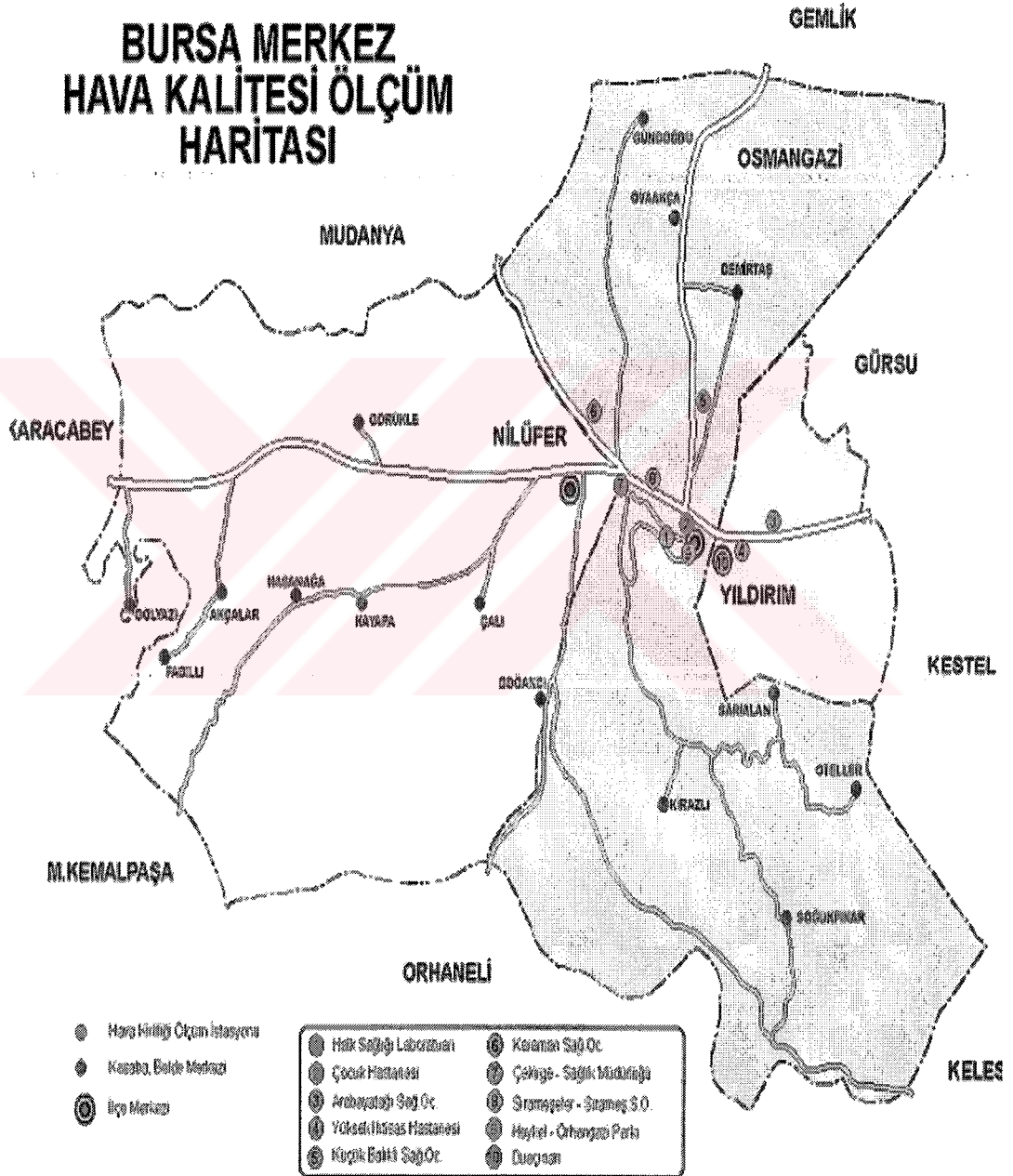
DEMİRTAŞ DEPONİ GAZINDAN ELEKTRİK ENERJİSİ ELDESİ

KAYNAK: MİTİT



Ek 13. Hava Kirliliği Ölçüm İstasyonları²⁴³

BURSA MERKEZ HAVA KALİTESİ ÖLÇÜM HARİTASI



²⁴³ www.bsm.gov.tr, 08.08.2003

Ek 14. HKKY'de Madde 53²⁴⁴

1) Bir bölgedeki tesis ve yakıtların insan ve çevresi üzerindeki zararlı etkileri normal tedbirlerle ortadan kaldırılamıyorsa bu bölgeler Valilikler tarafından özel koruma bölgesi olarak tespit edilebilir.

Valilikler özel koruma bölgelerinde:

A - Hareketli tesisleri çalıştırmamaya,

B - Sabit tesisleri kurmamaya,

C - Hareketli ve sabit tesisleri sadece belirli zamanlarda çalıştırmaya veya bunlardan yüksek işletme teknikleri talep ederek çalıştırmaya,

D - Tesislerde yakıt kullanıdirmamaya veya sınırlı olarak kullanıdirmaya, yetkilidirler.

2) Valilikler, esasları tebliğle düzenlenecek şekilde kritik meteorolojik şartların mevcut olduğu veya hava kirlenmelerinin çok hızlı artış gösterdiği bölgelerde, insan ve çevresi üzerinde meydana gelecek zararlara karşı ilgililerden öğrenilen kritik meteorolojik şartlar ortaya çıkar çıkmaz:

A - Hareketli veya sabit tesisleri sadece belirli zamanlarda çalıştırmaya,

B - Önemli ölçülerde hava kirlenmelerine yol açabilen yakıtların tesislerde kullanılmasını yasaklamaya veya sadece kısıtlamaya, yetkilidirler.

3) Kritik Meteorolojik Şartlar

Alt sınırı yerden 700 metreden daha az olan bir hava tabakası mevcut ve hava sıcaklığı bu yükseklikle en azından 2°C artıyorsa, rüzgâr hızı 12 saatlik ortalama 1,5 m/sn'den az ise bu durum kritik meteorolojik durum olarak adlandırılır. Sıcaklık dönüşümünün olup olmadığını tespit için, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, kirlenme bölgesini temsil edebilecek bir yerde, yerden en az 1000 m yükseklikte atmosferin dikey sıcaklık profilini belirler.

²⁴⁴ Türk Çevre Mevzuatı, T.Ç.V.Y., Nisan 1999, ss:679-680

4) Hava kirliliğinin çok hızlı artış gösterdiği durumlarda uyarı kademeleri uygulanır. Uyarı kademeleri, kükürt dioksit ve partikül maddelerden ileri gelen hava kirlenmeleri için aşağıdaki gibidir:

	SO ₂ (µg/m ³)	Havada Asılı Partikül Madde (µg/m ³)
1. Kademe	700	400
2. Kademe	1000	600
3. Kademe	1500	800
4. Kademe	2000	1000

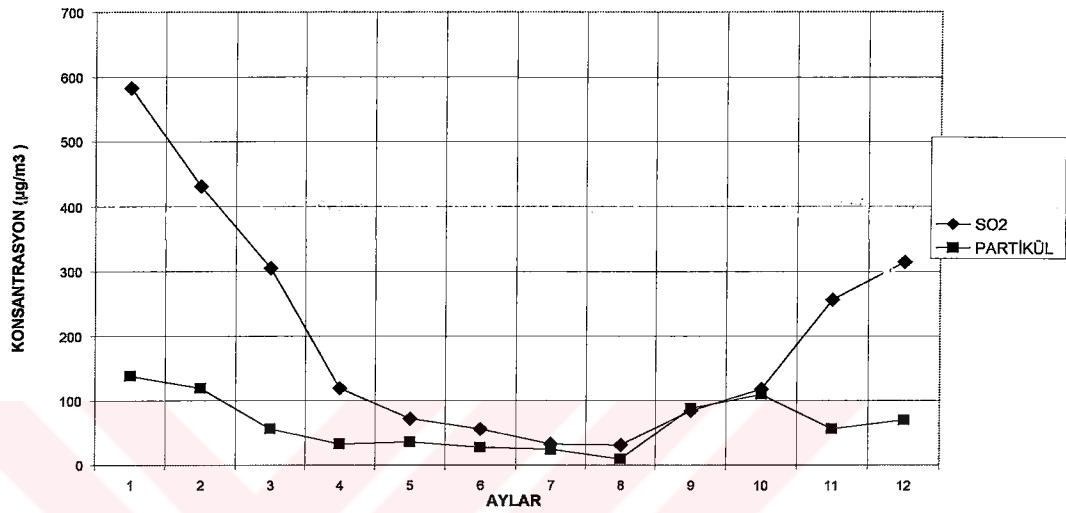
Not: Verilen değerler 24 saatlik ortalamalardır.

Hava kalitesi sınır değerleri aşılarak, hava kirliliği bu kademelere ulaştığında, bölge özelliklerine göre alınacak tedbirler Valiliklerce tebliğ halinde yayımlanır. Valilikler bu tedbirleri belirlerken Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü'nün görüşünü alırlar.

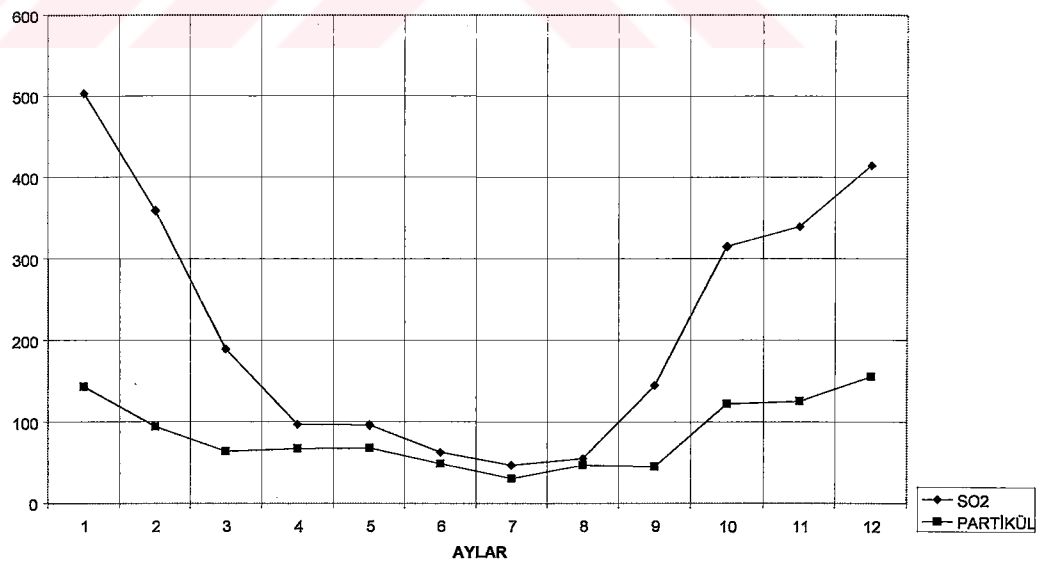
Her kademe için alınacak tedbirler düzenlenirken meteorolojik veriler gözönüne alınır. Sis, inverziyon, durgun meteorolojik şartlar ve izotermal durumlarda bir sonraki kademenin tedbirleri veya ilave tedbirler uygulanabilir. Nisbi nem miktarının % 90'ın üzerine çıkması halinde yukarıdaki uyarı kademelerindeki kirlilik derecelerinin % 10 eksiğinde bile ilgili kademenin tedbirleri uygulanır.

Ek 15. 1988-2003 (Şubat) SO₂ Ve Duman Konsantrasyonları Grafiklendirilmesi

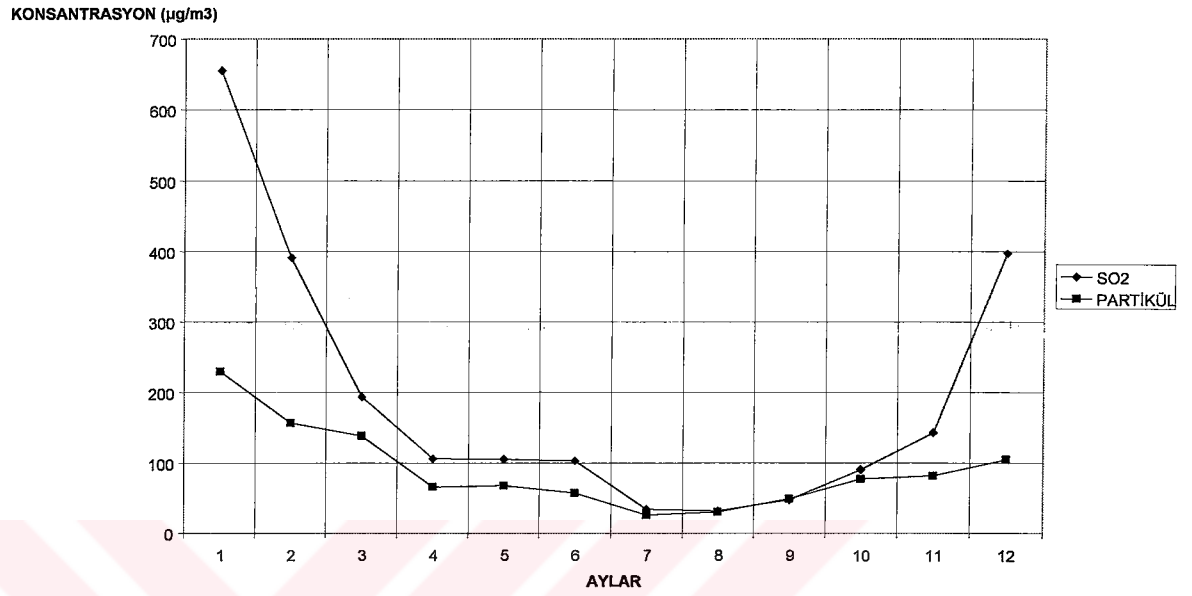
1988 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL MADDE KONSANTRASYONLARI



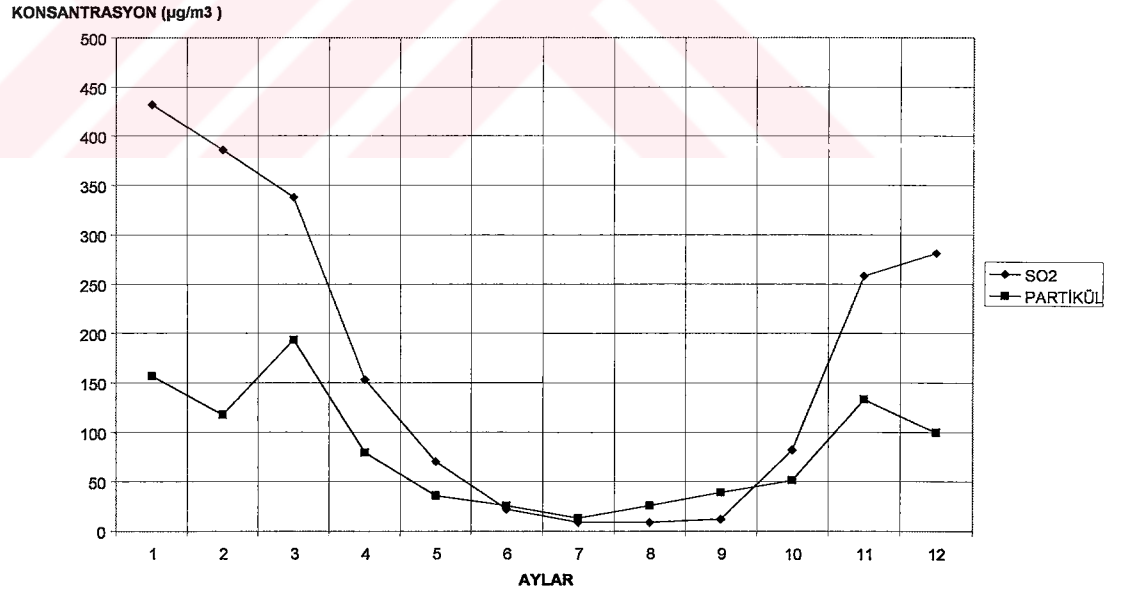
1989 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜLER MADDE KONSANTRASYONLARI



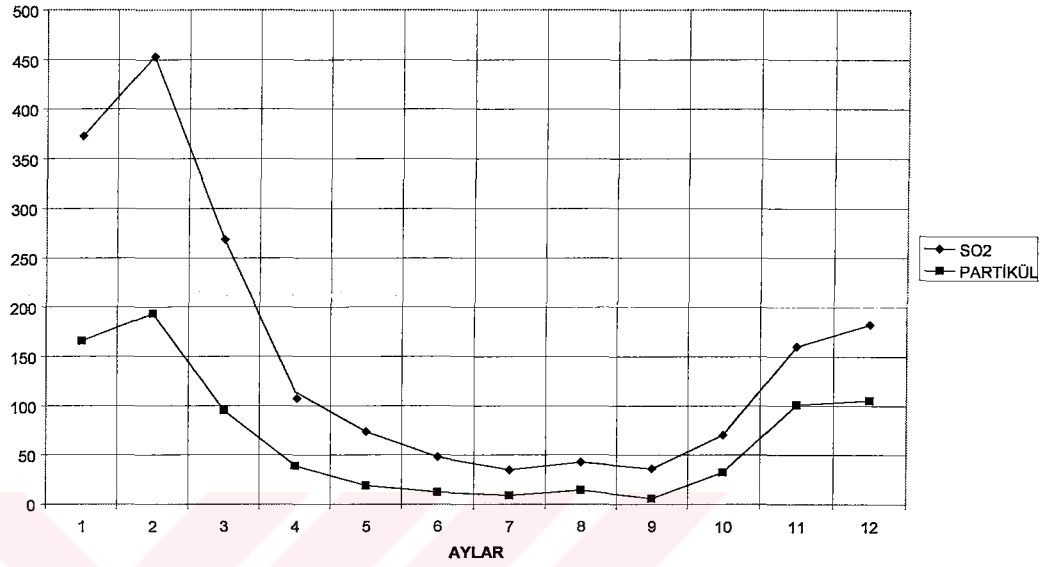
1990 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL KONSANTRASYONLARI



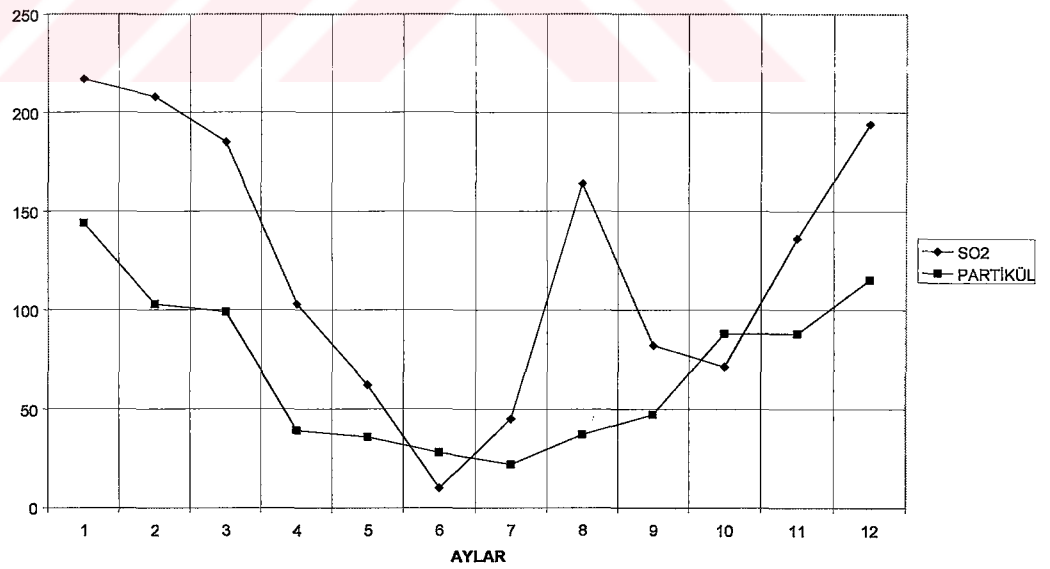
1991 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL KONSANTRASYONLARI



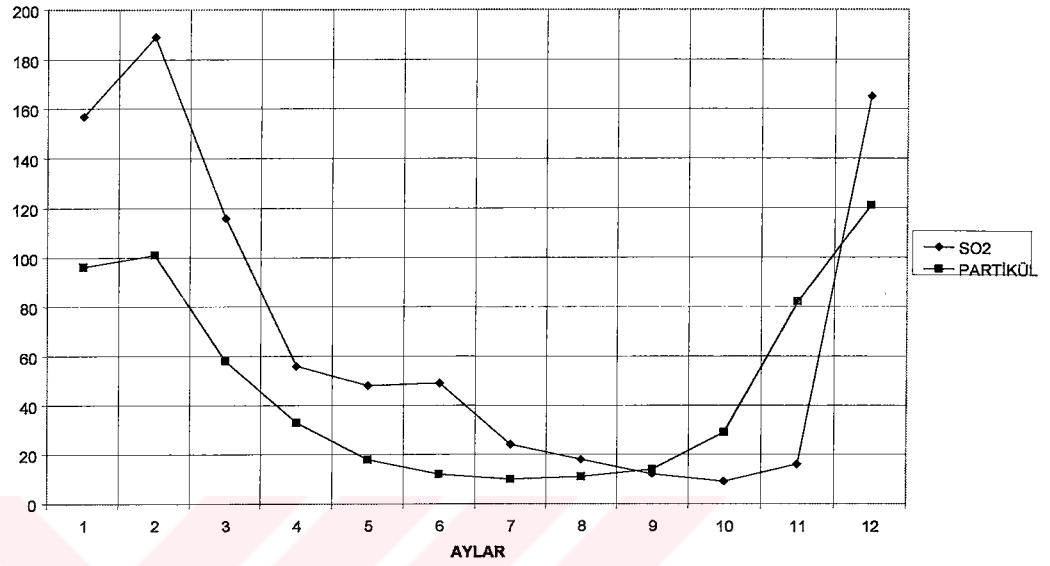
1992 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL KONSANTRASYONLARI
KONSANTRASYON (µg/m³)



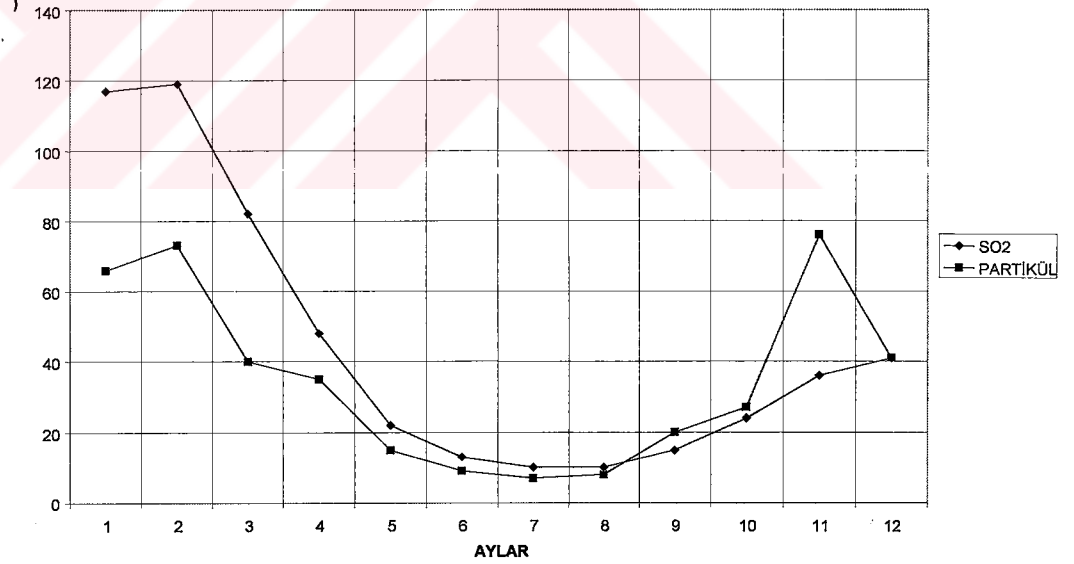
1993 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL KONSANTRASYONLARI
KONSANTRASYON (µg/m³)



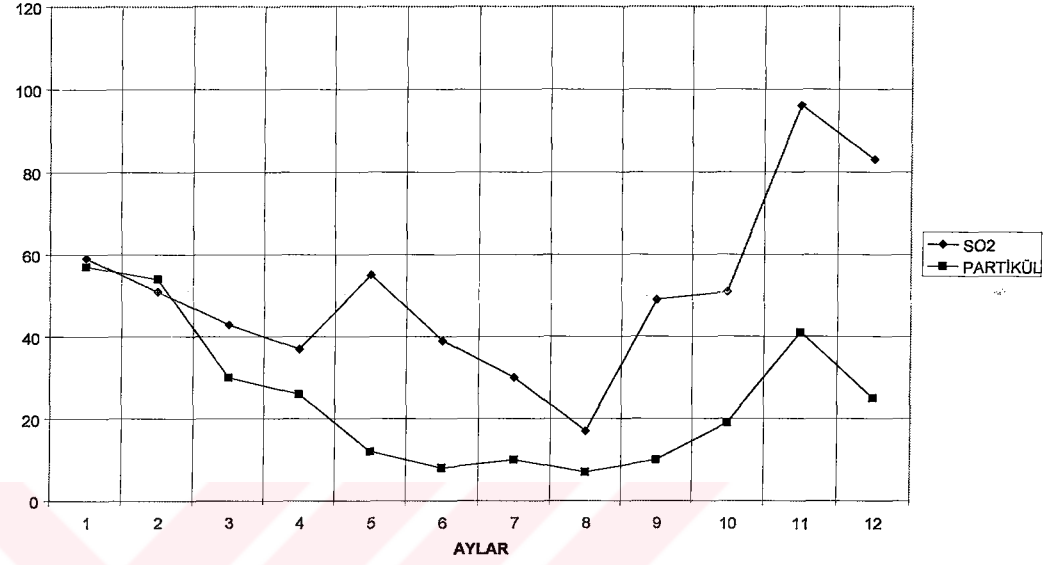
1994 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL KONSANTRASYONLARI
KONSANTRASYON (µg/m³)



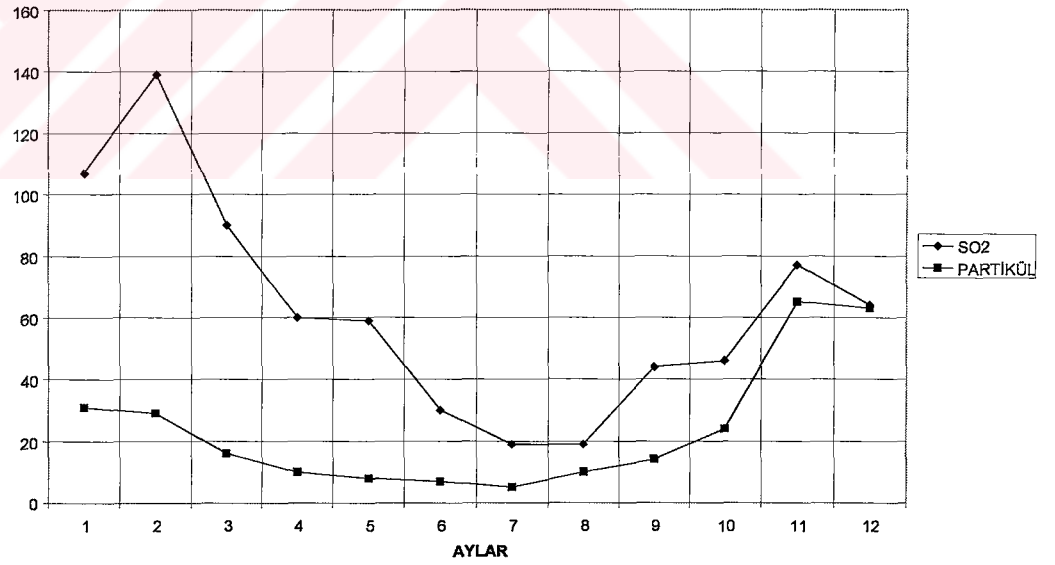
1995 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL KONSANTRASYONLARI
KONSANTRASYON (µg/m³)



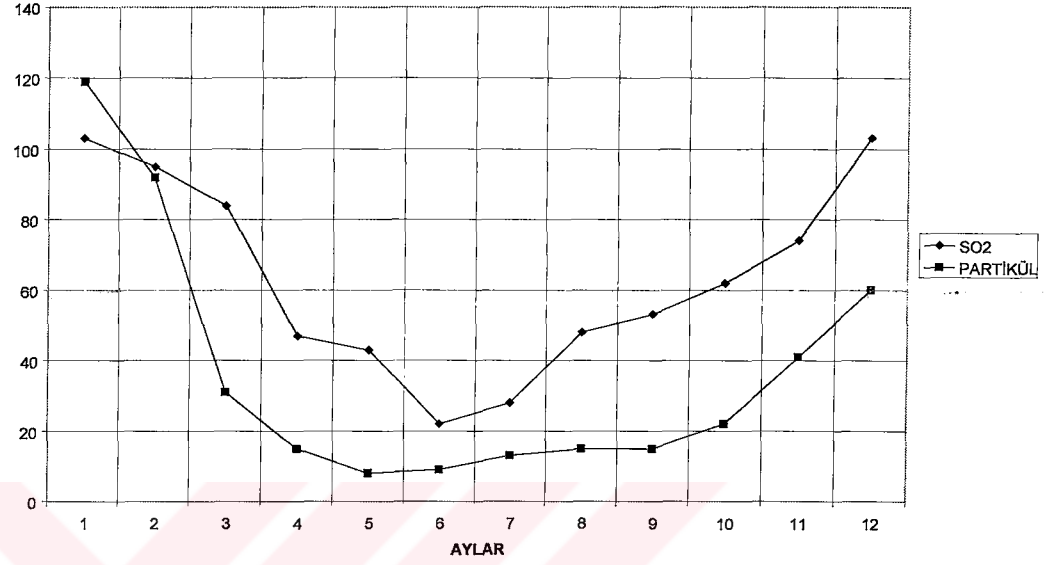
1996 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL KONSANTRASYONLARI
KONSANTRASYON (µg/m³)



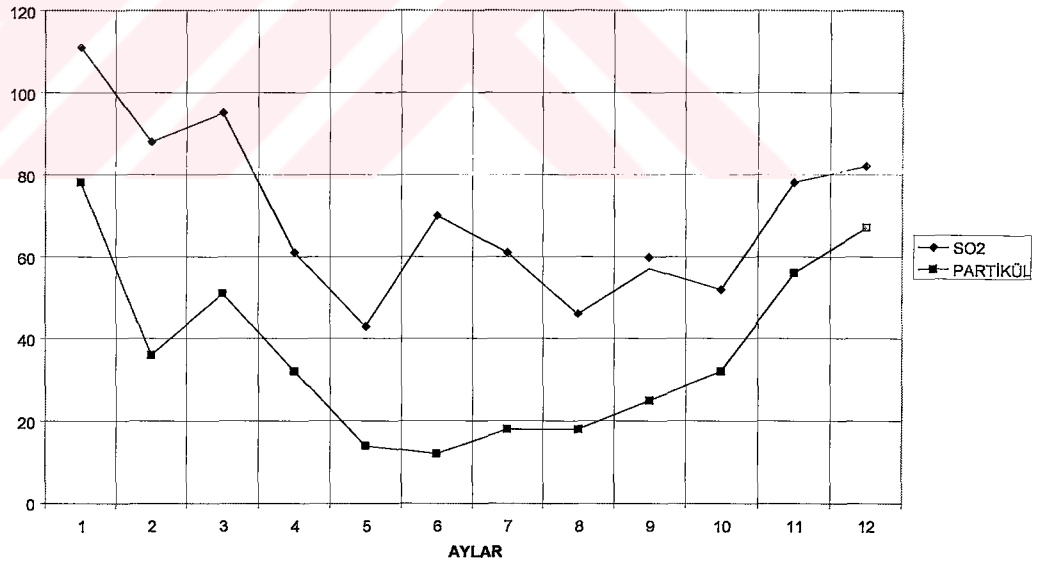
1997 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL KONSANTRASYONLARI
KONSANTRASYON (µg/m³)



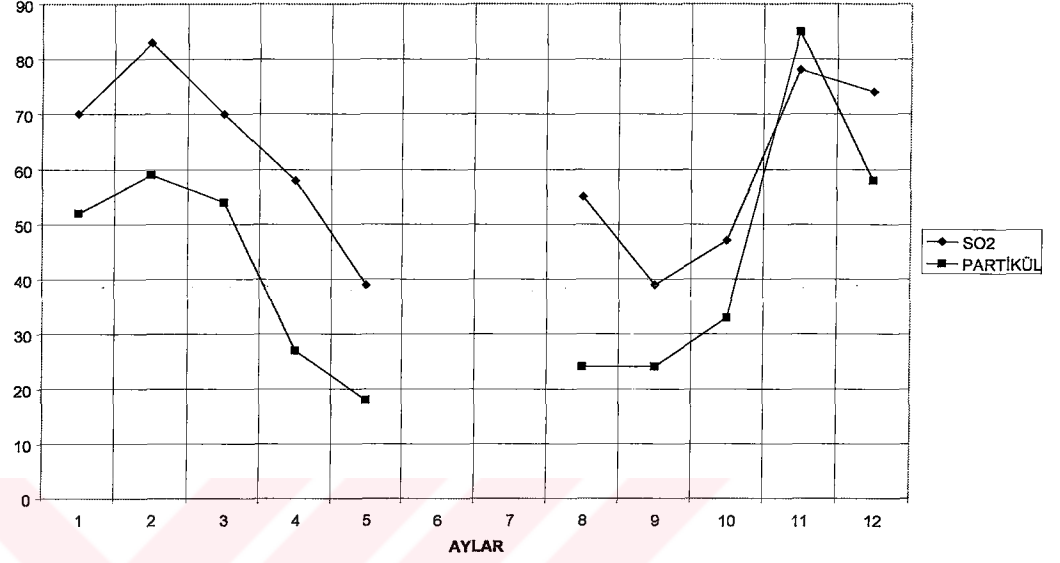
1998 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL KONSANTRASYONLARI
KONSANTRASYON (µg/m³)



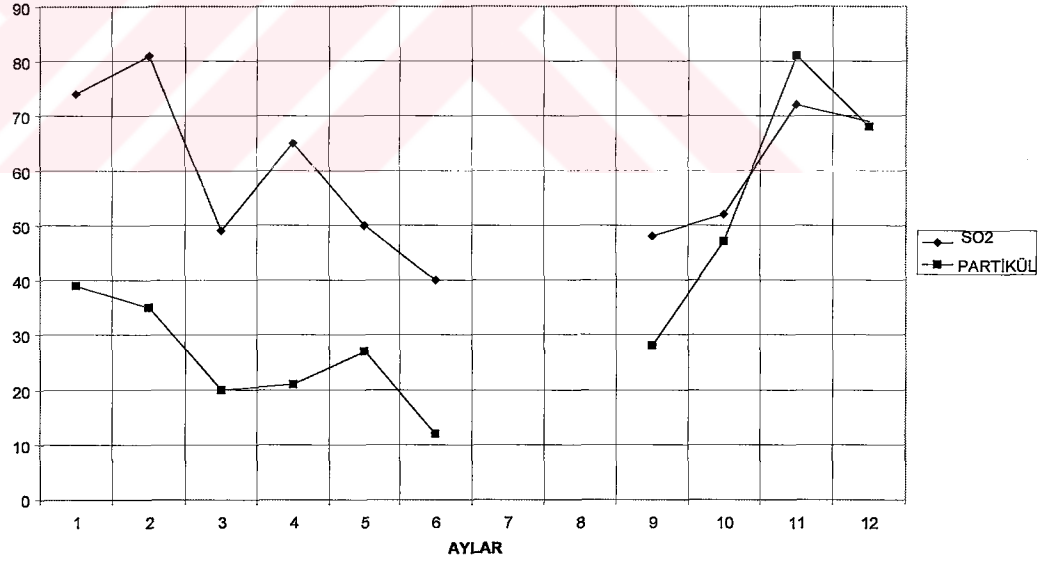
1999 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL KONSANTRASYONLARI
KONSANTRASYON (µg/m³)



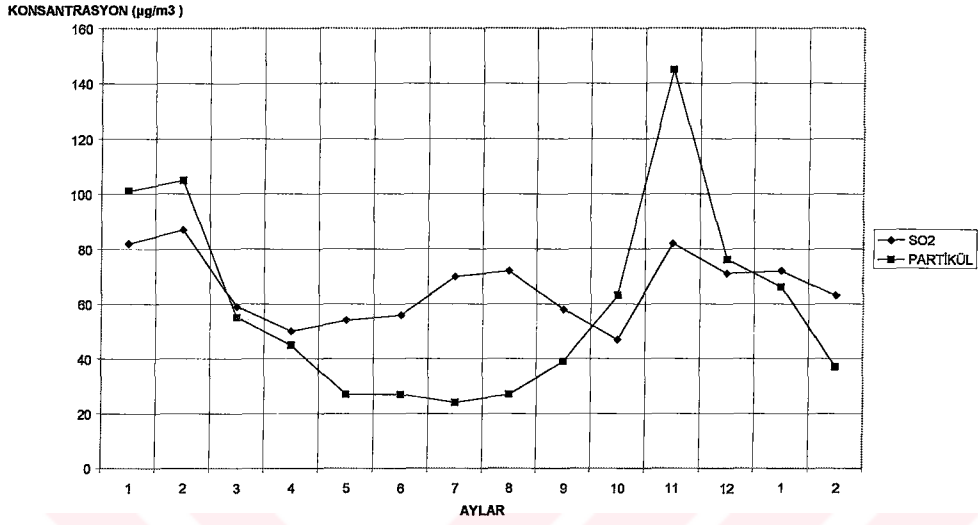
2000 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL KONSANTRASYONLARI
KONSANTRASYON ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



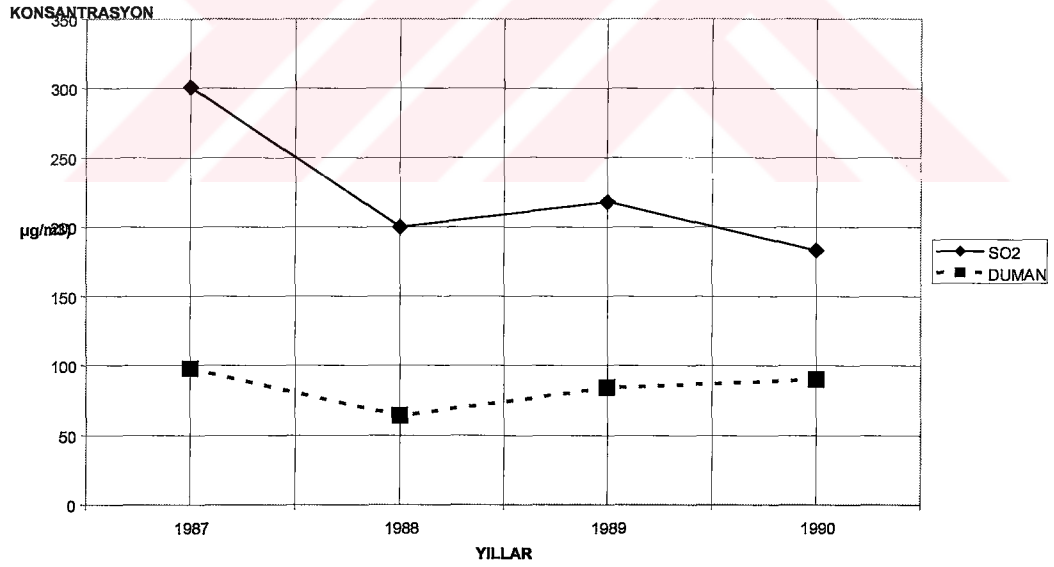
2001 YILI AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL KONSANTRASYONLARI
KONSANTRASYON ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



2002 YILI VE 2003 (OCAK-ŞUBAT) AYLARA GÖRE SO₂ VE PARTİKÜL KONSANTRASYONLARI

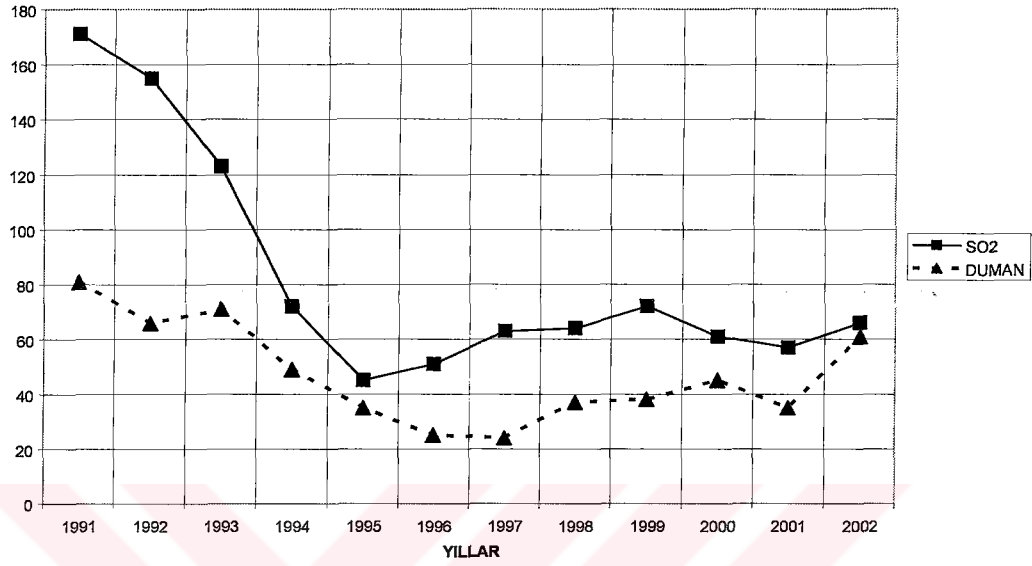


BURSA İLİ 1987 -1990 YILLARINDA HAVA KALİTESİ ÖLÇÜM SONUÇLARI



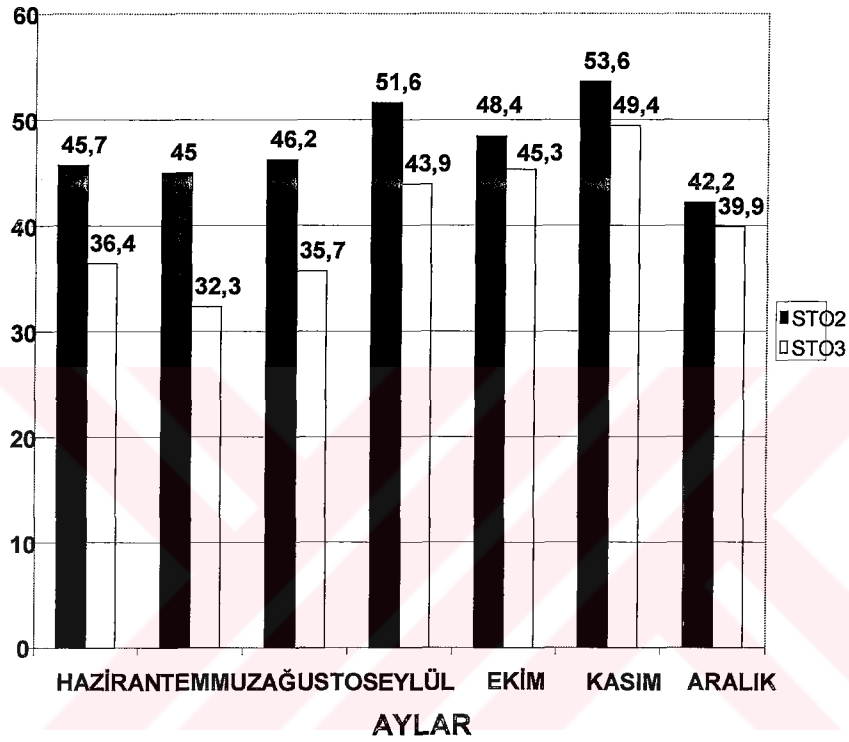
KONSANTRASYONLAR($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

BURSA İLİ 1991-2002 YILLARINDA BURSA HAVA KALİTESİ



Ek 16. 01.06.2002 -30.11.2002 Arasındaki Azotdioksit Derişimleri²⁴⁵

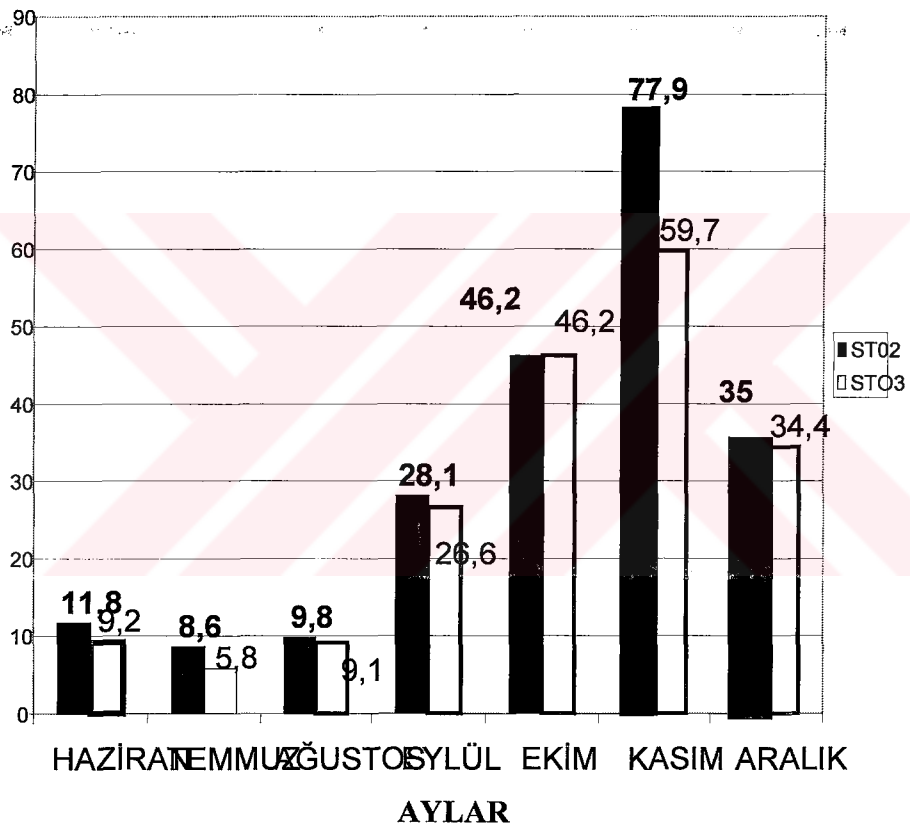
DERİŞİM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 01.06.2002 - 30.11.2002 AZOTDİOKSİT DERİŞİMLERİ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



²⁴⁵ Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü

Ek 17. 01.01.2002 -31.12.2002 Arasındaki Azotmonoksit Derişimleri²⁴⁶

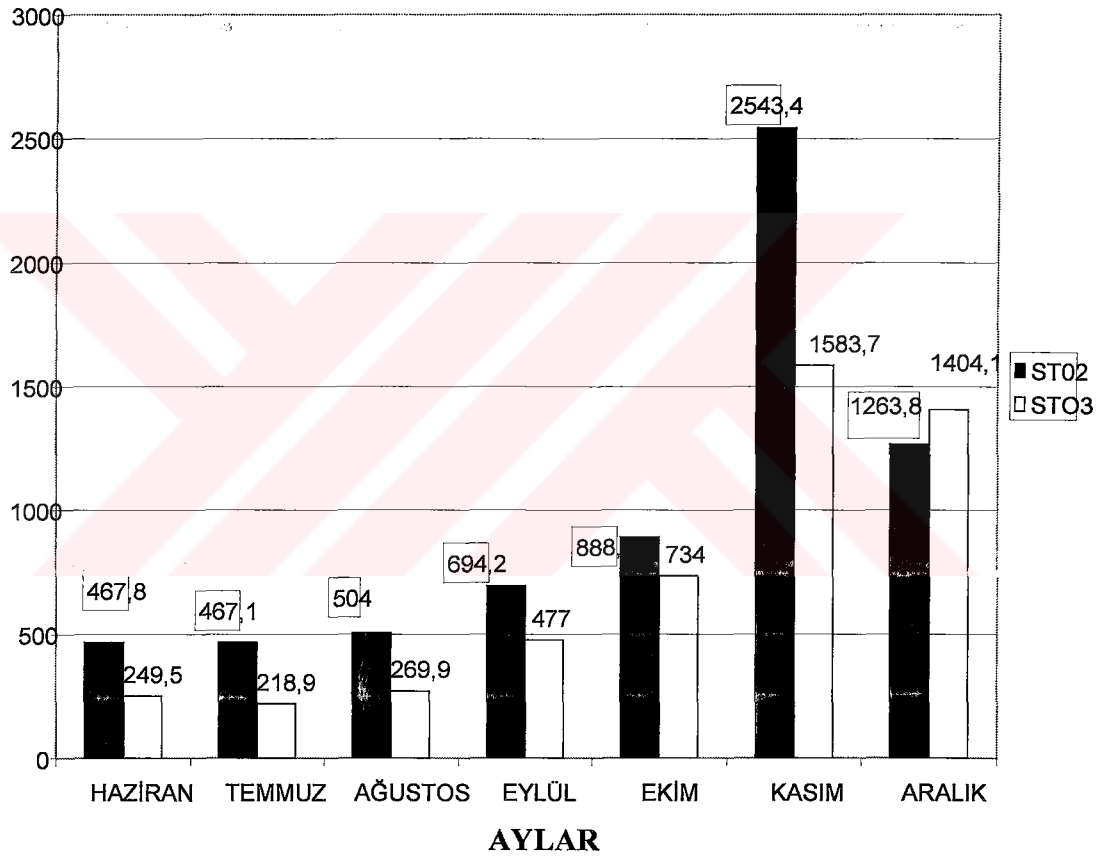
DERİŞİM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 01.01.2002 - 31.12.2002 AZOTMONOKSİT DERİŞİMLERİ



²⁴⁶ Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü

Ek 18. 01.01.2002 -31.12.2002 Arasındaki Karbonmonoksit Derisimleri²⁴⁷

DERİŞİM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 01.01.2002 - 31.12.2002 KARBONMONOKSİT DERİŞİMLERİ



²⁴⁷Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü

YARARLANILAN KAYNAKLAR

ABAY Tezcan E., DEMİRER Göksel N; **Ekoloji – Politik**, Türkiye ve Ortadoğu Forumu Vakfı, Ankara, 2000

ACAR Yalçın; **Büyüme Teorileri**, Bursa; Vipaş A.Ş. Yayınları, 1990, ss:1-6

AĞIŞ Özkan; “Doğal Gazın Türkiye’nin Gelecek Enerji Profili İçindeki Yeri”, Ekojenerasyon Dünyası ve Yenilenebilir Enerji Dergisi, Sayı: 6 Ekim 2001, ss:63-75

AKALIN Melih, **Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı**, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, 1990 ss:171–195

AKKUŞ İ; AYDOĞDU Ö; KAHRAMAN S; SARP S; “Konut Isıtıcılığında Türkiye’nin Jeotermal Enerji Potansiyeli”, II. Çevre ve Enerji Kongresi Bildiriler Kitabı, İstanbul, ss: 295-305

ANADOL, Kemal, **Termik Santrallere Hayır**, V yayınları, Ankara, 1991

Ansiklopedik Çevre Sözlüğü, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, 2001

APAYDIN Oktay, **Environmental Profile of Turkey**, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, 1999, ss:197 – 219

ARAT Şule; “Hava Kirliliğinin Ölçüm ve Değerlendirilmesi” Hava Kirliliğinde Alınması Gereken Önlemler Konferansı, 16.12.2002, Tayyare Kültür Merkezi, BURSA
 ATASOY Veysel; “Enerji ve Çevre”, Yeni Türkiye Dergisi - Çevre Özel Sayısı, Temmuz-Ağustos 1995, ss:369-371

BİNBAŞARAN Banu; “Fazla Karbonu Nereye Saklasak”, Bilim ve Teknik Dergisi, Eylül 2001, ss: 70-73

Bursa Sağlık Müdürlüğü, İstatistik Yıllığı 2001, Yayın No:6, Sağlık ve Sosyal Yardım Vakfı, 2002

Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı, Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü

Bursa Büyükşehir Belediyesi Nazım Plan Büro Başkanlığı, 1/10000 Ölçekli Bursa 2020 Çevre Düzeni Strateji Plan Raporu, 1997 Bursa

Bursa Büyükşehir Belediyesi, **Bursa Kentsel Gelişme Projesi Kentsel Ulaşım İyileştirmeleri Çalışması**, Bursa, Temmuz 1997

Bursa Büyükşehir Belediyesi 20.12.2002 Kent Konseyi Toplantısı

Bursaray HRS Sistem Planı Bursaray Projesi Yapı-ICF Kaiser A.Ş Bursa-Türkiye Temmuz, 2001

Bursa Chamber of Commerce and Industry Organized Industrial Estate, Hands Book

BROWN R.Lester; "Yeni Bir Dönem Başlıyor",Dünyanın Durumu 1993,ss:2-12

Çevre Bakanlığı Motorlu Taşıtların Egzoz Gazlarının Yol Açtıkları Kirlenmenin Önlenmesine İlişkin Tebliğ; 92/1,22.10.1992 Tarih Ve 21383 Sayılı R.G

ÇEPEL Necmettin; **Genel Ekoloji Ders Kitabı**, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1983

ÇEPEL Necmettin, **Doğa Çevre Ekoloji ve İnsanın Ekolojik Sorunları**, Altın Kitaplar Yayınevi, İstanbul, 1992

ÇEPEL Necmettin; "Ekoloji, Teknoloji Çevre Arasındaki İlişkiler" IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi 5-8 Ekim 2001, Bodrum, ss:1-10

ÇİTİROĞLU Ahmet; "Güneş Enerjisinden Yararlanarak Elektrik Üretimi", TMMOB Makine Mühendisleri Odası Mühendis ve Makine Dergisi, Haziran 2000, Sayı:485, ss: 32-37

DARA Ramis; **Bursa ve Marmara Bölgesi**, Kare Yayınları, İstanbul, 2001,s.34

DİCKSON David, (çev. Nezih Erdoğan) **Alternatif Teknoloji Teknik Değişiminin Politik Boyutları**, Ayrıntı Yayınları, İstanbul, 1992

DİNÇER İbrahim, AYHAN Teoman; "Energy and the Environmental" Proceedings Of The Second Trabzon International Energy and Enviromental Symposium July, 1998 ss: 26-29,

D.İ.E., Yıllara Göre Motorlu Kara Taşıtları İstatistikleri 1999 – 2002

D.İ.E., Türkiye İstatistik Yıllığı, 1993, ss:36-39

DOĞAN Fethi; "Türkiye'de Radyoaktif Madde Riskleri ve Önlemleri, Nükleer Santral Olgusu ve Çevresel Risk Analizi", IV.Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 5-8 Ekim 2001 Bodrum, ss:399-406

- DÖKMEN Funda; AYBERK Savaş; “Biyokütle’den Enerji”, I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bildiriler, 24-26 Haziran 1996, Bursa, ss: 753 – 763
- DUNN Seth; “Enerji Ekonomisini Karbondan Arındırmak”, Dünyanın Durumu 2001, Tema Vakfı Yayınları, ss:119-149
- DUNN Seth; FLAVİN Christopher “Mikroenerjiyi Değerlendirme”, Dünyanın Durumu 2000, ss:191-218
- EGELİ Gülün; **Avrupa Birliği ve Türkiye’de Çevre Politikaları**, TÇV Yayınları, Ankara, 1996
- EKİNCİ Ekrem, TIRIS Mustafa, TÜRE Engin; **Ulusal Çevre Eylem Planı: Enerji Sektöründen Kaynaklanan Hava Kirliliği**, Ankara, DPT, Mart 1997
- “Enerji Kaynakları-Çevre Sorunları ve Çevre Dostu Alternatif Enerji Kaynakları”, Standard Dergisi 39/468 Aralık 2000, ss: 28-36
- ERDOĞAN Ünal, “Çevre ve Enerji/Ülkemizde Enerji Politikaları”, Türkiye’de Çevrenin ve Çevre Korumanın Tarihi Sempozyumu, Türkiye Ekonomik Ve Toplumsal Tarih Vakfı, İstanbul, 2000, ss: 130 – 145
- ERDOĞAN İrfan; EJDER Nazmiye; **Çevre Sorunları Nedenler Çözümler**, Doruk Yayınevi, Ankara,1997
- ERTÜRK Hasan, **Çevre Bilimlerine Giriş**, UÜ. Güçlendirme Vakfı Yayını, Bursa, 1994, ss:5-30, 36-52, 61-66, 180-186
- ERTÜRK Hasan; “Sürdürülebilir Kalkınma: Hedefler ve Politikalar (Türkiye Açısından Bir Değerlendirme)”, I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bildiriler, 24-26 Haziran 1996 Bursa, ss: 513 – 523
- ERTÜRK Hasan; **Çevre Politikaları Ders Notları**, Bursa, 2000
- ERTÜRK Hasan; “Bursa’ da Sosyo-Ekonomik Değişim ve Hava Kirliliği Sorunu”, Büsiad Yayınları, Bursa, no:14, 1994
- ERTÜRK Ferruh; “Hava Kirliliğinin Çevre Üzerine Etkileri, Hava Kirliliği Kaynakları ve Kontrolü”, Tübitak-Marmara Araştırma Merkezi, Gebze 1973

- ERTÜRK Ferruh; “Hava Kirliliğinin Küresel Ölçekteki Etkileri ve Alınması Gereken Tedbirler”, Çevre Teknolojisi Dergisi, Kasım 2002 , Sayı:25, ss:11-15
- ETEMOĞLU A.B., KIRBIYIK M; “Bursa’da Hava Kirliliğine Genel Bir Bakış”, I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bildiriler, 24-26 Haziran 1996, Bursa, ss: 561-570
- Christopher; “Hem Zengin Hemde Yoksul Gezegen”, Dünyanın Durumu 2001, Tema Vakfı Yayınları, ss:1-13
- FLAVİN Christopher; Lensen Nicholas; “Sürdürülebilir Bir Enerji Sisteminin Geliştirilmesi”, Dünyanın Durumu 1991, İstanbul, ss: 22-43
- FLAVİN Christopher; “Güneş Ekip Rüzgar Biçmek”, Dünyanın Durumu 1995,ss:73-95
- Flavin Christopher; LENSSEN Nicholas, **Enerjide Arayışlar**, Tema Vakfı Yayınları, 1999
- FRENCH Hillary; Mastny Lisa; “Atmosfere Saldırılar”, Dünyanın Durumu 2001, Tema Vakfı Yayınları, ss: 267-278
- FREUND Peter; MARTIN George (çev. Gürol Koca); **Otomobilin Ekolojisi**, Ayrıntı Yayınları, İstanbul, 1996,
- FİSUNOĞLU H. Mahir; Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, 1990 ss: 39 – 58
- GÖKDAYI İsmail; **Çevrenin Geleceği Yaklaşımlar ve Politikalar**, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Ankara, 1997
- HAVIGHURST Clark C. **Air Pollution Control**, Newyork 1968
- HOLLANDER M. Jack; BROWN Duncan; “Air Pollution”, The Energy Enviromental Connection, 1992 Island, ss: 15-49
- HARTE John; “Acid Rain”, The Energy Enviromental Connection, 1992 Island, ss:50-72
- İNCECİK Selahattin; **Hava Kirliliği**, İ.T.Ü Yayınları, İstanbul 1994
- İSTANBUL SANAYİ ODASI, **Çevre Çalışmaları**, 1995

KANTARCI Doğan; “Hava Kirliliğinin Ormanlar Üzerine Etkileri”, Türkiye’de Çevrenin ve Çevre Korumanın Tarihi Sempozyumu, Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı, İstanbul, 2000, ss: 146 – 165

KAPLAN Ayşegül; **Küresel Çevre Sorunları ve Politikaları**, Mülkiyeliler Birliği Vakfı Yayınları, Ankara 1999

KARAGÖZ İrfan; AYDIN Adnan; KIRBIYIK Mehmet; “Marmara Bölgesinde Rüzgar Enerjisinin Durumu, Model Bir Rüzgar Türbin Tasarımı ve İmalatı”, I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bildiriler, 24-26 Haziran 1996, Bursa, ss: 605 – 614

KARPUZCU Mehmet, **Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü**, İstanbul 1991, ss.1-7,134-176

KAVRAKOĞLU İ; **Enerji Sorunu**, İstanbul Haziran 1980,

KELEŞ Ruşen, **İnsan Çevre Toplum**, İmge Kitabevi, Ankara, 1997

KIŞLALIOĞLU Mine, BERKES Fikret; **Çevre ve Ekoloji**, Remzi Kitabevi Yayınları, İstanbul,1999

MERTOĞLU Orhan; “Türkiye’deki Jeotermal Enerji Uygulamalarının Çok Yönlü Önemi ve Dünyadaki Yeri”, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Mühendis ve Makine Dergisi, Haziran 2000, Sayı:485, ss: 27-31

MÜZZİNOĞLU Aysen; **Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları**, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir, 1987

MÜSİAD Araştırma Raporları -14 Türkiye’nin 2000’li Yıllarda Enerji Politikası

LENSEN Nicholas; “Gelişmekte Olan Ülkelerin Enerji Sorunu”, Dünyanın Durumu 1993, ss:113-135

LOWE D. Marcia; “Kent İçi Ulaşımının Yeniden Düzenlenmesi”, Dünyanın Durumu 1991, ss:65-87

LOWE D. Marcia; “Ulaşım Sektörünün Yeniden Yapılanması”, Dünyanın Durumu 1994, ss:108-115

ONARAN Leziz, “Nükleer Güç, Santraller, Yılan Hikayesi”, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Mühendis ve Makine Dergisi, Haziran 2000, Sayı: 485, ss: 47-50

Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, **Ortak Geleceğimiz**, TÇV Yayını, 1987

Özden, N, **Nükleer Çağın İlk 40 Yılı**, Cilt-1, İ.T.Ü. Nükleer Enerji Enstitüsü, Genel Yayınları, No.17, 1983

ÖZER U; CEBE M; GÜÇER Ş; CEYLAN S; ERTÜRK H; SONAL S; YILMAZ O; TUNCEL S; YILMAZ A; GÜNEŞ M; AYDIN R.; AKSOY S; TÜFEKÇİ S; AKÇAY H; TORUNOĞLU T; KARGI D; “Bursa ve Çevresinin Kirlilik ve Kentleşme Profili”, I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bildiriler, 24-26 Haziran 1996 Bursa, ss: 821-844

ÖZEY Ramazan; **Çevre Sorunları**, Aktif Yayınevi, İstanbul, 2001, ss: 17-33,108-133, 203-239

ÖZMEN Atilla; “Nükleer Enerji ve Çevre”, Yeni Türkiye Dergisi-Çevre Özel Sayısı, Temmuz-Ağustos 1995, ss:383-385

Peet John, **Energy And The Ecological Economics of Sustainability**,1992

PONTING Clive (çev. Ayşe Başçı- Sander); **Dünya'nın Yeşil Tarihi Çevre ve Uygarlıklarının Çöküşü**, Sabancı Üniversitesi Yayınevi, İstanbul, 2000, ss: 235-260, 304 – 345

SELÇUK Nevin, ARABUL Hüseyin; **Elektrik Enerjisinde Ulusal Politika**, 2000 Yılında Türkiye’de Elektrik Enerjisi Mevcut Durum Sorunlar ve Çözüm Önerileri Raporu, 2000

Subas G; **Çevre Sorunları ve Kalkınma**, U.Ü Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa, 1993, s.15

ŞAHİN Hüseyin; **Türkiye Ekonomisi**, 2.b., Bursa, U.Ü. Basımevi, 1993, ss.130-131

ŞAKİR Şimşek, GÜLGÖR Abdullah; Bursa Kükürtlü Kaynarca Yeni Kaplıca Sıcak Su Bölgesi Hakkında Teknik Bilirkişi Raporu, Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisi Bölümü, Ocak 2002, Beytepe- Ankara

ŞENGÜN M. Taner; “Barajların Çevresel Etkileri ve Keban Barajı Örneği”, IV.Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 5-8 Ekim 2001 Bodrum, ss:291-297

TAŞDEMİR Yücel; “Bursa’da Kükürtdioksitten Kaynaklanan Hava Kirliliği”, Ekoloji ve Çevre Dergisi, Cilt 11, Sayı 42, İzmir, 2002, ss: 12-15

TAŞDEMİR Yücel; "Winter Season SO₂ Measurements İn Bursa And Comparison With Rural And Urban Area Values", Turkish Journal Of Science Engineering And Enviromental, 2001, ss: 25, 279-287

TAŞDEMİR Yücel; "SO₂ and NO_x Measurements Their Relations Determined İn Urban Air", 2nd İnternational Sempozyum On Air Quality Management At Urban Regional And Global Scale, 25-28 Eylül 2001, ss:637-644

TAŞDEMİR Yücel; SECOTOX 1998, İnternational Conferance On Ecotoxicologia And Enviromental Safety, Antalya, 19-21 Ekim 1998, s.54

TAŞDEMİR, "Air Pollution Caused by Particulate Matters and Their Trends in Bursa", 2nd International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scale, 25-28 Eylül 2001, İstanbul

T.C.Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, 2001

TECER Lokman; "Asit Yağmurlarının Etkileri ve Kontrol Önerileri", I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bildiriler, 24-26 Haziran 1996, Bursa, ss: 597 - 605

TEZCAN Erdinç, "Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Kullanımı", TMMOB Makine Mühendisleri Odası Mühendis ve Makine Dergisi, Haziran 2000, Sayı: 485, ss: 38-39

TJD (Türkiye Jeotermal Derneği/Ankara) Bursa Jeotermal Kaynaklarının Değerlendirilmesi Mayıs 2000

TIRIS Mustafa; "Türkiye'de Enerji Tüketimi ve Çevre", Yeni Türkiye Dergisi-Çevre Özel Sayısı, Temmuz-Ağustos 1995, ss:372-382

TIRIS M., EKİNCİ E., ÖZDOĞAN S; "Air Pollution Due To Fossil Fuel Utilization in The Turkish Transportation Sector", The Second Trabzon İnternational Energy and Enviromental Symposium July, 1998 ss: 269-272

TMMOB Fizik Mühendisleri Odası, Nükleer Enerji Raporu, Yayın No:3 Ankara, 1978

TONT Sargun A., **Sulak Bir Gezegenden Öyküler**, TÜBİTAK, Ankara, 2001

TORÖZ İsmail; MERİÇ Süreyya; SARIKAYA Hasan; "Organize Sanayi Bölgelerinde Çevre Yönetim Sisteminin Geliştirilmesi", I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bildiriler, 24-26 Haziran 1996 Bursa, ss: 465-471

T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MÜHÜR

TUNCEL Gürdal; GÜLLÜ Gülen; **Enviromental Profile Of Turkey**, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, 1999, ss: 25 – 53

TUNCEL Gürdal; GÜLLÜ Gülen; **Hava Kirliliği**, Türkiye'nin Çevre Sorunları, T.Ç.V. Yayını, Ankara, 1991,ss:27-35, 364-369

TURAN Hafize; Bursa'da Çevre Kirlenmesi ve Halkın Duyarlılığı, Bursa: U.Ü.S.B.E.Y.L. Tezi (Danışman:Doç.Dr.Hasan Ertürk), 1993 s.106

TÜRK ÇEVRE MEVZUATI; Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Ankara, 1999, ss: 662 – 743

TÜRKİYE JEOTERMAL DERNEĞİ BÜLTENİ, Yeşil Enerji, Eylül 2001, Sayı: 3, ss: 33-34

TÜSİAD, Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış, Arz, Talep Politikaları, Kasım 1994, ss:41-43, 110-116

TÜSİAD, 21.yy'a Girenken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, Enerji ve Çevre, Aralık 1998 ss: 229-240

UNCED 1992 Ulusal Rapor (Temel Yaklaşımlar), T.C. Çevre Bakanlığı Yayını, Ankara:1991, s.16

VEZİROĞLU T. Nejat; "Hidrojen ve Fosil Yakıt Sistemlerinin Çevresel ve Ekonomik Karşılaştırılması", Yeni Türkiye Dergisi - Çevre Özel Sayısı, Temmuz-Ağustos 1995, ss:394-403

YAŞAMIŞ D. Firuz; **Çevre Yönetiminin Temel Araçları**, İmge Kitabevi Yayınları, Ankara, 1995

YELKEN RAMAZAN; "İnsan-Doğa ve İnsan-İnsan İlişkilerinde Dönüşüm", IV.Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 5-8 Ekim 2001 Bodrum, ss:479-484

YİĞİTGÜDEN H.Yurdakul, **Türkiye'de Elektrik Enerjisi Sektöründe Özelleştirme Politikaları ve Çevre Çalışmaları**, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, İstanbul, 1999

YÜZER E; SATMAN A; ÖZTAŞ T; SERPEN Ü; DURLU O; Bursa Çekirge Sıcaksu Bölgesi İnceleme Raporu, İstanbul 1999

Diğer Kaynaklar

<http://www.bursa-bld.gov.tr>

<http://www.bsm.gov.tr>

www.bsm.org.tr/makale/hava_kirliligi

<http://www.cmo.org.tr/cevre/cevresorunlari> ERGENEKON Nadir, Nükleer Enerjide Gerçekler

http://www.cmo.org.tr/cevre/cevre_sorunlari, YARMAN Tolga, Nükleer Enerji ve Türkiye

<http://www.cmo.org.tr/cevre/cevresorunlari>, Türk Tabipler Birliği Yatağan'da Hava Kirliliğinin Değerlendirilmesi Raporu-2000

<http://www.cevre.gov.tr>, İklim değişikliği sözleşmesi

<http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2001/ocak/guncel.htm>,

İbrahim Çakmanus, Türkiyenin Enerji Problemleri ve Çözüm Önerileri 27.04.2003

<http://www.enerji.gov.tr/> Doğal gaz Çalışmaları, Ayşe Inkaya, Doğal Gaz Pazarının Gelişimi

www.enerji.gov.tr, 02.06.2002, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler-Alt Grup Raporu

www.enerji.gov.tr, Hava Kirliliği

<http://www.dpt.org.tr>

<http://plan8.dpt.gov.tr/enerji/raport1.html>,

<http://www.die.org.tr>

www.die.gov.tr , D.İ.E., Yıllara göre Motorlu Kara Taşıtları İstatistikleri 1999 – 2003

<http://www.bursa-bld.gov.tr/cevre/projeleri>

www.hacettepe.edu.tr, Sinan Göktepe, Nükleer Teknolojinin Riskleri

<http://www.koeri.boun.edu.tr/meteor/enerji/enerji1.htm>

<http://www.meteor.gov.tr>, Cihan Dündar; Nezahat Öz; Bursa'da Son Yıllarda Gözlenen Hava Kirliliğinin Meteorolojik Açısından Değerlendirilmesi,