

T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT POLİTİKASI ANA BİLİMDALİ

**TÜRKİYE'DE HAVA KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİ  
AÇISINDAN TEMİZ ENERJİ SEÇENEKLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Danışman:  
Prof. Dr. Ahmet İNCEKARA

Hazırlayan:  
Serdar Onur ÖZTAŞ

İSTANBUL - 1997

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| GİRİŞ .....                                                                                                 | 1  |
| BİRİNCİ BÖLÜM: TEMEL KAVRAMLAR, TANIMLAR .....                                                              | 4  |
| 1.1. Genel Bilgiler .....                                                                                   | 4  |
| 1.1.1. Çevrebilim (Ekoloji) ve Ekosistem .....                                                              | 4  |
| 1.1.2. Yapay Çevre .....                                                                                    | 4  |
| 1.1.3. Çevre Sorunları .....                                                                                | 5  |
| 1.2. Hava Kirliliği .....                                                                                   | 5  |
| 1.2.1. Tanım .....                                                                                          | 5  |
| 1.2.2. Hava Kirliliğinin Tarihçesi .....                                                                    | 6  |
| 1.2.3. Hava Kirlenmesine Neden Olan Kaynaklar .....                                                         | 7  |
| 1.2.3.1. Yakıt Yakılması .....                                                                              | 8  |
| 1.2.3.2. Endüstriyel Kaynaklar .....                                                                        | 8  |
| 1.2.3.3. Ulaşım .....                                                                                       | 8  |
| 1.2.3.4. Diğer Kirlletici Kaynaklar .....                                                                   | 9  |
| 1.3. Kirlletici Parametreler .....                                                                          | 9  |
| 1.3.1. Konvansiyonel Parametreler .....                                                                     | 9  |
| 1.3.2. Spesifik Parametreler .....                                                                          | 10 |
| 1.4. Karbondioksit ve Sera Etkisi .....                                                                     | 10 |
| 1.4.1. Tarihsel Süreç İçerisinde Sera Gazlarının Etkileri .....                                             | 11 |
| 1.5. Yapay Hava Kirliliği Kaynakları ve Kirlleticilerin Sınıflandırılması .....                             | 12 |
| 1.5.1. Dünyada Enerji Kaynaklarının Durumu ve Enerji, Kirlilikle İlgili Kaynakların Sınıflandırılması ..... | 13 |
| 1.5.1.1. Dünyada Enerji Kaynaklarının Durumu ve Enerji ile Kaynakların Sınıflandırılması .....              | 13 |
| 1.5.1.2. Kirlilikle İlgili Kaynakların Sınıflandırılması .....                                              | 15 |
| 1.6. Türkiye'de ve Dünyada Karbon Emisyonunda Gelişmeler .....                                              | 18 |
| 1.6.1. Türkiye'de Karbon Emisyonundaki Gelişmeler .....                                                     | 18 |
| 1.6.2. Dünyada Karbon Emisyonundaki Gelişmeler .....                                                        | 19 |
| 1.7. ABD ve Türkiye'de Çevre İle İlgili Ölçüt ve Standartların Karşılaştırılması .....                      | 20 |

## İKİNCİ BÖLÜM: İSTANBUL ÖRNEĞİNDE TÜRKİYE'DE HAVA

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| KİRLİLİĞİ .....                                                                                     | 22 |
| 2.1. İstanbul'da Havayı Kirleten Kaynaklar .....                                                    | 22 |
| 2.1.1. Yakıt Yakılması .....                                                                        | 22 |
| 2.1.2. Endüstriyel Kaynaklar .....                                                                  | 26 |
| 2.1.3. İstanbul'da Otomotiv Kaynaklı Emisyonlar .....                                               | 26 |
| 2.1.3.1. Ulaştırma Kaynaklı Kirlenme .....                                                          | 27 |
| 2.1.4. Diğer Kaynaklar .....                                                                        | 28 |
| 2.2. İstanbul'da Hava Kalitesi .....                                                                | 28 |
| 2.2.1. İstanbul'da Çeşitli Tarihlerde Yapılan Hava Kirliliği Ölçümleri .....                        | 29 |
| 2.3. İstanbul'daki Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönünde Çevredeki Kömürlerin İyileştirilmesi ..... | 31 |
| 2.3.1. İstanbul Civarındaki Kömür Kaynakları .....                                                  | 31 |
| 2.3.2. Kömürlerin Zenginleştirilerek İyileştirilmesi .....                                          | 32 |
| 2.4. İstanbul'da Endüstrinin Yapısı ve Dağılımı .....                                               | 33 |
| 2.4.1. İstanbul'da Endüstrinin Yapısı .....                                                         | 33 |
| 2.4.2. İstanbul'da İmalat Sanayinin İlçelere Göre Dağılımı .....                                    | 35 |
| 2.5. İstanbul'da Hava Kirliliğine Karşı Uygulanan Önlemlere Bir Örnek .....                         | 37 |

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ÇEVRECİ ENERJİ

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| KAYNAKLARININ GELİŞTİRİLMESİNE DÖNÜK POLİTİKALAR .....       | 41 |
| 3.1. Alternatif Enerji Kaynakları .....                      | 41 |
| 3.1.1. Rüzgâr Enerjisi .....                                 | 41 |
| 3.1.2. Yer ısısı (Jeotermal) Enerji .....                    | 43 |
| 3.1.3. Biyokütle (Biomass) Enerjisi .....                    | 43 |
| 3.1.4. Katı Atık Enerjisi .....                              | 45 |
| 3.2. Türkiye'de Durum .....                                  | 48 |
| 3.2.1. Su Enerjisi .....                                     | 48 |
| 3.2.2. Rüzgâr Enerjisi .....                                 | 49 |
| 3.2.3. Güneş Enerjisi .....                                  | 52 |
| 3.2.4. Biyokütle Enerjisi .....                              | 56 |
| 3.2.5. Katı Atık (Çöp) Enerjisi .....                        | 57 |
| 3.3. Nükleer Enerji .....                                    | 59 |
| 3.3.1. Nükleer Enerji ve Nükleer Santrallerin Etkileri ..... | 59 |
| 3.3.2. Çernobil Nükleer Kazasının Sonuçları .....            | 61 |
| 3.3.3. Bilinen Nükleer Santral Kazaları .....                | 62 |
| 3.3.4. Çeşitli Ülkelerde Nükleer Enerjiye Bakış .....        | 63 |

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.5. A.B.D.'de Nükleer Enerjinin Ekonomikliği .....                                                   | 65 |
| 3.3.5.1. Tarih İçindeki Nükleer Enerji Maliyeti.....                                                    | 65 |
| 3.3.5.2. Kendini Aşan Masraflar (1984 - 1990) .....                                                     | 66 |
| 3.3.5.3. Zaman İçinde Federal Yönetimin Sübvansyon<br>Giderleri .....                                   | 66 |
| 3.3.5.4. Masraf Kategorileri.....                                                                       | 66 |
| 3.3.5.4.1. Doğrudan Reaktör Masrafları.....                                                             | 66 |
| 3.3.5.4.2. Nükleer Santral Performansı .....                                                            | 67 |
| 3.3.5.4.3. İşletme ve Bakım (70 milyar USD).....                                                        | 68 |
| 3.3.5.4.4. Ek Yatırımlar (41.0 milyar dolar) .....                                                      | 68 |
| 3.3.5.4.5. Yakıt Maliyeti (41.6 milyar dolar).....                                                      | 68 |
| 3.3.5.4.6. Dolaylı Elektrik İşletme Masrafları.....                                                     | 69 |
| 3.3.5.4.7. Nükleer Enerji Masrafları Fosil Yakıt Masrafları<br>Karşılaştırılması .....                  | 69 |
| 3.4. Radyoaktif Atık .....                                                                              | 71 |
| 3.4.1. Radyoaktif Atık Tanımı ve Tarihi Gelişim.....                                                    | 71 |
| 3.4.2. Sağlık ve Radyasyon .....                                                                        | 77 |
| 3.5. Türkiye'de Nükleer Enerji Çalışmaları.....                                                         | 81 |
| 3.6. Enerji Maliyetleri - Çeşitli Ülkelerde Uygulanan Enerji ve<br>Tasarruf Modellerinden Örnekler..... | 84 |
| 3.6.1. Birim Maliyet - Optimum Kullanım İlişkisi.....                                                   | 84 |
| 3.6.2. Yeni Enerji modeli Arayışının Nedenlerinden Küresel<br>Isınma ve Ozon Tabakasının Tahribatı..... | 86 |
| 3.6.3. Yeni teknoloji Kapasite ve Maliyetleri.....                                                      | 86 |
| 3.6.3.1. Fotovoltaik (PV) Teknolojisi .....                                                             | 86 |
| 3.6.3.2. Malzeme Teknolojisi .....                                                                      | 87 |
| 3.6.3.3. Isıl Çevirtilimli Güneş Teknolojileri.....                                                     | 87 |
| 3.6.3.4. Biomas Çevirtimi.....                                                                          | 87 |
| 3.6.3.5. Rüzgar Enerjisi .....                                                                          | 88 |
| 3.6.3.6. Güneş ve Düşük Enerji Mimarisi.....                                                            | 88 |
| 3.6.3.7. Diğer Uygulamalar .....                                                                        | 88 |
| 3.7. Fransa'da Hava Kirliliğini Önleme ve Enerji Tasarrufu<br>Amaçlı Tedbirler .....                    | 89 |
| 3.7.1. Koşullar.....                                                                                    | 91 |
| 3.7.2. Isı Yalıtımı ve Çevre Korunması .....                                                            | 92 |
| 3.8. İsveç'in Diğer Avrupa Ülkeleri ile Kıyaslanması.....                                               | 93 |
| 3.8.1. İsveç'teki Binalarda Enerji Tüketimi .....                                                       | 95 |
| 3.8.2. İsveç'teki Gelişmelerin Nedenleri .....                                                          | 95 |

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.8.3. Isı Yalıtım Standartlarındaki Gelişme.....                     | 96  |
| 3.8.4. Artırılan Isı Yalıtım Standartlarının Etkisi .....             | 96  |
| 3.8.5. Mevcut Binalarda Normal Enerji Tasarrufu Önlemleri.....        | 96  |
| 3.8.6. Enerji Tasarrufunun Etkileri .....                             | 97  |
| 3.8.7. İsveç'te Emisyonların Etkisi.....                              | 98  |
| 3.8.8. Ekonomik Yalıtım Kalınlığı .....                               | 98  |
| 3.9. Avrupa Ülkelerinde Isı Yalıtım Kalınlıkları .....                | 99  |
| 3.10. Yunanistan'da ve İngiltere'de Güneş Enerjisi Uygulamaları ..... | 100 |
| 3.10.1. Yunanistan'da Güneş Enerjisi Çalışmaları .....                | 100 |
| 3.10.2. İngiltere'de Güneş Enerjisi Uygulamasına Bir Örnek .....      | 101 |
| 3.11. Fransa'da Havayı Kirletmeyen Otomobil Tipleri.....              | 102 |
| 3.12. Almanya'da Rüzgâr Enerjisi Kullanımı.....                       | 102 |
| SONUÇ .....                                                           | 104 |
| YARARLANILAN KAYNAKLAR .....                                          | 108 |

## GİRİŞ

Ülkeler arasında teknik ve ekonomik bakımdan sınırların her geçen gün daha aza indirgenmeye çalışıldığı günümüzde sorunlar da ortak hale gelebilmektedir. Hava kirliliği bu ortak sorunlardan sadece biri olarak göze çarpmaktadır.

Paris'te 1997 Ekim ayında hava kirliliği nedeniyle otomobillerin trafiğe çıkmaları plakalarının tek ve çift rakam olmasına göre düzenlenip, toplu taşıma araçları ücretsiz hale getirilebiliyor. Bu olay karşımıza ekonomik gelişmişlik düzeyi ne olursa olsun etkin enerji politikaları uygulanmadığı takdirde, sorunların çözülmemediğinin örneği olarak çıkmaktadır.

Aynı kirlilik İstanbul'da da hemen her kış mevsiminde görülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün ve yönetmeliklerin tespit ettiği kirlilik oranları İstanbul'da değişik yer ve tarihlerde iki üç katına kadar aşılabilmekte. Bu durum sadece çarpık kentleşme, bilinçsiz ve kirli yakıt tüketimi gibi nedenlerle de pek açıklanamamaktadır. Çünkü enerji politikalarını belirlemek gibi sorunu kaynağından çözücü önlemler yerine, tek çift plaka uygulaması ya da belli saatlerde ısınma amaçlı yakıt tüketiminin durdurulması gibi ayarlamalar sadece günü kurtarmaktadır.

Yöntem olarak, öncelikle sorunun nedenleri incelenip, bu nedenleri ortadan kaldırmaya çalışmak, daha akılcı bir tarz olarak görülebilir. Yoksa 1952 Londra'sında olduğu gibi, 4000 bini aşkın (günümüzde kirlетici kaynaklar bu tarihten kat kat fazladır) ölümle karşı karşıya kalındıktan sonra, önlemler paketi açmak hiç de çağımızın ölçülerine yakışmamaktadır.

Hava kirliliğinin nedenleri, ülkelerin tarih içinde yıllar yılı yaşadığı deneyimlerden zaten bilinmektedir. Bu bilinen nedenlerin ülkelerin kendi subjektif koşullarıyla birleştğinde ortaya çıkan problemlerin çözümü, temel hedeftir.

Hava kirliliği temelde endüstriyel, ulaşım ve ısınma amaçlı enerji tüketimlerindeki yanlış uygulamalar nedeniyle büyük kentlerde görülmektedir. Bu takdirde endüstriyel, ulaşım ve ısınma amaçlı enerji tüketimlerine standartlar getirmek ve en önemlisi bu standartlara uygun enerji üretim politikalarını belirlemek yoluyla sorun büyük ölçüde aşılabilecektir.

Ancak bu noktada bir sorun ortadan kaldırılırken, daha büyük bir sorunla karşılaşmak mümkündür. Eğer enerji politikaları temiz enerji üretmeyen kaynaklara dayanıyorsa, bir yeri ya da bölgeyi kurtarıırken başka bir bölgenin kirlenmesi mümkün olabilmektedir. Elektrik enerjisi yoluyla büyük bir şehrin havası temiz ölçülerde tutulurken, bu elektriği sağladığınız termik bir santral başka bir bölgeyi tümüyle kiretebilir. Hatta turizme engel olarak, negatif dışsallık bile yaratabilir.

Ya da ulusal enerji politikanız sağlıksızsa, ithal hammaddeler nedeniyle ürettiğiniz enerji ekonomik bağımlılığa da neden olabilir.

Bir sorun aşılrken diğer bir soruna yolaçmamak ekonomik akılcılığın da gereği olarak görülebileceğinden temiz, sağlıklı bir gelecek ve bağımsız bir ekonomi için, temiz, ulusal kaynaklı, akılcı politikalara yönelmek gerekiyor.

Üstelik Türkiye gibi, mevcut enerji kaynaklarının henüz sadece %33'ünü ancak kullanmış bir ülke için, bu çok daha mümkün görünmektedir. Geleneksel enerji kaynaklarının tükenecekleri tarihlerin tartışıldığı günümüzde, dünyanın yüksek düzeyde güneş enerjisi alan sayılı ülkelerinden olan Türkiye'nin önünde alternatif kaynaklardan yararlanma şansı da yüksek olarak ifade edilebilir.

Bu çalışma bölümler itibariyle hava kirliliğinin nedenleriyle birlikte, temiz enerji sağlama seçeneklerinin değerlendirilmesi yoluyla geliştirilebilecek karma bir enerji politikasının varlığını değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. İstanbul'da ve bütün Türkiye'de nedenleri hekesçe aşağı yukarı bilinen hava kirliliğinin çözümlerinin, yapısal yaklaşımlar içinde mümkünlüğü araştırılmaya çalışılmıştır.

Bu amaçla birinci bölümde genel kavram ve tanımlara yer verildikten sonra, ikinci bölümde İstanbul özelinde hava kirliliğinin nedenlerine değinilmiş, üçüncü bölümde sorunun giderilmesi için temiz ve alternatif enerji kaynakları türleri ile nükleer enerji toplu olarak değerlendirilerek, çeşitli ülkelerde ve Türkiye'de uygulama ve maliyet örneklerine değinilmiş, enerji tasarruf modelleri de incelenmeye çalışılmıştır.

# BİRİNCİ BÖLÜM: TEMEL KAVRAMLAR, TANIMLAR

## 1.1. Genel Bilgiler

### 1.1.1. Çevrebilim (Ekoloji) ve Ekosistem

Ekoloji terimini ilk olarak Alman biyoloji uzmanı Ernest Haeckel 1889'da, eski Yunanca oikos (evcik) logos (bilim) köklerinden türeterek kullanmıştır (KİŞLALIOĞLU, M., BERKES, F: 1990, s. 34). Canlıların kendi aralarında ve çevreleriyle ilişkilerinin bir sistem oluşturduğu düşüncesi ile İngiliz biyolog Tansley 1935'te "ekosistem" sözcüğünü ortaya atmıştır.

Bugün ekosistem, "belli bir alanda yaşayan ve birbirleriyle sürekli etkileşim içinde olan canlılar ve bunların cansız çevrelerinin oluşturduğu bütün" olarak tanımlanabilmektedir (KİŞLALIOĞLU, M., BERKES, F: 1990, s. 35). Örneğin Marmara Denizi Ekosistem olarak düşünülebilir.

### 1.1.2. Yapay Çevre

Yapay çevre, insanlığın günümüze dek uzanan toplumsal ve ekonomik gelişim süreci içinde, büyük ölçüde doğal çevreden yararlanarak ortaya çıkardığı tüm değerler ve varlıklardır.

"İnsan çevre sistemleri" olarak tanımlanabilen doğal çevre sistemleri üçe ayrılabilir.

- İşletilen Doğal Çevre Sistemleri: Parklar, ormanlar gibi alanlar.
- Üretim Çevre Sistemleri: Besin maddesi üretimi için kullanılan topraklar.
- Kentsel Çevre Sistemleri. Kent, kasaba gibi insanın çeşitli sosyo - ekonomik etkinliklerini gerçekleştirdiği alanlardır.

### 1.1.3. Çevre Sorunları

Çevre sorunları, yapay çevresini oluşturmaya çalışan insanın, doğal çevre üzerinde yarattığı tüm olumsuz etkiler ile doğal kaynakların aşırı ve yanlış kullanımı ve doğal çevrenin sağlık koşullarına uygun olmayışı nedeniyle ortaya çıkan sorunlar olarak tanımlanabilir (ERTÜRK, H: 1994, s. 34-35). Bu tanımlama insan yerleşimleriyle ilgili konut, sağlık, beslenme vb. sağlıksız yapay çevreye bağlı tüm sorunları da içermektedir. Bu tanımlama habitat (yaşanılan yer) kavramında en geniş anlamı bulmuştur.

Üretim faaliyetleri sonucu ortaya çıkan yapay maddeler, çevresel döngüler yoluyla çevre sistemde dolaşıma başladığında, DDT; radyoaktif maddeler örneklerinde olduğu gibi, canlılar çeşitli biçimlerde etkilenmektedir. Böyle bir durumda, bir çevre sisteminde, ekonomik etkinlikler nedeniyle enerji kullanımı arttıkça, yararsız enerji miktarı artmakta bu da sistem içinde düzensizlik (entropi) yaratmaktadır (ERTÜRK: 1994, s. 28). Bu tip sonuçlarla karşılaşmamak için, sadec enerji üretimini arttırmanın, kalkınmanın ya da ekonomik ilerlemenin göstergelerinden biri olmadığını fark etme gerekliliğinin yanında, kullanılan enerjinin kaynağını temiz olması ile birlikte üretim düzeyinde ve sonuçları (çıktıları) itibariyle de negatif ekonomik, sosyal, biyolojik etkiler yaratmaması gerekliliğini fark etmek ve uygulamak en rasyonel tutumdur.

Doğal çevresistemlerinde meydana gelen kirlenmeler birbiriyle ilişkilidir. Fakat bu kirlenmelerin ortaya çıkış nedenleri ve yaratıkları etkiler farklılıklar gösterebilir. Araştırma olarak, hava kirliliğini, nedenlerini ve sonuçlarını ele aldığımızdan çevre kirliliğinin hava kirlenmesi boyutunu inceleyeceğiz.

## 1.2. Hava Kirliliği

### 1.2.1. Tanım

Hava kirlenmesi, havada, belirli fiziksel şekillerde, yabancı maddelerin, insan sağlığına, ekolojik dengeye, diğer canlılara ve eşyalara zararlı olabilecek bileşim ve sürelerde bulunmasıdır.

Yabancı maddeler tanımlanırken atmosferin doğal bileşiminde bulunmayan maddelerden başka, atmosferin doğal bileşiminde olup da normal düzeylerin dışına çıkan maddeler de esas alınır. Atmosferin doğal bileşimi Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1: Atmosferin Doğal Bileşimi

| Bileşim      | Hacim %        | Konsantrasyon, ppm |
|--------------|----------------|--------------------|
| Azot         | 78.084 ± 0.004 | 780.900            |
| Oksijen      | 0.946 ± 0.00   | 209.400            |
| Argon        | 0.934 ± 0.001  | 9.300              |
| Karbondiksit | 0.033 ± 0.001  | 315                |
| Neon         |                | 18                 |
| Helyum       |                | 5.2                |
| Metan        |                | 1.5                |
| Kripton      |                | 0.5                |
| Hiridojen    |                | 0.5                |
| Ksenon       |                | 00.8               |
| Azot dioksit |                | 00.2               |
| Ozon         |                | 0.01 - 0.04        |

Kaynak: Tünay, O ve Alp, (1996): Hava Kirlenmesi Kontrolü, İTO Yayını, İstanbul s. 2.

Bunların dışında havada %1-3 oranında su buharı ve çok az miktarda kükürtdioksit, formaldehit, iyot, sodyum klorür, amonyak, karbonmonoksit, toz ve polenler bulunur. Tablo 2.1'de görüldüğü üzere metan hem bir kirleticidir, hem de havanın doğal bileşiminde yer alır.

### 1.2.2. Hava Kirliliğinin Tarihçesi

Hava kirliliği, sadece çağdaş dünyanın bir konusu olmayıp günümüzden çok önce de yer yer kendini göstermiştir. 1542 yılında A.B.D.'nin Los Angeles şehrinin olduğu yerde, sadece koşulların elverişsizliği ve Kızılderililerin yaktıkları ateşlerden kaynaklanan "hava kirlenmesi" saptanmış, 1800'lü yıllarda Londra'da gerek hava kirliliği gerekse çevre koşulları "sorun" boyutuna ulaşabilmiştir. Yani insanın ateşi keşfi ile kirlenmenin insan kaynağı devreye girmiş, kömürün keşfi, kentsel yerleşim ve sanayileşme ile birlikte hava kirliliği artarak artan bir hızda ilerleme göstermiştir. Hava kirlenmesinin yarattığı çok sayıda olay ve bu olaylara karşı

alınmış önlemler hava kirlenmesinin tarihçesini belirleyici niteliktedir. Bu olayların başlıcaları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Hava kirlenmesinde önemli olaylar

| Olay                             | Yer                     | Yıl  | Etki/Önlem                                                |
|----------------------------------|-------------------------|------|-----------------------------------------------------------|
| Kömür yakılması                  | Londra                  | 1272 | Kral I Edward kömür yakılmasını yasakladı                 |
| Artan kirlenme                   | Londra                  | 1661 | John Evelyn hava kirlenmesi ile ilgili ilk kitabı yazdı.  |
| Buharlı otomobil kirlenmesi      | A.B.D.                  | 1895 | Otomobillerden görünür duman çıkması yasaklandı           |
| SO <sub>2</sub> kirlenmesi       | Meuse vadisi<br>Belçika | 1930 | 63'den fazla ölüm ve solunum yolu göz tahrişi şikayetleri |
| SO <sub>2</sub> ve PM kirlenmesi | Donora<br>A.B.D.        | 1948 | 20'den fazla ölüm ve çok sayıda hasta                     |
| H <sub>2</sub> S kirlenmesi      | Poza Rice<br>Meksika    | 1950 | 22'den fazla ölüm<br>320 hastane vakası                   |
| SO <sub>2</sub> ve PM kirlenmesi | Londra                  | 1952 | 4000'den fazla ölüm                                       |
| SO <sub>2</sub> ve PM kirlenmesi | New York                | 1966 | 168'den fazla ölüm                                        |

Kaynak: Tünay, O ve Alp, (1996): Hava Kirlenmesi Kontrolü, İTO yayını, İstanbul, s. 3.

### 1.2.3. Hava Kirlenmesine Neden Olan Kaynaklar

Kaynak türlerine göre:

- 1 Yakıt yakılması
- 2 Endüstriyel
- 3 Ulaşım
- 4 Diğer (inşaat, yangınlar, katı atık yakımı vb) şeklinde bir sınıflandırma kullanılabilir.

### **1.2.3.1. Yakıt Yakılması**

Yakıt yakılması katı, sıvı ve gaz yakıtların her tür yakma düzeninde yakılmasını kapsar. Yakıt yakılması üç grupta toplanabilir.

- Konut amaçlı (ısınma vd) yakıt yakılması
- Elektrik santrallerinde yakıt yakılması
- Endüstride enerji ve buhar sağlamak için yakıt yakılması

### **1.2.3.2. Endüstriyel Kaynaklar**

Endüstriyel kaynaklar her tür endüstriyel faaliyetten oluşan hava kirliliğini içerir.

Endüstriyel kaynaklar şu şekilde sıralanabilir.

- Güç santralleri ve atık yakma tesisleri.
- Petrol ve petrol ürünleri sanayi.
- Kimya ve petrokimya sanayi.
- Demir ve çelik sanayi.
- Taş ve toprağa dayalı sanayiler.
- Orman ürünleri sanayi.
- Kombine ve endüstriyel atık arıtma tesisleri.
- Gıda ve hayvansal ürünler sanayi.
- Diğer sanayiler.

Endüstriyel kaynaklar kirlетici özellikleri bakımından farklılıklar göstermektedir. Bazı süreçler kirlетici özellikleri bakımından diğerlerine oranla daha önemli olabilir.

### **1.2.3.3. Ulaşım**

Ulaşım araçları kara, hava, deniz ve demiryolu trafiğine katılan tüm taşıtları kapsar. Ulaşım araçları kaynaklı hava kirlетicilerin başında motorlu araçlar gelmektedir. Hava kirlenmesinin belirlenmesinde esas alan konvansiyonel parametreler olarak tanımlanan 5 ana kirlетici parametre de (P.M, NOX SOx, CO, H.C) taşıt kaynaklı kirlетmede yer almaktadır.

#### 1.2.3.4. Diğer Kirletici Kaynaklar

Diğer kirletici kaynaklar, yakıt yakılması, endüstriyel ve ulaşım kaynaklı kirletici kaynakların dışında kalan tüm kirletici kaynaklardır. Başlıcaları:

- Çöp yakımı
- Atıksu arıtma tesisleri
- Kirlisu kütleleri
- Yangınlar
- Yanardağlar
- İnşaat ve bazı faaliyetleridir.

#### 1.3. Kirletici Parametreler

Kirleticiler havada katı, sıvı veya gaz halde bulunurlar. Gaz hali dışında bulunan kirleticiler havada aerosol halinde olup bazıları, sis, mist, duman gibi özel adlar ile anılırlar (TÜNAY, O., ALP, K: 1996., s. 11).

##### 1.3.1. Konvansiyonel Parametreler

Başlıcaları ve tanımları şu şekilde verilebilir:

- Hidrokarbonlar: Gaz halindeki organik bileşiklerin toplamıdır. Hidrokarbonların önemli bir kısmı petrol ürünleri ve yanma atıklarıdır.
- Kükürt Oksitleri: Başlıcaları  $SO_3$  ve  $SO_2$  olmak üzere altı farklı kükürtoksitin toplamı olarak ifade edilir.
- Partiküler Maddeler: Tek molekül boyutundan ( $0.0002\mu$ ) büyük,  $500\mu$ 'dan küçük katı ve sıvı taneciklerdir.
- Fotokimyasal Oksidanlar: Oluşumları atmosferdeki fotokimyasal reaksiyonlara dayanan, havanın oksitleme gücünü gösteren ve genelde ozan, peroksi bileşikleri ve radikallerin oluşturduğu oksitleyici maddelerin toplamıdır.
- Karbon Monoksit: Karbon monoksit gazıdır.

### 1.3.2. Spesifik Parametreler

Spesifik parametreler tek bir madde veya bazı durumlarda spesifik bir yapıya sahip madde grubu olarak ele alınırlar. Katı, sıvı veya gaz halinde olabilen bu parametreler, etkilerini çok düşük konsantrasyonlarda gösterebilen, önemli bir grubu kanserojen olan parametrelerdir.

Tablo 3: Spesifik Kirleticiler ve Etkileri

| Adı             | Kullanımı                                     | Etkisi                |
|-----------------|-----------------------------------------------|-----------------------|
| Asbest          | Yaygın, kullanımı sınırlandı                  | Kanserojen            |
| Kadmiyum        | Çok yaygın                                    | Memelilere kanserojen |
| Benzen          | Benzinde var, solvent                         | Kanserojen            |
| Kloroform       | Solvent, soğutma ve propellant ile birlikte   | Kanserojen şüphesi    |
| 1.4. Dioksan    | Boya, deterjan, deodorant                     | Kanserojen şüphesi    |
| 1.2. Dikloretan | Klorlu hidrojen üretimi, solvent              | Kanserojen şüphesi    |
| Nitrosaminler   | Lastik, organik kimya ve roket yakıtı üretimi | Kanserojen şüphesi    |

Kaynak: Tünay, O ve Alp, (1996): Hava Kirlenmesi Kontrolü, İTO Yayını, İstanbul, s. 13.

### 1.4. Karbondioksit ve Sera Etkisi

İnsanlığın ateşlemeli otomobilleri kullanması sonucu giderek artan petrol (konut ve işyerlerinde doğalgaz) tüketimi, elektrik üretimi için gerekli olan odun, kömür tüketimi, bunların yanması ya da havadaki oksijenle birleşmesi karbondioksit, ( $\text{CO}_2$ ), yani "sera etkisi" yapan gazı oluşturur.

"Sera Etkisi" güneş ısısının havakürede tutulması sonucu gezegenin ısınmasına yol açan kalın  $\text{CO}_2$  tabakasıdır (SMITH, D., O'M. BOCKRIS, J: 1996., s. 14).

Havaküremizdeki bazı gazlar ışık - geçirgen tavan işlemi görür. Bu "sera gazlarından" en çok bulunanı başta karbondioksit olmak üzere, metan, karbonmonoksit, hidrokarbonlar ve kloroflorakarbon'dur. (KFK). Bu gazlar ışık - geçirgen oldukları için yüksek sıcaklıktaki güneş ışınları hava küreyi aşarak yeryüzüne ulaşır. Yeryüzünden yansıyan düşük sıcaklıktaki ışınlar

(ısı) ise "sera gazları"na engellenerek yükselmez. Bunun nedeni, enerjinin CO<sub>2</sub> tarafından soğurulması ve bunun sonucu hava kürenin ve tüm gezegenin ısınmasıdır (SMITH, D., O'M. BOCKRIS, J: 1996., s. 21).

Dünyanın sıcaklığı, binlerce yıldır kullanılan odun, daha sonra kömür, petrol ve doğalgaz gibi yanma ile ortaya CO<sub>2</sub> çıkaran yakıtlar sonucu, sanayi devriminden bu yana 1/2 °C artmış bulunuyor.

Dünyanın enerji gereksiniminin karşılanması için fosil yakıt kullanımı sürdürülürse, yüzyılın sonunda hava kirliliğinin yanı sıra, gezegenin sıcaklığı ortalama 5 derece artabilir. Bu ise, hava kirliliği dışında, okyanus düzeylerinin yükselmesi, kutuplardaki buz kitlelerinin hızla erimesi, seller vb. felaketler demektir.

#### **1.4.1. Tarihsel Süreç İçerisinde Sera Gazlarının Etkileri**

1995'te atmosferdeki CO<sub>2</sub> yoğunluğu milyonda 360 parçacığa (360 ppm) ulaşmıştır. Bu durum, son 150.000 yıldır görülmekte olan tüm düzeylerin üstünde bir orandır. Fosil yakıt tüketiminin ilk başladığında görülmüş olan 280 ppm düzeyinin çok üzerindedir. 1980'li yıllarda bilim adamları, yirminci yüzyıl içinde diğer sera gazı -özellikle floroklorokarbonlar ile onların yerini alan gazlar, nitrik oksitler ve metan yayımlarında da çeşitli kaynakların neden olduğu artışlar meydana geldiğini belirlemişlerdir. Bu kimyasal maddeler ortak etkileriyle CO<sub>2</sub> 'nin ısıtma etkisini %50 oranında artıran Sera gazlarıdır. (FLAVIN, C., v.d. 1996, s. 24).

Sera gazlarındaki artışın son yüzyıl boyunca küresel ortalama sıcaklıkta görülen 0.6 derece seviyesindeki yükselmeye çakışması birçok bilim adamının, iki eğilimin birbiriyle bağlantılı oldukları sonucuna varmalarına neden olmuştur. Küresel iklim kayıtları, yüzyılımızın en sıcak 10 yılının 1980'den sonra yaşandığını göstermektedir.

Berlin Konferansı'ndan hemen önce Güney Atlantik'te görülen Rhode Island eyaleti büyüklüğündeki Antarktika buzulu, bu ısınmanın en canlı göstergelerinden biridir. (BROWN, L.R., FLAVIN, C., v.d. 1996, s. 25-27).

## 1.5. Yapay Hava Kirliliği Kaynakları ve Kirleticilerin Sınıflandırılması

Tablo 4: Yapay Hava Kirliliği Kaynakları ve Kirleticilerin Sınıflandırılması

| KAYNAK<br>TİPİ                  | KATEGORİ                                                                                                                                               | ÖRNEKLERİ                                                                                                                                | KİRLETİCİLER                                                                                                                                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I. Toz üreten işlemler          | Kırma, Ezme eleme gibi ayrıştırıcı işlemler<br><br>Yıkma işlemleri<br><br>Ögütücü işlemler                                                             | Yol yapımı ile ilgili kurumlar<br><br>Kentsel yenileme Restorasyon<br>Tahıl Depolama                                                     | Organik ve madensel (mineral) partiküller                                                                                                                         |
| II. İmalat işlemleri            | Metalurji fabrikaları<br><br>Kimyasal fabrikalar                                                                                                       | Tasfiye fırınları çelik imalathaneleri, alüminyum rafinerileri<br><br>Petrol rafinerileri, kağıt fabrikaları, gübre, çimento fabrikaları | Kurşun, arsenik, çinko, florürler ve sülfür oksitleri<br><br>Hidrojen sülfidler, sülfür oksidler, organik buharlar                                                |
| III. Yanıcı kaynaklar           | Yakıtlar<br><br>Motorlu araçlar<br><br>Atıkların yakılması                                                                                             | Isıtma birimleri enerji üretici birimler<br><br>Otomobil, otobüs, kamyon<br><br>Kentsel ve evsel çöp yakımı                              | Sülfür oksitleri CO, duman, uçucu kül, duman nitrojen oksitleri                                                                                                   |
| IV. Nükleer Enerji Faaliyetleri | Maden cevheri oluşturma<br><br>Yakıt imal etme<br><br>Nükleer ayrışma (parçalanma)<br><br>Etkisiz yakıt prosesi<br><br>Nükleer aletlerin test edilmesi | Ezme, kırma, ayrıştırma<br><br>Faz yayılımı<br><br>Nükleer reaktörler<br><br>Kimyasal ayırım<br><br>Atmosferik patlamalar                | Uranyum ve berilyum tozları<br><br>Florit<br><br>Angon-41<br><br>Iyot - 131<br><br>Radyoaktif zerrelere atmosferde dağılması (stronyum-90, sczyum 137, Karbon-14) |

Kaynak: Ertürk, H, (1994): Çevre Bilimlerine Giriş, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, s. 50.

### **1.5.1. Dünyada Enerji Kaynaklarının Durumu ve Enerji, Kirlilikle İlgili Kaynakların Sınıflandırılması**

#### **1.5.1.1. Dünyada Enerji Kaynaklarının Durumu ve Enerji ile Kaynakların Sınıflandırılması**

1970'li yıllarda dünyada enerji tüketiminin durumu Çizelge 1'de görüldüğü şekilde biçimlenmişti:

Çizelge 1: Dünya Enerji Tüketiminin Durumu

|                    |      |                         |
|--------------------|------|-------------------------|
| Kömür              | % 35 | (Dünya tüketimi içinde) |
| Petrol             | %41  | (Dünya tüketimi içinde) |
| Su kuvveti         | % 4  | (Dünya tüketimi içinde) |
| Doğalgaz           | %19  | (Dünya tüketimi içinde) |
| Nükleer Santraller | % 1  | (Dünya tüketimi içinde) |

Kaynak: Keleş, R ve Hun, (1997) İnsan Çevre ve Toplum, İmge Kitabevi Yayını, Ankara, s. 51

Sınıflandırmadan da anlaşıldığı gibi asıl çevre kirleticiler, yani petrol ve kömür, kullanımda ağırlığı oluşturmaktadır.

Bu yüzden, alternatif enerji, çevre düzenini rahatsız etmeyen kaynakları temel olarak kullandığından, günümüzde aktüelleşmiş ve çalışmalarda bu yöne ağırlık verilmiştir. Çalışmalar hızlandırılarak devam etmektedir.

Doğada enerji sorunu son derece rasyonel bir biçime düzenlenmiş haldedir.

Farklı ekosistemler içinde organik bitki prodüksiyonları, tabii birer enerji üretici olarak klorofil yardımıyla güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürmek suretiyle, diğer üst seviyelerdeki organizmaların enerji temelini yapılandırmaktadırlar. Farklı bir anlatımla enerji üretenden (birincil - prodüksiyon bitkiler) tüketene doğru bir taşınma prosesi içindedir. Buradaki enerji taşınması termodinamiğin yasaları uyarınca oluşmaktadır. Birincisinde, enerjinin transformasyonu (dönüşümü) ancak kaybolmayışı; diğerinde ise bir kısmının azalarak ısı enerjisine dönüştüğü açıklanabilir.

Anlatılan süreçler, ekosistem içinde bağlı bir kısım kimyasal enerjinin ısı enerjisine dönüştüğünü göstermektedir. (Yaklaşık olarak Güneş enerjisinin %2'si).

Solar konstant denilen güneşten gelen enerji, atmosfer dışında 1,9 cal/cm<sup>2</sup>/dakika iken, yeryüzünün yüzeyinde aşağı yukarı yarılanarak 0.9 cal/cm<sup>2</sup>/dakika (700 W/m<sup>2</sup>) olarak hesaplanmaktadır. Ortalama olarak Güneş ışınlarının %32'si; özellikle geceleri yeryüzünden uzaya yansımaktadır. Buna Kısa Dalga Enerji (Albedo) ismi verilmektedir. Bir diğer kısmı Uzun Dalga Enerji/Isı Enerjisi şeklinde uzaya sızmaktadır.

Güneşten gelmekte olan ışın enerjinin Albedo'ya bölünmesi sonucu, kullanılan ve değişen enerji meydana gelmektedir.

Yenilenmeyen kaynakların başlıcalarını meydana getiren kömür ve petrol gibi fosil bileşikler yakın gelecekte tükenecektir. Bilhassa Arap Yarımadası'yla, Venezuela'daki Maracabio Körfezi'nden çıkarılmakta olan petrolün 2100'lü yıllarda rezerv olarak sıfırlanacağı bilim adamlarınca hesaplanmıştır.

- Günümüz için Alternatif Enerji Sistemleri içinde başta gelen güç, SU gücüdür. Çevre kirletici unsurlar taşımamaları bakımından hidroelektrik santraller, jeomorfolojik yapısı uygun ve su potansiyeli yüksek bölgelerde başarıyla çalıştırılmaktadır. Birkaç insan kuşağını ihtiva eden bir zaman birimi için su sistemleri yüksek prodüktiviteli enerji potansiyeli meydana getirmektedir.

- HAVA akımları ve kütleleri Kanada, Fransa, Avustralya gibi açık denizlere geniş kıyıları mevcut olan ülkelerde, rüzgar değirmenleriyle yerel elektrik üretiminde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Türkiye'nin Karadeniz'e açık kıyı şeridinde, yıldız ve poyraz rüzgarlarıyla bu rüzgar santrallerinin yerel olarak elektrik üretmesi kesinlikle mümkün görünmektedir.

- GEOTERMİK enerji, yeraltı sıcak su kaynakları günümüzde kaplıca ve hamam gibi turistik amaçların dışında İzlanda, Yeni Zelanda gibi birçok ülkede merkezi ısıtma sistemlerinde başarıyla kullanılan bir enerji kaynağıdır. Türkiye'de, Aydın yöresinde bulunan yeni yeraltı sıcak su rezervlerinin bu gaye ile kullanımı için yeni projeler geliştirilmektedir.

- GÜNEŞ enerjisi, önümüzdeki yüzyılın sonunda ana enerji birimi olmaya adaydır. Bu zaman biriminde, yerleşim bölgelerinde harcanacak enerjinin %60'ı bu enerji sisteminden karşılanacaktır.

- DOĞALGAZ, gerçekte, yenilenemeyen kaynaklardan olmasına rağmen, petrole göre, rezervleri çok daha büyüktür. Günümüzde, özellikle Doğu Bloku ülkelerinde örneğin Rusya'da büyük kentlerdeki toplu yerleşim komplekslerinde, (Mikro Soyuz denilen ünitelerde 40.000 kişinin yaşayabilmesi mümkündür.) Doğal Gaz merkezi ısıtmada başarıyla kullanılmaktadır. Kömüre göre çok daha az kirletici olması nedeniyle kullanım alanı hızla artmaktadır.

- BİOGAZ'da yakıt olarak hayvan ve/veya insan dışkısı kullanılmaktadır. Özellikle çorak bölgelerde yaşayan Asya toplumlarında, nüfusu 1,2 milyarı geçen kıta Çin'inde ve steplerde başta gelen enerji kaynağının örneğini meydana getirmektedir.

- DALGA enerjisi, iki değişik modelle yapılandırılmış olup, birincisinde dalgaların aşağı / yukarı hareketiyle araya yerleştirilen türbinler aracılığıyla enerji üretilmektedir. İkinci modelde, okyanuslarda kıyıya vuran dev dalgaların önüne yerleştirilen esnek mercekler yoluyla bu enerji gücü elde edilmektedir.

#### **1.5.1.2. Kirlilikle İlgili Kaynakların Sınıflandırılması**

Doğadaki tüm canlılar Biosfer denilen büyük bir ekosistem içinde yaşamaktadır. Bu kompleksin yeryüzeyinden yukarı doğru ilk 10 km'lik kısmı olan Troposfer'de asıl hava kirliliğinin oluşması ve gelişmesi görülmekte; ikinci bölümü oluşturan, 10 ile 50'nci km. Stratosfer'de ise ilk kısmın tepkileri, ozon tabakasının rahatsızlığı sonucunda değişen kozmik ışın alış-veriş dengesizliği, ısınma ve soğuma meydana gelmektedir.

Kirletici gazlar havada süratle yayılabilmekte ve etkinliklerini uzun süre sürdürebilmektedirler. Bu gazlar Atmosferi kirletmelerinin yanı sıra, yağmurla toprağa inmekte, organik yapıyı tahrip etmekte, sulara bulaşarak doğal dengenin bozulmasına yol açmaktadırlar.

Kirliliğin çıkış kaynaklarını şöyle sıralayabiliriz:

Termik Santraller: NOX bileşikleri, SO<sub>2</sub> ve duman

Vasıta Trafiği: CO, NOX (Nirojenoksitler), hidrokarbonlar, SO<sub>2</sub>, aldehitler, Pb (Kurşun)

Kimya Endüstrisi: SO<sub>2</sub>, NOX bileşikleri, floridler (fosfat prodüksiyonu / metal işleme, alüminyum fabrikaları, çelik endüstrisi vb.) Petrokimya ve petrol rafinerisinden çıkan HS<sub>2</sub> (hidrojen sülfid) ve SO<sub>2</sub>, hidrokarbonlar.

Metalurji Endüstrisi: HF (hidrojen florid), alüminyum endüstrisinden, toz (kokun kurutulması).

### Önemli Kirleticiler

CO<sub>2</sub> / Karbondioksit: Özellikle troposferde değişikliğe yol açmakta ve oranının artması sonucu ısı yükselmektedir. Buna bağlı olarak SERA etkisi doğmaktadır. Günümüzde havada CO<sub>2</sub> konsantrasyonu 320 ppm'dir. (Part, per milyon). Yıllık artış hava kirliliğine bağlı olarak %0.2'dir. 2000 yılında 375 ppm. olacağı hesaplanmaktadır. Bu ise 0.5 derecelik bir ısı yükselmesine karşılık gelmektedir. 1 derecelik artışın kutuplardaki buzları eritmeye başlatacağı gerçeği bilinirken 0.5 derecelik yükselmenin bile son derece riskli olduğu gözden kaçırılmamalıdır.

CO<sub>2</sub> oranının artması, geceleri dünyadan uzaya yansıyan uzun dalga termik ışınların hapsedilmesine, böylelikle troposferin ısınmasına neden olmaktadır. Stratosfer ise bu durumda soğuk kalmakta ve denge durumu bozulmaktadır. CO<sub>2</sub>, fosil yakıtlardan yılda 10<sup>10</sup> ton atmosfere atılmaktadır.

- Kükürt Bileşikleri: Hava kirliliğinde en önemli kısmı meydana getirirler. Özellikle termik santrallerde, fosil yakıt kullanımında çevreyi adeta yakan bir etki gösterirler. Hidrojensülfidın oksidasyonu sonucu SO<sub>2</sub>'ye dönüşerek havada yeniden okside olarak, su ile birleşip H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 'e (sülfirikaside) çevrilmektedir. 1952 yılının Aralık ayının 1'i ile 15'i arasında Londra'da 55-70 yaş gurubu içinde 4000 kişi SO<sub>2</sub> yüzünden ölmüştür. (Londonsmog) (HUN, E., KELEŞ R., v.d.: 1997, s. 57). NO<sub>2</sub> (Nitrit) oranının da yüksek olması süreci hızlandırmıştır. Bu gazlar havada yüksek oranda tozla birlikte bulundukları zaman nefes ve kalp sistemini bloke edebilmektedir. (250 - 300 mg/m<sup>3</sup>) İngiltere'nin kömür havzalarına yakın inşa edilmiş termik santrallerden çıkan SO<sub>2</sub> gazı, havada yağmur bulutları ile birleşip Atlantik ve İskandinavya sahillerine ulaşmakta ve orada asit yağmuru şeklinde yüzeye düşerek ekini tahrip etmektedirler.

Dünya Sağlık Teşkilatı'nın SO<sub>2</sub> için kabul ettiği maksimum değer 50 mg/m<sup>3</sup> iken Türkiye'de bazı satrallerimizdeki 150 mg/m<sup>3</sup> değerleri normal sayılmaktadır.

Çare olarak yüksek baca yapımı önerilmekte ise de, bu da yetersizdir; çünkü kirli gaz yüklü yağmur bulutlarının bazıları (Cumulonimbus gibi) 4000 km'ye ulaşabilmektedir. (HUN, E., KELEŞ, R: 1997, s. 58)

- CO/Karbonmonoksit: Kandaki hemoglobine bağlanarak, oksijeni nefes sistemine zararlı olmaktadır. CO<sub>2</sub>, oksijen azlığında monoksit döneşmektedir. Normal olmayan kapalı yanma sistemlerinde meydana gelmektedir.

- Nitrojenoksitler (NOX): NO, NO<sub>2</sub> ve NO<sub>3</sub> gibi, çatlama, yanma gibi durumlarda meydana gelen bu bileşikler direkt nefes sistemine etki ederek toplu ölümlere neden olmaktadır. Nitrojenmonoksit ozonu tahrip eden gazların başında yer alır. Yapay gübrelemede (azot) nitrat oluşmaktadır. Nükleer patlamalarda da aynı durum meydana gelmektedir. Endüstri atıkları, egsoz gazları yüksek oranda NOX içerir. Nitrit (NO<sub>2</sub>) çok zehirli olup yanma gazlarından meydana gelmektedir. Buna Fotokimyasal duman denmektedir.

- Freon Gazları (Kloro-Fluorometan): Saç spreyleri, deodorantlar ve diğer insektizidler gibi tüplerdeki itici güç gazlarla sağlanmaktadır. Fakat serbest kaldığı zaman ozon moleküllerini çözümlemekte ve negatif olarak etkilemektedirler.

- Hidrokarbonlar (CX HX): Egsozlardan çıkan bu gazlar öldürücü olup içlerinde şiddetli kanserojen partiküller mevcuttur. Bunların içinde de %0.6 oranında hidrokarbonlar bulunmaktadır. Benzopiren, etilen, butan, asetilen, propantoluen gibi). Dizel motorlarda ise hidrokarbonlar bulunmamakta, CO ve kurşun azalmakta sadece nitrojen, kükürt ve partikül oranı benzine oranla artmaktadır.

- Nükleer Enerji Atıkları: Uranyum çekideğinin aktivitesi ile verim sağlanmakta, atık olarak yüksek radyasyon yayan Plutonium veya Strontium, Cesium ve İyot radyoaktif izotoplarını kullanmaktadır. Reaktörde füzyon kaçağı ayrı bir tehlikedir. Gelişmekte olan ülkelerde kurulması son derece

risklidir. Çevreyi tahrip edici unsurların yanında, uzun vadeli biyolojik değişim ve mutasyonlara da neden olabilmektedir. (KELEŞ, R: 1997, s. 59).

- Petrocidler, İnsekticid ve Herbicidler: Kimyasal, tarımsal mücadele yerine biyolojik mücadele ve yapay gübrelere karşı da, türlü organik atıkların belli süreçlerden sonra gübre veya kompost'a dönüştürülerek tarım alanlarının faydalanmasına sunmak ve böylece uzun dönemde pestisidlerle tahrip olan toprak yapısını dengelemek, azot fikrasyonunu sağlayan bakterilerin çoğalmasını gerçekleştirmek imkân dahilindedir. (KELEŞ, R: 1997, s 50-64).

## **1.6. Türkiye'de ve Dünyada Karbon Emisyonunda Gelişmeler**

### **1.6.1. Türkiye'de Karbon Emisyonundaki Gelişmeler**

Ülkemizde 1990 yılı itibariyle yakıtlardan kaynaklanan karbon emisyon miktarı 54 milyon ton civarındadır. Ülke alanında kilometrekare başına düşen karbon emisyon miktarı 70 ton iken, kişi başına değer 962 kilogram dolayındadır.

Toplam karbon emisyonu olası paylar yaklaşımı içinde 2000 yılında 83-93 ve 2010 yılında 128 - 166 ton düzeyine yükselmektedir. Tasarruflu duyarlık yaklaşımı içinde karbon emisyonu yüzde 14 ile yüzde 16 arası oranlarda daha düşük değerlerde gerçekleşmekte ve 200 yılınıda 77-86 ve 2010 yılında 110 - 140 milyon tona ulaşmaktadır.

Düşük ekonomik büyüme, tasarruflu duyarlık ve temiz kaynak kullanımı varsayımlarıyla dahi karbon emisyonu yirmi yıl içinde iki katına ulaşmaktadır.

Bu değerler çerçevesinde Türkiye'nin uzun dönemde dahi karbon emisyonlarına sınır koyabilmesi ve bu doğrultuda uluslararası taahhütlere girebilmesi mümkün görülmemektedir.

Tablo 5: Türkiye'de Karbon Emisyon Miktar ve Oranlarında Gelişmeler

|                                     | 1990 | 2000  |       |       | 2010  |       |       |
|-------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                     |      | Düşük | Norm. | Yüks. | Düşük | Norm. | Yüks. |
| <b>Emisyon Miktarı</b>              |      |       |       |       |       |       |       |
| Olası Paylar (Milyon ton)           | 54.2 | 83.4  | 88.2  | 92.7  | 128.2 | 145.9 | 165.7 |
| Tasarruflu                          | 54.2 | 77.5  | 81.6  | 85.8  | 109.5 | 123.1 | 139.4 |
| <b>Alan Başına Emisyon Mik.</b>     |      |       |       |       |       |       |       |
| Olası Paylar (Ton/Km <sup>2</sup> ) | 70   | 107   | 113   | 119   | 164   | 187   | 212   |
| Tasarruflu                          | 70   | 99.   | 105   | 110   | 140   | 158   | 179   |
| <b>Kişi Başına Emisyon Mik.</b>     |      |       |       |       |       |       |       |
| Olası Paylar (Kg/Kişi)              | 962  | 1202  | 1271  | 1336  | 1543  | 1755  | 1994  |
| Tasarruflu                          | 962  | 1117  | 1176  | 1236  | 1318  | 1482  | 1677  |

Kaynak: TÜSİAD (1994): Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış Arz Talep ve Politikalar, TÜSİAD yayını.

### 1.6.2. Dünyada Karbon Emisyonundaki Gelişmeler

Alan başına emisyon miktarı dünyada 44, OECD ülkelerinde 69 ve OECD'ye üye Avrupa ülkelerinde 235 ton/km<sup>2</sup>'dir. Kişi başına karbon emisyonu ise dünyada 1170 kg. iken, OECD ülkelerinde 3310 ve OECD'ye üye Avrupa ülkelerinde 2240 kg. gibi çok yüksek değerlerdedir.

Kişi başına karbon emisyonu A.B.D.'de 5.7 ton, Almanya, Hollanda ve Rusya'da 3.5 ton, Japonya, İngiltere ve Polonya'da 2.5 ton ve İtalya, Fransa ve İsveç'te 1.9 ton düzeyinde bulunmaktadır.

Ülkemizde kişi başına karbon emisyonu, 2010 yılında bile, OECD ülkeleri ortalamasının ancak yarısına, OECD'ye üye Avrupa ülkeleri ortalamalarının üçte ikisi düzeyine yaklaşmaktadır.

Tablo 6: Dünyada Karbon Emisyon Miktar ve Oranlarında Gelişmeler

|                                    | 1990 | 2000 | 2010 |
|------------------------------------|------|------|------|
| <b>Emisyon Miktarı</b>             |      |      |      |
| TÜRKİYE                            | 54   | 88   | 146  |
| OECD (Milyon/Ton)                  | 2831 | 3217 | 3616 |
| OECD - AVRUPA                      | 972  | 1089 | 1206 |
| DÜNYA                              | 5877 | 6829 | 8606 |
| <b>Alan Başına Emisyon Miktarı</b> |      |      |      |
| TÜRKİYE                            | 70   | 113  | 187  |
| OECD (Ton/Km <sup>2</sup> )        | 69   | 79   | 89   |
| OECD - AVRUPA                      | 235  | 263  | 291  |
| DÜNYA                              | 44   | 51   | 64   |
| <b>Kişi Başına Emisyon Miktarı</b> |      |      |      |
| TÜRKİYE                            | 962  | 1271 | 1755 |
| OECD (Kg-Kişi)                     | 3310 | 3605 | 3911 |
| OECD - AVRUPA                      | 2240 | 2438 | 2633 |
| DÜNYA                              | 1173 | 1167 | 1282 |

Kaynak: TÜSİAD (1994): Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış Arz Talep ve Politikalar, TÜSİAD yayını.

## 1.7. ABD ve Türkiye'de Çevre İle İlgili Ölçüt ve Standartların Karşılaştırılması

Çeşitlenen, yoğunlaşan ve giderek artan çevresel bozulma ve kirlenmelere önlemler almak durumunda olan yönetim otoriteleri öncelikle mevcut kaliteyi ölçerek belirlemek, ölçülen yoğunluğun insan ekositemi ve tüm ekosistemler üzerindeki etkilerini saptamak ve zararlı etkilerin eşik değerlerin üstüne çıkmamasını sağlamak durumuyla karşıkarşıyadırlar. Bu açıdan bakıldığında, çevresel yönetimin en önemli işlevi mevcut parametrik değerlerin ölçülmesi ve ekosistemleri koruyacak maksimum emisyon değerlerinin belirlenmesidir. Yani bu işlev çevresel standartların oluşturulması olarak tanımlanabilir. Bu amacın sağlanabilmesi için çevre yönetiminden sorumlu kuruluşların maksimum değerleri saptaması ve saptanan değerleri aşan kirlenici kişi ve kuruluşlara gerekli müeyyideleri uygulaması bir gerekliliktir.

Çevre standartlarının insan sağlığı ile yakın ilgi içinde olması kamu sağlığını koruma amaçlı çeşitli düzenlemelerin yapılmasına neden olmuştur.

ABD ve Türkiye'deki gelişmeler arasında ilginç benzerlikler çevre standartları açısından görülmektedir.

ABD'de hava kirlenmesi ile ilgili ilk kanuni düzenleme 1955 yılındaki Hava Kirliliği Kontrol Araştırma ve Teknik Yardım Kanunu ve 1963 Temiz

Hava Kanunu'dur. 1963 Kanunu yerel belediyelere ve eyaletlere hava kirliliğini önlemek amacıyla yapacakları çalışmalar için Federal Hükümet bütçesinden bağış yapılması imkânını sağlamış, eyaletler arası kirlenmelerinin önlenmesi bakımından Federal Hükümete ruhsat verme yetkisi vermiş ve özellikle motorlu araçlardan ve ısınma kaynaklı SO<sub>2</sub> emisyonlarının araştırılması için bir Federal araştırma ve geliştirme programı başlatmıştır. 1963 yasası çeşitli yıllarda geliştirilerek değiştirilmiştir. Çalışanların kirliliklere karşı korunması amacıyla çıkarılan ilk yasa 1936 Walsh - Healey Yasası'dır.

Türkiye'deki yasal gelişim ABD'dekine benzer bir seyir göstermiştir. 1930 yılında çıkarılan Umumi Hıfzıssıhha Kanunu ve buna bağlı olarak çıkarılan tüzük ile aynı yılda çıkarılan Belediye kanunu bu alandaki ilk genel düzenlemeleri meydana getirmiştir. 1982 tarihli Atom Enerjisi Kurumu Kanunu, 1980 tarihli Çevre Kanunu, 1984 tarihli Büyük Şehir Belediyeleri Yönetimi Hakkında Kanun 1989 tarihli Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı Kurulması Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, 1991 tarihli Çevre Bakanlığı'nın Kuruluşu ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname bu alandaki çeşitli düzenlemeleri oluşturmaktadır.

Bu yasalara dayalı olarak çıkarılan Hava Kalitesini Koruma Yönetmeliği çevresel standartlar açısından yürürlükte bulunan bir diğer yasal düzenlemeyi oluşturmaktadır.

Her iki ülkede de düzenlemeler ilkin, insan ve kamu sağlığını koruyucu bazı önlemlerin düzenlenmesi şeklinde başlamış, giderek spesifik çevre sorunlarının düzenlenmelerine doğru bir gelişim süreci izlemiştir.

Standartların belirlenmesi uzun ve yoğun çalışmalar gerektiren zor bir süreç kapsamaktadır. Standartlara bağlanması gereken maddelerin hangileri olduğu, neden standartlarla denetim altına alınmaları gerektiği, hangi miktarların aşılması sonucu tehlikenin başgöstereceği, ölçme ve analiz yöntemlerinin belirlenmesi, düzenlemeleın ekonomik etkilerinin ve sonuçlarının ne şekilde gerçekleşeceği ve düzenlemelerle ilgili yarar/maliyet çözümlerlerinin üreteceği sonuçların neler olduğu gibi pek çok ölçüt standartlaştırma süreci ile ilgili olarak temel ölçütlerdir. (YAŞAMIŞ, F.Y., 1995, s. 141-145)

# İKİNCİ BÖLÜM: İSTANBUL ÖRNEĞİNDE TÜRKİYE'DE HAVA KİRLİLİĞİ

## 2.1. İstanbul'da Havayı Kirleten Kaynaklar

### 2.1.1. Yakıt Yakılması

İstanbul'da yakılan yakıtların kesin miktar ve dağılımı bilinmemekle birlikte bu konuda yapılan tahminlerin seviye olarak doğru olduğu kabul edilebilir. Tablo 7'de İstanbul'da 1988 yılı için tahmin edilen yakıt tüketimleri verilmiştir (AYDIN, A: 1990., s. 14-16).

Tablo 7: İstanbul İli Yakıt Tüketimi ton/yıl

| Kömür     | Fuel-oil  | Benzin + Motorin |
|-----------|-----------|------------------|
| 6.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000        |

Kaynak: Aydın, A. (1990): "İstanbul'da Pilot Bölgelerde Hava Kirliliği Çalışmaları ve Kirlilik Azaltma Önerileri, İstanbul'un Çevre Sorunları ve Çözümleri Sempozyumu, T.Ç.K.Y.K yayını, İstanbul.

Bir tahmin kömürlerin %94'ünün Ağaçlı kömürü olduğu şeklindedir. Bu kömürlerin kükürt içeriği %1.5-3.5 ve ortalama %2 kabul edilmektedir. 1988 yılında Türkiye geneli için yakıt tüketimi Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8: Türkiye'de yakıt tüketimi (1000 ton/yıl)

| Kömür (Linyit) | Fuel-oil | Benzin - Gazolin - Motorin |
|----------------|----------|----------------------------|
| 35.000         | 6172     | 9163                       |

Kaynak: Ekinci, E, ve Okutan, 1990): Türkiye'de Tehlikeli Boyutlara Ulaşan Hava Kirliliği ve Yakıtlar, İstanbul'un Çevre Sorunları ve Çözümleri Sempozyumu, T.Ç.K.Y.K yayını, İstanbul.

TABLO 9: Yakıt Emisyonu Hesabı

| CO               |                |        |                       | HC          |      |        |           | NO <sub>x</sub> |      |         |           |
|------------------|----------------|--------|-----------------------|-------------|------|--------|-----------|-----------------|------|---------|-----------|
| Evsel Evse       |                |        |                       | Evsel Evsel |      |        |           | Evsel Evsel     |      |         |           |
| EFF <sup>1</sup> | M <sup>2</sup> | kg/gün | End. End.             | EF          | M    | kg/gün | End. End. | EF              | M    | kg/gün  | End. End. |
| Linyit           | 45             | 25000  | 1125000               | -           | -    | -      | -         | -               | -    | -       | -         |
| Linyit           | 30             | 25000  | (750000) <sup>4</sup> | -           | -    | -      | -         | -               | -    | -       | -         |
| Kok              | 30             | 2500   | 75000                 | 15          | 1667 | 25000  | 1.25      | 1167            | 2080 | 3750    | 1.5       |
| Odun             | 15             | 2500   | 37500                 | -           | -    | -      | -         | -               | -    | -       | -         |
| Fuel             | 0.66           | 1500   | 990                   | 0.66        | 4000 | 2640   | 1.5       | 4000            | 6000 | 11700   | 7.8       |
|                  |                |        | 1238490               |             |      | 27640  |           |                 |      | 65450   |           |
|                  |                |        | (863490)              |             |      |        |           |                 |      | (65450) |           |

Kaynak: Tünay, o, v.d. (1990): Hava Kirlenmesinin Değerlendirilmesi, Tofaş ototicaret A.Ş. - Başak Ticaret ve Danışmanlık Yayını, İstanbul II. cilt.

EF<sup>1</sup> : Emisyon faktörü, kg/ton yakıt

M<sup>2</sup> : Tüketilen yakıt miktarı, ton/gün

End<sup>3</sup> : Endüstri

( )<sup>4</sup> : Linyit kömürü yakılmasında karbonmonoksit için 30 kg/ton emisyon faktörü alınması durumunu temsil etmektedir.

Benzin ve motorin esas olarak taşıtlarda kullanılmaktadır. Tablo 7 ve 8 karşılaştırıldığında, İstanbul'da, Türkiye'de yakılan kömürün 6'da biri ve fuel oilinde 6'da biri yakılmaktadır. Bu değerlere uygun olarak İstanbul için yapılan diğer bir yakıt miktarı ve bunun dağılımı ile ilgili tahmin aşağıda verilmiştir.

Maden ve kok kömürü yıllık tüketimi 1.000.000 ton. Bu miktarın evlerde ve endüstride yarı yarıya tüketildiği kabul edilmiştir.

Linyit kömürü tüketiminin yılda 5.000.000 ton olduğu bunun esas olarak evlerde tüketildiği kabul edilmiştir. Fuel oil kullanımının yılda 1.500.000 ton olduğu bunun %80'inin endüstride kullanıldığı kabul edilmiştir.

Yakıt yakılmasında emisyonlar, yakıtın yakıldığı düzene bağlıdır. Evsel ve endüstriyel yakma halinde bu düzenler arasında belirli bir fark söz konusudur. Diğer taraftan her grubun kendi içindeki dağılımları ihmal edilip, her ikisi için de ortalama değerler kabul edilebilir. Bu ortalama değerlerin literatürden alınması ve yukarıda verilen yakıt kullanımları esas alınarak yapılan bir hesap Tablo 9'da verilmiştir. Tablo'da yakıt yakılmasının evlerde yılda 200 gün, endüstride yılda 300 gün olduğu kabul edilmiş ve her iki kaynağın birlikte emisyon yaptığı kış ayları için günlük bazda emisyonlar konvansiyonel parametreler için hesaplanmıştır.

Tablo 9'da elde edilen değerlerin incelenmesiyle karbon monoksit emisyonunun linyit yakılması için en küçük emisyon faktörleri kullanılması halinde evsel kaynakların toplam emisyonun %97'sini oluşturduğu, bu değer hidrokarbonları ve azot oksitlerde sırasıyla %97 ve %66 olduğu görülür. Sadece linyit yakılması karbon monoksit emisyonları toplamının %85'ine yakın emisyonu açmaktadır.

Tablo 10: İlçelerdeki Endüstri Tesislerinin Sektörel Bazda Dağılımı

| İlçeler Sektörleri | Bakırköy              | Beşiktaş           | Beykoz             | Beyoğlu             | Çatalca           | Eminönü             | Eyüp                 | Fatih              | G.O.Pa.             | Kadıköy            | Kartal                | Sarıyer            | Silivri          | Şişli                 | Üsküdar             | Yalova            | Z.Burnu               |
|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|
| Kimya              | 160<br>7950<br>76     | 34<br>2120<br>31.1 | 4<br>106<br>0.4    | 94<br>1965<br>20.0  | 5<br>130<br>-     | 124<br>2220<br>18.6 | 148<br>3210<br>18.7  | 32<br>1090<br>5.25 | 38<br>703<br>3.2    | 17<br>410<br>4.8   | 102<br>4840<br>32.7   | 8<br>210<br>2.5    | -                | 223<br>10210<br>111.7 | 21<br>545<br>18.7   | 3<br>1050<br>51.0 | 103<br>4460<br>59.6   |
| Taş ve Top.        | 21<br>1035<br>58      | 7<br>485<br>1.5    | 3<br>3320<br>19.3  | 19<br>1035<br>8.6   | 1<br>600<br>-     | 12<br>228<br>0.7    | 16<br>890<br>5.7     | 3<br>37<br>0.06    | 9<br>220<br>1.0     | 6<br>128<br>0.5    | 27<br>3620<br>42.5    | 4<br>70<br>0.27    | -                | 23<br>1050<br>4.5     | 6<br>158<br>-       | -                 | 8<br>2300<br>29.9     |
| Metal              | 56<br>2600<br>26      | 4<br>107<br>1.0    | -<br>-<br>-        | 43195<br>5<br>21.1  | 3<br>87<br>0.13   | 7<br>200<br>1.1     | 69<br>2310<br>-      | 2<br>52<br>0.15    | 21<br>500<br>23     | 11<br>480<br>9.6   | 49<br>3340<br>32.4    | 1<br>12<br>-       | -                | 35<br>3650<br>40.7    | 91<br>390<br>5.2    | -                 | 29<br>850<br>6.4      |
| Metal Eşya         | 254<br>12.700<br>81.6 | 36<br>1220<br>10   | 5<br>62<br>0.2     | 316<br>7830<br>48.9 | 5<br>1245<br>29.5 | 73<br>1450<br>8.2   | 299<br>14330<br>86.6 | 33<br>640<br>2.8   | 102<br>3635<br>14.9 | 57<br>4070<br>24.5 | 244<br>16235<br>161.7 | 25<br>1485<br>11.5 | 2<br>324<br>1.8  | 277<br>11220<br>106.3 | 51<br>7710<br>127.3 | 1<br>12<br>-      | 160<br>11535<br>61.5  |
| Gıda-İçki          | 39<br>5250<br>82.3    | 6<br>275<br>2.7    | -<br>-<br>-        | 39<br>1790<br>14.0  | 6<br>350<br>21.1  | 19<br>560<br>2.3    | 26<br>4180<br>57.0   | 7<br>410<br>2.0    | 5<br>155<br>1.0     | 8<br>395<br>2.0    | 23<br>120<br>6.4      | 5<br>465<br>4.6    | 7<br>235<br>1.85 | 39<br>2800<br>40.3    | 6<br>420<br>3.1     | 1<br>6<br>-       | 4<br>960<br>9.1       |
| Dokuma             | 223<br>30000<br>200   | 16<br>450<br>3.2   | 4<br>18.0<br>8.4   | 89<br>3380<br>14.6  | 4<br>770<br>54    | 214<br>6740<br>35.8 | 129<br>11000<br>61.2 | 43<br>1510<br>5.5  | 55<br>2990<br>14.0  | 34<br>2435<br>9.0  | 25<br>1855<br>6.6     | 7<br>480<br>3.0    | 2<br>350<br>1.3  | 298<br>14670<br>77.7  | 17<br>635<br>4.0    | 4<br>2930<br>24.0 | 296<br>23200<br>143.3 |
| K.Ürünleri         | 60<br>2270<br>17.7    | 7<br>310<br>1.85   | -<br>-<br>-        | 28<br>617<br>3.1    | 5<br>28.5<br>0.9  | 68<br>4550<br>45.7  | 98<br>425<br>2.6     | 11<br>205<br>0.96  | 4<br>70<br>0.4      | 5<br>180<br>1.3    | 17<br>566<br>6.9      | 6<br>200<br>1.5    | -                | 27<br>1435<br>9.9     | -                   | -                 | 30<br>3840<br>15.1    |
| Orman Ür.          | 18<br>620<br>19       | 3<br>40<br>0.03    | 3<br>36<br>20.1    | 12<br>385<br>1.9    | 3<br>100<br>0.7   | 8<br>190<br>0.8     | 15<br>385<br>2.3     | 3<br>42<br>0.1     | 5<br>99<br>0.3      | 7<br>270<br>1.0    | 19<br>790<br>3.8      | 1<br>50<br>-       | -                | 32<br>764<br>3.0      | 6<br>72<br>0.2      | 1<br>54<br>-      | 5<br>110<br>0.2       |
| Diğer              | 13<br>790<br>4.1      | 1<br>10            | 19<br>5360<br>28.4 | 7<br>307<br>1.5     | -<br>-            | 0<br>420<br>1.0     | 8<br>410<br>1.2      | 2<br>40<br>0.06    | 4<br>63<br>0.1      | -<br>-             | 7<br>722<br>6.8       | 25<br>1465<br>11.5 | -                | 20<br>920<br>4.3      | -                   | -                 | 2<br>184<br>0.75      |

Kaynak: Alp, K, (1990): Endüstride Hava Kirliliği ve Yakıtlar, "TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası" İstanbul Şubesi Yayını.

### 2.1.2. Endüstriyel Kaynaklar

İstanbul'da endüstriyel kaynakların hava kirlenmesi açısından değerlendirilmesi eldeki veriler ile mümkün görülmemektedir. Böyle bir değerlendirme için mutlaka bir sistematik yaklaşım ve ayrıntılı çalışmalar gerekmektedir. Bu nedenle endüstriyel kaynaklarla ilgili ancak bir genel durum değerlendirmesi yapılabilir. Bu amaçla endüstri sektörlerinin ilçe bazında dağılımından yararlanılabilir. Tablo 10'da endüstrilerin sektörel olarak ilçelerarası dağılımı verilmiştir (ALP, K: 1990., s. 61-69). Tabloda ilk satırlar işyeri, ikinci satırlar işçi, üçüncü satırlaryaratılan katma değer miktarı milyar TL olarak göstermektedir. Tablo'nun incelenmesi ile Şişli, Bakırköy, Kartal ve Zeytinburnu kirlenme açısından başta gelen bölgeler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Endüstriyel kaynaklı hava kirlenmesi, konvasiyonel kirletici parametreler yanında spesifik kirleticiler açısından da önem taşımaktadır. Bu nedenle endüstriyel kirlenmenin hem emisyon miktarı hem de etkileri açısından daha ayrıntılı ve duyarlı olarak incelenip değerlendirilmesi yararlı olacaktır.

### 2.1.3. İstanbul'da Otomotiv Kaynaklı Emisyonlar

Otomotiv kaynaklı emisyonlar için diğer ülkelerdeki sayısal değerlere bakmak nasıl yanlış ise, geçmiş yıllara dayanmak da hatalıdır. Örnek olarak İstanbul'da 1975-80'lerde benzin ve motorin kaynaklı CO/NO<sub>2</sub>/HC emisyonları %60-80 seviyelerindeyken, bugün yakıt cinslerinin değişmelerinden dolayı taşıt kaynaklı CO/NO/HC emisyonları %40-50 seviyelerine düşmüştür. Tablo 11'de İstanbul'da 1990'daki emisyon miktarlarının yüzdeleri verilmiştir. Tablo 11'de bir bileşenin toplam emisyon miktarı %100 alınıp taşıtların payı izafi olarak gösterilmiştir.

Tablo 11: İstanbul'da 1990 Yılındaki Kütlesel Emisyonlarda İzafi Dağılım

| BİLEŞEN         | TOPLAM<br>(İZAFİ %) | ISITMA, ENDÜSTRİSİ<br>VS. (İZAFİ %) | TAŞITLAR<br>(İZAFİ %) |
|-----------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| PM              | % 100               | % 98.64                             | % 1.35                |
| SO <sub>x</sub> | % 100               | % 99.19                             | % 0.87                |
| CO              | % 100               | % 60.64                             | % 39.36               |
| NO <sub>x</sub> | % 100               | % 52.86                             | % 47.14               |
| HC              | % 100               | % 52.91                             | % 47.08               |

Kaynak: Kadı, İ, v.d., (1990): İstanbul'da Emisyon Kaynaklarının Öncelikleri ve Motorlu Taşıt Emisyonlarının Kontrolü, M.Ü. Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul.

### 2.1.3.1. Ulaştırma Kaynaklı Kirlenme

İstanbul'da ulaştırma kaynaklı hava kirlenmesi önem taşımakta ve özellikle trafiğin yoğun olduğu arterler ve bölgelerde ön sırada yer almaktadır. Ulaştırma kaynaklı kirlenmenin tanımı çok sayıda faktöre bağlı olduğundan ortalama değerlere dayanan basit yaklaşımlarla hesap yapılması yanıltıcı olur. Örneğin, taşıt sayıları, tüketilen yakıt miktarları gibi verilerden hareketle bir sonuca varılması mümkün değildir. Diğer taraftan ayrıntılı bir değerlendirme için çok sayıda veriye ihtiyaç bulunmaktadır ve gereken verilerin, özellikle taşıt emisyonları ile ilgili olanları mevcut değildir. Bu durumda yine belirli bir ayrıntı ile İstanbul trafiğinin karakteristiklerini dikkate alan, ancak gerekli veriler için belirli duyarlılığa sahip kabuller ile bir tahmin yaklaşımı yapılabilir. Bu çerçevede yapılan bir çalışma ile elde edilen veriler Tablo 12'de özetlenmiştir, Söz konusu çalışmada trafik kaynaklı kirlenmenin en yoğun olduğu bölgelerin İstanbul Suriçi, Beyoğlu ve Bakırköy olduğu saptanmıştır. Kirleticilerin emisyon süresi de kirlenme değerlendirmesinde önem taşımaktadır. Bu açıdan yapılan bir değerlendirmede de ulaşım kaynaklı kirlenmede karbon monoksit ve hidrokarbonların %60'ının, azot oksitlerin %50'sinin pik saatlerde yani günde yaklaşık 6 saatlik sürede oluştuğu belirlenmiştir.

Tablo 12: İstanbul Bütünü İçin Taşıt Kaynaklı Kirletici Emisyonları

| Parametre           | Emisyon<br>ton/gün |
|---------------------|--------------------|
| Karbon monoksit     | 568                |
| Hidrokarbonlar      | 103                |
| Azot oksitleri      | 113                |
| Partiküler Maddeler | 9.5                |
| Kurşun              | 0.78               |
| Kükürt oksitleri    | 13.4               |

Kaynak: Tünay O, v.d., (1990) İstanbul'da Karayolu Trafiğinden Kaynaklanan Hava Kirlenmesi, Tofaş Oto Ticaret A.Ş., Başak Ticaret ve Danışmanlık yayını, İstanbul, II. cilt.

#### 2.1.4. Diğer Kaynaklar

Diğer kirletici kaynaklar başlığı altında toplanan kaynaklarla ilgili de İstanbul için kantitatif değerlendirme yapılması mümkün değildir. Ancak yine İstanbul'daki durumları değerlendirilerek genel bir sıralama yapılırsa çöp yanması ve yakılmasının ve inşaat ve kazı çalışmalarının kirlenme açısından önem taşıdığı belirlenebilir.

### 2.2. İstanbul'da Hava Kalitesi

İstanbul'da hava kalitesi ile ilgili periyodik ölçümler Valilik ve İl Sağlık Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. 1988 yılında 23 istasyonda ölçüm yapılmış, sonuçları Tablo 13'de verilmiştir. Hava Kalitesi'nin Korunması Yönetmeliği'nde kabul edilebilir maksimum kış sezonu ortalama değerleri, SO<sub>2</sub> için 250 mg/m<sup>3</sup>, partiküler madde için 200 mg/m<sup>3</sup>tür. Buna göre SO<sub>2</sub> için Şişli'de sınır aşılmış Aksaray'da sınıra yaklaşmıştır. 1990 yılı için İstanbul'un ç eşitli bölgelerinde yürütülen deneysel çalışmalarda yine SO<sub>2</sub> ve partiküler madde ölçümleri yapılmıştır. Fatih'te Ocak, Şubat ve Mart aylarında yapılan çok sayıda analizde 3 ayın aritmetik ortalaması 454 mg/m<sup>3</sup> bulunmuş, maksimum değer 1394 mg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. İl Sağlık Müdürlüğü 13.12.1989'da Fatih ve Gaziosmanpaşa'da 12.1.1990'da Şişli, Eminönü, Bakırköy, Zeytinburnu, Fatih ve Gaziosmanpaşa'da II. uyarı kademesi önlemleri yürürlüğe koymuştur. Dünya Sağlık Teşkilatı günümüzde

SO<sub>2</sub> için uzun vadeli sınır değer olarak 60 mg/m<sup>3</sup> gibi düşük bir değer tavsiye etmekte, diğer kirletici parametrelerde de düşük değerler öngörmektedir. Bu çerçevede önümüzdeki yıllarda İstanbul'da hava kalitesinin kış aylarında meteorolojik koşullar yardımcı olsa da sınır değerlerin üstünde kalacağı, zaman zaman da çok önemli boyutlarda ve kitlesel rahatsızlık ve özellikle yaşlı ve hastalar için ölümcül olabileceği söylenebilir.

Tablo 13: 1987-1988 Kış Sezonu İstanbul Hava Kalitesi Ölçüm Sonuçları

| Aylar     | SO <sub>2</sub> , Ng/m <sup>3</sup> |        |         |         | Partiküler Madde, Mg/m <sup>3</sup> |        |         |         |
|-----------|-------------------------------------|--------|---------|---------|-------------------------------------|--------|---------|---------|
|           | Şişli                               | Kartal | Aksaray | Z.Burnu | Şişli                               | Kartal | Aksaray | Z.Burnu |
| Ekim 87   | 173                                 | 128    | 192     | 150     | 81                                  | 33     | 72      | 69      |
| Kasım 87  | 256                                 | 182    | 208     | 192     | 141                                 | 97     | 109     | 132     |
| Aralık 87 | 236                                 | 119    | 198     | 185     | 136                                 | 61     | 136     | 107     |
| Ocak 88   | 301                                 | 181    | 258     | 227     | 150                                 | 94     | 162     | 160     |
| Şubat 88  | 502                                 | 321    | 341     | 276     | 242                                 | 190    | 193     | 241     |
| Mart 88   | 362                                 | 177    | 277     | 203     | 162                                 | 102    | 141     | 123     |
| Ortalama  | 305                                 | 184    | 245     | 205     | 152                                 | 96     | 135     | 138     |

Kaynak: Aslantürk, F, v.d. (1990): İstanbul İli Hava Kirliliği Ölçümleri, T.Ç.K.Y.K. yayını, İstanbul, s. 55-60.

### 2.2.1. İstanbul'da Çeşitli Tarihlerde Yapılan Hava Kirliliği Ölçümleri

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nde kabul edilebilir maksimum kış sezonu ortalama değerleri, SO<sub>2</sub> için 250 mg/m<sup>3</sup>, partiküler madde için 200 mg/m<sup>3</sup>tür. 1. uyarı kademesi SO<sub>2</sub> için 700, APM için 400; 2. uyarı kademesi SO<sub>2</sub> için 1000, APM için 600 mg/m<sup>3</sup>tür. SO<sub>2</sub> için kısa vadeli sınır 400 mg/m<sup>3</sup>tür.

Dünya Sağlık Örgütü ise SO<sub>2</sub> için uzun vadeli değer olarak 60 mg/m<sup>3</sup> tavsiye etmektedir.

Bu bilgiler tekrar gözönüne alınarak Tablo 14-15 ve 16 incelendiğinde İstanbul'da Hava Kirliliği'nin kış aylarında endişe verecek boyutlara vardığını rahatlıkla gözlemlenebilecektir.

Tablolardaki veriler Sağlık Bakanlığı İstanbul Bölge Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürlüğü ölçüm sonuçları ile ilgili bilgi formlarından alınmıştır.

Tablo 14: İstanbul'da Yapılan 28 Kasım 1994 Tarihli Ölçümler

| İLÇELER       | SO <sub>2</sub> (Kükürtdioksit)<br>Günlük Ortalama<br>Miktar (MG/M <sup>3</sup> ) | A.P.M.<br>(Asılı Partiküler<br>madde) (Duman) |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| EMİNÖNÜ       | 638                                                                               | 360                                           |
| BAYRAMPAŞA    | 351                                                                               | 214                                           |
| GAZİOSMANPAŞA | 840                                                                               | 311                                           |
| BAĞCILAR      | 250                                                                               | 152                                           |
| ZEYTİNBURNU   | 310                                                                               | 164                                           |
| ŞİŞLİ         | 560                                                                               | 220                                           |
| BEYOĞLU       | 255                                                                               | 193                                           |
| FATİH         | 689                                                                               | 349                                           |
| BEŞİKTAŞ      | 93                                                                                | 184                                           |
| BAKIRKÖY      | 514                                                                               | 204                                           |
| MALTEPE       | 209                                                                               | 163                                           |
| KARTAL        | 116                                                                               | 114                                           |
| GÖZTEPE       | 637                                                                               | 256                                           |

Kaynak: İstanbul Bölge Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürlüğü Ölçümleri (1994)

Tablo 15: İstanbul'da 1994 - 1995 Yılları Arası Çeşitli Tarihlerde Yapılan SO<sub>2</sub> ve A.P.M. ölçümleri.

| TARİH          | İLÇELER     | SO <sub>2</sub> | APM         |
|----------------|-------------|-----------------|-------------|
| 29 Aralık 1994 | Bayrampaşa  | 753             | 175         |
| 20 Aralık 1994 | G.Osmanpaşa | 1063            | 293         |
| 22 Aralık 1994 | Bağcılar    | 623             | 257         |
| 20 Aralık 1994 | Zeytinburnu | 565             | 228         |
| 22 Aralık 1994 | Beyoğlu     | 624             | 188         |
| 25 Aralık 1994 | Göztepe     | 486             | 132         |
| 11 Aralık 1994 | Beşiktaş    | 520             | Okunamıyor. |
| 19 Ekim 1995   | Bayrampaşa  | 677             | 155         |

Kaynak: İstanbul Bölge Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürlüğü Ölçümleri (1994-1995)

Tablo 16: 6 Ocak 1995 Tarihinde İstanbul İlçelerinde Yapılan Ölçümler

| İLÇELER       | SO <sub>2</sub> | APM |
|---------------|-----------------|-----|
| Bağcılar      | 303             | 119 |
| Beyoğlu       | 378             | 160 |
| Fatih         | 329             | 222 |
| Bakırköy      | 452             | 135 |
| Göztepe       | 651             | 122 |
| Gaziosmanpaşa | 584             | 316 |
| Bayrampaşa    | 465             | 307 |

Kaynak: İstanbul Bölge Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürlüğü Ölçüm Sonuçları (6 Ocak 1995)

## 2.3. İstanbul'daki Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönünde Çevredeki Kömürlerin İyileştirilmesi

### 2.3.1. İstanbul Civarındaki Kömür Kaynakları

İstanbul'un kuzeyinde ve Karadeniz sahil şeridine yakın Ağacli, Yeniköy, Akpınar, Kemerburgaz, Şile civarında oligosen yaşlı kömür yatakları bulunmaktadır. Bu kömürler özellikle son on yıl içinde yoğun şekilde üretilerek, halk arasında kullanılan yanlış bir isimlendirme ile "Ağaç Kömürü" adı altında İstanbul'da tüketilmektedir. Üretim 50 civarında kişi veya kuruluşça, açık işletme yöntemi ile yapılmakta ve üretilen kömür, hiçbir işlem görmeden kamyonlara yüklenerak kente sevkedilmektedir. Kesin olarak bilinmemekle birlikte, söz konusu ocaklardan yılda 7.5 milyon ton kömür üretildiği, ancak bunun 5.5 milyon tonunun seçilerek satıldığı, 2 milyon tonunun ise üretim kaybı olduğu belirtilmektedir. Bölgenin görünür kömür rezervinin ise 60 milyon ton civarında olduğu hesaplanmaktadır. 9 metre kalınlıkta bir formasyonda yer alan kömür, üst-orta ve alt katlardan oluşmakta, üretim daha çok üst ve orta katlarda yapılmaktadır. Bu katlardan üretilen kömürlerin standart analizleri Tablo 17'de verilmektedir.

Tablo 17: Üst Kat ve Orta Kat Kömürlerinin Standart Analiz Sonuçları

| Eleman ve Isıl Değer      | Üst Kat Kömür |       | Orta Kat Kömür |       |
|---------------------------|---------------|-------|----------------|-------|
|                           | Orijinal      | Kuru  | Orijinal       | Kuru  |
| Toplam Rutubet %          | 28.70         | -     | 31.70          | -     |
| Kül %                     | 33.36         | 47.63 | 23.79          | 34.83 |
| Uçucu Madde %             | 22.17         | 31.10 | 26.27          | 38.47 |
| Sabit Karbon %            | 15.17         | 21.27 | 18.24          | 26.70 |
| Toplam Kükürt %           | 1.37          | 1.92  | 2.67           | 3.03  |
| Üst Isıl Değer (Kcal/kg.) | 2250          | 3140  | 2630           | 3900  |

Kaynak: Önal, G, (1990): İstanbul'un Çevre Sorunları ve Çözümleri Sempozyumu, T.Ç.K.Y.K yayını, İstanbul, s. 52.

### 2.3.2. Kömürlerin Zenginleştirilerek İyileştirilmesi

İstanbul civarında üretilen kömürler, Tablo 17'den de görüldüğü gibi, %30 civarında rutubet, %23 ile %35 arasında değişen kül dediğimiz mineral madde ve %2 ile %3 arasında kükürt içermektedirler. Kömürün bu hali ile yakılması sonucunda, bünyedeki su uzaklaşırken, patlama olduğundan, küçük taneler bacadan atmosfere yayılmakta, kükürt de SO<sub>2</sub> olarak bacadan çıkmaktadır. Böylece hem küçük tanecikler hem de SO<sub>2</sub> gazı havayı kirletmektedir. Ayrıca, önemli miktarda su ve kül boşuna nakledildiğinden, tüketici boşuna nakliye ödemekte ve düşük ısı değerli kömürü yakmak zorunda kalmaktadır.

İstanbul civarındaki kömürlerin, zenginleştirilerek ve biriktelenerek iyileştirilmesi imkânları İTÜ Maden Fakültesi laboratuvarlarında araştırılmış ve sonuçta bu kömürlerin yıkama, özgül ağırlık farkına göre zenginleştirme ve kurutma yöntemleri ile iyileştirilebileceği anlaşılmıştır.

Kömür ocaklarının bulunduğu bölgede, 1000 ton/saat kapasiteli bir zengileştirme tesisi kurulduğu takdirde, 7.5-8 milyon ton, ortalama %30 rutubetli ve %35 küllü kömür zenginleştirilerek, ortalama %16 kül ve %17 rutubetli 5.5 milyon ton temiz kömür elde edilecektir. Bu kömürün 3 milyon tonu 150-30 mm 2.5 milyon tonu ise 30-0 mm boyutunda olmaktadır. 30 mm altındaki kömür biriktelenmek suretiyle kullanılabilir. Bu takdirde bu kömürün

rutubeti %1-2 düzeyine ineceğinden ısı değeri 500 kcal/kg civarında olacaktır. 150-30 mm arasındaki zenginleşmiş kömürün ısı değeri ise 4100 kcal/kg mertebesindedir.

Tablo 18: İyileştirilmiş Kömürün Standart Analiz Sonuçları

| Eleman ve Isıl Değer    | Zenginleştirilmiş Kömür |       |
|-------------------------|-------------------------|-------|
|                         | Orijinal                | Kuru  |
| Toplam Rutubet %        | 17.50                   | -     |
| Kül %                   | 13.36                   | 16.20 |
| Uçucu Madde %           | 38.38                   | 46.52 |
| Sabit Karbon %          | 30.66                   | 37.28 |
| Toplam Kükürt %         | 1.24                    | 1.50  |
| Üst Isıl Değer Kcal/kg. | 4140                    | 5030  |

Kaynak: Önal, G., (1990): s. 53.

## 2.4. İstanbul'da Endüstrinin Yapısı ve Dağılımı

### 2.4.1. İstanbul'da Endüstrinin Yapısı

İstanbul'daki endüstrinin yapısı ve emisyonları ile ilgili değerlendirmeye baz oluşturacak bilgiler oldukça yetersiz durumdadır. Günümüze kadar İstanbul ilinin genelini kapsayan envanter çalışmaları yapılamamıştır.

İstanbul il sınırları içinde yer alan endüstrinin, Türkiye genelindeki endüstri içindeki yeri araştırıldığında katma değer üretimi bazında aşağıda Tablo 19'da verilen sınırlamayla karşılaşılmaktadır.

Tablo 19: İller İtibarı İle Yaratılan Katma Değer Bakımından Türkiye'nin İlk Beş Büyük Şehri

| Şehirler    | Pay / % |       |       |       |       |       |
|-------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             | 1975    | 1980  | 1983  | 1984  | 1985  | 1986  |
| 1. İstanbul | 33.66   | 26.74 | 28.01 | 29.70 | 29.10 | 29.10 |
| 2. Kocaeli  | 8.94    | 12.76 | 16.18 | 13.63 | 13.92 | 13.92 |
| 3. İzmir    | 10.27   | 12.01 | 11.46 | 10.81 | 10.96 | 10.96 |
| 4. Bursa    | 4.53    | 3.56  | 4.77  | 4.88  | 5.58  | 5.58  |
| 5. Ankara   | 5.00    | 4.37  | 4.09  | 3.78  | 4.67  | 4.62  |

Kaynak: İ.S.O., (1989) İstatistiklerle İstanbul Sanayi Odasına Bağlı Kuruluşlarda Değerlendirmeler, İ.S.O. Araştırma Dairesi Yayını, İstanbul, Ocak 1989.

Tablo 19'a göre İstanbul'daki endüstri toplam katma değer %30'luk kısmı ile birinci sırada gelmektedir.

İstanbul Sanayi Odası imalat sanayini çalışanlarının sayısı 25 ve daha fazla olanlar, (büyük imalat sanayi) ve 25'den az olanlar (küçük imalat sanayi) şeklinde iki gruba ayırmaktadır. 1986 yılı itibarı ile büyük ve küçük imalat sanayi ile ilgili bazı büyüklükler Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20: 1986 Yılı İtibarı İle İstanbul Sanayi Odasına Kayıtlı İmalat Sanayi İle İlgili Büyüklükler.

|                   | İşyeri Sayısı | Çalışan Sayısı | Kurulu güç BG | Katma Değer 10³ TL | Satın Alınan Yakıt X10³ TL |
|-------------------|---------------|----------------|---------------|--------------------|----------------------------|
| Büyük imalat San. | 2654          | 338.418        | 1.664.728     | 3.152.388.900      | 49.039.220                 |
| Küçük İmalat San. | 3358          | 39.854         | 161.492       | 166.532.350        | -                          |
| Toplam            | 6012          | 378.272        | 1.826.220     | 3.318.921.249      | 49.039.220                 |

Kaynak: İ.S.O. (1989/1) İstatistiklerle İstanbul Sanayi Odasına Bağlı Kuruluşlarda Değerlendirmeler, İ.S.O. Araştırma Dairesi Yayını, İstanbul, Ocak 1989.

Tablo 20'den büyük imalat sanayi grubunun işyeri sayısı bakımından toplamın % 44'ü civarında olmasına rağmen işçi sayısı bakımından %89.5,

kurulu güç bakımından %91, katma değer bakımından %95'ini oluşturduğu görülmektedir.

Sektörel bazda büyük imalat sanayinin, dağılımı ise Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 21: İstanbul'da Büyük İmalat Sanayinin Sektörel Bazda Dağılımı

| Sektörler               | İşyeri Sayısı | İşçi Sayısı | Toplam Güç. BG | Katma Değer 10 <sup>3</sup> TL |
|-------------------------|---------------|-------------|----------------|--------------------------------|
| Taş ve Toprağa Dayalı   | 112           | 24.053      | 239.304        | 283.8                          |
| Kimya                   | 398           | 40.355      | 198.974        | 587.1                          |
| Metal                   | 166           | 20.662      | 203.582        | 239.0                          |
| metal Eşya              | 795           | 102.200     | 453.863        | 982.3                          |
| Gıda, İçki, Tütün       | 170           | 23.125      | 113.761        | 266.0                          |
| Dokuma, Giyim Eşyası    | 779           | 107.881     | 383.237        | 636.5                          |
| Orman Ürünleri          | 54            | 3.421       | 15.580         | 18.2                           |
| Kağıt ve Kağıt Ürünleri | 135           | 10.231      | 51.072         | 119.6                          |
| Diğer                   | 45            | 3.491       | 5.352          | 19.9                           |
| Toplam                  | 2654          | 338.419     | 1.664.728      | 3.152                          |

Kaynak: İ.S.O. (1989/1) İstatistiklerle İstanbul Sanayi Odasına Bağlı Kuruluşlarda Değerlendirmeler, İ.S.O. Araştırma Dairesi Yayını, İstanbul, Ocak 1989.

Yukarıdaki tablodan işyeri sayısı itibarı ile metal eşya sektörünün büyük imalat sanayi içinde %30 ile birinci sırada geldiği bunu %29 ile dokuma ve giyim eşyası sektörünün ve %15 ile kimya sektörünün izlediği görülmektedir. İşçi sayısı itibarı ile dokuma ve giyim eşyası sektörü birinci (%32), metal eşya sektörü ikinci (%30) ve kimya sektörü üçüncü (% 12) sıradadır.

#### 2.4.2. İstanbul'da İmalat Sanayinin İlçelere Göre Dağılımı

Endüstriyel kuruluşların ilçe bazında dağılımlarının hava kirlenmesi bakımından büyük önem taşıması nedeniyle, bu dağılım Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22: İlçelere Göre İmalat Sanayinin Dağılımı

| İlçeler     | Nüfus<br>x10 <sup>5</sup> | İşyeri | İşçi    | Katma Değer<br>x10 <sup>9</sup> TL |
|-------------|---------------------------|--------|---------|------------------------------------|
| Bakırköy    | 12                        | 844    | 63.117  | 496.5                              |
| Beşiktaş    | 2                         | 114    | 5.044   | 53.7                               |
| Beykoz      | 1.6                       | 19     | 5.358   | 28.4                               |
| Beyoğlu     | 2.6                       | 647    | 19.192  | 134.0                              |
| Eminönü     | 1.0                       | 563    | 16.598  | 114.4                              |
| Eyüp        | 4.0                       | 728    | 37.080  | 244.0                              |
| Fatih       | 5.2                       | 136    | 3.967   | 17.0                               |
| G.O.Paşa    | 3.0                       | 243    | 8.334   | 36.9                               |
| Kadıköy     | 6.2                       | 146    | 8.345   | 52.5                               |
| Kartal      | 5.8                       | 513    | 32.805  | 350.0                              |
| Sarıyer     | 1.6                       | 57     | 2.936   | 23.8                               |
| Şişli       | 5.5                       | 974    | 46.611  | 398.6                              |
| Üsküdar     | 5.0                       | 118    | 9.889   | 159.3                              |
| Zeytinburnu | 1.9                       | 146    | 46.354  | 326.4                              |
| Çatalca     | 1.3                       | 32     | 3.559   | 55.3                               |
| Silivri     | 0.9                       | 11     | 906     | 4.9                                |
| Şile        | 0.4                       | -      | -       | -                                  |
| Yalova      | 0.7                       | 10     | 4050    | 75.6                               |
| Toplam      | 60.7                      | 5801   | 314.055 | 2.571.7                            |

Kaynak: İ.S.O. (1989/1) İstatistiklerle İstanbul Sanayi Odasına Bağlı Kuruluşlarda Değerlendirmeler, İ.S.O. Araştırma Dairesi Yayını, İstanbul, Ocak 1989.

Bu tablodan da işyeri sayısı bakımından Şişli'nin ilk sırada yer aldığı (%17), Şişli'yi Bakırköy, Eyüp, Beyoğlu, Eminönü ve Kartal'ın izlediği anlaşılmaktadır. Bu sıralamada 1986'dan itibaren Haliç ve çevresindeki endüstrinin taşınması ile değişmeler olmuş ve Eyüp sıralamada gerilemiştir. İşçi sayısı bakımından ilk sırada Bakırköy yer almakta (%20) takiben Şişli, Zeytinburnu, Eyüp, Kartal, Beyoğlu ve Eminönü gelmektedir.

## 2.5. İstanbul'da Hava Kirliliğine Karşı Uygulanan Önlemlere Bir Örnek

İstanbul'da hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik olarak İstanbul İl Mahalli Çevre Kurulu'nun 31.10.1994 gün ve 4 sayılı kararına dayalı olarak İstanbul Valiliği Çevre İl Müdürlüğü 11.11.1994 gün ve B. 19.4. İÇM. 4.34.00.02/1714 sayılı kararına yönelik olarak İstanbul Valiliği İl Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü'nün 02.01.1995 tarihli, B. 04.İLM.4.340010/10 sayılı kararlarıyla ilgili önlemler aşağıdaki gibidir.

İstanbul İl Mahalli Çevre Kurulu 31.10.1994 tarihinde saat 14.00'de İstanbul Valisi Hayri Kozakçıoğlu'nun başkanlığında toplanarak gündemdeki konularda görüşerek aşağıdaki kararları almıştır:

1- İstanbul kentinde hava kalitesinin iyileştirilmesi, kirliliğin azaltılması amacıyla, konutlarda, otellerde, iş yerlerinde ve yerleşim bölgeleri içinde bulunan sanayi tesislerinde sıvı yakıtlı kalorifer kazanlarında TÜPRAŞ tarafından üretilen ve maksimum %1.5 kükürt içeren özel kalorifer yakıtının kullanılmasının zorunlu hale getirilmesine, 6 No'lu Fuel-Oil kullanımının yasaklanmasına,

2- Çöp ve atık maddelerin, yanık yağ, lastik, plastik ve naylon vb. maddelerin fabrika, iş yeri, konut, bahçe, sokak ve caddelerde yakılmasının yasak olduğunu yeniden hatırlatılmasına,

3- Yerleşim bölgeleri içinde bulunan çimento ve kireç fabrikaları ile diğer tesislerde 1 Kasım - 1 Nisan tarihleri arasında petrokok kullanımının yasaklanmasına,

4- Doğalgaz şebekesinin ulaştığı mahallerde, sanayi tesisleri, fırınlar, iş yerleri, oteller, merkezi ısıtmalı konutlar ve sitelerin ısınma ve sanayi amaçlı doğalgaz kullanmalarına, doğalgaza dönüşüm için 2 ay süre verilmesine, bu süre zarfında yakıt sistemlerinde değişiklik yapmayan konut, ticari ve sınai işletmelere Büyükşehir Belediye Başkanlığı'nca işlem yapılmasına,

5- Kamu kurum ve kuruluşlarının yakıt sistemlerinin doğalgaza dönüştürülmesi için gerekli teşebbüsleri yapmaları konusunda uyarılmalarına,

6- Isı yalıtımı kurallarının konuya ilişkin İmar Mevzuatı hükümlerinin kesinlikle, müsamahasız uygulanması konusunda il sınırları içindeki tüm belediyelerin ve İmar Mevzuatını uygulamakla sorumlu ve yetkili diğer kuruluşların (Boğaziçi İmar Müdürlüğü ve Bayındırlık ve İskân Müdürlüğü) uyarılmasına,

7- Sanayi tesislerinde Hava kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nin 57. maddesi uyarınca Hava Kalitesi Denetleme görevlisi tayin edilmesinin tavsiye edilmesine, Büyükşehir Belediye Başkanlığı'nın ve İl Sağlık Müdürlüğü'nün Emisyon İznine Tabi Tesislerle ilgili olarak envanter çalışmaları yapmasına, envanter sonucunda ilgili tesislere Hava Kalitesi Denetleme görevlisi tayin edilmesi hususunda tebligat yapmalarına,

8- Sanayi tesislerinde baca gazı emisyonlarının, periyodik olarak Büyükşehir Belediyesi denetleme elemanlarınca denetlenmesine,

9- İl Umumi Hıfzıssıhha Meclisi kararlarında ve uyarı kademelerine ilişkin Valilik Tebliğinde öngörülen özel durumlarla, ilgili düzenlemeler saklı kalmak kaydıyla, dış ortam sıcaklığı gece ve gündüz 15 derecenin üzerinde olduğu günlerde kalorifer ve sobaların yakılmamasına, kamu kurum ve kuruluş binalarının kalorifer ve sobalarının bürolarda iç ortam sıcaklığı 18 derece, konutlarda 20 dereceden yukarı olmayacak biçimde sürekli olarak ve hava kirliliğine neden olmamak kaydıyla kalorifer ve sobalarının yakılmasına,

10- Başka illerde istihraç edilen (çıkarılan) kömürlerin ilimize getirilmesi ve ilimizde satılması ve tüketilmesi konusunda İl Mahalli Çevre Kurulu ve İl Umumi Hıfzıssıhha Meclisi kararıyla konulmuş kuralların uygulanmasının devamına, Büyükşehir Belediyesince ve Valilik mutemedi olarak görevlendirilen ÖZİDAŞ tarafından getirilen soma kömürü dışında kalan kömürlerin, İl Mahalli Çevre Kurulu'nun 31.3.1993 gün ve 3 sayılı kararıyla belirlenen speklere uygun olması ve Valilikten (İl Çevre Müdürlüğü) Uygunluk Belgesi ve kömür Satış İzni alması şartıyla ilimize getirilip, satışa sunulabileceğine,

11- İstanbul sınırları içinde işletilen kömür ocaklarına İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İl Çevre Müdürlüğü, Sanayi ve Ticaret Müdürlüğü ve üniversitelerin ilgili bölümlerinden oluşturulacak bir heyet marifetiyle denetleme yapılmasına, İl Mahalli Çevre Kurulu'un 31.3.1993 gün ve 3 sayılı kararıyla belirlenen kömür spektlerine uygun olmayan kömür istihraç eden ve satışa arz eden kömür madeni işletmelerinin tesbit edilmesi halinde faaliyetlerinin durdurulması için gerekli işlemlerin yapılmasına, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na, ilgili işletmeler hakkında Maden Kanunu hükümleri uyarınca işlem yapılması için bildirimde bulunulmasına,

12- Belgesi olmayan kalorifercilerin istihdam edilmemesi gerektiğinden hareketle, İlçe kaymakamlıklarının, belediyeler ve ilgili kuruluşları koordine ederek kalorifercilerin kurslar ve eğitim materyalleriyle eğitimlerinin sağlanmasına, ilçe belediyelerinin bu hususta eğitim ve denetim hizmetlerine ağırlık vermelerine, ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirliği yapmalarına,

13- İl Mahalli Çevre Kurulu'nun ve bundan önceki kararlarıyla öngörülen yakıtlar ve idari tedbirlerle ilgili kurallara uymayanlar hakkında kaymakamlıklar, İl Sağlık Müdürlüğü, İl Çevre Müdürlüğü, Büyükşehir Belediye Başkanlığı ve ilçe belediye başkanlıklarınca işlem yapılmasına, mücavir alan sınırları içinde ve dışında denetim yapan görevlilerin müracaatı halinde Emniyet Müdürlüğü ve İl Jandarma Komutanlığı'nın başka bir işleme gerek kalmaksızın kolluk kuvveti ile yardımcı olmalarına,

14- 1994 - 1995 kış mevsiminde hava kirliliğinin azaltılması için İl Sağlık Müdürlüğü ve büyükşehir Belediye Başkanlığı ve ilçe belediyeleri elemanlarından oluşturulacak denetim ekiplerince denetim yapılmasına, kaloriferlerde kullanılan akaryakıtların denetimlerinde Sanayi ve Ticaret Müdürlüğünce görevlendirilecek elemanların da görev almasına, alınan tedbirlere uymayanların tesbit edilerek cezai işlem yapılmasına,

15- 5442 sayılı İl İdaresi Kanununun 9/Ç ve 11/C maddeleri uyarınca alınan tedbirlere uymayanlar hakkında aynı kanunun 66. maddesi ve Türk Ceza Kanunu'nun 526. maddesi, 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 20., 21. ve 23. maddeleri, Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nin 62. maddesi uyarınca işlem yapılmasına,

Oy birliği ile karar verildi.

Alınan kararlardan görüleceği üzere, hava kirliliği ile mücadele yalnızca denetim, eğitim, sınırlandırma, düzenleme ve cezai konularla ilgili olarak gündeme gelmiş olup, alınan kararlar belirli bir zaman dilimini ancak kurtaracak niteliktedir. Sürekli ve yapısal çözümler söz konusu olmadığından bu tür kararların, belirli zamanlarda (kış aylarında) ve hava koşullarında (alçak basınç, sis vb.) sık sık yinelenmesi kaçınılmazdır.

# ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ÇEVRECİ ENERJİ KAYNAKLARININ GELİŞTİRİLMESİNE DÖNÜK POLİTİKALAR

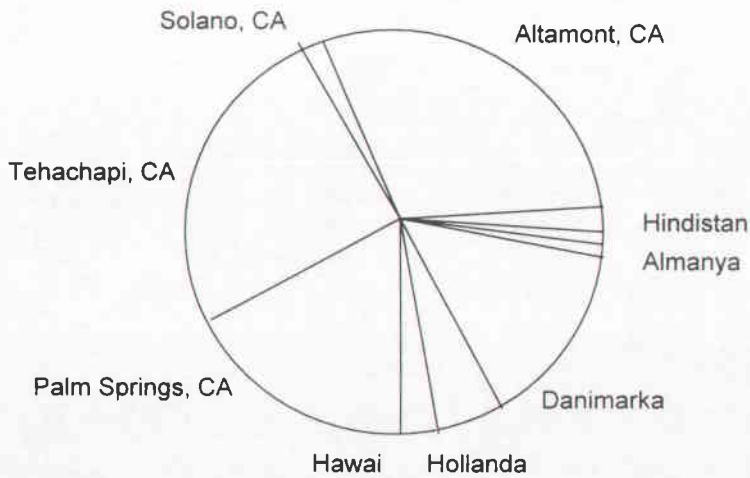
## 3.1. Alternatif Enerji Kaynakları

### 3.1.1. Rüzgâr Enerjisi

Yenilenebilir enerji teknolojileri ile elektrik üretimi, giderek azalan maliyetlerle gerçekleştirilmektedir.

Dünyanın sayılı ticari elektrik şirketlerinden Pacific Gas and Electric rüzgarı yüzyılın sonunda en ekonomik elektrik üretim kaynağı olarak öngörmektedir. Rüzgarın bugün nükleer enerji ile rekabet edebildiği ve çok kısa zamanda fosil yakıtlarla başedebileceği sonucuna varılmıştır.

Kaliforniya'da kurulu rüzgar güç santralleri ve tüm dünyada kırsal kesim ve şebekeden uzak köylerde gerçekleştirilmiş uygulamalar, rüzgar enerjisinin çevreyi kirletmeden elektrik üretmede önemli bir kaynak olduğunu kanıtlamıştır. Günümüzde geçmişin teknik sorunlarını aşmış modern rüzgar türbinleri, yılın %95'inde emre amade olarak hizmet verebilmektedir.



Grafik 1: Dünya Rüzgâr Enerjisi Üretimi

Kaynak: Uyar, T.S., Rüzgar Enerjisi teknolojileri, Kaynak Elektrik yayını 1993/1, s. 46

Bugün üçüncü dünyanın çoğu köyünde tek elektrik kaynağı rüzgardır. Rüzgar türbinleri Kaliforniya, Hawaii, Danimarka, Almanya, İspanya, Hollanda ve Hindistan'da ticari ölçekte üretim yapmaktadır.

Fakat rüzgar enerjisi en önemli katkısını, dünyanın rüzgarla üretilen elektriğinin yaklaşık %80'inin üretildiği Kaliforniya'da yapmıştır. Rüzgar türbinleri bir milyondan fazla insanın konutlarının enerji gereksinimlerini karşılamaya yetecek üretim yapabilmektedir. Kaliforniya'da rüzgar türbinleri basit bir alternatif olmanın ötesinde orta boy bir nükleer reaktör veya bir kömür yakan güç santrali tarafından sağlanan kadar elektrik üretmektedirler. İşletme, bakım ve yakıt giderleri de yarı yarıya daha azdır.

Amerika'da Enerji Bakanlığı ülkenin elektrik gereksiniminin %27'sinin rüzgar enerjisinden yararlanarak karşılanabileceğini belirtmektedir. Yapılan anketler Amerikan halkının tercihinin rüzgar enerjisine yöneldiğini ve rüzgar enerji santrallerine yakın yaşamaya daha istekli olduklarını göstermektedir.

Rüzgar Enerjisi sadece yenilenebilir değil, temiz, çevreyi kirletmeyen bir elektrik kaynağıdır. Kaliforniya'da her yıl yaklaşık 1.36 milyar kg. karbon dioksit ve diğer kirleticilerin atmosfere atılmasını rüzgar türbinleri kullanımı önlemektedir.

Rüzgar enerjisinin bu ve diğer çevresel yararları kilowatt saat başına iki ila beş sent değerindedir. Konvansiyonel teknolojilerin kullanımının yol açtığı bu maliyet üretilen elektriğin fiyatına dahil edilmemektedir.

Rüzgar enerjisi yerli ve kesintisiz bir kaynak olarak ülkelerin enerji güvenliği için stratejik önemdedir. Ayrıca "Worldwatch" Enstitüsü rüzgar enerjisinin konvansiyonel kaynaklara göre yatırılan dolar başına beş kez daha fazla iş yarattığını hesaplamıştır.

Rüzgâr enerjisi kullanımının bir diğer örneği 1996'da Galler'de Powys bölgesinde görülmüştür.

Powys'de, Avrupa'nın rüzgârdan elektrik üreten en büyük merkezlerinden biri olan 56 dev türbünlü rüzgâr çiftliği açılmıştır. Danimarka'da yapılan türbünler 50 metre uzunluğunda olup, üç parçalı kanatları 44 metre çapında dairesel bir alanı taramaktadır.

Rüzgâr çiftliğindeki türbünlerin kapasitesi 25 bin eve yetebilecek elektrik üretimidir. Diğer bir deyişle bu çiftlik Powys'de üretilen elektriğin %40'ını sağlamaya yöneliktir (BBC., WALES: 1996, s. 1).

### **3.1.2. Yer ısısı (Jeotermal) Enerji**

Bugün dünyada 20'den fazla ülkede jeotermal enerji elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Bu ülkelerin çoğu, jeotermal programlarını gelecek birkaç yıl içerisinde genişletmeyi düşünmektedirler.

1987 yılı verilerine göre; jeotermal enerjiden elde edilen elektrik enerjisi dünya toplam kurulu gücü: 5136 MW'dır. Bu enerji kaynağının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımında 2212 MW ile Amerika Birleşik Devletleri (ABD) başı çekmektedir. ABD'yi 894 mW ile Filipinler, 700 MW ile Meksika, 548 MW ile İtalya, 215 MW ile Japonya, 167 MW ile Yeni Zellanda, 95 MW ile El Salvador ve 88 MW ile Endonezya takip etmektedir. Yine 1987 yılı verilerine göre, bu ülkelerin yapım halindeki jeotermik santral kurulu güçleri ise, sırasıyla; 436 MW, 148 MW, 325 MW, 298 MW, 138 MW, 116 MW, 75 MW ve 275 MW'dır. Kuzey ülkelerinde, kurulu gücün %0.1 - 1'ine karşı gelen elektrik enerjisi amaçlı jeotermal enerji kullanımı, Güney ülkelerinde %10'ları bulmaktadır. (Filipinler de %14, Kenya'da %8 civarında).

### **3.1.3. Biyokütle (Biomass) Enerjisi**

Biyokütle enerjisi, bitki atık ve artıkları ile insan hayvan dışkılarının içerdiği enerjidir.

Bugün, özellikle Güney ülkelerinin kırsal bölgelerinde elde edilen bitkisel atık ve artıklar, yakıt olarak kullanılmaları halinde kırsal kesimin ısı ve elektrik enerjisi gereksinimini büyük ölçüde karşılayacak nitelik ve niceliktedirler. Kaldı ki, bir Kuzey ülkesi olan ABD'de bile toplam enerjinin %4'ü bu kaynaktan sağlanmaktadır.

Bitki kökenli biyokütle enerjisinden ısı ve elektrik enerjisi elde etmede kullanılan atık ve artıklar, genel olarak; tahıl kabuk ve artıkları, hindistan cevizi kabukları, palmiye gövdesi kabuk ve yaprakları, kahve ağacı kabukları,

şam fıstığı kabukları, pamuk sapı atıkları, şeker kamışı atıkları, orman atıkları ve benzeri bitki atıklarıdır.

Biyokütle enerji kaynakları, bir kesim yenilenebilir kaynaklar gibi, şimdilik, küçük güçlü (yaklaşık 5 MW'a kadar) enerji üretim tesislerinde değerlendirilmektedirler.

Dünyada biyogaz kullanımına ilişkin en tipik örnek Çin'dir. Çin'de, insan ve hayvan dışkıları ile bitkisel atık ve artıkları işleyen yaklaşık 4.5 milyon biyogaz tesisi bulunmaktadır (WORLD MAGAZINE: TEMMUZ 1990 s. 20).

Konuya ilişkin günümüz örneklerinden birkaçı aşağıdaki gibidir:

Kanada, yakıtı ağaç yongaları ve doğal gaz alanı 105 MW gücünde bir bileşik ısı-güç tesisi kurmaktadır.

Guyana'da, üç adet şeker kamışı - şeker fabrikası için turbo-generatör sistemi kurulmuştur. İki 2.5 MW, biri ise 4 MW enerji üretecek olan tesislerin buhar türbinleri; halihazırda, Guyana'da aynı amaçla kullanılan diğerlerinin benzeridir (MODERN POWER SYSTEMS; AĞUSTOS 1990, s. 7).

Şeker kamışı artıklarını elektrik üretiminde kullanmayı gözden geçiren Brezilya'da, bu yolla birkaç milyon nüfuslu bir şehrin elektrik gereksiniminin karşılanabileceği ve şeker eldesindeki yakıt giderinden %30 civarında tasarruf edilebileceği düşünülmektedir (ELECTRICAL REVIEW INTERNATIONAL: EKİM 1990, s. 11).

Uganda'da, şeker kamışı atıklarından biyogaz üretecek bir tesisin kurulması için sözleşme imzalanmıştır. Bu yolla elde edilecek gaz, aydınlatma, ısıtma vb. için kullanılacaktır. Tesis, kendi tipinde ilk örnek olmaktadır.

Hindistan'da, ekonomik ömrünü doldurmuş uçak makinaları ve biyogaz (Kanalizasyondan elde edilen gaz) elektrik üretiminde kullanılıyor. Yenilenerek kullanılır duruma getirilen uçak makinaları ile, 1 MW elektrik

enerjisi ve 4.5 t/h buhar elde edilen bileşik ısı-güç sisteminde yakıt olarak gaz ve/veya sıvı yakıt kullanılabilir.

Fas'ta, Almanya ile birlikte üstlenilen bir programla ülkedeki küçük güçlü biyogaz santrallerinin genişletileceği bildirilmiştir (ELECTRICAL REVIEW INTERNATIONAL: KASIM 1990, s. 11).

### 3.1.4. Katı Atık Enerjisi

Şehir çöpleri ve bazı sanayi atıkları; tıpkı biyokütle enerjisinde olduğu gibi, doğrudan atık haline getirilmiş olarak veya "Landfillgas" (metan gazı gibi) elde edilerek dolaylı bir yolla buhar ve/veya elektrik enerjisi eldesinde kullanılmaktadırlar.

Çöpün, çağdaş bir teknikle yok edilmesi için dünyada bugün gelinen son nokta; çöpten elde edilen yakıtın buhar ve/veya elektrik enerjisi eldesinde değerlendirilmesi şeklindedir.

Bilindiği üzere çöp, özellikle büyük şehirlerde oluşmaktadır. Çöpten yanıcı gaz eldesi, çöpün belli bir alanda yığılmasını (landfill) gerektirmektedir. Oysa günümüzde, bugün şehirdışı kabul edilerek çöp yığılan bir alan yarın şehir içinde kalmaktadır. Bu çözüm, yer sorununun beraberinde sağlık risklerini de getirmektedir. Oysa çöp santrali uygulamasında böyle bir durum söz konusu değildir. Santrale gelen çöp sürekli olarak yakılmaktadır. Yakma işlemi sonunda oluşan kül ise, gelen çöp miktarı ile karşılaştırılmayacak düzeyde olmaktadır. Bu da, ek bir tesisle, yan ürün olarak değerlendirilebilmektedir.

Çöp santralleri, çöp kapasitesi; günde 300 tonun üzerinde olan yerleşim merkezleri için uygun görülmektedir. Kaldı ki, birbirine yakın yerleşim birimlerine eşit uzaklıkta uygun bir yer seçimiyle, bu çözüm için yeterli çöp miktarı elde edilebilir. Santraldan elde edilecek buhar ve/veya elektrik enerjisi kapasitesini, çöpün niteliği ve niceliği belirlemektedir.

Bu yöntem, tesisin tam kapasiteyle çalışmasını teminen, çöpün fire vermeden ve tasnif edilerek toplanmasını ve böylece şehir temizliğinin istenen düzeyde sağlanmasını getirmektedir.

Çöp santralleri, çöpün, fire vermeden; sağlıklı bir şekilde toplanmasını gerekli kıldıklarından, metal, cam ve benzeri materyal de en üst düzeyde geri kazanılabilmektedir.

Çöp santralleri, önceleri, sadece, çöpü sağlıklı bir şekilde yok etmek için düşünülmüştür. Ancak, giderek çöp nitelik ve niceliğinde meydana gelen artış nedeniyle elektrik enerjisi tüketiminin "peak" tepe anında puant yük şebekeye destek veren bir işleve sahip olmuşlardır. Bugün dünyada, ünite güçleri 3-5 MW ila 60 MW arasında değişen yüzlerce ünite çöp santrali bulunmaktadır. Ancak, çöpten oluşturulan yakıta doğal gaz ya da kalorifik değeri yüksek kömür ilavesiyle çok daha büyük kapasiteli bileşik ısı-güç santralleri tesis etmek mümkündür. Böylece bütün bir bölge bir merkezden ısıtılıp, ısıtılmış ve olası hava kirliliği de -binlerce nokta yerine- bir merkezde kontrol altına alınmış olmaktadır.

Kuzey ülkelerinde yaklaşık 20 yıldır ticari işletmede olan çöp santralleri, Güney ülkelerinde de kurulmaya ve kullanılmaya başlanmışlardır. Pakistan, Thailand, Kuala Lumpur, Singapur, Malezya, Sri Lanka, Filipinler ve Tayvan, çöp santralına sahip Güney ülkeleri arasında yer almaktadırlar.

Günümüzde, bu pazarda iş yapan firma sayısı 50 civarındadır. Kuzey ülkelerinden İsveç, katı atığının yaklaşık olarak yarısını ısı ve elektrik enerjisine dönüştürmektedir (WORLD MAGAZINE; TEMMUZ 1990, s. 20).

İsveç'te 9 belediyenin işbirliğiyle yapılan çalışmalarla, bu belediyelerin sahip olduğu çöpün ne şekilde değerlendirileceği üzerine senaryolar hazırlanmış bulunmaktadır. Bu senaryolar, ağırlıklı olarak çöpün enerjiye dönüştürülmesi üzerindedir.

Dünyada çöp santralleri ile ilgili örnekler aşağıdaki gibidir:

Hollanda'nın başkenti Amsterdam'da, yanma kapasitesi 3000 t/gün, nominal gücü 2x45 MW bir çöp santrali kurulmuştur. Avrupa'nın en büyük çöp yakma tesislerinden biri olan olan tesis, 1993'te ticari işletmeye alınmıştır.

"Power" Dergisince, 1990 yılı için; çevre etkilerini azaltmak, randımanı artırmak üzere, yeni teknoloji, ekipman ve yeni fikirlerin uygulanmasında

öncü rol oynayan santrallara verilen 6 ödülünden biri, Güney Florida (ABR) Palm Beach'te işletmede olan ve çöp sorununa köklü çözüm getiren çöp santralının yapımcılarına verilmiştir. 1989 yılında işletmeye alınan santralin gücü 55 MW, yakma kapasitesi ise ortalama olarak haftada 12000 tondur.

Hampshire'da, İngilterenin yap-sahiplen-işlet modeli ile kurulan ilk çöp santrali, 1994 yılı ortalarında devreye alınmıştır. Yılda 350.000 t evsel atık tüketecek olan santralin gücü 38 MW'tır. Santral, 20 yıllık bir sözleşme ile, dizayn, yapım ve sahipliği üstlenen konsorsiyum tarafından işletilmektedir.

Yine İngiltere'de; güney Londra'da kurulan bir çöp yakıtı bileşik ısı-güç santrali ile yılda en az 400.000 t çöp yakılarak 33 MW'lık elektrik enerjisi ile 7000 konutu ısıtacak şekilde ısı enerjisi elde edilmektedir.

Almanya, Münih'te 3 ünitelik çöp yakıtlı bir bileşik ısı - güç santralının 25 yıldır işletmede olan iki ünitesi, şimdilerde tümüyle yeniden inşa edilmektedir. Bu ünitelerden birincisi ile, belediyenin elektrik enerjisi sistemine 20 MW sağlanacaktır. Yine aynı üniteden, bölgesel ısıtmada kullanılmak üzere, 100 MW güç elde edilecektir. İkinci ünitenin termik gücü 55 MW - yine bölge ısıtması için, elektrik gücü ise 200 MW olacaktır.

Filipinler'in başkenti Manila'da, "tüten dağ"da denilen 17 milyon tonluk çöp yığını, elektrik enerjisi eldesi için kullanılacaktır. yakma kapasitesi 4000 t/gün olan santralin kurulu gücü 60 MW olacaktır.

Santralin; ülkenin kömür ve petrol girdilerinde, yılda yaklaşık 45 milyon dolarlık bir tasarrufa neden olabileceği belirtilmektedir.

Tayvan , Çevre Koruma Dairesi, toplam sözleşme bedeli 315 milyon (US) dolar olan, iki çöp santrali projesi ihale etmiş bulunmaktadır. Santrallardan birinin çöp yakma kapasitesi 1350 t/gün, diğerinin ise, 900 t-gündür.

## 3.2. Türkiye'de Durum

### 3.2.1. Su Enerjisi

Özellikle planlı kalkınma dönemine girildiği yıllarda, elektrik eldesi amaçlı kullanım için yurdumuzun küçük su potansiyelinin saptanması ve değerlendirilmesi tedbiri uzun yıllar kalkınma programları ve icra planlarında yer almış ve bu konuda başarılı çalışmalar yürütülmüştür. Ancak, daha sonraları, kalkınma planlarımızda küçük su potansiyeli ile ilgili tedbirler nispeten gözardı edilmiş ve bu potansiyelin enerji üretimimizdeki yeri giderek yokolmaya başlamıştır.

Nitekim elektrik dağıtım müesseselerinin elinde olup çalışmayan 12.3 MW'lık su santrali bulunmaktadır. Toplam ünite adeti 99 olan bu santrallerin sayısı 67'dir (T.E.K: OCAK 1992 s. 20-22). Ve kurulu güçleri 1336 kW ile 32 kW arasında değişmektedir. Çalışmayan bu santrallerin yıllık toplam proje üretim kapasitesi; 56918620 kWh'dır. Bu ise; nüfusu yaklaşık 65 milyon olan ülkemizde kişi başına 1 kWh civarında bir üretim artışı anlamına gelmektedir.

Tablo 23: Küçük su santrallerimizin proje durumlarına (ekonomik projeler) göre özeti aşağıda verilmektedir.

| Sıra No: | Proje Durumu                   | Kısaltması | Toplam sus Adedi | Toplam Kurulu güç (MW) | Ortalama (GWH) | Güvenilir (GWH) |
|----------|--------------------------------|------------|------------------|------------------------|----------------|-----------------|
| 1        | Çalışan (10 MW'tan küçük) (**) | Çal.       | 49               | 109.78                 | 368            | 212             |
| 2        | İnşa halinde                   | İnş.       | 3                | 18.45                  | 91             | 16              |
| 3        | Kesin projesi hazır            | Kph.       | 6                | 43.19                  | 222            | 157             |
| 4        | Planlaması hazır               | Plh.       | 37               | 183.61                 | 783            | 281             |
| 5        | Planlaması yapılmakta          | Ply.       | 4                | 30.10                  | 159            | 80              |
| 6        | Master planı hazır             | Mph.       | 10               | 67.20                  | 329            | 178             |
| 7        | Ön incelemesi hazır            | Öih.       | 47               | 277.36                 | 1380           | 554             |
|          | Toplam                         |            | 156              | 729.69                 | 3332           | 1478            |

Kaynak: T.E.K. dergisi: 1992/1, s. 23.

Diğer taraftan, 3096 sayılı kanunun 3. maddesine dayanarak (Yap-İşlet-Devret) Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na yapılan başvurular kapsamında değerlendirilen su santrallerinin dikkate değer bir güç oluşturacağı da bilinmektedir. Buna göre,, Aralık 1991 tarihi itibariyle bu yöntemle işletmeye alınan 2 adet su santralından biri; kurulu gücü 2x9,35 MW, üretimi 42.000.000 kWh olan Hasanlar (Bolu) santralıdır. Yine bu yöntemle, su enerjisinden elektrik enerjisi elde etmek üzere; yapımı süren, sözleşmesi imzalanmış, imza aşamasına gelmiş ve henüz değerlendirme aşamasında olan su santralı yapım tekliflerinin sayısı ise, aynı tarih itibariyle 70 civarındadır. Giderek artan bu talep, su potansiyelimizin ivedilikle değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Çünkü, Türkiye Uzun Dönem Üretim - Tüketim İncelemesi'nden de görüleceği üzere; su potansiyelimizin değerlendirilmesinde,Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nce yılda ortalama 3000 GWh'lık ek üretim kısıtı getirilmiştir.

Çalışmayan küçük su santrallerimizin çalışmama nedenlerinin saptanması ve rehabilitasyonu ile bunun yanı sıra henüz yeterince değerlendirilmemiş olan küçük su potansiyelimizin ivedilikle değerlendirilmesi, Yap-İşlet-Devret modeliyle -hatta, Yap-Sahiplen-İşlet modeliyle- gerçekleştirilerek, böylece, bugüne kadar henüz gerçek anlamda sahiplenilmemiş olan küçük su potansiyelimiz sahiplenilmelidir.

### **3.2.2. Rüzgâr Enerjisi**

Ülkemizin, elektrik enerjisi amaçlı rüzgar potansiyel henüz sağlıklı olarak saptanmış olmamakla beraber, Çevre Bakanlığı Devlet Meteoroloji (ÇBDM) Genel Müdürlüğü'nün iklimik amaçlı verilerinden hareketle Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EI-EI) Genel Müdürlüğü, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Merkezi (kısaca MAM) vb. kuruluşlar tarafından halen yürütülmekte olan çalışmalar yoluyla bu konuda yöresel sonuçlar alınmış bulunmaktadır.

Yıllık rüzgar ortalama hızı 2.5 m/sn rüzgar gücü ortalama yoğunluğu 24 Wm<sup>2</sup> olan Türkiye'nin, özellikle Marmara, Güneydoğu Anadolu ve Ege Bölgeleri'nde rüzgar gücü yoğunluğunun diğer bölgelere nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 24: ÇBDM Genel Müdürlüğü Verilerinden Hareketle, Bölgeler bazında Saptanan Ortalama Rüzgar Gücü Yoğunluğu ve Rüzgar Hızları.

| Bölge Adı         | Ortalama rüzgar gücü yoğunluğu (W/m <sup>2</sup> ) | Ortalama rüzgar hızı (m/s) |
|-------------------|----------------------------------------------------|----------------------------|
| Akdeniz           | 21.36                                              | 2.45                       |
| İç Anadolu        | 20.14                                              | 2.46                       |
| Ege               | 23.47                                              | 2.65                       |
| Karadeniz         | 21.31                                              | 2.38                       |
| Doğu Anadolu      | 13.19                                              | 2.12                       |
| Güneydoğu Anadolu | 29.33                                              | 2.69                       |
| Marmara           | 51.91                                              | 3.29                       |

Kaynak: Altaş, M, v.d. (1994): Türkiye 6. Enerji Kongresi, Enerji İstatistikleri s: 101.

Tablo 25: Elektrik Enerjisi Eldesi Amaçlı Rüzgar Potansiyeli (Süreklilik ve Yoğunluk) Yönünden Umut Veren Merkezler

| İstasyon Adı | Ortalama rüzgar gücü yoğunluğu (W/m <sup>2</sup> ) | Ortalama rüzgar hızı (m/s) |
|--------------|----------------------------------------------------|----------------------------|
| Bandırma     | 152.6                                              | 5.1                        |
| Antakya      | 108.9                                              | 4.5                        |
| Kumköy       | 82                                                 | 4.1                        |
| Mardin       | 81.4                                               | 4.1                        |
| Sinop        | 77.9                                               | 4.1                        |
| Gökçeada     | 74.5                                               | 4                          |
| Çorlu        | 72.3                                               | 4                          |
| Çanakkale    | 71.2                                               | 3.9                        |

Kaynak: T.E.K. dergisi, sayı 72, s. 26.

Rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi eldesine yönelik potansiyel belirleme çalışmalarını başlatan EİEİ Genel Müdürlüğü, bu amaçla, ilk rüzgar Enerjisi Gözlem İstasyonu'nu Karabiga (Çanakkale) ilçesinde kurmuştur. 1991 yılı içerisinde ise, sırasıyla; Nurdağ (Gaziantep), Gökçeada (Çanakkale) ve Şenköy (Hatay) yörelerinde 3 istasyon daha kurulmuştur. Halen bu istasyonlardan elde edilen veriler toplanmakta, diğer taraftan, rüzgar enerjisi gözlem istasyonlarının sayılarının da olanaklar oranında artırılması çalışmaları sürdürülmektedir.

EİEİ Genel Müdürlüğü, rüzgar enerji sistemlerinin imalat ve işletme sorunlarını araştırmak amacıyla, 1983 yılında, Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) ile işbirliği yaparak bir proje başlatmıştır. Bu projenin önemli bir diğer amacı; Türkiye'nin kırsal bölgelerinde elektrik enerjisi üretmek için Rüzgar Türbin - Generatör Sistemi geliştirmektir. Bu amaçla EİEİ'nin Yeni Enerji Kaynakları parkında kurulan sistem; 17 m yükseklikte elik kule, 3 kanatlı Darrieus tipi düşey eksenli türbin, 1.1 kW senkron generatör, mikro işleyicili elektronik kontrol devresi, 250 Ah-48 V kapasitesindeki ak grubundan oluşmaktadır. Sistemin, sadece türbin kısmı ithal edilmiştir.

Ülkemizde, elektrik enerjisi amaçlı rüzgar potansiyel belirleme çalışmaları ve bu potansiyelin değerlendirilmesine ilişkin çalışmalar yapan diğer bir kuruluş TÜBİTAK MAM'dır.

1984 yılında TÜBİTAK MAM Makina ve Enerji Sistemleri Araştırma Bölümü'nde NATO destekli bir proje olarak başlatılan "Rüzgar Enerjisi Teknolojileri" projesi, 1986 yılında Merkez destekli hale gelene kadar geçen sürede, dünyada rüzgar enerjisiyle ilgili o güne kadar yapılmış çalışmaların özümsenmesi ve gerekli bilgi akışının sağlanması çalışmalarına yoğunlaştırır. Bu dönemde, konuyla ilgili uluslararası kuruluşlarla ilişkiye geçilmiş ve varlık gösterilmeye başlanmıştır. Geçen zaman içerisinde projenin gelişimi bir program (Rüzgar Enerjisinden Yararlanma Programı) dahilinde gerçekleştirilerek , şu sonuçlara erişilmiştir:

- Türkiye için bir rüzgar uygulama programı oluşturulmuştur.

- Türkiye'de çoğu devlet Meteoroloji İstasyonlarında yapılan rüzgar ölçümlerinin olduğu gibi kullanımının, enerji eldesinde kullanıldığında yanıtıcı olacağı kanıtlandığından, DPT'den alınan ek mali destek ile Türkiye Rüzgar Atlas İstatistiklerinin hesaplanması çalışmaları 20 meteoroloji istasyonu çevresinde gerçekleştirilmiştir,

- Araştırma Merkezi arazisi üzerinde bulunan zbektepe Rüzgar Enerjisi Laboratuvarı (ÜREL) ve Rüzgar Makinaları Test İstasyonu'nun alt yapısı tamamlanarak rutin rüzgar ölçüm kayıtlarına başlanmıştır,

- Ülkemizde konu ile ilgilenen kuruluşlar bir araya getirilerek işbirliği ortamı hazırlanmıştır.

Bu bağlamda, rüzgar enerjisi alanında Merkezde yapılan somut iki çalışma, Rüzgar İstasyonları Verilerinin Analizi ile Türkiye Rüzgar Atlası Araştırmaları'dır.

Rüzgar enerjisi ile ilgili olarak Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) Genel Müdürlüğü'nde de 1986-1987 yıllarında bir çalışma başlatılmış, ancak bu çalışma, çeşitli nedenlerden ötürü sürdürülememiştir.

Ülkemizde rüzgar enerjisine ilişkin ar-ge çalışmasında oldukça büyük bir birikim sağlanmış olmasına rağmen, bu büyük birikim, ne yazık ki, henüz devlet eliyle uygulamaya geçirilememiştir.

Türkiye'de halen ticari amaçlı kullanımda bulunan ilk ve tek rüzgar türbo - generatörü (rtg) Çeşme'de (İzmir) bir turistik tesiste bulunmaktadır. Kurulu gücü 55 kW olan bu rtg yoluyla yaklaşık 100.000 kWh elektrik enerjisi üretilmekte, bu da - yetkililerden alınan bilgiye göre - tesisin elektrik enerjisi gereksiniminin yaklaşık %5'ine karşı gelmektedir.

Yukarıdaki küçük örnekten de görüleceği gibi, uygun yer ve değerde seçilerek yaşama geçirilmeleri halinde, bu tesisler, elektrik enerjisi gündemimize hiç de ihmal edilmeyecek ölçekte bir katkı getireceklerdir.

Bu arada; rgt'lerin çevre etkilerinin ihmal edilecek boyutta olduğunun saptandığı çalışmalar bulunmakla beraber uygulamaya geçme aşamasında bu konuda da yeterli bilgi toplanmasında yarar bulunmaktadır. Aynı öneri güneş enerjisi için de geçerlidir.

### **3.2.3. Güneş Enerjisi**

Dünyaya yansıyan 1 yıllık güneş enerjisi; dünyadaki çıkarılabilir fosil yakıt rezervlerinin tamamının enerjisinin yaklaşık 15-20 katına eşdeğerdir.

Ülkemizde ise, elektrik enerjisi amaçlı (ısı enerjisi hariç) teorik güneş enerjisi potansiyeli 8.8 milyar TEP'tir. Ancak, bu 8.8 milyar TEP'lik potansiyelin elektrik enerjisine dönüştürülen kısmı ne yazık ki hala ar-ge niteliğindedir. Oysa ar-ge kuruluşlarımızda yapılan çalışmalar; özellikle güneş

pilleri konusunda seri imalata geçilebilecek duruma gelindiğini göstermektedir (Altaş, M, v.d.: 1994, s. 100).

Türkiye'de, elektrik enerjisi amaçlı güneş enerjisi potansiyel belirleme çalışmaları, esas olarak, halen, EİEİ Genel Müdürlüğü'nce yürütülmektedir. EİEİ Genel Müdürlüğü'nün ÇBDM Genel Müdürlüğü verilerinden yola çıkarak elde ettiği teorik veriler ışığında; ülkemizin yıllık güneşlenme süresinin 2640 saat ve yıllık ortalama güneş ışıyım şiddetinin 3.6 kWh/m<sup>2</sup> gün olduğu saptanmıştır. Bu değerler birçok güneş enerjisi uygulaması için yeterlidir. Ancak, yukarıdaki verilerin elde edildiği yöntem iklimik amaçlar için kullanıldığından, elektrik enerjisi amaçlı güneş enerjisi potansiyelimizin sağlıklı bir şekilde saptanabilmesi için EİEİ Genel Müdürlüğü'nce Güneş Enerjisi Gözlem İstasyonları projesi geliştirilmektedir. Bu proje kapsamında seçilen 6 bölgeye güneş enerjisi gözlem istasyonları tesis edilerek, belirli bir dönem için işletilmeleri planlanmıştır. Bu kapsamda; yatay yüzeyde toplam ve difüz güneş enerjisi, güneşlenme süresi ve çevre sıcaklığının ölçülebilmesi için Antalya ve İzmir'e birer adet güneş enerjisi gözlem istasyonu kurulmuştur. Gözlem istasyonlarının sayısının olanaklar oranında artırılması hedeflenmektedir.

Diğer taraftan yine EİEİ Genel Müdürlüğü'nce; güneş pilleri kullanarak güneş enerjisinden doğrudan elektrik enerjisi üretmek amacı ile Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) ile ortaklaşa yapılan bir proje kapsamında, MIS (Metal-yalıtkan-yarı ilekten) türü bir güneş pili imal edilmiş ve bu teknoloji konusunda bilgi birikimi sağlanmıştır.

Bu çalışmanın ikinci adımında enterkonnekte şebekeden uzak kırsal yörelerde elektrik enerjisi üretmek için fotovoltaiik sistem kullanımı imkanları araştırılmıştır. Bu proje kapsamında, güneş pili sistemlerinin yapısal ve işletim özelliklerinin araştırılması amacı ile 1.2 kWp gücünde bir güneş pili sistemi tesis edilmiştir.

EİEİ Genel Müdürlüğü'nün yürüttüğü Güneş Pillerinin Zirai Sulamada Kullanılması Projesinden amaç ise; küçük ölçekli zirai sulamada fotovoltaiik sistemlerin kullanılması imkanlarının araştırılmasıdır. Bu amaçla yurt dışından bir fotovoltaiik su pompaj sistemi getirtilmiştir. Bu sistem, 14 adet güneş pili modülü (her biri 44 W), dalgıç pompa ve elektronik kontrol devresinden (invertör) oluşmakta olup 616 Wp gücündedir. Sistemin

performansının belirlenebilmesi için, pompalanan su miktarı ve modül düzlemindeki toplam güneş enerjisi bir yıl boyunca ölçülmüştür. Ayrıca sistemin bilgisayar modeli hazırlanmıştır.

Yukarıdaki çalışmaların dışında EİE Genel Müdürlüğü'nce yapılan diğer bir çalışma da; Güneş Pilleri Aydınlatma Projesi'dir.

Bu projenin amacı, elektrik enerjisinin götürülemediği küçük yerleşim birimlerinde çevre aydınlatmasında kullanılmak üzere güneş enerjisi ile çalışan bağımsız bir birim geliştirmektedir. Bu birim, iki adet güneş pili modülü (her biri 48 W), 18 W gücünde alçak basınçlı sodyum buharlı lamba, invertör - regülatör, 12 V-65 Ah kuru akü ve direktten oluşmaktadır. Bu proje kapsamında beş adet aydınlatma birimi tesis edilmiştir.

Ülkemizde EİE Genel Müdürlüğü'nün yanı sıra: TÜBİTAK MAM, TÜBİTAK Ankara Elektronik Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü (AEAGE), Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü (EÜGEE) vb. kuruluşlar da güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürme çalışmalarında yer almaktadırlar.

TÜBİTAK MAM bünyesinde, güneş enerjisi alanında, son yıllarda özellikle endüstriyelleşmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılan güneş pillerinin üretimi amacı ile, Türkiye için gerçekleştirilmesi kolay, gerek yurt içi gerekse yurt dışında büyük bir pazarı olan yüksek teknoloji ürünü Amorf Silisyum Güneş Pillerinin yapımı konusunda çalışılmaktadır.

Bu bağlamda; güneş enerjisini doğrudan elektriğe çeviren güneş pillerinin yapımı ve seri üretimini mümkün kılacak bilgi birikimini sağlamak amacı ile 1987 yılında DPT desteği ile MAM bünyesinde bir proje başlatılmıştır. Amorf silisyum teknolojisini kullanarak güneş pili üretimi ve araştırmasına yönelik bu proje kapsamında 1989 yılında TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinde Amorf Silisyum Laboratuvarı kurulmuştur. Laboratuvarın kurulması ve ince film amorf silisyum güneş pillerinin yapımında kullanılan PECVD (plazma yardımı ile kimyasal buhar çökeltme) sisteminin çalışmaya başlaması ile proje aktif olarak 1989 yılının Haziran ayında faaliyete geçmiştir. Temel olarak iki kısımdan oluşan bu laboratuvar da bir yandan temiz bir ortamda bilimsel örnekler ve teknolojik tertipler üretilmekte, diğer yandan da yapılan örnek ve tertipler üzerinde bilimsel deneyler yapılmaktadır.

Araştırmalar sonucunda teknolojik olarak seri üretim aşamasına gelinmiş olup, pillerin verimlerini arttırıcı ve maliyetlerini dūřürücü tekniklerin denenmesine devam edilmektedir. TÜBİTAK AEAGE tarafından yürütölen; elektrik enerjisi amaçlı güneş enerjisi çalışmalarından başlıcaları ise; Optimum Dış Aydınlatma Sistemi ve tarım işletmeleri için Ağıl Aydınlatma Sistemi'dir.

Dış aydınlatma sistemi; fotovoltaiik panel grubu, akümülatör, güç düzenleme ve koruma birimi, aydınlatma aparatı, bu aparatı besleyen evirgeç ve gerekli mekanik yapıdan oluşmaktadır. İki adet 45 W peak güçte panel paralel bağlanarak yatay ile 55° açı yapacak şekilde konumlandırılmıştır.

Sistemin çalışma biçimi; gün boyunca fotovoltaiik paneller yoluyla üretilen ve akümülatörlerde depolanan enerjinin gece boyunca aydınlatma aparatı tarafından tüketilmesi olarak özetlenebilir.

Sistemde, özel tipte; i boşaltma kayıpları dūřük, 12 Volt, 100 Ah'lık bir adet kurşun kalsiyum akümülatör kullanılmıştır. Bu akümülatörün řarj ve deşarjını kontrol eden elektronik güç düzenleme ve koruma birimi su geçirmez bir muhafazaya monte edilmiştir.

Bu sistem Aralık 1988 tarihinden beri Orta Doğu Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü otoparkında işletimdedir.

Tarım işletmeleri için ağıl aydınlatma sistemi ise; Tarım işletmeleri Genel Müdürlüğü, Anadolu Tarım işletmelerine bağlı olarak çalışan Eskişehir Dokuzoluk Mevkii Esenbel tiftik keçisi ağılının fotovoltaiik kaynak kullanarak aydınlatılması amacıyla 1988 yılı Aralık ayında kurulmuş ve halen işletimdedir.

Sistem; bina i ve dış aydınlatma sistemleri olarak iki alt sistemden oluşmaktadır. Dış aydınlatma sistemi, daha önce sözü edilen optimum dış aydınlatma sisteminden oluşmaktadır. Bina içi aydınlatma sistemi, dış aydınlatma sisteminden bağımsız olarak çalışmaktadır. Bu sistem, fotovoltaiik panel grubu, akümülatör grubu, güç düzenleme ve koruma birimi aydınlatma aparatları, bu aparatları besleyen evirgeçlerden oluşmaktadır. 8 adet 50 W

peak güçte panel ağıl çatısına 2 adet 4'lüseri grup olarak yatay ile 55° açılı yapacak şekilde monte edilmiştir. Enerjiyi depolamak için 4 adet 12 Volt 100 Ah'lık iç kayıpları düşük, kurşun kalsiyum akümülatör seri bağlanarak kullanılmıştır. Akümülatörler, bu akümülatörlerin şarj ve deşarjını kontrol eden elektronik güç düzenleme ve koruma birimi ile birlikte ağıl içinde bir kutuya monte edilerek dış etkilere korunmuştur.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi; kısıtlı ar-ge olanaklarıyla da olsa bugün Türkiye'de özellikle güneş pilleri konusunda oldukça güvenilir bir birikim oluşmuş bulunmaktadır.

Örneğin; Pakistan, bu konuda kendi gereksiniminin yanı sıra özellikle Afrika ve Güney Amerika pazarlarının gereksinimini karşılamak için, yılda 1 MW'lık üretimle başlayarak, elde edeceği pazar payına göre üretimi artıracak şekilde bir güneş pili üretim tesisinin yapımını tamamlamak üzeredir.

Böyle bir fırsatın Türkiye'deki birikime de tanınmasında sayısı yarar vardır.

Kalkınma planlarımızda giderek artan bir şekilde ve özellikle Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planımızda da yer aldığı üzere; bu kaynaktan kısa sürede yararlanmak üzere gerekli girişimler desteklenmeli; her türlü yerli gelişmiş mamulün satın alınabilmesinde destek sağlanmalıdır.

### **3.2.4. Biyokütle Enerjisi**

Yapılan çalışmalar sonucunda, ülkemizde, hayvansal dışkı orijinli biyokütle enerjisi potansiyelinden 2.8 - 3.9 milyar m<sup>3</sup> biyogaz üretilebileceği anlaşılmaktadır.

Bu potansiyelin petrol eşdeğeri 1.4 - 2 milyon ton / yıl, elektrik enerjisi cinsinden değeri ise 24.5 milyon kWh'tir.

Sadece hayvansal atık kökenli biyogaz potansiyelinin değerlendirilmesi ile, toplam ülke enerji tüketiminin yaklaşık %5'i karşılanabilecektir (ENERJİ ve T.K.B.: KASIM 1990., s. 6).

1989 yılı verilerine göre 2148000 ton olduğu varsayılan bitkisel atık ve artık toplamının (fındık, ceviz, prina, ayçiçeği kabukları çığır ve mısır koçanı gibi) üretim - tüketiminin ise, 2000 yılında 2819000 ton olması beklenmektedir.

Yukarıdaki veriler ışığında; kırsal kesimde hayvan dışkıları, kentsel kesimde ise insan dışkılarının biyogaz enerjisine dönüştürülerek, bu enerjinin de elektrik üretiminde kullanılması, sektöre dikkate değer ölçüde katkı sağlayacaktır.

Ancak, Kalkınma Planlarımızda da yer aldığı halde biyogaz eldesi için yapılan çalışmalar ne yazık ki, pilot uygulamalardan ve üniversitelerimizde kısıtlı olanaklarla yapılan ar-ge çalışmalarından öteye geçememiştir. Bu nedenle Türkiye Enerji Master Plan Tasarısında yer alan tedbirlere; insan dışkılarının biyogaz üretiminde kullanımı ile, insan ve hayvansal biyokütleden elde edilecek biyogazın elektrik enerjisi üretiminde kullanımı gibi tedbirlerin de eklenmesi ve tüm bu tedbirlerin ivedilikle yaşama geçirilmesi gerekmektedir.

### **3.2.5. Katı Atık (Çöp) Enerjisi**

Elektrik enerjisi eldesinde yakıt olarak kullanılacak en düşük çöp miktarı 300 ton / gün olarak saptanmıştır. Diğer taraftan, kişi başına saptanan çöp üretimi ise 1 kg/gün'dür. Ancak, daha kötümser bir kestirimler ülkemizde bu miktarın 0.5 kg/gün olduğu varsayımından hareketle, 1990 sayımına göre il merkez belediyeleri nüfusu itibarıyla 6 il merkezimizde çöp santrali kurulmasına olanak verecek miktarda çöpe sahip olduğumuz görülmektedir (ULUSLARARASI AKDENİZ... KONGRESİ, (Anonim) KASIM 1988., S. 627-628).

Bu illerimiz, sırasıyla; 6620 t/g, 2559 t/g, 1757 t/g, 916 t/g, 834 t/g ve 603 t/g çöpe sahip olan; İstanbul, Ankara, İzmir, Adana, Bursa ve Gaziantep'tir. Kaldı ki, İstanbul gibi büyük bir kentte iki yakada birer santral yeri saptanacağı gibi, birbirine yakın yerleşim birimleri için yaklaşık olarak eşit uzaklıkta ortak bir santral yeri de saptanabilir. Kuzey ülkeleri ile, kimi Güney ülkelerinde çöp; kazanıma girecek nitelikteki maddelerin geri kazanımının yanı sıra, içindeki yanıcı maddelerin modern tesislerde yakılarak elektrik enerjisi ve/veya termik enerji eldesinde yakıt olarak kullanılmaktadır. Dahası, yakma işleminden artakalan kül de, briket yapımında değerlendirilmektedir.

Böylece, kentlerde temiz ve sağlıklı bir görünüm de sağlanmaktadır. Ancak, bu konu, ülkemizde kentlerde en çok şikayet edilen konulardan biri olmasına rağmen henüz hiçbir kentimiz bu çağdaş çözüme kavuşturulamamıştır. Oysa çöp; yerli, yenilenebilir bir kaynak olarak ele alınıp elektrik enerjisi üretimine katkı sağlanmalıdır. Böylece, kentlerimize her anlamda çağdaş bir yaşam biçimi sağlanmış olacaktır. Burada; yakıt olacak çöpün, üretim noktasından nitelik ve nicelik kaybına uğratılmadan alınarak, tüketileceği noktaya taşınması zorunludur. Bu safhada çöpün kontrolsuz kalması, halen kentlerimizde görüldüğü gibi; çöpün nitelik ve nicelik kaybına uğratılmasına neden olup, tesis için gerekli miktarın sağlanamamasını getirecektir. Bu nedenle, kimi Kuzey ülkelerinde görüldüğü gibi, yöre sakininin kullandığı elektrik enerjisi bedelinin, teslim edeceği çöp oranında sübvansede edilmesi ve benzeri yollarla halkın katılımının sağlanmasıyla, sözkonusu yakıt, sürekli ve muntazam bir şekilde elde edilebilir. Ekonomik yönden olduğu kadar sosyolojik yönden de önemli kazançlar sağlayacak olan bu çözüm; sokaklarda, insanlarımızın - üzünç kaynağı olan - çöp ayıklamaktan edindiği ekmek parasını, görevlendirildiği bir çöp santralinde kazanmasını sağlayacaktır.

Doğaldır ki, çöpün bir santralde yakıt olarak kullanılmasıyla elde edilecek elektrik ve ısı enerjisi ile metal, cam, kağıt gibi yan ürünlerin yanısıra, kentin edineceği en büyük kazanç, kent sakinlerinin ruh ve beden sağlığına getireceği katkı olacaktır.

Çöp santralleri konusu, Türkiye Elektrik Kurumu Genel Müdürlüğü Santraller Daire Başkanlığı'nda bir dönem araştırma konusu olmuş ancak, gerçeklik kazanamamıştır (T.E.K.: TT., 117-1).

Özellikle, Beşinci ve Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planlarında, çevre kapsamında yeralan maddelerde, "Atıkların tekrar kullanılması, değerlendirilmesi ile ilgili yatırımlar, araştırmalar ve buluşların teşvik edileceği; enerji ve sınai üretimde çevreye zarar verici yan ürünlerin değerlendirilmesine öncelik verileceğinden sözedilmektedir.

Bu önemli tedbirlerin yerine getirilebilmesi için iki konunun yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir.

1. Çevre sorunu: Kalkınma Planlarımızda ayrı bir başlık altında ele alındığı Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı öncesinde genellikle "Sağlık", sonrasında ise, "Şehirleşme", "Yerleşme" kapsamında ele alınmış ve bu nedenlerden ötürü de, kalkınma planlarımızın "Sosyal Hedef, İlke ve Politikalar" bölümünde yer almış bir sorundur. Bu sorun, nedenleri itibariyle sosyal sektörler dahil hemen her sektörle ilgili olmakla birlikte, çözümü itibariyle ağırlıklı olarak ekonomik ve teknik sektörleri ilgilendirmektedir. Bu nedenle Kalkınma Planlarımızda "Sosyal Sektörler" kapsamında ele alınan çevre konusunun Ekonomik Sektörleri bölümünün - en azından - "Hizmetler" kesiminde ele alınması gözden geçirilmelidir. Artık günümüzde ağırlıklı olarak teknolojik gelişmeler nedeniyle oluşan çevre sorunlarında, ancak bu şekilde somut çözümlere kavuşulabilir.

2. Değerlendirilebilir (zararsız) katı atığın, tıpkı diğer enerji kaynakları gibi, birincil enerji kaynağı olarak ele alınarak, ikincil enerji (elektrik) üretimine baz teşkil etmesi sağlanmalıdır.

Nitekim, Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı Öncesindeki Gelişmeler yayınının "Çevre Sorunları" bölümünde yeralan; "belediyelerin çöp taşıma, depolama imha veya çöp değerlendirme politikalarında rasyonel esas getirme gereğinin devam ettiği" saptaması, yukarıda açıklanan yeniden değerlendirme gereğini zorunlu kılmaktadır (D.P.T: 1990., s. 386).

### **3.3. Nükleer Enerji**

#### **3.3.1. Nükleer Enerji ve Nükleer Santrallerin Etkileri**

Nükleer enerji, enerji talebi - alışılmış kaynaklarla sağlanabilecek üretim = Nükleer Enerji (farkı kapatacak kaynak) temel formülü ile ortaya konan bir enerji türüdür. Geleneksel kaynaklar tükendiğinde ya da bu kaynaklardan yapılan üretimin maliyeti yükseldiğinde çıkar yol umudu ile sarılınan bir kaynaktır.

Ancak nükleer santrallerin çok önemli etkileri mevcuttur. Bunların en önemlisi radyasyondur. Radyasyon, atomun parçalanmasıyla ortaya çıkarak yayılan enerji yüklü parçacıklardan oluşan dalgalardır. Radyasyon, canlıların hücrelerini bozarak zarar verir ve onları öldürür.

Canlılara zarar veren bazı önemli radyoaktif maddeler ve özellikleri şu şekilde sıralanabilir.

Plütonyum = Ömrü 250.000 yıldır. Nükleer reaktörlerin çalışması sırasında atık olarak ortaya çıkar. Üst düzeyde zehirli ve kanser yapıcı bir madde olan plütonyum, yaydığı ışınlar ile canlı dokuyu tahrip eder, on yıllar boyu doku içinde kalarak kemik kanseri, akciğer kanseri, lösemi (kan kanseri) ve diğer kötü huylu urlara en önemlisi de kuşaklar boyu sürecektir. genetik yıkım ve sakatlıklara neden olur.

Stronsiyum - ömrü 280 yıldır. Bu radyoaktif madde yağışla bitkilere, oradan da hayvanların sütüne geçerek organizma tarafından kalsiyum yerine alınıp kemiklere yerleşir. Kan üretimi merkezi olan iliğe zarar verir. Kan kanserine (lösemiye) yol açar.

Trityum - Ömrü 120 yıldır. Trityum, radyoaktif hidrojenidir. Oksijenle birleşip su olur ve vücuda girerek hücrelere yerleşir. Büyük oranda sudan oluşan insan vücudunda, üreme hücrelerinde, kalıtıma ait bilgileri taşıyan kromozomlara yerleşir ve bozar.

İyod 129 - Ömrü 34 milyon yıldır. Radyoaktif otlarla beslenen hayvanların sütüyle insan vücuduna girer ve büyüme hormonu tiroksine yerleşir. Tiroid bezi kanserine ve çocuklarda büyüme aksaklıklarına yol açar. İyod, üreme bezlerine ulaşarak burada da genetik bozukluklara neden olur.

Sezyum 137 - Ömrü 300 yıldır. Besinlerle insan vücuduna giren bu radyoaktif madde kaslara yerleşir ve zarar verir.

Sanayi ve hizmet kollarında kaydedilen büyüme ve gelişmenin kazandırdığı ölçekten yararlanma olarak tanımlanan dışsallığı negatif anlamda nükleer enerji atıklarında görmek mümkündür. Bu olumsuzluk hiç bir maliyet hesabı ile açıklanamayacak bir takım sosyal zararları ortaya koymaktadır. Bu zararların faturası ölüm, kuşaklar boyu sakatlık ve hastalıklı bir nesil olarak karşımıza çıkmaktadır.

### 3.3.2. Çernobil Nükleer Kazasının Sonuçları

- Radyoaktif kirlenmeye maruz kalan alan: 160 bin km<sup>2</sup>'den fazla (Beyaz Rusya: 62 bin, Ukrayna 43 bin, Rusya Federasyonu 57 bin)
- Zorunlu Göç: Yaklaşık 375 bin kişi (Beyaz Rusya: 150 bin, Ukrayna: 150 bin ve Rusya Federasyonu: 75 bin kişi).
- Kazadan etkilenen insan sayısı: 9 milyon (Beyaz Rusya 2.5 milyon, Ukrayna: 3.5 milyon ve Rusya Federasyonu: 3 milyon.
- Çernobil yüzünden yapılan zorunlu harcama, her yıl
- Beyaz Rusya Ulusal bütçesinin %20'si, Ukrayna ulusal bütçesinin %4'ü
- Kaza sonrası çalıştırılan Rus temizlikçilerden ölenlerin sayısı: 7 bin (BİRLEŞMİŞ MİLLETLER: AĞUSTOS 1995, A/50/1995).

WHO'ya (Dünya Sağlık Örgütü) kaza sonrası, Beyaz Rusya'da tiroit kanserleri yüz kat artmıştır.

Ukrayna Sağlık Bakanlığı'na göre, kirlenmiş bölgelerdeki hastalık oranı diğer yerlerden %30, sakat kalma oranı 6 kat fazladır.

UNICEF'e göre Beyaz Rusya'da 1988'den sonra çocuklarda görülen hastalıklardaki artış oranları:

|                                                |       |
|------------------------------------------------|-------|
| - Kemik, kas ve bağ dokuları hastalıkları      | : %62 |
| - Sinir sistemi ve duyu organları hastalıkları | : %43 |
| - Cinsel organ ve üriner sistem hastalıkları   | : %39 |
| - Kan dolaşımı hastalıkları                    | : %28 |
| - Doğuştan kalp ve dolaşım hastalıkları        | : %25 |
| - Kanserli urlar                               | : %38 |
| - Kan üreten organ hastalıkları                | : %24 |

### 3.3.3. Bilinen Nükleer Santral Kazaları

Bu kazaları ve şekillerini şu şekilde özetlemek mümkündür.

Tablo 26: Nükleer Santral Kazaları

|                                                                                                   |                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1952 NRX Chalk River/Kanada                                                                       | Çekirdek erimesi, infilak                                           |
| 1955 EBR 1, Idaho Falls/ABD                                                                       | Kısmi çekirdek erimesi                                              |
| 1957 Rocky Flats/Colorado/ABD                                                                     | Reaktöründe patlama                                                 |
| 1957 Widscale-1/İngiltere<br>İngiltere Hükümeti, Kazayı<br>kamuoyuna 26 yıl sonra<br>duyurmuştur) | Yangın, $1.5 \times 10^{15}$ Bq radyasyon<br>kaçağı                 |
| 1958 Vinca/Yugoslavya                                                                             | Çekirdeğin aşırı ısınması,<br>1 bilimadamı öldü                     |
| 1961 SL1, Idaho Falls/ABD                                                                         | Patlama, 3 işçi öldü                                                |
| 1966 Enrico Fermi / ABD                                                                           | Kısmi çekirdek erimesi                                              |
| 1969 St Laurent/Fransa                                                                            | Kısmi çekirdek erimesi                                              |
| 1972 Wuergassen/Almanya                                                                           | Radyoaktif buhar kaçağı (1050 ton)                                  |
| 1975 Tsuruza-1/Japonya                                                                            | Boru hattında sızıntı/37 işçi<br>radyasyona maruz kaldı.            |
| 1975 Leningrad-1/SSCB                                                                             | Kısmi çekirdek erimesi, $5.5 \times 10^{16}$ Bp<br>Radyasyon kaçağı |
| 1975 Brown's Ferry/ABD                                                                            | Yangın                                                              |
| 1977 Bohunice A-10/Slovakya                                                                       | Çekirdeğin aşırı ısınması, $4 \times 10^{12}$ Bq<br>İyot-131 kaçağı |
| 1979 Three Miles Island/ABD                                                                       | Güç patlaması, Yangın, yakıtın<br>%70'i dünyaya yayıldı             |
| 1986 Çernobil 4/Ukrayna                                                                           | Patlama                                                             |
| 1986 Ker-Mc-Gee/Oklaahama                                                                         | Türbin bölmesinde gaz patlaması                                     |
| 1987 Trawsfynydd/İngiltere                                                                        | Yangın (1.5 saatte söndürüldü)                                      |
| 1989 İstanbul Çekmece Araştırma<br>Reaktörü                                                       | Yangın                                                              |
| 1989 Vandellas-1 / İspanya                                                                        | Radyoaktif Buhar Kaçağı                                             |
| 1995 Monju/Japonya                                                                                | $10^{10}$ Bq Kaçak                                                  |

Kaynak: Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) 1996 tarihli raporları

Buraya kadar açıkladıklarımızdan görüldüğü üzere nükleer santraller sadece, atomun parçalanmasıyla açığa çıkan enerjiyi kullanarak enerji üreten, enerji kaynakları değil; radyoaktif atıklar sorununun da kaynaklarıdır. En küçük kaza durumunda bile belki de sayısı tahmin edilemeyecek sakatlık ve ölüm riskini her zaman taşımaktadırlar. Radyoaktif atıkların 50 yıldır çözümü bulunamamıştır. Atıklar için halen son bir depolama sahası yoktur.

Pricarpatsky askeri bölgesinde, 96-6-31. Birliğin komutanı olan Kıdemli Yüzbaşı Anton Antonovich Vulchin Çernobil kazasının temizliğinde yer aldığı sırada 42.38 Röntgenlik (REB'lik) bir radyasyon dozu almış ve 1996 yılında A serisi 003812 nolu 1. derece sakat durumuna düşmüştür. Bu olay, radyasyonun kazadan çok daha sonra karşı karşıya kalındığında bile yarattığı etkinin örneğidir (GREENPEACE INTERNATIONAL, TANIKLAR RAPORU: 1996, s. 26-30).

1992'de Rio de Janerio'daki Dünya Zirvesi'nde Ukrayna Çevre Bakanı Dr. Yuri Scherbak, ülkesinde 1986'da meydana gelen Çernobil kazası sonunda yaklaşık 6000 kişinin öldüğünü ve ölü sayısının 40.000'e varacağını, ayrıca yüzbinlerce insanın da kansere yakalanacağını söylemiştir.

8 Aralık 1995 günü Japonya'nın hızlı üretken reaktörü Monju'da oluşan sıvı sodyum kaçağının çekilen video filminin basına aktarılması sonucu, enerji reaktörü ve nükleer yakıt geliştirme şirketi PNC yetkilisi olan ve iç soruşturmanın başında bulunan Shizeo Nishimura Tokyo'da bir otelde intihar etti.

Ardında bıraktığı nota "sorumluluklarının altında ezildiği, tükendiği" belirtiliyordu.

### **3.3.4. Çeşitli Ülkelerde Nükleer Enerjiye Bakış**

1995 Ağustos ayında Japon Denizi kıyısındaki küçük Maki kasabasında, Japonya'nın bir nükleer santral kurulmasına ilişkin ilk referandumu yapıldı. Kasaba sakinleri projeyi reddederek gereken araziye vermediler.

Danimarka, 1985 yılında nükleer enerjiye geçmemeye karar verdi.

Brezilya, 20 yıllık iddialı bir nükleer enerji programı olduğu halde 1997'de tek bir nükleer santrale sahip. 1.1 milyar dolar harcadıktan sonra ikincisinden vazgeçti ve üçüncüsünü de tümüyle iptal etti.

İtalya, 1987 yılında yepyeni olan bir reaktörü de dahil olmak üzere tüm nükleer reaktörlerini kapattı.

Avusturya, tek nükleer santralını 1978 yılında kullanmadan kapattı.

1973 yılından beri ABD'de sipariş verilip iptal edilmemiş tek bir nükleer santral olmadı. Son 30 yılda vazgeçilen nükleer santralları sayısı 123'tür.

İsveç, elektriğinin %50'sini karşılayan tüm reaktörlerini 1998'den başlamak üzere 2010 yılında kapatacağını açıklamıştır (GREENPEACE MEDITERRANEAN GÜNEŞLİ BİR GELECEĞİMİZ VAR: 1997, s. 2).

Washington International Energy Group (Enerji şirketlerine danışmanlık yapan özel bir firma olup, nükleer karşıtı olmadığını vurgulamakta) tarafından yapılan bir kamuoyu yoklamasının sonuçları şöyledir:

ABD'deki 400 kadar elektrik kurumu yöneticisi "Nükleer enerji rekabet edebilir özellikte midir?" sorusuna %39 Hayır, %22 Emin değilim şeklinde, "Nükleer santral lisansları uzatılabilir mi?" sorusuna %30 umuyorum, %29 Emin değilim şeklinde "Yeni nükleer santral sipariş etmeyi düşünür müsünüz?" sorusuna 1994 ve 1995'de %10 Evet, %72 Hayır, %18 Emin değil, 1996'da ise %2 Evet, %89 Hayır, %9 Emin değil şeklinde cevap vermişlerdir (WASHINGTON INTERNATIONAL ENERGY GROUP: 1996).

ABD'de Fort St. Vrain reaktörü 330 MW gücünde olup, 18 Ağustos 1989'da kontrol çubukları ve buhar jeneratörlerine ait teknik sorunlar ve düşük performans (%5) nedeniyle kapatılmıştır.

Rancho Secha Reaktörü ise 7 Haziran 1989'da yerel bir referandumla kapatıldı.

Shoreham Reaktörü (819 MW gücünde) New York Eyaleti tarafından santral yakınında yaşayan nüfusun bir kaza anında çabuk boşaltılamayacak kadar çok olması gerekçesiyle 28 Haziran 1989'da kapatıldı.

New England'daki Yankee Rowe santrali yenileme maliyetinin en az 23 milyon dolara çıkacağı gerekçesiyle 26 Şubat 1992'de kapatıldı.

Yine ABD'deki San Onofre Santrali, 135 milyon dolara çıkacak olan yenilemenin (fayda - maliyet analizi sonucu) ekonomik baskısı sonucu izin tarihinin bitişinden 12 yıl önce, 30 Kasım 1992'de kapatıldı.

1175 MW gücündeki Trojan Nükleer Santrali Oregon halkının baskısı sonucu, santrali yenileme maliyetinin 200 milyon dolara varması gerçeği ile birleşince 4 Ocak 1993'te kapatıldı (ABD Kongresi: 1993, s. 3-4).

### **3.3.5. A.B.D.'de Nükleer Enerjinin Ekonomikliği**

#### **3.3.5.1. Tarih İçindeki Nükleer Enerji Maliyeti**

1950'den 1990'a kadar geçen süre içerisinde Amerikan vergi mükellefleri, tüketiciler ve yatırımcılar nükleer enerjinin geliştirilip elde edilmesi için 492 milyar dolar harcamışlardır.

Bu miktarın 396 milyon doları elektrik işletmecileri aracılığıyla tüketicilerden, geri kalan 96 milyon doları Federal Hükümet aracılığıyla vergi mükelleflerinden temin edilmiştir.

Bu 492 milyar dolarlık rakam hükümet ve endüstri tarafından atıkların gömülmesi ve tesis sökümü için hesalanan kaba rakamları içermektedir. Enerji Departmanının (DOE) askeri bölümlerinde yapılan ve sivil güce de katkısı olan programlar da dahil değildir. 492 milyar dolara nükleer santrallarda yayılan radyasyon tarafından gelen zarar ile kazaların masrafları ve yakıt giderleri de dahil değildir.

Dahil edilmeyen masraf ve subvansiyon miktarların 375 milyar dolar tutması hesaplanmıştır. (1990 doları).

### **3.3.2. . Kendini Aşan Masraflar (1984 - 1990)**

Elektrik işletmesi masrafları doğrudan harcama olarak ortalama 8.08 sent/kWs'e, toplam olarak da 9.06 sentd/Ws'e yükselerek belirtilen dönemde en büyük artışı göstermiştir. Birkaç düzine olağanüstü pahalı yeni reaktör inşaat halinden çıkıp kullanım durumuna geçince, yapım masrafları 1.89 sent/Ws'den (ticari nükleer gücün başlangıcından itibaren, 1968-83 yılları için hesaplanmış bir ortalama değerdir). 4.63 sent/kWs'e fırlamıştır. Santral iptalleri, yükselen işletme ve bakım giderleri ek yatırım maliyetlerinin artan masrafları da niahi miktarda ağırlığını koymuştur. İptal edilen santrallerin masrafların genel elektrik faturasına yüklenmesi - işleri çok kolaylaştıran bir anlaşma tarzı - 1984 yılı için 11.82 sent/kW ile rekor düzeyde bir artışa neden olmuştur. Aynı yıl elektrik işletmeleri 11 reaktörü hurdaya çıkartarak yaklaşık 13 milyar doları batırmışlardır.

1990 yılında masrafların genel enflasyona göre hesaplanmasına rağmen, bir nükleer kilowatt saati işletmelere ve tüketiciye 1973 yılına oranla 3 misli pahalıya mal olmuştur. (1990'da 9.1 sent/kWs- 1973'de 3.2 sent/kWs).

#### **3.3.2.3. Zaman İçinde Federal Yönetimin Sübvansyon Giderleri**

Federal hükümetin, nükleer endüstrisini 1950-1990 yılları arasında 97 milyar dolar (1990 doların değeri itibariyle) gibi bir miktarla desteklediği hesap edilmiştir. Buada bahsedilen miktara federal hükümetin nükleer enerjiye verdiği birçok destek kategorisi dahil edilmemiştir, en çarpıcı örnek olan Price-Anderson yasasına göre işletmeler reaktör kazalarında topluma ödenecek masrafların tam yükümlülüğünden korunmaktaydı.

#### **3.3.2.4. Masraf Kategorileri**

Bu bölüm nükleer güç için harcanan masraflara değinmektedir.

##### **3.3.2.4.1. Doğrudan Reaktör Masrafları**

Konstrüksiyon / Yatırım masrafları (184.8 milyar dolar, tüm masraflar 1990 yılının doları üzerinden hesaplanmıştır) Amerikan nükleer enerji

masraflarının sorununu en iyi biçimde yapım/yatırım masraflar - inşaat harcamaları ve buna bağlı mali yükler göstermektedir. 1980'li yılların ortalarında veya sonlarında tamamlanan santraller 1970'li yılların başlarında yapılanlardan 20 misli daha pahalıya mal olmuştur. 4000 dolar/kWa (1980'lerin sonunda tamamlanan modeller için bu anormal bir rakam değildir) ve %65 kapasitede çalışan bir reaktörün ilk yılında sermaye masrafı olarak 13 sent/kWs getirdiği hesaplanmıştır, (bir başka deyişle uygulanmakta olan, ulusal perakende elektrik satış fiyatının iki katı). İşletmeler sürekli değişen modellerine, giderek artan düzenleme ihtiyaçlarına ve kendi kötü inşaat idarelerine de kurban gitmeye başlayınca masraflar iyice tırmanmaya başlamıştır. Ancak kamuoyunda nükleer endüstri, sürekli artan masraflara suçlu olarak genel ekonomik durumu (yüksek enflasyon ve faiz yükü) göstermiş veya gerçekte daha az yükselen kömür santralleri masrafları ile çarpık bir karşılaştırma yaparken gerçeği saklamıştır. Sonuç olarak elektrik işletmeleri, şaşırtıcı bir biçimde saptırılmış olan masraf takdirleri ile, yatırımcıları reaktörlere yatırım yapmaları için yanıltmışlardır.

### **3.3.2.4. . Nükleer Santral Performansı**

Santrallerin verimlilik performansları nükleer ekonomiyi çok güçlü bir biçimde etkiler. Yüksek performans ile çalışan bir santralde nükleer yakıtın nispeten ucuz oluşu diğer ilk masrafların bazılarını dengeleyebilir. Aksine de düşük performans reaktörün yüksek olan temel masraflarını daha çok artırabilir.

70'li yılların ortalarına kadar reaktör propagandacıları Amerikan nükleer enerji santrallerinin %80'lik bir kapasite ile çalışacaklarını öngörmüşlerdir. Gerçekte sadece %5 kapasite ile çalıştıkları görülmüştür (1968-1990 arasında yapılan ölçüm ve ancak çok yakın zamanlarda dikkat çekmeyecek bir düzelme gözlemlenmiştir). Bu kadar kötü bir performans nükleer enerjinin rekabet gücüne büyük ölçüde zarar vermiştir ve masrafları fazlasıyla arttırmıştır. Santrallerin olgunlaşmaları ve elektrik işletmelerinin tecrübeleri ile performans biraz arttıysa da, etki beklenenden daha düşük olmuştur. Doğrusal bir performans artışın karşısına üç önemli engel çıkmıştır.

1- Three Mile Kazasının uzun süre geçirilemeyen etkileri. Bunlar bir süre için NRC'nin (Nükleer Düzenleme Komitesi) reaktör riskleri konusunda daha dikkatli olmasını gerektirmiştir, 2- Nükleer santrallerinin doğasında var

olan karmaşıklık ve buna bağlı tehlikeleri, neredeyse sürekli bir dizi kazaya, ekipman bozukluklarına ve uzayan tamir sürelerine neden olmaktadır. 3-Eskime süreci ise 20 yıl önce yapılmış santralleri giderek daha çok etkilemektedir. Bu problemlere dikkat çekilmesi ise sık sık santrallerin kapanmasına sebep olmuştur.

#### **3.3.2.4.3. İşletme ve Bakım (70 milyar USD)**

İşletme ve bakım masrafları, yakıt dışındaki masraflar işgücünü, çeşitli yağları ve su gibi giderleri kapsar. Bu rutin reaktör masrafları geçmişten bugüne, son 20 yılda sürekli artış göstermiştir, aynı biçimde elektrik işletmelerinin nükleer çalışma sistemlerini yeni tasarım ve uygulamalara göre sürekli yenilemeleri, kadrolar, güvenlik uygulamaları, danışmanların/kontratlı personelin çalıştırılması ve geniş reaktör risklerini azaltıcı idari önlemlerle santral performansı artırıcı düzenlemeler masrafların çok hızlı artmasına neden olmuştur.

#### **3.3.2.4.4. Ek Yatırımlar (41.0 milyar dolar)**

Temel ekler, bir yıldan sonra başlayan masrafları kapsayan işletme yatırımlarıdır ve santralin ticari işletmeye açılmasından sonra gerçekleşir. Reaktörlerin gerçek ek yatırım masrafları 1970'li yıllarda artmasına rağmen 1979'daki Three Mile Island kazası fiyatların aşağı yukarı iki katına çıkmasına neden olmuştur. Artan emniyet endişeleri de santral tamir ve değişikliklerine sebep vermiştir.

#### **3.3.2.4.2. Yakıt Maliyeti (41.6 milyar dolar)**

Uranyumu işleme masrafları, madenlerin daha güvenli hale getirilmesi, yeni çevre standartlarının kabul edilmesi, kaynakların fakirleşmesinden (çıkarılan madenin kalitesinin düşmesi) dolayı artmıştır, ta ki kısmen kaldırılan ithalat kotaları ve buna bağlı uranyum bolluğu uzun vadede sabit bir fiyat düşüşünü getirinceye kadar. Zenginleştirme fiyatları ise genelde zenginleştirme santrallerinin işletmeleri için gerekli olan enerji masraflarının artmasından dolayı 1972'deki 32 USD/SWU'dan 1984'de 120 UST/SZWU'ya yükselmiştir (SWU-Separative Work Unit - Zenginleştirme işleminin masraflarının hesaplandığı bir birim).

### **3.3.2.4.6. Dolaylı Elektrik İşletme Masrafları**

Düşen Masraflar, İptal Edilen Reaktörler (44 milyar dolar)

1974 yılında Başkan Nixon 2000 yılında, büyük ölçüde genişletilmiş kurulu elektrik gücün yarısını karşılayacak olan bin Amerikan nükleer santralin çalışıyor olacağını söylemiştir. Ne var ki ekonomik durgunluk, tüketici tasarrufu, beklenmedik kazalar, halkın karşı çıkışı, bütçeyi aşan fiyatlar ve küçülen elektrik işletmelerinin sermayeleri, 1970 ve 1980'li yılların iptal dalgalarına neden olmuştur. 1985 yılında Forbes magazine şöyle belirtmiştir. "Tennessee Valley Authority grubu onyedini nükleer projesinin dokuzunu, Public Service Electric & Gas sekiz projesinin beşini, Duke Power onüçün altısını, Detroit Edison da dördün üçünü iptal etmiştir ve iptaller devam etmektedir".

### **3.3.2.4.7. Nükleer Enerji Masrafları Fosil Yakıt Masrafları Karşılaştırılması**

Nükleer enerji, 1950-1990 arasında 9.0 sent/kWs'e (1990 doları) ve 1968-1990 arasında 8.8 sent/kWs'e mal olmuştur. Bunun 7.2 sent/kWs'i dolaysız masraflar için elektrik işletmeleri tarafından ayarlanmıştır, geri kalan 1.6 sent de federal vergi mükellefleri tarafından ödenmiştir. Fosil yakıtlar için benzer bir saptama kesinlikle mümkündür. 1960-1990 yılları arasında 8.8 sent/kWs olan ortalama nükleer güç masrafı, aynı dönem için benzer termik veya gaz santralleri ile karşılaştırıldığında, tam iki kat daha pahalı olmuştur.

1968-1990 yıllarının ortalaması alındığında nükleer santrallerinin ürettiği elektrik 7.2 sent/kWs'e mal olmuştur, buna karşılık termik santrallerinin ortalaması 4 sent/kWs olarak hesaplanmıştır (veri olarak 1990 UD fiyatı esas alınmış ve Federal Vergilerle yapılmış sübvansyonlar hesaba katılmamıştır). Vergi ödeyen yurttaşlarının sübvansiyonu fosil enerji (termik santrallerde üretilen enerji) için muhtemelen bir kaç mils/kWs'i (mils = 1 sentin 1/1000'i) geçmemiştir. Bu durumda nükleer enerji aldığı mali destekler ile ortalama 8.8 sent/kWs'e mal olurken termik santral enerjisi 4-4.5 sent/kWs'e mal olmuştur (KOMANOFF ENERJİ ORTAKLARI: KASIM 1992, S. 1-12).

Önce belirtilenlere dayanarak çıkan sonuca göre 1968-1990 yılları arasında nükleer santrallerde üretilmiş olan normal bir kilowatt saati vergi mükelleflerine, benzer bir fosil yakıt santraliden, 3 sent daha pahalıya mal olmuştur. Bu fiyat ticari nükleer santraller tarafından üretilen 5.4 trilyon kWs'e dağıtıldığı zaman 1968-1990 yılları arasında geçen zaman için yaklaşık 160 milyar dolarlık (1990 doları üzerinden hesaplanmıştır) bir fazlalığa mal olmuştur.

Nükleer enerjinin maliyetinin bu fazlalığına 96 milyar dolar (1990 doları) olduğu hesap edilen doğrudan yapılmış federal destekler dahil edilmemiştir. Bu hesaba reaktörün gelecekteki masrafları da dahil değildir ve şöyle sıralanabilir: Elektrik tarifelerine yansıyacak olan yüksek yatırım ve işletme ve bakım masrafları ve vergi mükelleflerden çıkartılacak olan reaktör sökümü ve atı masrafları depolamasından doğan masraflar. 160 milyar dolarlık fazla masrafın içinde başka araştırmacılar tarafından 375 milyar dolar olarak ayrıca hesaplanan kamusal zararlar ve başka devlet sübvansiyonları yer almamaktadır.

Nükleer enerjinin aşırı yüksek maliyeti ona duyulan gereksinimi zayıflatmaktadır; kullanıcılar, buluş sahipleri ve kurumlar da artık onsuz yaşamının yollarını ve başka piyasalar aramaktadırlar.

Ekim 1993'de tamamlanmış olan son ticari Amerikan nükleer santralin siparişinin 20'nci yıl dönümüdür. Eski reaktörler, yenilerin devreye girmesinden daha hızlı bir biçimde emekliye ayrılmaktadır. Eskiden nükleer santrallere akıtılan para, artık daha verimli çalışan elektrik ampullerine, fabrika, ev ve büro makinalarına harcanmaktadır. Gittikçe artan bir biçimde resmi, yerel, ulusal ve uluslararası enerji araştırmalar, nükleer enerjiye başvurmadan fosil yakıtın kullanımını da azaltan enerji biçimlerini ortaya koymaktadır. Akılcı elektrik işletmeleri geleceğin farklı bir yönde bulunduğunu göstermektedir; tüketimde en yüksek verimlilik yoluyla en düşük maliyetli elektrik hizmetlerini sağlamak.

Nükleer enerjinin zayıflamasına rağmen Bechtel, General Electric, Westinghouse ve Enerji Departmanı "sayesinde" nükleer tartışma sürmektedir.

### 3.4. Radyoaktif Atık

#### 3.4.1. Radyoaktif Atık Tanımı ve Tarihi Gelişim

"Radyoaktif atık" deyimi, çok yüksek sıcaklıkta ışınlanmış (kullanılmış) reaktör yakıtından, operatörlerin hafif radyoaktif giysilerine kadar herşeyi kapsar. Her bir atık türü, radyoizotop adı verilen yüzlerce farklı dengesiz atomik yapının kendine has bir karışımını içerir. Her radyoizotop da kendi yaşam süresine ve canlı dokuya zarar veren alfa ve beta parçacıkları yayma gücüne sahiptir. Radyoizotopların yarı-ömürleri, bir saniyenin bir bölümünden milyonlarca yıla kadar değişebilmektedir. (Yarı-ömür baştaki radyoaktivitenin yüzde 50'sinin bozunmaya uğraması için gereken süredir; 10 yarı-ömür sonra baştaki radyoaktivitenin binde biri, yani hâlâ tehlikeli olabilecek bir miktar kalacaktır.) Bunun anlamı şudur; örneğin, ışınlanmış yalıtın esaslı bir bileşeni olan ve 24.400 yıl yarı-ömürlü bir radyoizotop olan plütonyum-23, çeyrek milyon yıl ya da 12.000 insan kuşağı boyunca tehlikeli olacaktır. Bozunuma uğradığında 710.000 yıl yarı-ömürlü uranyum-235 haline gelir.

Belki de dünyadaki yaşamı toptan tehdit etmesi açısından en tehlikeli radyoaktif atık, ticari nükleer enerji santrallerinin çıkardığı ışınlanmış uranyum yakıtıdır. Bu yakıtlar, A.B.D.'deki tüm radyoaktif atık hacminin yüzde birinden azını oluşturduğu halde, tüm sivil ve askeri kaynakların sahip olduğu toplam radyoaktivitenin yüzde 95'ine sahiptir. Tipik bir ticari nükleer reaktör yılda yaklaşık 30 ton ışınlanmış yakıt çıkarır. Bunun her tonu, yaklaşık 180 milyon kuri radyoaktivite ve 1.6 megavat ısı üretir. Işınlanmış yakıtın içindeki radyoizotopların çoğu hızla bozunduğu için, çıkardığı radyoaktivite bir yılda ton başına 63.000 küriye düşer. 10.000 yıl sonra bile tonunda 470 küri var olacaktır. (Bkz. Tablo: 27) (Saptanan bir anda radyasyonun yoğunluğu küri olarak ölçülür; bir referans noktası olarak, Çernobil kazasının, kazadan on gün sonraki ölçümlere göre, 50 milyon küri radyasyon açığa çıkardığına ait bazı veriler vardır.)

Dünyanın enerjisinin yüzde 5'ini üreten 413 ticari nükleer santral, 1990'da 9.500 ton ışınlanmış yakıt oluşturarak, toplam kullanılmış yakıt miktarını 84.000 tona çıkartmıştır. Bu rakam 1985'tekinin iki katıdır. Amerika Birleşik Devletleri, bunun 20 milyon küriden fazla radyoaktivite içeren dörtte birine "evsahipliği" yapmaktadır. Sekiz yıl içinde dünyadaki rakam 190.000

tonu geçebilecektir. BM'nin Uluslararası Atom Ajansı'nın yaptığı tahmine göre, dünyada şu anda çalışan ya da yapımı süren nükleer santrallerin tümü gelecek yüzyılın ortasında kapatılıncaya dek, bunların ürettiği toplam atık miktarı 450.000 tonu aşacaktır (LENSSSEN, N: 1991, s. 34).

Tablo 27: Bir Hafif-Su Reaktöründen Çıkan Bir Ton Işınlanmış Yakıt Başına Radyoaktivite ve Isıl Çıktı

| Yakıtın Yaşı<br>(Yıl) | Radyoaktivite<br>(küri) | Isıl Çıktı<br>(vat) |
|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| Boşaltımda            | 177242000               | 1595375             |
| 1                     | 693000                  | 12509               |
| 10                    | 405600                  | 1268                |
| 100                   | 41460                   | 299                 |
| 1000                  | 1752                    | 55                  |
| 10000                 | 470                     | 14                  |
| 100000                | 56                      | 1                   |

Kaynak: Lenssen, N, (1991), Nükleer Atık, Worldwatch Institute, A.B.D., s. 3-4.

Nükleer atıkların radyoaktivitesini yalnızca, yüzbinlerce hatta milyonlarca yıl alan doğal bozunum azaltır. Bu yaşamsal gerçeğin önemi - yani sağlık açısından ortaya çıkacak sorunların da binlerce yıl süreceği-ondokuzuncu yüzyılda radyoaktivitenin keşfinden sonra, onlarca yıl boyunca yok sayıldı. Başta, kimse radyoaktivitenin tehlikeli olduğundan kuşkulandı bile. Fakat zaman geçtikçe biliminsanları, düşük düzeydeki radyasyona maruz kalma durumunda bile, radyasyonun insan sağlığına yıkıcı etkileri olabildiğini keşfettiler. Rüzgâr ve sularla taşınan radyoaktif maddeler hızla çevreye yayılabiliyordu.

Çernobil'in patlaması binlerce kilometre ötede, İsveç'te rengeyiklerini, İngiltere'de koyunları radyasyonla kirletti.

A.B.D.'nin nükleer atıklarından kaynaklanan radyoaktivitenin %95'ini yaratan sivil reaktörlerdir. Bu oran olasılıkla dünyada da aynıdır. Üstelik sivil atıklar askeri atıklardan daha hızlı birikmektedir.

ABD Atom Enerjisi Komisyonu (AEC)'nin ilk genel müdürü Carol Wilson'a göre, radyoaktif atıklarla çalışmak "cazip değildi; kariyeri yoktu; pis bir işti ve kimse nükleer atıklar için uğraştığında madalya almıyordu."

Soğuk Savaş'ın aciliyeti ile yüz yüze olan ve halklarını askeri nükleer programları tümüyle destekler konumda tutmak zorunda olduklarını farkedenden atom enerjisi yetkilileri, İngiltere, Fransa, Sovyetler Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri'nde nükleer silah üretimini yaygınlaştırırken, atık sorunlarını önemsiz gibi gösterdi. Devletler de bu sırada, sivil nükleer endüstrilerin oluşturulmasını teşvik etti -bazı durumlarda zorladı- ve altmışların sonunda sivil reaktör programları başladı. Fakat piyasadaki bu canlılık on yıldan biraz fazla sürdü. Yetmişlerin sonunda, güvenlik sorunları ve kazalarla dolu kayıtlar, sağlık üzerindeki etkilere ilişkin sorular, tırmanan maliyetler ve halkın eriyip giden güveni, reaktör yapımını yavaşlattı ve gittikçe büyüyen nükleer atık sorununa yeni bir önem kazandırdı.

Altmışlı yıllarda artık çoğu, halkı korumanın en iyi yolunun nükleer atıkları toprağın derinliklerine gömmek olduğunu karar vermişti. Geçen on yılda, ticari nükleer endüstri, atık yığınlarının yükselip, popülerliğinin azalmakta olduğunu keşfettikçe, jeolojik gömme işini halletme çabaları gittikçe artan bir aciliyetle ele alındı. Fakat bugün bile, "çözümler" hiç de yakında değildir. Radyoaktif maddeleri yalıtmanın güvenli ve kalıcı yöntemleri, toplumlar bunları yakından incelemeye başladıkça, çöldeki bir serap gibi kayıp uzaklaşmaktadır. Artık jeolojik gömme işinin, bu maddelerin biyosferden yalıtılmış kalacağını garantileyemeyeceği açıkça ortadadır. Bugüne kadar önerilen planların; kapların yer hareketlerine bağlı ezilmesi ya da kimyasal olarak patlayıp açılmasında, yeraltı sularının korozyona ve kirliliğin yayılmasına yönelik etkisine kadar değişen, bir dizi zamana bağlı sorunla zedelenebilir özellikte olduğu keşfedilmiştir. Geçmişteki çabalar da planlandığı gibi olmamıştır; eski gömü ya da depolama alanlarının sızıntı yaptığı, tehlikeler oluşturup milyarlarca dolarlık temizleme kampanyalarının odağı haline geldiği kanıtlanmıştır.

Hükümetlerin jeolojik uzaklaştırmanın şu anda geçerli olabileceğini hızla kanıtlamaya yönelik çabaları, radyoaktif maddelerin yüzlerce yüzyıl yalıtılabileceğini garanti edebilmekle ilgili ciddi teknik sorularla karşı karşıyadır. Bu arada, bazıları nükleer enerjiyi yaygınlaştıran ajanslarla yakın ilişki içinde bulunan, nükleer atıklarla uğraşmaktan sorumlu kurumlara halkın

güveni öylesine azdır ki, bir bölgenin olası gömü yeri olarak incelenmesi bile, insanların protesto ederek sokaklara dökülmesine yol açmaktadır.

Nükleer enerji bugün dünya enerjisinin yaklaşık %5'ini sağlamaktadır. Bu düzey, yapım işleri süren birkaç düzine projeyle yakın gelecekte fazla aşılmayacaktır. Devlet yetkilileri ve nükleer endüstri yöneticileri atık sorunu halledilinceye kadar endüstrinin durgun kalacağını bilincindedir.

Atık sorunu, gelecek bin yılın ve ötesinin en önemli nükleer konusu olarak ortaya çıkmıştır. Nükleer çağa ilişkin son kararı, atık sorunu belirleyebilecektir.

Fransa ve İngiltere gibi bazı ülkeler, ışınlanmış yakıtlarını yeniden - işlemektedir. Yeniden - işleme, başta atom bombası üretimi için geliştirilmiştir. Fakat bu işlem aynı zamanda geride kalan uranyumu ayıracak kimyasal işlemleri de içerir (uranyumun yalnızca yaklaşık yüzde 3'ü fizyona uygun özelliktedir). Ayrılan uranyum bundan sonra zenginleştirilebilir ve yine yakıt olarak kullanılabilir. Fakat yeniden-işleme işi, ışınlanmış yakıtı enerji üretim işlemine geri döndürerek "atığı uzaklaştırırken" ardında en güçlü elementlerini bırakır: tümü tehlikeli yüksek düzeyli atıklardan olan, sezyum, iyot, strontyum ve teknetyum gibi uranyum atomlarının parçalanmasıyla ortaya çıkan radyoizotoplar. Kalıntılar aynı zamanda nükleer fizyonun yoğun nötron bombardımanının ürünlerini de içerir. Bunlar, uranyumdan daha ağır oldukları için, transuranikler diye bilinen amerikyum ve neptünyum gibi elementlerdir. Bu izotopların çoğunun aşırı uzun yarı-ömürleri vardır. Yeniden-işlemeden sonra bile, kullanılmış reaktör yakıtının radyoaktivitesinin toplam %97'si hâlâ atık olarak kabul edilmektedir. Böylece, yeniden - işleme bir kısım atığı yeni yakıt olarak yeniden sınıflıyor ve radyoaktiviteyi hafifçe azaltıyor gibi görünse dahi, bunun net etkisi, uzun-ömürlü atıkların ki dahil olmak üzere, radyoaktif atıkların hacmini büyük oranda arttırmaktır.

İşinlanmış yakıt sorunun yalnızca bir bölümüdür. daha az yoğun fakat yine de tehlikeli "düşük - düzeyli" atıklar çok daha büyük bir bölümü temsil etmektedir. Düşük - düzeyli atık genellikle nükleer yetkililer tarafından yarı-ömrü 30 yıl ya da daha az olan radyoaktif maddeler olarak tanımlanır. Gerçekte, düşük düzeyli diye sınıflanan kalıntılar, sıklıkla plutonyum, teknetyum ve iyot gibi uzun-ömürlü maddeleri içermektedir. Örneğin

Teknetyum-99 ve İyot-129 düzenli olarak düşük-düzeyli atıkların içinde bulunur, halbuki yarı ömürleri sırasıyla 210 bin ve 15.8 milyon yıldır.

Yalnızca 1989 yılında, Amerika Birleşik Devletleri'nde 76.000 metreküp askeri, 46.000 metreküp de sivil düşük-düzeyli atık sığ hendeklere gömülmüştür. Sivil olan bölümün çoğu (hacim olarak %75'i, radyoaktivite olarak %95'i), nükleer enerji endüstrisinden gelmiştir ve reçineler, filtre çamurları ve atılan donatımı içeriyordu. Radyoaktivitenin %1'inden ve hacmin %2'sinden az bir bölümü tıbbi atıklardı. Düşük-düzeyli atık tiplerinin geniş yelpazesinden ötürü, A.B.D. dışındaki ülkelerin çoğu, daha uzun-ömürlü ve daha yoğun olan çeşitleri ara ya da orta düzeyli olarak sınıflandırıyor.

En hacimli ve en az yoğun atıklar uranyum madenleri ve değirmenlerinden gelmektedir. Öğütme işlemi, madenden çıkarılan cevherdeki uranyum çoğu ayırır, ama radyoaktivitenin yaklaşık %85'ini maden atıklarında bırakır. Bu kalıntılarda, 'uranyumun bir "kızı" olan 77.000 yıl yarı-ömürlü toryum-230 ağır basar. Bozunuma uğradıkça, her ikisi de güçlü kanser yapıcılar olan radyum-226, sonra da radon-222'ye dönüşür. Eski doğu Almanya'da Çekoslovakya sınırı boyunca uzanan Wismut uranyum madenlerinin yalnızca üçünde, 150 milyon tondan fazla uranyum kalıntısı ile birlikte milyonlarca tonu bulan radyasyonla kirletilmiş sıvılar bulunmaktadır. Uranyum kalıntıları Avustralya, Kanada, Çekoslovakya, Fransa, Namibya, Nijer, Güney Afrika, Sovyetler ve A.B.D.'de de yığılmış durumdadır (LENSSSEN, N: 1991, s. 6-7).

Radyoaktif atıklar aynı zamanda uranyum dönüştürme ve yakıt zenginleştirme tesislerinde de üretilmektedir. Ham uranyum sarı pastasını reaktör yakıtı olarak zenginleştirilmeden önce uranyum heksafloride dönüştüren, Gore-Oklahoma'daki "Sequoyah Fuels Company" fabrikasını toprağa ve yeraltı sularına uranyum sızdırmıştı. 1991'in Ekim ayında, A.B.D. Nükleer Düzenleme Komisyonu, tehlikeli maddeleri kötü yönetimiyle damgalanan geçmişinden dolayı fabrikayı kapattı.

Madenler ve yakıt fabrikaları gibi, nükleer enerji santralleri de sonunda radyasyonla kirli hale gelirler ve -diğer tüm endüstriyel tesisler gibi- eninde sonunda kapatılmak zorundadırlar. Dünyada şimdiden çoğu küçük ticari nükleer reaktörler olan 58'i ortalama 16 yıllık yaşam süresinin sonunda kapatılmıştır. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) önümüzdeki on yılın

sonuna kadar çoğu daha büyük olan 60 enerji santralının daha kapatılmaya aday olduğunu hesaplamaktadır. Bu tesislerin sökümü onları işletmekten çok daha fazla miktarda atık üretebilecektir: Tipik bir ticari reaktör 40 yıllık bir yaşam süresince 6.200 metreküp düşük düzeyli atık ortaya çıkarır. Sökümü ise buna ek olarak 15.480 metreküp düşük-düzeyli atık daha yaratır. Baştan aşağıya söküm, aynı zamanda birçok santralin yakınında depolanmakta olan işinlanmış yakıtın da oradan kaldırılmasını gerektirir.

Devletlerin nükleer atıkları denetiminde en fazla adı çıkmış başarısızlık, A.B.D. ve Sovyet askeri tesislerinde olmuştur. Geçen 50 yılda A.B.D.'de silah üreten kabaca 100 askeri alan aşırı çevre kirliliğine yol açmıştır. A.B.D. Teknoloji Değerlendirme Bürosu (U.S. Office of Technology Assesment) OTA'ya göre, "Enerji Bakanlığı'na ait -tüm değilse- çoğu nükleer silah alanında, bitki örtüsü ve yabanıl yaşam gibi hava, yeraltı suyu, yüzey suyu, çökelti ve toprağın da kirlendiğine ilişkin kanıt" vardır. Bu alanlardan kaynaklanan kirlilik, diğer canlı türlerinin arasında, yosunlar, kaplumbağalar, kır kurtları, kurbağalar kazlar ve kabuklu deniz canlılarında ve insanlarda bulunmuştur.

A.B.D. tesis işletmecileri on yıllar boyunca, silah yapma telaşı içinde, atıkları doğrudan havaya ya da yeraltı sularına ulaşacak biçimde toprağa boşalttı. Bazı radyoaktif atıklar Kolombiya nehrine ulaştı ve yüzlerce kilometre ötedeki Büyük Okyanus'ta kabuklu deniz canlılarını kirletti. Yalnızca bu tesisler, yeniden -işlemeyle, 1989 sonunda 1.1 milyar küri radyoaktivite çıkarmakta olan 179.000 metreküp yüksek düzeyli atık biriktirdi. Atıklar, Washington Eyaleti'ndeki Hanford Rezervasyonu'nda ve Güney Carolina'daki Savannah River Tesisi'nde çelik tanklarla saklanmaktadır. Bu tankların radyoaktif sıvıları sızdırdıkları ve içlerinde patlayıcı hidrojen gazı birikimleri oluşturduğu bilinmektedir. Enerji Bakanlığı, (300 milyar dolarlık bir proje maliyetiyle) bu tesisleri temizlemeyi vaat ettiği halde, bakanlığın süregelen nükleer stok oluşturma çabaları, sorunun şiddetini hükümet yetkililerine ve Kongre müfettişlerine azmış gibi göstermelerine yol açtı.

Doğal Kaynaklar Savunma Konseyi nükleer projesinin yöneticisi Thomas Cochran'a göre, Sovyetler Birliği'ndeki durum daha da kötüdür. Bir zamanlar, Sovyet yetkilileri için atık yönetimi, onu en yakın suya boşaltmak anlamına geliyordu. Örneğin, güney Ural Dağları'ndaki Çelyabinsk-40 silah tesisi için seçilen depo Teça Nehri'ydi. 1951 yılında Sovyet hükümeti,

sulardaki radyoaktivitenin izini tesisten 1500 kilometre öteye Arktik Okyanusu'na kadar sürdü. Silah yapımcıları bundan sonra atıkları, Cochran'ın bugün "gezegenin en kirli noktası" diye adlandırdığı, Karaçay Gölü'ne pompaladılar. Karaçay Gölü o kadar kirlendi ki, bugün bile kıyısında bir saat duran bir kişi birkaç hafta içinde radyasyon hastalığından ölecektir. 1967'de sıcak yaz rüzgârları gölü kuruttu ve 41.000 kişiyi radyasyona maruz bırakarak, radyoaktif tozları 75 kilometre öteye taşıdı (LENSSSEN, N: 1991, s. 8).

1953 yılında Sovyet atom endüstrisi yeniden işleme atıklarını artık çelik varillerde depolamaya başlamıştı, yine de Karaçay Gölü'ne atık deşarjları altmışlara kadar sona ermedi. Çelyabinsk-40'taki tankların, Hanford ve Savannah River tesislerindekielerden daha da yetersiz olduğu kanıtlandı. 1957 Eylül'ünde, tanklardan biri aşırı ısınarak patladı ve binlerce hektarı kirleten, sonunda da 11.000 kişinin boşaltılmasını gerektiren bir radyoaktif bulut püskürttü.

Soğuk Savaş'ın bu sefil mirası nükleer atıkların kötü ele alınışının yüksek bedelinin altını çizmektedir. A.B.D. nükleer silah tesislerinin temizlenmesi için hesaplanan para bugün 300 milyon doların üzerine çıkmıştır. Halbuki böylesine yüksek bir miktar bile yetmeyebilir. OTA'ya göre, "birçok alan bir daha asla halkın kısıntısız girişine uygun hale gelemeyebilir." Muhtemelen, binlerce tesis çalışanı ve sıradan sivil, kendi devletlerinin alelacele dev nükleer cephanelikler oluşturma çabaları sonucunda, kanser ve diğer hastalıklardan erkenden ölecektir. Askeri ve sivil sektörlerin ikisinde de, nükleer atıklar şimdiden feda edilmiş kalıcı bölgeler yaratmıştır.

### **3.4. . Sağlık ve Radyasyon**

Elektrik enerjisi ve silah üretiminden kaynaklanan radyoaktif atık sorunu elli yıl geriye gitmektedir. Ama yapay olarak üretilmiş radyasyonla insanın ilişkisinin geçmişi iki kat daha uzundur. 1904'te Wilhelm Röntgen'in X-ışınlarını buluşundan yalnızca dokuz yıl sonra, ilk teknisyenler bu gizemli ışınlara maruz kalmaktan ölmeye başladı. Bazı radyologlar meslektaşları ve kendileri için endişelerini açıkladıysa da, çoğu radyasyon güvenliği kuralları kavramını reddetti. İkinci Uluslararası Radyoloji Kongresi, ancak 1928'de, radyasyona maruz kalma sınırlarına standartlar getirmeyi başardı. 60

yılından uzun bir süre sonra biliminsanları hâlâ radyasyonun gerçekten ne kadar zararlı olduğunu anlamak için çabalıyorlar.

İlk röntgen teknisyenleri en çok radyasyon yanıkları ve deri ülserleriyle ilgileniyordu. Halbuki, biliminsanları o zamandan beri radyasyonun kanser (katarakt gibi) dejeneratif hastalıklar, zihinsel gerilik, kromozom sapmaları, nöral tüp hataları gibi aynı zamanda, diğer hastalıkların direnç olmadan gelişmelerine izin verecek biçimde, bağışıklık sistemini de zayıflatmaktadır. Yıkım tek tek hücrelerin içinde atom düzeyinde oluşur. Radyasyonun kapsadığı enerji, etkilenen atoma geçerek hücrelerin değişim toplu etkisi ise, sağlığı sarsıp zayıflatan etkindir. Çocuklar ve fetuslar, hızla bölünen hücreleri yıkıma daha açık olduğundan, radyasyon etkisine özellikle duyarlıdır.

Her radyoaktif madde türü kendi hızında radyasyon yaydığı için, radyoaktif atıkların sağlığa etkileriyle ilgili genelleme yapmak zordur. Fakat zehirlilikleri tehlikeli biçimde yüksek olabilir. Örneğin, plütonyum ele alındığında, 150 kilodan az bir miktarı dünyada yaşayan 5.4 milyar insanın ciğerlerine eşit olarak yayılsa, herbirinde akciğer kanseri yapmaya yetecektir. A.B.D. ticari nükleer reaktörleri, yalnızca 1989'da, bu miktarın yaklaşık 67 katı 10 ton kadar plütonyum üretmiştir ve bugün bunun tümü, hiçbir güvenli bir uzaklaştırma yöntemi bulunmayan ısınlanmış yakıt çubukları içinde depolanmış durumdadır.

Radyasyonun sağlığa etkilerinin zamanlaması ve şiddeti, maruz kalınan dozla yakından ilişkilidir. Yüksek dozlar birkaç haftada acılı ölümlere neden olur, orta dozların ise kanser ve başka sağlık sorunları oluşturduğu sonucu ortaya konmuştur. Düşük dozların sağlık etkileri, özellikle de radyasyonun yıllar boyu alınıp biriktiği durumlarda, halen tartışılmaktadır. Buna karşın, görünüşe göre biliminsanlarının egemen fikri, hiçbir dozun zararsız olmadığı yönündedir. Uluslararası Radyolojik Korunma Komisyonu başkanı ve Arjantin Atom Enerjisi Ajansı üyesi Dan Benison'a göre, "Ne kadar az olursa olsun radyasyonun bir risk yarattığına dair yeterli kanıt bulunmaktadır. Eşik değer (etki yapmayan doz) yoktur."

Dünya sürekli olarak yerkabuğundaki uranyum ve toryumdan sızan radon gazı ve uzaydan gelen kozmik ışınlardan kaynaklanan doğal (background) radyasyonla yikanmaktadır. İnsanlar ve diğer yaşam türleri, bu

doğal radyasyon düzeyine uyum sağlayarak milyonlarca yılda evrimleşmiştir, fakat biliminsanları bunun bile insan sağlığı üzerinde etkili olduğuna inanmaktadır. Örneğin görünüşe göre radon gazı akciğer kanserine neden olmaktadır. Buna ek olarak, tıbbi röntgen ışınları, atom bombası denemelerindeki serpintileri ve nükleer enerji üretimi gibi kaynaklardan da radyasyona maruz kalınmaktadır. Ortalama birey için, bu kaynaklardan alınan doğal radyasyondan alınanın beşte biridir. Nükleer tesislerde çalışan ya da yakınında yaşayanlar için bu çok daha yüksek olabilir.

Radyasyonun sağlığa etkisiyle ilgili en geniş veriler, biliminsanlarının 1950'den beri atom bombasından sağ kalanların sağlığını izledikleri, Japonya'nın Hiroşima ve Nagazaki kentlerinden gelmektedir. İlk patlamaları sağ atlatanların ölüm nedenleriyle, bunların maruz kaldığı hesaplanan radyasyonu karşılaştıran biliminsanları önce düşük dozda radyasyonun sağlığa çok az etkisi olduğu sonucuna vardı. Halbuki, 1986'da o ilk dozların yeniden yapılan bir değerlendirmesi, kurbanların daha önce varsayılandan çok daha az radyasyona maruz kaldıklarını ortaya çıkardı. Bu, radyasyona bağlanabilecek kanser ve başka sağlık etkilerinin düzeylerinin daha yüksek olduğu anlamına geliyordu. A.B.D. Ulusal Araştırma Konseyi (NRC), bu yeni verileri kullanarak, 10 yıl önce kabullere göre, şiddetli dozda radyasyonun kanserli urlar oluşturma olasılığının üç kat, kan kanserine yol açma olasılığının ise dört kat fazla olduğu sonucuna vardı.

Bu bilgiler, 1990'da ICRP'yi, izin verilebilir radyasyona maruz kalma düzeyleri için önerilen standartları tekrar düşürmeye itti. Gerçekten de, standartlar 1934'te yılda 30 santisievert'ten 1990'da yılda 2 santisievert'e indirilmiştir. (Santisievert, farklı radyasyon tiplerinin beden üzerindeki biyolojik etkisinin ölçüsüdür.) Bazı biliminsanları standartların daha da düşürülmesi gerektiğini söylüyor.

Tennessee'de nükleer araştırma ve geliştirme yürüten U.S. Oak Ridge Laboratory çalışanlarıyla ilgili 1991'de yapılmış bir araştırma, NRC'nin kanser riski tahminlerinin olması gerekenden yaklaşık 10 kat kadar düşük olduğunu ortaya koydu. Uzun süreler boyunca düşük radyasyon dozlarına maruz kalan nükleer alanda çalışanlardaki kan kanseri oranlarının, nükleer dışı alanlarda çalışanlara göre %63 daha fazla olduğu bulundu. Yine, İngiltere'deki Sellafield nükleer yeniden işleme tesisi çalışanlarının aileleriyle ilgili 1990 tarihli bir raporda, çocukların, babaları düşük dozda radyasyon

almışsa, kankanserine yakalanma oranının yedi ila sekiz kat fazla olduğu bulunmuştur. Japon atom bombası kurbanları benzer artışlar yaşamadı. Raporun yazarı olan İngiltere'nin Southampton Ünivesitesi'nden Dr. Martin Gardner'a göre, bunun nedeni kuramsal olarak, nükleer tesis çalışanları düşük dozlardaki radyasyona kronik olarak maruz kalırken, bombadan sağ kalanların tek seferlik ve daha büyük bir doza maruz kalması olabilir. II. Dünya Savaşı'nda Manhattan Projesi'nde çalışmış, daha sonra da Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı'ndaki Biyomedikal Araştırma Bölümü'nü kuran, tıp doktoru ve fizikçi John Gofman'a göre, yavaş yavaş alınan düşük düzeyli radyasyonun sağlık açısından tehlikesi şu anda A.B.D. Ulusal Akademisi ve ICRP tarafından kabul edilenden 6 ile 30 kat daha fazladır.

Son zamanlarda yapılan diğer araştırmalar da nükleer tesislerden kaynaklanan radyasyonla kanser arasındaki ilişkiyi ne onaylamış ne de aksini kanıtlamıştır. Bir araştırma 1979 Three Mile Island kazasından 6 yıl sonra yakında yaşayanlarda radyasyon kaynaklı sağlık etkileri bulmazken; Oak Ridge'de kanser oranının artması için aradan 26 yıl geçmesi gerekmiştir. A.B.D. Ulusal Kanser Enstitüsü'ne ait bir rapor kanser ile nükleer tesisler arasında hiçbir bağlantı bulmamıştır. Halbuki, veriler ilçe temelinde toplanmıştır ve raporun yazarları bunun radyasyon kaynaklı kanser kümelerini saptamak için yetersiz olduğunu itiraf etmiştir.

Radyasyona maruz kalmakla ilgili bilinen en büyük insanlık deneyi, 1986 Çernobil kazasında açığa çıktığı hesaplanan 50 milyon küri radyasyonun en yoğun etkilerinin hissedildiği Belarus, Rusya ve Ukrayna'da yaşanmaktadır. Çernabil'in mirası kansere bağlı yüzbinlerce fazladan ölümü içerebilecektir, fakat Sovyet hükümeti vatandaşlarının birikerek çoğalan radyasyona maruz kalışını izlemek için ya da sağlık etkilerini kaydetmek üzere hiçbir sistemli çaba göstermemiştir. Aslında, etkileri özellikle gizlenmiş; gizli bir Sovyet kararnamesi ile doktorların hastalıklara "radyasyon kaynaklı" tanısını koyması yasaklanmıştır. Bu felaketin muhtemel sonuçlarına ilişkin güncel hesaplara göre, dünyada gerçekleşecek kanser ölümleri 14.000 ile 475.000 arasında değişmektedir.

Gelişmekte olan ülkelerde gittikçe artan radyoaktif madde kullanımı özellikle endişe vericidir. 1987'de Brezilya'da bir hurdalıkta çalışan bir işçi, atılmış bir röntgen aracını sökmüş, sonradan radyoaktif sezyum 137 olduğu anlaşılan parlak mavi tozu alarak ailesine ve arkadaşlarına dağıtmıştır.

Doktorlar ne olduğunu belirleyinceye kadar, dört kişi ölümcül bir biçimde radyasyona bulaşmış, kendileri bir tür radyoaktif atık haline gelen bu ölülerin kurşun kaplı tabutlarla gömülmesi zorunlu olmuştur. Saç dökülmesi, kusma ve radyasyon hastalığına ait başka belirtilerle 44 kişi daha hastaneye kaldırılmıştır. Radyoaktif atıkların yanlış ele alınması, daha önce de Cezayir, Meksika ve Fas'ta ölümlere yol açmıştır. Üçüncü dünya kurumları, öncelikle araştırma ve tıbbi etkinliklerde ortaya çıkan göreceli olarak az miktardaki radyoaktif atıklara kazayla maruz kalınmasını önleyecek kadar iyi bir hazırlığa bile sahip değildir.

İsteyerek olsun, kaza sonucu olsun tüm radyasyon salınma durumları, radyasyonun rüzgar ve sularla çevreye hemen yayılabildiğini göstermiştir. Sovyet ve A.B.D. askeri tesislerine ait radyoaktif atıklar kaynaklarından yüzlerce kilometre ötede ortaya çıkmış yaban yaşamına, besinlere ve insanlara bulaşmıştır. Nükleer Savaşın önlenmesi için Uluslararası Hekimler'in yaptırdığı 1991 tarihli bir incelemeye göre, atmosfede atom bombası denemeleri serpintileri, dünyada yaklaşık 2.4 milyon kanserden ölüme neden olacaktır.

Milyarlarca kürülik radyoaktivitesiyle, sivil nükleer atıklar da gelecek kuşakların sağlık ve güvenliğine benzer bir tehdit oluşturmaktadır. Depo tesisinde bir kaçak, gömme alanında bir sorun ya da bir ulaşım kazası, radyoaktif maddelerin su kaynaklarına, yiyeceklere, hatta atmosfere karışmasına neden olabilir. Aslında, nükleer atığın uzun süreli bir büyük miktarda açığa çıkışı yalnızca sınırlı bir yörede değil, büyük bölelerdeki yaşama etki yapabilir.

### **3.5. Türkiye'de Nükleer Enerji Çalışmaları**

Nükleer reaktörlerde başlıca yakıt olarak uranyum kullanılmaktadır. Diğer yakıt cinsleri de plutanyum ve toryumdur. Ülkemizde toryum rezervi yüksek olarak tahmin edilmektedir. Fakat toryum kullanan reaktörler henüz geliştirilmemiş bulunmaktadır.

Türkiye'de her biri 1000 MW gücünde iki nükleer santral kurulması planlanmış olup birincisinin 2005, ikincisinin 2007 yılında işletmeye alınması düşünülmektedir. Bu iki santralin ürettiği enerjinin 2010 yılı toplam enerjii

retiminin %5'ini teşkil edeceği hesaplanmaktadır (TÜRKİYE ENERJİ SEMPOZYUMU, (Anonim), 1996, s. 230 ).

Türkiye'de elektrik üretimi için çevreye etkisi, yatırım ve birim maliyetleri bakımından Tablo (28)'de verilen sistem karşılaştırılması incelenebilir.

Tablo 28: Elektrik Üretimi İçin sistem Karşılaştırmaları

| Enerji Kaynağı                                           | Menşei               | Yerli Rezervin Ömrü (Yıl) | Çevreye Etkisi                                                      | Sürekliliği/ Güvenirliliği          | Yatırım Maliyeti (\$/MW) | Birim yakıt Maliyeti (g/kWh) | Teknolojisi                                                                                   | Santral İnşa Süresi (Yıl) |
|----------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Linyit                                                   | Yerli                | 60                        | Yüksek seviyede sera etkisi ve asit yağmuru; zehirli ağır metaller  | Sürekli                             | 1.400.000                | 1.32                         | Yeterli                                                                                       | 6                         |
| Taşkömürü                                                | Yerli                |                           | Orta derecede sera etkisi ve asit yağmuru                           | Sürekli                             | 1.200.000                | 1.67                         | Yeterli                                                                                       | 6                         |
| İthal Kömür                                              | İthal                | -                         | Orta derecede sera etkisi ve asit yağmuru                           | Yakıt ithaline bağımlı              | 1.200.000                | 1.67                         | Yeterli                                                                                       | 6                         |
| Petrol                                                   | Az yerli + İthal     | Çok kısa                  | Az da olsa sera etkisi                                              | Yakıt ithaline bağımlı              | 700.000                  | 3.34                         | Yeterli                                                                                       |                           |
| Dölgaz                                                   | Az yerli + İthal     | Çok kısa                  | Az da olsa sera etkisi                                              | Yakıt ithaline bağımlı              | 600.000                  | 2.36                         | Yeterli                                                                                       | 4                         |
| Su                                                       | Yerli                | Sonsuz                    | Sadece baraj çökmesinden çok küçük risk                             | Yağışlara bağlı                     | 1.100.000                | 0                            | Yeterli                                                                                       | 8                         |
| Nükleer (Uranyum Plutonyum, Toryum)                      | İthal (Toryum yerli) | Belirsiz                  | Düşük oranda radyasyon, artık imha sorunları, kazada çok büyük risk | Yakıt ithaline bağımlı              | 3.200.000                | 4.00                         | Verimliliği artıracak ve kazaları önleyecek, ayrıca toryum kullanımı sağlayacak AR-GE gerekli | 10                        |
| Alternatif (Güneş, rüzgâr, jeotermal, deniz, biomas vb.) | Yerli                | Sonsuz                    | Hiç bir zararlı etkisi yok                                          | Kısmen sürekli, kısmen iklime bağlı | ?                        | 0                            | Geliştirme çalışmaları sürüyor                                                                | ?                         |

Kaynak: T.M.M.O.; (1996) Türkiye Enerji Sempozyumu, TMMOB yayını, s: 234.

### **3.6. Enerji Maliyetleri - Çeşitli Ülkelerde Uygulanan Enerji ve Tasarruf Modellerinden Örnekler**

#### **3.6.1. Birim Maliyet - Optimum Kullanım İlişkisi.**

1973 ve özellikle 1979 petrol krizlerini takibeden yıllarda, çoğu kuzey ve bazı Güney ülkelerinde, arge çalışmaları ve dahası, uygulaması devlet tarafından desteklenen alternatif kaynaklar, ülkemizde; Planlı Kalkınma döneminin başladığı 1963 yılı itibariyle kalkınma planlarımızda giderek artan bir şekilde telaffuz edilmekle beraber, uygulamada, henüz enerji politikamız içerisinde bulunmaları gereken yeri alamamışlardır.

Dünyada, son 20 yılda sadece güneş enerjisi teknolojilerine dönük yatırım miktarının 6 milyar dolar civarında olmasına rağmen, bu rakamın ülkemiz ölçeğindeki izdüşümü ihmal edilemeyecek boyuttadır.

Dünyada, gelecek 20 yıl içerisinde devlet ve özel sektörün güneş enerjisi teknolojilerine yapacağı yatırım miktarı ise, 8 milyar dolar civarında olacaktır. Bu rakam dahi, güneş enerjisinin dünya için ne anlam ifade ettiği konusunda açık bir gösterge olmaktadır (E.İ.E.İ. BÜLTENİ: ŞUBAT 1992, s. 18).

Bu enerji kaynağının gelecekteki olası konumuna ilişkin diğer bir gösterge ise, güneş enerji santrallerine ilişkin varılan varsayımlardır (E.İ.E.İ. BÜLTENİ: ŞUBAT 1992, s. 20).

Tablo 29: Güneş Enerji Santralleri İçin Varsayımlar (1988 ABD \$)

| Türü   | Güneş Enerjisi Kaynağı | Yıl  | Kapasite Faktörü (%) | İlk Yatırım Maliyeti (\$/kWe) | İşletme ve Bakım Maliyeti (% / yıl) |
|--------|------------------------|------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Termal | Yüksek                 | 1988 | 50                   | 4500                          | 2.5                                 |
|        |                        | 2000 | 50                   | 2500                          | 2.2                                 |
|        |                        | 2010 | 50                   | 1700                          | 2.0                                 |
|        |                        | 2020 | 50                   | 1500                          | 1.5                                 |
|        | Düşük                  | 1988 | 15                   | 2800                          | 2.0                                 |
|        |                        | 2000 | 15                   | 1800                          | 1.8                                 |
|        |                        | 2010 | 15                   | 1200                          | 1.7                                 |
|        |                        | 2020 | 15                   | 1000                          | 1.2                                 |
| PV     | Yüksek                 | 1988 | 25                   | 8000                          | 1.0                                 |
|        |                        | 2000 | 28                   | 3500                          | 0.5                                 |
|        |                        | 2010 | 28                   | 2100                          | 0.5                                 |
|        |                        | 2020 | 28                   | 1400                          | 0.4                                 |
|        | Düşük                  | 1988 | 15                   | 5500                          | 0.5                                 |
|        |                        | 2000 | 17                   | 2325                          | 0.2                                 |
|        |                        | 2010 | 17                   | 1625                          | 0.2                                 |
|        |                        | 2020 | 17                   | 1150                          | 0.2                                 |

Kaynak: Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü Bülteni, Şubat 1992, s. 18.

Diğer taraftan, AID (Agency for International Development) tarafından 1988 yılında yayınlanan bir raporda, alternatif enerji kaynaklarının ekonomisine ilişkin bir örnekte; elektrik şebekesinin mevcut olmadığı konumlarda, çok amaçlı kullanım için gereksinim duyulan elektrik enerjisinin, mikrosu, fotovoltaiik, rüzgar, dizel ve elektrik şebekesinin 10 km. uzatılması seçenekleri yoluyla sağlanması irdelenmiştir. Elde edilen sonuçlar; günlük elektrik enerjisi talebinin çok düşük olduğu durumlarda (< 2 kWh) fotovoltaiik ve rüzgar kaynaklarının en ucuz, elektrik şebekesinin o noktaya uzatılmasının ise, dikkate alınmaya değmeyecek kadar pahalı seçenekler olduğunu göstermektedir. Yükün elektrik enerjisi talebinin artması ile birlikte, mikrosu seçeneğinin giderek bariz en ekonomik seçenek olduğu görülmektedir. 10 kwh/gün enerji tüketim düzeyi için, eğer uygun bir akarsu mevcut değilse, en ekonomik seçenekleri, sırasıyla, rüzgar ve fotovoltaiik

kaynaklar oluşturmaktadır. 50 kWh/gün gibi kırsal kesim için oldukça yüksek bir enerji kullanım düzeyinde fotovoltaik, rüzgar, dizel ve şebeke tesisi seçeneklerinin aşağı yukarı aynı değeri taşıdıkları anlaşılmaktadır (T.M.M.O.B: 1991, s. 300-201).

### **3.6. . Yeni Enerji modeli Arayışının Nedenlerinden Küresel Isınma ve ozon Tabakasının Tahribatı**

Son on yılda atmosferdeki CO<sub>2</sub> emisyonunun iki misline çıktığı ve bu olgunun yakılan beher kilogram kömürün %67, fuel-oil'in %54 ve gazın %37'sinin karbondioksit'e dönüşmesine bağlı olduğu kabul edilmiştir.

Karbon dioksit artışında payları olan (sözelgeşi ABD %14, Batı Avrupa %11 ve Japonya %9) pek çok ülkenin 1992 değerlerini aşmamaya söz vermiş olmalarına rağmen bu yeterli görülmemekte, 1995 yılında 1992 değerlerinin yarısına inmek zorunda oldukları belirtilmektedir. Ayrıca CO<sub>2</sub> emisyon artışında %35 payı olan Doğu Avrupa ve gelişmekte olan ülkelerin de bu oranı düşürmek için bazı ciddi girişimlerde bulunması istenmiştir (DÜNYA II. YENİLENEBİLİR ENERJİ KONGRESİ: 1992, s. 1).

Son ölçümlerde Güney Kutbu üzerindeki ozon deliğinin iki misline çıktığının belirlendiği, Kuzey Kutbu üzerindeki de hızla büyüdüğü belirtilmiş ve buna neden olan yeşil gaz kullanımının en alt düzeye çekilmesi istenmiştir.

### **3.6.3. Yeni teknoloji Kapasite ve Maliyetleri**

#### **3.6.3.1. Fotovoltaik (PV) Teknolojisi**

1991 yılında dünya üzerinde toplam PV sistem kapasitesinin 50 MW iken bugün bu değerin 250 MW'a ulaştığı belirtilmiştir. Küçük güç santralleri şeklinde dünya üzerine yayılan bu sistemlerin 2000 yılında 10.000 MW, 2020 yılında ise 100.000 MW'lik kapasiteye ulaşabileceği tahmin edilmektedir.

Hali hazırda aSi (amorf silikon) teknolojisinde %10.5, CdTE (Cadmium - telleride) pillerde %17.5, kristalin silikonda %15.5 ve polikristalin silikonda ise %13.5 verimlilik elde edildiği ve bu oranların yakın gelecekte çok daha

yükseleceği ve bağlı olarak PV sistemlerinin ucuzlayacağı belirtilmiştir (DÜNYA II ... KONGRESİ: 1992, s. 2).

### **3.6.3. . Malzeme Teknolojisi**

Şeffaf yalıtım malzemelerinin kullanımının giderek arttığı ve kuzey Avrupa ülkelerinde ısı kayıplarının azaltılması için pekçok yeni camlama metodunun geliştirildiği belirtilmiştir.

### **3.3.3.3. Isıl Çevirtimli Güneş Teknolojileri**

Hali hazırda dünya üzerinde ilk yatırım maliyeti 1200 US\$/kW olan toplam 400 mWe(\*) gücündeki muhtelif santrallerin %24 verimlilikle elektrik üretmekte oldukları bildirilmektedir.

Isıl çevirtimli güneş teknolojilerinde en büyük başarının su ısıtma alanında elde edildiği belirtilmektedir. Söz gelişi, evlerde kullanma suyunun güneşle ısıtılması yolu ile İsrail birincil enerji kaynaklarından %3 oranında tasarruf etmektedir. 1990 yılında Danimarka'nın 100.000 adet güneşli sıcak su ısıtma aygıtını bağladığı ve ayrıca 1993'e kadar da yılda 250.000 aygıtın daha bağlanmasını hedeflediği belirtilmektedir. Ayrıca, benzeri uygulamaların İsveç, Hollanda ve Almanya'da da başlatıldığı bildirilmektedir. Gelişmekte olan ülkeler ise, kurutma ve soğutma teknolojilerinde de ilerleme kaydedildiği belirtilmektedir. Pek çok ülkede ısı pompaları giderek yaygınlaşmaktadır (6).

### **3.6.3.4. Biomas Çevirtimi**

Dünyanın enerji ihtiyacının %12'sinin biomas ile karşılandığı bilinmektedir. Gelişmekte olan ülkelere ise bu oranın %60'a kadar çıkabileceği kabul edilmektedir. Pek çok ülke özel yakma teknikleri ile saman, kuruyemiş kabuğu, odun ve benzeri artık ürünlerden enerji üretebilmeyi amaçlamaktadır. 1990 yılında ABD, Almanya ve İngiltere'nin çöp boşaltma alanlarındaki gazdan 600-MWe enerji üretmiş olduğu bildirilmekte ve bu miktarın 2000 yılında 6.00-MWe'e ulaşacağı tahmin edilmektedir. Çin, Hindistan ve Nepal'de de 50 milyon konutta pişirme ve aydınlatmanın biogaz ile sağlandığı belirtilmektedir.

### 3.6.3.2. Rüzgar Enerjisi

Yenilenebilir enerji uygulamaları içinde ümit veren alanlardan biri de hızlı teknik gelişme göstererek ilk yatırım maliyetini düşürmeyi başaran rüzgar enerjisidir. dünya üzerinde toplam 4.000-MWe'nin üzerinde rüzgar enerjisi elde edilmektedir. Bunun %70'i AB'de, 1.000-MWe kadarı da Batı Avrupa ülkelerindedir. 2000 yılında toplam üretimin 5.000-MWe, 2020 yılında ise 20.000-MWe olması beklenmektedir.

Hali hazırda fosil yakıtlarla elde edilen enerji ile aynı fiatta (0.07 - 0..10 US\$/kWh) olan rüzgar enerjisi birim fiatının 2000 yılında yarı yarıya (0.04 US\$/kWh) ucuzlaması beklenmektedir (DÜNYA II. YENİLENEBİLİR ... KONGRESİ: 1992, s. 3).

### 3.6.3.6. Güneş ve Düşük Enerji Mimarisi

Uzun yıllar boyunca gelişmiş ülkelerin belli başlı hedeflerinden biri yapılarda enerji korunumu olmuştur. bu çabanın sonucu olarak 1970'li yıllara göre şimdiki yapılar %50 oranında daha az enerji harcamaktadır. yeni tasarımların yanısıra dünyanın değişik bölgelerine ait yerel mimari örnekleri de bu konuya yol gösterici olmaktadır. İleriki yıllarda biçim, yönlendiriliş, gün ışığı, havalandırma ve malzeme konularında önemli gelişmelerin olması beklenmektedir.

Gelişmekte olan ülkelerde ise beton ve cam yerine yerel malzemelerden yararlanma konusu vurgulanmış, özellikle düşük gelir gruplarını barındıran yerleşmelerde konfor şartlarının pasif sistem uygulamaları ile sağlanması tavsiye edilmiştir.

### 3.6.3.7. Diğer Uygulamalar

Batı Avrupa'da sahillerin bazı kısımlarının dalga enerjisi ile karşılanabileceği belirtilmiştir. Dalga enerjisinin 1 metrelik sahil şeridindeki potansiyelinin 20-60 kW olarak değişebileceği kabul edilmekte ve halihazırda Norveç ve Japonya'da toplam 2-MW'lık gücün kullanılmakta olduğu bildirilmektedir. Jeotermal enerji üretimi de büyük ilgi görmektedir. Dünya üzerinde kullanılabilecek toplam jeotermal gücün yaklaşık 50.000-MWe

olduğu kabul edilmektedir. Hidrojen enerjisi üretiminde, henüz çok pahalı olmakla birlikte, son iki yılda büyük ilerlemeler kaydedildiği bildirilmiştir.

### **3.7. Fransa'da Hava Kirliliğini Önleme ve Enerji Tasarrufu Amaçlı Tedbirler**

Türkiye'deki ısı yalıtım çalışmalarımızı yönlendirebilmek için konuyu Avrupa ülkelerinin bakış açısından değerlendirmekte yarar vardır. Birçok Avrupa ülkesinde, mevcut yapılarda ısı yalıtımının daha geliştirilmesi için devamlı programlar yapılmakta ve mali teşvik tedbirleri alınmaktadır. Oturduğu konutta ısı yalıtımı yapmak isteyen ev sahibi veya kiracıya devlet kuruluşlarının bilgi ve mali teşviklerle yardımcı olduğu görülmektedir. Fakat bu bilgi verme çalışmasının enerji tasarrufu bakımından neticelendirilmesi gerekmektedir. Eğer devlet zorlayıcı tedbirler almazsa, sadece artan yakıt fiyatları ve hava kirliliği halkı ısı yalıtımı yapmaya yeterli derecede zorlamamaktadır. AB üye ülkelere enerji ihtiyaçlarını azaltmaları için yapılarda ısı yalıtımı programlarını kuvvetlendirerek devam etmelerini, bu programların en az 4 yıl süreli olmasını tavsiye etmiştir.

Fransa'da Enerji Tasarrufu Konusunda Yapılan Çalışmalar Şu Şekilde Özetlenebilir:

1973 yılına kadar Fransa enerjisinin üçte ikisini petrolden sağlıyordu ve %75'ini de ithal ediyordu. 1973 yılında 120 milyon ton olan petrol ithalatı, alınan enerji tasarruf önlemleri ile 1984 yılında 80 milyon tona ve 1990 yılında 60 milyon tona indirildi.

Fransa'nın bu konuda aldığı önlemler paketini özetlersek;

1. 1974 yılında derece-gün değerleri ve birim hacimden ısı kayıpları bölgeler itibariyle belirlendi.
2. Enerji tasarruf ajansı kuruldu.
3. 1976 yılında Sanayi ve Tarım sektörü için enerji tasarrufu esasları çıkarıldı.
4. 1977 yılında CEI normları yürürlüğe girdi.
5. 1979 Nisan ayında ikinci petrol krizi yaşandı.

6. 1981 yılında özellikle pasif ısıtma dikkate alınarak %30 - %70 arasında tasarruf sağlayacak 5000 güneş evi üzerinde çalışıldı.

7. Konutlarda enerji tasarrufu ile ilgili olarak konut başına 18.000 franklık yardım yapıldı. Bu yardımlar daha sonra 28.000 franka kadar yükseltildi.

8. 1980 yılına konutlarda enerji tasarrufu programı (H2E85) başlatılarak 1985'te yürürlüğe konması planlandı.

9. 1985 yılında konutlarda enerji tasarrufu esaslarının üçüncü adımına başlandı ve %25 enerji tasarrufu şart koşuldu. %35-%45 enerji tasarrufu için subvansiyon öngörüldü.

10. 1985 yılında 1990 yılı için (H3 E90) programı kabul edildi.

Son olarak 21 Nisan 1990 ve 31 Aralık 1992 tarihli resmi gazeteyi özetlersek; şayet 10 Ocak 1982 tarihinden önce bitirilmiş bir konutta yaşayan kiracı veya mal sahibi iseniz, ısı izolasyon harcamaları kısmi bir vergi muafiyeti sayesinde azalmaktadır. Bu harcamalar 10 Ocak 1990 ve 31 Aralık 1995 tarihleri arasında bir seferde gerçekleşmesi gerekmektedir.

Vergi muafiyeti %25 oranında bir indirim karşılık gelmektedir. Bu indirimin tavanı 1993 yılı başında şu şekilde belirlenmiştir:

- a) Bekar bir kişi için 8.000 FF.
- b) Evli bir çift için 16.000 FF.
- c) Ailenin yükümlülüğündeki her ferdi için + 2.000 FF.
- d) İkinci çocuk için 2.500 FF.
- e) Üçüncü çocuktan itibaren çocuk başına 3.000 FF.

Ve bütün bunların sloganı "Daha çok konfor, daha az vergi" olarak belirlendi.

1993 Mayıs ayında ilan edilen yeni tavanlar;

Bekar bir kişi için 10.000 FF.

Evli bir çift için 20.000 FF.

### 3.7.1. KOŞULLAR

- Kullanılacak tüm izolasyon malzemeleri için standart belgesi isteniyor.

- Isı izolasyon çalışmalarının duvar, döşeme ve çatı için geçerli olduğu belirtiliyor.

Tablo 30: Fransa'nın izolasyon malzemesi kalınlığına göre senelik ısı harcama örnekleri (110 m<sup>2</sup>'lik ev):

| Zayıf izolasyon                              | Orta izolasyon                                                        | İyi izolasyon                                                 | Çok iyi izolasyon                                              |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Çatı 6 cm.<br>Pencereler süngerli<br>Tek cam | Çatı 6-10 cm.<br>Duvar 3-6 cm.<br>Döşeme 0-4 cm.<br>Tek veya çift cam | Çatı 16-22 cm.<br>Duvar 6-8 cm.<br>Döşeme 3-6 cm.<br>Çift cam | Çatı 22-25 cm.<br>Duvar 6-12 cm.<br>Döşeme 5-8 cm.<br>Çift cam |
| 7290 - 19.610 FF                             | 4930 - 10.280 FF                                                      | 2810 - 7510 FF                                                | 2220 - 5540 FF                                                 |

Kaynak: EURIMA, Avrupa'da Isı Yalıtım Standartları, Temmuz 1991

Tablo 31: Çatılar için bölgelere bağlı dirençler ve kalınlıklar:

| Bölge               | H1        | H2      | H3        |
|---------------------|-----------|---------|-----------|
| Isı direnci         | 4.5 - 5.5 | 4 - 5   | 3.5 - 4.5 |
| İzolasyon kalınlığı | 200 mm    | 180 mm  | 160 mm.   |
|                     | R = 5     | R = 4.5 | R = 4     |

Kaynak: EURIMA, (Temmuz 1991)

Tablo 32: Çatılarda bölgelere göre Mertek arası izolasyon kalınlıkları:

| Bölge               | H1        | H2       | H3        |
|---------------------|-----------|----------|-----------|
| Isı direnci         | 4.5 - 5.5 | 4 - 5    | 3.5 - 4.5 |
| İzolasyon kalınlığı | 90 mm.    | 90 mm    | 90 mm.    |
|                     | R = 2.25  | R = 2.25 | R = 2.25  |

Kaynak: EURIMA, (Temmuz 1991)

Tablo 33: Duvarlar için bölgelere göre ısı dirençleri ve izolasyon kalınlıkları

| Bölge                       | H1          | H2          | H3          |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Isı direnci                 | 2.40 - 3.05 | 2.10 - 2.75 | 1.80 - 2.40 |
| Kalibel izolasyon kalınlığı | 80 - 100 mm | 70 - 90 mm  | 60 - 80 mm  |

Kaynak: EURIMA, (Temmuz 1991)

### 3.7. . Isı Yalıtımı ve Çevre Korunması

Çevreyi daha az kirletmek için izolasyon yapınız sloganı ile hareket eden Fransa

a) Yeterli bir ısı izolasyonu ile havaya atılan atıkların %50sinin azaltılabileceğini,

b) Karbondioksitin ( $CO_2$ ) sera etkisinin başlıca sorumlusu olduğunu,

c) Kükürt dioksitin ( $SO_2$ ) asit yağmurlarına sebep olduğunu ve her sene ormanları tehdit ve kısmen yok ettiği vurgulamaktadır.

Tablo 34: Her yıl Avrupa'daki ısınma kaynaklı kirlenmeler

| ÜLKE      | $CO_2$ milyon ton | $SO_2$ milyon ton |
|-----------|-------------------|-------------------|
| Almanya   | 150               | 184               |
| Avusturya | 21                | 36                |
| Belçika   | 33                | 57                |
| Fransa    | 55                | 155               |
| İtalya    | 36                | 153               |
| İngiltere | 75                | 200               |
| İsviçre   | 17                | 23                |
| İsveç     | 20                | 58                |

Kaynak: EURIMA, Avrupa'da Isı Yalıtım Standartları, Temmuz 1991

### 3.8. İsveç'in Diğer Avrupa Ülkeleri ile Kıyaslanması

Son 20 yılda, İsveç'te, ısıtılan alan miktarının %50 artmış olmasına rağmen toplam enerji tüketimi değişmemiştir. Diğer Avrupa ülkelerinde ise, ısıtılan alanın artmasıyla enerji tüketimi de artmıştır. Tablo 35'de bazı ülkelerdeki enerji istatistikleri gösterilmektedir. Farklı ülkelerin enerji istatistiklerini karşılaştırmak sağlıklı sonuç vermese de kendi içlerindeki eğilim açıkça görülmektedir. Bu ülkelerde, metrekare alan başına tüketilen enerji İsveç'tekinin aksine fazla değişmemiştir.

Tablo 35: Ülke ortalaması olarak bina ısıtması için tüketilen enerji:

| Toplam Enerji<br>Tüketimi |      | İsveç | İsviçre | Fransa | Almanya           | İngiltere         | Türkiye           |
|---------------------------|------|-------|---------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Milyar kWh/yıl            | 1990 | 140   | 122     | 576    | 727               | 506 <sup>2)</sup> | 269 <sup>3)</sup> |
| 20 yıllık değişim         | %    | ±0    | ±18     | ±34    | ±15               | ±25               | ±12 <sup>4)</sup> |
| kWh/m <sup>2</sup> /yıl   | 1990 | 235   | 185     | 190    | 165               | 235 <sup>2)</sup> | 272 <sup>5)</sup> |
|                           | 1970 | 350   | 210     | 205    | 180 <sup>1)</sup> | 230 <sup>2)</sup> | 356 <sup>6)</sup> |
| 20 yıllık değişim         | %    | -33   | -12     | -7     | -11               | +2                | -24 <sup>7)</sup> |

Kaynak: EURIMA, (Temmuz 1991)

Diğer ülkelerde uygulanan ısı yalıtım kalınlığı, ekonomik yalıtım kalınlığının çok altında iken, İsveç'te mineral yün cinsinden ekonomik ısı yalıtım kalınlığı aynen uygulanmaktadır. Elektrikle ısıtılan binalarda, enerji fiyatının daha yüksek olması nedeniyle ekonomik yalıtım kalınlığı doğalgaz veya fuel-oil ile ısıtılan binalardakinden fazladır. (Bkz. Tablo 36).

Tablo 36: Doğalgaz veya fuel-oil ile ısıtılan binalar için ülke ortalaması olarak ekonomik ısı yalıtım kalınlığı (cm)

|                           | İsveç | İsviçre | Fransa | Alman. | İngilte. | Benel. | İspan. | Türkiye           |
|---------------------------|-------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|-------------------|
| Duvar                     |       |         |        |        |          |        |        |                   |
| ekonomik <sup>1)</sup>    | 22    | 17      | 13     | 17     | 12       | 14     | 19     | 7.5 <sup>3)</sup> |
| normal <sup>2)</sup>      | 22    | 10      | 10     | 6      | 5        | 7      | 7      | 3                 |
| Çatı                      |       |         |        |        |          |        |        |                   |
| ekonomik <sup>1)</sup>    | 40    | 28      | 25     | 28     | 18       | 25     | 30     | 6 <sup>3)</sup>   |
| normal <sup>2)</sup>      | 40    | 10      | 18     | 13     | 15       | 9      | 5      | 6                 |
| Derece-saat <sup>2)</sup> |       |         |        |        |          |        |        |                   |
| x10 <sup>3</sup>          | 110   | 86      | 58     | 90     | 58       | 86     | 45     | 53 <sup>4)</sup>  |
| İç sıcaklık °C            | 21.5  | 20      | 19     | 20     | 16.7     | 20     | 20     | 18 <sup>5)</sup>  |

1) İç sıcaklık aynı, 2) Kaynak: EURIMA Avrupa'da Konutlarda Isı Yalıtım Standartları, Temmuz 1991, 3) Ampirik formülle hesap edilen, 4) Hesaplanan 5) 4.2.1986 tarihli Resmi Gazete

İsveç'teki bu gelişmenin ana nedeni, otoritelerin olaya el koymasındır. Bunun örnekleri;

- Yapı şartnamelerinde enerji tüketimi ile ilgili kesin kurallar,
- Enerji tasarrufu önlemleri için ekonomik destek,
- Mevcut binalarda enerji taraması için destek ve teşvikler ve
- Enerji (tüketim) vergisidir.

Butün bunlar İsveç halkının enerji giderlerine duyarlı olmasını sağlamıştır.

İsveç hariç tüm Avrupa ülkeleri, birey ve toplum için ekonomik denilebilecek ısı yalıtım standartlarına sahip olmaktan uzaktır.

İsveç örneği, etkili bir ekonomik ısı yalıtım standardına sahip olmanın, bunların yapı şartnamelerinde yer almasıyla gerçekleştiğini göstermektedir. Bu hedefe ulaşmanın kuşkusuz başka yolları da vardır. Çoğunlukla değişik yöntemlerin kombinasyonu etkili olmaktadır.

### 3.8.1. İsveç'teki Binalarda Enerji Tüketimi

15 yıldan bu yana İsveç'te, seçilmiş bazı binalarda enerji tüketimi konusunda istatistikler toplanmaktadır. 5000'i aşkın binada yürütülen enerji tarama çalışmaları devlet eliyle başlatılmıştır.

Enerji tüketimleri açısından ülkeleri kıyaslarken, iklim şartlarının çok önemli olduğu unutulmamalıdır. Aynı enerji tüketim standardındaki iki binadan, soğuk iklimde yer alanın daha çok enerji tüketeceği varsayımı doğru değildir. Burada, bina içi ısıtma şartlarını da gözönüne almak gerekir. İsveç'te, ısıtma mevsiminde ortalama bina içi sıcaklık +21.5 °C olarak ölçülmüştür. ortalama dış hava sıcaklığı ise +2 °C'tır. Bunun anlamı, yıllık 4600 derece-günlük (veya günde 24 saat ısıtma hesabıyla, 110.000 derece-saatlik) ısıtma ihtiyacıdır. Binaların havalandırılma oranı da yüksek olup saatte 0.5'in üzerindedir.

1970 - 1990 yıllarını kapsayan 20 yıllık dönemde, İsveç'te, ısıtma ve sıcak su temini için yapılan enerji tüketimi %17 azalmıştır. Aynı dönemde ısıtılan alan miktarı ise 400'den 600 milyon m<sup>2</sup>'ye %50 artmıştır.

Bu 20 yıllık süre zarfında, hayat standartlarındaki yükselmenin bir göstergesi olarak, konutlarda elektrik tüketimi de artmıştır. Eletriğin de katılmasıyla elde edilen, bina sektöründeki toplam enerji tüketimi ısıtılan alan miktarındaki artışa rağmen değişmemiş, 140 milyar kWh/yıl seviyesinde kalmıştır. Bunun anlamı, birim m<sup>2</sup> başına tüketilen enerjinin %50 azaltıldığıdır.

### 3.8. . İsveç'teki Gelişmelerin Nedenleri

Enerji tüketimindeki bu olumlu gelişme birçok faktörün sonucudur. Bu faktörler içinde birisi ve en önemlisi artan enerji fiyatlarıdır. İsveç Hükümeti tarafından çıkartılan çeşitli yönetmelikler bu gelişmeye güçlü bir destek sağlamıştır. Bunların en önemlileri şunlardır:

- Mevcut binalarda enerji tasarrufu için kredi biçiminde ekonomik destek,
- Yeni binalarda ilave enerji tasarrufu önlemleri için kredi,
- Özel mülkiyetli mevcut binalar için ücretsiz enerji tüketim taraması,

- Enerji (tüketim ve hava kirletme vergileri ve
- Yapı şartnamelerinde yeni binalar için ısı yalıtım seviyelerinin yükseltilmesi.

### 3.8.3. Isı Yalıtım Standartlarındaki Gelişme

Bugün İsveç'te, yeni inşa edilen konutlarda uygulanan, mineral yün cinsinden ısı yalıtım kalınlıkları şöyledir:

|        |        |                             |
|--------|--------|-----------------------------|
| Çatı   | 50 cm  | ( $k = 0.10 \text{ W/mK}$ ) |
| Duvar  | 22 cm. | ( $k = 0.17 \text{ W/mK}$ ) |
| Döşeme | 20 cm. | ( $k = 0.20 \text{ W/mK}$ ) |

### 3.8.4. Artırılan Isı Yalıtım Standartlarının Etkisi

İstatistik verilere bakıldığında, İsveç'te eski bir binanın enerji tüketiminin yeni bir binanınkinden fazla olduğu görülür. Bu durum birçok değişik faktörün sonucu olup içlerinde en önemlisi yeni binalarda ısı yalıtım kalınlıklarının artırılmış olmasıdır.

### 3.8.2. Mevcut Binalarda Normal Enerji Tasarrufu Önlemleri

İsveç'te, mevcut bina miktarının sayıca fazla ancak faaliyet yönünden hareketli olması dolayısıyla bunlara yönelik birçok enerji tasarrufu önlemleri geliştirilmiştir. Bu çerçevede, her bir bina tek tek ele alınarak enerji verimliliği için o binaya uygun çözümler getirilmiştir. bu önlemler içinde en yaygın kullanılanları şunlardır:

- Çatı ve duvarlara ilave ısı yalıtımı,
- Kapı ve pencerelede hava sızdırmaz fitil uygulaması,
- Pencerelede ilave cam (üçüncü cam),
- Isıtma sistemi ayarlarının yapılması,
- Isıtma tesisatının veriminin artırılması.

Bu önlemler içinden binaya uygun olanlarının seçilerek paket uygulama biçiminde yapılması konusunda İsveç önemli bir tecrübe kazanmıştır.

### 3.8.6. Enerji Tasarrufunun Etkileri

Çeşitli enerji tasarrufu önlemlerinin gerçek sonuçlarını tespit etmek bakımından İsveç'te bazı çalışmalar yapılmıştır. İki değişik yaklaşıma göre alınan sonuçlar aşağıda verilmektedir:

#### 1. Apartmanlarda Enerji Tasarrufu

İsveç'in değişik bölgelerinden 6 apartman seçilerek, bunladaki enerji tasarrufu uygulamalarından önce ve sonra ölçümler yapılmış, sonuçları Tablo 37'de gösterilmiştir.

Tablo 37: Apartmanlarda, çeşitli enerji tasarrufu önlemlerinin sonuçları:

| Apartmanın yeri       | Enerji tüketimi (kWh/m <sup>2</sup> ) |      |       |              |
|-----------------------|---------------------------------------|------|-------|--------------|
|                       | Yıllık Derece-saat                    | Önce | Sonra | Tasarruf (%) |
| Kiruna (en kuzey)     | 190.000                               | 290  | 225   | 22           |
| Umea (kuzey)          | 150.000                               | 223  | 120   | 44           |
| Uppsala (orta kısım)  | 110.000                               | 225  | 133   | 41           |
| Göteborg (orta kısım) | 90.000                                | 260  | 145   | 44           |
| Malmö (güney)         | 80.000                                | 275  | 220   | 20           |

Kaynak: EURIMA, (Temmuz 1991)

Bu ölçümlerin en önemli sonuçlarından biri de, enerji tasarrufu önlemlerinin tamamının gerek mal sahibi ve gerekse ülke açısından kârlı bulunmasıdır.

#### 2. Farklı Konutlarda Enerji Tasarrufu

300 adet müstakil ev ve apartmanda, tek tek veya paket şeklinde ilave enerji tasarrufu önlemleri uygulanmış dört teknik üniversitenin müştereken çalıştığı bu projede, hesaplanan tasarruf miktarları ile nuen ölçülen miktarlar Tablo 38'de gösterilmiştir.

Tablo 38: İlave enerji tasarrufu uygulamalarının sonuçları:

| Enerji tasarrufu uygulaması    | Konut tipi | Hesaplanan | Ölçülen |
|--------------------------------|------------|------------|---------|
| Çatı yalıtımı                  | Apartman   | 6          | 5       |
| Isı yalıtımı dahil paket önlem | Apartman   | 16         | 14      |
| Isı yalıtımı dahil paket önlem | Ev         | 25         | 19      |
| Üç cam uygulaması              | Apartman   | 10         | 9       |
| Üç cam uygulaması              | Ev         | 10         | 6       |
| Isıtma sistemi ayarı           | Apartman   | 3          | 4       |
| Elektrikli ısıtmaya geçiş      | Ev         | 20         | 22      |

Kaynak: EURIMA, (Temmuz 1991)

Bu çalışmayla elde edilen sonuçlar;

- her önlemin kayda değer miktarda enerji tasarrufu sağladığını,
- ölçümlerin, hesaplanan sonuçlara çok yakın çıktığını

göstermek bakımından önemlidir.

### 3.8.7. İsveç'te Emisyonların Etkisi

1980 - 1990 yılları arasındaki 10 yıllık sürede, bina bacalarından çıkan kükürt dioksit, karbon dioksit ve azot oksit emisyonlarında çok büyük azalmalar sağlanmıştır. Bunun en önemli nedeni, ısınmada petrol ürünleri kullanımından diğer enerji kaynaklarına süratli bir geçiş yapılmış olmasıdır. Bu 10 yıllık süre zarfında,

- kükürt dioksit %75
- karbon dioksit %50 ve
- azot oksit %30

oranında azaltılmıştır.

### 3.8.8. Ekonomik Yalıtım Kalınlığı

İsveç Yapı Şartnamesindeki ısı yalıtım seviyeleri ekonomik hesaplamalara dayanmaktadır. Bu yöntemle bulunan yalıtım kalınlığı, k-değeri, iklim koşulları ve enerji fiyatıyla doğru orantılıdır. Çalışmaya konu

olan diğer ülkelerde, yeni inşa edilecek konutlarda inşaat maliyetlerinin de aynı olduğu varsayımı ile yapılan hesaplar sonucu bulunan ısı yalıtım kalınlıkları Tablo 39'da gösterilmiştir.

Tablo 39: Bazı Avrupa ülkelerinde, yeni konutlar için ekonomik ısı yalıtım kalınlıkları:

| Ülke      | Derece<br>-saat<br>$\times 10^3$ | İç<br>sıcak.<br>°C | Elektrik<br>ECU/<br>kWh | Çatı<br>cm | Duvar<br>cm | Fuel-oil<br>D.gaz<br>ECU/<br>kWh | Çatı<br>cm | Duvar<br>cm |
|-----------|----------------------------------|--------------------|-------------------------|------------|-------------|----------------------------------|------------|-------------|
| İsveç     | 110                              | 21.5               | 0.005                   | 50         | 26          | 0.040                            | 40         | 24          |
| İsviçre   | 86                               | 20                 | 0.080                   | 53         | 26          | 0.026                            | 28         | 17          |
| Fransa    | 58                               | 19                 | 0.160                   | 56         | 27          | 0.030                            | 25         | 13          |
| Almanya   | 90                               | 20                 | 0.150                   | 60         | 28          | 0.025                            | 28         | 17          |
| İngiltere | 58                               | 16.7               | 0.043                   | 30         | 15          | 0.018                            | 18         | 11          |
| Benelüks  | 86                               | 20                 | 0.106                   | 54         | 26          | 0.021                            | 25         | 14          |
| İspanya   | 18                               | 40                 | 0.800                   | 05         | 33          | 0.066                            | 78         | 16          |

Kaynak: EURIMA, Avrupa'da Isı Yalıtım Standartları, Nisan 1991

Tablo hakkında açıklamalar:

Elektrik fiyatının yüksek olması, ısı yalıtımının da kalın çıkmasına neden olmaktadır. Tabloda gösterilen kalınlıklar yeni binalar içindir. Eski binalar için yalıtım kalınlığı, mevcut yalıtımdan dolayı farklı olacaktır. İsveç'in tecrübeleri, eski binalardaki yalıtım kalınlığının yeni binalardan biraz daha düşük olduğunu göstermektedir.

### 3.9. Avrupa Ülkelerinde Isı Yalıtım Kalınlıkları

Nisan 1991'de EURIMA tarafından yürütülen bir çalışma sonucu, bazı Avrupa ülkelerinde uygulanmakta olan ısı yalıtım kalınlıkları Tablo 40'da gösterilmiştir.

Tablo 40: 1990 yılı itibariyle, bazı Avrupa ülkelerinde uygulanan ısı yalıtım kalınlıkları (cm):

| Ülke      | Çatı | Duvar |
|-----------|------|-------|
| İsveç     | 40   | 22    |
| İsviçre   | 10   | 10    |
| Fransa    | 18   | 10    |
| Almanya   | 13   | 6     |
| İngiltere | 15   | 5     |
| Benelüks  | 9    | 7     |
| İspanya   | 5    | 7     |

Kaynak: EURIMA, Avrupa'da Isı Yalıtım Standartları, Nisan 1991

### 3.10. Yunanistan'da ve İngiltere'de Güneş Enerjisi Uygulamaları

#### 3.10.1. Yunanistan'da Güneş Enerjisi Çalışmaları

12 Haziran 1997'de Yunan Enerji Bakanı Yasso Papandreu, Girit'te yapılması düşünülen 50 Megavatlık PV enerji santralının ilk 5 megavatlık bölümünün finansmanını ABD firması Enron Solar ile birlikte sağlamayı kabul etmiştir. Avrupa Birliği (AB) ve Yunan Hükümeti, ilk yatırım maliyetlerinin %55'ini karşılama karara almışlardır (PSOMAS, s. 1997, s. 1).

Toplam yatırım 17.75 milyon dolar olup, Enron Solar'ın Yunan Hükümeti'ne sunduğu plana göre, 2003 yılında 50 megavata ulaşmak üzere her yıl 9 megavat inşa edilecektir. Şu anda en büyük PV enerji santrali, İtalya'daki 3.3 megavatlık santraldır (GREENPEACE INT, PLUGGING INTO THE SUN: 1997, s. 8-11).

Uluslararası Greenpeace'i yöneticisi Thilo Bode'ye göre "Eğer dünya bu güneş enerjisi santrallerinden sekiz adet kurarsa, 100.000 iş yaratacak 27 milyar dolarlık bir geniş fotovoltaik (PV) pazarı yaratabilir. Eğer iklim değişikliği tehdidinden kurtulmaya yönelik herhangi bir şansımız olacaksa ve ülkeler kendi seragazi emisyonları azaltım hedeflerine uyacaklarsa, hükümetlerin yapması gereken enerji yatırımı işte budur."

Girit'te planlanan santralde 50 megavat'a (MW) erişildiğinde, bu tesis dünyada mevcut herhangi bir fotovoltaik tesisten 15 kat daha büyük olacaktır (GREENPEACE MEDITERRANEAN, ENERJİ RAPORU: 1997, s. 1).

Bugün kullanılabilir güneş teknolojileri sadece CO<sub>2</sub> yayılmasını durdurmakla kalmayıp, hava kirliliğine yol açan mevcut enerji kaynaklarının da yerini alarak, tüketicilere daha verimli bir elektrik hizmeti sunabilir.

Ekim - Kasım 1996'da Gondoruras'da bir güneş fotovoltaik sistemi kuruldu. Burası, Yunanistan'da güneş enerjisi kullanan ilk okul olmuştur.

Mayıs 1997'de ilk 5 MW'lık tesis hakkında karar alınmış 12 Haziran 1997'de Yunan Enerji Bakanı Santral hakkındaki son açıklamayı yapmıştır.

### **3.10.2. İngiltere'de Güneş Enerjisi Uygulamasına Bir Örnek**

Susan Roaf'un Oxford'daki beş yatak odalı evi, çatının güney yönüne kurulmuş 48 solar panelle kendi elektriğini üretmektedir.

Bu ev, tipik varoş caddesinde bulunan gazdan, kömürden, petrol veya nükleer güçten kirli elektrik üretimi olmayan, tipik bir aile evidir.

Aile, bilgisayarlar, 1 çamaşır makinası ve bulaşık makinası, 1 mikro dalga fırını -hepsi güneş enerjisiyle çalışmakta- kullanmaktadır.

Gündüz saatleri boyunca paneller güneşten elektrik üretmektedir. Ev halkının ihtiyaçlarından daha fazla elektrik üretimi olduğu zaman -ki yazın sık sık olur- fazla olan elektrik, grid (bataryadaki delikli ızgara) yoluyla bataryayı besler.

Panellerin elektrik üretmediği gece saatlerinde ev, elektriği ana borulardan (devlet elektriği) alır.

İki elektrik sayacı, panellerden çıkan elektrik ile ana borulardan (devlet elektriği) arasındaki farkı ölçmektedir.

Ev, bir yıllık kullanımdan daha fazla elektrik üretirse eve elektrik faturası gelmez.

Oxford Güneş Evi, güneşten temiz elektrik üretmek yoluyla yılda 2.5 ton CO<sub>2</sub> pompalamanın (havaya) önüne geçmiştir (GREENPEACE INTERNATIONAL, SOLAR IN THE UNITED KINGDOM; 1997, s. 4-5).

### 3.11. Fransa'da Havayı Kirletmeyen Otomobil Tipleri

Karma motorlu ilk prototip Hymne (Himn) de enerji tüketimini minimuma indirmek amaçlanmıştır. (Dönüşümlü olarak hem elektrikli hem benzinli).

Elektrikli motor tek başına 125 km/s'lik hıza ulaşabilmekte, 35 km yol yapabilmektedir. Karma modda Hymne, 60 km/s'e kadar elektrikli motorla çalışmakta, bu süratten itibaren termik motor devreye girmektedir) böylece 600 km'lik yolu yakıt takviyesi yapmaksızın tamamlayabilmektedir.

Elektrikli motor havayı kirletmediği gibi bir diğer avantajı sessiz olmasıdır. Hymne 1500 kg'lık ağırlığa rağmen 160 km/s hıza ulaşabilmektedir. Bu proje sadece 14 ayda geliştirilmiş olup, Hymne MVEG motor normuna göre 3.7 litre benzin 1 kw saat'ten biraz az elektrik enerjisi tüketmektedir.

Elektrik ihtiyacı Nikel - Cadmium pillerle sağlanmaktadır. Hymne 2000 yılı civarında ticarileştirilecektir.

Ayrıca 2 kişilik kent otomobili olarak dizayn edilen başka bir model olan Fiftie, D7F adlı, ekonomik, elektrikli ve olağanüstü hafif (1149 cm<sup>3</sup> 43 kw) bir motora sahiptir (PERFORMANS: AĞUSTOS 1996, s. 10-15).

### 3.12. Almanya'da Rüzgâr Enerjisi Kullanımı

1994 yılı sonu itibariyle, Wilhemshaven Rüzgâr Enerjisi Enstitüsü'ne göre, Almanya'da toplam 2817 rüzgâr türbini 643 MW'lık bir enerji üretmiştir. Bu miktar Biblis nükleer santralının B reaktörü tarafından üretilen enerjinin yarısına eşittir. Böylece Almanya, rüzgâr enerjisi ülkesi olan, Danimarka'yı (539 MW) geçmiş ve hemen ABD'nin arkasında (1680 MW) yerini almıştır. Dünyada 1995'e kadar yerleşmiş kapasite 3500 MW olarak hesaplanmıştır.

Henüz çok genç olan rüzgâr enerjisi piyasasında artan siparişler ve rekabet baskısı fiyatların sürekli düşmesine sebep olmuştur. Böylece 1995 yılında bir kilowattsaat, 1991 yılına oranla %30-40 daha ucuza mal olmuştur.

Kuzey Almanya'nın Emden kentinde yerleştirilen sadece türbin sayesinde Ocak 1995'de 2 milyon kws'lik elektrik enerjisi üretilmiştir ve 50.000 nüfuslu kentin 1/10'ünün elektriği sağlanmıştır. Bu miktarı elde etmek için bir termik santral 2000 ton Karbondioksit ile havayı zehirleyecekti (SCHEYTT, S: 1995, s. 110 - 112).

## SONUÇ

Hava kirliliği sorununu çözümlemenin yolu enerji üretiminin planlanmasından, gerçeklere uygun, rasyonel, çevre faktörünü gözönüne alan bir ekonomik değerlendirmeden geçmektedir. Bu nedenle atılması gereken adımlar şu şekilde sıralanabilir.

1) Enerji üretimi, dönüştürülmesi, taşınması ve kullanımında çevreyi gözetten bir yapıya kavuşturulmalıdır.

2) Hammadde, işletim süreci, hiç bir ülke tarafından çözümlenememiş radyasyon atık sorunu ve bu atıkların yarattığı negatif dışsallık, yüksek birim maliyet, henüz çözümlenememiş söküm maliyeti ve riski, dış ekonomik bağımlılık (teknoloji ve hammadde işlenmesi) yaratması gibi bir çok sorunu beraberinde getiren, dünyada süratle terkedilen nükleer enerji seçeneği daha bir titizlikle değerlendirilmelidir.

3) Yenilenebilir enerji kaynaklarında yüksek potansiyele sahip olan Türkiye'de mevcut potansiyelden yararlanmak için araştırma geliştirme programları oluşturulmalı, başlananlar ilerletilmelidir.

4) Özellikle İstanbul gibi büyük şehirlerde toplu ulaşım desteklenmeli, toplu ulaşım projelerine ağırlık verilmeli, toplu ulaşım ücretleri mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır.

5) Araçlarda ve binalarda egzoz ve baca filtreleri kullanımı zorunlu hale getirilmeli, temiz yakıt kullanan motor tipleri (araçlarda) yaygınlaştırılmalıdır.

6) Özellikle sanayide arıtım ve filtre tesisleri zorunlu hale getirilmeli, uygulanmaması halinde cezai tedbirlere başvurulmalıdır.

7) Enerji tasarrufu ülke politikası haline getirilmeli, bu konuda toplumun bilinçlenmesini sağlayacak basın - yayın, radyo-TV yayınları konusunda basın ve yayın organları ile işbirliğine gidilerek, eğitici programlar yayınlanmalıdır.

8) Yapılan araştırmalar Türkiye'nin mevcut enerji kaynaklarının henüz sadece 1/3'ne yakın bir bölümünü kullandığını göstermektedir. Bu kaynaklara güneş, rüzgâr enerjisi gibi alternatif kaynaklar dahil olmayıp, bilinen geleneksel kaynaklar söz konusudur. Dış ekonomik bağımlılığı önlemesi açısından bu kaynaklara öncelik tanınmalıdır.

9) Sanayide ve konutlarda enerji kaybını önlemek için ısı yalıtımına gereken önem verilmeli ısı yalıtımı standartı oluşturulmalı ve yaygınlaştırılmalıdır.

10) Enerji temininde, konutlarda ve sanayi sektöründe merkezi enerji kaynaklarının kurulması ve her tür tesislerde verimliliğın artırılması sağlanmalıdır.

11) Enerji tasarrufu yönünde iletim hatlarındaki kayıpların önlenmesi sağlanmalıdır.

12) Kaynak çeşitlenmesine gidilmeli tek bir ülke veya tek kaynak bağımlılığından kaçınılmalıdır.

13) Enerji ihtiyaı karşılanırken çevreye özenin yanısıra kamu sağlığına zen gösterilmelidir.

14) Araştırma ve geliştirme çabalarının belli bir programa bağlanması çalışılmalıdır.

15) Yeni enerji üretim projeleri seçilirken ülke ihtiyaçlarına en kısa zamanda ve en ekonomik çözümlerle cevap verecek önceliklerin tespit edilerek, hidrolik projelerin yanı sıra, diğer yakıtları kullanan santraller üzerinde de durulmalıdır.

16) Enerji retimindeki kaynak kullanım oranları ile ilgili dünya gerçekleri dikkate alınmalıdır.

17) Bölgelere hatta şehirlere göre kıstaslar belirlenmeli ve buna göre projeler üretilmelidir.

18) Enerji konusunda proje üreten girişimciler desteklenmelidir.

19) Kişi başına düşen enerji tüketim miktarı kıstasının dışında, kişi başına düşen enerji tasarrufu gibi ölçütlerin geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin araştırılması gereklidir.

20) Yatırım maliyeti yüksek projeler ile kısa vadeli çözüm getiren projeler dengelenerek ülkenin muhtemel bir enerji krizi yaşamasının önüne geçilmelidir.

21) Kaçınılmaz olma durumu haricinde dışa bağımlı enerji kaynaklarını kullanılması gereklidir.

22) Enerji birim maliyeti, üretim maliyeti gibi ekonomik ölçülerden başka enerji türünün dışsallığı araştırılmalı, negatif dışsallık yaratan ve sosyal faydası düşük modeller tercih edilmemelidir.

23) Enerji üretimi için kullanılan yöntemler, hem teknolojik seviye açısından yüksek hem de ilerleyen teknolojiye uyum sağlayacak yani geliştirilebilecek nitelikte olmalıdır.

24) Benzinle çalışan araçlardan çıkan karbonmonoksit (CO) ve hidrokarbon (HC) emisyonları ile ilgili teknik standartlar belirlenmeli ve uygulanmalıdır. Ayrıca nitrojenoksitler (NOX) ile ilgili limitler Avrupa Topluluğu konsey Direktifi (70/220/EEC) uyarınca dikkate alınmalıdır. 1998'de yapılan bir değişiklikle dizel motorlu araçların parçacık emisyonları ile ilgili limitler konsey direktifine eklenmiştir. Yapılan bir başka değişiklik ise kurşunsuz benzin pompalarında kullanılan pompa aletinin çapının küçültülmesidir. 1989'da yapılan bir başka değişiklikle sera etkisinin azaltılması için CO<sub>2</sub> emisyonlarını azaltıcı yeni değerler kabul edilmiş olup, hava kirliliğinin önlenmesi için bu değerlere ve üretim tarzlarına uyulması Türkiye için de kaçınılmaz bir gerekliliktir.

25) Isıtma ve pişirme amacıyla veya dizel motorlu araçlarda kullanılan fuel-oller için kükürt konsantrasyonu sınırlandırılmalıdır. 1 Ocak 1989'dan itibaren AT'da satılan bu tür yakıtların en yüksek kükürt içeriği %0.3 olarak belirlenmiştir. Üye ülkeler bu değer %0.2'si kadar düşük bir değeri kabul edebilecekler ve petrol sıkıntısı gibi durumlarda bu değeri yükseltebileceklerdir. Ekonomik olarak AT'na katılma imkânı şimdilik

görülmeven Türkiye'nin hiç olmazsa yaşamsal standartlar açısından bu değerlere yakın değerleri uygulaması bir zorunluluktur.

26) Endüstriyel tesislerden kaynaklanan hava kirliliğini önlemek ve azaltmak için, endüstriyel tesislerin kurulmasından önce ve/veya bu tür tesislerde yapılacak her türlü değişiklik öncesinde yetkili ulusal ya da bölgesel otoritelerden izin alınması zorunlu hale getirilmelidir. Yetkili yönetim, ilgili endüstrinin hava kirliliğini önlemek amacıyla, aşırı maliyet gerektirmeyen en iyi teknolojiyi uygulaması durumundna izin vermelidir.

27) Endüstriyel tesislerden kaynaklanan hava kirliliğinin önlenmesi için, bu tür tesislere işletme izni verilmesinden önce, SO<sub>2</sub>, toz, bazı ağır metaller, hidroklorik asit, hifroflorik asit için limit değerler uygulanacak şekilde tasarım, cihaz, işletme ve raporlama yükümlülüklerinin yerine getirilmesi zorunlu tutulmalıdır.

28) Ozon tabakasını tahrip edici maddelerin üretim ve tüketimleri sınırlandırılmalı, sıkı denetim altına alınmalıdır.

29) Teknolojik olarak kurşunsuz benzin kullanan özel ve toplu ulaşım araçlarının üretimi ve kullanımının yaygınlaşmasını sağlayıcı önlemler alınmalıdır.

30) Gelişmiş ülkelerin hemen tümünün başkent ve büyük şehirlerinde (yapımı kimilerinde yüzyıl öncesine dayanmaktadır) görülen metro ve raylı sistemlerin Türkiye'de de yaygınlaşması sağlanmalıdır. Böylece toplu ulaşımın sistematize edilmesi yoluyla hava kirliliğine neden olan gaz ve maddelerin emisyonları sınırlandırılmalıdır.

Bütün bu öneriler tek tek ele alındığında ne çevre ve hava kirliliği ne de enerji politikalarının yönlendirilmesinde yeterli olabilecektir: Çünkü enerji ve çevre politikaları hem teknik, hem ekonomik hem de sosyal açıdan birbirini destekleyici ve uyumlu bir yapıda uygulandığı takdirde yapısal bir yön kazanabilecektir: Bu nedenle ekonomist, çevrebilimci ve teknik kadronun bir arada çalıştığı politikalar ve projeler çok yönlü bakış açılarının süzgecinden, bilimsel dayanışmasından geçtiğinde etkin olabilir.

## YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. ABD, Kongresi (1993): AGING NUCLEAR POWER PLANTS, Teknoloji Değerlendirme Bürosu. Devlet Basım Ofisi.
2. ALP, Kadir (1990): Endüstride Hava Kirliliği ve Yakıtlar TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul.
3. ALTAŞ, Macide v.d. (1994): TÜRKİYE 6. ENERJİ KONGRESİ ENERJİ İSTATİSTİKLERİ. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi. Ekim 1994, İzmir.
4. BİLEŞMİŞ, Milletler (1995): GENEL SEKRETERİN RAPORU. Çernobil Felaketinin Sonuçlarını İnceleme ve En Aza İndirme Çabalarında Uluslararası İşbirliği ve Eşgüdümün Güçlendirilmesi Ağustos 1995 (A/50/1995)
5. BBC, Wales (1996): 24 Ekim 1996 Tarihli Metin BBC, Cardiff.
6. DEVLET PLANLAMA TEŞKİLATI (1990): Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı Öncesindeki Gelişmeler D.P.T. Yayını, Ankara.
7. DÜNYA II. YENİLENEBİLİR ENERJİ KONGRESİ (1992): SONUÇ RAPORU, Reading, İngiltere (13-18 Eylül 1992).
8. EKİNCİ, Ekrem v.d. (1990): İSTANBUL'UN ÇEVRE SORUNLARI VE ÇÖZÜMLERİ SEMPOZYUMU, Türkiye Çevre Koruma ve Yeşillendirme Kurumu, İstanbul (9-13 Nisan 1990)
9. ELECTRICAL REVIEW INT (1990): Ekim - Kasım 1990
10. ENERJİ ve T.K.B. (1990): Türkiye Enerji Master Plan Tasarısı E.T.K. Bakanlığı, Kasım 1990.

11. ERTÜRK; Hasan (1994): Çevre Bilimlerine Giriş, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
12. EURIMA (1991): Avrupa'da Isı Yalıtım Standartları, Avrupa İzolasyon Üreticileri Birliği, Brüksel, Belçika (Nisan, Temmuz 1991)..
13. GREENPEACE (1997): SOLAR IN THE U.K., Greenpeace, Int, London.
14. GREENPEACE (1997): PLUGGING INTO THE SUN, Greenpeace, Int.
15. GREENPEACE (1996): TANIKLAR RAPORU, Greenpeace, Int.
16. GREENPEACE (1997): GÜNEŞ ELEKTRİĞİ KULLANIMA HAZIR, Enerji Raporu, Greenpeace, İstanbul.
17. GREENPEACE (1997): GÜNEŞLİ BİR GELECEĞİMİZ VAR, Greenpeace, Mediterranean.
18. İ.S.O. (1989): İSTATİSTİKLERLE İSTANBUL SANAYİ ODASINA BAĞLI KURULUŞLARDA DEĞERLENDİRMELER, İSO YAYINI, İstanbul
19. İstanbul Bölge Hıfzıssıhha Genel Md. (1994): Ölçüm Raporları, İstanbul.
20. İstanbul Bölge Hıfzıssıhha (1995): Ölçüm raporları, İstanbul.
21. KADI, İbrahim, v.d. (1990): İstanbul'da Emisyon Kaynaklarının Öncelikleri ve Motorlu Taşıt Emisyonlarının Kontrolü, M.Ü. Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul.
22. KELEŞ, Ruşen, v.d. (1997): İnsan Çevre Toplum, İmge Kitabevi, Ankara
23. KIŞLALIOĞLU, M, BERKES, F. (1990): Çevre ve Ekoloji, Remzi Kitabevi, İstanbul.

24. KOMANOFF, Charles (1992) FISCAL FISSION (A Report on Historical Costs of Nuclear Power in the United States), Komanoff Energy Associates, New York, U.S.A.
25. LENNSEN, Nicholas (1991): Nükleer Atık, Worldwatch Institute Press, Washington.
26. MAİS (1996): Performans, mais Yayını, İstanbul.
27. MODERN POWER SYSTEMS (1990): Ağustos 1990.
28. PSOMAS, Stelios (1997): Psomas @ diala. 213, 2 Haziran 1997, Crete.
29. SCHEYTT, Stefan (1995): Almanya'da Rüzgar Enerjisinin Kullanımı, Der Spiegel Özel Ek, Temmuz 1995.
30. SMITH, D, O'M. BOCKRIS, J: (1996): Güneş Enerjisi, İletişim Yayınları, İstanbul.
31. LESTER, R.B., FLAVIN, C: (1996) State of the World, Worldwatch Institute 1996, TÜBİTAK-TEMA Yayını, Ankara.
32. TAMZOK, Nejat v.d. (1996): TÜRKİYE ENERJİ SEMPOZYUMU; TMMOB, Ankara.
33. T.E.K. T.T. (117-1): Çöp Termik Santralleri, Tek Santralleri Dairesi Yayını, T.T. 117-1.
34. T.E.K. Dergisi (1992): TEK Yayını, 1992/1.
35. TÜNAY, O, ALP K. (1996): Hava Kirlenmesi Kontrolü, İ.T.O. Yayını, İstanbul.
36. TÜSİAD (1994): Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış, Arz Talep ve Politikalar, TÜSİAD Yayını, İstanbul.

37. TÜNAY, O, v.d. (1990): Hava Kirlenmesinin Değerlendirilmesi, Tofaş Oto Ticaret A.Ş. Başak Ticaret ve Danışmanlık, II. Cilt, İstanbul.
38. ULUSLARARASI AKDENİZ KONGRESİ (1988): Güneş ve Diğer Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kongresi Yayını, Antalya.
39. ULUSLARARASI ATOM ENERJİSİ AJANSI (1996): Nükleer Santral Raporu, (IAEA) 1996.
40. UYAR, T.S. (1993): Rüzgâr Enerjisi Teknolojileri, Kaynak Elektrik, İstanbul.
41. WASHINGTON INTERNATIONAL ENERGY GROUP: New Pool of Utility Executes Shows Deep Pessimism for Nuclear Power, Washington.
42. WORLD MAGAZINE (1990): Temmuz 1990.
43. YAŞAMIŞ, F.D. (1995): Çevre Yönetiminin Temel Araçları, İmge Kitabevi Yayını, İstanbul.

