

**T.C.  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
KAMU YÖNETİMİ VE SİYASET BİLİMİ (Yönetim Bilimleri)  
ANABİLİM DALI**

# **TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI**

Yüksek Lisans Tezi

Ayşe Rüya Ataman

Ankara-2007

**T.C.  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
KAMU YÖNETİMİ VE SİYASET BİLİMİ (Yönetim Bilimleri)  
ANABİLİM DALI**

# **TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI**

Yüksek Lisans Tezi

Ayşe Rüya Ataman

Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Cevat Geray

Ankara-2007

T.C.  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
KAMU YÖNETİMİ VE SİYASET BİLİMİ (Yönetim Bilimleri)  
ANABİLİM DALI

## TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Cevat Geray

Tez Jürisi Üyeleri

**Adı ve Soyadı**

**İmzası**

Prof. Dr. Cevat Geray

.....

Doç. Dr. Aykut Namık Çoban

.....

Doç. Dr. Berrin Ceylan Ataman

.....

Tez Sınavı Tarihi .....

## KISALTMALAR

|                       |                                             |
|-----------------------|---------------------------------------------|
| <b>a.g.k.</b>         | : Adı Geçen Kaynak                          |
| <b>a.g.k.a.s.</b>     | : Adı Geçen Kaynak Aynı Sayfa               |
| <b>AB</b>             | : Avrupa Birliği                            |
| <b>ABD</b>            | : Amerika Birleşik Devletleri               |
| <b>Ar-Ge</b>          | : Araştırma-Geliştirme                      |
| <b>BM</b>             | : Birleşmiş Milletler                       |
| <b>Btep</b>           | : Bin ton eşdeğer petrol                    |
| <b>cm</b>             | : Santimetre                                |
| <b>C4</b>             | : Karbon                                    |
| <b>CH</b>             | : Hidrokarbon                               |
| <b>CH<sub>4</sub></b> | : Metan                                     |
| <b>CO<sub>2</sub></b> | : Karbondioksit                             |
| <b>CO</b>             | : Karbonmonoksit                            |
| <b>COP</b>            | : Taraflar Toplantısı                       |
| <b>ÇED</b>            | : Çevresel Etki Değerlendirmesi             |
| <b>DMİ</b>            | : Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü |
| <b>DPT</b>            | : Devlet Planlama Teşkilatı                 |
| <b>DSİ</b>            | : Devlet Su İşleri                          |
| <b>EC</b>             | : European Council (Avrupa Konseyi)         |
| <b>ECCP</b>           | : Avrupa İklim Değişikliği Programı         |
| <b>EİEİ</b>           | : Elektrik İşleri Etüt İdaresi              |
| <b>EJ</b>             | : Enerji Joule 1 EJ=24x10 <sup>6</sup> TEP  |
| <b>EPDK</b>           | : Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu          |

|                       |                                                                                                    |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>EÜAŞ</b>           | : Elektrik Üretim Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü                                                   |
| <b>ETKB</b>           | : Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı                                                              |
| <b>g</b>              | : Gram                                                                                             |
| <b>Ghg</b>            | : milyon ton CO <sub>2</sub> eşdeğeri                                                              |
| <b>GW</b>             | : Gigawatt                                                                                         |
| <b>GWh</b>            | : Gigawatt-saat                                                                                    |
| <b>GSMH</b>           | : Gayri Safi Milli Hasıla                                                                          |
| <b>ha</b>             | : Hektar                                                                                           |
| <b>HC</b>             | : Hidrokarbon                                                                                      |
| <b>HE</b>             | : Hidroelektrik                                                                                    |
| <b>HES</b>            | : Hidroelektrik Santral                                                                            |
| <b>H<sub>2</sub>S</b> | : Hidrojen Sülfür                                                                                  |
| <b>HFCs</b>           | : Hidro Floro Karbon                                                                               |
| <b>IEA</b>            | : International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)                                         |
| <b>IPCC</b>           | : Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)             |
| <b>İDÇS</b>           | : İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi                                                             |
| <b>J</b>              | : Joule (Bir Joule, bir kibritin yanması ile ortaya çıkan ısı enerjisinin yaklaşık binde biridir.) |
| <b>kg</b>             | : Kilogram                                                                                         |
| <b>kcal</b>           | : Kilokalori                                                                                       |
| <b>KP</b>             | : Kyoto Protokolü                                                                                  |
| <b>KHES</b>           | : Küçük Hidroelektrik Santral                                                                      |
| <b>km</b>             | : Kilometre                                                                                        |
| <b>km<sup>2</sup></b> | : Kilometrekare                                                                                    |
| <b>kW</b>             | : Kilowatt (1000 Watt)                                                                             |

|                       |                                                                                                    |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>kWh</b>            | : kilowatt-saat                                                                                    |
| <b>Ktoe</b>           | :Kilo ton enerji                                                                                   |
| <b>kt</b>             | : Kilo ton                                                                                         |
| <b>knot</b>           | : 1 knot = 0,514444444 m / s                                                                       |
| <b>lt</b>             | : litre                                                                                            |
| <b>mm</b>             | : milimetre                                                                                        |
| <b>m</b>              | : metre                                                                                            |
| <b>m<sup>2</sup></b>  | : Metrekare                                                                                        |
| <b>m<sup>3</sup></b>  | : Metreküp                                                                                         |
| <b>MtC</b>            | : Milyon Ton Karbondioksit                                                                         |
| <b>Mtoe</b>           | : Milyon Ton Eşdeğeri                                                                              |
| <b>Mt</b>             | : Milyon Ton                                                                                       |
| <b>MW</b>             | : Megawatt (10 <sup>6</sup> Watt)                                                                  |
| <b>MWe</b>            | : Megawatt Elektrik                                                                                |
| <b>MWt</b>            | : Megawatt Termal (ısı üretim gücü)                                                                |
| <b>MTPE, Mtep</b>     | : Milyon Ton Petrol Eşdeğeri                                                                       |
| <b>MTA</b>            | : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü                                                            |
| <b>NO<sub>x</sub></b> | : Azot Oksit                                                                                       |
| <b>NO<sub>3</sub></b> | : Nitrat                                                                                           |
| <b>N<sub>2</sub>O</b> | : Diazotmonoksit/Diazotoksit                                                                       |
| <b>OECD</b>           | : Organisation for Economic Cooperation and Development<br>(Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü) |
| <b>OPEC</b>           | : Organization of the Petroleum Exporting Countries (Petrol İhraç<br>Eden Ülkeler Örgütü)          |
| <b>ORKÖY</b>          | : Orman ve Köy İlişkileri Genel Müdürlüğü                                                          |
| <b>ÖTV</b>            | : Özel Tüketim Vergisi                                                                             |

|                       |                                                                                                                 |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PAL</b>            | : Petrol Araştırma Merkezi                                                                                      |
| <b>PAN</b>            | : Peroxyacy-Nitrat                                                                                              |
| <b>PFCs</b>           | : Per Floro Karbon                                                                                              |
| <b>ppm</b>            | : Parts per million (milyonda bir birim)                                                                        |
| <b>PV</b>             | : Photovoltaics (fotovoltaik)                                                                                   |
| <b>RES</b>            | : Rüzgar Enerji Santrali                                                                                        |
| <b>RES-E</b>          | : Electricity Produced from Renewable Energy Sources<br>(Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektrik) |
| <b>REPA</b>           | : Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası                                                                             |
| <b>sn</b>             | : Saniye                                                                                                        |
| <b>SF<sub>6</sub></b> | : Sülfür heksafluorid                                                                                           |
| <b>SO<sub>2</sub></b> | : Kükürt Dioksit                                                                                                |
| <b>SO<sub>3</sub></b> | : Kükürt-trioksit                                                                                               |
| <b>SO<sub>x</sub></b> | : Sülfür Oksit                                                                                                  |
| <b>TEP (tep)</b>      | : Ton Petrol Eşdeğeri ya da Ton Eşdeğer Petrol                                                                  |
| <b>UÇEP</b>           | : Ulusal Çevre Stratejisi ve Eylem Planı                                                                        |
| <b>UNCED</b>          | : Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı                                                              |
| <b>UNEP</b>           | : Birleşmiş Milletler Çevre Programı                                                                            |
| <b>UNFCCC</b>         | : Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi                                                      |
| <b>YEK</b>            | : Yenilenebilir Enerji Kaynakları                                                                               |
| <b>WMO</b>            | : Dünya Meteoroloji Örgütü                                                                                      |
| <b>TBMM</b>           | : Türkiye Büyük Millet Meclisi                                                                                  |
| <b>TEİAŞ</b>          | : Türkiye Elektrik İletim A.Ş.                                                                                  |
| <b>TEMA</b>           | : Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları<br>Koruma Vakfı                                  |

|                |                                                   |
|----------------|---------------------------------------------------|
| <b>TETAŞ</b>   | : Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş.        |
| <b>TUDES</b>   | : Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Sistemi    |
| <b>TW</b>      | : Terrawatt (10 <sup>12</sup> Watt)               |
| <b>TWh</b>     | : Terrawatt-saat                                  |
| <b>TÜBİTAK</b> | : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu |
| <b>TÜSİAD</b>  | : Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği         |
| <b>TÜİK</b>    | : Türkiye İstatistik Kurumu                       |
| <b>V</b>       | : Volt                                            |
| <b>W</b>       | : Watt                                            |
| <b>YEK</b>     | : Yenilenebilir Enerji Kanunu                     |
| <b>YEK</b>     | : Yenilenebilir Enerji Kaynağı                    |
| <b>YTL</b>     | : Yeni Türk Lirası                                |

## ÖNSÖZ

1970’li yıllarda yaşanan petrol krizlerinden sonra enerjide arz güvenliği sorunu ortaya çıkmış, yeni enerji kaynağı arayışları hızlanmıştır. Sonrasında çevre kirliliği konusunda giderek artan bir duyarlılığın başlamasıyla yenilenebilir enerji kaynakları enerji tablosundaki yerini almaya başlamıştır. Bölgesel ve yerel çevre kirliliğın yanında, atmosfere verilen karbon bileşenlerinin sera etkisi yaratarak yeryüzü ikliminde değişmelere neden olması ve asit yağmurları gibi küresel çevre sorunlarında fosil kökenli enerji kaynaklarının kullanımının oynadığı rolün anlaşılması sonucunda temiz enerji kaynakları olan yenilenebilir enerji kaynakları giderek daha fazla destek görmeye başlamıştır.

Hazırlanan bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesinin arkasında yatan nedenler açıklanmış, çevresel nedenler, özellikle fosil yakıtların sera gazı emisyonları yolu ile çevreye verdiği zararların azaltılması için yapılan uluslararası girişimlerin en kapsamlıları olan iklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü bağlamında ele alınmıştır. Ardından bu enerji kaynakları olumlu ve olumsuz yönleri ile birlikte tanıtılarak yenilenebilir enerji kaynaklarına bu kaynakların kullanımında öncü olan Avrupa Birliği’ndeki bakış ortaya konulmuştur. Çalışmanın temel konusu olan Türkiye’deki yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelleri ve kullanım durumları, konu hakkındaki mevzuatla birlikte incelenmiştir.

Türkiye’nin enerjide arz güvenliğinin sağlanması ile çevreyle dost enerji kaynaklarının kullanılması hedeflerinin bir arada değerlendirilmesi yönünde

geliştirilecek enerji politikalarının oluşturulması gerektiği bakış açısıyla hazırladığım bu çalışmamda, çok yoğun olmasına karşın tez yöneticiliğimi kabul eden saygıdeğer hocam Prof. Dr. Cevat GERAY'a bana çalışmamın her aşamasında gerek tavsiyeleri ve yönlendirmeleri, gerekse gösterdiği anlayış, sabırlı ve olumlu yaklaşımı ile verdiği büyük destek için ne kadar teşekkür etsem azdır. Ayrıca, tez hazırlama sürecinde, metni okuyarak yaptığı değerli yorumlar ve düzeltmelerin yanısıra yaptığımız yapıcı görüş alışverişleri ile tezime büyük katkı sağlayan saygıdeğer hocam Doç. Dr. Aykut Namık ÇOBAN'a çok teşekkür ederim. Yine, çalışmamın son aşamasında biçime ve içeriğe yönelik görüş ve önerileriyle tezime katkıda bulunan saygıdeğer hocam Dr. Bülent DURU'ya teşekkür ederim.

Anlatım ve dilbilgisine yönelik düzeltmeleri yapmamda, tezi inceleyerek yardımda bulunan, verdiği manevi güçle her daim yanımda olan sevgili arkadaşım Güliz EZBİDERLİ'ye; öte yandan metnin biçimsel şartlara uygun duruma getirilmesinde katkılarıyla bana destek olan değerli arkadaşım Özgür SEMİZ'e; yine olumlu yaklaşımıyla çalışmalarına ışık tutan, başlangıçtan beri gösterdiği anlayış, verdiği moral ve destek ile tezin hazırlanma sürecini kolaylaştıran saygıdeğer Grup Başkanım Şükrü DİKKAYA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, her zaman gösterdiği anlayış ve verdiği destekle bana güç veren değerli babama; tüm eğitim hayatım boyunca çalışmalarımda sabır ve şefkatle beni yüreklendiren, tezin her aşamasında yaptığı yardımlar ve gösterdiği özveri ile hep yanımda olan değerli eğitimci anneme; en derin sevgilerimle teşekkür ederim.

## **İÇİNDEKİLER**

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| <b>KISALTMALAR .....</b> | <b>i</b>    |
| <b>ÖNSÖZ.....</b>        | <b>vi</b>   |
| <b>İÇİNDEKİLER .....</b> | <b>viii</b> |
| <b>TABLOLAR .....</b>    | <b>xi</b>   |
| <b>ŞEKİLLER .....</b>    | <b>xiii</b> |
| <b>RESİMLER .....</b>    | <b>xiv</b>  |

|                    |          |
|--------------------|----------|
| <b>GİRİŞ .....</b> | <b>1</b> |
|--------------------|----------|

## **I. BÖLÜM: YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA YÖNELİŞİN**

|                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>NEDENLERİ .....</b>                                                                           | <b>8</b>  |
| 1. ENERJİ ARZININ GÜVENLİĞİ VE SÜREKLİLİĞİ.....                                                  | 9         |
| 2. SOSYAL VE EKONOMİK NEDENLER .....                                                             | 15        |
| 3. ÇEVRESEL NEDENLER .....                                                                       | 23        |
| 3.1. Enerji-Çevre İlişkisi .....                                                                 | 23        |
| 3.2. Enerjinin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri.....                                            | 27        |
| 3.2.1. Enerjinin Çevre Sağlığına Etkileri .....                                                  | 28        |
| 3.2.1.1. Sera Etkisi ve Küresel Isınma .....                                                     | 30        |
| 3.2.1.2. Sonuç: İklim Değişikliği .....                                                          | 36        |
| 3.2.1.3 İklim Değişikliğinin Etkileri .....                                                      | 37        |
| 3.2.1.4. Diğer Çevresel Etkiler.....                                                             | 45        |
| 3.2.2. Enerjinin İnsan Sağlığına Etkileri .....                                                  | 50        |
| 4. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE ENERJİ.....                                                        | 58        |
| 5. BİRLEŞMİŞ MİLLETLER İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÇERÇEVE SÖZLEŞMESİ<br>VE KYOTO PROTOKOLÜ'NE DOĞRU ..... | 64        |
| 6. AVRUPA BİRLİĞİ'NDE YENİLENEBİLİR ENERJİYE BAKIŞ .....                                         | 77        |
| 6.1. Yeşil Kitap (Rapor) .....                                                                   | 77        |
| 6.2. Beyaz Kitap (Rapor) .....                                                                   | 78        |
| 6.3. 2001/77/EC sayılı Konsey Direktifi.....                                                     | 80        |
| 6.4. AB'nin İDÇS ve Kyoto Protokolü'ndeki Durumu .....                                           | 84        |
| 6.5. AB'de Yenilenebilir Enerji Politikası .....                                                 | 87        |
| <b>II. BÖLÜM: YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI .....</b>                                          | <b>95</b> |

|                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI NEDİR? .....                                                    | 96         |
| 2. GÜNEŞ ENERJİSİ .....                                                                            | 99         |
| 2.1. Tanımı .....                                                                                  | 99         |
| 2.2. Avantaj ve Dezavantajları .....                                                               | 104        |
| 3. RÜZGAR ENERJİSİ .....                                                                           | 108        |
| 3.1. Tanımı .....                                                                                  | 108        |
| 3.2. Avantaj ve Dezavantajları .....                                                               | 116        |
| 4. JEOTERMAL ENERJİ .....                                                                          | 121        |
| 4.1. Tanımı .....                                                                                  | 121        |
| 4.2. Avantaj ve Dezavantajları .....                                                               | 127        |
| 5. BİYOKÜTLE ENERJİSİ .....                                                                        | 130        |
| 5.1. Tanımı .....                                                                                  | 130        |
| 5.2. Avantaj ve Dezavantajları .....                                                               | 136        |
| 6. HİDROELEKTRİK ENERJİSİ.....                                                                     | 141        |
| 6.1. Tanımı .....                                                                                  | 141        |
| 6.2. Avantaj ve Dezavantajları .....                                                               | 144        |
| 7. DENİZ KÖKENLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ .....                                                        | 150        |
| 7.1. Tanımı .....                                                                                  | 150        |
| 7.2. Avantaj ve Dezavantajları .....                                                               | 153        |
| 8. HİDROJEN ENERJİSİ .....                                                                         | 156        |
| 8.1. Tanımı .....                                                                                  | 156        |
| 8.2. Avantaj ve Dezavantajları .....                                                               | 159        |
| <b>III. BÖLÜM: TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI</b>                                      | <b>167</b> |
| 1. İKLİM DEĞİŞİMİNİN TÜRKİYE’DEKİ YANSIMALARI.....                                                 | 167        |
| 2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÇERÇEVE SÖZLEŞMESİ, KYOTO PROTOKOLÜ VE<br>TÜRKİYE’NİN DURUMU .....            | 177        |
| 3. TÜRKİYE’NİN ENERJİ DURUMU VE YENİLENEBİLİR ENERJİ<br>POLİTİKASI.....                            | 183        |
| 4. TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI<br>POTANSİYELİNİN DURUMU VE DEĞERLENDİRİLMESİ ..... | 199        |
| 4.1. GÜNEŞ ENERJİSİ .....                                                                          | 200        |
| 4.2. RÜZGAR ENERJİSİ .....                                                                         | 208        |

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| 4.3. JEOTERMAL ENERJİ .....                              | 221        |
| 4.4. BİYOKÜTLE ENERJİSİ .....                            | 240        |
| 4.5. HİDROELEKTRİK ENERJİ .....                          | 249        |
| 4.6. DENİZ KÖKENLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ .....            | 261        |
| 4.7. HİDROJEN ENERJİSİ .....                             | 265        |
| 5. TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI MEVZUATI. | 268        |
| 6. MEVZUATTA YER ALAN TEŞVİKLER .....                    | 274        |
| <b>SONUÇ VE DEĞERLENDİRME .....</b>                      | <b>282</b> |
| <b>KAYNAKÇA .....</b>                                    | <b>290</b> |
| <b>ÖZET.....</b>                                         | <b>306</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                    | <b>307</b> |

## TABLÖLER

|           |                                                                                                                              |     |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 1:  | Kaynaklara Göre Enerji Temin Seçeneklerinin Çevresel Etkileri.....                                                           | 30  |
| Tablo 2:  | Enerji Üretim ve Tüketiminden Kaynaklanan Sera Gazları .....                                                                 | 32  |
| Tablo 3:  | Kaynaklara göre Sera Gazı Emisyonları .....                                                                                  | 36  |
| Tablo 4:  | Elektrik Üretim Teknolojilerinin Önemli Sağlık Etkileri .....                                                                | 53  |
| Tablo 5:  | Fosil Yakıt Döngüsünün Sağlık Zararları .....                                                                                | 55  |
| Tablo 6:  | Üye Devletlerin KP Madde 4'e ve "Yük Paylaşım" Anlaşmasına Göre Belirlenen Yükümlülükleri.....                               | 86  |
| Tablo 7:  | Dünyadaki Kurulu Rüzgar Gücü (MW).....                                                                                       | 113 |
| Tablo 8:  | Kıtalara Göre Rüzgar Kurulu Gücü Dağılımı (MW) .....                                                                         | 114 |
| Tablo 9:  | Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevreye Muhtemel Olumsuz Etkilerinin Özeti .....                                          | 164 |
| Tablo 10: | Enerji Kaynaklı CO <sub>2</sub> Emisyonlarının Yıllar İtibariyle Gelişimi (Milyon ton) .....                                 | 168 |
| Tablo 11: | Sera Gazı Emisyonlarının Yıllar İtibariyle Gelişimi (milyon ton CO <sub>2</sub> eşdeğeri) .....                              | 169 |
| Tablo 12: | Sektörlere Göre Toplam Seragazı Emisyonları (milyon ton CO <sub>2</sub> eşdeğeri) .....                                      | 170 |
| Tablo 13: | Türkiye'de Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Kişi Başına CO <sub>2</sub> Emisyonlarının 1970-2010 Dönemindeki Değişimleri ..... | 170 |
| Tablo 14: | Türkiye'de Enerji Kurulu Kapasitesi ve Üretimi .....                                                                         | 194 |
| Tablo 15: | Çeşitli Tipte Santrallerin Dezavantajlarının Ölçülebilir Gösterimi .....                                                     | 197 |
| Tablo 16: | Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli.....                                                                 | 199 |
| Tablo 17: | Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli.....                                                                   | 203 |
| Tablo 18: | Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı .....                                        | 204 |

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 19: Türkiye'nin Rüzgar Potansiyeli .....                                          | 210 |
| Tablo 20: Bölgelere Göre Ortalama Rüzgar Gücü Yoğunluğu .....                           | 212 |
| Tablo 21: Türkiye'nin Rüzgar Gücü ve Kurulu Santralleri .....                           | 215 |
| Tablo 22: 2007 ve 2008'de Üretime Geçmesi Planlanan RES'ler .....                       | 217 |
| Tablo 23: Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanma Yerleri.....                    | 222 |
| Tablo 24: Türkiye'de Jeotermal Potansiyel Oluşturan Alanların Yüzde Oranları .....      | 223 |
| Tablo 25: Türkiye'deki Jeotermal Potansiyelin Kullanım Dağılımı .....                   | 226 |
| Tablo 26: Dünya'da Jeotermal Enerjiyi Doğrudan (Elektrik Dışı) Kullanan İlk 5 Ülke..... | 227 |
| Tablo 27: Türkiye'de Elektrik Üretimine Uygun Alanlar ve Potansiyelleri .....           | 229 |
| Tablo 28: Türkiye'nin Merkezi Isıtma Sistemleri .....                                   | 233 |
| Tablo 29: Türkiye'de Jeotermal Enerji İle Isıtılan Sera Alanları .....                  | 234 |
| Tablo 30: Dünya'da ve Türkiye'de Hidroelektrik Potansiyeli .....                        | 252 |
| Tablo 31: Bölgesel Ortalama Dalga Yoğunlukları .....                                    | 263 |

## ŞEKİLLER

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 1: Sera Etkisi .....                                                           | 34  |
| Şekil 2: Yıllara Göre Küresel Sıcaklık Değişimi .....                                | 41  |
| Şekil 3: Dünyadaki Dalga Enerjisi Dağılımının kW/m Cinsinden Tepe<br>Büyüklüğü ..... | 153 |
| Şekil 4: Türkiye Güneş Enerjisi Haritası.....                                        | 201 |
| Şekil 5: Türkiye Rüzgar Atlası .....                                                 | 220 |
| Şekil 6: Türkiye'nin HES Potansiyelinin Dünya ve Avrupa'ya Göre<br>Durumu .....      | 250 |

## RESİMLER

|              |                                                                           |     |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| Resim 1-2:   | Güneş Panelleri .....                                                     | 103 |
| Resim 3:     | Rüzgar Enerjisi Santrali .....                                            | 110 |
| Resim 4-5-6: | Denizüstü (offshore) rüzgar santrali- Denizüstü Rüzgar<br>Türbinleri..... | 111 |
| Resim 7:     | Jeotermal Enerji .....                                                    | 124 |
| Resim 8:     | Biyokütle Enerjisi .....                                                  | 133 |
| Resim 9:     | Hidroelektrik Enerji Santrali .....                                       | 143 |
| Resim 10-11: | Deniz akıntı jeneratörüne örnekler .....                                  | 151 |
| Resim 12:    | Deniz dalga jeneratörü .....                                              | 152 |
| Resim 13:    | Güneş Paneli .....                                                        | 200 |
| Resim 14:    | Güneş Termik Santrali Kollektör Alanı .....                               | 203 |
| Resim 15:    | Güneş Paneli .....                                                        | 205 |
| Resim 16:    | Karadaki Rüzgar Türbini .....                                             | 209 |
| Resim 17:    | Deniz üstü (offshore) Rüzgar Santrali.....                                | 209 |
| Resim 18:    | Jeotermal Kaynak.....                                                     | 221 |
| Resim 19:    | Biyokütle Kaynağı .....                                                   | 240 |
| Resim 20-21: | Biyokütle Kaynakları .....                                                | 241 |
| Resim 22:    | Biyokütle Kaynağı .....                                                   | 243 |
| Resim 23:    | Hidroelektrik Enerji Santrali .....                                       | 249 |
| Resim 24:    | Atatürk Barajı.....                                                       | 255 |
| Resim 25:    | Deniz Kökenli Yenilenebilir Enerji Kaynağı.....                           | 261 |
| Resim 26-27: | Deniz Dalga ve Akıntı Jeneratörleri .....                                 | 264 |
| Resim 28:    | Hidrojen Enerjisi .....                                                   | 265 |

## GİRİŞ

İnsanoğlu geçmişten beri hakim olma ve yönetme isteğiyle doğayı kendi çıkarları doğrultusunda düşüncesizce tahrip etmekte ve bu tahrip; devletin ve sermayenin çıkarları sebebiyle daha da büyük boyutlara ulaşmaktadır. Özellikle; sanayi devrimi ile başlayan süreçte nüfus ve buna bağlı enerji ihtiyacı artmaya devam ettikçe dünyamız çok önemli enerji ve enerji ile ilişkili çevre problemleri ile karşı karşıya kalmaya devam edecektir. Özellikle sanayi, konut ve ulaştırma gibi sektörlerde kullanılan, ülkelerin ekonomik olarak kalkınmalarının sağlanması, sağlıklı gelişim ve temel insan ihtiyaçlarının karşılanması için vazgeçilmez olan enerji; üretim, taşınım ve tüketim esnasında ciddi çevre sorunlarına yol açmaktadır.

Geleneksel kaynaklarla enerji kullanımının küresel ve yerel düzeyde yarattığı çevresel etkilerin ve bunların küresel ısınma ile ilişkisinin açıkça görülmesi, neredeyse sıfır emisyonlara neden olan yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel açıdan oldukça önemli bir konuma gelmesine neden olmuştur. Çünkü sürdürülebilir kalkınmanın temelinde, kaynakları koruma ve süreklilik ile çevre etkilerini en aza indirme fikri vardır. Yenilenebilir kaynak kullanımının diğer bir yararı da güvenli ve çeşitlendirilmiş bir enerji sağlanmasına katkıda bulunmasıdır.<sup>1</sup>

Dünya ekonomilerinde özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısında görülen hızlı büyüme, çeşitli sosyal ve ekonomik gelişmeler ile birlikte giderek daha hızlı bir

---

<sup>1</sup> Mehmet Çağlar, Zerrin T. Altuntaşoğlu, “Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji”, **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003, s. 157.

biçimde artan enerji tüketimini de beraberinde getirmiştir. Elektrik üretimi, sanayi faaliyetler, ulaştırma ve teshin (ısınma-ısıtma) sektörlerinde enerji, yoğun biçimde kullanılmakta olup yeryüzünde ciddi bir kirlenmeye neden olmaktadır. Özellikle fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan çevre kirliliği, dünyadaki hava, su, toprak ve diğer doğal kaynakların bozulması, iklimlerin değişmesi, biyolojik ekosistemler ile insan sağlığını olumsuz yönde etkilemesi ve ürün kaybı gibi sonuçlar doğurmaktadır. Bu gelişmelerin bir sonucu olarak geçmiş yıllardaki “ucuz ve kolay temin edilebilir enerji” kavramı artık yerini “ucuz ve temiz enerji” kavramına bırakmış durumdadır.<sup>2</sup> Yeni enerji kaynakları bugün için oldukça sınırlı miktarda kullanılıyorsa da önümüzdeki 20-30 yıl içinde önemimin artacağı tahmin edilmektedir.<sup>3</sup> Dünyanın bütününe ilgilendiren çevre sağlığı sorunlarına yol açan küresel çevre sorunlarının kökeninde dünya enerji pazarının 3/4’ünü oluşturan karbon içeren yakıtlar ve buna göz yuman enerji politikaları vardır.

Fosil yakıtlar gibi yenilenemeyen kaynaklara öncelik veren bir enerji politikası sürdürülebilir olmaktan uzaktır. Ne var ki, yenilenebilir, alternatif enerji kaynaklarının önemi bilinmekle birlikte bu kaynaklara yapılan yatırımlar, özellikle gelişmekte olan ülkelerde kısıtlıdır. Aralarında Türkiye’nin de bulunduğu, bu konumdaki ülkelere enerji politikalarında sürdürülebilirlikten ve güvenlikten söz etmek güçtür. Var olan haliyle yalnız “arz güvenliği” biçiminde algılanan enerji

---

<sup>2</sup> M. Selçuk Sancar, **Avrupa Topluluğu’nda Enerji Arzı-Çevre Dengesinin Optimizasyonu ve Türkiye’deki Uygulanabilirliği**, DPT Uzmanlık Tezleri, Ankara, 1992, s. 1.

<sup>3</sup> a.g.k., s. 8.

güvenliği kavramı, çevresel güvenliği içerecek biçimde genişletilmediği sürece sürdürülebilirliği sağlamaktan uzak olacaktır.<sup>4</sup>

Sanayi devriminden sonra atmosferdeki karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve öteki sera gazı birikimlerinde başlayan hızlı büyüme eğilimine paralel olarak, küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında da belirgin bir artış eğilimi gözlenmektedir. En yeni küresel değerlendirmelere göre, küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında geçen yüzyılda yaklaşık 0,4-0,8 C°'lık bir artış olmuştur. Bu ısınma eğilimi, 1980'li yıllardan sonra daha da belirginleşmiş ve bu dönemde hemen her yıl yüksek sıcaklık rekorları kırılmıştır. 1998 yılı, küresel ortalamalar açısından, aletli sıcaklık gözlemlerinin yapılmaya başlandığı 1860 yılından beri yaşanan en sıcak yıl olarak kaydedilmiştir. İklim modelleri, küresel ortalama yüzey sıcaklığında 2100 yılına kadar 1990'a göre 1 ile 3,5 C° arasında bir artış olacağını ve bu artışa bağlı olarak da iklimde gözlenen değişikliklerin süreceğini öngörmektedir.<sup>5</sup> Küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğinin, kar örtüsünün, kara ve deniz buzullarının erimesi, deniz seviyesi yükselmesi, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi, şiddetli hava olaylarının, taşkınların ve sellerin daha sık oluşması ve etkilerinin kuvvetlenmesi, kuraklık, çölleşme, salgın hastalıklar, tarım zararlıları gibi insan yaşamını, sosyoekonomik sektörleri ve ekolojik sistemleri doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyebilecek önemli sonuçlarının olacağı öngörülmektedir.<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> Örgen Uğurlu, **Türkiye'de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara, 2006, s. 5.

<sup>5</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, DPT Yayını, Ankara, 2000, s. 1.

<sup>6</sup> a.g.k.a.s.

Avrupa Birliği raporlarına göre; yenilenebilir enerji tktmi 10 yıl içerisinde 2 katına çıkarılabilirse Avrupa’da karbondioksit emisyonu her yıl 402 milyon ton azalacaktır. Birleşmiş Milletler İlim Değişikliği Konferansında, “Temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları tktim payı tüm enerjiler içerisinde en az %25 olmalıdır.” sonucu çıkmıştır. Bu hedefe en geç 30 yıl içinde ulaşılması gerektiği, aksi takdirde dünyada yaşanılmayacak bölgelerin oluşacağı ve değişen iklim koşullarının kalıcı olacağı belirtilmiştir.<sup>7</sup>

Dünya Enerji Konseyi’nin raporlarında 2025 yılında yenilenebilir enerjinin; doğrudan yakıt kullanımındaki payının %25, küresel elektrik üretimindeki payının ise %60’lar düzeyinde olabileceği belirtilmektedir.<sup>8</sup> Dünya önümüzdeki yüzyılda artık enerji kaynağı olarak petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan değil, rüzgar, güneş, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından söz edecektir. Çünkü fosil yakıtlar yakın bir gelecekte ya tükenmiş ya da kısıtlı ve pahalı üretiliyor olacaktır. Tkenecek olmalarının yanısıra çevresel zararları da göz önüne alındığında fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklara geçiş, içinde bulunduğumuz yüzyılda gerçekleşebilecektir.

Diğer dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de enerji konusu, her geçen gün önemini biraz daha artırmış, enerji yetmezliği, ithal zorlukları bu sektöre bu güne kadar verilen ağırlığın yetersizliğini kanıtlamış, kendi kendine yeterli enerjiyi

---

<sup>7</sup> İlhami olak, Ramazan Bayındır, İbrahim Sefa, şevki Demirbaş, Halil Ergen, “Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 54.

<sup>8</sup> İstemi nsal, **Enerji Gündemi ve Sorunlarımız**, TMMOB, EMO Yayını, Ankara, 2004, s. 27.

sağlayabilme prensibini gündeme getirmiştir.<sup>9</sup> Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik ilgi, ülkemizde de dünyaya paralel olarak günden güne artmaktadır.

Enerjide büyük ölçüde dışa bağımlı olan ülkemiz için yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma yaşamsal önemdedir. Bununla birlikte, ülkemizde oldukça önemli potansiyele sahip olan hidrolik, güneş, rüzgar, jeotermal ve biyokütle enerjisinden sadece hidrolik enerji önemli bir kullanıma sahiptir. Başta rüzgar enerjisi olmak üzere diğer yenilenebilir enerji kaynakları ise son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de ön plana çıkarılmaya başlanmıştır. Diğer taraftan, enerji ve çevre uyumu hedefi ile sürdürülebilir enerji geleceğine yönelmiş olan Türkiye, Avrupa Birliği'ne üye olmayı hedeflemiş bir ülke olarak bu alanda da Avrupa standartlarını yakalayabilmelidir.

Tezin amacı, başta küresel ısınma ve iklim değişikliği olmak üzere fosil yakıtların çevre ve insan sağlığına verdiği zararların ortaya konulması, bu zararların giderilmesi için yapılan uluslararası girişimlerin incelenmesi ve bu çerçevede zararları her geçen gün giderek daha fazla hissedilen fosil yakıtları ağırlıklı olarak enerji tüketiminde kullanana Türkiye'nin, gösterdiği hızlı sosyal ve ekonomik gelişmeye paralel olarak ihtiyaç duyduğu enerjiyi, kesintisiz ve çevre etkilerini de dikkate alarak üretmesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının rolünün ve öneminin araştırılmasıdır.

---

<sup>9</sup> Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, **Türkiye'nin Yeni ve Temiz Enerji Kaynakları**, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, 1984, s. 17.

Tezde; “Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin nedenleri nelerdir?, Enerji arzının güvenliğinin sağlanmasında yenilenebilir enerjinin rolü nedir?, Yenilenebilir enerji kullanımının sosyal ve ekonomik etkileri nelerdir?, Çevre sağlığı ve güvenliği için yenilenebilir enerjinin taşıdığı önem nedir?, Geleneksel enerji kaynaklarının çevreye ve insan sağlığına verdiği zararlar nelerdir?, Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajları ve dezavantajları nelerdir?, Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelleri nedir?, Yenilenebilir enerji potansiyelinin ne kadar kullanılabilir?, Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları hakkındaki mevzuat nedir?” gibi soruların yanıtları araştırılmaktadır.

Üç bölümden oluşan bu çalışmanın birinci bölümünde, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin nedenleri arz güvenliği, sosyo-ekonomik ve çevresel yönleri ile anlatılarak, enerjinin sürdürülebilir kalkınma ile ilişkisi ortaya konulmuş, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü’ne giden süreçte yenilenebilir enerjinin önemi ile Avrupa Birliği’nin yenilenebilir enerji kaynaklarına bakışı ana hatlarıyla açıklanmıştır.

İkinci bölümde, yenilenebilir enerji kaynaklarının ayrı ayrı tanımları yapılarak bu kaynaklar olumlu ve olumsuz yönleri ile birlikte açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, iklim değişiminin ülkemizdeki yansımaları ve İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile Kyoto Protokolü’nde Türkiye’nin durumu ele alındıktan sonra, Türkiye’nin yenilenebilir enerji politikasından bahsedilmiştir. Ardından yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye’deki potansiyelleri ve bu

potansiyellerin ne düzeyde değeriendirildiği açıklanmış ve son olarak yenilenebilir enerji kaynakları hakkındaki mevzuata ana hatları ile değinilerek söz konusu mevzuatta yer alan teşvikler üzerinde genel olarak durulmuştur.

## **I. BÖLÜM: YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA YÖNELİŞİN NEDENLERİ**

Enerji, çağımızda en önemli tüketim maddelerinden biri ve vazgeçilmez bir uygarlık aracıdır. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirleyen ölçütlerin başında gelen enerji tüketimi, sürekli artmaktadır ve gelecekte de artmaya devam edecektir. Bugün sahip olduğumuz uygarlık düzeyinin korunması ve rahat yaşamın sürmesi için doğrudan ve dolaylı olarak enerji tüketmek zorundayız. Tüketmek zorunda olduğumuz enerjinin bugün büyük bir çoğunluğu fosil yakıtlarından, geri kalanı ise nükleer ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Fosil yakıt kullanımının çevre ve insan sağlığına verdiği küresel ölçekli zararlar, önlem alınmazsa bu zararların telafisi için gelecek nesillerin ödeyeceği bedelin tahmin bile edilemeyecek boyutlara erişeceğini göstermektedir. Enerji üretiminde fosil kaynak kullanımının sürdürülebilirliğini kaybettiği, kabul edilmesi gereken bir gerçektir. Bu durumda, sanayi devrimiyle birlikte kullanımı giderek artan, kalkınma ve sanayileşme yolunda verdiği zararlar hep göz ardı edilen bu kaynakların yerine çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarının ağırlıklı olarak kullanılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. Hava, su, toprak kirliliğinden bitki örtüsünün ve hayvanların yok olmasına kadar uzanan çevre sorunları, bu sorunlardan etkilenen insanlarda gelecek kaygısı uyandırmış, bu kaygı ile beraber, çevrenin korunmasına karşı hassasiyet de giderek artmaya başlamıştır.

Bu bölümde yukarıda bahsedilen hassasiyet doğrultusunda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin nedenleri, sürdürülebilir kalkınma için sürdürülebilir enerji ve

evre bağlamına ağırlık verilerek ortaya konulmaya çalışılmıştır. Söz konusu nedenler üzerinde, ağırlıklı evre ve insan sağlığı ile bağlantılı olarak durulmakla birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarının gerek dünyamız gerekse ülkemiz için önem taşıyan arz güvenliği boyutu ile sosyal ve ekonomik etkilerine de bölüm içinde yer verilmiştir.

Bölümde öncelikle, yenilenebilir enerji kaynaklarının arz çeşitliliği sağlaması ve yerli kaynaklara dayalı üretimi artırması nedenleriyle artan ölçüde sağlanabilecek olan arz güvenliği ve sürekliliği üzerinde durulacaktır. Daha sonra fosil yakıtların kullanımı yoluyla evre ve insan sağlığına verilen zararların, diğer bir anlatımla şimdiye kadar ihmal edilen fosil yakıt kullanımının yol açtığı toplumsal maliyetlerin enerji maliyetlerine yansıtılması, enerjide dışa bağımlılığın yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile azalması sonucu doğacak ekonomik etkiler ortaya konulacaktır. Yerli ve evre dostu olarak nitelenen bu kaynakların istihdam yaratması sonucu oluşacak sosyal etkileri de anlatıldıktan sonra çevresel nedenler ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

## **1. ENERJİ ARZININ GüVENLİğİ VE SüREKLİLİğİ**

Fosil yakıtları esas alan enerji kullanımının neden olduğu; yakıt konusunda dışa bağımlılık, yüksek ithalat giderleri, küresel ısınma gibi önemli evre sorunlarının yanısıra dünya gündemini meşgul eden bir diğer olumsuzluk da fosil kaynakların yakın gelecekte tükenecek olmasıyla ortaya çıkacak enerjide arz güvenliği sorunudur.

Hammadde ve enerji kaynakları kapasitelerinin sınırlı olmasına karşın, hammadde ve enerji gereksiniminin sürekli ve hızlı bir biçimde artış göstermesi, insanlığı geleneksel olmayan yeni kaynaklar bulmaya zorlamaktadır. Var olan fosil kaynakların (petrol, doğal gaz, kömür vb.) gelecekteki nüfus patlaması ve yaşam standardının aşamalı bir biçimde artışı nedeniyle hızlı bir tempoda azalması beklenmektedir.<sup>10</sup> Kanıtlanmış üretilebilir petrol ve doğal gaz rezervlerine insan ömrüne sığacak kadar ömür biçilmesi, insanlığın geleceği açısından düşündürücüdür. Bu nedenle, yerel ve yenilenebilir doğal zenginlikler konumunda olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hem ülkesel hem de küresel ölçekte arz güvenliği için büyük önem taşımaktadır. Böylece dünyada sınırlı olan fosil yakıt rezervleri tükenmekten olabildiğince korunmuş olacaktır.<sup>11</sup>

Kömür ve petrol egemenliğine dayanan enerji çağı, uzun yıllar sorunsuz devam ettikten sonra 1973 petrol krizi, enerji kaynakları konusunda bir güvensizlik ortamı yaratmıştır. Bu güvensizlik ortamı içinde tüm dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına hem teknolojik araştırmalar hem de kamuoyu ilgisi boyutunda bir yönelme baş göstermiştir. Bundan sonra da çoğunlukla petrol fiyatlarına bağlı bir değişim gösteren yenilenebilir enerji kaynaklarına ayrılan fonlar 1980’lerde petrol fiyatlarının düşmesiyle azalsa da petrol kriziyle gündeme gelen enerji arzının güvenliği ve sürekliliği kavramları kalıcı olmuştur.<sup>12</sup> Bu bağlamda, “enerji

---

<sup>10</sup> Nedim Saraçoğlu, “Enerji Ormanları”, **Birlik Haberleri**, Türk Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği Yayını, Yıl:23, Kasım 1996, s. 62.

<sup>11</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, DPT Yayını, Ankara, 2001, s. 73.

<sup>12</sup> Avrupa Bilgi Köprüleri Programı, **Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası ve Türkiye’ye Yansımaları, 3, AB’de Alternatif Enerji Kaynakları, AB’de Doğal Gaz, Petrol, Kömür ve Nükleer Enerji**, Avrupa Bilgi Köprüleri Programı Yayını, Ankara, 2003, s. 89.

çeşitlendirilmesi”, enerji güvenliği ve sürekliliğini sağlamak açısından vazgeçilmez hale gelmiş ve enerji politikaları içindeki yerini almıştır.

Yukarıda da bahsedilen petrol krizinden sonra ortaya çıkan enerji bunalımı, birçok hükümetin enerji güvenliği konusunda ulusal politikalar geliştirmelerine neden olmuştur. Geleneksel anlamıyla enerji güvenliği; enerji kaynaklarının çeşitliliği ve ulaşılabilirliği boyutlarını içermektedir. Ancak enerji ile çevre arasındaki etkileşimin neden olduğu olumsuz etkilerin önlenmesi zorunluluğu günümüzde, enerji güvenliği kavramının çevresel güvenliği içerecek biçimde yeniden tanımlanarak benimsenmesini gerektirmiştir.<sup>13</sup>

Enerjide dış kaynaklara bağımlılığın önüne geçilmesi ve herhangi bir kaynaktan ileri gelebilecek bir azalma, tükenme, kesilme, devre dışı kalma gibi aksaklıkların gerçekleşmesine karşı önlemlerin alınması, enerji çeşitlendirmesi ile olanaklı hale gelebilecektir. Tek tür kaynaktan ya da bir kaynağın diğerlerine göre daha yüksek oranda kullanımından sağlanacak enerjinin de bir tür bağımlılık yaratacağı dikkate alınmalıdır. Böyle bir kaynaktan ileri gelebilecek kesilme, üretimde aksama gibi sorunlara ivedi çözümler üretilmemesi durumunda enerjide bir güvensizlik sorunu oluşacaktır. Bu nedenle, enerji güvenliğinin sağlanabilmesi yollarından birinin kaynak çeşitliliğine gidilmesi olduğu söylenebilir.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Nesrin Algan, “Enerji ve Çevre Etkileşimi Konusunda Uluslararası Tüzel Düzenlemeler ve Türkiye”, **Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, ‘Küreselleşmenin’ Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO, Aralık 2001, Ankara, s. 358.

<sup>14</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 88.

2002 yılında toplam enerji talebinde % 80 olan fosil kaynakları payının, 2030 yılında % 82 olması beklenmektedir.<sup>15</sup> Bu kaynaklar tükenmekte olan kaynaklardır. Sadece bu özellikleri bile fosil yakıtlara dayalı sürdürülebilir enerjili gelecekler önünde büyük bir engeldir. Petrol kaynakları ile ilgili pek çok tahmin, petrol üretiminin ve dolayısıyla petrol tüketiminin; gelecek yüzyılın ilk 25 yılında tırmanışını kesip; giderek tükenen petrole bağlı olarak, azalan petrol arzının sonucu petrol fiyatının artması nedeniyle yavaş yavaş azalacağı yönündedir.<sup>16</sup>

Dünya fosil yakıt rezervlerinin kullanma süreleri hakkındaki son durum her kıtada farklı olmak üzere dünya ortalaması olarak petrolde 40 yıl, doğal gazda 61 yıl, kömürde ise 227 yıldır.<sup>17</sup> Yine Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) da 20. yüzyılın geleneksel enerji sistemlerinin sürdürülemez olduğunu ve enerji politikalarında esaslı değişiklikler yapılması gerektiğini belirtmektedir.<sup>18</sup> Fosil yakıt rezervlerinin sınırlı olması, yenilenememesi ve yapılan araştırmalar sonucunda yakın zamanda tükeneceğinin ortaya çıkması, nüfus artışı, sanayileşme ve şehirleşme ile birlikte artan enerji talebinin nasıl karşılanacağı vb. sorunlar, enerji arzının sürekliliğinin ve güvenliğinin sağlanması için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi gerektirmiştir.

Ülkelerin enerji yetersizlikleri ve ithal enerjiye olan bağımlılıkları ekonomilerini risklere açık hale getirir, üretim ve arz üzerinde etkileri olan fiyat

---

<sup>15</sup> DPT, **Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, DPT Yayını, Ankara, 2006, s. 8.

<sup>16</sup> Umur Gürsoy, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, Ankara, 2004, s. 39.

<sup>17</sup> YEKS 2005, “Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları-Enerji Yönetimi Sempozyumu Sonuç Bildirgesi”, Kayseri, 03-04 Haziran 2005.

<sup>18</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, 2004, s. 39.

dalgalanmalarına, ekonomik krizlere ve hatta durgunluğa neden olabilir. Bu nedenle pek çok ülkede devlet, oynak olan dünya piyasasında arz güvenliğini sağlamak amacıyla enerji sektörüne müdahale politikaları oluşturur.<sup>19</sup> Genel olarak, enerji güvenliği enerji yelpazesinin çeşitlendirilmesi ile mümkün olabilir. Bir ülkenin enerji ihtiyacının karşılanmasında tek bir kaynağa ağırlık verilmesi, eğer bir de bu kaynak ithal edilmek suretiyle sağlanıyor ise, bu ülkenin beklenmedik fiyat dalgalanmalarından etkilenme riskini arttıracaktır. Aynı zamanda ithal kaynak bağımlılığı olan bir ülkenin dış müdahalelere karşı direnme gücü, politik esnekliği de azalacaktır.

Örneğin, son yıllarda doğal gaz üreticisi Rusya ve İran ile doğal gaz tüketiminde ithalata bağımlı olan Türkiye arasında yaşanan krizler, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini artırmıştır. İran ve Rusya gibi doğal gaz ithalatı yaptığımız ülkelerin doğal gaz tüketiminde dışa bağımlı olan Türkiye'yi, gerek başka ülkelerle (Gürcistan ve Ukrayna) yaşanan politik sorunları gerekse de ülke içi enerji ihtiyaçlarını (İran) gerekçe göstererek doğal gaz vanalarını kısmak suretiyle, zor durumda bırakması, Türkiye'nin doğal gaza bağlı sektörlerinde önemli sorunlar yaşanmasına neden olmuş ve enerjide dışa bağımlı olmanın ne kadar riskli olduğunu göstermiştir. Bu vesileyle kaynak çeşitliliği ve yerli üretime ağırlık veren bir enerji politikasının önemini anlayan Türkiye gibi ithal doğal gaza ya da diğer enerji kaynaklarına bağımlı ülkelerin yapması gereken, sahip oldukları yerli kaynaklarından daha çok enerji üretmektir.

---

<sup>19</sup> A. Yavuz Ege, "Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'nin Uyumı", **AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye**, Avrupa Bilgi Köprüleri Programı, Ankara, 2004, s. 4.

Türkiye'nin özellikle orta ve uzun vadede enerji arzı güvenliğinde kısıtlamalar yaratabilecek uluslararası anlaşmalara çok dikkatli yaklaşması ve ulusal çıkarları doğrultusunda oluşturulacak enerji politikaları izlemesi gerekmektedir. Başka ülkelerin karar vericilerinin ya da firmalarının yönlendirmelerine açık hale gelinmemesi için, ülkemiz ya da bölgemiz için doğru olana öncelik verip, kendi geleceğimizi planlamamız gerekmektedir.<sup>20</sup>

Dünyada olduğu gibi, Türkiye'nin enerji tüketiminin büyük kısmı fosil yakıtlardan sağlanmaktadır ve bu nedenle fosil yakıtlarda dışa bağımlılığı yüksektir. Kalkınma çabası içinde olan ülkemizde, özellikle sanayileşme sürecinin bir sonucu olarak enerji talebinde büyük artışlar olmuş, yerli üretim bu talep büyümesini karşılamada yetersiz kalmış, enerji sektörü, ekonomide darboğaz yaratan bir sektör halini almıştır.<sup>21</sup> Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler ithal ettikleri enerji kaynaklarının fiyat değişimlerinden fazlasıyla etkilenmekte, ekonomileri enerji fiyatlarındaki değişimleri tolere edebilecek kuvvette olmamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, ithal edilen yakıtlara olan bağımlılığı ve ithal edilen fosil yakıtların fiyat değişimlerine olan duyarlılığı azaltmakta, dolayısıyla bu durum enerji arz güvenliğini artırmaktadır. Enerji arzında sağlanan güvenlik, enerji girdili diğer sektörleri de olumlu yönde etkileyecek ve yatırımda, üretimde ve tüketimde sağlanan güven ortamı, sosyo-ekonomik istikrarı da artıracaktır. Bu nedenle yerli kaynak aramaları ve var olan kaynakların olanaklar ölçüsünde azami olarak kullanılması sürdürülmeli, öz kaynaklara öncelik verilmelidir.

---

<sup>20</sup> “İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma”, [www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler](http://www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler), 23.11.2006, s. 16.

<sup>21</sup> Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, **Türkiye'nin Yeni ve Temiz Enerji Kaynakları**, a.g.k. s. 17.

Kısacası, alışlagelen enerji kaynaklarında bir sınıra yaklaşılmıştır. Sürdürülebilir ekonomik büyüme için ekonomik sınırlar kapsamında, kullanıma uygun teknolojilerle yeni ve yenilenebilir enerji eşiğinin aşılması gerekmektedir.<sup>22</sup> Ancak gerek dünyada gerekse ülkemizde talep artış hızının yüksek olması, kısıtlı enerji üretimi imkanı olan yenilenebilir santrallerin yanında fosil yakıtlara dayalı geleneksel üretim tekniklerinin de uzun yıllar kullanılacağını göstermektedir.<sup>23</sup>

Bir ülkenin yerli ve yenilenebilir kaynaklarına önem ve öncelik vermesi sadece arz güvenliği için değil, toplumsal maliyetlerin enerji yatırımlarında dikkate alınması, yerli üretim sonucu istihdamın artması yani sosyal ve ekonomik refahın sağlanması için de önemlidir. Bu bağlamda şimdiki bölümde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin bir başka önemli gerekçesi “Sosyal ve Ekonomik Nedenler” başlığı altında ele alınacaktır.

## 2. SOSYAL VE EKONOMİK NEDENLER

Enerji üretmek amacıyla kurulacak her santral tipi için, maliyetler hesaplanırken kuruluşundan sökülüp ortadan kaldırılmasına değin doğabilecek tüm ekonomik maliyetler de değerlendirmeye katılmalıdır. Örneğin, işletme, üretim, atıkların yok edilmesi vb. maliyetler.<sup>24</sup> Tüm bu maliyetler dikkate alındığında yenilenebilir kaynakların ekonomik açıdan da avantajlı olduğu görülmektedir.

---

<sup>22</sup> TÜSİAD, **21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisi’nin Değerlendirilmesi**, TÜSİAD Yayını, İstanbul, 1998, s. 120.

<sup>23</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.k., s. 73.

<sup>24</sup> “İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma”, a.g.k., 23.11.2006, s. 15.

Merkezi olmayan enerji üretimi için kullanılabilecek yenilenebilir enerjinin birçok biçimi, şebeke kapasitesinin genişleme ihtiyacının düşmesini ve böylece sermayenin tasarruf edilmesini sağlar.<sup>25</sup> Şebekeye bağlanmadan üretildiği yerde tüketilme imkanına sahip yenilenebilir kaynaklar, özellikle iletim ya da dağıtım hatlarının erişiminin zor olduğu ya da küçük ölçekli enerji ihtiyacı nedeniyle hat yapımının ekonomik yönden uygun olmadığı bölgelerdeki enerji üretimi için rahatlıkla kullanılabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, genellikle enerji iletim ya da dağıtım şebekesine bağlanmaktan daha ucuz olmaktadır.

Örneğin, güneş ve rüzgar gücü, evlerin dağınık olduğu kırsal bölgeler için çok uygundur. Devletin enerji kablolarının taşıyacağı maliyetler göz önüne alınarak ilk yatırımda bu tip enerji yatırımları teşvik edilmelidir. Güneş ve rüzgar gücüne dayalı yatırımlar, büyük ölçekli tesislere ayıracak yeterli mali kaynağı olmayan ülkeler için daha uygundur. Böylelikle güç ithalatı yapmak yerine; rüzgar, güneş ve diğer yenilenebilir enerji türlerinin yaygınlaştırılması, yerel iş alanları da yaratılacağından işsizlik ve göçe de çare olabilecektir.<sup>26</sup> Yeni iş alanları yaratan yenilenebilir kaynaklar ülke ekonomisine yeni bir dinamizm kazandıracak, petrol ve doğal gaz ithalatı için harcanan döviz giderlerini azaltarak dış ticaret açığının giderilmesine katkıda bulunacaktır. Böylece, gerek dış ticaret açığı ve borç yükü gerekse kırılganlığı azalan ülke ekonomisi şoklara ve krizlere karşı daha dirençli olacaktır.

---

<sup>25</sup> Erol Ünal, **Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Yenilenebilir Enerji Piyasaları**, Uzmanlık Tezi, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), Ankara, 2006, s. 99.

<sup>26</sup> Ümit Ülgen, “Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler”, **Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler ve Türkiye’deki Uygulamaları Konferansı, Bildiriler Kitabı, 3-4 Nisan 1999**, TMMOB İstanbul Şubesi, MMO Yayını, İstanbul, 1999, s. 8.

Enerjinin elde edilmesi sırasında ortaya çıkan, örneğin; asit yağmurları sonucu ormanların kaybedilmesi, CO<sub>2</sub> emisyonunun fazlalığına bağlı sera etkisi ya da canlıları koruyan ozon tabakasının incilmesi gibi doğal sermayemizin eskime payı ve bunların yol açtığı sonuçlar (ormansızlaşma ve meraların kaybı, seller ve yeraltı su kaynaklarının azalması, iklim değişikliği sonucu oluşan sel, su baskını, kuraklık ve iklim kuşaklarının değişmesine bağlı bitki ve hayvan türlerindeki değişim ve ürün azalması, bitki ve hayvanlardaki olası kalıtsal değişim vb.), hava kirliliğinin sağlığa etkileri, iş hastalıkları ve kazaları gibi zararlar genellikle yapılan ekonomik etkinliklerin sahipleri tarafından işletme dışındaki çevreye yani topluma yüklenir. İşte, üreticiler ve tüketiciler tarafından hesaplanmadığı için pazar fiyatının içinde yer almayan bu çevresel maliyetlere, ekonomi biliminde dışsallıklar ya da topluma ve doğaya bırakıldığı için toplumsal (sosyo-ekonomik) fayda ve maliyetler denmektedir.<sup>27</sup>

Enerji üretiminde kullanılacak kaynak belirlenirken bu kaynağın, çevre ve insan sağlığı üzerinde yarattığı yukarıda da bahsedilen etkilerini içeren toplumsal maliyetlerinin de ayrıca hesaplanması gerekmektedir. Herhangi bir insan etkinliğinin yürütülmesi sırasında kullanılan enerji kaynağının birim üretim başına doğal çevreye ve insan sağlığına verdiği zararın fiyatlandırılıp, söz konusu etkinliğin diğer işletme ve yatırım benzeri maliyetlerine eklenerek gerçek maliyetlerin hesaplanması, bu gerekliliğin bir sonucudur.<sup>28</sup> Bu bağlamda enerjinin ekonomik açıdan değerlendirilmesi, toplumsal maliyetleri dikkate alındığında bir hayli cazip hale gelen yenilenebilir enerji seçeneklerinin de dikkate alınmasını gerektirir.

---

<sup>27</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 48.

<sup>28</sup> “İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma”, **a.g.k.**, s. 15.

Diğer bir anlatımla, ekonomik açıdan bakıldığında; hava, su ve toprak kirliliği, flora ve faunanın (bitki ve hayvan varlığının) azalması/yok olması, zarar verici arazi kullanımı vb. tahribatlar aynı zamanda maliyet getiren etmenlerdir. Bu tür çevresel maliyetlerin esas maliyetlere tam olarak yansıtılması, diğer bir deyişle “dışsallıkların içselleştirilmesi” gittikçe önem kazanmaktadır.<sup>29</sup> Çevreye zarar veren kaynaklardan elde edilen enerjinin fiyatına, bu kaynakların neden olduğu zararın çevresel maliyeti (dışsallık) yansıtılmalıdır. Fakat bu durum, ülkelerin sosyal ve ekonomik kalkınmışlıklarına bağlı olarak değişmekte ve çoğunlukla zor olmaktadır. Bu maliyetlerin içselleştirilmesi için çabalar başta gelişmiş ülkelerde olmak üzere devam etmektedir.

Enerji yatırımlarında toplam proje maliyeti hesaplanırken, çevresel ve toplumsal maliyetlerin göz önüne alınmıyor olması, geçmişin sorunlu teknolojilerinin gelişmekte olan ülkelere taşınmasının temel nedenidir. Her teknoloji yatırımı için toplumsal maliyetler, doğal çevre ve insan sağlığına yapılan tahribatın ekonomik değeri olarak, toplam yatırım maliyetine eklenmelidir.<sup>30</sup>

Bir kaynak seçilirken üretilen birim enerji başına düşen maliyetle birlikte çevreye verebileceği zararlar ve bu zararların en aza indirilebilmesi için gereken önlemlerin maliyetleri de dikkate alınmalıdır.<sup>31</sup> Yenilenebilir kaynaklar çevresel zararları en az olan ya da hiç olmayan kaynaklar olduklarından yarattıkları çevresel

---

<sup>29</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma, -Genel Enerji planlanması ve Arz Güvenilirliği, -Enerji ve Çevre, -Enerji Verimliliği ve Talep Tarafı Yönetimi, -Finansman**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara, Aralık 2004, s. 3-7.

<sup>30</sup> Tanay Sıtkı Uyar, “Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu, Rüzgar Enerjisi Dosyası”, **Çevre ve Mühendis**, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Yayını, Sayı-21-22, 2001, s. 34.

<sup>31</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 139.

maliyetler yani dışsallıklar da çok çok azdır. Bu yönüyle de ekonomik olarak tercih edilebilirliği artmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıma sunulmasının önündeki engellerden en önemlileri, kaynağın kesikli olması (rüzgar estikçe üretimin yapılabilmesi) ve genellikle depolanma sorunu yaratmasıdır. Ancak, toplumsal maliyetler rekabet ögesi olarak dikkate alınarak yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomisi değerlendirildiğinde, böyle bir yenilenebilir enerji piyasası sisteminin, hem daha adil hem de daha akılcı olduğu görülecektir. Temiz enerjiye, daha çok rekabet şansı tanıyacak bir piyasada, özellikle yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik ve ısı üretimi belki de hiç desteğe ve teşviğe ihtiyaç duymaksızın rekabet edebilir duruma gelecektir.<sup>32</sup>

Örneğin, rüzgar santrallerinin tesis ve enerji üretim maliyetleri, zaman içinde rüzgar türbinlerinin gücü arttıkça, ucuzlamıştır. Bugün rüzgar santrali tesis maliyeti kömür santralleri ile rekabet edebilir düzeye inmiştir. Ancak, enerji maliyetlerinin hesaplanmasında bir santralin çevreye verdiği zararın maliyeti de göz önüne alınırsa rüzgar enerjisinin rekabet gücü daha da artacaktır.<sup>33</sup> Ekonomisi gittikçe iyileşen rüzgar santralleri ticari alternatifleri ile rekabet edebilir duruma gelmektedir. Yapılan araştırmalar gösteriyor ki teknolojik gelişmelere koşut olarak rüzgar santrallerinin maliyetlerinin düşmesi sürecektir.<sup>34</sup>

---

<sup>32</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara, Aralık 2004, s. 5-3.

<sup>33</sup> “Rüzgar Enerjisi Dosyası”, **Çevre ve Mühendis**, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Yayını, Sayı-21-22, 2001, s. 32.

<sup>34</sup> Tanay Sıtkı Uyar, “Güçlenen Rüzgar Gelecek On Yılın Enerjisi, Rüzgar Enerjisi Dosyası”, **Çevre ve Mühendis**, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Yayını, Sayı-21-22, 2001, s. 40.

“Kural koy, kontrol et” yaklaşımı ile hazırlanmış olan kanunlar, yönetmelikler vb. yasal düzenlemeler, kirletici sektörler için emisyonlar açısından standartlar, kurallar getirir, sektörlerin bu yükümlülüklerle uyması yeterlidir ve en az maliyetli (toplumsal maliyet) çözümleri seçme konusunda herhangi bir çaba gösterilmeyebilir. Ancak, “kirleten öder” prensibi çerçevesinde, vergiler, teşvikler, çevresel zararların tam anlamıyla maliyetlere yansıtılması, dışsallıkların içselleştirilmesi vb. bazı ekonomik araçların kullanılması, maliyet etkin çözümlerin araştırılmasında ve uygulanmasında itici bir öge olacaktır.<sup>35</sup> Çevresel maliyetlerin fiyatlara yansıtılabilmesi için kirlilik yaratan etkinliklere dolaylı vergiler (CO<sub>2</sub> vergisi) getirilmesi ya da sürdürülebilir etkinliklerin lehine bir vergi farklılaştırılması yapılması mümkündür. Bu tür ekonomik araçların kullanılması, çevre korumasının gelişmesini sağlamakta; ayrıca, gerçek anlamda rekabetin tesis edildiği bir enerji piyasasının oluşumuna, böylece enerji arzı, rekabet ve çevre arasındaki dengenin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır.

Enerjide yenilenebilir kaynakların kullanımının artması, gerek doğrudan gerekse dolaylı istihdam da yaratacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları ile üretim yapan santrallerin inşasında, kurulmasında, üretiminde, ayrıca bu santrallerin bakım ve onarımlarının yapılmasında işgücü gereksinimi doğacaktır. Böylece yerel işgücü istihdamının artmasıyla o bölgedeki işsizlik oranı da azalmış olacaktır.

Örneğin, rüzgar enerjisi projelerinin tesis edilmesi için kullanılması gereken arazinin sahibi olan çiftçilere ödenen kira ya da satın alma bedelleri kırsal alanlarda

---

<sup>35</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma..., a.g.k., s. 3-8.**

önemli bir ek gelir sağlamaktadır. İnşaat çalışmaları çoğu kez yöredeki işgücünü seferber eden yerel şirketlerce gerçekleştirilmekte ve bakım işleri için uzun dönemli iş olanakları yaratılmaktadır.<sup>36</sup> Rüzgar enerjisi hızlı büyüyen, dünya çapında bir endüstridir. Danimarka’da 100 000 den çok birey kişisel yatırımlarını rüzgar enerjisine yapmaktadır. Danimarka Rüzgar Türbinleri İmalatçıları Birliği tarafından yapılan son bir çalışma Danimarka rüzgar endüstrisinin 8 500 kişiye iş sağladığını ve 4000 kişiye de Danimarka dışında çalışma imkanı verdiğini göstermektedir. Danimarka Rüzgar Endüstrisi şu an balıkçılık endüstrisinden daha çok işçi çalıştırmaktadır. Avrupa’da rüzgar endüstrisinin yarattığı toplam işgücü sayısının 20 000’i aştığı tahmin edilmektedir. 1 MW rüzgar santrali, Avrupa ülkelerinde, 15-20 kişiye iş olanağı sağlamaktadır. Emegın daha yoğun kullanıldığı ülkelerde bu rakam iki katına çıkabilir. Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği’nin 2020 yılı için hedeflediğı 100 bin MW rüzgar santrali, yaklaşık 2,5 milyon kişi/yıl istihdam sağlayacaktır.<sup>37</sup> Bu yönüyle rüzgar enerjisi önemli bir işverendir diyebiliriz.

Yenilenebilir enerji kaynakları ülkenin çeşitli bölgelerinde dağınık bir biçimde bulunduğundan, ekonomik ve sosyal açıdan gelişmemiş, sanayinin geri kaldığı coğrafi bölgelerde uygulanma potansiyeline sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması sonucu üretimi teşvik edilmiş olan ekonomik uygulamalardaki artış, örneğın uzak tarım sektörünün geliştiğı bölgelerde biyoenerji ürünlerinin ekimi (enerji tarımı), güneş ya da rüzgar potansiyeli yüksek olan bölgelerde bu enerji kaynaklarının kullanılması sonucu artan kalkınma düzeyi ile beraber önceden az gelişmiş olan bölgelerin rağbet görmesine ve gelişmesine neden

---

<sup>36</sup> Tanay Sıtkı Uyar, “Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme...”, **a.g.k.**, s. 36.

<sup>37</sup> “Rüzgar Enerjisi Dosyası”, **Çevre ve Mühendis, a.g.k.**, s. 32.

olabilir. Böylece bölgelerarası gelişmişlik farkının giderilmesinde, ekonomik ve sosyal dengesizliğin azalmasında yenilenebilir enerji kaynakları etkili olabilir. Ülkemizde büyük enerji yatırımları yerine küçük ölçekli yerel enerji üretim projeleri hayata geçirilmelidir. Böylelikle iş olanaklarının belli merkezde odaklanması önlenerek ve enerjide tekelleşmenin önüne geçilebilecektir.<sup>38</sup>

Üzerinde durulması gereken çok önemli bir konu da yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması için toplumsal destek sağlanmasıdır. Her şeyden önce, bu kaynaklardan üretilen enerjinin özelliklerinin insanlar tarafından bilinmesi, yararlarına inanılması kısaca yenilenebilir kaynaklar lehine bir kamuoyu bilincinin ve duyarlılığının oluşturulması gerekmektedir. Bu konu Avrupa’da da artan biçimde dikkat çekmekte ve yenilenebilir enerji ile ilgili gelişmeler izlenmektedir. Pek çok kişi, sürdürülemez fosil kaynaklar yerine sürdürülebilir kalkınma ve enerji için önerilen alternatif enerji kaynaklarının gelişimine destek vermekte, bu kaynaklardan üretilen enerjiyi kullanmayı tercih etmektedir. Konu ile ilgili yapılan ve yapılacak olan reklamlar, propagandalar, eğitici seminerler, konferanslar, gazete, televizyon ve radyo yayınları toplumsal bilincin oluşmasında ve bu bilincin getireceği toplumsal desteğin artmasında etkili olacaktır. Bu toplumsal desteğin artışı sağlayan en önemli etken ise fosil kaynakların çevre ve insan sağlığına verdiği zararlardır. Bu sorun artık belli bir yörenin ya da bölgenin değil, yarattığı küresel ölçekli etkilerle tüm insanlığın sorunu haline gelmiştir.

---

<sup>38</sup> Ümit Ülgen, “Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler”, **a.g.k.**, s. 8.

Sonraki bölümde, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin son zamanlarda en çok gündem yaratan ve ilgi çeken nedeni olan, fosil kaynakların doğrudan ve dolaylı etkileriyle çevre ve insan sağlığına verdiği belki de geri dönüşümsüz zararlar üzerinde ayrıntılı olarak durulacaktır.

### **3. ÇEVRESEL NEDENLER**

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının ilk kez gündeme gelmesinin ardında enerji güvenliği kaygıları bulunmakla birlikte, aynı zaman sürecinde enerji kaynaklı çevre kirliliğinin etkilerinin azaltılması amacı da bu kaynakların önemini artırmıştır. Dünyadaki başta petrol olmak üzere fosil yakıt rezervlerinin azalması, ozon tabakasının incilmesi, canlıların yaşam kaynağı olan havanın kirlenmesi, dünya ısisının giderek artması, bu artmanın süreklilik kazanması, fosil kaynaklarla enerji elde etmenin küresel ve yerel düzeyde yarattığı çevresel etkiler ile küresel ısınma arasındaki ilişkinin açık olarak görülmesi, çevresel hassasiyetin artmasında etkili olmuş, fosil yakıtların oluşturduğu sera gazı emisyonlarının azaltılması önemli hale gelmiş ve bu nedenlerle yüzlerce yıldır fosil yakıtların tüketimine alışmış olan dünya ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye başlamıştır.

#### **3.1. Enerji-Çevre İlişkisi**

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin çevresel nedenlerinin daha iyi açıklanabilmesi için öncelikle enerji ile çevre arasındaki ilişkinin ortaya konulması;

enerji-çevre ilişkisinin doğru bir biçimde anlaşılabilmesi için öncelikle çevrenin tanımının yapılması gerekmektedir.

Çevre, “insan faaliyetleri ve canlı varlıklar üzerinde hemen ya da süre içinde dolaylı ya da dolaysız bir etkide bulunabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal etkenlerin belirli bir zamandaki toplamıdır.”<sup>39</sup> Bu toplamı etkileyen en önemli öğelerden biri olan enerji, ülkelerin sanayileşmesinde, sosyal ve ekonomik kalkınmasında, önemli ve vazgeçilmez bir öğe olmakla birlikte, enerjiye yönelik etkinlikler birçok çevre sorununu da beraberinde getirmektedir. Enerjiye yönelik etkinliklerde hiçbir çevresel önlem alınmaması durumunda çevre olumsuz yönde etkilenmekte, doğal zenginlikler zarar görmekte ve/ya da yok olmaktadır.<sup>40</sup> İnsanoğlunun yaşadığı çevrenin giderek bozulmaya başlaması, kendi fiziksel sağlığının yanı sıra, içinde yaşadığı toplumun uzun dönemli ekonomik büyümesini ve ekolojik sistemi de tehdit eder boyutlara ulaşmıştır. Bu tehdidi oluşturan öğelerin başında ise maalesef enerjinin üretimi, dağıtımı ve kullanımı ile ilgili faaliyetler gelmektedir.<sup>41</sup>

Üretiminden tüketimine kadar her safhası ayrı ayrı çevre sorunlarına neden olabilen enerjinin; ekonomik, çevreci, güvenli kaynaklardan sağlanması, artan enerji talebini en güvenli ve doğru biçimde karşılayarak yatırımları teşvik etme hedefine

---

<sup>39</sup> Ruşen Keleş, Can Hamamcı, **Çevre Politikası**, İmge Kitabevi, Ankara, 2005, s. 32.

<sup>40</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma...**, a.g.k., s. 3-1.

<sup>41</sup> Feride Doğaner Gönel, “Çevre Dostu Enerji Kullanımı: Ne Kadarı Gerçek Ne Kadarı Hayal”, **“Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt I”**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003, s. 349.

haiz enerji politikalarının, sürdürülebilir kalkınma anlayışı çerçevesinde, enerji-çevre ilişkisinde iyi bir denge kurularak oluşturulması için yaşamsal bir gerekliliktir.<sup>42</sup>

Çevre teknolojilerinin dünyadaki gelişim sürecine bakıldığında, 1970’li yıllarda geliştirilen ilk teknolojiler kirleticilerin havaya, suya ve toprağa atılmadan engellenmesini ya da azaltılmasını (kirlilik kontrolünü) amaçlar. 1980’lerin başında çevre yönetimi yaklaşımı ile üretim sürecinin her aşamasında çevre ve enerji verimliliklerini arttıracak tasarımlar üzerinde durulmaya başlanmıştır. 1980’lerin sonuna doğru çevre politikaları endüstriyel ekoloji görüşü ile biçimlendirilmiş, üretim sistemlerindeki madde ve enerji akışının irdelenmesi ve atıkların girdi olarak değerlendirilmesi üzerinde durulmaya başlanmıştır. 1990’larda çağdaş çevre politikası, işlem ve üretimlerde atık önlenmesi ve temiz üretim ilke edinilmiştir. Bu bağlamda, 1992’de Rio de Janeiro’da yapılan “Çevre ve Kalkınma Konferansı”nda, sürdürülebilir kalkınmanın, insan, çevre ve kalkınma üçgeninde gelişmelerin ve küresel girişimlerin ekonomik, politik ve ekolojik bütünde değerlendirilmesini öngören bütünsel bir yaklaşım olduğu belirtilmiş<sup>43</sup> ve Konferansın sonucunda açıklanan Rio Bildirisi’nin birinci maddesinde: “İnsanlar sürekli ve dengeli kalkınmanın merkezindedir. Doğa ile uyum içerisinde, sağlıklı ve verimli bir yaşama hakları vardır.” denilmiştir.<sup>44</sup>

---

<sup>42</sup> Nurdani Deniz, “Enerji ve Çevre Mevzuatı”, **Türkiye II. Enerji Sempozyumu, 2000’li Yıllarda Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO Yayını, İstanbul, Mayıs, 2000, s. 349.

<sup>43</sup> Güzin Arat, Murat Türkeş, “Uluslararası Sözleşmeler Ön Rapor”, **Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli, Vizyon 2023: Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi**, Ankara, 2002, s. 2.

<sup>44</sup> İnsan Hakları Koordinatör Üst Kurulu, **Bir İnsan Hakkı Olarak Çevre Hakkı ve Uygulaması, İnsan Hakları Koordinatör Üst Kurulu’nun Çalışmaları IV**, İnsan Hakları Koordinatör Üst Kurulu Yayınları, Ankara, 1999, s. 22.

Birleşmiş Milletler Teşkilâtı'nın 5-16 Haziran 1972 tarihleri arasında Stockholm'de gerçekleştirildiği “İnsan Çevresi Konferansı”nda ilk kez kabul edilen “çevre hakkı”, çevrenin “herkesin ortak varlığı” olduğu temeline dayalı “eşitlik” ilkesinde yükselen bir haktır. Bu hakla ulaşılmak istenen, doğayı sömürü değil, uyum temelinde bugünkü ve gelecek kuşaklar için yaşamaya elverişli kılarak herkesin ondan eşit yararlanması hedefidir. Çevre hakkı ile diğer haklar arasında görülen çatışmalar, çevre hakkının, yani insanın var olma ve yaşamını sürdürme hakkının yararına dengelenmelidir. Çünkü çevre hakkı, genel çıkarları özel çıkarların önüne geçirmiştir.<sup>45</sup>

Yaşadığımız dünyanın hızla yok olduğu ve bu yok oluşu durdurmak, en azından azaltmak için bir an önce bir şeyler yapılması gerektiği çevre alanındaki akımların genelinin kabul ettiği bir gerçektir. Çevresel sorunların çözümüne yönelik farklı yaklaşımların ve düşünce akımlarının ortak dayanağı, yaşanılabilir bir çevrenin bir hak olarak kabul edilmesi ve sürekliliğinin sağlanmasıdır.<sup>46</sup> Bu ortak dayanak tüm dünyada ve ülkemizde süreç içinde kabul görmüştür. Sağlıklı, yeterli, temiz ve güzel bir çevrede yaşama hakkı, hem uluslararası, hem de başta Anayasa olmak üzere ulusal belgelerde güvence altına alınmıştır. Yurttaşın bu hakkına sahip çıkması ve yurttaşlık görevini yerine getirmesi bireyin bilinç düzeyine bağlıdır. Yurttaşın çevreye ilişkin kararlara katılmasını amaçlayan “çevresel yurttaşlık” kavramı pek çok ülkede benimsenmektedir. Çevresiyle ilgili her konuda bilgilenmek, aydınlanmak, yasal, yönetsel girişimlerde bulunmak herkesin en doğal hakkıdır.<sup>47</sup> Bireyin sahip olduğu çevre hakkının bilincinde olabilmesi, bireye kendisinin oynayabileceği rolün

---

<sup>45</sup> **a.g.k.**, s. 21.

<sup>46</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 11.

<sup>47</sup> Cevat Geray, **Halk Eğitimi**, İmaj Yayınevi, Ankara, 2002, s. 297.

önemini göstermek ve bu yönde eğitim vermekle sağlanabilir. Her bireyin doğanın bir parçası olarak temiz bir çevrede yaşamak, çevre bozulmasına karşı çıkmak ve dengeli-sağlıklı bir çevrede yaşamak hakkına sahip olduğu (çevre hakkı) Türkiye’de 1982 Anayasası ile kabul edilmiştir.<sup>48</sup>

Enerji ile çevre arasındaki ilişkiye bakıldığında iki konunun bir bütün olduğu ve bütünsel bir bakış açısı ile değerlendirilmeleri gerektiği görülmektedir. Açıktır ki, yenilenemeyen, fosil kaynakların kullanımından doğan çevresel sorunların çözümü, yenilenebilen, çevre dostu enerji kaynaklarının tercih edilmesindedir.

### **3.2. Enerjinin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri**

Bu bölümde, yukarıda bahsedilen tercihin, insanlığın geleceği ve yaşanabilir bir dünya için artık bir zorunluluğa dönüşmesinin temel nedeni olan fosil yakıt kullanımının insan ve çevre sağlığına olan olumsuz etkilerini inceleyeceğiz.

Doğal çevreyi tüm insan faaliyetleri etkilemektedir. Bu faaliyetlerin en etkilileri enerji alanında gerçekleşenlerdir. Sanayi devriminin başlangıcından beri giderek artan ve aşırı boyutlara ulaşan, artışı tükenme pahasına sürdürülen fosil yakıt kullanımı, enerji-çevre sorunlarının oluşmasının temel nedenidir.<sup>49</sup> 19. yüzyılın ortalarına kadar doğal bir döngü içinde değişen küresel iklim sistemi, sanayi devrimiyle birlikte insan etkinliklerinin doğrudan etkilediği bir olgu haline gelmiş;

---

<sup>48</sup> Mustafa Özyurt, Güncel Dönmez, “Alternatif Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 39.

<sup>49</sup> TÜSİAD, **21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisi’nin Değerlendirilmesi**, a.g.k., s. 229.

iklim değişikliği, başta enerji üretimi olmak üzere çeşitli insan etkinlikleri ile tanımlanır hale gelmiştir.

Fosil yakıtların kullanımı ile ortaya çıkan olumsuz sonuçlar gerek bitki ve hayvan yaşamını gerekse insanların sağlıklarını tehdit etmektedir. Bilim adamlarının, ekolojik dengenin bozulmaması için mümkün olduğu kadar fosil yakıtlardan uzaklaşılması gerektiğine işaret etmelerine karşın, halen dünyada her gün 56 milyon ton karbondioksit, 1500 ton ozon tabakasını incelten kloroflorokarbonlar atmosfere verilmekte, 140 bin yeni otomobil, kamyon ve otobüs halen mevcut 500 milyon vasıtaya katılmaktadır.<sup>50</sup>

Canlılar dünyasına karşı giderek büyüyen bu tehdidi daha iyi anlayabilmek için enerji kullanımının çevre ve insan sağlığına etkileri ayrı başlıklar altında incelenecektir.

### **3.2.1. Enerjinin Çevre Sağlığına Etkileri**

1970'lerden beri bilim adamları, otomobillerimizin ve fabrikalarımızın çıkardıkları CO<sub>2</sub>'nin havakürede birikim yaparak dünyamıza ne büyük zararlar verdiğinin bilincine vardılar. Karbon içeren yakıtların kullanımı sonucu, havaküredeki CO<sub>2</sub> oranlarının giderek artmasının yaratacağı tehlikeler 1980'lerde artık tüm insanlığın gündemindeydi. Ne yazık ki CO<sub>2</sub>'nin çevresel zararlarının anlaşılmasına karşın, yakıt ve enerji sistemlerimiz doludizgin kullanılmaya hep

---

<sup>50</sup> Gürbüz Atagündüz, "Dünya İklim Modelleri ve İklim Değişim Hızını Yavaşlatacak Bazı Tedbirler", **Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, 'Küreselleşmenin' Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO, Aralık 2001, Ankara, s. 349.

devam etti.<sup>51</sup> Son yıllarda bu zararların giderilmesi için enerjinin yenilenebilir kaynaklardan ve verimli biçimde kullanımı gibi önlemler alınsa da, çevrenin bu önlemlere olumlu karşılık verebilmesi için alınan önlemlerde kararlılığı ve sürekliliği korumak ve uzun yıllar beklemek gerekecektir.

Dünya nüfusunun 21. yüzyılın ortalarına kadar iki katına çıkması ve ekonomik gelişmelerde sürekliliğin sağlanması, enerji servisleri için küresel isteklerin 2050 yılına kadar önemli büyüklükte artması beklenmekte; eş zamanlı olarak, asit yağmurları, ozon incilmesi, ormansızlaşma ve küresel ısınma (sera gazı etkisi) gibi çevre sorunlarının enerji kullanım artışı koşutunda artacağı öngörülmektedir. Enerji üretimi ve kullanımı aşamalarında ortaya çıkan küresel ve yerel çevresel sorunların oluşumunda en önemli etkenler yakıt ve yakıtın enerjiye dönüşümü için kullanılan sistemlerdir.<sup>52</sup>

Tablo 1’de çevresel etkilerin enerji kaynaklarına göre dağılımı gösterilmektedir. Tabloda da görüldüğü gibi fosil yakıtlar, aynı anda iklim değişikliği, asit yağmurları, su ve toprak kirlilikleri, gürültü ve radyasyon gibi olumsuz çevresel etkiler yaratmakta, buna karşın, yenilenebilir enerji kaynakları (özellikle de rüzgar ve güneş) çevreye hemen hemen hiç zarar vermemektedir.

---

<sup>51</sup> O’M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **Güneş Enerjisi**, İletişim Yayınları, İstanbul, 1998, s. 15.

<sup>52</sup> Tülay Selici, Zafer Utlu, Nadir İlten, “Enerji Kullanımının Çevresel Etkileri ve Sürdürülebilir Gelişme Açısından Değerlendirilmesi”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 48.

**Tablo 1: Kaynaklara Göre Enerji Temin Seçeneklerinin Çevresel Etkileri**

|                  | <b>İklim<br/>Değişikliği</b> | <b>Asit<br/>Yağmurları</b> | <b>Su<br/>Kirliliği</b> | <b>Toprak<br/>Kirliliği</b> | <b>Gürültü</b> | <b>Radyasyon</b> |
|------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| <b>Petrol</b>    | x                            | x                          | x                       | x                           | x              | -                |
| <b>Kömür</b>     | x                            | x                          | x                       | x                           | x              | x                |
| <b>Doğal gaz</b> | x                            | x                          | x                       | -                           | x              | -                |
| <b>Nükleer</b>   | -                            | -                          | x                       | x                           | -              | x                |
| <b>Hidrolik</b>  | x (yerel)                    | -                          | x                       | x                           | -              | -                |
| <b>Rüzgar</b>    | -                            | -                          | -                       | -                           | x              | -                |
| <b>Güneş</b>     | -                            | -                          | -                       | -                           | -              | -                |
| <b>Jeotermal</b> | -                            | -                          | x                       | x                           | -              | -                |

**Kaynak:** Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, - Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma, -Genel Enerji planlanması ve Arz Güvenilirliği, - Enerji ve Çevre, -Enerji Verimliliği ve Talep Tarafı Yönetimi, -Finansman**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara, Aralık 2004, s. 3-7.

### **3.2.1.1. Sera Etkisi ve Küresel Isınma**

Öncelikle sera etkisi, küresel ısınma, iklim değişikliği gibi kavramları açıklayalım.

Sera etkisi yaparak yer kürenin ısınmasına, çevre ve özellikle atmosfer kirliliğine neden olan gazlar CO<sub>2</sub> (Karbon dioksit), CO (Karbonmonoksit), SO<sub>2</sub> (Kükürtdioksit), NO<sub>x</sub> (Azotoksitler), tozlar ve CH (Hidrokarbonlar)'dır. Tozlar ve

hidrokarbon gazlar kirliliğın en önemli öğeleridir. Asit yağmurlarının oluşmasında SO<sub>2</sub> ve zehirleyici olan NO<sub>x</sub>'ler etkili olmaktadır.<sup>53</sup>

Küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının (en önemlisi CO<sub>2</sub> gazıdır ve toplam sera gazı miktarı içindeki payı % 80 civarındadır) başlıca türleri, atmosferdeki artış oranları ve kaynakları aşağıda verilmektedir:<sup>54</sup>

**Karbondiyoksit (CO<sub>2</sub>) gazı:** CO<sub>2</sub> gazının atmosferdeki oranı 1750 yılından günümüze kadar % 31 oranında artmıştır. Son 20 yıldır, atmosfere salınan insan kaynaklı CO<sub>2</sub> gazının yaklaşık dörtte üçü fosil yakıtların yanmasından, geri kalanı da arazi kullanımı değışikliğı ve özellikle ormanların yok edilmesinden kaynaklanmıştır. Son yirmi yılda, atmosferdeki CO<sub>2</sub> gazının yıllık artışı % 0,4 olmuş, 1990'dan sonra ise yıllık artış % 0,2 ila 0,8 arasında değışmiştir.

**Metan (CH<sub>4</sub>) ve karbonmonoksit (CO) gazları:** Metanın atmosferdeki miktarı 1750 yılından beri % 151 oranında artmıştır ve hâlâ artmaya devam etmektedir. Metan gazı emisyonlarının yaklaşık yarısı, fosil yakıtların kullanımı, büyük baş hayvan yetiştiriciliğı, pirinç tarımı, atıkların gömülmesi gibi insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Son zamanlarda, metan gazı artışına bağılı olarak karbonmonoksit gazı emisyonu da saptanmıştır.

**Azotoksit (NO<sub>x</sub>) gazı:** Azotoksidin atmosferdeki miktarı 1750 yılından beri % 17 oranında artmıştır ve artmaya devam etmektedir. Azotoksit emisyonunun

---

<sup>53</sup> Çetin Göksu, **Güneş ve Kent**, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, Ankara, 1993, s. 28.

<sup>54</sup> Betül Keskin, "Küresel Isınma", [http://www.cevre.metu.edu.tr/Yazilar/son\\_kuresel%20isinma.doc](http://www.cevre.metu.edu.tr/Yazilar/son_kuresel%20isinma.doc), 11.04.2007, s. 2.

yaklaşık üçte biri, tarıma açık topraklar, büyük baş hayvan yemleri ve kimya sanayi gibi insan faaliyetlerinden ileri gelmektedir.

**Halokarbon gazları:** Sera gazı etkisine sahip halokarbon gazları hem ozon tabakasını zayıflatan, hem de sera gazı etkisi gösteren gazlardır. Halojenli karbon (halokarbon) gazları emisyonunda artış gözlenmektedir.

Tablo 2’de enerji üretim ve tüketiminden kaynaklanan sera gazları gösterilmektedir. Buna göre, sera gazları sadece enerji üretiminde değil, aynı zamanda bu enerjinin tüketilmesi sırasında ve fosil kaynakların doğrudan ısıtma vb. amaçlı kullanımı sonucunda da ortaya çıkmaktadır.

**Tablo 2: Enerji Üretim ve Tüketiminden Kaynaklanan Sera Gazları**

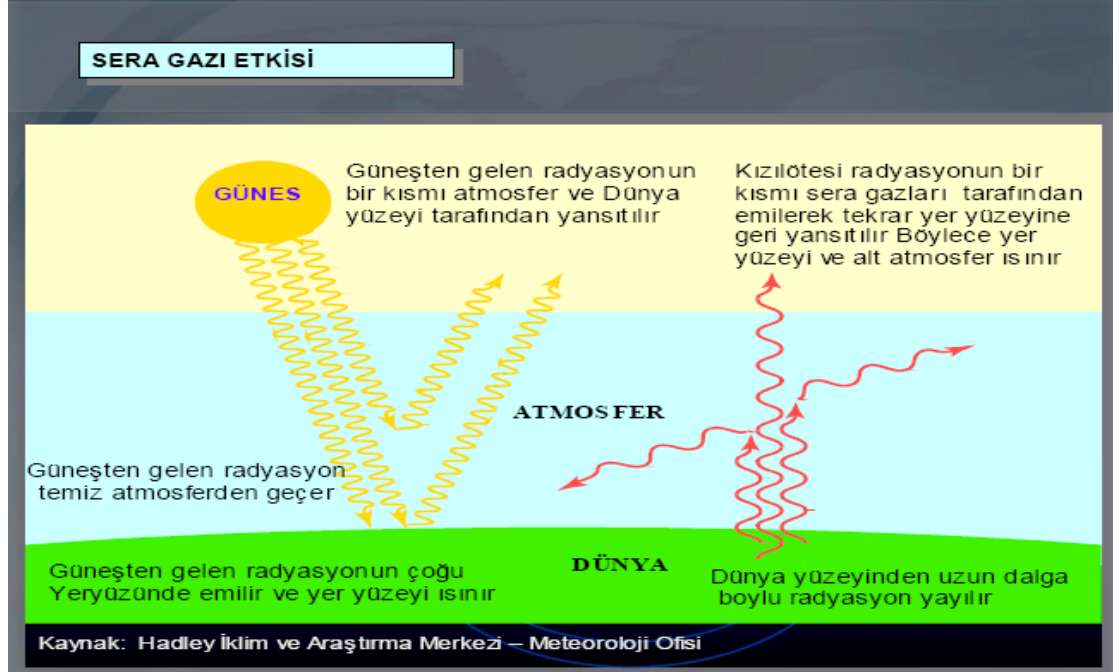
| FAALİYET TÜRÜ                                                                 | SALINAN SERA GAZLARI                  |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>ENERJİ ÜRETİMİ</b>                                                         |                                       |
| I. Birincil Enerji Üretimi                                                    |                                       |
| I.1. Kömür madenciliği                                                        | Metan, uçucu organikler               |
| I.2. Petrol ve petrol ürünleri üretimi, rafinasyonu, depolanması ve taşınması | Metan, uçucu organikler               |
| I.3. Doğal gaz işleme, taşıma ve dağıtımı                                     | Metan, uçucu organikler               |
| II. İkincil Enerji Üretimi (Enerji çevrimi)                                   |                                       |
| II.1. Termik Santraller                                                       | Karbondiyoksit                        |
| <b>ENERJİ TÜKETİMİ</b>                                                        |                                       |
| I. Ulaştırma sektöründe                                                       |                                       |
| I.1. Motorlu kara taşıtları                                                   | Karbondiyoksit, diazotmonoksit, uçucu |

|                                                                                 |                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                                                                                 | organikler                                       |
| I.2. Hava ulaştırma araçları                                                    | Karbondiyoksit, diazotmonoksit, uçucu organikler |
| I.3. Tankerler                                                                  | Karbondiyoksit, diazotmonoksit, uçucu organikler |
| II. Sanayi sektöründe                                                           |                                                  |
| II.1. Fosil yakıtların yakılması ile proses, buhar ve ısıtma suyu elde edilmesi | Karbondiyoksit, metan, diazotmonoksit            |
| III. Konutlarda                                                                 |                                                  |
| III.1. Fosil yakıtlarla evsel ısıtma                                            | Karbondiyoksit                                   |

**Kaynak:** Sema Alpan Atamer, “Küreselleşmenin Bir Aracı: Kyoto Protokolü”, **Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, ‘Küreselleşmenin’ Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO, Ankara, 2001, s. 374.

Atmosferdeki karbondiyoksit ve diğ er sera gazlarının ulaştığı birikim düzeyi, sanayi devriminden bu yana hızla yükselmiş, atmosferdeki birikimlerinin artmasına en başta fosil yakıt kullanımı gibi insan etkinlikleri yol açmış; ekonomik büyüme ile nüfus artışı bu süreci daha da hızlandırmıştır. Şekil 1’de açıklandığı gibi sera gazları, dünyayı kuşatan bir battaniye gibi enerjinin gezegenin yüzeyinden ve atmosferden kaçışını engellemektedir.

**Şekil 1: Sera Etkisi**



**Kaynak:** Mustafa Şahin, “İklim Değişikliği ve Türkiye”, **İklim Değişikliği İçin Paydaşlar Buluşması**, İstanbul, Nisan 2006, s. 7.

Kısaca, fosil yakıtların yoğun bir biçimde yakılmasıyla başta karbondioksit olmak üzere, atmosferde sera gazlarının giderek artması ve buna bağlı olarak enerjinin gezegenin yüzeyinden ve atmosferden kaçışının engellenmesi sonucu dünyamızın ısınması, sera etkisi olarak tanımlanmaktadır.

Sera etkisini daha ayrıntılı olarak açıklamak gerekirse:

Dünya, doğal olarak atmosferde bulunan su buharı, karbondioksit ve diğer az miktarda bulunan sera gazları nedeniyle sıcaklık kontrol sistemine sahiptir. Atmosferdeki sera gazları, iklim sistemleri için kritik önemi olan gazlardır. Güneş ışınlarının ortalama olarak 1/3’ü dünyaya çarparak uzaya geri döner. Geri kalan ışınların az bir kısmı atmosfer, büyük bir kısmı da kara ve okyanuslar tarafından

emilir. Dünya yüzeyi ısınarak kızıl ötesi radyasyon yayar. Sera gazları kızılötesi radyasyonu tutar ve atmosferin ısınmasına neden olur. Doğal olarak oluşan sera gazları; su buharı, CO<sub>2</sub>, ozon, metan ve nitrozoksittir. Bunlar doğal olarak sera etkisi yaratır. Ancak insan aktiviteleri atmosferdeki sera gazı düzeyinin artmasına neden olmaktadır.<sup>55</sup> Bugün çok iyi bilinmektedir ki fosil yakıt kullanımı, tarımsal ve endüstriyel etkinlikler, arazi kullanım değişiklikleri, ormansızlaştırma gibi insan etkinlikleri sonucunda sera gazları önemli ölçüde artmakta, bu durum doğal sera etkisini kuvvetlendirmektedir. Yerkürenin doğal ısıtım dengesini bozan bu müdahalenin en önemli etkisi yerküre sıcaklığının artma eğilimi göstermesidir.<sup>56</sup> Örneğin, 19. yüzyıldan itibaren ortalama küresel yüzey sıcaklığının 0,3 C° ile 0,6 C° arasında arttığı, son 40 yılda ise 0,2 C° ile 0,3 C° arasında bir artış olduğu saptanmıştır.<sup>57</sup> İşte sera gazlarının artışıyla ortaya çıkan bu sıcaklık artışları, 21. yüzyılın ve daha sonraki dönemin iklim değişimine yön verecektir.

Sera etkisinin oluşumunda %36 enerji, %24 endüstri, %18 ormancılık, %9 tarım ve %3 diğer etmenlerin payı vardır.<sup>58</sup> Aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil kaynakların enerji üretiminde kullanılması büyük oranda sera gazı emisyonlarının artışına neden olmaktadır. Rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının sera gazı emisyonlarındaki payı ise sıfıra yakındır.

---

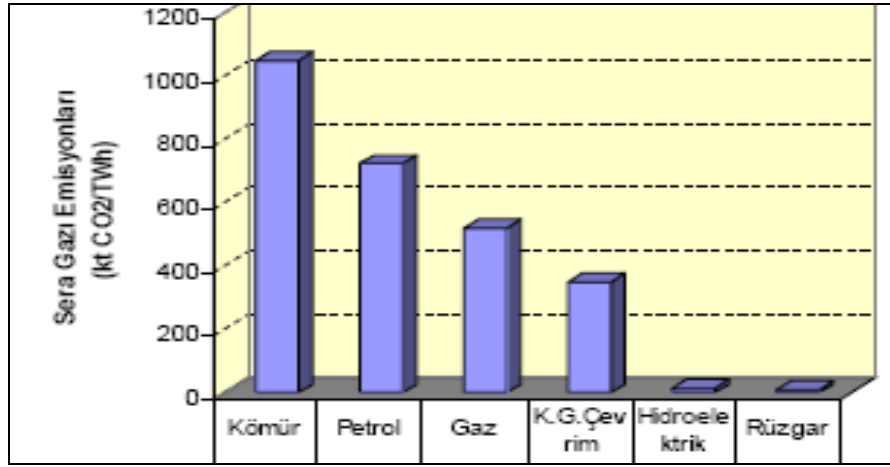
<sup>55</sup> Zeynel Kökçam, Ayça Erem Bahadır, “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye”, **Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, ‘Küreselleşmenin’ Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO, Aralık 2001, Ankara, s. 384.

<sup>56</sup> Fikret Mazı, **Küresel Isınma Avrupa Birliği ve Türkiye**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara, 2003, s. 15.

<sup>57</sup> Zeynel Kökçam, Ayça Erem Bahadır, “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye”, **a.g.k.**, s. 384.

<sup>58</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 66.

**Tablo 3: Kaynaklara göre Sera Gazı Emisyonları**



**Kaynak:** Atilla Gürbüz, “Enerji Verimliliğinin Emisyonlara Etkisi”, **İklim Değişikliği Sözleşmesi Çerçevesinde Enerji Sektörü**, Ankara, 2006, s. 4.

İklim değişikliğine konu sera gazı emisyonlarının giderek artmasının nedeni çevresel politikalar ile ekonomi ve enerji politikalarını birbirleri ile bütünleştiremeyen kalkınma politikalarıdır. Şimdiye kadar, çevre konusu, kalkınma lehine ama insanlık aleyhine enerji politikalarından dışlanmıştır.

### 3.2.1.2. Sonuç: İklim Değişikliği

Kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların yanması sırasında ortaya çıkan CO<sub>2</sub> ve metan gibi sera gazlarının bünyelerinde ısı tutma özelliğine sahip olmaları nedeniyle ortaya çıkan sera etkisinden daha önce bahsetmiştik. Güneş, doğal döngünün devamı için, gün doğumundan batımına kadar atmosferin içine ısı ve ışığını vermekte ve bu ısıнын belli ölçüde tekrar uzaya dönmesi gerekmekte iken, sera etkisi bu dönüşü engellemekte ve dünyanın gerekenden çok ısınmasına yani küresel ısınmaya yol açmaktadır. Bu da, iklimin değişmesine neden olmaktadır.

İklim değışikliğı, Birleşmiş Milletler İklim Değışikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (İDÇS), “karşılaştırılabilir bir zaman periyodunda (diliminde) gözlenen doğal iklim değışikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değışiklik” biçiminde tanımlanmıştır.<sup>59</sup> Diğer bir anlatımla, iklim değışikliğı olgusu, atmosferdeki sera gazlarının yoğunluklarının insan kaynaklı etkinliklerle (enerji, ulaştırma, sanayi vb. sektörlerinde, başta fosil yakıtların kullanılması) aşırı derecede artışının sonucunda, küresel iklim sisteminde ve ekosistemlerde gerçekleşen değışiklikleri ifade etmektedir. Bunun sonucunda küresel iklim sistemlerinde öngörülmeven değışimler yaşanmakta, varlığı iklimsel verilere bağılı ekosistemlerin etkilenmesi sonucunda doğal kaynaklar ve insan toplumları zarar görmektedir.<sup>60</sup>

Küresel iklim sisteminde yaşanan bu değışikliklerin dünyamızı nasıl etkilediğı “İklim Değışikliğinin Etkileri” başlığı altında ele alınacaktır.

### 3.2.1.3. İklim Değışikliğinin Etkileri

Araştırmalara göre, günümüzde dünya nüfusunun 1,7 milyarı tüketim toplumu olmuştur. Bu nüfusun büyük çoğunluğu (740 milyon) ABD, Kanada, Batı Avrupa ve Japonya'da yaşamakla birlikte geri kalan yaklaşık yarısı gelişmekte olan ülkelerde yaşamaktadır. Son yıllarda gelişmekte olan ülkelerde tüketici sayısı hızla artmaktadır. Sınırsız tüketimin ağır bir bedeli vardır ve bu bedel en az tüketim

<sup>59</sup> Birleşmiş Milletler İklim Değışikliği Çerçeve Sözleşmesi, Madde 1, Tanımlar, <http://www.cevre.org/TCM/Sozlesmeler/BM%20İklim%20Degisikligi%20Cerceve%20Soz..htm>, 02.03.2007.

<sup>60</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma..., a.g.k.**, s. 3-27.

toplumunun kendisi kadar hızlı büyümeaktadır. Son 50 yıl içerisinde dünya içme suyu tüketimi üç kat; fosil yakıt tüketimi ise beş kat artmıştır. Bunun sonucu yeraltı suyundan denizlerdeki balık miktarlarına kadar bütün yenilenebilir kaynaklar tehlike altındadır. Fosil yakıt tüketimindeki artış nedeniyle oluşan küresel ısınma, iklim değişiklikleri haline dönüşerek, giderek artan biçimde bedelini tüm dünyaya ödetmektedir.<sup>61</sup>

Sanayi devriminden bu yana insan faaliyetlerinin niceliğinde ve niteliğindeki hızlı değişim, dünya atmosferinde de önemli değişikliklere neden olmaktadır. Sera gazları adıyla anılan gazların atmosferin alt tabakalarında birikerek, yoğunluklarının artması sonucu, güneş ışınlarının atmosfer ve yer küre tarafından emilmesi ve yerden yansıyan ışınların tekrar atmosfere geri gönderilmesi arasındaki denge bozulmuştur. Bu dengesizlik, atmosferin alt tabakalarında yer kürenin etrafının bir sera gibi sarmalanmasına ve dolayısıyla dünya ikliminin genel özelliklerinde değişikliklere yol açmıştır. Uzun süren kurak mevsimler, ani fırtına ve şiddetli yağışlar sonucu ortaya çıkan seller iklim değişikliğinin göstergeleri olmuştur. Üstelik bu atmosfer olaylarının dünyanın neresinde ve ne zaman olacağı, daha önce bilinen istatistiksel verilere dayanılarak kestirilebilir olmaktan çıkmıştır.<sup>62</sup>

Sera etkisi sonucu oluştuğuna dair gittikçe artan sayıda gözleme ve veriye sahip olduğumuz küresel iklim değişikliği sonucu oluşması beklenen olumsuz etkiler şöyle özetlenmektedir:

---

<sup>61</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 26.

<sup>62</sup> Sema Alpan Atamer, “İklim Değişikliği Sözleşmesi ve Enerji Politikaları”, **Türkiye II. Enerji Sempozyumu, 2000’li Yıllarda Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO Yayını, İstanbul, Mayıs, 2000, s. 341-342.

1- Sıcaklık artışı nedeniyle birçok tropik ve subtropik (tropikal altı) bölgede ekinlerde verimlilik azalması;

2- Subtropik bölgeler başta olmak üzere su sıkıntısı çekilen birçok bölgede halkın kullanabileceği suyun azalması; Örneğin, yağışların ve nemin azalması sonucu subtropikal kuşakta ve özellikle Afrika'nın Sahel bölgesinde 1960'lı yıllarda başlayan şiddetli kuraklıklar, on binlerce insanın göç etmesine ve milyonlarca hayvanın ölümüne neden olmuştur.

3- Su ve taşıyıcılarla geçen (sıtma ve kolera gibi) hastalıkların sıklığında ve sıcaklık şoku (sıcaklık hastalığı) nedenli ölümlerin artması;

4- Yağışların artması ve deniz seviyelerinin yükselmesi nedeniyle on milyonlarca insanın karşı karşıya kalacağı sel baskını tehlikesinin artması.<sup>63</sup>

1975-2001 yılları arasında iklim değişikliğinin tetiklediği kuraklık, fırtına, sel vb. aşırı olaylarda %100'den fazla artış olmuştur. Kuraklık, sel ve fırtınaların 1990'lardaki bilançosuna bakılırsa, bu olaylar, 480 milyar dolar zarara mal olmuş ve 440 bin kişinin ölümüne neden olmuştur. Küresel ısınmaya bağlı kutuplardaki ısınma, 21. yüzyılın ortalarına doğru deniz seviyelerinin 70 cm kadar yükselmesine neden olabilecektir. Bunun sonucu, deniz seviyesinden alçak topraklarda art arda sel baskınları beklenmektedir. Deniz düzeyindeki yükselme, Mısır nüfusunun %16'sının göç etmesine yol açacaktır. Bangladeş gibi küçük bazı ada devletleri sular altında

---

<sup>63</sup> Fikret Mazı, a.g.k., s. 22.

kalma riski ile karşı karşıya bulunacaktır. Deniz düzeyinden 2 metre yüksekte olan adalardan oluşan Maldiv Cumhuriyeti'ndeki adaların çoğu yok olacaktır.<sup>64</sup>

Küresel ısınmayla birlikte yağış ve kasırgalar giderek artmaktadır. Avrupa'nın kuzeyinde yağışlar artarken ülkemizin de içinde yer aldığı Güney Avrupa'da daha kurak bir iklim gözlenmektedir. Bu durum canlı yaşamını da etkilemektedir. Örneğin göçmen kuşların geleneksel göç yolları, giderek kutuplara doğru kaymaktadır. Buzul alanlar kutuplara doğru gerilemekte, Kanada'nın kuzeyi ile Sibiry'a gibi tarıma ve yerleşmeye elverişli olmayan buzlarla kaplı alanlar, daha ılıman iklimlere sahip olmaya başlamaktadır.<sup>65</sup>

Yukarıda da bahsedildiği gibi, 1750 yılından beri atmosferdeki karbondioksit (CO<sub>2</sub>) miktarı %31, metan (CH<sub>4</sub>) miktarı %151 ve diazotmonoksit (N<sub>2</sub>O) miktarı %17 oranlarında artış göstermektedir. Karbondioksit emisyonlarındaki insan etkilerine bağlı artışların aynı kalması halinde, sera gazı miktarlarında çok önemli artışlar görülecektir. 1980'li yıllarda iklim değişikliğinin daha hissedilir boyutlara ulaşması ile enerji, ekonomi ve çevre birlikte değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu yaklaşım, enerji, ekonomi ve çevre gereklerinin geliştiği, sürdürülebilir kalkınma yaklaşımının öne çıktığı 80'li yıllardan sonra daha da önem kazanmıştır.<sup>66</sup> Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynakları önemli bir açılım olarak ortaya çıkmıştır ve yaklaşık son 20 yıldır enerji gündemindeki yerini korumaktadır.

---

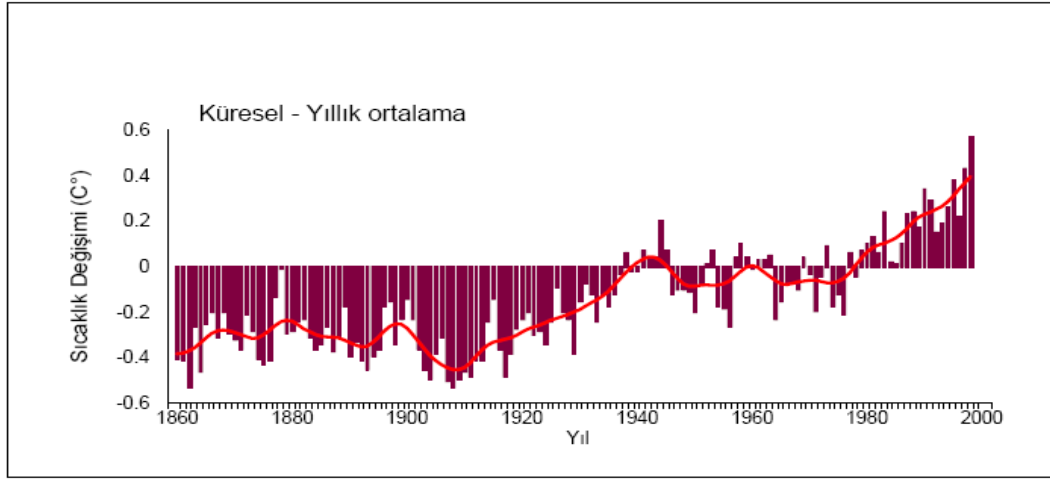
<sup>64</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 66.

<sup>65</sup> Sema Alpan Atamer, "Küreselleşmenin Bir Aracı: Kyoto Protokolü", **Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, 'Küreselleşmenin' Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO, Aralık 2001, Ankara, s. 374.

<sup>66</sup> "Kyoto Protokolü 1 Yaşında", **Eneji&Kojenerasyon Dünyası**, sayı 41, Nisan 2006, s. 50.

Yapılan araştırma sonuçlarına göre, 19. yüzyılın ortalarından (sanayi devriminden) beri, iklimdeki doğal değişebilirliğe ek olarak, ilk kez insan etkinliklerinin de iklimi etkilediği yeni bir döneme girilmiştir. Sonuç, küresel ortalama hava sıcaklıklarının geçen yüzyılda 0,4 ile 0,8 C° arasında ( $0.6 \pm 0.2$  C°) artmış oluşudur. Bu ısınma, geçen 1 000 yılın herhangi bir dönemindeki artıştan daha büyük ve dikkat çekicidir.<sup>67</sup>

### Şekil 2: Yıllara Göre Küresel Sıcaklık Değişimi



**Kaynak:** DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT Yayını, Ankara, 2000, s. 4

Şekil 2’de görüldüğü gibi, atmosferdeki birikimleri artmaya devam eden sera gazları nedeniyle kuvvetlenen sera etkisinin oluşturduğu küresel ısınma, özellikle 1980’li yıllardan sonra daha da belirginleşmiş ve 1990’lı yıllarda en yüksek değerlerine ulaşmıştır.

<sup>67</sup> İklim Değişikliğinin Etkilerinin Araştırılması Çalışma Grubu, **Duyarlılık Değerlendirmesi, İklim Değişikliğinin Etkileri ve Uyum Önlemleri**, Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Nisan, 2006, s. 3-4.

CO<sub>2</sub> ve diğ er sera gazlarının şimdiki artış hızının devam etmesi durumunda, CO<sub>2</sub> emisyonunun 2100 yılında sanayi öncesi düzeyinin iki katına çıkması beklenmektedir. CO<sub>2</sub> ve diğ er sera gazı emisyonlarının iki katına ulaşması durumunda ortalama küresel sıcaklığın 1 C  ile 4,5 C  arasında artacağı tahmin edilmektedir. Küresel ısınma sonucunda buzulların erimesi ve okyanusların termal genişlemesi gibi nedenlerle deniz seviyesinde 20-140 cm'lik artışlar söz konusu olabilecektir.<sup>68</sup> Yeryüzündeki 243 ayrı bölgede yapılan ölçümlere göre, 30 yıllık bir dönemde deniz düzeyleri 15 cm kadar yükselmiştir. Hesaplamalara göre bugün okyanuslar yılda yaklaşık olarak 1 cm yükselmektedir. Eğer bugünkü hızımızla fosil yakıt tüketmeyi s rd r rs k, gelecek yüzyılın sonunda okyanus suları 1,8-2,4 metre dolaylarında yükselecektir.<sup>69</sup>

Küresel ısınmanın tarım üzerinde yol açabileceği etkilere bakılırsa;

➤ Küresel ısınmayla beraber dünyanın kutuplara yakın bölgesindeki soğuk iklimlerde ısınmanın etkisiyle tarımsal üretim alanları belirli oranlarda artacakken, ekvatora yakın kurak ve yarı kurak bölgelerde önemli ölçüde   lleşme baş gösterecektir. Tropikal alanlarda ise daha fazla yağış meydana gelecek ve beklenmeyen zararlar oluşacaktır. Sıcaklık değişimlerinin yaratacağı kuraklık, iklim değişikliğinin tarım üzerindeki olumsuz etkisini şiddetlendirecek; kurak ve yarı kurak alanların genişlemesine ek olarak,   lleşme, toprakta tuzlanma ve erozyon da görülecektir. Bu gibi etkenler toprağın ekilebilirliğini ve verimliliğini olumsuz etkileyecektir.

---

<sup>68</sup> Zeynel Kökçam, Ayça Erem Bahadır, “ kl m Değişikliği  er eve Sözleşmesi ve Türkiye”, **a.g.k.**, s. 384-385.

<sup>69</sup> O'M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 22.

➤ Öte yandan, tarımsal üretimde meydana gelen değişimler topraktaki kullanılabilir suyun miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Sıcaklıkların artması nedeniyle toprakta meydana gelen buharlaşma ve bitkilerde oluşan terlemenin artmasıyla beraber bitki strese gireceğinden, kuraklığa dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesi zorunlu hale gelecektir. Sıcaklıklardaki artışlar aynı zamanda toprak sıcaklığında da değişmelere neden olacaktır. Artan toprak sıcaklığıyla beraber topraktaki organik maddelerin parçalanması süreci hızlanacak ve toprağın besin maddesi ihtiyacı artacaktır. Bu durumda toprağın ilave gübre ihtiyacı ortaya çıkacaktır. Bu nedenle fazla gübre kullanımı ile yeraltı ve yerüstü sularının kalitesinde daha fazla bozulmalar meydana gelecektir.<sup>70</sup>

➤ Karbondioksit ve diğer gazların havakürede artmaları sonucu ortaya çıkan sera etkisinin tarımla ilgili başka ciddi sonuçları da vardır. Sıcaklığın artması sonunda çöl alanlarının da artmasına yol açacaktır. Şimdiki ılıman bölgeler tropikalı olacak, soğuk bölgeler de ılıman olacaktır. Bunun sonucu, kuzey yarımkürede tarım alanları daha kuzeye, güney yarımkürede de daha güneye, daha az verimli ya da tarıma elverişsiz bölgelere kayacaktır. Sonuç olarak, dünyadaki tarım alanları küçülürken, nüfus da artmasını sürdürecektir.<sup>71</sup>

İklim değişiklikleri biyolojik sistemleri de etkilemektedir. Hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açabilecek sıcaklık artışları sonucunda canlıların yaşam alanları daralacak, büyük göçler yaşanabilecek, yeni koşullara uyum sağlayamayan çok sayıda bitki ve hayvan türü ortadan kalkacaktır. Biyolojik sistemin

---

<sup>70</sup> Fikret Mazı, **a.g.k.**, s. 26-27.

<sup>71</sup> O'M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 106.

değişmekte olduğunu gösteren pek çok örnek verilebilir. Ağaçların erken çiçeklenmesi, kuşların erken yumurtlaması, göç yollarının ve zamanının değişmesi, kuzey yarımkürede büyüme mevsiminin uzaması, böcek, bitki ve hayvan topluluklarının kutuplara ve yükseltisi çok olan yerlere göçü, mercanların giderek yok olması, iklim değişiminin etkilerini yansıtan dikkat çekici örneklerdir.<sup>72</sup>

Bu konuda son olarak iklim değişikliğinin etkilerine ilişkin son gelişmelere bakmak gerekmektedir. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından ortaklaşa yürütülen Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelince (IPCC) yapılan iklim sistemine ilişkin yeni bulguları açıklayan son değerlendirmeler önem taşımaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 4. Değerlendirme Raporunun 1. Çalışma Grubu Raporu, 1 Şubat 2007 tarihinde kabul edilmiştir. 2500 bilim adamı tarafından hazırlanan raporda, iklim değişikliğinin olası etkilerine ilişkin saptamalara yer verilmiştir. Söz konusu bulgulardan yola çıkılarak küresel iklim üzerinde belirgin bir insan etkisinin bulunduğu ve iklimin geçen yüzyıl boyunca değiştiği vurgulanmıştır.<sup>73</sup>

Aynı rapora göre, yükselen küresel sıcaklıklar gezegenin insan kaynaklı karbondioksiti doğal yollarla emme ya da yok etme yetisini ortadan kaldırmaktadır. Bunun da atmosferdeki karbondioksit oranında % 44'lük bir artışa ve ortalama sıcaklıkların 2100 yılına kadar 1,2 derece daha artmasına yol açabileceği öngörülmektedir. İnsanların iklim üzerindeki görülebilir etkisi, sadece yeryüzü sıcaklığının değil aynı zamanda okyanus sıcaklıklarının da artışına neden olmaktadır.

---

<sup>72</sup> Fikret Mazı, **a.g.k.**, s. 24-25.

<sup>73</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Climate Change 2007: The Physical Science Basis", Working Group I, Fourth Assessment Report, Paris, 2007.

21. yüzyılda da küresel sıcaklık değişimlerinin ve buna bağlı deniz seviyesi yükselmelerinin (örneğin, Kuzey Buz Denizi yok olma tehlikesi altında kalacaktır.) devam edeceğini vurgulayan Raporun verilerine göre, 1850’den bu yana yaşanan en sıcak 12 yılın 11’i 1995 yılından sonra yaşanmıştır.<sup>74</sup>

Şimdi de, ağırlıklı fosil yakıt kaynaklı enerji kullanımının yol açtığı iklim değişikliği dışındaki çevresel etkilere göz atalım.

#### 3.2.1.4. Diğer Çevresel Etkiler

Karbon içeren yakıtları yakmak hava küreye ve sağlığınıza zarar vermeye kalmaz, aynı zamanda ağaçlara da zarar verir. Hava küredeki NO<sub>x</sub> miktarının artmasıyla ağaçlar çeşitli rahatsızlıklarıyla savaşamaz duruma düşer ve yavaş yavaş ölürlür.<sup>75</sup> Fosil yakıtlardan kaynaklanan gazların doğrudan ve dolaylı etkileri ile her yıl yeryüzünde 6 milyon hektar verimli tarım arazisi değersiz çöllere dönüşmekte ve yaklaşık 11 milyon hektar orman yok olmaktadır.<sup>76</sup> 30 yıllık bir süre göz önüne alınırsa, kaybolan bu verimli toprakların Suudi Arabistan’ın yüzölçümüne; yok olan ormanların ise Hindistan’ın yüzölçümüne varabileceği hesaplanmaktadır.<sup>77</sup>

---

<sup>74</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), “Climate Change 2007: The Physical Science Basis”, **a.g.k.**

<sup>75</sup> O’M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 16.

<sup>76</sup> Özlem Yılmaz, Şahine Can, “Enerji Üretimi Maliyetine Farklı Bir Bakış”, **Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, ‘Küreselleşmenin’ Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO, Aralık 2001, Ankara, s. 419.

<sup>77</sup> DPT, **Enerji Üretiminde Çevre Politikaları Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, DPT Yayını, Ankara, 1992, s. 22.

Havaküredeki kirleticiler, ağaçları öldürüp, büyük ormanlık alanlara zarar vermektedir. Ayrıca bu kirleticiler yaprakların üzerinde bulunan ve fotosentez (bitkilerin besinlerini üretme yöntemi) olayının gerçekleşmesine ya da soluk almalarına yarayan küçük delikleri tıkayarak (bitkilerin besinleri parçalayarak enerjiye dönüştürme yöntemi), onların canlı kalmalarını engellemektedir.<sup>78</sup>

Kirli havakürenin diğer bir etkisi ise asit yağmurlarıdır. Kükürtdioksit ve azotoksit gibi zararlı gazların ortaklaşa neden olduğu asit yağmurları (Petrol ve kömür kullanımından kaynaklanan kükürtün, kükürtoksit şeklinde havaya karışımı ile oksitlenme işi devam eder ve kükürt başka bir bileşim olan kükürt-trioksite ( $\text{SO}_3$ ) dönüşür. Sonunda, yağmur suları ile birleşerek sülfirikasiti oluşturur. Yağmurun asit içermesi bu yüzdendir.<sup>79</sup>) ve asitleşme olgusu son yıllarda dünyanın gündemindeki en önemli çevre sorunlarından biridir. Yok olan bu ormanların çoğu düşük kaliteli tarım toprağına dönüşmekte, onu işleyen çiftçileri besleyememektedir. Kuzey Avrupa ve Kuzey Amerika’da asit yağmurları gölleri öldürmekte, ulusların sanat ve mimari mirasına zarar vermektedir.<sup>80</sup>

Asit yağmurları, bitki ve ağaç yapraklarını yakmakta, topraktaki minerallerin erimesine yol açmaktadır. Bitkiler ise eriyen bu minerallerden kendilerine zararlı olanlarını süzüp, eleme yapamazlar. İşin en kötü yanı ise, toprağın kendisinin çok asit barındırıp, değişik ürün ve büyük miktarlarda üretim yapmaya elverişsiz hale gelmesidir.<sup>81</sup> Özellikle kömür ve petrol gibi fosil yakıtlardan havaya atılan

---

<sup>78</sup> O’M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 18-19.

<sup>79</sup> **a.g.k.**, s. 17.

<sup>80</sup> DPT, **Enerji Üretiminde Çevre Politikaları Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, **a.g.k.**, s. 22.

<sup>81</sup> O’M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 18-19.

kükürdioksit, azotoksitler ve karbon gazları, yağmur damlaları ile birleştirilerek sırayla sülfürikasit, nitrikasit ve karbonikasit oluşturur. Fosil yakıt kullanımındaki artış, asit yoğunluğunu da artırır. Asit yağmurlarının zararları, ormanlarla sınırlı olmayıp, canlı varlıkların yanı sıra, demiryolları, binalar, köprüler ve tarihsel kalıntılar gibi cansız varlıklar üzerinde de etkili olmaktadır.<sup>82</sup> Bu etki sonucu doğan zararların telafi edilmesi için ise çok yüksek maliyetler ödenmesi gerekmektedir.

Asit içeren yağmurun değdiği, göl, nehir, orman, tarla, bina vb. yerler asitin aşındırıcı etkisi ile karşı karşıyadır. Asit yağmurları sonucu özellikle sudaki yaşam (flora ve fauna) bundan çok etkilenir. Çürüyen organik maddeler sudaki oksijen ile birleşir, böylece sudaki oksijen düzeyi düşer. Bu da sonuçta suları canlılar için yaşanmaz kılar. Örneğin, İsveç'te asit yağmuru nedeniyle 14 bin gölden 4 bininde balık türünden canlılar yok olmuştur.<sup>83</sup> İyi korunan ormanlara sahip Avrupa'nın bütün ormanları kükürt birikiminden kaynaklanan asit yağmurları yıkımının etkisi altındadır. Bu nedenle, ormanların verimlilikleri %16 oranında azalmıştır.<sup>84</sup>

Asit yağmurları sadece ormandaki bitkileri öldürmekle kalmaz, aynı zamanda çiftlik ürünlerini de hem nicelik hem de nitelik açısından etkiler. Sebze ve meyveler daha küçük, çoğu zaman biçimsiz ve daha az besleyici olurlar. Asit, bitkilerin hastalıklara karşı da direncini azaltır ve bunun sonucu üretim azlığı ve daha kötü ürüne daha çok para ödenmesi durumu ortaya çıkar. Yapılan hesaplara göre, 1984

---

<sup>82</sup> Halil Kumbur, Zafer Özer, Duygu Özsoy, Deniz Avcı, "Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması", **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 33.

<sup>83</sup> O'M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 28-29.

<sup>84</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 67.

yılında asit yağmurlarına bağlı olarak ABD'deki çiftlik ürünlerinde görülen zarar 8,2 milyar ABD doları olmuştur.<sup>85</sup> ABD, Çin ve Rusya Federasyonu dünyada asit yağmurlarına en çok katkıda bulunan ülkelerin başında gelmektedir.<sup>86</sup>

Küresel iklim değişikliklerine ek olarak deniz kirliliği, tarım ve yerleşime ayrılan alanların kullanılması ve kirliliğin artması, radyasyon ve radyoaktivite, katı atık depolama sorunları, ozon tabakasında incelme<sup>87</sup>, toprak kirliliği, toprak kalitesinin düşmesi, orman fakirleşmesi, toz ve manzara değişimleri, su kirliliği, emisyon yoluyla havanın kirlenmesi, gerek enerji akışı, gerekse enerji üretimi, dönüşümü ve tüketiminin çevre üzerindeki olumsuz etkilerindendir.<sup>88</sup> Endüstriyel etkinlikler sonucunda, her yıl atmosfere yaklaşık 20 milyar ton karbondioksit, 100 milyon ton kükürt bileşikler, 2 milyon ton kurşun ve diğer zehirli kimyasal bileşikler salınmaktadır. Tüm bu faaliyetlerin insan ve çevre için büyük bir tehlike oluşturması nedeniyle enerji politikalarının belirlenmesinde enerji ve çevre faktörünün birlikte ele alınması gerekmektedir.<sup>89</sup> Tüm dünyada karbondioksit emisyonu artışının sınırlandırılması sorun olup, çözüm yollarından biri yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının geliştirilmesidir.

Bir başka kirlilik de petrolün denizlere çeşitli nedenlerle (savaş, kaza, yükleme ve boşaltım vb.) dökülmesi ile ortaya çıkmaktadır. Petrole dayalı ulaşım

---

<sup>85</sup> O'M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 31.

<sup>86</sup> Tülay Selici, Zafer Utlu, Nadir İltan, "Enerji Kullanımının Çevresel Etkileri ve Sürdürülebilir Gelişme Açısından Değerlendirilmesi", **a.g.k.**, s. 49.

<sup>87</sup> Altan Bayram, Senem Bulut Bayar, "Türkiye İçin Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları", **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II**, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000, s. 770.

<sup>88</sup> Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, **Türkiye'nin Çevre Sorunları**, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, 1983, s. 208-210.

<sup>89</sup> DPT, **Enerji Üretiminde Çevre Politikaları Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, **a.g.k.**, s. 1.

modelleri sürdükçe de denizlerdeki kazasal ya da kullanımsal petrol kirliliği devam edecek ve ekosistemi tehdit etmeyi sürdürecektir.<sup>90</sup> Petrol dökülmesi ve fosil yakıtların yanmaması sonucu çevreye atılan yaygın organik kirleticiler (polisiklik aromatik hidrokarbonlar) çevrede uzun süre kalmaları ve birikimleri sonucu denizleri, akarsuları, içme suyu kaynaklarını ve sahilleri kirleterek çevrenin zarar görmesine neden olurlar ve biyolojik dengeyi önemli ölçüde etkilerler. (ışığın geçişini azaltma, deniz kuşlarına zarar verme, zehirlenme, kanserojen etki gibi)<sup>91</sup>

Kömür, kirlenme açısından petrolden çok daha kötü sonuçlar doğurabilir. Kömür, karbondioksit sorununu gündeme getirmesinin yanı sıra sülfirikasit oluşmasına da neden olmaktadır. Ayrıca, ortaya çıkacak olan uçuşan kül sorunu ve giderek artan oranlarda havaya karışan maddeler hava kirliliğinin oluşumuna neden olmaktadır.<sup>92</sup>

Doğal gazın yanması sırasında NO<sub>x</sub>'ler açığa çıkmaktadır. NO<sub>x</sub>'in canlılara ve ekosisteme etkileri kömür ve petrolden kaynaklanan NO<sub>x</sub>'lerle aynıdır. Doğal gazın bir diğer önemli tehlikesi ise, diğer gaz yakıtlarda da olduğu gibi belirli oranlarda hava ile karışması halinde patlayıcı olmasıdır.<sup>93</sup>

Öte yandan, 1986 Çernobil faciasına kadar sorunsuz olduğu, kaza riskinin sıfır olduğu, atık sorunu olmadığı kabul edilen nükleer teknolojisinin, güvenli olmadığı, geçmişte çok sayıda ölümlü kazaya yol açtığı; nükleer santral çevresinde

---

<sup>90</sup> O'M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 19.

<sup>91</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 149.

<sup>92</sup> O'M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 17.

<sup>93</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 141.

ve çalışanlarında kanser riskinin yüksek olduğu artık bilinmektedir. Nükleer santrallerden çıkan radyoaktif atıkların güvenli bir biçimde depolanması bugün teknolojik olarak mümkün değildir.<sup>94</sup>

Sonuç olarak, fosil yakıtların toplam maliyeti hesaplanırken, göz önünde bulundurulması gereken en önemli parametrelerden biri de bu yakıtların çevre üzerindeki etkileri ve zararlarıdır.<sup>95</sup> Bu sorunlar dikkate alındığında daha ekonomik olduğu söylenen fosil yakıtlara göre karbonsuz olan yenilenebilir yakıtların daha ekonomik olduğu görülecektir.

### 3.2.2. Enerjinin İnsan Sağlığına Etkileri

Bugün fosil yakıtların insan sağlığı açısından yarattığı olumsuzluklar her geçen gün katlanarak artmaktadır. İklim değişikliğinin, insan sağlığı üzerinde çoğunlukla ölümlere de neden olabilecek düzeyde olumsuz ve geniş bir etkiye sahip olabileceği beklenmektedir. Bu etkiler doğrudan ve dolaylı yollardan ortaya çıkabilir. Kalp-damar ve solunum hastalıklarından kaynaklanan ölümler ve sıcak hava dalgalarının şiddetindeki ve süresindeki artışlar nedeniyle oluşan hastalıklar, dolaylı etkilerin başında gelmektedir. Taşkınlar ve fırtınalar gibi aşırı hava olaylarındaki artışlar, ölüm, yaralanma ve psikolojik hastalıkların ortaya çıkma oranlarında bir yükselme ve tatlı su varlığında bir kirlenme oluşturabilecektir. İklim değişikliğinin dolaylı etkileri, malarya (sıtma), bazı virüs kökenli beyin iltihapları gibi enfeksiyon

---

<sup>94</sup> a.g.k., s. 145.

<sup>95</sup> Metin Altan, Ertuğrul Yörükoğulları, “Hidrojen-Zeolit Sisteminin Çevre ile Etkileşimi”, **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II**, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000, s. 572.

salgınlarının taşınma potansiyelindeki artışları içermektedir. Enfeksiyon hastalıklarındaki olası artışlar, esas olarak taşıyıcı organizmaların etkin olduğu coğrafi alanların sınırlarındaki ve mevsimlerdeki genişlemekten kaynaklanmaktadır. İklim değişikliğinin dolaylı etkileri, uzun vadede hissedilecektir. Modeller, dünya sıcaklığında 2100 yılına kadar 3-5 C°'lık bir artış olması durumunda, potansiyel malarya taşınımının coğrafi alanının gelecek yüzyılın ikinci yarısına kadar, dünya nüfusunun yaklaşık % 45-60'lık bir bölümünü etkileyeceğini öngörmektedir. Bu ise, bugünkü toplam 500 milyon malarya olayında her yıl yaklaşık 50-80 milyon düzeyindeki bir artış anlamına gelmektedir. Malarya (sıtma) olaylarındaki artış, en fazla tropikal, subtropikal (tropikal altı) ve bazı ılıman kuşak toplumlarında etkili olacaktır. Yüksek sıcaklıklar ve artan taşkınlar sonucunda, kolera gibi hastalıklarda da artış olması beklenmektedir.<sup>96</sup>

Fosil yakıtların yanması sırasında ortaya çıkan kirletici maddelerin insanlar üzerinde çok fazla olumsuz etkileri vardır. Petrol, dizel ya da karbon içeren herhangi başka bir yakıtın yanmasından doğan diğer bir sorun da karbonmonoksitin ortaya çıkmasıdır. Diğer bir kirletici olan karbonmonoksitin oksijen taşıma kapasitesini azaltması sonucunda kandaki oksijen yetersizliği nedeniyle kan damarlarının çeperleri, beyin, kalp gibi hassas organ ve dokularda fonksiyon bozuklukları meydana gelmektedir.<sup>97</sup> Karbonmonoksitin, karbondioksitten farkı, zehirli olmasıdır. Yeterli havalandırma olmadan araçların egzozunu soluyan kişilerin boğulmasına karbonmonoksit neden olur. Karbonmonoksit kirli havalı yerlerde de bulunur. Solunduğunda, baş ağrısı, tedirginlik ve şaşkınlık yaratır. Karbonmonoksit,

---

<sup>96</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.k., s. 7.

<sup>97</sup> Örgen Uğurlu, a.g.k., s. 131.

alyuvarları akciğerlerden oksijen almış gibi aldatır ve alyuvarlar beyin ve kalp gibi yaşamsal organlarımıza oksijen yerine karbonmonoksit taşır.<sup>98</sup>

CO (karbonmonoksit oksijenden çok daha hızlı bir biçimde kandaki hemoglobine tutunarak vücuttaki oksijeni bloke eder), kalp çarpıntısı, baş ağrısı; SO<sub>2</sub> (kükürtdioksit kömür ve petrolün yanmasıyla ortaya çıkar, sülfürikaside dönüşerek insan sağlığına ve doğal çevreye onarılmaz zararlar verir), akut nefes hastalığı; NO<sub>x</sub>, bronşit; Oksitler, akut astım ve alerjik nefes hastalıkları; Hidrokarbonlar, kanser; Duman ve kurşun, doku tahribatı, alyuvar kanseri ve kemik iliği kanseri yapmaktadır.<sup>99</sup>

CO<sub>2</sub>'den farklı olarak NO<sub>x</sub> (azotoksit ve azotsuoksit) bize doğrudan saldırır ve kirli hava soluduğumuzda ciğerlerimizde aside dönüşür. Bu durumun yarattığı başlıca fizyolojik zarar, ciğerin süngerimsi yapısının giderek aşınması ve zamanla havadaki oksijeni emme kapasitesini kaybetmesidir. Bunun sonucu kan dolaşımımıza daha az oksijen karışır. Kişi, büyük olasılıkla kronik nefes darlığı, bronşit gibi ciğer hastalıklarından şikayetçi olur ve bu durum en sonunda ölüme yol açabilir.<sup>100</sup>

Petrolün yanmasıyla ortaya çıkan diğer bir kirletici de “PAN” kısa adı verilen ‘peroxyacy-Initrat’dır. PAN çok zararlı bir maddedir. Boğazdaki ses tellerinin şişip, tahriş olmasına ve göz rahatsızlıklarına neden olur. Eğer çok miktarda solunursa,

---

<sup>98</sup> O’M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 18.

<sup>99</sup> Metin Altan, Ertuğrul Yörükoğulları, “Hidrojen-Zeolit Sisteminin Çevre ile Etkileşimi”, **a.g.k.**, s. 572.

<sup>100</sup> O’M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 16.

soluk almayı güçleştirecek bir yanma hissedilir.<sup>101</sup> Petrol ve kömür kullanımından kaynaklanan kükürt, kükürtoksit şeklinde havaya karışır ve NO<sub>x</sub> gibi insan sağlığı ve özellikle de solunum organları için benzer tehlikeler içerir. Doğal gazın yanmasıyla ortaya çıkan kokusuz ve gözle görülemeyen azotoksitin ise güneş altında reaksiyona girmesi sonucu oluşan nitrat, akciğerlerin koruma mekanizmasından geçerek vücutta nitrikasite dönüşmekte olup, bu da bağışıklık sistemini çökerten maddelerin başında gelmektedir.<sup>102</sup>

Aşağıda yer alan tablolarda, elektrik üretim teknolojilerinin sağlık etkileri (Tablo 4) ile fosil yakıt döngüsünün sağlık zararları (Tablo 5) gösterilmektedir.

**Tablo 4: Elektrik Üretim Teknolojilerinin Önemli Sağlık Etkileri**

| Teknoloji            | İşçi sağlığı etkisi                                                                               | Halk sağlığı etkisi                                                            |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Yakıt Grubu</b>   |                                                                                                   |                                                                                |
| <b>Kömür</b>         | Siyah akciğer hastalığı, madencilik kazalarına bağlı travma, taşımacılık kazalarına bağlı travma. | Hava kirliliğinin sağlık etkisi, taşımacılık kazalarına bağlı travma,          |
| <b>Petrol</b>        | Sondaj kazalarına bağlı travma, rafinerideki organik maddeler nedeniyle kanser.                   | Hava kirliliğinin sağlık etkisi, patlama ve yangınlara bağlı travma.           |
| <b>Şistli petrol</b> | Kahverengi akciğer hastalığı, damıtma sırasındaki emisyonlara bağlı kanser,                       | Hava kirliliğinin sağlık etkisi, damıtma sırasındaki emisyonlara bağlı kanser. |

<sup>101</sup> a.g.k., s. 17.

<sup>102</sup> a.g.k.a.s.

|                            |                                                                                                                                              |                                                                                                                  |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | madencilik kazalarına bağlı travma.                                                                                                          |                                                                                                                  |
| <b>Doğal gaz</b>           | Sondaj kazalarına bağlı travma, rafineri emisyonlarına bağlı kanser.                                                                         | Hava kirliliğinin sağlık etkisi, patlama ve yangınlara bağlı travma.                                             |
| <b>Asfaltit</b>            | Madencilik kazalarına bağlı travma.                                                                                                          | Hava kirliliğinin sağlık etkisi, patlama ve yangınlara bağlı travma.                                             |
| <b>Yenilenebilir Grubu</b> |                                                                                                                                              |                                                                                                                  |
| <b>Biyokütle</b>           | Toplama ve ileme sırasındaki kazalara bağlı travma, işletme ve dönüştürme sırasında kimyasal ve biyolojik etkenler.                          | Hava kirliliğinin sağlık etkisi, patojenlere bağlı hastalıklar, ev yangınlarına bağlı travma.                    |
| <b>Jeotermal</b>           | Kazalar veya alışılmış çalışma koşullarında maruz kalınan zehirli gazlar, gürültüye bağlı gerginlik (stres), sondaj kazalarına bağlı travma. | Zehirli tuzlar içeren su ve hidrojen sülfüre maruz kalmaya bağlı hastalıklar, radona maruz kalmaya bağlı kanser. |
| <b>Su gücü (Hidrolik)</b>  | İnşaat kazalarına bağlı travma.                                                                                                              | Baraj yıkılmalarına bağlı travma, patojenlere maruz kalmaya bağlı hastalıklar.                                   |
| <b>Güneş Elektrik</b>      | Güneş (PV) panellerinin yapımı sırasındaki alışılmış çalışma veya kaza koşullarına bağlı zehirli maddelere maruz kalma.                      | Fabrikasyon sırasında ve atık aşamasında olağan çalışma veya kaza halinde zehirli maddelere maruz kalma.         |
| <b>Güneş Isıl</b>          | Güneş toplayıcılarının yapımı                                                                                                                | -                                                                                                                |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                            |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | sirasındaki kazalara bağlı travma, çalışması esnasında zehirli kimyasallara maruz kalma.                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                            |
| <b>Rüzgar</b>           | Türbin yapım ve kurulma aşamalarındaki kazalara bağlı travma.                                                                                                                                                                                            | -                                                                                                                                                                          |
| <b>Çekirdeksel Grup</b> |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                            |
| <b>Fisyon</b>           | Uranyum madenciliği, saflaştırılmış yakıt hazırlama, enerji santralinin çalışması ve atık yönetimi sırasında karşılaşılan ışınlama bağlı kanser, maden çıkarma ve işleme; santral inşaatı ve çalışması ve atık yönetimi sırasında kazalara bağlı travma. | Bütün yakıt döngüsü basamaklarındaki alışılmış çalışma ve kaza koşullarında karşılaşılan ışınlama bağlı kanserler, endüstriyel amaçlı taşımacılık kazalarına bağlı travma. |

**Kaynak:** Umur Gürsoy, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, Ankara, 2004, s. 54.

**Tablo 5: Fosil Yakıt Döngüsünün Sağlık Zararları**

| <b>Fosil Yakıt Döngüsünün Sağlık Etkileri</b>      | <b>Belirgin (aşıkâr)</b> | <b>Potansiyel (olası)</b> |
|----------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| <b>Şimdiki zamanda (etkenle karşılaşma anında)</b> |                          |                           |
| Motorlu taşıt kazaları                             | +                        |                           |
| Yangın ve patlama                                  | +                        |                           |

|                                                          |   |   |
|----------------------------------------------------------|---|---|
| İş kazaları                                              | + |   |
| Göz tahrişi                                              | + |   |
| Solunum yolu tahrişi ve hasarı                           | + |   |
| Solunum ve dolaşım durumunun kötüleşmesi                 | + |   |
| Nörofizyolojik hasar                                     | + |   |
| Koku ve gürültü                                          | + |   |
| Psikolojik etkiler                                       | + |   |
| Deri tahrişi                                             | + |   |
| Özgül ani zehirlenme                                     | + |   |
| Ölümcül etkiler                                          |   | + |
| <b>Yakın gelecekte</b>                                   |   |   |
| Çocuklarda ve erişkinlerde solunum yolu sorunları artışı | + |   |
| Kalp damar sorunları artışı                              |   | + |
| İnsan vücudundaki organik kirleticilerin etkileri        |   | + |
| İnsan vücudundaki inorganik kirleticilerin etkileri      |   | + |

|                                                              |  |   |
|--------------------------------------------------------------|--|---|
| Hemotolojik etkiler                                          |  | + |
| Üreme, anne karnındaki dölüt gelişimi ve süt çocuğu büyümesi |  | + |
| <b>Uzak gelecekte</b>                                        |  |   |
| Kanser yapıcı etkiler                                        |  | + |
| Mutajenik etkiler                                            |  | + |
| Ekolojik hasarın sağlık sonuçları                            |  | + |

**Kaynak:** Umur Gürsoy, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, Ankara, 2004, s. 71.

İnsan sağlığı için bir diğer olumsuz etki ise, karbon içeren fosil yakıtların ulaşımında (otomobil, uçak vb.) kullanılması sonucu ortaya çıkan hava kirliliğidir. Solunum yolu hastalıkları başta olmak üzere insan sağlığına birçok olumsuz etkisi olan hava kirliliği zamanla öldürücü de olabilmektedir. Örneğin, 1952’de Londra’da 4 gün süren koyu hava kirliliğinde sokağa çıkmak olanaksızlaşmıştır. Evlerin içine kadar dolan bu kirli hava sonucu 4000 kişi hava kirliliğine bağlı solunum hastalıklarından yaşamlarını yitirmişlerdir.<sup>103</sup> Avrupa şehirlerinde hava kirliliğinden ölenlerin %35’i karayolu trafiğinden gelen kirlilik nedeniyle yaşamlarını yitirmektedirler. Her yıl karayolu trafiği nedeniyle Avrupa’da 6000-10 000’den fazla solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastane başvurusu yapılmaktadır.<sup>104</sup>

<sup>103</sup> a.g.k., s. 40-41.

<sup>104</sup> Umur Gürsoy, a.g.k., s. 84.

Karayolu merkezli ulaşımın bir diğer zararı benzin kaynaklı havaya ve biyosfere salınan kurşundur. Şehirlerde kurşun emisyonlarının %100'ünden motorlu taşıtlar sorumludur. Kurşun alımı hem biyosentezi hem kan basıncını hem de sinir sistemini etkiler. Kurşun, insan vücudunda biriken çok kalıcı ve çok zehirli maddelerin en önemlilerinden biridir. İnsan vücudundan atılımı olmadığı için biriken kurşunun en önemli kaynaklarından biri de arabalarda kurşunlu benzin kullanımındır. Bakır ve demirin tersine uygarlık gelişmeden önce biyosferde hemen hemen hiç bulunmayan kurşunun yegane kaynağı insan etkinlikleridir. Sıradan bir insanın kanındaki kurşun düzeyi sanayi öncesi insandakinin 500-1000 katıdır.<sup>105</sup>

Öte yandan, asit yağmurları özellikle içme suyunu etkilemesi nedeniyle çocuklar başta olmak üzere insanlara zarar verir. Böbrek ve idrar yollarından çeşitli hastalıklara yol açar. Sudaki kalsiyum oranını azaltması nedeniyle asitli su damar hastalıklarına da neden olur.<sup>106</sup>

#### 4. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE ENERJİ

Artan çevresel sorunlar, büyüme ve eşitliğe ilişkin geleneksel endişelerin yanında, sürdürülebilirlik ile bağlantılı konuların da kalkınma tartışmalarına girmesini teşvik etmiştir.<sup>107</sup> Çevresel sorunlar ile birlikte kaynakların hiç de uzak olmayan bir gelecekte tükenecek olmasının anlaşılması, kalkınmanın sürdürülebilir

---

<sup>105</sup> a.g.k., s. 95.

<sup>106</sup> O'M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, a.g.k., s. 33.

<sup>107</sup> Tayfun Büke, Aylin Çiğdem Köne, "Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı Çerçevesinde Türkiye'nin Enerji Tüketiminin Analitik Şebeke Yöntemiyle İncelenmesi", **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya'da ve Türkiye'de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-II, 27-30 Kasım 2006, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi**, İstanbul, 2006, s. 251.

olması gereğinin daha geniş bir insan kitlesi tarafından anlaşılmasını sağlamıştır. Enerji üretiminin ve tüketiminin sürdürülebilir kalkınma kavramı çerçevesinde gerçekleştirilmesi, günümüzün en önemli hedeflerinden birisi olmuştur. Bu bağlamda insanlık, sürdürülebilir kalkınma ve daha iyi yaşam şartları arayışına devam ettikçe, yenilenebilir enerji üretimi, dünya çapında bir öncelik haline gelecektir.

Toplumlar için, çevre gibi yaşamsal olan öğelerden bir diğeri olan enerjinin, uygarlığın gelişim süreci içinde belirleyici bir etkisi olduğu söylenebilir. Ekonomik büyüme ve toplumsal refahın temel girdilerinden birisi ve hatta en başta gelenin enerji olduğu savı, küresel düzeyde de kabul görmektedir. Enerji üretiminin hangi kaynaktan yapılırsa yapılsın ve hangi yöntem izlenirse izlensin çevreye bir etkisi olmaktadır. Enerjinin geri dönülmez çevresel tahribata yol açmadan, ekolojik dengeyi bozmadan ve kuşaklararası adalet anlayışına uygun bir biçimde kullanımı hedeflerini içeren “sürdürülebilir enerji” kavramını uluslararası toplumun benimsediği ortak bir politika ilkesi olarak nitelendirmek mümkündür. Bu bağlamda enerji üretim ve kullanımı ile sürdürülebilir kalkınma arasındaki etkileşimin iki önemli özelliği öne çıkmaktadır:

1- Bireyin temel ihtiyaçlarını sağlayabilmesi, ekonomik ilerleme ve refah kaynağı olarak enerjiden yararlanmasını gerektirmektedir.

2- Yaşamın kalitesini şimdiki ve gelecek kuşaklar için tehlikeye sokmamak, eko sistemin taşıma kapasitesini aşmamak gereklidir.

Bu iki özellik dikkate alındığında sürdürülebilir enerji kavramının esas olarak mali, çevresel ve sosyal açılardan minimum düzeyde maliyete sahip politikaları, teknolojileri ve uygulamaları içerdiği görülmektedir. Dolayısıyla sürdürülebilir enerji kavramının temel bileşenlerini de; enerjinin verimli ve etkin kullanımı ile yenilenebilir enerji oluşturmaktadır.<sup>108</sup>

Petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtların kullanımı sonucu atmosferde başta karbondioksit olmak üzere sera etkisi yapan gazların miktarı hızla artmıştır. Doğal iklim değişikliklerinden farklı olarak, insan etkinlikleri ile tetiklenen iklim değişiklikleri sonucu doğan zararlar ve sonsuz bir kaynak olarak algılanan fosil yakıtların hiç bitmeyecek gibi tüketilmesi, insanlığı ve bütün canlı varlıkları tehdit eder duruma gelmiştir. Ülke sınırlarını tanımayan bu küresel tehditlere karşı 1987 yılında Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından (Brundtland Raporu), “gelecek nesillerin gereksinimlerini karşılayabilme olanaklarını tehlikeye atmaksızın, bugünkü nesillerin gereksinimlerini karşılamak” biçiminde tanımlanan “Sürdürülebilir Kalkınma” kavramı geliştirilmiştir.<sup>109</sup> Ayrıca, Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nun 1987’de yayımladığı “Ortak Geleceğimiz” (Brundtland Raporu) isimli raporu, sürdürülebilir kalkınma kavramının küresel düzeyde gündeme getirildiği ilk belge olma özelliğini taşımaktadır. Ayrıca bu belge, sürdürülebilir ve güvenli enerji stratejilerinin

---

<sup>108</sup> Nesrin Algan, “Enerji ve Çevre Etkileşimi Konusunda Uluslararası Tüzel Düzenlemeler ve Türkiye”, **a.g.k.**, s. 358.

<sup>109</sup> Neslihan Kulözü, “Yenilenebilir Enerji Politikaları: Fransa Örneği”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 6.

geliştirilmesi ve uygulanmasına ilişkin kapsamlı önerileri içermesi bakımından da önem taşımaktadır.<sup>110</sup>

Enerji ve çevre konularında küresel düzeydeki düzenlemeler içinde ise, 1992’de Rio’da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda kabul edilen temel belgeler arasında bulunan “Gündem 21”’in özel olarak vurgulanması gerekmektedir. Gündem 21’de belirtildiği biçimde; “Enerji, ekonomik ve sosyal gelişme ile yaşam kalitesinin artırılması için gereklidir. Ancak dünyadaki enerjinin çoğu halihazırda, teknolojinin sabit kalması ve toplam miktarların önemli ölçüde artması halinde sürdürülemez yollarla üretilmekte ve tüketilmektedir.” Gündem 21’e göre, “Sera ve diğer gazların ve maddelerin atmosfere salıverilmesini kontrol etme ihtiyacının giderek artan biçimde enerji üretiminde, iletiminde, dağıtımında ve tüketiminde verimliliğe ve çevresel açıdan güvenilir enerji sistemlerine, özellikle yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına artan güvene dayandırılması gerekecektir.”<sup>111</sup> Buna göre kırsal topluluklarda yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanılabilir hale getirilerek çevreye duyarlı, çevresel açıdan sağlıklı bir enerji üretimine geçiş süreci başlatılmalı ve teşvik edilmelidir.<sup>112</sup>

Bu konuda Türkiye’de Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı’nın eşgüdümünde, Çevre ve Orman Bakanlığı’nın teknik desteğiyle ve Dünya Bankası’nın finansmanı ile hazırlanarak 1998 yılında yayımlanan “Ulusal Çevre Stratejisi ve Eylem Planı” (UÇEP), bir ölçüde Gündem 21’in amaçlarını da kapsayan

---

<sup>110</sup> Nesrin Algan, “Enerji ve Çevre Etkileşimi Konusunda Uluslararası Tüzel Düzenlemeler ve Türkiye”, **a.g.k.**, s. 363.

<sup>111</sup> **a.g.k.**, s. 364.

<sup>112</sup> Nesrin Algan, Ayşe Kaya Dünder, **Türkiye’nin Çevre Konusunda Verdiği Sözler**, Türkiye Bilimler Akademisi Raporları, TÜBA Çevre Çalışma Grubu, Ankara, 2005, s. 19.

hedefler içermekte, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma konusunda küresel ve hatta bölgesel düzeydeki uluslararası yükümlülüklerini yerine getirebileceği bir strateji belgesi niteliği taşımaktadır.<sup>113</sup>

Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma konusundaki uluslararası yükümlülüklerini ulusal uygulamalara yansıtmak amacıyla gerçekleştirilen diğer bir çalışma olan "Ulusal Gündem 21", UÇEP'ten iki yıl sonra tamamlanmış olup, gerek UÇEP gerekse de Ulusal Gündem 21 belgesinin tüzel bakımdan herhangi bir bağlayıcılığı yoktur.<sup>114</sup> 1992 yılında benimsenmiş olan Gündem 21'in öngördüğü hedefler, 2002'de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma (Johannesburg) Zirvesi'nde benimsenen belgelerle güncelleştirilerek geliştirilmiştir.<sup>115</sup> Zirvede aralarında Türkiye'nin de bulunduğu ülkelerce üç temel belge kabul edilmiştir. Bunlar, Siyasi Bildirge, Uygulama Planı ve Yenilenebilir Enerji Bildirgesi'dir.<sup>116</sup>

Dünya Çevre Kalkınma Komisyonu'nun; sürdürülebilir kalkınmayı, bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların da kendi gereksinimlerini karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamak biçiminde tanımladığını söylemiştik. Bu tanıma dayanarak sürdürülebilir kalkınma şöyle anlaşılabilir: Bugünün gereksinimlerini karşılama yöntemi olarak kalkınma etkinlikleri gerçekleştirilirken, gelecek kuşakların kendi kalkınmalarını gerçekleştirmek için kullanacakları doğal

---

<sup>113</sup> a.g.k., s. 20.

<sup>114</sup> a.g.k., s. 23.

<sup>115</sup> a.g.k., s. 25.

<sup>116</sup> a.g.k., s. 26.

varlık tabanının korunması ya da azaltılmaması; kalkınmanın yeniden üretimin koşulu olan doğal varlıkların geleceğe aktarılmasıdır.<sup>117</sup>

Enerji, sürdürülebilir kalkınmanın üç temel bileşeni olan sosyal denge, ekonomik büyüme ve çevresel koruma ile ilgili hedeflerin başarılmasında önemli bir başlangıç noktasıdır. Bu nedenle enerji; sürdürülebilir kalkınma ile ilgili çalışmaların kapsamında yer alan önemli konulardan biri olmuş ve insanlığın ihtiyacı olan enerji tüketiminin ekonomik ve çevreye zarar verilmeden sağlanması amacı öne çıkmıştır. Sürdürülebilir enerji, sürdürülebilir çevre ve ekonomi ile birlikte sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir ögesi olarak belirlenmektedir.<sup>118</sup> Bu bağlamda, sürdürülebilir enerji kavramı ise; tüm birincil enerji kaynaklarından yapılan enerji üretiminin yüksek verimle ve temiz teknolojilerle gerçekleştirilmesini, fosil yakıtların çevre dostu yeni teknolojilerle değerlendirilmesini, fosil kaynakların yerine olabildiğince yenilenebilir enerji kaynaklarının yerleştirilmesini, bir çevrimde atık biçimde ortaya çıkan enerjinin bir başka çevrimde girdi olarak kullanılmasını kapsayan ve bunu ekonomik büyüme ile bütünleştiren bir kavram olarak tanımlanmaktadır.<sup>119</sup> Diğer bir anlatımla, sürdürülebilir enerji yaklaşımı, gereksinmemiz olan enerjinin en az finansmanla, en az çevresel ve sosyal maliyetle ve sürekli olarak teminine olanak sağlayan politika, teknoloji ve uygulamaları kapsamaktadır.<sup>120</sup>

---

<sup>117</sup> Tülay Selici, Zafer Utlu, Nadir İlten, “Enerji Kullanımının Çevresel Etkileri ve Sürdürülebilir Gelişme Açısından Değerlendirilmesi”, **a.g.k.**, s. 49.

<sup>118</sup> Mehmet Çağlar, Zerrin T. Altuntaşoğlu, “Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji”, **a.g.k.**, s. 156.

<sup>119</sup> Tülay Selici, Zafer Utlu, Nadir İlten, “Enerji Kullanımının Çevresel Etkileri ve Sürdürülebilir Gelişme Açısından Değerlendirilmesi”, **a.g.k.**, s. 50.

<sup>120</sup> Mehmet Çağlar, Zerrin T. Altuntaşoğlu, “Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji”, **a.g.k.**, s. 156.

Sürdürülebilir kalkınma kavramı ile tüm dünyada yeni ve zor bir dönem açılmıştır. Arz güvenliği ve çevrenin korunması gibi hedefleri olan enerji politikalarının bu yeni dönemde sürdürülebilirliğe büyük katkısı olacaktır. Çevreyi dikkate almayan kalkınmanın süreklilik arz etmesi mümkün olamayacaktır. Sürdürülebilir çevreyi en çok tehdit eden sera gazı salınımlarının temel nedeni olarak gösterilen fosil yakıt kullanımının yerini yenilenebilir enerji kaynakları almadıkça kalkınmanın sürdürülebilir olması için gösterilen diğer çabalar yetersiz kalacaktır.

Küresel ısınmanın, gelecekte çok ciddi sonuçlar doğuracağını ve bu ısınmanın büyük ölçüde insanoğlunun faaliyetleri sonucu oluştuğunun anlaşılması üzerine, hükümetler acil önlemler alınması konusunda harekete geçme ihtiyacını hissetmişlerdir. Bu önlemlerden en etkili olanları, kuşkusuz çözmeyi hedefledikleri sorunlar gibi küresel ölçekteki düzenlemelerdir. Önümüzdeki başlık altında bu düzenlemelere, Kyoto Protokolüne doğru gidilen süreç içinde kısaca değinilecektir.

## **5. BİRLEŞMİŞ MİLLETLER İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÇERÇEVE SÖZLEŞMESİ VE KYOTO PROTOKOLÜ'NE DOĞRU**

Dünyada 1970'li yıllardan itibaren çevre bilinci gelişme süreci içine girmiş ve çevresel bozulmanın canlı yaşamı üzerinde ciddi tehditler oluşturmaya başladığının anlaşılmasıyla birlikte, özellikle uluslararası alanda önemli adımlar atılarak günümüze gelinmiştir. Bu süreç içinde, sürdürülebilir kalkınma kavramının önem kazanması, çevresel etkilerin sınırlar ötesi taşınabilen bir niteliğe sahip olması nedeniyle küreselleşen dünyada enerji ve çevre alanında uluslararası platformda

ortak bir iradenin oluşması<sup>121</sup>, bu kapsamda, birçok uluslararası antlaşmanın yürürlüğe girmesi ve çevre politikalarında köklü değişiklikler yapılması, çevre konusunda önemli gelişmeler kaydedilmesine neden olmuştur.<sup>122</sup>

İklim değişikliğinin İDÇS’de, “karşılaştırılabilir bir zaman periyodunda gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan değişiklik”<sup>123</sup> biçiminde tanımlandığından daha önce bahsetmiştik. İklim değişikliği gezegenimizin tarihi boyunca sürüp giden bir olgu olmasına karşın, bu değişimin hızı daha önceki hiçbir dönemde bugünkü kadar fazla olmamış, bu değişimde insan kaynaklı etkinliklerin rolü hiç bu kadar fazla hissedilmemişti. İnsan etkinliklerinin çevre sorunlarının oluşumunda göz ardı edilemeyecek bir düzeye ulaşmaya başlamasıyla birlikte, doğal kaynakların kullanımı ile kalkınma arasındaki ilişki irdelenmiş, gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakılması için uluslararası çalışmalar yapıla gelmiştir. Şimdi sürdürülebilir bir yaşam için kalkınmanın sürdürülebilir olması gereğini vurgulayan, çevre güvenliğini korumak için küresel bağlayıcılığı olan düzenlemeler yapan bu uluslararası çalışmalara değinelim.

---

<sup>121</sup> Uluslararası ortak irade oluşumuna BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve sözleşmenin eki Kyoto Protokolü örnek olarak verilebilir. Bu düzenlemeler, çevre-enerji etkileşimini konu alan en önemli düzenlemelerdir. Söz konusu oluşumlara enerji kaynaklı çevre sorunlarının çözümü için sorumlulukların ve yükümlülüklerin paylaşılması gerektiği ortak görüşünü paylaşan birçok ülke taraf olmuştur.

<sup>122</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma..., a.g.k., s. 3-1.**

<sup>123</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k., s. 1.**

Ekonomik ve doğal çevrenin karşılıklı bağımlılığının kalkınma politikalarında ele alınmasına gereksinim olduğuna dair ilk kapsamlı uyarı, Roma Kulübü'nün “Büyümenin Sınırları” başlıklı raporunda yapılmıştır.<sup>124</sup>

1972’de Roma Kulübü tarafından yayımlanan “Büyümenin Sınırları” başlıklı çalışma, büyüme ile kaynaklar arasındaki ilişkiye dikkat çekmektedir. Bu rapor, 1972 yılına ve günümüze kadar gelen çevresel harekete damgasını vurmuştur. Rapora göre, sorunları gidermek ya da en aza indirmek için yapılması gereken, “denetimsiz” büyümenin durdurulmasıdır.<sup>125</sup> Doğal kaynakların nüfusun hızlı artışına yetmeyeceğini ve içinde yaşadığımız çevrenin 150 yıla varmadan yaşanabilirlik niteliğini yitireceğini belirten raporda çevreyi korumak ve geliştirmek amaçlanıyorsa gelişme hızının yavaşlatılması hatta durdurulması gerektiği vurgulanmaktadır.<sup>126</sup> “Sıfır Büyüme Raporu” olarak anılan bu rapor, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında yaklaşım farklılıkları nedeniyle yoğun tartışmaları başlatmış ve ekonomik gelişme, sanayileşme süreçleri ve çevre arasındaki sorgulamayı tetiklemiştir.<sup>127</sup>

Dünyada çevre sağlığının bozulmasıyla ilgili uluslararası ilk küresel çalışma 1972 Haziran’ında Stockholm’de toplanan BM Çevre Sorunları Konferansı’dır. Çevrenin korunmasını insan hakları ile bağlantı kurarak açıklayan ilk önemli

---

<sup>124</sup> Murat Ali Dulupçu, “Sürdürülebilir Kalkınma Politikasına Yönelik Gelişmeler”, [www.dtm.gov.tr/ead/DTDERGI/OCAK2001/politika](http://www.dtm.gov.tr/ead/DTDERGI/OCAK2001/politika), 13.03.2007.

<sup>125</sup> <http://old.mo.org.tr/mimarlikdergisi/>, 24.03.2007.

<sup>126</sup> Deniz İncedayı, “Çevresel Duyarlık Bağlamında Davranış Biçimi Olarak , Sürdürülebilirlik”, <http://www.cmo.org.tr/yayin/rapor/cevredurumraporu>, 13.01.2007.

<sup>127</sup> <http://old.mo.org.tr/mimarlikdergisi/>, **a.g.k.**

belgenin 1972 Stockholm Bildirgesi olduğu söylenebilir.<sup>128</sup> Bu konferans, insanın doğa karşısındaki tutumunun, davranışının kesinlikle değışmesi gerektiğinin belgelenmesi bakımından büyük önem taşır. İnsan etkinliklerinin sonuçlarının ve dünya kaynaklarının sınırlarının sorgulanma ve denetlenmesinde Stockholm'den sonraki en önemli girişim, 1983 yılında BM Genel Kurulu kararıyla kurulan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun "Brundtland Raporu" diye bilinen "Ortak Geleceğimiz" isimli rapordur. "Sürdürülebilir Kalkınma ve Enerji" başlığı altında da değindiğimiz gibi, Ortak Geleceğimiz Raporu, çevre ve kalkınma edebiyatına "Sürdürülebilir Kalkınma" kavramını sokmuştur.<sup>129</sup> Ayrıca bu rapora göre, enerji kullanımında yenilenemez enerji kaynaklarının yoğun biçimde kullanımından kaçınılmalı, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelinmeli, doğal kaynaklara ve çevreye zarar vermeyen teknolojiler geliştirilmeli, bunun için araştırma ve geliştirme etkinliklerine önem verilmeli ve ekosistem ve türlerinin çeşitliliğinin yok edilmesi süreci durdurulmalıdır.<sup>130</sup>

Söz konusu tehlikelerle ilgili Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun raporunda da yapılan uyarılar dünya devletlerinin liderleri düzeyinde büyük bir katılımıla, 1992'de Brezilya'nın Rio De Janeiro kentinde toplanan BM Dünya ve Çevre Kalkınma Konferansı (UNCED) ile sonuçlanmıştır. Konferans sonunda Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ve İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi gibi çok önemli iki küresel anlaşma imzalanmış ve Gündem 21 (21. yüzyıl için sürdürülebilir

---

<sup>128</sup> Nükhet Turgut, **Çevre Hukuku**, Savaş Yayınevi, Ankara, 1998, s. 144.

<sup>129</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 28.

<sup>130</sup> Ayşegül Mengi, Nesrin Algan, **Küreselleşme ve Yerelleşme Çağında Bölgesel Sürdürülebilir Gelişme AB ve Türkiye Örneği**, Siyasal Kitabevi, Ankara, 2003, s. 4.

kalkınma hedefleri) belgesi hazırlanmıştır.<sup>131</sup> Gündem 21, Rio Zirvesi'nin somut bir ürünü olarak sürdürülebilirlik olgusunun içeriğini ve bağlarını zenginleştirmiştir.

Sürdürülebilir kalkınma kavramının önem kazandığı BM Çevre ve Kalkınma Konferansında insan faktörü odak noktası olarak belirlenmiş olup, küresel bir sorun olarak nitelendirilen iklim değişikliği ön plana çıkmıştır.<sup>132</sup> 1992 yılında imzaya açılan İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiş (İlgili hükümleri gereğince, Sözleşme'nin yürürlüğe girmesi için 50 ülkenin onay ya da kabul belgesinin BM'ye sunulmuş olması gerekmektedir. Şubat 1994 tarihine kadar 50'den çok ülke, onay ya da kabul belgelerini BM'ye sunmuştur<sup>133</sup>) ve 2004 yılı itibari ile 188 ülke ve AB taraf olmuştur.<sup>134</sup> Sözleşme, küresel ısınmaya neden olan sera gazı emisyonlarının azaltılmasını amaçlamaktadır.<sup>135</sup>

Uluslararası toplum ve her bir ülke insan kaynaklı sera gazı emisyonlarındaki artışla bağlantılı iklim değişikliği riskini önlemeye yönelik bir görevle karşı karşıyadır. Öngörülen iklim değişikliklerini ve bu değişikliklerin, sosyo-ekonomik sektörler, doğal eko-sistemler ve insan sağlığı üzerindeki olası olumsuz etkilerini en aza indirmenin en önemli yolu, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarını azaltmaktır. Bugün için, sera gazlarının atmosferik birikimlerinin insanın iklim sistemi üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirecek bir düzeyde durdurmayı sağlayabilecek en önemli

---

<sup>131</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 30.

<sup>132</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma...**, **a.g.k.**, s. 3-2.

<sup>133</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, **a.g.k.**, s. 13.

<sup>134</sup> Türkiye, 24 Mayıs 2004 tarihi itibarıyla Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine (BMİDÇS) 189. taraf olarak katılmıştır.

<sup>135</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma...**, **a.g.k.**, s. 3-19.

hükümetlerarası çaba İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve onun Kyoto Protokolüdür.

Sözleşmenin nihai amacı Madde 2’de belirtilmiştir. Söz konusu maddeye göre nihai amaç, Sözleşmenin ilgili hükümlerine göre, atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde durdurmayı başarmaktır. Sözleşmenin amacına ulaşabilmesi için tarafların uyması gereken ilkeler Madde 3’te belirtilmiş olup, bazıları şunlardır:<sup>136</sup>

1. Taraflar, iklim sistemini, eşitlik temelinde ve ortak fakat farklılaşmış sorumluluklarına ve güçlerine uygun olarak, insanoğlunun günümüz ve gelecek kuşaklarının yararı için korumalıdır. Dolayısıyla, taraflardan gelişmiş ülkeler, iklim değişikliği ve onun zararlı etkileri ile savaşmada öncülük etmelidir.

2. Sözleşmeye taraf geliştirmekte olan ülkelerin, özellikle iklim değişikliğinin zararlı etkilerine karşı savunmasız olanların ve geliştirmekte olan ülkelere sözleşme uyarınca gereğinden fazla ya da anormal yük altında kalanların ihtiyaç ve özel koşulları tümüyle dikkate alınmalıdır.

3. Taraflar, iklim değişikliğinin nedenlerini önceden tahmin etmek, önlemek ya da en aza indirmek ve zararlı etkilerini azaltmak için önleyici önlemler almalıdır.<sup>137</sup>

---

<sup>136</sup> BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004, Madde 2, Madde 3.

<sup>137</sup> BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Madde 3.

Özetle taraflar, iklim sistemini insanlığın bugünkü ve gelecek kuşakların yararına, eşitlik temelinde ve ortak fakat farklılaştırılmış sorumlulukları ve kendi yeterlilikleri doğrultusunda korumalıdır.

Sözleşmede yer alan ilkeler aşağıdaki temel noktalara dayanmaktadır.<sup>138</sup>

⇒ *Eşitlik ve ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar:* İklim değişikliği küresel bir sorundur ve böyle ele alınması gerekir. Ancak, şu da bir gerçektir ki, sanayileşmiş ülkeler tarihsel olarak hem bu sorunun ortaya çıkmasında daha fazla pay sahibidirler, hem de karşı önlemleri alabilecek kaynakları ellerinde bulundurmaktadırlar. Buna karşılık gelişmekte olan ülkeler iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarından daha ağır biçimde etkilenmektedirler ve karşı önlem alma kapasiteleri de göreceli olarak sınırlıdır.

⇒ *Önceden önlem alma yaklaşımı:* İklim değişikliği konusunda henüz belirsizlik taşıyan birçok nokta bulunmasına karşın; harekete geçmek ya da önlem almak için bilimsel kesinlik beklemek, en kötü etkilerle karşılaşıldığında çok geç kalınması gibi bir risk de içerir. Sözleşme bu bağlamda şöyle demektedir: “ciddi ya da telafisi mümkün olmayan tehditler söz konusu olduğunda tam bir bilimsel kesinliğin olmaması, gerekli önlemleri ertelemenin gerekçesi olamaz.”

⇒ *Kalkınma ile iklim değişikliğinin birbirine bağlı olduğunun kabulü:* Enerji tüketimi, toprak kullanımı ve nüfus büyüme kalıpları her iki sürecin de temel

---

<sup>138</sup> Çevre ve Orman Bakanlığı, İklim Özen Göstermek, **İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü için Kılavuz**, 2004, s. 6.

itici gücünü oluşturmaktadır. Sözleşme, sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınmayı iklim değişikliği sorununun üstesinden gelecek başarılı politikaların bir parçası olarak görmektedir. Sözleşme, iklim değişikliği ile ilgili politika ve önlemlerin maliyet etkin olması, başka deyişle mümkün olan en fazla küresel yararı en düşük maliyet karşılığı sağlaması gerektiğini vurgulamaktadır.

IDÇS'de, ülkelerin ortak fakat farklı sorumlulukları, ulusal ve bölgesel kalkınma öncelikleri, amaçları ve özel koşulları dikkate alınarak, tüm taraflara, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltılması, iklim değişikliğinin önlenmesi ve etkilerinin azaltılması, vb. alanlarda ortak yükümlülükler verilmiştir. İnsan kaynaklı sera gazı emisyonlarını 2000 yılına kadar 1990 düzeyine çekme yükümlülüğü Ek-I<sup>139</sup> Taraflarına; gelişme yolundaki ülkelere mali kaynak ve teknoloji aktarılması, onların özel gereksinimlerinin karşılanması vb. konularındaki ana yükümlülükler ise Ek-II<sup>140</sup> Taraflarına bırakılmıştır.<sup>141</sup>

Fosil yakıtların tüketilmesi ile insanın iklim sistemi başta olmak üzere çevre üzerindeki olumsuz etkisini ve baskısını azaltmak için küresel boyutlu anlaşmalarla devletlere bazı kısıtlamalar getirilmiş ve emisyonların azaltılması amacıyla Birleşmiş Milletler ve uluslararası kuruluşların öncülüğünde çalışmalar yapılmıştır. Bu küresel etkinliğin sonucunda geniş bir katılımı ile oluşturulan düzenlemelerden biri de

---

<sup>139</sup> Ek I'de, pazar ekonomisine geçmiş Doğu Avrupa ve Eski Sovyet ülkeleri (ekonomisi geçiş sürecindeki ülkeler) ile OECD üyesi ülkeler bulunmaktadır.

<sup>140</sup> Ek II'de ise, sadece OECD üyesi ülkeler bulunmaktadır.

<sup>141</sup> DPT, **Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Çevre Özel İhtisas Komisyonu Raporu (2007-2013)**, DPT Yayını, Ankara, 2006, s. 28-29.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin eki olan Kyoto Protokolü (KP)'dur.<sup>142</sup>

Kyoto Protokolü 1997 yılında imzaya açılmıştır. Protokol, bir yandan sera gazlarının emisyonlarının sabitlenmesi ya da azaltılması için iklim değişikliğine ve bunun dünya üzerindeki fiziksel sonuçlarına müdahale etmeyi amaçlarken bir yandan da küresel ölçekte sermaye ve teknoloji hareketlerine yön verecek yeni araçlar tanımlamaktadır. Protokolle getirilen esneklik mekanizmaları sanayileşmiş ülkelerdeki sera gazı azaltma önlemlerinin getireceği ekonomik küçülmenin boyutlarını azaltmayı hedeflemekte, gelişme yolundaki ülkelere teknoloji transferlerini özendirici bir ortam yaratmaktadır.<sup>143</sup> Sözleşme'nin (İDÇS'nin) uzantısı olarak, hukuken bağlayıcı yükümlülükleri özetleyen bu belge (protokol) 1997 Aralık ayında (1-12 Aralık) Japonya'nın Kyoto kentinde 159 ülkenin katılımıyla yapılan 3. Taraflar Konferansı'nda kabul edilmiştir. Protokole göre ülkeler, iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının azaltılması için gelişmişlik düzeylerine göre belli taahhütler vermek ve bunları öngörülen sürede, kararlaştırılan düzeye indirmekle yükümlüdür.<sup>144</sup>

Kyoto Protokolü, İDÇS'yi tamamlayan ve güçlendiren bir belgedir. Protokole taraf olabilmek için Sözleşme'ye taraf olunması gerekmektedir. Protokol, Sözleşme

---

<sup>142</sup> “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)”de alınan karar gereği, yukarıda belirtilen amaçların gerçekleştirilmesi, geliştirilmesi ve gözetilmesi amacıyla, her yıl tüm tarafların söz sahibi olduğu “Taraflar Konferansı (COP)” düzenlenmesi kararlaştırılmıştır. Kyoto Protokolü olarak anılan III. Taraflar Konferansında (COP3), iklim değişikliğine yol açan sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik yükümlülükler ve uygulanabilecek mekanizmalar daha detaylı bir şekilde belirtilmiştir.

<sup>143</sup> Sema Alpan Atamer, “Küreselleşmenin Bir Aracı: Kyoto Protokolü”, **a.g.k.**, s. 373.

<sup>144</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 33.

ile aynı temelleri ve nihai hedefi paylaşmaktadır.<sup>145</sup> EK-I Tarafları için bağlayıcılık taşıyan emisyon hedefleri, Protokol'ün özünü oluşturur. Buna göre söz konusu taraflar, 2008-2012 dönemindeki emisyonlarını, 1990 yılındaki emisyon düzeylerinin en az %5'i kadar indireceklerdir. Bu çerçevede, bütün EK-I Taraflarının kendi emisyon hedefleri vardır. (Örneğin, AB'nin hedefin %8'dir.)<sup>146</sup> Emisyon hedeflerine, ilk yükümlülük dönemi olan 2008-2012 dönemi için ortalama olarak ulaşılması gerekmektedir. Eğer herhangi bir Tarafın yükümlülük dönemi içindeki emisyonları, belirlenen hedefin altında kalıyorsa, bu Taraf, belirli sınırlar içinde kalmak koşuluyla, aradaki farkı 2012 ötesinde yeni bir yükümlülük dönemine aktarabilir. İstenilen sonuçlara ulaşılmasını sağlayacak önlemler arasında, yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi, ulaştırma sektörü emisyonlarının azaltılması, sürdürülebilir tarımın desteklenmesi vb. sayılabilir. Protokol'ün devreye soktuğu esneklik mekanizmaları<sup>147</sup>; Ortak Uygulama<sup>148</sup>, Temiz Kalkınma Mekanizması<sup>149</sup> ve Emisyon Ticareti<sup>150</sup>, dir.<sup>151</sup> Ayrıca CO<sub>2</sub> soğuran ormanlar ya da araziler/topraklar gibi “karbon

---

<sup>145</sup> Çevre ve Orman Bakanlığı, İklim Özen Göstermek, **a.g.k.**, 2004, s. 16.

<sup>146</sup> Kyoto Protokolü'ne göre bu hedefe ulaşırken, bazı ülke veya blokların emisyon azaltımı hedefleri farklılık göstermektedir. Örneğin; Avrupa Birliği ortalama olarak % 8, ABD % 7, Japonya % 6 ve Rusya % 0 hedefleri belirlenmiştir. Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne adaylık süreci ile ilgili olarak, AB üye ülkelerinin belirlenen hedefe ulaşırken “Yük Paylaşımı (Burden Sharing)” ilkesi gereği bazı üye ülkeler çok fazla emisyon indirimi taahhüdü altına girerken, bazı ülkeler 1990 seviyesinin daha da üstünde sera gazı emisyonu üretebileceklerini de belirtmek gerekir.

<sup>147</sup> Çünkü, emisyon kaynaklarına ilişkin alınacak önlemlerin mekansal bir önemi yoktur. Nihai hedef, insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını birim azaltım maliyeti ülkelere göre farklılık göstermektedir. Maliyetin düşük olduğu ülkelerde indirim gidilmesinin daha ekonomik olacağı düşüncesiyle esneklik mekanizmaları ile EK I ülkelerinin bu olanaktan yararlanacağı düşünülmektedir.

<sup>148</sup> Bu esneklik mekanizmasına göre, emisyon hedefi belirlemiş bir ülke, emisyon hedefi belirlemiş diğer bir ülkede, emisyon azaltıcı projelere yatırım yaparsa, emisyon azaltma kredisi (Emission Reduction Unit) kazanır ve kazanılan bu krediler toplam hedeften düşülür.

<sup>149</sup> Bu mekanizmada, emisyon hedefi belirlemiş bir ülke, emisyon hedefi belirlememiş az gelişmiş bir ülke ile işbirliğine giderek, o ülkede sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik projeler yaparsa, “Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltma Kredisi (Certified Emission Reductions)” kazanır ve toplam hedeften düşülür.

<sup>150</sup> Sera gazı emisyonunu belirlenen hedeften daha da fazla miktarda azaltan bir Ek I ülkesi, gerçekleştirmiş olduğu söz konusu bu ek indirimi, başka bir taraf ülkeye satabilmektedir.

<sup>151</sup> Çevre ve Orman Bakanlığı, İklim Özen Göstermek, **a.g.k.**, s. 19.

yutakları” yaratma yoluyla Tarafların hedeflerini dengeleyebilecekleri düzenlemeler de bulunmaktadır.<sup>152</sup>

Bu mekanizmalarla; Tarafların emisyon azaltma ya da karbon yutaklarını geliştirme girişimlerini, kendi ülkeleri yerine başka yerlerde daha düşük maliyetle gerçekleştirebilmelerine olanak tanıyarak, iklim değişikliğine neden olan etmenleri azaltıcı uygulamalarının daha maliyet etkin hale getirilmesi hedeflenmektedir.<sup>153</sup> Örneğin bu mekanizmalardan emisyon ticareti, emisyonlarını belirlenen düzeye indirme yükümlülüğü taşıyan herhangi bir EK I ülkesine kendisine ayrılan emisyon miktarının bir bölümünün ticaretini yapma olanağı vermektedir. Buna göre, emisyonlarını Protokolde belirlenen kendi hedeflerinden daha çok azaltan herhangi bir tarafa, emisyonlarındaki bu ek indirimi başka bir taraf ülkeye satabilme izni verilmektedir.<sup>154</sup>

24 Ağustos 2002 tarihinde Güney Afrika’nın Johannesburg kentinde, Rio’dan on yıl sonra toplandığı için Rio+10 diye de adlandırılan BM Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi’nde, ABD dahil dünya ülkeleri Kyoto Antlaşmasının ve Protokolü’nün yürürlüğe girmesi yönünde karar tazelemişlerdir. Zirvede Rusya ve Çin de antlaşmayı onaylayacağını açıklamıştır. Daha sonra gerek ABD gerekse de Rusya dünya ekonomisinde rekabet gücünü olumsuz etkileyeceği için Kyoto Prensiplerine karşı olduklarını açıklamışlardır. Böylece İDÇS büyük darbe

---

<sup>152</sup> Murat Türkeş, Gönül Kılıç, “Avrupa Birliği’nin İklim Değişikliği Politikaları ve Önlemleri”, V. **Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi**, TMMOB, Çevre Mühendisleri Odası, Ankara, 2003, s. 15.

<sup>153</sup> Çevre ve Orman Bakanlığı, İklim Özen Göstermek, **a.g.k.**, s. 19.

<sup>154</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 54.

almıştır.<sup>155</sup> 26 Ağustos-2 Eylül 2002 tarihleri arasında düzenlenen ve daha etkin adımlar atılan Johannesburg Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi’nde ise, son 10 yılda temiz suya erişim ve atık suların arıtımında karşılaşılan yetersizliklerin sebep olduğu çocuk ölümlerinin, 2. Dünya Savaşından sonra yaşanan silahlı çatışmalarda kaybedilen insan sayısından fazla olduğu gerçeği gözler önüne serilmiştir.<sup>156</sup>

Ancak bu zirvede en büyük tartışmalar enerji konusunda yapılmış, ABD ve OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries)’in baskısı ile belli bir zaman dilimi içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının tüm dünyada kullanımının belli bir hedefe ulaşması konusunda somut bir taahhütte bulunulamamıştır. Kabul edilen Johannesburg Uygulama Planında, yenilenebilir enerji, Kyoto Protokolü ve iklim değişikliği ile ilgili enerji konulu maddeler olmasına karşın yenilenebilir enerji taraftarları, farklı bir oluşumla bu konuda başarı elde etmeyi hedeflemişlerdir. Bu amaçla oluşturulan Johannesburg Yenilenebilir Enerji Koalisyonu, Avrupa Birliği’nin başı çektiği, Türkiye dahil olmak üzere AB üyelik sürecindeki ülkeler ve ada devletlerinin katılımı ile geniş bir ittifak haline gelmiştir. Johannesburg’da yayımladıkları bir bildiri (“Yenilenebilir Enerji Yolunda” başlıklı ortak bildiri) ile kararlılıklarını kamuoyuna duyuran bu Koalisyon, 2004 yılı Haziran ayında Bonn’da düzenlenen Uluslararası Yenilenebilir Enerji Konferansı ardından oluşturulan Siyasi Bildirge ve Uygulama Planı ile çalışmalarını giderek etkinleştirmiştir. Nitekim 2004 yılında Rusya Federasyonu’nun Kyoto Protokolü’ne katılacağını açıklamasında bu çalışmaların da katkısı olduğuna inanılmaktadır.<sup>157</sup>

---

<sup>155</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 31.

<sup>156</sup> Deniz İncedayı, “Çevresel Duyarlık Bağlamında Davranış Biçimi Olarak, Sürdürülebilirlik”, **a.g.k.**

<sup>157</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma..., a.g.k.**, s. 3-11.

Kyoto Protokolü'nün yürürlüğe girebilmesi için, en az 55 ülke parlamentosunun anlaşma maddelerini kabul etmesi gerekmektedir. Mayıs 2000 tarihine kadar ancak 22 ülke Protokolü kabul ettiğini bildirmiştir. Atmosfere salınan karbon oranının % 55'ini üreten ülkelerin imza koyması şartıyla yürürlüğe girebilecek olan 127 imzalı Kyoto Protokolü'ne ABD ve Rusya en büyük muhalefeti yürütmekteydi. Ancak, kritik ülkelere Rusya, Kyoto Protokolü'ne imza atınca, % 55 oranı yakalanmış ve Kyoto Protokolü 16 Şubat 2004'te resmen yürürlüğe girmiştir.<sup>158</sup> Fakat ABD bilimsel bulguları tereddütlerle karşılamakta olup, Kyoto Protokolü'ne bağlı olmadığını ilan etmiştir. Buna karşı iç ve dış baskılar devam etmektedir. Kimi ülkelerin kendi çıkarlarını korumak amacıyla dünyadaki tüm insanları etkileyecek çevre sorunlarının çözümü için yapılan girişimlere katılmaktan imtina ederek işbirliğine yanaşmamaları, gelecek kuşakların yaşam haklarını ihlal etmekte ve onların yaşam niteliklerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Sonuç olarak, iklim değişikliğinin ve olası etkilerinin önlenmesi açısından Kyoto'dan beklenenler henüz gerçekleşmemiştir. Özellikle dünyadaki sera gazı üretiminin en çok yapıldığı ülke olan ABD'nin, Kyoto Protokolü'nün gereklerini yerine getirmemekte direnmesi ve taraf olmaması protokolden beklenen hedeflerin gerçekleştirilmesindeki en büyük engellerden biridir. Ancak yine de diğer ülkelerin taraf olmasıyla sera gazları açısından % 55'lik bir orana ulaşılması ve sera gazlarının azaltılması yönünde geç de olsa çalışmaların başlamış olması umut vericidir.

---

<sup>158</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 50.

## **6. AVRUPA BİRLİĞİ'NDE YENİLENEBİLİR ENERJİYE BAKIŞ**

Enerji, tüm ekonomik ve sosyal yaşam üzerinde belirleyici bir rol oynar ve ekonomik kalkınma için zorunlu olan bir girdidir. İşte bunun içindir ki, enerji arzı üzerinde denetimi ve enerji arz güvenliğini sağlamak Avrupa Birliği (AB) için de her zaman önemli bir sorun olmuştur. Ancak daha önemli bir sorun vardır ki, arz güvenliğine çevre bağlamının eklenmesi sonucunu doğurmuştur. Bu sorun, fosil yakıtların yarattığı çevre sorunlarının hızla artmasıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretiminde kullanımının artırılması ve böylece enerji arzının çevre açısından da güvenli olarak sağlanması, sorunun çözümünde öne çıkan en önemli politikadır.

İleriki başlıklarda öncelikle AB'nin yenilenebilir enerji kaynakları odaklı enerji politikalarına dayanak olan strateji belgelerine değinilecektir. Daha sonra bu kaynakların kullanımı ile önemli ölçüde önlenilebileceği düşünülen küresel ısınma ve iklim değişikliğine ilişkin en önemli uluslararası girişim olan İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü'nde AB'nin durumu incelenecektir.

### **6.1. Yeşil Kitap (Rapor)**

Avrupa Birliği Komisyonu 20 Kasım 1996 tarihinde yenilenebilir enerji konusundaki stratejisinin ilk adımı olarak enerji konusundaki “Yeşil Raporu” yayınlamıştır. Bu yayında 2010 yılında topluluk bünyesinde yenilenebilir

kaynakların genel enerji talebinin karşılanmasında %12'lik bir paya ulaşması hedefi belirlenmiştir.<sup>159</sup>

Belgenin amacı yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili en acil ve önemli tartışma konularını ve önlemleri gündeme getirerek, hedefleri, bu hedeflere ulaşılması önünde mevcut olan engelleri ve bu engelleri ortadan kaldırmak üzere izlenecek yolları ve kullanılacak araçları belirlemektir.<sup>160</sup>

## 6.2. Beyaz Kitap (Rapor)

Yeşil Kitap'ta belirlenen hedef konusunda değişik kesimlerin görüşleri alınarak, söz konusu hedefe ulaşabilmek için uygulanacak stratejiyi tanımlamak üzere 26 Kasım 1997 tarihinde “Geleceğin Enerjisi: Yenilenebilir Enerji Kaynakları başlıklı Beyaz Rapor” yayınlanmıştır.<sup>161</sup> Bununla birlikte, bu kitapta söz konusu hedefin yasal bir bağlayıcılık taşımayıp politik bir hedef olduğu vurgulanmaktadır.<sup>162</sup> Arz güvenliğine ilişkin endişelerin yanısıra çevreye ilişkin mülahazaların (düşüncelerin) da giderek öne çıkması yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi daha da artırmıştır. AB, 1997'de çıkardığı Beyaz Kitap ile yenilenebilir enerji kaynakları için bir strateji ve eylem planı gündeme getirmiş ve bir senaryo çerçevesinde 2010'a ilişkin tahminlerde bulunmuştur.<sup>163</sup> AB'nin enerji politikasını etkileyen arz güvenliği dışında bir diğer ögenin de çevre olması, ülkelerin daha az

---

<sup>159</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.k., s. 4-27.

<sup>160</sup> A. Yavuz Ege, “Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'nin Uyumı”, a.g.k., s. 7.

<sup>161</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.k., s. 4-27.

<sup>162</sup> a.g.k., s. 74.

<sup>163</sup> A. Yavuz Ege, “Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'nin Uyumı”, a.g.k., s. 22.

kirlilik yaratan kaynaklara yönelmelerine yol açmış ve sürdürülebilir kalkınma ile uyumlu bir ortak enerji politikası temel amaç olmuştur.

Rapor, başta iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının emisyonunu ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla o dönemde %6'lık paya sahip olan yenilenebilir enerji kaynaklarının AB'de kullanımının 2010 yılına kadar %12 seviyesine çıkartılmasını amaçlamaktadır.<sup>164</sup>

Raporda, yenilenebilir enerji kaynaklarının ithalata olan bağımlılığı azalttığı ve arz güvenliğini sağladığı, CO<sub>2</sub> emisyonunun azaltılması ve yeni iş sahalarının açılmasına yardımcı olduğu, bu kaynakların AB'nin genel iç enerji tüketiminde %6'lık bir paya sahip olduğu belirtilerek, AB'nin 2010 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranını ikiye katlamayı hedeflediği öngörülmektedir.<sup>165</sup>

Beyaz Raporun yayınlanmasından sonra Kyoto Protokolü imzalanmıştır. Bu Protokole göre üstlendiği yükümlülükler ile AB, enerji güvenliğine sadece arz boyutu ile değil çevre güvenliğini de dikkate alacak biçimde baktığını göstermiştir. Bu durum, enerji üretiminde çevresel güvenliğin sağlanmasına büyük katkıda bulunacağı düşünülen yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini AB için daha da artırmaktadır.

---

<sup>164</sup> EU COM (97) 559 final (26/11/1997), "Energy for the Future: Renewable Sources of Energy", White Paper for a Community Strategy and Action Plan.

<sup>165</sup> Avrupa Bilgi Köprüleri Programı, **Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Yansımaları, 2, AB'de Enerji ve Çevre, AB Enerji Modelleri**, Avrupa Bilgi Köprüleri Programı Yayını, Ankara, 2003, s. 62.

AB’de ortak politika oluşturma yönünde yürütülen çalışmaların önemli bir köşe taşı olan Beyaz Raporun ardından, Avrupa Komisyonu, 20 Kasım 2000 tarihinde, “Enerji Arzının Güvenliği için Bir Avrupa Stratejisine Doğru” başlıklı Yeşil Kitabı yayınlamıştır. Burada fiziki, ekonomik, sosyal ve çevresel riskler üzerinde durulmakta ve gelecekteki potansiyel istikrarsızlığa işaret edilmektedir.<sup>166</sup> Yeşil Kitap; toplumların sosyal istikrarını, gelişmesini maliyet etkin ve dengeli bir enerji arzına bağlamaktadır. Bu öğelerin gerçekleştirilmesinde enerji darboğazının yaşanmamasını hedefleyen AB<sup>167</sup>, bu hedefe ulaşmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmaya yönelik stratejiler geliştirmekte, çalışmalar yapmaktadır. Bu çalışmalardan konumuz açısından en önemlisi, yenilenebilir enerji kaynakları direktifidir.

### **6.3. 2001/77/EC sayılı Konsey Direktifi**

2001 yılının Ekim ayında Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Birliği Konseyi, İç Elektrik Piyasalarında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektriğin Teşvik Edilmesine ilişkin 2001/77/EC sayılı Direktifi kabul etmiştir. Bu direktif, üye ülkelerdeki yenilenebilir elektrik politikasının gelecek 10 yıl içindeki çerçevesini belirlemektedir. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektriğin Teşvik Edilmesine ilişkin Avrupa Konseyi Direktifinin en temel özelliklerinden birisi, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik için saptanan ulusal hedeflerin tutturulmasına yönelik Topluluk hedeflerinin belirlenmesidir. Ek olarak direktif; bağlayıcı olmayan yaklaşım tatmin edici sonuçlar üretmezse, bağlayıcı hedefler

---

<sup>166</sup> A. Yavuz Ege, “Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası ve Türkiye’nin Uyumu”, **a.g.k.**, s. 27.

<sup>167</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 44.

belirleme imkanını açık bırakmaktadır.<sup>168</sup> AB'nin yüksek önceliklerinden biri olan yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin teşvik edilmesi, üye ülkelerdeki teşvik mekanizmalarının belli bir plana göre işletilmesi için önemli bir adım olan<sup>169</sup> ve 27 Ekim 2001 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe giren Direktifin<sup>170</sup> gerekçesinde aşağıdaki noktalar yer almaktadır:

- Enerjide arz (kaynak) güvenliği ve çeşitliliği, çevrenin korunması, sosyal ve ekonomik dayanışmanın sağlanması açılarından, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin teşvik edilmesi AB'nin yüksek önceliklerinden biridir.

- AB'deki yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli henüz tümüyle geliştirilmemiştir.

- Tüketilen elektrik içerisindeki yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektriğin payının artırılması, Kyoto Protokolü'ne uyum için gerekli önlemler paketinin önemli bir ögesidir.

- Üye ülkeler, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin payının orta vadede ne olacağına ilişkin ulusal hedefler belirlemelidir. Bu ulusal hedefler Kyoto Protokolü ile AB tarafından kabul edilen ulusal yükümlülükleri ile uyumlu olmalıdır.

---

<sup>168</sup> Erol Ünal, **a.g.k.**, s. 151.

<sup>169</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 2.2.

<sup>170</sup> "Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market".

- Yenilenebilir enerji kaynakları piyasası için kanuni bir çerçeve oluşturulmasına ihtiyaç vardır.

Bu direktifin (yönetmelik) amacının, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin dahili elektrik piyasasındaki payının artırılmasını teşvik etmek ve gelecekte çıkarılacak Avrupa Birliği Çerçeve Antlaşmasına temel oluşturmak olduğu belirtilmektedir.<sup>171</sup> Diğer bir anlatımla, orta dönemde yenilenebilir enerji kaynaklarıyla elektrik üretiminin artırılmasına yardımcı olmak amacıyla bir Topluluk çerçevesi oluşturmak temel amaçtır.

2001/77/EC<sup>172</sup> AB Yenilenebilir Enerji Direktifinde; güneş, rüzgar, jeotermal, dalga/gel-git/okyanus, hidrolik, biyokütle ve biyogaz gibi fosil olmayan enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynakları olarak sayılmaktadır.<sup>173</sup> Ayrıca hidrolik enerjinin kapsamına ilişkin bir sınırlama yapılmamıştır.<sup>174</sup> Ayrıca, direktifle yenilenebilir enerji kaynakları piyasası için yasal bir çerçevenin oluşturulması önerilmekte ve bu çerçeve oluşturuluncaya kadar yatırım yardımı, vergi muafiyeti ya da indirimi, vergi iade veya fiyat indirimi gibi mekanizmaları içeren ülkesel uygulamalar desteklenmektedir. Bilindiği gibi yenilenebilir enerji kaynakları çevrenin korunmasında oynadıkları önemli rol sebebiyle AB tarafından özellikle

---

<sup>171</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 2.92.

<sup>172</sup> Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market.

<sup>173</sup> Directive 2001/77/EC, Article 2, Definitions.

<sup>174</sup> Ayfer Uğur, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun Tasarısı”, [www.emo.org.tr](http://www.emo.org.tr), 25.01.2007.

teşvik edilmektedir.<sup>175</sup> Böylece, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımının sağlanması dışa bağımlılık ve arzın kesintiye uğraması risklerini de azaltacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin arz güvenliği, arzın çeşitlendirilmesi, çevrenin korunması ve sosyal ve ekonomik bütünleşme açısından son derece önemli olduğunu, yenilenebilir enerji kaynakları hakkındaki Beyaz Kitap'ın genel hedefi olan Topluluk çapındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji tüketiminin 2010 yılına kadar %12'ye çıkartılması hedefini -ki bu hedefin %22,1'ini elektrik oluşturur- belirten Direktif aynı zamanda, sera gazı emisyonlarının azaltılması hakkında 1997 Kyoto Protokolü kapsamında AB'nin üstlendiği taahhütlere uyması için alması gereken tedbirler bütününe önemli bir parçasını oluşturur.<sup>176</sup> Yenilenebilir enerji kaynakları teknolojileri konusunda AB şirketleri son yıllarda dünya çapında lider konumundadırlar. Direktif, iç piyasa ilkelerini de gözetmek suretiyle, bu enerji sistemlerini teşvik etmektedir.

AB'nin İDÇS ve KP'deki durumuna geçmeden önce, bir de ulaştırma sektöründe biyoyakıtlar başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin Direktife de değinmek yerinde olacaktır. 8 Mayıs 2003 tarih 2003/30/EC sayılı Ulaştırma Sektöründe Biyoyakıtlar ve diğer Yenilenebilir Yakıtların Kullanımının Teşviki ile ilgili AB Direktifinde ulaşım sektöründe 2005

---

<sup>175</sup> Directive 2001/77/EC, Article 3, National indicative targets.

<sup>176</sup> Avrupa Bilgi Köprüleri Programı, **Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Yansımaları, 4, AB'nin Enerji Politikası, AB'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Avrupa Bilgi Köprüleri Programı Yayını, Ankara, 2003, s. 80.

yılında %2, 2010 yılında artan oranlarla %5,75 oranında biyoyakıt (biyodizel, biyoetenol, biyometanol, biyogaz) kullanımı öngörülmektedir.<sup>177</sup>

#### **6.4. AB'nin İDÇS ve Kyoto Protokolü'ndeki Durumu**

AB, İDÇS görüşmelerinde, iklim değişikliğinin küresel bir sorun olduğunu, bu nedenle başta gelişmiş ülkeler olmak üzere tüm dünya ülkelerinin sera gazı emisyonlarını azaltmak için somut yükümlülükler üstlenmeleri gerektiğini vurgulamıştır. AB'nin Sözleşmedeki ana yükümlülüğü, 2000 yılına kadar emisyonlarını tek tek ya da ortaklaşa olarak 1990 düzeylerinde tutmaktır. Topluluk, 21 Mart 1993 tarihinde gerekli onay işlemlerini tamamlayarak İDÇS'ye taraf olmuştur.<sup>178</sup>

1997 yılında, İDÇS çerçevesinde hazırlanan Kyoto Protokolü ile de imza sahibi ülkelere 2008-2012 yılları arasındaki dönem için sera gazı emisyonlarını 1990 seviyelerine göre en az % 5 azaltma yükümlülüğü getirilmiştir.<sup>179</sup> Bu doğrultuda, AB'nin Kyoto Protokolü (KP)'ndeki yükümlülüğü, toplam altı sera gazını (Karbondiyoksit (CO<sub>2</sub>), diazotmonoksit (N<sub>2</sub>O), metan (CH<sub>4</sub>), hidroflorokarbonlar (HFC'ler), perflorokarbonlar (PFC'ler) ve sülfür heksafluorid (SF<sub>6</sub>)) kapsayan emisyonlarını 2008-2012 döneminde 1990 düzeylerinin % 8 (336 milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğer) altına indirmektir. AB'nin Kyoto hedefi olan % 8 oranındaki emisyon indirimine ulaşmadaki sorumluluğu, üyesi bulunan ülkeleri de kapsadığından,

---

<sup>177</sup> Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport.

<sup>178</sup> Murat Türkeş, Gönül Kılıç, "Avrupa Birliği'nin İklim Değişikliği Politikaları ve Önlemleri", **a.g.k.**, s. 15.

<sup>179</sup> Avrupa Bilgi Köprüleri Programı, **Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Yansımaları, 3...**, **a.g.k.**, s. 90.

Topluluk daha çok kendisi için düzenlenmiş olan KP'nün 4. maddesi'nden yararlanma yoluna gitmiştir. Bu madde, ülke gruplarının, ortak amacın korunması koşuluyla, yükümlülüklerini kendi aralarında yeniden dağıtabileceklerini söylemektedir (genelde bu “balon” olarak adlandırılmaktadır). AB Balonu'nda ortak hedef olan % 8 emisyon indirimi korunmak üzere, yükümlülükler, Haziran 1998'de, Konsey'de karar verilen “AB yük paylaşım (Burden Sharing)” düzeneğine göre Üye Devletler arasında bölüştürülmüştür. Ekonomik büyüklük, emisyon indirimleri için +kalan fırsatlar ve kişi başına emisyon gibi Üye Devletlerin koşulları dikkate alınarak, her Üye Devlet için farklı bir emisyon hedefi belirlenmiştir. Hedefler ülkeden ülkeye büyük farklılık göstermektedir. Örneğin, Lüksemburg'un emisyonlarını % 28 oranında azaltması gerekirken, Portekiz'in % 27 oranında artırmasına izin verilmiştir.<sup>180</sup>

Tablo 6'da üye devletlerin KP'nin 4. maddesi'ne ve “yük paylaşım” anlaşmasına göre belirlenen bu yükümlülükleri gösterilmektedir. Görüldüğü gibi sera gazı indirim politikaları AB tarafından da benimsenmiş ve bunun gereği olarak belli hedefler konulmuştur. “Yük Paylaşımı” ilkesi gereği bazı üye ülkeler çok fazla emisyon indirimi taahhüdü altına girerken, bazı ülkeler 1990 yılı seviyesinin daha da üstünde sera gazı emisyonu üretebileceklerdir.

---

<sup>180</sup> Murat Türkeş, Gönül Kılıç, “Avrupa Birliği'nin İklim Değişikliği Politikaları ve Önlemleri”, **a.g.k.**, s. 16.

**Tablo 6: Üye Devletlerin KP Madde 4'e ve "Yük Paylaşım" Anlaşmasına Göre Belirlenen Yükümlülükleri**

| Üye Devlet | Yükümlülük (%) |
|------------|----------------|
| Avusturya  | —13            |
| Belçika    | —7,5           |
| Danimarka  | —21            |
| Finlandiya | 0              |
| Fransa     | 0              |
| Almanya    | —21            |
| Yunanistan | +25            |
| İrlanda    | +13            |
| İtalya     | —6,5           |
| Lüksemburg | —28            |
| Hollanda   | —6             |
| Portekiz   | +27            |
| İspanya    | +15            |
| İsveç      | +4             |
| İngiltere  | —12,5          |
| Toplam     | —8             |

**Kaynak:** Murat Türkeş, Gönül Kılıç, "Avrupa Birliği'nin İklim Değişikliği Politikaları ve Önlemleri", **V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi**, TMMOB, Çevre Mühendisleri Odası, s. 16.

## 6.5. AB’de Yenilenebilir Enerji Politikası

AB’nin kendi enerji kaynaklarının azalmasına paralel tüketiminin artmasıyla, enerjide dışa bağımlılığı da artmıştır. Bu bağımlılığın önümüzdeki 25 yılda giderek artması ve şu an ortalama %53,8 olan ithal enerji oranının 2030’da %70’e çıkması beklenmektedir. Dolayısıyla AB’nin enerji politikasının ana eksenlerinden birini bu bağımlılığın doğurduğu/doğuracağı riskleri en aza indirmek oluşturmaktadır. Özellikle AB’nin enerji tüketiminin %79’unu oluşturan fosil yakıtların yakın gelecekte tükenerek olması, bu kaynakların az sayıda ülkenin elinde bulunmasının oluşturduğu bağımlılığın yarattığı riskler ve enerji fiyatlarındaki dalgalanmanın ekonomide kırılganlık yaratması, enerji kaynaklarının çeşitlendirilerek dengeli bir tüketim yapısının oluşturulmasını gerektirmektedir.<sup>181</sup>

AB’yi fosil yakıtlardan uzaklaştırarak farklı kaynak kullanımına yönelten en önemli nedenlerden biri de oluşumunda fosil yakıt kullanımının büyük rolü olan küresel ısınmadır. Son yıllarda sera etkisi yaratan gazların emisyonu sonucu oluşan iklim değişikliği etkisi, öngörülenden daha hızlı ilerlemiştir. Başta CO<sub>2</sub> olmak üzere bu gazların çoğunluğu enerji sektörünün etkinlikleri sonucudur. Ayrıca, fosil yakıtların yakılması ile oluşan gazlar da, hava kalitesini bozduğu için, AB’nin yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artması “olmazsa olmaz” bir biçimde karşımıza çıkmaktadır.<sup>182</sup>

---

<sup>181</sup> Feride Doğaner Gönel, Serçin Şahin, “AB Çevre Müktesebatı Çerçevesinde Aday Ülkelerin ve Türkiye’nin Enerji Piyasasının Durumu”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-II, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s. 46.

<sup>182</sup> Feride Doğaner Gönel, Serçin Şahin, “AB Çevre Müktesebatı Çerçevesinde Aday Ülkelerin ve Türkiye’nin Enerji Piyasasının Durumu”, **a.g.k.**, s. 46.

Avrupa Birliği Komisyonu’nun hazırladığı Küresel Isınma Raporu<sup>183</sup>,’na göre, Avrupa’da küresel ısınmanın etkileri açıkça görülmeye başlanmıştır. Tarihin en sıcak 10 yılının 1990’lı yıllardan günümüze kadar olan dönemde yaşandığına dikkat çekilen raporda, küresel ısınma lenemezse hayvan ve bitki türlerinin doğal yaşam alanlarını değiştireceği, tarımsal alanların kuruyacağı ve doğal felaketlerin yaşanacağı belirtilmektedir.<sup>184</sup> Küresel sera gazının %15’inden sorumlu olan AB’de yenilenebilir kaynaklardan enerji retimi, AB’nin sera gazı emisyonları ve kirlilik azaltımına önemli katkılar sağlayabilecektir.<sup>185</sup>

Küresel ısınma ve/ya da iklim değişikliklerine karşı, ozon tabakasındaki incelmenin lenmesine ya da hava kirliliğine yönelik AB’nin aldığı önlemlerin hepsinin ortak noktası, en başta karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonlarının azaltılmasıdır. Çünkü karbondioksit, 2000 yılı itibariyle AB’nin toplam sera etkisi yaratan gaz emisyonlarının %82’sini oluşturan en önemli gazdır. Öte yandan, enerji sektörünün, AB’nin toplam CO<sub>2</sub> emisyonunun %27’sini, toplam kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) emisyonunun %90’dan fazlasını, toplam azotoksitin (NO<sub>x</sub>) tamamını, metan-dışı uçucu organik bileşimlerinin yaklaşık yarısı ve partiküllerin %85’ini oluşturduğunu düşünürsek, sürdürülebilir enerji ile ilgili önlemlerin birlik için ne kadar önemli olduğu daha iyi anlaşılır.<sup>186</sup>

---

<sup>183</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), “Climate Change 2007: The Physical Science Basis”, **a.g.k.**

<sup>184</sup> “Küresel Isınma”, Sabah Gazetesi, 14.01.2007, s. 12.

<sup>185</sup> Mehmet ağlar, Zerrin T. Altuntaşoğlu, “Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji”, **a.g.k.**, s. 159.

<sup>186</sup> Feride Doğaner Gnel, “evre Dostu Enerji Kullanımı: Ne Kadarı Gerçek Ne Kadarı Hayal”, **a.g.k.**, s. 353.

Avrupa Birliği'nin enerjide bu kadar dışa bağımlı olması ve çevre sorunları ile karşılaşması, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemine dikkat çekilmesine neden olmuştur. AB'nin enerji sorunlarını çözmek üzere Komisyon, bir enerji politikası oluşturmuştur. Avrupa Birliği enerji politikasının amacı; tüm kullanıcıların ucuz, güvenilir, çevreye zarar vermeyen enerji kaynakları ile enerji gereksiniminin karşılanmasını sağlamaktır. Enerji sektöründeki temel politika eylemleri, daha çok enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynakları, enerji-verimli üretim kuralları, enerji hizmetlerinin iyileştirilmesi ve bileşik ısı ve güç sistemleri üzerinde yoğunlaşmaktadır.<sup>187</sup>

AB, bu amaca uygun etkinliklerin gerçekleştirilebilmesi için çeşitli plan ve programlar geliştirmektedir. Örneğin; vergileme ve bilinçlendirme gibi yöntemlerle çevre-dostu bir enerji tüketim yapısının oluşturulması, ulaşım ve inşaat gibi sektörlerin temiz enerjiye yönelmesi, kaynakların çeşitlendirilmesi ve ülkelerin enerji tasarrufuna yönelik yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasını sağlayacak politikalar izlemelerinin sağlanması, Kyoto Protokolü'nün bir gereği olarak sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik taahhüdün yerine getirilmesi için çalışmalar yapılması yürütülen etkinlikler arasındadır.

Arz güvenliği sorununun çözümü için alternatif enerji kaynaklarına yönelen AB ülkeleri, özellikle Çernobil vakasından sonra çevresel kaygılarla nükleer enerjiye karşı tepki göstermiş ve nükleere karşı gelişen bu toplumsal ve siyasal muhalefet, yenilenebilir enerji kaynaklarının bir adım öne çıkmasında etkili olmuştur.

---

<sup>187</sup> Avrupa Bilgi Köprüleri Programı, **Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Yansımaları, 2., a.g.k.**

Hidroelektrik dahil yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, bunların enerji dengesine çok belirgin biçimde katkı yapar duruma getirilmesi temel hedef olmuştur. Bu bağlamda, AB'nin enerji ve çevre politikası hedeflerini bir arada yerine getirmeyi sağlayacak enerji kaynakları arasında yenilenebilir enerji kaynakları önemli bir yer tutmaktadır.

Sürdürülebilir enerjinin üçlü sacayağından biri olan yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı konusunda özellikle elektrik üretimindeki payını %14'den %22'ye çıkartmayı hedefleyen AB'de yenilenebilir kaynaklarını kullanmada üye ülkeler arasında oldukça büyük farklılıklar söz konusudur; rüzgar enerjisinde Danimarka, Almanya, İspanya'nın, güneş enerjisinde ise Avusturya, Almanya ve Yunanistan'ın başarılı olduklarını söyleyebiliriz.<sup>188</sup>

Yenilenebilir kaynakların halen AB enerji tüketimi içinde %6 olan payı, büyük güçte hidrolik santralleri de kapsamaktadır. Mevcut hidrolik potansiyelin zaten büyük oranda geliştirilmiş olması ve çevresel kaygılar nedeniyle, 2010 yılında %12'lik hedefe ulaşmayı sağlayacak eklemenin, büyük güçteki hidrolik dışındaki diğer yenilenebilir kaynaklardan sağlanacağı açıktır. Bu konudaki en önemli katkının 90 milyon ton petrol eşdeğeri (MTPE) ile şu anki kullanım düzeyini üçe katlayacak biyokütle kullanımından, ikinci büyük katkının ise toplam 40 GW ile rüzgardan geleceği öngörülmektedir.<sup>189</sup> 2010 yılına kadar kurulacak 100 milyon m<sup>2</sup> ile güneş-

---

<sup>188</sup> Feride Doğaner Gönel, “Çevre Dostu Enerji Kullanımı: Ne Kadarı Gerçek Ne Kadarı Hayal”, **a.g.k.**, s. 354-355.

<sup>189</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, **a.g.k.**, s. 4-27.

termal toplayıcılarının da söz konusu hedefe ulaşılmasında önemli bir katkı yapması beklenmektedir.<sup>190</sup>

Yürüttüğü politikalar sayesinde 2010 yılı hedeflerine yakın görülen Avrupa Birliği, enerji sektöründeki yenilenebilir enerji payını 2020 yılında %20'ye, 2040 yılında ise %50'ye çıkarmayı hedeflemektedir. Ayrıca 2020 yılına kadar yenilenebilir enerji payını, elektrik sektöründe %33'e, ısıtma-soğutma sektöründe ise %25'e çıkarmak da AB'nin hedefleri arasındadır. Bu hedeflerin en önemli getirilerinden biri, 2020 yılına kadar CO<sub>2</sub> emisyonunun 1990 yılı rakamlarına göre %17,6 oranında azalabilecek olmasıdır.<sup>191</sup> AB'de bu hedeflere ulaşmak için sadece finansal destek yetmez; bunun yanında istikrarlı bir politik destek ile bilgilendirme ve eğitim de gereklidir.

Sadece AB'de değil, ülkemizde ve tüm dünyada yenilenebilir enerji ve üretim sistemlerinde yaşanan yavaş gelişmenin nedeni genellikle yerleşik çıkar ilişkileri, mevcut altyapının yetersizliği, ekonomik koşullar, finans bulmakta ve almaktaki zorluklar, bilimsel ve teknik yetersizlikler, yenilenebilir enerji teknolojileri ve kaynakların potansiyelleri ile ilgili bilgi eksikliğine bağlanmaktadır. En önemli etken, diğerlerini de etkileme gücüne sahip olan politikalar. Politikalar bu engelleri ortadan da kaldırabilir; güçlendirebilir de.<sup>192</sup>

---

<sup>190</sup> Avrupa Bilgi Köprüleri Programı, **Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Yansımaları**, 4, a.g.k., s. 77.

<sup>191</sup> Neslihan Kulözü, "Yenilenebilir Enerji Politikaları: Fransa Örneği", a.g.k., s. 7.

<sup>192</sup> a.g.k., s. 10.

Avrupa Birliği lkeleri, öngörülen hedeflere ulaşmak için yenilenebilir enerjiye yapılacak yatırımları artırmak amacıyla, hem arz tarafında (yeşil sertifika, yatırım desteği, vergi muafiyeti ya da indirimi, vergi iadesi, doğrudan fiyat desteği gibi) eşitli teşvik ve destek politikaları uygulamakta, hem de talep tarafında yeşil enerji kullanımını yaygınlaştırmak için vergi muafiyetleri ve sübvansiyon gibi uygulamalar yapmaktadır.<sup>193</sup>

Ekonomik olarak rekabet edilebilir duruma gelebilmeleri için yenilenebilir enerji kaynaklarına bazı avantajlar sağlanmalı ve piyasaya giriş cazip duruma getirilmelidir. Yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjinin fiyatını cazipleştirmek için “Enerji vergisine çevreyi ekleyerek yeşillendirmek” yenilenebilir olmayan enerjiyi daha pahalı duruma getirmektedir. “Yeşil enerji vergileri” Avrupa’da çoğunlukla kullanılmaktadır. Bilinçlenme ve toplum desteği politika desteği için politik kanıtlar sağlamaktadır ve bundan dolayı politikanın sürekliliği için yararlıdır. Bilinçlenme ve bilgilenme, yenilenebilir enerjiye yönelik kamu bilinci ve tutumunun oluşması talep yönlendirmeli yenilenebilir enerji piyasası için önemli ve gereklidir.<sup>194</sup>

AB’de yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılması konusunda en büyük katkının rüzgar enerjisinden geleceğinin beklendiğinden bahsetmiştik. Avrupa’da bugün yaklaşık olarak 47 000 türbinle rüzgar enerjisinden 83 milyar kWh elektrik enerjisi üretilmektedir. Üretilen bu miktar, Avrupa’nın elektrik üretiminin yaklaşık %3’n karşılamaktadır. Gelişmeler bu gerçekleşmeler doğrultusunda

---

<sup>193</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 2.93.

<sup>194</sup> Erol nal, **a.g.k.**, s. 116-117.

sürerse 2030 yılında 90 000 türbinle yaklaşık 1 trilyon kWh enerji üretimi sağlanarak Avrupa’da tüketilen elektriğin %23’ü rüzgar enerjisi santralleri ile karşılanması öngörülmektedir.<sup>195</sup> Bugün Danimarka’nın tükettiği elektriğin %20’sini rüzgar santrallerinden sağlaması, bu konuda hedeflerin ne kadar ulaşılabilir olduğunun önemli bir kanıtıdır.

1990 yılında AB’nin sadece 474 MW olan rüzgar kurulu gücü, 2003 yılına kadar olan 13 yıllık dönemde tam 60 kat artarak 2003 yılında 28 676 MW’a ulaşmıştır. Dünyadaki kurulu rüzgar gücünün yaklaşık %74’üne karşılık gelen bu kurulu güç ile Avrupa rüzgar enerjisi konusunda dünyadaki lider konumunu sürdürmektedir.<sup>196</sup> Rüzgar enerjisi endüstrisi, Avrupa için 2010 yılına kadar 40 000 MW rüzgar enerji kapasitesi kurmak üzere bir hedef koymuştur. Bu hedefe ulaşılmasıyla yaklaşık 50 milyon insana elektrik sağlanacaktır. “2010 da 40 000 MW” kampanyası, Avrupa Komisyonu’nun “AB’deki Yenilenebilir Enerji Kaynakları için Beyaz Rapor”u tarafından da desteklenmektedir.<sup>197</sup>

Sonuç olarak, Avrupa Birliği enerji ve çevre politikaları hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi; yenilenebilir enerji kaynaklarının katkısı, bunların geliştirilmesi ve ekonomik olarak çekici duruma getirilmesi konusunda gösterilecek

---

<sup>195</sup> Zeki Aybar Eriş, “Türkiye ve Avrupa’da Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Gelişimi”, **Eneji&Kojenerasyon Dünyası**, sayı 42, Mayıs-Haziran 2006, s. 83.

<sup>196</sup> Ruhan H. Sezer, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Elektrik Sistemine Teknik ve Ekonomik Etkileri ve AB Uygulamaları”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 26.

<sup>197</sup> Tanay Sıtkı Uyar, “Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu”, Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynak ve Teknolojileri Araştırma Birimi.

siyasi iradeye bağlı olacaktır.<sup>198</sup> Üretim maliyetleri, piyasaya giriş koşulları ve rekabet edebilirlik açısından bu kaynaklar teşvik edilmeli, uygun koşullar oluşturulmalıdır.

---

<sup>198</sup> A. Yavuz Ege, “Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası ve Türkiye’nin Uyumu”, **a.g.k.**, s. 13.

## II. BÖLÜM: YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Birinci bölümde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin nedenleri üzerinde özellikle çevre bağlamına ağırlık vererek durmuştuk. Bu bölümde, çeşitli gerekçelerle gerek ülkemizde gerekse tüm dünyada kullanılmaya başlanan bu kaynaklar, olumlu ve olumsuz yönleri ile birlikte ele alınacaktır.

İlk bölümde de bahsedildiği gibi, günümüzde fosil yakıtların neden olduğu; dışa bağımlılık, yüksek ithalat giderleri, sınırlı fosil yakıt rezervleri gibi sorunlara ek olarak 1990'lı yıllarda çevre bilincinin<sup>199</sup> artması ile<sup>200</sup> öne çıkan çevre sorunları, bu yakıtların ekolojik ve çevresel olarak temiz ve sürdürülebilir olmadığını kanıtlamıştır. Fosil yakıtlar yoluyla enerji üretiminin neden olduğu yerel, ulusal ve küresel çevre sorunları ve bunların yok edilmesi amacıyla alınacak önlemlerin maliyetlerinin çok yüksek olması, enerjide son kullanım verimliliği ile temiz ve yenilenebilir enerji üretimi arayışlarını gündeme getirmiştir. Bu arayışın sonucu, temel kaynağı güneş olan yenilenebilir enerji kaynaklarının günümüz insanınca yeniden keşfi olmuştur. Gerçekte, dünya üzerindeki yenilenebilir enerji miktarı güneş ışınımındaki enerjiye eşittir. Her yıl dünyanın kara kütleleri 19 triyon TEP (Ton eşdeğer petrol)'e eşdeğer güneş ışınımı alırlar. Bunun yaklaşık 9 milyar TEP'e yakın bölümü dünyanın enerji gereksinimini karşılar. Kuramsal olarak yılda 10-13 TW (Terawatt) gizli gücünde (potansiyelinde) olan dünyanın yenilenebilir enerji

---

<sup>199</sup> Bu bilinç, geleneksel enerji kaynaklarının insan ve çevre üzerinde yerel, bölgesel ve küresel düzeyde olumsuz etkilere neden olduğunun anlaşılmasına ve temiz enerji olarak atmosferi kirletici etkisi olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarının tüm dünyada destek görmesine yol açmıştır. Enerji güvenliğinden sonra çevre etmeni yenilenebilir kaynakların geliştirilmesini sağlayan en güçlü dayanak noktası olmuştur.

<sup>200</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 155.

kaynakları bugünün enerji tüketiminin tamamını karşılayacak büyüklüktedir. Ancak günümüzde bu potansiyelin yaklaşık olarak sadece %10'u kullanılmaktadır.<sup>201</sup>

## 1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI NEDİR?

Yenilenebilir enerji kaynaklarını tanımlamadan önce yaşamımızın her aşamasında ihtiyaç duyduğumuz enerji kaynaklarının çeşitlerinin neler olduğuna bakalım:

Enerji çevrim biçimlerine göre enerji kaynakları aşağıdaki biçimde ayrılabilir:

A- Dünyadaki kaynaklarının tükenip tükenmediğine göre,

1- Yenilenemeyen Enerji Kaynakları<sup>202</sup>

a) Kömür b) Petrol c) Doğal gaz d) Çekirdeksel fizyon (Nükleer)

2- Yenilenebilir Enerji Kaynakları

a) Güneş b) Rüzgar c)Biyokütle d) Hidroelektrik e) jeotermal

f) Hidrojen h) Dalga, akıntı ve gelgit

B- Ekosisteme verdikleri zarara göre,

1- Kirli Enerji Kaynakları

---

<sup>201</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 121.

<sup>202</sup> Halen dünya enerji ihtiyacının %90 gibi bir kısmını karşılayan fosil yakıtlar (petrol, doğal gaz, kömür, linyit, asfaltit), su gücü (hidrolik) ve nükleer enerji çağımızın **geleneksel enerji kaynakları** olmuşlardır.

a) Kömür b) Petrol c) Doğal gaz d) Çekirdeksel fizyon e) Büyük barajlı su gücü

## 2- Temiz Enerji Kaynakları

a) Güneş b) Rüzgar c) Biyokütle d) Hidroelektrik e) jeotermal  
f) Hidrojen h) Dalga, akıntı ve gelgit g) Barajsız su gücü<sup>203</sup>

Yenilenebilir enerji kaynakları nedir, hangi kaynaklar yenilenebilir enerji kaynağı olarak adlandırılır sorularının cevabını vermek için yapılmış çeşitli tanımlardan bazılarına yer vermek uygun olacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynakları, yeryüzünde ve doğada çoğunlukla herhangi bir üretim sürecine (prosesine) ihtiyaç duymadan temin edilebilen, fosil kaynaklı (kömür, petrol ve karbon türevi) olmayan, elektrik enerjisi üretilirken CO<sub>2</sub> emisyonu az bir seviyede gerçekleşen, çevreye zararı ve etkisi geleneksel enerji kaynaklarına göre çok daha düşük olan, sürekli bir devinimle yenilenen ve kullanılmaya hazır olarak doğada var olan hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git, hidrojen gibi enerji kaynaklarını ifade eder.<sup>204</sup> Kısaca, yenilenebilir enerji, sürekli yaratılan enerji kaynağı demektir. Hidroelektrik enerji, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi, gel-git enerjisi gibi kaynaklar yenilenebilir, kullanmakla eksilmeyen enerji kaynaklarıdır.

10 Mayıs 2005 tarihli ve 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”da yenilenebilir enerji

---

<sup>203</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 35-36.

<sup>204</sup> Erol Ünal, **a.g.k.**, s. 8.

kaynakları tanımlanırken, kanunun “Tanımlar ve kısaltmalar” başlıklı üçüncü maddesinin birinci fıkrasının (8) numaralı bendinde, “Yenilenebilir enerji kaynakları (YEK): Hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını,”; yine üçüncü maddenin birinci fıkrasının (11) numaralı bendinde, “Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynakları: Rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git ile kanal ya da nehir tipi ya da rezervuar alanı onbeş kilometrekarenin altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun elektrik enerjisi üretim kaynaklarını, ... ifade eder.” biçiminde; 4 Ekim 2005 tarihli ve 25956 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi Verilmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik”in “Tanımlar” başlıklı dördüncü maddesinde, “Yenilenebilir enerji kaynakları: Hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını, ... ifade eder” biçiminde tanımlanmıştır.

Genel olarak tanımladığımız yenilenebilir enerji kaynakları sonraki bölümlerde, olumlu etkilerinin yanısıra fosil yakıtlara kıyasla çok daha az olan olumsuzlukları da açıklanarak, ortaya konulacaktır.

## 2. GÜNEŞ ENERJİSİ

### 2.1. Tanımı

Başlıca yenilenebilir enerji kaynağı, fosil ve hidrolik enerjinin de asıl kaynağı olan ve dünyamızı ısıtan "güneş enerjisi"dir. Güneşin enerjisi, hidrojenin helyuma dönüşmesi sırasında ortaya çıkan enerjinin ışıyım biçiminde uzaya yayılmasıdır. Güneş daha milyonlarca yıl ışımasını sürdüreceğinden, dünyamız için sonsuz bir enerji kaynağıdır. Güneş, dünyadaki tüm enerji kaynaklarına dolaylı ya da dolaysız olarak temel oluşturmaktadır. Güneş ışınları ile dünyaya 170 milyar MW güçte enerji gelmektedir. Bu değer, dünyada insanoğlunun bugün için kullandığı toplam enerjinin 15-16 bin katıdır. Günümüzde dünyaya ulaşan güneş enerjisinin değerlendirilmesinde iki yol izlenmektedir: ısıya dönüştürme ve elektrik enerjisine çevirme.<sup>205</sup> Güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştürmede “toplaçlar”; doğrudan elektriğe dönüştürmede de “güneş gözeleri-güneş pilleri” kullanılmaktadır.<sup>206</sup> Günümüzün teknolojik ve ekonomik koşullarında güneş enerjisinin özellikle ısı kullanımı önem kazanmıştır.<sup>207</sup>

Dünyanın küresel olarak pek kullanmadığı, ancak geleceğin en çok kullanılabilecek enerji kaynağı olan güneş enerjisinden elektrik üretimi, doğrudan dönüşüm ve dolaylı dönüşüm olmak üzere iki ayrı yöntem ile gerçekleştirilir. Bu enerji ile ısıtmadan soğutmaya çok farklı ısı etkisinin kullanıldığı uygulamaların

---

<sup>205</sup> İstemi Ünsal, **a.g.k.**, s. 36

<sup>206</sup> Demir İnan, **Güneş Enerjisinin Isıl Uygulamaları**, Temiz Enerji Vakfı, Ankara, 2001, s. 1.

<sup>207</sup> Fikret Mazi, **a.g.k.**, s. 63.

yanısıra değişik teknolojiler ile elektrik enerjisi üretimi de gerçekleştirilmektedir.<sup>208</sup>

Fotovoltaik hücreler (PV hücreler-güneş hücreleri) gürültüsüz, çevreyi kirlletmeden, herhangi bir hareket eden mekanizmaya gereksinim duymadan güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren sistemlerdir.<sup>209</sup>

Dünyamıza bir günde gelen güneş enerjisi, güneşin toplam saldığı enerjinin yaklaşık 10 milyarda biridir. Bunun değeri,  $1,5 \times 10^{22}$  J yani 15 000 000 katrilyon joule'dür. (Bir Joule, bir kibritin yanması ile ortaya çıkan ısı enerjisinin yaklaşık binde biridir.) Dünyaya bir yılda düşen güneş enerjisi yaklaşık 200 trilyon ton kömüre eşdeğerdir. (Bu değer, günümüzde dünyada kullanılan toplam enerjinin 15-16 bin katına karşılık gelir.) Sadece Türkiye üzerine bir yılda düşen güneş enerjisi, 80 milyar ton petrole eşdeğerdir. Dünyamıza bir yılda düşen güneş enerjisi dünyadaki çıkarılabilir fosil yakıt kaynakları rezervlerinin tamamından elde edilecek enerjinin yaklaşık 15-20 katına eşdeğerdir.<sup>210</sup>

İnsanoğlu dünyada var olduğundan beri güneş enerjisinin önemini fark etmiş ve uzun yıllar fazla bir teknik geliştirmeden bu enerjiden yararlanma yoluna gitmiştir. Sözelimi, tarım ürünlerinin ve etin kurutulmasında kullanılmıştır. Güneşten teknik olarak yararlanmada hep güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştürme başat olmuştur. Bu yönüyle güneş-ısı dönüştürümleri güneş enerjisinin teknik kullanımının en eski yoludur ve bugün de önemini korumaktadır.<sup>211</sup>

---

<sup>208</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 162.

<sup>209</sup> **a.g.k.**, s. 164.

<sup>210</sup> Demir İnan, **a.g.k.**, s. 1.

<sup>211</sup> **a.g.k.**, s. 4.

Bugün için güneş enerjisinin kullanılmasındaki genel amaç, alışlagelen birincil kaynak fosil yakıtların tutumlu ve ölçülü kullanımına yardımcı olmaktır. Güneş enerjisinin ağırlıklı olarak kullanıldığı üç alan aşağıda sıralanmıştır:

1- Yapıların ısıtılmasında güneş enerjisinin kullanılması,

2-Güneş enerjisinin elektriğe dönüştürülerek kullanılması ve güneş kaynaklı elektrik santrallerinin geliştirilmesi, (çok geniş bir alana yayılmış içbükey yüzeylerle bir noktaya odaklanmış güneş ışığından elde edilen çok büyük ısıyı kullanan termik düzeneklerin ısıttığı akışkan buhar ile dönen jeneratörlerle ya da güneş pillerinin kullanılması yoluyla güneş ışığından doğrudan doğruya –fotovoltaik hücreler-elektrik elde edilir.<sup>212</sup>)

3-Geleceğin yakıtı olan hidrojenin sudan üretilmesinde güneş enerjisinin kullanılması. (elektroliz yöntemi<sup>213</sup> ile güneş enerjisinden hidrojen gazı elde edilmesi ve elektrik üretimi)<sup>214</sup>

Bunların dışında, günümüzde güneş enerjisinden çatılarda güneş ısıtması yapmak, seraları ısıtmak, güneş kurutması yapmak, suyu ısıtmak, soğutmak, bitkileri kurutmak gibi diğer enerjilerin tüketimini azaltacak biçimde yararlanmak

---

<sup>212</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 124.

<sup>213</sup> Suyu özel katalizörle güneşte hidrojen ve oksijene ayrıştırarak hidrojenin yakıt olarak kullanılması şeklindeki yöntemdir. Elektroliz, elektrik akımı yardımıyla, bir sıvı içinde çözünmüş kimyasal bileşiklerin ayrıştırılması işlemi olarak tanımlanmaktadır.

<sup>214</sup> Mehmet Cebeci, “Bölgemizin Enerji Kaynakları ve Enerji Projeksiyonu”, **Güneydoğu Anadolu Bölgesi Enerji Forumu 2005, 2-3 Aralık 2005, Bildiriler Kitabı**, TMMOB EMO Diyarbakır Şubesi, Diyarbakır, 2006, s. 67.

mümkündür. Açık havada 100 m<sup>2</sup> ev çatısına bir günde 80-100 litre benzin eşdeğeri güneş enerjisi düştüğü unutulmamalıdır.<sup>215</sup>

Güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürmek için fotovoltaiik sistemler (güneş pili sistemi) kullanılır. Bu sistemlerde güneş izleme düzeni ile her an mümkün olan en yüksek güneş enerjisinden yararlanılır. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisinin kullanıldığı güneş santralleri (çoğunlukla elektrik enerjisi elde etmek için); güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren güneş gözeleri (solar cells) giderek yaygın kullanım alanları bulmaktadırlar. Başlangıçta kol saatleri, hesap makineleri gibi küçük ölçeklerde kullanılan güneş gözeleri, giderek daha geniş kullanım alanlarına yayılmışlardır. İlk büyük ölçekli kullanım alanı olan uzay çalışmalarında, uzay araçlarına enerji sağlamada güneş gözeleri en önemli gereç olmuştur. Kullanımın yaygınlaşması ile fiyatlar da düşmüştür. Günümüzde bu gözelerle çalışan otomobiller, güneş uçağı, elektrik santralleri vs. mevcuttur.<sup>216</sup> Fotovoltaiik güç sistemleri diğer elektrik enerjisi üretim sistemleri ile karşılaştırıldığında günümüzde çok pahalı olarak görünseler de, yakın gelecekte güç üretimine önemli katkısı olabilecek sistemler olarak değerlendirilmekte ve konu üzerinde tüm dünyada yoğun araştırma ve çalışmalar sürdürülmektedir.

Günümüzde İsrail tüm sıcak su ihtiyacının %65'ini, Güney Kıbrıs %95'ini, Kuzey Avustralya %40'ını güneş ısıtması ile karşılamaktadır. Güneş enerjisinden yararlanmada öncü ülkeler: Japonya, Almanya, ABD'dir.<sup>217</sup> Dünyadaki güneş pili

---

<sup>215</sup> İlhami Çolak, Ramazan Bayındır, İbrahim Sefa, Şevki Demirbaş, Halil Ergen, "Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı", **a.g.k.**, s. 56.

<sup>216</sup> İstemi Ünsal, **a.g.k.**, s. 37.

<sup>217</sup> Fikret Mazi, **a.g.k.**, s. 64.

kurulu gücü 1 311 737 kW olup, en büyük pay %48,6 ile Japonya'ya (632 842 kW) aittir. Bunu %21 ile Almanya (277 300 kW) ve %16 ile ABD (212 200 kW) izlemektedir.<sup>218</sup> En fazla güneş kolektörü (toplayıcı) olan ülke ise 15 milyon m<sup>2</sup> ile ABD'dir. Bunu 9-10 m<sup>2</sup> ile Türkiye izlemektedir.<sup>219</sup> Kurulu fotovoltaik (doğrudan elektrik üretimi) gücü en fazla olan 4 ülke; Almanya, Japonya, İtalya ve ABD, aynı zamanda en fazla güneş pili üretilen (Dünya üretiminin %90'ı) ülkelerdir.<sup>220</sup> ABD'nin üretimi, dünya piyasasının %30'unu oluşturmaktadır. Japonya ise hesap makinelerinde kullanılan fotopillerin %80'inden çoğunu üretmektedir. Fransa dünyadaki yıllık üretimin %5'ini, Avrupa'nın ise %30'unu sağlamaktadır. İtalya, Avrupa'daki %25'lik payı ile Fransa'yı izlemektedir. Sonraki sıralarda ise %20'lik pay ile Almanya ve %10'luk pay ile İspanya gelmektedir.<sup>221</sup>

### Resim 1-2: Güneş Panelleri



<sup>218</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 5-12.

<sup>219</sup> **a.g.k.a.s.**

<sup>220</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k.**, s. 4-31.

<sup>221</sup> Mehmet Cebeci, "Bölgemizin Enerji Kaynakları ve Enerji Projeksiyonu", **a.g.k.**, s. 67-68.

Güneş enerjisinin günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası olması nedeniyle verimli olarak kullanılabilmesi amacına yönelik Ar-Ge (araştırma-geliştirme) çalışmaları son 20 yılda yoğunlaştırılmıştır. Bu enerji kaynağının yaygın olarak kullanılabilmesi için düşük maliyetli olarak üretilmeleri konusunda çalışmalara devam edilmektedir.

## 2.2 Avantaj ve Dezavantajları

Güneş enerjisi temiz, yenilenebilir ve sürekli bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi ile çalışan sistemler kolaylıkla taşınıp kurulabilen, çevreyi kirletici atıkları olmayan, çevre dostu, karmaşık bir teknoloji gerektirmeyen, gerektiğinde enerji ihtiyacına bağlı olarak basitçe değiştirilebilen sistemlerdir.<sup>222</sup> Güneş enerjisinin, yakıt sorununun olmaması, işletme kolaylığı, mekanik yıpranma olmaması, modüler (değiştirilebilir) olması, (yani talebe bağlı olarak birkaç W'tan birkaç yüz MW'a kadar büyüklükte kurulabilmesi) kullanım noktasına yakın tesis edilerek hat kayıplarını azaltması, uç noktalarda şebekeye bağlanarak elektrik kalitesinin artmasını sağlaması, gerilim düşmeleri nedeniyle oluşan arızaların ortadan kalkmasıyla milli ekonomiye katkı sağlaması, özellikle yaz aylarında pik (fazla) yükleri karşılama özelliği olması,<sup>223</sup> çok kısa zamanda devreye alınabilmesi (azami bir yıl), yerel olarak uygulanabilmesi, uzun yıllar sorunsuz olarak çalışması gibi üstünlükleri vardır.<sup>224</sup>

---

<sup>222</sup> a.g.k., s. 74.

<sup>223</sup> a.g.k., s. 67.

<sup>224</sup> Kamil B. Varınca, Gamze Varank, "Güneş Kaynaklı Farklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Kıyaslanması ve Çözüm Önerileri", Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul, s. 4.

Güneş pili, dayanıklı, güvenilir ve uzun ömürlüdür. Elektrik şebeke hattı bulunmayan ya da şebeke hattının götürülmesinin pahalı olduğu kırsal yörelerde güneş pillerinin kullanımı daha ekonomik olabilmektedir. Çünkü güneş pili sistemlerinde bir kez yatırım yapıldıktan sonra başka masraf olmamaktadır. Her ev, kendi enerjisini çatısına kurduğu güneş pilleri ile karşılayabilir. Böylece iletim ve enerjiyi taşıma maliyetleri ve kayıpları ortadan kalkar.<sup>225</sup>

Kömür yakmak yerine güneş pilleri ile üretilcek her 1 GWh elektrik enerjisi, 1050 tona kadar CO<sub>2</sub>'nin atmosfere yayılmasını önlemiş olacaktır.<sup>226</sup> Güneş enerjisinden üretilen her kWh elektrik enerjisi için 0,6 kg karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonu azalmaktadır.<sup>227</sup> Örneğin, Avusturya'da güneş kullanılarak 200 000 evin çatısına 3 milyon m<sup>2</sup>'lik sıcak su kolektörü ve elektrik panelleri döşenmiştir. Böylece 2100 MW'lık yenilenebilir enerji kazanımıyla 158 000 ton petrol yakılmamış (yılıda) ve 496 000 ton karbondioksit havaya karışmamış olmaktadır. Ayrıca 180 000 m<sup>2</sup> kolektör alanına sahip İsviçre'de bu kolektörler sayesinde 2 milyon litre az petrol ya da 2 milyon m<sup>3</sup> daha az doğal gaz tüketilmektedir.<sup>228</sup>

Güneş enerji teknolojileri geleneksel enerji kaynakları ile kıyaslandıklarında çevresel avantajlara sahiptir. Bu avantajlar; hava emisyonlarının yokluğu, işletme sırasında atık ürün yokluğu, düşük sera gazları emisyonları, zehirli gaz emisyonlarının olmaması, bozulmuş toprak iyileştirilmesi, elektrik şebekesi iletim hatlarının azalması, su kaynaklarının kalitesinin artırılmasıdır. Sosyo-ekonomik bakış

---

<sup>225</sup> Mehmet Cebeci, "Bölgemizin Enerji Kaynakları ve Enerji Projeksiyonu", **a.g.k.**, s. 74.

<sup>226</sup> Fikret Mazı, **a.g.k.**, s. 63.

<sup>227</sup> "Sera Gazı Azatlımı ve Güneş Enerjisi", <http://www.eurosolar.org.tr>, 10.10.2006.

<sup>228</sup> Bayar Çimen, "Fosil Çıkmazından Güneş Enerjisi İle Kurtulmak", **Enerji Dünyası**, Sayı 47, Ocak 2007, s. 51-52.

açısı ile bakıldığında yararları, bölgesel enerji bağımsızlığı artışı, önemli iş olanakları sağlanması, enerji temini, çeşitliliği, güvenilirliğinin artması, kırsal elektrikleştirme ivmesinin artması olarak sıralanabilir.<sup>229</sup>

Ancak, güneşin kullanımı fosil yakıtlar kadar kolay değildir. Örneğin, güneş pillerinden elde edilen elektrik enerjisi ile çalışan bazı küçük hafif arabaların olduğu doğrudur; ancak bunlar, yalnız açık geniş alanlarda ve güneşli günlerde gündüzleri kullanılabilirler; otomobile güneş enerjisi pompalanamaz.<sup>230</sup> Güneş enerjisi her ne kadar sınırsız bir enerji kaynağı olsa da doğal halinde düşük yoğunluklu olması nedeniyle, pratik amaçlar için kullanımı gerektiğinde, enerjiyi yoğunlaştırıcı sistemlere gereksinim duyulmaktadır.<sup>231</sup> Güneş santralleri görüntü kirliliği oluşturabilmekte, çevrim verimlerinin düşüklüğü nedeniyle büyük alan gerektirmektedirler. Bu nedenle güneş enerjisinden elektrik üretimi daha çok yüksek yoğunlukta güneş ışığı alan çöl ya da az yağmur alan ekvatorial bölgelerde ekonomik olmaktadır. Güneş santrallerinin şebekeye uzaklığı önemlidir. Bir kaç km'den sonra uygulamalar zorlaşır. Santralin emre amadeliği güneşli günler ile sınırlıdır.<sup>232</sup> Bir diğer olumsuzluk da güneş enerjisinin tüketim alanlarından her zaman uzakta bulunmasıdır. Güneş enerjisi tropikal ve tropikal-altı bölgelerde en fazladır. Oysa tüketim en çok ılıman iklimlerde yaygındır.<sup>233</sup>

---

<sup>229</sup> Kamil B. Varınca, Gamze Varank, “Güneş Kaynaklı Farklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Kıyaslanması ve Çözüm Önerileri”, **a.g.k.**, s. 6.

<sup>230</sup> O'M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 61.

<sup>231</sup> Altan Bayram, Senem Bulut Bayar, “Türkiye İçin Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları”, **a.g.k.**, s. 767.

<sup>232</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, **a.g.k.**, s. 162.

<sup>233</sup> O'M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 61.

Ayrıca düşük verimlidir (%15), başlangıç ve tüketim maliyeti yüksektir ancak yapılan çalışmalar ve teknolojik gelişmeler sonucu bu enerji giderek yaygınlaşmakta ve maliyeti de düşmektedir. Petrol ile güneş pillerinin birim maliyetlerde fiyat çakışma noktası sanıldığı kadar uzak değildir. Bunun farkında olan gelişmiş ülkelerin hemen hepsi, şebekeye bağlı güneş pili sistemlerini destekleyici yasalar çıkarmış ve uygulamıştır. Almanya hatta İngiltere gibi Türkiye'ye göre güneş fakiri ülkelerde bile bugün binlerce ev, enerjisini güneşten almaya başlamıştır.<sup>234</sup> Örneğin, Almanya'da yürütülen bir çalışmada, çatılarına yerleştirdikleri güneş panelleri ile ürettikleri elektrik enerjisinin üçte birini kullanan ve geri kalanını şebekeye veren tüketiciler mevcuttur. Kullanımın yaygınlaşması ile maliyetlerin daha da azalacağı beklenmektedir. Başta Avrupa ülkeleri olmak üzere İsrail ve ABD gibi birçok ülke güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretmek için yoğun araştırmalar yapmaktadır.<sup>235</sup> Kesintili bir kaynak olan güneş enerjisinin depolanma imkanları sınırlıdır. Bu da sistemin verimini düşürmekte ve enerjinin maliyetini artırmaktadır. Yatırım maliyeti yüksek olarak bilinen bu enerji kaynağının enerji maliyet hesaplarına henüz çevresel maliyetler dahil edilmemektedir.<sup>236</sup>

Yukarıda değindiğimiz olumsuzluklar, güneşten, suyun elektrolizi yoluyla oluşturulan hidrojeni doğal gaz gibi taşımak biçiminde yararlanma yollarının araştırılmasını teşvik etmektedir. Güneş enerjisinin depolanamama, taşınamama gibi eksikliklerini hidrojen enerjisi çok iyi bir şekilde giderir ve bu iki enerjinin bir araya gelmesine “güneş-hidrojen” enerjisi sistemi adı verilir. Bu sistemde hidrojen, güneş

---

<sup>234</sup> Mehmet Cebeci, “Bölgemizin Enerji Kaynakları ve Enerji Projeksiyonu”, **a.g.k.**, s. 74.

<sup>235</sup> İlhami Çolak, Ramazan Bayındır, İbrahim Sefa, Şevki Demirbaş, Halil Ergen, “Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı”, **a.g.k.**, s. 55.

<sup>236</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji**, **a.g.k.**, s. 5-11.

enerjisi kullanılarak üretilir, üretimden sonra boru hatları, süper tankerler ile elektrik sağlanacak bölgelere ya da doğrudan ısıtma ve ulaşımda yakıt olarak kullanılmak üzere gönderilir. Bugün fosil yakıt kullandığımız her alanda “güneş-hidrojen” enerjisinden yararlanabilir ve pek çok çevresel yarar sağlayabiliriz.<sup>237</sup>

### **3. RÜZGAR ENERJİSİ**

#### **3.1. Tanımı**

Rüzgar, güneşin doğuşundan batışına kadar yeryüzündeki farklı yüzeylerin, farklı hızlarda ısınıp soğumasıyla oluşmaktadır. Hareket halindeki havanın kinetik (hareket sonucu ortaya çıkan) enerjisine ise, rüzgar enerjisi denmektedir.<sup>238</sup>

Rüzgardan elektrik enerjisi dev kulelerin üzerine monte edilen kanatlar yardımıyla üretilmektedir. Normalde bir vantilatörün kanatları döndüğünde havayı hareketlendirmekte ve serinlik sağlamaktadır. Rüzgar enerjisi de bunun tam tersi bir sistemle elde edilmektedir. Gelen hava kanatları döndürmekte, kanatların bağlı olduğu mil de jeneratörü çalıştırmaktadır. Kanatların birleştiği yükseklikte bulunan bölmeden aşağıya kadar sadece elektriği ileten kablo bulunmaktadır. Rüzgar türbinleri gelen rüzgarın yönüne göre konum alabilmekte ve otomatik olarak kontrol edilmektedir. Kanatlar kendi ekseninde hareket edebilmekte ve fırtına durumunda kendini durdurabilmektedir. Rüzgar enerji santrallerinden en yüksek verimi elde

---

<sup>237</sup> O’M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 63.

<sup>238</sup> Tanay Sıtkı Uyar, “Yenilenebilir Enerji”, <http://www.bugday.org/article.php?ID=79>, 23.10.2006

edebilmek için rüzgar hızının sabit olduğu alanlarda türbinlerin kurulması gerekmektedir.<sup>239</sup>

Elektriğin temiz ve yenilenebilir kaynağı olan rüzgar enerjisi, dünyada elektrik enerjisine en kolay ve çabuk dönüştürülebilen bir enerjidir. Rüzgar enerjisinden elektrik enerjisine dönüşüm, yenilenebilir enerji teknolojilerinin en ileri ve ticari uygulanması mevcut olanıdır. Rüzgar enerjisi, tamamen doğal bir kaynak olarak kirliliğe neden olmayan ve tükenme olasılığı bulunmayan bir enerji kaynağıdır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından yayınlanmış bir çalışmaya göre, dünya rüzgar enerji potansiyeli 53 000 TWh/yıl (bu ise dünyanın 2020 yılında gereksinim duyacağı elektriğin iki katından çoktur.<sup>240</sup>) olarak hesaplanmıştır. 2004 yılı itibari ile dünyada rüzgar enerjisi kurulu gücü 40 530 MW olup, Avrupa %74 pay (29 956 MW) ile en büyük kullanıcısıdır. Bunu %6,4 pay (6352 MW) ile Amerika izlemektedir.<sup>241</sup>

---

<sup>239</sup> a.g.k.

<sup>240</sup> Örgen Uğurlu, **Türkiye’de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, 2006, s. 156.

<sup>241</sup> **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Ankara, Aralık 2004, s. 5-18.

**Resim 3: Rüzgar Enerjisi Santrali**



Rüzgar enerjisinden faydalanma yeni değildir; 2000 yıl önce su ve rüzgar değirmenleri dünyanın ilk endüstrilerine güç sağlamıştır. Rüzgar enerjisinden elektrik üretimi ilk kez 1891 yılında Danimarka’da gerçekleştirilmiştir. 1990’dan günümüze dünyanın en hızlı gelişen yenilenebilir enerji kaynağı rüzgar enerjisidir. Bu gelişmede en büyük pay Avrupa ülkelerine aittir.<sup>242</sup> Amerika’da ise vergi kredileri ile desteklenen rüzgar endüstrisinin gelişimi 1980 ve 1990 yılları arasında rüzgar türbinlerinin maliyetlerinin %80 azalmasına yol açmıştır. 1989 yılında California Enerji Komisyonu, yatırım, yakıt ve işletme maliyetleri, santrallerin tüm ömür süresi için değerlendirildiğinde, rüzgar enerjisinin tüm diğer geleneksel güç kaynaklarından daha ucuz olduğu sonucuna varmıştır. 1989 yılında California’da bulunan rüzgar santral grupları San Francisco kentinin bir yıllık ihtiyacına yetecek

---

<sup>242</sup> İlhami Çolak, Ramazan Bayındır, İbrahim Sefa, Şevki Demirbaş, Halil Ergen, “Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı”, **a.g.k.**, s. 56.

miktarda elektrik üretmiştir.<sup>243</sup>

Günümüzde, yeni teknoloji ve yeni malzemelerle, rüzgar türbinleri insanların aydınlatma, ısıtma, soğutucular ve diğer ev aletleri için gerek duyduğu en temiz elektriği üretmek için kullanılmaktadır. Rüzgar enerjisinin kanıtlanmış bir başarısı vardır ve kullanımı artmaktadır. Halen dünyada 20 000 'in üzerinde rüzgar türbini elektrik üretmektedir. Bunların birçoğu, rüzgar çiftlikleri denen, belli bir kapasitede elektrik üreten rüzgar türbin grupları olarak çalışmaktadır.<sup>244</sup>

**Resim 4-5-6: Denizüstü (offshore) rüzgar santrali- Denizüstü Rüzgar Türbinleri**



Aynı yerde ihtiyaca bağlı olarak 1 MW'lık rüzgar santrali de 100 MW'lık ya da daha büyük rüzgar santrali de kurulabilmektedir. Ayrıca denizlerde daha kesintisiz ve daha güçlü rüzgar olması nedeniyle deniz üstü rüzgar santralleri kurulmaya başlanmıştır. İlk uygulama 5 MW güçle çalışan Danimarka'daki Lolland adası yakınındaki Vindeby rüzgar çiftliğidir. Dünyanın en büyük rüzgar enerji çiftliği ise; 15 000 türbini ile ABD'de bulunan Altamont Pass rüzgar çiftliğidir. AB ülkelerinde

<sup>243</sup> Tanay Sıtkı Uyar, "Türkiye Rüzgar Enerjisi Kullanım Programı", **Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler ve Türkiye'deki Uygulamaları Konferansı, Bildiriler Kitabı, 3-4 Nisan 1999**, TMMOB İstanbul Şubesi, MMO Yayını, İstanbul, 1999, s. 77.

<sup>244</sup> Tanay Sıtkı Uyar, "Güçlenen Rüzgar Gelecek On Yılın Enerjisi", **a.g.k.**, s. 5.

rüzgardan elde edilen elektrik 2001 yılında 32 milyon ton CO<sub>2</sub>, 107 bin ton sülfür dioksit, 89 bin ton nitrojen oksitlerin oluşmasını engellemiştir.<sup>245</sup>

Rüzgar elektrik sistemleri şebekeden bağımsız kurulabildiği gibi şebekeye bağlı olarak da kurulabilir. Şebekeden bağımsız güçlü sistemlerde yedek enerji kaynağı da kullanılmaktadır. Yedek enerji olarak dizel (yakıt) kullanıldığında dizel jeneratörün rüzgardan yararlanarak %40-50 yakıt tasarrufu sağlaması mümkün olmaktadır. Şebekeye bağlı rüzgar santralleri genellikle birden çok türbin içeren rüzgar çiftlikleri biçiminde kurulmaktadır. Bu santrallerin genelde elektrik iletim hatlarına yakın yörelerde kurulması ve yöredeki trafo kapasitesinin santrale uygun olması gerekmektedir.<sup>246</sup>

Ocak 2003'te dünyada rüzgar kurulu gücü 29,14 GW'a ve üretilen elektrik enerjisi 58,3 TWh'a ulaşmıştır.<sup>247</sup> 2005 yılında ise dünyada toplam rüzgar kurulu gücü 2004 yılına göre %24'lük bir artışla 58 982 MW'a ulaşmıştır. 2005 yılı itibari ile dünyadaki toplam elektriğin yaklaşık %1'i rüzgar enerjisinden sağlanmaktadır. Sürekli olan bu artışın devam etmesi durumunda 2010 yılında toplam kurulu rüzgar gücünün 120 000 MW'a çıkabileceği tahmin edilmektedir.<sup>248</sup> Rüzgar gücü küresel piyasası diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından çok daha hızlı büyümektedir. 1995

---

<sup>245</sup> Leyla Dolun, **Türkiye'de Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kullanılan Kaynaklar**, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Yayınları, Sektörel Araştırmalar, Ankara, 2002, s. 51.

<sup>246</sup> **a.g.k.**, s. 51.

<sup>247</sup> İstemi Ünsal, **a.g.k.**, s. 27.

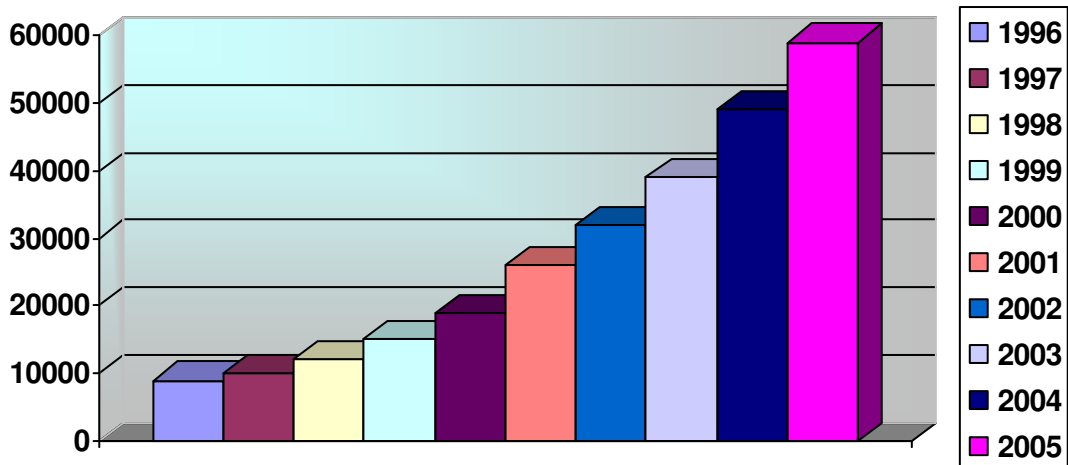
<sup>248</sup> Önder Güler, "Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Durumu ve Geleceği", **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya'da ve Türkiye'de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s. 46.

yılında sadece 4800 MW olan dünya toplam kapasitesi 12 kattan fazla artış göstererek 2005 sonunda 59 000 MW'a ulaşmıştır.<sup>249</sup>

Birçok ülkede rüzgar gücü kullanılarak üretilen elektrik oranı geleneksel yakıtları zorlamaya başlamıştır. Danimarka'da şu an ülke elektriğinin %20'si rüzgardan sağlanmaktadır. İspanya'da katkı %8'e ulaşmıştır ve önümüzdeki on yıl sonunda %15'e çıkarılması amaçlanmaktadır. Bu rakamlar rüzgarın şimdiden karbonsuz elektrik için önemli bir girdi olabileceğini göstermektedir.<sup>250</sup>

Tablo 7'de Dünyadaki kurulu rüzgar gücünün 1996-2005 yılları arasındaki artış miktarları gösterilmektedir. 1996 yılında yaklaşık 10 000 MW olan rüzgar kurulu gücü 2005 yılında 6 kat büyüyerek neredeyse 60 000 MW'a ulaşmıştır.

**Tablo 7: Dünyadaki Kurulu Rüzgar Gücü (MW)**



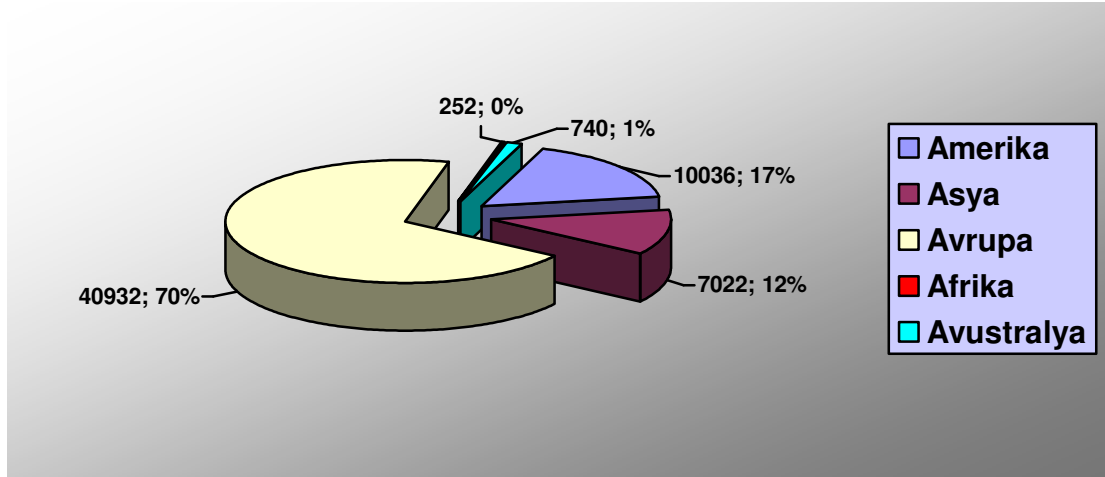
**Kaynak:** Önder Güler, “Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Durumu ve Geleceği”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1**, 27-30 Kasım 2006, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s. 146.

<sup>249</sup> Greenpeace, “Küresel Rüzgar Enerjisine Bakış 2006 Raporu”, Küresel Rüzgar Enerjisi Konseyi (GWEC), Eylül 2006, [www.greenpeace.org/international/press/reports/](http://www.greenpeace.org/international/press/reports/) s. 3.

<sup>250</sup> a.g.k.a.s.

Kıtalara göre rüzgar kurulu gücü dağılımı ise Tablo 8’de verilmektedir. Tabloda da görüldüğü gibi Avrupa, dünya rüzgar enerjisi kurulu gücünde yaklaşık olarak %70’lik bir paya sahiptir. Avrupa’yı sırasıyla Amerika ve Asya izlemektedir.

**Tablo 8: Kıtalara Göre Rüzgar Kurulu Gücü Dağılımı (MW)**



**Kaynak:** Önder Güler, “Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Durumu ve Geleceği”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1**, 27-30 Kasım 2006, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s. 147.

Dünyadaki en fazla kurulu rüzgar gücüne sahip ülke Almanya’dır. 18 427,5 MW ile dünyadaki toplam kurulu gücün %31,2’sine, Avrupa’daki kurulu gücün ise %45’ine sahiptir. Almanya’yı 10 027 MW ile İspanya izlemektedir.<sup>251</sup>

Rüzgar gücü şu an dünya çapında 50’nin üzerinde ülkede enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. En yüksek toplama sahip olanlar (rüzgar enerjisinin en başarılı pazarları) Almanya ( 18 428 MW), İspanya (10 027 MW), ABD ( 9149 MW), Hindistan ( 4430 MW) ve Danimarka’dır ( 3122 MW). İtalya, İngiltere,

<sup>251</sup> Önder Güler, “Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Durumu ve Geleceği”, **a.g.k.**, s. 147.

Hollanda, Çin, Japonya ve Portekiz gibi diğer birçok ülkede 1000 MW sınırını aşmıştır.<sup>252</sup>

Halen yıllık ortalama rüzgar hızı 5 m/s ve üzerindeki rüzgar, enerji üretimi için önemli potansiyel sayılmaktadır.<sup>253</sup> Buna göre, yapılan değerlendirmeler, dünyanın rüzgar kaynaklarının çok büyük ve neredeyse tüm bölge ve ülkelere yayılmış durumda olduğunu doğrulamaktadır.<sup>254</sup>

Rüzgar enerji santralleri 1990'lı yılların başında çok büyük bir teknik ve ticari gelişme göstermiş ve tüm dünyada 15 yıl gibi kısa bir sürede yılda %25'e yakın bir büyüme hızı artışı ortalamasıyla elektrik üretiminin ana öğelerinden biri haline gelmiştir. Bugün dünyadaki 100 milyondan fazla insanın elektriği, en temiz ve çevreci enerji olan rüzgar enerjisi ile sağlanmaktadır.<sup>255</sup> Rüzgar enerjisinin ucuz ve temiz bir yenilenebilir enerji kaynağı olması nedeniyle yakaladığı bu gelişim hızı, konuyla ilgili Ar-Ge çalışmalarının artmasını ve teknolojik gelişimi beraberinde getirmiştir. Teknoloji geliştikçe ve iyileştikçe piyasa büyümekte, böylece rüzgar santrallerinin maliyetleri de azalmaktadır. Rüzgar enerjisinden elektrik üretim maliyetleri son 15 yılda %50'ye varan oranlarda azalmıştır.<sup>256</sup>

Çevresel üstünlükleri tanındıkça, bir çok ülke hükümet destekli girişimler ile rüzgar enerjisinin gelişimini desteklemeye başlamıştır. Bu desteklerin hedefi; pazarın

---

<sup>252</sup> Greenpeace, "Küresel Rüzgar Enerjisine Bakış 2006 Raporu", **a.g.k.**, s. 3.

<sup>253</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 5-22.

<sup>254</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 156.

<sup>255</sup> Zeki Aybar Eriş, "Türkiye ve Avrupa'da Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Gelişimi", **a.g.k.**, s. 82.

<sup>256</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 156.

hareketlendirilmesi, maliyetlerin düşürülmesi, geleneksel yakıtların, örneğin devlet sübvansiyonları yoluyla sağladıkları hakça olmayan üstünlüklerinin etkisinin azaltılmasıdır. Araştırma ve geliştirme girişimlerinin desteklenmesi ve elektrik şebekesine rüzgar güç üreticileri için hakça erişim sağlanması teknolojinin sürekli başarısı için önemli unsurlardır.

### **3.2. Avantaj ve Dezavantajları**

Rüzgar santralının üretim hayatı boyunca yakıt maliyeti yoktur ve işletme maliyetleri yok denecek kadar azdır. Rüzgar enerjisi taşınma maliyeti olmadığı gibi herhangi bir atık da üretmemektedir. Yerli bir kaynak olması nedeniyle enerjide dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Rüzgar türbinleri güvenlik açısından başarılı bir geçmişe sahiptir. Kullanım sonrasında tasfiye edilmeleri diğerlerine göre çok kolaydır. Rüzgar yerli bir kaynak olduğu için dünya enerji pazarlarından büyük ölçüde bağımsız olma özelliğine sahiptir. Teknolojinin tesisi ve işletilmesi göreceli olarak basittir. Rüzgar türbinleri modüler (parçalı-değiştirilebilir) olup, herhangi bir büyüklükte imal edilebilmekte ve tek olarak ya da gruplar halinde kullanılabilir. Rüzgar türbinlerinin işletmeye alınması, inşaatın başlamasından ticari üretime geçişine kadar, yaklaşık 3 ay gibi kısa bir sürede gerçekleştirilebilmektedir.<sup>257</sup>

Rüzgar, kirlilik yaratmayan ve çevreye çok az zarar veren yenilenebilir enerji kaynağıdır. Yeryüzünün %95'inde kullanılabilir ve rüzgar parklarında aynı zamanda ormancılık gibi faaliyetler de sürdürülebilir. Enerjinin evsel kullanımlarında iyi bir

---

<sup>257</sup> Tanay Sıtkı Uyar, “Türkiye Rüzgar Enerjisi Kullanım Programı”, **a.g.k.**, s. 77.

alternatif enerji kaynağıdır. Rüzgar enerjisinden elektrik elde eden tesislerin bir kısmı, yeterli rüzgar olmadığı zamanlarda küçük bir dizel motoru ile çalışmasını sürdürebilmekte ya da enterkonnekte (bağlımlı) sisteme bağlanmak suretiyle yine bu enerjiden optimum (en iyi, en mükemmel) yarar sağlanabilmektedir.<sup>258</sup> Yapılan akademik çalışmalara göre, 1 MW rüzgar enerjisine dayalı kurulu güç, yaklaşık 150 bin ağaca eşdeğer oksijen tasarrufu sağlamaktadır. Yani 12 bin MW rüzgar enerjisi kurulu güç, 1,8 milyar ağaca eşdeğer oksijen tasarrufu anlamına gelmektedir.<sup>259</sup> 600 kW gücünde bir rüzgar türbini, ürettiği enerjisinin fosil yakıtlarından elde edilme durumuna göre, 80 bin ağacın ürettiği oksijene yakın oksijen tasarrufu sağlamaktadır.<sup>260</sup> Dünya elektriğinin üçte biri rüzgardan sağlanarak 2050 yılına kadar 113 milyar ton karbondioksit (CO<sub>2</sub>) tasarruf edilebilir.<sup>261</sup>

Rüzgar tarlalarının geniş alan istemesi sorun gibi görülebilmektedir. Ancak, rüzgar santralinde türbinlerin kapladığı gerçek alan santral toplam alanının %1-1,2'si kadardır. Türbinlerin aralarında tarım ve hayvancılık yapılabildiğinden arazi kaybı olmamaktadır.<sup>262</sup> Tarım alanlarında çiftçilik faaliyetleri türbinlerin hemen altında yapılabilmektedir. Rüzgar enerjisinde üretimde kullanılan doğaya hiçbir zararı olmayan rüzgar türbinleri hem fazla alan kaplamamakta, hem de kuruldukları alanda yaşayan insanlar için iş alanı yaratmaktadır. Rüzgar türbinleri denizde de kurulabilir. Ortalama bir alanda modern bir rüzgar türbini üç dört ay içerisinde imalatında kullanılan miktarda enerjiyi üretebilmektedir. Rüzgar çiftlikleri kolayca

---

<sup>258</sup> Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, **Türkiye'nin Yeni ve Temiz Enerji Kaynakları**, a.g.k., s. 82.

<sup>259</sup> "Lisans Sorununu Çözmek Şart", Cumhuriyet Gazetesi, 25.10.2006, s. 9.

<sup>260</sup> "Rüzgar Enerjisi Dosyası", **Çevre ve Mühendis**, a.g.k., s. 32.

<sup>261</sup> Greenpeace, "Küresel Rüzgar Enerjisine Bakış 2006 Raporu", a.g.k., s. 1.

<sup>262</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.k., s. 161.

sökülebilmekte ve bulundukları arazi kolayca eski haline getirilebilmektedir. Rüzgar türbinlerinin geri kazanılabilirlik oranı artmakta ve türbinlerin sökülmesinin maliyeti genelde türbinlerden arta kalan parçaların parasal değeri ile karşılanabilmektedir.<sup>263</sup> Rüzgar santralleri yüksek gerilim seviyesi olan iletim sistemine bağlanabileceği gibi orta gerilim seviyesi olan dağıtım sistemine de bağlanabilir. Rüzgardan enerji üretimi için en uygun olan yöntem ise, kullanıcılara yakın dağıtım sistemine bağlantı türüdür. Böylece üretilen enerji, kullanıcıların olduğu yerde tüketilir. Bu tür bir uygulamanın yararları; enerji kayıplarının azaltılması, iletim sistem maliyetlerinin düşürülmesi, çevresel faydalar, dağıtım sisteminin güçlenmesi ve kaynak güvenilirliği olarak sayılabilir.<sup>264</sup>

Küresel piyasa gelişirken, rüzgar gücü maliyetleri büyük oranda azalmıştır. Modern bir rüzgar türbini 20 yıl öncesi ile karşılaştırınca yıllık bazda 180 kat daha fazla elektriği yarı fiyatına üretmektedir. Rüzgarı iyi olan yerlerde, rüzgar enerjisi hem kömür hem de gaz yakmalı santrallerle maliyet açısından rekabet edebilir durumdadır. Rüzgar gücünün rekabet gücü fosil yakıt fiyatındaki son artışlarla daha da büyümüştür. Eğer fosil yakıt ve nükleer üretimden kaynaklanan kirlenme ve sağlık etkileriyle bağlantılı olan “dışsal maliyetler” hesaba katılırsa, rüzgar gücünün kullanımı daha da ucuz olacaktır.<sup>265</sup>

Rüzgar kaynağı açısından cazip yerlerin genellikle bölgesel tüketimin düşük olduğu şebekenin uç noktaları olması, büyük kapasitede rüzgar enerjisi santrali

---

<sup>263</sup> Tanay Sıtkı Uyar, “Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu”, **a.g.k.**

<sup>264</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 5-22.

<sup>265</sup> Greenpeace, “Küresel Rüzgar Enerjisine Bakış 2006 Raporu”, **a.g.k.**, s. 3.

(RES) tesisi durumunda yeni iletim tesisleri gerektirmekte, bunlarla ilgili yatırımlar ve enerjinin uzak noktalara taşınması nedeniyle kayıpların artması gibi olumsuzluklara neden olmaktadır.<sup>266</sup>

Rüzgar santrallerinin görsel ve estetik kirliliği, gürültü yapması, kuş ölümlerine neden olması, kuşların göç yollarını değiştirmelerine neden olması, gerek radyo ve gerekse televizyon alıcılarında parazitler oluşturması (2-3 km.lik alan içinde) gibi olumsuz çevre etkilerinden söz edilebilmektedir.<sup>267</sup> Rüzgar türbinlerinden yayılan gürültü iki kaynaktan üretilir ve her biri insan kulağını farklı biçimde etkiler. Birincisi aerodinamik ya da geniş bant gürültüsü olup, bu gürültü makinenin kanatları üzerinden hava geçerken oluşur. İkincisi tonal ya da tek frekans gürültüsüdür; dişli kutusu ve jeneratör gibi dönen mekanik ve elektriksel elemanlar tarafından oluşturulur. Rüzgar türbinleri ile en yakın yerleşim birimleri arasındaki uzaklığın standart 400 metreden az olmaması koşulunda gürültü koruması sağlanmaktadır.<sup>268</sup> Öte yandan, rüzgar türbini teknolojisinde gelinen bugünkü nokta tüm bu olumsuz etkileri son derece azaltmış ya da ortadan kaldırmıştır.<sup>269</sup>

Rüzgar türbinleri güvenlik açısından tehlike oluşturabilir. Örneğin, süratle dönen pervaneden kanat kopması ya da kanat parçalanması sonucu etrafa saçılacak parçalar çevre için tehlike yaratabilir. Ayrıca bazı hava koşullarında kanatların üzerinde oluşan buzlar da dönmenin etkisiyle çevreye saçılabilir. Bunların dışında,

---

<sup>266</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.k., s. 81.

<sup>267</sup> a.g.k., s. 161.

<sup>268</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji**, a.g.k., s. 5-23.

<sup>269</sup> Örgen Uğurlu, a.g.k., s. 158.

bakım eksiklikleri, inşaat koşulları, metal yorgunluğu ve fırtınalar gibi güvenlik açısından tehlike oluşturabilecek birçok etmen daha sayılabilir.<sup>270</sup>

Ayrıca rüzgar santralleri kırsal alanlara kurulduğundan arkeolojik açıdan önemli alanlara zarar verme riski taşımaktadır. Bu nedenle, santralin yapılacağı arazi üzerinde ayrıntılı arkeolojik araştırma yapılmadan inşaaata başlanmamalıdır. Kule ya da kanatlarla çarpışma sonucu kuşların ölmesi ya da türbinler çevresindeki kuş dinlenme ya da beslenme yerlerinin bozulması yine çevresel bir risktir. Sadece kuşlar için değil diğer tüm bitki (flora) ve hayvan türleri (fauna) için de az da olsa risk vardır.<sup>271</sup>

Özetle, rüzgar türbinleri çiftçilik ya da hayvancılık yapılan arazilere rahatlıkla kurulabilmektedir. Kırsal bölgelerdeki enerji gereksinimlerinin, tasarımı ve bakımı oldukça kolay olan rüzgar türbinleri ile karşılanması uygundur. Rüzgar santralleri inşaaata başlandıktan sonra 2-5 ay gibi çok kısa bir sürede kurulabilmekte ve kapasite kullanım etmenine bağlı olarak 3-6 senede kendilerini amorte edebilmektedirler.<sup>272</sup> Azalan maliyetleri, güçlü iş potansiyeli ve düşük çevresel etkisi ile rüzgar enerjisinin dünyanın enerji geleceğinde önemli bir rol alacağı kesindir.<sup>273</sup>

---

<sup>270</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 5-23.

<sup>271</sup> **a.g.k.a.s.**

<sup>272</sup> İstemi Ünsal, **a.g.k.**, s. 29.

<sup>273</sup> Tanay Sıtkı Uyar, “Güçlenen Rüzgar Gelecek On Yılın Enerjisi”, **a.g.k.**, s. 40.

## 4. JEOTERMAL ENERJİ

### 4.1. Tanımı

Jeotermal kelimesi Yunanca geo (yeryüzü) ve therme (ısı) kelimelerinden gelmekte olup yer ısısı ya da yeryüzü ısısı anlamına gelmektedir. Yaklaşık 4 milyar yıl önce yüksek sıcaklıkta bir araya gelmiş toz ve gazlardan kaynaklanan yeryüzünün iç ısısı, bütün yeryüzü kayaları içerisinde bulunan radyoaktif elementlerin bozulması sonucunda sürekli olarak yenilenmektedir.<sup>274</sup> Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanun Tasarısında jeotermal kaynak; jeolojik yapıya bağlı olarak yerkabuğu ısısının etkisiyle sıcaklığı sürekli olarak bölgesel atmosferik yıllık ortalama sıcaklığın üzerinde olan, çevresindeki sulara göre daha fazla miktarda erimiş madde ve gaz içerebilen doğal olarak çıkan ya da çıkarılan su, buhar ve gazlar ile yeraltına insan düzenlemeleri vasıtasıyla gönderilerek yerkabuğu ya da kızgın kuru kayaların ısısı ile ısıtılarak su, buhar ve gazların elde edildiği yerleri, ifade eder denmektedir.<sup>275</sup> Yani, jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerindeki sıcak kaya ve akışkanların ısısının zayıf katmanları geçerek yeryüzüne ulaşmasıyla elde edilen enerjidir. Diğer bir ifade ile jeotermal enerji, jeotermal kaynaklardan doğrudan ya da dolaylı her türlü yararlanmayı kapsamaktadır.<sup>276</sup>

---

<sup>274</sup>Geothermal Education Office, “Geothermal Energy Facts”, <http://geothermal.marin.org/geoenergy.html#using-geo>, 23.10.2006

<sup>275</sup> “Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanunu Tasarısı”, <http://www.mta.gov.tr/jeotermal.doc>, 25.01.2007.

<sup>276</sup> Türkiye Jeotermal Derneği, “Jeotermal Enerji Nedir?”, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/>, 24.10.2006.

Yine jeotermal enerji diğer bir kaynakta şöyle tanımlanmıştır: “Yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde yoğunlaşarak birikmiş ısınin oluşturduğu ve bu ısınin meteorik kökenli sularla yüzeye taşınması ile oluşan sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar, jeotermal enerjidir.” Jeotermal akışkanı oluşturan sular meteorik kökenli olduklarından yeraltındaki hazneler sürekli beslenmekte ve kaynak yenilenebilmektedir. Bu nedenle pratikte, beslenmenin üzerinde kullanım olmadıkça jeotermal kaynakların tükenmesi söz konusu değildir.<sup>277</sup> Yağmur, kar, deniz ve magmatik suların yeraltındaki gözenekli ve çatlaklı kayaç kütlelerini besleyerek oluşturdukları jeotermal rezervuarlar, jeolojik koşulların devam ettiği, reenjeksiyon<sup>278</sup> işleminin yapıldığı ve beslenme-üretim değerlerine uyulduğu takdirde yenilenebilir ve sürdürülebilir özelliklerini korurlar.<sup>279</sup> Diğer bir anlatımla, yeraltına inen yağmur suları ya da diğer su kaynakları uygun yerlerdeki sıcak kaya ve magma tabakasına yakın yerlerden geçerken ısınarak tekrar yeryüzüne çıkar. Bu döngü jeotermal enerjiyi yenilenebilir yapar.<sup>280</sup>

20. yüzyıl başına kadar sağlık ve yiyecekleri pişirme amacı ile yararlanılan jeotermal kaynakların kullanım alanları (Jeotermal enerjiyi, eski Romalılar doğal sıcak su olarak termal banyolarda ısıtma ve sağlıkta kullanmışlardır.) gelişen

---

<sup>277</sup> Ali Koçak, “Türkiye’de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli”, **Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, ‘Küreselleşmenin’ Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO, Aralık 2001, Ankara, s. 294-295.

<sup>278</sup> Reenjeksiyon, üretilen jeotermal akışkanların yapay yöntemlerle kullanıldıktan sonra tamamının ya da kalan kısmının üretildikleri yerkabuğuna geri gönderilmesini ifade etmektedir.

<sup>279</sup> Hayrullah Dağıstan, “Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1**, 27-30 Kasım 2006, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s. 74.

<sup>280</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 132.

teknolojiye bağılı olarak günümüzde çok yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir. Bunların başında elektrik üretimi, ısıtmacılık (ABD’de konut ısıtılmasında ilk olarak 1891 yılında kullanılmıştır) ve endüstrideki çeşitli kullanımlar gelmektedir. Jeotermal enerjiden elektrik üretimi ilk olarak 1904 yılında İtalya’da olmuştur.<sup>281</sup>

Jeotermal enerji ilk kez 1930’larda İzlanda’nın Reykjavik kentinde ısıtma amacıyla (kentsel ısıtma) kullanılmaya başlanmıştır. 1949 yılında Yeni Zelanda Wairakei sahasında turistik bir otele sıcak su temini amacıyla başlanan sığ sondajlara daha sonra, elektrik elde edebilmek amacıyla devam edilmiş ve 1954 yılında 200 MWe kapasiteli bir santral kurulmuştur. 1960’da Amerika’da, 1961’de Meksika’da ve 1966’da Japonya’da santraller kurularak jeotermal enerjinin kullanımı dünya çapında yayılmıştır.<sup>282</sup>

Doğal yeraltı ısı kaynaklarından gelen enerjinin kullanımı hızla artmaktadır. Sıcaklığın uygun olduğu şartlarda jeotermal enerjiden elektrik üretilmektedir. Bugün için dünyada toplam elektrik kurulu gücü 8912 MWe’dir. Elektrik enerjisi olarak yıllık üretim 72,6 milyar kWh’dır. Elektrik dışı kullanım ise 27825 MWt’dır. Bu ise, 4,9 milyon konutu ısıtmaya eşdeğerdir. Dünyada jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke sıralaması: ABD, Filipinler, İtalya, Meksika ve Endonezya şeklindedir. Dünyada jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke, Çin, Japonya, ABD, İzlanda ve Türkiye’dir.<sup>283</sup> Ayrıca, Jeotermal akışkandan elektrik

---

<sup>281</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/14jeotermal\\_enerjinin\\_kullanim\\_alanlari.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/14jeotermal_enerjinin_kullanim_alanlari.html), 29.01.2007.

<sup>282</sup> Zeynel Demirel, “Jeotermal Enerjinin Ülkemiz İçin Önemi ve Yasal Durumu”, **Birlik Haberleri**, Türk Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği Yayını, Yıl:23, Kasım 1996, s. 61.

<sup>283</sup> Hayrullah Dağıstan, “Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız”, **a.g.k.**, s. 75.

üretilen ülkeler arasında Japonya, Yeni Zelanda, El Salvador, İrlanda, Türkiye vb. ülkeler de sayılabilir.<sup>284</sup>

#### **Resim 7: Jeotermal Enerji**



Su ve buharın çözdüğü minerallerden geçen iyon ve gazların çevre kirliliğine neden olmaması için bu sular ısı değiştiriciden geçirilir ve içerdikleri kükürtdioksit, hidrojen sülfür, karbondioksit ve azotoksitleri ise enerjisinden yararlanılan artık su ile tekrar yeraltına gönderilir (Reenjeksiyon). Jeotermal enerjinin üretimi sırasında çıkan su tekrar yeraltına pompalanırsa (Reenjeksiyon) yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar nedeniyle kirli kabul edilen hali ortadan kalkar; temiz ve yenilenebilir hale gelir.<sup>285</sup> Böylece çevreye karşı olumsuz etkisi de önlenir.

Jeotermal enerji; kaynak suyunun sıcaklığına göre elektrik üretimi, ısıtma (bölgesel, konut, sera vb.), kimyasal madde üretimi, kurutmacılık, bitki ve kültür balıkçılığı, tarım, seracılık, karların eritilmesi, termal turizm vb.de kullanılmaktadır.

---

<sup>284</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/14jeotermal\\_enerjinin\\_kullanim\\_alanlari.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/14jeotermal_enerjinin_kullanim_alanlari.html), 29.01.2007.

<sup>285</sup> Umut Gürsoy, **a.g.k.**, s. 132.

Özellikle yanardağ ve lavların yakınlarından geçen sular yüksek sıcaklıkta buhar olarak yeryüzüne ulaşırsa doğrudan elektrik üretiminde kullanılabilir. Yüksek sıcaklıktaki buhar, türbinleri döndürerek jeneratörlerden elektrik üretilmesini sağlamaktadır.<sup>286</sup>

Ükelere göre değişik sınıflandırmalar olmasına karşın jeotermal enerji kaynakları; düşük (20-70 C°), orta (70-150 C°) ve yüksek (150 C°'den fazla) sıcaklıklı (entalpili) olmak üzere genelde üç gruba ayrılmaktadır. Düşük ve orta sıcaklıklı (entalpili) alanlar bugünkü teknolojik ve ekonomik koşullar altında başta ısıtmacılık olmak üzere (sera, bina, zirai kullanımlar), endüstride (yiyecek kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayisinde, dericilikte, soğutma tesislerinde) , kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum karbonat, ağır su, akışkandaki karbondioksitten kuru buz elde edilmesinde) kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıklı alanlardan elde edilen akışkan elektrik üretiminin yanısıra entegre (bütünleşik) olarak diğer alanlarda da kullanılabilmektedir. Bunun yanında orta sıcaklıklı (entalpili) alanlardaki akışkanlardan da elektrik üretimi için teknolojiler geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur.<sup>287</sup> Hazne sıcaklığı 200 C° ve daha fazla olan jeotermal akışkandan elektrik üretimi gerçekleşmektedir. Ancak günden güne gelişmekte olan yeni teknolojilere göre 150 C°'ye kadar düşük hazne çıkışlı akışkandan da elektrik üretilmektedir. Son yıllarda geliştirilen ve ikili (binary) çevrim olarak adlandırılan bir sistemle, buharlaşma noktaları düşük gazlar (freon,

---

<sup>286</sup> Leyla Dolun, **a.g.k.**, s. 56.

<sup>287</sup> Fatih Kaymakçoğlu, Tamer Çirkin, “Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi ve Elektrik Üretimi”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 200.

izobütan vb.) kullanılarak 70 C°-80 C°'ye kadar sıcaklıktaki sulardan elektrik üretilmektedir.<sup>288</sup>

Jeotermal enerjiden doğrudan ya da dolaylı olarak yararlanılır. Dolaylı kullanımı, yüksek entalpili dediğimiz 150 C°'den sıcak sulardan yeryüzüne kurulan bir düzenele elektrik enerjisi elde edilmesi ile olur. Jeotermal enerjinin en ekonomik ve geniş kullanım biçimi olan doğrudan kullanım, en geniş uygulama alanını sera ve konut ısıtmasında bulur. 150 C° ısılı bir jeotermal kaynak doğrudan kullanılırsa enerjisinin %80 olan verimi, dolaylı kullanılma halinde %10-15'e kadar düşebilmektedir.<sup>289</sup>

Dünya jeotermal kaynaklı elektrik üretim potansiyel kurulu gücü 1977 yılında, 502 MW'ı ABD'de olmak üzere 1350 MW kadardı. 1986 yılında ise kurulu güç 8228 MW'a yükselmiştir. Bu alanda dünya liderleri 1915 MW kurulu güçle Çin, 1874 MW ile ABD ve 1443 MW ile İzlanda'dır. 1999 yılı itibariyle dünyadaki 22 ülkede, gece ve gündüz çalışan yaklaşık 250 jeotermal enerji santralinden 8217 MW'lık elektrik üretimi yapılmıştır. Bu santraller daha çok gelişmekte olan ülkelerde yaşayan 60 milyondan fazla insan için güvenilir baz yük üretimi sağlamaktadır. 2005 yılı itibariyle dünyadaki jeotermal elektrik üretiminin elektrik kurulu gücü 8912 MW, üretimi 72,6 milyar kWh/yıl'dır. Filipinler'de toplam elektrik üretiminin % 27'si, Kaliforniya Eyaleti'nde % 7'si jeotermalden karşılanmaktadır.<sup>290</sup> Dünyada jeotermal enerji kapasitesinin çok azından yararlanılmaktadır. Gelişmekte olan

---

<sup>288</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/14jeotermal\\_enerjinin\\_kullanim\\_alanlari.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/14jeotermal_enerjinin_kullanim_alanlari.html), 29.01.2007.

<sup>289</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 133.

<sup>290</sup> "Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Gelecek Senaryoları", **Eneji&Kojenerasyon Dünyası**, sayı 42, Mayıs-Haziran 2006, s. 62.

ülkelerde jeotermal elektriğin ülke ihtiyacına katkısı genelde toplamın %0,1-1'i arasında iken; bu oran bazı ülkelerde %10'u bulmaktadır. Toplam elektriğin; Nikaragua'da %28'i, El Salvador'da %18'i, Kenya'da %11'i jeotermal enerjiden elde edilmektedir.<sup>291</sup>

İzlanda, ısınmasının %85'ini jeotermal kaynaklarla yapmaktadır. Zengin jeotermal enerji kaynaklarının üzerinde bulunan İzlanda, üç yıl önce dünyanın petrolden bağımsız ilk ülkesi olacağını açıklamıştır. Zengin jeotermal kaynaklarından elde edeceği elektriği hidrojen elde etmekte kullanacak olan ülkedeki taşıt motorlarının kademeli olarak hidrojen motoruna çevrilmesi düşünülmektedir. Dünyada jeotermal enerji ile ısınan konutlara her yıl yenileri eklenmektedir.<sup>292</sup>

#### 4.2. Avantaj ve Dezavantajları

Jeotermal kaynağın verimi çok yüksektir ve doğrudan elde edilebildiği için maliyeti düşük, iyi, yenilenebilir, kesintisiz, çevreyle dost, yerli bir güç kaynağıdır. Jeotermal enerjiden elde edilen birim gücün maliyeti, hidroelektrik dışında termik ve diğer santrallerden elde edilene göre çok daha ucuzdur. Termik santrallere göre çok daha az çevre sorununa yol açmaktadır. Reenjeksiyon (geri basım) uygulamalarının giderek gelişmesiyle çevre sorunu hemen hemen hiç kalmamıştır. Son yıllarda geliştirilen yeni teknolojilerle daha düşük sıcaklıktaki alanlarda da elektrik üretimi mümkün olmakta ve santral çevrim verimleri artırılarak birim enerji maliyeti daha

---

<sup>291</sup> Ramazan Köse, Abdullah Tuğcu, Oğuz Arslan, "Simav Yöresi Jeotermal Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretiminin İrdelenmesi", **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003, s. 138.

<sup>292</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 134.

da aşağılara çekilmektedir. Elektrik üretimi ile entegre olarak geliştirilen sistemlerle jeotermal akışkandan daha fazla termal güç ve diğer kullanımları (entegre) elde etmek mümkün olmaktadır. (Bu maliyet, entegre (bütünleşmiş) kullanımlar söz konusu olduğunda, daha da düşmektedir.<sup>293</sup>) Yani jeotermal kaynak birden fazla amaçla aynı anda kullanılabilir.<sup>294</sup>

Jeotermal enerji kullanımı sonucunda, dünyada fosil yakıtların tüketimi ve bunların kullanımından doğan sera etkisi ve asit yağmuru gazlarının atmosfere atımı nedeniyle meydana gelen zararlı etkiler azaltılmıştır. Jeotermal enerjiye dayalı modern jeotermal elektrik santrallerinde CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> atımı çok düşük olup, (Bu durum, kaynağın elektrik enerjisi üretiminde kullanımını artırmaktadır.<sup>295</sup>) özellikle merkezi ısıtma sistemlerinde sıfırdır.<sup>296</sup> Kömür katkılı santrallerdeki CO<sub>2</sub> atımı jeotermal santrallerine göre 1600 kat daha fazladır. Karbondioksit emisyonları açısından bir diğer karşılaştırma da doğal gaz ile yapılabilir. Doğal gaz jeotermalin en az 2000 katı daha fazla karbondioksit emisyonuna sahiptir. Ayrıca doğal gazın patlama, yangın, zehirlenme gibi risklerine karşı jeotermalde bu tip risklerin hiçbiri yoktur.<sup>297</sup> Bu karşılaştırma ışığında jeotermal enerjinin avantajı ortaya çıkmaktadır.<sup>298</sup> Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyon değerleri kömürde 900-1300 g/kWh, doğal gazda 500-1250 g/kWh iken jeotermal enerjide 20-35 g/kWh'tir.<sup>299</sup> Jeotermal

---

<sup>293</sup> Fatih Kaymakçıoğlu, Tamer Çirkin, "Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi ve Elektrik Üretimi", **a.g.k.**, s. 201.

<sup>294</sup> Ali Koçak, "Türkiye'de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli", **a.g.k.**, s. 296.

<sup>295</sup> Ramazan Köse, Abdullah Tuğcu, Oğuz Arslan, "Simav Yöresi Jeotermal Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretiminin İrdelenmesi", **a.g.k.**, s. 138.

<sup>296</sup> Hayrullah Dağıstan, "Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız", **a.g.k.**, s. 77.

<sup>297</sup> Abdülkerim Yörükoğlu, "Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Çevre", **Eneji&Kojenerasyon Dünyası**, sayı 42, Mayıs-Haziran 2006, s. 76.

<sup>298</sup> Fatih Kaymakçıoğlu, Tamer Çirkin, "Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi ve Elektrik Üretimi", **a.g.k.**, s. 202.

<sup>299</sup> Ali Koçak, "Türkiye'de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli", **a.g.k.**, s. 294.

enerji hava kirliliğini azaltır. ABD’de jeotermal enerjiden elde edilen elektrik her yıl 22 milyon ton CO<sub>2</sub>, 200 bin ton sülfürdioksit oluşumunu engeller.<sup>300</sup>

Jeotermal kaynaklardan elde edilen su genellikle aşındırıcı ve kirlilik yaratan mineraller içermektedir. Jeotermal enerji çevre dostu bir kaynak olarak tanınmakla birlikte, akışkanın paslanmaya, çürümeye, kireçlenmeye (kabuklaşmaya) neden olması, içerdiği bor yüzünden atılacağı yüzey sularını kirletmesi, bünyesinde CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S ve bor gibi maddeler bulunması, uygulamada bazı teknolojik önlemlerin alınmasını gerektirir. Kullanılan jeotermal akışkanın çevre sorunu yaratmaması için yeraltına geri verme (reenjeksiyon) uygulaması geliştirilmiş ve çeşitli ülkelerde yasal olarak zorunlu duruma getirilmiştir. Bugün Türkiye’de de uygulamaların çoğunda reenjeksiyon yapılmaktadır.<sup>301</sup> Bu durumda jeotermal enerji, çevreyi kirletmediği gibi petrol, doğal gaz ve kömür yerine kullanıldığı için döviz tasarrufu da sağlamaktadır.<sup>302</sup>

Jeotermal enerji yerinde kullanılabilen bir enerji kaynağıdır ve uzun mesafelere nakli sınırlı kalmaktadır. (En fazla 100 km civarında)<sup>303</sup> Ancak bu durumun şöyle bir faydası vardır: sıcaklık ve gürültü açısından bakıldığında jeotermal alanların genellikle yerleşim alanlarından uzakta olması bu konularda sorun yaşanmamasını sağlamaktadır. Ayrıca santraller az yer kapladığından

---

<sup>300</sup> “Enerji Kaynakları ve Yenilenebilir Enerji”, [http://www.eie.gov.tr/turkce/en\\_tasarrufu/en\\_tas\\_etkinlik/2005\\_bildiriler/oturum7/PinarAkay.doc](http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/en_tas_etkinlik/2005_bildiriler/oturum7/PinarAkay.doc), 20.04.2007, s. 3.

<sup>301</sup> TÜSİAD, **21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisi’nin Değerlendirilmesi**, a.g.k., s. 123.

<sup>302</sup> Ali Koçak, “Türkiye’de Uygulamada Olan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Biri: Jeotermal Enerji”, **Türkiye II. Enerji Sempozyumu, 2000’li Yıllarda Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO Yayını, İstanbul, Mayıs, 2000, s. 165.

<sup>303</sup> Mustafa Özyurt, Güncel Dönmez, “Alternatif Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi”, a.g.k., s. 40.

görüntüyü de bozmamaktadır. Jeotermal enerjinin sürekli güç üretebilmesi (kesintisiz), hava değişimlerinden etkilenmemesi (güvenilir bir kaynak olduğunun göstergesi) diğer avantajlarıdır.<sup>304</sup>

## 5. BİYOKÜTLE ENERJİSİ

### 5.1. Tanımı

Odun, odun kömürü, hayvan ve insan dışkı; tarım ürünleri ve orman sektörü organik atıkları, alkol ve metan mayalanması; çeşitli su bitkileri gibi canlı (biyolojik) kaynaklar yolu ile elde edilen enerji türüne biyokütle (biomass) enerjisi denilmektedir.<sup>305</sup> Kısaca organik maddelerden çeşitli yollarla elde edilen enerji, biyokütle enerjisidir. Daha çok ısınma amaçlı kullanılan bu enerjinin en eski bilinen hammaddesi; yakacak odun, odun kömürü ve hayvan gübresidir. Klasik yakma işlemi ile elde edilen bu tip biyokütle enerjisinin yanında; enerji tarımı ürünlerinden, kentsel atıklardan, tarımsal endüstri atıklarından yakma işlemi ya da farklı teknikler kullanılarak katı, gaz ve sıvı yakıtlara çevrilerek biyokütle yakıt elde edilmesi, ısı ve elektrik üretilmesi mümkün olmaktadır.<sup>306</sup> Diğer bir anlatımla, ana bileşenleri karbon-hidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler "Biyokütle

---

<sup>304</sup> “Enerji Kaynakları ve Yenilenebilir Enerji”, [http://www.eie.gov.tr/turkce/en\\_tasarrufu/en\\_tas\\_etkinlik/2005\\_bildiriler/oturum7/PinarAkay.doc](http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/en_tas_etkinlik/2005_bildiriler/oturum7/PinarAkay.doc), 20.04.2007, s. 3

<sup>305</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 127.

<sup>306</sup> M. Handan Çubuk, Hasan A. Heperkan, “Orhaneli Linyitine %5 Biyokütle İlavesinin SO<sub>2</sub> Emisyonuna Etkisi”, **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II**, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000, s. 461.

Enerji Kaynağı", bu kaynaklardan üretilen enerji ise "Biyokütle Enerjisi" olarak tanımlanmaktadır.<sup>307</sup>

Biyokütle enerjisini, klasik ve modern anlamda olmak üzere iki grupta ele almak mümkündür. Birincisi; geleneksel ormanlardan elde edilen yakacak odun ve yine yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan atıkları (tezek gibi)'dır. İkincisi, yani modern biyokütle enerjisi ise; enerji ormancılığı ve orman-ağaç endüstrisi atıkları, tarım kesimindeki bitkisel atıklar, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıkları olarak sıralanır.<sup>308</sup> Bazı ağaçların (kavak, okaliptüs, aylandız, paulownia kral ağacı vb) büyüme hızı doğal ormanlara göre daha fazladır. Yüksek oranlarda güneş ışığı alan bölgelerde yetişen, suyu çok verimli kullanan; düşük karbondioksit yoğunluklarında dahi fotosentez yapabilen ve diğer bitkilere göre mevsimsel kuraklığa daha fazla dayanıklı olan tatlı sorgum, şeker kamışı, mısır gibi bitkilere C4 (karbon) bitkileri denmektedir.<sup>309</sup>

Bitkisel biyokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması sonucu oluşmaktadır. Biyokütleden elde edilen enerji, dünya enerji tüketiminin 10 katı enerjiye karşılık gelmektedir. Odun (enerji ormanları, çeşitli ağaçlar), yağlı tohum bitkileri (kolza, ayçiçek, soya v.b), karbon-hidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, enginar, v.b.), elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, miskantus, v.b.), protein bitkileri (bezelye, fasulye, buğday v.b.), bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk, v.b.),

---

<sup>307</sup> Ahmet Eriş, "Enerji Politikaları ile Yerli, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları", **TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, Ankara 2003, s. 164.

<sup>308</sup> Altan Bayram, Senem Bulut Bayar, "Türkiye İçin Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları", **a.g.k.**, s. 769.

<sup>309</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 128.

hayvansal atıklar ile kentsel ve endüstriyel atıklar biyokütle enerji teknolojileri kapsamında değerlendirilmekte ve mevcut yakıtlara alternatif çok sayıda katı, sıvı ve gaz yakıtlara dönüştürülmektedir.<sup>310</sup>

Biyogaz ise; tarımsal üretim sonucunda ortaya çıkan çeşitli bitkisel atıkların, hayvan ve insan dışkısının, organik yükü yüksek atık suların sabit bir ısıda hava almayacak biçimde tasarlanmış tanklar içinde anaerobik (oksijensiz) bakteriler tarafından parçalanması sonucunda oluşan ısı değeri yüksek yanıcı bir gazdır.<sup>311</sup> Diğer bir ifade ile, biyogaz, bitki ve hayvan atıkları gibi organik maddelerin havasız (oksijensiz) ortamlarda fermentasyonu sonucu oluşan ve bileşiminde % 60-70 metan, % 30-40 karbondioksit ve az miktarda hidrojen sülfür, hidrojen, su buharı, amonyak, karbonmonoksit ve azot bulunan renksiz ve yanıcı bir gaz karışımıdır. Biyogazın ısı değeri, bileşimindeki metan oranına bağlı olarak değişmekle birlikte genellikle 4700-6000 kcal/m<sup>3</sup> kadardır. Bu nedenle ısınma, aydınlatma ve su ısıtılması gibi amaçlarla kolaylıkla kullanılabilen temel enerji kaynaklarına alternatif olabilecek bir enerji kaynağıdır.<sup>312</sup>

Biyokütlenin elektrik enerjisi üretiminde kullanılması termik santrallere benzer bir sistemle organik maddelerin doğrudan yakılarak oluşturulan ısıdan buhar elde edilerek türbinleri döndürmesi ve jeneratörlerden elektrik üretilmesi şeklinde olabilmektedir. Ayrıca, değişik tekniklerle biyokütleden elde edilen biyogazın kullanımı ile kombine çevrim gaz santrallerine benzer bir sistemle elektrik

---

<sup>310</sup> Yunus Arıkan, “İklim Değişikliği ile Savaşım Politikalarında Biyoyakıtlar ve Avrupa Birliği”, **Biyoyakıt Dünyası**, Sayı 4, Ankara, Kasım 2006, s. 25.

<sup>311</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 130.

<sup>312</sup> İstemi Ünsal, **a.g.k.**, s. 34-35.

üretilebilmektedir. Kentsel atıklardan, çöplerin çürümesi ve anaerobik fermentasyonu (oksijensiz ortamda değişimi-oksijensiz solunum-mayalanma) sonucu ortaya çıkan yanıcı biyogaz olan metan gazının kullanımı ile çöp termik santralleri çalıştırılmaktadır. Böylece hem kentsel atıkların enerji üretiminde kullanılması mümkün olmakta hem de atıkların depolanması sorununa çözüm getirilmektedir.<sup>313</sup> Şehir katı atıkları iyi bir biyokütle enerji kaynağıdır, ama doğası gereği şehir çöplerinde organik ve inorganik maddelerin karışık olması nedeniyle ayırma çok pahalıdır.<sup>314</sup>

#### **Resim 8: Biyokütle Enerjisi**



Biyokütle kaynaklı, çevre dostu en önemli yakıt alternatiflerinden bazıları biyodizel ya da biyomotorin denen yakıtlardır. Biyomotorin, ticari başarısını kanıtlamış en popüler dizel motor yakıtı alternatifidir, dizel motorlarında sorunsuz olarak rahatlıkla kullanılabilir. Biyomotorin kullanımının başlangıcı, Dr. Rudolf Diesel'in 1895'de ürettiği ilk dizel motorda bitkisel yağ kullanmasına dayanmaktadır. Günümüzde birçok ülke biyomotorin normunu (kural, standart) tamamlamış olup, biyomotorin akaryakıt istasyonlarında ticari bir yakıt olarak satışa sunulmuştur.<sup>315</sup>

---

<sup>313</sup> Leyla Dolun, **a.g.k.**, s. 57.

<sup>314</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 127.

<sup>315</sup> Mustafa Acaroğlu, "Modern Biyokütle-Biyomotorin Enerji Üretimine Geçişte Yasal Sorunlar ve Öneriler", **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler**

Biyodizel, kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların ya da hayvansal yağların bir katalizör (kimyevi değişikliği sağlayan yardımcı madde) eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol ya da etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan bir üründür. Evsel kızartma yağları ve hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılabilir.<sup>316</sup>

Enerji içeriğinin büyük bir bölümü tohumunda gizli olan, yağlı tohumlu bitkilerden elde edilen biyodizel, petrol içermez; dizele eşdeğer ve petrol kökenli dizel ile her oranda karıştırılarak ya da saf olarak dizelin kullanıldığı her yerde (özellikle taşımacılıkta) kullanılabilen bir biyoyakıttır.<sup>317</sup> Biyodizel, bitkisel kaynaklı yağ ve atık yağların değerlendirilmesi yolu ile elde edilen yenilenebilir enerji çeşidi olarak bilinmektedir. Dizel yakıt olarak kullanılabilen biyodizel, ekonomik bakımdan uygunluğu, atıklardan kurtulma ve olumlu çevresel etkisi bakımından kullanılabilirliği ile öne çıkmaktadır. Bitkisel ve bitkisel kaynaklı atık kızartma yağının motor yakıtı olarak kullanımı ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Motor yakıtı olarak kullanılacak bitkisel yağların başlıcaları; soya yağı, ay çiçek yağı, aspir yağı, kolza yağı, yerfıstığı yağı, keten tohumu, fındık yağı, pamuk tohumu ve atık kızartma yağlarıdır. Biyodizelin, dizel yakıtından daha çok çevre dostu olduğu,

---

ve **Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt I**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003, s. 291.

<sup>316</sup> “Çöpten Temiz Enerji Üretiliyor”, Cumhuriyet Gazetesi, 27.10.2006, s. 9.

<sup>317</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 5-31.

emisyron değerlerinin dizel yakıtına benzer, hatta bazı değerlerinin daha iyi olduğu yapılan araştırmalarda belirlenmiştir.<sup>318</sup>

Başta Brezilya olmak üzere Latin Amerika ülkelerinde biyoyakıt kullanımı giderek artmaktadır. Brezilya’da 6 milyon araç, şeker kamışından üretilen metanol kullanmaktadır. ABD’de ise, yağlı tohumlardan elde edilen biyomotorin saf olarak ya da petrol kökenli motorin ile karıştırılarak kullanılmaktadır.<sup>319</sup> Biyoyakıtların tüketiminin artması, kanola ve soya tarımına önem verilmesiyle tarım üreticisi bir yandan kendi ihtiyacı olan ucuz dizel yakıtı üretirken öte yandan artan üretim gücü ve kapasitesi ile milli ekonomiye katkı sağlayacaktır.

Dünyanın orman artıklarından elde edilebilecek enerji miktarı 10 000 MWe’dir. Benzer biçimde dünyadaki evcil hayvan gübreleri kaynaklı enerji potansiyeli 20 EJ’dur. (1 EJ=24x10<sup>6</sup> TEP). Enerji ormancılığı ve enerji bitkileri tarımında gelecekte dünyada 100 milyondan bir milyar hektara kadar artacak bir genişleme beklenmektedir.<sup>320</sup> Enerji ormanlarından elde edilen yıllık ortalama verim, hektar başına 20-23 ton dolayında biyokütle olmaktadır. Finlandiya ürettiği elektriğin %22’sini, İsveç ise %20’sini enerji ormanları yetiştirerek sağlamaktadır.<sup>321</sup>

Biyokütle kaynakları arasında, odun en çok bilinen, en kolay temin edilebilen ve en çok kullanılandır. Dünya nüfusunun yaklaşık olarak 3/4’ü klasik biyokütle

---

<sup>318</sup> Zafer Utlu, “Biyodizel Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Atık Kızartma Yağlarının Değerlendirilmesi”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 218.

<sup>319</sup> “Yarının Çiftçileri Birer Enerji Üreticisi Olacak”, Cumhuriyet Gazetesi Haftalık Eki, 10.10.2006, s. 29.

<sup>320</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 128.

<sup>321</sup> “Yarının Çiftçileri Birer Enerji Üreticisi Olacak”, **a.g.k.**, s. 29.

enerjisi kullanmaktadır. Özellikle 3. dünya ülkelerinde çok kullanılan klasik biyokütle enerjisi, bu ülkelerin tüketimlerinin hemen hemen %40'ını oluşturmaktadır. Biyokütlenin sanayileşmiş ülkelerdeki birincil enerji tüketimindeki payı genel olarak %3'ün altındadır. Bununla birlikte, bazı ülkeler biyokütle kaynağını önemli ölçüde kullanmaya başlamışlardır. Örneğin, Finlandiya %15, İsveç %9, Amerika %4. Bu oran, Türkiye'de %0,04 düzeyindedir. Biyokütle kökenli yakıtların atmosferik karbondioksit kirlenmesine etkisinin az olmasından dolayı birçok sanayileşmiş ülke biyokütle enerji üretimini artırabilmek için planlar yapmaktadır.<sup>322</sup>

IEA (Uluslararası Enerji Ajansı), gelecek yüzyılda dünyanın toplam enerji gereksiniminin %50'den fazlasını sağlayabilecek düzeyde yüksek bir biyokütle potansiyelinin var olduğunu belirtmektedir.<sup>323</sup> Son yıllarda dünyada biyokütle ile çalışan termik santraller giderek yaygınlaşmaktadır. ABD'de bu santrallerin sayısı 500'den fazladır ve kurulu güçleri 9000 MW'ın üzerinde olup, toplam enerji tüketiminin %4'ünü karşılamaktadırlar.<sup>324</sup>

## 5.2. Avantaj ve Dezavantajları

Biyokütle enerjisi alternatif enerji kaynakları içerisinde büyük bir potansiyele sahip olup, rüzgar ve güneş gibi kesikli değil, sürekli enerji sağlayabilen bir kaynaktır. Biyokütle enerjisinin kolay depolanabilir olması diğer yenilenebilir enerji

---

<sup>322</sup> İstemi Ünsal, **a.g.k.**, s. 33.

<sup>323</sup> **a.g.k.**, s. 32.

<sup>324</sup> **a.g.k.**, s. 33.

kaynaklarına göre avantaj sağlar.<sup>325</sup> Biyokütle, yerli kaynaktır, yerel üretimi ve istihdamı artırır böylece kırsal kesimde göçü önler, atmosferde CO<sub>2</sub> artışına yol açmaz.<sup>326</sup> Biyokütle, yanması halinde atmosferden aldığı kadar karbonu karbondioksit halinde saldığı için orman ve bitki varlığının yenilenmesi durumunda kuramsal olarak sera etkisine katkısı olmayan bir yakıttır.<sup>327</sup>

Biyokütle yakıtlarının güncel kullanma yerlerinden birisi de fosil yakıtlarla %2-25 gibi çeşitli oranlarda karışık yakılmalarıdır. Fosil yakıtlar, biyokütle yakıtlarla karışık yakıldıklarında hava kirliliğı üzerindeki baskıyı azaltırlar. Örneğın bir kömürlü termik santralde kömür, %33-37 oranında biyokütle ile yakıldığında kükürtdioksit ve azotoksit emisyonlarında %30 oranında bir azalma olduğı saptanmıştır.<sup>328</sup>

Dünya’da biyoyakıt kullanımı hızla artmaktadır. Biyoyakıt kullanımının faydaları şöyledir:<sup>329</sup>

- Petrol ithalatının azalmasını sağlar,
- Sürdürülebilir enerjiye destek olur,
- Enerji tarımının gelişmesini sağlar,
- Kırsal kesimin sosyo-ekonomik yapısının iyileşmesini sağlar,
- Yerel iş imkanı yaratır ve imalat sanayinin gelişmesine katkıda bulunur,

---

<sup>325</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 5.24.

<sup>326</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değışikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k.**, s. 67.

<sup>327</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 131.

<sup>328</sup> **a.g.k.**, s. 128.

<sup>329</sup> Mehmet Çağlar, “Türkiye’de Biyodizel Konusunda Yasal Altyapı, Yatırım ve Dünya Perspektifi”, PAL Danışma Kurulu Toplantısı, EİEİ, Ankara, 3 Şubat 2006, s. 4.

- Doğal enerji kaynaklarının ve çevrenin korunmasını sağlar.

Biyoyakıtlar dünyadaki karbon emisyonlarını emen gizli güç olarak kabul edilmektedir. Gerçekten de biyokütlenin 1990-2050 yılları arasında fosil yakıt kaynaklı karbondioksit salınımının %12-15'ine karşılık gelen 60-87 milyar ton karbon salınımını geri emeyeceği tahmin edilmektedir.<sup>330</sup>

Biyodizel yağlayıcı özelliğinden dolayı motoru korur. Yüksek parlama noktası sıcaklığına sahip olduğu için kullanımı, taşınımı ve depolanması güvenli bir yakıt olup, dizelin depolanma koşullarında depolanabilir, ve dizele göre daha temiz yanar. (kanserojen madde ve kükürt içermez)<sup>331</sup> Ayrıca biyodizel, motor karakteristik değerlerinde iyileşme sağlayan, kara ve deniz taşımacılığında kullanılabilen, ısıtma sistemleri ve jeneratörlerde kullanıma uygun, stratejik özelliklere sahip, mevcut dizel motorlarında hiçbir tasarım değişikliği gerektirmeden kullanılabilen, ticari başarıyı yakalamış çevre dostu bir yakıttır.<sup>332</sup>

Biyodizel; bakterilerle ayrışarak doğada kolayca bozunur. Temel olarak sülfürsüz olduğundan asit yağmurlarına neden olmaz. Biyodizel hammaddesi olan yağlı tohum bitkilerinin oluşumları sırasında atmosferden çektikleri CO<sub>2</sub> miktarı ile biyodizel yandığında atmosfere salınan CO<sub>2</sub> miktarı hemen hemen eşit olduğundan, biyodizel dünyanın toplam CO<sub>2</sub> emisyonu miktarını artırmamakta ve böylece küresel ısınmaya yol açmamaktadır. (Böylece iklim değişikliğine de neden olmamaktadır.)

---

<sup>330</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 128.

<sup>331</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 5-31.

<sup>332</sup> **a.g.k.**, s. 5.33-5.34.

Üretim teknolojisinin diğer alternatif yakıtların üretim teknolojilerine göre oldukça basit ve ekonomik olması biyodizelin diğer bir özelliğidir. Avrupa Birliği, petrol türevi dizel yakıtı içerisinde 2005 yılından itibaren %2 oranında biyodizel katma zorunluluğu getirmiştir. Bu oran 2010 yılında %5,75'e çıkarılacak, 2020 yılından itibaren ise biyodizelin motorin içindeki payı %20 olacaktır.<sup>333</sup>

Bir dizel motor biyodizel ile çalıştırıldığında oluşan egzoz emisyonunda, motorine oranla, yaklaşık olarak CO %20, HC (Hidrokarbon) %30, partikül madde %40 ve is emisyonu %50 azalmaktadır.<sup>334</sup> Ozon tabakasına olan olumsuz etkiler de biyodizelde dizel yakıtı göre %50 daha azdır.<sup>335</sup>

Biyogaz üretimi sonunda elde edilen fermante (değişikliğe uğramış, mayalanmış) gübrenin, bir başka anlatımla biyogübrenin tarım uygulamalarında kullanılması durumunda verimin yaklaşık olarak % 25 oranında arttığı belirlenmiştir. Biyogaz, bütün bu yararlarının yanı sıra biyogaz üretiminde kullanılan hayvan gübrelerinin kokusu proses (süreç) esnasında kaybolduğundan ve insan sağlığını tehdit eden birçok unsur ortadan kalktığından, biyogaz üretiminin gerçekleştirildiği alanlarda yaşayan insanlara temiz ve sağlıklı bir çevre kazandıracaktır.<sup>336</sup> Her yeni biyogaz tesisi bir gübre ve açık organik atık yığını ortadan kaldırdığından, salgın hastalıkların da azalmasına sebep olmaktadır. Biyokütlenin bölgesel ve modern

---

<sup>333</sup> Hüseyin Şanlı, Mustafa Çanakçı, "Dizel Motorlar için Yükselen Bir Alternatif Yakıt: Biyodizel", **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 234-235.

<sup>334</sup> **a.g.k.**, s. 234.

<sup>335</sup> Nadir Dizge, Oltan Canlı, Mehmet Karpuzcu, "Biyodizel Kullanımın Çevre için Önemi", **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 247.

<sup>336</sup> Halil Kumbur, Zafer Özer, Duygu Özsoy, Deniz Avcı, "Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması", **a.g.k.**, s. 35.

işletilmesi ile özellikle enerji hatlarından uzak bölgelerde, kendi kendine yeterli enerji sağlayan bölgeler yaratmak olanaklıdır. Özellikle de tarım işçiliğine gereksinim doğurduğundan biyokütleden enerji üretimi kırsal kesimde istihdam olanakları da yaratabilecektir. Organik atıkların biyogaz teknolojisi ile gübre haline getirilmesi halinde, günümüzde yaygın olarak kullanılan kimyasal gübreden çok daha verimli ve ekonomik değeri yüksek bir ürün elde edilmiş olacaktır.<sup>337</sup> Genel olarak biyogaz uygulaması tezek kullanımına bağlı olan göz hastalıkları ile solunum yolu hastalıklarını da azalttığı gibi, iyi sindirilmiş gübrelerin kokusu sinekleri uzaklaştırdığı ve biyogaz sistemleri sinek ve diğer haşereleri çekmediği için karasinek ve sivrisinek üremesini de önlemektedir. Kırsal kesimlerin artan enerji, beslenme ve gübre gereksinimlerinin karşılanmasında biyokütle ve biyogaz uygun bir çözüm olmaktadır.<sup>338</sup>

Kırsal kesimlerde biyogazdan yararlanmanın desteklenmesi, yakacak olarak odun kesilmesinin ve ormanların tahribinin de azalmasına sebep olacaktır. Öte yandan, yakacak gereksinimi karşılanmış olduğundan tezek yakılmasına ihtiyaç kalmayacak; hayvan dışkıları ve biyogaz üretim tesisinden çıkan atıklar gübre olarak kullanılarak toprağın verimliliği artırılabilir. Yani biyokütlenin çorak alanlarda yetişebilmesi (enerji ormancılığı) daha önce yararlanılamayan toprakların kullanılması; nispeten çorak arazilerde toprağın işlenme sonucu daha hızlı oluşumu, belirli düzeyde erozyonun önlenmesi ve kırsal alanlarda iş alanları yaratılması,

---

<sup>337</sup> İstemi Ünsal, **a.g.k.**, s. 34-35.

<sup>338</sup> **a.g.k.**, s. 35.

toplam enerji üretimine katkı yanında bölgesel kalkınma ve büyük kentlere göçün önlenmesi açısından da büyük önem taşımaktadır.<sup>339</sup>

Biyokütle enerjisi, genel anlamda çevreye uyumlu bir enerji kaynağı olmakla birlikte, kullanılan biyokütle türüne göre bazı çevresel etkiler yaratabilmektedir. Örneğin, çöp ve benzeri bazı atıkların yakılması sonucu ortaya çıkan atıklar bazı çevresel önlemlerin alınmasını gerektirmektedir. Diğer taraftan, depolanması ile geçici görsel çevre kirliliği yaratabilen bu tür kaynaklar, enerji kaynağı olarak kullanılması sonucunda, bertaraf edilmektedir.<sup>340</sup>

## **6. HİDROELEKTRİK ENERJİSİ**

### **6.1. Tanımı**

“Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan hidrolik enerji yenilenebilir enerji kaynakları içinde teknoloji gelişimi en ileri düzeyde olan enerji kaynağıdır. Kullanılmakta olan en eski enerji kaynaklarından biri olan hidrolik enerjinin kaynağı sudur. Bu nedenle hidroelektrik santraller bir su kaynağı üzerinde olmak zorundadır. Elektriği uzun mesafelere ileten teknoloji bulunduktan sonra, hidrolik enerji daha da çok kullanılır olmuştur. Hidroelektrik santraller akan suyun gücünü elektriğe dönüştürürler. Akan su içindeki enerji miktarını, suyun akış ya da düşüş hızı belirler. Büyük bir nehirde akan su büyük miktarda enerji taşımaktadır. Ya da su çok yüksek

---

<sup>339</sup> a.g.k., s. 36.

<sup>340</sup> DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k., s. 161.

bir noktadan düşürüldüğünde de yine yüksek miktarda enerji elde edilmektedir. Her iki yolla da kanal ya da borular içine alınan su, türbinlere doğru akar, elektrik üretimi için pervane biçiminde kolları olan türbinlerin dönmesini sağlar. Türbinler jeneratörlere bağlıdır ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler.”<sup>341</sup>

Hidroelektrik santraller en önemli ve enerji üretiminde en büyük paya sahip yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yağmur ve karla yükseklerle taşınan suların potansiyel enerjisi türbin ve jeneratörler vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürülür. Hidroelektrik her yıl yağışlar tekrarlandığı için yenilenebilir olarak nitelenen enerji kaynağı grubundandır.<sup>342</sup> Hidro gücün, ekonomik olarak işletilebilir potansiyelinin halen 1/3’ü kullanılarak dünya elektrik üretiminin %17’si karşılanmaktadır. Hidroelektrik santraller ile elektrik üretimi, dünyada toplam elektrik üretimine yaklaşık %23 oranında katkıda bulunmaktadır.<sup>343</sup>

Bir megavat kurulu güçten aşağı olan hidroelektrik yapımlara küçük hidroelektrik santralleri (KHES) adı verilir. Bunlar büyük düşü (suyun yüksekten düşürülmesi ilkesi ile elektrik üreten) barajları gerektirmeden küçük akarsulara kurulabilen, küçük yerleşim yerlerine elektrik enerjisi sağlayan türbin düzenekleridir.<sup>344</sup>

---

<sup>341</sup> DSİ Genel Müdürlüğü, “Baraj Nedir?”, <http://www.dsi.gov.tr/cocuk/cocuk.htm>, 22.10.2006.

<sup>342</sup> Veysel Eroğlu, “İklim Değişikliği ile Mücadele: Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Artırılması (1. Bölüm)”, **Eneji&Kojenerasyon Dünyası**, sayı 42, Mayıs-Haziran 2006, s. 66.

<sup>343</sup> Halil Kumbur, Zafer Özer, Duygu Özsoy, Deniz Avcı, “Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması”, **a.g.k.**, s. 34.

<sup>344</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 135.

### Resim 9: Hidroelektrik Enerji Santrali



Elektriğin toplumsal yaşamda kullanılmaya başlandığı 1880’li yıllarla birlikte elektriğin üretimi konusu da dikkat çekmeye başlamıştır. Suyun potansiyelinden yararlanmak isteyen bilim adamları, çalışmalarını yoğunlaştırarak sürdürmüşlerdir. Amerika Birleşik Devletleri’nde çalışan ilk hidroelektrik santral olan Niagara Enerji Santralinin yapımı, dünya çapında hidroelektrik santral inşaatlarının da başlamasını sağlamıştır.<sup>345</sup>

Aralarında ABD, Kanada, Çin Halk Cumhuriyeti, Brezilya, Rusya Federasyonu, Norveç gibi ülkelerin bulunduğu en yüksek üretime sahip 10 ülkenin üretimleri, dünya hidroelektrik üretiminin %66’sıdır.<sup>346</sup>

Hidroelektrik kaynaklar, dünya genelinde geniş şekilde yayılmıştır. Yaklaşık 150 ülkede hidroelektrik potansiyel mevcuttur. Ekonomik yapılabilir potansiyelin yaklaşık %70’i henüz geliştirilmemiştir. Dünyanın teknik ve ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyeli sırasıyla 14 000 TWh/yıl ve 8000 TWh/yıl’dır. 2003 yılı başında bu potansiyelin 728,5 GW’ı (ya da 2743 TWh/yıl) işletmede, 100,7 GW’ı inşa halindedir. Gelecekte yapım için planlanan toplam kapasite 337,9 GW’tır.

<sup>345</sup> Erol Ünal, **a.g.k.**, s. 13.

<sup>346</sup> Ayla Tutuş, “Barajlar ve Hidroelektrik Santraller”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 129.

Henüz geliştirilmemiş potansiyelin büyük bir kısmı Afrika, Asya ve Latin Amerika ülkelerinde yer almaktadır. Bugün için, hidroelektrik enerji Dünya’da üretilen toplam elektrik enerjisinin yaklaşık %20’sini sağlamaktadır. Hidroelektrik yaklaşık 65 ülkenin ulusal elektriğinin %50’sini, 32 ülkenin %80’ini ve 13 ülkenin de elektriğinin neredeyse tamamını sağlamaktadır. Dünyanın en fazla hidroelektrik enerjisi üreten ülkesi olan Kanada’nın 2002 yılı üretimi 353,2 TWh olup, 27 AB ülkesinin toplamına (364,5 TWh) çok yakındır.<sup>347</sup>

## 6.2. Avantaj ve Dezavantajları

Rezervuarlı ve nehir tipi olarak yapılan hidrolik santraller, elektrik enerjisi üretimi aşamasında atmosfere hiç sera gazı emisyonu vermemektedir. Ayrıca, öteki azaltıcı ve önleyici (enerji tasarrufu, karasal karbon yutakları, taşkın önleme, su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi ve korunması, vb.) sektörlerle yaptığı doğrudan ya da dolaylı katkı ile küresel ısınmaya neden olan emisyonlarının sınırlandırılmasında ve azaltılmasında çok yönlü katkı sağlamaktadır.

Hidroelektrik santrallerin çevre ile etkileşimi incelenecek olursa, hidro projeler, sera gazları, SO<sub>2</sub> ve partikül (parçacık) emisyonlarının olmaması avantajına sahiptir. Barajların, arazi kullanımında yarattığı değişiklikler, insanların topraklarını boşaltması, flora ve fauna üzerine etkileri, dibe çökme ile baraj alanının dolması ve su kullanım kalitesi üzerinde etkileri vardır. Büyük su rezervuarlarının oluşması nedeniyle ortaya çıkan toprak kaybı sonucu doğal ve jeolojik dengenin bozulabilmesi

---

<sup>347</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Türkiye’de Enerji Dinamikleri**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara, Aralık 2004, s. 2-3.

olasılığı vardır. Bu rezervuarlarda oluşan bataklıklar, metan gazı oluşumu için uygun bir ortam teşkil ederler. Akarsularımızın, rejimlerini kontrol altına almak, dolayısıyla taşkın zararlarını önlemek ve depolanan sulardan içme suyu, sulama yararları sağlamak ve enerji elde etmek amacıyla bugüne kadar birçok baraj ve hidroelektrik santralleri yapılmıştır.<sup>348</sup> 1990 yılı itibariyle dünya genelinde toplam elektrik enerjisi üretimi 9 500 TWh (Türkiye’de 70 TWh) olarak gerçekleşmiştir. Bu tüketimin %23’lük (2200 TWh) bölümü hidroelektrik santrallerinde üretilmiştir. Eğer hidroelektrik santrallerde üretilen 2200 TWh’lik enerji termik santrallerde fosil yakıtlar kullanılarak üretilmiş olsaydı 1,5-2,2 milyar ton/kWh/yıl CO<sub>2</sub> atmosfere bırakılmış olacaktı.<sup>349</sup>

Hidroelektrik santrallerin yatırım bedelinin büyük bir kısmını (%70-80) yurtiçi harcamalar oluşturur. Bu da milli ekonomiye ve Gayrisafi Milli Hasılaya (GSMH) anlamlı ve pozitif katkı demektir. Santral yatırımında dışa bağımlılık ve döviz harcaması en alt düzeydedir. İthal ekipman ve hizmet bedelleri yatırımın çok küçük bir bölümünü oluşturur ve hidroelektrik santrallerde çok az yabancı kaynağa ihtiyaç vardır. İhtiyaç duyulan malzeme ve hizmetlerin büyük çoğunluğu yerli piyasadan sağlanabilir. Hidroelektrik santrallerin ekonomik ömrü diğer tip santrallerden çok daha uzundur (yaklaşık 100-200 yıl). İşletme gideri düşüktür ve herhangi bir yakıt gideri yoktur. Ucuz elektrik üreterek rekabetçi elektrik piyasasının oluşmasına en büyük katkıyı yapar. İşletme kolaylığı ve esneklik çok önemli bir özelliğidir. Enterkonnekte sistemde yük dengelenmesi ve frekans düzenlenmesi gibi

---

<sup>348</sup> Halil Kumbur, Zafer Özer, Duygu Özsoy, Deniz Avcı, “Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması”, **a.g.k.**, s. 34.

<sup>349</sup> Veysel Eroğlu, “İklim Değişikliği ile Mücadele: Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Artırılması (1. Bölüm)”, **a.g.k.**, s. 67.

çok önemli fonksiyonları vardır. Yeşil (çevre dostu) enerji olduğu için Avrupa Birliği ülkelerine ihracatı daha kolaydır. Yakıt kullanmadığı için kirliliğe de neden olmaz. Türkiye’de akarsuların eğimi fazla olduğu için akarsular yoluyla erozyon ciddi bir tehlikedir. Hidroelektrik santraller için yapılan barajlar suyun hızını keserek erozyonun durdurulmasında önemli rol oynarlar. Enerji depolama kapasiteleri olduğundan dışa bağımlılığı azaltırlar ve bu bağlamda arz güvenliğinin sağlanmasına da katkıda bulunurlar. Yöre halkına istihdam, sulu tarım, taşımacılık, su sporları gibi sosyal ve ekonomik faydalar da sağlarlar.<sup>350</sup> Hidroelektrik santraller enerji talebinin en çok olduğu saatlerde hemen devreye girebildiklerinden elektrik fiyatlarının arz sıkıntısına bağlı artışlarına karşı bir sigorta görevi de görürler.<sup>351</sup> Hidrolik santraller arıza anında devreye girebilir ve sistemi ayakta tutarlar.<sup>352</sup>

Hidrolik enerji bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Su, kapalı bir çevrim içinde sürekli hareket etmektedir. Denizlerden, göllerden ve diğer su kaynaklarından buharlaşan su; kar ve yağmur olarak yeryüzüne dönmekte, tekrar nehir, deniz ve göllere akmaktadır. Hidrolik güçten enerji üretmek temiz, verimli (%90) ve etkili bir yoldur. Hidroelektrik santrallerin sisteminden geçen suların kalite ve miktarında değişiklik olmaz.<sup>353</sup> Hidroelektrik santrallerin halihazırda ürettiği yıllık 40 milyar kW elektriği üretmek için linyit santrallerinde her yıl 40 ila 100 milyon ton kömür

---

<sup>350</sup> Ülker Güner Bacanlı, “Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerjinin Önemi”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1**, 27-30 Kasım 2006, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s. 97-98.

<sup>351</sup> Veysel Eroğlu, “İklim Değişikliği ile Mücadelede Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Artırılması”, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, Sayı 43, Temmuz-Ağustos 2006, s. 53.

<sup>352</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.k., s. 160.

<sup>353</sup> DSİ Genel Müdürlüğü, “Baraj Nedir?”, a.g.k.

tüketilmesi gerekir. Bu ise çevreye büyük zarar verecek olan 54 milyon ton sera gazı emisyonu, kirlilik ve kül atıkları demektir.<sup>354</sup>

Hidroelektrik santrallerin yatırım maliyetlerinin doğal gaz çevrim santrallerine kıyasla biraz yüksek olduğu söylene de hidroelektrik santrallerinin ömürlerinin çok uzun olduğu dikkate alınarak yapılan hesaplamalar sonucu bu santrallerin yıllık yatırım maliyeti açısından daha avantajlı olduğu ortaya çıkmaktadır.<sup>355</sup> Öte yandan, hidrolik santraller ortalama 50 yıllık ekonomik ömürleriyle, ortalama ekonomik ömürleri 30-35 yıl olan termik santrallere göre daha avantajlı sayılmaktadır. Bu santraller, yöresel sulama ve içme-kullanma suyunun temini için de gayet kullanışlıdır.<sup>356</sup> Öz kaynağımızdır, dışa bağımlı değildir. Gerek enerji, gerekse çok amaçlı Hidroelektrik Santrallerinin (HES) taşkın koruma, çevre ziraatını geliştirme, balıkçılığı destekleme, ağaçlandırma ile çevrenin estetik kalitesini ve su kalitesini yükseltme gibi olumlu etkileri vardır.<sup>357</sup> Yakıt gideri olmaması yüzünden dünya genelinde zaman zaman meydana gelen ekonomik ve diğer krizlerden etkilenmezler ve böylece istikrarlı bir enerji fiyatı oluşturulmasında sigorta görevi üstlenerek ülkelerin sosyo ekonomik kalkınmasında güvenilirlik ve süreklilik sağlarlar.<sup>358</sup>

---

<sup>354</sup> Veysel Eroğlu, “İklim Değişikliği ile Mücadele: Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Artırılması (1. Bölüm)”, **a.g.k.**, s. 68.

<sup>355</sup> Veysel Eroğlu, “İklim Değişikliği ile Mücadelede Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Artırılması”, **a.g.k.**, s. 53.

<sup>356</sup> M. Selçuk Sancar, **a.g.k.**, s. 105.

<sup>357</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, **a.g.k.**, s. 160.

<sup>358</sup> Veysel Eroğlu, “Ülkemizin Hidroelektrik Potansiyeli ve Yakın Gelecekteki Önemi”, **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003, s. 112.

Küçük suların (HES) değerlendirilmesi, bulundukları yöreye enterkonnekte şebekenin ulaşma zorunluluğunu da ortadan kaldıracığından, iletim şebekelerindeki kayıplarda önemli bir azalma meydana getirecektir. Küçük HES'ler uzun ömürlü olması, yakıt masrafı gerektirmemesi ve yapımının büyük ölçüde yerli kaynaklara dayanması nedeniyle daha ekonomiktir.<sup>359</sup> İletim ve dağıtım kayıplarını önleyebilmesi nedeniyle küçük HES'ler ulusal şebeke verimliliğini artırıcı bir rol sahibi de olurlar. Küçük HES'lerin bakımları kolay, maliyetleri düşük ve çevreye zararları bulunmamaktadır. Küçük HES'ler kalkınmakta olan kırsal bölgelerde o yörenin olanakları ile yapılabilir ve böylece işsizliğe bir çözüm olmasıyla sosyal açıdan yararlı olurlar. Hidroelektrik santrallerin gerek inşaat ve montaj aşamasında gerekse işletme sırasında yöre halkına iş ve istihdam yaratması yanında, yerel nüfusun ürettiği mal ve hizmetlerin satın alınması şeklinde de çevreye önemli ekonomik katkıları olmaktadır. Bu tür santraller çoğunlukla kırsal ve ekonomik olarak gelişmemiş yörelerde yer aldığından bu ekonomik katkı daha da önem kazanmaktadır. Özellikle barajlı santrallerde, baraj gölü vasıtasıyla yöre halkına balıkçılık, su üzerinden taşımacılık, sulu tarıma geçiş, rekreasyon, turizm, su sporları yapabilme olanakları gibi çok çeşitli ve önemli ekonomik ve sosyal faydalar da sağlanmaktadır. Nispeten geri kalmış bölgelere daha çok katkı sağladığı için, hidroelektrik santral yatırımlarının Türkiye'nin topyekün kalkınmasına da anlamlı bir katkısı olduğu açıktır.<sup>360</sup>

Barajlı hidroelektrik santrallerin sağladığı bir başka avantaj da nehir santralleri, rüzgar santralleri, güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının

---

<sup>359</sup> Mehmet Cebeci, "Bölgemizin Enerji Kaynakları ve Enerji Projeksiyonu", **a.g.k.**, s. 66.

<sup>360</sup> Veysel Eroğlu, **a.g.k.**, s. 69.

daha güvenilir biçimde hizmet vermelerini sağlamaktır. Bu santraller, nehir akımına, rüzgara ya da güneşe bağlı olarak zaman zaman üretimini durdurmak zorunda olan ve bu nedenle güvenilir bulunmayan enerji üretim santralleri için “buffer” ya da yedekleme görevi yaparak bir anlamda onlar için enerji depolama fonksiyonunu üstlenip, daha verimli çalışmalarını temin eder. Bu tür santraller enerji ürettiği sürece, barajlı santraller bu üretilen enerji kadar az üretim yapıp, onlar durduğunda da devreye girerek dengeyi sağlar. Böylece rüzgar ya da nehir santrallerinin güvenilirlik sorunu ortadan kalkmış olur.<sup>361</sup> Türkiye’de halihazırda işletmede olan barajlı santrallerin enerji depolama kapasitesi, yıllık üretim kapasitesinin yaklaşık yarısı kadardır. Yani, ortalama altı aylık elektrik üretimlerini depolama kapasiteleri vardır. Enerjide çoğunlukla dışa bağımlı olan ülkemiz için çok önemli ve stratejik bir avantajdır.<sup>362</sup>

Ancak, kuruluş maliyetleri yüksek, inşaat süreleri uzundur. Barajlar çevresindeki bölgenin ekolojisini değiştirir.<sup>363</sup> Üretime geçen bir HES’in ise kendisi değil, su toplama kısmı (baraj) çevresel etkiler yaratır. Aslında bu durum küçük HES’den çok, büyük barajlı HES’ler için söz konusudur. Hidrolik enerjinin mikroklimatik, hidrolojik ve biyolojik çevre etkileri vardır. Baraj gölünün geniş yüzey alanı, buharlaşmayı artırmakta tarım arazilerinde tuzlanma ve çoraklaşma olmakta, sudan kaynaklanan paraziter hastalıklar artmakta, rezervuar altında kalacak bitki ve ağaçların kesilip temizlenmemesi ile denge oluşuncaya kadar başlangıçta birkaç yıl su kalitesi negatif yönden etkilenmektedir. Hidrolojik rejimde değişiklik

---

<sup>361</sup> a.g.k., s. 68.

<sup>362</sup> a.g.k.a.s.

<sup>363</sup> Necati Gülbahar, Mustafa Kılınç, “Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Türkiye’nin Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II**, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000, s. 784-785.

olmakta, zorla göç yaşanabilmektedir. Sıcaklık-yağış-rüzgar rejimleri değişmekte, yöredeki doğal bitki örtüsü ile su ve kara canlıları yaşam alanında değişiklik olmakta, yaşama adapte olabilen türler varlıklarını sürdürmektedir. Akarsuyun akış rejiminin ve fizikokimyasal parametrelerinin değişmesi yeni hidrolojik etkiler oluşturmaktadır. Doğal fay hareketlerini etkileyerek deprem oluşum riskini artırmaktadır. Ayrıca, yöredeki tabiat ve tarih varlıklarının korunamaması sonucu, kültürel değerlerin kaybı da söz konusu olabilmektedir.<sup>364</sup> Doğası gereği büyük yerleşim birimlerinden uzakta ve oldukça mahrumiyet sayılabilecek yörelerde tesis edilen hidroelektrik santrallerde kalifiye elemanı istihdam etme ve yetişmiş elemanı tutma sorunları yaşanmaktadır.<sup>365</sup>

## **7. DENİZ KÖKENLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ**

### **7.1. Tanımı**

Dünya yüzeyinin farklı ısınması sonucu oluşan rüzgarların deniz yüzeyinde esmesi ile meydana gelen deniz dalgalarındaki güçten<sup>366</sup> elde edilen enerjiye dalga enerjisi denir. Kısaca, dalga enerjisi, deniz dalgalarının enerjisine dayanır.

Dalga enerjisi, bol miktarda olan ve Avrupa ülkeleri tarafından yararlanılmaya başlanan bir yenilenebilir kaynaktır. Dalga enerjisinin teknolojisi, rüzgar enerjisi gibi daha gelişmiş teknolojilere göre yenidir. Bu nedenle, söz konusu

---

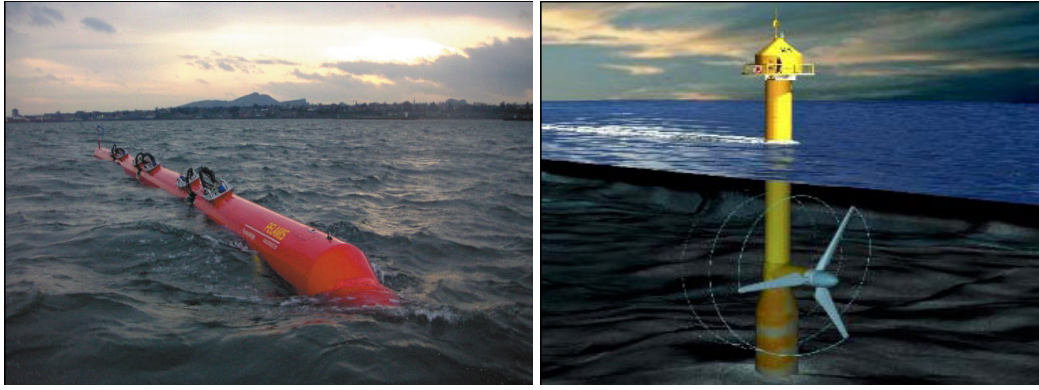
<sup>364</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.k., s. 160.

<sup>365</sup> a.g.k., s. 4-24.

<sup>366</sup> Mustafa Sağlam, Tanay Sıtkı Uyar, “Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 275.

enerji kaynağı şu anda ekonomik olarak rekabet edebilir değildir. Deniz dalgalarının önemli bir özelliği yüksek enerji yoğunluğudur ve söz konusu enerji yoğunluğu, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en yüksek değerdedir. Bunlara karşı devletlerin ve endüstrinin ilgisi sürekli artmaktadır.<sup>367</sup>

**Resim 10-11:** Deniz akıntı jeneratörüne örnekler<sup>368</sup>



Arşimet prensibi ve yer çekimi arasında ortaya çıkan büyük güç dalga enerjisidir. Büyük bir enerji kaynağı olmakla birlikte, aynı zamanda birçok yenilenebilir enerji kaynağından daha güvenilirdir. Ayrıca dalga enerjisi zamanın %90'ında elde edilebilir durumdadır. Dünyada teknolojinin ilerlemesi ile dalga enerjisi üzerine çalışmalar hızla artmış, kıyı boyu, kıyıya yakın ve kıyıdan uzak bölgelerde uygulanan çok çeşitli dalga enerjisi sistemleri geliştirilmiştir.<sup>369</sup>

<sup>367</sup> Erol Ünal, **a.g.k.**, s. 62.

<sup>368</sup> “Wave and Marine Current Energy”, **Status and Research and Reserach Priorities, Ocean Energy Systems**, International Energy Agency (IEA), 2003, s. 7.

<sup>369</sup> Ümit K. Terzi, Murat Alkan, “Dalga Enerjisi Sistemleri, Ekonomisi, Çevresel Etkileri ve Ülkemiz için Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-II, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s. 177.

Elektrik üretebilmek için gelgit enerjisi yani suların yükselip alçalmasından yararlanılabilmektedir. Gelgit enerjisi santralleriyle ilgili bugünkü tasarımlar, gelgit genliğinin büyük olduğu belirli kıyı kesimindeki ırmak ağzına ya da deniz girişine bir baraj yapılmasına dayanır. Eğer bu barajın içine bazı tüneller açılırsa, sular yükselme zamanında bunlardan içeri girecek, alçalma zamanında da dışarı akacaktır. Tünellerin içine yerleştirilmiş olan türbinler de suyun akışıyla dönecek ve buna bağlı olan jeneratörlerden elektrik üretilmiş olacaktır. Gelgit olan bölgelerde, kabarma ve alçalma hareketlerinden kanatları ters yönde de dönebilen türbinler yoluyla elektrik üretilmesinin dünyada en önemli örneği Fransa'da Rance ırmağının halicinde kurulmuş olan 750 m uzunluğunda ve 240 MW gücündeki gelgit barajıdır. 1966 yılında inşa edilen bu barajda 24 pervane türbin bulunmaktadır.<sup>370</sup>

**Resim 12:** Deniz dalga jeneratörü



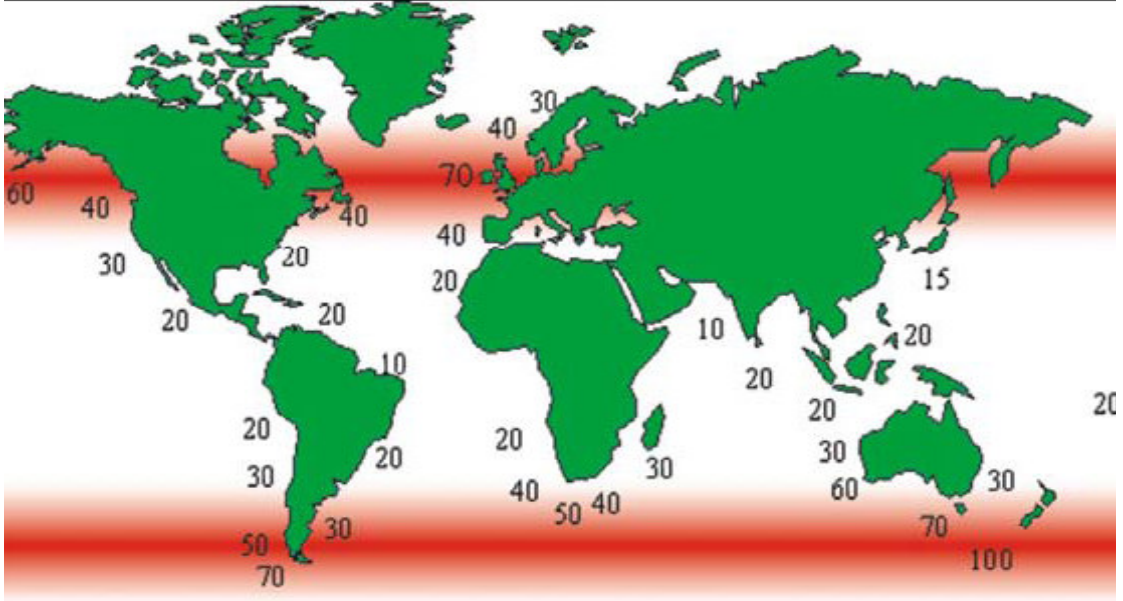
Diğer yenilenebilir kaynaklar gibi dalga enerjisi de dünyada düzenli dağılıma sahip değildir. Dünyada yüksek dalga gücüne sahip birkaç bölge bulunmaktadır. Her iki yarımkürede 30° ve 60° enlemler arasında dalga hareketi batı rüzgarlarının hakimiyeti ile yüksektir. Şekil 3'te dalga gücünün dünyadaki dağılımı görülmektedir. Avrupa ülkelerinin Akdeniz sahillerinde yıllık dalga gücü 4 ile 11 kW/m arasında

---

<sup>370</sup> Leyla Dolun, **a.g.k.**, s. 50.

değişmekte ve en yüksek değerler Ege Denizinin güney batı bölgesinde görülmektedir.<sup>371</sup>

**Şekil 3: Dünyadaki Dalga Enerjisi Dağılımının kW/m Cinsinden Tepe Büyüklüğü**



**Kaynak:** “Wave Energy Utilization in Europe-Current Status and Perspectives”, European Thematic Network on Wave Energy, Centre for Renewable Energy Sources (CRES), Greece, 2002, s. 9

## 7.2. Avantaj ve Dezavantajları

Dalga ve gel-git (deniz kökenli yenilenebilirler) kirlетici etkisi olmayan, rüzgar estikçe ve dünya-güneş-ay arası çekim kuvveti devam ettikçe sürekliliği olan yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yakıt maliyetleri yoktur ve ömürleri uzundur. Gel-git barajı dalgakıran görevini görür ve çok yüksek dalgalara karşı bulunduğu havzayı sel taşkınlarına karşı korur. Bu enerji, fosil yakıtlara bağımlılığı, küresel ısınmayı, asit yağmurlarını, her türlü kirliliği dolaylı olarak azaltması, elektrik şebekesinin

<sup>371</sup> Ümit K. Terzi, Murat Alkan, “Dalga Enerjisi Sistemleri, Ekonomisi, Çevresel Etkileri ve Ülkemiz için Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi”, **a.g.k.**, s. 178.

olmadığı kıyı bölgelerine elektrik sağlaması, tuzlu suyu tatlı suya çevirerek ihtiyaç duyulan bölgeye pompalayabilmesi gibi olumlu yönleri sahiptir.<sup>372</sup>

Deniz dalga enerjisinde; her boyut ve güçte santral deniz yüzeyinde kurulabilir. İlk yatırımdan başka girdisi yoktur. Hava kalitesini yükselten, temiz, sınırsız ve ucuz enerjidir. Nüfus yoğunluğu kıyılarda toplanmış olan ülkelerde enerji, üretilen yerde tüketileceğinden uzun iletim hatlarına gerek yoktur. Öngörülen enerji ihtiyacına göre boyutlandırılabilir. Büyük dalga boyutu maliyeti düşürür. Deniz üzerinde kurulduğundan tarım arazilerini yok etmez. Özellikle adalar için uygun enerji santralleridir.<sup>373</sup> Tamamen yerli teknoloji ve yerli imalat olması durumunda enerjide dışa bağımlılığı azaltılabilecektir.

Denize bıraktığı hiçbir fiziksel, kimyasal ve organik kirleticisi yoktur. Ancak, sistemlerin inşası sırasında bir miktar emisyon açığa çıkmaktadır. Dalga enerji sistemleri durgun su oluşturlar ve böylece kano ve dalma gibi su sporlarının yapılmasına imkan sağlamış olurlar. Dalga enerji sistemleri çeşitli deniz canlıları için yapay bir ortam oluşturur ve deniz içinde değişik türdeki canlı popülasyonlarının gelişmesini destekleyebilir.<sup>374</sup>

Ancak bir gel-git enerji santrali nehir ağzındaki ekosistem üzerinde önemli değişikliklere sebep olabilir. Her proje için özel bir Çevresel Etki Değerlendirmesi

---

<sup>372</sup> Mustafa Sağlam, Tanay Sıtkı Uyar, “Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli”, **a.g.k.**, s. 275-276.

<sup>373</sup> “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Dalga Enerjisi”, **EP&G Teknik, Enerji Petrol&Gaz Gazetesi**, Sayı 10, 15.12.2006.

<sup>374</sup> Ümit K. Terzi, Murat Alkan, “Dalga Enerjisi Sistemleri, Ekonomisi, Çevresel Etkileri ve Ülkemiz için Ekonomik Açısından Değerlendirilmesi”, **a.g.k.**, s. 186.

yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Projenin neden olacağı değişiklikler hem su kalitesini hem de ırmak yatağındaki çökeltilerin hareketini ve kompozisyonunu etkileyebilir. Suyun bulanıklığında olabilecek herhangi bir azalmanın, besin zincirinde de alt etkileri olabilir. Alçak su seviyelerindeki artışlar ile akıntılar ve su bulanıklığındaki genel bir azalma, etrafı çevrili havzaları su bazlı rekreasyon için daha cazip duruma getirecektir.<sup>375</sup> Ayrıca, her dalga boyutunun kullanılması için bir tasarımın oluşturulamaması, gemi rotalarının geçtiği yollar, balık avlanma alanları, askeri tatbikatlar, su altı kabloları gibi sınırlamalar dalga enerjisi projelerine başlamadan önce dikkat edilmesi gereken konulardır.<sup>376</sup>

Dalga ve akımlardaki değişim, yüzeye yakın yaşayan canlı türlerini doğrudan etkiler. Bu durum dikkatli yer seçimi gerektirmektedir. Özellikle kıyı şeridi ve kıyıya yakın uygulamalarda görüntü ve gürültü kirliliği söz konusu olabilir. Bu yüzden yapılar ses geçirmez özellikte olmalıdır. Kıyıdan uzak uygulamalar denizcilik için tehlike oluşturabilir. (Dalga enerjisi üreten cihazların kıyı deniz trafiğinde sorunlara yol açabilmesi.) Kıyı şeridi ve kıyıya yakın uygulamalar estetiksel açıdan olumsuz etki yaratabilir. Su yüzeyinin büyük bir kısmının dalga enerji sistemleri ile kaplanması deniz yaşamına zarar verirken (kıyı ekosistemini olumsuz etkileyebilmesi) aynı zamanda atmosferle teması engellediği için daha büyük etkiler de yaratabilir. Dalga enerji tesisleri, dalgakıran gibi davrandığı için denizi durgunlaştırır. Bu birçok limanda istenen etki olmasına karşın denizin üst tabakasının karışımını yavaşlatması deniz yaşamını ve balıkçılığı ters yönde etkiler. Bu olay yüzeyin çok altında yaşayan balıkları doğrudan etkilemese de azalan karışımdan

---

<sup>375</sup> Erol Ünal, **a.g.k.**, 2006, s. 67.

<sup>376</sup> Mustafa Sağlam, Tanay Sıtkı Uyar, “Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli”, **a.g.k.**, s. 276.

dolayı yüzeydeki üretim değişir ve otçul popölasyonun yiyecek temini azalır.<sup>377</sup> Bunlara ek olarak turizm üzerinde olumsuz etkiler doğurabilmesi, başlangıç yatırım maliyetlerinin yüksek oluşu gibi olumsuz tarafları da vardır. Fosil yakıtta olan bağımlılığı azaltacak, temiz, güvenilir ve sonsuz yenilenebilir enerji kaynağı olan deniz kökenli enerji kaynaklarının üretiminde yer seçimine önem verilerek ekosisteme verilecek etkiler en aza indirilebilir.

Dalga enerjisi dezavantajları ile karşılaştırıldığında avantajları ağır basan, sürdürülebilir kalkınma, sürdürülebilir ve temiz enerji gibi kavramlarla tutarlı, CO<sub>2</sub> emisyonu bulunmayan bol miktartlı bir enerji kaynağıdır.

## **8. HİDROJEN ENERJİSİ**

### **8.1. Tanımı**

Hidrojen 1500'lü yıllarda keşfedilmiş, 1700'lü yıllarda yanabilme özelliğinin farkına varılmıştır. Hidrojen, evrenin en basit ve en çok bulunan elementi olup, renksiz, kokusuz, havadan çok daha hafif ve tamamen zehirsiz bir gazdır. Güneş ve diğer yıldızların termonükleer tepkimeye vermiş olduğu ısının yakıtı hidrojen olup, evrenin temel enerji kaynağıdır. -252,77 C°'de sıvı hale getirilebilir. Sıvı hidrojenin hacmi gaz halindeki hacminin sadece 1/700'ü kadardır. Hidrojen, bilinen tüm yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahiptir. 1 kg hidrojen, 2,1 kg doğal gaz ya da 2,8 kg petrolün sahip olduğu enerjiye sahiptir. Ancak birim enerji

---

<sup>377</sup> Ümit K. Terzi, Murat Alkan, "Dalga Enerjisi Sistemleri, Ekonomisi, Çevresel Etkileri ve Ülkemiz için Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi", **a.g.k.**, s. 185.

başına hacmi yüksektir. Hidrojen doğada serbest halde bulunmaz, bileşikler halinde bulunur. En çok bilinen bileşiği ise sudur.<sup>378</sup>

Isı ve patlama enerjisi gerektiren her alanda kullanımı temiz ve kolay olan hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji sistemlerinde, atmosfere atılan ürün sadece su ve/ya da su buharı olmaktadır. Hidrojenden enerji elde edilmesi sırasında su buharı dışında çevreyi kirletici ve sera etkisini artırıcı hiçbir gaz ve zararlı kimyasal madde üretimi söz konusu değildir. Hidrojen petrol yakıtlarına göre ortalama 1,33 kat daha verimli bir yakıttır.<sup>379</sup> Hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı ve kimyasal enerjinin doğrudan elektrik enerjisine çevrildiği sistemler yakıt hücreleri diye adlandırılır. Yeni geliştirilen bu sistemlerde hidrojen doğrudan ya da hidrojen salan herhangi bir kaynak yardımıyla sisteme verilmekte ve istenilen enerji elde edilmektedir.<sup>380</sup>

Elektrik 20. yüzyıla damgasını vuran bir enerji taşıyıcısıdır. Hidrojenin ise 21. yüzyıla damgasını vuracak olan bir diğer enerji taşıyıcısı olacağı tahmin edilmektedir. Hidrojen evrende en çok bulunan yanıcı bir gazdır. Bilinen bu en hafif element dünyada da çok fazladır. Fakat serbest olarak değil, su molekülü içerisinde. Hidrojen doğal bir yakıt olmayıp birincil enerji kaynaklarından yararlanılarak değişik hammaddelerden üretilebilen sentetik (yapay) bir yakıttır. Aslında tam olarak yenilenebilir bir enerji kaynağı olmayan hidrojen, bir başka enerji

---

<sup>378</sup> Oğuz Ertürk, Ayşe Yıldırım, Ekmel Uygur, Feridun Kuru, Erkan Kartaloğlu, “Enerji Kaynağı Olarak Hidrojen ve Temiz Enerjilerin AB Müktesebatı ve Uyum Sürecindeki Yeri”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006**, s. 339-340.

<sup>379</sup> Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, “Hidrojen Enerjisi”, [http://www.eie.gov.tr/hidrojen/index\\_hidrojen.html](http://www.eie.gov.tr/hidrojen/index_hidrojen.html), 19.10.2006

<sup>380</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 7.3.

tüketilerek elde edilen sentetik yakıt durumundaki enerji taşıyıcısıdır. Hidrojenin yakıt olarak kullanılması fikri 1800’lü yıllarda düşünülmüşse de, serbest halde bulunmayışı, aynı yıllarda kolayca ulaşılabilen ve kullanıma arz edilebilen fosil yakıtlar nedeniyle konunun üzerinde fazla durulmamıştır. 1960’lı yıllarda başlayan yoğun uzay araştırmaları sırasında kütleli enerji yoğunluğunun büyüklüğü nedeniyle hidrojen, yakıt olarak tekrar gündeme gelmiştir. Günümüzde uzay mekiklerinde ve uzay araştırma programlarında roket yakıtı olarak sıvılaştırılmış hidrojen kullanılmaktadır.<sup>381</sup>

Güneş, yüzde yüze yakın oranda bütünüyle hidrojenden, enerjisi ise, hidrojen atomlarının kaynaşımından oluşmuştur. Hidrojen, yeryüzünde genellikle oksijenle birleşmiş olarak su biçiminde bulunur. Bu nedenle, okyanuslar, göller, nehirler bizim hidrojen “madenlerimiz”dir. Hidrojen enerji kaynağı olarak kullanılacak olursa, özellikle sudan yararlanılacaktır. Bu nedenle yakıt olarak kullanılan hidrojen yeniden su üretecektir.<sup>382</sup>

Giderek ağırlaşan çevre sorunu ve küresel ısınma, tükenen hidrokarbon kaynakları hidrojen gibi sentetik yakıtları çekici duruma getirmektedir. Hidrojen motor yakıtı olarak kullanılabildiği gibi, sanayide, elektrik üretiminde, konutlarda güvenle kullanılabilir durumdadır.

Günümüzde yakıt hidrojeninin yeşil ve yenilenebilir enerjilerle ekonomik olarak elde edilebilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, güneş fotovoltaik-hidrojen enerjisi

---

<sup>381</sup> İstemi Ünsal, **a.g.k.**, s. 38.

<sup>382</sup> O’M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 63.

sistemleri üzerinde de önemle durulmaktadır.<sup>383</sup> Güneş-hidrojen sisteminde, güneş enerjisi elektriğe dönüştürülür; uzak yerlere bu enerjiyi taşımak ya da gece kullanabilmek için bu elektrikten elektroliz yoluyla hidrojen üretilir (sadece, fabrikalarda, evlerde ve diğer işlerde hemen kullanılması gerekmeyen elektrik bu işlem için kullanılır). Böylece elde edilen hidrojen, bugün doğal gazda olduğu gibi borularla büyük kentlere gönderilir. Bu sistemin yararı, fazla elektriğin (hemen kullanılmayan elektrik) hidrojen üretiminde kullanılması ve böylece boşa harcanmamış olmasıdır. Ayrıca hidrojenin borularla taşınması, fazla elektriğin kablolarla gönderilmesinden çok daha ucuz ve daha verimli bir yöntemdir. Sonuç olarak belki de hepsinden daha yararlısı, hidrojen ve güneş enerjisinin kirleticisi olmamalarıdır. Bu sistemler ne korkulan CO<sub>2</sub>, ne asit yağmurlarına neden olan kükürt, ne de kirli sisi oluşturacak başka kirleticiler çıkarırlar. Güneş enerjimizin daha birkaç milyar yıl bizi ısıtacağından kuşku yoktur. Hidrojen elde ettiğimiz suyun da tükenmesi söz konusu değildir, çünkü yanan hidrojen yeniden su üretmektedir. Görüldüğü gibi güneş-hidrojen enerjisi temiz ve yenilenebilir bir enerjidir.<sup>384</sup>

## 8.2. Avantaj ve Dezavantajları

Hidrojen gazı farklı yöntemlerle elde edildiği gibi su, güneş enerjisi ya da onun türevleri olarak kabul edilen rüzgar, dalga ve biyokütle ile de üretilmektedir.<sup>385</sup>

---

<sup>383</sup> İstemi Ünsal, **a.g.k.**, 2004, s. 39.

<sup>384</sup> O'M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 58-59.

<sup>385</sup> Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, "Hidrojen Enerjisi", **a.g.k.**

Hidrojen karbon içermediği için fosil yakıtların neden olduğu çevresel sorunları yaratmaz. Ne sera etkisi oluşturan ne de kirli hava ve asit yağmurları oluşturan kimyasal madde çıkarır. Isınmadan elektrik üretimine kadar çeşitli alanların ihtiyacına yanıt verebilecektir. Hidrojenin depolanabilir ve taşınabilir olması kullanım alanının çok geniş olmasına neden olmaktadır.<sup>386</sup> Hidrojen, petrolde olduğu gibi binlerce kilometre öteye boru hatları ile yollanabilir ve depolanabilir. %10-15 oranında metan ile (doğal gaz ya da biyogaz olarak) karışımı (hitan), hidrojenin halen var olan gaz boru hatları, fırın ve kazanlarda hiçbir değişiklik yapmadan kullanılmasını sağlar.<sup>387</sup>

Bu enerji kaynağının bir diğer önemli özelliği, taşıdığı enerjinin kolaylıkla elektrik enerjisine dönüştürülebilmesidir. Hidrojen çok yönlü kullanıma uygun, dönüşebilirliği ve kullanım verimi yüksek, emniyetli, olumlu çevre etkisi ile efektif (gerçek) maliyeti diğer yakıtlarla rekabet edebilecek bir yakıttır. Dünya hidrojene geçiş aşamasında olup, bu geçişin 10-15 yıl içinde tamamlanması beklenmektedir.<sup>388</sup>

Hidrojen aynı zamanda verimli bir yakıttır. Enerjinin diğer türlerine (mekanik ve elektrik) başka yakıtlardan daha verimli bir biçimde dönüştürülebilir. Örneğin, otomobillerde hidrojen verimliliği %60 dolayındadır. Oysa petrolün verimliliği yalnızca %25'dir. Diğer bir deyişle hidrojen, petrolden iki buçuk kat daha verimlidir.<sup>389</sup> Hidrojen ile çalışan otomobillerin yaygınlaşmasını engelleyen tek sorun, hidrojenin bugünkü yüksek maliyetidir. Ancak bu görüşler aldatıcı olabilir.

---

<sup>386</sup> İstemi Ünsal, **a.g.k.**, s. 39.

<sup>387</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 137.

<sup>388</sup> İstemi Ünsal, **a.g.k.**, s. 39.

<sup>389</sup> O'M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.k.**, s. 62.

Fosil yakıtların neden olduğu çevresel zararlar ve hidrojenin yüksek verimi göz önüne alınırsa, hidrojen hiç de o kadar pahalı değildir.<sup>390</sup>

Hidrojen, uçaklar, gemiler ve denizaltılar için de ideal bir yakıttır. Hidrojen yakıtlı gemilerin ve tankerlerin en büyük üstünlüğü, bir kaza sırasında yakıtın çevreye yayılıp, çevreyi kirletmemesidir. Çünkü hidrojen hemen buharlaşıp uçar. Diğer yakıtlar gibi suyun üzerinde kalmaz. Bir yangın durumunda, zehirli karbonmonoksit ya da bilinç kaybına yol açan boğucu zehirli duman yerine yalnızca su buharı çıkarır.<sup>391</sup> Fosil yakıtların aksine hidrojen yakan araçlar kirletici (zehirli karbonmonoksit) de üretmez ve daha güvenlidir. Aynı zamanda hidrojen enerjisi kullanılan evler de fosil yakıt kullanılanlara göre daha güvenlidir. (Yangın çıkması durumunda havaya zehirli duman yayılmaz, tehlike olasılığı daha düşüktür.)

Ancak, hidrojenin korunması ve kapalı yerlerde uzun süre tutulması, kolay sızabildiği için oldukça zordur. Ayrıca, hidrojen oksijenle kontrolsüz bir ortamda patlayarak birleştikten oldukça tehlikelidir.<sup>392</sup> Araştırmalar, mevcut koşullarda hidrojenin diğer yakıtlardan yaklaşık üç kat pahalı olduğunu ve yaygın bir enerji kaynağı olarak kullanımının hidrojen üretiminde maliyet düşürücü teknolojik gelişmelere bağlı olacağını göstermektedir. Bununla birlikte, günlük ya da mevsimlik dönemlerde oluşan ihtiyaç fazlası elektrik enerjisinin hidrojen olarak depolanması günümüz için de geçerli bir alternatif olarak değerlendirilebilir. Bu tarzda depolanan

---

<sup>390</sup> a.g.k., s. 83.

<sup>391</sup> a.g.k., s. 85.

<sup>392</sup> Çetin Göksu, a.g.k., s. 32.

enerjinin yaygın olarak kullanılabilmesi örneğin toplu taşıma araçları için yakıt pileine dayalı otomotiv teknolojilerinin geliştirilmesine bağlıdır.<sup>393</sup>

Özetle, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının olumlu yönleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

#### 1- Temiz olmaları

- a) Hava kirliliğini azaltmaları
- b) Su kirliliğini azaltmaları
- c) Sera etkisini azaltmaları
- d) Çekirdeksel kirliliği azaltmaları
- e) Toprak erozyonunun azalması ve flora ve faunanın korunması

#### 2- Yenilenebilir (tükenmez) olmaları

#### 3- Yerli olmaları

#### 4- Ekonomik olmaları

- a) Dışsal (toplumsal) maliyetlerinin az olması
- b) Yakıt maliyetlerinin az olması
- c) Güvenlik maliyetlerinin az olması
- d) İşletme maliyetlerinin az olması
- e) Atıklarının yok edilme maliyetlerinin az olması

---

<sup>393</sup> Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, “Hidrojen Enerjisi”, **a.g.k.**

f) Ekonomik ömür sonu sökülme maliyetlerinin az olması

5- İş alanlarının (istihdam olanakları) fazla olması

6- Enerji sektöründe ülkenin bağımsız olmasını sağlamaları

7- İç ve dış barışı destekleyici olmaları

8- Çağdaş (çağcıl) olmaları

9- Bugünkü ve gelecek kuşakların haklarına saygılı olmaları

10- Ekolojik olmaları

11- Toplumsal ve ekonomik gelişmeyi desteklemeleri

12- Yakıt tekellerinin kırılmasını sağlamaları

13- Çekirdeksel (nükleer) silahların çoğalma riskini azaltmaları<sup>394</sup>

---

<sup>394</sup> Umur Gürsoy, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, Ankara, 2004, s. 121-122.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının olumsuz yönleri, aşağıdaki tabloda özetlenmektedir.

**Tablo 9: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevreye Muhtemel Olumsuz Etkilerinin Özeti**

| <b>Temiz Enerji Kaynağı</b> | <b>Zararlı Etkileri</b>                                                                                                                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Biyokütle</b>            | Toprak erozyonu, su tüketiminin artması, su niteliğinin bozulması, ekosisteme olumsuz etkiler.                                                               |
| <b>Rüzgar</b>               | Estetik bozulma, kuş ölümleri ve kuş göçlerinin engellenmesi, rüzgar hızının azalmasından dolayı ekosisteme etki, elektromanyetik alan bozulması ve gürültü. |
| <b>Jeotermal</b>            | Toprak çökmesi, gürültü, termal kirlilik, su kirlenmesi, hava kirlenmesi.                                                                                    |
| <b>Güneş</b>                | Üretim aşamasındaki çeşitli metallere ve çözücülere vb. maruz kalınma, ekonomik ömür sonu atık maliyetleri.                                                  |
| <b>Barajsız su gücü</b>     | Bilinen dış maliyeti yok.                                                                                                                                    |

**Kaynak:** Umur Gürsoy, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, Ankara, 2004, s. 118.

Sonuç olarak, başta çevresel üstünlükleri olmak üzere bütün olumlu özelliklerine karşın, yenilenebilir enerji kaynaklarının şu andaki kullanımları kısıtlıdır. Bunun çeşitli nedenleri bulunmaktadır.

Bunlar şöyle sıralanabilir:<sup>395</sup>

⇒ Dışsal maliyetlerin dikkate alınmaması yüzünden ekonomik açıdan pahalı kabul edilmeleri, kredi ve finansman düzeneklerinin yetersiz olması,

⇒ İlk yatırım maliyetinin yüksek olması, bunu dengeleyecek yeterli kredi ve finansman düzeneklerinin bulunmaması,

⇒ Ulusal enerji plan ve politikalarında dikkate alınmaması ve öncelik verilmemesi,

⇒ Geleneksel (fossil) kaynakları destekleyen dolaylı ve dolaysız düzeneklerin bulunması,

⇒ Yasal ve yönetsel düzenlemelerin yetersiz olması,

⇒ Teknolojiler hakkında, bunların ekonomik ve toplumsal yararları konusunda bilgi sahibi olunmaması,

⇒ Teknoloji geliştirme konusunun gereğince desteklenmemesi,

---

<sup>395</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 104.

- ⇒ Standartların gelişmemiş olması,
- ⇒ Çoğu ülkede üretime yönelik alt yapının bulunmaması.

### **III. BÖLÜM: TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ**

#### **KAYNAKLARI**

Bu bölümde, temel nedeni, fosil yakıtların yoğun olarak kullanılması sonucu ortaya çıkan sera gazı emisyonları olduğu düşünülen iklim değişikliğinin ülkemizde neden olabileceği çevresel ve sosyo ekonomik etkileri ele alındıktan sonra, İklim değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü sürecinde Türkiye’nin bulunduğu aşama, enerji durumu ve politikası kısaca açıklanacak, çözüm önerisi olarak sunulan yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye’deki potansiyelleri ve kullanımları incelenecektir. Ardından yenilenebilir enerji kaynakları hakkındaki mevzuata değinildikten sonra yine bu mevzuattaki teşviklerden bahsedilecektir. Son bölümde ise, bu açıklamalardan sonra ulaşılan sonuçlar ortaya konulacak ve değerlendirilecektir.

Küresel ısınmaya yönelik kaygıların ve bunu önlemeye yönelik faaliyetlerin yoğunlaştığı bu günlerde, üzerinde önemle durulması gereken bir konu da iklim değişikliğinin Türkiye’de ne gibi sonuçları olduğu ya da olabileceğidir. Şimdiki bölümde bu konu üzerinde durulacaktır.

#### **1. İKLİM DEĞİŞİMİNİN TÜRKİYE’DEKİ YANSIMALARI**

İklim değişiminin etkilerine geçmeden önce bu değişime neden olan sera gazı emisyonlarının (başta karbondioksit) Türkiye’deki miktarı ve yıllara göre artış durumunu incelemek yerinde olacaktır.

Türkiye’de karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları 1998 yılında 187,5 milyon ton olarak gerçekleşmiş ve bu değerin %47’sinin kömürden, %42’sinin petrolden ve %11’inin doğal gazdan kaynaklandığı belirtilmiştir. 2000 yılında CO<sub>2</sub> emisyon miktarı 204 milyon tona yükselmiş olup 2012 yılında 440 milyon tona erişeceği tahmin edilmektedir.<sup>396</sup> Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sekreteryası’nın hazırladığı rapora göre, 1990-2004 yılları arasında karbondioksit artışı en yüksek (%72,6) ülke olarak Türkiye görünmektedir. Türkiye’yi İspanya ve Portekiz takip etmektedir.<sup>397</sup>

Aşağıdaki tabloda Türkiye’deki ve Dünyadaki karbondioksit emisyon miktarlarının değişimi gösterilmektedir.

**Tablo 10: Enerji Kaynaklı CO<sub>2</sub> Emisyonlarının Yıllar İtibariyle Gelişimi (Milyon ton)**

|                | 1990   | 1992   | 1994   | 1996   | 1998   | 2000   | 2002   | 2003   |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Türkiye</b> | 129    | 138    | 141    | 172    | 184    | 204    | 194    | 203    |
| <b>OECD</b>    | 11 036 | 11 133 | 11 423 | 11 930 | 12 111 | 12 485 | 12 548 | 12 794 |
| <b>Dünya</b>   | 20 736 | 21 051 | 21 334 | 22 500 | 22 723 | 23 391 | 23 996 | 24 983 |

**Kaynak:** Ender Okandan, “İklim Değişikliği Sözleşmesi Çerçevesinde Enerji Sektörü Çalıştayı”, ODTÜ Petrol Araştırma Merkezi, 11 Mayıs 2006, Ankara, s. 6.

Tablo 10’da da görüldüğü gibi, Türkiye’de enerji kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonu miktarı 1990’da 129 milyon ton iken, 2003’te 203 milyon tona yükselmiştir. CO<sub>2</sub>

<sup>396</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 5-7.

<sup>397</sup> Uygur Özesmi, Necdet Altıntop, “Doğa Dostu Enerji Kullanımı için Yeni Fırsatlar, Değişen İklim Değil, Enerji Olsun”, **TEMA Vakfı Raporu**, 06 Mart 2007, İstanbul, s. 2.

emisy on miktarları incelendiğinde sanayi ve elektrik sektörleri ilk iki sırayı almaktadır.<sup>398</sup>

**Tablo 11: Sera Gazı Emisyonlarının Yıllar İtibariyle Gelişimi (milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri)**

GHG emissions (million tones CO<sub>2</sub> eq.)

|                  | 1990          | 1995         | 1996         | 1997         | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         |
|------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| CO <sub>2</sub>  | 139,59        | 171,85       | 190,67       | 203,72       | 223,81       | 207,38       | 216,43       | 230,99       | 241,88       |
| CH <sub>4</sub>  | 29,21         | 42,54        | 44,99        | 46,45        | 49,27        | 48,70        | 46,87        | 47,76        | 46,29        |
| N <sub>2</sub> O | 1,26          | 6,33         | 6,07         | 4,73         | 5,74         | 4,84         | 5,41         | 5,25         | 5,49         |
| HFCs             | 0,00          | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,82         | 0,87         | 1,42         | 1,81         | 2,23         |
| SF <sub>6</sub>  | 0,00          | 0,00         | 0,37         | 0,61         | 0,32         | 0,31         | 0,48         | 0,48         | 0,70         |
| <b>Toplam -</b>  | <b>170,06</b> | <b>220,7</b> | <b>242,1</b> | <b>255,5</b> | <b>280,0</b> | <b>262,1</b> | <b>270,6</b> | <b>286,3</b> | <b>296,6</b> |

**Kaynak:** Çevre ve Enerji, Çevre İstatistikleri, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr), (Türkiye İstatistik Kurumu internet sayfası) 15.05.2007.

Tablo 11’de Türkiye’de sera gazı emisyonlarının yıllar itibariyle gelişimi gösterilmektedir. Buna göre, başta CO<sub>2</sub> olmak üzere sera gazı emisyonları giderek artmaktadır.

Aşağıdaki tabloda sektörler e göre yakıt tüketiminden kaynaklanan CO<sub>2</sub> emisyon miktarlarının yıllara göre değişimi gösterilmektedir. Karbondioksit emisyonuna en büyük katkının enerji sektöründen geldiğ i dikkate alınırsa, ciddi önlemler alınmazsa, yakın gelecekte emisyon miktarlarında büyük bir artış olacağı öngörülmektedir.

<sup>398</sup> “Kyoto Protokolü 1 Yaşında”, Eneji&Kojenerasyon Dünyası, a.g.k., s. 51.

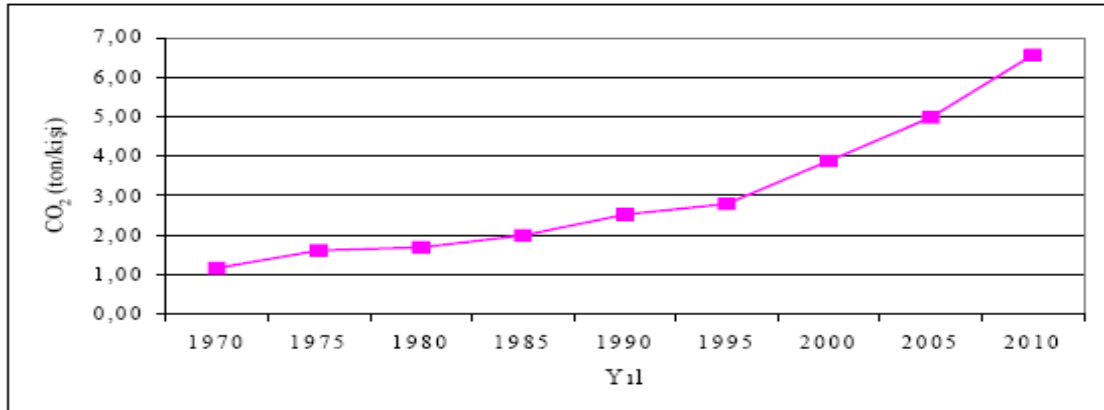
**Tablo 12: Sektörlere Göre Toplam Seragazı Emisyonları (milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri)**

| Toplam (milyon ton)                   | 1990          | 1995          | 1996          | 1999          | 2000          | 2003          | 2004          |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Enerji                                | 132,13        | 160,79        | 178,96        | 190,61        | 212,55        | 218,00        | 227,43        |
| Endüstriyel Prosesler -               | 13,07         | 21,64         | 22,45         | 21,45         | 22,23         | 24,12         | 26,45         |
| Tarım                                 | 18,47         | 17,97         | 17,98         | 16,74         | 16,13         | 14,80         | 15,18         |
| Atık                                  | 6,39          | 20,31         | 22,69         | 27,97         | 29,04         | 29,36         | 27,55         |
| <b>Toplam</b>                         | <b>170,06</b> | <b>220,72</b> | <b>242,09</b> | <b>256,78</b> | <b>279,96</b> | <b>286,28</b> | <b>296,60</b> |
| <b>1990 yılına göre artış yüzdesi</b> | -             | <b>29,8</b>   | <b>42,4</b>   | <b>51,0</b>   | <b>64,6</b>   | <b>68,3</b>   | <b>74,4</b>   |

Kaynak: Çevre ve Enerji, Çevre İstatistikleri, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr), 15.05.2007.

Aşağıdaki tabloda ise, Türkiye’de yakıt tüketiminden kaynaklanan kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonlarının 1970-2010 dönemindeki değişimleri gösterilmektedir. Tabloda da görüldüğü gibi, süreklilik gösteren karbondioksit emisyonu artışı özellikle 1980’li yıllardan itibaren hız kazanmıştır. Bunda artan sanayileşme ve kalkınmanın büyük rolü vardır.

**Tablo 13: Türkiye’de Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Kişi Başına CO<sub>2</sub> Emisyonlarının 1970-2010 Dönemindeki Değişimleri**



Kaynak: DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT Yayını, Ankara, 2000, s. 43.

Küresel ısınma ve bunun yol açtığı sorunlarla ilgili bilim adamları her geçen gün yeni bir rapor ortaya koymaktadır. IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) küresel iklim modelleri ile yapılan projeksiyonlara göre 2030 yılında Türkiye'nin büyük bir kısmı oldukça kuru ve sıcak bir iklimin etkisi altına girecektir. Bu çerçevede, Türkiye'nin sıcaklıklarının kışın 2 C°, yazın ise 2-3 C° arasında artması öngörülmektedir. Öte yandan, yağışlar kışın az bir artış gösterirken yazın %5-15 azalacaktır. Yaz aylarında toprak neminin de %15 ile %25 arasında azalacağı tahmin edilmektedir.<sup>399</sup> Bu durum Türkiye'nin tarımsal üretimine ağır bir darbe vurabilecek, çoğu yerde susuzluk yaşanabilecektir.

Söz konusu senaryo çalışmalarına göre, Akdeniz Havzasındaki su seviyesinde 2030 yılına kadar 18 cm-12 cm'lik; 2050 yılına kadar 38 cm-14 cm ve 2100 yılına kadar 65 cm-35 cm'lik bir yükselme beklenmektedir.<sup>400</sup>

IPCC raporlarından yararlanarak, küresel iklim değişiminin ülkemizdeki muhtemel etkileri şöyle sıralanabilir: Ortalama iklim koşullarında, yağışlarda kışın küçük artışa karşın, yaz yağışında büyük bir azalma ile birlikte bu aylarda buharlaşma artacak; yağışların mevsimlik dağılımı ve şiddeti değişecek; halen proje çalışmalarında 1500 m olarak kabul edilen ortalama kar sınırı yerine daha gerçekçi bir rakam belirlenmeye çalışılacaktır. Bu bağlamda 1987'den beri zaten ortalamanın altında gerçekleşen kar örtüsü daha da azalacak; kuraklığın sıklığı ve şiddeti artacak, taşkınların verdiği kayıplar daha büyük olacak; mevcut su kaynaklarının gereksinim

---

<sup>399</sup> BM Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin "2001 İklim Değişikliği Raporu"ndan aktaran Veysel Eroğlu, "İklim Değişikliği ile Mücadele: Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Artırılması (1. Bölüm)", **a.g.k.**, s. 67.

<sup>400</sup> **a.g.k.a.s.**

duyulan su miktarını karşılayamaması yüzünden ortaya çıkacak susuzluk hem ulusal hem de bölgesel düzeyde artacaktır.<sup>401</sup>

Türkiye, küresel ısınmanın özellikle su kaynaklarının zayıflaması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi öngörülen olumsuz yönlerinden etkilenecektir ve küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından riskli ülkeler arasındadır. Atmosferdeki sera gazı birikimlerinin artışına bağlı olarak önümüzdeki on yıllarda gerçekleşebilecek bir iklim değişikliğinin, Türkiye’de neden olabileceği çevresel ve sosyoekonomik etkiler şunlardır:<sup>402</sup>

- Sıcak ve kurak devrenin uzunluğundaki ve şiddetindeki artışa bağlı olarak, orman yangınlarının frekansı, etki alanı ve süresi artabilir;
- Tarımsal üretim potansiyeli değişebilir (bu değişiklik bölgesel ve mevsimsel farklılıklarla birlikte, türlere göre bir artış ya da azalış biçiminde olabilir);
- İklim kuşakları, Yerküre’nin jeolojik geçmişinde olduğu gibi, ekvatorдан kutuplara doğru yüzlerce kilometre kayabilecek ve bunun sonucunda da Türkiye, bugün Orta Doğu’da ve Kuzey Afrika’da egemen olan daha sıcak ve kurak bir iklim kuşağının etkisinde kalabilecektir. İklim kuşaklarındaki bu kaymaya uyum gösteremeyen fauna (hayvan yaşamı) ve flora (bitki örtüsü) yok olacaktır;

---

<sup>401</sup> a.g.k.a.s.

<sup>402</sup> DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k., s. 8-9.

- Türkiye'nin kurak ve yarı kurak alanlarındaki, özellikle kentlerdeki su kaynakları sorunlarına yenileri eklenecek; tarımsal ve içme amaçlı su gereksinimi daha da artabilecektir;

- İklimin kendi doğal değişkenliği açısından, Türkiye'de su kaynakları üzerindeki en büyük baskıyı, Akdeniz ikliminin olağan bir özelliği olan yaz kuraklığı ile öteki mevsimlerde hava anormalliklerinin yağışlarda neden olduğu yüksek rasgele değişkenlik ve kurak devreler oluşturmaktadır. Bu yüzden, kuraklık riskindeki bir olumsuz değişiklik, iklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkisini şiddetlendirebilir;

- Kurak ve yarı kurak alanların genişlemesine ek olarak, yaz kuraklığının süresinde ve şiddetindeki artışlar, çölleşme süreçlerini, tuzlanma ve erozyonu destekleyecektir;

- Sıcak gün sayısındaki (örneğin tropikal günlerin) artışlar, insan sağlığını ve biyolojik üretkenliği etkileyebilir;

- Kentsel ısı adası etkisinin de katkısıyla, özellikle büyük kentlerde, sıcak devredeki gece sıcaklıkları belirgin bir biçimde artacak; bu da, havalandırma ve soğutma amaçlı enerji tüketiminin artmasına neden olabilecektir;

- Su varlığındaki değişiklikten ve ısı stresinden kaynaklanan enfeksiyonlar, özellikle büyük kentlerdeki sağlık sorunlarını artırabilir;

- Deniz akıntılarında, denizlerdeki ekosistemlerde ve balıkçılık alanlarında, sonuçları açısından aynı zamanda önemli sosyoekonomik sorunlar doğurabilecek bazı değişiklikler olabilir;

- Deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak, Türkiye'nin yoğun yerleşme, turizm ve tarım alanları durumundaki, alçak taşkın-delta ve kıyı ovaları ile bazı kıyı kesimleri sular altında kalabilir;

- Ormanların ve denizlerin CO<sub>2</sub> tutma ve salma kapasitelerindeki değişiklikler, doğal hazne ve yutakların zayıflamasına neden olabilir;

- Mevsimlik kar, kalıcı kar-buz örtüsünün kapladığı alan ve karla örtülü devrenin uzunluğu azalabilir; ani kar erimeleri ve kar çığları artabilir;

- Kar erimesinden kaynaklanan akışın zamanlamasında ve hacmindeki değişiklik, su kaynaklarını, tarım ve ulaştırma sektörlerini etkileyebilir. Ayrıca iklim değişikliği, Türkiye'nin özellikle çölleşme tehdidi altındaki yarı kurak ve yarı nemli bölgelerinde (İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgelerinde), ormancılık ve su kaynakları açısından olumsuz etkilere yol açabilir. Son yıllarda Türkiye ormanlarında, artış kaydeden toplu ağaç kurumaları ve zararlı böcek salgınları vb. afetlerin birincil nedeninin, kuraklık, hava kirliliği ve asit yağmurları olduğuna dair kuvvetli bulgulara rastlanmıştır. Yalnız 1993-94 yılları arasında yaklaşık 2 milyon m<sup>3</sup> ağaç serveti böcek yıkımı nedeniyle kesilmiştir. Bunun yanı sıra, belki de 1970'li yıllardan başlayarak Akdeniz Havzası'nda etkili olan

normalden daha kurak koşullara baēlı olarak, Ege ve Akdeniz bōlgelerinde kitlesel boyutlarda olmasa da gōzle gōrōlōr aēaē kurumaları gōzlenmektedir.

▪ Ayrıca aēaēların zayıf dōřmesi, ormanların fırtına, kar, ęıē ve benzeri meteorolojik afet etkilerine karşı direncini de dōřürmekte, bunun sonucunda aēaēlarda devrik ve kırık miktarı artmakta; bu da ormanın yapısını diēer zararlılara karşı dayanıksız hale getirmektedir. Bu olumsuz etkiler ormanlarımızın biyolojik ęeřitliliēini ve karbon tutma kapasitelerini olumsuz yōnde etkilemektedir.

Uzun sōreli sıcaklık deēiřikliklerini ve eēilimlerini ortaya ęıkarmayı amaēlayan ęalıřmalara ve sıcaklık gōzlem dizilerinin 2003 yılını da iēerecek biēimde gōncellenmesiyle ulaşılan sonuēlara gōre, ۆzellikle ilkbahar ve yaz mevsimi minimum (gece en dōřōk) hava sıcaklıkları, Tōrkiye'nin pek ęok kentinde istatistiksel ve klimatolojik aēıdan ۆnemli bir ısınma eēilimi gōstermektedir.<sup>403</sup> Yaēıřlardaki ۆnemli azalma eēilimleri ve kuraklık olayları, kış mevsiminde daha belirgin olarak ortaya ęıkmaktadır. Kış mevsimindeki yaēıř deēiřiklikleri dikkate alındıēında, en şiddetli ve geniş yayılışlı kuraklık olaylarının, 1973, 1974, 1983, 1989, 1990, 1996 ve 2001 yıllarında oluřtuēu gōrōlmōřtōr. Bu yıllarda oluşan uzun sōreli ortalamanın ęok altındaki yaēıř koşullarına baēlı meteorolojik kuraklıkların bir sonucu olarak, Tōrkiye'de tarımsal ve hidrolojik kuraklıklar da ortaya ęıkmıřtır.<sup>404</sup> Tōrkiye'nin karasal iē ve doēu bōlgelerinin ۆnemli bir bōlōmō ve Gōneydoēu

---

<sup>403</sup> İklım Deēiřikliēinin Etkilerinin Araştırılması ęalıřma Grubu, **Duyarlılık Deēerlendirmesi, İklım Deēiřikliēinin Etkileri ve Uyum ۆnlemleri**, a.g.k., s. 4-5.

<sup>404</sup> a.g.k., s. 6-7.

Anadolu Bölgesi, iklim etmenleri ve bitki örtüsü de dikkate alınarak, çölleşmeye eğilimli araziler olarak değerlendirilmektedir.<sup>405</sup>

Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Sistemi (TUDES) kapsamında faaliyet gösteren, Antalya-II (Akdeniz), Bodrum-II ve Menteş (Ege Denizi) mareograf (deniz seviyesi ölçme) istasyonlarının 20 yıllık (1985-2004) ve Erdek (Marmara Denizi) mareograf istasyonunun 21 yıllık (1984-2004) aylık deniz seviyesi ölçümlerinin harmonik (düzenli, tutarlı) analizi ile ortalama deniz seviyelerinin bağlı doğrusal değişimleri sırasıyla,  $7,4\pm0,6$  mm/yıl,  $4,3\pm0,8$  mm/yıl,  $3,8\pm0,6$  mm/yıl ve  $7,7\pm0,7$  mm/yıl olarak hesaplanmıştır. Dört mareograf istasyonunda da ortalama deniz seviyelerinde belirgin bir yükselme eğilimi görülmektedir. Dört mareograf istasyonunda belirlenen 4-8 mm/yıl oranındaki yerel (bağıl) deniz seviyesi yükselmesinin, yerleşim alanlarında verimli toprakların, kıyılarımızdaki yol vb. gibi mühendislik yapılarının su altında kalmasına neden olabileceği değerlendirilmektedir.<sup>406</sup>

Önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi fosil yakıtların çevreye verdiği geri dönüşümsüz tahribatın, küresel ısınmanın ve son yıllarda etkisi iyiden iyiye hissedilen iklim değişikliğinin yukarıda bahsedilen etkilerine karşı ortaya konulan çözüm önerilerinden en önemlisi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım paylarının artırılmasıdır. Çünkü yukarıda vurgulandığı gibi CO<sub>2</sub> emisyonlarının artışında, fosil yakıt kullanımına dayalı enerji sektörünün payı büyüktür.

---

<sup>405</sup> a.g.k., s. 7-8.

<sup>406</sup> a.g.k., s. 8.

İklim değışikliğıyle mücadele etmek için yapılan uluslararası girişimlerden en önemlileri İDÇS ve Kyoto Protokolü'dür. Sonraki bölümde küresel iklim sisteminin korunması kapsamında Türkiye'nin, üzerine düşen sorumluluklar çerçevesinde bu girişimlerdeki durumu ele alınacaktır.

## **2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÇERÇEVE SÖZLEŞMESİ, KYOTO PROTOKOLÜ VE TÜRKİYE'NİN DURUMU**

Türkiye'nin çevre politikasının ana hedefi, sürdürülebilir kalkınmayla birlikte çevrenin korunması ve geliştirilmesi olarak belirlenmiştir. Bu politikanın temel ilkesi, doğal kaynakların yönetimi, insan sağlığı ve doğal dengenin korunması koşuluyla sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanması ve gelecek kuşaklara yaşanabilir doğal, fiziksel ve toplumsal bir çevrenin bırakılmasıdır. Türkiye'de bugüne değin sera gazı emisyonunu doğrudan azaltmaya ve/ya da denetim altına almaya yönelik herhangi bir yasal düzenlemeye gidilmemiştir. Buna karşılık, genel olarak doğal çevrenin korunması ve enerji tasarrufu gibi, sera gazı emisyonlarını dolaylı olarak azaltmaya yönelik çok sayıda yasal düzenleme ve önlem (yasa, yönetmelik, duyuru vb.) bulunmaktadır.<sup>407</sup>

Benimsemeye başladığı enerji ve çevre politikaları ile Türkiye, bu yolda önemli bir yapı taşı olan İDÇS'ye, ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluk ilkesi çerçevesinde kendi koşullarına uygun olmak kaydıyla taraf olmak için uzun zaman çaba göstermiştir.

---

<sup>407</sup> "İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir...", [www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler](http://www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler), a.g.k., s. 1.

İlk başta, Türkiye bir OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü) ülkesi olarak sözleşmenin EK-I ve EK-II listelerinde<sup>408</sup> yer almış olması<sup>409</sup> ve yükümlülüklerin kendi gelişmişlik düzeyi ile bağdaşmaması nedenleri<sup>410</sup> ile sözleşmeyi imzalamamış ve uzun bir süre sözleşme eklerinden çıkmak için uluslararası platformlarda politik girişimlerde bulunmuştur. Ancak, diğer ülkeler tarafından bu talep kabul görmemiştir. “Ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluk” ilkesinin bir gereği olarak daha sonra, Türkiye yeni bir yaklaşımla, EK-II listesinden çıkarılması buna karşılık özel koşullar tanınması şartıyla EK-I listesinde kalması önerisinde bulunmuştur.<sup>411</sup>

Kasım 2000’de yapılan 6. Taraflar Konferansı’nda (Lahey Konferansı) Türkiye’nin sanayileşmenin ilk aşamasında olduğu hatırlatılarak ve İDÇS’de belirtilen “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluk ilkesi” doğrultusunda isminin Ek II’den silinerek Ek I’de kalması yönünde resmi bir değişiklik önergesi verilmiştir. Lahey Konferansı’nda alınan karar gereğince, Türkiye’nin Ek II’den çıkarılarak İDÇS’ye özgün koşulları dikkate alınmak suretiyle, Ek I ülkesi olarak taraf olma isteği, 29 Ekim-6 Kasım 2001 tarihleri arasında Fas’ın Marakeş kentinde yapılan 7.

---

<sup>408</sup> Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nin iki eki bulunmaktadır. Ek I’de, pazar ekonomisine geçmiş Doğu Avrupa ve Eski Sovyet ülkeleri (ekonomisi geçiş sürecindeki ülkeler) ile OECD üyesi ülkeler bulunmakta, Ek II’de ise sadece OECD üyesi ülkeler bulunmaktadır.

<sup>409</sup> Mayıs 1993’te İDÇS Hükümetlerarası Görüşme Komitesi’nin New York toplantısındaki görüşmeler sonucunda.

<sup>410</sup> Türkiye, İDÇS’nin eklerinde gelişmiş ülkeler arasında değerlendirildiği ve bu koşullar altında özellikle enerji ilişkili karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve öteki sera gazı emisyonlarını 2000 yılına kadar 1990 düzeyine indirmek ve gelişme yolundaki ülkelere mali ve teknolojik yardımda bulunmak gibi yükümlülükleri yerine getiremeyeceği için İDÇS’yi imzalamamıştır. Ayrıntılı bilgi için [www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler/17-Johannesburg%20TR%20Iklim%20-%20Turkce.doc](http://www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler/17-Johannesburg%20TR%20Iklim%20-%20Turkce.doc), 25.11.2006, s. 2.

<sup>411</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma..., a.g.k.**, s. 3-3.

Taraflar Konferansı'nda oybirliğiyle kabul edilmiş,<sup>412</sup> böylece sözleşmeye taraf olunması süreci başlatılmıştır.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne katılmamızın uygun bulunduğu dair 4990 sayılı Kanun, TBMM Genel Kurulunda 21 Ekim 2003 tarihinde kabul edilmiş olup, anılan Sözleşmeye taraf olmamıza ilişkin Bakanlar Kurulu Kararı ise 18 Aralık 2003 tarih ve 25320 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.<sup>413</sup> Ülkemiz, 24 Mayıs 2004 tarihi itibarıyla Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine (BMİDÇS) 189. taraf olarak katılmıştır. Bu çerçevede ihtiyaç duyulan çalışmaların yapılabilmesi amacıyla alt çalışma grupları oluşturulmuştur.<sup>414</sup> Sözleşmeye taraf olunmasını takiben yürürlüğe giren en önemli yükümlülüklerimiz arasında düzenli aralıklarla ulusal bildirimlerin ve sera gazı envanterlerinin (dökümlerinin) sunulması yer almaktadır.<sup>415</sup>

Buna göre, gelişmişlik düzeyi ve sözleşmenin “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluk” ilkesi doğrultusunda İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine taraf olan<sup>416</sup> Türkiye'nin, Sözleşme hükümleri gereğince, İDÇS Sekreteryasına “Ulusal Bildirim” ve “Emisyon Envanteri” sunması gerekmektedir. Bu amaçla Başbakanlık Genelgesi ile Çevre ve Orman Bakanının başkanlığında çalışmalarını yürütecek

---

<sup>412</sup> “İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir...”, [www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler](http://www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler), a.g.k., s. 2.

<sup>413</sup> DPT, **Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.k., s. 109

<sup>414</sup> **Sera Gazları Emisyon Envanteri 2006 Taslak Raporu**, Nisan 2006.

<sup>415</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma...**, a.g.k., s. 3-3.

<sup>416</sup> Türkiye'nin özel koşulları dikkate alınarak EK I'de kalması, hem temiz enerji kaynaklarıyla ilgili olarak yabancı sermayenin Türkiye'de yatırım yapması hem de kalkınmayı önleyebilecek müzakerelerde müdahale edebilme imkanlarını doğurmuştur. Ayrıca Doğu Bloku ülkeleri ile gelişmekte olan diğer ülkelere teknolojik ve mali yardımda bulunma yükümlülüğü de ortadan kalkmıştır.

İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu oluşturulmuş ve çalışmalara başlanmıştır.<sup>417</sup> Bu kurulun çalışma usul ve esasları çerçevesinde teşkil edilen Teknik Çalışma Komisyonu toplantısında, İDÇS kapsamında Ülkemizin izlediği tutum ve Kyoto Protokolüne ilişkin gelişmeler ele alınmış ve sekiz ayrı konuda çalışma grupları oluşturulmuştur.<sup>418</sup> İlgili kurum ve kuruluşlar ile çeşitli üniversitelerin katılımı ile devam eden çalışmalarda iklim değişikliğine, genel olarak enerji üretimi, sanayi, fosil yakıtlar ve ormansızlaşmanın neden olduğu ve iklim değişikliği senaryolarının temelini enerjinin oluşturduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda öncelikli alanlar, 2005 yılında Montreal’de yapılan İklim Değişikliği Taraflar Toplantısında öncelikli çalışılması gereken konular olarak sayılan enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, karbondioksit depolama, yeni teknolojiler ve ormanlaştırmadır.<sup>419</sup>

Ulusal Bildirim Raporunda da yer alacak olan Türkiye’nin sera gazı emisyon miktarları, Türkiye İstatistik Kurumunca 1990-2004 dönemi için hesaplanmıştır. Bu hesaplamalara göre, gelişmekte olan ülkemizin enerjiye sürekli ve artan şekilde ihtiyaç duyması nedeniyle sera gazı emisyon miktarları da yıldan yıla artış göstermektedir.<sup>420</sup> Bu artışın en önemli kaynaklarından olan fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, bu bağlamda sadece insanların temiz bir çevrede yaşayabilme olanağını bulabilmesi için değil, aynı zamanda taraf olduğumuz Sözleşmeye göre tabi olduğumuz yükümlülükler gereğidir. Ulusal Bildirimin yapılması ile hem sözleşmeden doğan yükümlülüğümüz yerine getirilmiş

---

<sup>417</sup> Mustafa Şahin, “İklim Değişikliği Ulusal Bildirim Çalışmalarında Sona Yaklaşıldı”, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, Sayı 43, Temmuz-Ağustos 2006, s. 56.

<sup>418</sup> DPT, **Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.k., s. 112.

<sup>419</sup> Mustafa Şahin, “İklim Değişikliği Ulusal Bildirim Çalışmalarında Sona Yaklaşıldı”, a.g.k., s. 56.

<sup>420</sup> a.g.k., s. 58.

hem de yıllar itibariyle sera gazı emisyon miktarlarımız belirlenmiş olacaktır. Böylece iklim değişikliğinin nedenlerini, bu değişikliğin ülkemize etkilerini daha somut bir biçimde görerek gerekli önlemleri gerçekçi ve içi dolu enerji politikaları oluşturmak suretiyle alabilme imkanımız olabilecektir. AB'ye üyelik sürecinde ve Kyoto Protokolü'nün ülkemiz açısından öneminin sağlıklı bir biçimde değerlendirilmesinde adeta bir yol haritası işlevi görecektir olan Ulusal Bildirimler, çevrenin korunması odaklı sürdürülebilir kalkınma anlayışına uygun enerji politikaları oluşturulmasına yardımcı olacaktır. 2007 başı itibariyle Türkiye iklim değişikliği ile ilgili ilk Ulusal Bildirimini yapmış ve Sözleşme kapsamındaki yükümlülüğünü yerine getirmiştir.

Türkiye'nin de Bakan düzeyinde katıldığı Japonya'nın Kyoto kentinde yapılan "Küresel Isınma" içerikli toplantıda alınan kararlar uyarınca diğer ülkelerin de kabul ettiği enerji politikalarına ülke çapında uyulmak zorundadır. Buna göre, Türkiye enerji tüketim talebini karşılamada yenilenebilir enerji kullanımını özendirmeli, yeni kurulacak sanayi tesisleri için teşvik sistemini geliştirmeli, kurulu tesislerin sera gazı emisyon oranlarını denetlemeli ve sektörleri yönlendirici yaptırımları uygulamalıdır.<sup>421</sup> AB'ye uyum sürecinde Türkiye, 2012'ye kadar Avrupa ülkelerinin büyük önem verdiği, Rusya'nın taraf olması ile 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü'nü imzalamalı<sup>422</sup> ve protokolün öngördüğü hedeflere ulaşmak için çalışmaları başlatmalıdır. Bu çalışmalarda kuşkusuz yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına büyük ölçüde yer verilmesi gerekli olacaktır.

---

<sup>421</sup> İlhami Çolak, Ramazan Bayındır, İbrahim Sefa, Şevki Demirbaş, Halil Ergen, "Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı", **a.g.k.**, s. 54.

<sup>422</sup> Türkiye, AB'ye üye ve aday ülkeler içinde Kyoto Protokolü'ne taraf olmayan tek ülkedir. KP'ye taraf olma AB'ye üyelik sürecinde öncelikli koşul olarak öne sürülmektedir.

Türkiye'nin adaylığının Helsinki Zirvesi'nde kabul edilmesinden sonra, bütün adaylar için olduğu gibi, Türkiye'nin de AB müktesebatına uyum sağlaması gerekmektedir. Bu çerçevede hazırlanarak, 19 Mart 2001 tarihli Bakanlar Kurulunda kabul edilen "Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı"nda nihai hedef, ilgili AB mevzuatının üstlenilerek uygulanmasıdır. Bu amaçla Türkiye, yeni teknoloji bazlı modeller aracılığıyla en düşük maliyetli sera gazı emisyonlarını kontrol stratejisini saptamalıdır.<sup>423</sup> Ülkemizde de uluslararası platformlardaki bu sürece paralel olarak çevre konularına önem verilerek, kurumsal yapılaşma alanında adımlar atılmış ve hukuki düzenlemeler getirilmiştir. 1983 yılında yürürlüğe giren Çevre Kanunu'nun ardından çıkarılan Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği, Su Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Gürültü Kontrol Yönetmeliği, Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Çevre Kirliliğini Önleme Fonu Yönetmeliği ve Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği bu önemli hukuki düzenlemelerden bazıları olmuştur.<sup>424</sup>

Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı, Avrupa Birliği'ne katılım sürecinde kısa ve orta vadede gerçekleştirilmesi öngörülen çalışmaları içerir.<sup>425</sup> 24 Temmuz 2003 tarih ve 25178 Mükerrer sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Ulusal Programın enerji konusunun yer aldığı 14. bölümünde, enerji alanındaki öncelikler listesinde, yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan enerji üretiminin artırılması için bir program hazırlanması

---

<sup>423</sup> Sema Alpan Atamer, "Küreselleşmenin Bir Aracı: Kyoto Protokolü", **a.g.k.**, s. 376.

<sup>424</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma...**, **a.g.k.**, s. 3-2.

<sup>425</sup> Ayfer Uğur, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun Tasarısı", **a.g.k.**

kısa vadeli öncelikler arasında yer almaktadır. Ulusal Programda enerjide ithalat bağımlılığının azaltılması ve arz güvenliğinin sağlanması amacıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasının, Türkiye ulusal enerji politikasının son derece önemli bir parçası olduğu vurgulanarak, bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının desteklendiği belirtilmektedir.<sup>426</sup>

“Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin bazı teşvikleri içeren ve özel sektörün de yatırım yapmasına olanak tanıyan bu kanunla birlikte, çevre dostu olan ve özellikle sera gazlarının azaltılmasına katkıda bulunan bu tür kaynakların kullanımının yaygınlaşması beklenmektedir.<sup>427</sup> Bu kanunun çıkması ile Türkiye enerji kaynaklı çevre problemlerinin çözülmesi yolunda önemli bir adım atmıştır. Sürdürülebilir hedeflere ulaşma yolunda pek çok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de kaynak çeşitliliğinin, enerji verimliliğinin artırılması, enerji üretiminde alternatif kaynakların kullanılmasına yönelik çalışmalar devam etmektedir.

### **3. TÜRKİYE’NİN ENERJİ DURUMU VE YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKASI**

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de nüfus, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyon artışlarının birbiriyle ilişkili olduğu görülmektedir. Nüfus arttıkça buna bağlı olarak

---

<sup>426</sup> “Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı”, IV. Kısım, 14. bölüm, s. 1, [www.abgs.gov.tr](http://www.abgs.gov.tr), 02.05.2007.

<sup>427</sup> Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **2003-2004 Türkiye Enerji Raporu**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara, 2006, s. 80.

enerji tüketimi ve enerji tüketimine bağılı sera gazı emisyonları da artmaktadır. Sera gazı emisyonlarının yaklaşık %85'i enerji sektöründen kaynaklanmaktadır. Artan enerji tüketimine koşut olarak emisyon değerleri de artmaktadır.<sup>428</sup> Daha önce tablo 12'de gösterildiği gibi Türkiye'nin, küresel ısınmadan sorumlu gazlardan en önemlisi olan CO<sub>2</sub> emisyonu 2000 yılında 279,96 milyon tona ulaşmıştır.<sup>429</sup> 2000 yılındaki bu emisyonun %34'ünün elektrik üretimi, %32'sinin sanayi, %17'sinin ulaştırma ve %16'sının diğer sektörlerden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.<sup>430</sup> Artan enerji talebi fosil kaynaklar yoluyla karşılandığı sürece de enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasındaki bu ilişki devam edecektir. Yenilenebilir kaynaklara ağırlık verilmesi durumunda artan nüfusun ihtiyaç duyacağı enerji, sera etkisine yol açarak çevreye zarar veren karbon emisyonları yayılmaksızın karşılanmış olacaktır.

Türkiye'nin sahip olduğu enerji kaynaklarına kısaca bakılacak olursa, kalan ispatlanmış, üretilebilir petrol (38,9 milyon ton) ve doğal gaz (9,2 Mtep) rezervleri açısından oldukça fakirdir. Kömür kaynaklarında (8,4 milyar ton) biraz daha şanslıdır. Hidrolik enerjide yaklaşık 125 000 Gwh/yıl olan potansiyelinin yaklaşık %70 kadarını kullanamamaktadır. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji tüketimi içindeki payı ise yaklaşık %1'dir.<sup>431</sup> Bu durumda var olan yenilenebilir kaynaklar yerine fosil kaynaklara dayalı bir enerji kullanımının sürdürülmesi, Türkiye'yi dışa bağımlı ve arz güvenliğinde risklere açık hale getirmiş,

---

<sup>428</sup> Tülay Selici, Zafer Utlu, Nadir İlten, "Enerji Kullanımının Çevresel Etkileri ve Sürdürülebilir Gelişme Açısından Değerlendirilmesi", **a.g.k.**, s. 51.

<sup>429</sup> "OECD in figures, statistics on member countries", [www.oecd.org](http://www.oecd.org), 18.12.2006.

<sup>430</sup> Yunus Arıkan, "Kyoto Protokolü Öncesinde Değişen İklim, Kızılsan Müzakereler ve Türkiye", **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt I**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003, s. 400.

<sup>431</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma...**, **a.g.k.**, s. 2-13

aynı zamanda da fosil yakıt kullanımına bağılı çevre sorunlarıyla karşı karşıya bırakmıştır.

Ülkemizin kalkınmasında karşılaşılan en önemli sorunlardan biri, ihtiyaç duyulan enerjinin büyük bir kısmının ithal edilmesi ve ihracat gelirlerinden büyük bir payın ithal edilen enerji kaynaklarına ödenmesidir. Çok karmaşık ve dinamik olan enerji sorununun çözümü için izlenecek politikaların belirlenmesinde, ülke gerçekleri yanında uluslararası, ekonomik, sosyal, siyasal, teknik ve teknolojik ilişkilerin de göz önüne alınması gerekmektedir.<sup>432</sup> Yerli üretime dayalı olarak enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, dışa bağımlılığın, ithalatın azaltılması hedeflerini karşılayabilecek olan yenilenebilir enerji kaynakları üretim ve tüketimlerinde çevreye verdikleri asgari hasar nedeniyle çevre dostu olarak nitelendirilmektedir.<sup>433</sup>

Türkiye'nin ekonomik kalkınma süreci içinde olması nedeniyle AB ülkeleri ve diğer gelişmiş ülkeler düzeyinde bir enerji-çevre dengesi sağlayabilmesi ve bu alanda yükümlülüklerini yerine getirebilmesi için ağır maliyet getiren çevre yatırımları yapması gerekmektedir. Ayrıca, bir yandan artan enerji ihtiyacını karşılamak için yatırımların yapılması gerekirken diğer yandan, sürdürülebilir kalkınmasını engellemeyecek biçimde çevresel gereksinimlerin yerine getirilmesi ancak uzun vadede gerçekleştirilebilecektir.<sup>434</sup>

---

<sup>432</sup> Tayfun Büke, Aylin Çiğdem Köne, “Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı Çerçevesinde Türkiye'nin Enerji Tüketiminin Analitik Şebeke Yöntemiyle İncelenmesi”, **a.g.k.**, s. 250.

<sup>433</sup> **AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye**, Tuğrul ARAT-Sanem BAYKAL, Avrupa Bilgi Köprüleri Programı, Ankara, 2004, s. 1

<sup>434</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma...**, **a.g.k.**, s. 3-8.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde enerji güvenliğinin birinci öncelikli hale geldiği enerji politikaları oluşturulmalıdır. Enerji güvenliğinin bu denli önem kazanmasının nedenleri şöyle sıralanabilir:

- Üretici ülkelerdeki politik ve ekonomik istikrarsızlık,
- Hızla büyüyen ekonomilerin artan enerji talebi ve bunun enerji arzı ile ekonomiler üzerinde yaratacağı istikrarsızlık,
- Enerji projeleri için gerekli finansman ihtiyacının büyüklüğü ve bu finansmanın teminindeki güçlükler,
- Ticaret yolları üzerindeki kritik noktalardaki yoğunlaşmanın sebep olacağı arz kesintileri,
- Çevresel etkilerin en aza indirilmesi için üstlenilen sorumluluk ve baskılar,
- Petrol fiyatlarındaki kalıcı olabilecek artışların ekonomi üzerindeki olumsuz etkileri.<sup>435</sup>

Ülkemizde yukarıda sayılan nedenlerle büyük önem taşıyan enerji güvenliğinin sağlanması için yerli kaynaklara ağırlık verilmelidir. Yerli kaynaklar ise

---

<sup>435</sup> Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **2003-2004 Türkiye Enerji Raporu, a.g.k.**, s. 19.

çevreyle birlikte düşünüldüğünde bizi yenilenebilir enerji kaynaklarına götürmektedir.

Türkiye'nin enerji politikası; ülke enerji ihtiyacının amaçlanan ekonomik büyümeyi gerçekleştirecek, sosyal kalkınma hamlelerini destekleyecek ve yönlendirecek biçimde, zamanında, yeterli, güvenilir, ekonomik koşullarda ve çevresel etki de göz önüne alınarak sağlanması olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda "Doğanın korunması amacı dikkate alınarak, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, yaygınlaştırılması ve tüketimde daha büyük oranlarda yer alması için tedbirler alınacaktır. Böylece yerli fosil yakıtların yanısıra yenilenebilir enerji kaynakları da kullanılarak ülke enerji potansiyelinin en üst derecede kullanımına sokulması sağlanacaktır." ilkesi de yer almıştır.<sup>436</sup> Aynı ilke Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda da yer almaktadır.

Türkiye'nin çevre politikasının ana hedefi, sürdürülebilir kalkınma ile birlikte çevrenin korunması ve geliştirilmesi olarak belirlenmiştir. Türkiye'nin çevre politikası, enerji politikasında ekonomik gelişme için gerekli olan artan enerji talebinin karşılanması ile bundan kaynaklanan çevresel etkiler arasındaki dengenin sağlanması hususunun dikkate alınması gerekliliğini göz önüne almaktadır.<sup>437</sup> Dokuzuncu Kalkınma Planı, 2007-2013 döneminde "Bugünkü ve gelecek kuşakların temel gereksinimlerinin sağlandığı, yaşam kalitesinin artırıldığı, biyolojik çeşitliliğin korunduğu, doğal kaynakların sürdürülebilir kalkınma yaklaşımıyla akılcı

---

<sup>436</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.k., s. 118.

<sup>437</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji**, a.g.k., s. 2.99.

yönetildiği, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkını gözeten politik-yönetmel anlayışın egemen olduğu” bir Türkiye’yi hedeflemekte, Türkiye’nin çevre politikasının temel ilkelerini ve çevre yönetiminin gelişme doğrultusunu bu biçimde belirlemektedir.<sup>438</sup>

Görülmektedir ki, enerji kaynaklı çevre sorunlarının kayıtsız kalınamayacak bir düzeye erişmesi ile birlikte, çatışan iki kavram olarak anılmaya başlanan enerji ve çevre, doğrudukları sorunların çözümünün ortak bir bakış açısı gerektirmesi nedeniyle çözüm arayışlarında da birbirinden ayrı olarak düşünülmemekte ve bu iki kavramı ortak bir paydada buluşturabilecek politikalar oluşturulmaktadır. AB gibi ithalata bağımlı ve büyük ölçüde fosil yakıtlara bağımlı bir enerji sektörüne sahip Türkiye’nin, bu tabloyu değiştirebilmek için enerji hedefleri ile AB’nin enerji stratejisi arasında paralellik sağlanması gereklidir.

Hatta Türkiye, ithal enerji kaynaklarına bağımlılık açısından AB’ye göre daha da hassas bir durumdadır; halen %70 civarında olan bağımlılık oranı, yapılan tahminlere göre, 2030’da %80’in üzerine çıkacaktır. Tahminler, Türkiye’nin karbondioksit emisyonunun da 2030’da, 1990’daki seviyesinin yaklaşık 3,8 katına çıkacağını göstermektedir.<sup>439</sup>

Öte yandan, Türkiye’de yürütülen enerji politikaları doğrultusunda, gelecek dönemlerde, petrol alımında Ortadoğu’ya, gaz alımında da Rusya’ya bağımlılık artacaktır. Ülkemiz yeni bir yüzyıla tükettiği enerjinin yarısından fazlasını ithal

---

<sup>438</sup> DPT, *Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Çevre Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, a.g.k., s. 70.

<sup>439</sup> A. Yavuz EGE, “Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası ve Türkiye’nin Uyumu”, a.g.k., s. 39.

ederek girmiştir. Türkiye'nin ithal ettiği yakıt ve enerji maliyeti yıllık yaklaşık 10 milyar ABD Doları olup, bu maliyetin 2020 yılında 40 milyar ABD Doları değerine ulaşması beklenmektedir.<sup>440</sup> Gerekli önlemlerin alınmaması halinde, 2020 yılında Türkiye'nin tüm ihracat geliri enerji satın almaya harcanacaktır. Artan bağımlılık Türkiye'yi enerji fiyatlarına karşı daha da duyarlı hale getirecektir. Uzun dönemli antlaşmalarla doğal gaz ithalatı konusunda taahhüt altına giren (al ya da öde) Türkiye'nin hem ekonomisinin hem de sanayisinin gaz fiyatlarındaki artış beklentisi göz önüne alınırsa, zor durumda kalması kaçınılmaz olacaktır. Ağırlıklı olarak tek bir kaynağın ithalatına yönelme enerji güvenliği açısından da Türkiye'yi duyarlı bir duruma sokmakta, arz güvenliğini zedelemektedir. Türkiye'nin gelişmekte olan ve sanayileşen bir ülke olduğu, enerji talebinin giderek artacağı dikkate alınırsa, birincil enerji tüketimindeki ithalat oranını azaltabilmek için alternatif enerji kaynaklarına ağırlık vermek, onların kullanımını yaygınlaştırmak zorundadır.

Avrupa Birliğine üyelik yolunda gelişen ve hızla kalkınan Türkiye, henüz dünya çapında önemli oranda bir enerji tüketimine sahip değildir. 2005 yılında Türkiye birincil enerji tüketiminin<sup>441</sup>, dünya enerji tüketimi içindeki payı %1'in altında kalmıştır. Bununla birlikte ülkemizde birincil enerji tüketimi %5,4 oranında artarken, elektrik tüketimi ise %7,2 oranında artmıştır. Bu artış, sanayide devam eden büyüme eğiliminden kaynaklanmıştır. 2005 yılında ülke ekonomisinin büyümesi

---

<sup>440</sup> Gündüz Ateşok, "Enerjinin Stratejik Önemi ve Türkiye", **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt I**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003, s. 19.

<sup>441</sup> Enerji kaynakları birincil enerji kaynakları ve ikincil enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır: Birincil Enerji Kaynakları: Esas niteliği değiştirilmeden, tabii biçimi ile yararlanılabilecek olan enerji kaynaklarıdır. Örneğin, petrol, doğal gaz, rüzgar, hidrolik enerji. İkincil Enerji Kaynakları : Tabii nitelikleri bazı işlemlere tabi tutularak farklı nitelikte bir enerji türü yaratan enerji kaynaklarıdır. (Birincil enerji kaynağının dönüştürülmesi ile elde edilir.) Örneğin, elektrik, hidrojen. Bakınız: <http://bilimselkonular.com/ozel-dosyalar/alternatif-enerji.html>

sonucunda; birincil enerji tüketimi 2004 yılındaki 87,8 milyon ton petrol eşdeğerinden (Mtep) 90,1 Mtep'e ulaşmıştır. Birincil enerji tüketimindeki artışa karşın, birincil enerji üretim miktarında önemli bir artış meydana gelmemiştir. 2004 yılında 24,3 Mtep olan birincil enerji üretimi, 2005 yılında 23,8 Mtep olarak gerçekleşmiştir. Birincil enerji tüketimindeki yüksek artışlara rağmen, yerli üretimde aynı oranda bir artışın olmaması, ithalata bağımlılık oranını giderek artırmaktadır.<sup>442</sup>

Türkiye'de 1990-2003 arasında enerji üretimindeki artış %0,8 düzeyinde kalmışken, tüketimdeki artış %57,7 düzeyinde gerçekleşmiş, üretimin tüketimi karşılama oranı (yeterlilik) ise %36,1 azalmıştır.<sup>443</sup> Enerji açığımız her geçen yıl artış göstermekte ve birincil enerji kaynaklarımız %50 oranında petrole bağlı kalmaktadır. Kullanılan petrolün %72 kadarının yurtdışından alınması ülkeyi darboğaza sürüklemektedir. Oysa ülkemiz alternatif enerji kaynakları açısından, coğrafi yapısı nedeniyle zengin sayılmaktadır.<sup>444</sup> Yeni rezervlerin bulunmaması durumunda 2010 yılında petrol ihtiyacının %98'i yurtdışı kaynaklardan karşılanır hale gelecektir.<sup>445</sup> 2003 yılında 58 Mtep olan enerji tüketiminin %31,6'sı iç kaynaklardan, %68,4'ü ithalat ile karşılanmıştır. Ham petrol tüketiminin %92'si, doğal gaz tüketiminin hemen hemen tamamı ithal edilmiştir. Toplam enerji tüketiminde petrolün payı %38, doğal gazın payı %25 dolayındadır. 2003 yılında enerji ithalatı için 11,175 milyar ABD Doları ödenmiş olup, bunun 4,777 milyar doları petrol, 2,260 milyar doları

---

<sup>442</sup> Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **2003-2004 Türkiye Enerji Raporu**, a.g.k., s. 1.

<sup>443</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Enerjide Sürdürülebilirliğin Sağlanması, -Serbest Piyasa Düzeni ve Yeniden Yapılanma...**, a.g.k., s. 2-10.

<sup>444</sup> **Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler ve Türkiye'deki Uygulamaları Konferansı, Bildiriler Kitabı, 3-4 Nisan 1999**, TMMOB İstanbul Şubesi, MMO Yayını, İstanbul, 1999, s. 11.

<sup>445</sup> A. Yavuz EGE, "Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'nin Uyumunu", a.g.k., s. 30.

doğal gaz ithalatı içindir.<sup>446</sup> Ayrıca, petrol, doğal gaz, kömür ve elektrik enerjisi de dahil olmak üzere net ithalat faturası 2005'te 2004'e göre %30 artarak, 18,6 milyar dolar olmuştur. Bu, 2005 yılında toplam 73,5 milyar dolar olan ihracat gelirlerimizin yaklaşık %25'inin enerji kaynakları ithalatına ödenmesine neden olmuştur.<sup>447</sup> Birincil enerji üretimi düşmeye devam ederken, tüketimi artmaya devam ederse, hassas dengeler üzerinde duran Türk ekonomisi dış dalgalanmalara karşı daha duyarlı hale gelecektir.

Yukarıda bahsedilen Türkiye'nin enerji durumu dikkate alındığında, yenilenebilir enerji kaynaklarının gelecekte enerji üretimimizde büyük rol oynayacağı kesindir. Bu nedenle, fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin planlanmasında etkin stratejiler geliştirmek ülkemiz için gereklidir. Bu tür stratejilerin geliştirilmesinde planlamanın önemi açıktır, çünkü kısıtlı kaynaklarla yatırım için gereksinilen sermaye, hammadde stoğu, yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyeti ve kullanılabilirliğinin birlikte düşünülmesi ve istenen hedeflere ulaşılması gerekmektedir.<sup>448</sup> Bunun için, ülkemizdeki güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji, deniz kökenli enerji ve çöp yakıtları enerjisi gibi kaynaklar devlet tarafından teşvik edilmeli ve bu kaynakların kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

---

<sup>446</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 2.97-98.

<sup>447</sup> Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **2003-2004 Türkiye Enerji Raporu, a.g.k.**, s. 1.

<sup>448</sup> Ahu Soylu, Metin Türkay, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Geçiş Sürecinin Planlanmasında Doğrusal En İyileme Tekniğinin Kullanılması", **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 1-2.

Türkiye'nin AB'ye üyelik hedefi doğrultusunda son yıllarda yenilenebilir enerjinin gelişimi konusunda yakaladığı ivme ve bu kapsamda enerji sektörünün AB ile uyumunun sağlanması yolunda attığı adımlardan en önemlisi yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesi amacıyla hazırlanan Yenilenebilir Enerji Kanunu (YEK) 2005 yılında yürürlüğe girmesidir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, toplam kömür üretiminden sonra en fazla üretime sahip olduğumuz kaynaklardır. Yenilenebilir enerji kaynakları arzının yaklaşık yarısını (5,2 Mtep) biyokütle (odun, hayvan ve bitki artıkları) oluşturmaktadır. Ülkemizdeki biyokütle enerjisinin büyük çoğunluğunu odun teşkil etmekte ve özellikle ısınma amaçlı olarak doğrudan yakılarak tüketilmektedir. Geri kalan yenilenebilir enerji kaynağının da büyük ağırlığını (3,4 Mtep) hidrolik enerji oluşturmaktadır.<sup>449</sup>

Türkiye'de 2004 yılında hidrolik dahil yenilenebilir enerji kaynakları üretim ve tüketimi 10,8 Mtep olarak gerçekleşmiş ve toplam birincil enerji kaynakları üretiminin %44,4'ünü, arzının %12,3'ünü oluşturmuştur. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında; biyokütle tüketiminde düzenli olarak azalma eğilimine karşılık, jeotermal ısı, güneş ve rüzgar enerjilerinde küçük artışlar meydana gelmiştir.<sup>450</sup>

Elektrik ihtiyacımızın %7-9 gibi yüksek bir oranda sürekli artmakta olması nedeniyle her yıl kurulu gücümüze yeni güç eklenmesi gerekmektedir. 2005 yılındaki 39,560 MW toplam kurulu gücün; %66,6'sını termik, %33'ünü hidroelektrik, %1'in

---

<sup>449</sup> Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **2003-2004 Türkiye Enerji Raporu, a.g.k.**, s. 2.

<sup>450</sup> **a.g.k.**, s. 70.

altında paya sahip 34 MW gücündeki jeotermal ve rüzgar enerjisi santralleri oluşturmaktadır.<sup>451</sup> Öte yandan, 2005 yılında üretilen elektrik enerjisinin ise %75,42'si termik, %24,48'i hidrolik, %0,06'sı jeotermal, %0,03'ü ise rüzgar kaynaklıdır.<sup>452</sup> Termik kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin yaklaşık %55'i ithal kaynak olan doğal gazdan elde edilmektedir.<sup>453</sup> Toplam elektrik üretimimizde doğal gazın payı giderek artmaktadır. 1990 yılında %17,7 olan bu pay 2005 yılında önemli bir artışla %45,4'e kadar yükselmiştir. Ancak, yıllık yaklaşık 130 milyar kWh hidroelektrik potansiyele sahip olan Türkiye, bu enerji kaynağının sadece %35'ini değerlendirebilmektedir. Jeotermal enerjinin doğrudan kullanımında dünya da 7. sırada olan ve bu alanda 31 500 MW toplam potansiyele sahip ülkemiz yine bu potansiyelin ancak % 2,97'sini kullanabilmektedir. Ayrıca Avrupa'nın rüzgar enerji potansiyeli bakımından yüksek olan ülkeleri arasında yer alan Türkiye bundan yeterince yararlanamamaktadır. Öte yandan yıllık ortalama toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat) olan ülkemiz güneş enerjisi potansiyelini de değerlendirememektedir.<sup>454</sup> Tüm bu olumsuz tabloya karşın yapılan yasal düzenlemelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına yönelik bazı teşviklerin yer alması umut verici gözükmemektedir.

Tablo 14'de Türkiye'nin enerji kurulu kapasitesi ve üretimi miktarları yer almaktadır. Tablodaki rakamlar değerlendirildiğinde, yukarıda da ayrıntılı olarak değindiğimiz üzere, enerji üretiminde az da olsa bir artış olduğu göze çarpmaktadır. Enerji üretiminde kullanılan yakıtlara bakıldığında fosil yakıtların büyük miktarda

---

<sup>451</sup> **a.g.k.**, s. 2.

<sup>452</sup> Türkiye İstatistik Kurumu, Enerji İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr>, 01.03.2007.

<sup>453</sup> Önder Güler, "Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Durumu ve Geleceği", **a.g.k.**, s. 145.

<sup>454</sup> "Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Gelecek Senaryoları", **Eneji&Kojenerasyon Dünyası**, **a.g.k.**, s. 61.

tüketildiği, bunların içinde doğal gazın büyük bir payı olduğu, yenilenebilir kaynak kullanımının, istenen düzeyde olmamakla birlikte, arttığı görülmektedir.

**Tablo 14: Türkiye’de Enerji Kurulu Kapasitesi ve Üretimi**

| KURULU KAPASİTE<br>VE YILLIK ÜRETİM |           | 2003           |                 |                 |                      | 2004 (GEÇİCİ)  |                 |                 |                      |
|-------------------------------------|-----------|----------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------------|
|                                     |           | KAPASİTE       |                 | FİİLİ           | KAPASİTE<br>KULLANIM | KAPASİTE       |                 | FİİLİ           | KAPASİTE<br>KULLANIM |
|                                     |           | KURULU<br>(MW) | ÜRETİM<br>(GWh) | ÜRETİM<br>(GWh) | ORANI (%)            | KURULU<br>(MW) | ÜRETİM<br>(GWh) | ÜRETİM<br>(GWh) | ORANI (%)            |
| TERMİK<br>ENERJİ                    | KÖMÜR     | 8 239          | 53 940          | 32 253          | 60                   | 8 923          | 58 391          | 34 558          | 59                   |
|                                     | AKARYAKIT | 3 198          | 21 085          | 9 196           | 44                   | 3 202          | 21 167          | 9 800           | 46                   |
|                                     | DOĞALGAZ  | 11 510         | 86 154          | 63 536          | 74                   | 12 640         | 94 867          | 59 098          | 62                   |
|                                     | DİĞER     | 28             | 207             | 116             | 56                   | 27             | 207             | 76              | 37                   |
|                                     | TOPLAM    | 22 974         | 161 387         | 105 101         | 65                   | 24 792         | 174 632         | 103 532         | 59                   |
| JEOTERMAL VE<br>RÜZGAR ENERJİ       |           | 34             | 156             | 150             | 96                   | 34             | 156             | 160             | 103                  |
| HİDROELEKTRİK<br>ENERJİ             |           | 12 579         | 45 152          | 35 329          | 78                   | 12 654         | 45 435          | 47 614          | 105                  |
| GENEL TOPLAM                        |           | 35 587         | 206 695         | 140 580         | 68                   | 37 480         | 220 223         | 151 306         | 69                   |

Kaynak: TEİAŞ APK Dairesi Başkanlığı, [www.teias.gov.tr](http://www.teias.gov.tr), 19.05.2007.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin nedenlerinden bahsederken vurgu yaptığımız en önemli nokta fosil yakıtların kullanımının insan ve çevre sağlığına verdiği zararlar idi. Konunun önemi nedeniyle ülkemizde fosil yakıt tüketen termik santrallerden bahsetmek ve bunların insan ve çevre sağlığına verdikleri zararlara ilişkin bazı örnekler vermek yerinde olacaktır.

Ülkemizde üretilen linyit kömürünün %55,5'i termik santrallerde yakılmaktadır. Elektrik üretimimizin %31,3'ü linyit santrallerinde üretilir. Türkiye, Avrupa'nın kükürt emisyonları en yüksek 100 santralinden altısına sahiptir. (2. Afşin-Elbistan, 18. Yeniköy, 32. Seyitömer, 35. Yatağan, 46. Kangal ve 65. Soma termik santralleri) Baca yüksekliklerine göre bir kirletici bacadan atılan kirleticiler tesisten uzun mesafelerde yer düzeyine ulaşmaktadır. 150 m yüksekliğinde bacaya sahip bir termik santralden salınan kirleticiler 5-15 km uzaklıklarda yer düzeyine inmektedir. Bununla birlikte gaz kirleticiler 1000 km'den fazla uzaklıklara taşınmaktadır. Hava kirliliğinin ve SO<sub>2</sub> (kükürt dioksit)'nin uzun ve orta mesafeli taşınmasının kanıtı yağmur ve tatlı suların asitleşmesidir. Ülkemizin sınır ötesi ve bölgeler arası kirliliklerin izlenmesi amacı ile Ankara Çubuk, Antalya, Uludağ ve Amasra'da kurulu dört izleme istasyonu verileri, Karadeniz'de daha fazla olmak üzere yurdumuzun asit yağmurlarının etkisi altında olduğunu göstermektedir. Dört istasyondaki ölçümlerde de yağın yağmurların asitli olduğu ve SO<sub>2</sub> ve NO<sub>3</sub> (nitrat) iyonu yoğunlukları oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Karadeniz'deki metal ve iyon ölçümleri diğer istasyonlardan daha fazladır. Batı Karadeniz verileri Doğu Karadeniz ölçümlerinin iki katıdır. Bu durum, ülkemizin Avrupa, Balkanlar ve Rusya'dan gelen yoğun kirlilik altında olduğunu göstermektedir.<sup>455</sup>

Yatağan, Yeniköy ve Kemerköy termik santrallerinin çevresinde yer alan Muğla ormanlarındaki çam ağaçlarının bozulduğunu gösteren bir çok araştırma vardır. Yatağan termik santralının 1. ünitesi işletmeye 20 Kasım 1982 tarihinde girmiştir. 2. ünitenin devreye girdiği tarihten 2 ay sonra çevre ormanlarda sararmalar

---

<sup>455</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 67-68.

başlamış; 3. ünitenin de devreye girdiği 1984'ten sonra 1986 ortalarına kadar 4181 hektarlık orman, kuruduğu için kesilmiştir. Türkiye Çevre Atlası'na göre bu bölgede geniş bir alanda ekosistem bozulmuş; toprağı tutacak bitki örtüsü tahrip olduğundan erozyonla toprak kaybı olmuş ve eski su kaynakları kurumuştur.<sup>456</sup>

Günde ortalama 18 bin ton kömür yakılan Yatağan Termik Santralinin küllerinin atıldığı baraj 100 m derinliğe ulaşmış ve bölgedeki ağaçların büyük bölümü betonlaşan kül dağlarının içinde kalmıştır. Gidişatın bu şekilde olması durumunda kül barajı 475 m yüksekliğe ulaşacak ve bu yükseklikteki tüm ağaçlar yok olacaktır. Ayrıca bölge topraklarından alınan verim giderek düşmektedir. Çevreyi katleden bu santral Türkiye'nin elektrik enerjisi ihtiyacının sadece %1,6'sını karşılarken, çok açık ki götürdüğü getirdiğinden çok olmaktadır.<sup>457</sup> Buna ek olarak 18 Aralık 2006 tarihli Milliyet Gazetesi'nde yer alan bir haber de söz konusu santralin insan sağlığına verdiği zararlara dikkat çekmektedir. Haberde; Yeşili küle dönüştüren santralin ilçe halkını zehirlediği, uzmanlara göre son yıllarda (Santral 24 yıl önce kurulmuştur.) kanser vakalarının arttığı ve çocukların %95'inin kanındaki kurşun oranının normalin üzerinde olduğu belirtilmektedir.<sup>458</sup> Öte yandan ülkemizde, ulaşımda fosil yakıt kullanımına bağlı hava kirliliği sonucunda motorlu araç sayısı fazla olan illerde solunum yolu hastalıklarının ve özellikle çocuklarda astım hastalığının görülme sıklığı artmaktadır.

Aşağıdaki tabloda çeşitli enerji üretim kaynaklarının, yarattığı hava kirliliği, iklimsel etki, normal işletme radyoaktivitesi, doğal görünüme zararı, pik ihtiyaç

---

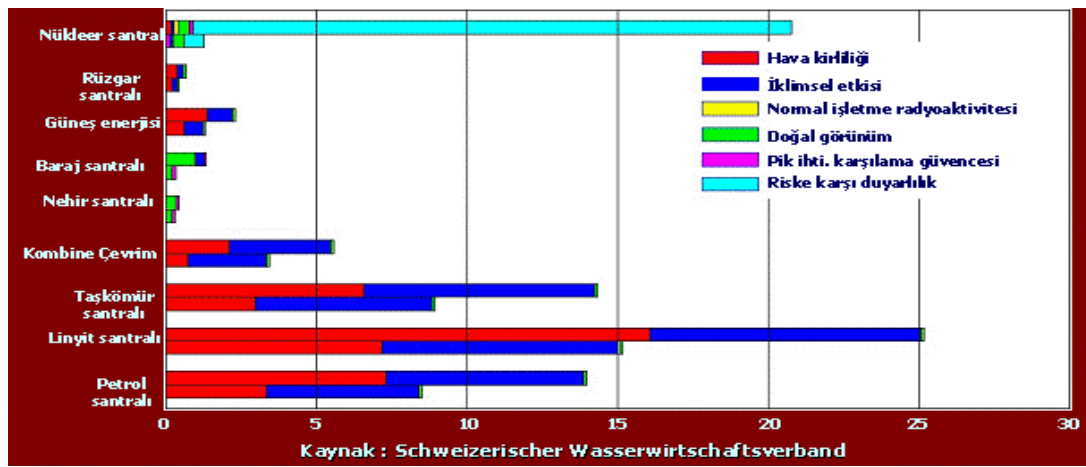
<sup>456</sup> a.g.k., s. 68.

<sup>457</sup> "Yatağan Termik Santrali Çevreyi Katlediyor", Milliyet Gazetesi, 17.12.2006, s. 1.

<sup>458</sup> "Yatağanlı Çocuklar Kurşun Yüklü", Milliyet Gazetesi, 18.12.2006, s. 5.

karşılama güvencesi ve riske karşı duyarlılık başlıkları altında karşılaştırılmıştır. Tabloda linyit, kömür, petrol gibi fosil yakıtların enerji üretiminde kullanılmasının özellikle hava kirliliği ve iklim değişikliğine yol açmaları bakımından ne kadar zararlı oldukları görülmektedir. Aynı tabloya göre, rüzgar, güneş, hidroelektrik gibi yenilenebilir kaynaklarından enerji üretimi neredeyse tamamen zararsızdır.

**Tablo 15: Çeşitli Tipte Santrallerin Dezavantajlarının Ölçülebilir Gösterimi**



Kaynak: <http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, 18.05.2007.

Türkiye'nin 2005 yılı için CO<sub>2</sub> emisyonu 240 milyon ton ve yenilenebilir enerjinin toplam enerjideki payı ise %17'dir. Örneğin, yenilenebilir enerji üretim oranının %5 arttırılarak, fosil kökenli yakıt tüketimi %5 oranında azaltılabilir. Bu durumda karbon emisyonundaki azalma  $240 \times 0,05 = 12$  milyon ton olacaktır. Genel olarak, yenilenebilir enerjinin geliştirilmesiyle ilgili olarak AB politikaları, yasa ve yönetmeliklerinin mevcut durumuna genel olarak bakıldığında Türkiye'nin gidermesi gereken birçok eksik bulunmaktadır. Yenilenebilir enerjinin gelişimi için uygun politikaların oluşturulması ve uygulanmasında devletin rolü çok önemlidir. Bakanlıklar arası (örneğin tarım, enerji, çevre ve orman bakanlıkları arasında)

eşgüdüm ve işbirliğinin geliştirilmesi, bu konularda etkinlik ve etkililiğin sağlanması da önemlidir. Politika ve uygulamadaki başarılar önemli bir sonuç alınmasını sağlayabilir. Ülkenin, belirlenen amaçtan sapmasını önleyecek, yenilenebilir enerji kaynaklarının belirli bir yıla kadar, ülke içi enerji tüketiminde belirli bir paya sahip olması için hedef belirleyen politika ve buna uygun yasalar oluşturulmalıdır.<sup>459</sup>

Bu gerekliliğin sonucu olarak, gerek enerji ithalatında bağımlılığın azaltılması, gerekse arz güvenliğinin sağlanması amacıyla, enerji arz dengesinde yenilenebilir enerji kullanımının artırılması, Türkiye ulusal enerji politikasının son derece önemli bir parçasını oluşturmakta olup, bu bağlamda yenilenebilir enerji kullanımı desteklenmelidir.

---

<sup>459</sup> Durmuş Kaya, “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması” Tübitak- Marmara Araştırma Merkezi, ETBK, Ankara, Mayıs 2006.

#### 4. TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI POTANSİYELİNİN DURUMU VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Türkiye’de bugün yenilenebilir kaynaklardan en çok klasik biyokütle enerji ve hidrolik enerji kullanılmaktadır. Jeotermal enerji üçüncü sırada yer almakla birlikte, kullanımı sınırlıdır. Güneş enerjisinin kullanımı simgesel düzeyde iken, rüzgar enerjisinin kullanımı yeni başlamakta, deniz dalga enerjisi üzerinde neredeyse hiç durulmamaktadır. Modern biyokütle enerjinin önemli potansiyeline karşılık, enerji bitkileri tarımı yeterince tanınmamakta ve gündeme sokulmamakta, enerji ormancılığı da sınırlı bir kapsamla ele alınmaktadır. Modern biyokütlenin gelişmesi ile ekonomik olmayan klasik biyokütle ortadan kalkacaktır.<sup>460</sup>

**Tablo 16: Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli**

| KAYNAKLAR                   | Brüt                      | Teknik    | Ekonomik<br>(kullanılabilir) |
|-----------------------------|---------------------------|-----------|------------------------------|
| <b>Hidrolik Enerji</b>      |                           |           |                              |
| (MW)                        | 107 500                   | 53 750    | 34 862                       |
| (milyar kWh/yıl)            | 430                       | 215       | 124,5                        |
| <b>Jeotermal Enerji</b>     |                           |           |                              |
| Isı (MW)                    | 31 500                    | 7 500     | 2 843                        |
| (Mtep/yıl)                  | -                         | 5,4       | 1,8                          |
| Elektrik (MW)               | 4 500                     | 500       | 350                          |
| (milyar kWh/yıl)            | -                         | -         | 1,4                          |
| <b>Güneş Enerjisi</b>       |                           |           |                              |
| Isı + Elektrik (MW)         | 111 500 x 10 <sup>3</sup> | 1 400 000 | 116 000                      |
| (milyar kWh/yıl)            | 977 000                   | 6 105     | 305                          |
| (Mtep/yıl)                  | 80 000                    | 500       | 25                           |
| <b>Rüzgar Enerjisi</b>      |                           |           |                              |
| Elektrik (MW)               | 220 000                   | 55 000    | 20 000                       |
| (milyar kWh/yıl)            | 400                       | 110       | 50                           |
| <b>Klasik Biomas Enerji</b> |                           |           |                              |
| Yakıt (Mtep/yıl)            | 30                        | 10        | 7                            |
| <b>Modern Biomas</b>        |                           |           |                              |
| Yakıt (Mtep/yıl)            | 90                        | 40        | 25                           |

**Kaynak: TÜSİAD, 21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD Yayını, İstanbul, 1998.**

<sup>460</sup> TÜSİAD, 21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisi’nin Değerlendirilmesi, a.g.k., s. 74.

Yukarıdaki tabloda yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye’deki brüt, teknik ve ekonomik potansiyelleri hem ısıl hem de elektriksel olarak özetlenmiştir. Brüt potansiyel, o kaynaktan elde edilebilecek en yüksek enerjiyi; teknik potansiyel, brüt potansiyelden teknik koşullara ve kısıtlara göre elde edilebilecek enerjiyi; ekonomik potansiyel ise, teknik potansiyelin ekonomik koşullara göre kullanılabilir, diğer bir anlatımla gelirleri, giderlerini karşılayabilecek olan yatırımların yapılması sonucu elde edilebilecek enerji miktarını ifade etmektedir. Sonraki bölümlerde, bu potansiyeller yenilenebilir enerji kaynaklarının her biri için incelenecek ve ne kadarının kullanılabildiği ortaya konulacaktır.

**Resim 13:** Güneş Paneli



#### **4.1. GÜNEŞ ENERJİSİ**

Dünyada üzerinde en çok çalışılan ve en çok istikbal görülen enerji kaynağı güneş enerjisidir. Güneş enerjisinden; bina ısıtılması ve sıcak su elde edilmesinde, kurutmada, güneş fırınlarında, kaynak yapımında, havalandırma sistemlerinde, doğrudan elektriğe dönüştürerek enerji elde edilmesinde ve hidrojen üretiminde yararlanılmaktadır.<sup>461</sup>

---

<sup>461</sup> Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, **Türkiye’nin Çevre Sorunları, a.g.k.**, s. 210.

#### Şekil 4: Türkiye Güneş Enerjisi Haritası



**Kaynak:** [http://www.eie.gov.tr/turkce/en\\_tasarrufu/en\\_tas\\_etkinlik/2005\\_bildiriler/oturma7/PinarAkay.doc](http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/en_tas_etkinlik/2005_bildiriler/oturma7/PinarAkay.doc), 19.05.2007.

Türkiye, 36°-42° Kuzey paralelleri arasında yer almakla, yeterli miktarda güneş enerjisi alan bir coğrafi konumda bulunmaktadır. Bu nedenle, güneş enerjisi haritasında da görüldüğü gibi, güneş enerjisi yönünden zengin bir potansiyele sahip olup, bu alandaki uygulamalarda şanslı bir ülkedir.<sup>462</sup> Türkiye, Güneş enerjisi potansiyelini belirlemeye yönelik olarak Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nün (EİEİ), Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) verilerine dayanarak yaptığı bir çalışmaya göre, Türkiye yıllık ortalama güneş ışıınımı 3,6 kWh/m<sup>2</sup> ve yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saattir (günlük toplam 7,2 saat).<sup>463</sup> Gelen güneş enerjisinin en çok olduğu bölgeler; Güneydoğu Anadolu, Akdeniz, Doğu Anadolu ve İç Anadolu bölgeleridir. Bu durumda ülkemizde, güneş enerjisi uygulamalarının çoğu için uygun bir ortam bulunmaktadır. Bu konuda en şanssız bölge ise bulutluluk oranının yüksek olması nedeniyle Karadeniz bölgesidir.<sup>464</sup>

Güneş enerjisi potansiyeli ile Türkiye, Avrupa ülkeleri ile karşılaştırılamayacak bir avantaja sahiptir. Ülke genelinde yıllık ortalama güneş

<sup>462</sup> Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, **Türkiye'nin Yeni ve Temiz Enerji Kaynakları**, a.g.k., s. 59.

<sup>463</sup> Dünya Enerji Komisyonu Türk Milli Komitesi, **Enerji Raporu 1996**, Dünya Enerji Komisyonu Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara 1997, s. 36.

<sup>464</sup> M. Selçuk Sancar, **a.g.k.**, s. 95.

enerjisi 1315 kWh/m<sup>2</sup>'dir. Türkiye yüzeyine yılda düşen güneş enerjisi 977x1012 kWh kadar olup, bu değer elektrik santrali kurulu gücümüzün 5 000 katını aşkın bir güce eşdeğerdir.<sup>465</sup> Türkiye'nin kuşbakışı yüzölçümü 77,95 milyon hektardır. Türkiye üzerine bir yılda düşen güneş enerjisi, 80 milyar TEP' (Ton Petrol Eşdeğeri) tir.<sup>466</sup> Ülkemize düşen güneş enerjisi tüm Avrupa ülkelerine düşen miktarın toplamına eşdeğerdir. Ülkemizin toplam güneş enerjisi potansiyeli ısıl kapasite olarak 26,4 milyar TEP; elektrik kapasitesi olarak ise 8,8 milyar TEP'tir. Türkiye'nin 2001 tüketiminin (77 044 bin TEP) 342 katı ısıl güneş kapasitesi vardır.<sup>467</sup>

Güneş enerjisinin büyük bir gelişme potansiyeline sahip olduğu Türkiye'de, güneş enerjisi kullanımı esas olarak ısıtmada güneş toplayıcıları kullanılması biçimindedir ve 2000 yılında 262 000 Toe (ton eşdeğeri) ısı enerji üretilmiştir. Henüz elektrik üretimine yönelik kullanım bulunmamaktadır. Güneş enerjisiyle üretilen ısı enerjisi miktarı ulusal enerji üretiminin % 1'inden azdır. Isıtmaya yönelik ulusal toplayıcı kapasitesi 7,5 milyon m<sup>2</sup> dolayındadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) ve EİEİ'nin öngörülerine göre, 2010'da 602 Ktoe (kilo ton enerji) ve 2020'de 1 119 Ktoe enerji elde edilebilecektir.<sup>468</sup>

Türkiye yaklaşık 7,5 milyon m<sup>2</sup> güneş toplayıcısı alanıyla, dünyanın önde gelen güneş enerjisi kullanıcıları arasında yer almaktadır. Bu kullanımın yanı sıra, yaklaşık 100 imalathane ya da fabrikadan oluşan bir sanayi de oluşmuştur. Güneş

---

<sup>465</sup> "Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Gelecek Senaryoları", **Eneji&Kojenerasyon Dünyası, a.g.k.**, s. 65.

<sup>466</sup> Demir İnan, **a.g.k.**, s. 24.

<sup>467</sup> Umur Gürsoy, **a.g.k.**, s. 122.

<sup>468</sup> [www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler/17-Johannesburg%20TR%20iklim%20-%20Turkce.doc](http://www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler/17-Johannesburg%20TR%20iklim%20-%20Turkce.doc), 25.11.2006.

toplayıcısı yerli üretiminin bir bölümü AB'ye ihraç edilmektedir. Bugünkü kullanım daha çok ülkenin güney bölgelerinde olduğu için, kullanım düzeyinin artma potansiyeli vardır.<sup>469</sup>

**Resim 14:** Güneş Termik Santrali Kollektör Alanı



Aylara göre Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri ise Tablo 17'de verilmiştir. Tablodaki verilere göre, güneşlenme süresi en fazla olan ay Temmuz, en az olan ay ise Aralık ayıdır.

**Tablo 17:** Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli

| AYLAR | AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ |             | GÜNEŞLENME<br>SÜRESİ<br>(Saat/ay) |
|-------|-----------------------------|-------------|-----------------------------------|
|       | (Kcal/cm2-ay)               | (kWh/m2-ay) |                                   |
| OCAK  | 4,45                        | 51,75       | 103,0                             |
| ŞUBAT | 5,44                        | 63,27       | 115,0                             |
| MART  | 8,31                        | 96,65       | 165,0                             |
| NİSAN | 10,51                       | 122,23      | 197,0                             |

<sup>469</sup> [www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler/17-Johannesburg%20TR%20iklim%20-%20Turkce.doc](http://www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler/17-Johannesburg%20TR%20iklim%20-%20Turkce.doc), 25.11.2006.

|                 |                         |                       |                     |
|-----------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|
| MAYIS           | 13,23                   | 153,86                | 273,0               |
| HAZİRAN         | 14,51                   | 168,75                | 325,0               |
| TEMMUZ          | 15,08                   | 175,38                | 365,0               |
| AĞUSTOS         | 13,62                   | 158,40                | 343,0               |
| EYLÜL           | 10,60                   | 123,28                | 280,0               |
| EKİM            | 7,73                    | 89,90                 | 214,0               |
| KASIM           | 5,23                    | 60,82                 | 157,0               |
| ARALIK          | 4,03                    | 46,87                 | 103,0               |
| TOPLAM          | 112,74                  | 1311                  | 2640                |
| <b>ORTALAMA</b> | <b>308,0cal/cm2-gün</b> | <b>3,6 kWh/m2-gün</b> | <b>7,2 saat/gün</b> |

**Kaynak:** EİEİ, Türkiye’de Güneş Enerjisi, [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr), 19.05.2007.

Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımını gösteren Tablo 18’e göre, en fazla güneş enerjisi alan bölge Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. En az güneş alan bölge ise Karadeniz Bölgesidir.

**Tablo 18: Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı**

| BÖLGE          | TOPLAM GÜNEŞ<br>ENERJİSİ<br>(kWh/m <sup>2</sup> -yıl) | GÜNEŞLENME SÜRESİ<br>(Saat/yıl) |
|----------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|
| G.DOĞU ANADOLU | 1460                                                  | 2993                            |
| AKDENİZ        | 1390                                                  | 2956                            |
| DOĞU ANADOLU   | 1365                                                  | 2664                            |
| İÇ ANADOLU     | 1314                                                  | 2628                            |
| EGE            | 1304                                                  | 2738                            |
| MARMARA        | 1168                                                  | 2409                            |

|           |      |      |
|-----------|------|------|
| KARADENİZ | 1120 | 1971 |
|-----------|------|------|

**Kaynak:** EİEİ, Türkiye’de Güneş Enerjisi, [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr), 19.05.2007.

Ancak, bu değerlerin, Türkiye’nin gerçek potansiyelinden daha az olduğu, daha sonra yapılan çalışmalar ile anlaşılmıştır. 1992 yılından bu yana EİEİ ve DMI, güneş enerjisi değerlerinin daha sağlıklı olarak ölçülmesi amacıyla enerji amaçlı güneş enerjisi ölçümleri almaktadırlar. Devam etmekte olan ölçüm çalışmalarının sonucunda, Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin eski değerlerden %20-25 daha fazla çıkması beklenmektedir. Küresel ısınma sonucu değişmekte olan iklim koşullarının Türkiye’de yaratmakta olduğu etkiler de dikkate alındığında güneş enerjisi potansiyelinin artacağı yönündeki beklentilerin haklı çıkacağı aşıkardır.<sup>470</sup>

#### **Resim 15:** Güneş Paneli



<sup>470</sup> Turgut Görez, Ahmet Alkan, “Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerji Potansiyeli”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005, s. 123.

Sıcak su üretiminde kullanılan düzlemsel güneş kolektörleri (toplayıcıları), ülkemizde (özellikle Ege ve Akdeniz Bölgelerinde) oldukça yaygın kullanılmakta olup ticari ortama girmiş durumdadır. Ülkemizin zengin güneş enerjisi potansiyeline bakıldığında diğer bölgelerde de (özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi) kullanımın artırılması için çalışmalar yapılmalıdır.

Türkiye’de güneş enerjisinin kullanımı (sıcak su elde edilmesi dışında) genelde bilinmemekte, tanıtımı yapılmamakta ve devletçe yeterince teşvik edilmemektedir. Dolayısıyla, bu konuda hizmet verecek mühendislik, müşavirlik ve müteahhitlik firmaları ve ilgili sanayi gelişmemektedir. İlk yatırım giderleri yüksek olan, ancak yakıt giderlerinin olmaması nedeniyle işletme giderleri bulunmayan güneş enerjili elektrik üreteçlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli uzun vadeli finansman imkanları bulunmamaktadır.<sup>471</sup> Halihazırda toplam enerji tüketimimiz göz önüne alındığında güneş enerjisinin toplam tüketimimize katkısının son derece küçük olduğu görülmektedir.<sup>472</sup>

Halbuki güneş enerjisi aktif yöntemle yapı ısıtılmasından, seraların ısıtılmasına, tarımsal ve endüstriyel kurutmaya, endüstriyel ısı uygulamalarına, soğutmaya, metalurjik fırınlara, fotokimyasal ve foto biyolojik işlemlere dek çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Bu alanlara yönelik araştırmaların desteklenmesinin yanı sıra uygulamaların yaygınlaştırılmasına da çalışılmalıdır.<sup>473</sup>

---

<sup>471</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k.**, s. 79.

<sup>472</sup> M. Selçuk Sancar, **a.g.k.**, s. 95.

<sup>473</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k.**, s. 86.

Türkiye’de Ar-Ge çalışmaları, güneş enerjisinin güneş pilleri aracılığıyla kullanımı üzerinde yoğunlaşmaktadır ve güneş pillerinin önemsenmesi gereken bir ticari potansiyelinin bulunduğu söylenebilir. EİEİ ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) gibi kuruluşlar fotovoltaik piller alanında çeşitli çalışmalar yürütmüşlerdir. Güneş pilleri, halen ancak elektrik şebekesinin olmadığı yerleşim yerlerinden uzak yerlerde ekonomik yönden uygun olarak kullanılabilir. Türkiye’de toplam kurulu güneş pili gücünün 300 kW civarında olduğu tahmin edilmektedir.<sup>474</sup> Bu tesislerin tamamı kırsal kesimde (otonom, yani şebekeden bağımsız, kendi kendine yeterli) çalışmakta ve Türk Telekom’a ait haberleşme istasyonlarında, Orman Genel Müdürlüğü’ne ait orman gözetleme kulelerinde ve Denizcilik İşletmeleri Genel Müdürlüğü’nün deniz fenerlerinde kullanılmaktadır.<sup>475</sup> Ayrıca otoyol aydınlatması, otoyol acil telefonlarında da güneş pillerinden sağlanan enerji kullanılmaktadır.

Ülkemizde ilk kez EİE İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından teknolojiyi izlemek açısından, 2 Haziran 1998’de Didim Güneş ve Rüzgar Araştırma Merkezi’nde 4,8 kW’lık, 2000 yılında ise Ankara’da 1,2 kW’lık şebeke bağlantılı güneş pili sistemleri kurulmuştur.<sup>476</sup>

Ülkemizin coğrafi yapısı ve yerleşim merkezlerinin birbirinden uzak olması, bu yerleşim merkezlerine elektrik enerjisinin iletimini güçleştirmektedir. Üretimin ancak %3’ü böyle uzak yörelerde tüketilebilmektedir. Bu bölgelerin enterkonnekte

---

<sup>474</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.k.**, s. 166.

<sup>475</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, **a.g.k.**, s. 4-31.

<sup>476</sup> Mehmet Çağlar, Zerrin T. Altuntaşoğlu, “Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji”, **a.g.k.**, s. 163.

sisteme bağlanma maliyetlerinin çok yüksek olduğu ve üretilen enerjinin önemli bir bölümünün iletim ve dağıtım hatlarında kaybolduğu göz önüne alınırsa, bölgesel ve bağımsız olarak çalışacak küçük güneş enerjisi elektrik santrallerinin önemi belirginleşecektir.<sup>477</sup> Güneş enerjisi teknolojisinin sürekli olarak ilerlemesi, bu enerjinin genel enerji dengesine katkısının giderek artmakta olduğunu göstermektedir.<sup>478</sup> Güneş pilleri yardımı ile üretilen güneş elektriği henüz ülkemiz koşullarında pahalıdır ve yaygın değildir. Yerli güneş pili imalatının teşvik edilmesi ve maliyeti düşürecek diğer teknolojik gelişmelere paralel olarak bu yolla elektrik üretiminin yaygınlaşması mümkün olabilecektir. Bunun için güneş enerjisinden elektrik üretilmesini sağlayan teknolojilerin yakından izlenmesi ülkemiz için yararlı olacaktır.

## 4.2. RÜZGAR ENERJİSİ

Rüzgar enerjisi üretim tesisleri, basit ya da çok gelişmiş teknolojiler ile kurulabilmektedir. Türkiye’de mevcut teknoloji bu tesisleri imal etmeye yeterlidir. Teknolojinin hızla gelişmesi, daha ucuz ve daha çok miktarda üretim, maliyetleri düşürebilecek, ileride bu tür tesislerin daha ekonomik olmasını sağlayabilecektir.<sup>479</sup>

Rüzgar enerjisinden yararlanmak amacıyla sürdürülen çalışmaların ilkini potansiyel belirleme çalışmaları oluşturmaktadır. Türkiye’de genel amaçlı rüzgar ölçümleri, diğer meteorolojik ölçümlerle birlikte Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) tarafından yapılmaktadır. Ülke genelinde rüzgar enerjisi

---

<sup>477</sup> Mehmet Cebeci, **a.g.k.**, s. 67.

<sup>478</sup> M. Selçuk Sancar, **a.g.k.**, s. 12.

<sup>479</sup> Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, **Türkiye’nin Yeni ve Temiz Enerji Kaynakları**, **a.g.k.**, s. 81.

kaynağına dayalı plan ve programların yapılabilmesi, bu kaynağın potansiyelinin belirlenmesi ile mümkündür. Bu amaçla, DMI' ne ait istasyonların 1970-1980 yılları arasındaki kayıtları değerlendirilmiş ve ülke genelindeki doğal rüzgar enerjisi dağılımı genel olarak belirlenmiştir. Ancak, rüzgardan elektrik enerjisi üretimine yönelik çalışmalarda ayrıntılı rüzgar potansiyel değerlendirme çalışmaları gerekli olmaktadır. Bu amaç doğrultusunda ülkemizde, ilk aşamada belirlenmiş olan ve rüzgar enerjisi yönünden umut verici yerlerde yapılan etütler ile rüzgardan enerji üretimine elverişli olabilecek bölgelere rüzgar enerjisi gözlem istasyonları kurulup veri toplanmaya başlanmıştır.

**Resim 16:** Karadaki Rüzgar Türbini **Resim 17:** Deniz üstü (offshore) Rüzgar Santrali



Rüzgar, kinetik enerjisi nedeniyle doğal bir potansiyele sahiptir. Bu doğal potansiyelin bilinen fiziksel yasalar ve eldeki teknolojik olanaklar çerçevesinde enerjiye çevrilebilen miktarına rüzgar enerjisi teknik potansiyeli ve bu potansiyelin

diğer kaynaklara göre ekonomik olarak kullanılabilen kısmına ise rüzgar enerjisi ekonomik potansiyeli denir.<sup>480</sup>

**Tablo 19: Türkiye’nin Rüzgar Potansiyeli**

| <b>Karasal alanda</b>  |                |                |                       |
|------------------------|----------------|----------------|-----------------------|
| <b>Karakteristik</b>   | <b>Brüt</b>    | <b>Teknik</b>  | <b>Kullanılabilir</b> |
| Güç (MW)               | <b>160 000</b> | <b>48 000</b>  | <b>20 000</b>         |
| Enerji(GWh/yıl)        | <b>400 000</b> | <b>120 000</b> | <b>50 000</b>         |
| <b>Denizsel alanda</b> |                |                |                       |
| <b>Karakteristik</b>   | <b>Brüt</b>    | <b>Teknik</b>  | <b>Kullanılabilir</b> |
| Güç (MW)               | -              | <b>60 000</b>  | <b>15 000</b>         |
| Enerji(GWh/yıl)        |                | <b>180 000</b> | <b>45 000</b>         |

**Kaynak:** Mustafa Özcan Ültanır, “Rüzgar, Su ve Türkiye”, <http://www.ressiad.org.tr/makaleler>, 20.05.2007.

Tablo 19’da Türkiye’nin karasal ve denizsel alandaki brüt, teknik ve ekonomik rüzgar enerjisi potansiyelleri gösterilmektedir.

Rüzgar enerjisi üzerinde yapılan kuramsal çalışmalara göre, Türkiye'nin karasal alanlarında 400 milyar kWh/yıl brüt potansiyel ve 120 milyar kWh/yıl teknik potansiyel olduğu hesaplanmıştır. Brüt potansiyel 160 000 MW, teknik potansiyel de 48 000 MW rüzgar gücüne karşılıktır. Ancak, Türkiye'nin ekonomik rüzgar potansiyelinin 50 milyar kWh/yıl olduğu kestirilmektedir. Bu potansiyelin değerlendirilmesi için gereken kurulu rüzgar gücü ise 20 000 MW'dır. Uydu ile uzaktan algılama verilerine dayalı biçimde yapılmış hesaplamalar, çoğunluğu batıda

<sup>480</sup> Mustafa Özcan Ültanır, “Rüzgar, Su ve Türkiye”, <http://www.ressiad.org.tr/makaleler>, 25.01.2007.

olmak üzere Türkiye kıyı alanlarında kullanılabilir 8 200 MW'lık bir potansiyelin varlığını göstermektedir. Türkiye'de ölçümlerle kanıtlanmış güvenilir 12,4 milyar kWh/yıl rüzgar potansiyeli vardır.<sup>481</sup> Ölçümlerle kanıtlanmış güvenilir bu rüzgar potansiyeli, yaklaşık 5000 MW kurulu güçle değerlendirilmeyi beklemektedir.<sup>482</sup>

Rüzgar enerjisi zenginliği sırasıyla Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz kıyı alanlarında bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu ve Doğu Anadolu'da rüzgarca zengin yörelerin var olduğu bilinmektedir.<sup>483</sup> ABD'nin uzay çalışmaları ile saptadığı meteorolojik veriler de, Türkiye'nin rüzgar enerjisi bakımından zengin olduğunu göstermektedir.<sup>484</sup> Ege, Marmara, Doğu Akdeniz gibi rüzgar gücü yüksek bölgelerimiz, dünya üzerinde rüzgar gücü en yüksek olan ilk %30'luk alana girmektedir.<sup>485</sup>

Türkiye'nin ortalama rüzgar hızı 2,5 m/sn, rüzgar gücü yoğunluğu ise 2,4 W/m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. 10 metre yükseklikteki yıllık ortalama rüzgar hızı ve güç yoğunluğu açısından en yüksek değer 3,29 m/sn ve 52,91 W/m<sup>2</sup> ile Marmara Bölgesinde saptanmıştır. En düşük değer ise 2,12 m/sn hız ve 13,19 W/m<sup>2</sup> güç yoğunluğu ile Doğu Anadolu Bölgesindedir.<sup>486</sup> Bu durum bölgelere göre ortalama rüzgar gücü yoğunluğunu gösteren Tablo 20'de de görülmektedir.

---

<sup>481</sup> TÜSİAD, **21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisi'nin Değerlendirilmesi**, a.g.k., s. 80.

<sup>482</sup> Ülker Güner Bacanlı, "Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerjinin Önemi", a.g.k., s. 95.

<sup>483</sup> TÜSİAD, **21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisi'nin Değerlendirilmesi**, a.g.k., s. 80.

<sup>484</sup> Cihangir Pehlivan, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarla Elektrik Santralleri", **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II**, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000, s. 778.

<sup>485</sup> İstemi Ünsal, a.g.k., s. 29.

<sup>486</sup> Halil Kumbur, Zafer Özer, Duygu Özsoy, Deniz Avcı, "Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması", a.g.k., s. 35.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından hazırlanan “Türkiye Rüzgar Atlası”na göre yerleşim alanları dışında 50 m yükseklikteki rüzgar hızları, Marmara, Batı Karadeniz, Doğu Akdeniz kıyılarında 6,0-7,0 m/sn, iç kesimlerde 5,5-6,5 m/sn civarında, Batı Akdeniz kıyılarında 5,0-6,0 m/sn, iç kesimlerde 4,5-5,5 m/sn, Kuzey-Batı Ege’de kıyılarda 7,0-8,5 m/sn, bölgenin iç kesimlerde 6,5-7,0 m/sn’dir.<sup>487</sup>

**Tablo 20: Bölgelere Göre Ortalama Rüzgar Gücü Yoğunluğu**

| Bölge Adı                 | Ortalama Rüzgar Gücü Yoğunluğu<br>(W/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|
| Marmara Bölgesi           | 51,91                                                 |
| Güneydoğu Anadolu Bölgesi | 29,33                                                 |
| Ege Bölgesi               | 23,47                                                 |
| Akdeniz Bölgesi           | 21,36                                                 |
| Karadeniz Bölgesi         | 21,31                                                 |
| İç Anadolu Bölgesi        | 20,14                                                 |
| Doğu Anadolu Bölgesi      | 13,19                                                 |

**Kaynak:** Nezihe Akgün, “Yenilenebilir Enerji, Rüzgar Enerjisi”, Dört Mevsim Meteoroloji Bülteni, [www.meteor.gov.tr](http://www.meteor.gov.tr), 20.05.2007, s. 38,

Türkiye’de Bozcaada’nın rüzgar potansiyeli nokta olarak Danimarka’nın iki katıdır. Yani, Danimarka’da %20 zamanlı çalışır bir rüzgar türbini, Bozcaada’da %40 zamanlı çalışıyor. Çeşme’de ise %30 zamanlı çalışıyor.<sup>488</sup> Bu nedenle eğer gerekli teşvik mekanizmaları (özendirme düzenekleri) sağlıklı ve güvenilir biçimde uygulanırsa, maliyetler ülkemizde daha düşük düzeylere inebilir.

<sup>487</sup> Elektrik İşleri Etüt İdaresi (Eİİ), Türkiye Rüzgar Atlası, <http://www.eie.gov.tr>, 16.02.2007.

<sup>488</sup> Avrupa Bilgi Köprüleri Programı, **Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası ve Türkiye’ye Yansımaları, 2, AB’de..., a.g.k.**, s. 38.

Ülkemizde rüzgar enerjisi ölçümleri iklim amaçlı olarak Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) tarafından yapıla gelmektedir. Ancak, bu ölçümler, ölçüm istasyonlarının yerleşim birimlerinin içinde kalması nedeni ile gerçek enerji değerini vermekten uzaktır. Rüzgardan enerji üretimi için var olan potansiyelin ve uygun yerlerin belirlenmesi kapsamında yapılan rüzgar ölçümleri ise EİEİ tarafından ağırlıklı olarak Ege ve Marmara olmak üzere çeşitli bölgelerdeki 7 ölçüm istasyonunda tamamlanmıştır. Bugün 14 ölçüm istasyonunda sürdürülmektedir.<sup>489</sup> Uzun dönem planlama çalışmalarının 2010 ve 2020 yılları için öngördüğü rüzgar enerjisi kapasitesi sırasıyla 2100 MW ve 5000 MW' dır.

Rüzgar enerji kaynağının değerlendirilmesine ve planlamalarına veri oluşturmak, rüzgar enerji dönüşüm sistemlerine uygun olan yerleri belirlemek, enerji amaçlı rüzgar potansiyelinin belirlenmesi amacıyla doğrudan rüzgar verilerinin toplanmasının yanısıra EİE, DMİ Genel Müdürlüğü ile birlikte işbirliği yaparak Türkiye Rüzgar Atlası'nı hazırlamıştır. Rüzgar atlası Türkiye'deki rüzgar enerji dağılımı ile ilgili genel olarak bir fikir vermekte olup, yer seviyesinden 50 metre yükseklikteki rüzgar potansiyelleri incelendiğinde Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz bölgelerinin yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Atlas verilerine dayanarak Türkiye'nin bugünkü teknik koşullarda rüzgar enerjisi teknik potansiyelinin 88 000 MW civarında olduğu tahmin edilmektedir.<sup>490</sup>

---

<sup>489</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k.**, s. 80.

<sup>490</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 5-21.

Ülkemizde de rüzgar enerjisinin kullanımı için atılan adımlar meyvesini 1998 yılında vermiş, ilk yap-işlet-devret rüzgar santrali olan ARES Kasım ayında Çeşme-Alaçatı’da işletmeye açılmıştır.<sup>491</sup> Ancak bundan önce rüzgar enerjisinden elektrik üretiminde kullanılan ilk sistem, 1985 yılında Danimarka’dan ithal edilip İzmir-Çeşme Altinyunus Turistik tesislerinde kurulan 55/11 kW gücündeki rüzgar türbinidir.<sup>492</sup> Bundan sonra, İzmir-Çeşme Germiyan Bölgesi’nde kurulan ve 3 türbinden oluşan 1,74 MW gücündeki santral işletmeye geçmiştir. Şubat 1998’den itibaren üretim yapan tesis, yılda yaklaşık 5 milyon kWh elektrik üretmektedir. Bu üretim 5 bin kişinin elektrik ihtiyacını karşılayacak kapasitededir. Santral 1998 yılından 2005 yılına kadar yaklaşık 35 milyon kWh elektrik üretmiştir. Bu elektrik bir kömür santralinde üretilseydi atmosfere 35 bin ton karbondioksit atılmış olacaktı.<sup>493</sup>

Daha sonra, o dönem Türkiye’nin en büyük rüzgar santrali 10,2 MW ile 2000 yılında Bozcaada’da kurulmuştur. Bozcaada Rüzgar Enerji Santrali 17 adet türbinden oluşmakta, yılda 35 milyon kWh elektrik üretmektedir. Kurulu gücü 10,2 MW olan santral 13 milyon ABD Doları’na mal olmuştur. Santral, adanın enerji ihtiyacının 30 kat fazlasını Çanakkale’ye iletmekte, böylece yaklaşık 30 bin kişinin elektrik ihtiyacını karşılamaktadır. Bu santral için Bozcaada’nın sakinliği düşünülerek dünyanın en sessiz çalışan türbin modeli seçilmiştir. Proje hazırlanırken estetik hususlar göz önüne alınarak kafes kuleler yerine konik silindir kuleler kullanılmıştır. Ayrıca, bu kuleler yurtdışından getirilmek yerine ülkemizde üretilmiştir. Yap-işlet-

---

<sup>491</sup> “Rüzgar Enerjisi Dosyası”, **Çevre ve Mühendis, a.g.k.**, s. 32.

<sup>492</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k.**, s. 5-19.

<sup>493</sup> Filiz Karaosmanoğlu, “Yenilenebilir Enerji”, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, Sayı 46, Kasım 2006, s. 51.

devret statüsünde kurulan ve ülkemizin yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendiren bu proje 20 yıl sonra Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bedelsiz devredilecektir.<sup>494</sup> Öte yandan, bu santral sayesinde 82 000 ağaçlık bir ormanın sağlayabileceği oksijen miktarı tasarruf edilmiş olmaktadır.<sup>495</sup> Bunların yanısıra 2003 yılında İzmir'de 1,5 MW gücünde ve İstanbul'da 1,2 MW gücünde iki adet santral daha yapılmıştır.<sup>496</sup> 2005 yılında rüzgardan üretilen elektrik enerjisi 56,6 GWh'tir. Bu değer, üretilen toplam elektrik enerjisinin %0,035'ine karşılık gelmektedir.<sup>497</sup>

**Tablo 21: Türkiye'nin Rüzgar Gücü ve Kurulu Santralleri**

| Santral Adı       | Yeri                 | Kurulu gücü (MW) | Tarih |
|-------------------|----------------------|------------------|-------|
| Delta Plastik     | İzmir-Çeşme-Germiyan | 1,74             | 1997  |
| Çeşme Alaçatı     | İzmir-Çeşme          | 7,2              | 1998  |
| Bozcaada          | Çanakkale-Bozcaada   | 10,2             | 2000  |
| Sunjüt            | İstanbul-Hadımköy    | 1,2              | 2003  |
| Toplam Kurulu Güç |                      | 20,34            |       |

**Kaynak:** Nezihe Akgün, "Yenilenebilir Enerji, Rüzgar Enerjisi", Dört Mevsim Meteoroloji Bülteni, [www.meteor.gov.tr](http://www.meteor.gov.tr), 20.05.2007, s. 37.

<sup>494</sup> a.g.k.a.s.

<sup>495</sup> Gezelim Görelim Programı, TRT 1, 2006.

<sup>496</sup> Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), <http://www.epdk.org.tr>, 2007.

<sup>497</sup> Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <http://www.tuik.gov.tr>, 2007.

Yukarıda bahsettiğimiz rüzgar santrallerinin dışında son olarak Türkiye'nin en büyük rüzgar enerjisi santrali olma ünvanını devralan Bandırma Rüzgar Enerjisi Santrali 2006 yılı sonunda işletmeye geçmiştir. 20 adet rüzgar türbininden oluşan, toplam 30 MW kurulu güce sahip, 42 milyon dolara mal olan santralde yıllık 120 milyon kWh elektrik üretimi yapılacaktır. Söz konusu santral, devletin fiyat garantisi olmadan, özel sektör olarak rekabet şartlarında 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'na göre kurulan ilk santral olma özelliğini de taşımaktadır. Bandırma RES'te üretilecek yıllık 120 milyon kWh enerji, yaklaşık 100 bin nüfuslu bir yerleşim yerinin tüm elektrik ihtiyacını karşılamaktadır. Proje üretimiyle yıllık ortalama 80 bin ton karbondioksit ve sera gazı emisyonunda azalma sağlanacaktır.<sup>498</sup>

2007 başı itibariyle Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından yaklaşık 1500 MW kurulu güçte projeye lisans verilmiştir. Ancak bu projelerin ne kadarının hayata geçirilebileceğini söylemek oldukça zordur.<sup>499</sup> Son olarak EPDK tarafından 11 Ocak 2007 tarihli Kurul Kararı ile toplam 100 MW (megavat) kurulu güçte rüzgar enerji santrali kurmayı planlayan ikisi İstanbul, diğerleri de Erdek, Hatay ve Bandırma'da olmak üzere 4 şirkete daha RES lisansı verilmiştir.<sup>500</sup>

---

<sup>498</sup> “Yenilenebilir Enerji”, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, Sayı 44, Eylül, 2006, s. 48.

<sup>499</sup> Atilla Akalın, “Yenilenebilir Enerji”, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, Sayı 46, Kasım 2006, s. 46.

<sup>500</sup> [www.epdk.org.tr](http://www.epdk.org.tr) , 22.01.2007.

**Tablo 22: 2007 ve 2008’de Üretime Geçmesi Planlanan RES’ler**

| <b>Yer</b>             | <b>Üretime Geçiş Tarihi</b> | <b>Kurulu Güç (MW)</b> |
|------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Çanakkale-Gelibolu     | 2007                        | 15,00                  |
| Manisa-Sayalar         | 2007                        | 30,40                  |
| Hatay-Samandağ         | 2007                        | 30,00                  |
| İstanbul-Gaziosmanpaşa | 2008                        | 24,00                  |
| İzmir-Aliğa            | 2008                        | 42,50                  |
| Aydın-Çine             | 2008                        | 19,50                  |
| İstanbul-Çatalca       | 2008                        | 60,00                  |
| Çanakkale              | 2008                        | 30,00                  |
| İzmir-Kemalpaşa        | 2008                        | 66,66                  |
| Hatay-Samandağ         | 2008                        | 35,00                  |
| Hatay-Samandağ         | 2008                        | 22,50                  |
| Balıkesir-Şamlı        | 2008                        | 90,00                  |
| Balıkesir-Bandırma     | 2008                        | 15,00                  |
| Toplam                 |                             | 480,56                 |

**Kaynak:** Elektrik Piyasası Lisans İşlemleri, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına İlişkin Diğer Bilgiler, www.epdk.org.tr, 14.04.2007.

2006 yılında devreye alınan 30 MW ile birlikte 2007 başında yaklaşık 50 MW’a ulaşan Türkiye’nin rüzgar enerjisi santralleri kurulu gücü, 2007 yılında Çanakkale-İntepe’deki 30,40 MW kurulu gücündeki ve Manisa-Akhisar’daki 10,80 MW kurulu gücündeki rüzgar santrallerinin işletmeye alınmasıyla, 14.04.2007 tarihi itibarıyla 131,35 MW’a ulaşmıştır. Tablo 22’de yer alan bilgilere göre, 2008 sonunda

işletmeye geçmesi beklenen rüzgar santrali kurulu gücü 480,56 MW'dır. Böylece 2009 yılı başında rüzgar santrali toplam kurulu gücünün 611,91 MW'a ulaşması beklenmektedir.

En son, ülkemizde her 200 metreden rüzgar kaynak bilgileri elde edilerek hazırlanan ve 30-50-70 ve 100 metre yüksekliğindeki alanlarda rüzgar esme sıklığı, alansal hesaplamalar, rüzgar gücü bilgilerini gösteren, rüzgar gücü açısından Türkiye'nin büyük avantaja sahip olduğunu rakamlarla ortaya koyan "Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası" (REPA) 2007 itibariyle tamamlanmıştır.<sup>501</sup> REPA, rüzgar santrali kurulabilecek alanların belirlenebilmesi için rüzgar kaynak bilgilerinin yanısıra topografya, akarsular ve göller, yerleşim bölgeleri, orman arazileri, kara ve demir yolları, özel çevre koruma alanları, kuş göç yolları, deniz ve hava limanları, enerji nakil hatları, trafo merkezleri de dikkate alınarak hazırlanmıştır. REPA ile denizlerimizde, kıyılarımızda ve yüksek rakımlı bölgelerimizde daha önce ölçemediğimiz yüksek yoğunluklu rüzgar potansiyelleri görünür hale gelmiştir.<sup>502</sup>

Türkiye, hem enerji üretim teknolojilerinin çeşitliliği hem de kaynak açısından dışa bağımlılığın azaltılması için elektrik enerjisi üretim portföyünde rüzgar santrallerinden 2013 yılında %4,1 oranında yararlanmayı planlamaktadır. Bu bağlamda, Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporunda rüzgar gücünün, 2007 yılında toplam kurulu gücün 1413 MW ile %3,2'sine, 2010 yılında 1788 MW ile %3,9'una, 2013 yılında 2163 MW ile %4,1'ine

---

<sup>501</sup> "Türkiye'nin Rüzgar Atlası Tamamlandı", Gözlem (Haftalık Yerel Gazete), İzmir, 13.01.2007, s. 2

<sup>502</sup> Repa Hakkında, <http://repa.eie.gov.tr/>, 19.05.2007.

sahip olacağı öngörülmektedir.<sup>503</sup> Ancak, Tablo 23’de 2008 sonunda üretime geçmesi beklenen rüzgar santrali kurulu gücünün 480, 56 MW olduğu ve önceki kurulu güçle birlikte düşünüldüğünde toplam rüzgar enerjisi kurulu gücünün 611,9 MW olabileceği görülmektedir. Buna göre, gereken önlemler alınmazsa, alınmış olan RES lisanlarına uygun biçimde santraller taahhüt edilen sürelerde bitirilmezse ve hızlı bir biçimde yatırımlar sürdürülmezse Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda öngörülen 1413 MW’lık rüzgar kurulu güç hedefine ulaşılması mümkün olamayacaktır.

Rüzgar enerjisinin geliştirilmesine gereken önem verilerek pazar yaratıldığında, Türk sanayisinin rüzgar gücü santrallerinin yapımına kolayca ayak uydurabileceği beklenmektedir. Türbinler, kuleler ve üreteçler vb. rüzgar enerjisi donanımları ülke içerisinde de üretilebilir. Örneğin, yeni kurulan rüzgar çiftliklerinin kuleleri yerel olarak imal edilmeye başlanmıştır. Şu anda yurt içi üretimin gelişmediği temel alan, elektronik donanım yapımıdır.<sup>504</sup>

Rüzgar, yenilenebilir enerji kaynakları içinde AB’de olduğu gibi ülkemizde de (YEK’te rüzgar için daha fazla teşvik verilmesinden de anlaşılacağı üzere) daha fazla öne çıkmaktadır. Rüzgar santralleri değerlendirilirken çevreyle dost olmasının yanısıra, değişken üretim yapmasından kaynaklanan teknik ve ekonomik ek maliyetlerin de ortaya çıkacağı hesaba katılmalıdır.<sup>505</sup> Rüzgar enerjisi sera gazı

---

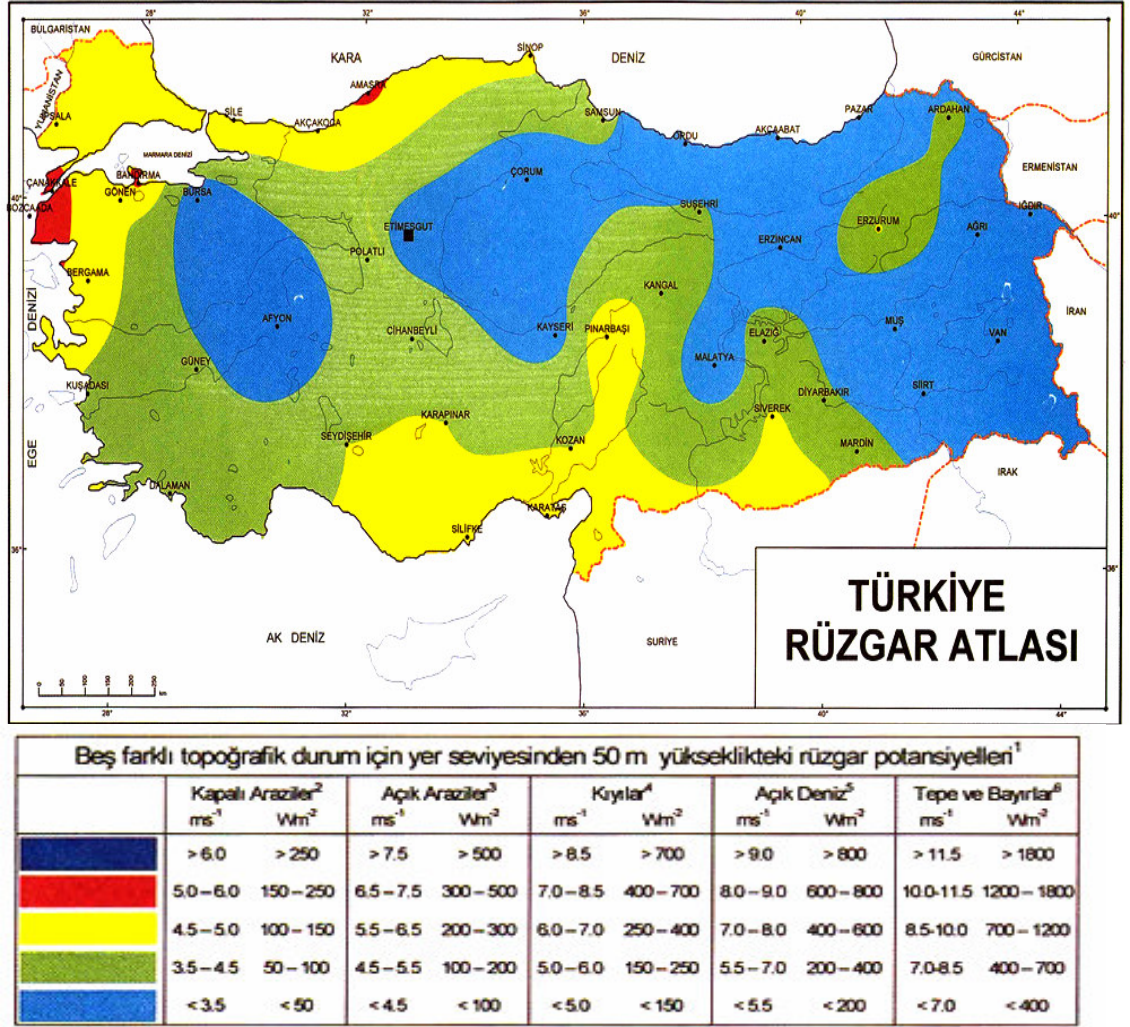
<sup>503</sup> DPT, **Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Çevre Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.k., s. 69.

<sup>504</sup> Örgen Uğurlu, a.g.k., s. 160.

<sup>505</sup> H. Ruhan Sezer, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Elektrik Sistemine Teknik ve Ekonomik Etkileri ve AB Uygulamaları”, a.g.k., s. 25.

emisyollarının azaltılmasında etkin olarak kullanılması gereken yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.

**Şekil 5: Türkiye Rüzgar Atlası**



**Kaynak:** Rüzgar Enerjisi Çalışmaları, [www.eic.gov.tr](http://www.eic.gov.tr), 21.05.2007.

Şekil 5'te Türkiye'nin Rüzgar Atlası yer almaktadır. Bu atlasta, yerlere göre rüzgar potansiyelleri renklendirme yöntemi ile gösterilmiştir. Buna göre, rüzgar enerji potansiyeli en yüksek olan yerler kırmızı ve sarı renkler kullanılarak belirtilmiştir.

**Resim 18:** Jeotermal Kaynak



### 4.3. JEOTERMAL ENERJİ

Bu enerji doğrudan yerin kendi ısısından elde edilir. Magmadan yükselen ısı ile jeotermal rezervuarlar olarak bilinen yeraltı su havuzları ısınır ve zaman zaman su kaynarak buhar oluşturabilir. Bunlar yeryüzüne çıkacak bir yer bulduğunda su ya da kaynar bir şekilde gayzerlerden (sıcak su kaynağı) dışarıya çıkarlar. Teknoloji yardımıyla kendiliğinden yeryüzüne çıkmasını beklemek yerine, jeotermal rezervuarların bulundukları yerlere sondaj yapılarak enerji açığa çıkarılabilmektedir. Bu yöntem jeotermal enerjinin direkt kullanımıdır. Jeotermal akışkanı oluşturan sular, meteorik kökenli olduklarından rezervuar sürekli olarak beslenmekte ve kaynak yenilenebilmektedir.<sup>506</sup> Aynı zamanda jeotermal enerji, elektrik üretiminde de kullanılmaktadır. Güneş enerjisinden elektrik üretimine benzer olarak jeotermal kaynaklardaki suyun oluşturduğu buhar ile çalışan türbinler sayesinde elektrik üretilir. Jeotermal akışkan sıcaklık derecesine göre çok farklı alanlarda

---

<sup>506</sup> Fevzi Kentli, “Jeotermal Enerjinin Ülkemiz Açısından Değerlendirilmesi”, **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II**, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000, s. 492.

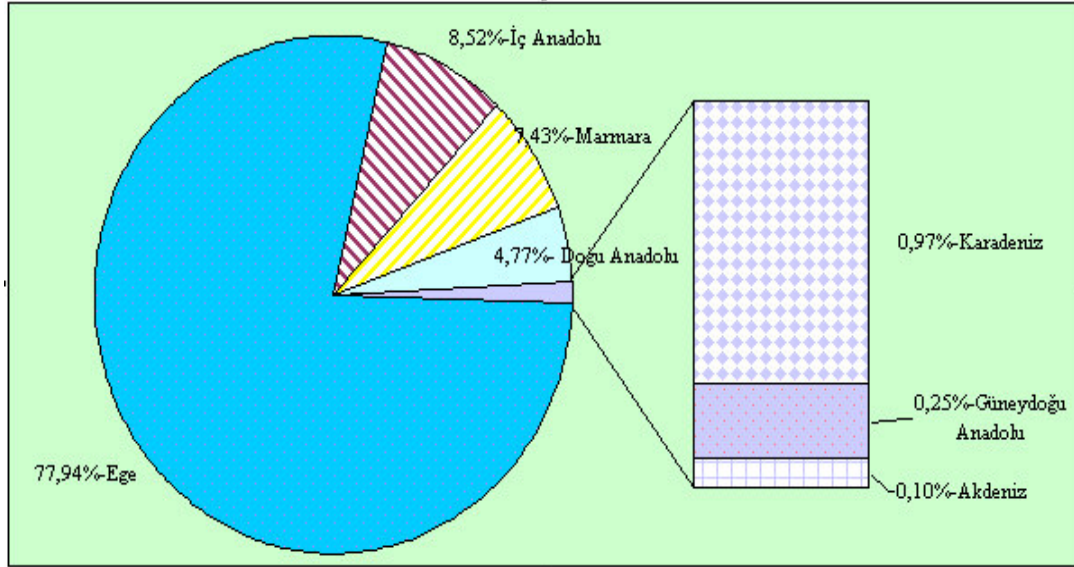
kullanılabilmekte olup, derecesine göre kullanım yerleri Tablo 23’de gösterilmektedir.

**Tablo 23: Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanma Yerleri**

| C°  |   |                                                                                  |
|-----|---|----------------------------------------------------------------------------------|
| 180 | - | Yüksek Konsantrasyonlu solüsyonun buharlaşması, Amonyum absorpsiyonu ile soğutma |
| 170 | - | Hidrojen sülfid yolu ile ağırsu eldesi (üretimi), diatomitlerin kurutulması      |
| 160 | - | Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması                          |
| 150 | - | Bayer’s yolu ile alüminyum eldesi                                                |
| 140 | - | Çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması (Konservacilikte)                          |
| 130 | - | Şeker endüstrisi, tuz eldesi                                                     |
| 120 | - | Temiz su eldesi, tuzluluk oranının artırılması                                   |
| 110 | - | Çimento kurutulması                                                              |
| 100 | - | Organik madde kurutma (Yosun, et, sebze vb.), yün yıkama                         |
| 90  | - | Balık kurutma                                                                    |
| 80  | - | Ev ve sera ısıtma                                                                |
| 70  | - | Soğutma                                                                          |
| 60  | - | Kümes ve ahır ısıtma                                                             |
| 50  | - | Mantar yetiştirme, Balneolojik banyolar (Kaplıca Tedavisi)                       |
| 40  | - | Toprak ısıtma, kent ısıtması (Alt sınır) sağlık tesisleri                        |
| 30  | - | Yüzme havuzları, fermentasyon, damıtma, sağlık tesisleri                         |
| 20  | - | Balık çiftlikleri                                                                |

**Kaynak:**[http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/14jeotermal\\_enerjinin\\_kullanim\\_alanlari.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/14jeotermal_enerjinin_kullanim_alanlari.html), 29.01.2007.

**Tablo 24: Türkiye’de Jeotermal Potansiyel Oluşturan Alanların Yüzde Oranları**



**Kaynak:**[http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/13turkiyede\\_jeotermal\\_enerji.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/13turkiyede_jeotermal_enerji.html), 29.01.2007.

Jeotermal enerji daha ziyade deprem kuşağı civarında, faal ve sönmüş volkanların yakınlarında bulunur.<sup>507</sup> Jeotermal kaynakların belirlenmesi 1962 yılında Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü’nün yürüttüğü, sıcak su kaynaklarının envanter çalışmaları ile başlamıştır. Türkiye, Akdeniz volkan kuşağında yer alan coğrafi konumu nedeniyle zengin bir jeotermal enerji potansiyeline sahiptir. Jeotermal potansiyelinin önemli bir kısmı, Batı, Kuzey-Batı ve Orta Anadolu’da bulunmaktadır (Tablo 24). Örneğin, Afyon-Ömerli, Afyon-Gecek, Balıkesir-Gönen, Ankara-Kızılcahamam, Ankara-Haymana, Kırşehir-Kozaklı, Sivas-Sıcakçermik, Van-Erciş, Van-Zilan.<sup>508</sup> Yaklaşık %78’i Batı Anadolu’da yer alan jeotermal kaynak potansiyelinin ancak %10’u (3600 MW) kullanılabilir hale getirilebilmiştir. Ancak,

<sup>507</sup> Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, **Türkiye’nin Çevre Sorunları**, a.g.k., s. 210.

<sup>508</sup> Dünya Enerji Komisyonu Türk Milli Komitesi, **Enerji Raporu 1996**, a.g.k., s. 35.

jeotermal enerji kapasitesinin %33'ünden doğrudan ya da dolaylı olarak yararlanılmaktadır.<sup>509</sup>

Denizli-Kızıldere yöresinde 1984 yılında faaliyete geçen Denizli-Sarayköy santrali ülkemizin ilk jeotermal santralidir.<sup>510</sup> Türkiye'de ilk jeotermal ısıtma uygulaması ise 1964 yılında Gönen Park Otel'i'nin ısıtılması ile olmuştur.<sup>511</sup>

Bilinen jeotermal kaynakların çoğunluğu düşük akışkan sıcaklıklı (entalpili) kaynaklar, çok azı ise yüksek akışkan sıcaklıklı (entalpili) (Denizli-Kızıldere, Aydın-Germencik gibi) kaynaklardır. Jeotermal teknolojide düşük akışkan sıcaklıklı (entalpili) (20-70 C° sıcaklık) kaynaklardan endüstriyel işletme, konut ısıtmacılığı gibi alanlarda ısı olarak, yüksek entalpili (150 C°'den yüksek sıcaklık) kaynaklardan ise elektrik üretiminde ve entegre ısıtmada yararlanılmaktadır.<sup>512</sup> Günümüz teknolojisinde kuyu sıcaklığı 90 C°'nin üzerindeki alanlarda bile elektrik üretimi olanaklı olmakla birlikte, sıcaklığın düşmesi ile ekonomikliği sınırlanmaktadır.

Türkiye'de bilinen 1000 dolayında sıcak ve mineralli su kaynağı ile jeotermal kuyu bulunmaktadır. 1962'den beri MTA Genel Müdürlüğünce yapılan araştırmalar sonucu<sup>513</sup> sıcaklığı 40 C°'nin üzerinde olan 170 adet jeotermal alan bulunmuştur.<sup>514</sup>

---

<sup>509</sup> Hayrullah Dağıstan, "Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız", **a.g.k.**, s. 75.

<sup>510</sup> M. Selçuk Sancar, **a.g.k.**, s. 100.

<sup>511</sup> Ali Koçak, "Türkiye'de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli", **Türkiye 8. Enerji Kongresi, 21. Yüzyılda Sürdürülebilir Kalkınma İçin Enerji ve Teknoloji, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gelişimi, Sürdürülebilir Gelecek İçin Enerji Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Ankara, 2000, s. 112.

<sup>512</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/14jeotermal\\_enerjinin\\_kullanim\\_alanlari.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/14jeotermal_enerjinin_kullanim_alanlari.html), 16.01.2007.

<sup>513</sup> TÜSİAD, **21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisi'nin Değerlendirilmesi**, **a.g.k.**, s. 75.

Türkiye’de %95’i düşük ve orta entalpiye sahip bu jeotermal alanların 130 C° üzerindeki 12’si elektrik üretimine yöneliktir. (Bazı kaynaklarda 13 adet)<sup>515</sup> Elektrik üretimine uygun jeotermal alanlar ve sıcaklık derecelerine; Denizli- Kızıldere 242 C°, Aydın-Germencik 232 C°, Manisa-Salihli-Göbekli 182 C°, Çanakkale-Tuzla 174 C°, Aydın-Salavatlı 171 C°, Kütahya-Simav 162 C°, İzmir-Seferihisar 153 C°, Manisa-Salihli-Caferbey 150 C°, Aydın-Yılmazköy 142 C°, İzmir-Balçova 136 C°, İzmir-Dikili 130 C° örnek olarak verilebilir. Elektrik üretimine uygun alanlarda açılan kuyularda ilk üretim verilerine göre jeotermal elektrik enerjisi potansiyeli 98,18 MWe’dir. Doğal olarak gerçek potansiyel ise rezerv çalışması tamamlandıktan sonra ortaya çıkacaktır.<sup>516</sup> Mevcut şartlara göre ülkemizde, jeotermal enerjiden elektrik elde edilmesi için 2010 yılı hedefi 500 MW ve 2020 yılı hedefi 1000 MW olarak öngörülmektedir.<sup>517</sup>

Türkiye’de bulunan 170 adet jeotermal alana karşılık açılan kuyu sayısı dünya standartlarına göre çok düşüktür. Türkiye’nin jeotermal enerji potansiyelinin ortaya konulması için daha çok kuyu açılması gerekmektedir.<sup>518</sup> Keşfedilen jeotermal alanlarda 415 adet toplam 171 500 m derinlikte sondaj yapılmıştır.<sup>519</sup> Türkiye’nin 1/10 oranında potansiyeli bulunan Romanya’da bile açılan kuyu sayısı (sondaj) yaklaşık 1000 adettir. Jeotermal değerlendirme yatırımları için reenjeksiyon kuyuları

---

<sup>514</sup> Fatih Kaymakçioğlu, Tamer Çirkin, “Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi ve Elektrik Üretimi”, **a.g.k.**, s. 201.

<sup>515</sup> Bülent Toka, “Ülkemizin Jeotermal Enerji Potansiyeli Nedir?”, **Madencilik Bülteni**, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Sayı 77, Nisan-Mayıs-Haziran 2006, s. 46.

<sup>516</sup> Fatih Kaymakçioğlu, Tamer Çirkin, “Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi ve Elektrik Üretimi”, **a.g.k.**, s. 201.

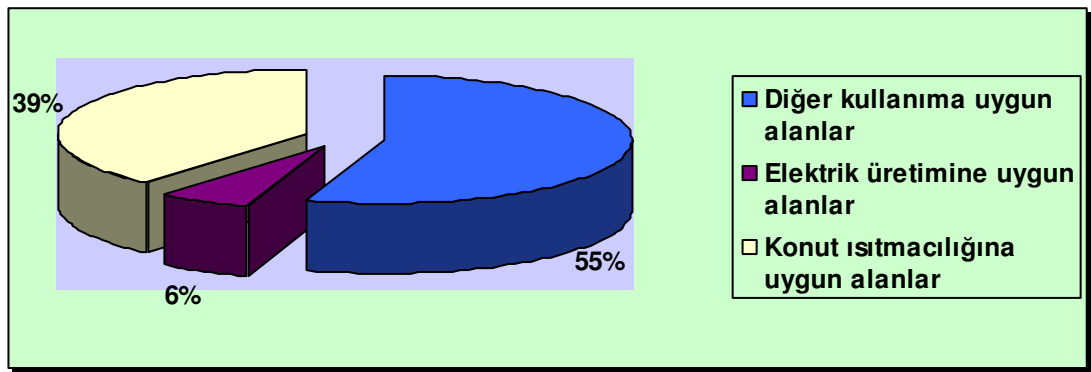
<sup>517</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, **a.g.k.**, s. 82.

<sup>518</sup> DPT **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, **a.g.k.**, s. 82.

<sup>519</sup> Hayrullah Dağıstan, “Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız”, **a.g.k.**, s. 75.

da üretim kuyuları kadar önemlidir. Reenjeksiyon, rezervuar parametrelerini (basınç, sıcaklık vs.) koruyarak rezervuarı etkin tutmak, beslemek ve çevrede herhangi bir (nehir, dere, deniz ve atmosfere) kirletici atık su sorunu yaratmamak için uygulanmaktadır. Bu nedenle, jeotermal araştırma ve geliştirme etkinliklerine reenjeksiyon çalışmaları da dahil edilmelidir.<sup>520</sup>

**Tablo 25: Türkiye’deki Jeotermal Potansiyelin Kullanım Dağılımı**



**Kaynak:** Abdülkerim Yörükoğlu, “Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Çevre”, *Eneji&Kojenerasyon Dünyası*, sayı 42, Mayıs-Haziran 2006, s. 75.

Bugüne kadar bulunan (sayıları 1000 civarında olan sıcak ve mineralli su kaynağı ve jeotermal akışkan çıkan kuyu) jeotermal alanlarımızın, Tablo 25’de de görüldüğü gibi, %39’u konut ısıtması, %6’sı elektrik üretimi ve %55’i diğer kullanımlar için uygundur.<sup>521</sup>

Türkiye Jeotermal potansiyeli açısından dünyanın en zengin 7. ülkesidir. Sıcaklığı yer yer 100 C°'ye ulaşan 600'den fazla sıcak su kaynağının varlığı,

<sup>520</sup> Ali Koçak, “Türkiye’de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli”, *a.g.k.*, s. 302-303.

<sup>521</sup> Hayrullah Dağıstan, “Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız”, *a.g.k.*, s. 75.

Türkiye'nin önemli jeotermal potansiyele sahip olduğunun kanıtıdır.<sup>522</sup> Türkiye dünyada, jeotermal enerjiyi elektrik üretiminde kullanan ülkeler sıralamasında 16. sırada, jeotermal kaynaklar açısından toplam enerji üretiminde ise 12. sırada yer almaktadır.<sup>523</sup> Ayrıca Türkiye, Avrupa ülkeleri arasında jeotermal enerji kaynağı İtalya'dan sonra en fazla olan ülkedir.<sup>524</sup> Kimi kaynaklara göre ise ülkemiz Avrupa'da 1. konumdadır.<sup>525</sup> Ucuz maliyetli ve çevre dostu olması nedeniyle bu kaynakların bulunduğu yörelerde enerji kaynağı ihtiyacı için öncelikli olarak değerlendirilmesi, ülkeye önemli sosyal, ekonomik ve çevresel katkı sağlayacaktır.

**Tablo 26: Dünya’da Jeotermal Enerjiyi Doğrudan (Elektrik Dışı) Kullanan İlk 5 Ülke**

| Ülke           | Kapasite MWt  |
|----------------|---------------|
| ABD            | 7817,4        |
| İsveç          | 3840,0        |
| Çin            | 3687,0        |
| İzlanda        | 1791,0        |
| <b>Türkiye</b> | <b>1229,0</b> |
| Diğer Ülkeler  | 9460,4        |
| Genel Toplam   | 27824,8       |

**Kaynak:** Orhan Mertoğlu, Nilgün Bakır, “Türkiye’de Jeotermal Uygulamalarında Son Durum ve 2013 Yılı Hedefleri”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s. 154

Şimdiye kadar Jeotermal kaynakların bölge ısıtması, termal tesisler, ve seraların ısıtılması gibi doğrudan kullanım alanlarında gelişme sağlanmıştır.

Türkiye’nin teorik jeotermal enerji potansiyeli (ısı potansiyel) 31 500 MW olarak

<sup>522</sup> TÜSİAD, **21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisi’nin Değerlendirilmesi**, a.g.k., s. 75.

<sup>523</sup> Fevzi Kentli, “Jeotermal Enerjinin Ülkemiz Açısından Değerlendirilmesi”, a.g.k., s. 499.

<sup>524</sup> Ali Koçak, “Türkiye’de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli”, a.g.k., s. 111.

<sup>525</sup> Hayrullah Dağıstan, “Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız”, a.g.k., s. 75.

hesaplanmıştır. Türkiye'nin bugün jeotermal enerjiyi doğrudan (elektrik üretimi hariç) kullanım kapasitesi ise 1229 MW'dır. Tablo 26'da da görüldüğü gibi, doğrudan kullanım açısından da dünyada 5. durumdadır. Günümüzde, MTA Genel Müdürlüğü'nün ortaya çıkarmış olduğu bu jeotermal potansiyelden konut-sera ısıtılması, termal turizm gibi alanlarda yararlanılmaktadır. Türkiye'nin toplam 1229 MW'lık doğrudan kullanımının 696 MW'lık kısmı (102 000 konut eşdeğeri) 12 farklı ilde konut ısıtmacılığında, 131 MW'lık kısmı 635 000 m<sup>2</sup> sera ısıtmasında ve 402 MW'lık kısmından 215 adet termal tesiste yararlanılmaktadır.<sup>526</sup> Jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarında dünyada 5. olan Türkiye bu sıralamayı 2006'da da korumuştur. Buna karşın, halen Mart 2006 itibariyle jeotermal kaynak potansiyelimizin %4'ü değerlendirilmektedir.<sup>527</sup>

Batı Anadolu'da yer alan ve Türkiye'nin elektrik üretimine uygun 13 adet alanı ve bunların potansiyelleri Tablo 27'de gösterilmektedir.<sup>528</sup> Türkiye'nin brüt olarak alınabilecek teorik jeotermal elektrik potansiyeli 4 500 MW olarak varsayılmışsa da, yapılan sondajlara dayalı olarak ortaya konulan kesinleşmiş jeotermal elektrik potansiyeli 200 MW düzeyinde bulunmaktadır. Tüm alanlarda geliştirme çalışmaları yapıldığında bu kapasite 550 MWe'ye çıkabilecektir.<sup>529</sup> Türkiye var olan jeotermal potansiyelini kullanabilirse, toplam elektrik enerjisi ihtiyacının %5'ine kadar, ısı enerjisi ihtiyacının ise %30'una kadarını

---

<sup>526</sup> Hayrullah Dağıstan, "Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız", **a.g.k.**, s. 73.

<sup>527</sup> Orhan Mertoğlu, Nilgün Bakır, "Türkiye'de Jeotermal Uygulamalarında Son Durum ve 2013 Yılı Hedefleri", **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya'da ve Türkiye'de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s. 153.

<sup>528</sup> Hayrullah Dağıstan, "Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız", **a.g.k.**, s. 77.

<sup>529</sup> **a.g.k.**, s. 73.

karşılayabilecektir. Toplam olarak bir ortalama alınırsa jeotermal kaynaklar ile ülkemiz toplam enerji ihtiyacının (elektrik+ısı enerjisi) %14'ü karşılanabilecektir.<sup>530</sup>

**Tablo 27: Türkiye’de Elektrik Üretimine Uygun Alanlar ve Potansiyelleri**

| Alan Adı                    | Sıcaklık | 2010<br>Tahminleri | 2013<br>Tahminleri |
|-----------------------------|----------|--------------------|--------------------|
|                             | C°       | MWe                | MWe                |
| Denizli-Kızıldere           | 200-242  | 75                 | 80                 |
| Aydın-Germencik             | 200-232  | 100                | 130                |
| Manisa-Alaşehir-Kavaklıdere | 213      | 10                 | 15                 |
| Manisa-Salihli-Göbekli      | 182      | 10                 | 15                 |
| Çanakkale-Tuzla             | 174      | 75                 | 80                 |
| Aydın-Salavatlı             | 171      | 60                 | 65                 |
| Kütahya-Simav               | 162      | 30                 | 35                 |
| İzmir-Seferihisar           | 153      | 30                 | 35                 |
| Manisa-Salihli-Caferbey     | 150      | 10                 | 20                 |
| Aydın-Sultanhisar           | 145      | 10                 | 20                 |
| Aydın-Yılmazköy             | 142      | 10                 | 20                 |
| İzmir-Balçova               | 136      | 5                  | 5                  |
| İzmir-Dikili                | 130      | 30                 | 30                 |
| <b>TOPLAM</b>               |          | <b>455</b>         | <b>550</b>         |

**Kaynak:** Hayrullah Dağıstan, “Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1**, 27-30 Kasım 2006, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s. 77.

<sup>530</sup> Orhan Mertoğlu, Nilgün Bakır, “Türkiye’de Jeotermal Uygulamalarında Son Durum ve 2013 Yılı Hedefleri”, **a.g.k.**, s. 158.

Türkiye’de az sayıda da olsa yüksek entalpili jeotermal alanlar keşfedilmiştir. Ancak, jeotermal enerjiye dayalı elektrik üretimi düşük düzeyde kalmıştır. (Örneğin, 242 C° rezervuar sıcaklığı olan Denizli-Kızıldere santrali)<sup>531</sup> Bugün için dünyada toplam jeotermal elektrik kurulu gücü 8274 MWe’dir, <sup>532</sup> Türkiye’de ise, Mart 2006 itibariyle jeotermal kaynaklı elektrik üretimine yönelik 20 MWe’lik Denizli-Kızıldere jeotermal elektrik santralinden (2003 yılı üretimi 89 GWh, 2004 yılı üretimi ise 93 GWh olarak gerçekleşmiştir) sonra Aydın-Salavatlı’da 7,9 MWe’lik santral de işletmeye alınmıştır.<sup>533</sup> Ayrıca, Aydın-Germencik’te 25 MWe’lik jeotermal elektrik santrali kurma çalışmaları sürdürülmektedir.<sup>534</sup> Son yıllarda yapılan sondaj çalışmaları ve gelişen teknoloji ile birlikte elektrik üretimine uygun alanların sayısı artmaktadır.

Öte yandan, jeotermal enerji arama-araştırma ve üretim konusunda yasa çalışmaları sürmektedir. Yeni yasal düzenlemeler ile ülkemizde jeotermal enerji yatırımları büyük bir ivme kazanacak, böylece yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında ülkemizde önemli bir yere gelinecektir.<sup>535</sup> Elektrik üretimine uygun başka alanların da devreye girmesi ile Türkiye’deki toplam elektrik gücü bugünkü koşullara göre yaklaşık 350 MWe’ye ulaşabilecek durumdadır.<sup>536</sup>

Türkiye’de jeotermal enerjinin önemli bir doğrudan kullanım alanı da merkezi ısıtma sistemleridir. Türkiye’nin teorik ısı jeotermal potansiyeli 31 500 MW

---

<sup>531</sup> Ali Koçak, “Türkiye’de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli”, **a.g.k.**, s. 298.

<sup>532</sup> M. Selçuk Sancar, **a.g.k.**, s. 100.

<sup>533</sup> Orhan Mertoğlu, Nilgün Bakır, “Türkiye’de Jeotermal Uygulamalarında Son Durum ve 2013 Yılı Hedefleri”, **a.g.k.**, s. 153.

<sup>534</sup> Hayrullah Dağıstan, “Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız”, **a.g.k.**, s. 74.

<sup>535</sup> **a.g.k.a.s.**

<sup>536</sup> Ali Koçak, “Türkiye’de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli”, **a.g.k.**, s. 296.

ile 5,5 milyon konutu ısıtabilecek enerjiye ya da 30 milyar m<sup>3</sup> doğal gaza eşdeğerdir. Yerleşim konumları göz önünde tutulduğunda, teknik ve ekonomik olarak 1 milyon konut jeotermal enerji ile merkezi olarak ısıtılabilir.<sup>537</sup> Bu da yaklaşık 6615 MWt'e karşılık gelmektedir.<sup>538</sup> Bu hesaplamada ayrıca pazar büyüklüğü ve taşıma uzaklığı da göz önünde bulundurulmuştur. Türkiye'de 1 milyon konutun jeotermal ile ısıtılması halinde 3 milyon ton/yıl fuel-oil tasarrufu yapılabilecektir (parasal karşılığı 1 milyar 150 milyon ABD Dolar/yıl).<sup>539</sup>

Ancak bugünün teknik ve ekonomik kullanılabilirlik ve enerji tüketen mevcut talep ve pazar büyüklüğü yönünden ısıtılacak konut kapasitesi yaklaşık 500 000 konuttur.<sup>540</sup> Türkiye'nin kanıtlanmış termal kapasitesi (kuyu+kaynak) yaklaşık 2600 MWt civarındadır. Bu rakamlar Türkiye'deki konutların en az %30'unun jeotermal kaynaklarla ısıtılabilirliğini göstermektedir. Bu da 30 milyar m<sup>3</sup> doğal gaza eşdeğerdir.<sup>541</sup> Isıtmada jeotermalin doğal gaza tercih edilmesi ile daha verimli, temiz, dışa bağımlı olmayan, yerli olması nedeniyle ekonomiye olumlu katkısı olacak bir enerji kaynağı kullanılmış olacaktır.

Türkiye'de 11 kentte jeotermal merkezi ısıtma sistemi bulunmaktadır. 1987 yılından bu yana teknik ve ekonomik anlamda büyük gelişmeler elde edilmiştir.<sup>542</sup>

---

<sup>537</sup> İstemi Ünsal, **a.g.k.**, s. 31.

<sup>538</sup> Orhan Mertoğlu, Nilgün Bakır, Tefik Kaya, "Türkiye'de Jeotermal Elektrik Dışı Uygulamalar İle İlgili Son Üç Yılda Gelişmeler Sorunlar ve Çözüm Önerileri", **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003, s.150.

<sup>539</sup> **a.g.k.a.s.**

<sup>540</sup> A. Yavuz EGE, "Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'nin Uyumu", **a.g.k.**, s. 34.

<sup>541</sup> Ülker Güner Bacanlı, "Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerjinin Önemi", **a.g.k.**, s. 95.

<sup>542</sup> Orhan Mertoğlu, Nilgün Bakır, Tefik Kaya, "Türkiye'de Jeotermal Elektrik Dışı Uygulamalar İle İlgili Son Üç Yılda Gelişmeler Sorunlar ve Çözüm Önerileri", **a.g.k.**, s. 150.

Jeotermal merkezi ısıtma sistemleri yurttaşlar tarafından benimsenmiş, yatırımın yaklaşık %50'si yurttaşlarca karşılanır duruma gelmiştir. Türkiye'nin konutlarının %30'unun jeotermal ile ısıtılması hedeflenmektedir. 2010 yılı hedefi olan 500 bin konutun jeotermal ile ısıtılması sayesinde yılda 1 milyar m<sup>3</sup> daha az doğal gaz tüketilmiş olacaktır.<sup>543</sup>

Türkiye'de jeotermal merkezi ısıtma sistemlerinin yaygınlaşmasının en önemli nedenleri:

- Jeotermal merkezi ısıtma sistemlerinin Türkiye şartlarına uygun olarak kurulması,
- Halkın %50 oranında jeotermal merkezi ısıtma sistemi yatırımına maddi katkısının olması,
- Jeotermal ısıtmanın doğal gaz ile ısıtmaya göre %50-70 daha ucuz olmasıdır.<sup>544</sup>

Ülkemizde örneğin Gönen'de 1500, Afyon'da 6000, Kızılcahamam'da 2250 ve İzmir Balçova'da 7500 konut jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır.<sup>545</sup> Böylece,

---

<sup>543</sup> Orhan Mertoğlu, İsmail Dokuz, Nilgün Bakır, "Türkiye'deki Mevcut Jeotermal Uygulamalar ve Projeksiyonların Önemi ve Dünyadaki Yeri", **Türkiye 8. Enerji Kongresi, 21. Yüzyılda Sürdürülebilir Kalkınma İçin Enerji ve Teknoloji, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gelişimi, Sürdürülebilir Gelecek İçin Enerji Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Ankara, 2000, s. 102.

<sup>544</sup> Orhan Mertoğlu, Nilgün Bakır, Tevfik Kaya, "Türkiye'de Jeotermal Elektrik Dışı Uygulamalar İle İlgili Son Üç Yıldaki Gelişmeler Sorunlar ve Çözüm Önerileri", **a.g.k.**, s. 150.

<sup>545</sup> Mustafa Özyurt, Güncel Dönmez, "Alternatif Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi", **a.g.k.**, s. 40.

merkezi ısıtma ve entegre uygulamaların yapıldığı bu bölgelerde temiz enerji sağlanmış bulunmaktadır. Jeotermal enerji ile ısıtılan yerlerin sayısı her geçen gün artmaktadır.

Bu bağlamda Tablo 28, Türkiye’deki önemli merkezi ısıtma sistemlerinin yerlerini ve bu alanları ısıtmak için kullanılan tahmini güçleri göstermektedir.

**Tablo 28: Türkiye’nin Merkezi Isıtma Sistemleri**

| Yer                 | Tarih | Güç (MWt) |
|---------------------|-------|-----------|
| Gönen-Balıkesir     | 1987  | 13,8      |
| Simav-Kütahya       | 1991  | 26,2      |
| Kırşehir            | 1994  | 5,6       |
| Kızılcahamam-Ankara | 1995  | 17,6      |
| Balçova-İzmir       | 1996  | 71,3      |
| Afyon               | 1996  | 33,9      |
| Kozaklı-Nevşehir    | 1996  | 16,7      |
| Sandıklı-Afyon      | 1998  | 29,3      |
| Diyadin-Ağrı        | 1998  | 10,9      |
| Salihli-Manisa      | 2002  | 17,0      |
| Sarayköy-Denizli    | 2002  | 10,8      |
| Edremit-Balıkesir   | 2004  | 6         |
| Toplam              |       | 259,1     |

**Kaynak:** Umran Serpen, “Türkiye’de Jeotermal Enerji Sektörü, Sorunları ve Çözümler”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1**, 27-30 Kasım 2006, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s. 105.

Bazı Jeotermal kaynaklarımızın yerleşim birimlerine uzaklığı ve küçük yerleşim birimleri civarında olmaları nedeniyle 5 milyon konut eşdeğeri ısı potansiyelinin yaklaşık 1 milyon konutu bugünün koşullarına göre ısıtma amaçlı olarak değerlendirilebilecektir. Ancak jeotermal alanlara yakın bölgelerde sera ısıtması, endüstriyel kullanım, kaplıca amaçlı kullanım, kimyasal madde üretimi, balık çiftlikleri vb. kullanımları uygulamak mümkündür.

Türkiye’de jeotermal enerjinin bir diğer önemli doğrudan kullanım alanı da seracılıktır. Şanlıurfa’daki jeotermal seradan Avrupa’ya ihracat yapılmaktadır.<sup>546</sup> Tablo 29, önemli sera ısıtmacılığı yerlerini ve bu alanları ısıtmak için kullanılan tahmini güçleri göstermektedir. Özellikle 240 dekarlık alanı ile Dikili’deki jeotermal sera alanının devreye girmesi toplam jeotermal ile ısıtılan sera alanlarının artışına önemli katkı sağlamıştır.

**Tablo 29: Türkiye’de Jeotermal Enerji İle Isıtılan Sera Alanları**

| Yer               | Sera Alanı (dekar-<br>1000m <sup>2</sup> ) | Tahmini Güç (MWt) |
|-------------------|--------------------------------------------|-------------------|
| Dikili            | 240                                        | 42                |
| Urganlı           | 20                                         | 3,5               |
| Simav             | 180                                        | 31,5              |
| Gümüşlük-Kuşadası | 80                                         | 14                |
| Edremit           | 50                                         | 9                 |
| Tuzla             | 50                                         | 9                 |
| Gediz             | 9                                          | 1,5               |
| Afyon             | 20                                         | 3,5               |

<sup>546</sup> Orhan Mertoğlu, Nilgün Bakır, Tevfik Kaya, “Türkiye’de Jeotermal Elektrik Dışı Uygulamalar İle İlgili Son Üç Yıldaki Gelişmeler Sorunlar ve Çözüm Önerileri”, **a.g.k.**, s. 151-152.

|          |     |      |
|----------|-----|------|
| Alaşehir | 20  | 3,5  |
| Urfa     | 60  | 10,5 |
| Balçova  | 80  | 14   |
| Toplam   | 809 | 142  |

**Kaynak:** Umran Serpen, “Türkiye’de Jeotermal Enerji Sektörü, Sorunları ve Çözümler”, **a.g.k.**, s. 105.

Ülkemizde bu kaynağın tarihsel dönemlerden beri yaygın olan diğer bir kullanım biçimi de sağlık amaçlı banyolardır. Hemen hemen tüm kaynaklar, ilkel yöntemlerle kullanılanların yanısıra en gelişmiş fiziksel tedavi yöntemlerini uygulayan kaplıcalar (Balçova) olmak üzere etkin bir biçimde kullanılmaktadır.<sup>547</sup>

Jeotermal enerji kullanımının çevre kirliliğinin azaltılmasına yaptığı katkı büyüktür. Örneğin; Türkiye’de jeotermal enerji ile 102 000 konut eşdeğeri ısıtmanın sonucunda yılda ortalama 1 milyon ton karbondioksit emisyonu havaya atılmamış olmaktadır. Bu değer aynı zamanda trafikteki 596 000 aracın yarattığı yıllık egzoz kirliliğine eşdeğerdir.<sup>548</sup> 2013 yılı toplam jeotermal kullanım projeksiyonu (550 MWe+8000 MWt) karşılığında salınımına engel olunacak CO<sub>2</sub> miktarı ise 10 milyon ton/yıl’dır. Ocak ayı motorlu taşıt egzoz gazı eşdeğeri ise 6,25 milyon ton’dur.<sup>549</sup> Görülüyor ki Türkiye’deki jeotermal uygulamaların CO<sub>2</sub> gazı azaltımına büyük katkısı olmaktadır. Bu konu Kyoto Protokolü’nün öngördüğü yükümlülüklerin karşılanması ve esneklik mekanizmalarından Türkiye’nin yararlanabilmesi açılarından önem taşımaktadır.

<sup>547</sup> Ali Koçak, “Türkiye’de Uygulamada Olan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Biri: Jeotermal Enerji”, **a.g.k.**, s. 165.

<sup>548</sup> Hayrullah Dağıstan, “Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız”, **a.g.k.**, s.78.

<sup>549</sup> Orhan Mertoğlu, Nilgün Bakır, “Türkiye’de Jeotermal Uygulamalarında Son Durum ve 2013 Yılı Hedefleri”, **a.g.k.**, s. 161.

Jeotermal kaynakların sadece ısıtmada değil, elektrik üretiminde kullanılması da daha az maliyetlidir. Jeotermal kaynaklardan elde edilen enerjinin maliyeti, ilk yatırım giderlerinden sonraki aşamada işletme giderlerinin çok düşük olması nedeniyle, diğer kaynaklardan üretilen enerjinin maliyetine göre %50-80 arasında daha ucuz olmaktadır.<sup>550</sup> Örneğin, jeotermal ile ısınma bedeli kWh başına 0,5-1 cent iken, bu değer doğal gazda 3-4 cent/kWh, fuel-oilde (kalorifer yakıtı) 8 cent/kWh, motorinde ise 14 cent/kWh'dır.<sup>551</sup> Türkiye'de şu anda jeotermal elektrik üretimi, jeotermal merkezi ısıtma, karbondioksit üretimi, termal turizm vb. uygulamalarda kullanılması ve yarattığı istihdam ile Türk Milli Ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır. Toplam jeotermal potansiyelimizin doğrudan ya da dolaylı uygulamalarda tam değerlendirilmesi ile milyarlarca dolar katma değer sağlanabilecektir.

Bütün bunlar dikkate alındığında, yakın gelecekte Türkiye'de jeotermal enerjinin öneminin daha iyi anlaşılması beklenmektedir. Geleneksel yakıtlara göre daha temiz ve düşük maliyetli jeotermal kaynaklı enerjiden yararlanma oranının artırılması için daha çok kaynak ayrılmasının yerinde olacağı düşünülmektedir.<sup>552</sup>

Jeotermal enerjinin aranması aşamasında çevreyi en çok etkileyebilecek husus, sondaj çalışması sırasında olabilmektedir. Alınan tedbirlerle çok küçük ölçekli kalıcı olmayan bu etkiler bertaraf edilebilmektedir. Jeotermal akışkanın korozyona ve kireçlenmeye sebep olabileceği, içerdiği bor yüzünden tarımsal sulamaya uygun

---

<sup>550</sup> Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, **Türkiye'nin Yeni ve Temiz Enerji Kaynakları**, a.g.k., s. 102.

<sup>551</sup> Orhan Mertoğlu, Nilgün Bakır, "Türkiye'de Jeotermal Uygulamalarında Son Durum ve 2013 Yılı Hedefleri", a.g.k., s. 157.

<sup>552</sup> M. Selçuk Sancar, a.g.k., s. 100.

olmadığı, yapısındaki karbon dioksit ve hidrojen sülfür gibi gazların açığa çıktığı bilindiğinden, jeotermal enerji uygulamalarında suyun ve gazların çevreye zarar vermesinin önlenmesi için bazı teknolojik önlemlerin alınması gerekmektedir. En önemli önlem, tüm dünyada yasalarla zorunlu hale getirilmiş olan reenjeksiyon (akışkanı yeraltına geri verme) uygulamasıdır. İkinci bölümde de bahsettiğimiz bu zorunluluğun taşıdığı önemin vurgulanması açısından ülkemizdeki Kızıldere örneği dikkat çekicidir. Kızıldere yöresinde bulunan jeotermal santrali çalıştığı süre içerisinde 600-800 ton/saat debide 23-25 ppm bor içeren atık suyu Büyük Menderes Nehrine vermektedir. Santralin atık suyu karıştıktan sonra nehir suyundaki bor içeriği nehrin o andaki debisi ve bor içeriği değerlerine bağlı olarak değişmektedir. Bu değerler ise mevsime ve Adıgüzel Barajından sulama amaçlı bırakılan suyun debisine göre farklılık göstermektedir. Bu parametreler, DSİ 21. Bölge Müdürlüğü tarafından sürekli takip edilmektedir. Sulama mevsiminde, sulanacak bitkinin cinsi ve nehir debisi adı geçen bölge müdürlüğü tarafından göz önüne alınarak santralin yılda yaklaşık 20-30 gün süre ile devre dışı bırakılması talep edilmektedir. Jeotermal suyun çevreye zarar vermesinin önlenmesi için MTA tarafından reenjeksiyon kuyularının açılması çalışmaları başlatılmıştır. Ancak, açılan ilk iki kuyudan sonuç alınamamış olup şu anda üçüncü kuyunun açılması çalışmaları devam etmektedir.<sup>553</sup>

Günümüzde, Türkiye’de jeotermal işletim sistemleri, İl Özel İdareleri ve Belediyeler tarafından kurulmakta ve işletilmektedir. Kurumsal sorunlar, yasal boşluklar, alt yapı sorunları, yatırımların cazip olmaması, bilgi eksikliği, maliyet ve olabilirlik (fizibilite) çalışmalarının yetersizliği gibi nedenlerle özel sektör bu alanda yatırım yapmamakta, uzun dönemli yükümlülük altına girmemektedir. Türkiye’nin jeotermal

---

<sup>553</sup> DPT, *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, a.g.k., s. 161.

kaynakları 1920’li yıllardan beri 927 sayılı “Sıcak ve Soğuk Maden Sularının Kullanımı ve Kaplıcalar Tesisatı” adlı yetersiz bir yasa ile idare edilmektedir. 1983 yılında 6309 sayılı Maden Kanunu ile jeotermal enerji maden kanunu kapsamına alınmış ise de konuyla ilgili yasal boşluklar mevcut olması nedeniyle bilim ve tekniğe uygun olmayan uygulamalar ortaya çıkabilmektedir.

Bu alandaki yasal boşluğu geçici olarak gidermek için 06/06/2004 tarih ve 5177 sayılı yasanın geçici 4. maddesi hükümleri ile, jeotermal kaynaklara ilişkin faaliyetlerde bulunmadan önce bu konuda uzman kuruluş olan MTA’nın teknik yönden uygun görüşünün alınması zorunluluğu getirilmiştir. Ancak, mevzuat eksikliklerinin sağlıklı bir biçimde, sektörün görüşleri de alınarak giderilerek yatırım güvenliğinin sağlanabilmesi, kamu yararı nihai amacı doğrultusunda entegre kullanım ve kaynakların korunabilmesi için günümüzdeki gelişmeleri ve teknolojik yenilikleri karşılayacak şekilde Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanunu’nun ivedilikle çıkarılması için yapılan çalışmalarda, son aşamaya gelinmiştir. Jeotermal kaynaklar ile mineralli suların sürekli ve etkin bir biçimde aranması, araştırılması, geliştirilmesi, üretilmesi, korunması, üzerinde hak sahibi olunması, değerlendirilmesi, dağıtılması, yararlanılması, devredilmesi, terk edilmesi, sona erdirilmesi ile ilgili usul ve esasların düzenlenmesini öngören, Jeotermal Kaynakları ve Mineralli Sular Kanunu Teklifi Meclis Komisyonu’nda görüşülmektedir. Yasa’nın jeotermal kullanımını teşvik yönünde olumlu katkı sağlaması beklenmektedir.

Konuyla ilgili yasal düzenlemelerdeki bir önemli gelişme de 5346 sayılı YEK’in çıkarılmasıdır. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına ilişkin Kanunun yürürlüğe

girmesi ile jeotermal kaynaklardan elektrik üretimine teşvik ve jeotermal ile ısıtılacak yerlerde jeotermale öncelik getirilmiştir. Kanunun 7. maddesinin son fıkrasında; “Yeterli jeotermal kaynakların bulunduğu bölgedeki valilik ve belediyelerin sınırları içinde kalan yerleşim birimlerinin ısı enerjisi ihtiyaçlarını öncelikle jeotermal ve güneş termal kaynaklardan karşılamaları esastır.” denilmektedir. Bu maddenin uygulanması ile ilk etapta ülkemizde 1 milyon konutun jeotermal enerji ile ısıtılması mümkün olacaktır.<sup>554</sup>

Bu önemli kaynağımızın da, gerek ısınma amaçlı ve gerekse elektrik üretim amaçlı olarak, mümkün olan en yüksek oranda devreye alınmasının sağlanması için AB’de uygulanan teşvikler ülkemizde de uygulanmalı, yatırımlar desteklenmeli ve özendirilmelidir. Yerli olan bu kaynağın kullanımının artırılması ile, özellikle kaynağın bulunduğu yörelerin ve tabiki ülkemizin gelişimine ve sürdürülebilir olması amaçlanan kalkınmasına sağlanacak katkı göz ardı edilmemelidir. Mevcut jeotermal kuyuların değerlendirilmesi finansal kaynak ve mevzuat eksiklikleri nedeniyle yetersiz olup, daha fazla araştırma yapılarak jeotermal kuyuların açılmasına hız verilmeli, elektrik enerjisi üretiminde jeotermal kaynağın payı artırılmalıdır. Jeotermal ile ısıtmanın mümkün olduğu yerlerde konutların ısıtması doğal gaz ile yapılmamalı, bu yerlerde jeotermal ile ısıtma zorunlu olmalıdır.<sup>555</sup>

---

<sup>554</sup> “Jeotermalde Avrupa’da Birinciyiz”, Cumhuriyet Gazetesi, 26.10.2006, s. 9.

<sup>555</sup> a.g.k.a.s.

**Resim 19:** Biyokütle Kaynağı



#### **4.4. BİYOKÜTLE ENERJİSİ**

Genel olarak biyokütle kolay elde edilen bir enerji kaynağıdır. Özellikle, enerji kaynakları sınırlı olan ve tarımın ağırlık taşıdığı ülkelerde daha da önem kazanmaktadır. İkinci bölümde de bahsedildiği gibi, biyogaz, gübre, bitkisel atık ve benzeri organik artıkların oksijensiz ortamda fermante olması (mayalanması) sonucu oluşan yanıcı bir gaz karışımıdır. Bataklık, kanalizasyon gibi su birikintilerinde kendi kendine ortaya çıkan bu gazın insan eliyle üretimi bugün ayrı bir önem kazanmıştır.<sup>556</sup>

Sürdürülebilir enerji kaynaklarından olan biyokütle enerjisi potansiyeli bakımından Türkiye, dünyada en zengin ülkelerden biridir. OECD'nin bir araştırmasına göre ülkemizde tarım atıkları, orman sanayi atıkları ve hayvan atıklarının toplam 12,8 milyon ton petrole eşdeğer olduğu, bunun da ülke enerji kullanımının %40'ını karşılar durumda olduğu görülmüştür.<sup>557</sup> Türkiye'nin biyogaz potansiyelinin 1400-2000 Btep/yıl düzeyinde olduğu belirtilmektedir. Ülkemizde

---

<sup>556</sup> M. Selçuk Sancar, **a.g.k.**, s. 9.

<sup>557</sup> Ümit Ülgen, "Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler", **a.g.k.**, s. 7.

biyogaz ile ilgili çalışmalar 1957 yılında başlamış ancak 1987 yılında kesilmiştir. alışmalar günümüzde yeniden başlamış ve özellikle katı atık termik santrallerin kurulması girişimleri hız kazanmıştır.<sup>558</sup>

#### **Resim 20-21: Biyoktle Kaynakları**



Türkiye biyoktle materyal üretimi açısından, güneşlenme ve alan kullanılabilirliği, su kaynakları, iklim koşulları gibi özellikleri uygun olan bir ülkedir. Türkiye'de kültürel yetiştiriciliğe ve gıda üretimi dışında fotosentezle kazanılabilecek enerjiye bağlı olarak biyoktle enerji brüt potansiyeli teorik olarak 135-150 Mtep/yıl kadar hesaplanmaktadır. Bununla birlikte, kayıplar düşüldükten sonra net değerin 90 Mtep/yıl olacağı varsayılmaktadır. Ancak, ülkenin tüm yetiştiricilik alanlarının yıl boyu yalnızca biyoktle yakıt üretim amacıyla kullanılması olanaklı değildir. Olabilecek en st düzeydeki yetiştiriciliğe göre teknik potansiyel 40 Mtep/yıl düzeyinde bulunmaktadır. Ekonomik sınırlamalarla 25 Mtep/yıl değeri, Türkiye'nin ekonomik biyoktle enerji potansiyeli olarak alınabilir. Biyoktle enerji kaynakları klasik ve modern olmak üzere ikiye ayrılır. Klasik biyoktle kaynaklar; normal ormanlardan elde edilen yakacak odun ile bitki ve hayvan artıklarından oluşur.

---

<sup>558</sup> Halil Kumbur, Zafer zer, Duygu zsoy, Deniz Avcı, "Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve evresel Etkilerinin Karşılaştırılması", **a.g.k.**, s. 35.

Modern biyokütle kaynaklar ise enerji ormanlarından elde edilecek odun, enerji hammaddesi üretimi amacıyla yetiştirilecek enerji bitkileri ve tarımsal yan ürünler ile atıkların alçak ve/ya da yüksek biyokütle tekniklerle değerlendirilmesi sonucu elde edilecek ısı, elektrik ve sentetik yakıt türü enerjidir. Türkiye'de enerji ormancılığı için uygun alanın % 15'i değerlendirilmiş olup, geri kalan % 85 alan uygulama beklemektedir. Enerji tarımına ve C4 tipi diye bilinen enerji bitkilerinin yetiştiriciliğine hiç el atılmamıştır. Enerji bitkileri tarımı ile benzine katılacak etanol, motorine katılacak bitkisel yağ elde edilebildiği gibi, biyokütle materyalden alçak teknikle biyogaz, yüksek teknikle hidrojen üretilebilmektedir.<sup>559</sup>

Ülkemizde klasik biyokütle kaynaklarından olan odun ile bitki ve hayvan artıkları, uzun yıllardan beri, özellikle ısınma ve pişirme alanlarında tüketilmektedir. Bu kaynaklar toplam olarak ülkemizin birincil enerji tüketiminin %10'unu ve konutlardaki enerji tüketiminin %35'ini oluşturmaktadır.<sup>560</sup> Ancak bu kullanımın ekonomik olmayan ilkel biçimde gerçekleştiği söylenebilir.

Klasik biyokütle enerji kullanımının temel karakteri, çeşitli yakma araçları ile biyokütleden enerjinin direkt yanma tekniği ile elde edilmesidir. Modern biyokütle kaynakları ise; enerji ormancılığı ürünleri (kavak, söğüt, okaliptüs) ile orman ve ağaç endüstrisi atıkları, enerji bitkileri tarımı (özellikle C4 bitkilerinden Miscanthus, arundo donax, aspir, kenaf, kolza, mısır, ayçiçeği, soya vb.), tarım kesiminin bitkisel

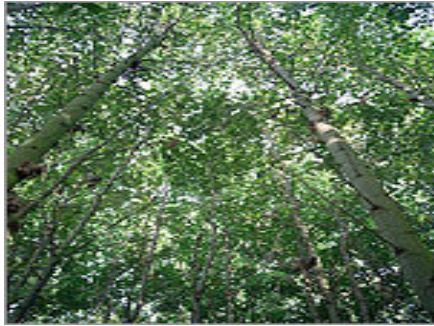
---

<sup>559</sup> TÜSİAD, 21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisi'nin Değerlendirilmesi, a.g.k., s. 81.

<sup>560</sup> Muhsin Gençoglu, Mehmet Cebeci, "Türkiye'nin Enerji Kaynakları Arasında Güneş Enerjisinin Yeri ve Önemi", Türkiye 8. Enerji Kongresi, 21. Yüzyılda Sürdürülebilir Kalkınma İçin Enerji ve Teknoloji, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gelişimi, Sürdürülebilir Gelecek İçin Enerji Cilt II, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Ankara, 2000, s. 68.

ve hayvansal atıkları, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıkları biçiminde sıralanır. Türkiye'nin orman alanı 20,2 milyon ha olmakla birlikte üretim yapılan orman alanı 8,9 milyon ha'dır. Bir diğer deyişle toplam orman alanının ancak % 44'ü üretim alanıdır. Dünya genelinde bu oran % 66 olup, Avrupa'da % 81, Asya'da % 72, Kuzey Amerika'da % 61, Orta Doğu'da % 56'dır. Türkiye ormanlarının bakımı yapılarak üretken orman alanı artırılmalıdır. Türkiye'nin yıllık odun üretimi 18,4 milyon tondur. Toplam orman alanı başına 0,910 ton/ha, üretken orman alanı başına da 2 067 ton/ha odun üretimi düşmektedir. Buna göre, Türkiye toplam ormanlarından enerji üretimi, toplam alana göre 0,273 Mtep/ha/yıl, üretken (prodüktif) alana göre 0,620 Mtep/ha/yıl kadardır. Hızlı büyüyen ağaç türleri ile enerji ormancılığında bu değer 4,25 Mtep/ha/yıl düzeyine yükselmektedir. Üretken olmayan orman alanının % 60'ı enerji ormanı biçimine dönüştürülerek yapılabilecek enerji üretimi, 28 Mtep/yıl enerji üretimi sağlayabilir. Bu değer 2000 yılı enerji talebinin % 32'sine karşılıktır.<sup>561</sup>

#### **Resim 22: Biyokütle Kaynağı**



Orman alanlarımızın tamamı verimli orman niteliğinde olmayıp, ürün veren orman alanı 8,9 milyon ha (%44)dır. Geriye kalan 11,3 milyon ha (%56) orman alanı ise, verim gücü düşük ormanlardan ya da tamamen verimsiz, bozuk, makilik ve

---

<sup>561</sup> TÜSİAD, 21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisi'nin Değerlendirilmesi, a.g.k., s. 82.

çalılıklardan oluşmaktadır. Ülkemizdeki orman varlığının %48,87'sine karşılık gelen 9 264 689 hektarı baltalık (normal, bozuk, çok bozuk) ormanıdır. Orman varlığımız içerisinde enerji ormanlarına konu olabilecek 6 585 196 hektarı kapsayan çok bozuk baltalık alan vardır. Bu rakama %5 kadar bozuk baltalıklardan alanlar alınarak Türkiye'de 6 719 113 hektarlık bir alanda enerji ormanları tesis edilebilir.<sup>562</sup> Türkiye için enerji ağaçları olarak meşe, yalancı akasya, okaliptüs, gürgen, kızıl ağaç, söğüt, kavak, arbutus, orman gülü ve akasya uygundur. Türkiye'de biyokütle olarak yararlanılabilecek, aralarında kirpibaşı, asaotu, peygamber çiçeği, beş ayrı çeşidi bulunan sığır kuyruğu, misk adaçayı, habesh adaçayı, fırçaotu, eşekdiken, devediken, yasemin, hanımeli, mahmuzçiçeği, morina, sırçaotu, yabanketeni, domuzdiken, akçakesme, tatula, banotu, tüylü sırçaotu ve yabani defnenin olduğu 30'dan fazla otun bulunduğu belirlenmiştir.<sup>563</sup> Yabancı türlerden, yalancı akasya, okaliptüs ve kokarağaç (Ailanthus) Türkiye koşullarına uyum göstermiş olan türlerdir.<sup>564</sup>

Türkiye'deki iklim ve yetiştirme ortamı koşulları, bu ormanların kurulmasında birçok ağaç türünün kullanılmasına olanak vermektedir. Örneğin, okaliptüs iki yıl gibi kısa bir süre içerisinde yakıt için istenen düzeyde biyokütle üretmektedir. Oysa enerji ormanı kuran İsveç gibi ülkeler; tür tercihleri (kullandıkları türlerin kalori değeri çok düşük ) ve alan olanakları kısıtlı olmasına karşın bu çalışmaları başarıyla yürütmekte, elde ettikleri ürünü yonga yaparak santrallerde yakarak elektrik ve ısı enerjisine dönüştürmektedir. Türkiye genelinde 520 000 ha alanda bu tür çalışmalar yapılmaktadır. Ancak üretilen materyal geleneksel olarak yalnız ısınma ve pişirmede

---

<sup>562</sup> Nedim Saraçoğlu, "Enerji Ormanları", a.g.k., s. 62-63.

<sup>563</sup> Umur Gürsoy, a.g.k., s. 129.

<sup>564</sup> DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k., s. 66.

kullanılmaktadır. Verimi düşüktür. Oysa aynı ürünün kazanlarda ve santrallerde yakılması yoluyla elektrik ve ısı enerjisine dönüştürülerek daha verimli kullanılması olasıdır.<sup>565</sup>

Enerji ormanları kurulması ve bu ormanlardan elektrik enerjisi üretimi dünyada yaygınlaşmaktadır. Kaynak potansiyelimiz dikkate alındığında, karbon tutma kapasitesi oluşturması ve hava kirliliğinin önlenmesinde önemli katkı sağlayacak olan, biyokütle esasına dayalı enerji ormancılığı, ithal yakıtlara olan bağımlılığın azaltılmasında Türkiye'nin en önemli enerji politikaları arasında yer almalıdır ve enerji tarımı hızla geliştirilmelidir. Enerji ormancılığı için uygun alanın belli bir kısmı az da olsa değerlendirilmişse de, büyük bir kısmı beklemektedir.<sup>566</sup> Enerji ormancılığına geçiş sürecinde, sistem kuruluncaya kadar, ülkemizin uygun olan bir bölgesindeki mevcut bozuk baltalık alanlar ıslah edilmeli, enerji ormancılığına uygun ağaç türleri belirlenerek gerekli yetiştirme çalışmalarına başlanmalıdır.

Biyogaz üretiminde 1 kg yaş gübreden 50 lt biyogaz elde edildiğine göre, Türkiye'de yılda toplam 3 milyar m<sup>3</sup> gaz üretilebileceği tahmin edilmektedir. Bu 2,3 milyon ton taşkömürüne eşdeğerdir. Diğer organik atıkların değerlendirilmesi ile Türkiye toplam biyogaz potansiyelinin 26 milyar m<sup>3</sup> olduğu tahmin edilmektedir.<sup>567</sup> Ülkemizde günde yaklaşık 65 bin ton çöp çıkmaktadır. Söz konusu biyokütle atıkların değerlendirilmesi için biyogaz tesisleri ile çöp termik santralleri

---

<sup>565</sup> DPT, *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, a.g.k., s. 66.

<sup>566</sup> TÜSİAD, *21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisi'nin Değerlendirilmesi*, a.g.k., s. 146.

<sup>567</sup> Çetin Göksu, a.g.k., s. 33.

gerekmektedir. Bu yolla üretilebilecek biyogazın potansiyeli 24 milyar kWh elektrik enerjisine eşdeğerdir.<sup>568</sup> Çöp termik santralleri enerji üretiminin yanı sıra, çöp yok etme işlevi de görerek önem kazanmaktadır. Bu santrallerden yalnızca elektrik üretilebileceği gibi ısı ve elektriğin birlikte üretildiği kombine çevrimli olanları da vardır.<sup>569</sup> Öte yandan Türkiye’de bulunan 2000 in üzerindeki çöplükte kendiliğinden oluşan metan gazı miktarı, 650 milyon m<sup>3</sup> olarak kabul edilmektedir. Bu miktar da yılda yaklaşık 650 bin tep’e veya 8 milyar kWh elektrik enerjisine eşdeğerdir.<sup>570</sup>

Türkiye henüz biyogaz potansiyelin değerlendirilmesi konusunda beklenen ilerlemeyi sağlayamamıştır. Biyogaz uygulamasının ülkemizdeki en önemli örneklerinden biri de Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Atık Su Arıtma Tesisi’dir.<sup>571</sup> Ankara’da kurulan atık su biyolojik arıtma tesislerinde biyogazdan elde edilen elektrik kullanılmaktadır.<sup>572</sup> Öncelikle Büyükşehir Belediyeleri çöp atıklarının çözümüne yönelik olarak atık yakma ve enerji üretim tesisleri kurmaya başlamışlardır. Bu bağlamda Türkiye’de çöp termik santrallerinin kurulmasına başlanmıştır. İstanbul, Bursa, Kocaeli gibi bazı belediyeler çöp alanlarında açığa çıkan metan gazından elektrik üretmektedir. 1,4 MW güçte olan Bursa Çöp Gazı Santrali otoprodüktör<sup>573</sup> statüde gerçekleştirilmiştir. Toplam 7,2

---

<sup>568</sup> Altan Bayram, Senem Bulut Bayar, “Türkiye İçin Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları”, **a.g.k.**, s. 769.

<sup>569</sup> TÜSİAD, **21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisi’nin Değerlendirilmesi**, **a.g.k.**, s. 145.

<sup>570</sup> Muhsin Gençöğlü, Mehmet Cebeci, “Türkiye’nin Enerji Kaynakları Arasında Güneş Enerjisinin Yeri ve Önemi”, **a.g.k.**, s. 67.

<sup>571</sup> “Çöpten Temiz Enerji Üretiliyor”, Cumhuriyet Gazetesi, **a.g.k.**, s. 9.

<sup>572</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji**, **a.g.k.**, s. 5-37.

<sup>573</sup> Kendi elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak amacıyla elektrik üreten tüzel kişi.

MW'lık İzmit Çöp Santrali de otoprodüktör statüde işletmede bulunmaktadır.<sup>574</sup> İstanbul Büyükşehir Belediyesi Tuzla'daki Biyolojik Atık su tesisinden çıkan çamurdan biyogaz ve elektrik elde etmektedir. Enerji üretim sisteminin devreye girmesiyle bir yandan çamur miktarında azalma sağlanmakta, öte yandan da tesiste tüketilen elektriğin yüzde 70'i biyogazla elde edilmektedir.<sup>575</sup> Özellikle sanayi, şehir ve evsel atıkların artması ile açığa çıkan sorunların karşısında alternatif bir çözüm olabilecek biyogaz sistemlerinin kullanımı değerlendirilmelidir.

Çöp santrallerine ilişkin temel sorun, yakma sırasında havaya verilen emisyonlardır. Bu emisyonların Avrupa Birliği standartlarınca uygun standardın altında olması konusunda Çevre Bakanlığınca gerekli denetimler yapılmalı ve ÇED'i (Çevresel etki değerlendirmesi) olmayan hiç bir tesise izin verilmemelidir.<sup>576</sup>

Bitkisel yağlardan elde edilen biyomotorin, Türkiye'de mevcut olanaklarla uygulamaya alınabilecek en önemli alternatif yakıt seçeneklerinden biridir. Ülkemizde kara taşımacılığının önemli bölümünde ve deniz taşımacılığında dizel motorlu taşıtlar kullanılmaktadır. Biyomotorin kullanımı ile petrol tüketiminde ve egzoz gazı kirliliğinde azalma gerçekleşecektir. Biyomotorin üretmek ve kullanmak için Türkiye yeterli ve uygun alt yapıya sahiptir.<sup>577</sup>

---

<sup>574</sup> DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k., s. 83.

<sup>575</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, a.g.k., s. 5-37.

<sup>576</sup> DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k., s. 83.

<sup>577</sup> Didem Özçimen, Dilruba Kardaşlar, Esin Çulcuoğlu, Filiz Karaosmanoğlu, "Biyomotorin Nedir?", III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000, s. 621-622.

Biyodizel, pek çok otomobil üreticisi firmanın araçlarında kullanımı için garanti verdiği, Avrupa Birliği'nin kullanım zorunluluğu getirdiği ve dünyanın birçok ülkesinde ticari başarısını kanıtlamış, çevreci bir alternatif yakıttır. Bu, ülkemiz gibi giderek artan ham petrol ihtiyacının çok büyük bir kısmını ithal eden ülkeler için oldukça önemli bir konudur. Ülkemizin bir tarım toplumu olduğu düşünüldüğünde bunun önemi daha da artmaktadır. Türkiye kendi tarım potansiyelini kullandığında Avrupa'nın biyodizel üretim üssü olabilecek imkan ve kapasitededir.<sup>578</sup> Türkiye şu anki kapasite raporları konumu ile AB ülkeleri içinde 1. büyük biyodizel üretici ülke konumuna gelmiştir. Ancak, üretim açısından AB ülkeleri içinde 8. sıradadır. Almanya'da yıllık biyodizel üretimi 2005 yılında 2 milyon tona ulaşmıştır. Şu anda dünyanın en büyük biyodizel üreticisi ülke konumundadır. (Her 100 istasyondan 12'si biyodizel satış noktasıdır.)<sup>579</sup>

Türkiye'nin biyoyakıt üretiminde başarılı olabilmesi için yağlı tohum bitkilerinin üretiminin artırılması, desteklenmesi ve yol gösterici olunması gerekmektedir. Dönüşümlü ekim, kooperatifleşme gibi etkinlikler konusunda çiftçiler bilinçlendirilmelidir. Böylece yerli üretim artırılarak ithal hammadde getirilmesinin önü kesilmelidir. Enerji tarımı ve enerji ormancılığına önem verilmesi ile 80 binin üzerinde çiftçiye iş olanağı sağlanacak, petrol ve doğal gazla olan ithal bağımlılığımız azalacak, terk edilmiş tarım alanları tarıma açılacak, erozyon ile mücadelede belirli bir mesafe kat edilecek, iç göç azalacak, karbondioksit emisyonlarında %50 azalma

---

<sup>578</sup> Hüseyin Şanlı, Mustafa Çanakçı, "Dizel Motorlar için Yükselen Bir Alternatif Yakıt: Biyodizel", **a.g.k.**, s. 237.

<sup>579</sup> Mustafa Acaroğlu, "AB Sürecinde Türkiye'de Biyodizel Üretimi", **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya'da ve Türkiye'de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-II, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s. 385.

sağlanacaktır.<sup>580</sup> Biyodizel, kırsal kesimde sosyo-ekonomik yapıda meydana getireceği canlılık, enerji tarımının yaygınlaşması, üretim sürecine dayalı sanayi ve yan sanayi dallarının gelişmesinin yanısıra çevre konulu yasal zorunlulukların eşiğindeki ülkemizin yükümlülüklerini yerine getirmesine katkıda bulunacak bir seçenektir. Ancak, yerli üretimin teşvik edilebilmesi ve gelişebilmesi için yurtdışından tohum, biyomotorin girişi engellenmeli ve yurtiçi üretim desteklenmelidir.<sup>581</sup>

### **Resim 23: Hidroelektrik Enerji Santrali**



## **4.5. HİDROELEKTRİK ENERJİ**

Akarsulardaki sular tutularak hidroelektrik güç olarak da adlandırılan su enerjisine dönüştürülebilir. Su toplama havzalarında tutulan su akar ve türbinleri döndürür, bu türbinlere bağlı olan jeneratörler ile elektrik üretimi yapılır. Ülkemizde hidrolik enerjiden yararlanma tarihi 1902'ye kadar uzanmaktadır. İlk hidrolik santralimiz bu tarihte işletmeye alınan 88 kW kapasiteli Tarsus santralidir.<sup>582</sup>

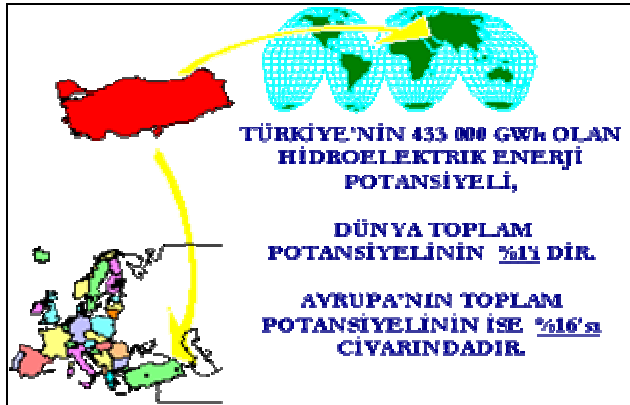
<sup>580</sup> “Yarının Çiftçileri Birer Enerji Üreticisi Olacak”, Cumhuriyet Gazetesi Haftalık Eki, **a.g.k.**, s. 29.

<sup>581</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Türkiye’de Enerji Dinamikleri**, **a.g.k.**, s. 42.

<sup>582</sup> M. Selçuk Sancar, **a.g.k.**, s. 105.

Türkiye elektrik enerjisinin %35'ini hidrolik olarak sağlamasına karşın, ülkemizin hidrolik güç potansiyelinin ancak %30'dan azı geliştirilmiştir. Avrupa'daki en yüksek hidrolik güç potansiyeli arasında Türkiye de yer almaktadır. Türkiye'deki barajlar sadece sulama ve elektrik üretimi için değil içme suyu sağlamak için de önemlidir.<sup>583</sup> Şekil 6'da da görüldüğü gibi, Türkiye'nin teorik hidroelektrik potansiyeli dünya teorik potansiyelinin % 1'i, ekonomik potansiyeli ise Avrupa ekonomik potansiyelinin % 16'sıdır.<sup>584</sup>

**Şekil 6: Türkiye'nin HES Potansiyelinin Dünya ve Avrupa'ya Göre Durumu**



**Kaynak:** <http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, 19.05.2007.

Ülke potansiyelinin daha iyi anlaşılması için bu potansiyelin brüt, teknik ve ekonomik olarak tanımının yapılmasında fayda vardır. Buna göre, bir ülkede, ülke sınırlarına ya da denizlere kadar bütün doğal akışların %100 verimle değerlendirilebilmesi varsayımına dayanılarak hesaplanan hidroelektrik potansiyel, o

<sup>583</sup> Ülker Güner Bacanlı, "Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerjinin Önemi", a.g.k., s. 96.

<sup>584</sup> <http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, 19.05.2007.

ülkenin brüt teorik hidroelektrik potansiyelidir.<sup>585</sup> Diğer bir anlatımla, bütün doğal akışların deniz seviyesine, sınır aşan suların sınıra kapalı havzalarda ise göl seviyesine kadar, %100 verimle türbinlenerek elde edilebileceği varsayılan potansiyel, brüt hidroelektrik potansiyelidir.<sup>586</sup> Ancak mevcut teknolojilerle bu potansiyelin tümünün kullanılması mümkün olmadığından mevcut teknoloji ile değerlendirilebilecek maksimum potansiyele teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyel denir.<sup>587</sup> Yani, teknik potansiyel, hidroelektrik üretimin teknolojik üst sınırını gösteren, teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik enerji potansiyeli, kullanılan teknolojiye bağlı olarak meydana gelebilecek düşü, akım ve dönüşümündeki kayıplar hariç tutularak hesaplanmaktadır.<sup>588</sup> Öte yandan, teknik yapılabilirliği olan her tesis ekonomik yapılabilirliği olan tesis demek değildir. Teknik potansiyelin, mevcut ve beklenen yerel ekonomik olanaklar içinde geliştirilebilecek bölümü ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyel olarak adlandırılır.<sup>589</sup> Ekonomik olarak yapılabilir hidroelektrik potansiyel, bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin ekonomik olarak optimizasyonunun sınır değerini gösterir. Ekonomik olarak yararlanılabilir hidroelektrik potansiyel, beklenen gelirleri, giderlerinden çok olan hidroelektrik projelerin enerji üretimini göstermektedir.<sup>590</sup>

---

<sup>585</sup> a.g.k.

<sup>586</sup> Sayhan Bayoğlu, “Türkiye’nin Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Yeniden Değerlendirilmesi ve Gelişim Stratejisinin Yenilenmesi Gereklidir”, **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003, s. 89.

<sup>587</sup> <http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, 20.05.2007.

<sup>588</sup> Sayhan Bayoğlu, “Türkiye’nin Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Yeniden Değerlendirilmesi ve Gelişim Stratejisinin Yenilenmesi Gereklidir”, **a.g.k.**, s. 89.

<sup>589</sup> <http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, 20.05.2007.

<sup>590</sup> Veysel Eroğlu, “Ülkemizin Hidroelektrik Potansiyeli ve Yakın Gelecekteki Önemi”, **a.g.k.**, s. 97.

**Tablo 30: Dünya’da ve Türkiye’de Hidroelektrik Potansiyeli**

|                | <b>Brüt HES<br/>Potansiyeli<br/>(GWh/yıl)</b> | <b>Teknik HES<br/>Potansiyeli<br/>(GWh/yıl)</b> | <b>Ekonomik HES<br/>Potansiyeli (GWh/yıl)</b> |
|----------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>DÜNYA</b>   | 40 150 000                                    | 14 060 000                                      | 8 905 000                                     |
| <b>AVRUPA</b>  | 3 150 000                                     | 1 225 000                                       | 758.705                                       |
| <b>TÜRKİYE</b> | 433 000                                       | 216 000                                         | 127 381                                       |

**Kaynak:** <http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, 20.05.2007.

Tablo 30’da görüldüğü gibi, topografya ve hidrolojinin bir fonksiyonu olan brüt teorik hidroelektrik enerji potansiyeli, ülkemiz için 433 milyar kWh/yıl mertebesinde-dir.<sup>591</sup> Türkiye’de teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kWh, teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilir potansiyel ise 127 milyar kWh olarak hesaplanmıştır.<sup>592</sup> Teknik ve ekonomik potansiyellere bakıldığında, Türkiye’nin ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyeli, teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyelin %59’u dolayındadır. Bu oran Avrupa’da %76’dır.<sup>593</sup> Ülkemiz, hidroelektrik potansiyel bakımından Avrupa’da 2. sıradadır. Buna karşılık, “Değerlendirilmiş HE potansiyel/Ekonomik HE potansiyel” bakımından ise sonuncu sıradadır.<sup>594</sup>

Ekonomik potansiyelin yeni projelerle birlikte önümüzdeki yıllarda daha da artış göstererek yaklaşık 170 milyar kWh/yıl olacağı tahmin edilmektedir. Şu anda Türkiye’nin teknik ve ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyelinin sırasıyla

<sup>591</sup> DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k., s. 4-19.

<sup>592</sup> Veysel Eroğlu, “Ülkemizin Hidroelektrik Potansiyeli ve Yakın Gelecekteki Önemi”, a.g.k., s. 97.

<sup>593</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Genel Enerji Kaynakları, ..., a.g.k., s. 2.42.

<sup>594</sup> İstemi Ünsal, a.g.k., s. 49.

%21 ve %35'i ancak değerlendirilmiş bulunmaktadır.<sup>595</sup> Yapımı süren santrallerin devreye girmesi ile ekonomik potansiyelin %43'ü değerlendirilmiş olacaktır. Potansiyelin henüz değerlendirilmemiş %57'lik bölümü için ön inceleme aşamasındaki etüdü tamamlanmış en az 332 adet hidroelektrik santralin yapımı öngörülmektedir. Böylece, ülkemiz ekonomik olarak üretilabilir 125 TWh/yıl elektriği üretmek için 34 455 MW'lık kurulu güçte 510 adet hidrolik santral kurmayı planlamıştır.<sup>596</sup> Türkiye'nin mevcut hidroelektrik enerji üretim kapasitesinin %75'i Keban, Karakaya, Atatürk, Altınkaya, Hasan Uğurlu ve Oymapınar barajlarından sağlanmaktadır.<sup>597</sup>

Dağlık ve engebeli bir araziye sahip olan Türkiye'de 26 akarsu havzasına dağılmış olan<sup>598</sup> su kaynaklarının enerji üretimi açısından toplam debisi 186 km<sup>3</sup>/yıl düzeyindedir. (komşu ülkelerden gelen 7 km<sup>3</sup> akış ile birlikte toplam 193 km<sup>3</sup>/yıl<sup>599</sup>) Bu doğal olanakta havzaların en büyük payları sırasıyla; Fırat % 17, Dicle % 11.5, Doğu Karadeniz % 8, Doğu Akdeniz % 6 ve Antalya % 5,9 düzeyindedir. Ancak, akarsularımızın rejimleri düzgün değildir. Akarsu debisi aşırı sulak yıllarda 1.5-2 kat artabilirken, aşırı kurak yıllarda yarıya düşebilmektedir. Ayrıca, yıl içinde Nisan-Haziran döneminde ortalamadan yüksek, Haziran-Ağustos döneminde ortalamadan düşük olmaktadır. Ortalama enerji üretim potansiyeli 1 TWh/yıl'ın üzerindedir.<sup>600</sup> Yüksek yeryüzü şekilleri ve yeryüzü şekillerinin kısa mesafelerde değişmesi,

---

<sup>595</sup> Ayla Tutuş, "Barajlar ve Hidroelektrik Santraller", **a.g.k.**, s. 129.

<sup>596</sup> Mehmet Cebeci, "Bölgemizin Enerji Kaynakları ve Enerji Projeksiyonu", **a.g.k.**, s. 65.

<sup>597</sup> Ülker Güner Bacanlı, "Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerjinin Önemi", **a.g.k.**, s. 97.

<sup>598</sup> Necati Gülbahar, Mustafa Kılınç, "Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Türkiye'nin Temiz ve Güvenilir Enerji Kaynakları", **a.g.k.**, s. 787.

<sup>599</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları,...**, **a.g.k.**, s. 2.39.

<sup>600</sup> TÜSİAD, **21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisi'nin Değerlendirilmesi**, **a.g.k.**, s. 4.

engebeli arazisi vb. özellikler dikkate alındığında, küçük hidrolik enerji tesisleri yönünden en şanslı alanlar Karadeniz, Akdeniz ve Doğu Anadolu bölgeleridir.<sup>601</sup> Türkiye 45 300 GWh/yıl ortalama üretimle (%36) Dünya’da 14. sırada yer almaktadır.<sup>602</sup> Çoruh ve Doğu Karadeniz Havzasının enerji potansiyeli değerlendirildiğinde ekonomik hidrolik potansiyelin %38’i değerlendirilmiş olacaktır. Fakat, Türkiye’nin teknik hidroelektrik potansiyeli üzerinde, su kuvveti teknolojisinde dikkate değer bir değişiklik olmadığı sürece önemli artış ya da azalma beklenmemektedir.<sup>603</sup>

2005 yılı itibariyle Türkiye hidroelektrik enerji potansiyeli kurulu güç olarak 36 697 MW olmak üzere 716 HES projesini kapsamaktadır. Hidroelektrik potansiyelimizin %36’sı işletmede, %10’u inşa halinde, geriye kalan %54’ü ise geliştirilmek üzere beklemektedir.<sup>604</sup> Günümüzde Türkiye’de 138 adet hidroelektrik santral işletmede bulunmaktadır. Bu santraller, 12 878 MW’lık kurulu güce ve toplam potansiyelin %36’sına karşılık gelen 46 milyar kWh’lık yıllık ortalama üretim kapasitesine sahiptir. Geriye kalan 76 milyar kWh’lık yıllık potansiyeli kullanabilmek için 578 adet hidroelektrik santral yapılacak ve toplam 36 697 MW’lık kurulu güç ile hidroelektrik santrallerin toplam sayısı 716’ya ulaşacaktır.<sup>605</sup>

---

<sup>601</sup> “İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma”, [www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler](http://www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler), a.g.k., s.20.

<sup>602</sup> Ayla Tutuş, “Barajlar ve Hidroelektrik Santraller”, a.g.k., s. 129.

<sup>603</sup> TÜSİAD, 21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisi’nin Değerlendirilmesi, a.g.k., s. 105.

<sup>604</sup> Atilla Ataş, Ahmet Leblebici, “Türkiye’de Hidroelektrik Enerjinin Gelişimi”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s. 209.

<sup>605</sup> <http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, 02.12.2006.

**Resim 24:** Atatürk Barajı



Türkiye'nin en önemli yerli ve yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik kapasitenin tümünün en erken biçimde devreye alınabilmesi için her türlü desteğe gereksinim vardır. AB'nin "Dahili Elektrik Pazarındaki Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektrikğin Teşvik Edilmesi" yönetmeliğinde "küçük hidro" tanımı kaldırılarak hidroelektrik santrallerin tümünün yenilenebilir enerji kaynağı sayılması ve teşvik edilmeleri öngörülmüştür. Türkiye'nin de aynı yolu izlemesi ve hidroelektrik santrallerin yenilenebilir enerji kaynağı tanımında, herhangi bir kurulu kapasite (MW) sınırlamasına gitmemesi gerekir.<sup>606</sup> Çevresel etmenler değerlendirildiğinde hidroelektrik en iyi enerji seçeneği olarak karşımıza çıkmaktadır ve Türkiye'deki kullanılmamış potansiyelin değerlendirilmesi gerekir. Avrupa Birliği'nin çevre dostu enerji için uyguladığı vergi indirimleri ve destekleme politikalarının uygulanması ekonomik olarak değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyelin artmasını sağlayacaktır.

Türkiye'nin alternatifleri karşısında HES'lere öncelik verilmesi ve geliştirilmesinin nedenleri şunlardır:<sup>607</sup>

<sup>606</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları**,..., a.g.k., s. 2.4.

<sup>607</sup> Sayhan Bayoğlu, "Türkiye'nin Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Yeniden Değerlendirilmesi ve Gelişim Stratejisinin Yenilenmesi Gereklidir", a.g.k., s. 91-92.

1) Yatırım, elektro-mekanik aksam dışında yurtiçi etkinliklerden oluşması: Santrallerin önemli bir bölümü tümüyle yerel olanaklarla ve yerli malzeme ile yapılmakta, elektro-mekanik aksamın ithal edilmesi dışında, %70-80'i yurtiçi harcama ile yapılmaktadır.

2) En az dışa bağımlılık ve döviz ihtiyacına göre gereksinme: Santral yapımında kullanılan malzemeler yerli üretim olduğu için döviz harcaması diğer santrallere göre en düşük seviyededir. Yatırımlarda ithal mal ve hizmetlerin toplam yatırıma oranı en düşük seviyededir.

3) En uzun ekonomik ömür: Bu santrallerin ekonomik ömrü en az 200 yıl olarak hesaplanmaktadır.

4) İşletme gideri düşüktür.

5) İşletme esneklik-kolaylık: Bu santrallerin önemli bir özelliği de kısa zamanda işletmeye alınarak tam yükte çalışmaya başlama yeteneğidir. Hidroelektrik santraller gerektiğinde anında işletmeden çıkabilirler, enterkonnekte sistemin işletmesinde yük dengelemesi ve frekans ayarı açısından yaşamsal öneme sahiptirler.

6) Yatırım ve işletmede yerli kaynak ve personel kullanımı söz konusudur.

7) Enerji üretiminde rekabet ve ucuzluk: Üretimdeki düşük maliyet nedeniyle hidroelektrik santraller ucuz elektrik üreterek piyasada rekabet oluşmasına ve ucuz elektrik arzına en büyük katkıyı sağlarlar. Ancak işletmeye geçilen ilk yıllarda faiz ve ana para ödemeleri dolayısıyla fiyatlar bir miktar yüksek çıkabilir. Sağlanacak teşviklerle ve uygun finansman mekanizmaları ile başlangıçtaki bu geçici pahalılık kolaylıkla aşılabılır.

8) Enerji ihracatı: Elektrik enerji fazlalığı olması durumunda yeşil ve yenilenebilir enerji olan bu enerji ihtiyaç duyan ve temiz enerjiye geçiş konusunda taahhütleri bulunan AB ülkelerine kolaylıkla ihraç edilebilir.

9) Yenilenebilir, çevre dostu, minimum emisyon ve minimum kirlilik, dışa bağılılığı azaltır.

10) Yöre halkına iş ve istihdam imkanı yaratarak, sosyal ve ekonomik katkı sağlar.

Ortalama yüksekliği 1300 m olan Türkiye’de akarsuların eğimi de fazladır. Bu yüzden akarsular yoluyla erozyon da ciddi bir tehlikedir. Hidroelektrik santraller için yapılan barajlar ve bentlerin suyun hızını keserek erozyonun durdurulmasında önemli işlevleri vardır.<sup>608</sup>

Yukarıda sayılan faydalarına karşın, ülkemizde su gücü yeterince değerlendirilememiş ve elektrik üretiminde kullanılan hidroelektrik enerjinin payı

---

<sup>608</sup> Veysel Eroğlu, “İklim Değişikliği ile Mücadele: Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Artırılması (1. Bölüm)”, **a.g.k.**, s. 68.

giderek azalmıştır. 1980’li yıllarda toplam elektrik üretiminde hidroelektrik santrallerin payı yaklaşık %60 iken bu oran son yıllarda yaklaşık %19 seviyelerine düşmüştür. Bunun temel nedeni elektrik enerjisi üretiminde doğal gazın yaygın olarak kullanılmaya başlanmasıdır. Hidroelektrik santrallerin güvenilir olmadığı savı ileri sürülerek elektrik enerjisi planlamalarında doğal gaz santrallerine ağırlık verilmiş ve ülke dışı bağımlı hale getirilmiştir. Sonuç olarak uzun yıllardır korunan termik/hidrolik dengesi, hidroelektrik aleyhine bozulmuştur.<sup>609</sup> Dünya teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyelinde %1,53 paya sahip ülkemizin 2003 yılı toplam elektrik üretimimizde hidroelektriğin payı yaklaşık %25 civarındadır.<sup>610</sup>

Zaten az olan hidroelektrik potansiyelini önemli oranda tüketen Avrupa ülkelerine karşın, Türkiye 129 milyar kWh/yıl’lık hidrolik potansiyelle Avrupa’da lider konumundadır. 2003 yılı sonu itibarıyla bu hidrolik potansiyelin sadece %35’ini (12 579 MW) kullanmış olan Türkiye’nin Kyoto Protokolü yükümlülüklerini yerine getirmeye çalışan hidrolik potansiyele sahip AB ülkelerinde olduğu gibi, yenilenebilir kaynaklar içinde suyu depolama özelliğinden dolayı rüzgara göre daha güvenilir olan hidroliğe ve daha sonra rüzgar ve diğer yenilenebilir kaynaklara öncelik vermesi kaçınılmazdır.<sup>611</sup>

Hidrolik potansiyelin değerlendirilmesinde büyük ölçekli, geniş alana yayılmış baraj yapımı yanında; daha kolay finanse edilebilmeleri ve daha az çevre sorunu yaratmaları nedeniyle küçük ölçekli santrallerin yapılması tavsiye

---

<sup>609</sup> Ayla Tutuş, “Barajlar ve Hidroelektrik Santraller”, **a.g.k.**, s. 130.

<sup>610</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları**,..., **a.g.k.**, s. 2.6.

<sup>611</sup> H. Ruhan Sezer, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Elektrik Sistemine Teknik ve Ekonomik Etkileri ve AB Uygulamaları”, **a.g.k.**, s. 30.

edilmektedir.<sup>612</sup> Küçük hidroelektrik santralleri, baraj yapmadan küçük akarsulara konulan türbinlerle, küçük yerleşim birimlerine yeterli elektrik enerjisini sağlamaktadır. Çin bunun öncüsüdür ve 76 000 küçük hidroelektrik santralle kırsal enerji gereksinmesini sağlamıştır. Ülkemiz akarsular açısından zengin bir ülke olmasına karşın bu potansiyel yeterince değerlendirilmiyor.<sup>613</sup> Ülkemizin her köşesine, özellikle Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgesine yayılmış olan çaylar ve akarsular üzerinde kurulacak küçük HES'ler, hem enterkonnekte şebekenin yükünü hafifletecek, hem de iletim ve dağıtım kayıplarını azaltıcı ve ulusal şebekenin stabilitesini artırıcı bir rol oynayacaktır.<sup>614</sup>

Elektrik ihtiyacının tümünün enterkonnekte şebekeden karşılanmaya çalışıldığı ülkemizde; büyük ölçüde iletim kayıpları meydana gelmektedir. Küçük akarsular üzerinde merkezi elektrik dağıtım şebekesinden bağımsız olarak tesis edilecek küçük HES'ler ile, küçük yerleşim yerlerinde aydınlatma ihtiyacı, küçük el sanatları ve imalathaneler ile sulama amaçlı pompaj tesislerinin enerji ihtiyacının karşılanması mümkün olabilecektir. Söz konusu HES'lerin tüketim merkezlerine yakın olmaları itibariyle iletim kayıpları daha az olabilecektir. Ayrıca, alt havzalardaki küçük HES'lerin gruplar halinde iletim, dağıtım hatları ile ulaşım yollarına bağlanmasına yönelik entegre politikaların oluşturulması halinde bu potansiyelin harekete geçirilmesi için gerekli yatırım maliyetlerinin azaltılması sağlanabilecektir.<sup>615</sup> Dış piyasalardan temin edilmesi nedeniyle yatırım bedelleri

---

<sup>612</sup> Leyla Dolun, **a.g.k.**, s. 59.

<sup>613</sup> Ümit Ülgen, "Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler", **a.g.k.**, s. 7.

<sup>614</sup> Mehmet Cebeci, "Bölgemizin Enerji Kaynakları ve Enerji Projeksiyonu", **a.g.k.**, s. 66.

<sup>615</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları,...**, **a.g.k.**, s. 2.47.

yüksek olan küçük HES'lerin makine ve teçhizatları ülkemizin sanayi olanakları ile üretilebilirse ülke ekonomisine ek katma değer sağlayabilecektir.

İkinci bölümde hidroelektrik santrallerin dezavantajlarından söz ederken, hidrolojik rejimde değişiklik olduğuna ve zorunlu göç yaşanabildiğine değinmiştik. Ülkemizde de bu durumu yansıtan örnekler mevcuttur. Bu örneklerden Keban Hidroelektrik Santrali dikkat çekicidir. 1975 yılında tamamlandıktan sonra Keban Hidroelektrik Santralinin baraj setinin arkasında 125 km uzunluğunda 675 km<sup>2</sup>'lik alana sahip bir göl oluşmuştur. Elazığ, Tunceli, Erzincan, Malatya ve Sivas illerine bağlı 213 yerleşim yerinde yaşayan 30 414 insan yerinden ve toprağından olmuştur.<sup>616</sup>

Ülkemizdeki akarsuların sahip olduğu hidroelektrik enerji potansiyelinin sürdürülebilir bir yaklaşımla, diğer bir anlatım ile sürekli ve dengeli kalkınma ilkeleri doğrultusunda, çevresel etkiler dikkate alınarak geliştirilmesi, sosyo-ekonomik kalkınmada sürekliliğın sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır.<sup>617</sup>

Hidroelektrik, yerli ve yenilenebilir kaynak olarak stratejik özelliğı ile enerji bağımsızlığını artırır. Türkiye'nin önemli temiz ve yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektriğın faydaları da göz önüne alınarak bir an önce geliştirilmesi ve bu amaçla yapımına destek verilmesi ve üretilen elektriğın teşvik edilmesi hususu ülkemizin yüksek önceliklerinden biri olmalı ve ulusal enerji politikaları çerçevesi içinde ele alınmalıdır.

---

<sup>616</sup> Umur Gürsoy, a.g.k., s. 102.

<sup>617</sup> DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.k., s. 72.

#### 4.6. DENİZ KÖKENLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ

Son yıllarda enerji fiyatlarında gözlenen artışlar, yaşanan çevre sorunları, özellikle enerji ithalatçısı kalkınmakta olan ülkelerin yerli enerji kaynaklarını geliştirerek dışa bağımlılıklarını en aza indirmeleri için en kısa zamanda önlem almalarını zorunlu kılmıştır.

**Resim 25:** Deniz Kökenli Yenilenebilir Enerji Kaynağı



8210 km’lik kıyısı bulunan ülkemizin de önemli boyutlarda dalga enerjisi potansiyeli vardır. Dalga enerjisi en çok önerilen yenilenebilir teknolojilerden biridir. Temiz, ucuz ve doğal enerji kaynağı olan, doğal dengeyi koruyan, solunabilir temiz havayı sağlayan, ülke ekonomisine destek olan dalga enerjisi üç yanı denizlerle çevrili ülkemizde yararlanılması gereken yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir.<sup>618</sup> Türkiye’de Marmara Denizi dışında açık deniz kıyıları 8210 km’yi bulmasına karşın dalga rasatları ve bunlara ilişkin ölçüm verileri yoktur. Dalga cephesinin gücü Akdeniz kıyıları için ortalama 13 kW/m olarak verilmektedir.<sup>619</sup>

<sup>618</sup> Ümit K. Terzi, Murat Alkan, “Dalga Enerjisi Sistemleri, Ekonomisi, Çevresel Etkileri ve Ülkemiz için Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi”, **a.g.k.**, s. 177.

<sup>619</sup> **a.g.k.**, s. 179.

Deniz kökenli yenilenebilir enerjiler, deniz dalga enerjisi, boğaz akıntıları, med-cezir ve deniz sıcaklık gradyenti (derece farklılığı) gibi çeşitlidir. Türkiye’de bunlardan yalnızca deniz dalga enerjisi ve boğaz akıntıları olanağı vardır. Medcezir olanağı bulunmasa da denizlerimizde farklı sıcaklıklarda akıntılara da rastlanmaktadır. Üç tarafı denizlerle çevrili Türkiye’de deniz dalga konvektörleri ile bu enerjiden yararlanılması düşünülmelidir. Bu kaynağın değerlendirilmesi için dalga rasatlarından başlanarak, teknik ve ekonomik incelemeler yapılmalıdır. Karadeniz, Marmara ve Ege Denizi, tuzluluk gradyeninin (derece farklılığı) farklı oluşu nedeni ile İstanbul ve Çanakkale boğazlarında üst ve alt akıntılar oluşmuş bulunmaktadır. Akıntının hızı birçok yerde 8 knot ( $14,8 \text{ km/h} = 4,1 \text{ m/s}$ ) olarak saptanmıştır. Bu değer önemli bir kinetik enerji potansiyeline işaret etmektedir.<sup>620</sup> İstanbul ve Çanakkale boğazlarında deniz akıntıları varsa da, deniz trafiği bu enerjinin kullanılma olanağını sınırlandırmaktadır.<sup>621</sup>

Karadenizin diğer denizlere göre daha dalgalı olduğu iddialarının aksine, Güneybatı Anadolu yönünde hakim olan Ege Denizi ve Akdeniz üzerindeki rüzgar potansiyeli 4-17 kW/m’lik yıllık ortalama dalga gücünde bir yoğunlaşmaya neden olur. Dalga enerjisinden yararlanmak için en uygun yer, Tablo 31’de de gösterildiği gibi İzmir-Antalya arasına denk gelen denizlerdir. Bölgesel ortalama dalga yoğunlukları yaklaşık olarak aşağıda belirtilmiştir:<sup>622</sup>

---

<sup>620</sup> DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k., s. 4-37.

<sup>621</sup> TÜSİAD, 21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisi’nin Değerlendirilmesi, a.g.k., s. 80.

<sup>622</sup> Mustafa Sağlam, Tanay Sıtkı Uyar, “Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli”, a.g.k., s. 277.

**Tablo 31: Bölgesel Ortalama Dalga Yoğunlukları**

| <b>Bölge</b>               | <b>Güç</b>              |
|----------------------------|-------------------------|
| Karadeniz                  | 1,96-4,22 kWh/m         |
| Marmara Denizi             | 0,31-0,69 kWh/m         |
| Ege Denizi                 | 2,86-8,75 kWh/m         |
| Akdeniz                    | 2,59-8,26 kWh/m         |
| <b>İzmir-Antalya Arası</b> | <b>3,91-12,05 kWh/m</b> |

**Kaynak:** Mustafa Sağlam, Tanay Sıtkı Uyar, “Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli”, **a.g.k.**, s. 277.

En iyi dalga gücü kaynaklarından olan Kalkan açıkları için yapılan tahminler ve istatistiksel analizlerle toplanan bilgiler, dalga gücü yoğunluğunun 6,6 kWh/m-7,6 kWh/m arasında olduğunu göstermektedir. Dalga yükseklikleri 1,21 m’ye varabilmekte ve dalga periyotları 6,09 saniyeye ulaşmaktadır. Türkiye’de toplumun genel olarak deniz kıyılarında yaşama eğilimi göstermesi kıyılarda nüfus yoğunlaşmasına neden olduğundan, özellikle bu bölgeler için dalga enerjisi, yerel planlamaya önemli bir değer olarak girmelidir. Bu aynı zamanda elektrik şebekelerine yatırımı da azaltacak, milli ekonomiye büyük katkı sağlayabilecektir.<sup>623</sup> Bu bağlamda denizlerin; yenilenebilirliği en yüksek, bol, yaygın dev enerji depoları olduğu göz önünde bulundurulmalı, 2010-2020 yılları arasında kirlilik yaratmaksızın ve mümkün olan en az çevresel etki ile büyük miktarda elektrik üretebilecek önemli bir kaynak olarak öngörülmelidir.<sup>624</sup>

---

<sup>623</sup> **a.g.k.**, s. 279.

<sup>624</sup> **a.g.k.a.s.**

**Resim 26-27: Deniz Dalga ve Akıntı Jeneratörleri**

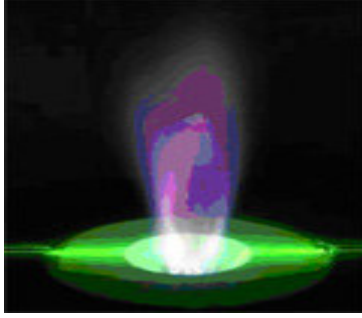


Marmara Denizi dışında açık deniz kıyıları 8210 km yi bulan Türkiye’de küçük dalga enerjisi sistemleri için birim dalga ön yüzü başına kurulu güç 10-20 kW/m alınırken, geliştirilmiş tesislerde bu güç 40 kW/m’nin üzerine çıkmaktadır. Dalga konvertörlerinin çevrim verimleri %25’in altına düşmemektedir. Bu koşullarda Türkiye kıyılarının beşte birinden yararlanılarak sağlanabilecek dalga enerjisi teknik potansiyeli 18,5 milyar kWh/yıl düzeyinin üzerinde olmaktadır.<sup>625</sup> Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemiz için dalga enerjisinden faydalanmanın başlıca amacı, bakım giderinden başka gideri olmayan, çevreye herhangi bir kirletici bırakmayan çok büyük bir enerji kaynağını değerlendirmektir.<sup>626</sup>

<sup>625</sup> TÜSİAD, 21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisi’nin Değerlendirilmesi, a.g.k., s. 80.

<sup>626</sup> “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Dalga Enerjisi”, EP&G Teknik, a.g.k.

**Resim 28:** Hidrojen Enerjisi



#### 4.7. HİDROJEN ENERJİSİ

Hidrojen birincil bir enerji çeşidi olmayıp, başka bir enerji tüketilerek elde edilen sentetik (suni-yapay) yakıt durumundaki enerji taşıyıcısıdır. 21. yüzyılın yakıtı olarak varsayılmaktadır. Giderek ağırlaşan çevre sorunu ve küresel ısınma, tükenen hidrokarbon kaynakları, hidrojen gibi sentetik (suni-yapay) yakıtları cazip duruma getirmektedir. Hidrojen motor yakıtı olarak kullanılabildiği gibi, sanayide, elektrik üretiminde, konutlarda güvenle kullanılabilir durumdadır. Uygulamaya aktarılabilecek üretim, taşıma, dağıtım, kullanım teknolojileri geliştirilmiş, uluslararası standartlar çıkarılmıştır. Hidrojen çağına ekonomik koşullara göre 10-15 yılda girilmesi beklenmektedir. Türkiye’de hidrojen yakıtı üretiminde kullanılabilecek olası kaynaklar; hidrolik enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, deniz-dalga enerjisi, jeotermal enerjidir. Türkiye’nin hidrojen üretimi açısından bir şansı, uzun bir kıyı şeridi olan Karadeniz’in tabanında kimyasal biçimde depolanmış hidrojen bulunmasıdır.<sup>627</sup> Karadeniz suyu %90 anaerobik olup, hidrojen sülfür ( $H_2S$ ) içermektedir. İleriye yönelik olarak elektroliz reaktörü ve oksidasyon reaktörü

---

<sup>627</sup> DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, a.g.k., s. 85.

kullanılarak Karadeniz’de bulunan hidrojen sülfürden (H<sub>2</sub>S) hidrojen üretimi için teknolojik çalışmalar sürdürülmektedir.<sup>628</sup>

Türkiye gibi gelişme sürecinde ve teknolojik geçiş aşamasındaki ülkeler açısından, uzun dönemde fotovoltaiik güneş-hidrojen sistemi uygun görülmektedir. Fotovoltaiik panellerden elde edilecek elektrik enerjisi ile suyun elektrolizinden hidrojen üreten bu yöntemde, 1 m<sup>3</sup> sudan 108,7 kg hidrojen elde edilir ki, bu 422 litre benzine eş değerdir.<sup>629</sup> Hidrojen gaz ve sıvı halde olduğu için uzun mesafelere taşınabilecek ve iletimde kayıplar olmayacaktır. 2010 yılından itibaren hidrojenin ticari amaçlar için kullanılması düşünülmektedir. Her türlü maliyet göz önüne alındığında, başta pahalı olsa da daha sonra çevresel katkıları da göz önüne alındığı zaman bu maliyetin çok daha aşağı çekilmesi hesaplanmaktadır.<sup>630</sup>

Fosil yakıtların ürettiği kanserojen maddelerin ekonomiye zararı yaklaşık 5 milyar dolardır. Ancak bu zarar kullanıcılara ödetildiği için fosil yakıtlar ucuzmuş gibi algılanmaktadır. Hidrojenin fosil yakıtlara göre %26 daha verimli olduğunu düşünürsek ve fosil yakıtların çevreye verdiği zararın maliyetini içselleştirerek hesaplara katarsak yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen hidrojen enerjisi en ucuz sistem haline gelmektedir. Prof. Nejat Veziroğlu’na göre, Türkiye özellikle yenilenebilir kaynaklardan hidrojen üretilip enerji elde ederek kendi kendine yeterli hale gelebilir.<sup>631</sup>

---

<sup>628</sup> Leyla Dolun, **a.g.k.**, s. 62.

<sup>629</sup> TÜSİAD, **21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisi’nin Değerlendirilmesi**, **a.g.k.**, s. 213.

<sup>630</sup> Halil Kumbur, Zafer Özer, Duygu Özsoy, Deniz Avcı, “Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması”, **a.g.k.**, s. 36.

<sup>631</sup> “Doğal gaz gibi kullanabiliriz”, Cumhuriyet Gazetesi, 28.10.2006, s. 9.

Ülkemizde yakın dönemdeki mevcut enerji sisteminde hidrojen, kömür, doğal gaz ve biyokütleden gazlaştırma ile üretilmektedir. Yine yakın dönemde hidrojenin gece kullanılmayan elektrik enerjisinden üretilmesi planlanmaktadır. Uzun dönemde ise güneş, rüzgar, hidrolik ve jeotermal kaynaklar kullanılarak elde edilen elektrik ile suyun elektrolizi sonucunda oluşan hidrojen, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmelidir.<sup>632</sup>

Hidrojen enerjisi Türkiye'nin olanaklarına en uygun doğal kaynaklardan elde edilebilir. Yöresel olarak bu kaynaklar güneş, rüzgar, jeotermal, bitkisel atıklar, endüstriyel atıklar ya da biyokütle olabilir. Bu çeşitlilik hidrojenin elde edilmesinde yöresel olarak en ekonomik seçime olanak sağlayacaktır. Yakıt hücreleri ile elektrik enerjisi, hidrojenden elde edilecektir. Depolama sistemi ise hidrojenin gelecekte elektrik elde edilmesini kablosuz sisteme taşıyacaktır. Gelecekte yerel kaynaklardan hidrojen elde edilmesi başarıldığı takdirde şu an enerjiye ulaşamayan bir çok bölgenin (kırsal yerleşim yerlerinin ve özellikle köylerin) insanları da kendi enerji kaynaklarına kavuşmuş olacaktır.<sup>633</sup> Bu durum da enerjide dışa bağımlılığın azalmasında etkili olacaktır.

---

<sup>632</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları,..., a.g.k.**, s. 7.16.

<sup>633</sup> **a.g.k.**, s. 7.2.

## 5. TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI MEVZUATI

Türkiye, gelecek nesillerin kullanacakları kaynakları ve olanakları tüketmeden büyüebilmeyi gerektiren “sürdürülebilir kalkınma” kavramına dayalı bir enerji politikası ve bu politikanın uygulanabilirliğini sağlayabilecek bir enerji mevzuatı oluşturma yolunda ilerlemektedir. Bu mevzuatın gelişimi, esası arz güvenliği ve çeşitliliği ile çevrenin korunduğu rekabete dayalı enerji piyasası olan sürdürülebilir enerji politikalarının uygulanabilmesi için yaşamsal önem taşımaktadır.

14 Nisan 2003 tarihinde kabul edilen gözden geçirilmiş Katılım Ortaklığı Belgesi’nde, enerji ile ilgili olarak üyelikten kaynaklanan yükümlülükleri üstlenebilme yeteneğini artırmak üzere Türkiye’nin yapması gerekenler sıralanmıştır.<sup>634</sup> Gerek kısa vadede yapılması gerekenler bölümünde gerekse uyuma ilişkin öncelikler listesinde Türk ekonomisinde enerji bağımlılığını azaltacak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artıracak bir program oluşturulması ve uygulanmasına başlanması yer almaktadır.<sup>635</sup>

Avrupa Birliği üyesi ülkelerin enerji tüketimlerinin içinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırmaya yönelik önlemlere ağırlık vermeye başladıkları bir dönemde, Avrupa Birliği üyeliğini ulusal politika olarak benimsemiş olan Türkiye’nin de yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına verdiği önem artırılmalıdır.

<sup>634</sup> A. Yavuz EGE, “Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası ve Türkiye’nin Uyumu”, **a.g.k.**, s. 36.

<sup>635</sup> DPT, Avrupa Birliği ile İlişkiler Genel Müdürlüğü, Türkiye için Katılım Ortaklığı Belgesi (14 Nisan 2003 tarihinde AB Konseyi Tarafından Kabul Edilen Nihai Metin), Ankara, Nisan, 2003.

Nitekim, bu konuda 24 Temmuz 2003 tarih ve 25178 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı” ise; Avrupa Birliği’ne katılım sürecinde kısa ve orta vadede gerçekleştirilmesi öngörülen çalışmaları içermekte, benzer gerekliliklerin altını çizmektedir. Ülkemizin artan enerji gereksinimi ve bununla birlikte ortaya çıkan çevre sorunlarının bir bölümünün çevre dostu ve temiz enerji olarak adlandırılan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile çözümü olanağı bu konuda gündemi belirlemektedir. Bu gün için başta çevresel etkiler olmak üzere diğer toplumsal maliyetlerin, kazançların da dikkate alınması ile güvenli ve ulusal kaynaklara dayalı bir nitelik arz eden yenilenebilir enerji kaynaklarından gittikçe artan biçimde yararlanılmasını sağlayıcı politikaların ülkemizde de geliştirilmesine olan ihtiyaç açıktır. Türkiye’nin de taraf olduğu yenilenebilir enerji yolunda “Johannesburg Zirvesi Ortak Bildirisi’nde” de, yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi, desteklenmesi ve bu kaynakların kullanımının önemli ölçüde artırılması için ulusal, bölgesel ve küresel ölçekte belirgin hedefler içeren işbirliklerinin geliştirilmesi taahhüt edilmektedir. Türkiye de hem bu uluslararası taahhütleri ve AB üyelik hedefi, hem de ulusal gereksinim ve çıkarları açısından tutarlı bir yenilenebilir enerji politikası ve bu politikayı uygulama araçları oluşturarak harekete geçirme, bunun için gerekli yönetsel yapıyı kurma ve kaynakları tahsis etme durumundadır.<sup>636</sup>

Daha önce de bahsedildiği gibi, ülkemizde İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS)’nin kabulü, 21 Ekim 2003 tarih ve 25266 sayılı Resmi Gazete’de

---

<sup>636</sup> A. Yavuz EGE, “Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası ve Türkiye’nin Uyumı”, **a.g.k.**, s. 15.

yayımlanan 4990 sayılı “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Katılmamızın Uygun Bulunduğuna Dair Kanun” ile gerçekleşmiştir. Buna göre 24 Mayıs 2004 tarihi itibarı ile BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne resmen taraf olan ülkemizin, politikalarını bu durumu göz önüne alarak düzenlemesi gerekmektedir.

İlk bölümde detaylı olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin nedenleri anlatılmıştı. Bu nedenlerle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı üzerine çalışmalar yükselen bir ivme ile sürdürülmekte, yatırımlara giderek artan teşviklerle birlikte devam edilmekte, ilgili mevzuatın söz konusu kaynakların kullanımını kolaylaştırıcı yönde oluşturulması ve/ya da eksiklerinin giderilerek iyileştirilmesi çalışmaları giderek önem kazanmaktadır. Ülkeler enerji kaynakları içindeki yenilenebilir enerji payını artırmak için bağlayıcı hedefler koymakta ve bu hedeflere ulaşmak için politikalar, planlar üretmekte ve bunların uygulanabilmesi için çalışmaktadırlar.

Türkiye’de de konuyla ilgili mevzuatsal açıdan önemli bir adım atılmış ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasını teşvik etmek amacıyla 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”, 10 Mayıs 2005 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Avrupa Birliği’nin yenilenebilir enerji konusunda 27 Eylül 2001 tarihinde aldığı EC/77 numaralı kararına, “Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı” kapsamında uyum sağlama hedefi ile yasal çalışmalarını yürüten Türkiye büyük bir adım atmıştır.

Söz konusu Kanunun amacı, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir.<sup>637</sup>

5346 sayılı yasa ile yenilenebilir enerji potansiyelinin kullanımının önünün açılması ve piyasa düzenlemesi hedefi ile, “Yenilenebilir enerji kaynak alanlarının korunması, bu kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin belgelendirilmesi ve bu kaynakların kullanımına ilişkin usul ve esaslar” kapsam altına alınmıştır. Böylelikle güneş, rüzgar, biyokütle ve su (hidrolik, jeotermal, deniz) kaynaklarımızdan lisanslı elektrik üreten firmaların, iç ve uluslararası piyasalarda alım-satım-takip yapabilmeleri, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından verilecek “Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi-YEK Belgesi” sahibi tüzel kişilerin, temiz-yeşil elektrik üretim miktarlarını, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı projeksiyonları çerçevesinde belirlemeleri ve perakende satış lisansı sahibi tüzel kişilerin de EPDK tarafından yayınlanan miktarlarda yeşil (çevre dostu) elektrik satın alabilmeleri konuları düzenlenmiştir.<sup>638</sup>

---

<sup>637</sup> 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, m.1.

<sup>638</sup> Filiz Karaosmanoğlu, “Yenilenebilir Enerji”, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, Sayı 45, Ekim 2006, s. 54.

YEK Belgesi ile ilgili usul ve esasları düzenleyen “Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi Verilmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik” 4 Ekim 2005 tarihli ve 25956 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Yönetmeliğin 5 inci maddesi uyarınca YEK Belgesi;

- üretilen elektrik enerjisinin kaynak türünün belirlenmesi ve takibi ile
- üretilecek olan elektrik enerjisi için Kanunun kapsamındaki uygulamalardan (teşvik uygulamaları) yararlanılması,

amacıyla verilecektir. Geçerlilik süresi 1 yıl olan YEK Belgesi, Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu Kararı ile verilir.<sup>639</sup>

2005 yılında yasalaşan “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” ile elektrik üretimi amacıyla kullanılacak; rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi, gelgit ile kanal ya da nehir tipi veya rezervuar alanı 15 kilometrekarenin altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun hidrolik kaynaklar, bu kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynakları olarak tanımlanmıştır. Kanunun nihai hedefi; ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının, özel sektör yatırımlarının da devreye sokulması ile yaygınlaştırılmasıdır. Kanun kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak elektrik üreten gerçek ve tüzel kişilere, belirli bir dönem için alım ve fiyat güvencesi verilmesinin yanı sıra, yatırım dönemine ve araştırma ve geliştirmeye ilişkin teşvikler öngörülmektedir. Kanun

---

<sup>639</sup> Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi Verilmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik.

sonucunda yenilenebilir enerjinin hızla gelişmesi beklenmektedir.<sup>640</sup> YEK'in uygulanması ile birlikte ülkemiz, ithalat bağımlılığının azalması, kaynak çeşitliliğinin artması, atıkların ve sera gazı emisyonlarının azaltılması, temiz çevre gereksiniminin karşılanması, imalat sektöründeki üretim ve istihdamın artması, AB kriterlerine uyumluluğun sağlanması, çevre dostu enerji ihracat olanağının doğması gibi birçok avantaja sahip olabilecektir.

20 Şubat 2001 tarihinde kabul edilen ve 3 Mart 2001 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan, 4628 sayılı "Elektrik Piyasası Kanunu"<sup>641</sup> 'nın 1 inci maddesinde Kanunun amacı belirtilmiştir. Buna göre, *"Bu Kanunun amacı; elektriğin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine göre faaliyet gösterebilecek, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir elektrik enerjisi piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin sağlanmasıdır."* Burada sözü edilen elektriğin çevreyle uyumlu ve sürekli olarak sağlanması amacına ulaşılabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde kullanımının mümkün olduğunca artırılmasının gerekli olduğu kastedilmektedir. Ancak yenilenebilir enerjinin teşviki ile Kanunun amaç edindiği noktaya gelinebilecektir.

---

<sup>640</sup> Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **2003-2004 Türkiye Enerji Raporu, a.g.k.**, s. 70-71.

<sup>641</sup> 4628 sayılı "Elektrik Piyasası Kanunu

[http://www.epdk.org.tr/mevzuat/kanun/elektrik/elektrik\\_piyasalari\\_kanunu.doc](http://www.epdk.org.tr/mevzuat/kanun/elektrik/elektrik_piyasalari_kanunu.doc), 04.12.2006.

## 6. MEVZUATTA YER ALAN TEŞVİKLER

Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinden elektrik enerjisi üretmek isteyen tüzel kişilere sunulmuş olan 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve İlgili Mevzuatı Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Desteklenmesine ilişkin olarak yapılan teşvik düzenlenmeleri yasal dayanakları ile aşağıda sunulmuştur:

“Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”da yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim santralleri ile ilgili teşvikler:

- Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak sadece kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla azami bin kilovatlık kurulu güce sahip izole elektrik üretim tesisi ve şebeke destekli elektrik üretim tesisi kuran gerçek ve tüzel kişilerden kesin projesi, planlaması, master planı, ön incelemesi veya ilk etüdü DSİ veya EİE tarafından hazırlanan projeler için hizmet bedelleri alınmamaktadır.

- Kanun kapsamındaki enerji üretim tesis yatırımları, kullanılacak elektro-mekanik sistemlerin yurt içinde imalat olarak temini, güneş pilleri ve odaklayıcı üniteler kullanan elektrik üretim sistemleri kapsamındaki yapılacak Ar-Ge ve imalat yatırımları, biyokütle kaynaklarını kullanarak elektrik enerjisi veya yakıt üretimine yönelik Ar-Ge tesis yatırımları Bakanlar Kurulu kararı ile teşviklerden yararlandırılmaktadır.

- Yeterli jeotermal kaynakların bulunduğu bölgelerdeki valilik ve belediyelerin sınırları içinde kalan yerleşim birimlerinin ısı enerjisi ihtiyaçlarını öncelikle jeotermal ve güneş termal kaynaklarından karşılamaları esas alınmaktadır.

- Orman ya da Hazinesinin özel mülkiyetinde ya da Devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan her türlü taşınmazın bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi yapmak amacıyla kullanılması halinde, bu araziler için Çevre ve Orman Bakanlığı veya Maliye Bakanlığı tarafından bedeli karşılığında izin verilmekte, kiralama yapılmakta, irtifak hakkı tesis edilmekte veya kullanma izni verilmektedir. Yatırım döneminde izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine yüzde elli indirim uygulanmaktadır. Orman arazilerinde ORKÖY ve Ağaçlandırma Özel Ödenek Gelirleri alınmamaktadır.

- Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisi, perakende satış lisansı sahibi tüzel kişiler tarafından aşağıda yazılı hükümlere göre tesis edilen ikili anlaşmalar çerçevesinde satın alınır.

Kanuna göre, perakende satış lisansı sahibi tüzel kişilerin her biri, bir önceki takvim yılında satışa sundukları elektrik enerjisi miktarının, ülkede sattıkları toplam elektrik enerjisi miktarına oranı kadar, EPDK tarafından ilan edilen YEK Belgeli elektrik enerjisinden satın almakla yükümlü olup ülkede arz edilen YEK Belgeli toplam elektrik enerjisi miktarının yeterli olması halinde, perakende satış lisansı sahibi tüzel kişilerin alım yükümlülüğü bir önceki takvim yılında sattıkları elektrik enerjisi miktarının yüzde sekizinden daha az olamayacaktır.

2011 yılı sonuna kadar bir takvim yılı içerisinde bu Kanun kapsamında satın alınacak elektrik enerjisi için uygulanacak fiyat; EPDK'nın belirlediği bir önceki yıla ait Türkiye ortalama elektrik toptan satış fiyatı olacaktır. Bu fiyatı her yılın başında en fazla % 20 oranında artırmaya Bakanlar Kurulu yetkili bulunmaktadır.

2011 yılı sonundan itibaren bu fiyat uygulaması işletmede yedi yılını tamamlamış olan YEK Belgeli elektrik enerjisi üreten tesisler için sona ermektedir. Perakende satış şirketleri, bu Kanun kapsamında almakla yükümlü oldukları YEK Belgeli elektrik enerjisini, öncelikle işletmede yedi yılını doldurmamış olanlardan EPDK'nın belirlediği bir önceki yıla ait Türkiye ortalama elektrik toptan satış fiyatına göre satın almakla ve aldıkları elektrik enerjisi miktarı yüzde sekizin altında kaldığı takdirde bu orana ulaşmak için kalan gerekli miktarı, ikili anlaşmalar çerçevesinde Türkiye ortalama elektrik toptan satış fiyatından yüksek olmamak üzere piyasa koşullarında satın almakla yükümlüdürler.

Elektrik Piyasası Kanunu çerçevesinde hazırlanan “Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği” ile getirilen teşvikler:

- Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisi kurmak üzere lisans almak için başvuruda bulunan tüzel kişilerden lisans alma bedelinin yüzde biri dışında kalan tutarı tahsil edilmemektedir.

- Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri için ilgili lisanslara derç edilen tesis tamamlanma tarihini izleyen ilk sekiz yıl süresince yıllık lisans bedeli alınmamaktadır.

- Yerli doğal kaynaklar ile yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerine, TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim A.Ş.) ve/ya da dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiler tarafından, sisteme bağlantı yapılmasında öncelik tanınmaktadır.

- Perakende satış lisansı sahibi tüzel kişiler, serbest olmayan tüketicilere (dağıtım hattına bağlı olmayan tüketici) satış amacıyla yapılan elektrik enerjisi alımlarında, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı bir üretim tesisinde üretilen elektrik enerjisi satış fiyatı; TETAŞ (Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş.)'ın satış fiyatından düşük veya eşit olduğu ve daha ucuz bir başka tedarik kaynağı bulunmadığı takdirde, öncelikli olarak söz konusu yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisinde üretilen elektrik enerjisini satın almakla yükümlü kılınmıştır.

- Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri, Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği uyarınca yük alma ve yük atma tekliflerini Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezine vermekten ve Milli Yük Tevzi Merkezi tarafından verilecek yük alma ve yük atma talimatlarına uygun hareket etmekten muaf tutulmuşlardır.

- Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinde üretim yapan üretim lisansı sahibi tüzel kişiler, bir takvim yılında, lisanslarında yer alan öngörülen

ortalama yıllık üretim miktarını geçmemek kaydıyla özel sektör toptan satış şirketlerinden elektrik enerjisi satın alabilirler.

18/04/2007’de kabul edilen 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu<sup>642</sup> 02/05/2007 tarih ve 26510 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yasa ile yenilenebilir enerji kaynağı (YEK) belgeli tesislere sağlanan alım garantisi ve diğer teşviklerle ilgili süre 7 yıldan 10 yıla çıkarılmıştır. Perakende elektrik satışı yapan şirketler, bir önceki takvim yılında sattıkları elektrik enerjisi miktarının ülkede sattıkları toplam elektrik enerjisi miktarına oranı kadar, her yıl YEK belgeli tesislerden elektrik alma zorunluluğuna tabi olacaklardır.<sup>643</sup>

Yine yasanın 17 inci maddesine göre, “Bu Kanun kapsamında satın alınacak elektrik enerjisi için uygulanacak fiyat; her yıl için, EPDK’nın belirlediği bir önceki yıla ait Türkiye ortalama elektrik toptan satış fiyatı olacaktır. Ancak uygulanacak bu fiyat 5 Euro cent/kWh karşılığı Türk Lirasından az, 5,5 Euro cent/kWh karşılığı Türk Lirasından fazla olamaz.” Ancak 5,5 Euro cent/kWh sınırının üzerinde serbest piyasada satış imkanı bulan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı lisans sahibi tüzel kişiler bu imkandan yararlanabilir ve elektriği daha yüksek fiyata piyasaya satabilirler.<sup>644</sup>

YEK’ten elektrik üretimi amacıyla Hazine arazisinin kullanılması halinde, “bu tesislerin ulaşım yollarından ve şebeke bağlantısına kadarki enerji nakil haklarından yatırım ve işletme dönemlerinin ilk 10 yılında izin, kira, irtifak hakkı ve

<sup>642</sup> 18/04/2007 tarih ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu

<sup>643</sup> 18/04/2007 tarih ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, Madde 17.

<sup>644</sup> 18/04/2007 tarih ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, Madde 17.

kullanım izni bedellerine” tanınan %50’lik indirim %85’e çıkarılmıştır. Yasanın “Destekler” başlıklı 8 inci maddesinde, “Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, enerji verimliliğinin artırılması ile yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik araştırma ve geliştirme projelerini öncelikle destekler...” denilerek yenilenebilir enerjiye yönelik Ar-Ge çalışmalarının yapılması özendirilmektedir.<sup>645</sup> Yeni yasada yer alan bir diğer teşvik de 15 inci madde de yer almaktadır. Bu maddeye göre, “Yalnızca kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla; yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı, kurulu gücü azami ikiyüz kilovatlık üretim tesisi ile mikro kojenerasyon tesisi kuran gerçek ve tüzel kişiler, lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaftır.”

Mevzuatta yer alan teşviklere ek olarak söz konusu kaynakların kullanıldığı projelerin artırılabilmesi, yatırımın geri ödeme döneminde karşılaşılabilecek zorlukların azaltılabilmesi için ortalama yatırım geri ödeme dönemi boyunca vergi muafiyeti sağlanabilir. Bunun dışında proje alanlarından orman ve hazine arazilerine denk gelen bölümlerin kullanımında bedel (karşılık) alınmaması önemli bir destek sağlayabilecektir. Böylece, yıllardır gerektiği biçimde kullanılmayan öz kaynaklarımız ülke ekonomisine kazandırılabilir, çevreyle dost kaynakların kullanımının artması çevre ve toplum sağlığına büyük katkı sağlayabilecektir.

Doğal çevreyi koruyan enerji teknolojilerine ve kaynaklarına insanoğlunun yönelmesi ve aynı zamanda doğal çevreyi kirleten enerji türlerinden vazgeçebilmesi için, doğal çevreyi kirletmeyen enerji kaynaklarını kullanmak suretiyle üreten

---

<sup>645</sup> 18/04/2007 tarih ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, Madde 8.

teknolojilere yaşam hakkı verilmelidir. Temiz enerji üreten yatırımcı, temiz enerji üretmenin getireceği ek maliyet için, kendi ayakları üzerinde durabilme gücüne erişene kadar kamu kaynaklarından desteklenmeli ve teşvik edilmelidir. Yenilenebilir enerji kaynakları ile üretim yapan santrallerin ticari kullanıma girmesini engelleyen etmenlerin ve var olan belirsizliklerin ortadan kaldırılması için yasal düzenlemeler yapılmalı, var olan mevzuat gözden geçirilmeli, aksak yönleri tespit edilmeli ve giderilmelidir.

Elektrik enerjisi üretimi amaçlı santral kurmak için EPDK'dan lisans almış olan tüzel kişilerin her yıl Mayıs ve Ocak ayında sunmakla yükümlü oldukları ilerleme raporlarının 2003-2006 yılları arasındaki sonuçlarının analiz raporlarına göre, Türkiye'de 2003-2006 yılları arasında başlayan hidrolik enerji (lisans almış 70 tesis) ve rüzgar santrali yatırımı (lisans almış 35 tesis) toplam 3417 MW kurulu güç kapasitesine sahiptir. Ancak şu anda inşası sürmekte olan bu santrallerden rüzgarda 1, hidrolikte ise 5 adetinin ilerleme oranı %50'yi geçmiştir.<sup>646</sup>

Bu gecikmelerin yaşanmasındaki en önemli etkenler, bürokratik işlemlerin uzun sürmesi (uzun süren kamulaştırma işlemleri gibi) , finansman güçlüklerinin (kredi teminindeki aksamalar, yüksek miktartlı kamulaştırma bedelleri gibi) yaşanmasıdır. Arazi tahsislerinin yatırımcıya bedelsiz olarak yapılması, vergi muafiyetleri, kredi koşullarının iyileşmesi için alınacak önlemler (alım ve fiyat garantilerinin iyileştirilmesi) gibi teşviklerle inşasına başlanan santrallerin ilerleme

---

<sup>646</sup> “Yenilenebilir Enerji”, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi, a.g.k.**, s. 36-37.

raporlarında öngörülen tesis tamamlanma süresinde gecikme yaşanması  
önlenebilecektir.

## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada da bahsedildiği gibi geleneksel enerji üretim yöntemleri bugün çevre kirliliğinin önemli nedenlerinden biridir ve bu yöntemlerde kullanılan fosil yakıtların tüketiminin, çevre konusundaki uluslararası taahhütler nedeniyle azaltılması tüm dünyada olduğu gibi ülkemizin de gündemindedir. Ayrıca, fosil yakıtların bir süre sonra tükeneceği gerçeğinin de bilinmesi çevre dostu, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmaya verilen önemi artırmaktadır. Bu bağlamda 21. yüzyılın yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında atılım yapılacak bir yüzyıl olacağı düşünülmektedir.

Enerji kaynaklarının kısıtlı olması yanında sürekli artan enerji ihtiyacının karşılanması doğru ve etkin bir enerji politikasını gerektirir. Bunun için enerji ihtiyacının ve bu ihtiyacın hangi kaynaklarla karşılanacağını bilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda enerji kaynak potansiyelinin bilinmesi önemlidir. Ancak bu noktada dünyanın yaşanılabilir ortamının korunması ve kalkınmanın sürerliliğinin sağlanması için enerji üretim, iletim ve tüketiminden kaynaklanan çevresel etkiler ve sorunlar dikkate alınmalıdır. Ayrıca, enerji üretiminde arz güvenliğinin sağlanması için tek bir kaynağa bağlı kalınmaması diğer bir ifade ile kaynak çeşitliliğinin sağlanması da önem verilmesi gereken bir diğer konudur. Arz güvenliğinin sağlanması ve çevrenin korunmasının yanında sağlayacağı sosyal ve ekonomik faydalar ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin nedenleri birinci bölümde ele alınmıştır.

Enerji gereksinimindeki hızlı artış ve rezervlerin kısıtlı olması ve bu durumun Türkiye’yi enerjide dışa bağımlılığa sürüklemesi, öncelikle ülke içindeki enerji kaynaklarından yararlanılarak yerli kaynak kullanımının artırılması ile birlikte kaynak çeşitliliğinin sağlanmasını gerektirir. Bunun yanısıra fosil yakıtların neden olduğu küresel ısınma gibi çevresel sorunlar Türkiye’de temiz ve sürdürülebilir bir enerji politikasını zorunlu kılmaktadır. Ucuz, temiz ve sürdürülebilir enerji politikasının hayata geçirilebilmesi ise ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile mümkündür. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın kullanımı 21. yüzyılda yeryüzünün çevresel yıkıma sürüklenmemesi için bir tercih değil, yaşamsal bir gerekliliktir.

Enerji, çevre ve sürdürülebilir kalkınma hızlı bir sosyal ve ekonomik gelişme gösteren Türkiye açısından değerlendirildiğinde; enerji politikasının ana hedefi, sürdürülebilir kalkınma ile birlikte çevrenin korunması ve geliştirilmesi olarak belirlenmiştir. İhtiyaç duyulan enerji kesintisiz, kaliteli, güvenilir ve ekonomik şartlarda, çevre etkileri de dikkate alınarak üretilmek zorundadır. İDÇS’ye taraf olan ve Kyoto Protokolü’ne hazırlanması ve taraf olması beklenen Türkiye’nin enerji kaynaklarında fosil yakıtlara ağırlık vermesi çevre politikalarına ters düşmektedir. Ülkenin kalkınması için gereken enerji talebinin karşılanması ile bundan kaynaklanan çevresel etkiler arasındaki dengenin sağlanması amacıyla enerji politikaları ile çevre politikalarının eşgüdüm içerisinde olması için çalışmalar yapılmalıdır.

Tezde de ayrıntılı olarak incelenen olumlu yönlerine karşın yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının gerek dünyada gerekse ülkemizde beklenen ve istenen düzeyde olmamasının belli nedenleri vardır. Bunlardan en önemlileri; fosil yakıtlar üzerine kurulu bir piyasanın olması ve bu piyasada var olan yerleşik çıkar ilişkilerinin etkileri, yetersiz teşvikler nedeniyle Ar-Ge çalışmalarının yetersiz kalması, teknolojisi beklenen hızda gelişemeyen ve pahalı olan bu kaynakların halen piyasada rekabet düzeyinin düşük olması, altyapı yetersizlikleri, politik istikrar ve kararlılığın istenen düzeyde olmaması, fiyat oluşumlarında toplumsal (dışsal) maliyetlerin dikkate alınmaması vb. olarak sayılabilir. Tüm bu engellerin ortadan kaldırılabilmesi için en başta güçlü bir politik kararlılık ortaya konulmalı ve ardından yapılacak mevzuat çalışmaları ile gerekli teşvik mekanizmalarının oluşturulması ve böylece ekonomik yönden bu kaynakların tercih edilebilirliğinin artırılması gerekmektedir.

Kendi doğal potansiyelini bilmeyen ve geliştirmeyen ülkeler, enerjide ve ekonomide dışarıya giderek daha da artan oranlarda bağımlı kalmaya mahkumdurlar. Bu nedenle ülkemizin kalkınmasında ihtiyacı olan enerjinin elde edilmesinde olabildiğince öz kaynaklarımızın değerlendirilmesi çalışmaları hızlandırılmalıdır. Üçüncü bölümde de detaylı olarak açıklandığı gibi Türkiye’de zengin bir yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli mevcuttur. Özellikle AB ülkeleri ile kıyaslandığında Türkiye, hemen hemen her bir yenilenebilir kaynak açısından şanslı bir konumdadır. Ancak, ülkenin enerji ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayabilecek durumda olan bu potansiyel hidrolik enerji dışında çok az değerlendirilmektedir.

Öte yandan enerji politikaları oluşturulurken ve enerji üretimi için kaynak seçimi yapılırken seçilen kaynakların topluma yüklediği maliyetler diğer bir ifade ile toplumsal maliyetler de dikkate alınmalıdır. Türkiye’de bu güne kadar bu maliyetlerin dikkate alınması yönünde bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Birinci bölümde de açıklandığı gibi maliyet hesaplamalarında fosil yakıtların çevreye yani topluma verdiği zararların neden olduğu maliyetlerin de dikkate alınması durumunda, ucuz olduğu savunulan bu yakıtlar pahalı hale gelecektir. Bu bağlamda Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının hak ettiği konuma gelmesi için toplumsal (dışsal) maliyetlerin dikkate alınması gerekmektedir. Toplumsal maliyetleri bir rekabet unsuru olarak ele alan enerji piyasası, daha adil olacaktır. Daha temiz enerjiye, daha fazla rekabet şansı tanıyacak böyle bir piyasada yenilenebilir kaynaklar enerji üretiminde öncelikle tercih edilecektir. Bu bağlamda, ülkemizin uzun dönemde enerji talebini karşılayacak en uygun enerji politikasının oluşturulmasında ve bu politikaya uygun programların ortaya konulması için yapılacak çalışmalara çevre boyutunun dahil edilmesi kaçınılmazdır.

Türkiye’nin mevcut enerji kaynakları içerisinde enerji-ekonomi-çevre üçlüsünün işleyişine en iyi cevap veren kaynak yüksek potansiyeli ile yenilenebilir enerji kaynakları olup, yerli kaynak olması, istihdam imkanı sağlaması ve ülke ekonomisine canlılık getirmesi gibi olumlu etkileri dikkate alınarak bu kaynaklara dayalı tesislerin yapımını teşvik edici yasal düzenlemelerin ve teşvik mekanizmalarının bir an önce oluşturulmasına öncelik verilmelidir. Yenilenebilir enerjiye yapılacak yatırımları artırmak amacıyla, hem arz tarafında (yeşil sertifika, yatırım desteği, vergi muafiyeti ya da indirimi, vergi iadesi, doğrudan fiyat desteği

gibi) çeşitli teşvik ve destek politikaları uygulanmalı, hem de talep tarafında yeşil enerji kullanımını yaygınlaştırmak için vergi muafiyetleri ve sübvansiyon gibi uygulamalar yapılmalıdır.

Uygulanması gereken teşvik politikalarının yanısıra toplumun yenilenebilir enerji konusundaki tavrı ve söz konusu politikayı desteklemesi de çok önemlidir. Politikanın uygulanabilirliğinin artması ve sürekliliğinin sağlanması için toplumun buna inanması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını desteklemesi gerekmektedir. Özellikle çevresel sorunlara karşı toplumun bilinçlenmesinde ve yenilenebilir enerji hakkında olumlu görüş sahibi bir toplum yaratılmasında eğitimin rolü çok önemlidir. Okullarda temiz enerji ve çevre bilincini geliştirecek eğitimler yaygınlaştırılmalıdır. Halkta yenilenebilir enerji bilincinin gelişmesi için televizyon programlarında bu konuda bilgilere yer verilmelidir. Son zamanlarda yenilenebilir enerji kaynakları tüm dünyada özellikle, hükümet karar organları, enerji endüstrisi ve çevre kuruluşlarında giderek daha fazla ilgi çekmekte ve medyada daha fazla yer almaktadır. Bu da toplumun bilinçlenmesine katkı sağlamaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerjide kullanım paylarının artırılması ve toplum tarafından desteklenmesi için yapılması gerekenler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Fosil kaynaklarının kullanımında değişim yaşanması zor çünkü yeniliğe karşı insanlar tutucu davranmaktadır. Fakat yeniliğe neden ihtiyaç duyulduğu çok iyi anlatılırsa insanlar bu konuda ikna edilebilir. Bunun yolu insanların

bilinçlendirilmesidir. Bilinçlenme ise eğitimle olur. Bu bağlamda, üretici ve tüketiciler yenilenebilir enerji ve teknolojileri konusunda bilgilendirilmeli ve eğitilmelidir. Yeni ve temiz enerji kaynaklarının kullanımının önemi hakkında kurslar verilmeli, ilk ve orta öğretimde yenilenebilir enerji konulu eğitim programlarına yer verilmelidir. Toplum eğitici filmler yapılmalı, bilgilendirici kitapçıklar dağıtılmalıdır. Medyaya bu konuda büyük görevler düşmektedir.

2. Kamu Kurumlarının enerji ihtiyaçları yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanmalı ve böylece hem talep yaratılmalı hem de topluma örnek olunmalıdır.

3. Ülkemizdeki yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli daha sağlıklı biçimde belirlenmeli ve bu potansiyelin nasıl kullanılacağına yönelik Ar-Ge çalışmaları yapılmalı, bu çalışmaların yapılabilmesi için devlet desteği olmalıdır.

4. Fosil yakıtlar kullanarak çevreyi kirletenler bunun bedelini ödemek zorunda olmalıdır. Bu ise çevresel maliyetlerin enerji fiyatına yansıtılması yani dışsal maliyetlerin içselleştirilmesi ile mümkün olabilir. Sürdürülebilir enerjilerin toplumsal ve çevresel yararları nedeniyle ödüllendirildiği, kirletici enerjilerin ise toplumsal maliyetlerinin fiyatlarına yansıtıldığı bir sistem kurulmalı, yatırımlarda uzun vadede toplumsal maliyeti en düşük projelere öncelik verilmelidir.

5. Politikalar ve hedefler yenilenebilir enerji endüstrilerini bölgesel olarak geliştirebilecek ve istihdamı artıracak şekilde tutarlı ve uzun vadeli olmalıdır.

6. Gerek yatırımcı gerekse tüketiciler için uygun teşvik ve destek mekanizmaları oluşturulmalıdır. Bu konuda devlete büyük rol düşmektedir. Devlet, sektörleri ve piyasayı topluma büyük fayda sağlayacak yenilenebilir kaynaklarının kullanması konusunda yönlendirmeli ve düzenleyici ve destekleyici kuralları koyup uygulamaları izlemelidir.

7. Yenilenebilir enerji teknolojileri konusunda dünyadaki gelişmeler takip edilmeli, ülke içinde yapılacak çalışmalar ve araştırmalar teşvik edilmelidir.

21. yüzyılın başında sahip olduğu rüzgar, hidrolik, jeotermal, biyokütle ve güneş potansiyeli ile dünyanın sayılı ülkeleri arasında yer almasına karşın çevreye, iklime, insan sağlığına ve ekonomiye zararlı fosil yakıtlara bağımlılığı hızla artmakta olan Türkiye tehlikeli bir yol ayrımında bulunmaktadır. Uygulanacak politikalar ile ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artırılabilir ya da bugüne kadar olduğu gibi fosil yakıtlara dayalı politikalarla yenilenebilir enerjilerin gelişimi engellenebilir. Türkiye enerji tüketimini fosil yakıtlara ağırlık vererek sürdürülemez. Fosil yakıtların kullanımının getireceği çevre sorunları düşünülmelidir. Enerjinin ve sağlıklı çevrenin insan yaşamı ve refah düzeyi için vazgeçilmez öğeler olduğu bilinciyle, çevrenin, teknolojik ve sosyal öğelerden oluşmuş bir bütün olarak ele alınması oldukça önem taşımaktadır. Gelişmiş ve çağdaş bir ülke olmanın vazgeçilmez koşulu; teknolojik hedeflere ulaşmanın yanı sıra, sosyal ve sosyo-ekonomik sonuçları bütünlük olarak değerlendirebilen, sorgulayan, katılımcı, ulusal çevre ve enerji bilincine sahip bir toplum olmaktır. Türkiye çağdaş ülke olmanın

gereği olarak çevresel sorunlara karşı duyarlı olmalı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artırılmalıdır.

Sanayi devriminin arkasındaki itici gc kmr ve 20. yzyılın yakıtı ise petrol iken, başta rzgar enerjisi olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişmesi kaçınılmaz olarak fosil yakıt çağının sonunu hazırlamaktadır. lkeler srdrlebilir byme ve daha iyi yaşam şartları arayışına devam ettikçe, yenilenebilir enerji üretimi, dnya çapında bir öncelik haline gelmektedir. Bir yenilenebilir enerji geleceğinin yaratılması, belki de çocuklarımıza ve onların çocuklarına mit dolu bir gelecek ve sınırsız olanaklar aktarabilmemiz için son ve en iyi şansımızdır. Kresel ısınma gibi insanoğlunun geleceğini tehdit eden ciddi evre sorunları gz önüne alınarak yenilenebilir enerji kaynakları konusundaki çalışmaların, araştırmaların, teşviklerin arttırılması oldukça umutlandırıcı gelişmelerdir.

Bu bağlamda, AB mktesebatına uyum srecinde aday ülke olan Trkiye, enerji politikalarını yenilenebilir enerji kaynaklarını içerecek biçimde geliştirmeli ve gereken oluşumları tamamlamalıdır.

## KAYNAKÇA

### I. KİTAPLAR

ALGAN, Nesrin, KAYA DÜNDAR, Ayşe, **Türkiye'nin Çevre Konusunda Verdiği Sözler**, Türkiye Bilimler Akademisi Raporları, TÜBA Çevre Çalışma Grubu, Ankara, 2005.

Avrupa Bilgi Köprüleri Programı, **Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Yansımaları, 4, AB'nin Enerji Politikası, AB'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Avrupa Bilgi Köprüleri Programı Yayını, Ankara, 2003.

Avrupa Bilgi Köprüleri Programı, **Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Yansımaları, 2, AB'de Enerji ve Çevre, AB Enerji Modelleri**, Avrupa Bilgi Köprüleri Programı Yayını, Ankara, 2003.

Avrupa Bilgi Köprüleri Programı, **Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Yansımaları, 3, AB'de Alternatif Enerji Kaynakları, AB'de Doğal Gaz, Petrol, Kömür ve Nükleer Enerji**, Avrupa Bilgi Köprüleri Programı Yayını, Ankara, 2003.

BOCKRIS, O'M John, VEZİROĞLU, T. Nejat, SMITH, Debbi, **Güneş Enerjisi**, İletişim Yayınları, İstanbul, 1998.

DOLUN, Leyla, **Türkiye'de Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kullanılan Kaynaklar**, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Yayınları, Sektörel Araştırmalar, Ankara, 2002.

Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara, Aralık 2004.

Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, **Türkiye'de Enerji Dinamikleri**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara, Aralık 2004.

GERAY, Cevat, **Halk Eğitimi**, İmaj Yayınevi, Ankara, 2002.

GÖKSU, Çetin, **Güneş ve Kent**, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, Ankara, 1993.

GÜRSOY, Umut, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, Ankara, 2004.

İklim Değişikliğinin Etkilerinin Araştırılması Çalışma Grubu, **Duyarlılık Değerlendirmesi, İklim Değişikliğinin Etkileri ve Uyum Önlemleri**, Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Nisan, 2006.  
İNAN, Demir, **Güneş Enerjisinin Isıl Uygulamaları**, Temiz Enerji Vakfı, Ankara, 2001.

İnsan Hakları Koordinatör Üst Kurulu, **Bir İnsan Hakkı Olarak Çevre Hakkı ve Uygulaması, İnsan Hakları Koordinatör Üst Kurulu'nun Çalışmaları IV**, İnsan Hakları Koordinatör Üst Kurulu Yayınları, Ankara, 1999.

KELEŞ, Ruşen, HAMAMCI, Can, **Çevre Politikası**, İmge Kitabevi, Ankara, 2005.

MAZI, Fikret, **Küresel Isınma Avrupa Birliği ve Türkiye**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara, 2003.

MENGİ, Ayşegül, ALGAN, Nesrin, **Küreselleşme ve Yerelleşme Çağında Bölgesel Sürdürülebilir Gelişme AB ve Türkiye Örneği**, Siyasal Kitabevi, Ankara, 2003.

SANCAR, M. Selçuk, **Avrupa Topluluğu'nda Enerji Arzı-Çevre Dengesinin Optimizasyonu ve Türkiye'deki Uygulanabilirliği**, DPT Uzmanlık Tezleri, Ankara, 1992.

TURGUT, Nükhet, **Çevre Hukuku**, Savaş Yayınevi, Ankara, 1998.

Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, **Türkiye'nin Yeni ve Temiz Enerji Kaynakları**, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, 1984.

TÜSİAD, **21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisi'nin Değerlendirilmesi**, TÜSİAD Yayını, İstanbul, 1998.

UĞURLU, Örgen, **Türkiye'de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara, 2006.

ÜNAL, Erol, **Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Yenilenebilir Enerji Piyasaları**, Uzmanlık Tezi, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), Ankara, 2006.

ÜNSAL, İstemi, **Enerji Gündemi ve Sorunlarımız**, TMMOB, EMO Yayını, Ankara, 2004.

## **II. RAPORLAR**

DPT, **Enerji Üretiminde Çevre Politikaları Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, DPT Yayını, Ankara, 1992.

Dünya Enerji Komisyonu Türk Milli Komitesi, **Enerji Raporu 1996**, Dünya Enerji Komisyonu Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara 1997.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Climate Change 2007: The Physical Science Basis", Working Group I, Fourth Assessment Report, Paris, 2007.

DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, DPT Yayını, Ankara, 2000.

DPT, **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, DPT Yayını, Ankara, 2001.

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **2003-2004 Türkiye Enerji Raporu**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara, 2006.

**Sera Gazları Emisyon Envanteri 2006 Taslak Raporu**, Nisan 2006.

DPT, **Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Çevre Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, DPT Yayını, Ankara, 2006.

DPT, **Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, DPT Yayını, Ankara, 2006.

### III. MAKALELER

ACAROĞLU, Mustafa, “AB Sürecinde Türkiye’de Biyodizel Üretimi”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-II, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006.

ACAROĞLU, Mustafa, “Modern Biyokütle-Biyomotorin Enerji Üretimine Geçişte Yasal Sorunlar ve Öneriler”, **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt I**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003.

AKALIN, Atilla, “Yenilenebilir Enerji”, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, Sayı 46, Kasım 2006.

ALGAN, Nesrin, “Enerji ve Çevre Etkileşimi Konusunda Uluslararası Tüzel Düzenlemeler ve Türkiye”, **Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, ‘Küreselleşmenin’ Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO, Ankara, Aralık 2001.

ALTAN, Metin, YÖRÜKOĞULLARI, Ertuğrul “Hidrojen-Zeolit Sisteminin Çevre ile Etkileşimi”, **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II**, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000.

ARAT, Güzin, TÜRKEŞ, Murat, “Uluslararası Sözleşmeler Ön Rapor”, **Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli, Vizyon 2023: Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi**, Ankara, 2002.

ARIKAN, Yunus, “İklim Değişikliği ile Savaşım Politikalarında Biyoyakıtlar ve Avrupa Birliği”, **Biyoyakıt Dünyası**, Sayı 4, Ankara, Kasım 2006.

ARIKAN, Yunus, “Kyoto Protokolü Öncesinde Değişen İklim, Kızıışan Müzakereler ve Türkiye”, **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt I**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003.

ATAÇ, Atilla, LEBLEBİCİ, Ahmet, “Türkiye’de Hidroelektrik Enerjinin Gelişimi”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006.

ATAGÜNDÜZ, Gürbüz, “Dünya İklim Modelleri ve İklim Değişim Hızını Yavaşlatacak Bazı Tedbirler”, **Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, ‘Küreselleşmenin’ Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO, Aralık 2001, Ankara.

ATAMER ALPAN, Sema, “İklim Değişikliği Sözleşmesi ve Enerji Politikaları”, **Türkiye II. Enerji Sempozyumu, 2000’li Yıllarda Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO Yayını, İstanbul, Mayıs, 2000.

ATAMER ALPAN, Sema, “Küreselleşmenin Bir Aracı: Kyoto Protokolü”, **Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, ‘Küreselleşmenin’ Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO, Aralık 2001, Ankara.

ATEŞOK, Gündüz, “Enerjinin Stratejik Önemi ve Türkiye”, **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt I**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003.

BAYOĞLU, Sayhan, “Türkiye’nin Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Yeniden Değerlendirilmesi ve Gelişim Stratejisinin Yenilenmesi Gereklidir”, **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003.

BAYRAM, Altan, BAYAR, Senem Bulut, “Türkiye İçin Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları”, **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II**, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000.

BÜKE, Tayfun, KÖNE, Aylin Çiğdem, “Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı Çerçevesinde Türkiye’nin Enerji Tüketiminin Analitik Şebeke Yöntemiyle İncelenmesi”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-II, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006.

CEBECİ, Mehmet, “Bölgemizin Enerji Kaynakları ve Enerji Projeksiyonu”, **Güneydoğu Anadolu Bölgesi Enerji Forumu 2005, 2-3 Aralık 2005, Bildiriler Kitabı**, TMMOB EMO Diyarbakır Şubesi, Diyarbakır, 2006.

ÇAĞLAR, Mehmet, “Türkiye’de Biyodizel Konusunda Yasal Altyapı, Yatırım ve Dünya Perspektifi”, PAL (Petrol Araştırma Merkezi) Danışma Kurulu Toplantısı, EİEİ, Ankara, 3 Şubat 2006.

ÇAĞLAR, Mehmet, ALTUNTAŞOĞLU Zerrin T., “Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji”, **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003.

ÇİMEN, Bayar, “Fosil Çıkmazından Güneş Enerjisi İle Kurtulmak”, **Enerji Dünyası**, Sayı 47, Ocak 2007.

ÇOLAK, İlhami, BAYINDIR, Ramazan, SEFA, İbrahim, DEMİRBAŞ, Şevki, ERGEN, Halil, “Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

ÇUBUK, M. Handan, HEPERKAN, Hasan, “Orhaneli Linyitine %5 Biyokütle İlavesinin SO<sub>2</sub> Emisyonuna Etkisi”, **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II**, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000.

DAĞISTAN, Hayrullah, “Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006.

DEMİREL, Zeynel, “Jeotermal Enerjinin Ülkemiz İçin Önemi ve Yasal Durumu”, **Birlik Haberleri**, Türk Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği Yayını, Yıl:23, Kasım 1996.

DENİZ, Nurdani, “Enerji ve Çevre Mevzuatı”, **Türkiye II. Enerji Sempozyumu, 2000’li Yıllarda Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO Yayını, İstanbul, Mayıs, 2000.

DİZGE, Nadir, CANLI, Oltan, KARPUZCU, Mehmet “Biyodizel Kullanımın Çevre için Önemi”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

DOĞANER GÖNEL, Feride, ŞAHİN, Serçin, “AB Çevre Müktesebatı Çerçevesinde Aday Ülkelerin ve Türkiye’nin Enerji Piyasasının Durumu”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-II, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006.

DOĞANER GÖNEL, Feride, “Çevre Dostu Enerji Kullanımı: Ne Kadarı Gerçek Ne Kadarı Hayal”, **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt I**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003.

EGE, A. Yavuz, “Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası ve Türkiye’nin Uyumu”, **AB’nin Enerji Politikası ve Türkiye**, Avrupa Bilgi Köprüleri Programı, Ankara, 2004.

ERİŞ, Zeki, Aybar, “Türkiye ve Avrupa’da Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Gelişimi”, **Eneji&Kojenerasyon Dünyası**, sayı 42, Mayıs-Haziran 2006.

ERİŞ, Ahmet, “Enerji Politikaları ile Yerli, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, **Türkiye VI. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, TMMOB Yayını, Ankara 2003.

EROĞLU, Veysel, “Ülkemizin Hidroelektrik Potansiyeli ve Yakın Gelecekteki Önemi”, **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003.

EROĞLU, Veysel, “İklim Değişikliği ile Mücadelede Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Artırılması”, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, Sayı 43, Temmuz-Ağustos 2006.

EROĞLU, Veysel, “İklim Değişikliği ile Mücadele: Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Artırılması (1. Bölüm)”, **Eneji&Kojenerasyon Dünyası**, sayı 42, Mayıs-Haziran 2006.

ERTÜRK, Oğuz, YILDIRIM, Ayşe, UYGUR, Ekmel, KURU, Feridun KARTALOĞLU, Erkan, “Enerji Kaynağı Olarak Hidrojen ve Temiz Enerjilerin AB Müktesebatı ve Uyum Sürecindeki Yeri”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006.

GENÇOĞLU, Muhsin, CEBECİ, Mehmet, “Türkiye’nin Enerji Kaynakları Arasında Güneş Enerjisinin Yeri ve Önemi”, **Türkiye 8. Enerji Kongresi, 21. Yüzyılda Sürdürülebilir Kalkınma İçin Enerji ve Teknoloji, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gelişimi, Sürdürülebilir Gelecek İçin Enerji Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Ankara, 2000.

GÖREZ, Turgut, ALKAN, Ahmet, “Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerji Potansiyeli”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

GÜLBAHAR, Necati, KILINÇ, Mustafa “Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Türkiye’nin Temiz ve Güvenilir Enerji Kaynakları”, **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II**, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000.

GÜLER, Önder, “Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Durumu ve Geleceği”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006.

GÜNER BACANLI, Ülker, “Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerjinin Önemi”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006.

GÜRBÜZ, Atilla, “Enerji Verimliliğinin Emisyonlara Etkisi”, **İklim Değişikliği Sözleşmesi Çerçevesinde Enerji Sektörü**, Ankara, 2006.

KARAOSMANOĞLU, Filiz, “Yenilenebilir Enerji”, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, Sayı 45, Ekim 2006.

KARAOSMANOĞLU, Filiz, “Yenilenebilir Enerji”, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, Sayı 46, Kasım 2006.

KAYA, Durmuş, “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması” Tübitak- Marmara Araştırma Merkezi, ETKB, Ankara, Mayıs 2006.

KAYMAKÇIOĞLU, Fatih, ÇİRKİN, Tamer, “Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi ve Elektrik Üretimi”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

KENTLİ, Fevzi, “Jeotermal Enerjinin Ülkemiz Açısından Değerlendirilmesi”, **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II**, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000.

KOÇAK, Ali, “Türkiye’de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli”, **Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, ‘Küreselleşmenin’ Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO, Ankara, Aralık 2001.

KOÇAK, Ali, “Türkiye’de Uygulamada Olan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Biri: Jeotermal Enerji”, **Türkiye II. Enerji Sempozyumu, 2000’li Yıllarda Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO Yayını, İstanbul, Mayıs, 2000.

KOÇAK, Ali, “Türkiye’de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli”, **Türkiye 8. Enerji Kongresi, 21. Yüzyılda Sürdürülebilir Kalkınma İçin Enerji ve Teknoloji, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gelişimi, Sürdürülebilir Gelecek İçin Enerji Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Ankara, 2000.

KÖKÇAM, Zeynel, BAHADIR, Ayça Erem, “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye”, **Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, ‘Küreselleşmenin’ Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO, Aralık 2001, Ankara.

KÖSE, Ramazan, TUĞCU, Abdullah, ARSLAN, Oğuz, “Simav Yöresi Jeotermal Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretiminin İrdelenmesi”, **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003.

KULÖZÜ, Neslihan “Yenilenebilir Enerji Politikaları: Fransa Örneği”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

KUMBUR, Halil, ÖZER, Zafer, ÖZSOY, Duygu, AVCI, Deniz, “Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

MERTOĞLU, Orhan, BAKIR, Nilgün, “Türkiye’de Jeotermal Uygulamalarında Son Durum ve 2013 Yılı Hedefleri”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006.

MERTOĞLU, Orhan, DOKUZ, İsmail, BAKIR, Nilgün, “Türkiye’deki Mevcut Jeotermal Uygulamalar ve Projeksiyonların Önemi ve Dünyadaki Yeri”, **Türkiye 8. Enerji Kongresi, 21. Yüzyılda Sürdürülebilir Kalkınma İçin Enerji ve Teknoloji, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gelişimi, Sürdürülebilir Gelecek İçin Enerji Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Ankara, 2000.

MERTOĞLU, Orhan, BAKIR, Nilgün, KAYA, Tevfik, “Türkiye’de Jeotermal Elektrik Dışı Uygulamalar İle İlgili Son Üç Yılda Gelişmeler Sorunlar ve Çözüm Önerileri”, **Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji Sektöründe Serbestleşme, Yeni Politika, Stratejiler ve Sosyo-Ekonomik Etkileri Cilt II**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, İstanbul, 24-27 Eylül 2003.

OKANDAN, Ender, “İklim Değişikliği Sözleşmesi Çerçevesinde Enerji Sektörü Çalıştayı”, ODTÜ Petrol Araştırma Merkezi, 11 Mayıs 2006, Ankara.

ÖZÇİMEN Didem, KARDAŞLAR Dilruba, ÇULCUOĞLU Esin, KARAOSMANOĞLU Filiz, “Biyomotorin Nedir?”, **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II**, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000.

ÖZYURT, Mustafa, DÖNMEZ, Güncel, “Alternatif Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

PEHLİVAN, Cihangir, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarla Elektrik Santralleri”, **III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt II**, İTÜ, Temiz Enerji Vakfı, İGDAŞ, İstanbul, 2000.

SAĞLAM, Mustafa, UYAR, Tanay Sıtkı, “Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

SARAÇOĞLU, Nedim, “Enerji Ormanları”, **Birlik Haberleri**, Türk Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği Yayını, Yıl:23, Kasım 1996.

SELİCİ, Tülay, UTLU, Zafer, İLTEN, Nadir, “Enerji Kullanımının Çevresel Etkileri ve Sürdürülebilir Gelişme Açısından Değerlendirilmesi”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

SERPEN, Umran, “Türkiye’de Jeotermal Enerji Sektörü, Sorunları ve Çözümler”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006.

SEZER, H. Ruhan, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Elektrik Sistemine Teknik ve Ekonomik Etkileri ve AB Uygulamaları”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

SOYLU, Ahu, TÜRKAY, Metin, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Geçiş Sürecinin Planlanmasında Doğrusal En İyileme Tekniğinin Kullanılması”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

ŞAHİN, Mustafa, “İklim Değişikliği Ulusal Bildirim Çalışmalarında Sona Yaklaşıldı”, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, Sayı 43, Temmuz-Ağustos 2006.

ŞAHİN, Mustafa, “İklim Değişikliği ve Türkiye”, **İklim Değişikliği İçin Paydaşlar Buluşması**, İstanbul, Nisan 2006.

ŞANLI, Hüseyin, ÇANAKÇI, Mustafa, “Dizel Motorlar için Yükselen Bir Alternatif Yakıt: Biyodizel”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

\_\_\_\_\_, “Rüzgar Enerjisi Dosyası”, **Çevre ve Mühendis**, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Yayını, Sayı-21-22, 2001.

\_\_\_\_\_, “Wave and Marine Current Energy”, Status and Research and Reserach Priorities, Ocean Energy Systems, International Energy Agency (IEA), 2003.

\_\_\_\_\_, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Dalga Enerjisi”, **EP&G Teknik, Enerji Petrol&Gaz Gazetesi**, Sayı 10, 15.12.2006.

TERZİ, Ümit K., ALKAN, Murat, “Dalga Enerjisi Sistemleri, Ekonomisi, Çevresel Etkileri ve Ülkemiz için Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi”, **Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-II, 27-30 Kasım 2006**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006.

TOKA, Bülent, “Ülkemizin Jeotermal Enerji Potansiyeli Nedir?”, **Madencilik Bülteni**, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Sayı 77, Nisan-Mayıs-Haziran 2006.

TUTUŞ, Ayla “Barajlar ve Hidroelektrik Santraller”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

TÜRKEŞ, Murat, KILIÇ, Gönül, “Avrupa Birliği’nin İklim Değişikliği Politikaları ve Önlemleri”, **V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi**, TMMOB, Çevre Mühendisleri Odası, Ankara, 2003.

UTLU, Zafer, “Biyodizel Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Atık Kızartma Yağlarının Değerlendirilmesi”, **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005**, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2005.

UYAR, Tanay Sıtkı, “Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu, Rüzgar Enerjisi Dosyası”, **Çevre ve Mühendis**, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Yayını, Sayı-21-22, 2001.

UYAR, Tanay Sıtkı, “Güçlenen Rüzgar Gelecek On Yılın Enerjisi”, “Rüzgar Enerjisi Dosyası”, **Çevre ve Mühendis**, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Yayını, Sayı-21-22, 2001.

UYAR, Tanay Sıtkı, “Türkiye Rüzgar Enerjisi Kullanım Programı”, **Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler ve Türkiye’deki Uygulamaları Konferansı, Bildiriler Kitabı, 3-4 Nisan 1999**, TMMOB İstanbul Şubesi, MMO Yayını, İstanbul, 1999.

UYAR, Tanay Sıtkı, “Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu”, Kocaeli Üniversitesi Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynak ve Teknolojileri Araştırma Birimi, 2005.

UYGAR, Özesmi, ALTUNTOP, Necdet, “Doğa Dostu Enerji Kullanımı için Yeni Fırsatlar, Değişen İklim Değil, Enerji Olsun”, **TEMA Vakfı Raporu**, İstanbul, 06 Mart 2007.

ÜLGEN, Ümit, “Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler”, **Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler ve Türkiye’deki Uygulamaları Konferansı, Bildiriler Kitabı, 3-4 Nisan 1999**, TMMOB İstanbul Şubesi, MMO Yayını, İstanbul, 1999.

\_\_\_\_\_, “Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Gelecek Senaryoları”, **Eneji&Kojenerasyon Dünyası**, sayı 42, Mayıs-Haziran 2006.

\_\_\_\_\_, “Yenilenebilir Enerji”, **Enerji Dünyası, Kojenerasyon, Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Dergisi**, Sayı 44, Eylül, 2006.

\_\_\_\_\_, “Kyoto Protokolü 1 Yaşında”, **Eneji&Kojenerasyon Dünyası**, sayı 41, Nisan 2006.

VARINCA, Kamil B., VARANK, Gamze, “Güneş Kaynaklı Farklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Kıyaslanması ve Çözüm Önerileri”, Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

“Wave Energy Utilization in Europe-Current Status and Perspectives”, **European Thematic Network on Wave Energy**, Centre for Renewable Energy Sources (CRES), Greece, 2002.

YILMAZ, Özlem, CAN, Şahine, “Enerji Üretimi Maliyetine Farklı Bir Bakış”, **Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, ‘Küreselleşmenin’ Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO, Ankara, Aralık 2001.

YÖRÜKOĞLU, Abdülkerim, “Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Çevre”, **Eneji&Kojenerasyon Dünyası**, sayı 42, Mayıs-Haziran 2006.

#### IV. ELEKTRONİK MAKALELER

“Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı”, IV. Kısım, 14. bölüm, [www.abgs.gov.tr](http://www.abgs.gov.tr), 02.05.2007.

Türkiye Jeotermal Derneği, “Jeotermal Enerji Nedir?”, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/>, 24.10.2006.

Greenpeace, “Küresel Rüzgar Enerjisine Bakış 2006 Raporu”, GWEC, [www.greenpeace.org/international/press/reports/](http://www.greenpeace.org/international/press/reports/), Eylül 2006

[http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/14jeotermal\\_enerjinin\\_kullanim\\_alanlari.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/14jeotermal_enerjinin_kullanim_alanlari.html), 16.01.2007, 29.01.2007.

KESKİN, Betül “Küresel Isınma”, [http://www.cevre.metu.edu.tr/Yazilar/son\\_kuresel\\_isinma.doc](http://www.cevre.metu.edu.tr/Yazilar/son_kuresel_isinma.doc), 11.04.2007.

[http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/13turkiyede\\_jeotermal\\_enerji.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/13turkiyede_jeotermal_enerji.html), 29.01.2007.

<http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, 02.12.2006, 18.05.2007, 20.05.2007.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, “Hidrojen Enerjisi”, [http://www.eie.gov.tr/hidrojen/index\\_hidrojen.html](http://www.eie.gov.tr/hidrojen/index_hidrojen.html), 19.10.2006.

Çevre ve Enerji, Çevre İstatistikleri, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr), 15.05.2007.

“OECD in figures, statistics on member countries”, [www.oecd.org](http://www.oecd.org), 18.12.2006.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi, Türkiye Rüzgar Atlası, <http://www.eie.gov.tr>, 16.02.2007.

[www.rec.org.tr/files/iklim/iklimbelgeler/17Johannesburg%20TR%20Iklim%20-%20Turkce.doc](http://www.rec.org.tr/files/iklim/iklimbelgeler/17Johannesburg%20TR%20Iklim%20-%20Turkce.doc), 25.11.2006.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, <http://www.cevre.org/TCM/Sozlesmeler/BM%20Iklim%20Degisikligi%20Cerceve%20Soz..htm>, 02.03.2007.

Repa Hakkında, <http://repa.eie.gov.tr/>, 19.05.2007.

“Enerji Kaynakları ve Yenilenebilir Enerji”, [http://www.eie.gov.tr/turkce/en\\_tasarufu/en\\_tas\\_etkinlik/2005\\_bildiriler/oturma7/PinarAkay.doc](http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarufu/en_tas_etkinlik/2005_bildiriler/oturma7/PinarAkay.doc), 20.04.2007.

Geothermal Education Office, “Geothermal Energy Facts”, <http://geothermal.marin.org/geoenergy.html#using-geo>, 23.10.2006.

ÜLTANIR, Mustafa Özcan, “Rüzgar, Su ve Türkiye”, <http://www.ressiad.org.tr/makaleler>, 25.01.2007.

AKGÜN, Nezihe, “Yenilenebilir Enerji, Rüzgar Enerjisi”, Dört Mevsim Meteoroloji Bülteni, [www.meteor.gov.tr](http://www.meteor.gov.tr), 20.05.2007.

İNCEDAYI, Deniz, “Çevresel Duyarlık Bağlamında Davranış Biçimi Olarak, Sürdürülebilirlik”, <http://www.cmo.org.tr/yayin/rapor/cevredurumraporu>, 13.01.2007.

<http://old.mo.org.tr/mimarlikdergisi/>, 24.03.2007.

TEİAŞ APK Dairesi Başkanlığı, [www.teias.gov.tr](http://www.teias.gov.tr), 19.05.2007.

Rüzgar Enerjisi Çalışmaları, [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr), 21.05.2007.

Türkiye İstatistik Kurumu, Enerji İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr>, 01.03.2007.

EİEİ, Türkiye’de Güneş Enerjisi, [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr), 19.05.2007.

Elektrik Piyasası Lisans İşlemleri, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına İlişkin Diğer Bilgiler, [www.epdk.org.tr](http://www.epdk.org.tr), 14.04.2007.

4628 sayılı “Elektrik Piyasası Kanunu” [http://www.epdk.org.tr/mevzuat/kanun/elektrik/elektrik\\_piyasalari\\_kanunu.doc](http://www.epdk.org.tr/mevzuat/kanun/elektrik/elektrik_piyasalari_kanunu.doc), 04.12.2006.

DSİ Genel Müdürlüğü, “Baraj Nedir?”, <http://www.dsi.gov.tr/cocuk/cocuk.htm>, 22.10.2006.

“Sera Gazı Azatılımı ve Güneş Enerjisi”, <http://www.eurosolar.org.tr>, 10.10.2006.

“Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanunu Tasarısı”, <http://www.mta.gov.tr/jeotermal.doc>, 25.01.2007.

UĞUR, Ayfer “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun Tasarısı”, [www.emo.org.tr](http://www.emo.org.tr), 25.01.2007.

Tanay Sıtkı UYAR, “Yenilenebilir Enerji”, <http://www.bugday.org/article.php?ID=79>, 23.10.2006.

“İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma”, [www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler](http://www.rec.org.tr/files/iklim/iklim-belgeler), 23.11.2006.

DULUPÇU, Murat Ali, “Sürdürülebilir Kalkınma Politikasına Yönelik Gelişmeler”, [www.dtm.gov.tr/ead/DTDERGI/OCAK2001/politika](http://www.dtm.gov.tr/ead/DTDERGI/OCAK2001/politika), 13.03.2007.

<http://bilimselkonular.com/ozel-dosyalar/alternatif-enerji.html>, 21.05.2007.

## **V. İNTERNET SAYFALARI**

<http://www.mmo.org.tr/>

[www.teias.gov.tr](http://www.teias.gov.tr)

<http://repa.eie.gov.tr/>

<http://www.epdk.org.tr/>

<http://www.enerji.gov.tr/>

<http://www.eie.gov.tr/>

<http://www.dsi.gov.tr/>

<http://www.tubitak.gov.tr/>

<http://www.crest.org/energyenvironment/index.html>

<http://www.meteor.gov.tr>

<http://www.ressiad.org.tr/>

<http://www.ruzgarenerjisibirli.org.tr/>

[http://www.eere.energy.gov/RE/wind\\_environment.html](http://www.eere.energy.gov/RE/wind_environment.html)

<http://www.belgenet.com>

<http://europa.eu/scadplus/leg/en/s14000.htm#REN>

<http://www.dpt.gov.tr>

<http://www.mta.gov.tr>

<http://www.ipcc.ch>

<http://www.tuik.gov.tr>

<http://www.abgs.gov.tr>

<http://www.bilimselkonular.com/>

## **VI. GAZETE HABERLERİ**

“Küresel Isınma”, Sabah Gazetesi, 14.01.2007, s. 12.

“Jeotermalde Avrupa’da Birinciyiz”, Cumhuriyet Gazetesi, 26.10.2006.

“Yarının Çiftçileri Birer Enerji Üreticisi Olacak”, Cumhuriyet Gazetesi Haftalık Eki, 10.10.2006.

“Lisans Sorununu Çözmek Şart”, Cumhuriyet Gazetesi, 25.10.2006.

“Çöpten Temiz Enerji Üretiliyor”, Cumhuriyet Gazetesi, 27.10.2006.

“Doğal gaz gibi kullanabiliriz”, Cumhuriyet Gazetesi, 28.10.2006.

“Türkiye’nin Rüzgar Atlası Tamamlandı”, Gözlem (Haftalık Yerel Gazete), İzmir, 13.01.2007.

“Yatağan Termik Santrali Çevreyi Katlediyor”, Milliyet Gazetesi, 17.12.2006.

“Yatağanlı Çocuklar Kurşun Yüklü”, Milliyet Gazetesi, 18.12.2006.

## **VII. DİĞER KAYNAKLAR**

10.05.2005 tarih ve 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”.

18/04/2007 tarih ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu

5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun.

Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi Verilmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik.

**BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi**, Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004.

Çevre ve Orman Bakanlığı, “İklime Özen Göstermek”, **İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü için Kılavuz**, 2004.

Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market.

EU COM (97) 559 final (26/11/1997), “Energy for the Future: Renewable Sources of Energy”, White Paper for a Community Strategy and Action Plan.

**DPT, Avrupa Birliği ile İlişkiler Genel Müdürlüğü, Türkiye için Katılım Ortaklığı Belgesi** (14 Nisan 2003 tarihinde AB Konseyi Tarafından Kabul Edilen Nihai Metin), Ankara, Nisan, 2003.

**Gezelim Görelim Programı**, TRT 1, 2006.

YEKS 2005, “Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları-Enerji Yönetimi Sempozyumu Sonuç Bildirgesi”, Kayseri, 03-04 Haziran 2005.

## ÖZET

Dünyadaki nüfus artıp ihtiyaçlar çeşitlendikçe, "daha çok" ve "daha iyi" yi isteyen insan, yeni enerji kaynakları arayışına girmiş ve yakılmasıyla daha fazla enerjiyi açığa çıkaran fosil yakıtlara yönelmiştir. Fakat kısa bir sürede bu yakıtların doğaya ve canlıların sağlığına verdiği zararlar etkisini göstermiş ve sağladığı faydayı gölgelemiştir. Fosil kaynaklar "insanlığın gelişmesi" adına tüketildikçe, atıklarıyla doğal çevre de tükenmeye başlamıştır.

Tezde, arz güvenliği, sosyo-ekonomik ve çevresel açıdan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin nedenleri açıklanarak, sürdürülebilir kalkınma ile enerji arasındaki ilişki incelenmiş, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü'ne giden süreçte yenilenebilir enerjinin önemi ortaya konulmuştur. Ardından yenilenebilir enerji kaynakları olumlu ve olumsuz yönleri ile birlikte açıklanmıştır. İklim değişikliğinin ülkemizdeki yansımaları ve İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile Kyoto Protokolü'nde Türkiye'nin durumu incelendikten sonra, yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye'deki potansiyelleri ve bu potansiyellerin ne ölçüde kullanıldığı, yenilenebilir enerji kaynakları hakkındaki mevzuat ile birlikte genel olarak anlatılmıştır.

## **ABSTRACT**

As the world's population keeps growing and their needs increase in variety; the human being, willing to have “more” and “better”, have already started to seek new energy resources and have started to tend to use fossil fuels which produce more energy. However, in a short period of time, the harmful effects of these fuels influenced not only the nature but also the health of the living creatures therefore these harmful effects have surpassed their benefits. As the fossil fuels have been consumed for the sake of “the evolution of the human beings”, natural environment has also been altered by their waste.

In this study, by explaining the motive of the tendency to the renewable energy resources according from the aspects of security of supply, socio-economy and environment, the relation between the energy and the sustainable development are introduced and the importance of the renewable energies through the processes of Climate Change Framework Convention and the Kyoto Protocol are discussed substantially.

Then, the description of each renewable energy resource is given and all these resources are explained considering both their positive and negative aspects. After analysing the effects of the climate change in our country and the situation of United

Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol in Turkey, the renewable energy policy is argued. Afterwards, both the potential of each renewable energy source and its evaluation level are explained and eventually the legislation on the renewable energy sources is emphasized.