

**T.C.**  
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**KAMU YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**  
**SİYASET VE SOSYAL BİLİMLER BİLİM DALI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE TÜRKİYE**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Hazırlayan**  
**Emrah Hüseyin GEZER**

**Tez Danışmanı**  
**Yrd. Doç. Dr. Seçil Mine TÜRK**

**Ankara-2013**



**T.C.**  
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**KAMU YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**  
**SİYASET VE SOSYAL BİLİMLER BİLİM DALI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE TÜRKİYE**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Hazırlayan**  
**Emrah Hüseyin GEZER**

**Tez Danışmanı**  
**Yrd. Doç. Dr. Seçil Mine TÜRK**

**Ankara-2013**

## ONAY

Emrah Hüseyin GEZER tarafından hazırlanan, "Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye" başlıklı bu çalışma, 12.12.2013 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Kamu Yönetimi Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Kemal GÖRMEZ

Doç. Dr. Yücel UYANIK

Yrd. Doç. Dr. Seçil Mine TÜRK

## ÖZET

**GEZER Emrah Hüseyin. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Türkiye, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2013.**

Artan nüfus ve mevcut kaynakların yetersizliği sonucu ihtiyaçlar da aynı yönde artış göstermiş, "daha iyi"yi isteyen insan, yeni enerji kaynakları arayışına girmiştir. Yakılmasıyla daha fazla enerjiyi açığa çıkaran fosil yakıtlar doğaya ve canlıların sağlığına zarar vermiş ve sağladığı faydayı gölgelemiştir. Fosil yakıtlar tüketildikçe, atıklarıyla doğal çevre de tükenmeye başlamıştır. Çalışmamda, yenilenebilir enerji kaynakları hakkında genel bilgi verilmiş, ardından yenilenebilir enerji kaynakları olumlu ve olumsuz yönleri ile birlikte açıklanmıştır. Söz konusu enerji kaynakları ile ilgili dünya ülkelerinin ve Türkiye'nin izlediği politikalar tartışılmıştır. Bunu yanı sıra Türkiye'nin enerji politikaları incelenerek yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye'deki potansiyelleri ve bu potansiyellerin ne ölçüde kullanıldığı, yenilenebilir enerji kaynakları hakkındaki mevzuat ile birlikte genel olarak anlatılmıştır. Çalışmada; Avrupa Birliği ve Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yaklaşımları karşılaştırmalı olarak incelenmekte olup, bu ekseninde, Türkiye'nin geçmiş ve günümüzdeki çalışmalarının geleceğe yansması ve çeşitli politika önerileri üzerinde durulmaktadır

### **Anahtar kelimeler:**

- 1.Yenilenebilir Enerji,
- 2.Fosil Yakıtlar,
- 3.Türkiye'nin Enerji Politikaları,
- 4.Avrupa Birliği

## **ABSTRACT**

**GEZER Emrah Hüseyin. Renewable Energy Sources And Turkey. Master Thesis. Ankara. 2013.**

As a result of rising population of the World and inability of the available resources, needs also increase in variety; the human being, willing to have “better”, have already started to seek new energy resources. Fossil fuels which produce more energy by being burned have damaged 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, the general information was given about the renewable energy resources, then renewable energies were explained in terms of negative and positive ways. The policies of World countries and Turkey related to energy sources were discussed. Apart from that, 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. In the study; Turkey and the EU’s approaches on renewable energy sources are analysed as comparatively; in this basic, the reflection of Turkey’s performance from the past and today to the future and different political solutions are searched.

### **Key Words:**

- 1.Renewable energy,
- 2.Fossil Fuels,
- 3.Turkey’s energy policies,
- 4.European Union

## ÖNSÖZ

Türkiye'nin enerji ile ilgili kalkınma politikalarının incelenmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması hedeflerinin bir arada değerlendirilmesi ile enerji politikalarının oluşturulması gerektiği bakış açısıyla hazırladığım bu çalışmamda, çok yoğun olmasına karşın tez yöneticiliğimi kabul eden saygıdeğer hocam Yrd. Doç. Dr. Seçil Mine Türk'e bana çalışmamın her aşamasında gerek tavsiyeleri ve yönlendirmeleri, gerekse gösterdiği anlayış, sabırlı ve olumlu yaklaşımı ile verdiği büyük destek için teşekkür ederim. Ayrıca, tez hazırlama sürecinde, yapıcı tavsiyeleri ile tezime büyük katkı sağlayan saygıdeğer hocam, bölüm başkanım Prof. Dr. Kemal Görmez 'e çok teşekkür ederim.

Anlatım ve dilbilgisine yönelik düzeltmeleri yapmamda, tezi inceleyerek yardımda bulunan, verdiği manevi güçle her daim yanımda olan sevgili arkadaşım Eylem Dağaşar 'a; öte yandan metnin biçimsel şartlara uygun duruma getirilmesinde katkılarıyla bana destek olan değerli arkadaşım Ayşe Gülgün İşli 'ye; hayatımın en önemli dönüm noktalarında yanımda olan ve destek veren sevgili Gizem Turğut 'a; yine olumlu yaklaşımıyla çalışmalarına ışık tutan, başlangıçtan beri gösterdiği anlayış, verdiği moral ve destek ile tezin hazırlanma sürecini kolaylaştıran saygıdeğer Dr. Yakup Özkaya'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 anneme; en derin sevgilerimle teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|                        |      |
|------------------------|------|
| ÖZET .....             | i    |
| ABSTRACT .....         | ii   |
| ÖNSÖZ .....            | iii  |
| İÇİNDEKİLER .....      | iv   |
| TABLolar LİSTESİ ..... | vii  |
| ŞEKİLLER LİSTESİ ..... | viii |
| GİRİŞ .....            | 1    |

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ENERJİ VE YENİLEBİLİR ENERJİ KAVRAMI

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 1.1.ENERJİ KAVRAMI .....                      | 3  |
| 1.2. ENERJİ KAYNAKLARI .....                  | 4  |
| 1.2.1 Birincil Enerji Kaynakları .....        | 5  |
| 1.2.1.1 Yenilenemeyen Enerji Kaynakları ..... | 5  |
| 1.2.1.1.1 Fosil Enerji ve Kaynakları .....    | 6  |
| 1.2.1.1.1.1 Petrol .....                      | 6  |
| 1.2.1.1.1.2 Kömür .....                       | 8  |
| 1.2.1.1.1.3 Doğalgaz .....                    | 9  |
| 1.2.1.1.2 Nükleer Enerji .....                | 11 |
| 1.2.1.2 Yenilenebilir Enerji Kaynakları ..... | 12 |
| 1.2.2. İkincil Enerji Kaynakları .....        | 12 |

## İKİNCİ BÖLÜM

### YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 2.1. GÜNEŞ ENERJİSİ .....                               | 14 |
| 2.1.1. Güneş Enerjisine İlişkin Genel Açıklama .....    | 14 |
| 2.1.2 Güneş Enerjisinden Faydalanma Maliyeti .....      | 20 |
| 2.1.3 Güneş Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri ..... | 21 |
| 2.2 RÜZGAR ENERJİSİ .....                               | 24 |
| 2.2.1 Rüzgar Enerjisine İlişkin Genel Açıklama .....    | 24 |

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.2 Rüzgar Enerjisinden Faydalanma Maliyeti.....                  | 31        |
| 2.2.3 Rüzgar Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri .....            | 32        |
| <b>2.3 HİDROELEKTRİK ENERJİ.....</b>                                | <b>34</b> |
| 2.3.1 Hidroelektrik Enerjiye İlişkin Genel Açıklama.....            | 34        |
| 2.3.2 Hidroelektrik Enerjiden Faydalanma Maliyeti .....             | 38        |
| 2.3.3 Hidroelektrik Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri .....     | 39        |
| <b>2.4 JEOTERMAL ENERJİ.....</b>                                    | <b>41</b> |
| 2.4.1 Jeotermal Enerjiye İlişkin Genel Bilgi.....                   | 41        |
| 2.4.2 Jeotermal Enerjiden Faydalanma Maliyeti .....                 | 46        |
| 2.4.3 Jeotermal Enerjinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri.....            | 47        |
| <b>2.5 BİYOKÜTLE ENERJİSİ.....</b>                                  | <b>48</b> |
| 2.5.1 Biyokütle Enerjisine İlişkin Genel Bilgi .....                | 49        |
| 2.5.2 Biyokütle Enerjiden Faydalanma Maliyeti .....                 | 53        |
| 2.5.3 Biyokütle Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri .....         | 54        |
| <b>2.6 DİĞER YENİLEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI.....</b>                 | <b>55</b> |
| 2.6.1 Dalga Enerjisi.....                                           | 56        |
| 2.6.2 Gelgit Enerjisi.....                                          | 56        |
| 2.6.3 Dalga ve Gelgit Enerjilerinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri ..... | 58        |
| <b>2.7 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ÖZELLİKLERİ.....</b>      | <b>60</b> |

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ENERJİ POLİTİKALARI

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3. TÜRKİYE’NİN ENERJİ POLİTİKALARI .....</b>                         | <b>64</b> |
| <b>3.1. TÜRKİYE’NİN ENERJİ POLİTİKALARININ TARİHSEL SÜRECİ.....</b>     | <b>65</b> |
| 3.1.1. Cumhuriyet’in İlk Yıllarında Uygulanan Enerji Politikaları ..... | 65        |
| 3.1.2. Devletçilik Dönemi’nde Uygulanan Enerji Politikaları .....       | 67        |
| 3.1.3. Liberal Ekonomi Dönemi’nde Uygulanan Enerji Politikaları .....   | 69        |
| 3.1.4. Planlı Kalkınma Dönemi’nin Enerji Politikaları .....             | 71        |
| 3.1.4.1. Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1963-1967) .....     | 72        |
| 3.1.4.2. İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1968-1972).....       | 73        |
| 3.1.4.3. Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1973-1977).....       | 73        |
| 3.1.4.4. Birinci, İkinci ve Üçüncü Kalkınma Planlarının Sonuçları.....  | 74        |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.5.1. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1978-1983) .....  | 76 |
| 3.1.5.2. Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1984-1989) .....   | 77 |
| 3.1.5.3. Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1990-1994) .....   | 78 |
| 3.1.5.4. Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1996-2000) .....   | 78 |
| 3.1.5.5. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (2001-2005) ..... | 79 |
| 3.1.5.6. Dokuzuncu Kalkınma Planı Dönemi (2007-2013) .....            | 81 |
| 3.1.5.7. Kalkınma Planlarının Etkileri .....                          | 84 |

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **DÜNYA'DA VE AB'DE ENERJİ POLİTİKALARI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDA TÜRKİYE'NİN GELECEĞİ**

|                                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4.1. DÜNYA'DA ENERJİ POLİTİKALARI .....</b>                                        | <b>88</b>  |
| <b>4.2. AVRUPA BİRLİĞİNDE ENERJİ POLİTİKALARI .....</b>                               | <b>92</b>  |
| <b>4.3. TÜRKİYE'NİN ENERJİ POLİTİKALARINA GENEL BAKIŞ.....</b>                        | <b>97</b>  |
| <b>4.4. AB ENERJİ PLANLAMASINDA TÜRKİYE'NİN YERİ VE ENERJİ<br/>POLİTİKALARI .....</b> | <b>102</b> |
| <b>4.5.YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDA TÜRKİYE'NİN GELECEĞİ.....</b>                    | <b>103</b> |
| 4.5.1.Yenilenebilir Enerjinin Türkiye İçin Ekonomik Önemi.....                        | 106        |
| 4.5.2 Yenilenebilir Enerjinin Türkiye İçin Sosyoekonomik Önemi .....                  | 109        |
| 4.5.3 Yenilenebilir Enerjinin Türkiye İçin Çevresel Önemi .....                       | 111        |
| <b>SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....</b>                                                    | <b>115</b> |
| <b>KAYNAKÇA .....</b>                                                                 | <b>119</b> |

## TABLOLAR LİSTESİ

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 1:</b> Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması .....                                                                   | 5   |
| <b>Tablo 2:</b> Dünya Toplam Enerji Tüketiminde Güneş Enerjisinin Yeri (2001-2030).....                                        | 18  |
| <b>Tablo 3: Güneş Enerjisi Kullanımında Başat Ülkeler</b> .....                                                                | 18  |
| <b>Tablo 4:</b> Dünya Rüzgar Enerjisi Teknik Potansiyeli.....                                                                  | 29  |
| <b>Tablo 5:</b> Dünya Rüzgar Enerjisi Kullanımında Başat Ülkeler (2006) .....                                                  | 30  |
| <b>Tablo 6:</b> Dünyanın enerji potansiyeli .....                                                                              | 37  |
| <b>Tablo 7:</b> Dünya Jeotermal Enerji Potansiyelinin Kıtasal Dağılımı.....                                                    | 44  |
| <b>Tablo 8:</b> Jeotermal Enerji Kullanımının Ülkelere Göre Dağılımı (2005).....                                               | 45  |
| <b>Tablo 9: Dünya Biyokütle Enerji Potansiyelinin Kıtasal/Bölgesel Dağılımı (2000-2050).</b> .....                             | 52  |
| <b>Tablo 10: Mevcut teknolojilerle elde edilebilir YE kaynağı potansiyelinin dünyadaki coğrafya ve ülkelere dağılımı .....</b> | 106 |

**ŞEKİLLER LİSTESİ**

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 1,2,3,4. Güneş Panelleri .....                                        | 17  |
| Şekil 5. Rüzgar Enerjisi Santrali .....                                     | 26  |
| Şekil 6,7. Hidroelektrik Enerji Santrali .....                              | 36  |
| Şekil 8. Jeotermal Enerji Santrali .....                                    | 43  |
| Şekil 9,10 Biyokütle Enerji Kaynakları .....                                | 52  |
| Şekil 11 Dalga Enerji Toplayıcı .....                                       | 57  |
| Şekil 12 Gelgit Enerji Jenaratörü .....                                     | 58  |
| Şekil 13 Türkiye'deki enerji görünümü .....                                 | 104 |
| Şekil 14 Enerji fiyatlarının ithal edilen enerji maliyetlerine etkisi ..... | 106 |

## GİRİŞ

Günümüzde enerji üretimi ve tüketimi, milletlerin refah seviyesini gösteren bir ölçüt haline gelmiştir. Dolayısıyla enerji, ekonomik ve sosyal kalkınmanın vazgeçilmez öğelerinden biridir.

Enerji tüketiminde fosil yakıtlar artık tercih edilmemektedir. Bunun nedenlerinden birisi fosil yakıt rezervlerinin sınırlı olmasıdır. Dolayısıyla bu türden yakıt kullanımı ülkelerin fosil yakıt bakımından zengin ülkelere bağımlı kalmasına neden olmaktadır. Üretimin temel girdisi olan enerjideki fiyat artışları ülkelerin ekonomik yapısını kolaylıkla etkileyebilmektedir.

Günümüzde ekonomik gelişme ve artan nüfusa bağlı olarak enerji tüketimi oldukça artmıştır. (Enerjinin üretimi, kullanımında sürekliliğin sağlanmasının yanı sıra küresel ısınma ve hava kirliliği gibi enerjinin çevre etkileri de öncelikli hale gelmiştir.) Tercih edilmemesinin bir başka nedeni ise, fosil yakıtların çevreyle uyumlu olmamaları nedeniyle çevreye çok fazla zarar vermeleridir. Fosil yakıtların karbon emisyonları hava kirliliğine neden olmaktadır.

Tüm bu ekonomik ve çevresel faktörler nedeniyle ülkeler, son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmişlerdir. Yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal, biyokütle, dalga, gelgit vd.) , fosil yakıtların atmosferdeki sera gazı birikimini arttırdığı ve böylece küresel sıcaklıktaki hızlı artışla birlikte ani küresel iklim değişikliğine neden olduğu bilimsel olarak kanıtlandıktan sonra tüm dünyada tekrar ön plana çıkmıştır. Bu durum, son dönemde enerji arz güvenliğine yönelik kaygıların artmasıyla ve uluslararası enerji fiyatlarındaki yükselişle birlikte değerlendirildiğinde, yenilenebilir enerji kullanımının uluslararası ilişkilerdeki gerginliği azaltabileceği gibi ekolojik sistemin korunmasına katkı sağlayabileceğini de göstermektedir.

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>1</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.

Diğer ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de enerji konusu, her geçen gün önemini biraz daha arttırmış, enerjinin yetersiz kalması, enerjiyi ithal etme zorlukları bu sektöre bu güne kadar verilen ağırlığın yetersizliğini kanıtlamış, kendi kendine yeterli enerjiyi sağlayabilme prensibini gündeme getirmiştir.<sup>2</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 hidroelektrik, 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 çıkmaya başlamıştır. 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.

---

<sup>1</sup>İstemi, Ünsal; **Enerji Gündemi ve Sorunlarımız**, TMMOB, EMO Yayını, Ankara, 2004, s. 27.

<sup>2</sup>Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, Türkiye'nin Yeni ve Temiz Enerji Kaynakları, **Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını**, Ankara, 1984, s. 17.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ENERJİ VE YENİLEBİLİR ENERJİ KAVRAMI

#### 1.1.ENERJİ KAVRAMI

Enerji, toplumların gelişiminin göstergesi ve gelişmeyi doğrudan etkileyen bir unsurdur. Enerji, insan hayatının her noktasında vazgeçilmez bir ihtiyacı olup hayatının devamı da enerjinin varlığına bağlı bulunmaktadır. Taşımacılıkta, endüstride, güncel hayatta kısaca yaşamın her aşamasında enerji kullanılmaktadır. İnsanlık tarihinin başlangıcından itibaren değişik formlarda kullanılan enerjinin tanımı aşağıdaki bölümde yapılmaya çalışılmıştır.

Enerji, bir madde ya da maddeler sisteminin iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanır. Termodinamikte enerji, “bir etki meydana getirebilme kapasitesi, kabiliyeti” olarak ifade edilir. Günlük hayatta “enerji” terimi ile enerjinin geçebilen şekilleri olan iş ve ısı kastedilmektedir.<sup>3</sup>

Mekanik bilimin ilerlemesiyle, enerji terimi, iş yapabilme yeteneğinin bir ölçüsü olarak kullanılmaya başlanmıştır. Toplam enerji, doğada gelişen değişimlerden bağımsızdır, miktarı değişmez. Enerjinin korunumu yasası kapsamında, seçilen belli bir sistem içerisinde enerji, belli bir şekilde sınırlı kalmayıp başka bir şekle dönüşümü sağlanabiliyor. Bu değişimlere konu olan biçimler; kütle çekimi, ısı, ışınım, kütle, elektrik ve çekirdek enerjileri ayrıca kinetik enerji, ve kimyasal enerjidir. Enerjinin birimlerinden en bilinenleri; BTU, kilogram metre, erg, kilowatt saat ve joule'dir.

---

<sup>3</sup> Spurgeon, R. ve M. Flood (2002); **Enerji ve Güç**, (Çev.: K. Sönmezler), TÜBİTAK, Ankara. 2002: s.8-9

## 1.2. ENERJİ KAYNAKLARI

Özelliklerinin değiştirilip, değiştirilmemesine bakılarak enerji kaynakları, “birincil enerji kaynakları” ve “ikincil enerji kaynakları” olarak iki gruba ayrılır. Doğada bulundukları haliyle, değiştirilmeden kullanılabilen kaynaklar, birincil enerji kaynaklarıdır. Birincil kaynakların belirli işlemlerden geçirilmesi sonucu elde edilen enerji ise, ikincil enerji kaynaklarıdır. Birincil enerji kaynaklarının, fiziksel olarak farklılaştırılması ile oluşan ikincil enerjilere, enerji taşıyıcısı da denilmektedir.

Birleşmiş milletler ise enerji kaynaklarını “yenilenebilir” ve yenilenemez enerji kaynakları” olmak üzere iki ana grupta sınıflandırmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynakları fosil enerji kaynakları olarak da adlandırılırlar. Bu kaynaklar; taşkömürü, linyit, petrol, doğal gaz, asfaltit, bitümlü şist, uranyum ve toryumdur. Yenilenebilir enerji kaynakları ise adından da anlaşılacağı gibi sürekli bir döngüde olan ve tekrar tekrar kullanılabilen enerji kaynaklarıdır. Başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; hidrolik enerji, jeotermal enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, deniz dalga enerjisi, biomas ve hidrojenidir.

**Tablo 1:** Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

| Enerji Kaynakları                                                                                                                                                                                                  |                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Birincil Enerji Kaynakları<br>1.1 Yenilenemeyen Enerji Kaynakları<br>1.1.1 Fosil Kaynaklar<br>1.1.2 Nükleer Enerji<br>1.2 Yenilenebilir Enerji Kaynakları<br>1.2.1 Geleneksel Kaynaklar<br>1.2.2 Yeni Kaynaklar | 2. İkincil Enerji Kaynakları<br>2.1 Elektrik Enerjisi<br>2.2 Hidrojen Enerjisi |

**Kaynak:** Seyhan Onbaşıoğlu., “Neden Yenilenebilir Enerji ?”, Termodinamik dergisi, Yıl: 14, Sayı: 128, Ekim 2005, s. 59; US Government, Energy Information Administration (EIA)., “Scientific Forms of Energy”, <http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/science/formsofenergy.html>

### 1.2.1 Birincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji; mevcut doğal kaynaklardan elde edilen enerji anlamına gelmektedir. Bu enerjiyi yaratan kaynaklar doğrudan kullanıldıkları gibi ikincil enerjiye dönüştürülerek de kullanılmaktadır. Birincil enerji kaynakları olarak adlandırılan bu kaynaklar; “yenilenemez” ve “yenilenebilir” kaynaklar olarak ikiye ayrılmaktadır.

#### 1.2.1.1 Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen enerji kaynakları daha çok fosil kökenli enerji kaynaklarıdır. Bu kaynakların kullanımı kömürle başlamış olsa da günümüzde en çok kullanılan petroldür. Petrolün en büyük kullanım alanı ise taşımacılık ve sanayi sektörleridir. Yenilenemeyen enerji kaynakları arasında son dönemlerde popülaritesini artıran bir diğer kaynak da doğal gazdır. Bu kaynakların kullanımındaki en büyük sorun yarattıkları çevre kirliliğidir. Enerji

elde edilmesi için oluşan yanma sırasında kimyasal olarak açığa karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve karbonmonoksit (CO) gazları çıkmaktadır. Bu gazların insan sağlığı için zararlı olmasının yanı sıra, yarattıkları sera etkisiyle dünyanın ısınmasına neden olarak çok ciddi tehlikeler yaratmaktadır. Bu nedenle toplumlar, alternatif, zararsız ya da daha az zararlı, enerji kaynaklarına yönelmeye başlamışlardır. Bu kaynaklar da yenilenebilir enerji kaynaklarıdır ve ilerideki bölümlerde daha detaylı olarak incelenecektir.

#### 1.2.1.1.1 Fosil Enerji ve Kaynakları

Dünyada katı, sıvı veya gaz halinde bulunan fosil yakıtların, bünyesinde bulundurduğu enerjinin yakılarak; elektrik, ısı (termik) veya yakıt enerjisine dönüştürülmesiyle elde edilen enerjiye fosil kaynaklı enerji denilmektedir. Fosil enerji kaynaklarının başlıcaları; kömür (taş kömürü, linyit kömürü), petrol ve doğal gaz gibi temel kaynaklardır.

##### 1.2.1.1.1.1 Petrol

Petrol, sanayi çağının kapanıp yeni bir çağın aralandığı bu günlerde artık sıkça duyulmaya başlanan “enerji sorunu, çevre kirliliği” veya “sera etkisi, küresel ısınma” gibi söylemlerin temel faktörü olmuş, vazgeçilmez konumu ve nispi alternatifsizliği<sup>4</sup> nedeniyle en çok tüketilen enerji taşıyıcısı haline gelmiştir.

Petrol, latince adıyla “petroleum”, petrollü taş anlamına gelen ve hidrokarbon olarak da bilinen kompleks kimyasal yapısı olan bir maddedir. Petrolün insanlar tarafından kullanılmaya başlanması M.Ö. dönemlere kadar

---

<sup>4</sup>H.Naci, Bayraç; **Uluslararası Petrol Piyasasının Ekonomik Analizi**, <http://www.tek.org.tr/dosyalar/BAYRAC-ENERGY.pdf>

uzanmaktadır. Ticari anlamda petrolün bulunması, işlenmesi ve kullanımının yaygınlaşması ise 1850’li yıllardan sonra olmuştur.<sup>5</sup>

Petrol, hangi tür enerjiden söz edilirse edilsin yahut enerji adına hangi tez yazılırsa yazılsın değinilmeden, en azından kıyaslanmadan geçilemeyecek bir parametre haline gelmiştir. Endüstrileşmiş hiçbir toplum gerekli ve yeterli miktarda petrol olmadan ayakta kalamayacaktır.<sup>6</sup>Petrol ile ilgili öngörüler ışığında değerlendirmeler yapmak ve geleceğini buna göre şekillendirmek her ülke için kaçınılmaz bir durum olmuş, devamlı olarak artan ham petrol fiyatının ekonomiye etkilerine dikkat çekilmiştir.<sup>7</sup>Gelişen sanayi ve ekonomilerin enerji ihtiyaçları gittikçe artacak ve bunu bugün itibari ile en kolay şekilde petrolden temin edeceklerdir ve petrol bu devrimin en temel ögesi durumundadır.

Dünyanın 2030 yılına kadar olan enerji profili, Stratejik araştırmalar Enstitüsü’nün (CSIS) hazırladığı Dünya Enerji Raporu (2002) ile açıklanmıştır. Buna göre, petrol talebinin gelecek 30 yıl içinde %30 artacağı ve toplam talebin %62’sinin gelişmekte olan ülkelerden geleceği raporda belirtilmiştir. 2030 yılına kadar gelişmekte olan ülkelerin toplam enerji talebi içindeki payının %13’lük artış göstererek %43’e yükseleceği savunulmuş ve bunun sebepleri gelişmekte olan ülkelerdeki sanayileşme, büyük şehirlere göç ve ticari yakıtlara olan yatkınlığın artması olarak gösterilmiştir.<sup>8</sup> Jeopolitik alanların genişlemesiyle birlikte, hem zorunluluk olarak hem de ihtiyaç duyulması açısından enerji güvenliği sağlanacak alan ve ülke sayısı artış göstermektedir. Çin, Japonya, Hindistan başta olmak üzere, kıt kaynaklara sahip olan ve gittikçe dışa olan bağımlılıkları artacak olan ülkeler için enerji güvenliğini sağlama girişimlerinin de artması beklenmektedir. Japonya’nın

<sup>5</sup>Okandan, Ender; **Türkiye’ nin Petrol Arama Ve Üretim Potansiyeli**.  
[http://www.pal.metu.edu.tr/articles/petrol\\_nerede.htm](http://www.pal.metu.edu.tr/articles/petrol_nerede.htm)

<sup>6</sup>Michael T.Klare. (2005); **Kaynak Savaşları**, Devin Yayıncılık, Ocak, İstanbul, s.45.

<sup>7</sup>Soysal,Ayşe; **“Türkiye’de enerji tüketiminin ekonometrik analizi (1963-2000)”**. DPT Uzmanlık Tezi, Ankara

<sup>8</sup> Bayraç, H.Naci; **Uluslar arası Petrol Piyasasının Ekonomik Analizi**,  
<http://www.tek.org.tr/dosyalar/BAYRAC-ENERGY.pdf> (13.05.2013).

uzun süreli milli stratejisi enerji güvenliğini ve Çin'in hızlı büyümesini ve çok fazla miktarda enerji tüketimini göz önünde bulundurarak yenilikçi enerji teknolojisi (innovative energy technology incubator) üreten ülke olarak şekillenmesi beklenmektedir.<sup>9</sup>

#### 1.2.1.1.1.2 Kömür

Sanayi devriminin ana unsuru olan kömür yıllar sonra bile hala enerji kaynakları listelerinde en baştadır. Birçok enerji taşıyıcısının aksine kömür tüm dünya ve kıtalara dağılmış ve diğer kaynaklara nispeten bol miktardadır. Kömür ile başlayan sanayi herhangi bir yeni gelişme olmazsa petrolden sonra yine kömür ile devam etmek zorunda kalacaktır. Gözüken rezervler açısından en uzun süreli yetecek olan kaynak kömürdür. Sera etkisini artırması açısından tercih edilmemesi istenmesine rağmen nispeten ucuz ve kolay bulunması hala aktif bir enerji kaynağı olmasını sağlamaktadır. Çin ve Hindistan başlıca kömür tüketicileridir. Avrupa Birliği'nin önümüzdeki yıllarda enerji talep projeksiyonunda; enerji kaynakları paylarındaki en büyük artış kömürde görülmektedir<sup>10</sup>.

Türkiye, fosil yakıtlar içerisinde en büyük oranda yurt içinden elde ettiği kömürde dahi aslında yurt dışına oldukça bağımlı konumdadır. Türkiye'de çıkarılan toplam kömür miktarı iç talebi karşılamakta yetersiz kalmakta dolayısıyla gerekli olan miktarın karşılanabilmesi için Türkiye'de üretilen yaklaşık kömür miktarı kadar da ithalat yapılması zorunluluk teşkil etmektedir. Bu da petrol ve doğalgazdan daha az oranda da olsa her yıl büyük

<sup>9</sup> Saltanat Kızıralıyeva, **Japonya'nın Orta Asya Siyaseti**  
<http://www.turkishweekly.net/turkce/makale.php?id=119>

<sup>10</sup><http://www.gemad.org.tr/makale.php?id=84>

miktarlarda yurt dışından kömürün ithal edilmesi ve Türkiye’den o miktar karşılığında döviz çıkması anlamına gelmektedir.<sup>11</sup>

#### 1.2.1.1.1.3 Doğalgaz

Hidrokarbon bazlı doğalgaz, fosil yakıtlar grubu içerisinde yer alır. Petrol yataklarının üzerinde gaz halinde hacimli şekiller veya yer altında gözenekli kayaların boşluklarına sıkışmış olarak bulunur. Doğalgaz; %95 metan, az miktarda da etan, propan atom, bütan ve karbondioksitten oluşan, rengi, kokusu olmayan ve havadan hafif olan bir gazdır. Kokusuz olduğu için, doğalgaz kaçakların farkedilebilmesine olanak sağlayan, özel kokular kullanılır. Bu amaçla THT(tetra hidro teofen) ve / veya TBM(tersiyer bütıl merkaptan) den faydalanılır. Kimyasal yapısı en basit ve karbon içeriği en düşük hidrokarbon olan metan gazı, karışımın yaklaşık %95 ini oluşturur. Metan molekülü 1 karbon 4 hidrojen atomundan oluşur. Basit bir kimyasal yapıya sahip olması sebebiyle yanma işlemi kolaydır ve tam yanma gerçekleşir. Bu yüzden; duman, is, kurum ve kül oluşturmaz. Yanması çok kolay ayarlanabilir ve yanma verimliliği çok yüksek bir yakıttır. Bu yüzden kullanımı kolay ve ekonomiktir. Düşük karbon içeriğine sahip olması nedeniyle atmosferde sera etkisi oluşturan ve sağlık bakımından zehirleyici olan karbondioksit gazı emisyonu, katı yakıtlara göre 1/3 ve sıvı yakıtlara göre ½ oranındadır.<sup>12</sup>

Doğal gaz rezervlerinin 76 trilyon metreküp (%41) doğal gaz rezervi, Orta Doğu ülkelerinde, 59 trilyon metreküp (%33) Rusya ve Bağımsız Devletler Topluluğu(BDT) ülkelerinde, 31 trilyon metreküp (%17) Afrika/Asya Pasifik ülkelerinde bulunmaktadır. 2009 yılı sonu itibari ile kalan üretilebilir doğalgaz rezervimiz 6,2 milyar m<sup>3</sup>tür. Elektrik enerjisi üretiminde doğalgaza

<sup>11</sup> PAKSOY, Özlem Uluğ; ‘‘Küresel Doğalgaz Pazarının önemli aktörleri Rusya, Türkmenistan ve İran’ın Enerji politikaları ve Türkiye’’, Ufuk Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2013, s.78

<sup>12</sup> Doğalgaz nedir? <http://www.dogalgazbilgisi.com>

dayalı kurulu gücümüz 14.576 MW olup bu değer toplam kurulu gücümüzün 32,7'sini karşılamaktadır. Doğal gaz arz-talep dengesine ilişkin çalışmalara göre 2011 yılına kadar olan dönemde yıllık gaz talebini karşılamakta sorun bulunmamaktadır. Fakat, talebin fazla olduğu kış mevsiminde kaynak ülkelerdeki veya güzergâh ülkelerindeki aksamalar, dönemsel arz-talep dengesizliklerine sebep olabilmektedir. Bu bağlamda, 2007 yılında 1,6 milyar m<sup>3</sup> kapasiteli Silivri doğal gaz depolama tesisinin devreye alınması mevsimsel arz güvenliğinin sağlanması bakımından oldukça faydalı olmuştur. Eylül 2009 tarihi itibarı ile tesisin kapasitesi 2,1 milyar m<sup>3</sup>'e çıkarılmıştır. Ayrıca, Tuz Gölü Doğalgaz Yer altı Depolama Tesisi Projesinin tamamlanması için çalışmalar sürmektedir. Hazar bölgesi gaz kaynaklarının ülkemize ve Avrupa pazarlarına taşınmasını hedefleyen Bakü-Tiflis-Erzurum (BTE) Doğal Gaz Boru Hattı (Şah Deniz Projesi) faaliyete geçmiştir. 26 Kasım 2006 tarihinde gaz sevk edebilir duruma getirilmiş ve Şah Deniz projesi ilk üretimini 15 Aralık 2006 tarihinde gerçekleştirmeye başlamıştır. Ayrıca, Türkmen ve Kazak kaynakları ile bağlantılı olarak Hazar Geçişli petrol ve gaz boru hatlarının oluşturulması süreci de diğer projeler ile bütünlük arz edecek şekilde planlanmaktadır. Hazar ve Orta Doğu bölgesi gaz kaynaklarının AB piyasalarına ulaştırılmasını amaçlayan Güney Avrupa Gaz Ringi (Türkiye-Yunanistan-İtalya Boru Hattı) Yunanistan bağlantısı 2007 yılında tamamlanarak işletmeye başlamıştır.<sup>13</sup>

Dünya'da 2010 yılı içinde toplamda 3.193,3 milyar m<sup>3</sup> doğalgaz çıkarılmış olup, 611 milyar m<sup>3</sup> ile ABD üretimde ilk sırayı almıştır. 588,9 milyar m<sup>3</sup> ile Rusya ikinci sırayı ve 159,8 milyar m<sup>3</sup> ile Kanada üçüncü sırayı almıştır. Bunları 138,5 milyar m<sup>3</sup>'lük üretimle İran takip etmiştir. Aynı şekilde 2010 yılında toplam 3.169 m<sup>3</sup> doğalgaz tüketilmiş olup, tüketiminde ABD 683,4 milyar m<sup>3</sup> ile ilk sırayı alırken, 414,1 milyar m<sup>3</sup> ile Rusya ikinci sırada ve 136,9 milyar m<sup>3</sup> ile İran üçüncü sırada yer almıştır. Türkiye ise; 2010 yılında

---

<sup>13</sup> Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=dogalgaz&bn=221&hn=&nm=384&id=40694> Erişim: 23.08.2013

39 milyar m<sup>3</sup>'lük tüketim yapmasına rağmen yalnız 723 milyon m<sup>3</sup>'lük üretim gerçekleştirebilmiştir.<sup>14</sup>

#### 1.2.1.1.2 Nükleer Enerji

Nükleer kaynaklar alternatif kaynak olarak adlandırılan fakat dünyada sınırlı miktarda bulunduğundan dolayı yenilenemeyen kaynaklar kategorisinde de yer alan enerji kaynağıdır. Bu güç, atom çekirdeğinin parçalanmasıyla meydana gelmektedir. Atom çekirdeklerinin parçalanmasından oluşan nükleer enerjiye, çekirdeksel veya fisyon enerjisi denilmektedir. Nükleer enerjinin diğer türü olan füzyon enerjisi ise hafif atom çekirdeklerinin birleşmesinden meydana gelmektedir. Nükleer santrallerde fisyon ve füzyon yoluyla oluşan enerji kullanılmaktadır. Atom reaktöründe meydana gelen ısı, daha sonra elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Nükleer enerjinin ilk kullanımı 1945 yılında askeri amaçla olmuştur. 1942 yılında ise ilk atom pili yapılmıştır. İkinci Dünya Savaşı'nın nükleer bombalar kullanılarak sona ermesinden sonra nükleer enerjinin sivil amaçlarla kullanımı gündeme gelmiştir. Bu konuda ABD'de "General Electric" ve "Westinghouse" firmaları öncülük etmişlerdir. İlk nükleer elektrik denizaltılarda 1955 yılında kullanılmıştır. Ticari amaçlı ilk santral ise 1965 yılında işletmeye alınmıştır.<sup>15</sup>

Nükleer enerjinin tercih edilmesinin nedenlerinden biri konsantre olmasıdır. Bir kilogram kömürden 3 kilowatsaat, 1 kilogram petrolden 4,5 kilowatsaat elektrik üretilirken, 1 kilogram uranyumdan 50.000 kilowatsaat elektrik üretilmektedir.<sup>16</sup> Diğer nedeni ise nükleer santrallerin çalışmaları sırasında çevre kirliliği oluşmaması ve kabullenebilir oranda radyasyon yayılmasıdır. Bunun yanında nükleer santrallerin kurulması yüksek maliyet ve ileri teknoloji gerektirmektedir. Verimli sayılan nükleer enerjinin elde

<sup>14</sup>PAKSOY Özlem Uluğ, **a.g.e.** s.67

<sup>15</sup>TÜBİTAK, Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli, [http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjive\\_dogalkaynaklar/raporlar/enerji\\_son\\_surum.pdf](http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjive_dogalkaynaklar/raporlar/enerji_son_surum.pdf), 2003 s.:4-6.

<sup>16</sup> ATO; **Nükleer Enerji Raporu**, Ankara Ticaret Odası Yayınları, Ankara. 2005:s.5.

edilmesinin en büyük dezavantajları ise kaza riskinden kaynaklanan tehlike ve binlerce yıl radyasyon saçabilen nükleer artıkların saklanması sorunlarıdır.

#### 1.2.1.2 Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları sürekli bir döngüde olan ve tekrar tekrar kullanılabilen enerji kaynaklarıdır. Başlıca yenilenebilir enerji kaynakları arasında, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, deniz dalga enerjisi bulunmaktadır. Bu enerji kaynakları, yenilenemeyen kaynaklar gibi zehirli gazlar açığa çıkartmadıkları için son derece sağlıklı ve güvenilir kaynaklardır.

Yenilenebilir enerjinin tarihsel süreç içindeki yolculuğu incelendiğinde, dönemsel gelişmelerin, yenilenebilir kaynakların kullanım seviyesindeki değişkenliği oldukça artırdığı görülmektedir. Özellikle, 18. yüzyılın sonlarına doğru başlayan sanayileşme hareketi, yenilenebilir enerji için bir dönüm noktası olmuştur. İçinde bulunulan çağ, sanayileşme hareketinin hızla devam ettiği bir çağ olmasına karşın, hareketin dayalı olduğu fosil enerji kaynakları, sistemin sürdürülebilirliğini hem insanlar hem de ekolojik yapı açısından artık mümkün kılmamaktadır. 1970'li yıllardan itibaren dünyada yaşanan ekonomik, siyasi ve çevresel gelişmeler de bu durumu desteklemektedir. Bu açıdan, gelişmeleri ana hatları ile incelemek, yenilenebilir enerjinin neden tekrar gündemde olduğunun anlaşılmasında yararlı olacaktır.

#### 1.2.2. İkincil Enerji Kaynakları

İkincil enerji; birincil enerji kaynaklarının fiziksel durum değişimi içeren biçimde dönüştürülmesi sonucu elde edilen bir enerji türüdür.<sup>17</sup> Kısaca, bu tür bir enerjinin ortaya çıkması için birincil enerji kaynaklarına gereksinim

<sup>17</sup> Gazi Üniversitesi Otomotiv, Bilim ve Teknoloji Topluluğu, "Hidrojen Enerjisi", [http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/alternatif\\_enerji/Hidrojen\\_Enerjisi.htm](http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/alternatif_enerji/Hidrojen_Enerjisi.htm)

bulunmaktadır. Bunun sağlanabilmesi ise, termik ve nükleer santraller, petrol rafinerileri vb. gibi büyük oranda bilim ve teknolojiye dayanarak yapılan altyapı yatırımlarını gerekli kılmaktadır.<sup>18</sup> Bu şekilde meydana gelen ikincil enerji kaynaklarının başında ise elektrik ve hidrojen enerjileri gelmektedir. Bu kaynakların en önemli işlevi; oluşan enerjinin taşınabilmesine ve depolanabilmesine olanak sağlamasıdır. Bu nedenle bu kaynaklar, “enerji taşıyıcıları” olarak da bilinmektedir.<sup>19</sup> Özellikle, hidrojeni bir enerji kaynağı olarak değil, bir enerji türü veya taşıyıcısı olarak nitelendirmek daha doğru bir yaklaşımdır. Bunun nedeni, hidrojenin tek başına değil, aralarında yenilenebilir enerji kaynaklarının da olduğu birincil enerji kaynaklarıyla bütünleştğinde kalıcı bir enerji sistemi oluşturmasıdır.<sup>20</sup>

---

<sup>18</sup> Goel, **Energy Sources and Global Warming**, Allied Publishers, New Delhi, 2005. , s. 27.

<sup>19</sup> EIA, “Scientific Forms of Energy”

<http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/science/formsofenergy.html>

<sup>20</sup> Veziroğlu, Nejat ve Frano Barbir, **Hydrogen Energy Technologies**, UNIDO Publications, Vienna, 1998, s. 7.

## İKİNCİ BÖLÜM

### YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

#### 2.1. GÜNEŞ ENERJİSİ

Başlıca yenilenebilir enerji kaynağı, fosil ve hidrolik enerjinin de asıl kaynağı olan ve yaydığı yüksek miktardaki ısı ve ışık enerjisi yoluyla, karanlık ve soğuk Yerküre'nin hem ısınması hem de aydınlanmasında çok önemli bir işleve sahip olan güneştir. Güneş daha milyonlarca yıl ışmasını sürdüreceğinden, dünyamız için sonsuz bir enerji kaynağıdır. Güneş'in bu özelliklerinden yararlanmakta gecikilmiş olsa da, yürütülen çalışmalar gelecek için umut verici niteliktedir.

##### 2.1.1. Güneş Enerjisine İlişkin Genel Açıklama

Dünyaya güneş ışınlarıyla 170 milyar MW'lık enerji ulaşmaktadır. Bu miktar, dünyada kullanılan toplam enerjinin 15-16 bin katıdır. Bugün dünyaya gelen güneş enerjisinin değerlendirilmesinde iki farklı yol izlenmektedir. ilki ısıya dönüştürme, ikincisi ise elektrik enerjisine çevirme yöntemidir.<sup>21</sup> Isı enerjisine dönüştürmede yönteminde "toplaçlar"; doğrudan elektriğe dönüştürme yönteminde ise "güneş pilleri" kullanılmaktadır.<sup>22</sup> Günümüz teknolojik ve ekonomik koşullarında, güneş enerjisinin özellikle ısı kullanımının önemi artmıştır.<sup>23</sup>

Dünyada pek kullanılmayan, ancak geleceğin en çok kullanılabilecek enerji kaynağı olarak gösterilen güneş enerjisinden elektrik elde edilmesi, doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki farklı yöntem ile gerçekleştirilir. Bu

---

<sup>21</sup> İstemi, Ünsal; **Enerji Gündemi ve Sorunlarımız**, TMMOB, EMO Yayını, Ankara, 2004 , s.36.

<sup>22</sup> Demir, İnan; **Güneş Enerjisinin Isıl Uygulamaları**, Temiz Enerji Vakfı, Ankara, 2001, s.1.

<sup>23</sup> Fikret Mazi, **"Küresel Isınma Avrupa Birliği ve Türkiye"**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara, 2003,s. 63.

enerjiyle ısıtmadan soğutmaya çok değişik ısı etkisinin kullanıldığı uygulamaların yanında farklı teknolojiler ile elektrik enerjisi oluşumu da meydana getirilmektedir.<sup>24</sup>

Fotovoltaik hücreler (PV hücreler-güneş hücreleri) gürültü yapmayan, çevreyi kirletmeyen, herhangi bir hareket eden mekanizmaya gereksinim duymayan, güneş enerjisini direk olarak elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir.<sup>25</sup>

Dünyamıza bir günde gelen güneş enerjisi, güneşin toplam saldıdığı 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.) Baktığımızda, tek başına senede Türkiye'ye düşen güneş enerjisi miktar olarak 80 milyar ton petrole denk gelmektedir. Dünyamız için geçerli olan durum ise, çıkarılabilecek fosil yakıt kaynakları rezervlerinin yaklaşık olarak 15-20 katına denk geldiğidir.<sup>26</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 dönüşümleri güneş enerjisinin teknik kullanımının en eski yoludur ve bugün de önemini korumaktadır. <sup>27</sup> 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:

<sup>24</sup> Örgen, Uğurlu; ''Türkiye'de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları'', Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara, 2006. , s. 162

<sup>25</sup> Örgen, Uğurlu; **a.g.e.**, s.164.

<sup>26</sup> Demir, İnan; **a.g.e.**, s.1.

<sup>27</sup> Demir, İnan; **a.g.e.**, s.4.

1- Yapıların ısıtılmasında güneş enerjisinin kullanılması,

2-Kaynağı güneş olan elektrik santrallerinin ve elektriğe dönüştürülüp de kullanılan güneş enerjisi geliştirilerek genişçe bir alanı kaplayan içbükey yüzeyler ile sadece bir noktayı hedef alan güneş ışığı sayesinde çok büyük bir ısı meydana gelir. Bu ısı termik düzeneklerde kullanılır ve ısıttığı akışkan buhar ile dönen jeneratörlerle ya da güneş pillerini kullanarak güneş ışığından direkt (fotovoltaik hücreler) elektrik elde edilmektedir.

3-Geleceğin yakıtı olan hidrojenin sudan üretilmesinde güneş enerjisinin kullanılması (elektroliz yöntemi(Suyu özel katalizörle güneşte hidrojen ve oksijene ayrıştırarak hidrojenin yakıt olarak kullanılması şeklindeki yöntemdir.) Elektroliz, elektrik akımı yardımıyla, bir sıvı içinde çözülmüş kimyasal bileşiklerin ayrıştırılması işlemi olarak tanımlanmaktadır.) ile güneş enerjisinden hidrojen gazı elde edilmesi ve elektrik üretimi<sup>28</sup>mümkündür. Açık havada 100 m<sup>2</sup> ev çatısına bir günde 80-100 litre benzin eşdeğeri güneş enerjisi düştüğü unutulmamalıdır.<sup>29</sup>Güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürmek için fotovoltaik sistemler (güneş pili sistemi) kullanılır. Bu sistemlerde güneş izleme düzeni ile her an mümkün olan en yüksek güneş enerjisinden yararlanılır. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisinden yararlanılan güneş santralleri (genellikle elektrik enerjisi üretmek için); güneş enerjisini direk olarak elektrik enerjisine çeviren güneş gözelerinin, kullanım alanları giderek artmaktadır. Önceleri kol saatleri, hesap makineleri gibi küçük sistemlerde kullanılan güneş gözeleri, gün geçtikçe daha yaygın kullanım alanları bulmuşlardır. İlk büyük ölçekli kullanım alanı olan uzay çalışmalarında, uzay araçlarına enerji sağlamada güneş gözeleri en önemli gereç olmuştur. Kullanımın artması ile fiyatları da azalmıştır.

<sup>28</sup> Cebeci, 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, s.67.

<sup>29</sup> Çolak, İlhami; Bayındır, Ramazan; Şevki Demirbaş; 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, s.56.

Bugün bu gözelerle çalışan arabalar, güneş uçağı, elektrik santralleri vs. bulunmaktadır.<sup>30</sup>

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. 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>31</sup> Hesap makinelerinde kullanılmakta olan fotopillerin %80'inden fazlasını üretmekte olan ülke Japonya'dır.<sup>32</sup>

#### Şekil 1-2-3-4: Güneş Panelleri



<sup>30</sup> İstemi, Ünsal; **a.g.e.**, s.37.

<sup>31</sup> DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, **DPT Yayını**, Ankara, 2001, s.4-31.

<sup>32</sup> Cebeci, Mehmet; "Bölgemizin Enerji Kaynakları ve Enerji Projeksiyonu", **a.g.e.**, s.67-68

Güneş enerjisinin daha yaygın ve verimli kullanılabilmesi, bunun yanında daha düşük maliyetle üretilmesi amacıyla AR-GE (araştırma-geliştirme) çalışmaları son 20 yılda yoğunlaşmıştır ve çalışmalara devam edilmektedir.

**Tablo 2:** Dünya Toplam Enerji Tüketiminde Güneş Enerjisinin Yeri (2001-2030)

|                         | 2001   | 2010   | 2030   |
|-------------------------|--------|--------|--------|
| Güneş ısı               | 4,1    | 11     | 127    |
| Güneş ısı elektrik      | 0,1    | 0,4    | 9      |
| Güneş pili-PV           | 0,2    | 1      | 110    |
| Toplam Enerji Tüketimi* | 10.038 | 12.389 | 17.700 |

\* Değerler, Milyon ton petrol eş değeri (Mtpe) cinsindendir.

Kaynak: European Renewable Energy Council (EREC)., Renewable Energy Scenario to 2040, EREC Publications, Brussels, 2004, s. 15; IEA., 2005 (Outlook); s. 82; IEA., “World Energy Outlook 2007: Fact Sheet - Global Energy Demand”, [http://www.iea.org/textbase/papers/2007/fs\\_global.pdf](http://www.iea.org/textbase/papers/2007/fs_global.pdf),adlı çalışmalardan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 2’e göre; 2001 yılı sonunda, dünyada güneş enerjisi tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı oldukça düşük seviyede gerçekleşmiştir (% 0,04). Bu oran, 2010 yılı için % 0,1; 2030 yılı için % 1,4 olarak öngörülmektedir.

**Tablo 3: Güneş Enerjisi Kullanımında Başat Ülkeler**

| Isı Teknolojisi*       |              | Elektrik Teknolojisi** |              |
|------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| Ülke                   | Kapasite(GW) | Ülke/Bölge             | Kapasite(MW) |
| Çin                    | 55,2         | Almanya                | 2.397        |
| Türkiye                | 6,3          | Japonya                | 1.722        |
| Japonya                | 4,9          | ABD                    | 619          |
| <b>Toplam Kapasite</b> | <b>110</b>   |                        | <b>5.144</b> |

\*Sıcak su üretimindeki kapasiteyi ifade etmektedir.

\*\*Güneş pili-PV kapasitesini ifade etmektedir.

Kaynak: IEA., 2007 (Heating); s. 30; IEA., Trends in Photovoltaic Applications, IEA PVPS, August 2006, s. 5, [http://www.iea-pvps.org/products/download/rep1\\_15.pdf](http://www.iea-pvps.org/products/download/rep1_15.pdf), (Erişim Tarihi: 30.11.2007); Solarbuzz Research Co., “2007 World PV Industry Report Highlights”, <http://www.solarbuzz.com/Marketbuzz2007-intro.htm>, 105; adlı çalışmalardan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Günümüzde, güneş enerjisi ısı teknolojisinden, yoğun olarak sıcak su üretiminde yararlanılmaktadır. Bu alanda başat ülke konumunda olan Çin, dünyada sıcak su üreten sistemlerin (düzlemsel güneş toplayıcıları) kullanımında % 50’lik bir paya sahip bulunmaktadır. Bu ülkeyi, % 5,8’le Türkiye ve % 4,5’le Japonya takip etmektedir. Güneş enerjisiyle sıcak su üretiminin, diğer enerji kaynaklarına göre daha düşük maliyetle gerçekleştirilmesi bu teknolojiyi, özellikle Çin ve Türkiye gibi ülkeler açısından daha kullanılabilir hale getirmektedir.<sup>33</sup> Güneş pili teknolojisinde ise Japonya, uzun yıllar sürdürdüğü birinciliğini, 2005 yılında Almanya’ya kaptırmıştır. Güneş pili kullanımında % 46,6 paya sahip olan Almanya’yı, Japonya (% 33,5) ve ABD (% 12) izlemektedir. Almanya, AB ülkeleri içinde de, bu alandaki en önemli çalışmaları yürüten ülke konumundadır. 2000’li yılların başında tam 100.000 çatıya güneş pili yerleştirilmesine yönelik bir çalışma Almanya’da gerçekleştirilmiş; benzer bir uygulamayı Japonya (10.000 ev) da hayata geçirmiştir.<sup>34</sup> Özet olarak, güneş enerjisi ısı ve elektrik teknolojileri büyük bir hızla gelişmekte ve tüketicilerin kullanımına sunulmaktadır.

<sup>33</sup> IEA, 2007 (Heating); **International Energy Agency (IEA)**, Renewables for Heating and Cooling, Renewable Energy Technology Deployment Publications, Paris, 2007 s.29.

<sup>34</sup> Üçgül, Şenol ve Acar, “Güneş Pillerinin Dünü, Bugünü ve Geleceğe Bakış”, **Mühendis ve Makina dergisi**, Cilt: 47, Sayı: 560, Eylül 2006, s.43.

### 2.1.2 Güneş Enerjisinden Faydalanma Maliyeti

Güneş enerjisi teknolojileriyle ilgili en önemli konuların başında maliyet ve verimlilik ögeleri gelmekte; özellikle, kullanılan sistemlerdeki verimlilik artışı, teknolojik gelişmeler ve üretimde sağlanan ölçek ekonomileri, maliyetleri olumlu yönde etkilemektedir. Isı enerjisi üreten düzlemsel güneş toplayıcıları (su ısıtıcı sistemler), tüm sistemler içinde en düşük maliyet ve en yüksek verimliliğe sahip sistemlerdir. Yenilenebilir enerji çalışmalarında “ikinci nesil teknoloji” sınıfına giren düzlemsel güneş toplayıcıları, genel olarak % 50-70 arasında bir verimliliğe ulaşmakta olup, ilk yatırım maliyetleri 250 \$ ile 1.000 \$ arasında değişmektedir. Su ısıtıcı sistemlerin yaşam eğrisindeki konumu dikkate alındığında, sahip olduğu maliyet ve verimlilik etkinliği daha iyi anlaşılmaktadır. Bir diğer ısı enerjisi teknolojisi olan ve hem ısı hem de elektrik enerjisi elde etmek amacıyla kullanılabilen silindirik-parabolik sistemler ile merkezi güç alıcıları-heliostatlar, “üçüncü nesil teknolojiler” arasında kabul edilmektedir. İlk yatırım maliyetleri, ortalama olarak 3.000-3.500 \$/KW arasında değişmekle birlikte, yakın bir gelecekte bu rakamların 1.500-2.000 \$/KW aralığına düşmesi beklenmektedir. Bu sistemlerde üretilen elektriğin birim maliyeti ise ortalama 0,10-0,14 \$/KWh seviyesindedir. Güneş enerjisinin kullanım alanının genişletilmesine yönelik en önemli çalışmalar, “ikinci nesil teknoloji” sınıfında yer alan güneş pili-PV alanında gerçekleştirilmektedir. Güneş pili pazarının her yıl ortalama % 35 oranında büyümesi, bu sonucun bir göstergesidir. Yapılan araştırmalar, üretimde yaşanan bu artışların iki katına çıktığı dönemlerde, maliyetlerin yaklaşık % 20 oranında azaldığını ortaya koymaktadır. Bunun sonucunda, 1970’li yıllarda 70 \$/W olan güneş pillerinin maliyeti, 2006 yılı sonu itibarıyla ortalama 3 \$/W seviyesine gerilerken, öngörüler bu rakamın 1 \$/W’a kadar düşeceği

yönündedir. Bu sistemlerden sağlanmakta olan verimlilik ise, ortalama olarak % 15 seviyesinde gerçekleşmektedir.<sup>35</sup>

### 2.1.3 Güneş Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Güneş enerjisi temiz, yenilenebilir ve sürekli bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi ile çalışan sistemler rahatlıkla taşınıp kurulabilen, kirliliğe sebep olmayan, çevre dostu, teknolojisi basit olan, gerektiğinde enerji ihtiyacına bağlı olarak kolaylıkla değiştirilebilen sistemlerdir.<sup>36</sup> Güneş enerjisinin, yakıt sorununun olmaması, işletme kolaylığı, mekanik yıpranma olmaması, modüler (değişebilir) 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>37</sup>, çok kısa zamanda devreye alınabilmesi (azami bir yıl), yerel olarak uygulanabilmesi, uzun yıllar sorunsuz olarak çalışması gibi üstünlükleri vardır.<sup>38</sup>

Elektrik şebeke hattı bulunmayan kırsal yörelere şebeke götürülmesinin maliyetinin çok olması nedeniyle dayanıklı, güvenilir, uzun ömürlü ve daha ekonomik olan güneş pilleri tercih edilmektedir. Çünkü güneş pili sistemlerinde bir kez yatırım yapıldıktan sonra başka masraf yapılmamaktadır. Her ev, kendi enerjisini çatısına kurduğu güneş pilleri ile karşılayabilir. Böylece iletim ve enerjiyi taşıma maliyetleri ve kayıpları ortadan

<sup>35</sup> IEA, **Renewables in Global Energy Supply**, IEA Publications, Paris, 2007, s. 24; TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s.49; WEC, 2007 (Survey); s. 385-390; IEA, 2007 (Renewable); s. 25-27; IEA, "Economic Benefits", <http://www.iea-pvps.org/isr/index.htm>, <http://www.solarbuzz.com/StatsGrowth.htm>

<sup>36</sup> IEA, **Renewables in Global Energy Supply**, **a.g.e.** s.74.

<sup>37</sup> IEA, **Renewables in Global Energy Supply**, **a.g.e.** s.67.

<sup>38</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.

kalkar.<sup>39</sup>Kömür yakmak yerine güneş pilleri ile üretilecek her 1 GWh elektrik enerjisi, 1050 tona kadar CO<sub>2</sub>'nin atmosfere yayılmasını önlemiş olacaktır.<sup>40</sup>Güneş enerjisinden üretilen her kWh elektrik enerjisi için 0,6 kg karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonu azalmaktadır.<sup>41</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>42</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 açısı ile bakıldığında yararları, bölgesel enerji bağımsızlığı artışı, önemli iş olanakları sağlanması, enerji temini, çeşitliliği, güvenilirliğinin artması, kırsal elektrikleştirme ivmesinin artması olarak sıralanabilir.<sup>43</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>44</sup> Güneş enerjisi her ne kadar sınırsız bir enerji kaynağı olsa

<sup>39</sup> Cebeci,Mehmet,, “Bölgemizin Enerji Kaynakları ve Enerji Projeksiyonu”, **a.g.e**, s.74.

<sup>40</sup> Fikret Mazı, **a.g.e.**, s.63.

<sup>41</sup> “Sera Gazı Azatlımı ve Güneş Enerjisi”, <http://www.eurosolar.org.tr>, 02.08.2013

<sup>42</sup> Bayar Çimen, “Fosil Çıkmazından Güneş Enerjisi İle Kurtulmak”, **Enerji Dünyası**, Sayı 47, Ocak 2007, s.51-52.

<sup>43</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.6.

<sup>44</sup> O’M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **Güneş Enerjisi**, İletişim Yayınları, İstanbul, 1998, s.61.

da doğal halinde düşük yoğunluklu olması nedeniyle, pratik amaçlar için kullanımı gerektiğinde, enerjiyi yoğunlaştırıcı sistemlere gereksinim duyulmaktadır.<sup>45</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 amadeliliği güneşli günler ile sınırlıdır.<sup>46</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>47</sup> Ayrıca düşük verimlidir (%15), başlangıç ve tüketim maliyeti yüksektir ancak yapılan çalışmalar ve teknolojik gelişmeler sonucu bu enerji giderek yaygınlaşmakta ve maliyeti de düşmektedir. Güneş pilleri ve petrol maliyet bakımından kıyaslandığında aralarındaki fark sanıldığı kadar büyük değildir. Gelişmiş ülkelerin hemen hepsi şebekeye bağlı güneş pili sistemlerini, çıkarmış oldukları yasalar ile desteklemiş ve uygulamıştır. Şuan Türkiye'ye oranla güneş fakiri ülkelerde bile binlerce ev bu sayede enerji ihtiyaçlarını güneşten sağlamaktadır.<sup>48</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>49</sup>

<sup>45</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.767.

<sup>46</sup> DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi **Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, a.g.e., s.162.

<sup>47</sup> O'M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.e.** s.61.

<sup>48</sup> Mehmet Cebeci, "Bölgemizin Enerji Kaynakları ve Enerji Projeksiyonu", **a.g.e.**, s.74.

<sup>49</sup> Çolak, İlhami; Ramazan Bayındır, İbrahim Sefa, Şevki Demirbaş, Halil Ergen, "Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı", **a.g.e.**, s.55.

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>50</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 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>51</sup>

## 2.2 RÜZGAR ENERJİSİ

Rüzgar enerjisinin kaynağı güneştir. Güneşin yeryüzünü eşit olarak ısıtmaması sonucu sıcaklık farkları oluşur. Isınan hava kütlesi atmosferin yukarısına doğru yükselir. Yükselen hava kütlesinin yerine aynı hacimde soğuk hava yerleşir. Hava kütlelerinin yer değiştirmesine rüzgar denir. Kaynağını güneşten alan rüzgar enerjisi doğal, yenilenebilir, temiz ve sonsuz bir enerji kaynağıdır.

### 2.2.1 Rüzgar Enerjisine İlişkin Genel Açıklama

Rüzgardan elektrik enerjisi dev kulelerin üzerine monte edilen kanatlar yardımıyla üretilmektedir. Normalde bir vantilatörün kanatları döndüğünde

<sup>50</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, **a.g.e.**, s.5-11.

<sup>51</sup> O’M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.e.**, s.63.

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 edebilmek için rüzgar hızının sabit olduğu alanlarda türbinlerin kurulması gerekmektedir.<sup>52</sup>

Rüzgar enerjisi, dünyada elektrik enerjisine en hızlı ve kolay dönüşebilen, aynı zamanda elektriğin en temiz ve yenilenebilir enerji kaynağıdır. Rüzgar enerjisinin kirliliğe neden olmaması, tükenme olasılığının bulunmaması gibi özelliklerinin yanında enerji teknolojilerinin en ileri olanı ve ticari uygulaması mevcut olanıdır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından yayınlanmış rapora göre, dünya rüzgar enerji potansiyeli 53 000 TWh/yıl (bu ise dünyanın 2020 yılında gereksinim duyacağı elektriğin iki katından çoktur)<sup>53</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 kullanıcıdır. Bunu %6,4 pay (6352 MW) ile Amerika izlemektedir.<sup>54</sup>

---

<sup>52</sup> O'M John Bockris, T. Nejat Veziroğlu, Debbi Smith, **a.g.e.**, s.63.

<sup>53</sup> Örgen Uğurlu, **a.g.e.**, s.156.

<sup>54</sup> Genel Enerji Kaynakları, **Yenilenebilir Enerji**, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Ankara, Aralık 2004, s.5-18.

**Şekil 5:** Rüzgar Enerjisi Santrali



Rüzgar enerjisinin kullanımı günümüzden çok öncesine dayanmaktadır. İlk defa, Asya medeniyetlerinden olan Çin, Tibet, Hindistan, Afganistan ve İran’da kullanıldığı bilinmektedir. Rüzgar gücü kullanımı Asya’dan Avrupa’ya 10. yüzyıl civarında geçmiştir. Bu geçişin ilk belirtileri olarak 11. ve 12. yüzyılda İngiltere’de rüzgar millerinin kullanıldığı bilinmektedir.<sup>55</sup>

Alman haçlıları, 1190’lı yıllarda rüzgar millerini Suriye’ye getirmiştir. Ortaçağ döneminde rüzgar enerjisinin Avrupa’da kullanıldığı görülmektedir. O dönemlerde ve günümüzde birçok ülkede, çiftçiler tarafından daha çok kuyulardan su çekmek amaçlı kullanılmaktadır. Özellikle Hollanda ve Akdeniz’de birçok adada bu durumun örneklerine rastlamak mümkündür.<sup>56</sup> Sanayi devrimi ile birlikte 18. yüzyılda buhar makineleri ortaya çıkmış ve üretim için makineler kullanılmaya başlanmıştır. Kömür, petrol ve gaz kullanımıyla bu makineler daha avantajlı hale gelmiştir. O dönemde bu tür fosil yakıtlardan elde edilen enerji daha çok kullanılmış olup rüzgar enerjisi

<sup>55</sup> Tümerdem ,Oğuzhan; “**Rüzgar Enerjisi Teknolojisi ve Türkiye’nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli**”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2002.

<sup>56</sup> Altındış, Ahmet; “**Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından; Rüzgar Enerjisi**” Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2001: 1

geri planda kalmıştır. Bu yüzden 19. ve 20. yüzyıllarda rüzgar enerjisinin kullanımı azalmıştır.<sup>57</sup>

Yaşanan enerji krizleri, fosil yakıtların arz güvenliğinin tehlikeye girmesi ve küresel ısınma gibi nedenler, bilim çevrelerini rüzgar enerjisi dönüşüm sistemleri ile ilgili çalışmalar yapmaya sevk etmiştir. Böylece rüzgar türbinlerinin kullanımı artmaya başlamıştır.<sup>58</sup> 1974–1978 yılları arasında ortaya çıkan enerji krizi ve gelişen çevre bilinci ile ülkeler, yenilenebilir ve çevre dostu temiz kaynaklara yönelmiştir. Böylece, rüzgar enerjisine verilen önem daha da artmıştır. 1980’li yıllarda yeni teknoloji ve yeni malzemelerle geliştirilen ve maliyetleri günden güne düşen rüzgar türbinleri, rüzgar elektriği için daha elverişli hale gelmiştir.<sup>59</sup>

Eski çağlarda, çeşitli ülkelerde, özellikle küçük tarımsal işletmelerde su çıkarılması ve iletimi, drenaj yapılması, elektrik üretimi ile küçük yem kırma ve ısıpompası gibi makinelerin çalıştırılması amacıyla, kurulmuş olan rüzgar tesisleri günümüzde bilimsel ve teknik gelişmelerden yararlanılarak, elektrik üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. 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>60</sup> Bahsedilen konumda ihtiyaç duyulması halinde 1 MW’lık rüzgar santralinden 100 MW’lık ya da daha büyük rüzgar santrallerine varıncaya kadar uygulamaya yetecek kaynak bulunmaktadır. Bölgede, denizlerdeki güçlü ve sürekli rüzgarın varlığıyla deniz üstü rüzgar santralleri de kurulmaya başlanmıştır. 5 MW güçle çalışan ilk uygulama Danimarka’daki Lolland adası yakınındaki Vindeby rüzgar çiftliğidir. Dünyanın en büyük rüzgar enerji çiftliği ise; 15 000 türbini ile ABD’de bulunan Altamont Pass

<sup>57</sup>Tümerdem, Oğuzhan; a.g.k, 2002: 3

<sup>58</sup> Tüccar, Temel; “**Türkiye’de Enerji Sorunun Çözümünde Rüzgar Ve Güneş Enerjisinin Yeri Ve Önemi**”, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir 1997: 7

<sup>59</sup> Deniz, Mustafa; “**Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Türkiye’nin Enerji İhtiyacına Katkısı**”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2002: 7

<sup>60</sup>Uyar, Tanay Sıtkı; “Güçlenen Rüzgar Gelecek On Yılın Enerjisi”, “Rüzgar Enerjisi Dosyası”, Çevre ve Mühendis, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Yayını, Sayı-21-22, 2001, s.5.

rüzgar çiftliğidir. AB ülkelerinde 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>61</sup> Rüzgar elektirik sistemleri şebekeden ayrı kurulabildiği gibi şebekeyle bağımlı olarak da kurulabilir. Şebekeye bağlı sistemler, içerisinde fazla sayıda türbin barındıran çiftlikler şeklinde kurulurken, şebekeden bağımsız kurulan sistemlerde yedek enerji kaynağı kullanılmaktadır. Yedek enerji olarak kullanılan dizel jeneratörünün rüzgardan yararlanarak %50 gibi önemsenecek ölçüde tasarruf sağlayabilmektedir. Bu santraller çoğunlukla elektrik iletim hatlarına yakın bölgelere kurulmalıdır ve bölgedeki trafo kapasitesinin santrale uygun olması gerekmektedir.<sup>62</sup>

Ocak 2003'te dünyada rüzgar kurulu gücü 29,14 GW'a ve üretilen elektrik enerjisi 58,3 TWh'a ulaşmıştır.<sup>63</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>64</sup> Yenilenebilir enerji kaynakları arasında en yüksek büyüme hızını rüzgar gücü küresel piyasası göstermektedir. Dünya toplam kapasitesi 1995 yılından 2005 yılının sonuna kadar gelinen sürede 12 kattan fazla artış göstermiş, 4800 MW'tan 59 000 MW'a yükselmiştir.<sup>65</sup>

Rüzgar gücü kullanarak elektrik üretme oranındaki artış geleneksel yakıtları zor durumda bırakmaya başlamıştır. Örneğin, Danimarka'da elektrik üretiminin %20'si rüzgar gücünden elde edilmektedir. İspanya'da kullanılan rüzgar gücündeki son oran %8'dir, planlanan ise on yıl sonra bu oranın %15'

<sup>61</sup>Dolun,Leyla; **Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kullanılan Kaynaklar**, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Yayınları, Sektörel Araştırmalar, Ankara, 2002, s. 51.

<sup>62</sup>Dolun, Leyla; **a.g.e.**, s.51.

<sup>63</sup>İstemi Ünsal, **a.g.e.**, s.27.

<sup>64</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

<sup>65</sup> Greenpeace, “Küresel Rüzgar Enerjisine Bakış 2006Raporu”, Küresel Rüzgar Enerjisi Konseyi (GWEC) Eylül 2006, [www.greenpeace.org/international/press/reports/](http://www.greenpeace.org/international/press/reports/) s. 3.

e çıkarmaktır. Bu veriler, karbonsuz elektrik üretimi için önemli bir girdinin de rüzgar olduğunu sonucunu ortaya koymaktadır.<sup>66</sup>

**Tablo 4:**Dünya Rüzgar Enerjisi Teknik Potansiyeli

| <b>Bölge/Kıta</b>   | <b>Potansiyel (TWh/yıl)</b> | <b>Pay (%)</b> |
|---------------------|-----------------------------|----------------|
| Afrika              | 10.600                      | 20             |
| Avustralya          | 3.000                       | 5,7            |
| K.Amerika           | 14.000                      | 26,4           |
| G.Amerika           | 5.400                       | 10,2           |
| B.Avrupa            | 4.800                       | 9,1            |
| D.Avrupa ve Rusya   | 10.600                      | 20             |
| Asya (Rusya Hariç)  | 4.600                       | 9,1            |
| <b>Dünya Toplam</b> | <b>53.000</b>               | <b>100</b>     |

**Kaynak:** M.J. Grubb ve N.I. Meyer., Renewable Energy: Sources and Electricity, Island Press, Washington, 1993, s. 190-198

Buna göre; K.Amerika, rüzgar potansiyeli açısından birinci sırada (% 26,4) yer almaktadır. Ardından, Afrika (% 20) ve içinde Rusya'nın da bulunduğu D.Avrupa (% 20) gelmektedir. Bu üç bölgenin/kıtanın toplam içindeki payı ise yaklaşık % 67 seviyesinde olup, söz konusu bölgeler rüzgar enerjisinden elektrik üretimi için oldukça elverişli yerlerdir.

<sup>66</sup> Greenpeace, a.g.e. s.3.

**Tablo 5:** Dünya Rüzgar Enerjisi Kullanımında Başat Ülkeler (2006)

| <b>Toplam Kapasiteye Göre Sıralama</b> | <b>Ülke</b> | <b>Kapasite Artışı (MW)</b> | <b>Kapasite Artışı (%)</b> | <b>Toplam Kapasite (MW)</b> |
|----------------------------------------|-------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1                                      | Almanya     | 2.194                       | 11,9                       | 20.622                      |
| 2                                      | İspanya     | 1.587                       | 15,8                       | 11.615                      |
| 3                                      | ABD         | 2.454                       | 26,8                       | 11.603                      |
| 4                                      | Hindistan   | 1.840                       | 41,5                       | 6.270                       |
| 5                                      | Danimarka   | 8                           | 0,3                        | 3.136                       |
| 6                                      | Çin         | 1.145                       | 90,9                       | 2.405                       |
| 7                                      | İtalya      | 405                         | 23,6                       | 2.123                       |
| 8                                      | İngiltere   | 610                         | 45,1                       | 1.963                       |
| 9                                      | Portekiz    | 628                         | 61,4                       | 1.650                       |
| 10                                     | Fransa      | 810                         | 106,9                      | 1.567                       |
| <b>Dünya Toplam</b>                    |             | <b>14.900</b>               | <b>25,3</b>                | <b>73.409</b>               |

**Kaynak:** WWEA., “New World Record in Wind Power Capacity”, [http://www.wwindea.org/home/images/stories/pdfs/pr\\_statistics2006\\_290107.pdf](http://www.wwindea.org/home/images/stories/pdfs/pr_statistics2006_290107.pdf)

Ülkelere göre inceleme yapıldığında; Tablo 5’de yer alan beş ülke (Almanya, İspanya, ABD, Hindistan ve Çin), 2006 yılında 1.000 MW’ın üzerinde kapasite yaratırken; Çin ve Fransa’nın kapasitelerinin yaklaşık 2 kat arttığı görülmektedir. Bu listeye henüz giremeyen Kanada ve Brezilya’nın da kapasite artış oranı 2006 yılında % 100’ün üzerinde gerçekleşmiştir. Elektrik tüketiminin yaklaşık % 19’unu (Bu oran, Almanya’da % 5, İspanya’da ise % 6 seviyesindedir. Greenpeace ve EWEA, Wind Force 12, June 2005, s. 7) sadece rüzgar enerjisinden sağlayan Danimarka ise, pazardaki doygunluk ve yasal düzenlemelerdeki belirsizlikler nedeniyle ilk 10 ülke sıralamasında en düşük oranda büyüme kaydeden ülke konumundadır.

Almanya, İspanya ve ABD, güneş enerjisi kullanımında gösterdikleri gelişmeyi, rüzgar enerjisi kullanımında da sürdürmektedir. Sadece bu üç ülke, dünya toplam rüzgar enerjisi kullanımının % 59,7’sini gerçekleştirmektedir. Çin ve Hindistan ekonomilerinin hızlı büyümeye devam

etmesi ve büyümenin rüzgar enerjisi sektörüne yansması durumunda, bu ülkelerin Almanya, İspanya ve ABD'yi rüzgar kaynaklı elektrik enerjisi kullanımında geçme olasılığı yüksektir.

### **2.2.2 Rüzgar Enerjisinden Faydalanma Maliyeti**

Rüzgar enerjisinin maliyet boyutunu etkileyen temel ögeler arasında, ilk yatırım maliyetleri ve elektrik üretim maliyetleri yer almaktadır. Diğer etkenler; işletme ve bakım maliyetleri, finansman maliyetleri, tesis için arazi seçimi, ortalama rüzgar hızı ve türbin ömrü olmaktadır.

İlk yatırım maliyeti, türbin satın alım ve kurulum maliyeti ile şebeke bağlantısı olması durumunda bağlantı maliyetini içermektedir. Bu maliyetler, toplam maliyetler içinde ortalama % 80'lik bir paya sahiptir. Türbin maliyetleri ise, son yıllarda üretim ve türbin boyutlarındaki artışa bağlı olarak düşmekte; pervane tasarımları ve kontrol sistemlerindeki gelişimin türbin verimliliğini yükseltmesi birim elektrik maliyetlerini azaltmaktadır.

Günümüzde, bir rüzgar türbininin ilk yatırım maliyeti ortalama 900-1.500 €-Cent/KWh, elektrik üretim maliyeti ortalama 4-10 €-Cent/KWh arasında değişmektedir.(Maliyet hesaplamalarında, sektörde en fazla kullanılan türbin tipi olan 850 KW-1.500 KW arasındaki orta ölçekli rüzgar türbinleri esas alınmış olup; rüzgar enerjisinde ilk 10 sırada yer alan ülkelerin verilerinden yararlanılmıştır.)Bu rakamlar, 1990'lı yıllardaki rakamlarla karşılaştırıldığında, maliyetlerde yaklaşık % 50 oranında bir azalma yaşandığı görülmektedir. 2005-2010 yılı arasında, toplam kurulu kapasitenin iki katına çıkması durumunda, elektrik üretim maliyetlerinin 4 €-Cent/KWh seviyesinin altına gelmesi beklenmektedir. 2020 yılı öngörüler, ilk yatırım

maliyetinin ortalama 512 €-Cent/KWh, elektrik üretim maliyetinin ortalama 2,45 €-Cent/KWh seviyelerine kadar düşebileceği yönündedir.<sup>67</sup>

### 2.2.3 Rüzgar Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

- Temizdir, çevresel zararı ve yakıt parası olmayan bir enerjidir.
- Sürekli bir enerji kaynağıdır dışa bağımlılığı yoktur. Sadece yerel imkanlarla enerji üretmek mümkündür. Bu avantajı arz güvenliğini sağlamaktadır.
- Rüzgar enerjisinde taşıma masrafları yoktur. Doğadaki rüzgar direkt olarak kullanılabilir.<sup>68</sup>
- Rüzgar var olduğu sürece, rüzgar türbinleri üzerinde yapılan çalışmaların da bir sonu olmayacaktır. Bu sayede rüzgar enerjisinden faydalanma teknikleri her geçen gün gelişmeye devam edecektir.<sup>69</sup>
- Uzun dönem işletme maliyetleri diğer tüm enerji kaynaklarının içinde en az olanıdır. Sadece periyodik bakımların yapılması ile 20–30 yıl süreyle kullanılabilir.
- Rüzgar türbinlerinin yeri belirlendikten sonra inşaatın başlaması ve türbinin üretime geçmesi üç ay gibi kısa bir süre almaktadır.
- Rüzgar türbini uygulamaları başarılı bir geçmişe sahiptir. Diğer enerji üretim sistemleri ile karşılaştırıldığında hem daha güvenli hem de tasfiyesi çok daha kolaydır.<sup>70</sup>

Fosil yakıtların yarattığı çevre kirliliği problemi, rüzgar enerjisinde yoktur. Rüzgar türbinleri yakıt olarak rüzgarı kullandıkları için atmosfere zehirli gazlar vermezler. Bu özelliğinin yanı sıra, rüzgar türbinlerinin yakıtının

<sup>67</sup>IEA, 2001 (Outlook); s. 342-343; EWEA ve Greenpeace, a.g.e., s. 1; EWEA ve EC, “Wind Energy-The Facts”, Volume: 2, February 2004, s. 97-110, [http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/publications/WETF/WETF.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/WETF/WETF.pdf), )

<sup>68</sup> Metin Yılmaz, “**Türkiye’nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Maliyet Analizi**”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul,2000: 9

<sup>69</sup>Ufuk Yenilmez, “**Rüzgar Enerjisi ve Türkiye’de Mevcut Durum**”, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir. 2002: 6

<sup>70</sup>Sıtkı Uyar, Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerinde Gelişmeler ve Türkiye’deki Uygulamaları Konferansı Bildiriler Kitabı, Makine Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın No: 214, İstanbul,1999: 77

rüzgar olması nedeniyle, herhangi bir hammadde için dışa bağımlılık söz konusu değildir. Bu durum işlenecek kaynak maliyetini ortadan kaldırmaktadır. Rüzgar türbinlerinin uzun ömürlü oluşu kuruluş, işletme ve bakım maliyetlerinin uzun bir zamana yayılması anlamında da avantaj sağlamaktadır.

Yukarıdaki gibi olumlu özelliklerinin yanında bazı olumsuz özellikleri de bulunmaktadır.

- Rüzgar hızının değişken olması, en büyük sakıncalardan birisidir. Yeryüzünde rüzgar hızının sabit olduğu çok az yer vardır. Bu yüzden istenilen her alana rüzgar santrali kurulamaz. Aslında rüzgarın bu değişkenliği enerjinin depolanması yoluyla aşılabılır. Ancak en sağlıklı yol elde edilen enerjiyi direkt olarak ana güç şebekesine vermektir.<sup>71</sup>
- Rüzgar türbinlerinin kuruluş maliyeti yüksektir. Bu durumda çevresel ve sosyal faktörler dikkate alınmalıdır. Her ne kadar türbin kuruluş maliyetleri yüksek olsa da, temiz ve doğal bir enerji kaynağı olması nedeniyle rüzgar enerjisinin kullanımının yaygınlaştırılması önemlidir. Her geçen gün ilerleyen teknoloji ile birlikte türbin fiyatları günden güne düşmektedir. Zamanla türbin fiyatlarındaki bu iyileşmenin daha da artması öngörülmektedir.
- Rüzgar santrali kurulumu için gerekli ekipmanların birçoğu, rüzgar türbini üreticisi ülkelerden alınmaktadır. Bu nedenle rüzgar türbinlerinin kuruluş maliyeti yüksektir. Bu durumun aşılması için hükümetlerin yerli sanayinin kurulmasını teşvik etmesi gerekmektedir.<sup>72</sup>

Rüzgar enerjisinin en önemli dezavantajı rüzgar hızının sabit olmayışıdır. Bu durum uzun süreli ve sağlıklı yapılan ölçümlerle büyük ölçüde aşılabılır. Rüzgar hızının tam olarak sabitlenmese bile genellikle aynı değerlerde seyrettiği alanlara rüzgar türbinleri kurulabilir. Rüzgar ölçümlerinin

<sup>71</sup> Yenilmez, Ufuk; ,a.g.e. ,2002: 7

<sup>72</sup> Tümerdem, Oğuzhan; a.g.e , 2002:12

doğru yapılması ve yerli türbin sanayinin yaratılması ile rüzgar enerjisinin en önemli dezavantajları avantaja çevrilebilmektedir.

## 2.3 HİDROELEKTRİK ENERJİ

Hidroelektrik enerji, diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi kaynağını Güneş'ten almaktadır. Sahip olduğu yüksek verimlilik seviyesiyle dünyada yaklaşık 35 ülkenin en başta gelen enerji kaynağı konumundadır.<sup>73</sup>

### 2.3.1 Hidroelektrik Enerjiye İlişkin Genel Açıklama

Hidroelektrik enerjinin temel kaynağının Güneş oluşu, Güneş'in hidrolojik çevriminin bir parçası olarak su kütlesinin ortaya çıkmasıyla ilgilidir. Bu yüzden hidroelektrik santrallerin su kaynağının üzerinde olma zorunluluğu vardır. Elektriği uzak yerlere gönderen teknolojinin bulunmasından sonra, hidrolik enerji daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Hidroelektrik santraller hareket halindeki suyun gücünü elektriğe çevirirler. Hareket eden su içindeki enerji miktarını, suyun akış ya da düşüş hızı etkiler. Geniş bir nehirde akan su fazla miktarda enerji taşımaktadır. Veya su çok yüksek bir noktadan akıtıldığında da yine fazla miktarda enerji açığa çıkmaktadır. Her iki şekilde de kanal veya borular içine giren su, türbinlere doğru akar, elektrik üretimi için pervane şeklinde kolları olan türbinlerin dönmesine sebep olur. Türbinler jeneratörlere bağlantılıdır ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirirler.<sup>74</sup>

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemli ve enerji üretiminde en büyük paya sahip olan üyelerinden biri hidroelektrik santrallerdir . Yağmur ve karla yükseklerle taşınan suların potansiyel enerjisi türbin ve jeneratörler aracılığıyla elektrik enerjisine çevrilir. Hidroelektrik, her sene yağışlar meydana geldiği için yenilenebilir olarak değerlendirilen enerji

<sup>73</sup> Şen,Zekai; **Temiz Enerji ve Kaynakları**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2002, s.162.

<sup>74</sup>DSİ Genel Müdürlüğü, “Baraj Nedir?”, <http://www.dsi.gov.tr/cocuk/cocuk.htm>

kaynaklarındandır.<sup>75</sup> Hidro gücünün sahip olduğu ekonomik işlenebilme potansiyelinin 1/3'üyle dünya elektrik üretiminde karşıladığı oran %17'dir. Dünyadaki toplam elektrik üretiminde hidroelektrik santrallerin katkısı %23 civarındadır.<sup>76</sup> Bir megavat kurulu güçten düşük olan hidroelektrik yapılara küçük hidroelektrik santralleri (KHES) adı verilir. Bunlar büyük düşü (suyun yüksekten gönderilmesi ilkesi ile elektrik üreten) barajlara gereksinim duymadan küçük akarsulara kurulabilen, küçük yerleşim birimlerinin elektrik enerjisini karşılayan türbin düzenekleridir.<sup>77</sup>

Türkiye su gücüne dayalı olan hidrolik enerji bakımından zengin bir ülke durumunda olup, alternatif bir enerji kaynağına sahiptir. Hidroelektrik enerji üretimi yağış rejiminden etkilenmekte ve buna bağlı olarak düzensiz yağış alan ülkemiz bu enerjinin üretiminde yıllara göre farklılık gösterebilmektedir. Uzun yılların meteorolojik gözlemlerine ve hidrolik verilere dayanarak teorik yönden, yılda ortalama 643 mm. olan yağışlar, 501 milyar metreküpe karşılık gelmektedir. Akarsuların düzenlenmesi ve en fazla faydanın sağlanabilmesi için bugünkü araştırmalara göre 702 adet barajın inşa edilmesi gerekmektedir. 1997 yılı itibarıyla Türkiye'de 124.5 milyar kwh olarak tespit edilen potansiyelin şimdiye kadar sadece 36.341 milyar kwh'lık bölümü kullanıma sunulabilmiştir. Türkiye'nin toplam enerji tüketiminin yaklaşık yüzde 30'u hidroelektrik kaynaklardan temin edilmektedir. Kaynakların randımanlı bir şekilde kullanılmasıyla hidroelektrik kullanımı yüzde 75'e kadar çıkarılabileceği belirtilmektedir.<sup>78</sup> Türkiye'de su gücünün potansiyeline yönelik çalışmaların ilk aşaması Elektrik İşleri Etüt İdaresi ve ikinci aşaması Devlet Su İşleri'nce seçilen havzalarda yapılan ölçüm ve değerlendirmelerle devam etmiştir. Çalışma sonucunda Türkiye'de yağış alan 1000 kilometrekareyi geçmeyen ve 1515 küçük su kaynakları üzerinde 3948

<sup>75</sup>Eroğlu, Veysel; "İklim Değişikliği ile Mücadele: Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Artırılması (1. Bölüm)", **Eneji&Kojenerasyon Dünyası**, sayı 42, Mayıs-Haziran 2006, s.66.

<sup>76</sup>Kumbur, Halil;Özer, Zafer; Özsoy, Duygu; Deniz Avcı, "Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması", a.g.k., s.34.

<sup>77</sup>Umur Gürsoy, Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, **Türk Tabipleri Birliği Yayınları**, Ankara, 2004, s. 135.

<sup>78</sup> TOPBAŞ, Mümtaz Turgut ve Bşk.: **Çevre Kirliliği**, T.C. Çevre Bakanlığı, Ankara, 1998., s.289.

MW'lık Kurulu güç tesis edilebileceği ve bu güç ile teknik yönden enerji potansiyeli 13.9 milyar kwh/yıl olup, ortalama akım koşullarında ise 32.4 milyar kwh/yıl ortalama elektrik enerjisi üretilebileceği belirlenmiştir. Aynı çalışmada, Türkiye'nin hidrolik özellikleri ile birlikte çevre sorunları göz önüne alındığında kurulacak olan küçük hidroelektrik tesislerin nehir tipi olması gerektiği belirtilmiştir.<sup>79</sup>

**Şekil 6-7: Hidroelektrik Enerji Santrali**



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. 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

<sup>79</sup> Saatçi, Yusuf;:“**Temiz ve Yenilenebilir Enerji Potansiyelimiz**”, Standart, Y. 40, S. 469, Ocak 2001, s.31.

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>80</sup>

**Tablo 6:** Dünyanın enerji potansiyeli

| Kıta/Bölge/Ülke  | Brüt Potansiyel (TWh/yıl) | Teknik Potansiyel (TWh/yıl) | Ekonomik Potansiyel (TWh/yıl) |
|------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Çin              | 6.083                     | 2.474                       | 1.753                         |
| Hindistan        | 2.638                     | 660                         | 600                           |
| Endonezya        | 2.147                     | 402                         | 40                            |
| Asya Toplam      | >16.285                   | >5.523                      | >3.279                        |
| ABD              | 4.485                     | 1.752                       | 501                           |
| Brezilya         | 3.040                     | 1.488                       | 811                           |
| Kanada           | 2.216                     | 981                         | 536                           |
| Amerika Toplam   | >15.175                   | >6.048                      | >2.738                        |
| Kongo            | 1.397                     | 774                         | 419                           |
| Etiyopya         | 650                       | > 260                       | 160                           |
| Madagaskar       | 321                       | 180                         | 49                            |
| Afrika Toplam    | >3.884                    | >1.852                      | >1.007                        |
| Rusya            | 2.295                     | 1.670                       | 852                           |
| Norveç           | 560                       | 200                         | 187                           |
| İtalya           | 340                       | 105                         | 65                            |
| Avrupa Toplam    | 4.945                     | 2.714                       | >1.638                        |
| Irak             | 225                       | 90                          | 67                            |
| İran             | 176                       | 70                          | 50                            |
| Suriye           | 11                        | 5                           | 4                             |
| Orta Doğu Toplam | 418                       | 168                         | >121                          |
| Avustralya       | 265                       | 100                         | 30                            |
| Papua Yeni Gine  | 175                       | 49                          | 15                            |
| Yeni Zelanda     | 46                        | 37                          | 24                            |
| Okyanusya Toplam | 495                       | >189                        | >69                           |
| Dünya Toplam     | >41.202                   | >16.494                     | >8.852                        |

**Kaynak:** WEC, 2007(survey); s.279-283

Tablo 6'ya göre; dünyanın brüt hidroelektrik enerji potansiyeli yaklaşık 41.202 TWh/yıl olup, günümüzde bu potansiyelin sadece % 40'ından teknik olarak, % 21,5'inden de ekonomik olarak yararlanmak mümkündür. Ekonomik potansiyelin kıtasal dağılımı yapıldığında; ilk sırayı % 37'lik payla Asya almaktadır. Amerika, teknik potansiyeli daha yüksek olmasına karşın, ekonomik potansiyel açısından % 31'lik payıyla ikinci sıradadır. Bu iki kıta,

<sup>80</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Türkiye'de Enerji Dinamikleri, **Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi Yayını**, Ankara, Aralık 2004, s.2-3.

toplam ekonomik potansiyelin yaklaşık % 68'ine sahip bulunmaktadır. Avrupa % 18,5, Afrika % 11,4, Orta Doğu % 1,4 ve Okyanusya % 0,8'lik paya sahiptir. Ülkesel dağılımda ise ilk sırada Çin gelmektedir. Çin'in, toplam ekonomik potansiyelin yaklaşık 1/5'ine (% 19,8) sahip oluşu, bu ülkenin, su kaynakları açısından gelecekte daha stratejik bir konuma gelme olasılığını kuvvetlendirmektedir. Çin'i sırasıyla, Rusya (% 9,6), Brezilya (% 9,2) ve Hindistan (% 6,8) izlemektedir.

### 2.3.2 Hidroelektrik Enerjiden Faydalanma Maliyeti

İlk yatırım maliyetleri açısından küçük ölçekli hidroelektrik santraller (<10 MW) daha uygun olmakla birlikte, büyük ölçekli hidroelektrik enerji santrallerinde (>10 MW) elektrik üretimi daha düşük maliyetlerle gerçekleşmektedir. Buna göre; santrallerin ilk yatırım maliyeti ortalama 2.400 \$/MW; bu santrallerden elde edilen elektriğin birim maliyeti ise 0,03-0,04 \$/MW seviyesindedir. 2020 yılı için yapılan öngörülerde bu rakamların % 10 oranında azalması beklenmektedir. Hidroelektrik enerji santrallerinin, gerek yatırım gerekse elektrik üretim maliyetlerinin düşük oluşu, bu tesislerin uzun yıllardır işletmede olmasından ve kendilerini tam olarak amorti etmesinden kaynaklanmaktadır. Bu santrallerin ekonomik ömürleri yaklaşık 200 yıl iken, yatırım geri ödeme süreleri en fazla 10 yıl olarak gerçekleşmektedir. Son olarak, 2006 yılı sonu itibariyle, dünyada yaklaşık 45.000 adet büyük ölçekli baraj bulunmaktadır. Bu barajların çoğunluğunda (% 80) hidroelektrik enerji donanımının mevcut olmayışı, ekonomik anlamda olumlu bir tercih olarak değerlendirilmemektedir. Özellikle, yıllık işletme-bakım maliyetlerinin düşük seviyelerde olduğu (ortalama 0,002 \$/KWh) göz önüne alındığında, hidroelektrik enerji santrallerinin uzun dönemde ülke ekonomilerine sağlayacağı katkının daha da artması mümkündür.<sup>81</sup>

<sup>81</sup> World Energy Council (WEC)., **Survey of Energy Sources**, WEC Publications, London, 2007., s. 273.

### 2.3.3 Hidroelektrik Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Rezervuarlı ve nehir çeşitli olarak oluşturulan hidrolik santraller, elektrik enerjisi üretimi aşamasında atmosferde hiç sera gazı emisyonu oluşturmamaktadır. Öte yandan, diğer azaltıcı ve engelleyici (enerji tasarrufu, karasal karbon yutakları, taşkın önleme, su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi ve korunması, vb.) sektörlerle yaptığı doğrudan veya dolaylı katkı ile küresel ısınmaya sebebiyet veren emisyonlarının sınırlandırılmasına çeşitli şekilde olanak sunmaktadır.<sup>82</sup>

Hidroelektrik santrallerin çevre ile etkileşimi göz önünde bulundurulursa, hidro projeler, sera gazları, SO<sub>2</sub> ve partikül (parçacık) emisyonlarının olmaması artısına sahiptir. Barajların, arazi kullanımında oluşturduğu farklılıklar, insanların topraklarını boşaltması, flora ve fauna üzerine etkileri, dibe çökme ile baraj alanının dolması ve su kullanım kalitesi üzerinde etkileri vardır. Büyük su rezervuarlarının meydana gelmesi sebebiyle oluşan toprak kaybı sonucu doğal ve jeolojik dengenin bozulabilmesi ihtimali vardır. Bu rezervuarlarda ortaya çıkan bataklıklar, metan gazı için uygun bir ortam oluştururlar. Akarsularımızın, rejimlerini kontrol altında tutmak, böylece taşkın zararlarına engel olmak ve depolanan sulardan içme suyu, sulama yararları oluşturmak ve enerji üretmek sebebiyle bugüne kadar birçok baraj ve hidroelektrik santralleri oluşturulmuştur.<sup>83</sup> 1990 yılı itibarıyla 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

<sup>82</sup> DPT; “Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu”, **DPT Yayını**, Ankara, 2000, s.83.

<sup>83</sup> Halil Kumbur, Zafer Özer, Duygu Özsoy, Deniz Avcı, “Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması”, **a.g.e.**, s.34.

bırakılmış olacaktı.<sup>84</sup> 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. Erozyonun önlenmesinde hidroelektrik santraller için kurulmuş olan barajlar suyun hızını keserek önemli rol oynamaktadır. Santrallerin, depolama kapasiteleri sayesinde arz güvenliğini koruma ve dışa duyulan bağımlılığın azaltılmasında da katkıda bulunurlar. Bunların yanı sıra bölge halkı için istihdam, tarım, taşımacılık gibi ekonomik, su sporları gibi sosyal faydalar sağlamaktadır.<sup>85</sup> Enerji talebinin en fazla ihtiyaç duyulduğu zaman diliminde hemen devreye girebilen hidroelektrik santralleri, arz sıkıntısından kaynaklanan elektrik fiyatları şokuna karşı koruma görevi görürler.<sup>86</sup> Hidrolik santraller aynı zamanda herhangi bir teknik sıkıntı anında devreye girip, sistemi olası tehlikeden korumaktadır.<sup>87</sup>

Enterkonnekte şebeke ulaşma zorunluluğunu ortadan kaldırdığı için, küçük sular (HES) değerlendirilmesiyle küçük suların, bulundukları yöreye iletim ağlarındaki israflarında önemli ölçüde azalma olacaktır. Ömrü uzun olan HES’lerin, yakıt için maliyeti bulunmaması ve yapımında büyük oranda yerli kaynakların kullanılması, alternatiflerine göre daha ekonomik olmasını sağlamaktadır.<sup>88</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

<sup>84</sup> Eroğlu, Veysel; “İklim Değişikliği ile Mücadele: Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Artırılması (1. Bölüm)”, **a.g.e.**, s.67.

<sup>85</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>86</sup> 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, s.53.

<sup>87</sup> DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, **a.g.e.**, s.160.

<sup>88</sup> Cebeci, Mehmet; “Bölgemizin Enerji Kaynakları ve Enerji Projeksiyonu”, **a.g.e.**, s.66.

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>89</sup>

## 2.4 JEOTERMAL ENERJİ

Jeotermal enerji, 1974 yılındaki Petrol Krizi sonrasında gündeme gelen yenilenebilir enerji kaynaklarından bir diğeridir. Bu kaynağın yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı oluşu, ülkelerin enerji dış alımının azaltılmasında; kullanımında ortaya çıkan düşük miktardaki sera gazı ise, çevresel olumsuzlukların kabul edilebilir bir seviyeye indirilmesinde katkı sağlamaktadır.

### 2.4.1 Jeotermal Enerjiye İlişkin Genel Bilgi

Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanun Tasarısında jeotermal kaynak; jeolojik oluşuma bağlı olarak yerkabuğu ısısının etkisiyle sıcaklığı devamlı olarak bölgesel atmosferik yıllık ortalama sıcaklığın üzerinde olan, etrafındaki sulara nazaran daha fazla miktarda erimiş madde ve gaz içerebilen doğal olarak oluşan veya oluşturulan su, buhar ve gazlar ile yeraltına insan düzenlemeleri aracılığıyla gönderilerek yerkabuğu veya kızgın

---

<sup>89</sup> Eroğlu, Veysel; a.g.e, s.69.

kuru kayaların ısısı ile ısıtılarak su, buhar ve gazların oluştuğu yerleri, ifade eder denmektedir.<sup>90</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>91</sup>

Kaynağın yenilenebilmesini sağlayan ve aynı zamanda jeotermal akışkanı oluşturan suların meteorik kökene sahip olmaları ve yeraltı haznelerini devamlı beslemeleridir. Buradan yola çıkarsak beslenme üzerinde kullanım söz konusu olmadığı sürece kaynakların tükenmesi mümkün değildir.<sup>92</sup> Jeotermal rezervuarlar; yağmur, kar, deniz ve magmatik suların gözenekli kayaç kütlelerini beslemesi sonucu oluşurlar ve beslenme-üretim değerlerinin dışına çıkılmadığı, jeolojik koşulların korunduğu ve reenjeksiyon işleminin yapıldığı sürece yenilenebilirliğini ve sürdürülebilirliğini kaybetmeyeceklerdir. (Reenjeksiyon, üretilen jeotermal akışkanların yapay yöntemlerle kullanıldıktan sonra tamamının ya da kalan kısmının üretildikleri yerkabuğuna geri gönderilmesini ifade etmektedir.)<sup>93</sup> Başka bir deyişle, yeraltına ulaşan su kaynakları uygun yerlerdeki sıcak kaya ve magma tabakasına yakın yerlerde ısınarak tekrar yeryüzüne çıkar. Jeotermal enerji yenilenebilirliğini bu döngüye borçludur.<sup>94</sup>

<sup>90</sup> “Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanunu Tasarısı”, <http://www.mta.gov.tr/jeotermal.doc>, 25.07.2013

<sup>91</sup> Türkiye Jeotermal Derneği, “Jeotermal Enerji Nedir?”, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/>, 24.10.2012.

<sup>92</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.s. 294-295.

<sup>93</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>94</sup> Gürsoy, Umur; a.g.e, s.132.

**Şekil 8:** Jeotermal Enerji Santrali



Jeotermal enerji, (kentsel) ısıtma maksadıyla İzlanda'nın Reykjavik şehrinde ilk kez 1930'larda kullanılmıştır. Önce turistik bir otelde sıcak su temin etmek amacıyla Yeni Zelanda'da 1949'da sığ sondajlara başlanmış, ardından 1954'te 200 MWe kapasiteli bir santral kurularak elektrik üretimine geçilmiştir. 60'lı yıllarda Amerika, Meksika ve Japonya'da da santraller kurulmuş böylece jeotermal enerji kullanımında dünyaya yayılmaya başlanılmıştır.<sup>95</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. Elektrik üretimi için kullanılan jeotermal enerjide, dünya sıralamasında ilk 5'te olan ülkeler; ABD, Filipinler, İtalya, Meksika ve Endonezya'dır. Çin, Japonya,

<sup>95</sup> Demirel, Zeynel; "Jeotermal Enerjinin Ülkemiz İçin Önemi ve Yasal Durumu", Birlik Haberleri, Türk Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği Yayını, Yıl:23, Kasım 1996, s.61.

ABD, İzlanda ve Türkiye ise jeotermal ısı ve kaplıca konusundaki uygulamalarıyla ilk 5'te yer alan ülkelerdir.<sup>96</sup>

**Tablo 7:** Dünya Jeotermal Enerji Potansiyelinin Kıtasal Dağılımı

| Kıta         | Elektrik Üretim Potansiyeli |      | Doğrudan Isı Üretimi Potansiyeli |
|--------------|-----------------------------|------|----------------------------------|
|              | TWh/yıl                     | %    |                                  |
| K.Amerika    | 2.700                       | 12,1 | >33                              |
| G.Amerika    | 5.600                       | 25   | >67                              |
| Avrupa       | 3.700                       | 16,5 | >103                             |
| Asya-Pasifik | 8.000                       | 35,7 | >119                             |
| Afrika       | 2.400                       | 10,7 | >67                              |
| Dünya Toplam | 22.400                      | 100  | >389                             |

**Kaynak:** D. Chandrasekharam ve J. Bundschuh., "The Geothermal Potential of the Developing World", (Edit. : D. Chandrasekharam ve J. Bundschuh), Geothermal Energy Resources for Developing Countries, Taylor&Francis Publications, Philadelphia, 2002, s. 55

Tablo 7’de, dünya jeotermal enerji potansiyelinin toplam 22.789 TWh/yıl seviyesinden daha fazla olduğu görülmektedir.( Bu rakama göre; jeotermal enerji potansiyeli miktarı, yıllık küresel elektrik tüketiminden daha fazla olmaktadır.) Jeotermal enerji potansiyeli açısından en zengin kıtalar ise; Asya-Pasifik ve G. Amerika kıtaları olmaktadır. Bu iki kıta, dünya jeotermal enerji potansiyelinin yaklaşık % 60’ına sahiptir. Asya Pasifik’te; Endonezya, Filipinler, Japonya ve Yeni Zelanda; G.Amerika’da; Kolombiya, Ekvator, Şili, Peru, Bolivya ve Arjantin, jeotermal enerji potansiyeli sıralamasında en üst sırada bulunan ülkelerdir. Kıtasal dağılımda Avrupa, yaklaşık % 16,5’lik payıyla üçüncü, K. Amerika % 12,1 ile dördüncü, Afrika % 10,7 ile beşinci sırada yer almaktadır. Avrupa’da İtalya ve Türkiye; K. Amerika’da ABD;

<sup>96</sup> Dağıstan, 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, s.75.

Afrika’da ise Kenya, Zimbabve ve Etiyopya, önemli jeotermal kaynaklara sahip ülkelerdir.<sup>97</sup>

**Tablo 8:** Jeotermal Enerji Kullanımının Ülkelere Göre Dağılımı (2005)

| Isı Enerjisi |                 | Elektrik Enerjisi |                 |
|--------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Ülke         | Üretim(TWh/yıl) | Ülke              | Üretim(TWh/yıl) |
| Çin          | 12,6            | ABD               | 17,42           |
| İsveç        | 10              | Filipinler        | 9,25            |
| ABD          | 8,68            | Meksika           | 6,28            |
| İzlanda      | 6,62            | İtalya            | 5,34            |
| Türkiye      | 5,45            | Japonya           | 3,47            |
| Dünya Toplam | 72,62           | Dünya Toplam      | 56,8            |

**Kaynak:** John W. Lund, Derek H. Freeston ve Tonya L. Boyd., a.g.m., s. 1-5; Ruggero Bertani., a.g.e., s.1-11.

Jeotermal kaynaklı elektrik enerjisi üretiminde ABD % 30,7’lik payıyla ilk sırada yer almaktadır. Filipinler, Meksika, İtalya ve Japonya, elektrik enerjisi üretiminde ABD’yi izleyen ülkeler olmaktadır. Filipinler, ulusal elektrik üretiminin % 16,3’ünü jeotermal enerjiden sağlarken, diğer ülkelerde bu oran % 0,1 ile % 5 arasında değişmektedir. Bu ülkelerdeki yüksek sıcaklıklı volkanik sahalar, elektrik enerjisi üretimi için oldukça elverişli alanlardır. Bu sahaların bulunduğu bölgelerden bazıları ise şöyledir: Kaliforniya (ABD), Leyte (Filipinler), Cerro Prieto (Meksika), Larderello (İtalya) ve Oita (Japonya).Isı enerjisi üretiminde ise ilk sırada, % 17,4’lük payıyla Çin gelmektedir. Çin’i sırasıyla İsveç, ABD, İzlanda ve Türkiye takip etmektedir. Bu beş ülke, genelde düşük sıcaklıklı jeotermal sahalarla sahip olup; söz konusu jeotermal kaynakları, alan ısıtma ve termal tesis-kaplıca uygulamalarında kullanmaktadır. İzlanda, toplam ısı enerjisi gereksiniminin

<sup>97</sup> D. Chandrasekharam ve J. Bundschuh, “**The Geothermal Potential of the Developing World**”, (Ed. : D. CHANDRASEKHARAM ve J. BUNDSCHUH), Geothermal Energy Resources for Developing Countries, Taylor&Francis Publications, Philadelphia, 2002, s.56.

(konut ısıtma) yaklaşık % 86'sını bu yolla karşılamakta; Türkiye ise, özellikle termal tesis-kaplıca uygulamalarıyla her yıl önemli sayıda turist çekmektedir.

Türkiye'de bilinen 1000'in üzerinde jeotermal enerji kaynağı bulunmaktadır ve bu kaynaklar jeolojik yapı nedeniyle batı Anadolu'da yoğunlaşmıştır. Bunu sırası ile Marmara, İç Anadolu, Karadeniz, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgeleri izler. Jeotermal enerji açısından Avrupa'da birinci, dünyada yedinci sırada yer alan Türkiye'de kaynakların doğru kullanılması enerji ithalatını ve petrole olan bağımlılığı azaltır. 2010 yılı itibarıyla 16 milyar kWh/yıl elektrik üretme kapasitesi ve/veya potansiyeli olan ülkemizde aynı yıl itibarıyla üretim hedefi 4 milyar 112 kWh/yıl'dır. Bu sayılar, elde olan jeotermal kaynakların yeterli derecede değerlendirilemediğine işaret etmektedir<sup>98</sup>.

Türkiye Cumhuriyetinde üretilebilecek maksimum Jeotermal Enerji 31.500MWh'dir. Bu miktardaki enerji gücü ile 5 Milyon ev ısıtılabilir. Bu ısıtma giderleri elektrikten 110 defa, fuel oil'den 60 defa, doğal gazdan 38 defa ve kömürden 30 defa daha ekonomiktir. Bununla birlikte jeotermal enerji sistemlerin güvenilirliği, emniyeti ve elastikliği yüksektir. Jeotermal enerji sistemleri %96 oranında yüksek verimle çalışabilmekte ve yıl boyunca zaman farkı gözetmeksizin faaliyet sürdürebilmektedirler. Bir avantajı da diğer sistemlerle karşılaştırıldığında inşaat süresinin çok kısa olmasıdır<sup>99</sup>.

#### 2.4.2 Jeotermal Enerjiden Faydalanma Maliyeti

Jeotermal enerji yatırım, işletme ve üretim maliyetlerinde; arama çalışmaları, kuyudan üretim, üretimin kuyudan santrale (elektrik veya ısı) taşınması, santralden elektrik üretilmesi veya ısı enerjisinin kullanıma

<sup>98</sup> Ergün, S. (2005). Türkiye Enerji Sektöründe Verimlilik Göstergeleri, Küreselleşmenin Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Enerji Politikaları, **Elektrik Mühendisleri Odası**, 5. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Ankara, s.11-12.

<sup>99</sup> Özçep, F. ve Karabulut, S. (2003). **Jeotermal Enerji Olanakları ve Yararlanma**, Ölçü Mühendislikte, Mimarlıkta ve Planlamada. Nisan 2003, s.45.

sokulması, akışkanın niteliği, iklim şartları, santral tipi ve kapasitesi, kuyu derinliği, işçilik, bakım (sistem, kuyu vd.), kimyasal madde kullanımı, iç tüketim (elektrik enerjisi) gibi ögeler belirleyici olmaktadır.<sup>100</sup>

Jeotermal enerji ilk yatırım maliyeti, elektrik ve ısı üretimi olarak ayrı ayrı değerlendirildiğinde; bir ısı santrali yatırım maliyetinin ortalama 200 \$/KWh ile 2.000 \$/KWh arasında, elektrik santrali yatırım maliyetinin ise 800 \$/KWh ile 3.000 \$/KWh arasında değiştiği görülmektedir. Jeotermal enerji ısı ve elektrik üretim maliyetleri ise, yatırım maliyetleriyle kıyaslandığında daha ekonomik bir boyuta ulaşmıştır. Birim elektrik üretim maliyeti 0,02-0,10 \$/KWh arasında değişmekte; ısı üretim maliyeti ise 0,005-0,05 \$/KWh arasında gerçekleşmektedir.<sup>101</sup>

### 2.4.3 Jeotermal Enerjinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Jeotermal Enerji Kaynakları oldukça yüksek verimlidir. Direkt olarak elde edilebildiği için uygun maliyetli, yenilenebilir, sürekli, temiz, yerli enerji kaynaklarıdır. Jeotermal enerji ile elde edilen birim güç gideri, hidroelektrik santraller dışındaki bütün enerji üretim yöntemlerinden daha düşük maliyetlidir. Özellikle termik santrallerin yarattığı çevre kirliliği ile kıyaslandığında çok daha temiz bir enerji türüdür. Geri basım tekniğinin yaygınlaşarak kullanılması ise doğal dengenin bozulmasını engelleyerek çevre dostu enerji olarak sınıflandırılmasını sağlamaktadır. Özellikle gelişen teknolojik yenilikleri ile düşük sıcaklıkta çıkan termik su ile de üretim yapılabilmektedir ayrıca santral devir verimi artırılarak enerji verimliliği

<sup>100</sup>DPT, 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu, **DPT Yayını**, Yayın No: 2609, Ankara, 2001, s.28.

<sup>101</sup>Mary H. Dickson and Mario Fanelli, "What is Geothermal Energy?", <http://iga.igg.cnr.it/geo/geoenergy.php> (International Geothermal Association)

yükseltilmiştir.<sup>102</sup> Yani jeotermal kaynak birden çok amaçla aynı zamanda kullanılabilir.<sup>103</sup>

Jeotermal kaynaklardan çıkan su genelde tortu, aşındırma ve kireçlenmeye neden olabilecek düzeyde olan mineraller içerir. Bu enerji türü yeşil enerji olarak sınıflandırılmakla beraber, akışkanın paslanmaya, çürümeye, kireçlenmeye (kabuklaşmaya) sebep olması, içerdiği bor nedeniyle atılacağı yüzey sularını kirletmesi, bünyesinde CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S ve bor gibi maddeler bulunması bu tesislerde çeşitli önlemlerin alınmasını gerektirebilir. Ülkemizde uygulamaların birçoğunda geri basım yapılmaktadır.<sup>104</sup> Şu durumda jeotermal enerji, çevreyi kirletmez ve petrol, doğal gaz, kömür yerine kullanıldığı için de döviz tasarrufu sağlar.<sup>105</sup>

## 2.5 BİYOKÜTLE ENERJİSİ

Biyokütle enerjisi, diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi yerli ve çevreye duyarlı bir başka kaynaktır. Biyokütle enerjisini diğerlerinden ayıran temel fark ise, enerji kaynağının sadece doğada bulunan öğelerden oluşmaması, aynı zamanda yetiştirme tekniğiyle yeni kaynakların yaratılarak mevcut potansiyelin geliştirilebilmesidir.

<sup>102</sup> Kaymakçioğlu, Fatih; 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.201

<sup>103</sup> 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, s.296.

<sup>104</sup> TÜSİAD, 21. Yüzyıla Giren Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi”, “<http://www.tusiad.org/turkish/rapor/enerji/html/sec12.html>” (01.06.2013). s.123.

<sup>105</sup> 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, s.165.

### 2.5.1 Biyokütle Enerjisine İlişkin Genel Bilgi

Biyokütle enerjisi, odun, odun kömürü, hayvan ve insan dışkı, tarım ürünleri, orman sektörü organik atıkları, alkol ve metan mayalanması, çeşitli su bitkileri gibi canlı kaynaklar yoluyla elde edilen enerji çeşididir.<sup>106</sup> Genellikle ısınma amacı ile 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 yöntemler kullanılarak katı, gaz ve sıvı yakıtlara dönüştürülerek biyokütle yakıt elde edilmesi, ısı ve elektrik üretilmesi mümkün olmaktadır.<sup>107</sup>

Klasik ve modern anlamda olmak üzere, biyokütle enerjisi iki grupta ele alınabilir. Birincisi; geleneksel ormanlardan elde edilen yakacak odun ve yine yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan atıkları (tezek gibi)'dir. İkincisi ise, enerji ormancılığı ve orman-ağaç endüstrisi atıkları, tarım kesimindeki bitkisel atıklar, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıkları olarak sıralan modern biyokütle enerjisidir.<sup>108</sup> Bazı ağaçların (kavak, okaliptüs, aylandız, paulownia kral ağacı vb) büyüme hızı doğal ormanlara göre daha yüksektir. Fazla miktarda güneş ışığı alan bölgelerde yetişen, suyu çok verimli kullanan; düşük karbondioksit yoğunluklarında bile fotosentez yapabilen ve diğer bitkilere göre mevsimsel kuraklığa daha fazla dayanıklı olan tatlı sorgum, şeker kamışı, mısır gibi bitkilere C<sub>4</sub> (karbon) bitkileri denmektedir.<sup>109</sup>

Yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması sonucu bitkisel biyokütle oluşmaktadır. Biyokütleden elde edilen enerji, dünya enerji tüketiminin 10 katı enerjiye

<sup>106</sup> Umur Gürsoy, **a.g.e.**, s.127.

<sup>107</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.

<sup>108</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.769.

<sup>109</sup> Umur Gürsoy, **a.g.e.**, s. 128.

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 atıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk, v.b.), 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>110</sup>

Biyogaz ise; tarımsal üretim sonucunda meydana gelen 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 sonucu açığa çıkan ısı değeri yüksek yanıcı, renksiz bir gazdır.<sup>111</sup> Diğer bir ifade ile, biyogaz bileşimi, % 60-70 metan, % 30-40 karbondioksit ve az miktarda hidrojen sülfür, hidrojen, su buharı, amonyak, karbonmonoksit ve azottan oluşur. Biyogazın ısı değeri, bileşimindeki metan oranına göre değişmekte olup, genellikle 4700-6000 kcal/m<sup>3</sup> kadardır. Bu sebeple ısınma, aydınlatma ve su ısıtılması gibi amaçlarla kolaylıkla kullanılabilen temel enerji kaynaklarına alternatif olabilecek bir enerji kaynağıdır.<sup>112</sup>

Biyokütle; organik maddelerin doğrudan yakılması ile oluşturulan ısıdan buhar elde edilip türbinleri döndürürerek, termik santrale benzer bir sistem ile elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Aynı zamanda değişik teknikler uygulanarak elde edilen biyogazın kullanımı ile kombine çevrim gaz santrallerine benzer şekilde elektrik üretebilir. Çöp termik santralleri çöplerin çürümesi ve anaerobik fermentasyonu ile meydana gelen yanıcı biyogaz olan metan gazının kullanımı ile çalıştırılmaktadır. Böylece hem kentsel atıkların depolanma sorunu çözülmüş hem de enerji kullanımı sağlanmış

<sup>110</sup> Yunus Arıkan, “İklim Değişikliği ile Savaşım Politikalarında Biyoyakıtlar ve Avrupa Birliği”, Biyoyakıt Dünyası, Sayı 4, Ankara, Kasım 2006, s. 25.

<sup>111</sup> Umur Gürsoy, a.g.e., s.130.

<sup>112</sup> İstemi Ünsal, a.g.e., s.34-35

olmaktadır.<sup>113</sup> Kentsel atıklar iyi bir biyokütle enerji kaynağıdır fakat normal olarak çöplerin organik ve inorganik maddeler içermesi nedeniyle ayrıştırılmaları çok maliyetlidir.<sup>114</sup>

Biyokütle kaynaklı, çevre dostu en önemli yakıt alternatiflerinden bazıları biyodizel ya da biyomotorindir. Biyomotorin, ticari başarısını kanıtlamış en yaygın dizel motor yakıtı alternatifidir, dizel motorlarında sorun çıkarmadan kolaylıkla kullanılabilir. Biyomotorin kullanımı, Dr. Rudolf Diesel'in 1895'de ürettiği ilk dizel motorda bitkisel yağ kullanmasıyla başlamıştır. Bugün birçok ülke biyomotorin normunu (kural, standart) tamamlamış olup, biyomotorin akaryakıt istasyonlarında ticari bir yakıt olarak satışa konulmuştur.<sup>115</sup>

Kolza (kanola), soya, ayçiçek, 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 sonucu meydana gelen biyodizel, yakıt olarak kullanılabilen bir üründür. Evsel kızartma yağları ve hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılabilir.<sup>116</sup>

Biyodizel, enerji içeriğinin büyük bir bölümü tohumunda gizli olan, yağlı tohumlu bitkilerden elde edilir ve 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>117</sup> Dizel yakıt olarak kullanılabilen biyodizel, ekonomik açıdan uygunluğu, atıklardan kurtulma ve olumlu çevresel etkisi yönünden kullanılabilirliği ile dikkat çekmektedir. Bitkisel ve bitkisel kaynaklı atık kızartma yağının motor yakıtı olarak kullanımı ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu şekilde

<sup>113</sup> Dolun, Leyla; **a.g.e.**, s.57.

<sup>114</sup> Umur Gürsoy, **a.g.e.**, s.127.

<sup>115</sup> 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, s.291.

<sup>116</sup> Çöpten Temiz Enerji Üretiliyor”, Cumhuriyet Gazetesi, 27.10.2006, s.9

<sup>117</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, **a.g.e.**, s.5-31.

kullanılabilecek bitkisel yağların önde gelenleri; soya yağı, ay çiçek yağı, aspir yağı, kolza yağı, yerfıstığı yağı, keten tohumu, fındık yağı, pamuk tohumu ve atık kızartma yağlarıdır. Yapılan araştırmalarla, biyodizelin, dizel yakıtından daha çok çevre dostu olduğu, emisyon değerlerinin dizel yakıtına benzer, hatta bazı değerlerinin daha iyi olduğu kanıtlanmıştır.<sup>118</sup>

### Şeki 9-10: Biyokütle Enerji Kaynakları



**Tablo 9: Dünya Biyokütle Enerji Potansiyelinin Kıtasal/Bölgesel Dağılımı (2000-2050)**

| Kıta/Bölge           | 2000 (EJ)    | 2050 (EJ)    |
|----------------------|--------------|--------------|
| K.Amerika            | 21,5         | 198          |
| G.Amerika-Karayipler | 19,9         | 265          |
| Asya                 | 21,4         | 196          |
| Afrika               | 21,4         | 372          |
| Avrupa               | 8,9          | 67           |
| Eski SSCB            | 10           | 238          |
| Okyanusya            | -            | 107          |
| <b>Dünya Toplam</b>  | <b>103,1</b> | <b>1.443</b> |

**Kaynak:** Edward M.W. Smeets, André P.C. Faaij, Iris M. Lewandowski ve Wim C. Turkenburg., "A Bottom-up Assessment and Review of Global Bio-energy Potentials to 2050", Progress in Energy and Combustion Science, Volume: 33, Issue: 1, February 2007, s. 65-66; EUBIA, "Biomass Resources and Production Potential", <http://p9719.typo3server.info/215.0.html>

<sup>118</sup> 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, s. 218.

Kıtasal/bölgesel dağılım incelendiğinde; biyokütle enerji potansiyelinin Avrupa ve eski SSCB ülkelerinde düşük olduğu (2050 yılı için Eski SSCB ülkeleri 238 Ej/yıl tahmin edilmiştir); bunların dışındaki kıtalarda/bölgelerde ise birbirine yakın bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Özellikle, Afrika'nın (Afrika'nın güneyi) büyük ormanlık alanlara ve çok sayıda hayvan türüne sahip oluşu, bu kaynaklara ilişkin biyokütle enerji potansiyelinin gelişmesini sağlamaktadır (2050: 8,885 milyar tpe/yıl). G.Amerika'da ise, özellikle sıvı biyoyakıt üretimine uygun küçük ve büyük ölçekli tarım alanları bulunmakta ve bu alanlarda enerji bitkileri yetiştirilmektedir.

### 2.5.2 Biyokütle Enerjiden Faydalanma Maliyeti

Elektrik enerjisi üretiminde çok çeşitli biyokütlelerin ve yöntemlerin kullanılmakta oluşu, maliyetlerin geniş bir aralıkta gerçekleşmesine neden olmaktadır.

Kısa vadede termik santraller (biyokütle + kömür), biyokütleden elektrik enerjisi elde edilmesinde en düşük maliyetli çözümü sunarken (yatırım maliyeti: 50-250 \$/KW; elektrik üretim maliyeti: 2 Cent/KWh); biyokütle enerji santrallerinin maliyet seviyesi, küçük ölçekli kapasitelerinden dolayı daha yüksektir. (yatırım maliyeti: 1.500-3.000 \$/KW; elektrik üretim maliyeti: 4-9 Cent/KWh).Yeni nesil gazlaştırma yöntemiyle çalışan birleşik ısı-güç santrallerinde ise, maliyet açısından geniş çapta uygulanabilirliğe henüz erişilmemiştir (yatırım maliyeti: 4.000-7.000 \$/KW; elektrik üretim maliyeti: 10-13 Cent/KWh). Ancak, bu tip santrallerin, orta vadeli (2020-2030) dönem için önemli bir potansiyele sahip olduğu belirtilmektedir.<sup>119</sup>

Biyomotorin üretiminde, hayvansal yağların kullanılması durumunda, üretim maliyeti ortalama 40-50 Cent/Lme (Litre motorin eş değeri) olmakta; yağlı tohumlu bitkilerin kullanılması durumunda ise 60-80 Cent/Lme'ye kadar

<sup>119</sup> International Energy Agency (IEA)., **Renewables in Global Energy Supply**, IEA Publications, Paris, 2007; s. 6-7

yükselmektedir. Gerek biyoetanol, gerekse biyomotorin maliyetlerinin, biyoyakıt kullanımının artmasıyla orantılı olarak, 2020 yılından önce ortalama % 40-50 oranında düşeceği öngörülmektedir.<sup>120</sup>

### 2.5.3 Biyokütle Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Biyokütle enerjisi alternatif enerji kaynakları içerisinde önemli bir yerdedir. Rüzgar ve güneş enerjisine oranla sürekliliği kesintiye uğramaz, kolay depolanabilirliği sayesinde de diğer enerji kaynaklarına kıyasla büyük avantaj sağlamaktadır.<sup>121</sup> Biyokütlenin atmosferde CO<sub>2</sub> artışına yol açmaması, yerli bir kaynak olması ve bölgedeki istihdamı artırarak göçü engellemesi sıralanabilecek faydaları arasındadır.<sup>122</sup> Biyokütlenin orman ve bitki varlığının yenilenmesi durumunda sera etkisine katkısı olmayan bir yakıt olmasının nedeni, yanması durumunda yalnızca atmosferden aldığı kadar karbonu karbondioksit halinde salmasıdır.<sup>123</sup> Biyokütle yakıtları, %2 civarında fosil yakıtla birlikte yakılmaktadır ki bu sayede hava kirliliği üzerindeki etkiyi azaltmak amaçlanmaktadır. Bir kömür santrali ele alındığında, kömür %35 oranında kükürtdioksit ve azotoksit emisyonu oluştururken biyokütle ile yakıldığında bu emisyon oranında %30 azalma görülmüştür.<sup>124</sup>

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>125</sup> Biyodizelin yağlayıcı özelliği motoru koruyucu niteliktedir. Parlama noktası sıcaklığının yüksekliği; kullanımı, ve taşınımı kolaylaştırırken, depolanması bakımından

<sup>120</sup> IEA, 2007 ,**a.g.e**; s.1.

<sup>121</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, **a.g.k.**, s. 5.24.

<sup>122</sup> DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, **a.g.e.**, s.67.

<sup>123</sup> Umut, Gürsoy, **a.g.e.**, s.131.

<sup>124</sup> Umut, Gürsoy, **a.g.e.**, s128.

<sup>125</sup> Umut, Gürsoy, **a.g.e.**, s128.

güvenlidir. Dizel ile karşılaştırıldığında daha temiz yanar ve depolanması dizel ile aynıdır (kanserojen madde ve kükürt içermez).<sup>126</sup> Ayrıca biyodizel, kara ve deniz taşımacılığında kullanılabilen, stratejik özelliklere sahip, mevcut motorlarda yeni tasarım gerektirmeden kullanılabilen ve motorların değerlerinde iyileşme yaratan, ticari başarıyı sağlamış çevreyle uyumlu bir yakıttır.<sup>127</sup> Bakterilerle kolayca ayrışarak doğada kaybolması da biyodizelin önemli özelliklerindendir. İçeriğinde sülfür bulunmadığından asit yağmurlarına neden olmaz. Hammaddesi olan yağlı tohum bitkilerinin atmosferden çektikleri CO<sub>2</sub> miktarı ile yandığı zaman atmosfere salınan CO<sub>2</sub> miktarı hemen hemen aynı olduğundan toplam CO<sub>2</sub> emisyonunda bir değişikliğe sebep olmamakta ve küresel ısınmaya neden olmamaktadır. (Böylece iklim değişikliğine de neden olmamaktadır.)

Biyokütle enerjisi büyük ölçüde çevreyle uyumlu bir enerji kaynağıdır fakat kullanılan biyokütle türüne göre bazı olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Çöp ve benzeri atıkların yakılmasıyla meydana çıkan zararlar için bazı önlemler alınması gerekmektedir. Öte yandan bu çevre kirliliğine sebep olan kaynaklar, enerji kaynağı olarak kullanılarak zararlarını bertaraf etmektedirler.<sup>128</sup>

## 2.6 DİĞER YENİLEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Dünya'nın 3/4'ünü meydana getiren okyanus ve denizlerden elde edilen enerji, günümüz şartları itibarıyla ticari anlamda henüz yararlanılamayan; ancak, teknolojik olarak belirli bir seviyeye ulaşılmış olan diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

<sup>126</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, **a.g.e.**, s.5-31.

<sup>127</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, **a.g.e.**, s.33-34.

<sup>128</sup> DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, **a.g.e.**, s.161.

### 2.6.1 Dalga Enerjisi

Dalga enerjisi; bol miktarda olmasına karşın rüzgar enerjisi gibi daha gelişmiş teknolojilere göre daha yenidir ve Avrupa ülkeleri tarafından kullanılmaya başlanan yenilenebilir kaynaktır. Bu nedenle, söz konusu enerji kaynağı şu anda ekonomik olarak rekabet edebilir değildir. Deniz dalgalarının yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en yüksek değere sahip olmalarını sağlayan özellikleri yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmalarıdır. Bunlara karşı devletlerin ve endüstrinin ilgisi sürekli artmaktadır.<sup>129</sup>

Dalga enerjisi, Arşimet prensibi ve yerçekimi yasası arasında ortaya çıkan büyük bir güçtür. Önemli ölçüde potansiyele sahip olmasının yanı sıra birçok yenilenebilir kaynaktan daha güvenlidir. Dalga enerjisinde elde edilebilirlik açısından zamanın etkisi çok fazla değildir. Hemen hemen zamanın %90'ında elde edilmeye uygun haldedir. Teknolojinin de ilerlemesi sayesinde çalışmalar artmış ve kıyıya yakın ve kıyıdan uzak bölgelerde çalışan çeşitli enerji sistemleri uygulanmaktadır.<sup>130</sup>

### 2.6.2 Gelgit Enerjisi

Gelgit enerjisi, suların yükselip alçalmasından yararlanılarak elektrik üretimine olanak sağlamaktadır. Gelgit enerjisi santralleri, tasarım olarak gelgit yoğunluğunun fazla olduğu kıyı kesimlerinde ırmak ağızlarına ya da deniz girişlerine baraj yapılmasına dayanmaktadır ve barajın içerisine suların yükselme zamanlarında içeri girebilecekleri, alçalma zamanlarında dışarı çıkabilecekleri bir tünel açılması tasarlanmıştır.

<sup>129</sup> Ünal, Erol; ‘Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Yenilenebilir Enerji Piyasaları’, Uzmanlık Tezi, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), Ankara, 2006, s.62.

<sup>130</sup> Terzi, Ümit K.; 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.

Tüneller sayesinde suların akışı, yerleştirilmiş olan türbinleri harekete geçirecek ve bağlanmış olan jeneratörlerden elektrik üretilmiş olacaktır. Fransa'da Rance ırmağının halicinde kurulmuş olan 750 m uzunluğunda ve 240 MW gücündeki gelgit barajı, 1966 yılında inşa edilmiş ve baraj 24 pervane türbini ile çalışmaktadır. Bu türbinlerin kanatları tek yöne de dönebilmekte ve elektrik üretiminde dünyanın en önemli örneği olarak gösterilmektedir.<sup>131</sup>

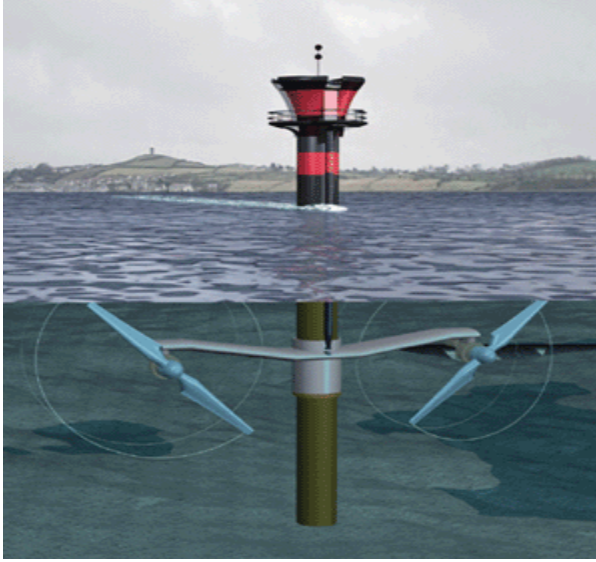
**Şekil 11: Dalga Enerji Toplayıcı**



---

<sup>131</sup> Dolun, Leyla; **a.g.e.**, s.50.

**Şekil 12:** Gelgit Enerji Jenaratörü



### 2.6.3 Dalga ve Gelgit Enerjilerinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Dalga ve gel-git enerjileri, kirlenici etkisi olmayan ve dünya varlığını devam ettirdiği sürece sürekliliğini kaybetmeyecek yenilenebilir kaynaklardır. Herhangi bir yakıt maliyeti bulunmayan bu kaynakların ömrü uzundur. Gel-git barajı aynı zamanda dalgakıran görevi görerek sel taşkınlarını önler. Deniz kökenli yenilenebilir kaynaklar, fosil yakıt bağımlılığını azaltması, asit yağmurlarını engellemesi, elektrik şebekesi bulunmayan kıyı bölgelerde elektrik sağlanması, kirliliği dolaylı olarak azaltması, ihtiyaç duyulması halinde tuzlu suyu tatlı suya çevirerek ulaştırması gibi birçok olumlu etkiye sahiptir.<sup>132</sup>

Deniz dalga enerjisinde büyük avantajlardan birisi her güçte ve boyutta santralin deniz yüzeyinde kurulabilmesidir. Başlangıç yatırımından başka bir maliyeti yoktur. Sınırsız, ucuz, temiz ve havanın kalitesini artıran enerjidir. Bölgede duyulan enerji ihtiyacı gözetilerek kurulurlar. Örneğin nüfus

<sup>132</sup> 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, s.275-276.

yoğunluğu kıyıda yoğunlaşmış bir bölgede üretildiği yerde tüketileceği için uzun iletim hatları gerekmez ve gereksiz maliyetten kaçınılır. Dalganın büyüklüğü maliyetle ters orantılıdır. Denizin üzerine kuruldukları için tarım alanlarına hiçbir etkileri yoktur. Adalar için en uygun enerji santralleridir.<sup>133</sup> İnşası esnasında bir miktar emisyon açığa çıkmasına rağmen denize bıraktıkları herhangi bir kimyasal veya organik kirleticileri bulunmamaktadır. Yerli teknoloji ve imalat kullanıldığı takdirde dışa bağımlılığı azaltılabilir. Dalga enerji sistemleri suyun durgunlaşmasını sağladıkları için kano gibi su sporlarına olanak yaratırlar. Aynı zamanda sistemin, deniz canlıları için yapay bir ortam hazırlaması sayesinde deniz içinde değişik türde canlı popülasyonları gelişmektedir.<sup>134</sup>

Ancak bir gel-git enerji santrali nehir ağzındaki ekosistem üzerinde önemli değişikliklere sebep olabilir. Projeler için özel Çevresel Etki Değerlendirmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Projenin neden olacağı değişiklikler hem su kalitesini hem 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>135</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 dikkat edilmesi gereken konulardır<sup>136</sup>.

<sup>133</sup> “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Dalga Enerjisi”, EP&G Teknik, Enerji Petrol&Gaz Gazetesi, Sayı 10, 15.12.2006.

<sup>134</sup> Terzi, 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, s.186.

<sup>135</sup>Erol Ünal, **a.g.e.**, 2006, s.67.

<sup>136</sup> Mustafa Sağlam, Tanay Sıtkı Uyar, “Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli”, **a.g.e.**, s.276.

## 2.7 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ÖZELLİKLERİ

Günümüzün en önemli hedeflerinden biri, enerji üretiminin ve tüketiminin sürdürülebilir kalkınma kavramı çerçevesinde gerçekleştirilmesidir. Yenilenebilir enerji üretimi de bu hedefin gerçekleşmesinde önemli payı olan bir öncelik olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerjinin insanlığın gelişim süreci içinde belirleyici bir rolü olduğu bilinmektedir. Bu doğrultuda enerjinin geri dönülmez çevresel tahribata yol açmadan, ekolojik dengeyi bozmadan ve kuşaklar arasında adil dağıtım anlayışına uygun bir biçimde kullanımı yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini arttırmaktadır.

Ayrıca, sosyal bilinçlenmenin bir vasıtası olan alternatif enerji kaynakları, bu özelliğiyle toplumsal bir fonksiyon yüklenmektedir. Alternatif enerjiler çevre korumanın yanında, yerel demokrasinin en büyük gereksinimlerinden olan, yerel kararların yerel halkça alınması ve uygulanması hususunda vasıta görevi görür. Çünkü, merkezden yönetilen geleneksel enerjilere göre yerel birimler tarafından üretilmektedir.<sup>137</sup>

Başta CO<sub>2</sub> olmak üzere sera etkisi yapan gazların miktarı atmosferde hızla artmaktadır. Buna bağlı olarak ortaya çıkan zararlar ve fosil yakıtların sürekli olarak tüketilmesi günümüzde insanlığı ve diğer canlıları tehdit eder bir duruma gelmiştir. Bu bağlamda günümüzün en önemli hedefleri arasında; enerji kaynaklarından sağlanan enerji üretiminin yüksek randımanla ve temiz teknolojilerle gerçekleştirilmesi, fosil yakıtların, çevre dostu yeni teknolojilerle değerlendirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtların ikamesi haline getirilmesi, bir üretim sürecinde atık olarak ortaya çıkan enerjinin ikinci çevrimde girdi olarak kullanılabilirliğinin sağlanması ve iktisadi büyümeyle bütünleştirilmesi sayılabilir. Küresel ısınmanın dünya gündemindeki yerini

<sup>137</sup> Mutlu, Ahmet. (2002). “Nükleer Demodelik mi, Sürdürülebilir Enerji mi”, Standart, Temmuz-2002, s.66.

koruması ve fosil yakıtların azalmasıyla beraber alternatif enerji kaynaklarına olan ilgi de artmaktadır.

İthal enerjilere ödeme yapılması ve dış borçların azaltılması amacıyla doğal enerji kaynaklarından meydana gelen alternatif enerji kaynakları kullanılmalıdır. Üstelik bu enerji kaynaklarından yararlanmak için uzman kişilere gerek yoktur, işletilmeleri kolaydır. <sup>138</sup> Enerji panellerinin kurulması sayesinde kullanıcıyla arasında herhangi bir zorluk bulunmamaktadır.

Enerji konusundaki dışa bağımlılığın azaltılmasında ve istihdamın gelişmesinde bu enerjilerin yerli olması büyük rol oynar. <sup>139</sup> İthal yakıtla bağımlılığı bulunan ülkeler bu gereksinimlerini karşılamak amacıyla önemli miktarda maliyete katlanmaktadır. İhracat gelirinin %80'ini petrol ithal etmek için kullanan Afrika bu duruma örnek teşkil eder. Halbuki, biyokütle enerjisi haricindeki alternatif kaynaklarda yakıt gideri yoktur ve bu kaynakların olası fiyat iniş-çıkışlarından olumsuz etkilenmeleri beklenmez. İspanya, 1994 yılında, yoğun işsizlik ve iktisadi problemler sebebiyle alternatif kaynaklara yatırım yapma kararı almıştır. Almanya'da rüzgar enerjisi 40000 kişinin istihdam edilmesine olanak sağlamıştır. <sup>140</sup> Yerel topluluklar için yenilenebilir enerji kaynakları yakıt ve elektrik kullanımı açısından ciddi bir fırsat kaynağıdır. Biyokütle enerjisi bitkilerden elde edildiği için yerel topluluk için önemli karlar elde etmesine imkan sağlamaktadır. <sup>141</sup>

Türkiye, hidrolik ve kömür kaynaklarının zenginliği, temiz ve yenilenebilir enerji potansiyeli, yetişmiş insan gücü, sanayi yapısı, yeni enerji teknolojilerinde yararlanılabilecek bor, toryum gibi stratejik kaynakların varlığı, dinamik nüfus, modernleşme yönündeki atılımları, enerji piyasasının liberalleştirilmesi, enerji kaynaklarının çeşitliliği, yatırım potansiyeli gibi avantajlı birçok özelliğe sahip olmakla birlikte yerli ve yabancı sermaye

<sup>138</sup> Mutlu, Ahmet. **a.g.e.**, s.66.

<sup>139</sup> Avrupa Komisyonu Türkiye Temsilciliği (2004). Avrupa Birliği Enerji Politikası, [www.deltur.cec.eu.int](http://www.deltur.cec.eu.int) (10.10.2013)

<sup>140</sup> Avrupa Birliği Enerji Politikası, Savin, Janet. (2003). “**Enerji İçin Yeni Bir Gelecek Yaratmak**”, Dünyanın Durumu 2003, Çev. Şehnaz Tahir Gürçağlar, TEMA Vakfı Yayınları, İstanbul, s.103-135

<sup>141</sup> Mazza, Patrick. (2004). “**Farm Groups Pushing for Renewable Energy Standarts**”, Harvesting Clean Energy Issue Brief, August – 2004, s.5, [www.harvestcleanenergy.org](http://www.harvestcleanenergy.org).(01.10.2013)

girişinin azlığı, bürokratik engeller, hukuki altyapı ve mevzuattan kaynaklanan eksiklikler, kurumlar arasında eşgüdüm eksikliği, bilimsel ve teknolojik altyapının zayıflığı, ar-ge çalışmalarıyla ilgili kaynakların ve teşviklerin yetersizliği, kamuoyu bilincinin zayıf olması, ara eleman eksikliği, uzman kurumların eksikliği gibi problemler enerji sektörünün gelişme hızını yavaşlatmaktadır.

Türkiye ekonomisinin en büyük sorunu, yıllardır büyüyen cari açığıdır. Bunun en büyük nedeni ise Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı olmasından kaynaklanmaktadır. Söz konusu dışa bağımlılığın yüzde 66 seviyesinde olduğu ülkemizde, petrol ve doğalgazın neredeyse tamamı, kömürün ise beşte biri ithal edilmektedir. Cari açığı daha düşük seviyelere indirmenin en önemli yolu yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzı içindeki payının arttırılmasından geçmektedir. Çünkü yenilenebilir enerji kaynakları açısından ülkemiz önemli bir potansiyele sahiptir.

Fosil esaslı enerji kaynaklarının Türkiye'deki tüketiminde artma eğilimi gözlenmektedir. Tatbik edilmekte olan enerji politikaları sürekli, güvenilir ve iktisadi enerji üretme gibi amaç taşır. Bu sebeple, büyük miktarda parasal kaynak enerji talebine aktarılırken, meydana gelebilecek çevresel sorunlara fazla dikkat edilmemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerji sistemindeki payının, 2020 yılına kadar %20'ler oranında olacağı yapılan planlar ve tahminler çerçevesinde belirtilmiştir.<sup>142</sup>

Biyokütle enerjisi uzun yıllardır genellikle kırsal bölgelerde, ısınma ve yemek pişirme amacıyla kullanılmaktadır. Türkiye'de aynı zamanda enerji ormancılığı ve enerji tarımının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu amaç için uygun olan alanlardan sadece %15'i değerlendirilmiş, %85 oranında uygun alan ise değerlendirilmeyi beklemektedir. Çöp termik santralleri kurularak biyokütle enerjisi elde edilmeye çalışılmış ve Bursa, Mersin, İzmit ve Tarsus'ta çöp gazı santralleri kurulmuştur. Ankara ve Adana'da ise santral

<sup>142</sup> Şalvarlı, Hüseyin. (2003). "Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma, Enerji Politikası ve Verimliliği Hakkında Bazı Görüşler", Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB, 3-4 Ekim 2003, Kayseri, s.325-330

yapımı için sözleşmeler imzalanmıştır. Biyokütle çalışmalarına verilen destek 1957 yılında başlanmış fakat 1987 yılında kesilmiştir.<sup>143</sup>

Yenilenebilir kaynakların, çevre kirliliğini önlemesi konusunda büyük katkıları vardır. Bu nedenle yenilenebilir kaynaklar sürdürülebilir kalkınmayı sağlama adına üzerinde durulması ve kullanımına önem verilmesi gerek enerji kaynaklarıdır.<sup>144</sup> Elbette bu alternatif kaynakların bir takım dezavantajları da bulunmaktadır. Hidroelektrik enerjisi elde etmek için kurulan barajlar, bulundukları bölgedeki biyolojik çeşitlilik için olası tehlikedir. Güneş enerjisinden faydalanmak için kurulan ve büyük alanları kaplayan güneş panelleri görüntü kirliliğine yol açarken, rüzgar enerjisi elde etme amacıyla kurulan panellerden çıkan sesler ise gürültü kirliliğine neden olmaktadır. Bütün bu zararları, fosil yakıtlarla kıyaslarsak küresel olmayan ve katlanılabilir zararlar olduğunu söyleyebiliriz.<sup>145</sup>

Yenilenebilir kaynakların uzun vadede ulusal ekonomi açısından sağlayacağı kazanç düşünüldüğünde, bu kaynakları elde etmek için başlangıçta katlanılan pahalı maliyetler göze alınmaktadır. Bu maliyetler devlet teşvikleri ile azaltılabilir. Yerli ve yabancı yatırımcılar için uygun hale getirilen bu teşvikler aynı zamanda ülke çıkarlarını gözetmeli ve zaman içerisinde ortaya çıkması muhtemel koşullara uyum sağlayabilecek nitelikte olmalıdır.<sup>146</sup>

---

<sup>143</sup> Kaygusuz, Kamil & Ahmet, Sarı; (2003). “Türkiye’nin Mevcut Enerji Durumu, Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları” **Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu**, TMMOB, 3-4 Ekim 2003, Kayseri, s.347-356

<sup>144</sup> Tuğrul, A. Beril. (2003). “Türkiye’de Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Politikaları İçindeki Yeri”, **Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu**, TMMOB, 3-4 Ekim 2003, Kayseri, s.319-324

<sup>145</sup> Mutlu, Ahmet. **a.g.e.** s.66.

<sup>146</sup> Kaygusuz, Kamil & Ahmet, Sarı. **a.g.e.**, s.355.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ENERJİ POLİTİKALARI

#### 3. TÜRKİYE’NİN ENERJİ POLİTİKALARI

İhtiyaç duyulan enerji miktarının büyük kısmının ithal ediliyor olması ve ihracat gelirlerinin çoğunun ithal edilen enerji kaynaklarına aktarılıyor oluşu ülkemizin kalkınmasında karşımıza çıkan en büyük sorunlardandır. Enerji sorunu oldukça dinamik ve karışık bir durumdadır ve bu sorunun çözümünde izlenecek politikalar ülke durumunu değerlendirirken, uluslararası ekonomik, sosyal, siyasal ve teknolojik ortamı göz ardı etmemelidir.<sup>147</sup>

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>148</sup>

---

<sup>147</sup> Buke, Tayfun; Aylin Çigdem Köne, “Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı Çerçevesinde Türkiye’nin Enerji Tüketiminin Analitik Şebeke Yöntemiyle incelenmesi”, s.250.

<sup>148</sup> Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2003-2004 Türkiye Enerji Raporu, **Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayını**, Ankara, 2006, s.19.

### 3.1. TÜRKİYE’NİN ENERJİ POLİTİKALARININ TARİHSEL SÜRECİ

Enerji politikaları ülkemizde Cumhuriyet tarihinden beri uygulanmaktadır ve özellikle genel ekonomi politikaları belirleyici rol üstlenmiştir. Örneğin, devletçilik politikaları uygulanırken, enerji yatırımları devlet eliyle gerçekleştirilmiştir. Ayrıca özel sektörün sahip olduğu enerji kuruluşları da kamulaştırılmaya çalışılmıştır. Liberal ekonomi politikalarının uygulandığı zamanlarda ise özelleştirme ön plana çıkmıştır. Türkiye’nin enerji politikaları ve dönemleri aşağıda bahsedildiği gibi bir süreçte sahiptir.

#### 3.1.1. Cumhuriyet’in İlk Yıllarında Uygulanan Enerji Politikaları

Türkiye’de özel girişimci uygulamasıyla kapitalistleşme sürecine hız kazandırılmaya çalışılmış, bu yapılırken de devlet süreci kolaylaştırmak için önlemler almıştır. Bu dönem Cumhuriyet’in kuruluşundan 1930’lu yıllara kadar uzanan dönemi kapsamaktadır. İzmir İktisat Kongresi’nde alınan, Sanayi ve Maden Bankası’nın kurulması, finanse edilmesi için Türkiye İş Bankası’nın kurulması, Sanayi Teşvik Kanunu’nun çıkarılması gibi kararlarla yerli sanayi burjuvazisinin yaratılmasına yönelik önlemler alınmaya çalışılmıştır. Bunların yanında tarımda kapitalizmin geliştirilmesi amacıyla getirilen yasal düzenlemeler ve kadastro çalışmaları, devletin bu alandaki çabalarının başlıca örnekleridir<sup>149</sup>.

1923 yılında Kurtuluş Savaşı’ndan sonra toplanan İzmir İktisat Kongresi’nde sanayi ve kalkınma üzerinde durulmuşsa da enerji konusu sistemli bir şekilde ele alınmamıştır. Ancak, Kongre’de konuyla ilgili olarak enerji ihtiyacının, zorunlu durumlar dışında yerli kaynaklardan, özellikle

<sup>149</sup> TES-İŞ; *Türkiye Enerji Raporu*, TES-İŞ Eğitim Yayınları Temmuz 1995, Ankara.

maden kömürü ile karşılanması konusu gündeme getirilmiştir. Kongre’de alınan kararlar yeterli olmamış ve alınan sonuçlar da sınırlı olmuştur. Kongrede çeşitli konulara yer verilmesine rağmen enerji konusu bir politika oluşturacak şekilde ele alınmamıştır.<sup>150</sup>

Cumhuriyet’in kuruluşunu izleyen yıllarda, enerjide özel girişim yapısındaki yabancı sermayenin egemen olması, 1930’lardan sonra karşılaşılan enerji sorunlarına sebep olan başlıca faktörlerden bir tanesidir. Uygulamanın sonuçları, özel kesim çıkarları açısından bile pek sevindirici olmamıştır. Ortaklıkların uyguladığı yüksek tarifelerin sonucunda enerji girdilerinin yüksek fiyatlarla sunulmasının yanı sıra, kapasite artırımında ve teknik gereklere uyulmasındaki gecikme ve boşluklar bunun en temel nedenleri arasındadır. Öte yandan, belirli bir plana bağlı kalmadan ve sanayileşmenin gerekleriyle ilişkilendirmeden yürütülen elektrikleştirme çalışmalarında ulusal kaynaklarının mantıklı bir biçimde kullanılmadığı görülmektedir. Bu dönemde yapımına başlanan 15 santralden 4’ünün hidrolik, 11’inin termik olması da bunu kanıtlamaktadır.<sup>151</sup> Özetlemek gerekirse, bu dönem boyunca enerji konusunda birbirinden kopuk, mantıklı olmayan, ülke çıkarlarına ve sanayileşmenin gereklerine ters düşen uygulamalarda bulunulmuştur. Enerji üretimi sanayileşmeden bağımsız ele alınmış ve bu alanda ulusal enerji politikası uygulamaya konulmamıştır.

Devletçilik dönemi süresince kalkınma ve sanayileşme çabalarından beklendiği gibi sonuçlar alınmadığı söylenebilir. Var olan fabrika ve işletmelerde emek yoğun teknoloji süregelmektedir. Anlaşılacağı üzere devletçilik dönemi de dahil Cumhuriyet’in ilk yıllarında aşırı bir enerji ihtiyacına gerek olduğundan bahsetmek mümkün değildir.

<sup>150</sup> Hiç, Süreyya ; *Türkiye Ekonomisi*, Filiz Kitabevi, İstanbul,1994.

<sup>151</sup> Şen, Sülün ; “**Hidrolik Enerjinin Gelişimi**,” İstanbul Teknik Üniversitesi Vakıf Dergisi, No:18, 2003, s.8-13.

### 3.1.2. Devletçilik Dönemi'nde Uygulanan Enerji Politikaları

İzmir İktisat Kongresi'nde ekonomik olarak alınması ve uygulanması kararlaştırılan önlemlerden istenen sonuçlar alınamamıştır. Bunun üzerine, 1930 yılında liberal ekonomi terk edilmiş “Mutedil Devletçilik” de denebilecek devletçilik modeli geliştirilmiş ve uygulamaya konulmuştur. Devletçiliğin temel ilkelerinden birisi, özel sektörün gücünün yetmediği işlerin devletçe yapılmasıdır. Bu doğrultuda 1930 yılında Birinci Beş Yıllık Sanayi Planı hazırlanmış ve 1933 yılında uygulamaya sokulmuştur. Bu planın uygulanmasında Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB)'nin mali kaynaklarından faydalanılmıştır. İkinci Sanayi Planı'nın yapımı 1938 yılında bitirilmiş fakat 1939 yılında başlayan İkinci Dünya Savaşı nedeniyle uygulamaya konulamamıştır. Bu planda özellikle madencilik, petrol, sentetik, yakıt ve elektrik santrallerine önem verilmiş olup, SSCB yardımı yerine İngiliz yardımına başvurulmuştur. Bu planlarda ülkenin enerji kaynakları hakkında gerekli bilgilere sahip olunamadığından, tam bir enerji politikası veya enerji modeli hazırlanamamıştır. Plan, sanayide belirli endüstrilerde fabrikalar kurulmasını ve belirli işlerin yapılmasını hedeflediği için bir kalkınma programı olarak nitelendirilmektedir.<sup>152</sup>

Ülkenin temel ekonomi politikalarındaki değişme doğal olarak enerji alanındaki uygulamalara da yansımış, bu dönemde, enerji kesimiyle ilgili önemli sayılabilecek etkinliklere sebep olmuştur. Öncelikle sanayileşme olgusunun gündeme gelmesi, enerji konusunu da beraberinde getirmiştir. Bu alanda faaliyet gösteren yabancı sermayeye dayalı ortaklık ve tesislerin ulusallaştırılmasıyla; Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİEİ), Etibank ve Maden Tetkik Arama (MTA)'nın kuruluşu, dönem boyunca girişilen uygulamaların en önemli örnekleridir.<sup>153</sup>

<sup>152</sup> Kepenek, Yakup ve Nurhan Yentürk (1994); **Türkiye Ekonomisi**, Remzi Kitabevi, İstanbul.

<sup>153</sup> Veziroğlu, Taner ; “**Enerji, Eğitim ve Türkiye'nin Ekonomik Kalkınması**,” Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Konferans Raporu, Ankara,2000, s.12-17

1930'lu yıllara kadar olan uygulamalar ardından, elektrik kesimine yayılan yabancı sermaye yapılı ayrıcalıklı ortakların işletme, fiyatlandırma ve genişleme politikalarının gittikçe artan sorunlar meydana getirdiği görülmüştür. Ortaklıkların yüksek tarifeler uygulaması, belirli koşulları yerine getiren her istekliye elektrik vermeyi yüklenmelerine rağmen tesislerini genişletmekten kaçınmaları bunların başında gelmektedir. 1930'lu yıllara kadar, elektrik santralleri kurma ve bu santrallerin işletmeciliğini yapma, ayrıcalıklı yabancı şirketler tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu şirketler, ayrıcalık sözleşmeleri ile elektrik satış tarifelerini güçlü temellere dayandırmış, para değerinin düşmesi, mal ve işçilik giderlerinin artması üzerine, elektrik satış fiyatlarını altın esasına göre belirlemişlerdir. Daha da ileri gidip, altın fiyatlarındaki yapay oynamaları da hemen satış fiyatlarına yansıtmışlardır. Otofinsman ve kredi yoluyla yatırımlarını yapan ayrıcalıklı şirketler, bunların koşullarını tarifelere yansıttıkları gibi, gümrük resim ve vergilerinde de devletin sunmuş olduğu muafiyetlerden yararlanmışlardır. Bu uygulama sonucunda enerji bulamayan ya da yüksek fiyat ödemekten kaçınan sanayi kuruluşları kendi enerjilerini üretme yoluna gitmişlerdir. 1929-1930 yılları arasında birçok kuruluşun bu yola girdiği bilinmektedir. Bu tür enerji üretiminde ise küçük birimler olarak örgütlenmenin verimli sonuçlar alınmasını engellediği ve kullanılan birincil kaynaklar açısından dışa bağımlılığı artırdığını söylemek hiç de yanlış olmayacaktır.<sup>154</sup> İkinci Beş Yıllık Sanayi Planı'nda Ereğli kömür ve Kütahya linyit havzaları ele alınmış, rasyonel işletme esasları önerilmişti. Buralarda kurulması öngörülen Bölge Elektrik Santralleri'nin sağlayacağı yararlar üzerinde durulmuştur. MTA, EİEİ, Etibank, Sümerbank gibi Genel Müdürlükleri ve Devlet Su İşleri (DSİ)'nin nüvesini oluşturan birim, Nafia Vekaleti'nde bu dönemde kurulmuştur. Enerji sektöründe örgütlenmeye önem verilmiş, 1933 yılında ilk ulusal petrol örgütünün oluşturulmasına kalkışılmış, 1935 yılında sırasıyla MTA, Etibank,

<sup>154</sup> Atılğan, İbrahim ; “**Türkiye’nin Enerji Potansiyeline Bakış**,” Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 15, No:1, 2000,.s.31-47.

EİEİ ve 1941 yılında Petrol Ofisi kurulmuştur. Bu kuruluşlar, ekonomik kalkınmanın öncülüğünü yapmışlardır.<sup>155</sup>

Taşkömürü alanındaki ocaklar, 1936 yılında yabancı Ereğli şirketinden devletçe alınıp Etibank'a bırakılmış ve 1940 yılında tamamen devletleştirilmiştir. 1930'larda başlayan sanayi atılımının, İkinci Dünya Savaşı'nın etkisi ile hızı kesilmiştir. Bu durum, ulaşım sektöründe kendini belli etmiş, petrol dar boğazı nedeniyle ulaşım araçları çalıştırılamamıştır. 1940 yılında MTA tarafından Siirt-Raman'da petrol yatağı bulunması, olayların en önemlisidir. 1948 yılında Raman petroleri ekonomik olarak işletilir duruma sokulmuştur. 1945 yılında Garzan alanında başlayan çalışmalarla, 1951 yılında bu yörede de üretime girilmiştir. 1950 yılında yerli ham petrol üretimi 18 bin ton olmuştur. 1940-1945 döneminde karşılaşılan bir diğer olgu da savaş sırasında dış alımda çıkan güçlükler nedeniyle motorinle çalışan santrallerde üretimin aksamasıdır. Bu nedenle, elektrik enerjisi üretiminde ortaya çıkan dar boğazlar, öz kaynaklara dayalı santraller kurulmasının gerekliliğine dikkat çekmektedir. Dönem boyunca üretilen elektrik enerjisinin kullanılan birincil kaynaklar açısından dağılımına baktığımızda, termik kaynakların önemini koruduğu ve çok fazla değişmediği görülmektedir.<sup>156</sup>

### 3.1.3. Liberal Ekonomi Dönemi'nde Uygulanan Enerji Politikaları

Liberal ekonomi uygulama dönemini "Türkiye Ekonomisi" kitaplarının 1950 Demokrat Parti iktidarından başlayarak kategorilendirilmiştir. Ancak İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, yani 1945'lerden başlayarak dünyada uygulanan liberal uygulamalar ülkemizi de etki altında bırakmıştır. Bu yüzden Devletçilik dönemi sayılan ama aslında liberal politikalara geçiş ve serbest Devletçilik uygulaması olarak değerlendirilmeye açık olan 1945-1950 yılları

<sup>155</sup> Hiç, Süreyya (1994);a.g.e., s.15-17.

<sup>156</sup> Abut, Nurettin, Ali Bozkurt ve Kazım Yaman (1996); "2000'li Yıllarda Türkiye'nin Enerji Politikası," MÜSİAD Araştırma Raporları, s.25-34.

arasındaki dönem de bölümde ele alacağımız konular içerisinde yer almaktadır.

İkinci Dünya Savaşı'nın ardından, ülkede yaşanan iç ve dış gelişmeler doğrultusunda bir serbesti ortamı oluşmuştur. Devletçilik, yerini özel teşebbüse dayalı liberal politikalara bırakmıştır. 1947 Kalkınma Planı, bu gelişmelere bağlı olarak dış çevrelerin de istekleri dikkate alınarak hazırlanmıştır ve dönem boyunca izlenen ekonomi politikaları önemli noktalar içermektedir. Planın esas özelliği; tarım, ulaştırma, enerji gibi altyapı çalışmaları konusunda kırsal kesime öncelik tanınmasıdır. Planın 1948-1952 dönemi için öngördüğü toplam harcamalar, cari fiyatlarla yaklaşık 3,7 milyar TL'ye ulaşmıştır. Bu harcamaların yüzde 44'e yaklaşan bir bölümü de tarım kesimine yapılacaktır. Doğrudan uygulanmamıştır ancak 1947 Kalkınma Planı'nın öngördüğü gelişme anlayışı, dönemin egemen ekonomi politikası haline gelmiştir. Bu dönemde özel bir öncelik verilen kesim enerji olmuştur. Hızlı kentleşme ve sanayileşme çabalarına bağlı olarak enerji talebinde görülen artış, enerji sektörüne öncelik verilmesini gerektirmiştir. Elektrik enerjisi üretimi, 1950-1960 döneminde yüzde 350 oranında artış göstermiş ve 3,560 milyon KW/h'e yükselmiştir. Artışta özellikle hidrolik enerji üretimi alanındaki kamu yatırımları belirleyici rol üstlenmiştir. Toplam elektrik üretiminde hidrolik elektrik üretiminin payı 1950'de yüzde 3,8'den, 1962'de yüzde 31,6'ya yükselmiştir. Ulusal enerji ulaşımında iç bağlantı düzeni oluşturulmuş, üretim ve dağıtım işlerinde etkinlik sağlanmıştır. Sanayinin kendi kaynaklarından elektrik üretimi, toplam kullanımın 1950'de yüzde 60'ı civarındayken, bu oran 1960'da yüzde 20'nin altına düşmüştür<sup>157</sup>. Bu dönem, enerji sektöründe önemli adımların atıldığı bir dönemdir. Hidroelektrik ve termik santraller kurulması ve bunların enterekte sistemle birbirleriyle iletişim içine sokulması, ayrıca kömür, linyit ve petrol üretimlerinin artırılması bu dönem içinde kaydedilen gelişmelerdir. Bir bütün olarak alındığında, ekonomide kullanılan enerji, kuskusuz yalnız elektrik enerjisi değil ayrıca

<sup>157</sup> Kepenek, Yakup ve Nurhan Yentürk, **a.g.e.**, s.105.

enerji kullanımının alım-satımına konu olmayan, odun, tezek gibi bir bölümü de vardır. 1962 yılı verilerine göre toplam enerji tüketimi içinde alım-satıma konu olan enerjinin payı yüzde 46,8'dir. Alım-satıma konu olan bu payın kendi içinde kaynaklarına göre dağılımı şu şekildedir: Petrol ürünleri yüzde 18.9, taşkömürü yüzde 18.6, linyit yüzde 7.2 ve hidrolik enerji yüzde 2.1'dir. Birincil enerji kaynakları olarak tanımlanan bu grubun içinde petrol ürünleri payının yüksekliği dikkat çekmektedir. Özellikle dışalımla sağlandığı ölçüde, petrole dayalı enerji üretiminin dışalımda ödeme güçlüklerinin olmaması, ekonomik bunalımı artırıcı bir özellik taşıyacağı söylenebilir.<sup>158</sup>

#### 3.1.4. Planlı Kalkınma Dönemi'nin Enerji Politikaları

1950'li yılların sonunda ekonomi, dış ödeme güçlüğü ve enflasyon şeklinde görülen bir bunalıma sürüklenmiştir. Bir yandan üretim için gerekli dışalım girdileri sağlanamıyor, diğer yandan yıllık yüzde 25 dolayında enflasyon, sermaye kaynaklarının kullanımında yeni düzenlemeler gerektirmiştir. Yani ekonominin istikrarlı bir çizgiye sokulması gerekmektedir. Ekonominin istikrarlı bir duruma getirilmesinin iki yolu olabilirdi; birincisi sermaye kullanımını fiyat göstergelerine yani serbest piyasa şartlarına bırakmak, ikincisi de planlı ve programlı sermaye kullanımına yönelmekti. İç ve dış koşullar ile etkenler ve gelişmeler, ikinci yöntemin seçilmesine sebep olmuştur.<sup>159</sup>

1961 Anayasası'nın kalkınmayı planlamış olması nedeniyle 5'er yıllık planlar hazırlanmıştır. Planların ana hedefi, ulusal tasarrufu arttırmak, yatırımları toplum yararı için gerektiği şekilde yönetmek ve iktisadi, sosyal, kültürel kalkınmayı demokratik yollarla gerçekleştirmektir. Enerji kesiminde devletçilik yanı ağır basan koruma ekonomisi uygulanmaya çalışılmıştır. Artık

<sup>158</sup> Hiç, Süreyya (1994); a.g.e.,s.17-18.

<sup>159</sup> Bostancı, Meltem (2000); "2000'li Yılların Başlangıcında Türkiye'nin Enerji Profili," **Nokta Dergisi**, Sayı 15, s.14-19.

enerjinin önemi büyük ölçüde anlaşılmış olduğu için, bu dönemde çoğu Sanayi Bakanlığı'na bağlı olsa bile Başbakanlık'tan Bayındırlık ve Ticaret Bakanlıklarına kadar çeşitli bakanlıklara dağılmış kamu enerji kuruluşları, ulusal enerji politikası amacıyla 1963 yılında kurulan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) çatısı altında toplanmıştır. Birinci Beş Yıllık Plan'da elektrik üretim, iletim ve dağıtım işlerinin tek elden sürdürülmesi için Türkiye Elektrik Kurumu (TEK)'nin zaman geçirilmeden kurulması önerilmiştir. İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda yine bu öneri destek görmüş, 1970 yılında TEK Genel Müdürlüğü, Kamu İktisadi Teşebbüsü (KİT) olarak kurulmuştur. Bu dönemde elektrik santralleri ile ilgili mega projeler geliştirilmiş olmasının yanı sıra, santraller gecikmelerle tamamlanmıştır. Dolayısıyla elektrikte kesinti ve kısıntılara neden olmuştur. 1980 yılında nüfusun yüzde 79,7'si elektrikten yararlanır duruma gelmiştir.<sup>160</sup>

#### 3.1.4.1. Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1963-1967)

Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda çok büyük enerji politikası hedefleri yoktur. Bu plan döneminde, Türkiye'de yalnız klasik enerji kaynaklarının geliştirileceği dikkate alınmıştır. Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi'nde, enerji kaynaklarının en uygun biçimde kullanılarak enerji üretim maliyetinin en aza indirgenmesi ana ilke olarak benimsenmiş, öncelikle yerli kaynaklarımızın değerlendirilmesi öngörülmüştür. Planda gündeme getirilen en önemli yapısal sorun, ticari olmayan (odun, tezek ve tarım artıkları gibi) enerji kaynaklarının oldukça yaygın kullanılması olmuştur. Çünkü Türkiye'de kullanılan enerjinin yüzde 54'ü ticari olmayan kaynaklardan sağlanmaktaydı.

Bu durum, milli ekonomimizde büyük kayıplara sebep olmuştur. Daha verimli yerlerde ve şekillerde kullanılabilecek olan odun ve hayvan artıklarının yakılmasına neden olmuştur. Bu maddelere başka alanlarda duyulan ihtiyaç

<sup>160</sup> Abut, Nurettin, Ali Bozkurt ve Kazım Yaman (1996); *a.g.e.*, s..25-34.

ise, yerlerini başka maddelerin alması, kaynakların aşırı zorlanması veya ithalat ile karşılanmıştır. Bu nedenle dönemin enerji politikalarının, daha çok eldeki kaynakların optimal kullanımını sağlamaya ve eldeki kaynakların geliştirilmesine yönelik olduğu söylenebilir. Bunlara ilaveten, Birinci Plan incelendiğinde, enerji sektöründe gerçekçi fiyat politikalarının izlenmesi, şehirlerde kok ve havagazının kullanımının yaygınlaştırılması, hidroelektrik kaynaklardan faydalanılması konuları üzerinde durulmuştur.<sup>161</sup>

#### 3.1.4.2. İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1968-1972)

İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda ana ilke Türkiye'nin enerji ihtiyacının, darboğazlar yaratılmayacak şekilde karşılanmasıdır. Ayrıca enerjinin ucuz ve ticari kaynakların geliştirilmesi yoluyla sağlanması üzerinde durulmuştur. İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda üzerinde ağırlıklı olarak durulan konular, kok ve havagazı üretimi, elektrik enerjisi üretimi, iletimi ve dağıtımı konularıdır. Bunlardan özellikle elektrik enerjisi sektörüne daha bir ağırlık verilmiş, üretim, iletim ve dağıtım imkanlarının mevcut talep seviyesinin üzerinde olacağı, elektrik üretiminde su kaynaklarına öncelik verileceği şeklinde ilke kararları alınmıştır. İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi'nde TEK, 15.07.1970 tarih, 1312 sayılı kanun ile kurulmuş ve yurdun ihtiyacı bulunan elektriğin üretim, iletim, dağıtım ve ticaretini yapmakla görevlendirilmiştir. Adı geçen kanun gereği hidroelektrik santrallerinin işletilmesi 1970 yılından itibaren TEK'e devredilmiştir.<sup>162</sup>

#### 3.1.4.3. Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1973-1977)

Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda bilinen ve kullanılmakta olan enerji kaynaklarının, genel enerji taleplerini karşılamada yetersiz kalacağı

<sup>161</sup> DPT (1963); **Kalkınma Planı Birinci Beş Yıl 1963-1967**, Başbakanlık Devlet Matbaası, Ankara, s.172-181.

<sup>162</sup> DPT (1967); **Kalkınma Planı İkinci Beş Yıl 1968-1972**, Başbakanlık Devlet Matbaası, Ankara, s.38-45.

vurgulanmış ve bu açığın kapatılmasında çözüm, yeni kaynakların bulunmasında aranmıştır. Planda önerilen çözüm şudur: “Bu açığı kapatacak olan enerji türü, bugün bilinen taşkömürü ve linyit kaynaklarına önemli bulgular sonucu yenileri eklendiğinde kömür olabilir. Ayrıca, yerli doğalgaz ve yeni petrol alanları üretime geçirilebildiğinde, bu enerji açığının ham petrol ve doğal gaz ile karşılanması öngörülebilir. Kısaca, gelecek için yapılan tahminlere göre ortaya çıkacak enerji açığı, ülkenin milli politikasına göre uygun görülen enerji türü veya türleri ile kapatılacaktır”.<sup>163</sup>

Kömür, petrol, hidrolik enerji ve elektrik politikaları gibi klasik enerji politikalarının yanısıra, nükleer enerji politikası, alternatif enerji kaynakları politikası gibi yeni politikalar da oluşturulmaya başlanmıştır. TEK bünyesinde 1971’de başlatılan çalışmalar sonucunda 600 MW’lık ilk nükleer santralin 1983-1984 döneminde işletmeye girmesi öngörülmüş, 1976 yılında Mersin Silifke-Akkuyu kuruluş yeri olarak seçilmiş, ancak gerekli kredi bulunamamış ve ihale yapılamamıştır.<sup>164</sup>

Bu dönemde nükleer enerjinin dışında, tükenmez yeni kaynaklardan jeotermal ve güneş enerjisiyle ilgili çalışmalar da yapılmıştır. Adı planlı olan bu dönemde bile kaynaklarla ilgili master planlar ve tüm ülke kaynaklarını içeren uzun dönemli genel enerji planlamasının yapıldığı söylenemez. Kalkınma planlarının enerji ile ilgili bölümleri ise genel enerji planlaması olarak kabul edilemez içeriktedir.<sup>165</sup>

#### 3.1.4.4. Birinci, İkinci ve Üçüncü Kalkınma Planlarının Sonuçları

1960 yılından itibaren enerji sektörü hızlı bir gelişme sürecine girmiş, özellikle elektrik enerjisi üretiminde hidroelektrik ve termik santrallerin

<sup>163</sup> DPT (1973); **Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1973-1977**, DPT Yayını, Ankara, s.s.169-183.

<sup>164</sup> Baysal, Kubilay (1982); **Uluslararası Petrol Sorunları’nın Türkiye’ye Yansıması**, Sermet Matbaası, Kırklareli, s.97.

<sup>165</sup> Abut, Nurettin, Ali Bozkurt ve Kazım Yaman (1996); **a.g.e.**, s.25-34.

kurulması faaliyetlerin hızlandırılması ile daha da yüksek bir düzeye çıkmıştır. Örneğin 1974'te faaliyete geçen 4.600 MW kapasiteli Keban hidroelektrik santrali, 1967'de faaliyete geçen 4.500 MW kapasiteli Ambarlı ve 1.800 MW kapasiteli Seyitömer termik santrali gibi. Bu kuruluşların devreye girmesiyle elektrik üretimi 1960'da 2.815 MW'dan, 1970'de 8.623 MW'a, 1977'de ise 21.480 MW'a ulaşmıştır. Ancak yine de bu dönemde elektrik enerjisi üretimi yetersiz kalmıştır. İthalat yoluyla yapılan takviyeler ekonomimize, dış ödemeler dengemize ve sanayiimize ağır yükler bindirmiştir. Elektrik tüketiminde ise Türkiye, Avrupa ülkelerine kıyasla çok geride bulunuyordu. Nitekim 1974 yılında Türkiye'de kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimi yıllık 0,345 MW iken, Norveç'te bu rakam 17,685 MW, ABD'de 9,317 MW, İspanya'da 4,997 MW, Yunanistan'da 1,589 MW olmuştur.<sup>166</sup> Petrol piyasasında büyük siyasi çalkantıların yaşandığı bu dönemde 1973 yılı, petrol yasasının değişiklik yılı olmuştur. Reform olarak kamuoyuna sunulan değişiklikler, özel ve yabancı sermayenin petrol alanındaki varlığı korunmakla birlikte, arama ve işletme ruhsatları kısaltılmış, ulusal petrol kuruluşu Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO)'nın ruhsat sayısının artmasına olanak sağlamıştır. Petrol Dairesi Reisliği, 1973 yılında Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (PİGM) olarak yeniden örgütlenmiştir. Enerji tüketiminin aşırı ölçüde petrole dayandırılmış olması, 1973-1974 petrol bunalımları, enerji sektörünü ve ekonomiyi çıkmaza itmiştir. Dönem içinde petrol üretimi 3.6 milyon ton düzeyine çıkabilmişse de, 1982 yılında 2.3 milyon tona düşmüştür. Bu üretimin yüzde 60'ını yabancı petrol şirketleri yapmıştır. 1980 yılındaki petrol tüketiminin 15.4 milyon ton olması ise, o yıllar için altından kalkılamayacak bir yük durumuna gelmiştir. Sanayileşme için gerekli unsurların başında gelmesinin yanında sosyal muhtevası bakımından da büyük önem taşıyan elektrik enerjisi üretimine kalkınma planlarında özen gösterilmiştir. Elektrik enerjisi talebinin zamanında ve yerinde herhangi bir darboğaz yaratmadan

---

<sup>166</sup> Hiç, Süreyya (1994);a.g.e, s.18-19.

devamlı, güvenilir ve ucuz olarak karşılanması her üç planda da ana ilke olarak belirtilmiştir.<sup>167</sup>

Birinci ve ikinci beş yıllık kalkınma planları uygulanırken, enerji talebinin karşılanmasında enerji kaynaklarının maliyetlerin en aza indirilmesi ilkesinden yola çıkılarak, önce yerli kaynakların değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiş ve bu konuda da öncelik su kaynaklarının geliştirilmesine verilmek istenmiştir. Fakat İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde, hidrolik enerji açısından ele alırsak, tesisler zamanında bitirilemediği için hedeflere ulaşamamış ve dışa bağımlı kaynak kullanımlı tesisleri kullanma zorunluluğu oluşmuştur.

#### 3.1.5.1. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1978-1983)

Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi'nde enerji talebinin istenilen düzeyde karşılanamadığı ve tüketimin baskı altında tutulduğu belirtilmiş ve termik/hidrolik dengesinin hidrolik üretim kaynakları yönünde gelişmesine özen gösterilmesi önerilmiştir. Dördüncü Plan döneminde birincil enerji kaynaklarından yapılacak üretimin yılda ortalama yüzde 11,6 artması öngörülmüştür. Genel enerji üretimindeki bu gelişmede en önemli rolü yılda yüzde 28'lik artış ile linyit üretimi alacaktı. Bu gelişme sonunda linyit üretimi 1983 yılında toplam enerji üretimi içinde yüzde 39,4 ile en önemli payı oluşturacaktı. Bunun ve ticari olmayan enerji kaynakları üretiminde değişmeyen düzeydeki üretim sonucu, ticari enerji kaynakları üretiminin toplam enerji üretiminin yüzde 85,4'ünü oluşturması beklenmekteydi. Ham petrol üretiminde yüzde 17,4 oranında bir artış hedef alınmasına rağmen, toplam enerji üretimi içindeki payı azalarak yüzde 22 dolaylarına düşmüştür.<sup>168</sup>

<sup>167</sup> Ceylan, Tülay (1995); **Gelişme İktisadı ve Sürdürülebilir Kalkınma**, Beta Yayınları, İstanbul s.117.

<sup>168</sup> DPT (1979); **Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1979-1983**, DPT Yayını, Ankara s.231.

### 3.1.5.2. Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1984-1989)

Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi'nde, ülkedeki enerji kaynakları rezervi içinde önemli bir paya sahip olan linyitin enerji açığının kapatılmasında öncelikle değerlendirilmesi öngörülmüştür. Linyit üretiminin önemli bir bölümünün elektrik üretiminde kullanılması planlanmıştır. Orta ve uzun dönemde ise hidroelektrik enerji potansiyelinin en büyük düzeyde kullanılması hedeflenmiştir. Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda elektrik üretimine ağırlık verilmesine karar verilmiştir. Elektrik üretiminin özellikle ülkemizde bol olan düşük kaliteli linyit ile hidrolik enerjiden sağlanması planlanmış ve buna yönelik yatırımlara öncelik verilmiştir.

Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda dikkati çeken bir diğer husus, "İlkeler ve Politikalar" kısmında arz ve talep politikalarına yer verilmesidir. Konuyla ilgili ilkeler şu şekilde dile getirilmiştir: Kısa vadede talebin yönetimini amaçlayan enerji tasarrufu ile uzun vadede üretim verimliliğinin artırılması ve dağıtım kayıplarının azaltılmasını amaçlayan rasyonalizasyona, gereken önem ve öncelik verilecektir. Tasarruf ve rasyonalizasyon, enerji kaynaklarının etüt proje safhasında üretimine ve nihai kullanımına kadar tüm aşamalarda ele alınacak, tasarruf sağlayıcı yeni teknolojilerin uygulanması desteklenecektir. Nihai kullanım aşamasında enerji tasarrufu, kamuoyunun bilinçlenmesi, eğitim ve teşvik yoluyla sağlanacaktır. Bu plan döneminde gerek talep, gerekse arz politikalarıyla, arz-talep dengesinin sağlanmasına yönelik bir düşünce hakim olmuştur.<sup>169</sup>

<sup>169</sup> DPT (1985); **Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1985-1989**, DPT Yayınları, No.1974, Ankara s.105.

### 3.1.5.3. Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1990-1994)

Plan döneminde, ekonomik büyüme ve sanayileşme hedeflerine paralel olarak, birincil enerji talebinin yüzde 8'lik bir artış göstermesi ve 1994 yılı sonunda 76,4 milyon ton petrol eşdeğerine (MTEP) ulaşması öngörülmektedir. Gayri ticari enerji kaynakları kullanımının düşürülmesi ve ticari enerji kaynakları payının yüzde 90'a yükseltilmesi hedef alınmaktaydı. Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi'nde, başta hidrolik enerji olmak üzere ekonomik olmak kaydıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarından daha büyük oranda yararlanılabilmesi amacıyla gerekli tedbirlerin alınacağı belirtilmiş ve üretimin yüzde 40'ının hidroelektrik santrallerden sağlanacağı planlanmıştır. Enerji sektörünün sabit sermaye yatırımları içindeki payı, 1980 yılından sonra artış göstermiş ve yüzde 13-14 düzeyine çıkmıştır. Ancak 1990 yılından sonra, bu sektöre yapılan yatırımların payında bir düşme gözlenmektedir. 1990'lı yılların başında enerji sektörü, kamu kesimi sabit sermaye yatırımlarının ortalama yüzde 25'ini oluşturmaktadır. 1990'lı yıllarda görülen düşme özellikle kamu kesiminde yatırımların durmasıyla koşut olarak ortaya çıkmıştır.<sup>170</sup>

### 3.1.5.4. Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (1996-2000)

Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi'nde, sektörel ve yapısal sorunların devam ettiği görülmektedir. Kuruluşlar arasındaki kopukluklar birincil enerji üretimindeki yetersiz gelişmeler, elektrik alt sektöründe bazı dönemler aşırı yatırım uygulamaları, kömür projesi olmaksızın yatırımı süren linyit santralleri, üretim ve iletim hatları arasındaki dengesizlikler, aşırı atıl üretim kapasiteleri sektörde koordinasyonsuzluğa ve yetersiz planlama uygulamalarına işaret etmektedir.<sup>171</sup>

<sup>170</sup> DPT (1990); **Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı 1990-1994**, DPT Yayınları, No.2171, Ankara s.257.

<sup>171</sup> DPT (1995); **Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1995-1999**, DPT Yayınları, Ankara, s.211-213.

1995 yılına kadar sektörde, büyüyen nüfusun ve gelişen ekonominin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik yapılması gereken yatırımlarda yetersiz kalmıştır. 1990 yılı sonrası gerçekleştirilen yatırımlar, ihtiyaçlar iki katına çıkmasına rağmen, 1977-1978 yılları arasında gerçekleştirilen yatırımların yarısı kadar olmuştur. Özelleştirme çalışmalarından ve özel kesimden beklenen katkıların sağlanamaması ve kamu kurumu yatırımlarının aşağıya çekilmesi, mevcut çevre mevzuatı ve uygulanması konusundaki sorunlar, sektörde yatırımların planlı bir şekilde sürdürülmesini olumsuz etkilemiş, yakın dönemde elektrik açığı ihtimali ortaya çıkmıştır. Kısaca yatırımlar yetersiz kalmış, özel sektör katkısı sağlanamamış, elektrik açıkları kapiya dayanmıştır. Madencilik ve enerji alt sektörleri, farklı nedenlerle de olsa, gerek planlı dönemde, gerekse onu izleyen 1980 sonrasında dışa açılan dönemde önem verilen alt sektörlerdir. Madencilik, doğal kaynakların en önemli bölümünü oluşturduğundan planlı dönemde, enerji de 1970'li yıllarda dünyada görülen ve ülkemize de yansıyan petrol bunalımı ve ona bağlı gelişmelerin bir sonucu olarak, bu tarihten sonra önem kazanmıştır.<sup>172</sup>

Sanayileşme yolunda ilerlemeye çalışan ülkemiz, enerji arzıyla, artan enerji talebini örtüştürememektedir. Sosyo-ekonomik yapı değişikliğinin meydana getirdiği günlük tüketim ihtiyacındaki artış da eklenince enerji arzının, talebi karşılayamama sorunu kaçınılmaz olmaktadır. Enerji arz ve talebini dengeleyebilmek ve arzın devamlılığını sağlayabilmek için enerji politikalarının titizlikle uygulanması gerekmektedir.

#### 3.1.5.5. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi (2001-2005)

2001 yılında yaşanan ağır ekonomik kriz ve özellikle sanayi üretimindeki gerileme nedeniyle birincil enerji ve elektrik enerjisi talebinde önemli düşüşler yaşanmıştır. Ancak 2002 yılından itibaren hem birincil enerji hem de elektrik enerjisi talebinde önemli ve istikrarlı artışlar görülmüştür.

<sup>172</sup> Yücel, F. Behçet (1997); "Elektrik 2000," **Enerji Zirvesi** 1997 Sempozyumu Tebliğleri, s.45-62.

2001 yılında, bir önceki yıla göre yüzde 6,5 azalarak 75,9 milyon ton petrol eşdeğerine kadar düşen birincil enerji tüketimi, müteakip yıllarda hızla artmış ve 2004 yılında 87,4 milyon ton petrol eşdeğerine kadar yükselmiştir. Böylelikle 1998-2001 döneminde birincil enerji tüketimindeki artış ortalama yüzde 4,8 olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca, 2004 yılında kişi başına enerji tüketimi de 1.225 kilogram petrol eşdeğeri (KEP) olmuştur. Bir önceki yıl ile karşılaştırıldığında, özellikle hidrolik enerji tüketiminde ciddi bir artışla karşılaşmakta (yüzde 30,4) ve bu artışın toplam birincil enerji tüketimi artışı içindeki payının yüzde 26,8 seviyesinde olduğu görülmektedir. Taşkömürü ise yüzde 9,4'lük bir artışla hidrolik enerjiyi takip etmesine rağmen, toplam birincil enerji tüketimi artışı içindeki payı yüzde 35,4 seviyesinde gerçekleşmiş, bu açıdan hidrolik enerjiyi geride bırakmıştır. Bunun dışındaki diğer enerji türlerinde ise kayda değer bir değişiklik olmamıştır. Birincil enerji tüketiminde sanayi ve elektrik sektörleri yüzde 36 ve yüzde 29'luk oranlarla en yüksek paylara sahiptir. Binalar ve ulaştırma sektörleri, yüzde 17,1 ve 14,7'lik oranlarla takip etmektedir. Tarım sektörünün ise toplam tüketimin yüzde 3,2'sini gerçekleştirdiği hesaplanmaktadır. 1996 yılından bu yana ilk defa net elektrik ihracatı (ihracat-ithalat) artı değere geçmiş ve bir önceki yıl 577.000 MW net elektrik ithalatı olarak gerçekleşen bu rakam, 680.000 MW net elektrik ihracatı olarak hesaplanmıştır.<sup>173</sup>

Aşırı kapasite oluşumu sorunu, 2004 yılında da talebi fazlasıyla aşan bir arz imkanı ortaya koymaya devam etmiş bu yüzden kapasitenin büyük bir bölümü atıl kalmıştır. Fazla kapasiteye sebep olan temel etkenler son iki yıl içerisinde işleme sokulan yüksek kapasiteli yeni santrallerdir. Santrallerin bir kısmı alım garantisine sahip olup sektörde birtakım dengesizliklere yol açmakta ve bunun sonucunda sektörde etkinliği olan kamu işletmelerinin finansmanında büyük açıklara sebep olmaktadır. Şöyle ki, ortaya çıkan atıl kapasiteyle önümüzdeki 4 yılın elektrik talebini karşılayabiliriz.

<sup>173</sup> DPT (2001); **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005**, DPT Yayınları, Ankara, s.145-152.

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. 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>174</sup>

#### 3.1.5.6. Dokuzuncu Kalkınma Planı Dönemi (2007-2013)

Dokuzuncu Kalkınma Planı, 30.10.1984 tarihli ve 3067 sayılı Kanun gereğince, Türkiye Büyük Millet Meclisi Genel Kurulunun 28.06.2006 tarihli 121. Birleşiminde onaylanmıştır. Bu plana göre alınan kararlara, aşağıda yer verilmiştir:

- Ekonomik kalkınmanın ve sosyal gelişmenin ihtiyaç duyduğu enerjinin sürekli, güvenli ve asgari maliyetle temini planın temel amacıdır. Enerji talebi karşılanırken çevresel zararların en alt düzeyde tutulması, enerjinin üretimden nihai tüketime kadar her safhada en verimli ve en tasarruflu şekilde kullanılması hedeflenmiştir.

.

- Elektrik sektöründe, kamu üretim tesislerinin ve dağıtım sisteminin özelleştirilmesi, Mart 2004'te yürürlüğe konulan Strateji Belgesi doğrultusunda yapılacaktır. Dağıtım ve üretim tesislerinin özelleştirilmesinden

<sup>174</sup> Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Genel Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji, **a.g.e**, s.99.

beklenen faydaların bir an önce alınması amacıyla özelleştirme süreci hızlandırılacaktır.

- Arz güvenliğinin artırılması amacıyla, birincil enerji kaynakları bazında dengeli bir kaynak çeşitlendirmesine ve orijin ülke farklılaştırmasına gidilecektir. Üretim sistemi içinde yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının azami ölçüde yükseltilmesi hedeflenmektedir.

- Kamunun sektörden çekilmesiyle orantılı olarak özel sektörün, doğacak açığı zamanında ikame etmesi ve yeni üretim yatırımlarına arz-talep projeksiyonları paralelinde bir an önce başlaması için gerekirse mevzuat düzenlemeleri ile uygun ortam sağlanacaktır. Böylece mevcut tesislerin özelleştirilip yeni yatırım yükünün kamu üzerinde kalmamasına özen gösterilecektir. Kamu, düzenleyici ve denetleyici rolü çerçevesinde arz güvenliğini yakından takip edecek ve tedbir alacak şekilde donatılması planlanmıştır.

- Kamu sahipliğinde kalacak olan elektrik iletiminde yatırımlar elektrik sisteminin güvenliğini ve güvenilirliğini koruyacak şekilde sürdürülecektir.

- Petrolde olağanüstü durum arz stoklarının yeterliliğinin korunması için stok ajansı kurulacaktır. Petrol ve doğalgaz depolama tesislerinin yeterli ölçüde yapımı sağlanacaktır. Şehir içi doğalgaz dağıtımının yaygınlaştırılması sürdürülecektir.

- Kamu yatırım programında yer alan, özellikle hidroelektrik santral projelerinin en düşük maliyetlerle ve hızlı şekilde tamamlanarak ekonomiye kazandırılması esastır. Bu nedenle, yatırım maliyetlerinin gerçeği yansıtmasına, sektörler arası çapraz finansmana gidilmemesine ve projelerdeki gecikmelerden kaynaklanabilecek maliyet artışlarının önüne geçilmesine özen gösterilecektir.

- Elektrik arzında sağlıklı bir çeşitlendirme yaratmak için elektrik üretim kaynakları arasında nükleer enerji dahil edilecektir. Nükleer santral yapımına başlanmadan önce serbest piyasayla maksimum uyum gözetilerek, atıkların saklanması, tasfiyesi ve kamuoyunun bilgilendirilmesi hususlarına yönelik detaylı plan ve programlar yapılacaktır.
- Ekonominin rekabet gücünün artırılması ve toplumun refah seviyesinin yükseltilmesi amacıyla elektrik sektörünün serbestleştirilmesi çerçevesinde, en düşük maliyetle enerji üretecek bir sistem oluşturulacaktır.
- Türkiye'nin mevcut jeostratejik konumunun etkin bir biçimde kullanılmasıyla enerji üreticisi ve tüketicisi ülkeler arasında transit ülke olunması, bu şekilde jeostratejik konumumuzun daha da güçlendirilmesi sağlanacaktır. Ceyhan'ın uluslararası petrol piyasasında ana dağıtım noktalarından ve petrol fiyatlarının teşekkülünde önemli merkezlerden birisi olmasına çalışılacaktır. Doğalgazda transit boru hatlarının yapımının tamamlanarak Avrupa'ya gaz satışında etkin olunması amacıyla gerekli tedbirler alınacaktır. Arz güvenliğinin artırılmasına katkı yapacak olan diğer ülkelerle elektrik ticaretinin yapılabilmesi amacıyla gerekli altyapı oluşturulacaktır.
- Ulaştırma türlerinin teknik ve ekonomik açıdan en uygun yerlerde kullanıldığı dengeli, akılcı ve etkin bir ulaştırma altyapısının oluşturulmasında, sistem, bütüncül bir yaklaşımla ele alınacak; yük taşımalarının demiryollarına kaydırılmasını, önemli limanların lojistik merkezler olarak geliştirilmesini sağlayan, taşıma modlarında güvenliği öne çıkaran politikalar izlenecektir.
- AB'nin, Trans-Avrupa Ulaştırma Ağları (Trans European Motorway)'nın, Türkiye ile bütünleşmesini sağlayacak projeler basta olmak üzere Kafkas ülkeleri, Orta Asya ve Ortadoğu ile bağlantıları güçlendiren projelerin gerçekleştirilmesi sağlanacaktır.

- Ulaştırma sektöründe sürekli güncellenen ve homojen bir yapıya oturtulmuş ulaştırma veri tabanı sektördeki dışsallıkları da kapsayacak şekilde oluşturulacak, sektörde faaliyet gösteren kamu kuruluşlarının performanslarını ölçmek üzere, her alt moda uygun performans kriterleri belirlenecek, izleme mekanizmaları geliştirilecektir.<sup>175</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 yönetildiği, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yasama hakkını gözeten politik-yönetimsel anlayışın egemen olduğu” bir Türkiye’yi hedeflemekte, Türkiye’nin çevre politikasının temel ilkelerini ve çevre yönetiminin gelişme doğrultusunu bu biçimde belirtmektedir.<sup>176</sup> Bu planda alınan kararlar da, geçmiş plan dönemlerinde alınan kararlara büyük ölçüde benzemektedir.

### 3.1.5.7. Kalkınma Planlarının Etkileri

1970’lerde gerçekleşen petrol krizi tüm dünyayı etkilediği gibi Türkiye’nin de enerji politikalarını değiştirmesine sebep olmuştur. Ortaya çıkan olumsuzluklardan korunmak için ülke kaynaklarının geliştirilmesine önem verilmiştir. 1973 ve 1979 yıllarında petrol fiyatlarındaki belirgin artışların ardından ucuz ve bol enerji devri sona ermiş, dünyadaki enerji algılayışının ve petrol şoklarının ekonomiler üzerinde ortaya çıkardığı tahribat, güvenli enerji arzının önemini iyice fark ettirmiştir. Böylece enerji talebinin karşılanmasında önemli role sahip olan petrolün riskli bir seçenek olduğu apaçık görülmüştür.

<sup>175</sup> TBMM (2006); **Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013**, TBMM Kararları Karar No.877, Ankara, s.28-45.

<sup>176</sup> DPT, Dokuzuncu Bes Yıllık Kalkınma Planı Çevre Özel İhtisas Komisyonu Raporu, **DPT Yayını**, Ankara, 2006, s.70.

Türkiye'nin elektrik gereksiniminin tamamını karşılamaya yönelik söz konusu yatırımlar sayesinde ülke, elektrik enerjisi ithal ederken, ihraç eder konuma gelmiştir. Geçmiş yıllarda enerji fiyatlarına uygulanan sübvansiyonlar, 1980'lerden bugüne büyük ölçüde ortadan kalkmış, her türlü enerji kaynağının kullanımına olanak tanınması ve petrol fiyatlarındaki düşüşler, kaynak ve ülke bazında enerji çeşitlendirmesine gidilmesi politikalarını gündeme getirmiştir. Büyük çaplı hidroelektrik santrallerine ayrılan kaynaklar, bazı kamu altyapı işletmelerinin gelir ortaklığı senetlerinden sağlanan gelirlerle desteklenmiş ve yatırımların bitiş tarihleri öne alınmıştır. Söz konusu çabalarla elektrik enerjisi darboğazı belirli bir dönem için aşılmış olmasına rağmen, Türkiye'nin toplam enerji ihtiyacının yaklaşık yarısının hala ithalat yoluyla karşılanmasının önüne geçilememiştir. 1990'lı yıllarda enerji sektörü üretim artışı, toplam sanayi üretimi içinde diğer sektörlerle göre daha yüksek oranda olmuştur. İmalat sanayinde tam kapasite ile çalışmama nedenleri arasında, hammadde ve talep yetersizliği, işçilerle ilgili sorunlar, maddi imkansızlıklar ve diğer nedenlerin yanında enerji yetersizliği faktörünün de tam kapasite ile çalışma önünde küçük de olsa engel oluşturduğu ortaya çıkmaktadır.<sup>177</sup>

Gerek sanayileşme, hızlı kentleşme ve nüfus artışı, gerekse yurtiçi kaynakların yetersiz ve gayri ekonomik olması, zaman içinde ithalatı zorunlu hale getirmiştir. Enerji kaynakları ithalatı konusunda, yurtiçi kaynakların gerek nitelik, gerekse nicelik açısından yetersiz olması durumunda ekonomik olmak ve bağımlılığı en düşük düzeyde tutmak şartıyla ithal kaynaklara yönelmesi ana fikir olarak benimsenmiştir. 1973 yılına gelindiğinde ithal edilmekte olan ham petrol ve petrol ürünlerine ilave olarak taşkömürü, 1975 yılında elektrik enerjisi ve 1987 yılı itibariyle de doğal gaz ithal edilmeye başlanmıştır. 2000'li yıllara gelindiğinde ise ekonomik büyüme ve nüfus artışı paralelinde birincil enerji ve elektrik enerjisi tüketiminde önemli artışlar kaydedilmiştir. Sekizinci plan döneminde, birincil enerji tüketimi yıllık ortalama yüzde 2,8 oranında bir

<sup>177</sup> Sahin, Vedat (1994); "Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış; Arz, Talep ve Politikalar," TÜSİAD yayınları, s.35-44.

artışla, 2005 yılı sonu itibariyle 92,5 milyon ton petrol eşdeğerine, elektrik enerjisi tüketimi ise yıllık ortalama yüzde 4,6 oranında bir artışla, 160.800.000 MW'a ulaşmıştır. Ekonominin istikrar kazandığı ve 2001 krizinin etkilerinin hafiflediği 2003 sonrası dönemde ise bu artışlar daha belirgindir. Bu dönemde birincil enerji tüketimi yıllık ortalama yüzde 5.7, elektrik tüketimi ise yüzde 6.7 oranında artmıştır.<sup>178</sup>

Kamunun elektrik ve doğal gaz sektöründe iletim dışında, yatırımcı rolünden yavaş yavaş sıyrılması ve sahip olduğu tesisleri özelleştirmesi, gerekli yatırımların rekabetçi bir piyasa ortamında özel sektörce yapılması ile kamunun düzenleyici konumu daha da kuvvetlendirmesi ve arz güvenliğini sağlaması serbestleştirme çalışmalarının ana unsurlarıdır. Bu çalışmalar kapsamında, kamu kuruluşları elektrik sektöründe faaliyet gösterirken, öte yandan yeniden yapılandırılma ve şehir içi doğal gaz dağıtım işi özel sektör tarafından yapılmaktadır. Ayrıca, 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu ile petrol ürünlerinde ve Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ve Elektrik Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair 5307 sayılı Kanun ile LPG'de istikrarlı, şeffaf, eşitlikçi şekilde piyasa faaliyetleri sürdürülsün diye EPDK kurulmuştur. EPDK tarafından gerekli düzenlemeler yapılmış, yönlendirme, gözetme ve denetleme faaliyetlerinin yürütülmesi için çalışılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimi içindeki payını artırmak için 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun da bu süreçte yasal hale getirilmiştir. 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ise 2007 yılında yürürlüğe girmiştir.

4628 sayılı Kanunun uygulanmasında görülen yetersizlikleri gidermek ve serbest piyasaya dönüşüm çalışmalarını koordine edip hızlandırmak amacıyla, 2004 yılında Elektrik Enerjisi Sektörü Reformu ve Özelleştirme Stratejisi Belgesi hazırlanarak uygulamaya konulmuştur. Bu belge

<sup>178</sup> TBMM (2006); **Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013**, TBMM Kararları Karar No.877, Ankara, s.28-35.

çerçevesinde önerilen bir “geçiş süreci” içinde elektrik dağıtım ve üretim tesislerinin özelleştirilmesi ve arz güvenliği konusunda alınacak tedbirler başta olmak üzere yapılması gerekli çalışmalar bir programa bağlanmış, sorumlu ve ilgili kuruluşlar belirlenmiştir. Öncelikle, Azerbaycan olmak üzere, Hazar havzasında üretilen petrolün boru hattı ile Gürcistan üzerinden Ceyhan’daki bir terminal üzerinden tankerlerle Dünya pazarlarına ulaştırılması için geliştirilen 50 milyon ton/yıl kapasiteli Bakü-Tiflis-Ceyhan Ana İhraç Boru Hattı projesi 2006 yılında tamamlanmıştır. Rusya Federasyonu ile yapılan anlaşma çerçevesinde yılda 16 milyar metreküp doğal gaz taşıyacak olan 501 km uzunluğundaki Samsun-Ankara Doğal Gaz İletim Hattı tamamlanarak 2003 yılından itibaren bu hattan gaz alımına da başlanmıştır<sup>179</sup>.

Özetle, Enerji tüketimi endüstrileşmenin var olmasını sağlayan esas faktördür. Tabi ki belirli bir maliyete sahiptir. Bu maliyetin içinde çevre kirliliğini engellemek maksadıyla yapılması gereken yatırımların payı oldukça fazladır. Yaklaşan enerji darboğazının varlığı ve ihtiyacın çok büyük boyutlara ulaşması nedeniyle enerji yatırımları için finansman gerekliliği, yetkilileri arayışlara sürüklemiştir. Bu arayışlar neticesinde olası bir enerji açığının karşılanabilmesi için çözüm önerileri hız kesmeden üretilecektir.

---

<sup>179</sup> TBMM (2006); **Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013**, TBMM Kararları Karar No.877, Ankara, s.28-35.

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **DÜNYA'DA VE AB'DE ENERJİ POLİTİKALARI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDA TÜRKİYE'NİN GELECEĞİ**

#### **4.1. DÜNYA'DA ENERJİ POLİTİKALARI**

Geçmişten günümüze tüm dünya ülkelerinin birincil enerji kaynak tüketimi petrol ve kömüre dayalı bir yapıya sahipti. Günümüzde ise yeryüzündeki doğal kaynakların üçte biri, ormanların yüzde 12'si, okyanuslardaki biyolojik çeşitliliğin üçte biri, tatlı sulardakinin ise yüzde 50'si yok edilmiştir. Söz konusu enerji kaynaklarının bir diğer dezavantajı, yenilenemez olmalarıdır.<sup>180</sup>

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükenmesi yenilenebilir enerji kaynakları arayışına itmiş, sadece temiz enerji değil nükleer ve çevresel atıklara sebep olmayacak bir enerji üretimi de bu arayışın sonuçlarında ortaya çıkmıştır. Nükleer atıkların ve çevresel kirliliğin yanı sıra nükleer silahlanma da ülkelerin gelecekte izleyeceği politikalara etki etse de aynı zamanda bu enerji üretimi üretim maliyeti yönüyle de çok pahalıdır. Bu nedenlerle ülkeler daha temiz ve maliyeti daha az bir enerji arayışına girmiştir.

Birçok ülkede elektrik sektörü yeniden yapılanma sürecinden geçmektedir. Bazılarında yeniden yapılanma tamamlanmış bazılarında ise önümüzdeki on yıllık süreçte tamamlanması beklenmektedir. Bu konvansiyonel santrallerden farklı yapıda ve özel gereksinimleri olan yenilenebilir enerji santralleri için yeni düzenlemelerin yapılmasında değerli

---

<sup>180</sup>Kum, a.g.e., s.220.

bir fırsat olarak görülmektedir.<sup>181</sup>

1990 ve 2008 yılları arasında dünya enerji tüketimi %40 artış göstermiştir ki bu nüfus artışından daha fazladır. Aynı zaman aralığında enerjinin %80'den fazlası fosil kaynaklardır.<sup>182</sup>

2010 yılı içerisinde dünyada toplam 12 milyon ton eşdeğeri petrol (TEP) enerji tüketilmiştir. Tüketilen enerji kaynakları arasında ilk üç sırayı fosil yakıtlar (Petrol, Doğalgaz, Kömür) almıştır. İlk sırayı 4.028 milyon tonla (%33,6) petrol alırken, ikinci sırayı 3.556 milyon TEP (%29,62) ile kömür, üçüncü sırayı ise 2.858 milyon TEP (%23,81) ile doğalgaz almıştır. Dünya birincil enerji tüketiminde hidroelektrik 776 milyon TEP (%6,46) ile dördüncü sırayı alırken, nükleer enerji 626 milyon TEP (%5,21) ile beşinci sırayı, diğer yenilenebilir enerji kaynakları ise 159 milyon TEP (%1,32) ile son sırayı almıştır. 2011 yılında ise; 12.274,6 milyon TEP birincil enerji tüketimi gerçekleştirilerek bir önceki yıla göre bir miktar artış kaydedilmiştir<sup>183</sup>

Fosil yakıtlar 10.442 milyon TEP ile 2010 yılı Dünya birincil enerji tüketiminin %87,03'ünü oluşturmaktadır. Fosil yakıtların Dünya birincil enerji tüketimi içindeki bu ağırlıklı payı gelecekte yaşanabilecek büyük ölçekli savaşların, tekrar fosil enerji kaynaklarının kontrolünün ele geçirilmesi amacıyla, başlayabileceğini kanıtlar niteliktedir.<sup>184</sup>

Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF) tarafından yayınlanan “Enerji Raporu: 2050’de %100 Yenilenebilir Enerji” 2050 yılına kadar küresel enerji arzının tamamının yenilenebilir enerjiden karşılanabileceğini öngörmektedir. Teknik, yasal, toplumsal ve ekonomik açıdan gerçekleştirilecek küresel değişimlerle gelecek 40 yıl içerisinde artan enerji gereksiniminin tamamının

<sup>181</sup>TEİAŞ, 2011-2015 Stratejik Planı, s.28, 2011

<sup>182</sup>International RenewableEnergyAgency(IRENA),  
<http://www.irena.org/DocumentDownloads/factsheet/factsheet.pdf>, s1.

<sup>183</sup>ÇİÇEK, a.g.e. s.42.

<sup>184</sup>ÇİÇEK, a.g.e. s.42.

yenilenebilir enerjiden karşılanması mümkündür.<sup>185</sup>

Avrupa Birliği (AB) 2020 yılına kadar gerçekleştirilmesi düşünülen hedeflerini birliğe üye olan her ülke için ayrı ayrı belirlemiştir. Örneğin Almanya'nın elektrik tüketiminin %30'u ve ısınma ihtiyacının %14'ü yenilenebilir enerjiler yoluyla karşılanacaktır. Yine AB, ulaştırma sektöründe kullanılan yakıtlar için de hedef belirlemiş ve bu alanda kullanılan yakıt enerjisinin en az %10'unun yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması kararını almışlardır. Söz konusu bu %10'luk payın en az %40'ının ikinci nesil biyoyakıtlardan oluşması gerekmektedir. Böylelikle AB biyoyakıt kullanımı yoluyla elde edilen sera gazı salınımindaki tasarrufun en az %50 olmasını hedeflemektedir.<sup>186</sup>

2008 yılında birçok ülke yenilenebilir enerji konusunda politika oluşturmuş ve mevcut mevzuatlarında da ayrıntılı düzenlemeler yapmışlardır. Bu alan da ilk olarak ABD(1978) ve ardından Almanya(1990) politika belirlemiştir. Öte yandan Avustralya, yenilenebilir kaynaklardan elde edeceği elektrik enerjisi miktarını 2020 yılına kadar 45 TerraWatt/saat(TWh) olarak belirlemiştir. Japonya güneş pilinden elde edeceği enerjiyi 2020 yılında 14 GW'a 2030 yılında ise 53 GW'a çıkarmayı hedeflemektedir. Hedeflenen yeni politikaların dışında mevcut potansiyellerini arttırmaya çalışan da birçok ülke vardır. Bunlardan Fransa 2020 yılına kadar güneş pilinden elde ettiği enerjiyi 4,9GW'a çıkarmayı planlamaktadır. Kenya ise, 2025 yılı itibari ile rüzgar ve biyokütle yoluyla 350MW'lık enerji elde etmeyi beklemektedir. Endonezya da 2025 yılına kadar jeotermal enerji yoluyla 9,5 GW'lık bir kapasiteye ulaşma hedefine sahiptir. Dünyanın en hızlı büyüyen ekonomisine sahip olan Çin de yenilenebilir enerji konusunda kesin hedefler belirlemiştir. 2020 yılı itibariyle rüzgar gücünden 30 GW enerji elde etmeyi planlamaktadır. Çin ayrıca ülkedeki 6 bölgeyi büyük ölçekli "rüzgar gücü alanı" olarak belirleyip 100

<sup>185</sup>Doğal Hayatı Koruma Vakfı(WWF), Yenilenebilir Enerji Geleceği ve Türkiye, ed. Deniz ÖZTOK, 2011 s.3, [http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/wwftr\\_yenilenebilirenerjigelecegiyeturkiye.pdf](http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/wwftr_yenilenebilirenerjigelecegiyeturkiye.pdf)

<sup>186</sup>Kum Hakan, **Yenilenebilir Enerji Kaynakları**: Dünya Piyasalarındaki Son Gelişmeler ve Politikalar, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 33, Temmuz-Aralık 2008 2009, s.219.

GW'lık rüzgar gücü kapasitesine ulaşmayı planlamaktadır.<sup>187</sup>

Zengin petrol ve doğal gaz yataklarına sahip olan Hazar Bölgesi devletlere cazip gelmiş ve ülkeler enerji ihtiyaçlarını bu bölgeden karşılama çabası içine girmişlerdir. Bu coğrafyanın kilit ülkelerinden biri olan Rusya, Avrupa Birliği (AB) ve Asya ülkeleri arasında küresel enerji piyasasında çok önemli bir stratejik aktördür. Bu güç, sahip olduğu enerji rezervlerinin zenginliğinden kaynaklanmaktadır. 2011 yılı sonu verilerine göre, Rusya 12,1 milyar ton petrol rezervine sahip olduğu sanılmaktadır. Petrol rezervi bakımından Avrasya ülkeleri arasında Rusya yüzde 5,3'lük oranla birinci sırada bulunmaktadır. Rusya zengin doğal kaynak rezervlerini kullanarak, bir yandan kendisine bağımlı olan ülkelerdeki etkinliğini arttırırken, diğer yandan da gelecekte rakibi olabilecek Türkmenistan, Özbekistan ve Kazakistan gibi ülkelerle ikili işbirliği anlaşmaları yapmaktadır. İhraç edilen doğal gazın fiyatı ve anlaşma koşulları konusunda sağlanan bazı kolaylıklar karşılığında Gürcistan, Moldova, Beyaz Rusya, Bulgaristan vb. ülkelerin altyapı sistemleri aşamalı olarak Rusya'nın eline geçmektedir.<sup>188</sup>

SSCB'nin 1991 yılında dağılmasının ardından, Hazar havzasındaki en büyük ve en önemli enerji kaynaklarının Türkmenistan, Azerbaycan ve Kazakistan' da olduğu gerçeği ön plana çıkmış ve ardından Hazar'a kıyısı bulunan ülkeler söz sahibi olmuşlardır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın verdiği rakamlara göre, Hazar bölgesi uluslararası alanda enerjinin yeni jeopolitiği olarak tanımlanmaktadır. Hazar bölgesinde enerji politikalarını ve nüfuz mücadelelerini etkileyen bir başka etken ise, Hazar'ın hukuki statüsünün, kıyıdaş devletlerarasında tartışmalı durumda olması ve bu ihtilafın, taraflar arasındaki ilişkilerde baskı unsuru olarak kullanılmasına, hatta silahlanma yarışına sebep olmasıdır.<sup>189</sup>

<sup>187</sup>Kum, **a.g.e.**, ss.219-220

<sup>188</sup>PAKSOY Özlem Uluğ, **a.g.e.**, s.25-26,

<sup>189</sup>PAKSOY Özlem Uluğ, **a.g.e.**, s.29.

## 4.2. AVRUPA BİRLİĞİNDE ENERJİ POLİTİKALARI

Sanayileşmiş ülkelerde, enerji, ekonomik ve sosyal faaliyetin merkezinde yer alır. Bu yüzden enerji politikası oldukça önemlidir. Enerji maliyetleri sadece büyük miktarda enerji tüketen sanayileri değil, bir bütün olarak sanayiye ve özellikle enerji fiyatlarının taşıma maliyetleri ve ısınma üzerindeki etkisinden dolayı, vatandaşların yaşam maliyetini de etkilemektedir. Bu nedenle de ülkelerin ve enerji alanlarının yönetimini üstlenenler, toplumun ve ekonominin gereksinim duyduğu enerjiyi kesintisiz, güvenilir, zamanında, temiz ve ucuz yollardan temin etmek zorundadır. Bu kaynakları çeşitlendirmeye çalışmak, hem en uygun fiyatlarla sağlayabilmek hem de enerji arz güvenliğini koruyabilmek adına oldukça önemlidir. Sürdürülebilir kalkınma kavramı; klasik enerji kaynakları ve gelişmemiş teknolojinin doğal çevrede düzeltilmesi mümkün olmayan hasarlara yol açmasının önlenmesi ve insanların enerjiye erişiminin uygun koşullarda sağlanabilmesi için gündeme gelmiştir.<sup>190</sup>

Enerji politikası 'düşük maliyet, arz güvenliği, olası tehditlere karşı önlemler ve çevre koruma' olarak tanımlanan üç parçadan oluşmaktadır. Enerji kaynakları açısından dışa bağımlı olan ülkeler için bu konuların önemi daha fazladır. Yerli kaynakları yetersiz olan Avrupa Birliği üyesi ülkeler içinde bahsedilen üç konu çok önemlidir. Fakat uygulanan ve kullanılan politika araçları açısından AB ülkeleri içinde farklılıklar görülmektedir. Bunun nedeni ise her devletin sahip olduğu doğal kaynakların, kendi enerji sektörlerinin yapılarının ve siyasi tercihlerinin farklı olmasıdır. Birlik üyesi her devlet ulusal güvenlikleri çerçevesinde algıladıkları enerji güvenliği konusunda karar verme yetkilerinin kendilerine ait olmasını istemektedir. Bu nedenle Birlik

<sup>190</sup> Moussis, Nicholas.. **Avrupa Birliği Politikalarına Giriş Rehberi**. İstanbul: MegaPress Yayınları,2004. s.20,

içinde yukarıda tanımı yapılan üç bileşen ekseninde ortak bir enerji politikası oluşturmak zorlaşmaktadır.<sup>191</sup>

Ülkenin enerji kaynakları potansiyelinin sağlıklı ve bilimsel bir şekilde ele alınması, enerji politikalarını belirlemedeki en önemli hususlardan birisidir. Enerji potansiyelini belirlendikten sonra, kaynakları geliştirmenin ne şekilde yapılacağı, özel yerli ya da yabancı işletmelerin katkılarına hangi alanda ihtiyaç duyulduğu, bu süreçte ithalata gereksinim duyulup duyulmayacağı hususlarında çeşitli stratejiler oluşturulabilir. İthalat kullanımını zorunlu kılan koşullar, enerji politikasında kaynak çeşitliliği konusunda dikkat edilmesi gereken önemli faktörlerdir.<sup>192</sup>

AB toplam tüketiminin yarısını dış kaynaklardan sağlamaktadır ve Birleşik Devletler'in ardından dünya enerji tüketiminde ikinci sırada bulunmaktadır. Yabancı kaynaklardan tüketim temininin, %81'i petrol, %54'ü doğalgaz, %38'i katı yakıtlar olan AB, bu piyasada ithalatta ise dünya çapında birinci sırada yer almaktadır.<sup>193</sup> Yapılan hesaplanmalara göre, 2020'lerde AB'nin toplam enerji talebi : % 38 petrol, % 29 gaz, % 19 katı yakıtlar, % 6 nükleer enerji ve % 8 yenilenebilir kaynaklar şeklinde olacaktır. Fakat yerli üretim ne bugün toplam talebi karşılayabilecek durumdadır ne de gelecekte karşılayacaktır. İngiltere, Danimarka ve Hollanda'daki gaz rezervleri gerekli ihtiyacı karşılayamaz durumdadır ve Kuzey Denizi'ndeki petrol rezervleri de 2030-2050 yılları arasında tükenecek ön görüşünde bulunmaktadır. AB'nin enerjide dışa bağımlı hale gelmesinin ve bugün toplam talebini % 50'sini dışarıdan karşılamasının sebebi budur. İhtiyacın yaklaşık % 70'ini petrol ve % 40'ını gaz oluşturmaktadır ve bu oranlardan da anlaşılacağı üzere AB dünya enerji pazarında en büyük petrol ve gaz ithalatçısı durumundadır.

<sup>191</sup> Oktay, Ertan ve Çamkıran, Radiye Funda. (2006). "Avrupa Birliği'nin Güvenliği Açısından Türkiye'nin Önemi", Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi, 14 (1), 160.

<sup>192</sup> Pamir, Necdet. (2005). "AB Enerji Sorunsalı ve Türkiye" Stratejik Analiz Kasım Sayısı, Ankara Asam Yayınevi s.67

<sup>193</sup> European Commission, "Annex to the Green Paper: A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy-What is at stake-Background document", {COM(2006) 105 final}, Brussels, SEC(2006) 317/2.

AB'nin ortak enerji politikasının temelinde, sürdürülebilirlik, rekabet ve güvenlik yatmaktadır. Bu üç ana unsur üzerine kurulacak ortak bir enerji politikasının temelinde enerji güvenliğinin hedef alındığı söylenebilir.<sup>194</sup>

Yapılan çalışmada, koyduğu hedeflere ulaşmak için AB'nin neler yaptığı, ne gibi projeler yürüttüğü, ne gibi yollar izlediği bahsedilmeye çalışılmıştır. AB'nin ortak bir enerji politikası kurmak amacıyla başlattığı çalışmalar, 'iç pazara dönük' ve 'uluslararası ilişkiler düzeyinde' şeklinde ikiye ayrıldığı söylenebilir.

İç pazara yönelik çalışmaların odağında, tam rekabetin sağlandığı, birliğin bütün üye ülkelerini içeren tek bir enerji piyasasının oluşturulması bulunmaktadır. Sürdürülebilirlik açısından değerlendirilen, enerji verimliliği ve çevresel sorunların çözümüne yönelik yürütülen çalışmaları da iç pazar politikalarına dahil edebiliriz. AB'nin amacı, enerji pazarına giriş ve çıkışların düzenleyici kurullar gözetiminde serbest kılındığı, tüketicilerin düşük fiyatlı, kaliteli ve sürekli enerjiye ulaşmalarını sağlayacak bir enerji pazarı oluşturmaktır. AB, ortak elektrik ve gaz pazarı oluşturmak maksadıyla, Maastricht Antlaşması ile Trans-Avrupa Enerji Ağları'nı (TEN-E) kurmuştur. Tek pazara yönelik olarak elektrik piyasasında önemli yollar kat etmiş olan AB için, aynı şeyi doğalgaz piyasası konusunda söyleyememekteyiz. Bunun sebebi, doğalgaz arzının, sınırlı sayıda yabancı ülke kaynağına bağlı olmasıdır.<sup>195</sup>

AB'nin enerji tüketiminde günümüzde % 50 düzeyinde olan yabancı kaynak bağımlılığı, 30 yıl içinde %70 seviyelerine ulaşacak ve özellikle gaz talebinin büyük bir kısmının üç ülkeden (Rusya, Norveç, Cezayir) karşılanacağı Yeşil Kitap'ta yazmaktadır. Ayrıca Yeşil Kitap'ta kaynak çeşitlendirilmesi için birlikte dış politika uygulanması gerektiği yazmaktadır. Bu

<sup>194</sup> Yorkan, Arzu; **AVRUPA BİRLİĞİ'NİN ENERJİ POLİTİKASI VE TÜRKİYE'YE ETKİLERİ**, Bilge Strateji, Cilt 1, Sayı 1, Güz 2009, s.31.

<sup>195</sup> Yorkan, Arzu; **a.g.e.**, s.32.

amaçla Inogate, Tacis, Traceca gibi programlar uygulamaya koyularak ortak bir dış politikanın temeli atılmıştır.<sup>196</sup>

Birlik üye ülkelerinin her biri yabancı kaynaklara farklı şekillerde bağımlıdır. Bugüne kadar üye devletlerin birçoğu 'kendi enerji güvenlikleri sağlayabilmek' için, üçüncü ülkelerle enerji anlaşmaları imzalamışlardır. Doğalgaz naklinin teknik açıdan zor olması, büyük oranda boru hatlarına ihtiyaç duyulmasına sebep olmuştur. Bu nedenle gazı alan ve satan devletler haricinde, anlaşmaların tarafı olarak sınırları içinden boru hatları geçen ülkeler de sayılmaktadır. Rusya ile Ukrayna arasında yaşanan anlaşmazlık sonucu, Rusya Avrupa'ya gaz yollamayı bırakmış, bunun sonucunda da Baltık Denizi Doğalgaz Boru Hattı anlaşması Almanya ile Rusya arasında imzalanmıştır. Birliğin üye ülkelerinden olan Polonya güzergahı tercih etmek yerine, daha masraflı olan Baltık geçişi seçilmiştir. Yunanistan ve İtalya, Türkiye-Yunanistan doğalgaz hattıyla kendi arz güvenliklerini kontrol altında tutmaktadırlar. Örnekleri çoğaltmak gerekirse, Nabucco projesinden bahsedilebilir. AB ile yapılmayıp, sadece projeye dahil olan devletlerle yürütülmektedir.

AB'nin enerji konusunda kolayca ortak bir dış politika ortaya koyamaması ve üye ülkelerin kendi arz güvenliklerini sağlamaya yönelik tutumları ve yaptıkları anlaşmalar, şunu göstermektedir ki; üye ülkeler kendi enerji çıkarlarını korumanın peşinde oldukları için birlikte değil bağımsız hareket etmektedirler. Zaten sınırlı enerji arzının var olduğu bir ortamda, kaynak paylaşımının sorun yaratma ihtimali yüksek olmaktadır ve bu süreçte de sistem, anarşik bir yapı halini almaktadır.

AB, tüketmekte olduğu gazın %25'ini Rusya'dan temin etmektedir ve bu oran devam eden projeler bittiğinde yaklaşık olarak % 35'e çıkacaktır. Bu durumu güç dengesi açısından Rusya lehine bir gelişim olarak

---

<sup>196</sup> Yorkan, Arzu;, a.g.e., s.27.

değerlendirmek mümkündür. Yeşil Kitap'ta da bu olumsuz durum ve kaynakların çoğaltılması gerektiği yazmaktadır. Rusya'ya bir alternatif oluşturmak açısından, Hazar enerji kaynaklarına erişimi sağlamak AB enerji güvenliği açısından oldukça önem arz etmektedir.

Dünya genelinde son yıllarda meydana gelen ekonomik gelişmeler, enerji talebini öngörülenden daha kısa sürede artırmıştır. Başta Çin, Hindistan ve Brezilya gibi gelişmekte olan ülkelerin artan seyirdeki büyüme hızları, enerji taleplerini üst seviyelere çıkarmıştır. Teknolojik gelişmişlik düzeyi, kalkınma için gerekli enerji talebini doğrudan etkilediği için az gelişmiş ülkelere marjinal enerji talebi, gelişmiş ülkelere göre daha fazladır. Bu sebepten de başta Türkmen, Azeri ve İran olmak üzere, Hazar ve Orta Asya enerji kaynaklarına olan ilgi artış göstermiştir.

AB, enerji kaynaklarına ulaşabilmenin ve onların kontrol edilmesinin büyük öneme sahip olduğunu bilmekte ve bu yüzden uygulamaya koyduğu uluslararası programları ve çok uluslu şirketleri ile Hazar enerji kaynakları üzerindeki etkinliğini artırmayı hedeflemektedir. Yüksek petrol ve doğalgaz rezervleri bulunan Hazar Havzası ve Rusya, artan talebi karşılamak için enerji alanlarını geliştirmeli, günümüz koşullarına uygun olacak bir forma sokmalıdır. Sondaj çalışmaları ve nakil zorlukları (örneğin Karadeniz geçişli Mavi Akım Projesi), finans ve ileri teknoloji aletlerinin gerekliliği açısından ihtiyaç listesinin uzamasına sebep olmaktadır. AB menşeli enerji firmaları, finansal ve teknolojik üstünlüklere sahiptir ve bu üstünlüklerini devreye sokarak, Avrasya bölgesinde söz hakkına sahip olmaya çalışmaktadırlar.

Sürdürülebilir bir kalkınma için, enerji verimliliğine, yenilenebilir teknolojilerdeki gelişmelere ve geniş bir alana yayılmasına önem veren AB, Kyoto protokolünü imzalamış ve tarafı olmuştur. Yenilenebilir enerjinin kullanım hedefi, 2020 yılında bütün enerji kullanımının %20'si olacak, aynı şekilde 2050 yılına kadar da sera gazı salınımı %60-80 azaltılacak diye ileri sürülmüştür. Yenilenebilir enerji tüketimindeki artış aynı oranda fosil yakıt

tüketiminde azalışa neden olacağından, AB'nin ithal kaynaklara olan bağımlılığını azaltacaktır.

#### 4.3. TÜRKİYE'NİN ENERJİ POLİTİKALARINA GENEL BAKIŞ

Türkiye'de 1950-1960'lı yıllarda yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içindeki payı %50 seviyesindeydi. Yenilenebilir enerjinin büyük bölümü hidroelektrik, odun, hayvan ve bitki atıklarından karşılanmaktaydı. 1970'li yıllarda, hızlı sanayileşmenin ve kentleşmenin bir sonucu olarak, enerji tüketimi artmaya başlamıştır. Petrolün toplam enerji tüketimindeki payı hızla artarak %46,7 seviyesine ulaşırken yenilenebilir kaynakların toplam tüketimdeki payı ise %31,3'e düşmüştür. 1980li yıllara gelindiğinde, enerji tüketimindeki artışın karşılanması için, hidroelektrik santrallerin yapımı hız kazanmıştır. 1990'lı yıllarda Türkiye petrolün yanı sıra doğal gaz ithal etmeye başlamıştır. Bu yıllarda doğalgazın enerji tüketimindeki payı giderek artmaya başlamıştır.<sup>197</sup>

Türkiye'nin enerji ihtiyacına baktığımızda; 1990'lı yıllara kadar büyük hidroelektrik santraller ve kömür gibi yerli, petrol ve doğalgaz gibi ithal edilen kaynaklardan karşılandığını görüyoruz. Bu zamana kadar yerli kaynaklar öncelikli olarak kullanılırken, 1990'dan sonraki dönemde, kömür kullanan enerji santrallerinde oluşan emisyonların kontrolü, gaz temizleyiciler ve diğer arıtma sistemleri için daha fazla sermaye harcamaları yapılması gerekliliği, hidroelektrik santrallerin ise büyük arazi ihtiyacı ve çok güvenilir olmayan yağış düzenine bağlı olması durumları belirtilerek, daha ucuz olduğu için petrol ve doğalgaz ağırlıklı olarak enerji ihtiyacı karşılanmıştır. Enerji sektöründe uygulanan bu politikalar 1963 yılından beri hazırlanan beş yıllık kalkınma planlarında belirtilmiştir. Genel olarak enerji üretimi devlet tarafından sağlanmış, 1984 yılından itibaren özel sektör ve yabancı sermaye

<sup>197</sup> ADIYAMAN, Çetin, *Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları*, Niğde Üniversitesi, SBE, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 2012, s.115-116.

girişimlerinin destekleneceği belirtilmiştir.<sup>198</sup>

Dünya petrol rezervlerinin yüzde 75'i, dünyanın en büyük 17. ekonomisi olan Türkiye'nin sınırlarında başlamaktadır. Türkiye yıl boyunca aldığı 31,5 milyar metreküp doğal gazın 19 milyar metreküpünü Rusya'dan, 8 milyar metreküpünü İran'dan ve 4,5 milyar metreküpünü denizden elde etmektedir. Türkiye'nin doğal gaz ihtiyacının yüzde 90'ını İran ve Rusya'dan temin etmesi enerji güvenliği açısından tehlike doğurmaktadır. Türkiye'deki petrol ithalatı için de aynı durum söz konusudur. Petrol ihtiyacının ancak yüzde 20'sini kendi kaynaklarından karşılayabilen Türkiye için bu durum, ekonomide fiyat istikrarsızlığına neden olmaktadır.<sup>199</sup>

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 stratejik planına göre; yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzı içindeki payını arttırmak için amaç, 2005 yılında yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanılmasına İlişkin Kanun ile özel sektör marifetiyle yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretilmesi imkanı sağlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin temel hedef, bu kaynakların elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payının 2023 yılında en az %30 düzeyinde olmasının sağlanmasıdır.<sup>200</sup> İklim Değişikliği Eylem Planında, ülkedeki teknik ve ekonomik bakımdan elverişli bütün hidroelektrik potansiyelin değerlendirilerek, enerji arzında yenilenebilir enerjinin payının artırılması gerektiğine işaret edilmektedir. 2010 yılında hazırlanan Stratejik Plan, toplam 5000 MW ek kurulu güce sahip hidroelektrik santrallerin (HES) 2013 yılına kadar tamamlanmasını öngörmektedir. Aynı stratejide 2009 itibarıyla yaklaşık 800 MW düzeyinde olan rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 2014 yılında 10000 MW'a; 2009 yılında 77,2 MW kurulu güce sahip jeotermal enerjinin ise 2014'de 300 MW düzeyine ulaştırılması hedeflenmektedir.<sup>201</sup>

<sup>198</sup> ADIYAMAN, **a.g.e.**, s.116.

<sup>199</sup> PAKSOY Özlem Uluğ, **a.g.e.** s.41.

<sup>200</sup> Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planı, s.26, [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/ETKB\\_2010\\_2014\\_Stratejik\\_Planı.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/ETKB_2010_2014_Stratejik_Planı.pdf), (02.08.13)

<sup>201</sup> Doğal Hayatı Koruma Vakfı(WWF),**a.g.e.**, s.5

Enerjinin üretimini ve kullanımını içine alan süre zarfında, verimliliği artırmak ve israfı önlemek; enerji verimliliğini sağlama, risk faktörü olan dışa bağımlılığı aza indirme ve iklimsel değişimle mücadelede etme hedeflerine ulaşılabilme fırsatı sunacaktır. Bu nedenle, sosyal ve ekonomik gelişme hedeflerini etkilemeden enerji tüketimini azaltacak tedbirler uygulanacak; elektrik enerjisi üretim tesisleri ile iletim ve dağıtım şebekelerinde enerji verimliliğinin artırılmasına, yüksek verimli kojenerasyon uygulamalarının yaygınlaştırılmasına ilişkin çalışmalar yürütülecektir.<sup>202</sup>

Türkiye Bilim ve Teknik Araştırma Kurumu(TUBİTAK)'ın Kasım 2004'te yayınlanan Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi'nde Sürdürülebilir Kalkınma<sup>203</sup> hedefi doğrultusunda<sup>204</sup>;

*“Yenilenebilir enerji kaynaklarından (Hidrolik, Rüzgar, Güneş) enerji üretebilmek; bunun için gerekli üretim sistemlerini geliştirebilmek. Enerjide dışa bağımlılığın ve çevresel etkilerin azaltılması hedefleri açısından, yenilenebilir enerji kaynaklarından azami ölçüde yararlanılmalıdır. Bu kapsamda, hidrolik kaynaklarımızın değerlendirilmesi için gerçekleştirilmesi gereken teknolojik aşama, küçük hidroelektrik santral teknolojilerinin geliştirilmesidir. 1MW ve üzerindeki güç düzeylerinde ve ticari olarak yarışabilir rüzgar santralleri ile kırsal yörelerde ve mobil uygulamalarda kullanılacak rüzgartürbünü / güneşpili hibrit santralleri geliştirilmesi; dönüşüm verimliliği yüksek ve ticari olarak yarışabilir fotovoltaiik pillerin geliştirilmesiyle, yerel ve mobil uygulamalarda güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi de teknolojik hedefler arasındadır.”*

<sup>202</sup>Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, a.g.e., s.30

<sup>203</sup> Sürdürülebilir kalkınma kavramı 1980 yılında Dünya Koruma Birliği (IUCN) tarafından tanımlanmıştır. Bu tanım 1987 yılında özellikle Dünya ve Çevre Kalkınma Komisyonu (WCED) ‘ortak geleceğimiz (ourcommonfuture)’ Brundtland Raporu’nda gündeme getirilmiştir. Tanıma göre sürdürülebilir kalkınma; gelecek nesillerin ihtiyaçlarını göz ardı etmeden, tehlikeye atmadan mevcut gereksinimleri en etkili yoldan karşılamaktır. Bu belki de birçok tanım içerisinde en etkileyici olanıdır.

<sup>204</sup>Türkiye Bilim ve Teknik Araştırma Kurumu(TUBİTAK), **Kasım 2004,Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi,** s.69, [http://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/Vizyon2023\\_Strateji\\_Belgesi.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/Vizyon2023_Strateji_Belgesi.pdf) (02.08.13)

Yine aynı belgede GZFT (SWOT) analizinde kuvvetli yönlerden biri olarak yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin yüksek olması ve yeni enerji teknolojilerinde yararlanılabilecek stratejik kaynakların varlığı gösterilmektedir.<sup>205</sup>

Dünya genelinde 2007 yılı itibarıyla, kişi başı sera gazı emisyonu 4,55 ton karbondioksit eşdeğeridir. Bu rakam, OECD ülkelerinde ortalama 15 ton, AB-27 ülkelerinde ortalama 10,2 ton, Türkiye’de ise 5,3 ton’dur.<sup>3</sup> Aynı yıl itibarıyla, Türkiye’de kişi başına düşen birincil enerji tüketimi (1,35 TEP)<sup>4</sup> OECD ortalamasının (4,64 TEP) yaklaşık üçte biridir ve dünya ortalamasının (1,82 TEP) altındadır. Türkiye’nin enerji yoğunluğu<sup>5</sup> (0,11 TEP) ise, OECD ortalamasının (0,17 TEP) biraz altındadır. Türkiye’nin kişi başına düşen sera gazı emisyonu, gelişmiş ülkelere göre düşük olsa da, enerji yoğunluğun daha da azaltılması gerekmektedir. Bu doğrultuda; Türkiye’nin enerji verimliliği konusundaki hedefi, 2023 yılına kadar, enerji yoğunluğunu 2008 yılına göre yüzde 20 oranında düşürmektir.<sup>206</sup>

Atmosferdeki dengeleri olumsuz yönde etkileyen birikmiş sera gazları, ortalama sıcaklıklarda artışa ve küresel ısınmaya yol açmaktadır. Bu etkinin yok edilmesi ya da aza indirgenebilmesi maksadıyla çeşitli çözümler sunulmuştur. Türkiye’nin, özellikle önem verip uygulaması zorunlu olan çözüm önerileri şöyledir<sup>207</sup>:

- Fosil yakıtları kullanmayı yavaş yavaş bırakmak.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek.
- Yüksek verim sağlayacak, gelişmiş teknolojileri kullanmak.
- Karbon tutma ve depolama teknolojilerinden yararlanmak (önerilen bu çözümün uygulanmasından verim alabilmek 2030 yılında mümkün olacaktır.)

<sup>205</sup>TUBİTAK, a.g.e., s.51.

<sup>206</sup>Doğal Hayatı Koruma Vakfı, a.g.e., s.6.

<sup>207</sup> ÜSTÜN, Arif Kıvanç vd., **Kyoto Protokolü kapsamında Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Politikalarına Genel Bir Bakış**, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Elektrik Mühendisleri Odası, Diyarbakır, 2009 s.27-28  
,[http://www.emo.org.tr/ekler/c85deffa0b8b7a7\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/c85deffa0b8b7a7_ek.pdf)

- Enerji tasarrufu projeleri bir an önce uygulamaya koyulmalı, yapılan yeni projelere yatırım konusunda mali açıdan teşvikte bulunulması.
- Rüzgar ve güneş enerjisinden faydalanma yollarının Türkiye şartlarında daha fazla çeşitlendirilmesi

Türkiye, Çin'den sonra enerji talebi en çok artış gösteren ülke konumundadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı yaklaşık 53 bin MW olan elektrik kurulu gücünü 2023 yılına kadar 100 bin MW'a çıkarmayı hedeflemektedir. Bu süreci sağlıklı yaşayabilmesi için Türkiye'nin yılda ortalama 8-10 milyar dolarlık yatırım yapması gerekmekte, bunun da ağırlıklı olarak özel sektör tarafından gerçekleştirilmesi beklenmektedir. 2002 yılında enerjide özel sektörün payı yüzde 34 iken 2011 yılında yüzde 52'ye yükselmiştir. Bakanlığın 2015 yılı beklentisi ise; özel sektör payının yüzde 75'e yükselmesidir. İnşa halinde olan termik, hidro ve diğer yenilenebilir enerji santrallerinin sayıları 717'ye ulaşmış ve bunların inşasının tamamlanmasıyla Türkiye'nin bugünkü toplam kurulu elektrik gücünün yüzde 63'üne eşdeğer üretim sağlanabilecektir. Bu da elektrik talebini bir süre daha karşılamaya yetebilecek olmasına rağmen daha uzun vadeli enerji taleplerini karşılayabilmek için daha büyük santrallerin kurulması zorunluluk teşkil etmektedir.<sup>208</sup>

Türkiye, enerji bakımından zengin olan Hazar Havzası'nda bulunan komşuları ile enerji ihtiyacı sürekli artan Batı ülkeleri arasında doğal bir köprü konumunda bulunmaktadır. Trans Hazar Doğalgaz Boru Hattı Projesi ile Türkmenistan'ın güney bölgelerinde üretilen doğal gazın, Türkiye'ye ve Avrupa'ya taşınması amaçlanmaktadır. Mavi Akım Boru Hattı Projesi Rusya'dan Türkiye'ye doğalgaz nakletmek için yapılan Karadeniz geçişli boru hattı projesidir. Türkiye-Avusturya Doğal Gaz Boru Hattı Projesi (Nabucco) Hazar Bölgesi'ndeki doğalgaz rezervlerinin Türkiye üzerinden Avrupa pazarlarına ulaştırılmasını hedeflemektedir. Türkiye'den başlayan ve sırayla

<sup>208</sup>ÇİÇEK, Mehmet Emre, *Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye'nin Enerji Politikaları ve Nükleer Gereklilik*, Gazi Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2012, s.41

Bulgaristan, Romanya, Macaristan'ı takip eden ve Avusturya' ya ulaşan bir hatla doğal gazın taşınması amaçlanmıştır. Türkiye mevcut boru hatlarının yanı sıra, pek çok yeni projeye de dâhil olmuştur. Bu projelerin bitirilmesiyle Türkiye'nin, yakın gelecekte Doğu-Batı ve Kuzey-Güney Enerji Koridoru olmaya aday bir ülke konumuna ve AB ülkelerini enerji krizinden kurtaracak kilit ülke konumuna gelmesi düşünülmektedir. Türkiye'de enerji ithalatına bağımlılığın yüksek seviyededir. Enerji güvenliği ve enerji arzının sürekliliği Türkiye için hayati önem taşımaktadır. Bu bakımdan boru hatlarından gelecek enerjinin yanı sıra transit gelirleri de Türkiye ekonomisine katkı sağlayacaktır.<sup>209</sup>

#### **4.4. AB ENERJİ PLANLAMASINDA TÜRKİYE'NİN YERİ VE ENERJİ POLİTİKALARI**

Türkiye, AB'ye tam üyelik için gerekli uyum çalışmalarında bulunmakta olan bir ülkedir. Bu sürecin yaşanıyor olması bile Türkiye Ekonomisi'ne olan güveni kuvvetlendirmektedir. AB ile yapılan ticaret Gümrük Birliği'nin de katkısıyla artmış, uyumlaştırılmaya çalışılan mevzuatla Türk Ekonomisi küresel çapta rekabet edebilecek seviyeye yükselmiştir. Türkiye'nin enerji talebi de buna bağlı olarak artış göstermiştir. Tükettiği enerjinin %70'ine yakını ithal kaynaklardan temin eden Türkiye'nin, ithal kaynaklarının ilk sıralarında petrol ve doğalgazın geldiğini görmekteyiz. Özellikle her geçen gün artmakta olan doğal gaz tüketimi, Türkiye'nin dışa bağımlılığında da artırmakta, bu da enerji arz güvenliği sorunumuzu ortaya çıkarmaktadır.

Bulunduğu coğrafya dolayısı ile dünyanın en büyük petrol ve doğal gaz rezervlerine sahip olan ülkelerle komşu olan Türkiye'nin enerji kaynaklarına ulaşımında bu durum kolaylık sağlamaktadır. Türkiye coğrafi konumundan dolayı Ortadoğu ve Avrasya kaynaklarının batıya taşımada büyük bir role sahip olabilir. Bu stratejik konum sebebiyle AB üyesi ülkeler,

<sup>209</sup>PAKSOY Özlem Uluğ. ,a.g.e. s.56-57.

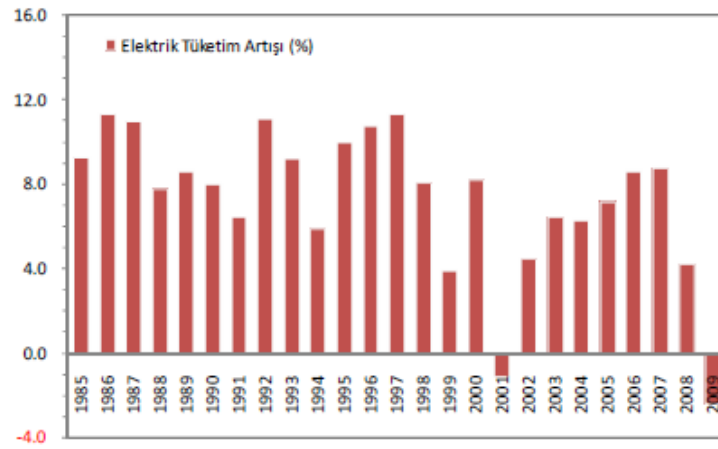
Rusya, Hazar Bölgesi, İran ve Ortadoğu ülkeleri ile ortak projelere girmektedir. Türkiye, doğalgaz konusunda Rusya'ya bağımlı olma durumunu azaltabilmek, Hazar enerji kaynaklarından daha çok yararlanabilmek için enerji alımıyla ilgili anlaşmalara imza atmaktadır. SSCB'nin dağılmasının ardından bölgede kurulan yeni devletler, Rusya'dan bağımsız yeni bir enerji nakil yolu ve pazar oluşumuna girmiştir.

Türkiye'nin AB'ye üyeliği, bir bakıma AB'nin enerji kaynaklarını çeşitlendirmesi ve kaynakların çıkış yerlerine yaklaşmasında büyük önem teşkil etmektedir. Öte yandan ise Türkiye gibi enerji bağımlılığı fazla olan bir ülke, AB'nin dışa olan bağımlılığını artıracaktır. Bu perspektifte ele aldığımızda, Türkiye'nin üyeliği, enerji kaynaklarında çeşitliliğe sebep olacağı için istenebilir, enerji bilançosunda olumsuz etkiye sebep olacağı için ise istenmeyebilir.

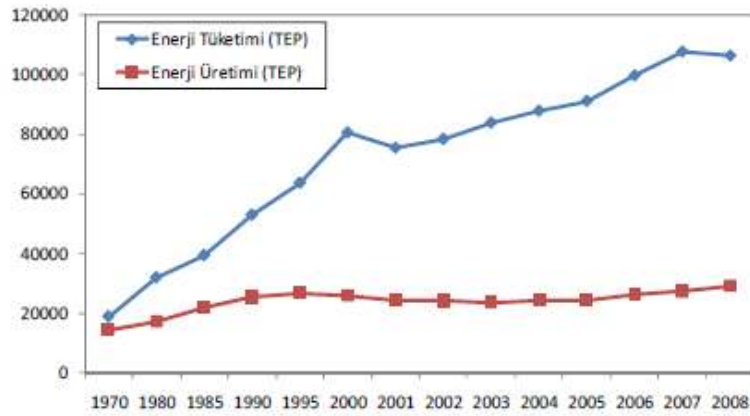
#### **4.5.YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDA TÜRKİYE'NİN GELECEĞİ**

Türkiye'de enerji tüketimi hızla artmakta olup, 2002-2008 yılları arasında primer enerji ve elektrik talebindeki artışlar sırasıyla %36 ve %49 seviyesine yükselmiştir. 2001 yılındaki deprem felaketi ve 2008 yılının son çeyreğinden itibaren yaşanan ekonomik kriz nedeniyle, enerji talebinde bu yıllara yönelik bir azalma görülmekle birlikte (Şekil 13-a); primer enerji üretimi 1990 yılından itibaren neredeyse sabit bir seyir izlemiş dolayısıyla tüketim-üretim arasındaki makas giderek büyümüştür (Şekil 13-b).

(a)



(b)



**Şekil13.** Türkiye'deki enerji görünümü<sup>210</sup>; (a) elektrik tüketimindeki yıllar bazında artış, (b) enerji tüketim üretim miktarlarının yıllar bazında değişimi

Bu durum enerjide dışa bağımlılık gibi enerji arz güvenliğini tehdit eden önemli bir sorunu çözümsüz hale getirdiği gibi; gelecek yıllarda enerji talebinin (işletmedeki santrallere ek olarak, inşa halinde ve proje safhasındaki santraller devreye girse dahi) karşılanamama riskini oluşturmuştur. Ülkemizin enerji üretiminde ithal bağımlılığı 2009 yılında %73 seviyelerine ulaşırken;

<sup>210</sup> Türkyılmaz, Oğuz; 'Türkiye'nin Enerji Görünümü', Makina Mühendisleri Oda Raporu, Mart 2010. Aktaran: Prof. Dr. Yeşilata, Bülent v.d.; **Yenilenebilir Enerji Raporu, Karacadağ Kalkınma Ajansı**, Aralık 2010, (Erişim) [http://www.karacadag.org.tr/ContentDownload/Karacadag\\_Rapor\\_PROVA07032011.pdf](http://www.karacadag.org.tr/ContentDownload/Karacadag_Rapor_PROVA07032011.pdf), 1 Agustos 2013, s. 5.

yüksek enerji talebinin karşılanamama riski; güvenilir üretimler bazında hazırlanan senaryo'ya göre<sup>211</sup>, 5 yıl sonrası için bile söz konusudur.

Diğer taraftan; ana enerji arzındaki yenilenebilir enerji payı 1990'da % 18'den, 2007'de % 9'a düşmüştür. Enerji talebinin dışa bağımlı olmadan karşılanması açısından; yerli kaynaklarımızın tamamının, yenilenebilir enerji kaynaklarının ise azami ölçüde kullanılması ve enerji arzında çeşitlendirmenin artırılması gerekmektedir. Bu doğrultuda; yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin kullanımı Türkiye için oldukça önemlidir.

Kullanım ve potansiyel seviyeleri hakkında farklı öngörüler olmakla beraber; Dünya Bankası tarafından finanse edilen "Yenilenebilir Enerji Projesi" Değerlendirme Dokümanına göre<sup>212</sup> "Türkiye'nin zengin yenilebilir enerji kaynaklarına sahip olduğu" kabul edilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarındaki ilk yatırım maliyetinin yüksekliği; yıllardır ülkemizde bu alanlardaki atılımın önünde en büyük engel olarak durmaktadır. Ancak; Türkiye'nin ithal ettiği enerjiye harcadığı döviz miktarı da her geçen yıl ulusal bütçeye önemli yükler getirmektedir. Örneğin sadece petrol bazlı fiyatlardaki artıştan dolayı Türkiye'nin 2002-2009 yılları arasında ödediği ek döviz miktarı 107.6 Milyar doları bulmuştur (şekil 14).

---

<sup>211</sup> Türkiye Elektrik Enerjisi 10 yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu, 2009-2018, TEİAŞ. Aktaran: Prof. Dr. Yeşilata, Bülent v.d.; **Yenilenebilir Enerji Raporu, Karacadağ Kalkınma Ajansı**, Aralık 2010, (Erişim) [http://www.karacadang.org.tr/ContentDownload/Karacadang\\_Rapor\\_PROVA07032011.pdf](http://www.karacadang.org.tr/ContentDownload/Karacadang_Rapor_PROVA07032011.pdf), 1 Ağustos 2013, s.6.

<sup>212</sup> Improving Medium Term Security of Electricity Supply in Turkey, August 2007; World Bank. Aktaran: Yeşilata, Bülent v.d.; **Yenilenebilir Enerji Raporu, Karacadağ Kalkınma Ajansı**, Aralık 2010, (Erişim) [http://www.karacadang.org.tr/ContentDownload/Karacadang\\_Rapor\\_PROVA07032011.pdf](http://www.karacadang.org.tr/ContentDownload/Karacadang_Rapor_PROVA07032011.pdf), 1 Ağustos 2013, s.7.



Şekil 14: Enerji fiyatlarının ithal edilen enerji maliyetlerine etkisi<sup>213</sup>.

#### 4.5.1.Yenilenebilir Enerjinin Türkiye İçin Ekonomik Önemi

Tablo 10: Mevcut teknolojilerle elde edilebilir YE kaynağı potansiyelinin dünyadaki coğrafya ve ülkelere dağılımı

|                     | Solar CSP          | Solar PV | Hidro Güç | Rüzgar (Sahil) | Rüzgar (Kara) | Okyanus | Jeo-termal elk. | Jeo-termal ısıtma | Güneş su ısıtma | Toplam   |
|---------------------|--------------------|----------|-----------|----------------|---------------|---------|-----------------|-------------------|-----------------|----------|
|                     | Elektirik (EJ/yıl) |          |           |                |               |         |                 | Isıtma (EJ/yıl)   |                 | (EJ/yıl) |
| OECD Kuzey Amerika  | 21                 | 72       | 4         | 156            | 2             | 68      | 5               | 626               | 23              | 976      |
| Latin Amerika       | 59                 | 131      | 13        | 40             | 5             | 32      | 11              | 836               | 12              | 1.139    |
| OECD Avrupa         | 1                  | 13       | 2         | 16             | 5             | 20      | 2               | 203               | 23              | 284      |
| OECD dışı Avrupa    | 25                 | 120      | 5         | 67             | 4             | 27      | 6               | 667               | 6               | 926      |
| Afrika ve Orta Doğu | 679                | 863      | 9         | 33             | 1             | 19      | 5               | 1.217             | 12              | 2.838    |
| Doğu ve Güney Asya  | 22                 | 254      | 14        | 10             | 3             | 103     | 12              | 1.080             | 45              | 1.543    |
| Okyanusya Ülkeleri  | 187                | 239      | 1         | 57             | 3             | 51      | 4               | 328               | 2               | 873      |
| Dünya Geneli        | 992                | 1.693    | 47        | 379            | 22            | 321     | 45              | 4.955             | 123             | 8.578    |

<sup>213</sup> Hazine Müsteşarlığı, Eylül 2010. Aktaran: Prof. Dr. Yeşilata, Bülent v.d.; Yenilenebilir Enerji Raporu, Karacadağ Kalkınma Ajansı, Aralık 2010, (Erişim) [http://www.karacadang.org.tr/ContentDownload/Karacadang\\_Rapor\\_PROVA07032011.pdf](http://www.karacadang.org.tr/ContentDownload/Karacadang_Rapor_PROVA07032011.pdf), 1 Ağustos 2013, s.7.

Tablo 10'da OECD Avrupa ülkeleri içerisinde gösterilen ülkemizde potansiyel arz eden başlıca yenilenebilir enerji kaynakları: hidro, biyokütle, rüzgar, biyogaz, jeotermal ve güneş enerjisidir. Türkiye'de hidrolik enerji dahil, yenilenebilir enerjilerin enerji üretimindeki payı, kömürden sonra 2. sırayı almaktadır. Türkiye'nin yerli kaynaklarından elektrik üretilebilecek potansiyeli 432 milyar kilovat saat olup, 350 milyar kilovat saati hali hazırda kullanılmamaktadır. Türkiye'nin enerji kaynaklarına bakıldığında, en büyük doğal enerji potansiyelini, yenilenebilir enerjilerin oluşturduğu dikkat çekmektedir.<sup>214</sup>

Türkiye'nin tespit edilmiş olan ekonomik hidro enerji potansiyeli 130 milyar kWh/yıl olup; bu potansiyelin yüzde 35'i işletim aşamasında, yüzde 9'u inşaat aşamasında, geri kalan yüzde 56'sı ise proje seviyesindedir.

Türkiye'nin; tarım, orman, hayvan, organik şehir atıklarından oluşan biyokütle potansiyeli 16.92-17.64 milyon Ton Eşdeğer Petrol (TEP) olarak hesaplanmıştır. Ancak yararlanma oranı henüz istenilen seviyede değildir; örneğin 2001 yılında kullanılan biyokütle enerjisi sadece 6.98 milyon TEP düzeylerindedir<sup>215</sup>. Ülkemizde ciddi biyogaz ve biyoyakıt potansiyeli de değerlendirmeyi beklemektedir. Çöp gazına dayalı lisans alan ve yapımı süren santrallerin kurulu gücü 14.6 MW, biyogaz ve biyokütle santrallerinin kurulu gücü ise 20.1 MW seviyesindedir<sup>216</sup>.

Biyokütlesel enerji kullanımı gelişmiş ve gelişmişte olan ülkelerde hızla artmaktadır. Avusturya, enerjisinin %13'ünü odundan sağlayarak biyokütle kullanımını 15 yılda 6 kat arttırmıştır. Danimarka ise yaklaşık yirmi yıldır elektrik enerjisinin %7'sini biyokütle kullanarak sağlamaktadır. Finlandiya'da biyokütle enerjisinin tüketim payı %19 iken Çin'de yaklaşık beş milyon çiftçi aydınlanmak ve ocaklarında kullanmak için yılda 1.2 milyar biyogaz

<sup>214</sup> YEŞİLATA, a.g.e. s.8.

<sup>215</sup> Karayılmazlar, Selman, v.d.; Bartın Üniversitesi, **Orman Fakültesi Dergisi**, cilt 13 , sayı 19 , 2011,s.73.

<sup>216</sup> Türkyılmaz O.,TMMOB, **Türkiye'nin Enerji Görünümü 2012 Raporu**,Nisan 2012,s.53.

kullanmaktadır. Hindistan 'da şeker kamışı posasından biyokütle enerjisi elde etmekte ve farklı büyüklüklerde bir milyondan fazla biyogaz üretim tesisleri bulunmaktadır.<sup>217</sup>

Türkiye'de halen değerlendirilmeyi bekleyen fazlaca tarım atığı bulunmaktadır. Dağınık olarak bulunan atıkların taşıma ve işçilik maliyetlerinin yüksekliği nedeniyle enerji kaynağı olarak değerlendirilmelerini güçleştirmektedir. Ülke ekonomisi ve çevre kirliliği bakımından Türkiye'nin biyokütle enerjisini kullanmaya başlaması oldukça fayda sağlayacaktır. Birçok ülke kendi ekolojik sistemleri içerisinde sahip oldukları tarımsal ürünlerden alternatif enerji sağlamaya çalışmaktadır<sup>218</sup>.

Türkiye'de 87,5 milyon TEP brüt güneş enerjisi potansiyeli mevcuttur. 26,5 milyon TEP ısı üretimine, 8,75 milyon TEP ise elektrik enerjisi üretimi için belirlenen uygun değerlerdir. Ancak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre Güneş enerjisi kullanımı 2007 de 420 bin TEP iken 2008 de 418 bin TEP olmuştur. 2008 deki 28,3 milyon TEP yerli kaynak üretimimiz içinde % 1,5'in altında pay almıştır. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) ise; güneşten elektrik üretim potansiyelinin 380 milyar kWh/yıl olduğunu ortaya koymaktadır<sup>219</sup>. Türkiye birçok ülkeyle güneş enerjisi potansiyeli bakımından kıyaslandığında oldukça şanslıdır. Ülkemizdeki güneş enerjisi potansiyeli yeteri kadar değerlendirilmemekte, genellikle sıcak su elde etme amacıyla kullanılmaktadır.

Türkiye'nin brüt teorik jeotermal ısı potansiyeli 31.500 MW olarak belirlenmiştir. Türkiye'deki konutların %30'unun jeotermal enerji ile ısıtılması mümkündür. 31.500 MW'lık enerjinin günümüzde sadece %2' si

<sup>217</sup> Akgül, Mehmet; “**Biyokütlenin Yakıt Potansiyeli Olarak Değerlendirilmesi**”, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB, 3-4 Ekim 2003 Kayseri, s.277-288.

<sup>218</sup> Yıldırım, Rabia Güler; “**Dünyada ve Türkiye’de Biyokütle Enerji**”, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB, 3-4 Ekim 2003, Kayseri, s.357-360.

<sup>219</sup> YEŞİLATA, a.g.e. s.8.

kullanılmaktadır.<sup>220</sup> MTA tarafından 2005 sonunda jeotermal sondaj değerlendirmeleri yapılmıştır, sonuçlar doğrultusunda olası potansiyelin 2924 MW'ının görünür potansiyel olduğu ortaya çıkmıştır. Türkiye'deki doğal sıcak su çıkışlarının 600 MW eklendiği zaman toplam görünür jeotermal potansiyel 3.524MW'a çıkmaktadır. Ülkemizdeki jeotermal kaynakların % 95'i ısıtmaya uygun sıcaklıktadır (400°C'den fazla toplam 140 tane jeotermal saha) ve çoğunlukla Batı, Kuzeybatı ve Orta Anadolu'da mevcuttur. Halihazırdaki kapasitesi 500 MW olarak hesap edilen, yeni sondajlarla 2.000 MW'ye çıkması beklenen jeotermale dayalı elektrik üretim kapasitesine karşılık lisans alan yatırımların kurulu gücü yalnızca 94,4 MW'dir<sup>221</sup>. Jeotermal enerjiden genel olarak kaplıcalarda, konut ve sera ısıtmacılığında ve elektrik üretiminde yararlanılmaktadır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre, 2006 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen toplam enerji miktarı 5 milyon 383 bin TEP olarak gerçekleşmiştir. Hidroelektrik ve jeotermal kaynaklardan elektrik olarak toplam 3 milyon 886 TEP, biyoyakıttan 2 bin TEP, rüzgardan 11 bin TEP, jeotermal kaynaklardan ısı olarak 1 milyon 81 bin TEP ve güneşten ısı olarak 403 bin TEP enerji elde edilmiştir. Aynı yıl içerisinde Türkiye'nin toplam enerji tüketiminin yaklaşık 100 milyon TEP olduğu göz önüne alındığında; hidro enerji hariç; tüm yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretilen enerji %1.5 gibi çok düşük bir seviyede kalmıştır<sup>222</sup>.

#### 4.5.2 Yenilenebilir Enerjinin Türkiye İçin Sosyoekonomik Önemi

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılması, bir ülke için sadece ekonomik değer yaratan bir durum olarak değil, aynı zamanda sosyal acıdan sağlanacak olan katkının da irdelenmesini gerektiren bir konudur.

<sup>220</sup> Çengel, Yunus A.; "Dünyada ve Türkiye'de Jeotermal, Rüzgar ve Diğer Yenilenebilir Enerjilerin Kullanımı", Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB, 3-4 Ekim 2003, Kayseri, s.1-14.

<sup>221</sup> YEŞİLATA, a.g.e. s.8.

<sup>222</sup> YEŞİLATA, a.g.e. s.8.

Yenilenebilir enerji anlayışındaki düşünsel sınırların genişletilmesi yaklaşımı doğrultusunda, özellikle sosyoekonomik boyutun dikkate alınması bu nedenle önem taşımaktadır.

Türkiye’de de, geleceğe dönük yenilenebilir enerji politikalarının belirlenmesinde, birincil olarak istihdam ve göç gibi temel sosyoekonomik konulardaki sorunlar göz ardı edilmemelidir. Nitekim, bu konuları yenilenebilir enerji politikalarıyla ilişkilendirmek, Türkiye’nin kilit sorunlarının çözümünde yarar sağlayıcı bir yaklaşım olacaktır<sup>223</sup>.

Enerjide yenilenebilir kaynakların kullanması ve artarak devam etmesi dolaylı veya doğrudan istihdam üzerinde de etkilidir. Santrallerin inşası, kurulması, üretime geçmesi ve devamlılığı esnasında bakım ve onarımlarının yapılması işgücü gereksinimine yol açacak ve yerel işgücü istihdamının artmasıyla bölgede işsizlik oranında önemli derecede azalma gözlemlenecektir.

Bir rüzgar enerjisi projesini ele alırsak, projenin tesis edilmesi için gereken arazi sahiplerine kira ödemesi veya satın alma bedeli kırsal bölgelerde önemli bir ek gelir olarak değerlendirilmektedir. İnşaat çalışmaları ve bakım işleri için ise genellikle yerel şirketler tercih edilmekte ve yerel işgücü kullanılmaktadır. Bu da yöre halkına uzun dönemli iş olanağı yaratmaktadır.<sup>224</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’nin yapmış olduğu çalışmada, Danimarka rüzgar endüstrisinin 8 500 kişiye iş imkanı sunduğunu ve 4000 kişiye ülke dışında çalışma şansı tanıdığını ortaya koymaktadır. Rüzgar Endüstrisi son zamanlarda balıkçılık

<sup>223</sup> Gülay, Ahmet Nuri, **Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye’nin Geleceği Ve Avrupa Birliği ile Karşılaştırılması**, DEÜ SBE İşletme Anabilim Dalı Uluslararası İşletmecilik Programı Yüksek Lisans Tezi, 2008.

<sup>224</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. 36.

sektöründen daha fazla işçi çalıştırmaktadır. Avrupa’da rüzgar sektörünün oluşturduğu toplam işgücünün 20000’i geçtiği düşünülmektedir. 1 MW rüzgar santrali, Avrupa ülkelerinde, 15-20 kişiye iş olanağı sağlamaktadır. Emeğin daha yoğun kullanıldığı ülkelerde bu rakam iki katına çıkabilir. Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği’nin 2020 yılı için hedeflediği 100 bin MW rüzgar santrali, yaklaşık 2,5 milyon kişi/yıl istihdam sağlayacaktır <sup>225</sup> . Bu yönüyle değerlendirdiğimiz zaman rüzgar enerjisi önemli bir işverendir diyebiliriz.

#### 4.5.3 Yenilenebilir Enerjinin Türkiye İçin Çevresel Önemi

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 ısısının 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<sup>226</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 haiz enerji politikalarının, sürdürülebilir

<sup>225</sup> “Rüzgar Enerjisi Dosyası”, **Çevre ve Mühendis**, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Yayını, Sayı-21-22, 2001, s. 32.

<sup>226</sup> Ataman, Ayşe Rüya; **Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, AÜ SBE Kamu Yönetimi Ve Siyaset Bilimi (Yönetim Bilimleri) Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2007, s.23.

kalkınma anlayışı çerçevesinde, enerji-çevre ilişkisinde iyi bir denge kurularak oluşturulması için yaşamsal bir gerekliliktir<sup>227</sup>.

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>228</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>229</sup>.

<sup>227</sup> Deniz, Nurdani, “Enerji ve Çevre Mevzuatı”, **Türkiye II. Enerji Sempozyumu, 2000’li Yıllarda Ulusal Enerji Politikaları**, TMMOB, EMO Yayını, İstanbul, Mayıs, 2000, s. 349.

<sup>228</sup> Gürsoy, Umur, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Türk

Tabipleri Birliği Yayınları, Ankara, 2004, s.48.

<sup>229</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. Aktaran: Ataman, Ayşe Rüya; **Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, AÜ SBE Kamu Yönetimi Ve Siyaset Bilimi (Yönetim Bilimleri) Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2007.

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>230</sup>.

Ülkemizde enerji için hala daha yüksek oranda kömür, petrol, doğalgaz kullanımı gerçekleşmektedir. Fakat bu kaynaklar yenilenebilir özellikte değildirler. Kaynakların sınırlı miktarda bulunması ve kullanım sonucu rezervlerin azalıyor olması fiyat artışına sebep olacaktır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin çevreyi tesir altında bırakması fosil enerji teknolojilerinininkinden daha azdır. Kirletici özellikte değildirler. Ayrıca kaynağının tükenmesi gibi bir durum ortaya çıkmamaktadır. Sera etkisi ve küresel ısınma sorunları açısından bu teknolojiye ağırlık verilmelidir.

Fosil yakıtların kullanılması, dünya ortalama sıcaklığının son bin yılın en yüksek derecelerine çıkmasına sebep olmuştur. Ayrıca hava kirliliğinin aşırı bir şekilde olmasına ve maddi açıdan büyük hasarlar doğuran doğal afetlerin artmasına yol açmıştır.

Fosil yakıtların içinde bulunan karbon molekülleri havada bulunan O<sub>2</sub> gazı ile bağ oluşturarak CO<sub>2</sub> veya CO gazları çıkar. Yakıt içeriğinde bulunan kurşun ve kükürt gibi elementler O<sub>2</sub> ile birleşerek sağlık açısından oldukça ciddi risk ortaya çıkaran (SO<sub>x</sub>, PbO, NO<sub>x</sub>...) meydana getirmektedir. Bu ürünler atmosfere bırakılmakta ve atmosfer içerisinde dolaşarak birikmektedir. Fotosentez, çürüme gibi doğal devinimler bu topluşmayı engellese de, aşırı yakıt tüketimi kısa süreli bir birikime neden olmaktadır. Atmosfer içinde biriken bu gazlar güneş ve yer arasında doğal olmayan bir katman meydana getirmekte, insan ve bitki hayatı üzerinde sağlıksız bir

---

<sup>230</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.

etkiye neden olmaktadır. Sera Etkisi olarak bilinen bu etki ve insan sağığı bugün önemle üzerinde durulan olgulardır <sup>231</sup>.

Kyoto Protokolü, sera etkisi yaratan gazların salınımını sınırlamayı ve azaltmayı hedefleyen uluslararası bir antlaşmadır. Bu protokol, 11 Aralık 1997 tarihinde Japonya'nın Kyoto kentinde düzenlenen toplantıda imzalanmıştır. Protokol, 9 Mayıs 1992'de New York'da kabul edilen, İklim Değişikliğine Yönelik Birleşmiş Milletler Çerçeve Sözleşmesi'nin belirlediği ilkelere dayanır. Protokol ile birlikte katılımcı devletler öncelikli olarak milli sektörlerde enerji etkinliğini iyileştirmeye ve sera etkisi yaratan gazların emisyonunu sınırlamaya ve azaltmaya yönelik önlemler alarak, bu etkiyi yaratan (karbondioksit ve metan gibi) gazların salınımında 2012 yılına kadar, 1990 yılındaki seviyesinden toplam % 5,2 oranında bir düşüş sağlamakla sorumlu olduklarını kabul etmişlerdir .<sup>232</sup>

Protokol 2005 yılının Şubat ayında 55 ülkenin protokole verdiği onayla yürürlüğe girmiştir. Ancak, ABD, atmosfere en fazla sera gazı salan ülke olmasına rağmen protokolün dışında kalmıştır <sup>233</sup>.

---

<sup>231</sup> Altınöz, Oğuz, **Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Türkiye Yansıması**, (Erişim) <http://www.teias.gov.tr/ebulten/makaleler/2008/yenilenerj/yenilenebilirenerj.htm>, 2 Ağustos 2013.

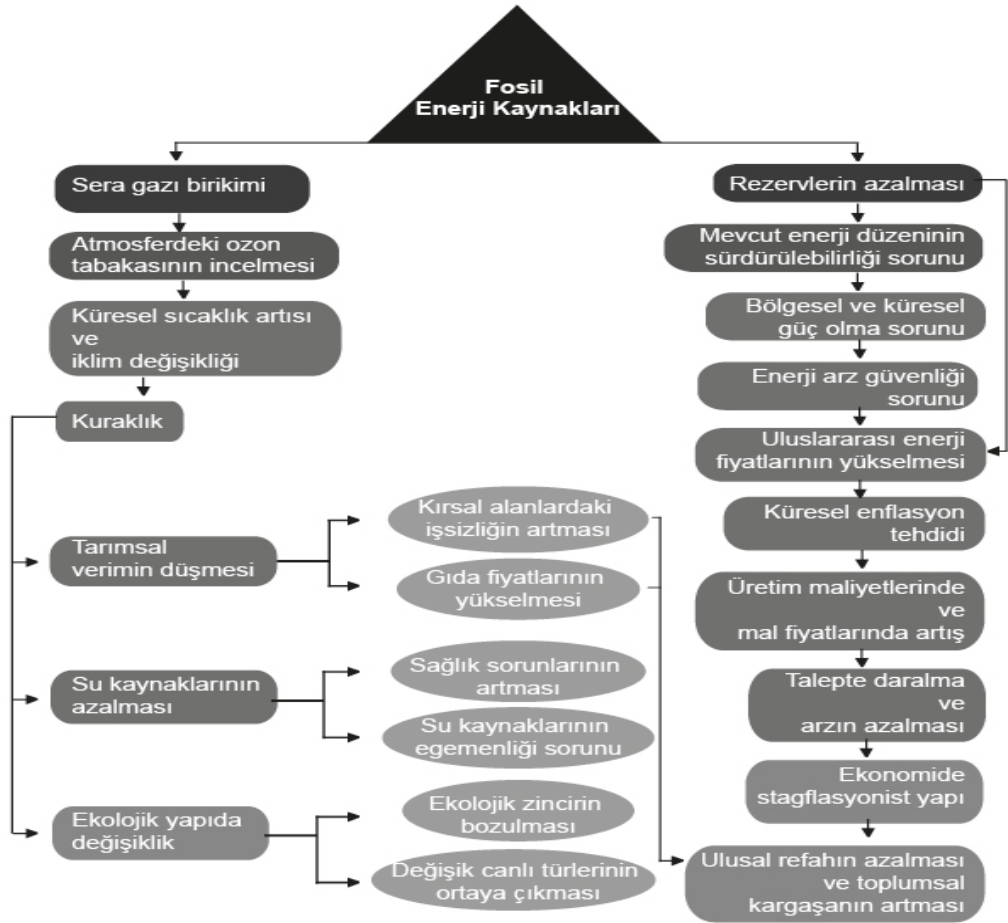
<sup>232</sup> Altınöz, Oğuz, **a.g.e.**, s.2.

<sup>233</sup> Altınöz, Oğuz, **a.g.e.**, s.2.

## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Petrol ve doğal gaz kaynaklı uluslararası enerji fiyatlarındaki hızlı yükseliş ile atmosferdeki sera gazı birikiminin yarattığı etkiler, dünya kamuoyunda en sık tartışılan ve geleceğe yönelik kaygıları artıran konuların başında gelmektedir. Bu kaygılar ise, fosil enerji kaynaklarına dayalı sanayi düzeninin ekonomik açıdan sürdürülebilirliği ve ani küresel iklim değişikliğinin canlılar ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Fosil enerji kaynaklarının kullanımı ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu değerlendirme ile bu sorunları sistematik bir şekilde göstermek amaçlanmıştır.



Fosil enerji kaynaklarının söz konusu etki alanına karşın, yenilenebilir enerji kaynakları tam tersi bir etki alanına sahip olmaktadır. Bu kaynakların kullanımı sonucu ortaya çıkan sera gazı miktarı çok daha düşük seviyelerde olmakta ve gerek ilk yatırım maliyetleri, gerekse üretim ve tesis işletme maliyetleri açısından birçok yenilenebilir enerji kaynağı (güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, biyoyakıtlar, hidroelektrik enerji, jeotermal enerjisi) fosil kaynaklarla rekabet edebilir bir seviyeye ulaşmaktadır. Ayrıca, bu kaynakların hemen her ülkede belirli bir potansiyel düzeyinde bulunması da, ağırlığını yenilenebilir enerji kaynaklarının oluşturacağı bir enerji ve sanayi düzenini daha mümkün hale getirmektedir.

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 sürekliliğinin 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 2. bölümden itibaren ele alınmıştır.

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 tükeneyeceği gerçeğinin

de bilinmesi çevre dostu, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmaya verilen önemi artırmaktadır.

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 basta 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.

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.

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 tevsik mekanizmalarının bir an önce oluşturulmasına öncelik verilmelidir. Yenilenebilir enerjiye yapılacak yatırımları artırmak amacıyla, hem arz tarafında çeşitli teşvik ve destek politikaları uygulanmalı,

hem de talep tarafında yeşil enerji kullanımını yaygınlaştırmak için vergi muafiyetleri ve sübvansiyon gibi uygulamalar yapılmalıdır.

Geleceğin yeni enerji düzenini şimdiden tasarlamaya başlayan AB ülkeleri (özellikle ekonomik gelişmişlik seviyesi yüksek olan Almanya, İngiltere, İspanya, İtalya ve Fransa gibi ülkeler), geleneksel sanayi yoğun üretim modellerini Doğu ülkelerine (Çin, Hindistan, Doğu Avrupa, K.Afrika, Türkiye vd.) konumlandırmaya başlarken, kendi sınırları içerisinde yenilenebilir enerji temelli hizmet ve hafif sanayi (sermaye yoğunluğu ve çevreye olan zararlı etkileri daha az olan sanayi) sektörleri oluşturmaktadır. Her ne kadar, 2020 ve 2030'lu yıllarda, AB'nin enerji tüketim yapısının ağırlık noktasını yine fosil kaynakların oluşturacağı öngörülse de, Birliğin yetkili birimlerinin yenilenebilir enerji konusundaki istikrarlı yaklaşımı, uygulanmakta olan teşvik-destek sistemleri ve yeni nesil yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik araştırma, geliştirme ve uygulama çalışmaları ile yatırımların artması, bu görünümün uzun dönemde değişeceğini işaretleri olarak değerlendirilebilir.

## KAYNAKÇA

ABUT. Nurettin, BOZKURT.Ali ve YAMAN.Kazım; **“2000’li Yıllarda Türkiye’nin Enerji Politikası,”** MÜSİAD Araştırma Raporları, 1996, s.25-34.

AKGÜL. Mehmet; “Biyokütlenin Yakıt Potansiyeli Olarak Değerlendirilmesi”, **Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu**, TMMOB, 3-4 Ekim 2003, Kayseri.

ALEMDAROĞLU. Nusret, Enerji Sektörünün Geleceği, Alternatif Enerji Kaynakları ve Türkiye’nin Önündeki Fırsatlar, **İstanbul Ticaret Odası Yayınları**, Yayın No: 2007-29, İstanbul, 2007.

ARIKAN. Yunus; “İklim Değişikliği ile Savaşım Politikalarında Biyoyakıtlar ve

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 200

ALTINDİŞ.Ahmet; “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından; Rüzgar Enerjisi”, **YTU Fen Bilimleri Enstitüsü**, 2001

ALTINÖZ. Oğuz; Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Türkiye Yansıması, (Erişim)[http://www.teias.gov.tr/ebulten/makaleler/2008/yenilenerj/yenilenebilir\\_enerj.htm](http://www.teias.gov.tr/ebulten/makaleler/2008/yenilenerj/yenilenebilir_enerj.htm).

ATAMAN. Ayşe Rüya;” Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, AÜ SBE Kamu Yönetimi Ve Siyaset Bilimi (Yönetim Bilimleri) Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2007.

ATILGAN. İbrahim; “Türkiye’nin Enerji Potansiyeline Bakış,” Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 15, No:1, 2000, 31-47.

ATO (2005); Nükleer Enerji Raporu; Ankara Ticaret Odası Yayınları, Ankara.

Avrupa Komisyonu Türkiye Temsilciliği (2004); Avrupa Birliği Enerji Politikası, [www.deltur.cec.eu.int](http://www.deltur.cec.eu.int) 10.10.2013

BAYRAÇ.H.Naci; Uluslar arası Petrol Piyasasının Ekonomik Analizi.

,<http://www.tek.org.tr/dosyalar/BAYRAC-ENERGY.pdf> (13.05.2013).

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.

BAYSAL. Kubilay; **Uluslararası Petrol Sorunları'nın Türkiye'ye Yansıması**, Sermet Matbaası, Kırklareli, 1982.

BEHÇET. Yücel, F.; (1997); “Elektrik 2000,” Enerji Zirvesi 1997 Sempozyumu Tebliğleri, s. 45-62.

BOCKRIS. O'M John, VEZİROĞLU. T. Nejat, SMITH. Debbi; **Güneş Enerjisi**, İletişim Yayınları, İstanbul, 1998.

BOSTANCI. Meltem (2000); “2000’li Yılların Başlangıcında Türkiye’nin Enerji Profili,” **Nokta Dergisi**, Sayı 15, s.14-19.

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.

CHANDRASEKHARAM, D. ve BUNDSCHUH, J., “**The Geothermal Potential of the Developing World**”, (Ed. : D. CHANDRASEKHARAM ve J. BUNDSCHUH), Geothermal Energy Resources for Developing Countries, Taylor&Francis Publications, Philadelphia, 2002

ÇABUK. M. Handan, 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

ÇENGEL.Yunus A.; “Dünyada ve Türkiye’de Jeotermal, Rüzgar ve Diğer Yenilenebilir Enerjilerin Kullanımı”, **Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu**, TMMOB, 3-4 Ekim 2003, Kayseri.

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

Çöpten Temiz Enerji Üretiliyor”, Cumhuriyet Gazetesi, 27.10.2006,

DAĞAŞAR. Eylem; “ **Yenilenebilir Enerji ve Türkiye**”, Kavaklıdere Yayınları, Muğla, 2013.

DEMİREL. Zeynel; “Jeotermal Enerjinin Ülkemiz İçin Önemi ve Yasal Durumu”, Birlik Haberleri, Türk Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği Yayını, Yıl:23, Kasım 1996

[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)

DENİZ. Mustafa; “Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Türkiye’nin Enerji İhtiyacına Katkısı”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara,2002.

DENİZ. Nurdeni; “Enerji ve Çevre Mevzuatı”, Türkiye II. Enerji Sempozyumu, 2000’li Yıllarda Ulusal Enerji Politikaları, TMMOB, **EMO Yayını**, İstanbul, Mayıs, 2000.

Doğalgaz nedir?;Erişim, <http://www.dogalgazbilgisi.com> , 02.05.2013.

DOLUN. Leyla; Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kullanılan Kaynaklar, **Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Yayınları**, Sektörel Araştırmalar, Ankara, 2002

DPT; Dokuzuncu Bes Yıllık Kalkınma Planı Çevre Özel İhtisas Komisyonu Raporu, **DPT Yayını**, Ankara, 2006.

DPT ; Kalkınma Planı Birinci Beş Yıl 1963-1967, **Başbakanlık Devlet Matbaası**, Ankara, 1963.

DPT ; Kalkınma Planı İkinci Beş Yıl 1968-1972, **Başbakanlık Devlet Matbaası**, Ankara, 1967.

DPT ; Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1973-1977, **DPT Yayını**, Ankara, 1973.

DPT ; Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1979-1983, **DPT Yayını**, Ankara, 1979.

DPT ; Besinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1985-1989, **DPT Yayınları**, No.1974 Ankara, 1985.

DPT ; Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı 1990-1994, **DPT Yayınları**, No.2171 Ankara, 1990.

DPT ; Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1995-1999, **DPT Yayınları**, Ankara, 1995.

DPT ; Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005, **DPT Yayınları**, Ankara, 2001.

DPT ; Avrupa Topluluklarını Kuran Temel Antlaşmalar (AKÇT, AT ve AAET), **DPT Yayınları**, 2004.

DPT; “Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu”, **DPT Yayını**, Ankara, 2001.

DPT; "Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu", **DPT Yayını**, Ankara, 2000.

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

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi; "2003-2004 Türkiye Enerji Raporu",

**Dünya Enerji Konseyi -Türk Milli Komitesi Yayını**, Ankara, 2006.

ERGÜN. Serdal; **Türkiye Enerji Sektöründe Verimlilik Göstergeleri, Küreselleşmenin Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Enerji Politikaları**, Elektrik Mühendisleri Odası, 5. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Ankara,2005.

EROĞLU. Veysel, "İklim Değişikliği ile Mücadele: Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Artırılması (1. Bölüm)", **Eneji&Kojenerasyon Dünyası**, sayı 42, Mayıs-Haziran 2006.

European Commission; "Annex to the Green Paper: A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy-What is at stake—Background document",{COM(2006) 105 final}, Brussels, SEC(2006) 317/2

European Wind Energy Association (EWEA) ve European Commission General Directorate Energyand Transport (EC DGET) , Wind Energy: The Facts, EWEA Publications, Brussels, 2004.

Gazi Üniversitesi Otomotiv, Bilim ve Teknoloji Topluluğu., Erişim, <http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/>,05.07.2013

Greenpeace ve European Wind Energy Association (EWEA).,Wind Force 12, EWEA Publications, Brussels, 2005.

Greenpeace, “Küresel Rüzgar Enerjisine Bakış 2006 Raporu”, GWEC, Erişim, [www.greenpeace.org/international/press/reports/](http://www.greenpeace.org/international/press/reports/), 11.06.2013

GÜLAY. Ahmet Nuri ; “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye’nin Geleceği Ve Avrupa Birliği ile Karşılaştırılması”, DEÜ SBE İşletme Anabilim Dalı Uluslararası İşletmecilik Programı Yüksek Lisans Tezi, 2008.

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.

GÜRSOY, Umur, Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, Ankara, 2004.

GOEL, Malti.,EnergySourcesand Global Warming, AlliedPublishers, New Delhi, 2005.

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

HİÇ. Süreyya; Türkiye Ekonomisi, Filiz Kitabevi, İstanbul,1994.

International EnergyAgency.,Key World EnergyStatistics 2007, IEA Publications, Paris, 2007.

International EnergyAgency (IEA)., World Energy Outlook 2001, IEA Publications, Paris, 2001.

International EnergyAgency (IEA).,Renewables in Global EnergySupply, IEA Publications, Paris, 2007

International EnergyAgency (IEA).,Renewablesfor Heatingand Cooling, RenewableEnergyTechnologyDeployment Publications, Paris, 2007.

International EnergyAgency Photovoltaic Power Systems Programme (IEA-PVPS).,http://www.iea-pvps.org/

İNAN. Demir; **Güneş Enerjisinin Isıl Uygulamaları**, Temiz Enerji Vakfı, Ankara, 2001

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

KARAYILMAZLAR. Selman, v.d.; Bartın Üniversitesi, **Orman Fakültesi Dergisi**, cilt 13 , sayı 19 , 2011.

KAYGUSUZ. Kamil, SARI. Ahmet; (2003). “Türkiye’nin Mevcut Enerji Durumu, Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları” Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, **TMMOB**, 3-4 Ekim 2003, Kayseri, ss.347-356

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.

KEPENEK. Yakup; YENTÜRK. Nurhan; **Türkiye Ekonomisi**, Remzi Kitabevi, İstanbul,1994.

KLARE. Michael T.; (2005). **Kaynak Savaşları**. Devin Yayıncılık, Ocak, İstanbul

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, Aralık 2001, Ankara,

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.

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.

MARY H. Dickson and Mario Fanelli, “**What is Geothermal Energy?**”, <http://iga.igg.cnr.it/geo/geoenergy.php> (International Geothermal Association)

MAZI. Fikret; “**Küresel Isınma Avrupa Birliği ve Türkiye**”, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara, 2003.

MAZZA. Patrick; (2004). “**Farm Groups Pushing for Renewable Energy Standarts**”, Harvesting Clean Energy Issue Brief, August – 2004, s.5, [www.harvestcleanenergy.org](http://www.harvestcleanenergy.org). (01.10.2013)

MOUSSİS. Nicholas; (2004). **Avrupa Birliği Politikalarına Giriş Rehberi**. İstanbul: MegaPress Yayınları, s.20

MUTLU. Ahmet; (2002). “**Nükleer Demodelik mi, Sürdürülebilir Enerji mi**”, Standart, Temmuz- 2002, s.66

OKANDAN. Ender;. Türkiye’ nin Petrol Arama Ve Üretim Potansiyeli. [http://www.pal.metu.edu.tr/articles/petrol\\_nerede.htm](http://www.pal.metu.edu.tr/articles/petrol_nerede.htm) (23.04.2007).

OKTAY. Ertan ve Çamkıran, Radiye Funda. (2006). “Avrupa Birliği’nin Güvenliği Açısından Türkiye’nin Önemi”, **Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi**, 14 (1), 153-173.

ÖZCEP. F. ve KARABULUT, S. (2003). Jeotermal Enerji Olanakları ve Yararlanma, Ölçü Mühendislikte, Mimarlıkta ve Planlamada. Nisan, 2003.

PAMİR. Necdet;. (2005).”**AB Enerji Sorunsalı ve Türkiye**” Stratejik Analiz Kasım Sayısı, Ankara, Asam Yayınevi

SAATÇİ. Yusuf: “**Temiz ve Yenilenebilir Enerji Potansiyelimiz**”, Standart, Y. 40, Ocak 2001.

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.

Saltanat Kıdıralıyeva. “Japonya’nın Orta Asya Siyaseti”  
<http://www.turkishweekly.net/turkce/makale.php?id=119> (19.072007)

<http://www.gemad.org.tr/makale.php?id=84>

SAVİN. Janet; (2003). “Enerji İçin Yeni Bir Gelecek Yaratmak”, Dünyanın Durumu 2003, Çev. Şehnaz Tahir Gürçağlar, **TEMA Vakfı Yayınları**, İstanbul, ss.103-135

“Sera Gazı Azatılımı ve Güneş Enerjisi”, <http://www.eurosolar.org.tr>

SPURGEON. R. ve M. Flood (2002); Enerji ve Güç, (Çev.: K. Sönmezler), **TÜBİTAK**, Ankara.

Solarbuzz ResearchCo.,<http://www.solarbuzz.com/>

SOYSAL. Ayşe;. “Türkiye’de enerji tüketiminin ekonometrik analizi (1963-2000)”. **DPT Uzmanlık Tezi**, Ankara

ŞALVARLI. Hüseyin. (2003). “Türkiye’de Sürdürülebilir Kalkınma, Enerji Politikası ve Verimliliği Hakkında Bazı Görüşler”, **Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu**, TMMOB, 3-4 Ekim 2003, Kayseri, ss.325-330

ŞAHİN. Vedat; (1994); “**Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış; Arz, Talep ve Politikalar**,” TÜSİAD Yayınları, s. 35-44.

ŞEN, Zekai; **Temiz Enerji ve Kaynakları**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2002.

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

ŞEN, Sülün (2003); “Hidrolik Enerjinin Gelişimi,” İstanbul Teknik Üniversitesi **Vakıf Dergisi**, No:18, s.8-13.

TBMM (2006); Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013, TBMM Kararları Karar No.877, Ankara, s.28-45.

TES-İŞ (1995); Türkiye Enerji Raporu, TES-İŞ Eğitim Yayınları Temmuz 1995, Ankara

TOPBAŞ. Mümtaz, BROHİ. Turgut, Raşit ve KARAMAN. M. Rüştü: **Çevre Kirliliği**, T.C. Çevre Bakanlığı, Ankara, 1998.

TUBİTAK (2003); Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli, [http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjive\\_dogalkaynaklar/raporlar/enerji\\_son\\_surum.pdf](http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjive_dogalkaynaklar/raporlar/enerji_son_surum.pdf),

TUSİAD ,21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi”,

“<http://www.tusiad.org/turkish/rapor/enerji/html/sec12.html>” (01.06.2013).

TUĞRUL. A. Beril; (2003). “Türkiye’de Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Politikaları İçindeki Yeri”, **Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu**, TMMOB, 3-4 Ekim 2003, Kayseri, ss.319-324

TÜCCAR. Temel; (1997), **“Türkiye’de Enerji Sorunun Çözümünde Rüzgar Ve Güneş Enerjisinin Yeri Ve Önemi”**, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.

TÜMERDEM. Oğuzhan; (2002), “Rüzgar Enerjisi Teknolojisi ve Türkiye’nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, Türkiye’nin Yeni ve Temiz Enerji Kaynakları, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, 1984.

Türkiye Çevre Vakfı (Türkiye Çevre Vakfı)., Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Yayın No: 175, Önder Matbaacılık, Ankara, 2006.

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

TÜRKYILMAZ. Oğuz; TMMOB, **Türkiye’nin Enerji Görünümü 2012 Raporu**, Nisan 2012.

TERZİ. Ümit K, 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,

UĞURLU. Örgen; **“Türkiye’de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları”**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara, 2006.

United States Government Energy Information Administration Department of Energy (EIA-DOE)., <http://www.eia.doe.gov/>

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 , “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. Sıtkı; (1999), Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerinde Gelişmeler ve Türkiye’deki Uygulamaları Konferansı Bildiriler Kitabı, Makine Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın No: 214, İstanbul.

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.

ÜÇGÜL. İbrahim, ŞENOL. Ramazan ve ACAR. Mustafa; “Güneş Pillerinin Dünü, Bugünü ve Geleceğe Bakış”, **Mühendis ve Makina dergisi**, Cilt: 47, Sayı: 560, Eylül 2006

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

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.

VARINCA, Kamil B., VARANK, Gamze, “**Güneş Kaynaklı Farklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Kıyaslanması ve Çözüm Önerileri**”, Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

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

VEZİROĞLU, Nejat ve BARBİR, Frano., **Hydrogen Energy Technologies**, UNIDO Publications, Vienna, 1998.

World Energy Council (WEC)., 2007 Survey of Energy Sources, WEC Publications, London, 2007.

World Energy Council (WEC)., 2007 Survey of Energy Sources, WEC Publications, London, 2007.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Dalga Enerjisi”, EP&G Teknik, Enerji Petrol&Gaz Gazetesi, Sayı 10, 15.12.2006

YENİLMEZ. Ufuk; (2002), “**Rüzgar Enerjisi ve Türkiye’de Mevcut Durum**”, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.

YEŞİLATA. Bülent v.d.; Yenilenebilir Enerji Raporu, Karacadağ Kalkınma Ajansı, Aralık 2010, (Erişim) [http://www.karacadag.org.tr/ContentDownload/Karacadag\\_Rapor\\_PROVA07032011.pdf](http://www.karacadag.org.tr/ContentDownload/Karacadag_Rapor_PROVA07032011.pdf).

YILDIRIM. Rabia Güler; “**Dünyada ve Türkiye’de Biyokütle Enerji**”, **Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu**, TMMOB, 3-4 Ekim 2003, Kayseri.

YILMAZ. Metin; (2000), **“Türkiye’nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Maliyet Analizi”**, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

YORKAN. Arzu; **AVRUPA BİRLİĞİ’NİN ENERJİ POLİTİKASI VE TÜRKİYE’YE ETKİLERİ**, Bilge Strateji, Cilt 1, Sayı 1, Güz 2009.