T.C.
İstanbul Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İktisat Anabilim Dalı
İktisat Politikası Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE'NİN ENERJİ KAYNAKLARI ve ALTERNATİF BİR KAYNAK OLARAK RÜZGAR ENERJİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

GELENGÜL KOÇASLAN
2501030012

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. MİTHAT ZEKİ DİNÇER

İstanbul-2006

ÖZ

Enerji sadece yaşamın varlığı için değil, ekonomik büyüme için de can damarıdır. Enerjiye olan gereksinim sanayi devriminden bu yana hızla artmaktadır. 1970-1980 yılları arasında yaşanan enerji krizlerinden sonra enerji politikaları hükümetler tarafından tekrar gözden geçirilmiştir. Ham petrol fiyatlarında meydana gelen artışların ödemeler dengesi ve çevre korunması üzerindeki negatif etkilerinden sakınmak için enerji arzında yeni alternatifler araştırılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları rüzgar, güneş, hidrolik, jeotermal, biyokütle ve hidrojen yeni alternatif enerji kaynaklarıdır ve son zamanlarda fosil kaynaklar karşısında rekabet gücüne sahip olmuşlardır.

Yerli bir kaynak olması ve sera etkisi yaratmaması nedeniyle rüzgar enerjisi ülkeler tarafından en fazla tercih edilen seçenektir. Türkiye artan enerji talebini dengelemek üzere rüzgardan elektrik üretmek için yeterli potansiyele sahiptir. Türkiye enerji programlarında yapacağı düzenlemelerle, uluslararası piyasada rüzgar enerjisi teknolojisinde rekabetçi bir konum kazanabilecektir.

Bu çalışma Türkiye'deki fosil enerji kaynakları, kullanılabilir rezervleri ve fosil kaynak kullanımının çevre üzerindeki etkilerini içermektedir. Ayrıca Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynakları politikası incelenerek, özellikle yaygın ve hızla gelişen teknolojisi ile rüzgar enerjisinden Türkiye'de yararlanma olanağı vurgulanmaktadır.

ABSTRACT

Energy is not only a vital force for existence of life but also for economic growth. The need for energy grows rapidly since the industrial revolution. After the energy crisis between 1970-1980, the energy policies are revised by the governments. To avoid from the negative effects of the increasing prices of crude-oil on the balance of payments and also on the protection of the environment, new alternatives for energy supply are researched. Renewable energy sources; wind, solar, hydropower, geothermal, bioenergy and hydrogen are the new alternative energy resources and they lately have a competitive power against to fossil sources.

Being a domestic resource and not causing the green-house effect, wind energy is the most common alternative preferred by the countries. Turkey has enough potential of wind to generate electricity to compensate its increasing energy demand. With the regularizations in the energy programs, Turkey can get a competitive position about wind energy technology in global markets.

This study includes the fossil energy sources, the available reserves and the environmental impacts of using fossil energy sources in Turkey. Also the renewable energy resources and renewable energy policies of Turkey are examined and especially as a widespread and rapidly developing technology, the utilizing facility from wind energy in Turkey is emphasized.

ÖNSÖZ

Enerjinin ekonomik düzen içerisindeki yeri ve önemi, 1970-1980 yılları arasında yaşanan petrol krizlerini takip eden enerji arzında yaşanan darboğazlar neticesinde kavranmıştır. Yoğun olarak kullanılan petrol, doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarının dünya üzerindeki dağılımı ve ülkelerin sınırlı enerji kaynak rezervleri ile, enerjide dışa bağımlılık ciddi bir sorun olarak ortaya çıkmıştır.

Gerek birtakım istikrarsızlıklar sonrasında meydana gelen ani fiyat yükselişleri, gerekse yenilenemeyen kaynakların dünya üzerindeki rezervlerinin sınırlı olması ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri, ülkelerin enerji politikalarını oluştururken yerli, tükenmez, yenilenebilir teknolojilere yönelmesine neden olmuştur.

Yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak rüzgar, son yıllarda hızla gelişen teknolojisi ile ülkelerin enerji portföyleri içerisinde geniş bir yer edinmiştir. Çevre dostu, dış bağımlılık yaratmayan, yeni istihdam olanakları yaratan, alternatif ve yenilenebilir bir kaynak olarak rüzgar enerjisi dünyada birçok ülkede ve Türkiye'de kullanılmaktadır. Rüzgarın tükenmeyen, yenilenebilir ve yerli bir kaynak olması, Türkiye'nin sürekli artmakta olan enerji talebinin, sahip olduğu yüksek potansiyelin değerlendirilerek karşılanabilmesinde rüzgarın ideal bir alternatif olması, rüzgar endüstrisi için teşvik edici bir unsurdur ve bu konudaki çalışmalar sürmektedir.

"Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Alternatif Bir Kaynak Olarak Rüzgar Enerjisinin Değerlendirilmesi" başlıklı tez çalışmam süresince beni yönlendiren, destek ve yardımlarını esirgemeyen, deneyimi ile ufkumun genişlemesine yardımcı olan değerli büyüğüm, hocam Prof.Dr.Mithat Zeki Dinçer'e, yüksek lisans eğitimim boyunca ders aldığım hocalarıma ve öğrenim hayatım boyunca beni teşvik eden, her konuda ve daima yanımda olan annem, babam ve kardeşime teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....iii
ABSTRACT.....iv
ÖNSÖZ.....v
İÇİNDEKİLER.....vi
TABLOLAR LİSTESİ.....ix
GİRİŞ.....1

BİRİNCİ BÖLÜM
TÜRKİYE'NİN YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI, ENERJİ POLİTİKALARI ve KONUYA İLİŞKİN AVRUPA BİRLİĞİ PROGRAMLARI

1.1.SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ ÇERÇEVESİNDE ENERJİNİN YERİ ve ÖNEMİ.....4
1.2.TÜRKİYE'NİN ENERJİ SEKTÖRÜ.....6
1.2.1.TÜRKİYE'DE ENERJİ ÜRETİMİ, TÜKETİMİ ve İTHALAT BEKLENTİLERİ.....14
1.2.2.TÜRKİYE ENERJİ SEKTÖRÜNDEKİ KAYIPLAR ve ENERJİ TASARRUFUNUN ÖNEMİ.....20
1.3.TÜRKİYE'NİN YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI.....24
1.3.1. PETROL.....25
1.3.2. DOĞALGAZ.....27
1.3.3. TAŞKÖMÜRÜ.....29
1.3.4. LİNYİT.....30
1.3.5. ASFALTİT.....31
1.3.6. BİTÜMLÜ ŞİSTLER.....32
1.3.7.URANYUM.....32
1.3.8.BOR.....42

1.4.YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARININ ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ.....43
1.5.AVRUPA BİRLİĞİ ENERJİ PROGRAMLARI.....50

İKİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE'NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ve ÜRETİM İMKANLARI

2.1.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ EKONOMİK DÜZEN İÇERİSİNDEKİ YERİ ve ÖNEMİ.....53
2.2.TÜRKİYE'NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI.....57
2.2.1.RÜZGAR.....57
2.2.2.GÜNEŞ.....57
2.2.3.HİDROLİK.....60
2.2.4.JEOTERMAL 63
2.2.5.BİYOKÜTLE..... 65
2.2.5.1.ÇÖPLÜKTEN ENERJİ (LANDFILL GAZI) ELDE EDİLMESİ.....69
2.2.5.2.PRİNA ÖRNEĞİ.....70
2.2.6.DENİZ-DALGA.....71
2.2.7.HİDROJEN.....71

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
TÜRKİYE'NİN RÜZGAR POTANSİYELİ ve BU POTANSİYELİN EKONOMİK OLARAK DEĞERLENDİRİLEBİLİRLİĞİ

3.1.RÜZGAR ENERJİSİ.....74
3.2.RÜZGAR ENERJİSİ SİSTEMLERİ ve ÖZELLİKLERİ.....76
3.3.TÜRKİYE'NİN RÜZGAR POTANSİYELİ ve BU POTANSİYELİN EKONOMİK OLARAK DEĞERLENDİRİLEBİLECEĞİ BÖLGELER.....86
3.4.TÜRKİYE'DEKİ RÜZGAR ENERJİSİ SANTRALLERİ.....94
3.5.TÜRKİYE'DE RÜZGAR ENERJİSİ ENDÜSTRİSİNİN İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ.....99
3.6.TÜRKİYE'DE KURULMA HAZIRLIKLARI SÜRDÜRÜLEN RÜZGAR GÜÇ SANTRALLARI ve ÖNGÖRÜLEN HEDEFLER.....102
3.7.TÜRKİYE'NİN RÜZGAR ENERJİSİ ALANINDA DAHİL OLDUĞU AB YENİLENEBİLİR ENERJİ PROGRAMLARI.....108
3.8.ÇEŞİTLİ ÜLKELERDE RÜZGAR ENERJİSİ ENDÜSTRİSİNDEKİ GELİŞMELER.....110
3.9.TÜRKİYE'NİN SÜRDÜRÜLEBİLİR BÜYÜME HEDEFİ ÇERÇEVESİNDE RÜZGAR ENERJİSİ VE DİĞER YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI POLİTİKASI.....112
SONUÇ.....118
KAYNAKÇA.....124

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo-1.1: Enerji Kurulu Güç ve Yıllık Enerji Üretimimiz (2005).....15
Tablo-1.2: Kişi Başına Yıllık Elektrik Enerjisi Tüketimi.....15
Tablo-1.3: 2030 Yılına Kadar Elektrik Enerjisi Talebindeki Artış.....16
Tablo-1.4: Enerji, Üretim, Tüketim, İthalat Beklentileri (Bin Tep).....16
Tablo-1.5: Türkiye Kurulu Gücünün Yakıt Türüne Göre Dağılımı.....24
Tablo-1.6: Petrol İthalatı (Milyon $) (2006).....26
Tablo-1.7: Türkiye'nin Doğalgaz Talebi.....27
Tablo-1.8: Doğalgaz/LNG Alım Anlaşmaları.....28
Tablo-1.9: Çeşitli Ülkelerdeki Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı (%).....33
Tablo-1.10: Değişik Santral Tiplerinin Bilinen Kurulu Güç Birim Maliyetleri.....36
Tablo-1.11: Nükleer Enerjinin Dünyadaki Durumu.....38
Tablo-1.12: Ülkelerin Sahip Oldukları Bor Rezervleri.....42
Tablo-2.1: Bazı Ülkelerdeki Hidroelektrik Potansiyel Gelişimi.....61
Tablo-2.2: Hidroelektrik Enerji Üretiminin Toplam Enerji İçindeki Payı.....62
Tablo-2.3: Biyogaz Bileşimi.....66
Tablo-2.4: Prinadan Elde Edilecek Enerjinin Diğer Enerji Kaynakları İle Karşılaştırılması.....70
Tablo-3.1: Küçük Ölçekli Bir Rüzgar Jeneratörünün Geri Ödeme Süresi.....81
Tablo-3.2: Türkiye Genelinde Rüzgar Potansiyeli Açısından Zengin Bazı Bölgeler.....86
Tablo-3.3: 3 m/s Uzun Yıllar Ortalama Rüzgar Hızına Sahip Bölgelerimiz.....89
Tablo-3.4: EİE Rüzgar Enerjisi Gözlem İstasyonları Aylık Ortalama Hızları.....90
Tablo-3.5: EİE Gözlem İstasyonları Ortalama Rüzgar Hızı Sonuçları(m/s).....91
Tablo-3.6: Türkiye'nin Rüzgar Potansiyeli.....92
Tablo-3.7: Bölgelere Göre Ortalama Rüzgar Gücü Yoğunlukları.....93
Tablo-3.8: Türkiye'nin Kurulu Rüzgar Gücü.....96
Tablo-3.9: Hazine Garantili Rüzgar Enerji Santralleri.....98

Tablo-3.10: Değişik Kaynaklardan Enerji Elde Edilmesi Sırasında İş Yaratılan Kişi Sayısı Olarak Yaratılan Dışsal Fayda.....100
Tablo-3.11: Türkiye Rüzgar Endüstrisi Tarafından Yaratılacak İş Sayısı.....101
Tablo-3.12: Türkiye'de Kurulma Hazırlıkları Sürdürülen Rüzgar Güç Santralları.....103
Tablo-3.13: Türkiye'de Rüzgar Enerjisi İçin Mümkün Hedefler (YEKAB Öngörümü).....106
Tablo-3.14: Türkiye'nin Birincil Enerji Arzında Enerji Kaynaklarının Payı (%)...113
Tablo-3.15: Bazı Ülkelerde Uygulanan Teşvikler.....117

GİRİŞ

18.yy'ın ikinci yarısında başlayan sanayi devrimi, insanoğlu ve onun doğa ile ilişkilerini değiştirmekle kalmamış; hızlı makineleşme neticesinde üretim yapısında da köklü değişiklikler meydana getirmiştir. Teknolojik gelişmeye ve sanayileşmeye bağlı olarak enerji, stratejik bir unsur haline gelmiştir. Günümüzde önemli bir tüketim maddesi olma özelliği taşıyan enerji, ülkelerin gelişme düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan başlıca göstergeler arasında yer almaktadır. Ülkelerin tükettikleri enerji miktarı, tüketim alışkanlıkları ile ilgili olarak fikir vermesinin yanısıra; üretim yapısı, büyüme hızı, ekonomik, sosyal ve kültürel özellikler üzerinde de belirleyici olmaktadır.

Enerji kaynaklarının sınıflandırılması çeşitli kriterlere göre yapılmaktadır. Enerji kaynaklarının yeraltı ve yerüstünde bulunmalarına göre yapılan sınıflandırmaya göre fosil yakıtlar olarak da isimlendirilen yeraltı enerji kaynakları; petrol, doğalgaz, kömür ve şistlerdir. Fosil yakıt olmamakla birlikte uranyum, toryum ve jeotermal enerji kaynakları da bu grup içerisinde yeralmaktadır. Bir diğer sınıflandırma birincil (primer) ve birincil kaynakların dönüştürülmesi sonucunda elde edilen ikincil (sekonder) enerji kaynakları şeklinde yapılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre ise; petrol, taşkömürü, linyit, hidrolik, nükleer, jeotermal, doğalgaz, güneş, rüzgar, odun, tezek ve denizden elde edilen enerji (gel-git) birincil; elektrik, kok-briket, havagazı (şehirgazı), biyogaz, sıvılaştırılmış petrol gazı (L.P.G.) ise ikincil enerji kaynakları arasında sayılmaktadır. Günümüzde sıkça kullanılan sınıflandırma şekli enerji kaynaklarının kullanım sonunda tükenebilirlik ya da yenilenebilirlik özellikleri gözönünde bulundurularak yapılan sınıflandırmadır. Buna göre kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer yakıtlar yenilenemeyen (tükenen), rüzgar, güneş, su, jeotermal, ve biyokütle ise yenilenebilir (tükenmeyen) enerji kaynaklarıdır.

Enerji talebi açısından dünya genelinde en hızlı büyüyen sektör olarak ulaştırma sektörü, kullandığı yakıtın neredeyse tamamının petrol ürünlerinden oluşması sebebiyle, petrol fiyatlarında meydana gelen artışlardan doğrudan etkilenmektedir. Gerek dünyadaki petrol rezervlerinin bulundukları bölgeler gerekse

bu rezervlerin sınırlı olması dolayısıyla, enerjinin güvenli ve sürekli bir biçimde arzı uluslararası dengeler açısından hassasiyet taşımaktadır. Bu noktada; sera etkisi yaratmamaları, çekirdeksel kirliliği önlemeleri nedeniyle ekolojik olmaları, yerli ve yenilenebilir olmaları nedeniyle enerjide dışa bağımlılığı azaltarak ülkenin enerji sektöründe bağımsız olmasını sağlamaları, istihdam artışına katkıda bulunmaları, yakıt, güvenlik, işletme, atıkların yok edilme ve ekonomik ömür sonu sökülme maliyetlerinin az olması nedenlerinden ötürü ekonomik olmaları, yakıt tekellerinin kırılmasını sağlayarak toplumsal ve ekonomik gelişmeyi desteklemeleri, çekirdeksel silahların çoğalma riskini azaltmaları sebebiyle barışçı, bugünkü ve gelecek kuşakların haklarına saygılı, çağdaş seçenekler olmaları özellikleri ile rüzgar, güneş, hidrolik, jeotermal, biyokütle, deniz-dalga ve hidrojenden oluşan yenilenebilir enerji kaynakları, yenilenemeyen enerji kaynaklarına alternatif seçenekler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde özellikle 1990-2000 yılları arasında kullanımı yaygınlaşan, teknolojik gelişimi hızlı, kısa sürede devreye alınabildiği gibi kısa sürede sökülebilen, elektrik üretiminde giderek azalan birim maliyeti ile rüzgar, en fazla kullanılan, yatırım yapılan ve gelişen enerji kaynağıdır.

"Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Alternatif Bir Kaynak Olarak Rüzgar Enerjisinin Değerlendirilmesi" isimli tez çalışmamız; 'Türkiye'nin Yenilenemeyen Enerji Kaynakları, Enerji Politikaları ve Konuya İlişkin Avrupa Birliği Programları', 'Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Üretim İmkanları' ile 'Türkiye'nin Rüzgar Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Ekonomik Olarak Değerlendirilebilirliği' olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır.

Çalışmanın ilk bölümünde sürdürülebilir kalkınma hedefleri çerçevesinde enerjinin yeri ve önemi vurgulanarak; Türkiye Enerji Sektörü'ndeki gelişmeler ana hatları ile ele alınacak, enerji üretimi ve tüketimi karşılaştırmaları neticesinde ortaya çıkan ithalat beklentileri üzerinde durularak, enerji tasarrufunun önemi ortaya konacaktır. Yine bu bölümde Türkiye'nin yenilenemeyen kaynakları; petrol, doğalgaz, taşkömürü, linyit, asfaltit, bitümlü şistler, uranyum ve bor; kullanım sahaları, sahip olunan rezervlerden ekonomik anlamda yararlanma olasılıkları dikkate alınarak araştırılacak; sözkonusu kaynakların çevre üzerindeki etkilerine yer

verilecektir. Enerji kaynaklarının etkin biçimde kullanımına yönelik Avrupa Birliği Programları ile ilk bölüm tamamlanacaktır.

Çalışmanın ikinci bölümü Türkiye'nin yenilenebilir kaynaklarına ayrılarak; öncelikle yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik düzen içerisindeki yeri ve önemi ele alınacak, Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir kaynakları rüzgar, güneş, hidrolik, jeotermal, biyokütle, deniz, hidrojen enerjileri; ilk bölümde olduğu gibi kullanım alanları ve sahip olunan potansiyel ile değerlendirilecektir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde rüzgar enerjisi incelenecek; ilk olarak rüzgar enerjisi ve sistemleri açıklanarak Türkiye'nin rüzgar potansiyeli ve bu potansiyelden ekonomik anlamda yararlanabilmenin mümkün olduğu sahalar araştırılacak, halihazırda mevcut olan rüzgar enerjisi santralleri belirtilerek, Türkiye'deki rüzgar enerjisi endüstrisinin yarattığı ve yaratması muhtemel istihdam olanakları ile, kurulma hazırlıkları sürdürülen rüzgar güç santrallerine ilişkin hedefler belirlenecektir. Türkiye'nin rüzgar enerjisi alanında dahil olduğu Avrupa Birliği Yenilenebilir Enerji Programları'na da yer verilerek, çeşitli ülkelerin rüzgar enerjisi endüstrisinden örnekler sunulacaktır. Türkiye'nin sürdürülebilir büyüme hedefi çerçevesinde, yenilenebilir enerji kaynakları politikası ile üçüncü bölüm tamamlanacaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM
TÜRKİYE'NİN YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI, ENERJİ POLİTİKALARI ve KONUYA İLİŞKİN AVRUPA BİRLİĞİ PROGRAMLARI

1.1.SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ ÇERÇEVESİNDE ENERJİNİN YERİ ve ÖNEMİ

Hedeflenen büyümenin sağlanması ve sürdürülebilir kılınabilmesi hususunda enerji, oldukça önemli bir konuma sahiptir. Sürdürülebilir büyüme kavramı; ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere üç temel öğe üzerine kuruludur. Ekonomik düzen içerisinde, enerjinin hangi kaynaklardan ve ne miktarlarda sağlanacağı, hangi alanlarda kullanılacağı birer politik karar niteliği taşımaktadır. Enerji tüketimi yatırımların milli gelir içerisindeki payını yükselterek ekonomik büyümeye neden olmaktadır. Her büyüme sürecinin de yeni istihdam olanakları ile sonuçlandığını düşündüğümüzde, benimsenen enerji politikalarının istihdam politikaları ile karşılıklı etkileşim içerisinde bulunduğu anlaşılmaktadır. Sözkonusu etkileşim çift yönlüdür öyle ki; enerji tüketiminin büyümeyi tetiklediği gibi büyüme de aynı şekilde enerji tüketimini tetiklemektedir.

Sanayi devrimini takip eden teknolojik gelişmeye ve sanayileşmeye paralel biçimde artan enerji kullanımı, enerjiyi stratejik bir unsur haline getirmiştir. Dünya üzerindeki dağılımları incelendiğinde; enerji kaynaklarının pek de istikrarlı olmayan bölgelerde toplandığı anlaşılmaktadır. Sözkonusu istikrarsızlıklar enerji kaynaklarına da yansımakta; bu durum enerji arzı konusunda ciddi bir tehlike yaratmaktadır. Nitekim, yaşanan petrol krizlerinin temelinde yatan da sözü edilen istikrarsızlıklar sonucunda ortaya çıkan arz şoklarını takibeden fiyat artışlarıdır. 1973 yılında yaşanan ilk petrol krizini, 1978 yılında yaşanan ikinci kriz izlemiştir. 1990 yılında bir kriz daha gündeme gelmiştir. Bunlar arasında 1973 yılında meydana gelen kriz sonrasında; petrol varil fiyatları 3USD'den 13-15USD'ye, 1978 yılından sonra ise;

14USD'den 39USD'ye yükselmiştir. Fiyatlarda meydana gelen artışlar ve enerji arzı konusunda yaşanan darboğazın, ülke ekonomilerine faturası oldukça ağır olmuştur. Üretim maliyetleri hızla artmış, dünya çapında enflasyon ve ödemeler dengesi problemleri ortaya çıkmıştır. Petrol ithal eden gelişmekte olan ülkeler çok ciddi ödemeler dengesi problemleriyle karşı karşıya kalmışlardır. Bu durum uluslararası piyasalarda borçlanma eğilimini hızlandırmıştır.

Netice itibariyle ülkeler olası bir krizin olumsuzluklarından etkilenmemek için bir takım yeni politika arayışlarına girmişlerdir. Enerji politikaları yeniden şekillendirilmiş; enerji arzınının sürdürülebilirliğinin sağlanıp, dışa bağımlılık neticesinde oluşan ödemeler dengesi açıklarının giderilebilmesi yönünde, enerji sepetlerindeki kaynaklar çeşitlendirilerek; rüzgar, güneş, biyokütle, hidrolik ve jeotermal kaynaklardan oluşan yerli, yenilenebilir enerji seçeneklerine olan ilgi artmıştır.

Dünya genelinde birincil enerji kaynakları arzı ülkelerin GSMH'larının yaklaşık olarak %6-7'sini oluşturmaktadır; kurulu sistemin yatırım değeri 10 trilyon doların üzerinde, yenilenme süresi ise yaklaşık 30 yıl olarak düşünüldüğünde; enerji ticareti ve yatırımlarının yıllık değeri 1 trilyon doları aşmaktadır.[1] Tüm diğer sektörler için de girdi sağlayan enerji sektörü, ekonomi ile büyümekte ve pahalılaşmaktadır. Dolayısıyla enerji sektörü, her ülke için ekonomik büyüme ve refah açısından önem taşıdığı gibi, stratejik öneme de sahiptir. Bütün ülkeler ihtiyaç duydukları enerjinin kesintisiz, makul fiyatlarla ve güvenli bir şekilde teminine önem vermektedirler. Bu noktada dünyada enerji arzında ulusal ve uluslararası güvenlik riskleri gündeme gelmektedir. Örneğin petrolün yarıdan fazlasının OPEC(The Organization of the Petroleum Exporting Countries)'in Ortadoğulu Üyeleri'nin elinde olması Türkiye'nin içinde bulunduğu coğrafyayı stratejik açıdan önemli kılmaktadır.

[1] (Çevrimiçi) http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjive dogalkaynaklar/raporlar/raporedk.pdf, 09. 04. 2005.

1.2.TÜRKİYE'NİN ENERJİ SEKTÖRÜ

Enerji kaynaklarını, enerji üretim ve çevrim sistemleri ile ulaşım, konut, sanayi ve tarımda kullanılmakta olan teknolojileri de içeren enerji sektörü; her ülke ekonomisi için temel sürücü güç niteliği taşımaktadır. Türkiye'nin enerji sektörü incelendiğinde; Cumhuriyet öncesi dönem, 1923-1930 dönemi, 1930-1950 dönemi, 1950-1960 dönemi, 1960-1980 dönemi, 1980 sonrası dönem olmak üzere farklı özellikler taşıdığı görülmektedir.

Cumhuriyet öncesinde Osmanlı Dönemi'nde yeraltı enerji kaynaklarının yerli ve yabancı sermayeye tanınan imtiyazlarla işletilmesine girişilmiştir. Zonguldak-Ereğli yöresindeki taşkömürü işletmeciliği 1849-1854 yılları arasında Galatalı Sarraflar tarafından gerçekleştirilmiştir.[2] Almanya, Fransa, İngiltere ve Rusya bakır, krom, kurşun, bor ve kömür madenleri ile ilgilenmişler ve küçük işletmeler kurmuşlardır.[3] Ülkemizde kurulan ilk elektrik üreteci 1902 yılında Tarsus'ta tesis edilen bir su değirmenine bağlanmış 2kW gücünde bir dinamo olup, ilk büyük santral ise 1913 yılında İstanbul'da kurulmuştur.[4]

Cumhuriyet dönemine kadar Türkiye'de toplam kurulu güç 33MW ve yıllık üretim 45 milyon kWh'tir.[5] Cumhuriyet döneminde yalnızca İstanbul, Adapazarı ve Tarsus'a elektrik dağıtımı gerçekleştirilebilmiştir. Halkın %94'ünün elektriğin bulunmadığı bölgelerde yaşadığı bu dönemde kişi başına düşen yıllık elektrik tüketimi yaklaşık olarak 3kWh olarak hesaplanmıştır. 1923 yılında gerçekleşen İzmir iktisat Kongresi 1923-1930 döneminde uygulanan politikaların ana hatlarını belirlemesi açısından önemlidir. Alınan kararlarla ekonomide liberal uygulamalara gidilmekle birlikte, 1926 yılında çıkarılan bir yasa ile tüm petrol arama ve işletme yetkisi hükümete bırakılmış, imtiyazlı ortaklıklar politikasında ise değişikliğe gidilmemiştir.

---

[2] (Çevrimiçi) http://www.geocities.com/zamver10/taskomuru_ttk.htm, 20. 04. 2006.
[3] (Çevrimiçi) http://www.maden.org.tr/meslegimiz/20_yuzyil_madencilik_sektorune_genel_bakis.php, 20. 04. 2006.
[4] (Çevrimiçi), http://termiksantral.sitemynet.com, 20. 04. 2006.
[5] **Ibid.**

1933-1942 Dönemi için hazırlanan 1. ve 2. Beş Yıllık Sanayi Planları'nda enerjiyle ilgili olarak üretimin artırılması, dışa bağımlılığın azaltılması ve döviz tasarrufunun sağlanması amaç olarak benimsenmiştir. Bu dönemde kömür üreten yabancı şirketler millileştirilmiş ve Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA), Elektrik İşleri Etüd İdaresi, ETİBANK ve Petrol Ofisi kurulmuştur. MTA tarafından Raman'da petrol ilk kez bu dönemde; 1940 yılında bulunmuştur.[6]

Kalkınma planlarının uygulandığı dönemler incelendiğinde ise enerji talebinin zamanında ve yeterli bir biçimde karşılanamadığı görülmektedir. Kömür ve su gibi birincil enerji kaynaklarının talebi karşılayacak kadar geliştirilememiş olması ve artırılamayan petrol üretimi, enerji konusunda bir darboğaza girilmesine neden olmuştur. Planlı dönemler boyunca toplam enerji üretimi artış hızının giderek azaldığı, tüketim hızının ise arttığı gözlemlenmektedir.

1950-1960 Dönemi'nde liberal uygulamalar sonucunda altyapı girişimleri hız kazanmış, hidrolik ve termik santrallerin kurulması planlanmıştır. Sözü edilen dönemde sanayileşmeye ve ekonomik büyümeye bağlı olarak enerji üretimi ve tüketimi artmıştır. Bu artış sanayi kesimindeki enerji tüketimi artışını da kapsamaktadır. Devlet Su İşleri (DSİ), Türkiye Petrol Anonim Ortaklığı (TPAO), Başbakanlık Atom Enerjisi Kurumu, Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) bu dönemde kurulmuştur. Sarıyar, Seyhan, Kemer, Göksu Hidrolik Santralleri 1956 ve 1959 yıllarında, Tunçbilek ve Soma Termik Santralleri de 1956 ve 1957 yıllarında kurularak, üretime geçmiştir.[7]

1963 Yılında planlı kalkınma dönemine geçilmiştir. 1. (1963-1967) ve 2. (1968-72) Beş Yıllık Kalkınma Planları'nda, hidrolik enerji kaynaklarına ağırlık verilerek, mevcut elektrik tesislerinin işletilmesinde verimliliğin sağlanması üzerinde durulmuştur. 1970 yılında Türkiye Elektrik Kurumu kurulmuştur. 3. Beş Yıllık Plan'da (1973-77) enerji konusunda devletçi politikalar uygulanmış, ihtiyaç duyulan elektrik enerjisinin sürekli ve etkin bir biçimde elde edilmesi konusunda TEK'in çalışmalarına hız verilmiştir. Yine bu dönemde Yol Su ve Elektrik İşleri Genel Müdürlüğü (YSİ) ve Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı kurulmuştur. Ayrıca, 3. Beş

[6] (Çevrimiçi) http://www.dtm.gov.tr/ead/ekonomi/sayi%2011/teut.htm, 08. 01. 2004.
[7] **Ibid.**

Yıllık Kalkınma Dönemi'nde Keban Hidrolik Santrali (1974) ile Seyitömer (1973), Hopa (1973) ve Aliağa (1975) Termik Santralleri devreye girmiştir.[8]

1970-1980 Dönemi'nde yaşanan petrol krizleri sonucunda, gelişmekte olan ülkelerin dış borçları önemli ölçüde artmıştır. 1977 Yılı sonunda enerji talebinin ancak yarısı ulusal kaynaklardan üretilen enerji ürünleri ile karşılanabilmiştir. 3. Plan döneminde Bulgaristan ile enerji bağlantısı gerçekleştirilerek elektrik arzı artırılmaya çalışılmıştır. 1980'li yıllarda yaşanan iktisadi gelişmelere paralel olarak enerji üretim ve tüketiminde önemli artışlar olmuştur. Dış ticarette liberalizasyona gidilmesi de enerji ithalatında artış sonucunu doğurmuştur. 1970'ler öncesinde bol ve ucuz olan enerji, 1970'li yıllarda ortaya çıkan enerji darboğazları ile ülkelerin ekonomi politikalarında önemli bir yer edinmiştir. Bu durum en çok sanayilerini geliştirmek için bol ve ucuz enerjiye önemli ölçüde bağımlı olan gelişmekte olan birçok ülke ekonomileri gibi, Türkiye Ekonomisi'ni de olumsuz yönde etkilemiştir. Enerji darboğazı, dünya genelinde gözlenen ekonomik durgunluk dönemi ile, 1984 yılına kadar sürmüştür. 1980'li yılların sonuna doğru özellikle gelişmiş ülkelerdeki sanayileşme hamleleri ile enerji talebi tüm dünyada ve Türkiye'de artmıştır. Böylece yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır.

Türkiye, dünya enerji piyasası gözönüne alındığında talep ve yatırım gereksinimi ile en dinamik ve hızlı gelişen pazarlardan biridir. Her on yılda bir 2 kat artmakta olan eneri ihtiyacını karşılayabilmek için, 2010 yılına kadar her yıl 2500 MW'lık ilave elektrik kapasitesi yaratılması gerekliliği ortaya çıkmış, 2020'de enerji talebi 47 milyar kWh, üstlenilecek enerji yatırımları ise yaklaşık 24 milyar dolar olarak belirlenmiştir.[9]

Türkiye uygulayacağı enerji politikaları ile dünyanın ileri gelen ülkeleri arasında yeralacak bir gelişmişlik düzeyini yakalamayı amaç edinmelidir. Bu bağlamda serbest, şeffaf ve istikrarlı piyasa koşulları içinde ulusal kaynaklara öncelik vererek, gerek kaynakların aranmasında gerekse istenen kaliteyle, güvenli ve ekonomik olarak işlenmesinde ileri teknolojileri kullanabilmek ve geliştirebilmek

[8] **Ibid.**
[9] Metin Külünk, **Küreselleşen Dünya'da Türkiye**, İstanbul, Kum Saati Yayınları, 2005, s. 218.

gerekmektedir. İhtiyaç duyulan enerjinin güvenli, ekonomik, verimli ve çevre dostu teknolojilerle üretilmesi, iletilmesi, depolanması ve kullanılması sağlanmalıdır.

Uluslararası enerji pazarında yarışabilmek, gerekli teknolojileri geliştirebilmek ve uluslararası enerji yatırımlarında etkinlik sağlayabilmek konusunda TÜBİTAK tarafından düzenlenen "Enerji ve Doğal Kaynaklar" adlı panelde ortaya konan sosyo-ekonomik hedeflerden bazıları şunlardır[10];

▪enerji arz kompozisyonunu ülkenin her tarafından erişilebilir, yüksek emre amadeliğe sahip, fiyatça tahammül edilebilir bir etkinlikle sunmak,

▪enerji arzı döngüsündeki arama, çıkarma, üretim, taşıma, tüketim vb. tüm faaliyetlerde, çevreyi (hava, toprak, su vb.) korumak; yerel, bölgesel veya küresel çevre kirliliğine katkı artışını sınırlamak, bu konudaki uluslararası sözleşmeleri dikkate alan ve fakat ekonomik, çevresel ve stratejik ulusal çıkarları da kollayan mevzuatlar hazırlamak,

▪enerji güvenilirliği açısından dışa bağımlılığı kabul edilebilir düzeylerde tutmak amacıyla arama, çıkarma ve kullanım açısından yerli kaynaklara öncelik tanımak,

▪artması kaçınılmaz görünen enerji ithalatında, ithal bileşenleri birbirlerinin yerini alabilen kaynaklar ve coğrafyalar arasında ekonomik açıdan mümkün olabildiğince dağıtmak suretiyle, başta doğalgazınki olmak üzere arz güvenliği risklerini kabul edilebilir düzeylerde tutmak, "Avrasya Enerji Koridoru" tasarımını gerçekleştirmek suretiyle arz güvenliğini artırmak, yurtdışındaki arama ve üretim faaliyetleriyle bütünleşmeye yönelik girişim ve ortaklıklar geliştirmek suretiyle uluslararası enerji piyasalarında aktif rol almak,

▪ulusal ve uluslararası içerikli enerji AR-GE konularına daha fazla kaynak ayırmak,

▪jeopolitik sorunlar, kartelleşme, enerji fiyatlarının aşırı derecede yükselmesi, doğal afetler ve çevresel baskılar gibi enerji güvenliğini tehdit eden

[10] (Çevrimiçi) http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjive dogalkaynaklar/raporlar/raporedk.pdf, 09. 04. 2005.

risk konularını belirleyerek enerji senaryoları oluşturmak ve bu olası sorunlara yönelik eylem planlarını hazırlamak (risk yönetimi).

Dünya genelinde doğal kaynaklar üzerindeki baskının gittikçe arttığı gözlemlenmektedir. Belirtiler, enerjiye olan talebin de giderek artacağı yönündedir. Ulaşım sektöründe görülen hızlı büyüme ile birlikte artan petrol talebi, hızlı nüfus artışı ve kentleşme, enerjiye olan talebi artırmaktadır. Cumhuriyet'in ilk yıllarında sağlanan önemli ilerlemelere rağmen, madenciliğin Türkiye Ekonomisi içindeki yeri sınırlı düzeyde kalmıştır. Bunun nedeni ülkemiz madenlerinin çeşitlilik arzetmesine rağmen kimi zaman rezerv yönünden yetersiz, kimi zaman kalitesiz ya da işletmecilik yönünden problemli olmasıdır.

Türkiye bor yatakları ile bilinen dünya rezervlerinin yaklaşık %70'ine sahiptir.[11]Dünya ham bor gereksiniminin %95'i Türkiye tarafından karşılanmaktadır.[12] Ülkemiz bor tuzlarının yanısıra linyit, mermer, trona, barit, krom, manyezit gibi madenlerde de önemli sayılabilecek rezervlere sahiptir. Nevar ki; petrol, doğalgaz, taşkömürü ve özellikle enerji hammaddeleri konusunda kendi kendine yetebilmekten uzaktır. Mevcut demir cevherlerinin büyük çoğunluğu düşük tenörlü olması nedeniyle değerlendirilememektedir. Bu durum enerjide dışa bağımlılık sorununu gündeme getirmektedir. Dolayısıyla bir takım riskleri ortadan kaldırmak için enerji sektöründe rekabet şansı elde edilebilecek alanlara yönelmek gerekmektedir. Sektörle ilgili araştırma geliştirme çalışmalarına ağırlık verilerek, uluslararası pazarda sağlam bir yer edinmek hedeflenmelidir.

Netice itibariyle sektörün serbestleştirimesi, enerji piyasasında rekabet ortamı yaratılarak sektör verimliliğinin arttırılması ve şeffaflığının sağlanması, doğunun zengin enerji kaynaklarının batı piyasalarına taşınmasında Türkiye'nin enerji köprüsü işlevini üstlenmesi, enerji talebinin karşılanmasında dışa bağımlılık oranı giderek artan ülkemizde enerji güvenliği için gerekli faaliyetlerin önceliklendirilmesi, enerji kaynaklarının tüketilmesi ve değerlendirilmesinde çevre ile etkileşimin dikkate alınarak sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde faaliyet gösterilmesi, çağdaş ülkeler arasında yerimizi alabilmek için enerji teknolojileri

[11] (Çevrimiçi) http://science.ankara.edu.tr/~ kavusan.borpage/turkuret.html, 20. 04. 2006.
[12] (Çevrimiçi) http://www.karaelmas.edu.tr/linkler/duyurular/bor/rapor.doc, 20. 04. 2006.

çalışmalarının yoğunlaştırılması ülkemizde uygulanması öncelik arzeden enerji politikalarıdır.[13]

Türkiye'nin enerji sektörü 2001 yılından itibaren Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu(EPDK) ile rekabete dayalı serbest piyasa sistemine geçmiştir; hangi yatırımların yapılıp yapılmayacağına piyasada yeralan yerli-yabancı yatırımcıların rekabet koşullarına göre karar verilecektir.[14] Rekabet bir kamu hizmet politikası ile eşgüdüm içinde verimlilik artışına, yeniliğe, müşteriler için seçme hakkına, hizmetlerin iyileşmesine, daha düşük fiyatlara ve enerji kaynaklarının daha iyi kullanılmasına katkıda bulunmaktadır.[15] Bu serbestleşme programının yasal dayanağı, 1984 tarihinde çıkarılan 3096 sayılı TEK dışındaki kuruluşların elektrik iletimi, dağıtımı ve ticareti ile görevlendirilmesi hakkındaki kanundur.[16]

Elektrik Piyasası Kanunu ile öngörülen rekabetçi serbest piyasa yapısının işlerlik kazanmasında ciddi bir ilerleme kaydedilememiştir. Yüksek Planlama Kurulu kararı olarak, 17 Mart 2004 tarihinde yayımlanan Strateji Belgesi ile nihai hedef olan serbest piyasanın oluşturulması için gerekli adımlar tamamlanmıştır. Strateji Belgesi'nde geçiş döneminde herhangi bir arz sıkıntısının yaşanmaması için gerekli önlemlerin alınacağı belirtilerek, yatırım programı içinde yeralan ve tamamlandığında ülkenin elektrik üretimine büyük miktarda katkı sağlayacak olan projelerin normal seyrinde yürüyebilmeleri konusunda finansal tedbirlerin alınması gerekliliği ortaya konmuştur.

Ülkelerin enerji politikalarının temel amacı sosyal ve ekonomik hayatımızdaki yeri tartışılmaz olan elektrik enerjisinin tüm tüketicilere yeterli, kaliteli, sürekli ve düşük maliyetle sunulmasıdır. Elektrik enerjisi üretim ve dağıtım varlıklarının zamanında ve başarılı bir şekilde özelleştirilmesi; elektrik üretim ve dağıtım varlıklarının etkin ve verimli bir şekilde işletilmesi suretiyle maliyetlerin

---

[13] İKV, **Avrupa Birliği'nin Enerji ve Ulaştırma Politikaları ve Türkiye'nin Uyumu**, İstanbul İktisadi Kalkınma Vakfı Yayınları, 2004, s. 53.

[14] (Çevrimiçi) http://www.maden.org.tr/e_bulten/sayi_goster.asp?sayi=69&yazi_sira_no=27, 22. 11. 2004.

[15] İKV, **op. cit.** , s. 16.

[16] (Çevrimiçi) http://www.dayanikli.com/tbmm_calismalari/stratejikarastirma_enerjiplatformukonusma.htm, 22. 11. 2004.

düşürülmesi, elektrik enerjisi arz güvenliğinin sağlanması ve arz kalitesinin artırılması, dağıtım sektöründeki teknik kayıpların OECD ülkeleri ortalamalarına indirilmesi ve kaçakların önlenmesi, gerekli yenileme ve genişleme yatırımlarının kamu tüzel kişilerine herhangi bir yükümlülük getirmeden özel sektörce yapılabilmesinin sağlanması, elektrik enerjisi üretimi ve ticari faaliyetlerinde rekabet yoluyla oluşacak ve hizmet kalitesinin düzenlenmesiyle sağlanan faydanın tüketicilere yansıtılması ile serbestleştirmenin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır.[17]

Serbest piyasa düzenine geçişten önceki dönemde Yap-İşlet (Yİ), özellikle Yap-İşlet-Devret (YİD) ve İşletme Hakkı Devri (İHD) kapsamında yüksek tarifelerle bağlanan ve elektrik alım garantisi içeren sözleşmelerin serbest işleyen bir piyasa düzenine aykırılık yarattığı görülmektedir. Sözkonusu garantilere sahip santrallerin piyasada sahip oldukları avantaj ile sarmal maliyete neden olarak elektrik fiyatının artmasına yol açacakları düşünülmektedir. Bu durum ülke ekonomisinin lokomotifi olan sanayi sektörünün yanısıra, düşük gelir düzeyine sahip olan kesimi de zor durumda bırakacaktır.

Enerji maliyetleri ihracat için üretim yapan sanayiciyi zor durumda bırakmakta; Uluslararası Enerji Ajansı(UEA) tarafından açıklanan rakamlara göre sanayide elektriği en pahalı kullanan ülkelerden biri olan Türkiye'de, satın alma gücü paritesine göre değerlendirildiğinde birçok OECD ülkesinde 10 sentin altında kalan elektrik fiyatı, 18 sent olarak hesaplanmaktadır.[18]

Türkiye hidrolik ve kömür kaynaklarının zenginliği, temiz ve yenilenebilir enerji, yetişmiş insan gücü, girişimci sanayi yapısı, enerji tasarruf potansiyelinin yüksekliği, yeni enerji teknolojilerinde yararlanılabilecek stratejik kaynakların varlığı (bor, toryum vb), genç ve dinamik nüfus, modernleşme ve gelişme yönündeki kararlılığı, enerji piyasasının liberalleşmesi, enerji kaynaklarının çeşitliliği, yeşil alana dönüştürülebilecek arazi, elektro-mekanik sanayi, yabancı yatırım potansiyeli gibi enerji kaynakları ve sektör itibari ile olumlu özelliklere sahip olmakla birlikte, finansman yetersizliği (yerli ve yabancı sermaye girişinin azlığı), bürokratik engeller,

[17] Yaşar Köstekçi, Sinan Burhanoğlu**, Borçlar Hukuku, İcra Hukuku, Ceza Hukuku Boyutlarıyla Elektrik Enerjisi Tüketimi**, İstanbul, Vedat Kitapçılık Yayınları, 2005, s. 270.
[18] Külünk, **op. cit.** , s. 183.

hukuki altyapı eksikliği, toplumsal değerlerde bozulma, kurumlar arasında işbirliği ve eşgüdüm eksikliği, kararlı bir devlet politikasının olmayışı, enerji planlarının uygulanmasındaki istikrarsızlık, AR-GE çalışmalarıyla ilgili kaynak ve teşviklerin yetersizliği, AR-GE kültürünün zayıflığı, kamuoyu bilincinin ve örgütlenmenin eksikliği, teknolojik ve bilimsel altyapı yetersizliği, teknoloji üretimi ve uygulamaları için gerekli ara eleman eğitiminin yetersizliği, tarafsız ve uzman kurumların eksikliği, petrol ve doğalgaz rezervlerinin azlığı, kullanılan kömür santralı teknolojisinin yerli linyite uygun olmayışı gibi problemler de çözüm beklemektedir.[19]

Yeniden yapılandırma çalışmaları devam ederken ve enerji piyasası serbestleştirilirken ülkede enerji açığı meydana gelmemesi için gerekli planlamaların yapılması, yatırım, üretim ve işletme faaliyetlerinde herhangi bir aksamanın ortaya çıkmaması için de tedbirlerin alınması gerekmektedir. Enerji arz planlamasında enerjinin zamanında, kesintisiz ve yeterli miktarda sağlanarak arz maliyetinin düşük seviyede tutulması temel amaçtır. Elektrik üretim santrallerinin ve dağıtım bölgelerinin özelleştirilmesi esnasında kamuya ek yük gelmemesine özen gösterilerek; politikaların özel kesimin sektördeki faaliyetlerini sonraki süreçte de teşvik edecek bir anlayışla oluşturulması gerekmektedir. Elektrik dağıtım sisteminde meydana gelen ve dünya ortalamalarının çok üstünde seyreden kayıp ve kaçak oranları ile birlikte elektriğin üretim, iletim, dağıtımı ve nihai tüketiciler tarafından kullanımında verimliliği sağlamaya yönelik tedbirlerin geliştirilmesi ve yatırımların teşvik edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

---

[19] (Çevrimiçi) http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjive dogalkaynaklar/raporlar/raporedk.pdf, 09. 04. 2005.

1.2.1.TÜRKİYE'DE ENERJİ ÜRETİMİ, TÜKETİMİ ve İTHALAT BEKLENTİLERİ

Dünyanın sahip olduğu rezervler ekonomik olarak incelendiğinde ve şimdiki tüketim hızları dikkate alındığında; 200 yıl yetecek miktarda kömür, 80 yıl yetecek kadar petrol ve 70-80 yıl yetecek kadar doğalgazın bulunduğu tahmin edilmektedir.[20] 2030 yılına kadar, dünya genelinde enerji talebinin büyük kısmı gelişmekte olan ülkelerden kaynaklanmak üzere bugüne göre %60 daha fazla olması beklenmektedir.[21] Dünya ekonomisinin yılda ortalama %3 büyüdüğü ekonomilerin enerji yoğunluğunun yılda ortalama %1 azaldığı gözönüne alındığında; dünya enerji talebi 2023 yılına kadar %54 oranında artarak, 650EJ'a ulaşacak ve sözkonusu artışın en büyük kısmı dünya nüfusunun %80'ini oluşturan ve enerji arzının üçte birini tüketen, çoğu sanayileşmelerini fosil yakıtlara bağlı olarak gerçekleştiren Asya, Afrika ve Güney Amerika'nın gelişmekte olan ülkelerinde meydana gelecektir.[22]

Enerjinin ihtiyaç duyulan miktarlarda ve ani artışlar göstermeyen ekonomik fiyatlarla sağlanması, arz açısından darboğazların yaşanmaması ve tüketiminin "sürdürülebilir kalkınma" çerçevesinde, doğayla uyumlu bir şekilde başarılması gerekmektedir. Öte yandan, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında tüketim düzeyleri açısından büyük farklılıklar olduğu göze çarpmaktadır. Örneğin Amerika'da kişi başına enerji tüketimi hızla artmaktadır. Yapılan bir çalışma kişi başına enerji kullanımının dünya genelinin 5.5, Avrupa'nın 2.3 ve Asya'nın 10.7 katı olduğunu ortaya koymuştur.[23] Türkiye'nın kişi başına enerji tüketimi Polonya'nın yarısı, Almanya'nın dörtte biri, ABD'nin ise sekizde biridir.[24]

---

[20] **Ibid.**
[21] (Çevrimiçi) http://www.enerji.gov.tr/belge/butce2006.doc, 20. 04. 2006.
[22] (Çevrimiçi) http://www.buyuk.org/tubitak/nukleer_enerji.html, 20. 04. 2006.
[23] Robert H.Lauer, Jeanette C. Lauer, **Social Problems and The Quality of Life**, New York, Mc. Graw Hill Publications, 2002, s. 586.
[24] Yusuf Yaman, "21.Yüzyılda Türkiye'nin Enerji Sorunu ve Gerçekler", (Çevrimiçi) http://dergi.emo.org.tr/altindex.php?sayi=415&yazi=86, 30. 03. 2005.

Tablo-1.1: Enerji Kurulu Güç ve Yıllık Enerji Üretimimiz (2005)

	Kurulu Güç (MW)	Üretim Kapasitesi (milyar kWh/yıl)	Fiili Üretim Kapasitesi (milyar kWh/yıl)	Kapasite Kullanımı (%)
Kömür	10.076	677	44	65
Akaryakıt	3110	20.5	8.5	41
Doğalgaz	13484	102.3	665	65
Hidroelektrik	12941	46.5	42	90
Toplam*	39611	237	161.0	68

*Toplam içerisine jeotermal kaynaklar ve rüzgar enerjisi de dahildir.

Kaynak: (Çevrimiçi) http://www.dsi.gov.tr/enerji_2006.pdf, 21. 02. 2006.

Tablo-1.2: Kişi Başına Yıllık Elektrik Enerjisi Tüketimi(2005)

Ülkeler	Tüketim(Kişi Başına kWh)
Dünya Ortalaması	2500
Gelişmiş Ülkeler Ortalaması	8900
ABD	12322
Türkiye	2150

Kaynak: (Çevrimiçi) http://www.dsi.gov.tr/enerji_2006.pdf, 21. 02. 2006.

Tablo-1.3: 2030 Yılına Kadar Elektrik Enerjisi Talebindeki Artış

Ülkeler	Yıllık Artış (%)
Dünya Ortalaması	2.4
Gelişmiş Ülkeler Ortalaması	<2.0
Gelişmekte Olan Ülkeler Ortalaması	4.1
Türkiye	6-8

Kaynak: (Çevrimiçi) http://www.dsi.gov.tr/enerji_2006.pdf, 21. 02. 2006.

Enerji üretimi, tüketimi ve talebi ile ilgili yapılan projeksiyonlar incelendiğinde üretim imkanlarının çok üzerinde gerçekleşen talep artışı nedeniyle, üretimin tüketimi karşılama oranı 2010 yılında %27, 2020 yılında ise %23 olarak hesaplanmış; toplam enerji ithalatının 2010 yılında 124MTep, 2020 yılında 228MTep'e ulaşacağı; ithalat içerisindeki kaynakların dağılımında ise doğalgazın payının artarak 2020 yılında %33'e yükseleceği, petrolün ise azalarak %60'lardan %33'lere düşeceği belirtilmiştir.[25]

Tablo-1.4: Enerji, Üretim, Tüketim, İthalat Beklentileri (Bin Tep*)

	2000	2005	2010	2020
Tüketim	79.671	129.625	171.339	298.448
Üretim	27.593	34.116	47.329	70.238
İthalat	52.078	95.509	124.010	228.210
Üretim/Tüketim(%)	34.6	26.3	27.6	23.5

*Ton Eşdeğer Petrol

Kaynak:(Çevrimiçi) http://www.maden.org.tr/e_bulten/sayi_goster.asp?sayi=69&yazi_sira_no=2, 22. 11. 2004.

[25] (Çevrimiçi) http://www.dtm.gov.tr/ead/ekonomi/sayi%2011/teut.htm, 20. 04. 2006.

Dikkati çeken bir nokta enerji talebi için beklenen artış hızının %6.8 gibi önemli bir seviyeye ulaştığı 2000-2020 yıllarının aynı zamanda büyüme hızının da en yüksek değerlerine ulaştığı dönem olmasıdır. Bununla birlikte yüksek oranlı büyüme hızını sağlamanın yanısıra, sürdürülebilir kılmak çoğu zaman mümkün olamamaktadır. Dolayısıyla ülkelerin gelişmişliğini tüketilen enerji miktarı yerine, sahip olunan enerji kaynaklarının etkin kullanılıp kullanılmadığı hususunu gözönünde bulundurarak değerlendirmek çok daha anlamlı olacaktır. Örneğin; standart bir Hindistanlı, komşusu Pakistanlı'dan fazla enerji tüketmekle birlikte geliri onunkinin yarısıdır.[26]

Türkiye çok çeşitli birincil enerji kaynaklarına sahiptir. Ülkemizde taşkömürü, linyit, asfaltit, ham petrol, doğalgaz, uranyum ve toryum gibi yenilenemeyen kaynak rezervleri ile; rüzgar, hidrolik, jeotermal, güneş, deniz-dalga, biyokütle gibi yenilenebilir kaynak potansiyeli de mevcuttur. Gelgelelim sahip olduğumuz kaynakların etkin kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Mevcut su potansiyelinin %30'u kullanılmakta, atıl konumda bulunan rüzgar potansiyelinin ise 75 milyar kWh değerinde olduğu belirtilmekte[27], 24 milyar kWh değerinde potansiyele sahip olduğumuz jeotermal enerji kapasitesinin ise yalnızca %2'sinin kullanıldığı bilinmektedir.[28]

Atıl kapasite bir an önce faaliyete geçirilerek, reform çalışmaları ivedilikle başlatılmalıdır. Enerji üretimi, iletimi, dağıtımı ve tüketimi aşamalarında, yeni ve ülkemize uygun teknolojilerin araştırılması, transfer edilip geliştirilebilmesi için gerekli destek ve teşvikler sağlanmalıdır. Bu şekilde enerji üretiminde çeşitlilik sağlanabilecek veya sektörde kullanılan sistemlerin verimliliğinin artırılması sağlanabilecektir. Konuyla ilgili olarak KİT'lerin yeniden yapılandırılmasının yanında, üretim ve dağıtım ünitelerinin özelleştirilmesi gibi politikalar da elektrik sektörünün serbestleştirilmesi yönünde önemli adımlar olacaktır.

---

[26] İlhami Çolak, Ramazan Bayındır, İbrahim Sefa, Şevki Demirbaş, Cemali Arslan, "Sanayide Enerji Verimliliği", **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK) 2005**, Kocaeli, Kocaeli Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 2005, s. 336.

[27] Yaman, **op. cit.**

[28] Emin Bilen, "Enerji Sektörü Tartışmalarına Bakış " (Çevrimiçi) http://www.maden.org.tr/e_bulten/sayi_goster.asp?sayi=69&yazi_sira_no=27, 22. 11. 2004.

Sektörün serbestleştirilmesi ile üretim, dağıtım kanallarının özelleştirilmesi konuları Yüksek Planlama Kurulu tarafından 2004 yılında "Strateji Belgesi" ile ilan edilmiştir. Bu çalışmalar sonrasında "Türkiye Uzun Dönemli Elektrik Enerjisi Talep Çalışması Raporu" hazırlanmıştır. Yapılan çalışmalar ile sektörün ihtiyacı olan reformlar gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Reformun pozitif dışsallıklarını hizmet kalitesinin artması ile kesinti süre ve sıklıklarının azaltılarak sistem üzerindeki teknik olumsuzlukların yarattığı maliyetlerin önlenmesi, müşteri talep yönetimi mekanizmaları ile sistem üzerindeki yük dağılımının dengelenmesi, piyasada oluşacak fiyatlar gerçek maliyetleri yansıtacağından ekonomideki kaynakların etkin dağılımının sağlanabilmesi; benzer şekilde gölge fiyatlandırma ortadan kalkacağından özellikle sanayi abonelerinin üzerindeki çapraz sübvansiyon yükünün azalarak sanayinin unsurları arasındaki rekabet gücünün artması, ikili anlaşmalar ve spot piyasasının oluşması ile üretim alanında rekabetin artması ile verimlilik artışı ve fiyat düşüşünün gerçekleşmesi şeklinde özetlemek mümkündür.[29]

Enerjide arz güvenliğinin sağlanması konusu da önem taşımaktadır. Enerji kaynaklarının arz güvenliği ile ilgili saptamalarda konu gerek ulusal, gerekse uluslararası boyutlarda detaylı olarak incelenmelidir. Şüphesiz kaynak arzında güvenliğin sağlanmasının bir maliyeti olacaktır. Oluşturulacak politikalar ile sözkonusu maliyetin tüketicilere yansıtılmaması sağlanmalıdır. Enerji politikaları belirlenirken göz önünde bulundurulması gereken üç temel husus enerjide ulaşılabilirlik (accessibility), temin açısından emre amadelik (availability) ve kabul edilebilirliktir (acceptability) .[30]

Avrupa'nın kaynak çeşitlendirmesi konusunda son dönemde geliştirilen projeler ve enerji piyasasının serbestleşmesi, Türkiye'yi önemli bir partner haline getirmiştir, dolayısıyla 2020 yılında %40 oranında artması beklenen AB doğalgaz ihtiyacının karşılanmasında ülkemizin Rusya, Norveç ve Kuzey Afrika'dan sonra dördüncü arteri teşkil etmesi için gerekli çalışmaların istikrarlı bir şekilde sürdürülmesi, Hazar Havzası'nın siyasi ve ekonomik geleceği açısından büyük

[29] DPT, **Türkiye 2004 Yılı Katılım Öncesi Ekonomik Programı**, Ankara, DPT Yayınları , 2004, s. 114.

[30] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları**, Ankara, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayınları, 2004, s. 1-1.

öneme sahip olmasının yanısıra ülkemiz açısından da stratejik önem arzeden Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı ve Bakü-Tiflis-Erzurum Doğalgaz Boru Hattı'nın (Şahdeniz Projesi) öngörülen takvim çerçevesinde tamamlanmasının sağlanması, sürdürülebilir kalkınma hedefi çerçevesinde çevre unsurunun tüm enerji planlamalarında göz önünde tutularak, özellikle Karadeniz ve boğazlar ile ilgili hassasiyetimizin kararlılıkla korunması ve buna uygun hareket tarzlarının benimsenmesi enerji politikalarımız açısından yol gösterici olmaları itibariyle önemlidir.[31]

Türkiye, Ortadoğu ve Hazar Bölgesi Ülkeleri'nin petrol ve doğalgaz kaynaklarının batı ülkelerine taşınmasını sağlayan enerji koridoru konumundadır[32]; Avrupa Birliği'nin enerji arz güvenliğinin sağlanması için benimsediği çözümün bir parçasıdır, coğrafi konumu itibarıyla AB'nin enerji politikalarına doğal olarak dahil olan Türkiye'nin AB Ülkeleri'nin enerji arz güvenliğinin sağlanmasındaki rolü iyi değerlendirildiği takdirde hem enerji arz güvenliğimize, hem de ekonomimize katkı sağlayacak önemli bir avantajdır.

Şunu da eklemek gerekir ki; Türkiye önemli ölçüde yenilenebilir kaynak potansiyeline sahiptir. İçinde bulunduğumuz ekonomik koşullar göz önüne alındığında rüzgar, hidrolik, biyokütle ve güneş maliyet etkinliği ve rekabet gücü en yüksek ve destekleme maliyetleri makul seviyelerde olan enerji seçenekleri olarak karşımızda durmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojileri arasında ekonomik anlamda sürdürülebilirliği ve rekabet gücünün yüksek olması sebebiyle son derece cazip bir kaynak olan rüzgar enerjisi son bölümde detaylı bir biçimde ele alınacaktır.

[31] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi , **Türkiye'de Enerji Dinamikleri**, Ankara Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayınları, 2004, s. 46.

[32] Hasan Saygın, "Türkiye'nin Enerji Politikalarında Nükleer Enerjinin ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri", **Dünya ve Türkiye'deki Enerji ve Su Kaynaklarının Ulusal ve Uluslararası Güvenliğe Etkileri 15-16 Ocak 2004**, İstanbul, Harp Akademileri Basımevi, 2004, s. 511.

1.2.2.TÜRKİYE ENERJİ SEKTÖRÜNDEKİ KAYIPLAR ve ENERJİ TASARRUFUNUN ÖNEMİ

İnsanlığın gereksinim duyduğu toplam enerji miktarı yer üzerinde bulunan potansiyel enerjiye oranla çok fazladır. Nevar ki, bu enerjinin doğal biçimlerinden tam olarak yararlanmak olanaksızdır. Dolayısıyla sözkonusu potansiyel enerjiyi, başka enerji türlerine dönüştürmek zorunludur. Her enerji dönüşümü, çok büyük ölçülere varan kayıplarla gerçekleşmektedir. Bu kayıplar değersizleşmiş denen ısıl enerjinin mekanik enerji gibi daha değerli enerji biçimlerine geçişi sırasında ortaya çıkmaktadır. Buna karşılık mekanik, elektrik, ışıma enerjileri gibi değerli enerji türlerinden değersizleşmiş enerji türlerine geçiş, oldukça düşük yitimlerle sağlanabilmektedir.

Çoğunlukla enerjiyi ilk biçimiyle kullanma, taşıma ya da depolama olanağı yoktur. Dolayısıyla enerji vektörleri denilen kullanışlı, dönüştürülmüş ya da ikincil enerji biçimlerinden yararlanılmaktadır. Elektrik; taşıma ve diğer enerji türlerine dönüşme bakımından çok uygun bir enerji vektörüdür. Hidrojen de, değerli enerji biçiminde depolanabilen bir enerji vektörüdür. Doğalgazdan ise hem bir kaynak,hem de bir enerji vektörü olarak yararlanabilmek mümkündür.

Elektrik gerek kullanımının esnekliği gerekse kullanım yerlerinin çeşitliliği nedeniyle en fazla aranan enerji biçimlerinden biridir. İlk dönüşüm ürünü olan elektrik, bir enerji biçimidir. Elektrik suyla dönen bir türbün veya bir nükleer santralin reaktörüne yerleştirilmiş uranyum çubuklarıyla üretildiğinde birincil elektrik olarak adlandırılmaktadır. Birincil elektrik, doğrudan sudan veya uranyumdan elde edilir. Dünya genelinde payı artma eğilimindedir. İkincil veya türetilmiş elektrik kömürün, linyitin, doğalgazın veya petrolün klasik bir termik santralde yakılması sonucu elde edilen elektriktir.

Elektrik temiz, esnek, çok işlevli bir enerji biçimidir. Ancak üretici talebindeki değişikliklere sürekli olarak ayak uydurmak durumunda olmasına rağmen, depolanmaya elverişli değildir. Elektrik kısa ve uzun mesafelere kolaylıkla

taşınabilmekte; uzun mesafelerde, hatlardaki kayıpları önlemek için gerilim yükseltilmektedir.

Elektrik üretilen kaynakların herbirinin payı zaman içinde gelişmekte, bununla birlikte ülkeden ülkeye farklılık arzetmektedir. Savaş sonrası yıllar önemli ekonomik büyüme yılları olmuştur. Sanayileşmiş ülkelerde elektrik talebi, klasik termik santraller diğer bir deyişle kömür, linyit, petrol, doğalgaz gibi fosil enerji kaynaklarıyla çalışan santrallerin yapılmasıyla karşılanmıştır. Türkiye'de elektrik enerjisi üretiminde, yerli, hidrolik kaynakların yerini hızla ithal doğalgazın aldığı görülmektedir. Türkiye'de neredeyse tamamı ithal edilen doğalgazın %67'si elektrik üretiminde kullanılmaktadır.[33] Elektrik enerjisi üretiminde doğalgaza bu ölçüde yönelmek, doğalgazın diğer enerji kaynaklarına göre daha pahalı bir kaynak olması sebebiyle rasyonel bir uygulama olmamasının yanısıra, Türkiye'deki enerjinin diğer ülkelerdekine göre daha pahalı olması sonucunu doğurmakta, böylelikle pahalı enerji ile pahalı mallar üretilmektedir. Sonuç olarak Türk mallarının rekabet gücü olumsuz etkilenmekte, doğalgaz talebinin tamamına yakınının ithalat ile karşılanması dışa bağımlılık sorununu da gündeme getirmektedir.

Elektrik enerjisi ticari olarak depolanamadığı için sistem güvenilirliği açısından yedekli çalıştırılması gerekmektedir. Bu nedenle elektrik enerjisi yönetimi kömür, doğalgaz, petrol gibi ticari yakıtlar ile rüzgar, hidrolik gibi yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki maliyet ve çevre esaslı ekonomi yönetimine dayanmaktadır. Örneğin ortalamanın üzerinde yağışlı bir dönemde hidrolik kapasite daha fazla değerlendirilebilmektedir. Yakıt fiyatı daha pahalı olan, çalıştığı zaman çevre şartlarına uymayan fosil yakıtlı santrallerin kapasitesi düşürülerek ve maliyet unsuru gözönünde bulundurularak, talep ucuz ve güvenilir şekilde karşılanabilecektir.

Ülkemizde iletim ve dağıtım kayıpları oldukça yüksektir; elektrik enerjisi dağıtımı %22'den fazla kayıplarla gerçekleşmektedir. Yönetmeliklerde bu kayıpların %6'dan fazla olamayacağı belirtilmiştir. Bu oranın OECD ortalaması olan %2.5 düzeyine indirilebilmesi için şehiriçi dağıtım şebekelerinin kapsamlı bir şekilde yenilenmesi gerekmektedir. Dağıtım şebekesindeki kayıplar şehir şebekelerinin çok

[33] (Çevrimiçi) http://www.dtm.gov.tr/ead/DTDERGI/ocak%2004/kuresellesme.htm, 30. 03. 2005.

eski olmaları nedeniyle istemi karşılamada yetersiz kalmalarından ve sık sık arızaya geçmelerinden, düzensiz gecekondulaşma sonucunda dağınık birimlerin gereksinimlerinin karşılanması için zorunlu olarak teknolojik gereklere uygun olmayan şebekelerin yapılmasından ve kaçak elektrik kullanımından kaynaklanmaktadır.[34]

Sözkonusu kayıpların her yıl artarak devam ettiği de göz önünde bulundurulduğunda; vergiler, dış borç, borç faizleri ve sağlıkla ilgili ortaya çıkan olumsuz koşulların giderilmesi için ödenmesi gereken bedel de giderek artmaktadır. Enerji kayıpları önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Elektrik enerjisi üretiminin dışardan alınan petrol ve gaz kaynaklarına dayandırılması fiyatların sürekli yükselmesi, çevre kirliliği ve dışa bağımlılığın artması problemlerini de beraberinde getirmektedir. Bu noktada geliştirilmiş teknolojilerin takip edilerek, elektrik üretim, iletim ve dağıtım sistemlerinde dünya standartlarının tam olarak uygulanmasına çalışılması, projelendirme ve uygulamaların koruma, kontrol ve ölçme sistemlerine göre yapılarak sistem kayıplarının artmasının engellenmesi, projelendirmede ve uygulamada enerjinin verimli kullanımı ve tasarufunun sağlanması, elektrik enerjisi konusunda alınacak kararlarda karar vericilerin meslek uzmanlarından bilgi alarak karar vermelerinin gerekliliği ve sektörle ilgili dünyadaki gelişmelerin takip edilerek; projenin maliyet ve verimlilik hesabı yapılması, maliyetlerinin katlanması ve gecikme problemlerini ortadan kalkmasının sağlanması üzerinde durulması faydalı başlıklar olarak sıralanabilir.[35]

Enerji kaynaklarının, istenilen yaşam düzeyini ve insanlığın gereksinimlerini karşılamada yetersiz kalacağından endişe edilmektedir. Dolayısıyla enerji tasarrufu yaparak, enerji dönüşümlerinin verimini artırmak bir zorunluluktur. Bu amaçla tek yakıtla aynı anda ısı, mekanik ya da elektriksel enerji üretimi, mekanik sıkıştırma enerjisiyle dış ortamın (hava, su) ısısını alan ısı pompalarının kullanımı gibi yeni teknojiler geliştirilmelidir. Bunların yanısıra, çok iyi bir yalıtım ya da sürtünmelerin azaltılması gibi klasik teknolojiler de kullanılabilmektedir.

---

[34] Aynur Eray, **Enerjide Tutumluluk ve Verimlilik**, Ankara, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, 2001, s. 15.

[35] Yaman, **op. cit.**

Türkiye, en ciddi sıkıntıları elektrik enerjisi alanında yaşamaktadır. Yılda %10'ları aşan düzeylerde artan talebi karşılayabilmek için, gereken yatırımlar güçlükle sürdürülebilmektedir. Sıkıntılar hem üretim, hem de iletim ve dağıtım aşamasındaki sorunlardan kaynaklanmaktadır. Türkiye'de üretim birimleri çoğunlukla güney ve güneydoğuda, tüketim merkezleri ise kuzeybatıda olduğundan, iletim hatları uzun; dolayısıyla iletim kayıpları %3.1 civarında olup, bu rakam OECD ortalaması olan %2.5'un üzerindedir.[36]

Gelişmekte olan ülkelerde enerji tüketiminin yarısı sanayi kesiminde gerçekleşmektedir. İşletme ve bakım alanlarındaki yetersizlikler ve yanlışlıklar, bu durumun nedenleri arasında sayılabilir. Dolayısıyla, gerek elektrik tüketiminde en yüksek paya sahip olması, gerek enerji tasarruf potansiyelinin yüksek olması ve gerekse tüketilen enerjinin ticari nitelikte olması nedenleriyle sanayi kesimi, enerji tasarrufunda ilk sırada yer almaktadır. Örneğin, Hindistan'da enerji tasarrufu için %25 potansiyele sahip olan ticari enerjinin yaklaşık %43.9'u sanayi sektöründe tüketilmektedir.[37] Sanayi sektöründe; %18 demir-çelik, %24 elektro-metalürji, %24 seramik tesisleri, %9 çimento fabrikaları ve %12-30 oranında tekstil fabrikalarında tasarruf imkanı bulunmaktadır.[38] Sanayide enerji tasarrufu, atıkların yeniden kazanılması ile de sağlanabilir; cam sanayiinde kırık cam ve benzeri ürünlerin hammadde olarak değerlendirilmesi bunun güzel bir örneğidir.

Türkiye için yapılabilecek tasarruf miktarı; ek bir maliyet gerektirmeksizin %20 civarındadır ve bu oran gözardı edilmemesi gereken niteliktedir. Ülkemizde tasarruf çalışmalarını yürüten kurum, Elektrik İşleri Etüt İdaresidir (EİEİ). Türkiye büyük bir enerji tasarruffu programı başlatmak zorundadır. Unutulmamalıdır ki; enerji tasarrufu yeni bir enerji kaynağına eşdeğerdir. Birçok alandaki enerji savurganlığı, %40'ı bulmaktadır. Türkiye bu enerjiyi tasarruf etmek ve verimli kullanmayı öğrenmek durumundadır.

---

[36] (Çevrimiçi) http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjive dogalkaynaklar/raporlar/enerji_son_surum.pdf, 14. 05. 2006.

[37] United Nations, **Economic and Social Commission For Asia and The Pacific End-Use Energy Efficiency and Promotion of A Sustainable Energy Future**, Sayı:39, New York, United Nations Publications, 2004, s. 38.

[38] Çolak, Bayındır, Sefa, Demirbaş, Arslan, **op. cit.** , s. 337.

Jeolojik çalışmalar, yaklaşık olarak 50 yıl içinde petrol ve doğalgaz kaynaklarının önemli ölçüde tükeneceğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, bu ürünleri çıkarma maliyetleri yükselecektir. Doğal kaynakların sınırlı mevcudiyeti sebebi ile, kaynakların kullanımında tasarruf hususu oldukça önemlidir. Gelişmekte olan birçok ülkede sorunun temel kaynağı, enerji elde edilmesindeki problemlerden öte; varolan, sahip olunan enerjinin etkin, verimli kullanılmıyor olmasıdır. Bu nedenle, birçok gelişmiş ülke enerji kullanımında tasarruf edilmesi ile ilgili programlar oluşturmaktadır. Örneğin ABD'nin petrol krizinden önce %20 olarak açıkladığı tasarruf hedefi, petrol krizi ile birlikte %44 olarak gerçekleşmiştir.[39]

1.3.TÜRKİYE'NİN YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye çok çeşitli enerji kaynaklarına sahiptir. Yenilenemeyen enerji kaynakları açısından önemli bir potansiyele sahip ülkemizde kullanım olanakları açısından durum pek de iç açıcı değildir ve bu durum tüketimin yarıdan fazlasının ithalata bağımlı olması sorununu beraberinde getirmektedir.

Tablo-1.5: Türkiye Kurulu Gücünün Yakıt Türüne Göre Dağılımı

Yakıt Türü	Güç (MW)	Oran (%)
Sıvı yakıt	1675	7,90
Doğalgaz	3015	14,25
Jeotermal	15	0,07
Linyit	6048	20,58
Taşkömürü	486	2,30
Hidrolik	9225	46,90
Toplam		92

Kaynak:(Çevrimiçi) http://mersin2.emo.org.tr/eadmin/raporlar/rapor_23.doc, 07. 03. 2006.

[39] **Ibid.** , s. 336.

O halde uygulanacak politikalarda ve yapılacak araştırma, geliştirme çalışmalarında enerjinin verimliliği konusu ön planda olmalıdır. Ortaya çıkan enerji açığını giderebilmek için yeni, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmayı sağlayacak yatırımlar desteklenmelidir. Ayrıca ithalatta tek bir ülke ya da tek bir kaynak yerine, çeşitlendirme yoluna gidilerek bağımlılığı bir ölçüde azaltmak mümkün olabilecektir. Bunların yanısıra; kaynak kullanımında tasarrufa gidilmesi, iletimde ve dağıtımda oluşacak şebeke kayıplarının modern üretim-dağıtım tesisleri kurularak ve sistemin ihtiyacı olan altyapı desteği sağlanarak azaltılması gerekmektedir.

Ülkemizin sahip olduğu fosil ve yenilemeyen enerji kaynakları; petrol, taşkömürü, doğalgaz, nükleer yakıtlar, asfaltit, bitümlü şistler ve bor bu bölümde incelenecektir.

1.3.1. PETROL

Türkiye'de Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) petrol arama ve üretim faaliyetlerinden, TÜPRAŞ ise rafineri faaliyetlerinden sorumludur.

Ege Denizi'nin özellikle Saroz Körfezi'nden İzmir'e kadar olan kesimi, İskenderun ve Antalya Körfezleri, Batı ve Doğu Karadeniz Kıyıları ve Marmara Denizi petrol potansiyeli taşıyan alanlardır.

Karadaki aramalara oranla çok daha pahalı olmasına rağmen, denizlerimizde de arama ile ilgili AR-GE çalışmaları yapılmaktadır.

Bütün dünyada olduğu gibi jeolojik bakımdan ümitli alanların varlığı, üretilecek petrolün maliyeti, dünya petrol piyasasında fiyatların dalgalanması, yatırım teşviklerinin mevcudiyeti, toplam vergi yükü (devlet hissesi, gelir ve kurumlar vergileri), sermaye transferlerinin serbestliği, bürokrasinin işleyişi ve mevzuatta kolaylık, ülkedeki ekonomik ve politik istikrar ülkemizdeki petrol faaliyetlerini de etkilemektedir.[40]

Ancak son yıllarda yeni petrol sahalarının keşfedilememesi ve mevcut petrol sahalarının da eski olması nedeniyle, ham petrol üretimi sürekli düşmektedir.

[40] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **op. cit.** , s. 3-72.

Petrolde dışa bağımlı bir ülke olan Türkiye, 2004 sonuna kadar TÜPRAŞ kanalıyla 22.3 milyon ton, Ataş kanalıyla 1.7 milyon ton ham petrol ithal etmiştir.[41]

Uluslararası alandaki gelişmeler neticesinde yıl içinde brent tipi ham petrolün varili 55 dolar seviyesine yükselerek tarihinin en yüksek seviyesini görmüştür. 2005'te Türkiye bütçesine sadece ham petrolden 2 milyar dolarlık ek fatura yüklenirken; petrol ürünleri ve doğalgaz ile bu rakam 2.5 milyar doları bulmuştur.

Türkiye İstatistik Kurumu(TÜİK) tarafından yapılan bir araştırma sonucunda ortaya şu tablo çıkmıştır:

Tablo-1.6: Petrol İthalatı (Milyon $) (2006)

Yıllar	Ocak	Şubat
2000	307	327
2001	240	326
2002	292	275
2003	446	380
2004	444	410
2005	488	436
2006	598	590

Kaynak: (Çevrimiçi) http://www.radikal.com.tr/haber.php?haberno=186669&tarih=08/05/2006, 12.06.2006.

Ulaştırma sektörü, dünya genelinde enerji talebi açısından ortalama yıllık % 2.2 ile en hızlı büyüyen sektördür ve kullandığı yakıtın ise hemen tamamı petrol ürünlerinden oluşmaktadır, dolayısıyla petrol fiyatlarında 2020'lerden sonra ciddi artışlar beklenmektedir.[42]

Gelişmekte olan ülkelerin petrol taleplerindeki olası hızlı büyümelerin, petrol piyasalarının uluslararası güvenlik boyutlarını daha da karmaşık hale getirmesi kaçınılmaz görünmektedir. Örneğin Çin, 1993 yılından itibaren petrol ihraç eden bir

[41] (Çevrimiçi) http://www.ekonomist.com.tr/servisler/almanak2005/01430/, 09. 04. 2005.
[42] (Çevrimiçi) http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjive dogalkaynaklar/raporlar/raporedk.pdf, 09. 04. 2005.

ülke olmaktan çıkıp, petrol ithalatına başlamıştır. Halen günde 600,000 varilden fazla petrol ithal edilmekte, bu rakamın 2010'da üç, 2025'te ise on milyona ulaşması mümkün görülmektedir.[43]

Türkiye'nin dünya üzerinde bulunduğu nokta onu petrol ile ilgili politika ve stratejilerin odağı haline getirmektedir. Tarih, kültür ve dil bağlarımız da dikkate alındığında Hazar Bölgesi önemli bir bölge olarak karşımızda durmaktadır. Türkiye, jeopolitik konumu itibari ile ülkeler arasında bir köprü ve bununla birlikte anahtar ülke statüsündedir.

1.3.2.DOĞALGAZ

En önemli doğalgaz üretim bölgemiz, Trakya Havzası olarak tesbit edilmiştir. Ülkemizde Trakya Bölgesi dışında, Marmara Denizi'nin özellikle kuzey kesimi ve Karadeniz'in Batı Kesimi'nde doğalgaz varlığı, jeolojik yapı itibariyle mümkün görülmektedir. Bu sahalarda yürütülen arama çalışmaları devam etmektedir. Doğalgazın yurt çapında yaygınlaştırılması için, Türkiye genelinde çalışmalar yürütülmektedir.

Tablo-1.7: Türkiye'nin Doğalgaz Talebi

YILLAR	2000	2010	2015	2020
TOPLAM (milyon m^3)	15.600	55.192	67.466	82.785

Kaynak: (Çevrimiçi) http://www.dayanikli.com/tbmm_calismalari/stratejikarastirma_enerjiplatformukonusma.htm, 22. 11. 2004.

Son yıllarda, yapılan üretimin yeterli olmaması nedeniyle Rusya'dan giderek artan oranlarda doğalgaz ithal edilmektedir. BOTAŞ, doğalgazın fiyatlandırılması konusunda sorumlu tek kuruluştur. Hazar-Türkiye-Avrupa Doğalgaz Boru Hattı

[43] **Ibid.**

Projesi doğalgazın Türkiye'ye, buradan da diğer Avrupa ülkelerine iletilmesini öngörmektedir. Ayrıca Bakü-Tiflis-Erzurum (BTE) Doğal Gaz Boru Hattı Projesi de Azerbaycan doğalgazının, Türkiye'ye iletimini öngören bir projedir.

Tablo-1.8: Doğalgaz/LNG Alım Anlaşmaları

Mevcut Anlaşmalar	Miktar (plato) (milyar m^3/yıl)	İmzalanma Tarihi	Süre (yıl)	Durumu
Rus.Fed.(Batı)	6	14 Şubat 1986	25	Devrede
Cezayir(lng)	4	14 Nisan 1988	20	Devrede
Nijerya(lng)	1.2	9 Kasım 1995	22	Devrede
İran	10	8 Ağustos 1996	25	Devrede
Rus.Fed.(Karade-niz)	16	15 Aralık1997	25	Devrede
Rus.Fed.(Batı)	8	18 Şubat 1998	23	Devrede
Türkmenistan	16	21 Mayıs 1999	30	2005
Azerbaycan	6.6	12 Mart 2001	15	2005

Kaynak: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları**, Ankara, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayınları, 2004, s. 4-5.

Doğalgaz; depolama gereksinimine lüzum göstermeyen, peşin ödemesi olmayan, kül ve artık bırakmayan, nakliye bedeli ve zaman kaybına neden olmayan, kullanıldıkça bedeli ödenen, temiz, sağlıklı, kullanım kolaylığı olan güçlü bir yakıttır.[44] Doğalgaz tüketimi hızla artmaktadır ve bu durum petrol üzerindeki baskıları hafifletmektedir. Çünkü hem bu kaynağı kullanan kombine çevrim santralleri kömür veya petrole dayalı olanlardan daha yüksek verime sahiptir, hem de daha iyi yandığından daha az kirletici üretmektedir. Öte yandan enjeksiyon techizatı, dağıtım altyapısı, büyük ölçüde ithalat ile karşılandığından arz aşamasında geniş

[44] Üzeyir Garih, **Türkiye Sorunlarına Çözüm Önerileri**, İstanbul, Hayat Yayınları, 2000, s. 69.

kapsamlı güvenliğin mevcut olmayışı, dağıtım ve ikmal sırasında meydana gelen israfın en aza indirgenmesi için gerekli tedbirlerin sağlanmasının zorunluluğu doğalgaz ile ilgili göz önünde bulundurulması gerekli diğer hususlardır.[45]

Doğalgaz, ulaşım araçlarında yakıt olarak da kendisine kullanım alanı bulmuştur. Bu şekilde bir uygulamanın avantajı hem daha ucuz olması, hem de çevre üzerindeki olumsuz etkileri önemli ölçüde azaltmasıdır. Örneğin İtalya'da 300.000 araç, 300 ikmal istasyonundan sağlanan doğalgaz ile çalışmaktadır.[46] Burada dikkat edilmesi gereken nokta, doğalgazdan araçlarda yakıt olarak yararlanırken benzin ile çalışan araçlarda bir takım değişiklikler yapmak yerine, tamamen yeni araçların yapılmasının gerekli olmasıdır.

1.3.3.TAŞKÖMÜRÜ

Türkiye'de kömür olarak taşkömürü, linyit ve asfaltit üretilmektedir. Bu kaynaklardan taşkömürü; toplam 1.3 milyar ton rezerv ile Batı Karadeniz Bölgesi'nde (Zonguldak Havzası) yoğunlaşırken, toplam 8.3 milyar ton linyit rezervi ülkemizin hemen hemen tüm coğrafi bölgelerine yayılmıştır. Asfaltit ise, yaklaşık 80 milyon ton gibi sınırlı bir rezerv miktarı ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunmaktadır. Toplam taşkömürü rezervinin 550,8 milyon tonu, linyit rezervinin ise 6,88 milyar tonu görünür rezerv kategorisindedir.[47]

Tüm enerji kaynakları arasında kömür rezervlerinin ömrünün şu anki üretim seviyeleri ile diğer fosil yakıtların 4-5 katı oluşu, coğrafi olarak elliden fazla ülkeye yayılmış olması, taşınmasının, depolanmasının ve kullanımının kolaylığı, güvenilirliği, düşük maliyeti, siyasi dalgalanma ve çatışmaların yönlendirmediği bir ortamda rekabetçi piyasalarda fiyatların oluşması kömürün sürdürülebilir enerji arzı, ona bağlı olarak sürdürülebilir kalkınma ve enerji güvenliğini sağlayan önemli bir kaynak olmasının nedenleridir.[48]

Dünya taşkömürü üretiminde ilk beş sırayı; Çin, Amerika, Hindistan, Avusturalya ve Güney Afrika almaktadır.[49]

---

[45] İKV, **op. cit.** , s. 32.
[46] **Ibid.**
[47] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **op. cit.** , s. 1-9.
[48] **Ibid.** , s. 1-1.
[49] **Ibid.** , s.1 -9.

Türkiye'de taşkömürü üretimi Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı'na bağlı olarak faaliyette bulunan ve bir kamu iktisadi devlet teşekkülü olan "Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü (TTK)", linyitin bir bölümü ve asfaltitin tamamı ise yine ETKB'nin ilgili kuruluşu olan diğer bir kamu iktisadi devlet teşekkülü; "Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü (TKİ)"tarafından gerçekleştirilmektedir.[50]

Türkiye'deki taşkömürü rezervi 560 milyon tonu görünür olmak üzere, toplam 1.35 milyar tondur; ısıl değeri 6200-7250 kcal/kg arasındadır ve üretimi Türkiye Taşkömürü Kurumu tarafından, Zonguldak Havzası'ndaki 5 işletmede sürdürülmektedir. Bu işletmelerden Kozlu, Karadon ve Üzülmez'de koklaşabilir; Amasra ve Armutçuk'ta ise koklaşmaya uygun olmayan niteliklerde kömür üretimi yapılmaktadır.[51]

En büyük üretim havzamız Batı Karadeniz'de, Ereğli'den başlayıp Bartın'a kadar uzanan Zonguldak Havzası'dır. Ayrıca Zonguldak Havzası'nın Bartın-Cide arasında kalan bölümünde taşkömürü yataklarının bulunması ihtimali ile, TPAO tarafından petrol amaçlı derin sondajlar yapılarak, taşkömürü varlığı tesbit edilmiştir. Zonguldak Havzası dışında Diyarbakır-Hazro ve Antalya-Kemer'de küçük iki taşkömürü yatağı bulunmaktadır. Nevar ki; bunların önemli bir ekonomik değeri yoktur.

1.3.4.LİNYİT

Türkiye 6.975 milyon tonu görünür olmak üzere toplam 8.340 milyon ton linyit rezervine sahiptir ve bu rezerv %66.2'si 1000-2000 kcal/kg gibi düşük bir ısıl değere sahiptir.[52]

Yıllık linyit üretimimiz 66 milyon ton ile; dünya linyit üretiminin %8,4'ünü oluşturmaktadır. Üretilen linyitler ağırlıklı olarak termik santrallerde tüketilmektedir. Düşük kalorili linyitlerin bilinen rezervi, termik santralleri uzun yıllar besleyebilecek niceliktedir. Buna karşılık ülkemizin yüksek kaliteli linyite ihtiyacı sürmektedir.

---

[50] T.C. Başbakanlık AB Genel Sekreterliği, **AB Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Pogramı**, Ankara, T.C. Başbakanlık AB Genel Sekreterliği Yayınları, 2001, s. 308.

[51] (Çevrimiçi) http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjive dogalkaynaklar/raporlar/raporedk.pdf, 09. 04. 2005.

[52] **Ibid.**

Üretimin büyük bir kısmı halen TTK, TKİ (Türkiye Kömür İşletmeleri) ve EÜAŞ (Elektrik Üretim A.Ş.) gibi kamu kuruluşları tarafından gerçekleştirilmektedir. Bugünkü verilere göre linyitten elektrik üretim kapasitesi yılda 116 milyar kWh'dir. Ancak kaynak çeşitlendirme ihtiyacına paralel olarak; doğalgaz ve diğer kaynakların elektrik üretimindeki payı arttıkça, linyitin payında azalma beklenmektedir. Son yıllarda talebin beklenenden az gerçekleşmesi alım garantili doğalgaz santrallerinin daha fazla çalıştırılmasına, bu durum da linyit santrallerinin kapasite kullanım oranlarının düşmesine neden olmuştur.

Türkiye linyit rezervlerinin yaklaşık %42'sini oluşturan Elbistan Linyit Havzası'nın, elektrik enerjisi üretimimizde oldukça önemli bir yeri vardır. 1967 yılında bulunan Elbistan Linyit Havzası çeşitli sektörlere bölünmüş ve işletme sınırları olarak bu sektör sınırları esas alınmıştır.

Yapılan son rezerv hesaplamalarına göre halen işletilmekte olan Elbistan açık işletmesi rezervlerinin dışında, ekonomik olarak üretilebilecek 3 milyar tonun üzerinde linyit bulunmaktadır; bu potansiyelden en az 30 yıl süreyle yılda 100 milyon ton üretim yapılabilecek ve mevcut santralın dışında toplam olarak yaklaşık 7 bin MW gücündeki yeni termik santrallerin kurulması mümkün olabilecektir.[53]

1.3.5.ASFALTİT

Asfaltit; petrol kökenli, kalorisi yüksek bir kömür çeşididir.

Boya, vernik üretiminin yanısıra, otomobil lastiği, matbaa mürekkebi, genleştirilmiş kauçuk, zemin karoları, su geçirmez kablolar ve paslanmayı önleyici örtü boyaları yapımında da kullanılmaktadır.

Ekonomik anlamda kullanılabilir rezervler Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Şırnak ve Silopi yörelerinde bulunmakta olup, toplam rezervin 80 milyon ton olduğu bilinmektedir.

[53] Ali Kahriman, "Avrupa Birliği'ne Giriş Sürecindeki Türkiye Enerji Politikalarına Genel Bir Bakış", (Çevrimiçi) http://www.istanbul.edu.tr/iletim/index.php?tm=2&sahypa=habaroka&haberno=473&tarih=, 09. 04. 2005.

1.3.6.BİTÜMLÜ ŞİSTLER

Isıtılması ile önemli ölçüde organik yağ elde edilen, basınç sonucu yapraklaşmış yapılı kayaçlara verilen addır.[54]

Bitümlü şistlerin günümüzde ekonomik bir kullanım alanı yoktur, ancak çalışmalar sürmektedir.

Bitümlü şistler ısıtıldıkları zaman, ham petrol benzeri bir madde oluşmaktadır. Bu özelliği, petrole alternatif olarak düşünülmesine neden olmuştur. Ayrıca bitümlü şistlerden boya sanayiinde, ham veya linyitle birlikte termik santrallerde yakıt olarak da faydalanılmaktadır.

1.3.7.URANYUM

Türkiye'de şu anda uranyum üretimi ve tüketimi sözkonusu olmadığı gibi, dünyada üretimde olan uranyum yataklarının tenör ve rezervleri ile kıyaslandığında mevcut rezervlerimizin kısa dönemde üretime alınması da mümkün görünmemektedir. Ancak, Doğu Karadeniz ve Güney Marmara Bölgeleri'nin jeolojik yapıları daha yüksek tenörlü uranyum yataklarının bulunabileceğini göstermektedir. Bu bölgede henüz ayrıntılı etüt ve aramalar yapılmamıştır.

Toryum ise tek başına nükleer yakıt olarak kullanılamaz. Ancak, nükleer yakıta dönüştürülebilme özelliğine sahiptir. Şu an enerji üretiminde kullanılmamaktadır. Fakat gelecekte kulanımı sözkonusu olabilir. Dünya toryum rezervleri toplam 1.400.000 tondur ve bu miktara ülkemizde bulunan 380.000 ton rezerv de dahildir. Dünyanın ikinci büyük toryum rezervlerine sahip olan Türkiye'nin en önemli toryum yatağı, Eskişehir-Beylikahır Bölgesi ve Sivrihisar-Kızılcaören yakınlarındadır, Malatya-Darende-Kuluncak, Kayseri-Felahiye ile Sivas ve Diyarbakır il sınırları içinde de toryum izlerine rastlanmıştır.[55] Türkiye zengin toryum rezervlerine sahip olmasına rağmen, ticari amaçlı toryum üretimi sözkonusu değildir.

[54] (Çevrimiçi) http://www.mengen.gov.tr/cografya.htm, 07. 03. 2006.
[55] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **op. cit.** , s. 6-26.

2. Dünya Savaşından sonra çekirdek bölünmesinden açığa çıkan enerjiden atom bombası dışında enerji üretmek amacı ile de yararlanma yolları araştırılmaya başlanmıştır. Özellikle petrol fiyatlarındaki artış ve petrol, kömür, linyit gibi fosil yakıtların rezervlerinin hızla azalması üzerine o dönemlerde temiz enerji olarak kabul edilen nükleer enerjiden elektrik üretimi yaygınlık kazanmıştır. Küresel düzeyde nükleer enerji, %16'lık bir paya sahiptir. Fosil enerji kaynakları yetersiz olan Fransa, 1990 yılında elektriğin % 73'ünü nükleer enerjiden sağlamaya başlamış, 2000 yılında ise bu oran % 77.5'a ulaşmıştır. Şu anda dünyadaki kurulu kapasitenin %17'sine, Avrupa Birliği'ndeki kurulu kapasitenin %55'ine sahip olan Fransa, elektrik üretiminin %78'ini nükleer enerjiden sağlamaktadır.[56]

Tablo-1.9: Çeşitli Ülkelerdeki Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı(%)

Ülke	Nükleer Enerjinin Elektrik Üretimindeki Payı(%)	Ülke	Nükleer Enerjinin Elektrik Üretimindeki Payı(%)
Fransa	77	Finlandiya	31
Belçika	58	İspanya	27
Slovakya	53	İngiltere	23
Ukrayna	46	ABD	20
İsveç	44	Çek. Cum.	20
Macaristan	39	Rusya Fed.	15
G.Kore	39	Kanada	13
İsviçre	36	Arjantin	8
Japonya	34	G.Afrika	7
Almanya	31	Hindistan	4

Kaynak:İbrahim Atılgan, 'Nükleer Enerji,Toryum Elementi ve Türkiye İçin Önemi', (Çevrimiçi) http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2004/subat/makale_enerji.htm, 12.05.2006.

[56] Saygın, **op. cit.** , s. 510.

Nükleer enerjinin en önemli kullanım alanı elektrik üretimidir. Günümüzde sürdürülebilir gelişmenin sağlanmasında nükleer enerjinin rolü üzerinde farklı görüşler mevcuttur; nükleer güç teknolojisinin çevreyi ve insan sağlığını ciddi bir şekilde tehdit eden zararlı bir teknoloji olduğu ve tümüyle devre dışı bırakılmasını öngören olumsuz görüş çevreci gruplar, kitle iletişimi, sivil toplum örgütleri ve bazı siyasi hareketler tarafından etkin bir şekilde desteklenmektedir. 1985 yılını takiben İngiltere ve Norveç'in Kuzey Denizi'nde, Sovyetler'in Sibirya ve Hazar Havzası'nda yeni ve zengin petrol ve doğalgaz rezervlerinin bulunması ile petrol fiyatlarının tekrar düşmeye başlaması, doğalgazın özellikle Rusya, Hazar Havzası, Kanada, Norveç, Hollanda ve Cezayir'de bol miktarda üretilmesi ve pazarlanması, taşıtlarda devrim niteliğinde yakıt tasarrufu sağlanması –otomobillerde 100 km'de 14 litre benzin tüketimi, 5 litreye kadar düşmüştür-, nükleer enerjinin yaygınlaşma hızını düşürmüştür. Özellikle nükleer enerjiye karşı kamuoyunda şiddetli bir tepkinin oluşmasına neden olan TMI ve Çernobil kazalarından sonra yaygınlaşan bu görüş doğrultusunda bazı ülkeler çalışmakta olan nükleer reaktörlerini devre dışı bırakmaya kadar varan kararlar almıştır.

Nükleer santralleri örneğin kömür işletmelerinde olduğu gibi kolayca yıkmak veya olduğu gibi bırakmak mümkün değildir; yıllarca radyoaktiviteye maruz kalan reaktörün her parçasının dikkatle sökülüp, özel koruyucu kaplar içine yerleştirilerek saklanması gerekmektedir.[57] Örneğin ABD'de son zamanlarda kapatılan Maine Yankee Nükleer Güç Santralının sökülmesinin maliyeti 2 milyar dolar, aynı santralın 1972 yılındaki yatırım maliyeti ise 231 milyon dolardır.[58]

Yüksek seviyeli radyoaktif atıkların, uzun dönemde güvenli bir biçimde depolanmasına ilişkin sorunların çözülmesi ile ilgili çalışmalar dünyada yaygın olarak devam etmekle birlikte, günümüzde kullanılmış yakıtların idaresi için üç yöntem mevcuttur[59];

[57] İ.Engin Türe, **Hidrojen Enerjisi**, Ankara, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, 2001, s. 1.
[58] Tanay Sıdkı Uyar, "Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu", (Çevrimiçi) http://www.tck.org.tr/ruzgar_enerjisi.html, 15. 02. 2006.
[59] Saygın, **op. cit.** , s. 513.

▪kullanılmış yakıtların yeniden işlenmesiyle, uranyum ve plutonyumun ayrıştırılarak; yeniden çevrime alınması ve geri kazanılamayan ürünlerin depolanması (kapalı çevrim),

▪kullanılmış yakıtların doğrudan atık olarak değerlendirilerek yeniden işleme maruz bırakılmaksızın havuzlarda soğutulduktan sonra (yaklaşık 50 yıl), uzun süreli depolama için derin jeolojik oluşumlara yerleştirilmesi (açık çevrim),

▪atıkların yeniden işlenmesi veya doğrudan depolanması konusunda kesin bir karara varılabilmesi için nihai depolarına konulmadan önce uygun koşullarda geçici olarak bekletilmesi.

Nükleer enerjiyi kullanan gelişmiş ülkeler incelendiğinde çoğunun yeni reaktör kurmaktan kaçındığı, bunun yerine varolan reaktörlerinin ömrünü uzatabilmek için daha çok ıslah etme yoluna gittikleri görülmektedir. Örneğin dünyadaki en büyük nükleer enerji parkına ve kurulu kapasitenin %30'una sahip olan ABD, mevcut santrallerini ömrünü 40-60 yıl uzatabilmek için yapılacak yatırımları yeni reaktörler kurmaya tercih etmektedir. Ülkeleri böyle davranmaya iten nedenlerin başında, yüksek kurulum giderleri ve uzun süren inşaat dönemi yeralmaktadır. Yeni bir nükleer tesis inşa etmenin maliyeti 2 milyar dolardan fazladır ve bu yatırımın geri dönmesi onlarca yıl sürebilmektedir.[60] Bununla birlikte alınması zorunlu güvenlik tedbirleri de maliyetlerin yükselmesine neden olmaktadır. Bir zamanlar geleceğin gücü olarak gösterilen nükleer enerjinin, güvenlik ve uzun dönemli radyoaktif atıklarla ile ilgili sorunlar nedeniyle yıllar geçtikçe popülerliğini hızla kaybetmeye başladığı görülmektedir.

[60] K. Roth, "Geleceğin Yakıtını Doldurmak", Çev. Ayşenur Akman, **Bilim ve Teknik**, Sayı:457, Tübitak Yayınları, 2005, s. 41.

Tablo-1.10: Değişik Santral Tiplerinin Bilinen Kurulu Güç Birim Maliyetleri

Doğalgaz Santralları	500-700 $/kW
İthal Kömür Santralları	1200-1450 $/kW
Linyit Santralları	1500-1700 $/kW
Hidroelektrik Santralları (Barajlı)	1200-1350 $/kW
Nükleer Santrallar	>2000 $/kW

Kaynak: DSİ, **Dünden Bugüne DSİ 1954-2004**, Ankara, DSİ Yayınları, 2004, s. 68.

Nükleer kaza olması halinde santralin doğuracağı felaket, (1957 Windscale-İngiltere, 1979 TMI-ABD, 1986 Çernobil-Ukrayna) nükleer atıkların muhafaza ve korunmasının riski ve çevreye zararı, santralin çalışırken çevreye yaydığı radyasyon, nükleer santral yapım ve işletme maliyetinin yüksekliği, dışa bağımlılığın artması, rüzgar, jeotermal, biyogaz gibi alternatif enerji kaynaklarına yönelmenin cazibesi, halen hidrolik enerji potansiyelin tamamından yararlanmadan nükleer enerjiye geçişe gerek olmadığı düşüncesi nükleer enerji karşıtı görüşlerin dayandığı temel noktalardır.[61] Enerji sisteminin sürdürülebilirliğini sağlamak için nükleer enerjiden faydalanılması gerektiğini savunanlar ise görüşlerini[62]; nükleer güç santrallerinin CO_2 ve diğer zararlı sera gazları salımına neden olmaması, yenilenebilir (rüzgar, güneş, biyokütle) enerji teknolojilerinin hala demonstrasyon aşamasında olmasına karşılık nükleer teknolojinin dünyanın elektrik ihtiyacının karşılanmasında %16'lık bir paya sahip olması, enerji sektöründen kaynaklanan CO_2 salımının %8 oranında azalmasını sağlaması ve fosil enerji kaynakları ile ekonomik olarak rekabet gücüne sahip, gelişmiş bir teknoloji olması, karbon ve diğer çevre vergilerinin yürürlüğe konulması halinde nükleer enerjinin rekabet gücünün daha da artacağı düşüncesi,

[61] Mehmet Doğan, "Enerji Kaynakları-Çevre Sorunları ve Çevre Dostu Alternatif Enerji Kaynakları", (Çevrimiçi) http://yunus.hacettepe.edu.tr/~dogan/6.html, 30. 03. 2005.
[62] Saygın, **op. cit.** , s. 525.

nükleer enerjinin yeterli fosil kaynaklara sahip olmayan ülkelerde enerji bağımsızlığının ve çeşitliliğinin sağlanmasına etkin şekilde katkıda bulunması, bilim, sanayi, tıp ve tarım sektörünün genel gelişiminde azımsanmayacak sayı ve seviyedeki olumlu etkileri, sosyal gelişmeyi desteklemesi, Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'daki bir çok ülkenin uzun süredir nükleer güç teknolojisinin sağladığı avantajlardan yararlanmakta olması gibi argümanlara dayandırmaktadır. Bu grup, TMI ve Çernobil Kazalarından sonra oluşan olumsuz önyargıya karşılık benimsenen yeni uluslararası güvenlik normlarına uygun, çok daha güvenli ileri reaktör tasarımlarının geliştirildiğini, mevcut reaktörlerin de iyileştirilerek; geniş önlemlerin alınmasıyla yeterince güvenilir hale getirildiğini savunmaktadır. Radyoaktif sızıntıya neden olacak ciddi bir kaza riskinin çok düşük bir olasılık olduğunu ve atıkların uzun dönemde depolanması için yeterince güvenli tekniklerin bulunduğunu belirtmektedirler.

Dünya çapındaki koruma önlemleri Birleşmiş Milletler'in bir birimi olan Uluslararası Atom Enerjisi Temsilciliği'nin (IAEA) sorumluluğundadır ve faaliyetlerini bütün Avrupa Birliği Üyeleri'nin de kabul ettiği Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması (Nuclear Non-Prolife-Ration Treaty) dahilinde yürütmektedir.[63]

Günümüzde nükleer enerjinin Fransa, Almanya, Japonya, Güney Kore ve Tayvan'ın enerji sistemleri içerisinde önemli ölçüde yeraldığı görülmektedir. Bugün Fransa 59, Japonya 54 adet nükleer üniteye sahiptir. Batıda halen inşa halinde olan ya da sipariş edilmiş bulunan tek bir nükleer santral yoktur.[64].Batı ülkelerinde görülen durgunluğun aksine; Asya Ülkeleri'nde yüksek bir dinamizm göze çarpmaktadır. Bu durumun nedeni ekonomik büyümenin yanısıra, Çin'in dinamik nüfus yapısı nedeniyle hızla artmakta olan enerji ihtiyacının karşılanma zorunluluğu ve bu noktada nükleer enerjinin önemli bir seçenek olarak varolmasıdır. Dolayısıyla nükleer kapasite Çin, Hindistan, Güney Kore, Tayvan, Singapur, Hong Kong'da yoğunlaşacaktır.

---

[63] İKV, **op. cit.** , s. 42.
[64] Türkiye Enerji Forumu Komitesi, **Türkiye'nin Yeni Enerji Stratejileri**, İstanbul, Ulusal Enerji Forumu Yayınları, 2001, s. 166.

Tablo-1.11: Nükleer Enerjinin Dünyadaki Durumu

Bölge	Kurulu Güç Kapasitesi (birim sayısı)	Kurulma Aşamasında Bulunan Kapasite (birim sayısı)	Ismarlanan Kapasite (birim sayısı)	Servis Dışı Bırakılan Kapasite (birim sayısı)	İptal Edilen Kapasite (birim sayısı)
Kuzey Amerika[a]	113.043 MW			12.254 MW	151.175 MW
Avrupa Birliği[b]	124.194 MW			11.716 MW	32.592 MW
Avrupa Dışı Avrupa[c]	3709 MW			8 MW	3120 MW
Doğu Avrupa[d]	15.077 MW	19.455 MW	2560 MW	5260 MW	48.301 MW
Asya[e]	65.903 MW	21.695 MW	5267 MW	184 MW	11.946 MW
Diğer[f]	4713 MW	1921 MW			2063 MW
Toplam	356.639 MW	43.071 MW	7827 MW	29.422 MW	249.197 MW

[a] Kanada, ABD.

[b] Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Portekiz, İspanya, İsveç, İngiltere.

[c] Slovenya, İsviçre, Türkiye.

[d] Ermenistan, Azerbaycan, Belarus, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Gürcistan, Macaristan, Kazakistan, Litvanya, Polonya, Romanya, Rusya, Slovak Cumhuriyeti, Ukrayna.

[e] Bangladeş, Çin, Hindistan, Endonezya, İran, Japonya, Kuzey Kore, Kore Cumhuriyeti, Pakistan, Filipinler, Tayvan, Tayland, Vietnam.

[f] Afrika, Latin Amerika, Güney Afrika, Mısır, Arjantin, Brezilya, Küba, Meksika.

Kaynak: Harp Akademileri, **Dünya ve Türkiye'deki Enerji ve Su Kaynaklarının Ulusal ve Uluslararası Güvenliğe Etkileri, 15-16 Ocak 2004**, İstanbul, Harp Akademileri Basımevi, 2004, s. 538.

Nükleer enerjiye ilişkin verilecek kararlar ekonomik ve teknolojik kriterlerin yanısıra; politik ve stratejik bir takım kriterlerin de sorgulanmasını gerektirmektedir. Pekçok ülke bu alandaki belirsizlikler nedeniyle, nükleer enerjiye ilişkin kararın verilmesi aşamasında beklemeyi tercih etmektedir.[65]

[65] John O'm. Bockırs, T.Nejat Veziroğlu, Debbi L.Smith, **Geleceğin Enerjisi Güneş ve Hidrojen**, İstanbul, Kaynak Yayınları, 2001, s. 96.

Nükleer güç teknolojisi ile ilgili olarak ciddi sorunların varlığına rağmen, bu teknolojiyi muhafaza eden ülkeleri nükleer enerjiden tamamı ile vazgeçmekten alıkoyan iki temel neden bu ülkelerde kişi başına enerji tüketiminin ve buna bağlı olarak CO_2 salımının çok yüksek olması nedeniyle Kyoto Protokolü ile verilen CO_2 salımına ilişkin taahhütler ve enerji bağımsızlığına katkısıdır. [66]

Ülkelerin enerji politikalarında nükleer kaynaklara yer vermesi bir strateji olmakla birlikte; alternatif olarak kullanılabilmesi mümkün diğer kaynakları değerlendirmek de bir başka stratejidir. Nükleer enerji, ülkeler için kalkınma ve gelişmeyi sağlayacak tek seçenek olarak düşünülmemelidir. Örneğin Pakistan nükleer santral sahibidir, ancak kişi başına düşen milli gelir 400$'dır.

Ülkeler enerji stratejilerini belirlerken kendileri için en yüksek faydayı sağlayan seçenek üzerinde durmakta; bunun için de sahip oldukları kaynakları, bu kaynakların getirilerini ve alternatiflerini gözönünde bulundurmaktadırlar. Örneğin Belçika'nın tek yerli enerji kaynağı kömürdür, ancak yerli üretimdeki yüksek maliyet nedeniyle hükümet, 1986 yılında kömür madenciliğini bitirmeye karar vermiştir. Son madenler de 1993 yılında kapatılmıştır. Belçika petrol ve doğalgaza sahip değildir, yenilenebilir kaynak kullanımı ise sınırlıdır, bu nedenle seçimini kendisi için en anlamlı tercih olan nükleer enerjiden yana kullanmıştır; öyle ki sadece 1999 yılında nükleer gücün Belçika'daki tüm enerji kaynakları içerisindeki payı %93 olarak hesaplanmıştır.[67]

Atomun merkezi olan çekirdeğin bölünerek, enerjinin serbestleştirilmesi ile uranyumdan büyük miktarda enerji elde edilmektedir ve bu reaksiyon bölünme anlamına gelen "fisyon" olarak adlandırılmaktadır. Fisyonun tersi, yani atomların birleşmesi, "nükleer füzyon" olarak adlandırılmaktadır. Eğer iki hidrojen atomu çok yüksek basınç ve sıcaklık altında birleşirse bir başka elementi; helyumu oluşturmaktadır -ki bu füzyon güneş enerjisinin kaynağıdır- bu esnada çok büyük miktarda enerji serbest kalmakta, nükleer bilimciler füzyonun kontrollü şartlar

---

[66] Saygın, **op. cit.** , s. 510.
[67] IEA, **Energy Policies of IEA Countries, Belgium, 2001, Review**, France, International Energy Agency and OECD Publications, 2001, s. 23.

altında başarılması durumunda nükleer enerjiden daha kullanışlı ve güvenli ısı elde etmenin ideal yolu olacağını iddia etmektedirler.[68]

Türkiye'nin nükleer enerjiyle tanışması 1962 yılında ABD tarafından hibe edilen 5MW gücündeki nükleer araştırma reaktörü ile Küçükçekmece'de gerçekleşmiştir. Reaktör TAEK(Türkiye Atom Enerjisi Kurumu)'e ait olup, araştırma amaçlı kullanılmaktadır. İlk nükleer santral projesi 1967 - 1970 yıllarında gündeme gelmiş, ancak proje rafa kalkmıştır. TAEK 1978'de Akkuyu'da, nükleer enerji santralı kurulması için lisans vermiş; 1983'te Akkuyu'ya 600MW güce sahip bir nükleer santral yapılması projesi gündeme gelmiştir. Projenin yap-işlet–devret modeli ile gündeme alınması, planların yine rafa kalkmasına yol açmıştır. Aynı yıl Sinop'a nükleer santral kurulması projesi ortaya atılmıştır. 1992'de tekrar Akkuyu için 7 firmadan teklif istenmiş, 1994'te danışmanlık ihalesi açılarak Akkuyu Nükleer Santralı'na üç konsorsiyum teklifte bulunmuştur. Proje 1999 ve 2000 yıllarında ikişer kez ertelenmiş, 2000 yılında nükleer enerji planlarından maliyetin çok yüksek olması sebebiyle vazgeçildiği açıklanmıştır.

İçerisinde bulunduğumuz 2006 yılında Türkiye'de, nükleer enerji kaynaklardan yararlanma mevzuu tekrar gündeme gelmiş; ekonomik, çevresel, sosyolojik etkiler ve mühendislik başlıkları altında 43 ayrı kritere göre yapılan incelemeler neticesinde TAEK; iletimin kolaylığı, sanayi bölgelerine ve sulak alanlara yakınlıkları nedeniyle Trakya, Karadeniz, Orta Anadolu olmak üzere üç bölge üzerinde çalışmış; Orta Anadolu'da incelemeler, Sakarya Irmağı ve Kızılırmak çevresinde yoğunlaşmıştır. Doğu, Güneydoğu Anadolu ve Ege Bölgesi kayıp kaçak oranlarının yüksekliği ve elektrik iletiminin zorluğu göz önünde bulundurularak fizibilite çalışmaları kapsamı dışında tutulmuş, 11 Eylül saldırılarının ardından, uluslararası otoritelerce nükleer santralların üzerinden uçuş yapılmaması yönünde alınan karar doğrultusunda, hava koridorları dışında kalan bölgeler tercih edilmiştir. TAEK tarafından santral sahası seçiminde dikkate alınan ekonomik kriterler; elektrik ve pazara ilişkin öngörüler, elektrik iletim sistemi, politik ortam, halkın kabulü, yasal durum, saha hazırlama maliyeti, ayrıca çevresel kriterler; karasal yaşam, karasal bitkiler, suya ait yaşam, nüfus ve sosyolojik kriterler; estetik yaklaşım, tarihi ve

[68] John O'm.Bockırst, Nejat Veziroğlu, Debbi L.Smith, **op. cit.** , s. 96.

arkeolojik sahalar, sosyo-ekonomik faydalar dikkate alınarak fizibilite çalışmaları tamamlanan nükleer santral projesi için belirlenen ve nükleer ada olarak tanımlanan 7 bölge; Beyşehir - Seydişehir (Konya), Nallıhan-Beypazarı, Akçakoca-Ereğli, Sinop (Karadeniz kıyı çizgisi), Akkuyu (Mersin), İğneada (Kırklareli), Kırıkkale - Nevşehir (Kızılırmak hattı boyunca)'dir.[69]

Belirlenen 7 bölge içerisinden Sinop üzerinde durulmaktadır. 2007 yılında başlaması hedeflenen proje için kapasitesi 5000MW olacak üç reaktörün 2015 yılına kadar devreye alınması planlanmaktadır. Hükümet, proje ile ilgili lisans verme işlemlerini gerçekleştirmek üzere Türkiye Nükleer Düzenleme Kurumu oluşturulmasına karar vermiştir.

Ülkemizde nükleer güç santrallerinin kurulmasına ilişkin tartışmalar 1970'li yıllardan beri süregelmektedir. Ancak enerji politikalarında nükleer enerjinin rolünün ne olması gerektiğine yönelik net bir görüş oluşturulamamıştır. İleri bir teknoloji gerektirmekle birlikte, nükleer teknolojinin ülkemize transferi mümkündür. Ancak burada önemli olan enerji politikalarında bağımsızlık unsurunun ön planda olmasıdır. Bu nedenle gerekli AR-GE yapılmadan transfer edilecek bir teknoloji, amacına ulaşmayacaktır. Sözkonusu AR-GE çalışmaları için kaynak ayrılması gerekliliğinin yanısıra, devamlılıklarının da sağlanması gerekmektedir. Bütün bunlarla birlikte ülke yapısı ve koşullarına uygun teknolojinin, sürdürülebilir büyümeye olumlu katkı sağlayacak şekilde transferi sağlanmalıdır. Nükleer enerjiye ilişkin stratejiler belirlenirken, bu teknolojiyi üreten ve yıllar boyu kullanan ülkelerin deneyimlerini de değerlendirmek gerekmektedir.

[69] (Çevrimiçi) http://www.milliyet.com/2006/02/15/ekonomi/aeko.html, 09. 05. 2006.

1.3.8.BOR

Borun dünya toplam rezervi içerisindeki payı %70 civarındadır. Dünyada en fazla bor rezervine sahip olan ülke Türkiye'dir, ikinci sırada yer alan Amerika'nın rezerv oranı ise yaklaşık olarak %23'tür. Dünya bor rezervlerinin kalan kısmı Arjantin, Bolivya, Şili, Çin, İran, Kazakistan, Peru ve Rusya'da bulunmaktadır.

Tablo-1.12: Ülkelerin Sahip Oldukları Bor Rezervleri

Ülke	İşletilen Rezerv Miktarı (ton)	İşletilen Rezerv (%)	Bilinen Rezerv Miktarı (ton)	Bilinen Rezerv (%)
Türkiye	320.000.000	66	803.000.000	63
ABD	60.000.000	12	209.000.000	16
Kazakistan	54.000.000	11	136.000.000	11
Çin	27.000.000	6	36.000.000	3
Güney Amerika	27.000.000	6	91.000.000	7
Toplam	488.000.000	100	1.275.000.000	100

Kaynak: (Çevrimiçi) http://www.foreigntrade.gov.tr/ead/ekonomi/sayi13/bor.htm, 24. 03. 2006.

Bor; askeri ve zırhlı araçlarda, silah namlularında, cam sanayiinde, elektronik ve bilgisayar alanında, enerji sektöründe; güneş enerjisi depolanması ve güneş pilleri koruyucusu olarak, fotoğrafçılık ve görüş sistemleri alanında, ilaç ve kozmetik alanında; mikrop öldürücü özelliğinden ötürü dezenfekte edici, diş macunu, lens solüsyonu, kolonya, parfüm, şampuan yapımında, iletişim alanında; iletkenlik ve koruyucu özelliğinden dolayı cep telefonları, modemler, televizyon üretiminde, inşaat sektöründe; mukavemet artırıcı ve izolasyon amaçlı, kağıt sanayiinde beyazlatıcı olarak, kimya sektöründe; banyo çözeltileri, atık temizleme amaçlı, petrol boyaları, yanmayan ve erimeyen boya, tekstil boyaları yapımında, yapıştırıcı, soğutucu kimyasal yapımında, korozyon önleyici, mürekkep, pasta ve cilaları, kibrit, kireç önleyici, dezenfektan sıvılar, sabun, toz deterjan, ahşap malzeme koruyucusu,

boya ve vernik kurutucusu, makine, nükleer ve otomobil sanayiinde, spor malzemelerde, tarım sektöründe, biyolojik gelişim ve kontrol kimyasalları, gübre, böcek öldürücülerde, tıp alanında, uzay ve havacılık sanayiinde kullanılmaktadır.[70]

Türkiye bor rezervleri açısından dünya sıralamasında birinci ülke olmasına rağmen, bu konumunun avantajlarını değerlendirememektedir. Uygulanan yanlış politikalar sonucunda hammadde olarak ihraç edilen bor, ihraç edilen fiyatın 3-4 misli fiyat ile işlenmiş olarak yeniden ithal edilmektedir.

1.4. YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARININ ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Nüfus artışına paralel olarak çeşitlenen ihtiyaçlar karşısında, yeni kaynaklar bulma gerekliliği ortaya çıkmıştır. Zamanla daha fazlasına ihtiyaç duyan insan, yakılmasıyla daha fazla enerji açığa çıkaran yakıtlara yönelmiştir. Fakat bu yakıtların çevreye ve atmosfere verdiği zarar, sağladığı faydayı geride bırakmıştır.

Fosil yakıt bağımlılığının; arz yeterliliği, fiyat istikrarı ve temin güvenliği gibi dezavantajlarının ötesinde, bir de çevre üzerinde ortaya çıkan yerel, bölgesel ve küresel olumsuzlukları vardır.

Yerel düzeyde en yaygın ve ciddi sorun kentlerdeki hava kirliliğidir. Isınma amacıyla kullanılan yakıt türlerinin yol açtığı yoğun kirlilik, kömür madenlerinin drenajı, boru hatlarından, tankerlerden ve yeraltı yakıt depolarından sızıntılar ve petrol rafinerilerinin emisyonları yeraltı su kaynaklarının kirlenmesine yol açmaktadır. Bölgesel ölçekte, fosil yakıt kullanan taşıtlar ve güç santrallerinin emisyonları tarım ürünlerine, ormanlara ve kamu sağlığına zarar vermektedir. Küresel ölçekte ise iklim değişikliği ortaya çıkmaktadır. Fosil yakıt kullanımı sonucunda oluşan parçacık emisyonları atmosfere giren ışınları geri yansıtmak suretiyle soğutma, seragazı emisyonları ise yeryüzünden yansıyan ışınları daha ziyade yutmak suretiyle ısınma etkisi yaratmaktadır. Kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların iklim değişikliğine yol açmalarının nedeni, yanma sırasında ortaya çıkan CO_2 ve metan gibi sera gazlarının bünyelerinde ısı tutma özelliğine sahip olmalarıdır. Güneş gün boyu atmosferin içine ısı ve ışığını vermektedir. Doğal

[70] (Çevrimiçi) http://www.elyadal.org/pivolka/04/bor2.htm, 24. 03. 2006.

döngünün devamı için bu ısının tekrar uzaya transferi gerekmektedir. Oysa fosil yakıtların kullanımı ile ortaya çıkan sera gazları, ısının bir kısmının atmosferde tutulmasına yol açmaktadır. Böylece dünya ısınmaya ve iklim değişmeye başlamaktadır.

Fosil yakıtlar yakıldığında altı sera gazının açığa çıkmasına neden olmaktadırlar; bunlardan en belirleyici olanları karbondioksit ve metan, diğerleri ise kükürt, partikül madde, azotoksit, kurum ve küldür. Sözkonusu gazların etkilerini yanma sırasında ortaya çıkan karbonmonoksitin (CO) oksijenden çok daha hızlı bir şekilde kandaki hemoglobine tutunarak vücuttaki oksijeni bloke etmesi, kömür ve petrolün yanmasıyla ortaya çıkan kükürtdioksitin (SO_2) kokusuyla farkedilir boyutlarda olması, sülfirik aside dönüşmesi ile insan sağlığına ve çevreye ciddi zararlar vererek kansere yol açması, doğalgazın yanmasıyla ortaya çıkan kokusuz ve gözle görülmeyen azotoksitin (NO_x) ise güneş ışınları altında reaksiyona girerek nitrata dönüşmesi ile akciğerlerin koruma mekanizmasından geçen nitratın vücutta nitrik aside dönüşerek, bağışıklık sistemini çökertmesi şeklinde özetlemek mümkündür.[71]

Dünya genelinde karbondioksit emisyonlarında ilk beş ülke; ABD, Çin, Rusya, Japonya ve Hindistan'dır. Beş ülke toplam emisyon hacminin %51'inden sorumludurlar. Diğer ülkeler, %12 payla Almanya, İngiltere, Kanada, İtalya ve Fransa'dır. Sözkonusu emisyonların 2010 yılında 7.8, 2020 yılında 9.8 milyar ton karbon eşdeğerine yükselmesi beklenmektedir. Sözü edilen artış içerisinde gelişmekte olan ülkelerin payının ilk on yılda %81, ikinci onyılda ise %76 olacağı tahmin edilmektedir.[72]

Uzmanlar fosil yakıtların etkilerini kısa ve uzun vadeli olarak değerlendirmektedir. Kısa vadede oluşan sonuçlar artık yaşamımızın bir parçası haline gelmiştir; sıcaklık arttıkça buzlar anakütleden koparak erimekte, çığ olayları artmakta, böylelikle fazla miktarda su dolaşıma girmektedir. Sonuç olarak sel

[71] Tanay Sıtkı Uyar, "Yenilenebilir Enerji", (Çevrimiçi) http://www.bugday.org/article.php?ID=79, 08. 01. 2004.

[72] (Çevrimiçi) http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjive dogalkaynaklar/raporlar/raporedk.pdf, 09. 04. 2005.

felaketleri, fırtınalar, kasırgalar oluşmaktadır. Deniz kıyısında yaşayan binlerce kişi sel suları altında ölmekte, ürünler telef olmaktadır.

Küresel ısınmanın uzun vadede öngörülen sonuçları daha da korkutucudur; ortalama sıcaklık artışı bu hızla devam ederse, 2020 yılında deniz seviyesinin 1 metreye kadar yükseleceği ve dünyanın büyük kentlerinin sular altında kalacağı belirtilmektedir. Sular altında kalma tehlikesiyle karşı karşıya olan 77 ada devleti ve Malta'nın insiyatifi ile ülkeler 1992 yılında Rio Çevre Zirvesi'ne giden süreci başlatmışlardır.

Dünyanın çevre sağlığının bozulması ile ilgili uluslararası ilk küresel çalışma 1972 Haziran'ında Stockholm'de toplanan B.M. Çevre Sorunları Konferansı olup insanın doğa karşısındaki tutumunun kesinlikle değişmesi gerektiğinin belgelenmesi bakımından büyük önem taşımaktadır ve takiben Brundtland Raporu, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Konferansları, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, Kyoto Protokolü ve BM Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi düzenlenmiştir.[73]

1997 yılında gerçekleşen Kyoto İklim Protokolü'ne göre; Avrupa Birliği 2002 yılı itibariyle CO_2 emisyonunu 1990 yılı değerlerinde sabitlemeyi ve 2008-2012 yılları arasında da tüm sera gazlarının emisyonunu 1990 değerleri üzerinden %8 oranında azaltmayı kabul etmiştir ki bu CO_2 emisyonunun 346 milyon ton ya da başka bir deyişle[74] OECD ülkelerinin 2010 yılına kadar CO_2 emisyonlarını mevcut eğilimlerin devamı halinde erişecekleri düzeyin %30 kadar altına çekerek 3.8 milyar ton azaltmaları anlamına gelmektedir. Atmosfere yaydığı sera gazı miktarıyla ilk sırada yeralan ABD'yi sırasıyla Avustralya, Kanada, Yeni Zelanda, İrlanda, Hollanda, Danimarka, Çek Cumhuriyeti, Belçika, Almanya, Norveç, İngiltere, Japonya, Yunanistan, Slovakya, Avusturya, Fransa, Letonya, İsveç ve İsviçre izlemektedir; en alt sırada yer alan İsviçre'de kişi başına atmosfere salınan sera gazı miktarı yılda 2 tondur.[75]

Enerji faaliyetlerindeki en önemli çevre sorunları genellikle sanayide,

[73] Umur Gürsoy, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, Ankara, 2004, s. 28.
[74] **Ibid.**
[75] (Çevrimiçi) http://www.milliyet.com.tr/2006/02/24/guncel/gun00.html, 24. 02. 2006.

ısınmada, ulaşımda ve elektrik üretiminde fosil yakıtların kullanılması sonucu atmosfere salınan sera gazı emisyonlarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca yerli linyitlerin kalite ve ısıl değerlerinin düşük, kükürt ve kül oranlarının yüksek olması, fuel-oil, benzin, mazot vb. sıvı yakıtların yeterli kalitede olmaması sözkonusu kirletici emisyonlarının yüksek seviyelerde olmasına neden olmaktadır.

Dünya enerji arzında beklenen yetersizliklerin aşılması, olumsuz çevre etkilerinin sınırlandırılması ancak enerji alanındaki araştırmaların getireceği çözümlerle sağlanabilir. Ne var ki teknolojik araştırmaların yeni ürünler sunması ve bu ürünlerin ticarilik kazanıp piyasalarda kendilerine yer edinmeleri zaman almaktadır.

Ülkemizde enerji kaynaklarının verimli kullanılması ile çevre kirliliğinin azaltılmasına yönelik enerji tasarrufu çalışmaları Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) bünyesinde kurulan Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (UETM) tarafından yürütülmektedir.

Türkiye'nin enerji alanında tüm diğer gelişmekte olan ülkelerinkine benzer bir konumu vardır; az enerji tüketmekte, fakat tükettiği az enerjiyi verimli ve temiz bir şekilde kullanamamaktadır. Bu durumu düzeltebilmek için ekonomik büyüme ile sağlayacağı kaynak artışından ayıracağı payı, enerji arz ve tüketim sistemini daha verimli ve temiz bir yapıya dönüştürmeye yönelik olarak kullanmalıdır.

Türkiye, enerji üretim politikasını 21.yüzyılda fosil kaynaklı petrol, doğalgaz ve kömüre dayalı olarak planlamıştır. Ancak bu durum ileride çıkacak krizlerin habercisidir. Çünkü hem bu kaynaklar 2050-2060 yıllarında bitecektir, hem de bu kaynaklar çevreyi kirletmekte, insan sağlığını ciddi şekilde tehdit etmektedir.

Ülkemizin gerek çevre güvenliğine katkı sağlayacak potansiyele sahip olan, gerekse 21.yy'ın enerji teknolojisini temsil eden yenilenebilir enerji teknolojilerine ilişkin stratejilerini belirlemesi gerekmektedir. Son yıllarda hızla artan nüfus, sanayileşme, kentleşme ve yaşam kalitesinin yükselmesi ile Türkiye'de ve dünyada enerji tüketimi artmış, bu durum fosil enerji kaynaklarının hızla tükenmesine ve dolayısıyla çevre kirliliğine yol açmıştır.

Fosil yakıtlar, güneş enerjisinin milyonlarca yıllık depolanmasıyla oluşmuştur. Bu kadar uzun süreçte oluşan bu kaynaklar halen uygulanan enerji

dönüşüm sistemleriyle, oluşumlarından çok daha kısa sürede tüketilmektedir.[76] Fosil yakıtların doğaya ve canlıların sağlığına verdiği zararlar belirgin şekilde ortadadır. Kömür, doğalgaz, petrol gibi kaynaklar gelişebilmek için tüketildikçe; atıkları ile hava, su, toprak da tükenmeye başlamıştır.

Gerek nüfus artışları, gerekse yoğun bir şekilde devam eden sanayileşme CO_2 emisyonundaki artışı da beraberinde getirmektedir. Enerji kaynaklarının yoğun olarak kullanıldığı sektörlerden biri şüphesiz ulaşım sektörüdür. Taşıt sayısının hızla arttığı Güneydoğu ve Güneybatı Asya ülkelerindeki düşük milli gelirli gelişmekte olan ülkeler arasında, %6 ve %8 oranında değişen büyüme hızı ortak özelliktir ve Avusturalya, Singapur, Hong Kong ve Çin gibi yüksek milli gelire sahip ülkelerden fazladır.[77] Tahminlere göre ulaşım sektöründe meydana gelen CO_2 emisyonunun %84'ü yol ulaşımı kaynaklıdır ve 1990-2010 yılları arasında ulaşımdan kaynaklanan CO_2 emisyonunun %50 oranında artacağı belirtilmektedir.[78]

Çevrenin korunmasını ve kalitesinin yükseltilmesini hedefleyen çevre politikaları içerisinde yenilenebilir enerji kaynakları önemli yere sahiptir. Rüzgar, hidrolik, güneş, jeotermal, deniz-dalga ve biyokütleden elde edilen enerji türleri yenilenebilir enerji kaynakları olarak isimlendirilmektedir. Bu kaynaklar; rüzgarı, suyu ve atıkları ısı, elektrik ve yakıta dönüştürmektedir.

Enerji, bütün dünyada olduğu gibi ülkemiz için de vazgeçilmez niteliğe sahiptir ve kalkınmanın sürdürülebilirliği açısından temini şarttır. Bu noktada, ülkedeki enerji kaynaklarının ve bu kaynakların potansiyelleri belirlenirken, enerji üretim ve tüketim özelliklerinin ortaya konulması gerekmektedir.

Türkiye'nin enerji üretim ve tüketiminde fosil yakıtlar önemli bir yer tutmaktadır. Ancak fosil enerji kaynakları kullanımının üretim aşamasından başlayarak kullanıma hazırlanması, taşınması, dağıtımı ve tüketimine kadar olan işlemler sırasında hava kirliliği, çevre kirliliği ve sağlık sorunları, küresel ısınma ve iklim değişiklikleri, deniz kirliliği, nükleer atık sorunları, endüstriyel atıklar, enerji

---

[76] Oğuzhan İlgen, A. Nilgün Akın, "Biyokütle ve Hidrojen Enerjisi", **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK) 2005**, Kocaeli, Kocaeli Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 2005, s. 365.

[77] United Nations, **Economic and Social Commission For Asia and The Pacific End-Use Energy Efficiency and Promotion of A Sustainable Energy Future,** Sayı:39, New York, United Nations Publications, 2004, s. 40.

[78] İKV, **op. cit.** , s. 28.

darboğazı ve ekonomik durgunluk, elektrik enerjisi ve yakıt fiyatlarının sürekli artması, işsizlik ve savaşlar, çevre kirliliği ve iklim değişiklikleri gibi doğal dengeyi ve insan sağlığını kötü yönde etkileyen bir dizi olumsuzluğu mevcuttur.[79]

Fosil yakıtların yoğun bir şekilde yakılması sonucunda başta karbondioksit olmak üzere atmosferdeki sera gazları oranı giderek artmış ve buna bağlı olarak "sera etkisi nedeniyle küresel ısınma" tehlikesi ortaya çıkmıştır.[80] Sıcaklık artışının ne gibi sonuçlar doğuracağı incelendiğinde meydana gelebilecek 10 derecelik sıcaklık artışının kutuplardaki buzulların erimesine, deniz seviyesinin yükselmesi dolayısıyla sellere neden olarak dünyanın iklimini etkileyeceği, ekonomik ve politik alanlarda kaos yaşanacağı belirtilmektedir[81] ki Bangladeş ve Çin'de bu nedenle her sene 4000-5000 kişi hayatını kaybetmektedir[82]. Ayrıca 20 yıl içerisinde deniz seviyesinde 1m yükselme beklenmektedir. Belirtilen yükseklik birçok ada devletinin yok olması anlamına gelmektedir. Dünya üzerinde 243 noktadan 30 yıl boyunca alınan ölçümler deniz seviyesinin halihazırda 15 cm yükselmiş bulunduğunu ortaya koymaktadır.[83]

Enerjinin dünyanın ve insanoğlunun varlığı için vazgeçilmez nitelikte olduğu tartışmasız bir gerçektir. Ancak enerji kaynaklarının kullanılması sonucunda ortaya çıkan olumsuzlukların dünyamız üzerindeki etkileri dikkatli ve planlı hareket etmenin zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Ülkeler enerji politikalarını belirlerken, kaynakların kullanımı sonucu ortaya çıkan olumsuz etkilerin nasıl giderilebileceğini de göz önünde bulundurmalıdırlar. Bu noktada sürdürülebilir kalkınma ile birlikte çevrenin korunması ve geliştirilmesi, doğal kaynakların yönetimi, insan sağlığı ve doğal dengenin korunması şartıyla sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanması, artan enerji talebinin karşılanması ile bundan kaynaklanan çevresel etkiler arasındaki dengenin sağlanması, gelecek nesillere doğal bir fiziksel ve sosyal çevrenin bırakılması Türkiye'nin çevre politikasının ana prensipleridir.[84]

---

[79] Yaman, **op. cit**.
[80] Türe, **op. cit.** , s. 2.
[81] Robert H.Lauer, Jeanette C.Lauer, **Social Problems and The Quality of Life**, New York, Mc.Graw Hill Publications, 2002, s. 590.
[82] TürkiyeEnerji Forumu Komitesi, **op. cit.** , s. 118.
[83] John O'm. Bockırs, T.Nejat Veziroğlu, Debbi L.Smith, **op. cit.** , s. 57.
[84] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları**, Ankara , Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayınları, 2004, s. 2-99.

Önemli birer enerji kaynağı olmalarına rağmen fosil kaynakların çevre üzerinde yarattığı olumsuz etkiler, şimdi ve gelecekte insanlık için tehdit unsurudur. Alternatif enerji kaynaklarına yönelmenin altında yatan temel amaç; enerji kaynaklarını çeşitlendirmenin yanısıra, çevre üzerindeki olumsuz baskıyı da azaltabilmektir. Gittikçe yaygınlaşan yeni, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile fosil kaynak kullanımının olumsuz sonuçları bertaraf edilmek istenmektedir.

Türkiye'de enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması için, enerji ithalatının ve maliyetinin ekonomi üzerinde oluşturduğu yükün hafifletilmesi gerekmektedir. Üretim seviyesini düşürmeksizin, yaşam kalitesinden de ödün vermeden enerjinin verimli kullanılması sağlanmalı, enerji tüketiminin yarattığı çevre kirliliğini engelleyecek düzenlemeler yapılmalıdır. Yenilenebilir kaynakların değerlendirilebilirliğinin enerji politikaları içerisinde öncelikli olarak ele alınması, enerji tüketiminde, üretim ve dağıtım sistemlerinde bu kaynakların kullanılmasına çalışılması, yenilenebilir enerji teknolojilerinin yurtiçinde üretilebilmeleri için çalışmaların yapılarak gerekli teşviklerin sağlanması, rüzgar ve güneş enerjisinden elektrik elde edilmesine yönelik çalışmaların hızlandırılarak, bu alanda yatırım yapmanın cazip hale getirilmesi, enerji tasarrufunun sağlanarak, enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir kaynakların ulaşım araçlarında kullanılabilirliği üzerinde çalışmalar yapılarak ulaşımda yakıt olarak kullanılabilecek kolza, soya fasülyesi, ayçiçeğinden üretilen ve dizel yerini alabilecek, sadece biyodizel olarak yakılabileceği gibi geleneksel dizel ile karışım halinde de kullanılabilecek farklı biyolojik seçenekler üzerinde araştırmaların yapılması Türkiye'de enerji tüketiminin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini sınırlayacak politika seçenekleridir. [85]

[85] İKV, **op. cit.** , s. 27.

1.5. AVRUPA BİRLİĞİ ENERJİ PROGRAMLARI

Enerji, Avrupa Birliği Ülkeleri'nin belirlediği ortak programlar içerisinde önemli bir konuma sahiptir. Uygulanmakta olan enerji programları incelendiğinde, ülkelerin birbirlerinin siyasi, ekonomik ve politik şartlarından etkilendiği gözlemlenmektedir. 1951 yılında kurulan Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu (AKÇT) ve 1958 yılında kurulan Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu (AAET) ülkelerin ortak uygulamaları, kararları ve davranışlarında enerji kaynaklarına ve bu kaynakların kullanımına yönelik attıkları ilk adımlardır.

Özellikle 1973 yılında yaşanan petrol krizinden önce Avrupa Birliği Ülkeleri'nin enerji kaynaklarının kullanımında pek de tasarruflu davranmadıkları, bu durumun sonucu olarak da ithalata bağımlılık oranının yüksek düzeylerde seyrettiği görülmektedir. Enerji konusundaki dışa bağımlılık güncelliğini korumaktadır. Avrupa Birliği Ülkeleri'nin enerji ihtiyacının hemen hemen yarısı ithalat ile karşılanmakta ve mevcut eğilimler devam ettiği takdirde bu değerin 2030 yılında %70'lere ulaşması beklenmektedir. Bu durum dış enerji kaynaklarına bağımlılığın boyutlarını ortaya koymaktadır. Petrol krizi, enerji konusunda dışa bağımlılığın ülkelerin ekonomilerinde ciddi sorunlara yol açtığını, bu bağımlılığı ortadan kaldırmak ya da azaltabilmek için yeni enerji politikalarına olan ihtiyacı ortaya koyması bakımından önemlidir.

Konu Türkiye için ele alındığında, ülkemizin çok çeşitli birincil enerji kaynaklarına sahip olduğu görülmektedir. Fakat kaynaklardan yararlanma ve kullanma olanaklarının sınırlılığı, ülkemizdeki enerji tüketiminin neredeyse yarısının petrole dayalı olması dolayısıyla dışa bağımlılık, ülke ekonomisi üzerinde ciddi bir yük teşkil etmektedir.

1980'li yıllara gelindiğinde çevre konusu ve korunması ile çevre politikalarının gündeme geldiği görülmektedir. İnsanın varlığı, varlığının devamı için olmazsa olmaz niteliği olan enerji kaynaklarının kullanımı esnasında çevreye verdikleri zararın azaltılması yönünde ne gibi uygulamaların gerekli olduğu araştırılmış, enerji kullanımının olumsuz etkilerinin küresel boyutlarda ortaya

çıkmasını takiben, çevreyi tehlikeye atmayacak uygulamalar ile ilgili araştırma ve geliştirme programları yürütülmüştür. 1980'li yılların sonunda ise sektörde ortaya çıkan rekabet, Avrupa Birliği Ülkeleri'nde enerji yönünde eğilimlerin güçlenmesine neden olmuştur.

Avrupa Birliği'nde enerji alanında yapılan uygulamalardan biri 11 Kasım 2003 tarihli komisyon kararı ile "Avrupa Elektrik ve Gaz Düzenleme Grubu"'nun kurulmasıdır. Grubun amacı farklı ülkeler arasında işbirliği ve koordinasyonu sağlayarak ulusal düzenleme kurumlarına danışmanlık yapmanın yanısıra, her geçen gün şiddetlenen uluslararası rekabet karşısında iç pazarın tamamlanarak, yeni üyelerin sisteme entegrasyonuna yardımcı olmaktır. Yapılan çeşitli anlaşmalarla, kömür ve petrol ürünlerinin herhangi bir kısıtlama ile karşılaşmadan dolaşabildikleri tek bir pazar kurulmuştur. Fakat doğalgaz ve elektriğin şebekeler içinde taşınması ve dağıtılması gerekliliği olayı biraz daha karmaşık hale getirmektedir. AB enerji politikası, doğalgaz ve elektrik piyasalarının serbestleşmesi yönünde ilerlemektedir. Avrupa Komisyonu'nun 2004 Mart ayında yayımladığı 3.Enerji Piyasaları İzleme Raporu'na göre üç ülke grubu; piyasasını %100 oranında açan Avusturya, Danimarka, İspanya, Almanya, Finlandiya, İsveç, İngiltere, piyasasını %30-%100 oranları arasında açan Belçika, Fransa, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Lüxemburg, Hollanda, Portekiz, Polonya, Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Macaristan, Slovenya ve piyasasını %30'un altında açan Estonya, Letonya, Litvanya, Güney Kıbrıs, Malta'dır.[86]

Yapılan çalışmalar AB'de sera gazı emisyonunun yükselişte olduğunu ortaya koymaktadır. Birlik içinde yenilenebilir kaynakların kullanımı artırılarak CO_2 yayınımının azaltılması ile, yenilenebilir kaynak payının sektördeki artışının enerji arzında sürdürülebilirliği sağlaması hedeflenmektedir. Böylelikle dışa bağımlılık azaltılarak, arz güvenliğine de katkıda bulunulmuş olacaktır. Birlik ülkeleri elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili politikaların birliğin çevre ve tarım politikaları ile uyumlu hale getirilmesi, enerji verimliliği ve vergilendirme konuları üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir.

[86] **Ibid.** , s. 21.

Enerji politikaları; çevre korunması, sanayi, rekabet kanunu, dış ilişkiler ve dış ticaret politikaları ile de yakından ilişkilidir. Bu nedenle etkili, verimli ve sürdürülebilir enerji politikalarına sahip olmak, ülkeler için son derece önemlidir. Bu bağlamda enerji alanında uygulanmakta olan Avrupa Birliği Programları'ndan en önemlileri[87];

ALTENER II: AB Komisyonu'nun özellikle rüzgar ve sudan yenilenebilir enerji elde edilmesi ile ilgili programlarıdır. Programın hedefleri yenilenebilir kaynakların potansiyelini geliştirmek amacı ile alınmış olan topluluk tedbirlerinin uygulanması ve tamamlanması, yenilenebilir enerji pazarındaki ürünlerin ve araçların uyumlaştırılması, yatırımcıların güvenini artıracak altyapı çalışmalarına destek verilmesi, uluslararası, ulusal, bölgesel ve yerel düzeyde bilgi koordinasyonunun geliştirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin işlevsel kapasitesinin artırılması ve birliğin yenilenebilir enerji stratejisinin uygulanmasıdır.

SAVE: Sözkonusu program ile sanayide, ticarette ve ulaşım sektöründeki enerji tüketiminde tutumlu olunması teşvik edilmektedir.

COOPENER: Uluslararası alanda enerjinin etkin kullanımını ve yenilenebilir kaynaklardan enerji arzının sağlanmasını teşvik etmektedir.

STEER: Faaliyet alanı ulaştırmada enerji konusudur.

SYNERGY: Program AB üyesi olmayan ülkelerle enerji politikasının katılımcılara fayda sağlaması amacı ile, işbirliği faaliyetlerinin şekillendirilmesi ve uygulanması için finansman sağlamaktadır. Diğer AB programlarının aksine Synergy, AB enerji siyasetinin dış boyutunu ele almaktadır.

CARNOT: Amacı CO_2 emisyonu dahil olmak üzere, emisyonların sınırlandırılması ve varolan en iyi teknolojilere karşılanabilir fiyatlarla ulaşmaktır.

SURE: Nükleer sektördeki faaliyetler üzerine yoğunlaşmış bir programdır.

TRANS AVRUPA ENERJİ AĞLARI (TEN-Energy)

Enerji projeleri ile arz güvencesini iyileştirmek, AB'nin sosyal ve ekonomik uyumuna ve enerji iç pazarının gelişmesine katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Böylelikle düzenli bir elektrik ve gaz akımı güvence altına alınmak istenmektedir.

[87] **Ibid.** , s. 48.

İKİNCİ BÖLÜM
TÜRKİYE'NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI
ve
ÜRETİM İMKANLARI

2.1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ EKONOMİK DÜZEN İÇERİSİNDEKİ YERİ ve ÖNEMİ

Dünya enerji ihtiyacının %95'ini karşılayan fosil yakıtlar; petrol, doğalgaz, kömür, linyit, asfaltit ve nükleer yakıtlar çağımızın enerji kaynakları olmaları dolayısıyla yüksek kullanım oranlarına sahip olmakla birlikte, yeryüzünde sınırlı miktarda bulunmaktadırlar. 2030 yılı itibari ile dünya kömür rezervlerinin %25'i, petrol rezervlerinin %84'ü, doğalgaz rezervlerinin ise %64'ünün tükenmiş olacağı tahmin edilmektedir.[1] Petrol kaynaklarının sınırlı miktarda olduğu, oluşumlarını sağlayan güneşe güç veren hidrojenin yaklaşık 5 milyar yıllık bir süre içinde azalmaya başlayacağı bilim adamları tarafından dile getirilmektedir. Sürekli artmakta olan enerji ihtiyacı problemi; yeni, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak suretiyle çözülebilecektir. Yeni enerji teknolojileri sayesinde, daha az girdi ile daha fazla çıktı sağlanacak, böylelikle bir verimlilik artışı da sağlanabilecektir.

Yenilenebilir enerji kaynakları; doğanın kendi evrimi içinde bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Bugün yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar yakılınca biten ve yenilenmeyen enerji kaynaklarıdır, oysa rüzgar, hidrolik (su), güneş ve jeotermal gibi doğal kaynaklar yenilenebilir, temiz enerji kaynaklarıdır.[2] Ayrıca kullanım açısından dünyada pek yaygın olmamakla birlikte; dalga, med-cezir (gel-git), çöpten sağlanan metan gazı ve kanalizasyon kaynaklı ısınma ve elektrik üretimi için elde edilen enerji de

---

[1] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları**, Ankara , Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayınları, 2004, s. 1-9.
[2] Tanay Sıtkı Uyar, "Enerji", (Çevrimiçi) http://www.bugday.org/article.php?ID=79, 08. 01. 2004.

yenilenebilir kaynaklar arasında yer almaktadır.[3] Alternatif enerji kaynaklarından güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, biyokütle ve jeotermal enerji günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır, med-cezir (gel-git), dalga ve buzul enerjisi, deniz akıntısı ve deniz suyu sıcaklığı ile yerkabuğu enerjileri halen önemli kullanım değerlerine ulaşamamış olup, füzyon enerjisi de henüz araştırma aşamasındadır. Sözkonusu kaynaklardan orta vadede gelişme potansiyeline sahip olanlar rüzgar enerjisi, fotovoltaikler ve yakıt hücreleri olmak üzere çeşitli formlarıyla güneş enerjisi şeklinde sıralanabilir.

Fosil ve hidrolik enerjinin de asıl kaynağı olan güneş enerjisi doğal ısıtmanın yanında kullanım suyu ve sera ısıtması, hidrojen üretimi, elektrik üretimi gibi ticari enerji kaynağı olarak da gelişmektedir. Toplayıcılar vasıtasıyla sıcak su ihtiyacını karşılamada güneş enerjisi oldukça ekonomik bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu özelliğinden ötürü çok geniş kullanım alanı bulmaktadır. Ancak parabolik aynalarla güç üretiminin oldukça pahalı olması, kullanım alanlarının daha da genişletilmesinin önünde engel teşkil etmektedir. Rüzgar santrallari ise fosil kaynaklı rakipleriyle ekonomik bir kaynak olma ve sağladıkları güç düzeyi açısından yarışmaktadır. Güneş ve rüzgarın kesintili kaynaklar olmaları, yoklukları durumunda da kullanılabilmeleri için depolanıp saklanmalarını gerektirmektedir. Bu da başka enerji formlarına dönüştürülerek sağlanabilir. Fakat her çevrim yitirilen enerji ile, toplam enerji veriminin biraz daha azalması anlamına gelmekte ve netice itibariyle kaynaklar pahalıya mal olmaktadır.

Enerji kaynaklarının verimlilikleri konuma önemli ölçüde bağlıdır. Devamlı olarak aynı performansı sergilemeyen rüzgar, güneş ve dalga gibi yenilenebilir kaynakların, şebeke bağlantısının bulunmadığı durumlarda yedeklenmesi gerekmektedir. Depolanma ve yedeklenme gereklilikleri arz güvenliği açısından önem taşımasının yanısıra, tam bir maliyet analizi yapmanın önünde de önemli bir engeldir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile ilgili dikkati çeken bir diğer nokta tesislerin yüksek kurulum maliyetleridir. Bu durum, sözkonusu kaynakların sektörde rekabet etmeleri önündeki önemli bir engeldir. Ancak çeşitli destek ve teşvikler ile yenilenebilir kaynakların enerji sektörüne girişleri ve yerleşmeleri

[3] **Ibid**.

sağlanabilir. Teşvikler ve yardımlar emisyon ticareti, yenilenebilir enerji sertifikasyonu, telafi edici fonlar, vergi indirimleri, sabit fiyatlar, AR-GE desteği, elektrik ağlarına öncelikli giriş hakları, işletme sübvansiyonları, şu anda karlı olan diğer kaynaklardan aktarılacak katkılardır.[4] Yapılacak düzenlemelerle yenilenebilir kaynak kullanımı özel sektör için cazip hale getirilebilecek, sadece enerji üreticileri açısından değil, tüketiciler açısından da özendirici niteliğe sahip olabilecektir.

Karbondioksit emisyonlarını azaltarak çevrenin korunmasına katkıda bulunmaları, yerli kaynaklar oldukları için enerjide dışa bağımlılığı azaltmaları, istihdam artışı sağlamaları, çevresel etkileri dolayısıyla kamuoyundan geliştirilmelerine ve kullanılmalarına güçlü destek almaları yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemli üstünlükleridir.[5]

Bazı ülkeler alternatif enerji kaynaklarından ciddi ölçüde yararlanmaktadırlar. "Avrupa'da Enerji ve Ulaşım:2030'a Doğru" başlıklı araştırmaya göre; şu anda Avrupa'nın enerji kaynakları içerisinde yenilenebilir enerjinin miktarı %6 olarak belirlenmiş, 2030 yılında bu oranın ancak %8'e ulaşacağı öngörülerek, AB genelinde rügar ve güneş enerjisinde Danimarka, Almanya ve İspanya'nın, özellikle güneş enerjisi alanında Avusturya, Yunanistan ve yine Almanya'nın önemli ilerlemeler kaydettiği vurgulanmıştır.[6] Avusturalya'nın elektrik üretimininin %8.2'si su olmak üzere %10'unu yenilenebilir kaynaklar oluşturmaktadır.[7] Almanya 5400 MW kurulu gücü ile rüzgar enerjisi alanında ilk sıralardadır. Avrupa Birliği Enerji Bakanları, 2010 yılına kadar yenilenebilir kaynakların, birliğin toplam elektrik enerjisi üretimindeki payının %22'ye çıkartılmasını hedeflemektedir. Gelecekte bu ülkeler önemli tüketim paylarına ulaşacaklardır. Dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynakları konusunda cesur adımlar atılmaktadır. ABD'de 1 milyon konut ve işyeri çatısının yerinde kullanım amacıyla fotovoltaik panellerle donatılması için, vergi teşvikleri getiren bir program başlatılmıştır.

---

[4] Tuğrul Arat, Sanem Baykal, "Avrupa Birliği Çevre Politikası Bağlamında Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye", **AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye**, Ankara, Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı Yayınları, 2004, s. 98.

[5] **Ibid.** , s. 84.

[6] İKV, Avrupa Birliği'nin Enerji ve Ulaştırma Politikaları ve Türkiye'nin Uyumu, İstanbul, İktisadi Kalkınma Vakfı Yayınları, 2004, s. 34.

[7] IEA, **Energy Policies of IEA Countries, Australia, 2001, Review, 2001**, France, International Energy Agency and OECD Publications, 2001, s. 48.

Temiz olmaları, hava, su, çekirdeksel kirliliği, sera etkisini (küresel ısınma) ve toprak erozyonunu azaltmaları, flora-faunanın korunmasına yardımcı olmaları, yenilenebilir (tükenmez), yerli, ekonomik olmaları, dış maliyetlerinin, yakıt, güvenlik, işletme, atıkların yok edilme, ekonomik ömür sonu sökülme maliyetlerinin az olması, iş alanlarının (istihdam olanakları) fazla olması, enerji sektöründe ülkenin bağımsız olmasını sağlamaları, iç ve dış barışı destekleyici olmaları, çağdaş, bugünkü ve gelecek kuşakların haklarına saygılı olmaları, ekolojik olmaları, toplumsal ve ekonomik gelişmeyi desteklemeleri, yakıt tekellerinin kırılmasını sağlamaları, çekirdeksel silahların çoğalma riskini azaltmaları, sigorta şirketlerince sigortalanabilmeleri, hayatımızı devam ettirebilmemiz için vazgeçilmez olan enerjinin temini konusunda, önemli birer alternatif olan yenilenebilir enerji kaynaklarının genel özellikleridir.[8]

Bütün ülkeler uygulamaya koydukları politikalar ile büyümeyi hedeflemektedirler. Büyüme; ulaşım, konut, sanayi ve tarım sektörlerinin varlığı için vazgeçilmez niteliğe sahip enerji kaynaklarının sürekli ve güvenilir biçimde sağlanabilmesi ile mümkündür. Günümüzde küreselleşme olgusunun doğal bir neticesi olarak birbirine sıkı sıkıya entegre olmuş ülkeler için enerji arzı; enerjinin sağlanması, depolanması, iletimi ve dağıtımı ile enerji politikaları içerisinde üzerinde en çok durulan konular arasındadır.

Özellikle 1973 yılında yaşanan petrol krizi sonrasında ortaya çıkan fiyat artışlarının ülke ekonomileri üzerinde yarattığı olumsuz etkiler, enerji politikaları oluşturulurken dışa bağımlılığın en aza indirgenmesi ve kaynak çeşitliliğinin yerli kaynaklar gözönünde bulundurularak genişletilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. İşte bu noktada alternatif enerji kaynakları cazip seçenekler olarak karşımızda durmaktadır. Sözkonusu kaynaklar dışa bağımlılık sorununu ortadan kaldırmakta, böylelikle hem ödemeler dengesi üzerindeki yük hafifletilmekte, hem de dünya genelinde meydana gelecek bir takım arz şoklarının ekonomi üzerinde yaratacağı olumsuz etkiler azaltılabilmektedir.

[8] Umur Gürsoy, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Ankara, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, 2004, s. 121.

2.2.TÜRKİYE'NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Son yıllarda, tüm dünyada geniş kullanım alanı bulan yenilenebilir enerji kaynaklarına dair verilen bilgilerden sonra, bu başlık altında ülkemizin sahip olduğu alternatif kaynak potansiyeli, sözkonusu kaynaklar tek tek ele alınarak incelenecektir.

2.2.1.RÜZGAR

Alternatif enerji kaynakları arasında kullanımı her geçen gün yaygınlaşan rüzgar enerjisi ve Türkiye'de rüzgardan enerji kaynağı olarak yararlanma olasılıkları, bir sonraki bölümde detaylı olarak incelenecektir.

2.2.2.GÜNEŞ

Dünyada hayatın varlığı ve devamı için vazgeçilmez olan güneş; diğer enerjiler için de bir kaynaktır, çeşitli dönüşümleri ile doğada yeni enerjiler oluşur.

Doğal dönüşümler; toprak ve su ısınması, fotosentez (bitki-hayvan ve insan-fosil yakıt oluşumu), yağış ve buharlaşma (su döngüsü), rüzgar ve dalga oluşumu, doğal yangınlar, insanın geliştirdiği dönüşümler ise; güneş ışınımı→ ısı (toplaçlar), güneş ışınımı→elektrik (güneş gözeleri), su gücü→ mekanik→ elektrik (barajlar), rüzgar→elektrik-mekanik (rüzgar türbünleri), biyokütle→ısı (odun vb. yakma sistemleri), fosil yakıt→ısı-elektrik (elektrik ve ısı üretim merkezleri), güneş mimarlığı uygulamalarıdır.[9]

Güneş enerjisinden en iyi yararlanacak şekilde çatılarda güneş ısıtması yapmak, seraları ısıtmak, güneş kurutması gibi diğer enerjilerin tüketimini azaltacak imkanları değerlendirmek bile önemlidir. Açık bir havada 100 m² ev çatısına günde 80-100 litre benzin eşdeğeri enerji düşmektedir. Güneşten ısıl elektrik üretim sistemi oldukça ekonomik bir sistemdir. Güneş ışınımının 500 aynayla yansıtıldığı bir kulede çok yüksek sıcaklıklara ulaşabilmek mümkündür. Bu kuleden geçirilen bir akışkan yardımı ile elde edilen buhardan da elektrik üretimi sağlanabilmektedir.

[9] Demir İnan, **Güneşimizi Tanıyalım**, Ankara, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, 2001, s. 12.

Güneşten elektrik üretmek için yarı iletken malzemelerin özelliğinden yararlanılmaktadır. Güneşten gelen ışınımın enerjisi foton dediğimiz kümelerden oluşmaktadır. Bu enerji, bir yarı iletken tabakasında gevşekçe bağlı olan elektronları serbestleştirmektedir. İkinci bir yarı iletken tabakası ile oluşturulan gerilim farkı yardımı ile serbestleşen elektronlar hareketlendirilmekte ve iki yarı iletken tabakanın dışına birer kablo bağlanıp elektronların geçişine izin verildiğinde bu gerilimden elektrik üretimi yapılabilmektedir. Bu yolla üretilen elektrik, şebekede kullanılanla aynı kalitede olup, binaların yüzeylerine ve çatısına monte edilen beş adet güneş pili modülü ile bir evin elektrik gereksinimi karşılanabilmektedir. Güneş enerjisinden elektrik üretimi daha çok yüksek yoğunlukta güneş ışığı alan çöl veya az yağmur gören ekvatoral bölgelerde ekonomik olmaktadır. Fakat enerjinin tüketim alanlarından uzaklığı ve depolanma güçlüğü nedeniyle suyun elektroliz edilmesiyle oluşturulan hidrojenin, doğalgaz gibi taşınması yolları araştırılmaktadır.

Güneşin fotoelektrik etkisinden yararlanırken güneş enerjisi doğrudan elektrik enerjisine çevrilmekte ve bu enerji tüketilmektedir. Fotovoltaik sistem olarak adlandırılan güneş pilleri modülleri Türkiye'de az da olsa bazı müstakil evlerde, bazı telefon kuruluşlarının aktarıcı istasyonlarında kullanılmaktadır. Güneş pilleri de saatlerde ve hesap makinelerinde başarıyla uygulanmaktadır. Bunların dışında bina içi ya da dışı aydınlatma, yerleşim yerlerinden uzaktaki evlerde elektrikli cihazların çalıştırılması, zirai sulama ya da ev kullanımı amacıyla su pompalama, ilk yardım, alarm ve güvenlik sistemleri, meteoroloji gözlem istasyonları, haberleşme istasyonları, radyo telsiz ve telefon sistemleri, petrol boru hatlarının ve metal yapıların (köprüler, kuleler vb.) korozyondan korunması, orman gözetleme kuleleri, deniz fenerleri, ilaç ve aşı soğutma güneş pili sistemlerinin diğer kullanım alanlarıdır.[10]

Fotovoltaiklerce üretilen elektriğin kilowatt saat maliyeti ABD'de 21 cent'dir (1 cent=1.35YKr), bu durumda kömür kilowatt saat başına 4.74 cent, nükleer enerji 5.92 cent, rüzgar enerjisi 5.15 cent ile ucuz seçenekler olarak karşımıza çıkmaktadır.[11] Güneş enerjisi sektörü Avrupa'da yılda %29 oranında

[10] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **op. cit.** , s. 5-16.
[11] S. Reiss, "Ucuz, Verimli ve Güvenilir Bir Çatı, Güneş Enerjisi Düzeneği", Çev. Raşit Gürdilek, **Bilim ve Teknik**, Sayı:457, Tübitak Yayınları, 2005, s. 48.

büyümektedir.[12] Toplayıcı özel kollektörlerle Fransa'da 2400°C'ye kadar ulaşılmıştır. Özellikle Fransa, İspanya, ABD ve İsrail başta olmak üzere birçok ülkede güneş enerjisinden elektrik üretimi amaçlı yararlanmak için yoğun çalışmalar sürdürülmektedir. Günümüzde 60-100 MW'lık deneme güneş-elektrik santralleri bulunmaktadır.

Çin; 720 milyon m^2 camlı, 390 bin hektarı örtü altı güneşle ısınan limonluk, 62 milyon m^2 güneşle ısınan ahır, 8 milyon m^2 gün ısılı su ısıtıcısı, 7,4 m^2 pasif güneş evi, ABD; 2010'a kadar bir milyon güneş elektriği kullanan ev ve işyeri hedefi, Japonya; 2010 yılına kadar güneş pili elektrik kapasitesini 5000MW'a çıkarma hedefi, İsrail; güneş ve inşaat yasalarındaki güneş enerjisini destekleyen düzenlemeleri (hastaneler, endüstriyel ve 27 m yüksekliğindeki binalar dışındaki tüm konut, ticari binalar ve otellerde güneş enerjisini zorunlu kılmaktadır) ile dünyadaki güneş enerjisi gelişmelerine örnek olmalarının yanısıra, Yunanistan, Japonya, Almanya, İsrail gibi pekçok ülke de güneş enerjisi yatırımlarına önemli vergi ve yatırım teşvikleri vermektedir.[13]

Türkiye üç kıtaya en yakın konumda bulunmakla birlikte, güneş kuşağı denilen ekvatora göre kuzey ve güney 40 derece enlemlerini kapsayan bölgede yeralmaktadır. Aşağı yukarı Kuzey Afrika'da bazı yerlerle, Anamur-Silifke yörelerimiz aynı güneş ışınım şiddetine sahiptir. Türkiye'de bir yıl içinde güneş enerjisinin elde edilebildiği toplam süre yaklaşık 2640 saattir ki bu süre metrekare başına günlük 3.6KWh'lık bir ortalama güneş enerjisi yoğunluğuna karşılık gelmektedir.[14]

Güneş enerjisinden faydalanılarak oluşturulacak sıcak su sistemleri, potansiyelin yüksek olduğu Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde değerlendirilebilir. Örneğin İsveç gibi güneşi çok az gören bir ülkede bile dışarıda sıcaklık –4 dereceyken, güneş toplayıcısından 70 derece su elde edilebilmektedir.

Bugün dünyaya ulaşan güneş kaynaklı enerji, insanoğlunun kullandığı tüm

[12] Arat, Baykal, **op. cit.** , s. 91.
[13] Gürsoy, **op. cit.** , s. 125.
[14] Hasan Saygın, "Türkiye'nin Enerji Politikalarında Nükleer Enerjinin ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri", **Dünya ve Türkiye'deki Enerji ve Su Kaynaklarının Ulusal ve Uluslararası Güvenliğe Etkileri 15-16 Ocak 2004**, İstanbul, Harp Akademileri Basımevi, 2004, s. 528.

enerjinin 15-16 bin katı dolayındadır. Ancak güneş enerjisinin kesikli olması etkin ve verimli kullanılmasının önündeki en büyük engeldir. Dolayısıyla çalışmalar, bu enerji türünden maksimum verimin nasıl bir teknikle elde edilebileceğinin araştırılması yönündedir. Konu ile ilgili kuramlardan biri güneş enerjisini dünyanın dışında yakalayıp dönüştürerek (elektrik enerjisi olarak) dünyaya aktarmaktır; uzayda ya da bize en yakın gök cismi olan ayda bu işin başarılabileceği düşünülmektedir -ne uzayda ne de ayda bulutluluk veya gece gündüz sorunu yoktur, ayrıca havakürenin soğurucu etkileri de buralarda sözkonusu olmamaktadır.[15] Nevar ki bu düşünceyi gerçekleştirebilmek, uzayda elde edilen elektrik enerjisini dünyamıza aktarma yolunun tehlikesiz ve güvenilir şekilde bulunmasına bağlıdır. Günümüzde sadece düşünce aşamasında olmasına rağmen konu ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir.

2.2.3.HİDROLİK

Elektrik üreten bütün santraller suya ihtiyaç duymakta, su ısı temelli (kömür, petrol, doğalgaz veya nükleer) santrallerde kullanılan buharı soğutmak ve yoğunlaştırmak için hidroelektrik santrallerde de doğrudan bir enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır.[16]

Hidrolik santraller, özellikle dışa bağımlılık konusunda önemli avantajlar sağlamaktadır. Yatırımın büyük miktarının yerli kaynaklardan sağlanabilmesi, ayrıca yöre halkına sağladığı ekonomik ve sosyal getirilerin yanısıra, istihdam olanakları yaratması bir diğer olumlu özelliğidir. Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan Asya Ülkeleri'nde, yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminin büyük bölümünü hidroelektrik santralları oluşturmaktadır.

[15] İnan, **op. cit.** , s. 15.
[16] John O'm. Bockırs, T. Nejat Veziroğlu, Debbi L. Smith, **Geleceğin Enerjisi Güneş ve Hidrojen**, İstanbul, Kaynak Yayınları, 2001, s. 61.

Tablo-2.1: Bazı Ülkelerdeki Hidroelektrik Potansiyel Gelişimi

Ülke	Teknik Potansiyel(Milyar kWh/yıl)	Geliştirilen Potansiyel(Milyar kWh/yıl)	%
ABD	376	322	86
Japonya	132	103	78
Norveç	171	116	68
Kanada	593	332	56
Türkiye	237	46.5	20

Kaynak: (Çevrimiçi) http://www.dsi.gov.tr/enerji_2006.pdf, 21. 02. 2006.

Yüzölçümü bakımından dünyanın 36. büyük ülkesi olan Türkiye'nin kara sınırları uzunluğu 2753 km, deniz kıyılarının uzunluğu 5769 km olmak üzere toplam sınır uzunluğu 8522 km'dir. Kara sınırlarının %22'sini nehirler teşkil etmektedir. Sınır teşkil eden nehir uzunluğu 615km'dir.[17] Türkiye'nin hidrolik enerji potansiyeli 35309 MW kurulu güçtür, -bugün pratik potansiyelin % 50'si kullanılmakta olup, 2010 yılında bu potansiyelin ancak % 70'i değerlendirilebilecektir-en büyük üçü; Atatürk Hidroelektrik Santrali (2400 MW-toplam potansiyelin % 8.9'unu oluşturmaktadır-), Karakaya (1800MW), Keban (1330MW)'dır.[18]

[17] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **op. cit.** , s. 2-23.
[18] Mehmet Doğan, "Enerji Kaynakları-Çevre Sorunları ve Çevre Dostu Alternatif Enerji Kaynakları", (Çevrimiçi) http://yunus.hacettepe.edu.tr/~dogan/6.html, 30. 03. 2005.

Tablo-2.2: Hidroelektrik Enerji Üretiminin Toplam Enerji İçindeki Payı

	2003(milyar kWh)	2004(milyar kWh)	2005 (milyar kWh)
Toplam Elektrik Enerjisi Üretimi	140.3	151.3	161
Hidroelektrik Enerji Üretimi	35.3	47.6	42
Hidroelektrik Enerjinin Toplam Enerji İçindeki Payı	%25	%32	%27

Kaynak: (Çevrimiçi) http://www.dsi.gov.tr/enerji_2006.pdf, 21. 02. 2006.

Bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için kişi başına düşen yıllık ortalama su miktarının en az 10.000m³ olması gerekirken, bu miktar Türkiye'de 1.430 m³'tür ve bilinenin aksine Türkiye'nin su zengini olmadığını gözler önüne sermektedir.[19] Batı Asya Ekonomik ve Sosyal Kurulu (ESCWA=Economic and Social Commission For Western Asia) tarafından 2000-2002 yılları arasında yapılan bir çalışmada kişi başına düşen ortalama su kaynağı 965m^3 olarak belirlenmiş olup, miktarın 8 üye ülkede 500m^3'ün altında ölçülerek Mısır, Umman, Lübnan'da kişi başına düşen yıllık miktar yaklaşık 500m^3-1000m^3, Irak ve Suriye'de ise 1000m^3 olarak tesbit edilmiştir.[20]

35,309MW değerinde kurulu hidrolik güce sahip bulunan Türkiye'de, toplam potansiyelin %9'unu oluşturacak 36 adet hidroelektrik santral inşa halindedir ve kalan potansiyeli kullanabilmek için 386 santralın daha yapılması gerekmektedir. Bunlarla birlikte toplam hidroelektrik santral sayısının 551'e ve toplam kurulu gücün 35,482 MW'a ulaşması planlanmaktadır. Bu yatırımlar için ihtiyaç duyulan kaynak yaklaşık 30 milyar dolar olarak belirlenmiştir.[21] Ayrıca bu alanda yürütülen bir diğer

[19] (Çevrimiçi) http://www.wwf.org.tr/tr/su.asp, 03. 03. 2006.
[20] United Nations, **Statistical Abstract of The Escwa Region**, New York, United Nations Publications, 2005, s. 117.
[21] (Çevrimiçi) http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjive dogalkaynaklar/raporlar/raporedk.pdf, 09. 04. 2005.

proje, GAP, geniş bir alanda büyük bir ekonomik ve ticari potansiyel doğuracak ve bu potansiyeli yalnızca Türk hudutları ile sınırlı kalmayacaktır; Orta-Doğu'da siyasi sorunlar yavaş yavaş çözüldükçe, GAP da bölge ülkelerine hitabeden dev bir ekonomik güç olarak kendini gösterebilecektir.[22]

2.2.4.JEOTERMAL

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklıkları atmosferik sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineral tuzlar ve gazlar içeren sıcak su, buhar ve gazlar olarak tanımlanmaktadır.[23]

Yerkürenin erimiş sıvı kütlesi büyük bir enerji deposudur. Magma adını verdiğimiz bu demir, nikel gibi erimiş kütle, kalın bir yerkabuğu tabakası ile örtülüdür. Yerkabuğunun derinliğine inildikçe; 30-45 metrede (normal 33 m'de) sıcaklık 1°C veya 1 km'de 30°C artmaktadır. Fakat bu enerjiden yararlanmak teknolojik ve ekonomik açıdan uygun değildir.

Yerkabuğunun bir çok yerinde normal dışı yüzeye yakın sıcak bölgeler bulunmaktadır. Bu bölgeler sıcak lavlar (yanardağ), sıcak kayalık ve taşlıklar şeklinde magma kaynaklı ısındığı gibi, radyoaktif bozunmalarla da ısınabilmektedir. Bu sıcak bölgelere kadar inebilen yeraltı suları, o bölgenin sıcaklığına göre yüksek basıncın da etkisiyle, çözebildiği mineral ve kayaları çözerek yüksek sıcaklıkta buhar ve sıcak su kaynağı olarak yeryüzüne ulaşmaktadır. Ayrıca yeraltı suyunun bulunmadığı yüzeye yakın sıcak bölge ve kayalara, özel tekniklerle su ve gaz gönderilerek bu ısı enerjisi yeryüzüne taşınabilmektedir. Her iki şekilde de yer ısısından yararlanma jeotermal enerji adı altında alternatif enerji olarak tanımlanmaktadır.

Jeotermal enerji kaynak suyunun sıcaklığına göre elektrik üretiminde, konut ve sera ısıtmasında, kaplıca ve sıcak su hamamlarında kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle yanardağ ve lavların yakınlarından geçen sular yüksek sıcaklıkta buhar

---

[22] Erol Manisali, **İçyüzü ve Perde Arkasıyla Türkiye AB İlişkileri, Avrupa Çıkmazı**, İstanbul, Otopsi Yayınları,2003, s. 40.

[23] Türkiye Enerji Forumu Komitesi, **Türkiye'nin Yeni Enerji Stratejileri**, İstanbul, Ulusal Enerji Forumu Yayınları, 2001, s. 105.

olarak yeryüzüne ulaşırsa, doğrudan elektrik üretiminde kullanılabilmektedir. Sıcaklığı 50 derece ve üzerinde olan sular çeşitli ısıtma işlemleri için, sıcaklığı 60-180 derece arasında değişen sular elektrik üretiminde kullanılmaktadır.[24] Su ve buharın çözdüğü minerallerden geçen iyon ve gazların çevre kirliliğine neden olmaması için, bu sular ısı değiştiriciden geçirilmekte ve içerdikleri kükürtdioksit, hidrojensülfür, karbondioksit ve azotoksitler ise enerjisinden yararlanılan atık su ile tekrar yeraltına gönderilmektedir. Böylece çevreye karşı olumsuz etki de önlenebilmektedir.

Türkiye'de yüzey sıcaklığı 40^0C üzerinde olan 140 adet jeotermal saha mevcuttur. Bu sahaların tümü merkezi ısıtmaya, sera ısıtmasına, endüstriyel proses ısı kullanımına ve kaplıca kullanımına uygundur. Türkiye'de halen 51.600 konut eşdeğeri ısıtmacılık yapılmakta olup, kurulu güç 493 MWt düzeyine ulaşmıştır.[25]

Jeotermal enerji kaynaklarının ülkemiz genelindeki dağılımı incelendiğinde ortaya çıkan sonuç son derece ilginçtir; elektrik açığının fazla olduğu Batı ve Kuzeybatı Anadolu'da yüksek sıcaklıklı elektrik üretimine elverişli kaynaklar, Orta ve Doğu Anadolu'da ise ısıtma amacıyla kullanıma elverişli, düşük sıcaklıklı kaynaklar bulunmaktadır. Ülkemizde en büyük jeotermal enerji potansiyeli Denizli-Sarayköy civarı olup; 1000km^2'lik bir alanda, 160-200°C sıcaklıkta sıcak su (buhar) kaynakları mevcut olup, halen 700 L/s debideki kaynaklar elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır.[26]

Türkiye potansiyelinin yaklaşık %95'i ısıtmaya uygun jeotermal sahalardan oluşmaktadır; Gönen (Balıkesir), Simav (Kütahya), Kırşehir, Afyon, Kızılcahamam (Ankara), Kozaklı (Nevşehir), Sandıklı (Afyon) ve İzmir-Balçova'da merkezi şehir ısıtma sistemi mevcuttur. Bu şehirler jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Afyon'da 3500, Kırşehir'de 1700 aile jeotermal ısı vasıtasıyla ısınmaktadır.[27] Türkiye'de

[24] (Çevrimiçi) http://www.gap-dogu-kalkinma-.com/enerji/223_jeotern.htm, 05. 04. 2006.
[25] (Çevrimiçi) http://ekutup.dpt.gov.tr/madencil/enerjiha/oik620.pdf, 05. 04. 2006.
[26] Mehmet Doğan, "Enerji Kaynakları-Çevre Sorunları ve Çevre Dostu Alternatif Enerji Kaynakları", (Çevrimiçi) http://yunus.hacettepe.edu.tr/~dogan/6.html, 30. 03. 2005.
[27] TODAİE , **Türkiye Sorunlarına Çözüm Konferansı V- Türkiye'nin Geleceği**, Ankara, Türk İdareciler Derneği Yayınları (TODAİE), 2003, s. 143.

jeotermal enerjinin kullanımını ısıtma olarak öngöreceksek; toplam değer şu anda 493 MW'dır ve ülkemiz jeotermal enerji (ısıtma amaçlı) potansiyeli ile dünyada ilk yedi ülke arasında yer almaktadır.[28] Jeotermal enerji; enerjinin yeraltında üretilip, enerji sağlandıktan sonra yapısında herhangi bir bozulma olmadan yerin altına tekrar gönderilebilmesi, çevreyi kirletmeyen temiz bir enerji kaynağı olması, ayrıca fosil kaynaklara ikame olması sebebiyle döviz tasarrufu sağlayabilmesi özellikleri ile üzerinde durulması gereken bir enerji kaynağıdır. Ayrıca, jeotermal santrallerin yapım süresi diğer santrallere oranla daha kısa olup, ortalama 3 yıldır.[29]

2.2.5.BİYOKÜTLE

Hayvansal ve bitkisel organik atık/artık maddeler, çoğunlukla ya doğrudan doğruya yakılmakta veya tarım topraklarına gübre olarak verilmektedir. Bu tür atıkların özellikle yakılarak ısı üretiminde kullanılması daha yaygın olarak görülmektedir. Bu şekilde istenilen özellikte ısı üretilemediği gibi, ısı üretiminden sonra atıkların gübre olarak kullanılması da mümkün olamamaktadır. Biyogaz teknolojisi ise; organik kökenli atık/artık maddelerden hem enerji eldesine, hem de atıkların toprağa kazandırılmasına imkan vermektedir.

Biyogaz; bitki ve hayvan atıkları gibi organik maddelerin havasız ortamlarda fermantasyonu sonucu oluşan ve bileşiminde % 60-70 metan, % 30-40 karbondioksit ve az miktarda hidrojensülfür, hidrojen, karbonmonoksit ve azot bulunan renksiz ve yanıcı bir gaz karışımıdır.

---

[28] Şakir Şimşek, **Jeotermal Enerji; Yeriçi Isısından Yararlanma**, Ankara, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, 2001, s. 16.
[29] **Ibid.** , s. 21.

Tablo-2.3: Biyogaz Bileşimi

Bileşenler	Hac. %'si
CH_4: Metan	40-80
CO_2: Karbondioksit	20-50
H_2S: Hidrojen Sülfür	0.0005-0.0002
NH_3: Amonyak	0.0005-0.0001
N_2 : Azot	0-3
H_2: Hidrojen	0-5

Kaynak: Orhan Zeybek,Metin Akın,Sebahat Akın, "Yenilenebilir Enerji Kaynağı Biyogaz ve Üretimi", **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK) 2005**, Kocaeli, Kocaeli Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 2005, s. 350.

Bazı bitkiler üzerlerine düşen güneş ışığından daha verimli yararlanabilmektedirler; yüksek oranlarda güneş ışığı alan bölgelerde yetişen, suyu çok verimli kullanan, düşük karbondioksit yoğunluklarında dahi fotosentez yapabilen ve diğer bitkilere göre mevsimsel kuraklığa daha fazla dayanıklı olan şekerkamışı, mısır gibi bitkilere C_4 (karbon) bitkileri denmektedir.[30] Biyokütle enerjisi, klasik ve modern olmak üzere iki kısma ayrılabilir[31];

-ağaç kesiminde elde edilen odun ve hayvan atıklarından oluşan tezeğin basit şekilde yakılması klasik biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır,

-enerji bitkileri, enerji ormanları ve ağaç endüstrisi atıklarından elde edilen bio-dizel, atenol gibi çeşitli yakıtlar modern biyokütle enerjisinin kaynağı olarak tanımlanmaktadır. Türkiye'de biyokütle enerji üretiminin odun ve tezeğe dayalı klasik biyokütleden modern biyokütleye dönüşebilmesi için enerji ormancılığı ve enerji tarımının hızla geliştirilmesi gerekmektedir.

Biyogazın ısıl değeri bileşimindeki metan oranına bağlı olarak değişmekle

[30] Gürsoy, **op. cit.** , s. 128.
[31] Saygın, **op. cit.** , s. 527.

birlikte, genellikle 4700-6000 Kcal/m^3 civarındadır. Bu nedenle ısınma, aydınlatma ve su ısıtılması gibi amaçlarla kolaylıkla kullanılabilen temel enerji kaynaklarına alternatif olabilecek bir enerji kaynağıdır. Öte yandan biyogaz üretimi sonunda elde edilen fermente gübrenin, bir başka deyimle biyogübrenin tarım uygulamalarında kullanılması durumunda, verimin yaklaşık olarak %25 oranında arttığı belirlenmiştir.

Biyokütle kullanıldıktan sonra kükürtdioksit açığa çıkmaz, anaerobik çürüme sonucu oluşan metan gazının biyogaz veya landfill (çöplük) gazı olarak yakılması halinde açığa çıkacak karbondioksit, özellikle hayvan ve bitki artıklarının kendi halindeki doğal çürümeleri sonucu açığa çıkacak metana göre 20 kat daha az sera etkisi yaratmaktadır.[32] Biyogaz, kullanılan hayvan gübrelerinin kokusu proses esnasında kaybolduğundan ve insan sağlığını tehdit eden birçok unsur ortadan kalktığından, üretiminin gerçekleştirildiği alanlarda yaşayan insanlara temiz ve sağlıklı bir çevre kazandıracaktır.

Biyogazın dünyadaki yeri ve önemine bakıldığında tarım ve hayvancılığın çok yaygın olduğu başta Çin olmak üzere özellikle Uzakdoğu Ülkeleri'nde; Hindistan, Güney Kore, Pakistan, Tayland'da yüzbinlerce üretecin çalışır durumda olduğu görülmektedir. Finlandiya ulusal elektrik üretiminin %24'ünü, İsveç ise % 18'ini biyokütle santrallerinden elde etmektedir.[33]

Ülkemizde biyogazla ilgili olarak ilk çalışmalar; 1960'lı yıllarda "Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü" ile "Eskişehir Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü"'nde gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki dönemlerde özellikle 1980'li yılların başlarında, tüm dünyada yaşanan petrol krizinin etkisiyle Köy Hizmetleri Ankara Toprak Su Araştırma Enstitüsü'nde bir biyogaz birimi kurulmuş ve biyogazın ülke çapında yaygınlaştırılması çalışmaları hız kazanmıştır. Ancak konunun ülkemiz açısından öneminin tam olarak kavranamaması, araştırmalardan elde edilen verilere olan güvensizlik, yönetimlerin konuya olumsuz bakışı, çalışmaları koordine edebilecek bir yapılanmanın oluşturulamaması ve konuyla ilgili gerekli ve yeterli desteğin sürekli olmayışı nedenleriyle 1980'li yılların sonunda Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü biyogazla ilgili tüm araştırma ve uygulama

---

[32] Gürsoy, **op. cit.** , s. 131.
[33] **Ibid.** , s. 129.

çalışmalarını durdurmuştur.

Atıkların enerji kaynağı olarak faydalanılabilecek doğrultuda yeniden değerlendirilmeleri, hammaddelerin düşük fiyatla elde edilebilmesine olanak sağlayarak ülkelerin ekonomileri ve çevre üzerinde olumlu etki yaratmaktadır. Son yıllarda ülkelerin söz konusu alanlarda yapmakta oldukları çalışmalar bu durumun açık göstergesidir. Tüm bu olumlu özelliklerinin yanında biyo-yakıtların üretim maliyeti fosil yakıtların üretim maliyetleri ile karşılaştırıldıklarında oldukça yüksektir. Örneğin Avrupa Komisyonu'nun konu ile ilgili olarak hazırlamış olduğu rapora göre[34]; eğer bir varil ham petrolün fiyatı 20 USD ise, %100 tarım kökenli bir litre saf biyodizelin fiyatı aşağı yukarı sözkonusu fosil ham petrolden 0.35 EURO daha yüksektir. Bu noktada ülkeler biyoyakıt içeren bazı mineral yağlarda ve biyoyakıtlarda ÖTV oranlarını azaltmak suretiyle vergi politikalarında yapacakları düzenlemelerle yüksek maliyetleri bertaraf edebileceklerdir.

Şehir katı atıkları iyi bir biyokütle enerji kaynağı olmakla birlikte, doğası gereği şehir çöplerinde organik ve inorganik maddelerin karışık olması nedeniyle, ayırma çok pahalı olmakta; gelişmekte olan birçok ülkede şehirsel nüfusta kişi başına yılda 1 ton, kırsal ve yarı kırsal nüfusta da yarım ton biyokütle içeriği olan katı çöplerden yararlanılamamaktadır.[35] Ülkemizde mevcut 40 milyon civarında büyük ve küçükbaş hayvandan yılda 12 milyon ton kuru gübre elde edilmektedir.[36] Tüm hayvan varlığımızdan elde edilecek gübrenin, biyogaz üretiminde kullanılmasıyla yaklaşık 3-3.5 milyar m^3/yıl oranında biyogaz üretiminin gerçekleşmesi mümkün görünmektedir. Bu enerji, yaklaşık olarak 2-2.5 milyon ton taşkömürü/yıl veya 20-25 milyar kWh elektrik enerjisine eşdeğerdir.

Biyogaz kullanımı ile küçük yerleşim birimleri ve çiftliklerin elektrik ihtiyacı karşılanarak, iletim hatları ve trafo maliyetlerinin ortadan kalkması ile, ana şebeke elektriğinde önemli miktarda tasarruf sağlanabilmektedir.

Ucuz, çevre dostu bir enerji ve gübre kaynağı olması, atık geri kazanımı

---

[34] IKV, **op. cit.** , s. 28.
[35] Gürsoy, **op. cit.** , s. 127.
[36] Abdülcelil Buğutekin,Mustafa Atmaca,A.Korhan Binark, "Biyogaz Üretiminde Alternatifler", **3.Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu; Enerji, İnşaat, Mobilya ve Tekstil Teknolojileri**, IV.Cilt, 2003, Ankara, Gazi Üniversitesi Yayınları, 2003, s. 147.

sağlaması, üretimi sonucu hayvan gübresinde bulunabilecek yabancı ot tohumlarının çimlenme özelliğini kaybetmeleri, hayvan gübresi kokusunun hissedilmeyecek ölçüde yok olması, hayvan gübrelerinden kaynaklanan insan sağlığını ve yeraltı sularını tehdit eden hastalık etmenlerinin etkinliğinin önemli ölçüde ortadan kalkması, üretiminden sonra atıkların yok olmayarak çok daha değerli olan organik gübre haline dönüşmesi biyogazın önemli özellikleridir.[37]

2.2.5.1.ÇÖPLÜKTEN ENERJİ (LANDFILL GAZI) ELDE EDİLMESİ

Belirli oranlarda organik madde içeriği olan çöplüklerin hava ile temas etmeyen alt katmanlarındaki anaerobik koşullarda %60 oranında metan gazı içeren gaz karışımı oluşmakta; planlı bir depolama ve gaz toplama düzenekleri ile böyle çöplüklerden çıkan metan gazından enerji elde edilebilmektedir.[38] Türkiye'de bazı belediyeler, çöp alanlarında açığa çıkan metan gazından elektrik üretmektedir. Üretim, çöp içinde biriken metan gazının açılan kuyulardan borularla, enerji üretim tesisine pompalanması ile gerçekleşmektedir. Aktif gaz depolama sistemiyle elde edilen metan gazı yakılarak elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. İstanbul Kemerburgaz Çöplüğü'nde ve Bursa'da başlayan çöpten enerji üretiminin yanısıra, Ankara Mamak ve Sincan Çöplükleri'nde de yakın gelecekte üretime başlanacaktır.

Atık sularda yaşayan bakterilerin oksidasyon süreci sonunda elektron açığa çıkarttıkları bilinmektedir. Pennsylvania Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde yapılan bir çalışmaya göre[39]; insan atık sularından 500 miliwatt güç elde etmek mümkün olmakla birlikte, biyolojik olarak parçalanabilen şekerleri içerdiklerinden besin işleyen tesislerden gelen atık sulardan çok daha fazla verim sağlanabileceği -saf glikoz metrekare başına 1500 miliwatta kadar güç üretebilmektedir-, dolayısıyla arıtma tesislerinin gereksinim duydukları gücün tümünü kendilerinin sağlayabileceği ortaya konmuştur.

---

[37] Orhan Zeybek, Metin Akın, Sebahat Akın, "Yenilenebilir Enerji Kaynağı Biyogaz ve Üretimi", **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK) 2005**, Kocaeli, Kocaeli Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 2005, s. 354.

[38] Gürsoy, **op. cit.** , s. 129.

[39] K. , Roth, "Mikrobik Yakıt Hücresi", Çev. Ayşenur Akman, **Bilim ve Teknik**, Sayı:457, Tübitak Yayınları,2005, s. 40.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Tuzla'daki atık su tesisinden çıkan çamurdan biyogaz ve elektrik elde etmektedir. Enerji üretim sisteminin devreye girmesiyle bir yandan çamur miktarında azalma sağlanırken, diğer yandan da tesiste tüketilen elektriğin %70'inin biyogazdan elde edilmesi planlanmaktadır.

2.2.5.2.PRİNA ÖRNEĞİ

Biyokütle kaynakları hayvansal, bitkisel ve şehir atıkları olmak üzere üç sınıfa ayrıldığında prina, bitkisel kaynaklar sınıfına dahildir. Prina, zeytinyağı tesislerinin atık maddesidir. Zeytinyağı üretiminde İspanya, İtalya ve Yunanistan ile birlikte dördüncü sırada olan ülkemizde bir atık madde olan prinadan biyokütle enerjisi elde edilerek, alternatif bir enerji kaynağı olarak faydalanmak mümkündür.

Ülkemizde biyokütle sınıfına giren prinanın yakıt olarak kullanılması durumunda elde edilen ısıl değer, diğer enerji kaynakları ile mukayese edildiğinde ortaya şu tablo çıkmaktadır[40];

Tablo-2.4: Prinadan Elde Edilecek Enerjinin Diğer Enerji Kaynakları İle Karşılaştırılması

Miktar		Enerji Kaynağı	Isıl Değer	Birim
1	Ton	Taşkömürü	6100	kCal/Kg
1	Ton	Ham Petrol	10500	kCal/Kg
1	Ton	Doğal gaz	8250	kCal/Kg
1	Ton	Elektrik	860	kCal/Kg
1	Ton	Hayvan ve Bitki Artığı	2300	kCal/Kg
1	Ton	Prina	4300	kCal/Kg

Kaynak: Orhan Zeybek, "Prinanın Yenilenebilir Bir Yakıt Olarak Kullanılması", **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK) 2005**, Kocaeli, Kocaeli Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 2005, s. 356.

[40] Orhan Zeybek, "Prinanın Yenilenebilir Bir Yakıt Olarak Kullanılması", **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu 2005**, Kocaeli, Kocaeli Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 2005, s. 356.

2.2.6.DENİZ-DALGA

Deniz kökenli yenilenebilir enerji kaynakları; deniz-dalga enerjisi, deniz-sıcaklık (gradyent) enerjisi, deniz akıntıları (boğazlarda) ve gel-git enerjileridir.[41] Ülkemizde deniz enerjisi ile ilgili olarak kullanılma olasılığı bulunanlar dalga ve akıntı enerjileridir. Ancak deniz akıntısından enerji elde edilmesi Çanakkale ve İstanbul Boğazları'ndaki yoğun trafik nedeniyle azalmıştır.

Yapılan ölçümlerde açık deniz kıyıları 8210 km'yi bulan Türkiye'de, 75 bin MW brüt potansiyelden söz edilebilir ki bunun 9 bin MW'ı teknik olarak değerlendirilebilir nitelikte olmakla birlikte, kurulu güçle üretilebilecek enerji 18 milyar kWh'dır.[42]

2.2.7.HİDROJEN

Evrenin oluşumu kuramında da belirtildiği üzere hidrojen bütün yıldızların ve gezegenlerin temel maddesi olmasının yanısıra, güneş ve diğer yıldızların termonükleer tepkimeyle vermiş oldukları ısının yakıtını da meydana getirmesi nedeniyle evrenin temel kaynağıdır.

Hidrojen 1500'lü yıllarda keşfedilmiş, 1700'lü yıllarda yanabilme özelliğinin farkına varılmış, evrende en çok bulunan element olup, renksiz, kokusuz, havadan 14.4 kez daha hafif ve tamamen zehirsiz bir gazdır.[43]

Hidrojen doğada serbest halde bulunmaz, bileşikler halinde bulunur. En çok bilinen bileşiği ise sudur. Hidrojenin önemli bir izotopu olan döteryumun zenginleştirilmesi ve oksijenle birleştirilmesinden, nükleer reaktörlerde uranyumun parçalanması sırasında açığa çıkan nötronların yavaşlatılması için ılımlayıcı (moderatör) olarak kullanılan 'ağır su' elde edilmekte; çok daha az bulunan bir

[41] Pınar Akay, "Enerji Kaynakları ve Yenilenebilir Enerji", (Çevrimiçi) http://64.233.179.104/search?q=cache:a6NE3Lp023sJ:www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/en_tas_etkinlik/2005_bildiriler/oturum7/PinarAkay.doc+deniz+enerjisi&hl=tr&gl=tr&ct=clnk&cd=8, 07. 03. 2006.

[42] Mustafa Özcan ÜLTANIR, "Rüzgar, Su ve Türkiye (Wind, Hydro and Turkey)", (Çevrimiçi) http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php?&ID=21, 23. 03. 2006.

[43] (Çevrimiçi) http://www.enerji.gov.tr/hidrojen.htm , 30. 03. 2005.

başka izotopu radyoaktif özelliğe sahip trityum ise hidojen bombası yapımında kullanılmaktadır.[44]

Kolayca ve güvenli olarak heryere taşınabilmesi, taşınırken enerji kaybının hiç olmaması veya çok az olması, her yerde örneğin sanayide, evlerde, taşıtlarda kullanılabilmesi, depolanabilmesi, tükenmez olması, kendini yenileyebilmesi, temiz olması, birim kütle başına yüksek kalori değerine sahip olması, değişik şekillerde örneğin doğrudan yakarak veya kimyasal yolla kullanılabilmesi, güvenli olması, ısı, mekanik veya elektrik enerjisine kolaylıkla dönüştürülebilmesi, çevreye zarar vermemesi, dünyanın her yerinde ve her alanda, hatta denizin ortasında bile elde edilebilmesi, çok hafif olması, çok yüksek verimle enerji üretebilmesi, karbon içermemesi gibi unsurlar ile hidrojen ideal bir enerji kaynağının sahip olması gereken özellikleri bünyesinde toplamaktadır.[45]

Hidrojen enerjisinin, dünyanın giderek artan enerji talebini çevreyi kirletmeden ve sürdürülebilir olarak sağlayabilecek en ileri teknoloji olduğu, bugün bütün bilim adamlarınca kabul edilmektedir. Hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji sistemlerinde atmosfere atılan ürün sadece su ve/veya su buharı olmaktadır. Hidrojenden enerji elde edilmesi esnasında su buharı dışında çevreyi kirletici ve sera etkisini artırıcı hiçbir gaz ve zararlı kimyasal madde üretimi söz konusu değildir. Hidrojen petrol yakıtlarına göre ortalama 1.33 kat daha verimli bir yakıttır. Hidrojen enerjisinin insan ve çevre sağlığını tehdit edecek bir etkisi yoktur.

Hidrojen, kömür veya biyogaz gibi birincil enerji kaynağı değildir; kömür, doğalgaz gibi fosil kaynakların yanısıra, sudan ve biyokütleden de elde edilebilir. Hidrojen birincil enerji kaynaklarından üretilen bir enerji taşıyıcıdır, bu nedenle yakın dönemde mevcut enerji sistemi baz alınarak yaygın birincil enerji taşıyıcıları ve kaynaklarından, uzun dönemde ise sürdürülebilir enerjiye ulaşabilmek için yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmelidir.[46]

Hidrojen, içten yanmalı motorlarda doğrudan kullanımının yanısıra, katalitik yüzeylerde alevsiz yanmaya da uygun bir yakıttır. Ancak dünyadaki gelişim,

---

[44] İ. Engin Türe, **Hidrojen Enerjisi**, Ankara, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, 2001, s. 7.
[45] **Ibid.** , s. 9.
[46] Oğuzhan İlgen, A. Nilgün Akın, "Biyokütle ve Hidrojen Enerjisi", **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK) 2005**, Kocaeli, Kocaeli Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 2005, s. 363.

hidrojeninin yakıt olarak kullanıldığı yakıt pili teknolojisi doğrultusundadır. 1950'lerin sonlarında NASA tarafından uzay çalışmalarında kullanılmaya başlanan yakıt pilleri, son yıllarda özellikle ulaştırma sektörü başta olmak üzere sanayi ve hizmet sektörlerinde başarı ile kullanıma sunulmuştur. 1974'den önce hidrojen Sovyet ve ABD uzay programları roketlerinde kullanılmıştır. Yakıt pilleri; taşınabilir bilgisayarlar, cep telofonları gibi mobil uygulamalar için kullanılabildiği gibi, elektrik santralları için de uygun güç sağlayıcılardır. Yakıt pilleri, yüksek verimlilikleri ve düşük emisyonları nedeniyle, ulaşım sektöründe de geniş kullanım alanı bulmuşlardır. Avrupa Birliği Ülkeleri, ABD ve Japonya hidrojen enerjisinin geliştirilmesi projelerinin öncelikle desteklenmesi kararını almışlardır ve bu bağlamda hidrojen boru ağları ve hidrojen dolum istasyonlarının kurulması planlanmaktadır.[47] Kanada demiryolları lokomotifleri ile, Almanya, Avustralya ve Kanada donanmaları için imal edilen denizaltılarda yakıt olarak hidrojenin kullanılması kararı alınmıştır.[48] Hidrojen yakıt hücreleri; verimli kullanım avantajı ile elektrikli otomobillerde de kendisine kullanım alanı bulmuştur. Burada hidrojen yakıt hücreleri, elektrik pillerinden daha fazla hareket gücü sağlamaktadır, böylelikle bu gibi elektrikli otomobillerde görülen kısa kullanım mesafesi, yeterince hızlanamama ve düşük hız gibi handikapların üstesinden gelinebilmektedir. Dünyadaki büyük otomobil üreticileri bu alanda çalışmalara başlamışlardır.[49] Avrupa'da da hidrojen enerjisinin en çok ilgi gördüğü sektör otomotiv sektörüdür. Bunun nedeni yakıt hücreleri ve hidrojen depolama sistemlerinin, geleceğin motorlu araçlarını benzin, mazot, dizel gibi yakıtlardan kurtaracağı düşüncesidir.

Türk sanayiinde hidrojen, oldukça büyük miktarlarda üretilip, kullanılmaktadır. Hidrojenin yer aldığı sanayi sektörleri ve yaklaşık olarak üretilen hidrojen miktarları suni gübre sanayiinde 25,000m^3, bitkisel yağ (margarin) üretiminde 16,000m^3, petrol arıtımevlerinde (rafineriler) 1200m^3, hayvansal yağ üretiminde 200-300m^3, çeşitli yerlerde kullanılmak üzere basınçlı silindirlerde gaz

[47] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi , **Türkiye'de Enerji Dinamikleri**, Ankara, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayınları, 2004, s. 44.
[48] Türe, **op. cit.** , s. 25.
[49] Bockırs, Veziroğlu, Smith, **op. cit.** , s. 23.

veya sıvı hidrojen üretiminde ise 6,000m^3'dür.[50]

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
TÜRKİYE'NİN RÜZGAR POTANSİYELİ ve BU POTANSİYELİN EKONOMİK OLARAK DEĞERLENDİRİLEBİLİRLİĞİ

3.1.RÜZGAR ENERJİSİ

Yenilenebilir enerji kaynakları olarak bilinen hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, dalga, gel-git enerjileri içerisinde en yaygın olan ve teknolojisi en hızlı gelişen rüzgar enerjisidir. Rüzgar temiz bir enerji kaynağıdır. Bugün dünyanın en önemli çevre sorunu havaküreye CO_2 salımı artışından ve sera etkisinden kaynaklanan küresel ısınmadır. Rüzgar enerjisi ile elektrik üretimi CO_2 salımı yaratmayan, asit yağmurlarına ve atmosferik ısınmaya yol açmayan, fosil yakıt kullanımından tasarruf sağlayan, radyoaktif etkisi olmayan bir yöntemdir. Sürekli ve sonsuz bir enerji kaynağı olarak rüzgar enerjisi; teknolojik gelişimi hızlı, döviz kazandırıcı özelliğe sahip, dışa bağımlılığı olmayan, kısa sürede devreye alınabildiği gibi yine kısa sürede sökülebilen bir güç kaynağıdır.

Dünyadaki enerji kaynakları rezervleri incelenmiş; nükleer enerji ve kömürün 200, gazın 60, petrolün 40 yıllık bir kullanım süresi kaldığı belirlenmiştir. Sürekli bir kaynak olarak rüzgarın kullanım süresi ise sonsuzdur. Bu özelliği ile; fosil kaynakların tükenebilir olması nedeniyle ortaya çıkan dışa bağımlılık sorunu rüzgar için söz konusu değildir. Rüzgar çevre dostu olması nedeniyle de önemli bir kaynaktır. Öyle ki; 1 kWh'lık enerjinin rüzgardan üretilmesiyle 1.114 gram CO_2, 7.1 gram SO_2, 2.8 gram NO_x, 0.9 gram CO, 0.18 gram toz yayılımı önlenmiş olmaktadır.[1]

Rüzgar enerjisi, insanoğlunun M.Ö.2800 yıllarından bu yana kullandığı en eski enerji kaynaklarından biridir. Rüzgar enerjisinin ilk olarak Babiller zamanında

[50] Türe, **op. cit.** , s. 27.
[1] Temiz Enerji Vakfı, **Rüzgar Enerjisi**, Ankara, Temiz Enerji Vakfı Yayınları , 2001, s. 32.

Mezopotamya'da sulamada, daha sonra Persler döneminde buğdayı öğütmek için düşey eksenli yeldeğirmenlerinde ve 1900'lü yıllarda elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaya başlandığı bilinmektedir. 16.yy'ın sonunda ise Hollanda'da kullanılmaya başlanmıştır. Rüzgar enerjisinden elektrik üretimi ilk olarak 1891 yılında Danimarka'da gerçekleştirilmiştir. Kısa bir süre sonra ABD'de yeldeğirmenlerinin küçük güçteki rüzgar türbünlerine dönüştürüldüğü ve elektrik enerjisi üretildiği bilinmektedir. Rüzgar enerjisi alanındaki gelişmeler incelendiğinde 1970'li yıllardaki petrol krizi sonrasında çalışmaların hız kazandığı anlaşılmaktadır. Türbünlerde seri üretime geçilmesi ile, bu alandaki yatırımlar artmış ve rüzgar enerjisi santralleri oluşturulmaya başlanmıştır. Önceleri kara üzerinde oluşturulan santraller daha sonra deniz üzerinde de kurulmuştur.

Enerji piyasasındaki temel değişimlerin 1970'lerde OPEC ülkelerinin aldıkları kararlar ile dünya üzerindeki gelişmiş ve gelişmekte olan petrol alıcısı ülke ekonomilerini ne ölçüde etkilediklerini farketmeleri ile, yeniden şekilllenmeye başlamıştır. Birden bire artan yakıt fiyatları enerjinin sürekli ve ucuz arzı önünde önemli bir sorun oluşturmuştur. Bu yıllarda ortaya çıkan petrol krizi, ülkeleri yeni ve güvenilir enerji kaynakları temin etmek için çeşitli alternatifler aramaya yöneltmiştir. Güvenilir, sürekli ve dışa bağımlılık yaratmayan bir enerji kaynağı olarak rüzgardan yararlanmak üzere yatırımlar bu dönemlerde hız kazanmıştır. Yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağı olmasının yanında, atmosferde bol ve serbest olarak bulunan, çevre kirliliği yaratmayan rüzgardan, enerji kaynağı olarak yararlanma konusundaki asıl gelişmelerin ise 1980 yılından sonra ortaya çıktığı görülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'nın katkıları ile bu alandaki yatırımlar hızla artmış, türbünlerin yapımında yeni teknolojiler geliştirilerek, verim artışı sağlanmıştır. Türbün yapımında seri üretime geçilmiş; tek bir türbün veya birçoğunun birlikte oluşturduğu rüzgar çevrim sistemleri kurulmuştur.

Rüzgar boldur, yerlidir, tükenmezdir ve temizdir. Çevre üzerinde herhangi bir olumsuz etki yaratmamaktadır. 30 yıllık ömre sahip olan rüzgar santrallerinin işletme maliyeti çok düşük, dışa bağımlılık azdır. En olumsuz yanları ise halen yapım maliyetlerinin çok yüksek olması ve birim kapasitenin düşük olmasıdır; kapasite

kullanım verimi % 30 kadardır. Rüzgar enerjisi sistemlerinin bir diğer özelliği şebekeye bağlı çalışma ve herbir türbüne yükseltici trafo konma gerekliliğidir. Rüzgar esmediği takdirde üretim duracağından, rüzgar enerjisi ancak termik ve hidrolik santrallere ek olarak ya da kombine şekilde güvenilir elektrik enerjisi kaynağı olarak kullanılabilmektedir.

Sonlu fosil kaynakların kullanımını azaltarak bugünkü enerji üretim kaynaklarına destek olması, türbünler arası alanların kullanılabilirliği, elektriğe dönüşümün verimle sağlanması, ömrü dolan türbünleri söküp kaldırmanın ve türbün bakımının kolaylığı, arazinin yeniden kullanılabilmesi, rüzgar endüstrisinin tüm dünyada gelişmekte olması, elektrik üretiminde kaynak çeşitliliği sağlaması, teknolojik altyapının varlığı, rüzgar santrali kurmak için gerekli kredi faizlerinin düşmüş olması ile yatırımcılar için rüzgar santrali kurmak seçeneğinin çekici hale getirilmesi rüzgar enerjisi kullanımını cazip kılmaktadır.[2]

3.2. RÜZGAR ENERJİSİ SİSTEMLERİ ve ÖZELLİKLERİ

Güneş enerjisinin atmosfer tarafından yutulması sonucu ısınan hava genleşerek, konveksiyon hareketleri oluşturur. Yatay ya da yataya yakın yönde yer değiştiren hava kütlesinin hareketi rüzgar; bu kütlenin iş yapabilme yeteneği de rüzgar enerjisi potansiyeli olarak tanımlanmaktadır.[3] Rüzgar enerjisinin kaynağı güneştir. Rüzgar enerjisi güneş enerjisinin dolaylı bir şeklidir, kinetik bir enerjidir. Dünyaya ulaşan güneş enerjisinin sadece %1-2'si gibi çok küçük bir miktarı rüzgar enerjisine dönüşmektedir; bu yıllık enerji üretimi olarak yaklaşık 26.000 TWh/yıl düzeyinde rüzgar enerjisi potansiyeli demektir.[4] Rüzgar enerjisi mekanik olarak türbün şaft gücünden yararlanılarak su pompalama, çeşitli ürünleri kesme-biçme-öğütme, sıkıştırma, yağ çıkarma gibi mekanik enerjiye gerek duyulan alanlarda, ticari olarak ise, enterkonnekte sistemi beslemek amacıyla elektrik üretiminde

[2] **Ibid.** , s. 10.
[3] Cihan Dündar, Mustafa Canbaz, Nezihe Akgün, Gürkan Ural, **Türkiye Rüzgar Atlası**, Ankara, EİE Ve DMİ Yayınları, 2002, s. 1.
[4] Yalçın Karabulut, **Türkiye Enerji Kaynakları**, Ankara, Ankara Üniversitesi Yayınları, 2000, s. 133.

kullanılmaktadır.[5]

Rüzgar sistemlerinde bulunan elemanlar; türbün, kule, kablolama ve denge sistemleri, dönüştürücüler, bataryalar, kontrol ekipmanlarıdır.[6] Bu elemanlar arasından rüzgar enerji dönüşüm (RED) sistemleri aşağıdaki üç temel faktöre bağlı olarak sınıflandırılabilir[7];

▪çıkış türü

-doğru akım,

-değişken frekans, değişken veya sabit gerilim, alternatif akım,

-sabit frekans, değişken veya sabit gerilim, alternatif akım,

▪rüzgar türbününün dönme hızı

-değişken kanat açısı ile sabit hız,

-basit açı değiştirici mekanizmaları ile yaklaşık sabit hız,

-sabit kanat açısı ile değişken hız,

▪elektrik enerji çıkışından yararlanma şekli

-akü grubunda depolama,

-diğer şekillerde depolama,

-konvansiyonel şebeke sistemine bağlantı.

Rüzgar türbünleri ise hareket halindeki havanın enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinalardır.[8] Türbünlerin kanatları fiber-glass polyester malzemeden, nadiren de tahtadan yapılmaktadır. Kuleler ise çelik boru şeklinde, kafes tipi veya betondan üretilmektedir. Günümüzde yaygın kullanılan rüzgar türbünleri yaklaşık 3-5m/sn'de çalışmaya başlamaktadır. Maksimum güce yaklaşık 15m/sn'de ulaşılarak, kanatlar dakikada yaklaşık 15-50 kez dönmekte, bununla birlikte değişken kanat hızlı türbün çeşitlerinin sayısı giderek artmaktadır.[9] Elektrik üretim maliyeti, yatırım maliyetleri; güç santrallarının inşaatı ve şebekeye bağlanması, işletme maliyetleri; tesisin işletilmesi, yakıtının sağlanması, bakımı, finansmanı, yatırımcı ve bankalara

---

[5] Türkiye Enerji Forumu Komitesi, **Türkiye'nin Yeni Enerji Stratejileri**, İstanbul, Ulusal Enerji Forumu Yayınları, 2001, s. 104.

[6] Erdinç Tezcan, "Rüzgar Enerji Sistemleri ve Ülkemizde Esen Rüzgarlar ", (Çevrimiçi) http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2000/kasim/RUZGAR.htm, 15. 02. 2006.

[7] (Çevrimiçi) http://www10.brinkster.com/gezgini/konular.asp?ad%20id=34&ad%20category%20id=&search=&, 14. 04. 2006.

[8] **Ibid.**

[9] TEV, **op. cit.** , s. 24.

geri ödeme maliyetlerinden oluşmaktadır.[10] Rüzgar türbünleri için ise yakıt maliyeti yoktur; rüzgar bedavadır. Projenin maliyeti ödendikten sonra sadece işletme ve bakım maliyetleri söz konusudur. Yatırım maliyeti toplam maliyetin %75 ile %90'ını oluşturmaktadır.[11]

Rüzgar türbünleri dönüş eksenleri doğrultusuna göre yatay eksenli veya düşey eksenli olarak üretilmektedir. Genel olarak yapılan sınıflandırmaya göre karada-içerde, karada-kıyıda, denizde-açıkta, denizde-kıyıda olmak üzere dört tip rüzgar türbünü vardır.

Yapılan araştırmalar rüzgar enerjisi potansiyeli açısından denizlerin karalara göre daha zengin olduğunu göstermektedir. Denizlerdeki rüzgar enerjisiyle ilgili çalışmalar 1970'li yılların başında yaşanan dünya enerji krizinden sonra başlamış ve 1980'li yılların başında uluslararası enerji ajansı programı kapsamına alınmıştır. İlk olarak İsveç denizüstü rüzgar enerjisi projesini 1990 yılında gerçekleştirmiştir. Ardından Danimarka Lollad Adası açıklarında, Vindeby Denizüstü Rüzgar Çiftliği'ni kurmuş, daha sonra ABD, Hollanda ve İngiltere gibi ülkelerin çalışmaları ile denizlerde şamandra üzerine yerleştirilmiş, yüzen rüzgar türbünlerinin kurulması gerçekleştirilmiştir.[12] Avrupa birliği için hazırlanmış olan rüzgar atlasında, Ege Denizi'nin 10m yükseklikteki rüzgar hızının 7-8m/sn arasında olduğu ve bunun Türkiye'nin diğer kıyılarına kadar geçerliliğini koruduğu belirtilmektedir.[13] Hızla gelişen; Hollanda'da toplam 1000MW, ülkemizde ise 20MW'a ulaşan rüzgar enerjisi sistemleri kullanımının, dünyadaki örnekleri incelendiğinde iki kısıma ayrıldığı görülmektedir; küçük türbünler olarak adlandırılan kişisel kullanıma yönelik sistemler ve büyük türbünler adını alan endüstriyel kullanıma yönelik sistemler[14];

-**Büyük türbünler**, rüzgar çiftliği olarak adlandırılan diziler halinde kurulmaktadır. Tek bir türbün 50KW-2MW arasında bir güce sahip iken; bir rüzgar çiftliğinin toplam gücü 1-150MW arasındadır. Yatırım amaçlı olarak kurulmaktadırlar. Üretilen enerji şebekeye verildiği için yatırımdan önce

[10] Tanay Sıdkı Uyar, "Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu", (Çevrimiçi) http://www.tck.org.tr/ruzgar_enerjisi.html, 15. 02. 2006.
[11] **Ibid.**
[12] Karabulut, **op. cit.** , s. 134.
[13] **Ibid.** , s. 139.
[14] (Çevrimiçi) http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/ruzgar/enerjisi.html, 30. 03. 2005.

yapılması gerekli olan bazı çalışmalar vardır; öncelikle bölgenin rüzgar açısından durumunun belirlenmesi şarttır. Yapılacak ayrıntılı ve en az bir yıl sürecek teknik rüzgar ölçümleriyle rüzgar hızı ortalamaları günlük, mevsimlik ve yıllık dağılımlar ile yaklaşık rüzgar enerjisi değeri belirlenmektedir. Daha sonra yapılacak olan fizibilite çalışmaları sonucunda kurulacak olan santralin büyüklüğü, türbünlerin yerleri ve güçleri, üretilecek enerjinin maliyeti gibi sonuçlara ulaşılmaktadır. Bu çalışmalarda bölgesel elektrik kurumlarıyla ve devletle yapılacak olan anlaşmalar, alınacak özel izinler, çevre halkının yaklaşımı, bölgedeki konvansiyonel elektriğin maliyeti, yıllık harcama miktarı, arazinin fiziksel yapısı, finansman ve kredi politikası gibi parametreler önemli rol oynamaktadır. Büyük türbünlerin üretime başlaması için bölgedeki ortalama rüzgar hızının 5-7m/s (18-25km/saat) civarında olması gerekmektedir. Ancak yatırımın ekonomik olup olmadığının belirlenmesi için tüm yıla yayılan bir dağılımın çıkarılması şarttır.

-Küçük türbünler, genellikle şebekenin bulunmadığı, ulaştırmanın ekonomik olmadığı ya da sorunlu olduğu bölgelerde kurulmaktadırlar; şehirdışı yerleşimler, çiftlik evleri, telekominikasyon aktarıcıları, radyo ve orman kuleleri, askeri tesisler, demiryolu sinyalizasyonu, balık çiftlikleri, seralar, maden ocakları, deniz vasıtaları ve bazı fabrikalarda küçük türbünler, oldukça uygun kullanım alanları bulmaktadır. Üretilen enerjinin depolanmasıyla güvenilir enerji sağlanabilmektedir. Bu türbünlerin güç değerleri 0,05-20KW arasındadır. En fazla dört adet hareketli parçadan oluşan bu tip türbünler bakımsız ya da çok az bakımlı olarak dizayn edilmektedir. İşletme giderleri neredeyse yoktur. Her türlü çevre şartlarına dayanabilecek şekilde tasarlanmaktadırlar. Otomatik kontrol mekanizmaları sistemi aşırı şarjdan koruyan kontrol sistemleri vardır; çok yüksek rüzgar hızlarında otomatik korunmalı dizayn edilmişlerdir. Şebekeye elektrik enerjisinin verildiği büyük türbünlerin aksine; küçük türbünlerde bu sistem uygulanamamaktadır. Akü şarjı esasına göre çalışan küçük türbünlerle üretilen enerji, ihtiyaca göre seçilen akü bankasına şarj edilerek kullanılmaktadır. Güçleri 50W ile 20KW arasında değişmektedir. Bu güç değerleri, türbünün maksimum hızda dönmesi durumundaki gücü göstermekte, daha düşük hızlarda ise türbün elektrik üretmeyi daha düşük bir güçte sürdümektedir. Akü bankasının yeterli

seviyede seçilmesi durumunda, depolanmış enerji ihtiyaç duyulan güçte aküden çekilebilmektedir.

Küçük ölçekli bir rüzgar türbününün çalışma prensibi, rüzgarın türbünü döndürmesi, türbünün jeneratörü çevirmesi ve jeneratörün de alternatif akım voltajı üretmesi biçiminde açıklanabilir. Ancak, rüzgar hızının değişken olması, üretilen voltajın da değişken olmasına neden olmaktadır. Böylelikle zaman zaman üretilen enerji, saklanamayacak ya da şebekeyi besleyemeyecek kadar düşük olabilmektedir. Alberta Üniversitesi Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde yapılan bir çalışma ile[15]; türbünlerin göreli olarak daha durgun koşullarda da yeterli düzeyde voltaj üretmesini olanaklı kılan bir sistem geliştirilmiştir; jeneratör tarafından üretilen AC akımı bir düzeltici aracılığı ile DC'ye dönüştürülmekte böylece 12 voltluk bir akü içerisinde depolanabilmekte, geliştirilen denetleyici jeneratörden gelen AC'nin frekansını izlemekte eğer voltaj DC'ye dönüştürülemeyecek ve depolanmak üzere sistem üzerinden gönderilemeyecek kadar düşükse, elektrik enerjisi akışını durdurarak toplam voltaj 12 volt oluncaya kadar birikmesini sağlamaktadır.

Rüzgar türbünlerinin genel özelliklerini şu şekilde sıralamak mümkündür[16];

-rüzgar türbünleri için yakıt maliyeti yoktur, sadece işletme ve bakım maliyetleri söz konusudur. Nüfusu 71 milyon olarak belirlenen ve kişi başına düşen milli gelir 4925$ olarak hesaplanan, Türkiye ile birlikte gelişmekte olan ülkeler kategorisinde yeralan 19 milyon nüfus ve kişi başına 700-800$ gelire sahip Sri Lanka ile 27 milyon nüfus ve kişi başına 4300$ gelire sahip Peru'da küçük ölçekli bir rüzgar jeneratörünün geri ödeme süresi ile ilgili yapılan bir araştırma sonucu ortaya şu tablo ortaya çıkmıştır;

[15] K. Roth, "Geleceğin Yakıtını Doldurmak", **Bilim ve Teknik**, Sayı:457, Çev.Ayşenur Akman, Tübitak Yayınları, 2005, s. 44.

[16] (Çevrimiçi) http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/ruzgar/enerjisi.html 30. 03. 2005.

Tablo-3.1: Küçük Ölçekli Bir Rüzgar Jeneratörünün Geri Ödeme Süresi

	Maliyet($)	Gelir Üretimi($)	Yatırım($)	Geri Ödeme Süresi (Ay)
Peru	104	218	480	17.9
Sri-Lanka	130	109	650	32.6

Kaynak: S Smail Khennas, Simon Dunnett, Hugh Piggott, **Small Wind Systems For Rural Energy Services**, UK, ITDG Publications, 2003 , s. 42.

-modern rüzgar türbünleri 2-3 kanatlıdır,

-kanat çapları yaklaşık olarak 30 m'dir,

-belli bir zaman aralığında rüzgar hızı değişmez değildir ancak şebekeye enerji, rüzgar jeneratörü ve kanat özellikleri ile aynı miktarlarda verilebilmektedir,

-iki rüzgar türbünü arasındaki uzaklık yaklaşık olarak 150-300m arasında değişebilmekte bu nedenle arazinin yaklaşık %99'luk kısmı tarım, hayvancılık ve diğer amaçlar için kullanılabilmektedir,

-en ekonomik rüzgar santrali 10-30MW'lık kapasite büyüklüğüdür; bugün yaygın büyüklükteki 25 türbün yılda yaklaşık 20GWh'lık enerji üretmektedir,

-enerji üretimi rotor yüksekliğinde rüzgar hızının küpüne ve kanatların süpürme alanına bağlıdır; rüzgar hızı yükseklikle artar, çoğu türbün 30-50m kule yüksekliğine sahiptir;

-beklenen türbün ömrü en az 20 yıldır,

-her türbün bilgisayar sistemi ile denetlenmektedir,

-rüzgardan üretilen elektriğin birim maliyeti giderek düşmektedir,

-türbün güçleri birkaç kW'tan birkaç MW'a kadar değişebilmektedir,

-rüzgar türbünleri karada kurulduğu gibi denizlerde de kurulabilmektedir.

Yeryüzeyinden yaklaşık 1 km'ye kadar rüzgar, yüzey yapısından oldukça etkilenmekte; pürüzlülük ne kadar çok ise rüzgar hızı o kadar azalmaktadır.[17]

[17] **Ibid.**

Pürüzlülük deniz yüzeyinde en düşüktür. Türkiye'nin konumu ve coğrafi yapısı rüzgar enerjisi santrallerinin kurulması için oldukça uygundur. Özellikle Ege Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesi'nin batı kısımları rüzgar potansiyeli bakımından zengindir. Üç tarafının denizlerle çevrili olması pürüzlülük azaldığı için verim artışı sağlayacağından önemli bir avantajdır. Rüzgar enerjisi ile ilgili olarak yapılacak çalışmalarda rüzgar enerjisi santrallerinden mümkün olabilecek en yüksek verimi elde edebilmek için; rüzgar potansiyeline sahip olan alanlar ve türbünlerin yerleştirileceği noktalar oldukça önemlidir. İstikrarlı veriler elde edebilmek için uzun vadeli ölçümler ve fizibilite çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Örneğin santralin kurulacağı bölgenin rüzgar atlası oulşturularak; rüzgar türbünlerinin konumları, özellikleri, sayıları belirlenmeli; üretilmesi planlanan enerji miktarları hesaplanmalıdır. İsviçre'de rüzgar gücü sistemleri, genel iklim şartları (buz, soğuk), gürültü, manzaranın korunması gibi problemlerin varlığı nedeniyle, deniz seviyesinden 800m yükseklikteki dağlık, sayfiye bölgelere kurulmuştur.[18]

Bir bölgede rüzgar enerjisi santralleri kurmadan önce, gözlem istasyonlarından elde edilen verilerden yararlanılır. Santrallerin oluşturulması ve bu santrallerden ekonomik anlamda bir getiri sağlanabilmesi konusunda, gözlem istasyonlarının verileri belirleyici rol oynamaktadır. Santrallerin kurulmasında bir diğer belirleyici "kapasite faktörü"dür. Santralin kapasite faktörü santralin üretebileceği enerjinin, nominal güçte çalışarak üretebileceği enerjiye oranı ile bulunmaktadır. Rüzgar türbünlerinin kapasite faktörü, kullanılan rüzgar türbün tipine ve rüzgar potansiyeline göre değişmektedir. Türkiye'nin Kütahya İli'nde, Dumlupınar Üniversitesi Merkez Kampüs alanında rüzgardan enerji elde edilmesinin araştırılması amaçlı yapılmış bir çalışmaya göre; ölçüm sonucu alınan veriler ile yapılan hesaplamalarda kapasite faktörü %16.2, üretilebilecek enerji miktarı ise 1421.6 MWh olarak hesaplanmış, bu değerler weibull dağılımına uygulanmış, buna göre rüzgar türbünü güç çıktısı rüzgar hızının küpü ile orantılı olduğundan rüzgar hızı ölçümünde yapılacak %1'lik hatanın enerji üretimine %3 olarak yansıdığı

[18] IEA, **Energy Policies of IEA Countries, Switzerland, 2003, Review**, France, International Energy Agency and OECD Publications, 2003, s. 82.

(rüzgar hızının 2 kat artması, enerji üretiminin 8 kat artmasına neden olmaktadır), kule yüksekliğinin 1m artmasının ise enerji üretiminine yaklaşık %1 dolaylarında katkı sağladığı belirlenmiş ve 20 ay süresince ölçülen rüzgar hızı ve enerji yoğunluğunun ortalama değeri bölgenin rüzgar enerjisinden elektrik üretimi için mevcut teknolojiye göre ekonomik olmadığını, ölçümlerin biraz daha uzun zaman dilimi içerisinde, teknolojik gelişmeye ve türbün fiyatlarındaki düşüşe bağlı olarak ele alınabileceğini ortaya koymuştur.[19]

Yapılacak araştırma-geliştirme çalışmalarının rüzgar potansiyelinin iyi ya da en azından orta düzeylerde olduğu bölgelerde yoğunlaştırılması, yatırımların ekonomik yönden daha verimli değerlendirilmesi anlamına gelmektedir. İyi seçilmiş ve kurulmuş bir rüzgar santralinde 600kW'lik bir türbün, santral yerine ve ailenin enerji tüketimine bağlı olarak değişebilmekle birlikte yılda yaklaşık 1000-1500 ailenin enerjisini üretebilmektedir.[20] Bu noktada gözlem istasyonları önem kazanmaktadır.

Ayrıca ulaşım ve ulusal şebekeye bağlanma kolaylığı ve yakınlığı, arazinin yol ve diğer çalışmalar için işlenme kolaylığı ve eğimi (baskın rüzgar yönü açısından çok önemlidir), arazinin büyüklüğü, arazinin kullanılış şekli (mera, tarım, meyvacılık, orman v.b.), arazinin bitki örtüsü, ayrıca arazilerde rüzgar enerjisinden yararlanmayı önleyebilecek birtakım kısıtlar olarak; arazinin yerleşim birimlerine, askeri, sivil radar ve buna benzer tesislere ve havaalanlarına olan yakınlığı, arazinin mülkiyeti, arazinin sit veya diğer kapsamda olup olmadığı, arazinin turizm bölgeleri ile olabilecek etkileşimi, rüzgar enerjisi sistemlerinin uygulanabilirliği açısından dikkate alınması gerekli hususlardır.[21] Seragazı emisyonu ve asit yağmuru yaratmamaları, radyoaktif atıklarla ilişkilerinin olmaması, temiz, tükenmez ve ekonomik birer elektrik üretim sistemi olmaları gibi olumlu özelliklerinin yanısıra gürültülü çalışmaları, kuş ölümlerine neden olmaları, haberleşmede parazit oluşturmaları, 2-3 km'ye kadar radyo ve televizyon alıcılarını karıştırmaları ve kaza

---

[19] Ramazan Köse,M.Arif Özgür, "Rüzgar Enerjisinin Elektrik Üretiminde Kullanımı ve Kütahya'da Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretim Olasılığı", **3.Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu; Enerji, İnşaat, Mobilya ve Tekstil Teknolojileri**, IV.Cilt, Ankara, Gazi Üniversitesi Yayınları, 2003, s. 131.
[20] TEV, **op. cit.** , s. 29.
[21] **Ibid.** , s 28.

olasılıkları rüzgar türbünlerinin görsel ve estetik olumsuzluklarıdır.[22]Ancak şunu da belirtmek gerekir ki rüzgar türbünleri karayolu trafiği, trenler, uçaklar ya da inşaat faliyetleriyle karşılaştırıldığında çok düşük seviyede gürültü üretmektedirler. Örneğin rüzgar çiftliğinin hemen yakınındaki bir ev, bir şelaleye 50 -100m uzaklıktaki bir evden daha az gürültü duymaktadır ki bu tipik bir oturma odasının gürültülü atmosferinin, hemen yandaki kütüphane yada dinlenme salonu gibi sessiz sakin bir yerden duyulması gibi bir sestir.[23]

Ayrıca[24], ortalama bir sahada modern bir rüzgar türbünü üç dört ay içerisinde imalatında kullanılan miktarda enerjiyi üretebilmekte, rüzgar çiftlikleri kolayca sökülebilmekte ve arazi kolayca eski haline getirilebilmekte, rüzgar türbünlerinin geri kazanılabilirlik oranı artmakta ve böylece hurda makinelerden daha çok enerji kurtarılabilmektedir.

Enerji kaynaklarının süreklilik özelliğine sahip olması, enerji arzı açısından büyük önem taşımaktadır. Kaynaklardan mümkün olan en yüksek faydayı sağlayabilmek için üretimin çok olduğu zamanlarda fazlanın depolanarak; az veya yetersiz olduğu zamanlarda kullanılmak üzere sisteme aktarılması hedeflenmektedir. Dolayısıyla rüzgardan da enerji kaynağı olarak yararlanırken; rüzgar hızının her zaman aynı seviyede olmayacağı dikkate alınarak, enerji depolanması gerekliliği karşımıza çıkmaktadır. Pek çok depolama metodu vardır[25],

Atalet pompalama: Hızla dönen volanlar (fly-wheel) ile enerji depolama yeni bir fikir olmamakla birlikte son zamanlarda karma malzemelerden (metal+polyester+reçine) volanlar yapılmaktadır. Bununla birlikte enerji depolama olanakları sınırlı kalmakta, çünkü belli bir dönme hızının ötesinde volan parçalanabilmektedir. Magnetik yataklar üzerine yerleşmiş 15.000d/d hızla dönen bir volana, 24 saat süreyle 400WH/kg'lık depolama yapmak mümkün

[22] F.Onur Hocaoğlu,Mehmet Kurban, "Rüzgar Gücünden Elektrik Enerjisi Üretimi İçin Rüzgar Türbini Tasarımı", **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK) 2005**, Kocaeli, Kocaeli Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 2005, s. 125.

[23] Tanay Sıdkı Uyar, "Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu", (Çevrimiçi) http://www.tck.org.tr/ruzgar_enerjisi.html, 15. 02. 2006.

[24] **Ibid.**

[25] (Çevrimiçi) http://www10.brinkster.com/gezgini/konular.asp?ad%20id=34&ad%20category%20id=&search=&, 14. 04. 2006.

olup, sistemin verimi (yeniden depolanan enerji/tüketilen enerji) yaklaşık %80'dir.

Sıkıştırılmış hava depolama: Bu depolama türünde sıkıştırılmış hava bir depoya veya kemerli bir yeraltı odasına basılır. Bu hava daha sonra mekanik enerji elde etmek amacıyla ya bir kompresöre ya da içten yanmalı türbüne gönderilir. Herbirinin verimi sırası ile %60 ve %80'dir.

Akümülatörler: Enerji depolamak için yaygın olarak kullanılmaktadırlar. En iyi bataryalar kurşun-asit akümülatörlerdir. Bunlar azar azar şarj için çok uygundur. Akülerin çabuk bozulmalarının ana nedenleri aşırı şarj, aşırı deşarj ve uzun süre boş durumda kalmalarıdır. Nikel-kadmiyum bataryalar tavsiye edilmemektedir çünkü küçük güçlerde verimleri çok düşüktür ve kurşun-asit bataryalarınkinden daha azdır. Bunun yanında ne aşırı şarjdan, ne de düzensiz aşırı deşarjdan etkilenmemekte, kendi kendilerine deşarj olmayıp, kurşun asit tipe göre soğuktan daha az etkilenmektedirler.

Rüzgar elektrik sistemlerinde, rüzgardan alınabilen güçten elektriksel güç çıkışına kadar olan tüm dönüşüm verimi %25-35 aralığındadır.[26] Rüzgardan elde edilen enerji tüketici tarafından hemen kullanılabilmesi için elektriğe dönüştürülerek elektrik şebekesine yönlendirilmekte, oradan transformatörler ile gerilim değeri yükseltilip azaltılarak iletim hatları vasıtasıyla tüketicilere (alıcılara) ulaştırılmaktadır.[27]

Rüzgar enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümünün sağladığı avantajların en önemli üç tanesi[28]; jeneratörün çok geniş bir alan üzerinde yüksek verimlilik, güvenilirlik ve çok az bakım ihtiyacı ile tasarlanabilmesi, üretilen enerjinin kullanım noktasına diğer kaynaklara göre daha yüksek verimle ve daha düşük maliyetle iletilebilmesi ve elektrik enerjisinin diğer formlara daha kolay getirilip, modüle edilebilmesi veya çevrilebilmesidir.

[26] **Ibid.**
[27] (Çevrimiçi) http://www.gyte.edu.tr/enerji/Ruzgarenerji/s3.html, 14. 04. 2006.
[28] (Çevrimiçi) http://www10.brinkster.com/gezgini/konular.asp?ad%20id=34&ad%20category%20id=&search=&, 14. 04. 2006.

3.3.TÜRKİYE'NİN RÜZGAR POTANSİYELİ ve BU POTANSİYELİN EKONOMİK OLARAK DEĞERLENDİRİLEBİLECEĞİ BÖLGELER

Türkiye'de soğuk Karadeniz ve Kuzey Asya Bozkırı ile sıcak Ege Denizi ve Akdeniz arasında sürekli olarak bulunan alçak ve yüksek basınç merkezi farklılıkları Trakya, Güney Marmara, Ege ve Akdeniz Kıyıları'nda kuvvetli ve sürekli rüzgarlar oluşturmaktadır. Bu nedenle Marmara, Ege ve Akdeniz Kıyıları dünya üzerinde rüzgar potansiyeli yüksek olan alanlar arasındadır. Rüzgar potansiyelinin en yüksek olduğu yerler ise: Kuzey Ege'de; Gökçeada, Bozcaada, Çanakkale Çevresi, Orta Ege'de; Urla Yarımadası, Güney Ege'de; Bodrum ve Datça Yarımadaları, Karadeniz'de; Sinop Çevresi'dir. Gökçeada'dan elde edilen veriler rüzgar potansiyelinin Güney İngiltere ve Danimarka Kıyıları ile karşılaştırılabilir düzeyde, Adriyatik Kıyıları'ndan ise daha yüksek bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır.[29]

Tablo-3.2: Türkiye Genelinde Rüzgar Potansiyeli Açısından Zengin Bazı Bölgeler

İstasyon Adı	Rüzgar Gücü Yoğunluğu(W/m^2)
Bandırma	152.6
Antakya	108.9
Kumköy	82.0
Mardin	81.4
Sinop	77.9
Gökçeada	74.5
Çorlu	72.3
Çanakkale	71.2

Kaynak: TEV, **Rüzgar Enerjisi**, Ankara, Temiz Enerji Vakfı Yayınları , 2001, s. 42.

[29] Karabulut, **op. cit.** , s. 138.

Rüzgar atlasları yer düzeyinden 10m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı ve yönüne ilişkin yeterli süre ve sayıdaki meteoroloji istatistiklerinin, özel bilgisayar programları yardımıyla değerlendirilmesi sonucunda elde edilen, enerji plancılarına ve yatırımcılara rüzgar gücü ve kapsadığı alanlar hakkında bilgi veren rüzgar istatistikleridir.[30] Türkiye Rüzgar Atlası, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmaktadır. Çalışma kapsamında gözlem istasyonlarında uzun süreli ölçümler sonrasında elde edilen veriler incelenmekte ve karşılaştırılmaktadır. Bu çalışmada Türkiye üzerinde homojen dağılım gösteren 96 adet meteoroloji istasyonu için yerinde incelemeler yapılmış ve bu istasyonlardan 45 adetinin verileri Türkiye Rüzgar Atlası çalışmasında kullanılmıştır. Türkiye Rüzgar Atlası, Avrupa Rüzgar Atlası'nın hazırlanmasında da kullanılan WASP (Wind Atlas Analysis and Application Program) modeli kullanılarak yapılmıştır.[31] Sözkonusu çalışmada; Afyon, Ağrı, Akçaabat, Akçakoca, Amasra, Ardahan, Bandıra, Bergama, Bozcaada, Bursa, Cihanbeyli, Çanakkale, Çorum, Dalaman, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Etimesgut, Gönen, Güney Iğdır, İpsala, Kangal, Karapınar, Karataş, Kayseri, Kozan, Kuşadası, Malatya, Mardin, Muş, Ordu, Pazar, Pınarbaşı, Polatlı, Samsun, Seydişehir, Siirt, Silifke, Sinop, Siverek, Suşehri, Şile ve Van illeri incelenerek; Bandırma, Antakya, Kumköy, Mardin, Sinop, Gökçeada, Çorlu ve Çanakkale zengin bölgeler olarak tesbit edilmiştir. Özellikle İskenderun Bölgesi, Bayburt, İzmir'den Çanakkale'ye kadar olan kısım, Türkiye'nin en çok rüzgar alan kesimleridir.

Rüzgardan sağlanacak enerji miktarı, rüzgarın hızına bağlıdır. Rüzgarın hızı yükseklikle, gücü ise hızının küpüyle orantılıdır. Rüzgarın sağlayacağı enerji miktarı gücüne ve esme süresine bağlıdır. Güç potansiyelini belirlemek için en önemli girdi rüzgar hızıdır. Rüzgar yönü, potansiyel için belirleyici olmamakla birlikte rüzgar enerjisi çevrim sistemlerinin yerleştirilmesi konusunda önemli rol oynamaktadır. Rüzgar santralinin gücünün rüzgar hızının küpüyle orantılı olması, bir fizik kanunudur. Örneğin[32]; 30m/sn rüzgarda 100MW güç üreten santral, rüzgar hızı

[30] TEV, **op. cit.** , s. 26.
[31] Dündar, Canbaz, Akgün, Ural, **op. cit.**
[32] Türkiye Enerji Forumu Komitesi, **op. cit.** , s. 173.

30m/sn'in üzerine çıktığında durdurulmak mecburiyetindedir; aksi halde mil kırılır, yataklar yanar.

Teorik olarak, anlık rüzgar gücü şu şekilde hesaplanmaktadır[33]:

$P=1/2\rho v$

P: anlık rüzgar gücü

ρ: havanın yoğunluğu-deniz seviyesinde ($1.23gr/m^3$)

v: anlık rüzgar hızı (m/s)

Rüzgardan elde edilebilecek güç ise;

$P=1/2A\rho v^3$

A: türbün süpürme alanı (m^2)

P: Güç (Watt)

Tabloda ülkemizdeki çeşitli bölgelerde uzun yıllar yapılan ölçümler sonucu elde edilen ortalama rüzgar hızına sahip iller yeralmaktadır. Ölçümlerde ortalama rüzgar hızına da, rüzgardan enerji kaynağı olarak yararlanmada temel unsur olması sebebiyle, illerle birlikte yer verilmiştir.

[33] Hocaoğlu, Kurban., **op. cit.** , s. 125.

Tablo-3.3: 3 m/s Uzun Yıllar Ortalama Rüzgar Hızına Sahip Bölgelerimiz

	V (m/s)		V (m/s)		V (m/s)
Antakya	4.2	Florya	3,5	Silifke	3.1
Antalya	3.1	Gökçeada	4,4	Sinop	4.7
Ayvalık	3.2	Göztepe	3,0	Siverek	4.0
Balıkesir	3.1	İnebolu	3,7	Sivrihisar	3.0
Bandırma	5.2	İpsala	3.8	Şile	3.1
Bergama	3.2	İzmir	3.5	Tefenni	3.3
Ankara	3.2	K.maraş	3.4	Tekirdağ	3.1
Bilecik	3.4	Karapınar	3.6	Uzunköprü	4.1
Bozcaada	7.0	Kırklareli	3.0	Yenişehir	3.0
Cihanbeyli	3.7	Kumköy	4.9	Yozgat	3.0
Çanakkale	4.9	Menemen	4.1		
Çeşme	3.8	Muğla	3.4		
Çorlu	3.9	Nevşehir	3.2		
Dikili	3.0	Niğde	3.4		
Doğubeyazıt	3.1	Kireçburnu	4.7		
Kdz. Ereğli	3.8	Seydişehir	3.3		

Kaynak: (Çevrimiçi) http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/ruzgar/turkiyedei.html, 28. 02. 2006.

Rüzgar rejiminin, rüzgar santrali kurmayı destekleyecek yoğunlukta seyrettiği yörelerde ortalama kapasite faktörü Türkiye'de de olduğu gibi %30 civarındadır; buradan türbünün yılın yaklaşık %60'ında belli hız dağılımında çalışacağı anlaşılmaktadır.[34]

[34] TEV, **op. cit.** , s. 29.

Tablo-3.4: EİE Rüzgar Enerjisi Gözlem İstasyonları Aylık Ortalama Hızları

İstasyon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nurdağı	3.8	4.7	4.5	6.0	-	11.4	13.7	13.7	10.7	4.8	3.3
Belen	5.4	4.6	4.7	5.1	6.2	8.7	11.0	11.0	8.3	5.3	5.0
Akhisar	5.8	6.5	7.9	5.3	5.7	6.5	10.0	8.4	4.8	6.7	4.8
Didim	5.4	5.2	5.7	4.7	3.7	4.3	5.3	4.5	4.0	4.1	4.8
Kocadağ	9.5	9.4	10.0	7.1	7.4	7.2	10.3	8.3	6.4	8.3	8.3
Datça	5.4	5.8	5.6	5.5	5.2	5.9	7.8	8.3	6.2	5.9	5.0
Bandırma	5.5	5.6	6.9	---	---	---	6.9	5.4	4.1	6.4	3.8
Karabiga	7.6	6.9	7.2	5.3	5.3	5.1	6.7	7.2	6.4	7.1	6.7
Gökçeada	8.4	7.9	7.8	5.4	6.2	5.3	7.4	6.5	5.8	7.3	6.8
Söke	4.2	4.4	4.5	3.4	3.8	6.4	6.7	6.5	3.0	3.6	3.2
Sinop	5.7	4.8	4.6	5.5	4.4	4.9	5.3	3.8	4.6	4.4	4.5
Yalıkavak	6.0	7.7	6.8	7.8	5.7	5.8	6.9	6.6	5.5	5.2	5.3

Kaynak: Erdinç Tezcan, "Rüzgar Enerji Sistemleri ve Ülkemizde Esen Rüzgarlar",(Çevrimiçi) http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2000/kasim/RUZGAR.htm, 15. 02. 2006.

Türkiye'de şimdiye kadar yapılan çalışmalardan elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda ortalama rüzgar hızı 10m yükseklikte 2.54m/sn ve rüzgar gücü yoğunluğu da 25MW/m^2 olarak hesaplanmıştır.[35]

[35] Karabulut, **op. cit.** , s. 139.

Tablo-3.5: EİE Gözlem İstasyonları Ortalama Rüzgar Hızı Sonuçları(m/s)

Gökçeada	6.9
Kocadağ	8.5
Yalıkavak	6.6
Bandırma	5.0
Şenköy	7.5
Zengen	3.6
Akhisar	6.6
Datça	6.0
Söke	4.3
Karabiga	6.4
Karaburun	6.7
Didim	4.8
Belen	6.7
Sinop	4.7
Nurdağı	7.2
Göktepe	5.8

Kaynak: TEV, Rüzgar Enerjisi, Ankara, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, 2001, s. 43.

Ülkemizde denizler, karaya göre daha yüksek rüzgar enerjisi potansiyeline sahiptir. Türkiye'nin karadaki rüzgar potansiyeli 55.000MW, denizdeki rüzgar potansiyeli ise 60.000MW düzeyindedir.[36]

[36] Erdinç Tezcan, "Rüzgar Enerji Sistemleri ve Ülkemizde Esen Rüzgarlar", (Çevrimiçi) http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2000/kasim/RUZGAR.htm, 15. 02. 2006.

Tablo-3.6: Türkiye'nin Rüzgar Potansiyeli

Karasal Alanda			
Karakteristik	Brüt	Teknik	Kullanılabilir
Güç (MW)	220.000	55.000	20.000
Enerji (GWh/yıl)	400.000	110.000	50.000
Denizsel Alanda			
Karakteristik	Brüt	Teknik	Kullanılabilir
Güç (MW)	-	60.000	15.000
Enerji (GWh/yıl)		180.000	45.000

Kaynak: Mustafa Özcan Ültanır, "Rüzgar, Su ve Türkiye(Wind,Hydro and Turkey)", (Çevrimiçi) http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php?&ID=21, 23. 03. 2006.

Tablo incelendiğinde; karasal alanda 55.000MW olarak belirtilen güç değerinin yıllık 110.000GWh'lık enerji üretimine tekabül ettiği görülmektedir. Bununla birlikte denizsel alanda 60.000MW olarak belirtilen güç değeri, yıllık 180.000 GWh değerinde bir enerji üretimi anlamına gelmektedir. Kullanılabilir oranlar incelendiğinde ise bahsedilen arazi yapısı gibi çeşitli özellikler devreye girdiğinden 55.000MW olarak belirtilen teknik gücün 20.000MW'ının kullanılabilir olarak nitelendirildiği, dolayısıyla yılda 110.00GWh değerinde ortaya çıkacak enerji üretiminin yalnızca 50.000MW olarak elde edilebileceği anlaşılmaktadır. Denizsel alanda ise 60.000MW olan teknik potansiyelin %25'inin kullanılabilir olduğu, yıllık 180.000 GWh olan enerji üretiminin %25 azalarak, 45.000GWh değerinde elde edilebileceği görülmektedir.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün 113 istasyonunun saatlik rüzgar kayıtlarını temel olarak EİE İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından yapılan değerlendirme çalışmasına göre Türkiye'nin ortalama rüzgar hızı 2,5 m/sn, yıllık ortalama rüzgar gücü yoğunluğu 24 W/m^2'dir. [37]

[37] (Çevrimiçi) http://www.blogcu.com/hidrojen3, 05. 03. 2006.

Tablo-3.7: Bölgelere Göre Ortalama Rüzgar Gücü Yoğunlukları

Bölge Adı	Ort. Rüzgar Gücü Yoğunluğu (W/m^2)
Marmara Bölgesi	51.91
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	29.33
Ege Bölgesi	23.47
Akdeniz Bölgesi	21.36
Karadeniz Bölgesi	21.31
İç Anadolu Bölgesi	20.14
Doğu Anadolu Bölgesi	13.19

Kaynak: (Çevrimiçi) http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/ruzgar/turkiyedei.html, 28. 02. 2006.

Tablo incelendiğinde; en yüksek ortalama rüzgar gücüne sahip olan bölgenin 51.91W/m^2 ile Marmara Bölgesi olduğu görülmektedir. İkinci sırada 29.33W/m^2 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi, üçüncü sırada ise 23.47W/m^2 ile Ege Bölgesi yer almaktadır.

3.4.TÜRKİYE'DEKİ RÜZGAR ENERJİSİ SANTRALLERİ

Rüzgar enerjisi parametreleri Türkiye'nin rüzgar ölçümlerine ve arazi durumuna uygulandığında; 400 milyar kWh'ın üzerinde doğal brüt potansiyel, 124 milyar kWh civarında teknik potansiyel ve uygun yöreler için 14 milyar kWh'ın üzerinde net ekonomik potansiyel varlığı hesaplanmıştır.[38] 1990 yılından sonra EİEİ, ülkemizin birçok bölgesinde ölçüm yapmış ve rüzgar enerjisi potansiyeli yüksek olan bölgeleri belirlemiştir. Türkiye'nin batı ve kuzey sahilleri ile iç kesimlerinde bazı tepelerde uygun potansiyelin bulunduğu belirtilmiş, özellikle Karaburun Yarımadası, Çanakkale Sahilleri ve Boğazı, Güneydoğu Anadolu ve Kuzey Anadolu Tepeleri rüzgar enerjisi potansiyeli yüksek bölgeler olarak saptanmıştır.

1998 Yılında Çeşme ilçesi Germiyan köyünde ilk rüzgar santrali kurulmuştur. Halen herbiri 500kW gücünde 4 santral çalışmakta olup, yenileri eklenmek üzeredir. Rüzgar enerjisi kurulu gücü 9MW'a ulaşmak üzeredir.

Türkiye'de rüzgar gücünden ilk elektrik üretimi 1992 yılında gerçekleşmiş; Çeşme-Altınyunus Turistik Tesisleri Rüzgar Türbünü ve Ankara EİEİ rüzgar türbünü olmak üzere iki rüzgar türbünü inşa edilmiştir, -bugün Altınyunus Turistik Tesisleri'nin elektrik ihtiyacı bu sistemden ekonomik bir şekilde karşılanmaktadır- ticari amaçlı ilk rüzgar santrali ise 1998 yılında üretime başlamıştır, 1.8MW kurulu güce sahiptir ve Çeşme-Alaçatı'da kurulmuştur.[39] Delta Plastik End. A.Ş.'nin elektrik ihtiyacını karşılamak amacıyla otoprodüktör statüsünde oluşurulan, 3 adet türbünden oluşan 174 MW kurulu güce sahip, yılda yaklaşık 5.000.000kWh elektrik üreten ve bu üretimi ile 5.000 kişinin elektrik ihtiyacını karşılayan, 1998 yılından itibaren üretim yapmakta olan ve 1998 yılından 2005 yılına kadar yaklaşık 35 milyon kWh elektrik üreten santral, İzmir'in Çeşme – Germiyan bölgesinde Demirer Holding A.Ş. tarafından kurulmuştur. [40]

İlk rüzgar enerjisi santralinde inşaat malzemeleri, kablo ve trafolar, ikinci santralde bunların yanısıra kuleler de Türkiye'de üretilmiş, sonraki aşamada da bir türbünün en önemli temel parçalarından olan kanat üretimine karar verilerek

[38] Karabulut, **op. cit.**
[39] **Ibid.** , s. 140.
[40] (Çevrimiçi) http://www.demirer.com.tr/otoproduktor/ceres/index.html, 15. 02. 2006.

Almanya rüzgar enerjisi pazarında birinci sırada olmasının yanı sıra dünya pazar payının da %15'ini elinde bulunduran Enercon GmbH ile bir ortak girişim grubu oluşturulmuştur. İzmir Serbest Bölgesi'nde 7.000 m^{2}'si kapalı alan olmak üzere, toplam 30 dönüm arazi üzerine kurulan ve yıllık üretimi yaklaşık 1000 adet, 22 metrelik türbün kanadı olarak planlanan fabrikanın yatırım tutarının 10.5 milyon dolar olacağı ve ilk aşamada 200 kişiye istihdam sağlayacağı belirtilmiştir.[41]

Özel sektör tarafından yap-işlet-devret modeli kapsamında ilk rüzgar santrali kurma başvurusunun 1996 yılında yapıldığı bilinmektedir. Toplam kurulu gücü 31,82MW olan başvuru sayısı 1998'de 31'e, kurulacak santrallerin toplam güçleri de 750MW düzeyine ulaşmıştır; ilk proje teklifleri Marmara ve Ege kıyılarına yöneliktir ve öncelikle Çeşme Yarımadası'nda 300MW güce sahip santral kurulması hedefini içermektedir.[42]

Türkiye'de işletilen rüzgar enerjisi santrallerinin yaklaşık değeri 20MW'tır; Çeşme-Germiyan'da bulunan rüzgar enerjisi santralinin gücü 1.5MW, Çeşme-Alaçatı'da ve Bozcaada'da bulunan santrallerin güçleri ise sırasıyla 7.20MW ve 10.20MW'tır.[43]

Türkiye'nin üçüncü rüzgar enerjisi santrali 17 rüzgar türbününden oluşan, 10.2 megavat güce sahip Bozcaada Rüzgar Enerji Santrali (BORES), günde 30 bin kişinin elektrik ihtiyacını karşılamaktadır.[44] Bozcaada Rüzgar Enerji Santrali'nın rüzgar ölçüm direği 1996'da dikilmiş, 1998 yılında fizibilite çalışmalarına başlanan proje, gerekli yasal izinler tamamlandıktan sonra 3 ayda bitirilerek 2000 yılında üretime başlamıştır, ayrıca[45];

-Bozcaada Rüzgar Enerji Santralı yılda 35 milyon kWh elektrik üretmektedir,

-13 milyon USD'na mal olmuştur,

-santral için adanın sakinliği düşünülerek Bozcaada'nın tarım ve hayvancılığa müsait olmayan bölgesi, sessiz çalışan türbün modeli seçilmiştir,

[41] (Çevrimiçi) http://www.demirer.com.tr/Aero/index.html, 15. 02. 2006.
[42] Karabulut, **op. cit.**
[43] Türkiye Enerji Forumu Komitesi, **op. cit.** , s. 105.
[44] (Çevrimiçi) http://www.sabah.com.tr/2004/09/11/cm/gez103-20040910-103.html, 15. 02. 2006.
[45] (Çevrimiçi) http://www.demirer.com.tr/bores/bores.html, 10. 04. 2006.

-proje hazırlanırken estetik hususlar gözönüne alınarak; kafes kuleler yerine konik silindir kuleler kullanılmış ayrıca bu kuleler yurt dışından getirilmek yerine ülkemizde üretilmiştir,

-üretilen elektrik, doğal güzelliği korumak amacıyla, dağıtım merkezine havai hat yerine daha pahalı olan yeraltı kablosu ile iletilmiştir,

-yap-işlet-devret statüsünde kurulan ve ülkemizin yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendiren bu proje, 20 yıl sonra Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bedelsiz devredilecektir.

Tablo-3.8: Türkiye'nin Kurulu Rüzgar Gücü

Santralın adı	Kuruluş yılı	Gücü (MW)	Yeri
Delta Plastik Otoprodüktör	1998	1.5	İzmir - Çeşme – Germiyan
ARES Güçbirliği Holding BOT	1998	7.2	İzmir – Çeşme - Alaçatı
BORES Demirer Holding BOT	2000	10.2	Çanakkale - Bozcaada
Sunjüt Sanayi Otoprodüktör	2003	1.2	İstanbul – Çatalca
Türkiye Toplamı : 20.1 MW			

Kaynak: Mustafa Özcan Ültanır, "Rüzgar, Su ve Türkiye(Wind,Hydro and Turkey)", (Çevrimiçi) http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php?&ID=21, 23. 03. 2006.

Tabloda da görüldüğü gibi, ilk santral 1998 yılında kurulmuş olan 1.5MW güce sahip Çeşme-Germiyan Santrali'dir. Yine 1998 yılında Çeşme-Alaçatı'da 7.2MW gücünde bir diğer rüzgar santrali kurulmuştur. 2000 yılında 10 MW değerinde güce sahip Bozcaada santralinin ardından, 2003 yılında Çatalca'da 1.2 MW gücünde bir diğer santral kurularak faaliyete geçmiştir.

Rüzgar enerjisi, dünya enerji sektöründe önemli bir atılım yapmış olması sebebiyle yenilenebilir kaynaklar arasında önemli bir yere sahiptir. 1995 yılında dünyanın kurulu rüzgar gücü 4843MW düzeyinde iken, 1999 yılının sonlarında 2.8 kat artarak 13.455 megavata ulaşmıştır, 2003 yılı sonunda 33.400 megavata, 2004-2010 yılları arasında 181.000 megavata, 2020 yılı sonunda 1.2 milyon megavata ulaşacağı tahmin edilmektedir ki bu kurulu güçle üretilebilecek elektrik enerjisi 2.966 TWh olup, dünya elektrik tüketiminin %10.85'inin rüzgar enerjisinden sağlanabileceği anlamına gelmektedir.[46] Şu anda ülkemizde yaklaşık 300 noktada rüzgardan elektrik elde etmeye yönelik ölçümler yapılmaktadır. 3096 Sayılı Kanun kapsamında gerçekleştirilecek ve 3 Mart 2001 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe giren 4628 Sayılı Kanun çerçevesinde hazine garantisi verilebilecek 16 adet rüzgar enerjisi santrali fizibilite çalışmaları yapılmış olarak beklemekte olup; sonraki çalışmalar 4628 Sayılı Kanun'un ilgili yönetmeliklerine göre yapılacaktır, yönetmelikler sırasıyla Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu İhale Yönetmeliği, Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği, Elektrik Piyasası Tarifeler Yönetmeliği, Elektrik Piyasası İthalat İhracat Yönetmeliği ve Elektrik Piyasası Serbest Tüketici Yönetmeliğidir.[47]

[46] (Çevrimiçi) http://www.ntvmsnbc.com/news/26131.asp#BODY, 15. 02. 2006.
[47] Barış Özerdem, "Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Uygulamalarının Gelişimi ve Geleceği ", (Çevrimiçi) http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2003/kasim/makale_enerji.htm, 15. 02. 2006.

Tablo-3.9: Hazine Garantili Rüzgar Enerji Santralleri

Yer	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Üretim (kWh)x10^6
Kocadağ I	50	135.5
Çanakkale	30	76.1
Mazı I	39	131.2
Mazı II	90	275.9
Mazı III	40	131.2
İntepe	30	77
Akhisar I	30	92.4
Kocadağ II	26	80.1
Bandırma	15	40.5
Datça	29	84
Çeşme	12	35.3
Akhisar II	12	37.6
Yalıkavak	8	21
Gökçeada	5	15
Kapıdağ	35	105
Belen	34	120

Kaynak: Barış Özerdem, "Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Uygulamalarının Gelişimi ve Geleceği", (Çevrimiçi) http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2003/kasim/makale_enerji.htm, 15. 02. 2006.

3.5.TÜRKİYE'DE RÜZGAR ENERJİSİ ENDÜSTRİSİNİN İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Rüzgar potansiyelinin oldukça yüksek olduğu ülkemizde, bu alanda yapılacak araştırma geliştirme çalışmaları desteklenerek, büyük çoğunluğu ithal edilen türbünlerin ülkemizde üretilmesi yolunda oluşturulacak teknolojik bilgi birikimi ile, bu alanda istihdam alanları yaratabilmek mümkündür.

Dünya Enerji Konseyi, 2020 yılında dünyanın yeni rüzgar kapasitesinin 180.000MW ile 474.000MW olacağını öngörmüştür ve bu rakamlar 150 milyar ile 400 milyar dolar değerinde bir iş kapasitesi yaratılması anlamına gelmektedir.[48] Avrupa'da, rüzgar endüstrisinin yarattığı toplam iş sayısının 20.000'i aştığı tahmin edilmektedir.[49]

Danimarka Rüzgar Türbünleri İmalatçıları Birliği tarafından yapılan çalışma, Danimarka Rüzgar Endüstrisi'nin 8.500 Danimarkalı'ya iş sağladığını ve 4.000 kişiye de Danimarka dışında çalışma imkanı verdiğini göstermekte olup, halihazırda Danimarka Rüzgar Endüstrisi'nde balıkçılık endüstrisinden daha fazla işçi çalışmaktadır.[50]

[48] Tanay Sıdkı Uyar, "Güçlenen Rüzgar Gelecek On Yılın Enerjisi", (Çevrimiçi) http://dergi.emo.org.tr/altindex.php?sayi=407&yazi=192, 30. 03. 2005.
[49] Tanay Sıdkı Uyar, "Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu", (Çevrimiçi) http://www.tck.org.tr/ruzgar_enerjisi.html, 15. 02. 2006.
[50] Uyar, **op. cit**.

Tablo-3.10:Değişik Kaynaklardan Enerji Elde Edilmesi Sırasında İş Yaratılan Kişi Sayısı Olarak Yaratılan Dışsal Fayda

Enerji Kaynağı	10^{12}kWsaat Başına İş Alanı Yaratılan Kişi Sayısı	
	Kuruluş Aşaması	İşletme Aşaması
Rüzgar	542	28
Jeotermal	Veri Yok	112
Güneş(Termik)	248	27
Kömürlü Termik	116	Veri Yok
Çekirdeksel	100	9

Kaynak: Umur Gürsoy, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Ankara, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, 2004, s. 51.

Dünyadaki eğilimler de dikkate alındığında rüzgardan enerji kaynağı olarak yararlanmak, Türkiye'nin enerji sektörüne katkı sağlamasının yanısıra yeni istihdam olanakları yaratması bakımından da cazip bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır.

Şu anda Tükiye Rüzgar Enerjisi Endüstrisi'nde yaklaşık olarak 400 kişi istihdam edilmektedir. Kurulu gücün geliştirilmesi ve yeni santrallerin devreye alınması ile binlerce kişiye iş imkanı doğacak, ülke enerjisinin % 10'ununun RES (Rüzgar Enejisi Santrali)'lerden sağlanması sonrasında yaklaşık 60.000 kişi istihdam edilebilecektir.[51]

[51] (Çevrimiçi) http://www.google.com.tr/search?q=t%C3%BCrkiye%27de+istihdam%2Br%C3%BCzgar+enerjisi&hl=tr&lr=&start=20&sa=N , 23. 03. 2006.

Tablo-3.11: Türkiye Rüzgar Endüstrisi Tarafından Yaratılacak İş Sayısı

Yıl	Kurulu Kapasite (MW) YEKAB-Hedefi	Yaratılan İş Adam Yıl
2000	400	8000
2003	1.400	28.000
2005	5.000	100.000
2010	10.000	200.000
2020	20.000	400.000

Kaynak: Tanay Sıdkı Uyar, "Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu" (Çevrimiçi) http://www.tck.org.tr/ruzgar_enerjisi.html, 15. 02. 2006.

5346 Sayılı 'Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanılması'na ilişkin kanun (YEK), 2005 yılı Mayıs ayında kabul edilmiştir. Yasa, satış fiyatları açısından yenilenebilir enerjiyi tam olarak teşvik edici özellikte olmamakla birlikte, elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların kullanılmasına yönelik atılmış önemli bir adımdır. Sözkonusu yasa ile birlikte özel sektör girişimlere başlamıştır. EİEİ de, Avrupa Birliği'nde yenilenebilir enerji konusunda yapılan plan ve projelere katılmaktadır. YEK, Türkiye'nin yenilenebilir kaynak potansiyeli gözönüne alındığında önemli bir adımdır. Şu aşamada 4 bin megavatlık enerji üretimi için başvuruda bulunulduğu bilinmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları konusunda atılması beklenen bir diğer adım, enerjinin verimli kullanılmasına yönelik kanunun yürürlüğe girmesidir. Bu kanun ile, enerji kayıplarının en aza indirilerek, enerji kullanımında etkinliğin sağlanması hedeflenmektedir.

Enerji pazar ve endüstrisinin geliştirilerek; iş kapasitesi yaratılmasında en başarılı yöntemlerden biri olarak Avrupa, Almanya ve Danimarka'da başarıyla uygulanmakta olan kamu şebekesine verilen elektriğin karşılığında sabit bir fiyat ödenmesi yönteminin benimsenmesi ile de yeni istihdam olanakları yaratmak mümkün olabilecektir.

3.6.TÜRKİYE'DE KURULMA HAZIRLIKLARI SÜRDÜRÜLEN RÜZGAR GÜÇ SANTRALLARI ve ÖNGÖRÜLEN HEDEFLER

Artan enerji talebini karşılamak amacıyla farklı alternatiflerin arayışı içerisinde olan birçok gelişmekte olan ülke için rüzgar enerjisi sistemleri ön planda yeralmaktadır. Çünkü rüzgar enerjisi sistemleri temel elektrik altyapısı ve gücün taşınması için, şebeke yatırımları gerektiren büyük güç santralları ile karşılaştırıldığında, göreceli olarak daha ucuz ve hızlı bir şekilde devreye alınabilmekte, mevcut elektrik sistemlerine entegre edilebilmeleri sayesinde fosil yakıtlar tarafından üretilmek durumunda olan güç miktarı azaltılarak, zehirli gazlar emisyonunun makul seviyelere indirgenmesi mümkün olabilmektedir.[52] Ülkemizin elektrik enerjisi talebi yılda ortalama % 8 oranında artmaktadır. Artan talebi karşılamak üzere; temiz, sürekli ve gelişmeye elverişli teknolojisi nedeniyle rüzgar, alternatif kaynaklar arasında en cazip olanıdır. Bu noktada rüzgar enerjisi potansiyeli açısından yoğun olan bölgelerden başlanılarak çalışmalar hızlandırılmalıdır. Rüzgar; küçük ve orta ölçekli sanayi tesislerinde, GSM santrallerinde, radyo ve TV istasyonlarında, askeri amaçlı enerji gereksinimlerinin karşılanmasında, yatlar, deniz fenerleri, çiftlik evleri, konutlar, siteler, orman gözetleme kuleleri ve turistik işletmelerde enerji kaynağı olarak kullanılabilmektedir.[53]

[52] Uyar, **op. cit**.
[53] (Çevrimiçi) http://alternatifenerji.com/sss.php#R2, 22. 03. 2006.

Tablo-3.12: Türkiye'de Kurulma Hazırlıkları Sürdürülen Rüzgar Güç Santralları

Projenin Adı	Başvuran Firma	Yeri	Gücü
Çeşme Alaçatı Rüzgar Santralı	ARES A.Ş.	İzmir-Çeşme Alaçatı	7.2 MW
Kocadağ Rüzgar Santralı	AS MAKİNSAN	İzmir-Çeşme Kocadağ	50.4 MW
Çanakkale Rüzgar Santralı	AS MAKİNSAN	Çanakkale	30 MW
Bozcaada Rüzgar Santralı	DEMİRER HOLDING A.Ş.	Çanakkale Bozcaada	10.2 MW
Mazıdağı Rüzgar Santralı	DEMİRER HOLDING A.Ş.	İzmir-Çeşme Alaçatı	39 MW
İntepe Rüzgar Santralı	INTERWIND	Çanakkale-İntepe	30 MW
Datça Rüzgar Santralı	DEMİRER HOLDING A.Ş.	Datça-Muğla	28.8 MW
Datça Rüzgar Santralı	ATLANTIS TİCARET	Muğla-Datça	12.54 MW
Yalıkavak Rüzgar Santralı	ATLANTİS TİCARET	Muğla-Bodrum Yalıkavak	7.92 MW
Bandırma Rüzgar Santralı	ATLANTİS TİCARET	Balıkesir-Bandırma	15 MW
Çeşme Rüzgar Santralı	PROKON	İzmir-Çeşme	12 MW
Akhisar Rüzgar Santralı	AK-EN (SASAŞ İNŞAAT)	Manisa-Akhisar	12 MW
Akhisar Rüzgar Santralı	DEMİRER HOLDİNG A.Ş.	Manisa-Akhisar	30 MW
Beyoba Rüzgar Santralı	ATLANTİS TİCARET	Manisa-Akhisar (Beyoba)	7.92 MW

Karaburun Rüzgar Santralı	ATLANTİS TİCARET	İzmir-Karaburun	22.5 MW
Hacıömerli Rüzgar Santralı	DEMİRER HOLDİNG A.Ş.	İzmir-Hacıömerli	45 MW
Kocadağ Rüzgar Santralı	MAGE A.Ş.	İzmir-Çeşme (KOCADAĞ)	26.25 MW
Gökçeada Rüzgar Santralı	SİMELKO	Çanakkale-Gökçeada	5 MW
Yaylaköy Rüzgar Santralı	MAGE A.Ş.	İzmir-Karaburun	15 MW
Lapseki Rüzgar Santralı	ATLANTİS TİCARET	Çanakkale-Lapseki	15 MW
Şenköy Rüzgar Santralı	AKFIRAT A.Ş.	Hatay-Şenköy	12 MW
Belen Rüzgar Santralı	TEKNİK TİCARET	Belen-Hatay	20-30 MW
Kumkale Rüzgar Santralı	DEMİRER HOLDİNG A.Ş.	Çanakkale-Kumkale	12.6 MW
Mazıdağı-2 Rüzgar Santralı	DEMİRER HOLDİNG A.Ş.	İzmir-Çeşme	90 MW
Mazıdağı-3 Rüzgar Santralı	YAPISAN LTD.	İzmir-Çeşme	39.6 MW
Kapıdağ Rüzgar Santralı	AS MAKİNSAN	Erdek-Balıkesir	20-35 MW
Karabiga Rüzgar Santralı	AS MAKİNSAN	Karabiga-Çanakkale	15-50 MW
Yellice Belen Rüzgar Santralı	AS MAKİNSAN	Yellice-Belen Karaburun	70-100 MW
Zeytinbağ Rüzgar Santralı	Deryalar LTD.	Bursa-Zeytinbağ	30-60 MW

ÇERES (Çeşme) Rüzgar Santralı	INTERWIND LTD.	Çeşme	18-25.5 MW
Taştepe Rüzgar Santralı	FORA A.Ş.	Taştepe-Bandırma	37.8 MW
Kocaali Rüzgar Santralı	DERİN LTD.	Tekirdağ-Şarköy	31.2 MW
Topdağ Rüzgar Santralı	DERİN LTD.	Sinop	33 MW
Paşalimanı Rüzgar Santralı	AS MAKİNSAN	Kapıdağ-Marmara	9 MW
Seyitali Rüzgar Santralı	DERİN LTD.	Aliağa	51 MW
Güzelyer Rüzgar Santralı	ENDA Enerji Üretim A.Ş.	Çeşme	50.4 MW
Yenişakran Rüzgar Santralı	YAPISAN İNŞAAT LTD.	Aliağa-Bahçedere	54 MW
Ekinli Rüzgar Santralı	DERYALAR LTD.	Karacabey-Bandırma	39.6 MW

Kaynak: Tanay Sıdkı Uyar, "Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu" (Çevrimiçi) http://www.tck.org.tr/ruzgar_enerjisi.html,15. 02. 2006.

DPT 8.Beş Yıllık Planı Enerji Özel İhtisas Komisyonunun Raporu, ülkemizde rüzgar güç santralleriyle, 5 bin megavat kapasitede elektrik üretiminin mümkün olduğunu ortaya koymaktadır ki bu rakam Türkiye'nin toplam elektrik ihtiyacının %7'sinin rüzgardan sağlanabileceği anlamına gelmektedir.[54]

[54] Tanay Sıtkı Uyar, "Yenilenebilir Enerji", (Çevrimiçi) http://www.bugday.org/article.php?ID=79, 08. 01. 2004.

Tablo-3.13: Türkiye'de Rüzgar Enerjisi İçin Mümkün Hedefler (YEKAB* Öngörümü)

Yıl	Kurulu Kapasite
2000	400 MW
2003	1,400 MW
2005	5,000 MW
2010	10,000 MW
2020	20,000 MW

*Kocaeli Üniversitesi Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynak ve Teknolojileri Araştırma Birimi

Kaynak: Tanay Sıdkı Uyar, "Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu" (Çevrimiçi) http://www.tck.org.tr/ruzgar_enerjisi.html,15. 02. 2006.

Avrupa ve Amerika'da rüzgar enerjisi teşvik edilmekte, sübvansiyon ve vergi indirimleri uygulamalarının yanısıra, karbondioksit üreten enerji kaynakları kullananlara ek vergi getirilerek araştırma-geliştirme çalışmaları için kaynak yaratılmaktadır.[55] Avrupa Bankalarının en az 10 tanesi ve kamu hizmet şirketlerinin en az 20 tanesi, rüzgar enerjisine yatırım yapmaktadır; sadece Danimarka'da 100.000'den fazla bireyin kişisel yatırımlarını rüzgar enerjisine yaptığı bilinmektedir.[56] Ulusal AR-GE programlarının kamu gelirlerinden finanse edilmesi, rüzgar türbünleri tesisleri için doğrudan yatırım sübvansiyonları verilmesi, İngiliz NFFO (Fosil Dışı Yakıt Zorunluluğu) benzeri ihale süreçleri ve kamu şebekesine verilen elektriğin karşılığında sabit bir fiyat ödenmesi rüzgar enerjisi yatırımlarının desteklenmesi için uygulanabilecek politikalardır.[57] Elektrik fiyatları dünyadaki diğer ülkelerle karşılaştırıldığında; Türkiye'de mesken elektrik fiyatının düşük, sanayi elektriğinin ise çok pahalı olduğu görülmektedir. Türkiye ve Hindistan dışında bütün ülkeler sanayiye orta gerilim seviyesinden toptan elektrik vermekte, bu kesime farklı

[55](Çevrimiçi) http://www.byegm.gov.tr/yayinlarimiz/ANADOLUNUNSESI/143/AND15.htm, 15. 02. 2006.
[56] Tanay Sıdkı Uyar, "Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu", (Çevrimiçi) http://www.tck.org.tr/ruzgar_enerjisi.html, 15. 02. 2006.
[57] **Ibid.**

tarife uygulanarak, enerji dağıtım masraflarının daha düşük olması sağlanmaktadır. Türkiye'de ise sanayi ve mesken elektrik fiyatı aynı seviyede tutulmakta ve çapraz subvansiyon uygulanmaktadır. Dolayısıyla ihtiyacı olan elektriği kuracağı rüzgar enerjisi santralinden sağlamak, sanayici için cazip hale gelmektedir. Gerekli koşullara sahip olduğu takdirde fabrika arazisinde de kurulabilecek olan santral, rüzgarı çok iyi olan bir yerde kurulup, elektrik iletimi ulusal dağıtım sistemi üzerinden de sağlanabilir. Türkiye'de iki uygulama da gerçekleştirilmiştir[58]; Çeşme Santrali -rüzgarı çok iyi olan Çeşme'de kurulmuştur ve Bilecik'teki Delta Plastik fabrikasına iletim-dağıtım hattı üzerinden enerji iletmektedir-, Sunjüt santralı ise, Hadımköy fabrika arazisinde kurulmuştur ve fabrikaya doğrudan bağlıdır.

Türkiye'nin sahip olduğu 88.000MW düzeyindeki rüzgar potansiyelinden yararlanabilmek için, enerjinin sisteme girişini optimum biçimde sağlayacak altyapı yatırımlarının sağlanması gerekmektedir. Türkiye'nin 2020 yılı için öngördüğü elektrik enerjisi üretim kapasitesinin %18'ini, rüzgar güç santrallerindeki mevcut altyapı ile elde edebilmesi mümkündür. Bu hedefe ulaşılabilmesi için Türkiye'de rüzgar enerjisi santralları için uzun vadeli hedefler konmalı, halen yenilenebilir enerji kaynakları ve enerjinin etkin kullanımını engelleyen kömür, akaryakıt ve doğalgaza sağlanan teşvikler ve sübvansiyonlar tekrar gözden geçirilerek, enerji sektörüne ilişkin kararlar alınırken, enerji kaynaklarının kullanımı sonucunda ortaya çıkan toplumsal maliyetler, ekonomik fizibilite çalışmalarında gözönünde bulundurulmalıdır.[59]

Rüzgar enerjisi sistemlerinin tasarımı aşamasında; rüzgar karakteristiklerinin tüm detaylarıyla bilinmesi, planların bu doğrultuda yapılması gerekmektedir. Türbün yerleşimi ve rüzgar enerjisi potansiyelinin belirlenebilmesi uzun süreli, güvenilir verilerle sağlanabilmektedir. Bunun için ise yine aynı güvenilirlikte ölçümlerin varlığı şarttır. Bununla birlikte santralin kurulacağı bölgenin özellikleri de önem taşıdığından, RES'lerin fizibilitesi ve uygulanabilirliği açısından dikkate alınmaları gerekmektedir.[60]

---

[58] (Çevrimiçi) http://www.demirer.com.tr/otoproduktor/otoproduktor.html ,15. 02. 2006.
[59] Uyar, **op. cit**.
[60] TEV, **op. cit.** , s. 28.

3.7.TÜRKİYE'NİN RÜZGAR ENERJİSİ ALANINDA DAHİL OLDUĞU AB YENİLENEBİLİR ENERJİ PROGRAMLARI

EİEİ, yenilenebilir enerji kaynaklarından en ekonomik ve kesintisiz şekilde yararlanmak üzere araştırmalarını sürdürmektedir. Avrupa Birliği JOULE ve INCO programı kapsamında finanse edilmiş bir proje olan IRESMED (Integration of Renewable Energies into Electricity Network) dahilinde, rüzgar gücünün elektrik üretimine entegrasyonunu sağlamak üzere çalışmalar yürütülmektedir. Çalışma rüzgar kaynağının analizi ve site karakterizasyonu, teknolojik hususlar ve şebeke bağlantı konuları, ekonomik hususlar ve çevresel yararları da kapsayan fayda maliyet analizleri, pazar geliştirme konuları ve kurumsal yapı, finansal planların analizi ve özel sektör katılımı olmak üzere beş aşamadan oluşmaktadır.[61]

EİE İdaresi Genel Müdürlüğü, AB tarafından desteklenen ve OME (Observatoire Mediterranieen de l'Energie) koordinatörlüğünde organize edilen MED 2010 Projesine de, rüzgar enerjisi konusunda katılmıştır. Proje dört ana çalışma grubu altında yürütülmüştür[62];

1. Rüzgar ve Güneş Kaynaklarının Analizi ve Proje Yerinin Seçimi

Fas, Mısır, Tunus ve Türkiye'de seçilen bölgelerde rüzgar potansiyeli saptanmış; EİE bu çalışma grubunda Gelibolu, Karabiga, Sinop ve Belen bölgelerine rüzgar gözlem istasyonu kurarak, rüzgar potansiyelini belirlemiştir.

2. Pazar Gelişimi ve Sosyal - Çevresel Yararların Entegrasyonu

Bu çalışma 3 alt grupta yürütülmüştür;

-2005-2010 yılları arasında rüzgar ve güneş santrallerinin entegrasyon planlarının ve bu planların nasıl gerçekleştirileceğinin analizi; EİE, Türkiye'deki mevcut rüzgar enerjisi santrallerinin genel durumunu, özel firmaların konuya olan ilgisini ve rüzgar santral başvurularını araştırarak, 2010 yılı için öngörülen rüzgar enerji santralı kapasite hedeflerinin ülkemize sağlayacağı ekonomik ve çevresel faydaların neler olabileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca, rüzgar santralinde

[61] (Çevrimiçi) http://www.eie.gov.tr/turkce/ruzgar/ruzgar_iresmed.html, 28. 02. 2006.
[62] (Çevrimiçi) http://www.eie.gov.tr/turkce/ruzgar/ruzgar_med2010.html, 28. 02. 2006.

kullanılan ekipmanların teknolojik olarak Türkiye'de yapılabilirliliği belirtilmiştir,

-rüzgar ve güneş gücünün pazar gelişimi için yasal ve kurumsal çerçevenin analizi; EİE, Türkiye'nin enerji sektörü için son dönemdeki yapısal ve yasal değişimleri anlatmış, EPDK'nın kuruluşu, görevleri ve mevcut yönetmelikler ile tebliğler kısaca açıklanmıştır,

-yeşil elektrik ticareti ve muhtemel uygulama planları için potansiyelin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

3.Finansal Planlar

-çeşitli ülkelerdeki rüzgar ve güneş santrallerinin ekonomik analizleri,

-iş planlarının düzenlenmesi,

-girişimcilerin, bankaların ve hükümet desteğinin rollerinin araştırılması yapılmıştır.

4.Proje Yönetimi ve Sonuçların Yayımlanması

EİE, TÜREB (Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği) ile Türkiye'de rüzgar enerjisi kullanımını özendirmek ve sistem tasarımı için metodoloji oluşturmak amacıyla, Gökçeada'da - EİE İdaresi'nin Türkiye'nin Batı Bölgesi'nde yeralan rüzgar enerjisi gözlem istasyonları Akhisar, Datça, Gökçeada arasından yapılan değerlendirme sonucunda Gökçeada proje alanı olarak belirlenmiştir- 'Rüzgar Enerjisi Fizibilite Projesi' hazırlamıştır. Bu amaçla TÜREB ile bir ortak girişim protokolu yapılmıştır. Hazırlık çalışmaları ve yer seçimi, rüzgar kaynak değerlendirmesi, rüzgar tarla tasarımı ve ekonomik analiz, çevresel etki değerlendirmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yayımı (dissemination conference) aşamalarından oluşan projeye destek, Avrupa Yatırım Bankası METAP(Mediterranean Technical Assistance Programme) Programı'ndan sağlanmıştır. Projeden aşağıdaki faydaların sağlanması amaçlanmıştır[63];

[63] (Çevrimiçi) http://www.eie.gov.tr/turkce/ruzgar/ruzgar_arebts_fizib.html, 28. 02. 2006.

-rüzgar santrallerinin Türkiye'de resmi kurumlar ve özel sektör tarafından kabul edilecek şekilde geliştirilmesi ve sistem tasarımı için bir mühendislik metodolojisi oluşturulması,

-şebeke bağlantılı rüzgar elektrik dönüşüm sistemlerinin, final tasarım çalışmaları için referans oluşturulması ve bu sistemlerin yaygınlaşmasının sağlanması,

-bu çalışmanın Türkiye'nin rüzgar açısından zengin olan diğer bölgelerine örnek oluşturmasının sağlanması,

-fizibilite çalışması amacıyla seçilecek yerde çevresel etki değerlendirme çalışmasının yapılarak, rüzgar sistemi kurulması durumunda olabilecek etkilerin önceden belirlenmesi,

-rüzgar enerjisinin yaygın kullanımını teşvik ederek, fosil kaynakların yarattığı kirliliğin azaltılması.

3.8.ÇEŞİTLİ ÜLKELERDE RÜZGAR ENERJİSİ ENDÜSTRİSİNDEKİ GELİŞMELER

Dünya rüzgar enerjisi kurulu gücünün %67'si Avrupa'da, %19'u Kuzey Amerika'da ve %13'ü de Asya'da bulunmaktadır.[64]

Rüzgar enerjisi santralleri kurulu gücünün yoğun olarak Almanya, İspanya, ABD, Danimarka ve Hindistan'da toplandığı görülmektedir. Bu ülkelerde rüzgar enerjisi ile ilgili çalışmalar sürmektedir. Rüzgar enerjisi özellikle Almanya ve Avrupa'da ön plana çıkmıştır. En iddialı ülke ise Danimarka'dır. Rüzgar enerjisinde diğer iddialı iki ülke, Hindistan -toplam enerjideki rüzgar enerjisi payı % 1'e ulaşmış durumdadır- ve ABD'dir. Bugün dünya genelinde teknik olarak kullanılabilir rüzgar kaynağı yılda 53.000 TeraWatt saat olup, rüzgar enerjisi santralları kurulumunda en hızlı gelişmenin Avrupa, Kuzey Amerika ve Çinde olması beklenmektedir.[65]

Avrupa Rüzgar Atlası tamamlanmasına rağmen, bu çalışmada yer almayan istasyonlar için rüzgar potansiyeli belirleme çalışmaları sürdürülmekte, gelişmiş ülkeler dışındaki ülkelerde de rüzgar potansiyeli belirleme çalışmaları yapılmaktadır;

[64] Karabulut, **op. cit.** , s. 136.
[65] Uyar, **op. cit.**

Nijerya, Hindistan, Yunanistan ve Kıbrıs için yapılan rüzgar potansiyelinin belirlenmesi çalışmalarında rüzgar enerjisinden yararlanılabileceği sonucu ortaya çıkmıştır.[66] Avrupa Birliği'nin rüzgar enerjisi kurulu gücünde 2010 hedefi 40.000MW, 2020 hedefi 100.000MW'tır, öyle ki Avrupa'nın ikinci büyük nükleer enerji üreticisi Almanya 2025 yılına kadar ulusal elektrik gereksiniminin en az %25'ini rüzgar enerjisi ile karşılama kararı almıştır.[67] Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği'nin 'Wind Force 12'adlı çalışmasına göre, rüzgar enerjisi endüstrisi 100.000MW'ı Avrupa'da olmak üzere; dünya genelindeki 230.000MW üretim kapasitesini 2010 yılına kadar kurabilecek güçtedir ve bu rapor 2020 yılında dünyada 1.2 milyon MW kurulu güç, 67 milyar euro yıllık ciro, 1,5 milyon iş olanağı ve atmosfere salınımı engellenen toplam 12 milyar ton karbondioksit öngörmektedir.[68] Rüzgar enerjisi, birbirinden farklı özelliklere sahip geniş bir coğrafyada ve farklı yapılardaki ekonomilerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Rüzgar enerjisi kullanımı Danimarka, Almanya ve İspanya başta olmak üzere Avrupa'da oldukça yaygın olmakla birlikte ABD, gelişmekte olan ülkelerden Hindistan, Çin ve Güney Amerika'da büyük bir patlama olmuştur.[69] Neredeyse hergün santral kuran Almanya'da ise, kurulu santral gücü 400-463 megavat arasındadır.[70]

[66] Cihan Dündar, Mustafa Canbaz, Nezihe Akgün, Gürkan Ural, **Türkiye Rüzgar Atlası** , Ankara, EİE ve DMİ Yayınları, 2003, s. 3.
[67] Umur Gürsoy, **Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Ankara,Türk Tabipleri Birliği Yayınları, 2004, s. 126.
[68] **Ibid.** , s. 127.
[69] (Çevrimiçi) http://www.su-dunyasi.com.tr/subat2004_7/ruzgarenerjisi.htm#bas, 15. 02. 2006.
[70] (Çevrimiçi) http://www.ntvmsnbc.com/news/26131.asp#BODY, 15. 02. 2006.

3.9.TÜRKİYE'NİN SÜRDÜRÜLEBİLİR BÜYÜME HEDEFİ ÇERÇEVESİNDE RÜZGAR ENERJİSİ ve DİĞER YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI POLİTİKASI

Ülkeler, 1970'li yıllardaki petrol krizinden sonra tükenen ve çevreyi kirleten kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil türü enerji kaynaklarından tükenmez ve temiz enerji kaynakları olan rüzgar, su, güneş ve hidrojen enerjilerine geçmek için teknolojiler geliştirmeye başlamışlardır. 21. yüzyılın enerji kaynakları temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları olan rüzgar, su, güneş, biyokütle, hidrojen ve jeotermaldir.

Gelişmiş ülkeler elektrik enerjilerinin %50'sini tükenmez enerji kaynaklarından sağlayabilmeye yönelik planlarını gerçekleştirebilmek için, çalışmalar yapmaktadır. Taşıma araçlarında tükenmez, temiz enerji teknolojilerinin kullanımı da bu planlar arasındadır. Yakın bir gelecekte, bu enerji kaynakları teknolojilerinin araçlardaki uygulamaları da gerçekleştirilecektir.

Çevrenin korunması ve ithalat bağımlılığının azaltılması amacıyla AB ülkeleri, 2010 yılı için %5 oranında biyoyakıt (biyodizel, biyoetanol) kullanımını hedeflemişlerdir. Türkiye'de de biyoyakıt kullanımı, öncelikle tüketici tasarrufunu ve petrol ithalatının azaltılmasını sağlarken; yağlı tohum tarımına, imalat sanayine ve temiz çevrenin gelişimine önemli katkı sağlayacaktır.

Türkiye, yenilenebilir-temiz enerji kaynakları konusunda ve enerji kaynaklarının çevre üzerindeki olumsuz etkilerini gidermek üzere belirleyeceği stratejide, dünyada bu alanda yaşanan gelişmeleri yakından takip etmelidir.

Türkiye'de, yenilenebilirlerden elde edilen enerjinin üçte ikisi biyokütle ve hayvan atıklarından elde edilmekte, kalan üçte biri hidrolik ve %0.5 kadarı güneş, rüzgar ve jeotermal enerji olmak üzere diğer yenilenebilirlerden sağlanmaktadır.[71]

Bununla birlikte, ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına bakıldığında; hidrolik kaynaklarımızın %70'inin atıl beklediği, güneş enerjisinden

[71] Hasan Saygın, "Türkiye'nin Enerji Politikalarında Nükleer Enerjinin ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri", **Dünya ve Türkiye'deki Enerji ve Su Kaynaklarının Ulusal ve Uluslararası Güvenliğe Etkileri15-16 Ocak 2004**, İstanbul, Harp Akademileri Basımevi, 2004, s. 525.

doğrudan veya dolaylı olarak yararlanmak için henüz bir başlangıç yapılmadığı, güneşten hidrojen elde ederek elektrik üretme konusunda herhangi bir girişimin mevcut olmadığı görülmektedir. Rüzgar enerjisinden yararlanarak elektrik elde etmek için ise; çalışmaların kurulum ve AR-GE'ye yönelik olmasının yanısıra, teknoloji üretimi konusunda umut verici girişimlerin sergilendiği görülmektedir.

Tablo-3.14: Türkiye'nin Birincil Enerji Arzında Enerji Kaynaklarının Payı(%)

	1973	1990	1998	1999	2005	2010	2020
Kömür	21.2	32.2	30.7	28.5	27.4	33.2	39.7
Petrol	51.4	44.8	41.2	41.8	30.9	27.1	22.4
Doğalgaz		5.4	12.5	15.1	32.6	29.3	25.2
Yakılabilir Yenilenebilirler &Atıklar	26.55	13.7	9.7	9.7	4.1	2.6	1.3
Nükleer						2.1	5.5
Hiroelektrik	0.9	3.8	5.1	4.2	3.2	3.3	2.8
Jeotermal		0.2	0.3	0.3	1.5	2.2	2.8
Güneş/Rüzgar /Diğer			0.10	0.2	0.2	0.3	0.3
Elektrik Ticareti		-0.1	0.4	0.3	0.3		

Kaynak: Hasan Saygın**,** "Türkiye'nin Enerji Politikaları'nda Nükleer Enerjinin ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri" **Dünya ve Türkiye'deki Enerji ve Su Kaynaklarının Ulusal ve Uluslararası Güvenliğe Etkileri, 15-16 Ocak 2004**, istanbul, Harp Akademileri Basımevi, 2004, s. 540.

2050 yılından sonra petrol ve kömürün biteceği yönündeki göstergeler dikkate alınırsa; Türkiye'nin rüzgar, güneş, hidrojen gibi yenilenebilir alternatiflere yönelmesi gerekmektedir. Türkiye enerji konusunda iç kaynaklarına öncelik vererek, 2010 yılına kadar tüm temiz enerji kaynaklarını değerlendirmeli ve enerji

politikalarını buna göre belirlemelidir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nce yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirme çalışmaları kapsamında, rüzgar değerleri, arazi yapısı ve şebekeye bağlantı durumları dikkate alınarak; rüzgar enerjisi potansiyeli atlasının tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde tamamlanması yönünde çalışmalar yapılmıştır. Yine aynı çalışma kapsamında, güneş kolektörleri kalite testlerine, güneş gözlem istasyonlarındaki ölçümlere, güneş ocakları ve soğutma sistemleri ile ilgili AR-GE, fizibilite ve tanıtım araştırmalarına devam edilmiştir.

Ülkemizin yenilenebilir kaynak kullanımı bakımından karşı karşıya olduğu güçlükler, TÜBİTAK-TTGV bilim-teknoloji-sanayi tartışmaları platformu tarafından hazırlanan 'Enerji Teknolojileri Politikası Çalışma Grubu Raporu ve Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Teknolojiler Alt Grup Raporu'nda şu şekilde sıralanmıştır[72];

-yenilenebilir enerji alanında yapılan araştırmaların birbirinden kopuk, tekrarlanan konularla sürdürülmüş ve küçük çaplarda kalmış olması, teknoloji oluşturmaya yönelik biçimde geliştirilememesi,

-enerji araştırmalarına ayrılan ödeneklerin gelişmiş ülkelerle kıyaslanamayacak kadar az olması,

-araştırmaların değişik araştırma grupları bünyesinde, birbiri ile koordine olmayan biçimde sürdürülmesi,

-Türkiye Enerji Enstitüsü'nün kurulamamış olması,

-üniversitelerde ve kamuya bağlı diğer araştırma kurumlarında, mali kaynak sorunlarının aşılamamış olması,

-enerji mühendisliği eğitiminin gündeme alınamaması,

-idari yapı bakımından; DSİ, EİEİ, ETKB, MTA, TEAŞ, Orman Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü gibi pekçok kurumun ortaya çıkardığı çok başlılık ya da bazı alanlarda hiçbir görevli birimin bulunmayışı,

-yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi ve kullanımında maliyet hesaplarının toplumsal ya da çevresel maliyet dikkate alınmaksızın yapılması,

[72] Tuğrul Arat, Sanem Baykal, "Avrupa Birliği Çevre Politikası Bağlamında Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye", **AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye**, Ankara,Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı Yayınları, 2004, s. 100.

-yeni ve yenilenebilir enerji yatırımlarına hiçbir sübvansiyon verilmemiş olması,

-vergi muafiyeti ve vergi iadesi gibi özendirme önlemlerinin uygulanmaması.

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynak rezervlerini tesbit ederek bunlardan en yüksek faydayı sağlayacağı alanları tesbit etmelidir. Bu alanda yeni teknolojiler geliştirmek için araştırma-geliştirme çalışmalarını sürdürerek, bulunmuş teknolojilerden de yararlanmalıdır. Yüksek verimli, çevre dostu, tükenmez nitelikli, kaliteli ve ucuz elektrik üretilebilme özelliğine sahip yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak, enerji alanında, ülkemiz için önemli bir hamle olacaktır. Böylelikle kaynak kullanımında tasarrufun sağlanıp, dışa bağımlılığın azaltılması ile birlikte yeni istihdam olanakları da yaratılabilecektir.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili politikaları, atıl bulunan su potansiyelinin bir an önce değerlendirilmesi, güneş enerjisinden elektrik eldesine dair kullanılan teknolojilerden faydalanılarak ve sözkonusu teknolojiler geliştirilerek güney bölgelerimizde çalışmalara hız verilmesi, rüzgar enerjisinden yararlanma konusunda yatırımların yapılması, güneş enerjisinden hidrojen eldesi ve termal kaynaklardan elektrik üretimi konusundaki teknojiler incelenerek çalışmalar yapılması, teknik altyapının geliştirilmesi, kayıpların en aza indirilmesi ve yenilenebilir enerji yatırımlarına çeşitli teşvik, destek ve sübvansiyonların sağlanması biçiminde özetlenebilir.

Enerji türü ile yapacağı görev arasında uyumsuzluk sözkonusu ise, enerji ve sermaye boşa gidecektir. Enerji yerli yerinde kullanılmalıdır. Bugünkü sistemler hem enerji, hem de sermaye bakımından yeterli değildir. İletim ve dağıtım için yapılan harcamalara, uzun mesafelere enerji götürülmesi ile ortaya çıkan enerji kayıpları da eklenince maliyetler artmaktadır. Alınacak önlemlerle maliyetler düşürülmeli, ülkenin kendi koşullarına uygun olarak belirlenecek enerji politikaları ile rekabet gücü kazanmak hedeflenmelidir.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB); elektrik sektöründeki geleceğe dönük yatırımlarında Viyana Otomatik Sistem Planlaması (VASP - Vienna

Automatic System Planning) modelini kullanmaktadır; VASP bir ülkenin gelecekteki enerji sistemini planlamak için sadece geçmişin teknolojilerini dikkate alan bir program olduğundan ETKB'ın yatırım çözümlerinde sadece nükleer, hidrolik, akaryakıt ve kömür santralleri seçenekleri görülmektedir ve bu teknolojilerin kanıtlanmış sorunlarını aşmak için geliştirilen yeni teknolojiler karar verme sürecinde varlıkları tanınmadığından, gözönüne alınmamaktadır.[73]

Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynakları arasında yıldızı en çok parlayan rüzgar enerjisi olmuştur. Son birkaç yıl içinde Avrupa'da rüzgar enerjisi kapasitesi %40 oranında artmıştır. Almanya, dünyadaki toplam rüzgar enerjisi üretiminin üçte birine sahiptir, ikinci sırada ABD, üçüncü sırada ise İspanya yeralmaktadır.[74]

Avrupa Birliği, 1997 yılından 2007 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik üretimi içindeki payını %14'ten %22'ye çıkarma hedefini koymuş; hedeflenen kapasite içerisinde rüzgarın payı %85 olarak belirlenmiştir.[75]

Rüzgardan elde edilen elektriğe sabit fiyat vermek, rüzgar elektriği üretenlere vergi indirimi ve rüzgar elektriği yatırımcılarına ithalat ve yatırım kolaylıkları sağlamak, elektrik üreticilerine rüzgar enerjisi kotası koymak değişik ülkelerin rüzgar enerjisini desteklemek için uyguladıkları çeşitli modellerdir.[76] Türkiye'de devletin alım garantisi vermemesi ve tek fiyat uygulamasına gidilmemesi nedeniyle sorun yaşanmaktadır.

[73] Uyar, **op. cit.**
[74] (Çevrimiçi) http://www.aksiyon.com.tr/yazdir.php?id=21782, 10. 04. 2006.
[75] (Çevrimiçi) http://www.demirer.com.tr/otoproduktor/otoproduktor.html , 15. 02. 2006.
[76] Özerdem, **op. cit.**

Tablo-3.15: Bazı Ülkelerde Uygulanan Teşvikler

Ülke	Ücret Euro-cent/kWh	Teşvik
ABD	4.28	10 yıl süre ile üretim vergisinde 0.017 $/kWh'lık bir indirim
Danimarka	5.76	Piyasa fiyatını sübvanse ederek destek vermek
Fransa	9.86	Verimliliğe bağlı teşvikler
İngiltere	4.86	Yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik kullanımını zorunlu tutmak
İspanya	6.27	KWh üretim başına teşvik vermek
İsveç	4.64	Yatırımlara %15 hibe desteği vermek
Japonya	10.25	Yatırımlara %50'ye varan hibe desteği vermek
Yunanistan	7.32	Yatırım sübvansiyonu vermek

Kaynak: Özerdem, Barış: "Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Uygulamalarının Gelişimi ve Geleceği" Çevrimiçi) http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2003/kasim/makale_enerji.htm, 15. 02. 2006.

SONUÇ

Ülkelerin uygulamakta oldukları politikalarla ulaşmak istedikleri ana hedef, büyümenin istikrarlı ve sürdürülebilir bir biçimde gerçekleştirilmesidir. Ulaşım, konut, sanayi ve tarım sektörlerinin varlığı ve devamında enerji temel unsur olmakla birlikte, bu alanlardaki kullanım özellikleri ile stratejik bir girdi olma özelliğine de sahiptir. Bu nedenledir ki, sözü edilen sektörlerin mevcudiyeti için enerji temininin güvenilir ve sürekli olarak varlığı şarttır. Nitekim ülkeler enerji politikalarını oluştururken öncelikle enerji arzının sürdürülebilirliğinin sağlanması üzerinde durmaktadırlar.

Küreselleşmenin doğal bir neticesi olarak birbirlerine ekonomik, politik ve siyasi platformlarda sıkı sıkıya entegre olmuş ülkeler için enerjinin güvenli ve sürekli olarak arzı enerji politikalarının temel hedefidir. Gelgelelim bu entegrasyon herhangi bir bölgede ortaya çıkan karışıklık, istikrarsızlık, savaş, kıtlık, sel vs. gibi olayların bir ülkeden diğerine hızla yayılması, adeta domino taşlarının ard arda yıkılması gibi ekonomik yapıların birbirlerini takip ederek yıpranması, zayıflaması hatta kimi zaman çökebilmesi ihtimalini de taşımaktadır. Geçmişte Ortadoğu'da bir takım siyasi istikrarsızlık ve kargaşa sonrasında meydana gelen enerji arz sıkıntısı ve petrol krizleri bu duruma güzel bir örnek teşkil etmektedir.

1970-1980 yılları arasında yaşanan krizler sonrasında petrol fiyatlarında meydana gelen hızlı yükselişler, ülkeleri enerji kaynakları ve bu kaynakların kullanım sahalarında daha dikkatli davranmaya ve enerji politikalarında yeni alternatifler aramaya yöneltmiştir. Öyle ki; 1973 yılındaki kriz sonrasında petrolün varil fiyatı 3USD'den 13-15USD'ye, 1978 yılında ise 14USD'den 39USD'e yükselmiştir. Petrol fiyatlarında meydana gelen ani artışlar sonrasında makro dengeler altüst olmuş, petrol ithalatçısı birçok ülkenin petrolün birçok sanayi kolu için ana girdi özelliği taşıması nedeniyle, artan maliyetler karşısında üretim sistemi sarsılmış, uluslararası borçlanma eğiliminin artması ile ödemeler dengesi açıkları büyümüş, yüksek enflasyon oranları ortaya çıkmıştır. Dünya genelinde en hızlı büyüyen sektör olan ulaşım sektörü de, kullanılan yakıtın neredeyse tamamının

petrol ürünlerinden oluşması nedeniyle bu gelişmelerden olumsuz yönde etkilenmiştir. Hızla artmakta olan enerji talebi karşısında, 1970'li yıllar öncesinde bol ve ucuz olan enerjinin arzında, yaşanan krizler sonrasında oluşan darboğazlar ile ciddi problemler ortaya çıkmıştır. Krizler sonrasında ülkelerin tasarruf programları ve buna bağlı olarak hedeflerinde değişiklikler olmuştur; örneğin ABD'nin petrol krizinden önce %20 olarak açıkladığı tasarruf hedefi, petrol krizi ile birlikte %44 olarak gerçekleşmiştir.

Türkiye petrol, doğalgaz, taşkömürü, linyit, bitümlü şistler, asfaltit, uranyum ve toryumun oluşturduğu çok çeşitli yenilenemeyen enerji kaynakları rezervlerine sahiptir. Ancak kullanım açısından incelendiğinde, rezervlerin kimi zaman düşük tenörlü, kimi zaman da yetersiz olmaları nedeniyle, enerji talebinin neredeyse yarısından fazlasının ithalat ile karşılandığı görülmektedir. Dünya genelindeki yenilenemeyen kaynak rezervleri ile ilgili olarak yapılan çalışmalar, mevcut tüketim hızı ile yenilenemeyen kaynakların yaklaşık olarak 80-100 yıllık ömürlerinin kaldığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla ihtiyaç duyulan toplam enerji miktarı ile mukayese edildiğinde yer üzerindeki potansiyelin, talebi karşılamada yetersiz kalacağı anlaşılmaktadır.

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının çevre üzerinde yerel, bölgesel, hatta küresel ölçekte olumsuz etkileri mevcuttur. Son yıllarda hızla artan nüfusa bağlı olarak ortaya çıkan kentleşme ile enerji tüketimi artmış; bu durum çevre üzerindeki olumsuz baskıyı şiddetlendirmiştir. Fosil yakıtların kullanımı sonrasında sera gazları adı verilen başta karbondioksit olmak üzere, metan, karbonmonoksit, hidrokarbonlar ve kloroflora karbonların atmosferdeki yoğunluklarının artması küresel ısınmaya neden olmaktadır. Yapılan ölçümler halihazırda deniz seviyesinin 15 cm yükselmiş olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla yenilenemeyen kaynakların çevre üzerinde meydana getirdiği etkiler gerek şimdi gerekse gelecekte insanlık için tehdit unsurudur.

Enerji arzı döngüsünde arama, çıkarma, iletim, tüketim aşamalarında ekolojik dengenin korunmasının gözetilmesi, bu konuda uluslararası mevzuatı dikkate alan seçenekler üzerinde durmak zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli yeri olan enerji arzında güvenlik unsurunun arama, çıkarma, iletim aşamalarında sağlanarak, hızla artan enerji talebine bağlı olarak gerçekleşen

enerji ithalatında birbirinin yerinin alabilen ve farklı coğrafyalardan temin edilen, böylelikle ülke ve kaynak çeşitliliğinin sağlanarak risk unsurunun azaltıldığı, dışa bağımlılığın kabul edilebilir düzeylerde tutulduğu ve AR-GE çalışmalarına daha fazla kaynağın ayrılarak herhangi olası bir kriz halinde sorunlara yönelik risk planlarının hazır olduğu enerji kaynakları ve bu kaynakların rasyonel kullanımına ilişkin politikaların geliştirilmesi için, ülkeler farklı alternatifler üzerinde durmaktadırlar.

Ülkelerin olası risklerden, enerji arzında yaşanması muhtemel krizlerden kendilerini korumaları bu anlamda dışa bağımlılığı olabildiğince azaltarak enerji arzının yerel kaynaklarla sürekli, güvenli ve ekonomik olarak sağlanabilmesi için rüzgar, güneş, su, deniz-dalga, jeotermal, biyokütle ve hidrojenden oluşan yenilenebilir kaynaklar yeni alternatifler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynakları tüm dünyada geniş kullanım alanı bulmaktadır. Örneğin Fransa, ABD, İsrail, Japonya ve Yunanistan güneş enerjisinden elektrik üretimi amaçlı yararlanma yollarını araştırmakta, konuyla ilgili çalışmalar sürdürülmektedir. Yine başta Çin olmak üzere Hindistan, Güney Kore, Pakistan, Tayland, Finlandiya ve İsveç'te biyokütleden enerji kaynağı olarak faydalanılmaktadır.

Gerek temiz kaynaklar olmaları dolayısıyla sera gazı etkisi yaratmayıp çevre kirliliği ve çekirdeksel kirlilik oluşturmamaları ,gerek yerli olmaları dolayısıyla yakıt maliyetini ve buna bağlı olarak enerjide dışa bağımlılığı azaltmaları gerekse yeni istihdam olnakları yaratmaları bakımından yenilenebilir kaynaklar yenilenemeyen kaynaklar karşısında rekabet gücü yakalamışlardır.

Türkiye gelişme yönündeki kararlılığı ve bu noktada gerekli genç ve dinamik nüfus içerisinde yetişmiş insan gücü ve girişimci sanayi yapısı ile yeni enerji teknolojilerinden yararlanmak ve bu teknolojileri ilerletmek konusunda güç sahibidir.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında bol, yerli, tükenmez ve temiz bir kaynak olarak rüzgar; santrallerinin işletme maliyetinin düşük, dışa bağımlılığın az olması, ömrü dolan türbünleri söküp kaldırmanın kolaylığı ve sonrasında arazinin kullanılabilirliğinin sürmesi, elektrik dönüşümünün etkin biçimde sağlanması ve teknolojik altyapının varlığı sebebiyle endüstrisi en hızlı gelişen kaynaktır.

Dünya rüzgar enerjisi kurulu gücünün %67'si Avrupa'da, %19'u Kuzey Amerika'da, %13'ü de Asya'da bulunmaktadır. Rüzgar enerjisi, birbirinden farklı coğrafi ve ekonomik özelliklere sahip çok sayıda ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bugün dünya genelinde teknik olarak kullanılabilir rüzgar kaynağı yılda 53.000 TeraWatt saattir. Rüzgar enerjisi Danimarka, Almanya ve İspanya başta olmak üzere Avrupa, ABD, gelişmekte olan ülkelerden Hindistan, Çin ve Güney Amerika'da, ayrıca Nijerya, Hindistan, Yunanistan ve Kıbrıs'da kullanılmaktadır.

Avrupa'da rüzgar endüstrisinin yarattığı toplam iş sayısının 20.000'i aştığı tahmin edilmektedir. 12.000MW kurulu güce sahip olan Almanya'da, 130.000 kişi rüzgar sanayinde çalışmaktadır. Danimarka rüzgar endüstrisi 8.500 Danimarkalı'ya iş sağlamakta, 4.000 kişiye de Danimarka dışında çalışma imkanı vermekte olup, bu rakam Danimarka balıkçılık sektöründe yaratılan istihdamdan fazladır.

Dünyadaki eğilimler de dikkate alındığında, rüzgardan enerji kaynağı olarak yararlanmak, Türkiye'nin enerji sektörüne katkı sağlamasının yanısıra yeni istihdam olanakları yaratması bakımından da cazip bir seçenektir. Rüzgar potansiyelinin oldukça yüksek olduğu ülkemizde, bu alanda yapılacak araştırma geliştirme çalışmaları desteklenerek; büyük çoğunluğu ithal edilen türbünlerin ülkemizde üretilmesi yolunda oluşturulacak teknolojik bilgi birikimi ile, bu alanda istihdam alanları yaratabilmek mümkündür.

Türkiye'de şimdiye kadar yapılan çalışmalarda elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda, ülkemizin ortalama rüzgar hızı 10m yükseklikte 2.54m/sn ve rüzgar gücü yoğunluğu da 25MW/m^2 olarak hesaplanmıştır. Ülkemizde denizler karalara göre daha yüksek rüzgar enerjisi potansiyeline sahiptir. Karalardaki potansiyel 55.000MW, denizlerde ise 60.000MW olarak hesaplanmıştır. Yapılan araştırmaların sonucunda Türkiye'nin rüzgar enerjisi teknik potansiyeli 88.000MW, ekonomik potansiyeli ise 10.000MW olarak belirlenmiştir; bununla birlikte kullanılan potansiyel 18,9MW olup, varolan potansiyelin binde 2'sine tekabül etmektedir. Türkiye'de işletilen rüzgar santralleri yaklaşık 20MW'a yakın bir değeri bulmaktadır; Çeşme-Germiyan'da 1.5MW, yine Alaçatı'da 7.2MW ve Bozcaada'da 10.20MW'lık güce sahip rüzgar enerjisi santrallerimiz mevcuttur.

Avrupa ve Amerika'da rüzgar enerjisi teşvik edilmekte; sübvansiyon ve vergi indirimleri uygulamalarının yanısıra, karbondioksit üreten enerji kaynakları

kullananlara ek vergi getirilerek araştırma-geliştirme çalışmaları için kaynak yaratılmaktadır. Birçok ülkenin rüzgar enerjisini desteklemek için uyguladıkları rüzgardan elde edilen elektriğe sabit fiyat vermek, rüzgar elektriği üretenlere vergi indirimi sağlamak, rüzgar elektriği yatırımcılarına ithalat ve yatırım kolaylıkları sağlamak gibi çeşitli modeller ile bu sektöre yatırım yapılması teşvik edilmektedir.

Elektrik fiyatları dünyadaki diğer ülkelerle karşılaştırıldığında; Türkiye'de mesken elektrik fiyatının düşük, sanayi elektriğinin ise çok pahalı olduğu görülmektedir. Türkiye sanayide elektriği en pahalı kullanan ülkedir. Satın alma gücü paritesine göre Türkiye'de elektriğin fiyatı 18 senti bulurken, birçok OECD ülkesinde bu rakam 10 sentin altında kalmaktadır. Türkiye ve Hindistan dışında bütün ülkeler, sanayiye orta gerilim seviyesinden toptan elektrik vermekte, bu kesime farklı tarife uygulanarak, enerji dağıtım masraflarının daha düşük olması sağlanmaktadır. Türkiye'de ise sanayi ve mesken fiyatı aynı seviyede tutulmakta ve çapraz sübvansiyon uygulanmaktadır. Dolayısıyla ihtiyacı olan elektriği kuracağı rüzgar enerjisi santralinden sağlamak, sanayici için cazip hale gelmektedir.

Türkiye'de devletin alım garantisi vermemesi ve tek fiyat uygulamasına gidilmemesi nedeniyle sorun yaşanmaktadır. Dinamik pazar ve endüstrinin geliştirilerek iş kapasitesi yaratılmasında en başarılı yöntemlerden biri olarak Avrupa, Almanya ve Danimarka'da başarıyla uygulanmakta olan kamu şebekesine verilen elektriğin karşılığında sabit bir fiyat ödenmesi yönteminin benimsenmesi ile yeni istihdam olanakları yaratmak mümkün olabilecektir.

1990 yılından sonra EİEİ, ülkemizin birçok bölgesinde ölçüm yapmış ve rüzgar enerjisi potansiyeli yüksek olan bölgeleri belirlemiştir. Türkiye'nin Batı ve Kuzey Sahilleri ile iç kesimlerinde bazı tepelerde uygun potansiyelin bulunduğu, özellikle Karaburun Yarımadası, Çanakkale Sahilleri ve Boğazı, Güneydoğu Anadolu ve Kuzey Anadolu Tepeleri'nin rüzgar enerjisi potansiyeli yüksek bölgeler olduğu saptanmıştır.

Türkiye'nin Batı ve Güneydoğu Bölgeleri'nin 2.5m/sn civarındaki ortalama rüzgar hızı ve yıllık 2.4W/m^2'lik rüzgar gücü yoğunluğu ile, rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üretimi için son derece elverişli olduğu belirlenmiştir. Rüzgar potansiyelinin özellikle Ege, Marmara, Güneydoğu ve Doğu Akdeniz Bölgeleri'nde yoğun olduğu görülmektedir. Bölgeler ortalama rüzgar gücü yoğunluklarına göre

sıralandığında 51.91W/m^2 ile Marmara Bölgesi ilk sırada yer almakta, onu 29.33W/m^2 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi, 23.47W/m^2 ile Ege Bölgesi, 21.36W/m^2 ile Akdeniz Bölgesi, 21.31W/m^2 ile Karadeniz Bölgesi ve 13.19W/m^2 potansiyeli ile Doğu Anadolu Bölgesi izlemektedir. Türkiye Rüzgar Atlası'nın hazırlanmasında WASP (Wind Atlas Analysis and Application Program) modeli kullanılarak yapılan çalışmaya göre Afyon, Ağrı, Akçaabat, Akçakoca, Amasra, Ardahan, Bandıra, Bergama, Bozcaada, Bursa, Cihanbeyli, Çanakkale, Çorum, Dalaman, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Etimesgut, Gönen, Güney Iğdır, İpsala, Kangal, Karapınar, Karataş, Kayseri, Kozan, Kuşadası, Malatya, Mardin, Muş, Ordu, Pazar, Pınarbaşı, Polatlı, Samsun, Seydişehir, Siirt, Silifke, Sinop, Siverek, Suşehri, Şile ve Van illeri incelenerek; Bandırma, Antakya, Kumköy, Mardin, Sinop, Gökçeada, Çorlu ve Çanakkale Türkiye'nin en çok rüzgar alan ve rüzgardan elektrik enerjisi elde etmeye elverişli sahaları olarak tesbit edilmiştir.

DPT 8.beş yıllık planı enerji özel ihtisas komisyonunun raporunda, ülkemizde rüzgar enerjisi santralleriyle, 5.000MW kapasitede elektrik üretiminin mümkün olduğu belirtilmiştir. Bunun anlamı; Türkiye'nin toplam elektrik ihtiyacının %7'sinin rüzgardan sağlanabileceğidir. Böylelikle rüzgar enerji santrallerinden sağlanacak şebeke bağlantısı, elektrik enerjisi üretimimize büyük katkı sağlayacaktır. Türkiye için yapılan projeksiyonlar 2010 yılı için 10.000MW, 2020 yılı için 20.000MW rüzgar enerjisi kurulu gücü öngörmektedir. Dolayısıyla yaklaşık 400 kişinin istihdam edildiği Türkiye Rüzgar Enerjisi Endüstrisi'nde, 2010 yılı için yaratılabilecek istihdam 200.000 kişi, 2020 yılı için ise 400.000 kişi olarak tesbit edilmiştir.

KAYNAKÇA

Akay,Pınar: "Enerji Kaynakları ve Yenilenebilir Enerji", (Çevrimiçi) http://64.233.179.104/search?q=cache:a6NE3Lp023sJ:www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/en_tas_etkinlik/2005_bildiriler/oturum7/PinarAkay.doc+deniz+enerjisi&hl=tr&gl=tr&ct=clnk&cd=8, 07. 03. 2006.

Arat, Tuğrul, Baykal, Sanem: "Avrupa Birliği Çevre Politikası Bağlamında Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye", **AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye**, Ankara,Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı Yayınları, 2004, s. 73-105.

Atılgan, İbrahim: "Nükleer Enerji, Toryum Elementi ve Türkiye İçin Önemi", (Çevrimiçi) http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2004/subat/makale_enerji.htm, 12.05.2006.

Bilen, Emin: "Enerji Sektörü Tartışmalarına Bakış", (Çevrimiçi) http://www.maden.org.tr/e_bulten/sayi_goster.asp?sayi=69&yazi_sira_no=27, 22. 11. 2004.

Bockırs, John O'm., Veziroğlu, T. Nejat, Smith, Debbi L. : **Geleceğin Enerjisi Güneş ve Hidrojen**, İstanbul, Kaynak Yayınları, 2001.

Buğutekin, Abdülcelil, Atmaca, Mustafa, Binark, A. Korhan: "Biyogaz Üretiminde Alternatifler", **3. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu; Enerji, İnşaat, Mobilya ve Tekstil Teknolojileri**, IV. Cilt, Ankara, Gazi Üniversitesi Yayınları, 2003, s. 146-157.

Çolak, İlhami, Bayındır, Ramazan, Sefa, İbrahim, Demirbaş, Şevki, Arslan, Cemali, "Sanayide Enerji Verimliliği", **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu(EVK)2005, Kocaeli**, Kocaeli Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 2005, s. 336-339.

Doğan, Mehmet: "Enerji Kaynakları-Çevre Sorunları ve Çevre Dostu Alternatif Enerji Kaynakları",
(Çevrimiçi) http://yunus.hacettepe.edu.tr/~dogan/6.html, 30. 03. 2005.

DPT, **Türkiye 2004 Yılı Katılım Öncesi Ekonomik Programı**, Ankara, DPT Yayınları, 2004.

DSİ: **Dünden Bugüne DSİ 1954-2004**, Ankara, DSİ Yayınları, 2004.

Dündar, Cihan, Canbaz, Mustafa, Akgün, Nezihe, Ural, Gürkan: **Türkiye Rüzgar Atlası**, Ankara, EİE Ve DMİ Yayınları, 2002.

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **Genel Enerji Kaynakları**, Ankara , Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayınları, 2004.

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, **Türkiye'de Enerji Dinamikleri**, Ankara, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayınları, 2004.

EİE, DMİ: **Türkiye Rüzgar Atlası**, Ankara, EİE-DMİ Yayınları, 2002.

Eray, Aynur: **Enerjide Tutumluluk ve Verimlilik**, Ankara, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, 2001.

Garih,Üzeyir: **Türkiye Sorunlarına Çözüm Önerileri**, İstanbul, Hayat Yayınları, 2000.

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

Hocaoğlu, F. , Onur, Kurban, Mehmet: "Rüzgar Gücünden Elektrik Enerjisi Üretimi İçin Rüzgar Türbini Tasarımı", **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu(EVK) 2005, Kocaeli**, Kocaeli Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 2005, s. 124-127.

IEA: **Energy Policies Of IEA Countries, Australia, 2001, Review**, France, International Energy Agency And OECD Publications, 2001.

IEA: **Energy Policies Of IEA Countries, Belgium, 2001, Review,** France, International Energy Agency And OECD Publications, 2001.

IEA: **Energy Policies Of Iea Countries, Switzerland, 2003, Review**, France, International Energy Agency And OECD Publications, 2003.

İKV: **Avrupa Birliği'nin Enerji ve Ulaştırma Politikaları ve Türkiye'nin Uyumu**, İstanbul, İktisadi Kalkınma Vakfı Yayınları, 2004.

İlgen, Oğuzhan, Akın, A. Nilgün: "Biyokütle ve Hidrojen Enerjisi", **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK) 2005, Kocaeli**, Kocaeli Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 2005, s. 362-366.

İnan, Demir: **Güneşimizi Tanıyalım**, Ankara, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, 2001.

Kahriman, Ali: "Avrupa Birliği'ne Giriş Sürecindeki Türkiye Enerji Politikalarına Genel Bir Bakış", (Çevrimiçi) http://www.istanbul.edu.tr/iletim/index.php?tm=2&sahypa=habaroka&haberno=473&tarih=, 09. 04. 2005.

Karabulut, Yalçın: **Türkiye Enerji Kaynakları**, Ankara, Ankara Üniversitesi Yayınları, 2000.

Khennas, S. Smail, Dunnett, Simon, Piggott, Hugh: **Small Wind Systems For Rural Energy Services**, UK, ITDG Publications, 2003.

Köse, Ramazan, Özgür, M. Arif: "Rüzgar Enerjisinin Elektrik Üretiminde Kullanımı ve Kütahya'da Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretim Olasılığı", **3. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu; Enerji, İnşaat, Mobilya ve Tekstil Teknolojileri**, IV. Cilt, Ankara, Gazi Üniversitesi Yayınları, 2003, s. 124-134.

Köstekçi, Yaşar, Burhanoğlu, Sinan: **Borçlar Hukuku, İcra Hukuku, Ceza Hukuku Boyutlarıyla Elektrik Enerjisi Tüketimi**, İstanbul, Vedat Kitapçılık Yayınları, 2005.

Külünk, Metin: **Küreselleşen Dünya'da Türkiye**, İstanbul, Kum Saati Yayınları, 2005.

Lauer, Robert H. , Lauer, Jeanette C. : **Social Problems and The Quality Of Life**, New York, Mc.Graw Hill Publications, 2002.

Manisalı, Erol: **İçyüzü ve Perde Arkasıyla Türkiye AB İlişkileri**, **Avrupa Çıkmazı**, İstanbul, Otopsi Yayınları, 2003.

Özerdem, Barış: "Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Uygulamalarının Gelişimi ve Geleceği", (Çevrimiçi)
http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2003/kasim/makale_enerji.htm,
15. 02. 2006.

Reiss, S. : "Ucuz,Verimli ve Güvenilir Bir Çatı Güneş Enerjisi Düzeneği", **Bilim ve Teknik**, Sayı: 45, Çev. Raşit Gürdilek, Tübitak Yayınları, 2005, s. 46-50.

Roth,K.: "Geleceğin Yakıtını Doldurmak", **Bilim ve Teknik**, Sayı:457, Çev. Ayşenur Akman, Tübitak Yayınları, 2005, s. 38-44.

Saygın, Hasan: "Türkiye'nin Enerji Politikalarında Nükleer Enerjinin ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri", **Dünya ve Türkiye'deki Enerji ve Su Kaynaklarının Ulusal ve Uluslararası Güvenliğe Etkileri 15-16 Ocak 2004**, İstanbul, Harp Akademileri Basımevi, 2004.

Şimşek, Şakir: **Jeotermal Enerji Yeriçi Isısından Yararlanma**, Ankara, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, 2001.

T. C. Başbakanlık AB Genel Sekreterliği, **AB Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Pogramı**, Ankara, T. C. Başbakanlık AB Genel Sekreterliği Yayınları, 2001.

Temiz Enerji Vakfı, **Rüzgar Enerjisi**, Ankara Temiz Enerji Vakfı Yayınları, 2001.

Tezcan, Erdinç: "Rüzgar Enerji Sistemleri ve Ülkemizde Esen Rüzgarlar", (Çevrimiçi)
http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2000/kasim/RUZGAR.htm,
15. 02. 2006.

Türe, İ. Engin: **Hidrojen Enerjisi**, Ankara, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, 2001.

Türkiye Enerji Forumu Komitesi: **Türkiye'nin Yeni Enerji Stratejileri**, İstanbul, Ulusal Enerji Forumu Yayınları, 2001.

TODAİE: **Türkiye Sorunlarına Çözüm Konferansı V-Türkiye'nin Geleceği**, Ankara, Türk İdareciler Derneği Yayınları, 2003.

UN: **Economic and Social Commission For Asia and The Pacific End-Use Energy Efficiency and Promotion of A Sustainable Energy Future,** Sayı:39, New York, United Nations Publications, 2004.

UN: **Statistical Abstract of The ESCWA Region**, New York, United Nations Publications, 2005.

Uyar, Tanay Sıtkı: "Yenilenebilir Enerji", (Çevrimiçi) http://www.bugday.org/article.php?ID=79, 08. 01. 2004.

Uyar, Tanay Sıdkı: "Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu", (Çevrimiçi) http://www.tck.org.tr/ruzgar_enerjisi.html, 15. 02. 2006.

Uyar, Tanay Sıdkı: "Güçlenen Rüzgar Gelecek On Yılın Enerjisi", (Çevrimiçi) http://dergi.emo.org.tr/altindex.php?sayi=407&yazi=192, 30. 03. 2005.

Ültanır, Mustafa Özcan: "Rüzgar, Su ve Türkiye (Wind, Hydro and Turkey)", (Çevrimiçi) http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php?&ID=21, 23. 03. 2006.

Yaman,Yusuf: "21.Yüzyılda Türkiye'nin Enerji Sorunu ve Gerçekler", (Çevrimiçi) http://dergi.emo.org.tr/altindex.php?sayi=415&yazi=86, 30. 03. 2005.

Zeybek, Orhan: "Prinanın Yenilenebilir Bir Yakıt Olarak Kullanılması", **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK) 2005, Kocaeli**, Kocaeli Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 2005, s.355-356.

Zeybek, Orhan, Akın, Metin, Akın, Sebahat: "Yenilenebilir Enerji Kaynağı Biyogaz ve Üretimi", **Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu (EVK) 2005, Kocaeli**, Kocaeli Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 2005, s. 350-354.

(Çevrimiçi) http://www.dtm.gov.tr/ead/ekonomi/sayi%2011/teut.htm, 08. 01. 2004.

(Çevrimiçi) http://www.dayanikli.com/tbmm_calismalari/stratejikarastirma_enerjiplatformukonusma.htm, 22. 11. 2004.

(Çevrimiçi) http://www.dtm.gov.tr/ead/DTDERGI/ocak%2004/kuresellesme.htm, 30. 03. 2005.

(Çevrimiçi) http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/ruzgar/enerjisi.html, 30. 03. 2005.

(Çevrimiçi) http://www.enerji.gov.tr/hidrojen.htm, 30. 03. 2005.

(Çevrimiçi) http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjivedogalkaynaklar/raporlar/raporedk.pdf, 09. 04. 2005.

(Çevrimiçi) http://www.sudunyasi.com.tr/subat2004_7/ruzgarenerjisi.htm#bas, 15. 02. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.ntvmsnbc.com/news/26131.asp#BODY, 15. 02. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.sabah.com.tr/2004/09/11/cm/gez103-20040910-103.html, 15. 02. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.byegm.gov.tr/yayinlarimiz/ANADOLUNUNSESI/143/AND15.htm, 15. 02. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.demirer.com.tr/otoproduktor/otoproduktor.html, 15. 02. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.demirer.com.tr/otoproduktor/ceres/index.html,15. 02. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.demirer.com.tr/Aero/index.html, 15. 02. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.dsi.gov.tr/enerji_2006.pdf, 21. 02. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.milliyet.com.tr/2006/02/24/guncel/gun00.html, 24. 02. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.eie.gov.tr/turkce/ruzgar/ruzgar_iresmed.html, 28. 02. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/ruzgar/turkiyedei.html, 28. 02. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.eie.gov.tr/turkce/ruzgar/ruzgar_med2010.html, 28. 02. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.eie.gov.tr/turkce/ruzgar/ruzgar_arebts_fizib.html, 28. 02. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.wwf.org.tr/tr/su.asp, 03. 03. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.blogcu.com/hidrojen3, 05. 03. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.mengen.gov.tr/cografya.htm, 07. 03. 2006.

(Çevrimiçi) http://alternatifenerji.com/sss.php#R2, 22. 03. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.google.com.tr/search?q=t%C3%BCrkiye%27de+istihdam%2Br%C3%BCzgar+enerjisi&hl=tr&lr=&start=20&sa=N, 23. 03. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.foreigntrade.gov.tr/ead/ekonomi/sayi13/bor.htm, 24. 03. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.elyadal.org/pivolka/04/bor2.htm, 24. 03. 2006.

(Çevrimiçi)
http://www.gap-dogu-kalkinma-.com/enerji/223_jeotern.htm, 05. 04. 2006.

(Çevrimiçi)
http://www.gap-dogu-kalkinma-.com/enerji/223_jeotern.htm, 05. 04. 2006.

(Çevrimiçi) http://ekutup.dpt.gov.tr/madencil/enerjiha/oik620.pdf, 05. 04. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.ekonomist.com.tr/servisler/almanak2005/01430/,
09. 04. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.aksiyon.com.tr/yazdir.php?id=21782,10. 04. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.demirer.com.tr/bores/bores.html, 10. 04. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.gyte.edu.tr/enerji/Ruzgarenerji/s3.html, 14. 04. 2006.

(Çevrimiçi)
http://www10.brinkster.com/gezgini/konular.asp?ad%20id=34&ad%20category%20id=&search=&,14. 04. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.geocities.com/zamver10/taskomuru_ttk.htm, 20. 04. 2006.

(Çevrimiçi)
http://www.maden.org.tr/meslegimiz/20_yuzyil_madencilik_sektorune_genel_bakis.php, 20. 04. 2006.

(Çevrimiçi), http://termiksantral.sitemynet.com, 20. 04. 2006.

(Çevrimiçi) http://science.ankara.edu.tr/~ kavusan.borpage/turkuret.html, 20. 04. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.karaelmas.edu.tr/linkler/duyurular/bor/rapor.doc, 20. 04. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.enerji.gov.tr/belge/butce2006.doc, 20. 04. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.buyuk.org/tubitak/nukleer_enerji.html, 20. 04. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.dtm.gov.tr/ead/ekonomi/sayi%2011/teut.htm, 20. 04. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.milliyet.com/2006/02/15/ekonomi/aeko.html, 09. 05. 2006.

(Çevrimiçi) http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/enerjive dogalkaynaklar/raporlar/enerji_son_surum.pdf, 14. 05. 2006.

(Çevrimiçi) http://www.radikal.com.tr/haber.php?haberno=186669&tarih=08/05/2006, 12. 06. 2006.