

TÜRKİYE' NİN ENERJİ SORUNUNUN ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. Nurdan ASLAN*
Tahsin YAMAK**

1. GİRİŞ

İnsanlar tarih boyunca enerjiye ihtiyaç duymuşlardır. Diğer canlı varlıklar gibi sadece besinler yoluyla aldıkları enerjiyle yetinmemişler ve besin kaynakları dışında çeşitli enerji kaynakları keşfederek bu kaynakları çeşitli teknolojiler sayesinde ısı, mekanik ve elektrik enerjisine çevirmeyi öğrenmişlerdir. Toplumların gelişmesiyle birlikte enerjinin elde edilmiş biçimi ve kullanım alanlarında farklılıklar, değişimler ve gelişmeler yaşanmıştır. Çalışmamızda bu noktadan hareketle insanoğlu için vazgeçilmez nitelikte olan enerjinin ne şekilde elde edildiği, kullanım alanları, kullanım miktarları ve kaynakları ele alınmakta ve dünya ve Türkiye ölçeğinde özellikle yenilenebilir enerji kaynakları incelenmeye çalışılmaktadır.

Bu çalışmada öncelikle; enerji ve ekonomi ilişkisinden hareketle enerji ekonomisinin tanımı yapılmış enerji-ekonomik büyüme ilişkisi ortaya konulmaya çalışılmış, enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini etkileyen faktörlerden bahsedilmiştir. İkinci bölümde ayrıca bazı ülkeler için GSYİH büyüme oranına enerjinin katkısı ortaya konmaya çalışılmıştır.

Daha sonra yenilenebilir enerji kaynakları; hidrolik ,biyokütle, rüzgâr, güneş, jeotermal ve dalga enerjisinin tanımlarından, dünya ve Türkiye için potansiyellerinden yine dünya ve Türkiye' deki kullanım miktarlarından bahsedilmiş ve her alternatif enerji kaynağı için enerji (elektrik, ısı vb.) üretim maliyetleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Özellikle Türkiye için önem arz eden ve ciddi potansiyel sahibi olduğu alternatif enerji

*Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F İktisat Bölümü İktisadi Gelişme ve Uluslararası İktisat Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi

**Marmara Üniversitesi Uluslararası İktisat Bölümü Yüksek Lisans Öğrencisi

kaynaklarından söz edilmiş ve Türkiye için enerji ihtiyacının ve enerji bağımlılığının azaltılmasındaki önemi ortaya konmaya çalışılmıştır.

Çalışmada son olarak Türkiye için genel enerji dengesi analizi yapılmış, enerji üretim, tüketim, ithalat miktarları bir incelemeye tabi tutulmuştur.

Bütün öngörüler dünya genelinde alternatif enerji kaynak kullanımında lider ülkeler perspektiflerinden incelenmiş, yenilenebilir enerji kullanımında lider konumunda bulunan ülkelerde alternatif enerji kaynaklarına verilen destek ve teşviklerden bahsedilmiştir. Pek çok ülkenin imzalamış olduğu Kyoto Protokolünün de bir gereği olan sera gazı salınım oranlarının azaltılması için ülkelerin alternatif kaynaklara yaptıkları yatırımlar ve konvansiyonel kaynaklara olan bağımlılığın azaltılması için yapılan çalışmalar ortaya konmaya çalışılmıştır

2. Enerji-Ekonomik Büyüme İlişkisi ve Etkileyen Faktörler

2.1 Ekonomik Büyüme ve Enerji İlişkisi

Enerji ekonomik büyümeye yol açan tek girdi değildir ama ekonomik büyüme için son derece önemli olan bir girdidir. Enerji kullanmadan; bir fabrikayı çalıştırmak, tarım ürünlerini üretmek, seyahat etmek, mal ve hizmetleri üreticiden tüketiciye göndermek mümkün değildir. Enerji tüketimi ve ekonomik kalkınma ilişkisini inceleyen çalışmaların çoğu ekonomik kalkınmanın enerji tüketimini nasıl etkileyeceği üzerine odaklanır. Ekonomik büyüme genellikle hiç olmazsa ekonomik kalkınmanın erken evrelerinde- enerji tüketimini artırır.

Neo-klasik üretim fonksiyonu ekonomik büyümeyi emek, sermaye ve teknoloji deki artışlar ile açıklar. Teknoloji olarak toplam faktör verimliliği kullanılır ve büyümenin emek ve sermaye ile açıklanamayan kısmını ifade eder. IEA tarafından yapılan bir çalışma da enerjide üretim fonksiyonuna dahil edilmiş 1981-2000 dönemi için seçilmiş bazı gelişmekte olan ülkelere uygulanmıştır. Üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi belirlenmiştir:¹

$$Y_t = A_t \cdot (K_t)^\alpha (L_t)^{1-\beta} (E_t)^{1-\alpha-\beta}$$

Burada Y_t gayri safi yurtiçi hasıla, K sermaye stoku, L emek gücü ve E enerji tüketimidir. A ekonomide toplam faktör verimliliğini temsil eder. Çalışmanın sonuçları tablo 1 de sunulmuştur.

Tablo 1' e göre; Çin hariç seçilen ülkelerde emek, sermaye ve enerji GSYİH'e toplam faktör verimliliği artışından daha çok katkı yapar. Enerji seçilen tüm ülkelerde ekonomik büyümeye anlamlı biçimde katkıda bulunur ve özellikle Brezilya, Kore ve Türkiye de ekonomik büyümede öncü rol oynar. Enerjinin büyümeye katkısı tablodan da görülebileceği gibi Hindistan, Çin ve A.B.D de daha küçüktür. Çalışma sonucunda

¹ David I. Stern and Cutler J. Cleveland, Energy and Economic Growth, Rensselaer Working Papers, http://www.rpi.edu/dept/Economics/www/workingpapers/energy_economics (14.Ocak.2006) March 2004, s.4

enerjinin ekonomik kalkınmanın ara aşamasında olan ülkelerde, endüstri üretiminin bu aşamada ekonomik büyümeye katkısı büyük olduğu için enerjinin daha önemli bir rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Bu ülkelerde imalat sanayi için enerji yoğunluğu diğer ülkelerden daha fazladır. Ekonomik kalkınmanın ileri aşamalarında ise enerji etkinliğini arttıran teknolojilerin dahil edilmesi ile ve sanayiden hizmetler sektörüne kayma olması sebebiyle enerji yoğunluğunun azalacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 1. Bazı Ülkeler İçin Üretim Faktörlerinin Ve Toplam Faktör Verimliliğinin (A) GSYİH Büyümesine Katkıları

Ülkeler	Yıllık GSYİH büyüme oranı	Üretim faktörlerinin ve toplam faktör verimliliğinin(A) GSYİH büyümesine katkıları			
		Enerji	Emek	Sermaye	A(verimlilik)
Brezilya	2.4	77	20	11	-8
Çin	9.6	13	7	26	54
Hindistan	5.6	15	22	19	43
Endonezya	5.1	19	34	12	35
Kore	7.2	50	11	16	23
Meksika	2.2	30	60	6	4
Türkiye	3.7	71	17	15	-3
A.B.D	3.2	11	24	18	47

Kaynak: IEA, World Energy Outlook 2004, s. 333

2.2 Ekonomik Büyüme ve Enerji İlişisini Etkileyen Faktörler

Ekonomik büyümenin sürdürülebilmesi için enerjinin kritik önemi vardır. Ekonomilerde gerekli enerjinin sağlanması büyüme için önemlidir. Özellikle 1970’li yıllarda yaşanan iki petrol şokundan sonra gelişmiş ülke ekonomilerinde enerji yoğunluğu (bir birim çıktı üretmek için kullanılan enerji miktarı) trendi ile ilgili büyük tartışmalar olmuştur. Tartışmaların yoğunlaştığı alanlar sürdürülebilir büyümenin gerçekleşmesi için gerekli enerjinin sağlanması konusundadır.

Burada, Neo-klasik perspektiften yola çıkılarak enerji kullanımı ile ekonomik aktivite arasındaki ilişki incelenmeye çalışılacaktır. Genel üretim fonksiyonunu aşağıdaki gibi ifade edilirse,

$$(Q_1, \dots, Q_N)' = f(A, X_1, \dots, X_N, E_1, \dots, E_P)$$

Q_1 değişik çıktıları (üretmiş mal ve hizmetleri), X_1 çeşitli girdileri (emek sermaye), E ise farklı enerji girdilerini (petrol, kömür gibi) gösterir. A ise teknolojiyi temsil eder ve toplam faktör verimliliği ile modellenir. Enerji ile çıktı arası ilişki;

- enerji ile diğer girdiler arası ikameye
- teknolojik değişime
- enerji girdi kompozisyonundaki bir değişime
- çıktının kompozisyonundaki değişime bağlıdır².

2.2.1 Enerji ve Sermaye İlişkisi: İkame veya Tamamlayıcılık İlişkisi

Sermaye ve enerji ilişkisinin tamamlayıcı mı yoksa ikame mi olduğu konusunda yapılan ekonometrik çalışmalarda oldukça farklı sonuçlar elde edilmiştir. Apostolakis (1990) yaptığı ekonometrik çalışmada sermaye ve enerjinin kısa dönemde tamamlayıcı, uzun dönemde ise ikame gibi davrandıklarını belirtmiştir. Frondel ve Schmidt (2002) ise sadece enerji maliyetinin düşük olduğu durumlarda enerji ve sermaye arasındaki ilişkiyi tamamlayıcı olarak bulmuşlardır.³

Ekonometrik çalışmalar genelde bütün ekonomi düzeyinden çok endüstri düzeyinde esneklik katsayılarını tahmin etmeye yönelmiştir. Stern (1993) tarafından VAR (vektör oto regresyon) analizi kullanılarak ABD için yapılan bir çalışmada enerji ve sermayenin ne ikame ne de tamamlayıcı olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak enerji ve sermaye arası ilişki zayıf ikame ya da tamamlayıcılık ilişkisi olarak değerlendirilebilir. Tamamlayıcılığın derecesi ise endüstriler ayrı ayrı düşünüldüğünde veya toplam olarak düşünüldüğünde değişmektedir.⁴

2.2.2 Enerji Etkinliği ve Yenilikler (İnovasyonlar)

Enerji etkinliği enerjinin gayri safi yurtiçi hasılaya oranlanması ile bulunur. Enerji/GSYİH oranındaki değişimler otonom enerji etkinliğindeki değişimler olarak kabul edilir. Daha özel bir gösterge olarak teknik gelişmelerin ilave edildiği enerji indeksi (index

² Stern and Cleveland, s.18

³ David Stern, Economic Growth and Energy, <http://www.rpi.edu/~stern/d/Growth.pdf>, (13 Mart 2006), s.12

⁴ Stern and Cleveland, s.18

of energy augmenting technical change) kullanılabilir. Bunu için üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi yeniden yazılırsa:

$$Q=f(A_1X_1, \dots, A_NX_N, A_EE)$$

Her bir girdi kendi teknoloji faktörü olan A_1 ile çarpılır ki böylece ham girdi birimleri etkin (efficient) girdi birimlerine dönüştürülmüş olur. A_E ise tüm diğer girdileri ve teknik değişimleri sabit tutan teknik değişimlerin ilave edildiği enerji indeksidir.

Khazzam-Brookes kuralına göre ise enerji tasarrufu sağlayan teknik yenilikler dolayısı ile tasarruf edilen paranın başka mal ve hizmetlere harcanması ve bu mal ve hizmetleri üretmek için ise yeniden enerji gerekli olduğu için daha çok enerji tüketimine yol açacağını belirtilmektedir. Enerji kullanımında tasarruf getiren bir yenilik kullanılan enerjinin fiyatında bir azalmaya yol açar. Bu ise enerji talebinin artmasına yol açar. Ayrıca düşük enerji fiyatları ekonomideki tüm mallara olan talebi arttırarak gelir etkisine yol açar ve sonunda üretim için kullanılan enerji miktarı artar. İçsel teknolojik değişim kabul edildiğinde fiyatlardaki değişim teknolojik değişimlere yol açabilir. Enerji fiyatlarındaki artış enerji tasarrufu teknolojisindeki gelişmeleri hızlandırır ve bunun toplam faktör verimliliği üzerine etkisi olabilir. Jorgensen'a göre teknik değişim yanlıdır ve enerji kullanımını arttırır. Bu doğru ise düşük enerji fiyatları toplam faktör verimliliği büyümesini hızlandırır ya da yüksek enerji fiyatları toplam faktör verimliliği büyümesini azaltır. Ancak daha yeni yapılan çalışmalar bu sonucu doğrulamamaktadır.⁵

2.2.3 Enerji Girdi Kompozisyonundaki Değişmeler ve Enerjinin Kalitesi

Enerji kalitesi farklı yakıt türlerinin ve elektriğin ısı eşdeğeri birimi başına göreceli ekonomik faydasıdır. Enerji kalitesini ölçmenin bir yolu, söz konusu enerji kaynağının marjinal ürününü-söz konusu enerji kaynağından ilave bir ısı birimi kullanılması ile elde edilecek marjinal ürün miktarı bulmaktır. Bazı yakıtlar çok sayıda ekonomik aktivitede kullanılır iken bazı ekonomik aktivitelerde kullanılamazlar. Kömürün birçok kullanım alanı varken kömür doğrudan bir bilgisayarı çalıştıramaz. Bir yakıtın marjinal ürününü belirlerken; fiziksel kıtlığı, enerji yoğunluğu, temizliği, depolama kolaylığı, güvenilirliği, kullanma esnekliği, dönüşüm maliyeti gibi faktörler rol oynar. Ancak yakıtın marjinal ürününü sadece bu faktörler etkilememektedir.

Bunların dışında yakıtın hangi ekonomik aktivitede kullanıldığı, ne kadar emek ne kadar sermaye ile birlikte kullanıldığı da önemlidir. Bu sebeple enerji kalitesi zaman içinde sabit değildir. Genel olarak elektriğin en kaliteli enerji olduğu onu sırasıyla doğalgaz, petrol, kömür, bio yakıtların takip ettiği kabul edilir. Bu görüş bu yakıtların marjinal ürünleri ile de orantılı olan enerji birimi başına fiyatları dikkate alındığında da desteklenmiş olur. Enerji kalitesi kavramını ilk olarak Schurr ve Netschert kullanmışlardır. Cleveland(1984); ABD enerji yoğunluğundaki azalmanın sebebini ekonomideki yapısal değişimlerle düşük kaliteli yakıtlardan yüksek kaliteli yakıtlara geçilmesine bağlamaktadır.

⁵Stern and Cleveland, s.23

Kaufmann (2004) ABD için enerji/GSYİH oranı, hanehalkı enerji harcamaları, enerji tüketimi ve enerji fiyatlarından oluşan bir VAR modeli tahmin etmiştir. Çalışmasında kömür kullanımından petrol kullanımına geçilmesinin enerji yoğunluğunu azalttığını belirtmiştir. Bu dönüşüm enerji yoğunluğunun 1929–1999 döneminde azalmasına katkı yapmıştır.⁶

2.2.4 Gayri Safi Milli Hâsıla (Çıktı) Kompozisyonunun Değişmesi

Ekonomik kalkınmanın farklı dönemlerinde çıktının (gayrisafi milli hasıla) kompozisyonu değişebilir. Kalkınma sürecinin erken aşamalarında tarım sektöründen ağır sanayi sektörüne doğru bir kayma olmuş iken kalkınma sürecinin ilerleyen aşamalarında ise kaynak kullanımının yoğun olduğu ağır sanayi sektöründen daha az kaynak kullanımı olan hizmetler sektörüne doğru bir geçiş olmuştur. Enerji yoğunluğu bir birim hâsıla üretmek için tüketilen enerji miktarı olarak tanımlanabilir. Farklı sektörlerin enerji yoğunluğu farklıdır. Bu sebeple kalkınma sürecinin erken aşamalarında birim çıktı başına gerekli olan enerji miktarı artar iken kalkınma sürecinin ilerleyen aşamalarında ise birim çıktı başına gerekli olan enerji miktarı azalmaktadır. Hizmet sektöründe de yüksek oranda enerji ve kaynak girdileri gerekebilir. Bazı hizmetlerin fiziki varlığı olmadığı halde ; gökdelenler , alışveriş merkezleri, antepolar, sosyal kompleksler gibi bu hizmetlerin yürütüldüğü fiziksel mekanlarda yoğun oranda enerji kullanılır. Taşımacılık gibi bir diğer hizmet sektörü de yoğun bir biçimde kaynak ve enerji kullanımını gerektirir. Tüketiciler çalışmak, seyahat etmek, alışveriş etmek gibi aktivitelerinde büyük miktarda enerji kullanırlar. Üretilen mal ve hizmetlerin içine gömülü olan dolaylı enerji kullanımı hesaba katıldığında, ABD için hizmet sektörü ekonomideki diğer sektörlerden daha az enerji yoğunluğu olan sektör olarak değerlendirilemez. Son birkaç on yılda çıktı bileşimindeki değişmelerin enerji/GSYİH oranını anlamlı bir biçimde azalttığına dair bir kanıt bulunmamaktadır.

3. Türkiye' nin Genel Enerji Dengesinin Değerlendirilmesi ve Alternatif Enerji Kaynaklarının Dünya ve Türkiye Ölçeğinde Değerlendirilmesi

3.1 Alternatif (Yenilenebilir) Enerji Kaynaklarının Türkiye ve Dünya Ölçeğinde Değerlendirilmesi

3.1.1 Hidrolik (Su) Gücü

Hidrolik enerji, kuruluş maliyetinin yüksekliği ve uzun süreli olmasına rağmen uzun dönemde ucuz ve çevre sağlığı açısından en yararlı enerji kaynağıdır. Türkiye' de elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık % 40' ı hidrolik kaynaklardan gerçekleştirilmektedir.⁷

⁶ David Stern, Energy and Economic Growth, April 2003, s.28

⁷ USA Department of Energy, *An Energy Overview of Republic of Turkey*, www.fossil.energy.gov/international/south_and_soutwest_asia/turkover_html, (1 Kasım 2005)

Dünya çapında değerlendirilebilecek 14.000 TWh (Terra watt/saat)/yıl hidrolik kapasite bulunmaktadır. Avrupa ve Kuzey Amerika'da var olan kapasitenin % 60'ı kullanılırken, dünyanın geri kalanında bu potansiyel henüz % 10' lar seviyesindedir.⁸

Hidrolik tesislerde elde edilen elektrik, dünya toplam enerji üretiminin % 18'ini oluşturmaktadır. Zengin hidrolik kaynaklara sahip ülkeler genellikle enerji ihtiyacını bu yolla karşılamaktadırlar. Bunların başlıcaları; % 99 ile Norveç, % 93 ile Brezilya, % 74 ile Yeni Zelanda, % 61 ile Kanada ve % 64 ile Avusturya'dır.⁹

TABLO 2. Bazı Ülke Hidrolik Potansiyelleri (Milyar Kwh / Yıl)				
2000 Yılı Hidroelektrik Enerji Kullanımı (Mtep)				
Ülke ve Bölge	Brüt Potansiyel	Teknik Potansiyel	Ekonomik Potansiyel	Hidroelektrik En. Tük.
A.B.D	4.485,00	529,00	376,00	25,80
BREZİLYA	3.020,00	1.433,00	806,00	25,40
RUSYA	2.400,00	1.670,00	850,00	13,80
KANADA	1.332,00	981,00	536,00	29,60
ÇİN	5.922,00	1.923,00	1.260,00	18,20
AFRİKA	3.601,00	1.915,00		5,60
HİNDİSTAN	2.638,00	294,00		6,90
KOLOMBİYA	1.000,00	200,00	140,00	2,90
OECD ÜLKELERİ				112,70
TOPLAM DÜNYA	39.287,00	14.284,00		226,80

Kaynak: Dünya Enerji Konseyi (WEC)

Tablo 2'den de izlenebileceği üzere ekonomik potansiyel olarak en büyük ülke Çin'dir. Çin'in ekonomik potansiyeli 1.260 milyar KWh(Kilovat saat) miktardadır. Ardından 850 milyar KWh ile Rusya ve 806 KWh ile Brezilya gelmektedir. Enerji tüketim değerlerinde ise 29,6 MTEP(Milyon ton eşdeğer petrol) ile Kanada ilk sıradadır. Onu takiben 25,8 MTEP ile Amerika Birleşik Devletleri, 25,4 MTEP ile Brezilya gelmektedir.

Dünyadaki bazı ülkeler enerji ihtiyaçlarının hemen hemen % 100'lük kısmını yenilenebilir genellikle hidroelektrik enerjiden karşılamaktadırlar. Bu ülkelere örnek

⁸ Aslan Özmen, **Türkiye 2010 Yükselen Yıldız: Gelişi, Hedefler, Reformlar, Projeler**, Osmanlı Matbaası, İstanbul, 2001, s.286

⁹ Özmen, s.287

vermek gerekirse; Paraguay, İzlanda, Nepal, Kongo, Mozambik, Kongo Cumhuriyeti ve Norveç % 99,5 oranında elektrik enerjisi ihtiyacını alternatif (genellikle hidroelektrik) kaynaklardan temin etmektedirler.¹⁰

2003 yılı dünya enerji arzı 10 579 MTEP civarındadır. Bunun % 34,4' nü petrol, % 24, 4' nü kömür, % 21,2'sini doğalgaz, % 13,3'nü yenilenebilir enerjiler ve % 6,5'nu nükleer enerji karşılamaktadır. % 13,3'lük alternatif (yenilenebilir) enerjiler içerisinde en büyük pay % 10 ile biyokütle enerjisi, % 2,2 ile hidroelektrik ve % 0,5 ile diğer yenilenebilir enerji kaynakları gelmektedir. Elektrik enerjisi üretiminde ise yenilenebilir enerjiler % 18'lik paya sahip bulunmakta ve bu paydan en büyük oranı % 16 ile hidroelektrik almaktadır. Kömür ile üretim % 40 ve doğalgaz ile elektrik enerjisi üretimi % 19 ile ikinci sıradadır. Dünya genelinde iki konvansiyonel enerji kaynağından sonra yenilenebilir enerjiler arasında elektrik üretiminde kullanılan kaynak hidroelektrik enerji kaynaklarıdır. Dünya için önemli bir enerji kaynağı durumundadır ve bu konumu gelecekte de özellikle gelişmekte olan ülkelerde sürdürecektir.¹¹

Türkiye'nin hidroelektrik potansiyelinin dünya ölçeğindeki incelemesi yapıldığında; ülkenin 433 TWh brüt hidroelektrik potansiyel ile dünya hidrolik potansiyel içerisinde % 1,2 paya ve 126 TWh potansiyel ile Avrupa ülkelerinin % 16 oranında hidroelektrik potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Türkiye Avrupa' da Norveç' ten sonra en fazla yıllık hidroelektrik potansiyele sahip ülke konumunda bulunmaktadır. Bu oran Avrupa için % 7, Almanya için % 3, İzlanda için % 6, İtalya için % 9, Norveç için % 26, Polonya için % 15,8 ve İsviçre içinse % 5' i oranındadır. Sadece GAP' tan yıllık hidroelektrik enerji üretim potansiyeli Avrupa' nın % 3,5'i seviyesinde olup Arnavutluk, Belçika, Bulgaristan, Danimarka, Finlandiya, Yunanistan, İngiltere, Portekiz, İrlanda gibi ülkelerin potansiyellerinden fazladır.¹² Türkiye'nin büyük hidroelektrik santralleri sırasıyla; Atatürk 2400 MW, Karakaya 1800 MW, Keban 1330 MW, Altınkaya 700 MW(Megavat saat) ve Birecik 672 MW' ır.¹³

¹⁰ International Energy Agency (IEA). /OECD. **World Energy Outlook 2004**, France, 2004 ,s.228

¹¹ *Renewables in Global Energy Supply*,
http://www.iea.org/textbase/papers/2006/renewable_factsheet.pdf, OECD/IEA, 2006, s.5

¹² İ.Hakkı Altun, '*Türkiye' nin Hidrolik Potansiyeli ve Gelişme Durumu*', **TMMOB Türkiye Enerji Sempozyumu Tebliğleri**, Ankara, 1996, s.10

¹³ *DSİ, www.dsi.gov.tr. (den aktaran) An Energy Overwiev of Repulic of Turkey*,
www.fossil.energy.gov/international/south_and_soutwest_asia/turkover_html, (1 Kasım 2005)

Tablo 3 .Türkiye’ nin Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Kurulu Gücü (Şubat 2005)

Hidroelektrik Santral Projelerinin Mevcut Durumu	Proje Sayısı	Kurulu Güç MW	Toplam Yıllık Hidroelektrik Enerji Üretimi				
			Güvenilir Enerji GWh	Toplam Enerji GWh	Oran %	Kümülatif Enerji GWh	Oran %
1- İşletmede	135	12618	33250	45299	35	45299	35

Kaynak:Elektrik İşleri Etüt İdaresi (www.eie.gov.tr)

3.1.2 Biyokütle Enerji

Biyokütle; fosil olmayan organik madde kitlesi olarak tanımlanabilir. Biyokütle enerjinin temelinde fotosentezle kazanılan enerji yatmaktadır. Biyokütle enerjisinin temel kaynakları bitkisel ve hayvansal ürünlerdir. Ancak hayvansal ürünler bitkisel ürünlerin çoğaltılmasıyla mümkün olmaktadır.¹⁴

2002 yılında dünyada toplam birincil enerji arzının % 14’ü yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmıştır. Bu noktada dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminde rakamlar incelendiğinde % 14’lük toplam enerji arzı içerisinde % 11 payla biyokütle enerjisi en büyük paya sahip bulunmaktadır.1398 MTEP büyüklüğündeki toplam yenilenebilir enerji tüketimi içerisinde ki payı 1119 MTEP’tir. Ayrıca biyokütle enerjisinin 2/3’lük oranı ısıtma ve yemek pişirme gibi faaliyetlerde ekseriyetle de gelişmekte olan ülkelerde kullanılmaktadır. Gelecek yıllarda da üretimi ve tüketiminde artış olması beklenmektedir.¹⁵

Hidroelektrikten sonra dünya genelinde elektrik enerjisi üretiminde kullanılan ikinci kaynak biyokütle enerjisidir. Finlandiya’ da biyokütle enerjisinden elektrik üretimi 2002 yılında % 14 civarındadır. Ayrıca biyokütle enerjisi Latin Amerika ülkeleri içinde

¹⁴ Necedet Ültanır, **21.yy’a Girerken Türkiye Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi**, Tüsiad Yayınları, Kasım 1999, s. 75

¹⁵ **World Energy Outlook 2004**,s.226

büyük önem arz etmektedir. Biyokütle enerji santrallerinde Brezilya'da toplam elektrik üretiminin % 3'ü yapılmaktadır. Aynı oran Avusturya içinde geçerlidir.¹⁶

2003 ve 2004 yılı Türkiye genel enerji üretimi ve tüketimi incelendiğinde; biyokütle enerji kaynaklarının yerli üretim kaynakları içerisindeki oranının yaklaşık % 24'olduğu görülür. Diğer bir ifade ile Türkiye yerli enerji üretiminin ¼' lük oranını biyokütle kaynaklarından karşılamaktadır. Aynı yıl için nihai enerji tüketimi içerisindeki biyokütle enerji kaynaklarının oranlarına bakıldığında ortaya çıkan sonuç, yaklaşık % 9' luk bir oran ile biyokütle enerji kaynaklarının nihai tüketim içerisinde bir orana sahip olduğu görülmektedir.

3.1.3 Rüzgâr Enerjisi

Bir yerde rüzgâr enerjisinden yararlanmak; rüzgârın yön, sıklık ve hızının belirli seviyelerde olmasına bağlıdır. Bu faktörler bir yerin rüzgâr enerjisi potansiyelini belirlemede kullanılır.¹⁷

İlk başlarda fosil yakıt kaynaklarının ucuzluğu nedeniyle fazla benimsenmeyen rüzgâr enerjisi 1970 sonrası petrol krizi sonrasında önem kazanmaya başlamıştır. Önceleri kara parçaları üzerinde kurulan rüzgâr santralleri şimdilerde açık denizlerde de kurulmakta ve enerji üretiminde kullanılmaktadır.

Ancak, hiçbir şekilde maliyet hesaplarına katılmasa da enerji santrallerinin çevresel etkileri önemli bir maliyet kalemidir. Dışsal maliyetler olarak adlandırılan bu maliyetler enerji santrallerinde ki üretimlerde maliyet hesapları içersine dahil edilmemektedir. Ancak özellikle fosil yakıt kaynaklarında bu dışsal maliyetler büyük oranlarda olmaktadır. Çünkü fosil yakıtlar yüksek miktarda CO2 salınımı yapmakta ve sera gazı etkisi nedeniyle küresel ısınmaya ve iklimlerin dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. Zaten bütün bu gerekçelerle atmosfere salınan karbon oranının %55'ini üreten ülkelerin imza koyması ile 16 Şubat 2005'te yürürlüğe giren 155 imzalı Kyoto Sözleşmesi'ne göre;

* Atmosfere salınan sera gazı miktarı %5'e çekilecek.

* Endüstriden, motorlu taşıtlardan, ısıtmadan kaynaklanan sera gazı miktarını azaltmaya yönelik mevzuat yeniden düzenlenecek.

* Daha az enerji ile ısınma, daha az enerji tüketen araçlarla uzun yol alma, daha az enerji tüketen teknoloji sistemlerini endüstriye yerleştirme, ulaşımda, çöp depolamada çevrecilik, temel ilke olacak.

* Atmosfere bırakılan metan ve karbondioksit oranının düşürülmesi için alternatif

¹⁶ World Energy Outlook 2004,s.235

¹⁷ Zekai Şen, **Türkiye' de Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, İlim ve Sanat, No:42, Ekim 1996, s.32

* A.B.D Kyoto Sözleşmesini imzalamamıştır. (% 25 ile en çok sera gazı salınımı yapan ülkedir.)İlk başta karşı çıkmasına rağmen Rusya sözleşmeye imza koymuştur. Avustralya da sözleşmeyi imzalamamıştır. Çin ve Hindistan da sözleşmeyi imzalamayan ülkelerdendir.

enerji kaynaklarına yönelinecek.

* Fosil yakıtlar yerine örneğin, bio dizel yakıt kullanılacak.

* Çimento, demir çelik ve kireç fabrikaları gibi yüksek enerji tüketen işletmelerde atık işlemleri yeniden düzenlenecek.

* Termik santrallerde daha az karbon çıkartan sistemler, teknolojiler devreye sokacak.

* Güneş enerjisinin önü açılacak. Nükleer enerjide karbon oranı sıfır olduğu için dünyada bu enerji ön plana çıkarılacak.

* Fazla yakıt tüketen ve fazla karbon üreten daha fazla vergi alınacak.¹⁸

Bütün anlatılanlar ve kabullere rağmen henüz küresel anlamda kabul edilmiş bir kirlilik maliyeti metodu mevcut değildir. Ancak, Avrupa Birliği bu konuyla ilgili olarak ExternE Project'e destek vermektedir.

Rüzgâr enerjisi özellikle son on yıllık dönemde önemli artışlar göstermektedir.1990 yılında rüzgâr tribünlerinin kurulu gücü dünya genelinde 1000 MW dolaylarındayken 2000 yılına gelindiğinde bu miktar 17.500 MW olmuştur. Her üç yıllık periyoda iki katına yaklaşık bir oranda artışı göstermektedir. 2000 yılı rakamlarıyla dünya ölçeğinde bir inceleme yaparsak dünya genelinde rüzgardan üretilen enerji üretimi Şili ve Singapur'un elektrik enerjisi tüketimi kadar rüzgardan elektrik enerjisi üretilmiş bulunmaktadır. 2000 yılında Almanya' daki kurulu güç 6.000 MW üzerindedir. Ancak yine 2000 yılı rakamları incelendiğinde Danimarka kişi başına üretim oranları bakımından lider konumdadır. Danimarka'da oran ilgili yıl için % 12'ler oranındadır.

¹⁹Rüzgâr kapasitesi son beş yılda % 32 ortalama hızla büyümüştür. 2003 yılına gelindiğinde dünyadaki toplam, 19 milyon ortalama Avrupalı ailenin elektrik gereksinimini sağlamaya yetecek kapasite olan 40.300 MW'a ulaşmıştır. Endüstrinin küresel istihdam miktarı 90–100 bin kişi olarak tahmin edilmektedir.²⁰

Dünya genelinde rüzgâr enerjisinde lider konumunda olan ülke Almanya'dır. 2005 yılı itibariyle incelendiğinde toplam kurulu kapasitesi 18.428 MW seviyelerine ulaşmıştır. Daha sonra İspanya gelmektedir ki kurulu gücü 2004 yılı itibariyle 8.263 olan ülke 2005 yılında 1.764 MW yeni kapasite eklemiş, 2005 yılı sonu itibariyle toplam kurulu gücü 10.027 MW seviyelerine ulaşmıştır. Üçüncü büyük ülke ise Danimarka'dır. 2004 yılı

¹⁸ *Kyoto 16 Şubat'ta Yürürlüğe Giriyor*, http://www.sabah.com.tr/ozel/kuresel820/dosya_815.html, (19 Aralık 2005)

¹⁹ World Energy Council, *Wind Energy*,

www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/wind/wind.asp (1 Eylül 2004)

²⁰ *Wind Force 12*, http://www.ewea.org/documents/WF12_2004.eng.pdf (26 Kasım 2004)

sonunda 3.118 MW olan kapasitesini 2005 yılında 22 MW kapasite artırımıyla 3122 MW seviyesine çıkarmış durumdadır.²¹

2004 yılı sonu itibariyle; Dünya genelinde kurulu rüzgâr gücü kapasitesinin 47.000 MW olduğundan bahsetmiştik. Bu kurulu güç ile dünya genelinde 100 milyar KW/saat yıllık enerji üretimi yapılmaktadır.²²

Kıtalar/Ülkeler	2005	2006	Kıtalar / Ülkeler	2005	2006
	Ocak	Ocak		Ocak	Ocak
AVRUPA	MW	MW	Tekras	1 397	1 944
Almanya	16 628	18 100	Iowa	632	834
İspanya	8 263	9 285	Minnesota	577	590
Danimarka	3 118	3 129	Washington	244	393
İtalya	1 265	1 711	New Mexico	266	406
İngiltere	897	1 337	Oklahoma	176	433
Hollanda	1 078	1 219	Oregon	261	336
Portekiz	523	1 000	Wyoming	284	289
Fransa	390	760	Colorado	229	229
Avusturya	607	716	Kansas	113	263
Yunanistan	466	535	New York	49	247
İsveç	442	492	Montana	0	135
İrlanda	353	441	Pennsylvania	128	128
Norveç	160	270	Illionis	51	107
Belçika	97	97	Nebraska	15	74
Finlandiya	82	82	Idaho	0	74
Polonya	58	58	Kuzey Dakota	66	66
Ukrayna	57	57	Batı Virginia	66	66
Lüksemburg	35	35	Wisconsin	53	53
Litvanya	26	26	Güney Dakota	44	44
Estonya	6	24	Tennessee	29	29

²¹ EWEA, *Wind Energy Statistics*, http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/statistics/2005statistics.pdf

²² *Wind Energy Potential*, http://www.ewea.org/faq/tutorial/wwt_potential.html, (19 Şubat 2006)

Türkiye	20	20	Hawaii	2	12
Çekoslovakya	17	17	Ohio	8	8
İsviçre	8	8	New Jersey	0	8
Rusya	7	7	Vermont	6	6
Macaristan	6	6	Michigan	3	3
Letonya	6	6	Alaska	1	2
Arnavutluk	6	6	Massachusetts	1	1
Slovakya	5	5	Toplam	6 752	8 957
G. Kıbrıs	2	2	KANADA	MW	MW
Romanya	1	1	Kanada	444	593
Bulgaristan	1	1	Toplam	444	593
Toplam	34 630	39 993	Toplam Kuzey Amerika	7 196	9 550
Toplam AB	34 375	39 614	ASYA	MW	MW
AB dışı Avrupa	255	379	Hindistan	2 983	4 225
PASİFİK BÖLGESİ	MW	MW	Çin	764	765
Japonya	940	942	Güney Kore	8	48
Avustralya	380	572	Tayvan	16	16
Yeni Zelanda	170	170	Sri Lanka	3	3
Pasifik Adaları	11	40	Bangladeş	0	1
Toplam	1 501	1 724	Toplam	3 774	5 058
Ortadoğu ve Afrika	MW	MW	LATİN AMERİKA	MW	MW
Mısır	145	145	Kosta Rika	71	71
Fas	54	64	Karayipler	55	55
Tunus	20	20	Brezilya	48	48
İran	11	11	Arjantin	26	26
İsrail	8	8	Kolombiya	20	20
Fildişi	3	3	Meksika	5	5
Güney Afrika	3	3	Küba	0	5
Ürdün	2	2	Şili	2	2

Toplam	246	256	Toplam	227	232
ABD	MW	MW	DÜNYA TOPLAMI	47 574	56 813
Kaliforniya	2 051	2 117	2005 dünya artış oranı	-	19,42%
Kaynak: Wind Power Monthly, January 2006 istatistikleri ile düzenlenmiştir.					

Türkiye'nin kurulu rüzgâr gücü incelendiğinde ortaya çıkan sonuç Tablo 4'ten de görüldüğü gibi 20,1 MW' tır. Üretim miktarları yıllar itibariyle; 2000 yılında 33 GW, 2001 yılında 62 GW, 2002 yılında 48 GW, 2003 yılında 61 GW, 2004 yılında 58 GW olarak gerçekleşmiştir. Mevcut sahip olunan kapasite ile karşılaştırıldığında üretim rakamları hayli düşüktür.

2006 Ocak ayı itibariyle küresel rüzgâr enerjisi kapasitesinin en büyük payını % 70'ler seviyesinde bir oranla Avrupa oluşturmaktadır. Türkiye'nin kurulu rüzgâr gücünün dünyada ki kurulu rüzgâr gücüne oranı 0,00035 seviyelerindedir. Avrupa'daki kurulu güce oranı ise 0,00052'ler seviyesindedir. Rakamlar da göstermektedir ki Türkiye rüzgâr enerjisi kurulu gücü bakımından dünyada ve Avrupa'da çok düşük seviyelerdedir. Ancak bütün bu düşük kurulu güce rağmen ciddi bir rüzgâr potansiyeline sahiptir. Türkiye rüzgâr gücüne gereken önemi vermesi durumunda ciddi bir elektrik enerjisi üretim kaynağını kazanmış olacak ve enerji de dışa bağımlılığını azaltabilecektir.

3.1.4 Güneş Enerjisi

Türkiye'de bugün güneş enerjisi büyük oranda su ısıtmasında kullanılmakta olup, ülkemizde kurulu kollektör alanı 7.5 milyon m² kadardır, bu değer Türkiye potansiyelinin % 4'üne karşı gelmektedir. Her yıl toplam üretimin % 20-25'i ihraç edilmek üzere 700-800 bin m² kollektör üretimi yapılmaktadır. Bu kurulum kapasitesi % 40 verimlilikle, senelik 3370 GWh enerji üretimine denk olup, 290.000 BTEP karşılığıdır.²³

2003 yılı Türkiye genel enerji dengesi rakamlarından Türkiye'de üretilen yıllık güneş enerjisi rakamları incelendiğinde ortaya çıkan sonuçlar şu şekildedir;

2003 yılı güneş enerjisi üretimi (10000 kcal/kg) 350 BTEP seviyelerindedir. Bu üretimin 119 BTEP'i sanayi de tüketilmektedir. Geriye kalan 231BTEP büyüklüğündeki miktar konut ve hizmetlerde tüketilmektedir. Türkiye'nin 2003 yılı nihai enerji tüketim değeri 64.034 BTEP olduğundan güneş enerjisinin toplam tüketim içersindeki payı 0,005 seviyelerindedir. Yerli üretim içersindeki payı ise aynı yıl için 0,01 seviyelerindedir. Yani

²³ *Sera Gazı Azaltımı ve Güneş Enerjisi*,
<http://www.eurosolar.org.tr/html/sunumlar/SERAGAZIAZALTIMI.htm> , (12 Ocak 2006)

yerli üretimin % 1'i güneş enerjisinden karşılanmaktadır. 2004 yılı güneş enerjisi üretimi (10000 kcal/kg) 375 BTEP seviyelerindedir. Bu üretimin 121 BTEP'i sanayi de kullanılmaktadır. Geriye kalan 254 BTEP büyüklüğündeki enerji konut ve hizmetler sektöründe kullanılmaktadır. Türkiye' nin 2004 yılı nihai enerji tüketim miktarı 69.044 BTEP olduğundan güneş enerjisinin toplam tüketim içerisindeki payı 0,005 seviyelerindedir. Yerli üretim içerisindeki payı % 1,5'ler seviyesindedir. 2003 yılına göre karşılaştırıldığında yerli üretim içerisindeki payında yarım puanlık artışa rağmen tüketim içerisindeki payı değişmemiştir.

3.1.5 Jeotermal Enerji

Dünya genelinde 1995 yılında kurulu jeotermal gücü kapasitesi 6834 MWe seviyelerindedir. 2000 yılına gelindiğinde kurulu güç kapasitesi 7973 MWe seviyelerine yükselmiştir. 5 yıllık süreçte ortalama artış oranı % 16,7 seviyelerinde gerçekleşmiştir. 2003 yılında dünya genelinde kurulu jeotermal enerjisi gücü 8.403 MWe seviyelerine yükselmiştir. Yıllar itibariyle dünya genelinde jeotermal enerji kapasitesinde artış yaşanmaktadır. Tablo 5' den de izlenebileceği üzere dünyada pek çok ülke jeotermal enerjiye yatırım yapmakta ve kurulu güç kapasitelerinde artış meydana getirmektedir. İzlanda, Portekiz, Rusya, Kosta Rika ve Endonezya gibi ülkelerde beş yıllık süreçte % 100 ve daha fazla oranlarda kapasite artışı meydana gelmiştir.

Tablo 5. Dünya Genelinde Kurulu Jeotermal Gücü Ve 1995–2000 Yılı Artış Oranları					
Ülkeler	1995	2000	1995–2000	%	2003
	(MWe)	(MWe)	(Artış Oranı MWe)	Artış	(MWe)
				(1995–2000)	
Arjantin	0.67	-	-	-	-
Avustralya	0.15	0.15	-	-	0.15
Avusturya	-	-	-	-	45658.00
Çin	28.78	29.17	0.39	1.35	28.18
Kosta Rika	55.00	142.5	87.5	159.00	162.5
El Salvador	105.00	161.00	56.00	53.3	161.00
Etiyopya	-	7.00	7.00	-	7.00

Fransa	38752.00	38752.00	-	-	15.00
Almanya	-	-	-	-	0.23
Guatemala	-	33.4	33.4	-	29.00
İzlanda	50.00	170.00	120.00	240.00	200.00
Endonezya	309.75	589.5	279.75	90.3	807.00
İtalya	631.7	785.00	153.3	24,3	790.5
Japonya	413.7	546.9	133.2	32.2	560.9
Kenya	45.00	45.00	-	-	121.00
Meksika	753.00	755.00	2.00	0.3	953.00
Yeni Zelanda	286.00	437.00	151.00	52.8	421.3
Nikaragua	70.00	70.00	-	-	77.5
Papua Yeni Gine	-	-	-	-	6.00
Filipinler	1227.00	1909.00	682.00	55.8	1931.00
Portekiz	5.00	16.00	11.00	220.00	16.00
Rusya	11.00	23.00	12.00	109.00	73.00
Tayland	0.3	0.3	-	-	0.3
Türkiye	38827.00	38827.00	-	-	38827.00
ABD	2816.7	2228.00	-	-	2020.00
Toplam	6833.35	7972.5	1728.54	16.7	8402.21

Kaynak: International Geothermal Association İstatistiklerinden Yararlanılarak Hazırlanmıştır. (<http://iga.igg.cnr.it/geoworld/geoworld.php>)

2000'den 2005 yılına kadar, jeotermal elektrik üretiminde %12, jeotermal elektrik dışı uygulamalarda ise % 62 artış olmuştur. Filipinler'de toplam elektrik üretiminin %27'si, Kaliforniya Eyaleti'nde %7'si, İzlanda'da toplam ısı enerjisi (şehir ısıtma) ihtiyacının %86'sı jeotermalden karşılanmaktadır. 2005 yılı itibariyle, dünyadaki jeotermal elektrik üretimi 8912 MW elektrik kurulu güç olup, 72,6 Milyar kWh/yıl üretimdir. Jeotermalin elektrik dışı kullanımı ise 27824 MW termal olup, 4,9 Milyon konut ısıtma eşdeğeridir.²⁴

Dünyada jeotermal elektrik üretiminde ilk 5 ülke sıralaması:

A.B.D. Filipinler, Meksika, Endonezya ve İtalya'dır.

²⁴ Mary H. Dickson and Mario Fanelli, "What is Geothermal Energy", <http://iga.igg.cnr.it/geo/geoenergy.php> (14 Ocak 2006)

Dünyada jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke sıralaması:

Çin, İsveç, A.B.D. İzlanda ve Türkiye'dir.

Türkiye jeotermal enerji potansiyelinde Dünya'da 7, Avrupa'da 1.sıradadır. Bugüne kadar toplam potansiyelin (31.500 MWt) %10'unu kullanıma hazır hale getirilmiştir. Hedef 2010 yılına kadar kullanıma hazır potansiyeli 700 MWt çıkarmaktır. Türkiye Jeotermal enerji kullanımında Dünya'da 5, Avrupa'da 1. sıradadır.²⁵

Dünyada jeotermal zenginliği ile yedinci sırada yer alan Türkiye, jeotermal potansiyeli ile toplam elektrik enerjisi ihtiyacının % 5'ine kadar, ısıtmada ısı enerjisi ihtiyacının %30'una kadar karşılayabilecek potansiyele sahiptir. Ancak bunların ağırlık ortalaması alındığında Türkiye enerji (elektrik + ısı enerjisi) ihtiyacının %14'ünü karşılamaya taliptir. Toplam jeotermal potansiyelimizin (2000 MWe, 31500 MWt) elektrik üretimi, şehir ısıtma, soğutma, sera ısıtma, termal tesis ısıtma, kaplıca kullanımı, kimyasal maddeler üretimi, sanayiye kullanım vb uygulamalarda tam değerlendirilmesi ile sağlanacak hedef yıllık net yurtiçi katma değer 20 Milyar USD civarındadır. Türkiye, 1995 yılında, jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarında dünyada 11. sırada iken, 2000 yılında 5. (beşinci) sıraya yükselmiş, 2005 yılında beşinciliğini sürdürmüştür. Mayıs 2005 itibariyle, jeotermal kaynak potansiyelin ancak % 4'ü değerlendirilmektedir.²⁶

Türkiye'de hedeflenen 1 milyon konutun jeotermal ile ısıtılmasında, 8000 MWt kurulu güç olarak karşılaştırıldığında, 1400 MWe' lık bir nükleer santralin beş (5) katı, yıllık ısı enerjisi ikamesi olarak karşılaştırıldığında üç (3) katı olmaktadır. Bir başka yaklaşımla, 2 tane Mavi Akım Projesine eşdeğer enerjidir. Mavi akımda 16 Milyar m³/yıl doğalgaz teminine karşın jeotermal ısı potansiyelimiz 30 Milyar m³/yıl'dır.²⁷

3.1.6 Dalga Enerjisi

Dalga enerjisinin kullanılabilir enerji haline dönüşmesi fikri yeni değildir. Bu konu üzerine ilk patent alınma tarihi 1799 yılına kadar gitmektedir.

Avrupa ülkelerinin Akdeniz sahillerinde yıllık dalga gücü 4 – 11 KW/m arasında değişmekte ve en yüksek değerler Ege Denizinin güneybatı kesiminde görülmektedir. Avrupa'nın dalga enerjisi kaynağı 320 GW iken Avrupa'nın Akdeniz sahilleri boyunca derin su kaynağı yıllık 30 GW seviyelerindedir²⁸

Dünya'da kurulu ticari dalga enerji santrali İngiltere'de bulunmaktadır. Ayrıca dünyanın bazı yerlerinde de yeni yapım aşamasında santraller bulunmaktadır. Şu anda dünya genelinde toplam üretim, gelgit enerjisiyle birlikte yaklaşık 1 TWh civarlarında olup, 2030 yılı için hedef 35 TWh civarlarındadır. İngiltere kıyılarından edinilecek olan deniz dalga enerjisi, ülkenin tüm enerji gereksinimini karşılayacak büyüklüktedir. Eğer

²⁵ *An Energy Overview of Republic of Turkey,*

www.fossil.energy.gov/international/south_and_soutwest_asia/turkover_html, (1 Kasım 2005)

²⁶ Ramazan Köse ve Diğerleri, “*Kütahya İlinin Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Kullanılabilirliği*”, **V. Ulusal Enerji Sempozyumu**, Ekim 2004, Bildiriler Kitabı Cilt I, s.410 – 411

²⁷ *Türkiye'de Jeotermal*, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/turkiye%20i.html> (14 Kasım 2005)

²⁸ *Wave Energy Utilization in Europe*, http://www.waveenergy.dk/wave-rapport/2afp_rap/bku_afpr99/EU_WaveEnergy1.pdf, (12 Kasım 2005)

okyanuslarındaki yenilenebilir enerji kaynağının sadece % 0,1'ini bile elektrik enerjisine dönüştürülecek olursa dünya toplam enerji gereksiniminin 5 katı kadar enerji üretilebilecektir.²⁹

3.2 Türkiye' nin Genel Enerji Dengesinin Değerlendirilmesi

Bu bölümde Türkiye'nin genel enerji dengesi değerlendirilecektir. İlk olarak Birincil Enerji Kaynaklarından enerji üretimi ele alınacaktır. Daha sonra enerji üretim, ithalat ve ihracatı ve tüketimin kaynaklara göre dağılımı incelenecektir

Tablo 6. Birincil Enerji Kaynakları Üretimi

		1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Taşkömürü	Bin Ton	2745	2248	2259	2357	2245	2059	1946
Linyit	Bin Ton	44407	52758	60854	59572	51660	46168	43709
Asfaltit	Bin Ton	276	67	22	31	5	336	722
Petrol	Bin Ton	3717	3516	2749	2551	2420	2375	2276
Doğal Gaz	(Milyon m ³)	212	182	639	312	378	561	708
Hidrolik	GWh	23148	35541	30879	24010	33684	35330	46084
Jeoterm. El.	GWh	80	86	76	90	105	89	93
Jeoterm. Isı	Bin Tep	364	437	648	687	730	784	811
Rüzgâr	GWh			33	62	48	61	58
Güneş	Bin Tep	28	143	262	287	318	350	375
Odun	Bin Ton	17870	18374	16938	16263	15614	14991	14393
Hay. Bit. Art.	Bin Ton	8030	6765	5981	5790	5609	5439	5278
TOPLAM	Bin Tep	25478	26719	26855	25173	24727	23978	24397
Artış	%		1,0	0,1	-6,3	-1,8	-3,0	1,7

Kaynak: 9. Kalkınma Planı Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu (Taslak)

Türkiye birincil enerji üretimi, ağırlıklı olarak kömür ve yenilenebilir enerji kaynaklarından (hidrolik, biyokütle, rüzgâr, güneş ve jeotermal) sağlanmakla birlikte, tüketim, bu kaynakların yanı sıra petrol ve son yıllarda artan oranlarda doğal gazdan karşılanmaktadır. 14 yıllık süreç değerlendirildiğinde ortaya çıkan sonuçlar; hidrolik enerji üretiminde % 50 oranında bir artış olduğu, doğalgaz üretiminde % 30 oranında bir artış meydana geldiği, yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminde ciddi olmamakla birlikte bir artış gözlemlendiği ancak diğer kaynaklardan enerji üretimi konusunda çok büyük değişikliklerin yaşanmadığı Tablo 6'dan izlenebilmektedir.

²⁹ World Energy Outlook 2004, s.237

Tablo 7. Talep –Üretim- İthalat Ve İhracatın Gelişimi (Bin Tep)

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Talep	52987	63679	81251	75952	78711	83970	87819
Üretim	25478	26719	26855	25173	24727	23978	24397
İthalat	30936	39779	56280	52702	58553	65192	67817
İhracat	2104	1947	1584	2620	3162	4090	4022
İhrakiye	355	464	467	624	1233	644	631
Net İthalat	28477	37368	54229	49458	54158	60458	63164
Artış (%)		5,6	7,7	-8,8	9,5	11,6	4,5
TYÜKO (%)	48,1	42,0	33,1	33,1	31,4	28,6	27,8

Kaynak: (9. Kalkınma Planı Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu (Taslak)
TYÜO=Talebin Yerli Üretimle Karşılama Oranı)

Enerji talebinin karşılanması açısından, geçmiş yıllarda olduğu gibi, büyük oranda dışa bağımlı olan ülkede 2004 yılında talebin yerli üretimle karşılanma oranı %28 olmuştur. Diğer bir deyişle 2004 yılında 67,8 Mtep olarak gerçekleşen Türkiye toplam enerji ithalatı, toplam enerji arzının %72'sini oluşturmaktadır. Türkiye bu açıdan değerlendirildiğinde görülmektedir ki enerji ihtiyacını ithalat ile karşılamaktadır. Talebin 1990 yılında % 48'inin yerli üretimle karşılanmasına karşın 2004 yılına gelindiğinde bu oran % 27,8' e düşmüştür ki bu da Türkiye'nin her geçen yıl enerjide dışa bağımlılığının arttığına bir göstergesidir. Yıllar itibariyle özellikle ithalat miktarlarını incelemeye tabi tutmak enerji bağımlılığının ortaya konmasında önemli bir gösterge olacaktır. 1990 yılında 30936 BTEP olan ithalat

miktarı geçen 14 yılın sonunda 67817 BTEP seviyelerine yükselmiştir. Bu süreçte % 44 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Tablo 8. Nihai Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı

		1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Taşkömürü	Bin Ton	2747	3040	9165	5267	8193	9747	9965
Linyit	Bin Ton	15739	12420	11904	8104	9980	10461	10808
Asfaltit	Bin Ton	285	66	18	30	5	336	722
Petrol	Bin Ton	19380	24193	25544	24341	24391	24632	26098
Doğal Gaz	Milyon m ³	862	3335	5592	5807	6876	8345	9112
Elektrik	GWh	45670	65724	96140	95445	101298	110748	120305
Jeotermal Isı	Bin Tep	364	437	648	687	730	784	2962
Güneş	Bin Tep	28	143	262	287	318	350	375
Oduun	Bin Ton	17870	18374	16938	16263	15614	14991	14393
Hay. Bit. Art.	Bin Ton	8030	6765	5981	5790	5609	5439	5278
İkincil Köm.	Bin Ton	3644	4158	5111	4538	4910	5184	5357
Nihai Enerji Tüketimi	Bin Tep	41611	49976	60490	55083	59092	62865	68501
Artış	%		3,7	3,9	-8,9	7,3	6,4	9,0

Kaynak: 9. Kalkınma Planı Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu (Taslak)

Türkiye'nin enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı incelendiğinde ortaya çıkan sonuç tüketimde yıllar itibarıyla meydana gelen artıştır. Ortalama artış oranı yıllık % 4 civarındadır. Doğalgaz tüketiminde son yıllar çok büyük artış olmuştur. Son 5 yıllık süreçte 3 katlık bir artış olduğu tablodan da görülebilmektedir. Elektrik enerjisi talebinde de büyük artış olduğu görülmektedir. 1995 yılında 65.724 GWh olan tüketim miktarı 2004 yılına gelindiğinde 120.305 GWh düzeylerine yükselmiştir. Elektrik enerjisi ikincil bir enerji olması sebebiyle elektrik enerjisi, elektrik enerjisi üretimi için diğer enerji kaynaklarının ithalatında artış meydana gelmektedir. Elektrik enerjisinde meydana gelen tüketim artışı özellikle doğalgaz ve petrol gibi enerji kaynaklarının ithalatının artmasına sebep olmaktadır ki bu kaynakların ithalat miktarlarında meydana gelen artışlar bunu doğrulamaktadır. Bu da Türkiye'nin giderek daha çok enerjiye ve enerji kaynağına ihtiyacı olduğunu göstermektedir.

Yukarıdaki tablolar birlikte okunduğunda ortaya çıkan sonuç Türkiye'nin enerji dışı bağımlı bir ülke olduğudur. Enerji ihtiyacını % 70' ler seviyesinde ithalat yoluyla karşılamaktadır. Önemli enerji kaynakları linyit ve hidrolik kaynaklardır. Önemli fosil yakıt kaynaklarından petrol ve doğalgazın yerli üretimi çok düşük olmakla birlikte talebi ve tüketimi çok büyük miktarlardadır. Yerli üretiminin ortalama 10-11 katı büyüklüğünde tüketim meydana gelmektedir. Bu büyük fark ise Türkiye'nin bu iki önemli fosil yakıt kaynağına büyük paralar harcayarak ithal edilmesi yoluyla karşılanmaktadır.

Türkiye bu sebeplerle kalkınmakta olan ve giderek enerji ihtiyacının artış gösterdiği bir ülke olarak kalkınmasını sürdürülebilir kılması ve ekonomik anlamda meydana gelebilecek enerjiyle ilgili darboğazlardan en az kayıplarla sıyrılabilmesi için yeni, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dünyada gösterilen ilgi ve önemi göstermek durumundadır. Vurgulanmak istenilen en önemli nokta Türkiye' nin enerjide yaşadığı dışa bağımlılığı yerli ve tükenmez alternatif enerji kaynaklarıyla belli oranlarda tedricen azaltabileceğidir. Zaten ülkeler içinde önemli olan nokta enerji üretiminde çeşitliliğin sağlanması ve bu yolla yaşanmak durumunda kalınabilecek enerji darboğazı sorunlarından belli ölçülerde kurtulabilmesidir.

4. SONUÇ

İnsan hayatının vazgeçilmez girdilerinden biri olarak enerjiye ve yeni enerji kaynaklarına olan ihtiyaç her geçen gün hızla artış göstermektedir. Ancak Türkiye' nin enerjide dışa bağımlılığı % 65 – 70 seviyelerinde bulunmaktadır.

Özellikle petrol ve petrol ürünleri konusunda yaşanan enerji bağımlılığı, petrol fiyatlarında meydana gelen dalgalanmalarda ekonomik anlamda sıkıntıların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Diğer önemli bir konu ise özellikle elektrik enerjisi üretiminde doğalgaz çevrim santrallerinin egemen olması ve doğalgazda yüksek oranlarda bağımlılık bulunması nedeniyle, Türkiye' de üretilen elektriğin KW h başına birim fiyatının tamamen dış etkenler tarafından belirlenmesidir. Gazprom ile yapılan doğalgaz alım anlaşması ile Türkiye 1000 m3 doğalgaz için yaklaşık 260 dolar seviyelerinde fiyat ödemektedir. Bu da ithal bağımlılığına ve büyük oranlarda döviz çıkıtısına yol açmaktadır. Ülkemiz, konvansiyonel enerji kaynakları açısından fakir bir konumda olduğundan dolayı enerji tüketiminde ciddi bir bağımlılık yaşamaktadır.

Hükümetler enerjide yaşanan bağımlılığın azaltılması için dünyanın pek çok yerinde çeşitli önlemler almaktadırlar. Bunların en önemli temel noktası, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve yeni enerji kaynaklarının konvansiyonel kaynaklar karşısında sübvansede edilmesi şeklinde olmaktadır. Pek çok ülke, (ABD, Almanya, Danimarka, İspanya, Japonya, Çin, Hindistan, Fransa gibi) yeni enerji kaynaklarından ısı ve elektrik üretiminin özendirilmesi için çeşitli teşvikler vermektedirler.

Ekonomik gerekçelerin yanı sıra enerjiyle ilgili diğer önemli noktalar ise; enerji santrallerinin güvenlikleri, siyasi sorunlar ve çevresel sorunlardır.

Çevresel sorunlar yaratması açısından enerji ve çevre ilişkisinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Enerji kullanımı özellikle konvansiyonel yakıt tüketimi sera gazı salınımının artmasına ve küresel ısınmaya, iklimlerin değişmesine ve yakın bir süreçte dünya için ciddi bir tehlikenin oluşmasına yol açacak pek çok gelişmeye neden olmaktadır. Diğer bir husus ise, maliyet hesaplanmalarına konu edilmeyen konvansiyonel yakıtların dışsal maliyetleri olmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalar göstermektedirler ki konvansiyonel enerji kaynaklarına dışsal maliyetleri dahil edildiğinde enerji üretim maliyetleri daha da yükselmektedir.

Enerji ithalatı ve ihracında karşılaşılan bir başka sorun ise, özellikle son dönemde Rusya ve Ukrayna arasında meydana gelen doğalgaz sorunudur. Rusya, Ukrayna ile doğalgaz fiyatı konusunda anlaşamaması neticesinde Ukrayna'ya yapmış olduğu enerji

ihracatını kesmiş ve bundan hem Ukrayna hem de Ukrayna üzerinden enerji ithalatı yapan Avrupa ülkeleri olumsuz etkilenmiştir.

Yenilenebilir enerjilerle ilişkili olarak dünya ve Türkiye ölçeğinde yaşananlar göstermektedir ki; bir çok ülke enerjide dışa olan bağımlılıklarını azaltabilmek açısından yerli, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmakta ve bu yatırımları çeşitli şekillerde desteklemektedirler. Çünkü enerjinin gelecek yüz yıl en önemli üretim araçlarından ve girdilerinden birisi olma rolünü uzunca süre devam ettirmesi beklenmektedir. Bu nedenle enerji ihtiyacı gittikçe artan ülkelerde alternatif enerji kaynakları arayışı giderek önem kazanmaktadır.

Türkiye de dünya ölçeğinde yaşanan gelişmeleri ve enerji ihtiyaçlarında meydana gelecek artışları göz önünde bulundurarak yerli enerji üretimi içersindeki yenilenebilir enerji kaynakları payını arttırmak ve bu yolla hem dışa bağımlı enerji politikasını ve hem de ekonomik kırılganlığı belli ölçülerde azaltmak zorundadır.

Kaynakça

9. Kalkınma Planı Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu (Taslak). Ankara, 2005.
<http://www.ressiad.org.tr/makalleler.php?ID=51>
- Altun, İ.Hakkı. “Türkiye’ nin Hidrolik Potansiyeli ve Gelişme Durumu”. **TMMOB Türkiye Enerji Sempozyumu Tebliğleri**, Ankara, 1996, s.10-23
- Dickson, Mary H. ve Mario Fanelli. “What is Geothermal Energy”,
<http://iga.igg.cnr.it/geo/geoenergy.php>
- EWEA, “Wind Force 12”, May 2004.
http://www.ewea.org/documents/WF12_2004.eng.pdf
- IEA. “Renewables in Global Energy Supply”, OECD/IEA, 2006.
http://www.iea.org/textbase/papers/2006/renewable_factsheet.pdf
- Kyoto 16 Şubat'ta Yürürlüğe Giriyor.
http://www.sabah.com.tr/ozel/kuresel820/dosya_815.html
- Sera Gazı Azaltımı ve Güneş Enerjisi.
<http://www.eurosolar.org.tr/html/sunumlar/SERAGAZIAZALTIMI.htm>
- Stern, David I. and Cutler J. Cleveland. “Energy and Economic Growth”, *Rensselaer Working Papers*, March 2004.
http://www.rpi.edu/dept/Economics/www/workingpapers/energy_economics
- Stern, David. *Economic Growth and Energy*.
<http://www.rpi.edu/~sternd/Growth.pdf>
- Stern, David. “Energy and Economic Growth”. April 2003.
<http://www.localenergy.org/pdfs/Document%20Library/Stern%20Energy%20and%20Economic%20Growth.pdf>
- International Energy Agency (IEA). /OECD. **World Energy Outlook 2004**, France, 2004.
- USA Department of Energy. *An Energy Overview of Republic of Turkey*,
www.fossil.energy.gov/international/south_and_southwest_asia/turkover.html.
- Wave Energy Utilization in Europe.
http://www.waveenergy.dk/waverapport/2afp_rap/bku_afpr99/EU_WaveEnerg.pdf
- Wind Energy Statistic.
http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/statistics/2005statistics.pdf
- World Energy Council. “Wind Energy”,
www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/wind/wind.asp

Köse, Ramazan ve Diğerleri. “*Kütahya İlinin Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Kullanılabilirliği*”, **V.Ulusal Enerji Sempozyumu**, Ekim 2004, Bildiriler Kitabı Cilt I, s.409-419.

Şen, Zekai. “*Enerji Meteorolojisi ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları*”, **İTÜ Vakfı Dergisi**, No:18, 1996, s.20-29

Ültanır, Necdet. **21.yy Girerken Türkiye Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi**, Tüsiad Yayınları, Kasım 1999

Özmen, Aslan. **Türkiye 2010 Yükselen Yıldız: Gelişi, Hedefler, Reformlar, Projeler**, Osmanlı Matbaası, İstanbul, 2001.