

TÜRKİYE ENERJİ HAMMADDELERİ POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLEBİLİRLİĞİ

EVALUATION STUDIES OF ENERGY RAW MATERIAL POTENTIAL OF TURKIYE

Güngör TUNCER, Mehmet Faruk ESKİBALCI
İ.Ü. Müh. Fak. Maden Müh. Bölümü, 34850 Avcılar, İstanbul

ÖZ: Bugün dünyanın enerji talebi, hem endüstrinin sürekli faaliyetini hem de ulaşım ve haberleşme sistemlerinin büyük bir bölümünün işlenmesini sağlayan elektrik enerjisine yöneliktir. Enerjinin başlıca unsuru olan elektrik enerjisi genellikle fosil yakıtlar ile hidrolik ve nükleer kaynaklardan elde edilen ikincil bir enerji türüdür. Dünya fosil kaynakları rezervinin %70'ini kömür, %14'ünü petrol ve %14'ünü de doğal gaz oluşturmaktadır. Fosil yakıtların genel dağılımı incelendiğinde, sıvı ve gaz yakıt rezervleri dünyanın belirli coğrafi bölgelerine yoğunlaştığı kömürün ise düzenli bir dağılım gösterdiği ve üretiminin 50'den fazla ülkede gerçekleştiği görülmektedir. Giderek büyüyen ekonomisi ve gelişen sanayisi ile Türkiye'nin çok kısa bir süre sonra şayet mevcut kaynaklara alternatif enerji kaynakları bulamazsa bir enerji krizi içine girmesi kaçınılmaz görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Hammaddeleri, Kömür, Petrol, Nükleer Enerji

ABSTRACT: Today, the demand for energy in the world is dependent upon electricity which is either required for industrial development or a must for communication equipments. Energy is extremely vital for industrialization of the countries and therefore availability of energy raw materials is a necessity for those countries. Electricity is a secondary type of energy which is provided from fossil fuels, hydraulic sources or nuclear materials. The world's fossil fuels include coal at 70%, crude oil at 14%, natural gas at 14% and others at 2%. When general distribution of those fuels is investigated; it is seen that while oil and gas reserves are found in certain geographical regions, coal reserves are evenly spread onto several different regions and the coal production is performed at 50 countries in the world. It is an inevitable fact that Türkiye will face a possible energy crisis in the short term future with its everlasting growing economy and encouraging industrial development.

Key Words: Raw Material of Energy, Coal, Petrol, Nuclear Energy

GİRİŞ

Yüzyılımızın en önemli sorunlarından biri olan enerji Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için büyük ölçüde önemli olup, giderek pahalılaştan işgücü, sermaye ve toprak gibi üretim faktörleri arasında yerini almıştır. Son yıllarda petrol fiyatlarının hızlı bir şekilde yükselişi hükümetleri çeşitli önlemler almaya yöneltmiştir. Gelişmiş ülkelerde daha verimli motorlu taşıtlar, elektrikli makineler, ısınma, binaların yalıtımı ve daha bir çok alanda yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanması ile enerjinin verimli bir şekilde kullanımı hızlı bir artış göstermektedir. Bu gelişmelere bağlı olarak, üretilen birim mal ve hizmetlerde kullanılan enerji miktarı 70'li yıllardan bu yana gelişmiş ülkelerde 1/3 oranında azalırken gelişmekte olan ülkelerde 1/3 oranında artmıştır. Bu artışın; plansız şehirleşme ve eski teknolojilerle veya bilinçsizce enerji kullanımından kaynaklandığı bilinmektedir (Sunu 1995, Altaş 1996).

Dünyanın enerji ihtiyacı 1970'li yıllardan buyana hızlı bir artış göstermektedir. 2020 yılında sanayileşmiş ülkelerin nüfusunun yıllık ortalama %0,1'lik bir artışla 1,4 milyar kişiye ve gelişmekte olan ülkelerinki ise yıllık ortalama %2,5 oranında bir artışla 6,4 milyar kişiye ulaşması beklenmektedir (Sunu 1995). Sanayileşmiş ülkelere bakıldığında kişi başına yıllık enerji tüketiminin 6000 kWh/yıl, gelişmekte olan ülkelerde ise 1000 kWh/yıl seviyelerinde olduğu görülmektedir. 1997 verilerine göre Türkiye de elektrik üretimi 103296 GWh/yıl ve kişi başına tüketim 1600 kWh/yıl olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2000). Bu ileride büyük bir enerji talebinin ortaya çıkacağını göstermektedir.

Tablo 1'de 1997 yılı ülkeler bazında kişi başına tüketim değerleri verilmiştir (Anonim 2000, Altaş 1996).

Tablo 1: Bazı Ülkelerdeki Elektrik Üretim ve Kişi Başına Tüketim Değerleri, 1997 [Anonm, 2000]**Table 1:** The Electric Production and Consumption Per Person of the Selected Countries [Anonm, 2000]

ULKE	Üretim (GWh)	Nüfus (Milyon)	Kişi Başına Tüketim (KWh)
ABD	3748554	263.3	14237
Almanya	547900	81.6	6714
Fransa	436 680	58.0	7529
İngiltere	351 117	58.3	6023
İtalya	290 900	57.2	5086
Japonya	1036269	125.1	8284
Kore	246 840	45.0	5485
TURKİYE	103 296	62.8	1643

Konvansiyonel enerji kaynakları yaygın bir biçimde yararlanılan; fosil yakıtlardan (odun, kömür, petrol, doğal gaz), akarsulardan, uranyum ve toryum(henüz araştırma aşamasında) gibi elementlerden oluşan nükleer yakıtlardan oluşmaktadır. Konvansiyonel enerji kaynaklarının ortak ve en önemli özellikleri arasında; üretim miktarının kontrol edilebilmesi ve sürekli üretilebilmesi sayılabilir. Konvansiyonel enerji kaynaklarına ek olarak alternatif enerji kaynakları arasında; güneş, rüzgar, deniz dalgaları ve gelgit olayı, jeotermik potansiyel, biyomas, organik çöpler, kimyasal yolla enerji üretilmesini sağlayan hidrojen ve nükleer füzyon yoluyla enerji üretilmesi sağlanan hidrojen izotopları vardır. (Sunu 1995, Özkan 1996, Esmer 1996).

Bugün dünyanın enerji talebi, hem endüstrinin sürekli faaliyetini hem de ulaşım ve haberleşme sistemlerinin büyük bir bölümünün idamesini sağlayan elektrik enerjisine yöneliktir.

Hidrolik enerji kaynaklarının sınırlı, fosil yakıtlarının da sebep olduğu çevre kirliliği (sera etkisi ve asit yağmurları) problemleri nedeniyle 20. Yüzyılın ikinci yarısında alternatif enerji kaynaklarının araştırılması yoğunlaşmıştır. Yeni enerji kaynakları arasında teknolojisini en çok gelişen nükleer enerji olmuştur(Ercan 1996, Aybars 1990).

Bugün fisyona dayalı nükleer enerji, teknolojisine iyice hakim olunan ve kaynakları bakımından da insanlığın ihtiyacı olan enerjii çok uzun yıllar boyunca sağlayabilecek bir imkandır. Nitekim ılık nötronlarla işleyen nükleer reaktörler söz konusu olduğunda dünya uranyum rezervinin 75 yıl, hızlı nötronlarla işleyen nükleer reaktörler söz konusu olduğunda da bu rezervin 1800 yıl süreyle yeteceği hesaplanmıştır. Toryumlu nükleer reaktörlerin

teknolojisi henüz geliştirilememiş olmakla birlikte, dünyadaki büyük toryum rezervleri göz önüne alındığında toryumlu reaktörlerinde dünyanın enerji talebini en azından birkaç yüzyıl boyunca karşılayabilecek potansiyele sahip oldukları hesaplanmaktadır (Özkan 1999, Sunu 1995, Ercan 1996).

TÜRKİYE ENERJİ HAMMADDELERİ POTANSİYELİ

Türkiye'nin genel olarak dünya enerji kaynakları rezervi içindeki payı oldukça düşüktür. Türkiye'de en fazla rezerv yaklaşık 8,2 milyar ton ile düşük kaliteli linyit kömüründe bulunmaktadır. Linyit dışında Zonguldak yöresinde 1 milyar ton civarında kaliteli taşkömürü rezervi bulunmaktadır. Toplam kömür rezervimiz dünya rezervinin binde beşinden azdır. Petrol rezervimiz ise daha da kısıtlıdır (~50 milyon ton). Yeni ekonomik rezervler bulunmazsa kısa bir süre sonunda tükenecektir ve bununla ülke ihtiyacının %10'u karşılanmaktadır. Doğal gazda ise durum farklı değildir. Trakya Hamitabat'da 1970'de ~14 milyar m³ (dünya rezervinin onbinde biri) üretilebilir doğal gaz bulunmuş ve 1976'da üretime başlanmıştır. İhtiyacın ancak %5'ini karşılayabilmektedir (Esmer 1996, Altaş 1996, Anonim 2000, Şengüler 1998).

Taş Kömürü

Ülkemizde taşkömürü Zonguldak havzasında bulunmakta ve mevcut rezervi 1 milyar ton olup bunun 450 milyon tonu görünür durumdadır. Havzada üretilen taşkömürü koklaşır ve koklaşamaz olmak üzere iki ayrı kalitededir. Taşkömürüne talep, demir çelik fabrikalarında tüketilmek üzere kok üretiminde, ısınma ve sanayi sektöründe ve elektrik üretmek üzere termik santrallerde olmaktadır. Elektrik üretiminde 2005 yılından sonra ithal taşkömürü ile çalışan yeni termik santrallerin hizmete alınacağı da tahmin edilmektedir.

Linyit, Astfaltit, Bitümlü Şist ve Turba

2000 yılı verilerine göre 8.2 milyar ton linyit, 1.3 milyar ton bitümlü kömür, 81 milyon ton asfaltit ve 200 milyon ton turba rezervi bulunmaktadır. Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde linyit oluşumlarına rastlanmaktadır. En büyük rezerv 3,4 milyar ton ile Elbistan'da bulunmaktadır. Diğer büyük rezervler Orta ve Kuzey Batı Anadolu ve Ege bölgesindedir. Linyit rezervlerinin %13'ünün alt ısı değeri 3000 kcal/kg üzerinde ve bunun sadece %4.3'ü 4300 kcal/kg'ın üzerindedir. Diğer taraftan %58'lik kısmı ise 1200 kcal/kg'ın altındadır. 2000 yılı linyit üretimi 64,5

milyon ton olarak gerçekleşmiştir ve bunun yaklaşık olarak %85'i Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) tarafından gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de üretilen linyit kömürünün enerji hammaddesi olarak ekonomik değeri 2 milyar \$/yıl dır. Linyit kömürünün elektrik üretimindeki oranı ise %34 gibi önemli bir seviyededir. Türkiye'de linyit kömürüne talep; elektrik enerjisi talebi, sektörlerin büyüme hızı, Gayri Safi Milli Hasıla ve nüfus artışı gibi parametreler ile ilişkilidir.

Kömür gibi termik santral yakıtı olarak veya damıtma yoluyla sentetik petrol üretimi için kullanılabilen ve tamamı Anadolu'nun batı yarısında yer alan Beypazarı, Seyitömer, Göynük, Ulukışla, Mengen, Bahçecik ve Burhaniye'deki 7 sahada tespit edilen bitümlü şist ise yaklaşık 1,1 milyar ton rezerve sahiptir. Ortalama kalorifik değer 1000 kcal/kg seviyesindedir (Anonim 2000).

Ülkemizde şimdiye kadar yapılan çalışmalarda 19 ilimiz sınırları içerisinde çeşitli büyüklüklerde turba oluşumu belirlenmiştir. Turbalar tarımsal amaçlı kullanıldığı gibi enerji kaynağı olarak da kullanılmaktadır. Bunun örnekleri Rusya, İrlanda ve Finlandiya'da görülmektedir. Ülkemiz orijinal bazda görünür rezervi 200 milyon ton olup enerji üretiminde bugün için kullanılması ekonomik görünmemektedir.

Hidrolik Potansiyel

Doğanın dengesini koruyabilmesi yenilebilir enerji kaynaklarının önemini arttırmaktadır. Bu enerji kaynaklarından birisi de sudan yararlanılarak elde edilen enerjidir. Suyu enerji elde ettikten sonra diğer amaçlar için kullanmak olasıdır. Bu ise suyun önemini bir kat daha arttırmaktadır.

Ülkemizde brüt hidroelektrik potansiyel 433 milyar kWh, teknik yönden değerlendirilebilir potansiyel ise 216 milyar kWh olarak tahmin edilmektedir. 483 adet hidroelektrik projenin teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilir kurulu güç kapasitesi yaklaşık 35000 MW ve yıllık ortalama enerji üretimi 123 milyar kWh olarak hesaplanmaktadır. 2000 yılı başı itibariyle işletmedeki termik ve hidroelektrik santrallerin toplam kurulu gücü 26,117 MW'a üretimi ise 116 milyar kWh'a ulaşmış durumdadır. Son 20 yılda elektrik enerjisi üretiminde hidroelektrik enerjisinin payı %45,8 mertebesinden giderek düşmüş ve 1999 yılında %30'lara inmiştir. 2000 yılındaki yetersiz yağışlardan dolayı bu pay daha da azalmıştır. Mevcut hidroelektrik enerji üretim kapasitesinin %75'i Keban, Karakaya, Atatürk, Altınkaya, Hasan Uğurlu ve Oymapınar barajlarından sağlanmaktadır. TEAŞ Hidroelektrik

santrallerinin Kurulu güç ve brüt üretimleri Tablo 2'de verilmiştir (Anonim 2000, Altun 1997).

Tablo 2: TEAŞ Hidrolik Santrallerin Kurulu Güç ve Brüt Üretimleri [Anonim 2000]

Table 2: Planed Power and Brüt Production of the Hydraulic Power Plants of TE Ltd. [Anonim 2000]

Santral Tipi	Toplam Kurulu Güç	Brüt Üretim (GWh)	
		1998	1999
Barajlı Santraller	9 443.9	38750.6	30908.5
Tabi Göl Santrali	101.0	187.0	174.3
Akarsu Santrali	156.8	663.8	654.5
TEAŞHidrolikToplam	9701.7	39601.4	31747.3

Hidrolikte yağışlara bağlı olarak üretim miktarı değişmekte, kuraklık döneminde üretim azalmaktadır. Termik santraller ile talebe cevap verilemediği zamanlarda ise hidrolik santrallerde kritik su seviyesi zorlanarak elektrik üretimi yapılabilmektedir. Nitekim 1999 ve 2000 yıllarında bu uygulama yapılmıştır.

Petrol

Ham petrol de ise 1998 yıl sonu itibariyle 43 milyon ton üretilebilir rezervimiz bulunmaktadır. Ülkemiz petrol aramaları 1923 Cumhuriyetin ilk kurulduğu yıllarda başlamış, 1940 yılında Raman' da ilk üretim kuyusu açılmıştır. 1951 yılında bunu Garzan sahası takip etmiştir. Halen 16 yabancı ve 3 yerli şirket petrol aramalarını sürdürmektedir. Bu zaman zarfında 2834 kuyu açılmış ve 95 sahada petrol, 17 sahada doğal gaz keşfi yapılmıştır (Akçael 1997).

Türkiye'de 1998 yılı toplam ham petrol üretim miktarı 3.2 milyon ton, ham petrol tüketimi ise 28.1 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (DPT 2000).

Türkiye'nin petrol politikası 1980'li yıllarda şekillenerek kanunda yerini almıştır. Böylece Türkiye kendi ihtiyacı olan petrolü arayıp bulmak için her türlü yerli ve yabancı imkanı seferber etmeyi mümkün kılan bir milli petrol politikasını benimsemiş bulunmaktadır. Ülkemizde petrole bağımlılık azaltılmaya çalışılmakta diğer enerji kaynaklarına ağırlık verilmektedir. Ancak yinede önümüzdeki 10 yıl içinde enerjide petrole bağımlılığın %40'ların altına inmeyeceği düşünülmektedir. Bunun için Türkiye'de petrol arama ve üretim faaliyetlerine yeni yatırımların yapılması büyük önem arz etmektedir (Esmer 1996).

Doğal Gaz

1998 yıl sonu itibariyle ülkemiz rezervuarlarında bulunan doğal gaz ~14 milyar m³ olup, üretilebilir rezerv

9 milyar m³ tür (Anonim 2000, DPT 2000). Bugün doğal gaz ithal edilen ve dışa bağımlı bir enerji kaynağı durumundadır. 1995 yılında doğal gaz tüketiminin yarısından fazlasının (%57) elektrik enerjisi üretiminde, %11'inin gübre sanayiinde, %17'sinin sanayi kuruluşlarında enerji kaynağı olarak ve %15'inin konut ve ticari sektörde kullanıldığı tespit edilmiştir (Kadioğlu 1996, Ünver 1996).

Türkiye'de 1998 yılı toplam doğal gaz üretim miktarı ise 564.5 milyon metreküp, tüketimi ise 10.3 milyar metreküp olarak gerçekleşmiştir (DPT 2000).

Jeotermal

Jeotermal enerjinin değerlendirilmesi yeni bir olay olmamakla birlikte ekonomik olarak kullanımı için başka enerji türlerine dönüştürülmesi konusundaki çalışmalara bu yüzyılın başlarında başlanmış, 1973-74 enerji krizinin etkisi ile çalışmalar yoğunlaştırılmıştır (Şengüler 1998).

Türkiye'de 40 °C'nin üzerinde jeotermal akışkan içeren 170 adet jeotermal saha bulunmaktadır. Bunlardan Aydın-Germencik (232 °C), Denizli-Kızıldere (242 °C), Çanakkale-Tuzla (173 °C), Aydın-Salavatlı (171 °C) elektrik üretimine uygun, gelişen teknolojilere ve gerekli desteğin temin edilmesine göre Manisa-Salihli-Caferbeyli (155 °C), Kütahya-Simav (162 °C), İzmir-Seferihisar (153 °C)-Dikili (130 °C), Denizli-Gölemzli (arama aşamasında) elektrik üretilebilir, diğerleri ise doğrudan kullanıma uygundur.

Türkiye'de halen 51.600 konut eşdeğeri ısıtmacılık yapılmaktadır ve kurulu güç 493 MWt düzeyine ulaşmıştır. Ayrıca, Türkiye'de şu anda, 194 adet kaplıcada sağlık amaçlı kullanım vardır. Bunun da değeri 327 MWt'dir. Böylelikle Türkiye'nin jeotermal doğrudan kullanım kapasitesi 820 MWt olmakta ve Türkiye, bu durumda doğrudan kullanım kapasitesi kurulu gücü ile Dünyada 4. sırada yer almaktadır.

Türkiye'de elektriğe yönelik uygulama ise Denizli-Kızıldere sahasında 1974 yılında kurulan 0.5 MWe kapasiteli bir pilot tesisle başlamış ve 1984 yılında aynı sahada TEAŞ tarafından yaptırılan bir santralle 20 MWe kapasiteye ulaşmıştır.

Ülkemiz için yapılan talep tahmin projeksiyonunda, Aydın-Germencik, Çanakkale-Tuzla, Aydın-Salavatlı gibi sahalarda da önümüzdeki yıllarda jeotermal enerjiye dayalı santraller kurulması ile ilgili çalışmalar planlanmaktadır. Türkiye'de kurulacak jeotermal elektrik santrallerinin 2005 yılında 185 MWe, 2010 yılında 500 MWe, 2020 yılında ise 1000 MWe'e ulaşması beklenmektedir.

Jeotermal ısıtmaya yönelik tahminler ise 2005 yılında 2926 MWt, 2010 yılında 3764 MWt ve 2025 yılı için 8182 MWt olarak öngörülmüştür. Bu değerlendirmeye göre en önemli artış ısıtma maksatlı kullanımda düşünülmektedir.

Jeotermal kaynak kullanımında, başta kimyasal sorun olmak üzere, birçok engelleyici faktör çözüme kavuşturulmuştur.

Türkiye'nin ispatlanmış termal kapasitesi (kuyu+kaynak) 2600 MWt civarına ulaşmıştır. Muhtemel jeotermal potansiyelimiz ise 31.500 MWt'dir (5.000.000 konut eşdeğeri). Bu da Türkiye'deki konutların en az % 30'unun jeotermal kaynaklarla ısıtılabilceği anlamına gelmektedir. Bu da 30 Milyar m³ doğalgaz eşdeğeri (DPT 2000, Şengüler 1998, Ünver 1996).

Nükleer Hammaddeler

Türkiye'de radyoaktif hammadde arama ve değerlendirme işlemleri 1956 yılında MTA tarafından başlatılmış ve bu aramalar neticesinde önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Tablo 3' de Türkiye'nin Radyoaktif hammadde yataklarının bulunduğu yerler ve rezerv değerleri verilmiştir (Özkan 1996-1999). Uranyum yakıt hammaddesi bakımından Türkiye o kadar zengin değildir. MTA tarafından saptanmış olan ülkemiz uranyum rezervi ortalama %0.07 U₃O₈ içerikli 8400 ton olup bu rezerv dünya uranyum potansiyeli içinde %0.41'lik gibi çok küçük bir paya sahiptir.

Toryum bakımından ise 380 000 ton ile dünyadaki en zengin kaynaklardan biri durumundayız ve bu yaklaşık %21'lik bir paya tekabül etmektedir. Ancak toryumun eldesinde bazı teknolojik güçlüklerin bulunması nedeniyle şu an için ekonomik görülmemekte ama bu büyük potansiyelin ilerdeki yıllarda öneminin artacağı ve ekonomik olarak devreye sokulabileceği tahmin edilmektedir (Özkan ve diğ., 1995).

Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Biyomas (odun ve diğer bütün çeşitler); biyomas enerjinin kökeninde fotosentezle kazanılan enerji yatmaktadır. Biyomas enerjinin materyalleri bitkisel ve hayvansal ürünlerdir. Endüstrileşme ile birlikte doğal kaynakların azalmaya başlaması biyomasın değerlendirilmesini gündeme getirerek bu kaynağı öne çıkartmaya başlamıştır. Biyomasın sanayileşmiş ülkelerdeki birincil enerji tüketimindeki payı genel olarak %3'ün altında ise de bazı ülkeler bioenerji kaynağını önemli ölçüde kullanmaya başlamışlardır. Örneğin Finlandiya %15, İsveç %9, Amerika %4. Bu oran Türkiye'de %0.04 düzeyindedir. Biyomas kökenli

yakıtların (odun ve diğer bütün çeşitler) atmosferik karbondioksit kirlenmesine etkisinin az olmasından dolayı birçok sanayileşmiş ülke biomas enerji üretimini artırabilmek için planlar yapmaktadır (Anonim 2000).

Tablo 3: Türkiye Radyoaktif Hammadde Potansiyeli [Özkan 96, 99]

Table 3: The potential of the Radioactive Raw Materials of Turkey [Özkan 96, 99]

Yatak Yeri	Rezerv (ton)	Tenör
Uranyum Yatakları		U ₃ O ₈ %
Manisa-Salihli-Köprübaşı	3040	0.050
Yozgat-Sorgun	2500	0.100
Aydın-Söke-Demirtepe	1 300	0.080
Uşak-Eşme-Fakılı	510	0.045
Aydın-Söke-Küçükçavdar	500	0.050
Giresun-Şebinkarahisar	300	0.040
Çanakkale-Ayvacık-Küçükkuvu	250	0.080
URANYUM TOPLAM	8 400	0.070
Toryum Yatakları		ThO ₂ %
Eskişehir-Sivrihisar-Beylikahır	380 000	0.210
TORYUM TOPLAM	380000	0.210

Güneş Enerjisi; güneş enerjisinin günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası olması nedeniyle verimli olarak kullanılabilmesi amacıyla yönelik araştırma-geliştirme çalışmaları son 20 yılda yoğunlaştırılmıştır. Gerek doğrudan gerekse dolaylı elektrik üretimi, sıcak su üretimi, alan ısıtma ve soğutma, sanayi kuruluşları için proses ısı enerjisi ve sera ısıtmacılığı konularında çok sayıda uygulama bulunmaktadır ve yaygın olarak kullanılabilmesi için düşük maliyetli olarak üretilmeleri konusunda çalışmalara devam edilmektedir. Türkiye’de uygulamalar daha çok evlerde ve otellerde sıcak su eldesine yöneliktir. Türkiye’nin güneşlenme süresinin 2640 saat ve yıllık ortalama güneş enerjisinin ise 3,6 kWh/m² gün olduğu belirlenmiştir (Kadıoğlu 1996).

Rüzgar Enerjisi; Rüzgar enerjisi de güneş enerjisi gibi hava koşullarına ve topografik şartlara göre değişim göstermektedir. Rüzgar enerjisi yatay ve düşey eksenli rüzgar türbinleri ile mekanik enerjiye dönüştürülmekte, su pompalamakta veya elektrik üretimi amacıyla da bu mekanik enerjiden yararlanılmaktadır. Pek çok avantajının yanı sıra rüzgar enerjisi kullanım amacıyla rüzgar türbini ve rüzgar tarlaları kurulması sırasında görsel ve istatistik olarak kişileri ve çevreyi etkilemesi, gürültü oluşturmaması, kuş ölümlerine neden olması, haberleşmede parazitler meydana getirmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır. Ülkemizde bir iki bölge

dışında (Çanakkale, İzmir gibi) henüz bu enerjiden su pompalama dışında yararlanma söz konusu değildir.

Bütün enerji santrallerinin yapılabilir ya da katlanılabilir olduğu bir boyut vardır. Tablo 4’de bazı santrallerin (1000 MW kapasiteli) mukayesesi verilmiştir. Bu tablonun amacını, "enerji santrallerine kuşbakışı göz atmak" olarak değerlendirmek daha doğru olur. Bizi karar aşamasına götürecek olan, buradaki basit karşılaştırma değil, bu araştırma boyunca dile getirilmeye çalışılan onlarca faktör olmalıdır (Altaş 1996, Geocities 1999). Tablo 5’de ise 2020 yılında yenilenebilir enerji kaynakları tahmini verilmiştir (Geocities1999).

DÜNYA’DA VE TÜRKİYE’DE NÜKLEER ENERJİ

Nükleer enerji, atom çekirdeğinden kaynaklanan bir enerji türü olup bazı hafif radyoaktif elementlerin atom çekirdekleri düzeyindeki parçalanma reaksiyonlarından meydana gelmektedir. Günümüzde bu enerji uranyum yada plütonyum atomlarının parçalanması ile üretilmektedir. Parçalanmanın ortaya çıkardığı ısı enerjisi genellikle doğrudan mekanik enerjiye ve ardından elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Bu yöntem, çok kısa sürede olağanüstü boyutlarda enerji açığa çıkarma imkanı vermektedir ve bu çevrim nükleer reaktörlerde gerçekleştirilmektedir (Adalıoğlu 1991-1997, Aybars 1990).

Nükleer santrallerin normal çalışmaları sırasında çevre üzerindeki olumsuz etkileri yok denecek kadar azdır. Bu esnada insanların alacakları ilave radyasyon dozu bir renkli televizyondan alınana eşdeğerdir. 27 ülkede çalışmakta olan 433 nükleer reaktör çevresinde yapılan ölçümlerde bunu teyit etmektedir (Aybars 1990).

1956’dan beri kullanılmakta olan nükleer santrallerde şimdiye kadar 2’si büyük olmak üzere 5 kaza olmuş sadece 31 kişi anında olmak üzere yaklaşık 200 kişi hayatını kaybetmiştir. Halbuki 1923 ‘den bu yana dünyada 13 büyük hidroelektrik santral kazası olmuş ve yaklaşık olarak 5000 kişinin ölmesine neden olmuştur. Sıvılaştırılmış gazın depoda infilak etmesi ile meydana gelen Mexico City yangınında 2000 kişi hayatını kaybetmiştir. Buna benzer örnekler sıralamak mümkündür (Aybars 1990).

IAEA ile OECD-NEA tarafından müşterek hazırlanan uluslar arası nükleer olaylar sıkalasında bu kazalar 7 sınıfa ayrılmıştır. 1,2 ve 3 sıra ile önemsiz arızaları, 4,5,6 ve 7 ise önemli kazaları gösterir. Bugüne kadar meydana gelen kazaların sınıflandırılması Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 4: Bazı Santral Tiplerinin Mukayesesi (1000 MW kapasiteli) [Anonim 2002].**Table 4:** Comparison of the Some Power Generation Plants [Anonim 2002].

Santral Tipi	Nükleer Santral	Rüzgar Santrali	Güneş Santrali	Jeotermal Santrali
Özellikler				
Yıllık Verim (saat)	6570 (%75)	3285 (%37,5)	2190 (%25)	7300 (%83,3)
Tesis Ömrü (yıl)	25-30	20	50-60	25-30
Yatırım Maliyeti (milyar \$)	3-4	1,1	6	2
Üretim Maliyeti, cent/kWh	7,5	0,01-0,10	0,0-0,4	Sıfıra yakın
Bakım Maliyeti, cent/kWh	*	Tesis ömrü boyunca yatırımının %4'ünü geçmez	Tesis ömrü boyunca yatırımının %1'ini geçmez	Tesis ömrü boyunca yatırımının %2'ini geçmez
Tesis Alanı (Dönüm)	30	300	3000	20
Tesis Yapım Süresi	4-5 yıl	6 ay	3 ay	1,5 yıl
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	*	*	15-20 yıl	25 yıl
Zararlı Atık Oluşumu	Radyasyonlu Atıklar	Yok	Yok	Yok
Yararlı Yan İşlevleri	*	İlk yapıldığında görsel çekim alanı	Panellerin gölgelik ve cephe elemanı olabilmesi	Bölgesel ısıtma, sağlık hizmetleri, sanayi ısıtması
1 kWh için Su Tüketimi	2,3 litre	0,004 litre	0-0,002 litre	* dönüşümlüdür
1 kWh için Yakıt Tüketimi	*	Yok	Yok	*
Santral Tipi	Hidro Elektrik Santrali	Petrole Dayalı Santral	Kömür Santrali	Doğalgaz Santrali
Özellikler				
Yıllık Verim (saat)	5000 (%57)	*	6570 (%75)	7000 (%80)
Tesis Ömrü (yıl)	100-200	*	30	20-30
Yatırım Maliyeti (milyar \$)	1-1,3	2	0,7-1,4 ithal kömür 1,6 linyit	0,40-0,70
Üretim Maliyeti, cent/kWh	0,05	3-7,9	2,5 linyit 3,5 ithal kömür	3,4-5
Bakım Maliyeti cent/kWh	*	*	Tesis ömrü boyunca yatırımının %5'ini geçmez	0,04
Tesis Alanı (Dönüm)	*	*	*	400
Tesis Yapım Süresi	5-8 yıl	*	4-5 yıl	2,5-3
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	10-15 yıl	*	*	*
Zararlı Atık Oluşumu	İlk yıllarda sera gazı	CO ₂ , CO, SO ₂ , NO _x	CO ₂ , CO, SO ₂ , NO _x , kül	CO ₂ , CO, SO ₂ , az miktarlarda NO _x
Yararlı Yan İşlevleri	Tarımsal sulama ve taşkın kontrol olanağı	*	Buhar üretimi	Buhar eldesi
1 kWh için Su Tüketimi	* dönüşümlüdür	1,6 litre	1,9 litre	0,0024 litre
1 kWh için Yakıt Tüketimi	Yok	*	0,380 kg kömür	0,193 m ³ doğalgaz
* Boş bırakılan bölümler, henüz sağlıklı dene bulunamamış olan bilgilerdir. Yeni bilgilere ulaşıldıkça tamamlanacaktır.				

Tablo 5: 2020 Yılında Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tahmini [Anonim 1999, 2000].**Table 5:** Estimate of the Renewable Energy Sources in 2020 [Anonim 1999, 2000].

Enerji Türü	2020 Yılında Minimum		2020 Yılında Maksimum	
	MTEP	Toplamın % si	MTEP	Toplamın % si
Modern Biokütle	243	45	561	42
Güneş	109	20	355	26
Rüzgar	85	15	215	16
Jeotermal	40	7	91	7
Küçük Hidrolik	48	9	69	5
Deniz Enerjileri	14	4	54	4
TOPLAM	539	100	1345	100
Genel Enerji Talebinin % si		3 - 4		8 - 12

Nükleer santraller, fosil yakıt ile çalışan santrallerde olduğu gibi havaya CO₂, SO₂ ve NO_x gazı bırakmazlar ve bunların neden olduğu asit yağmurları ve sera etkisine neden olmazlar. Buna ilaveten santral çevresinde büyük kül tepeleri meydana getirmezler. Nükleer santrallerde yüksek seviyeli atıklar (YSA) meydana gelir. Bu atıkların güvenli bir şekilde

depolanması gerekmektedir. 1000 MWe gücünde bir reaktör yakıt prosesinden yılda 10-20 m³ sıvı atık meydana gelir. Bu atık işlemlerden sonra 3 m³ e indirilir. Pek çok ülkede bu atıklar için uzun vadeli depolama politikaları uygulanmaktadır. (Ercan 1996, Adalıoğlu 1991, Aybars 1990).

Tablo 6: Nükleer Reaktörlerle İlgili Kazaların Sınıflandırılması [Ercan 1996]**Table 6:** Classification of the Accidents Related to Nuclear Reactors [Ercan 1996]

Tarih	Reaktör Kazası	Sınıfı	Sonuçları
1989	İspanya, Vanderos	3, önemli arıza	Halka intikal eden radyoaktivite yok
1980	Fransa, Saint-Laurent	4, önemsiz kaza	Halka intikal eden birkaç mSv (milli sievert)
1957	İngiltere-Windscale	5, önemli kaza	Çevrede gıdalarda bulaşma yok, ölüm yok
1979	ABD, TMT	5, önemli kaza	Kalp ergimesi, dışa sızma yok
1986	Rusya, Chernobyl	7, en büyük kaza	31 ani ölüm, yakın çevrede 1 Sv doz.

Nükleer santrallerin yatırım bedeli kömür ve fuel-oil santrallerine nazaran daha fazla olmakla beraber, yıllık yakıt masraflarının düşük olması nedeniyle elektrik üretim maliyeti daha düşük olmaktadır.

Nükleer enerji, dünyada hızla tükenmekte olan petrole karşı alternatif olarak gösterilmiş olup ilk kez elektrik üretimi 1951 yılında ABD'de yapılmıştır. Uluslar arası atom enerjisi raporlarına göre dünya nükleer enerji santrallerinin kurulu güç kapasitesi 1998 yılı sonuna göre 434 reaktör ünitesi ile 348834 MW'a ulaşmıştır. İnşası devam eden 35 ünitenin kurulu gücü ise 26252 MW tır.

Dünya nükleer enerji üretiminin yaklaşık %87 si OECD ülkeleri tarafından gerçekleştirilmiştir. OECD'ye üye ülkeler arasında yer alan Fransa'nın elektrik üretimindeki nükleer enerjinin payı (1998 yılı sonu itibarıyla) %75.8 Belçika'nın %55.2 Japonya'nın %35.9 ve ABD'nin ise %18.7 oranındadır. İşletmedeki nükleer santrallere bakıldığında; ABD 104 ünite ve 96413 MW kurulu güç ile en fazla nükleer santrale sahip ülke

konumundadır. Bunu 58 adet ünite ve 61653 MW kurulu güç ile Fransa takip etmektedir. Japonya ise 53 adet ünite ve 43691 MW kurulu güç ile üçüncü durumdadır. Tablo 7'de ise Dünyadaki önemli uranyum ve toryum rezervleri verilmiştir.

Yerkabuğunda yüzlerce uranyum minerali mevcut olmasına karşın ekonomik boyutta uranyum içeren mineraller autunite, pithcblende (uraninite), coffinite ve torbernittir. Dünya uranyum rezervleri üretim maliyetlerine göre sınıflandırılmaktadırlar. Bu maliyet kategorileri günümüzde OECD/NEA ile IAEA tarafından iki sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar; 80 USD/kg'a kadar maledilen ve 80-130 USD/kg arasında maledilebilen şeklinde belirlenmiştir.

Dünyada, 1997 yılı itibarıyla, Kg'ı 80 USD'a kadar maledilebilen 2.340.000 ton görünür, 745.000 ton muhtemel uranyum rezervi vardır. 1997 yılı 2.340.000 tonluk görünür rezerv miktarı, 1995 yılı rezervlerine göre % 10 daha fazladır. Yine dünyada, 1997 yılı itibarıyla, Kg'ı 80-130 USD arasında maledilebilen

718.000 ton görünür, 244.000 ton muhtemel uranyum (DPT 2000). rezervi vardır. (Özkan 1995, 1996, Adalıoğlu 1997,

Tablo 7: Dünyadaki Önemli Uranyum ve Toryum Rezervleri [Özkan, 1996, 1999]

Table 7: The World Thorium and Uranium Reserves [Özkan, 1996, 1999]

Ülke	Uranyum		Toryum	
	Oldukça Güvenilir (bin ton)	Tahmini İlave	Oldukça Güvenilir (bin ton)	Tahmini İlave
Avustralya	365	85	21	-
Brezilya	2	10	68	1200
Kanada	191	668	54	293
Mısır	-	-	15	280
Finlandiya	3	-	-	60
Hindistan	32	26	319	-
Türkiye	4	1	330	440
ABD	543	899	122	278

MTA tarafından toryuma yönelik son yıllarda yapılan çalışmalar neticesinde Türkiye potansiyelinin %3,5 ThO₂ içerikli 1300000 tona kadar çıkabileceği öne sürülmüştür. Ayrıca aynı yatakta çok kompleks yapıda bant, fluorit ve nadir toprak elementleri içeren minerallerin yüksek oranda bulunduğu tespit edilmiştir. Bu radyoaktif hammaddeler üzerinde yapılan detaylı bilimsel ve teknolojik araştırmalar sonucunda, bilinen madencilik yöntemleriyle bunların değerlendirilebileceği ve olumlu sonuçlar alınabileceği belirtilmiştir. Nitekim Köprübaşı uranyum yatağında bulunan farklı tipteki cevherleşmeler sınıflandırılıp çeşitli teknolojik değerlendirme akım şemaları oluşturulmuştur. Nükleer enerji üretiminde kullanılan yakıt çubuklarının eldesi için kullanılan sarı pasta üretimi küçük çapta da olsa gerçekleştirilebilmiştir. Ancak bu üretim ekonomik olarak (sarı pasta %75 U₃O₈) gerçekleşmemektedir. Uranyum konsantrisi açısından dışa bağımlı olunmak istenmiyorsa öncelikle cevher arama hedefi doğru seçilmek durumundadır. Bu hedef ucuz üretim yapacak yüksek tenör ve büyük rezervli, yatakların bulunmasıdır. Bu yapılamazsa ucuz uranyum dışalımına gitmek tek yol olarak görülmektedir.

DÜNYA ENERJİ POTANSİYELİ ve TÜRKİYE'NİN BU POTANSİYEL İÇİNDEKİ PAYI

Ülkelerin kalkınmasında enerjinin ve dolayısı ile enerji hammaddelerinin önemi çok büyüktür. Enerjinin başlıca unsuru olan elektrik enerjisi genellikle fosil yakıtlar ile hidrolik ve nükleer kaynaklardan elde edilen ikincil bir enerji türüdür. Dünya fosil kaynakları rezervinin %70'ini kömür, %14' ünü petrol ve %14' ünü

de doğal gaz oluşturmaktadır. Tablo 8' de Dünya fosil yakıtların dağılımı verilmiştir.

Tablo 8 incelendiğinde, sıvı ve gaz yakıt rezervleri dünyanın belirli coğrafi bölgelerine yoğunlaşmışken kömür düzenli bir dağılım göstermekte ve üretimi 50'den fazla ülkede gerçekleşmektedir. Mevcut enerji tüketim trendi ile kömür için 220 yıl, doğal gaz için 65 yıl ve petrol için ise 42 yıllık bir ömür öngörülmektedir. (T.E.P. 1996) Dünya elektrik enerjisi uzun dönem planlamasında termik, nükleer, hidro ve yenilenebilir kaynakların paylarını yapılan varsayımlar belirlemektedir. Tablo 9'da AB ve üye ülkelerdeki fosil yakıtların enerji üretimindeki payları ve gelecekteki projeksiyonları verilmiştir.

Tablo 10'da ABD ve Türkiye'de fosil yakıt türlerinin elektrik üretimi içindeki paylarının projeksiyonu verilmiştir. Önümüzdeki on yılda, yüksek verim, düşük yatırım maliyeti, elektrik sektöründeki, yeniden yapılanma ve kolaylaşması beklenen gaz temin koşulları nedeniyle gaz türbini kombine çevrim tesisleri öncelik kazanacak fakat daha uzun dönemde, gaz fiyatının kömüre kıyasla artması bu teknolojinin maliyet avantajını ortadan kaldıracak ve temiz kömür teknolojileri ön plana geçecektir. 2020-2030 döneminde nükleer tesislerin yerlerine kömür kullanan süperkritik tesislerin alması beklenmektedir.

Ayrıca yapılan tahminlerde yeni kapasite gereksinmesinde yenilenebilir enerji katkısının %10'a yakın olacağı, dolayısı ile yenilenebilir enerjinin yavaş artışını koruyacağı, 2010 ve 2020 yılları arasında en dikkate değer gelişmenin rüzgar kapasitesinin 25 GW kadar artış göstermesi olacağı, 2020'den sonra güneş enerjisinin gündeme gelmeye başlayacağı öngörülmektedir.

Dünya genelinde hidrolik enerji potansiyelinin 14 trilyon kWh olduğu saptanmıştır. Bu rezervin %60'ı Avrupa ve Kuzey Amerika'dadır.

Dünya uranyum rezervi bugün için 3.5 milyon ton (35 milyar ton petrol eşdeğeri) dir. Nükleer santral sayısının hızla artacağı varsayımı ile bugünkü rezervin 50 yıla kadar biteceği hesaplanmaktadır. Tabii plütonyum ve toryum kullanılan reaktörlerin geliştirilmesi ile bu süre çok daha uzayabilecektir (Sunu 1995, Özkan 1995, 1999, Adalıoğlu 1991, Esmer 1996).

Tablo 8: Dünya Fosil Yakıtlarının Dağılımı [Anonim 2000]

Table 8: Distribution of the Fossil Fuels in the World [Anonim 2000]

BÖLGE	Petrol	Dogal Gaz	Kömür
Eski SSCB	%6	%38	%23
Avrupa	%2	%4	%12
Orta-Güney Amerika	%9	%4	%2
Kuzey Amerika	%8	%6	%26
Asya Pasifik	%4	%7	%31
Afrika	%7	%7	%4
Orta Doğu	%64	%34	%2

Tablo 10: ABD ve Türkiye'de Fosil Yakıtların Elektrik Üretimindeki Projeksiyonu [Anonim 2000]

Table 10: Projection of the Fossils Fuel Types in Electric Production of USA and Turkey [Anonim 2000]

	1997		2000		2005		2010	
	TWhe	%	TWhe	%	TWhe	%	TWhe	%
ABD								
Kömür	1975.8	74.4	2127.9	72.7	2175.1	67.0	2248.1	62.1
Sıvı Yakıt	108.0	4.1	117.2	4.0	46.6	1.4	37.6	1.0
Gaz	507.2	19.1	591.9	20.2	928.9	28.6	1225.1	33.9
Biyomas/Atık	63.9	2.4	90.2	3.1	97.0	3.0	106.6	2.9
Toplam	2654.9		2927.2		3247.5		3617.4	
TÜRKİYE								
	1997		2000		2005		2010	
	TWhe	%	TWhe	%	TWhe	%	TWhe	%
Kömür	33.86	53.41	38.47	42.50	53.62	36.27	80.38	42.21
Sıvı Yakıt	7.16	11.29	4.90	5.41	4.49	3.29	4.50	2.36
Gaz	22.09	34.84	47.11	52.04	78.40	57.41	105.5	55.41
Biyomas/Atık	0.29	0.46	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.02
Toplam	63.40		90.52		136.5		190.4	

SONUÇLAR

Ülkenin hızla artan elektrik enerjisi talebinin, devletin yerli-yabancı primer kaynak temin ve kullanım politikaları, finansman imkanları ve fiyat politikaları izlenmek suretiyle, sürekli, güvenilir, kaliteli ve ekonomik bir şekilde karşılanabilmesi için elektrik enerjisi üretim ve iletim gelişim planlamalarının yapılması ülke ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından ülkenin gelişimi ile ilgili sosyal ve ekonomik parametreler dikkate alınarak elektrik enerjisi talep projeksiyonları hazırlanmakta ve gelişmeler doğrultusunda revize edilmektedir.

Üretim tesisleri yıllık yatırım ihtiyacı, yıllık enerji talebini ve en yüksek yıllık güç talebini yedekli

olarak karşılamak üzere optimizasyon çalışması yapılarak tespit edilmektedir.

Elektrik enerjisi yatırımlarının büyüklükleri de dikkate alındığında bu konuda kısıtlı olan kamu finansman kaynaklarının zorlanmaması için, Yap-İşlet-Devret (YİD), Yap-İşlet (YI), İşletme Hakkı Devri (İHD) ve Otoprodüktör gibi finansman ağırlıklı modeller ile, özel sektör yatırımlarının enerji sektörüne kanalize dilmesine yönelik çalışmalar yapılmış ve yapılmaktadır.

Dünya ve ülkemiz için yakın bir gelecekte ciddi bir enerji krizi ile karşılaşılması beklenmektedir. Fosil yakıtların ömrünün giderek azalması, bunlara dayalı elektrik üretiminde ortaya çıkan çevresel problemlerin yarattığı kısıtlamalar, dikkatlerin nükleer enerji ile alternatif enerji kaynaklarının üzerine çevrilmesine neden olmaktadır.

Tablo 9: AB'ne Üye Ülkelerin Fosil Yakıt Türlerinin Elektrik Üretimi İçindeki Projeksiyonu [Anonim 2000]
Table 9: Projection of the Fossil Fuels Types in Electric Production of EU Member Countries [Anonim 2000]

	1995		2000		2005		2010		2020	
	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%
AB										
Kömür	171,5	46,9	150,1	39,5	149,1	37,3	137,0	32,8	183,1	37,5
Sıvı Yakıt	88,8	24,3	82,4	21,7	88,7	22,2	83,6	20,0	76,6	15,7
Gaz	82,9	22,7	122,2	32,1	134,1	33,6	166,5	39,8	192,1	39,4
Biyomas/Atık	22,3	6,1	25,7	6,8	27,7	6,9	31,1	7,4	36,0	7,4
Toplam	365,5		380,4		399,6		418,2		487,8	
Almanya										
Kömür	73,2	70,0	64,7	65,4	64,8	64,9	59,0	58,3	71,4	61,3
Sıvı Yakıt	10,6	10,1	13,2	13,3	13,7	13,7	14,7	15,5	16,8	14,4
Gaz	18,5	17,7	18,6	18,8	18,6	18,6	24,5	24,2	24,7	21,2
Biyomas/Atık	2,2	2,1	2,4	2,4	2,7	2,7	3,0	3,0	3,5	3,0
Toplam	104,5		98,9		99,8		101,2		116,4	
İspanya										
Kömür	16,0	54,4	14,2	45,7	14,7	42,6	13,6	37,3	13,7	32,0
Sıvı Yakıt	8,7	29,6	9,9	31,8	9,6	27,8	8,2	22,5	6,0	14,0
Gaz	2,9	9,9	4,6	14,8	7,0	20,3	10,1	27,7	16,8	39,3
Biyomas/Atık	1,8	6,1	2,4	7,7	3,2	9,3	4,6	12,6	6,3	14,7
Toplam	29,4		31,1		34,5		36,5		42,8	
Portekiz										
Kömür	2,9	40,8	3,0	3,2	34,4	4,2	39,6	6,4	7,3	52,5
Sıvı Yakıt	3,4	47,9	3,0	38,0	2,4	25,8	1,6	15,1	0,6	4,3
Gaz	0,0	0,0	1,2	15,2	3,0	32,3	4,0	37,7	5,4	38,8
Biyomas/Atık	0,8	11,3	0,7	8,9	0,7	7,5	0,8	7,5	0,6	4,3
Toplam	7,1		7,9		9,3		10,6		13,9	
Yunanistan										
Kömür	7,8	70,9	8,4	65,1	8,9	61,8	8,9	56,7	9,6	53,0
Sıvı Yakıt	3,1	28,2	3,1	24,0	3,7	25,7	3,8	24,2	3,9	21,5
Gaz	0,0	0,0	1,3	10,1	1,7	11,8	2,9	18,5	4,3	23,8
Biyomas/Atık	0,1	0,9	0,1	0,8	0,1	0,7	0,1	0,6	0,3	1,7
Toplam	11,0		12,9		14,4		15,7		18,1	
Finlandiya										
Kömür	4,1	34,2	5,1	38,1	6,2	41,6	7,6	48,8	9,8	55,1
Sıvı Yakıt	1,4	11,7	1,4	10,4	1,2	8,1	1,1	7,0	1,0	5,6
Gaz	2,5	20,8	2,7	20,1	2,9	19,5	2,9	18,5	3,0	16,9
Biyomas/Atık	4,0	33,3	4,2	31,3	4,6	30,9	4,1	26,1	4,0	22,5
Toplam	12,0		14,9	15,7	14,9				17,8	

Uzmanların yaptığı inceleme ve değerlendirmeler sonunda, ortaya çıkacak enerji açığını kısa vadede nükleer enerji ile elektrik üretiminin yetebileceği, orta vadede yine nükleer enerjiden yararlanmakla birlikte bir alternatif enerji kaynağı olarak telaffuz edilen güneş enerjisinden yararlanmanın da devreye girmesi mümkün görülmektedir. Uzun vadede enerji ihtiyacına cevap

verebilecek ve hemen hemen tükenmez bir kaynağa sahip olan “termo-nükleer enerjiden elektrik üretimi” 21. yy sonlarına doğru işlerlik kazanacaktır.

Bugün içinde bulunduğumuz darboğazın ana nedeni 1990 yılından buyana yatırımların programın gerisinde kalmış olmasındandır.

Gelişmekte olan bir ülkenin enerji yönünden dışa bağımlı olması düşünülmemekte ve sanayisinin enerji kısıntısı veya kesintisine tahammülü bulunmamaktadır. Bugün Türkiye tükettiği enerjinin yarıya .yakını ithal etmekte ve bunun için yılda yaklaşık 10 milyar dolar gibi büyük bir para ödenmektedir.

Türkiye'nin enerji üretiminde dış kaynaklara yöneldiği görülmektedir ki, bu enerjinin devamlılığı konusunda risk içermektedir. İzlenmesi gereken politikalar genel olarak; sahip olunan kömür potansiyelinin yeni arama politikaları ile genişletilmesi, düşük kaliteli kömürlerin iyileştirilmesi, termik santrallerin ise biran önce çevresel tedbirleri alınarak ve yakma teknolojilerinin revize edilerek tam kapasite çalışmaya başlaması gelmektedir. Önümüzdeki 10-15 yıl içinde ülkemiz, potansiyel hidrolik ve fosil kaynaklarını tamamen kullanmasına rağmen gelişmesi için gerekli enerjiyi başka kaynaklardan karşılama durumunda kalacaktır. Bu enerji kaynaklarından sadece nükleer enerji ihtiyacı karşılayabilecek kapasitede görünmektedir.

Nükleer enerji konusundaki halk tepkisi bu konudaki bilgi noksanlığından ileri gelmektedir. Nükleer enerji üretimi diğer alternatiflere nazaran daha tehlikeli olmayan, çevrenin korunması için yararlı ve daha ucuz elektrik üreten tesislerdir.

Türkiye'de henüz kurulu nükleer bir santralin olmaması radyoaktif hammadde konusunda arama ve zenginleştirme işlemlerini askıya alacağımız anlamına gelmemelidir. Bunun için Türkiye'nin tamamı üzerinde radyoaktif hammadde taramasının yapılması bulunan yatakların değerlendirilerek olumlu sonuç verenlerin hemen sorun yaratabilecek olanlarını ise laboratuvar ve pilot ölçekte olumlu sonuçlar alındıktan sonra tesis çapında çalışmalara başlanmalıdır. Nükleer teknoloji konusunda 1950'lerden bu yana sahip olduğumuz bilgi ve deneyimlerimiz ile bunu yapabilecek konumda olduğumuz gerçeği unutulmamalıdır.

Bugün düşük ve orta büyüme hızlı nükleer enerji üretim senaryolarının kullanılması halinde dünya için yakıt temininde herhangi bir problemin olmayacağı görülmektedir. Ancak bu durum nükleer teknolojide söz sahibi olan devletler için söz konusudur. Ülkeler arasında yapılan bazı nükleer denetleme anlaşmalarına riayet etme şartı altında yakıt temini garantisinin verilmesi, ihtiyaç sahiplerinin kağıt üzerindeki garantilerine hakikaten sahip olacaklarını göstermemektedir. Bu ülkeler ihtiyaçları olduğunda hiçbir yerden hammadde temin edememe veya çok fahiş bedel ödemek zorunda kalabileceklerdir.

SUMMARY

Today, the demand for energy in the world is dependent upon electricity which is either required for industrial development or a must for communication equipments. Energy is extremely vital for industrialization of the countries and there fore availability of energy raw materials is a necessity for those countries. Electricity is a secondary type of energy which is provided from fossil fuels, hydraulic sources or nuclear materials. The world's fossil fuels include coal at 70%, crude oil at 14%, natural gas at 14% and others at 2%. When general distribution of those fuels is investigated; it is seen that while oil and gas reserves are found in certain geographical regions, coal reserves are evenly spread onto several different regions and the coal production is performed at 50 countries in the world.

Türkiye has got limited potential interms of world's energy raw materials. Low quality brown coal reserves are about 8.2 billion tons of hard coal potential are found in Zonguldak basin. These coal reserves are about 0.5% of the world coal potential. Our oil reserves are about 60 million tons which are very scarce and enough to make a portion of 10% of Turkey's oil demand. The gas reserves are also limited in few areas. The richest energy potential in Turkey is water apart from coal. Turkey is the third country interms of its hydraulic energy potential after Norway and Russia in Europe. Our study is only limited to known energy potential in Turkey because the detailed exploration work for those raw materials is not wholly completed in all regions.

The other feasible energy raw materials in Türkiye are uranium with a 8300 tons U_3O_8 , thorium with 380000 tons ThO_2 and geothermal sources with 20 billion kWh/year.

It is an inevitable fact that Türkiye (with its everlasting growing economy and encouraging industrial development) will face a possible energy crisis in the short term. If new and alternative energy sources are not explored, nuclear sources are the first choice for future energy. The other alternatives are known to be geothermal, solar, wind and thermal power stations run by methane gas. While hydrogen energy is still investigated, nuclear power station run by thorium fuel are due in the short term. As it well known, our thorium reserves form a third of the world's potential. Türkiye's scientists are new studying the availability of thorium and hydrogen based power station.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Adaloğlu U., Türker T., 1997**, Enerji Üretiminde Nükleer Obsiyon, s: 71-82, Türkiye Enerji Politikaları, Editör: Bedri İPEKOĞLU, Yurt Madencilik Geliştirme Vakfı & İ.U. Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Adaloğlu U., 1991**, Nükleer Teknoloji Transferi Politikası, İnsan ve Kainat s:1 1-14, Ocak.
- Akçael E. A., 1997**, Dünyada ve Türkiye’de Petrol, s:61-70, Türkiye Enerji Politikaları, Editör: Bedri İPEKOĞLU, Yurt Madencilik Geliştirme Vakfı & İ.U. Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Altaş M., 1996**, Enerji Üretimi ve Tüketiminin Gelişimi, T.M.M.O.B. Türkiye Enerji Sempozyumu, s:163-194.
- Altun H.İ., 1997**, Türkiye’nin Hidroelektrik Potansiyeli, s: 19-42, Türkiye Enerji Politikaları, Editör: Bedri İPEKOĞLU, Yurt Madencilik Geliştirme Vakfı & İ.U. Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Aybars N., 1990**, Nükleer Enerjinin Fayda ve Zararları, İnsan ve Kainat s:36-39, Ağustos.
- DPT 8. 5 Yıllık Kalkınma Planı, 2000**, Petrol ve Doğalgaz Raporu.
- DPT 8. 5 Yıllık Kalkınma Planı, 2000**, Jeotermal Enerji Raporu.
- DPT 8. 5 Yıllık Kalkınma Planı, 2000** Nükleer Enerji Hammaddeleri Raporu.
- Ercan T., 1996**, Nükleer Enerji Kullanma Olanakları ve Riskleri, M.T.A. Yayını, Ocak-Nisan.
- Erduran S., 1994**, Ülkemizde nükleer Santral Süreci, Meteoroloji Mühendisliği Dergisi.
- Esmer O., 1996**, Enerji Politikaları, T.M.M.O.B. Türkiye Enerji Sempozyumu, s:223-234.
- Kadioğlu S., 1996**, Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Çevreye Etkileri, s:55-67, TMMOB Türkiye Enerji Sempozyumu.
- Küçük İ., 1996**, Türkiye Hidroelektrik Potansiyeli Üzerine Bir Değerlendirme, T.M.M.O.B. Türkiye Enerji Sempozyumu, s:15-19.
- Özkan Ş.G., Alp M.S., Ergin Z., Akar A., 1995**, Türkiye’nin Radroaktif Hammadde Potansiyeli ve Değerlendirme Olanaklarının Araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi M.M.F. Dergisi, sayı: 8, sayfa: 37-49.
- Özkan Ş.G., 1996**, Radyoaktif Hammaddeler ve Enerji Gereksinimi, Madencilik Bülteni, sayı:46, s:12, Şubat-Nisan.
- Özkan Ş.G., 1999**, Ülkenin Nükleer Gerçeği, Yurt Madencilik Geliştirme Vakfı Yayını sayı: 14,s:20-21, Nisan.
- Sağdıç U., 1993**, Yeni Bir Uranyum Arama Politikası, M.T.A. Yayını, sayfa: 17, Nisan.
- Sunu Z.M., 1995**, Enerji-Geçmişteki Gelişmeler ve Gelecekteki Trendler, Madencilik Bülteni, sayı:41, s:16-17, Mayıs.
- Şengüler İ., 1998**, Jeotermal Enerji ve Çevre, M.T.A. Yayını sayı:1-2, s: 173.
- Tamer A., 1995**, Nükleer Santrallerin Çevreye Olan Etkileri Ve Bunların İrdelenmesi, Meteoroloji Mühendisliği Dergisi-1.
- Uğurel A., 2002**, Neden Temiz Enerjiler, www.aresenerji.com.tr
- Ünver Ö., 1997**, Dünyada ve Türkiye’de Kömür, s:43-60, Türkiye Enerji Politikaları, Editör: Bedri İPEKOĞLU, Yurt Madencilik Geliştirme Vakfı & İ.U. Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Ünver Ö., 1996**, Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Bu Potansiyelden Ekomomik Olarak Yararlanma olanakları, s:25-40, TMMOB Türkiye Enerji Sempozyumu.
- Anonim, 2000**, Elektrik Enerjisinde Ulusal Politika, Ekim, İSO ve ASO Araştırma Raporu.
- Anonim, 1991**, IAEA Release Result of International Chernobyl Study: ATOM No:4 14, June.
- Anonim, 2002**, Extreme Meteorological Events In Nuclear Power Plant Siting, Excluding Tropical Cyclones (Iaea Safety Guides- Safety Series No: 50-Sg-S11a)
- Anonim, 2002** Diğer Enerji Kaynakları tanımı ve Kaynakların Ülkemizdeki Mevcut Durumu, www.angelfire.com
- Anonim, 1999**, 2020 Yılına Kadar Dünya Elektrığının %10’unun Rüzgar Enerjisi ile Üretmeye Yönelik Bir Plan, Ekim., www.geocities.com/bulaytekin/rüzgar10
- Anonim, 2002**, AB Enerji Politikası, www.adana-to.org.tr