

# TÜRKİYE’NİN ENERJİ SORUNU ÇERÇEVESİNDE NÜKLEER ENERJİNİN İKTİSADİ AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ



Sefer ŞENER\*  
Mesut SAVRUL\*\*

## ÖZET

Kalkınmanın anahtarlarından biri olan enerji, kaynakların sınırlılığından dolayı, gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere tüm dünyada bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bugün Türkiye’de 40 milyar Dolar’a ulaşan cari açığın büyük bir kısmı enerji sektöründen kaynaklanmaktadır. Enerji sorunu için dünyada birçok ülkenin çözüm olarak gördüğü ve halen kullanmakta olduğu nükleer enerji, İkinci Kalkınma Planı’ndan itibaren Türkiye’nin enerji politikaları arasında yer almışsa da nükleer enerji programları bir türlü faaliyete geçirilememiş, 1970’li yıllardan günümüze birçok kurumsal ve toplumsal tartışmayı da beraberinde getirmiştir. 2008 yılı Mart ayında nükleer santral kurulması için yeniden ihale açılmış ve nükleer enerji tartışmaları yeniden Türkiye gündemine gelmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji kaynakları, enerjinin maliyeti, nükleer enerji, elektrik enerjisi.

## ABSTRACT

Energy, one of the keys of development, is a problem all over the world but mainly in developing countries. Today, current account deficit in Turkey reaching up to 40 billion Dollars is mainly caused by energy sector. Nuclear energy, seen as a solution to energy problem and used by many countries, has taken place in Turkey’s energy policies since Second Development Plan but it couldn’t be actualized till now and turned out many institutional and communal arguments since 1970’s. In March, 2008 a new bid for building nuclear plants has been opened and discussions on nuclear energy came into agenda again.

**Key Words:** Energy resources, cost of energy, nuclear energy, electricity.

\* Doç.Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga İİBF İktisat Bölümü Öğretim Üyesi

\*\* Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi

## GİRİŞ

**H**ızla artan nüfus ve gelişen teknolojiyle beraber tüm dünyada enerjiye duyulan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Yaşamımızın tamamını etkisi altına almış olan enerji, insanlığa rahatlık ve konfor sağlamakla beraber, kaynakların sınırlılığından dolayı, pek çok sorunu da ortaya çıkarmaktadır. Dünya enerji üretim ve tüketimi her geçen yıl artmakta ve tüketim oranları ülkeler açısından bir gelişmişlik göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu açıdan günümüz ekonomi politikaları da çoğu zaman enerji kaynakları üzerinde yoğunlaşmaktadır.

1850’li yıllarda fosil enerji kaynaklarının kullanımı gündeme gelmiş ve 20. yy. boyunca fosil kaynakların kullanımı katlanarak artmıştır. Günümüzde de artarak devam eden bu eğilim fosil yakıt rezervlerinin hızla azalmasına yol açmıştır. Fosil yakıtlarına dayalı teknolojilerin gelişmesi ve dünya nüfusunun artması bu fosil yakıt rezervlerini yakın gelecekte yetersiz kılacaktır. Dünya Enerji Örgütü günümüz kullanım hızıyla petrolün 40, doğalgazın 60 ve kömürün 150 yıllık ömrünün kaldığını öngörmektedir. Kaynakların sınırlılığından dolayı, fosil yakıt fiyatları günümüzdeki artış eğilimini gelecekte de sürdürecektir. Bu durum güneş, rüzgâr, hidrolik ve nükleer enerji gibi alternatif enerji kaynaklarının kullanımını zorunlu hale getirecektir.

Dünyada enerji kaynakları üretim ve tüketim verileri incelendiğinde, ülkelerin enerji politikalarını yoğun olarak öz kaynakları üzerine kurdukları görülmektedir. Enerji üretiminde zengin kömür rezervlerine sahip Çin, Hindistan ve Almanya gibi ülkeler büyük oranlarda kömürden faydalanırlarken, petrol zengini Ortadoğu ülkelerinin petrol dışı kaynaklara hemen hemen hiç yatırım yapmadıkları görülmektedir. Fosil kaynakların olmadığı, yenilenebilir kaynakların ise sınırlı olduğu Fransa, Litvanya, Belçika gibi ülkeler ise enerji ihtiyaçlarının yarısından fazlasını nükleer enerjiden sağlamaktadır. Gelişmiş ülkeler genellikle enerji kaynaklarını daha dengeli kullanmakta ve farklı kaynaklardan aynı anda faydalanmaya çalışmaktadır. Örneğin dünyanın en çok nükleer enerji üreten ülkesi ABD’de nükleer enerji üretimi aslında toplam enerji üretimi içinde %8’lik yer tutmakta, toplam enerji üretiminin %40’ı petrolden, %23’ü kömürden, %23’ü doğalgazdan ve %7’si yenilenebilir kaynaklardan sağlanmaktadır (Energy Information Administration [EIA], 2006).

Günümüzde Türkiye’de kişi başına elektrik tüketimi 2100 kW’s’dır. Bu ortalama, Dünya için 2500, OECD için ise 8900 kW’s civarındadır. DPT

verilerine göre 2020 yılı için Türkiye'de kişi başına elektrik tüketimi 5200 kWh olacaktır. Bunu sağlayabilmek için güvenilir ve istikrarlı kaynaklara ihtiyaç vardır (TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, 2007:55). Türkiye birincil enerji kaynakları, rezervleri ile karşılaştırıldığında miktar ve kalite itibarıyla çok düşük seviyededir. Yine Türkiye birincil enerji kaynak rezerv ve üretimlerinin dünya rezerv ve üretimindeki yerine bakıldığında oldukça gerilerde olduğu görülmektedir (Demirtaş, 2007:50). Bu durum gerek günümüzde, gerekse gelecekte alternatif enerji kaynaklarını gerekli kılmaktadır. Mümkün olduğunca öz kaynakların kullanılarak ülkenin ihtiyaç duyacağı enerjiyi üretmek öngörüldüğünde, Türkiye'nin gelecekteki öncelikli enerji kaynaklarının hidroelektrik, rüzgâr ve nükleer enerji olması gerekecektir.

Bu çalışmada Türkiye'nin enerji sorununa, nükleer enerjinin bir çözüm olup olmayacağı değerlendirilecektir. Çalışma dört bölüme ayrılmıştır. Birinci bölümde dünya ve Türkiye'de enerji sektörüne ve yaygın enerji kaynak rezerv durumlarına, ikinci bölümde nükleer enerjiyle ilgili temel bilgilere, üçüncü bölümde diğer kaynaklarla karşılaştırmalı olarak nükleer enerjinin maliyetine, dördüncü bölümde ise Türkiye'de nükleer enerjiye yapılacak yatırımların değerlendirilmesine yer verilmiştir. Çalışma tekil tarama modeli ile yapılandırılmış, elde edilen veriler ortak enerji birimlerine çevrilerek, örneklemelerin karşılaştırılabilmesine olanak tanımıştır.

## 1. ENERJİ SEKTÖRÜ

Dünyada enerji arz sisteminin yatırım değeri 10 trilyon doların üzerindedir. Enerji ticareti ve yatırımlarının yıllık değeri ise 1 trilyon doları aşmaktadır. Bir yandan tüm sektörler için vazgeçilemez bir girdi sağlayan bu sektör, ekonomiyle birlikte büyümekte ve artan taleple birlikte giderek pahalılaşmaktadır. Bu açıdan enerji sektörü, ekonomik büyüme, sürdürülebilir kalkınma ve barışın sağlanması için stratejik bir öneme sahiptir (Tübitak, 2003:6).

### 1.1. DÜNYADA ENERJİ SEKTÖRÜ

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra sürekli artan dünya nüfusu, bağımsızlıklarını elde eden toplumların yeraltı zenginliklerine sahip çıkmaları, savaş sonrası hızla liberalleşen dünya ekonomisi enerji sorununu uluslararası hale getirmiştir. Dünya toplam enerji arzının % 60'ını dünya nüfusunun beşte birini oluşturan gelişmiş ülkeler, %40'ını ise gelişmekte olan ülkeler tüketmektedirler (Eğilmez, 2008). Bu durum ülkelerin gelişmesinde, enerjinin nedenli önemli bir paya sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri arttıkça enerji arz ve talebi de hızla artmaktadır.

**Tablo 1.1. Dünya Enerji Üretimi\* (1980-2006)**

Yıllar	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2006
Petrol (Gün/Bin Varil)	63.987	59.172	66.426	70.272	77.762	84.615	84.597
Kuru Doğalgaz (Milyar M3)	15.104	17.662	20.828	22.071	24.998	28.742	29.437
Kömür (Milyon Ton)	3.799	4.441	4.857	4.631	4.490	5.887	6.164
Hidroelektrik(Milyar kW(kilowatt))	1.723	1.955	2.149	2.457	2.645	2.900	2.966
Nükleer Elektrik (Milyar kW)	684	1.426	1.909	2.210	2.450	2.626	2.657
Jeotermal, Güneş, Rüzgâr ve Atık (Milyar kW)	31	56	127	172	243	370	398

**Kaynak:** Energy Information Administration, (2007). **International Energy Annual 2005**, USA, Table: 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8. ve Energy Information Administration, (2008). **Office of Energy Markets and End Use, International Energy Statistics Team**, USA.

Dünyada enerji talebinin büyüklüğü ve rüzgâr, elektrik gibi birçok enerji kaynağının depolanma sorununun bulunması, üretilen enerji kaynaklarının tamamına yakının aynı yıl içinde tüketilmesine yol açmaktadır. Tablo 1.1. incelendiğinde 1980'lerden günümüze birçok enerji kaynağı üretiminin yaklaşık iki kat arttığı görülmektedir. Bu artışın önümüzdeki yirmi yılda da sürmesi beklenmektedir. 1980-2006 yılları arasında tüm enerji kaynaklarının üretim ve tüketimleri artmış olsa da nükleer, jeotermal, güneş, rüzgâr ve atık enerjileri üretimindeki artış daha ön plandadır. Bahsi geçen süre içinde nükleer enerji tüketimi 684 milyar kilovattan 2657 milyar kW'ya çıkararak dört kat artmıştır. Jeotermal, güneş, rüzgâr ve atık enerjisi ise 31 milyar kW'lık tüketimden 398 milyar kW'ya çıkararak en büyük artışı gerçekleştiren enerji kaynakları olmuşlardır. Yenilenebilir enerji kaynakları son beş yılda da tüketimi en çok artan enerji kaynağı olmuştur. Ancak günümüz için bu kaynakların toplam üretim miktarı oldukça yetersiz olduğundan fosil kaynaklara olan talep hızla artmaya devam etmektedir.

Petrol üretimi 2004 yılında günde 83 milyon varil düzeyine kadar ulaşmış ancak 2003 yılında petrol varil fiyatının 32 dolardan 42 dolar seviyesine (OPEC, 2008:115-117) çıkmasının da etkisiyle 2005 ve 2006 yılları üretimi 84 milyon varil düzeyinde kalmıştır. 1990'lı yıllarda duraklama dönemine giren kömür tüketimi son beş yılda yeniden artmaya başlamış ve 4,7 milyar tondan 6,1 milyar tona kadar çıkmıştır. Nükleer ve hidrolik enerji üretiminin artışı ise 2001 sonrası %10-20 seviyelerinde kalmıştır.

Günümüzde dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık %90'i fosil kaynaklardan elde edilmektedir (DPT, 2007:1). Bu yoğun tüketim petrol fiyatlarının özellikle son 30 yılda neden sürekli arttığını açıklamaktadır. Bu yükün farklı enerji türlerince dengelenmemesi halinde ise dünyada daha ciddi politik ve ekonomik sorunlar ortaya çıkabilecektir.

\* Dünya enerji tüketim miktarları, üretim miktarlarıyla %99 oranında aynı olduğundan tüketim miktarlarına tabloda yer verilmemiştir.

## 1.2. TÜRKİYEDE ENERJİ SEKTÖRÜ

Diğer gelişmekte olan ülkeler gibi Türkiye de bir enerji çıkmazı içindedir. Öz kaynaklarının yetersizliği nedeniyle Türkiye'nin dışa bağımlılığı giderek artmaktadır. Ayrıca yetersiz olan bu kaynaklar da verimli bir şekilde kullanılmamaktadır. Kalkınmanın anahtarlarından biri olan enerji kaynaklarının yetersizliği, sanayi ve ekonominin büyümesini engellemektedir. Enerji kaynaklarından daha verimli faydalanmak ise ancak ekonomik gelişmişlikle gerçekleşebilecektir.

Türkiye geçirdiği 2001 krizi sonrası ekonomik yapısını sağlamlaştırmış ve günümüzde de sürmekte olan bir büyüme eğilimi yakalamıştır. Ancak Türkiye'nin büyüyen enerji sorunu ülkenin büyüme hızını yavaşlatan bir engel olarak ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin AB ile müzakere sürecine girmesi de çevre ve enerji konusunda yerine getirilmesi gereken bir takım sorumlulukları gündeme getirmiştir. AB'nin 2005 yılında yayınladığı "Green Paper" AB üyesi ülkelerin enerji politikalarının aynı düzleme getirilmesi ve yeterince kullanılmayan kaynakların harekete geçirilmesi yönünde yapılması planlanan faaliyetleri belirlemiştir. Ayrıca 2007-2013 yılları arasında enerji etkililiğinin sağlanması için çevresel, finansal, kültürel, toplumsal engellerin aşılması doğrultusunda bir program yürütülmektedir (Commission of the European Communities, 2005:16-17). Bu açıdan Türkiye'nin enerji sorunların çözümü, Birlik müktesebatıyla bütünlük arz etmekte ve ülkemiz enerji politikalarının Birlik politikalarıyla paralel yürütmesi gerekmektedir. Ayrıca müzakere sürecinde Türkiye'nin altyapı sorunlarını da gidererek, sanayi sektörünün rekabet edebilirlik düzeyini artırması gerekecektir. Bu boyutuyla AB enerji sektörünün gelişimi ve ileriye dönük beklentileri Türkiye'yi çok yakından ilgilendirmektedir.

Türkiye'nin kömür ve yenilenebilir birincil kaynak potansiyelleri, girmeyi hedeflediği AB ülkelerine kıyasla iyi düzeyde olmasına rağmen, toplam enerji tüketiminin %60'ını oluşturan petrolde ve doğalgazda görünür rezervler yok denecek düzeydedir (Satman, 2007:27). Bu durum Türkiye'nin dış ticaret açığını yıldan yıla büyütmemekte ve ülkenin dışa bağımlılığını arttırmaktadır.

Türkiye'de hızlı nüfus artışı ve son dönemde artan sanayileşme ile beraber enerji ihtiyacı da artmakta ancak, enerji kaynakları üretimi aynı hızda arttırılamamaktadır. Bu durum talep fazlasının dışarıdan karşılanmasına yol açmaktadır. Tablo 1.2.'den de görülebileceği gibi Türkiye'de petrol üretimi 1990'lı yıllara kadar arttırılmış, daha sonraki yıllarda ise üretimde bir düşüş yaşanmıştır. Buna karşın petrol tüketimi 1980-2000 yılları arasında iki kat artmıştır. 2006 yılına gelindiğinde Türkiye petrol talebinin yalnızca % 7'sini kendi üretebilmiştir. Yine 1985 yılına kadar ancak kendi ürettiği kadar doğalgaz tüketen Türkiye'deki doğalgaz üretimi 1980-2006 yılları arasında

39 kat arttırılabilirken tüketim 1356 kat artmıştır. Kömür ve hidrolik enerji kaynaklarının üretim ve tüketiminde ise 20 yılda oldukça önemli gelişmeler yaşanmış, her iki kaynağın üretimi yaklaşık üç kat artmıştır. Ancak özellikle son beş yılda kömür tüketiminde yaşanan büyük artışlarla Türkiye kömür açısından da dışa bağımlı hale gelmiştir.

**Tablo 1.2. Türkiye Enerji Üretim ve Tüketimi (1980–2006)**

	Yıllar	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2006
Üretim	Petrol (Gün/Bin Varil)	47	42	75	71	55	46	44
	Kuru Doğalgaz (Milyar M3)	23	68	212	182	639	897	907
	Kömür (Milyon Ton)	18.067	39.474	47.152	55.006	63.246	59.878	63.803
	Hidroelektrik(Milyar kW)	11	12	23	35	30	40	44
	Nükleer Elektrik (Milyar kW)	-	-	-	-	-	-	-
	Jeotermal, Güneş, Rüzgâr ve Atık (Milyar kW)	0	0,01	0,11	0,23	0,37	0,54	0,62
	Petrol (Gün/Bin Varil)	308	347	456	561	624	660	661
	Kuru Doğalgaz (Milyar M3)	23	68	3.418	6.937	15.086	27.171	31.187
Tüketim	Kömür (Milyon Ton)	19.873	40.956	54.082	60.953	79909	75.992	82.982
	Hidroelektrik(Milyar kW)	11	12	23	35	31	40	44
	Nükleer Elektrik (Milyar kW)	-	-	-	-	-	-	-
	Jeotermal, Güneş, Rüzgâr ve Atık (Milyar kW)	0	0,01	0,11	0,23	0,37	0,54	0,62

**Kaynak:** T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, **Enerji İstatistikleri**, (2007a, b, c).

Jeotermal, güneş, rüzgâr ve atık enerjisi gibi kaynakların üretimi 1980 yılında ticari anlamda yapılmazken 2006'da 620 milyon kW'lık üretimleri gerçekleştirilmiştir. Ancak bu değer bugün için hala sembolik düzeydedir. 1980 yılından bu yana Türkiye enerji programları arasında nükleer enerji hep bulunmasına karşın çeşitli nedenlerle yapılan programlar hep askıya alınmış ve bu kaynaktan faydalanılamamıştır. 2006 yılı verilerine göre mevcut hidrolik santraller Türkiye elektriğinin %25'ini karşılamış olmalarına rağmen yetersizlerdir. Jeotermal, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları ise 175 milyar kilovat saatlik 2006 yılı toplam elektrik üretiminin ancak % 3'ünü karşılamıştır.

Türkiye'de 2006 yılında tükettiği petrolün ancak % 1,3'ünü, doğalgazın ise % 3'ünü kendisi üretmiştir. Doğalgaz ve petrole yönelmiş olan yoğun talep farklı enerji kaynaklarının dengelenmezse Türkiye ekonomisindeki ödemeler dengesi açığı petrol fiyatlarındaki artışla beraber daha önce olmadığı kadar hızlı büyüyecektir. Bu bağlamda dünyada kullanılan başlıca enerji kaynakları ve bu kaynakların dünya rezerv ve üretim kapasiteleri, Türkiye'de kullanılan ve kullanılabilir, Türkiye enerji talebini dengeleyebilecek farklı enerji kaynakları ile karşılaştırmalı olarak incelenecektir.

### 1.3. DÜNYA VE TÜRKİYE'DE BAŞLICA ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji günümüz ekonomilerinin gelişimi ve sürdürülebilirliği için önemli girdilerden birisidir. Enerji kaynaklarının eksikliği birçok ülkede ekonomik, demokratik ve sosyal gelişmeyi engellemektedir. Tüm dünyada enerji talebi hızla artmaktadır. Dünya Enerji Örgütü tahminlerine göre

önümüzdeki 20 yılda enerji ihtiyacı % 60 oranında artmış olacaktır. Enerji sektörünün karşı karşıya kaldığı en büyük sorun, hızla artan bu enerji talebinin, sınırlı kaynaklarla nasıl karşılanacağı ve enerji üretim ve tüketim faaliyetlerinin çevreye zarar vermeden nasıl arttırılacağıdır.

### 1.3.1. Kömür Kaynakları

Kömür ucuz, keşfedilmesi ve çıkarılması nispeten kolay bir kaynaktır. Ancak ağır hava kirliliği yaratması, asit yağmurlarına yol açması ve küresel ısınmada önemli bir rol oynaması, pahalı filtre sistemleri ve kapsamlı bir taşımacılık ağı gerektirmesi gibi olumsuz yönleri de bulunmaktadır.

**Tablo 1.3. Çıkarılabilir Kömür Rezervleri (2006) (Milyon Ton)**

Bölge	Taşkömürü	Linyit	Toplam
Türkiye	0,91	7.434	7.435
Afrika	220.431	3	220.434
Kuzey Amerika	218.032	32.661	250.693
Güney Amerika	16.252	24	16.276
Asya	182.533	34.685	217.218
Avrupa	190.488	44.649	235.137
Ortadoğu	1.386	-	1.386
Avustralya	39.44	37.733	41.677
<b>Dünya Toplamı</b>	<b>697.733</b>	<b>149.755</b>	<b>847.488</b>

**Kaynak:** World Energy Council, (2007). **2007 Survey of Energy Resources**, London, s: 10-15. Türkiye Taşkömürü Kurumu, (2007), **Rezervler**, Tablo: Rezervler. ve MTA, (2007), **Araştırma ve Geliştirme Birimi, Kömür Birimi**.

Dünyada yaygın olarak ısınma ve elektrik üretimi amaçlarıyla kullanılan kömür rezervleri Tablo 1.3'te görüldüğü üzere yoğunlukla Asya, Kuzey Amerika ve Avrupa kıtalarında bulunmaktadır. Ülke bazında bakıldığında en büyük rezervlere sahip olan ABD'yi Rusya ve Çin izlemektedir. Dünya kömür rezervlerinin yaklaşık dörtte birini barındıran Avrupa kömür rezervleri ise yoğunlukla Çek Cumhuriyeti, Almanya, Polonya ve Sırbistan'da yoğunlaşmıştır. Günümüzde çevreye verdiği zarardan dolayı kömürden bir kaçış söz konusudur ve bundan dolayı rezervlerden tam olarak faydalanılmamaktadır. Kömürün çevresel etkilerini azaltan temiz kömür yakımı teknikleri geliştirildikçe rezervlerin kullanım oranı artacaktır. 1990'lı yıllarda düşen kömür üretim ve tüketimi son yıllarda artan petrol fiyatlarının da etkisiyle yeniden yükselmeye başlamıştır. AB'nin 2020 yılı enerji talep tahminlerinde; enerji kaynakları paylarındaki en büyük artışın kömürde olması beklenmektedir.

Türkiye linyit rezervleri ve üretim miktarları açısından dünya bazında orta düzeyde, taşkömüründe ise alt düzeydedir. Linyit rezervleri Türkiye'nin bütün bölgelerinde bulunmaktadır. Ancak en önemli rezervler Güney-Orta Anadolu ve Kuzey-Batı Anadolu bölgelerindedir. Taşkömürü rezervleri ise Zonguldak ve çevresinde yoğunlaşmıştır (DPT, 2001b:11-12). Türkiye'de taşkömürü rezervleri çok verimli kullanamamaktadır. Ancak

linyit üretimi bakımından AB ülkeleri ile kıyaslandığında dördüncü sırada yer almaktadır. Ne var ki yerli linyitlerin kalite ve ısıl değerlerinin düşük olması, kükürt ve kül oranlarının da yüksek olması, ileride uluslararası anlaşmalardan veya özellikle AB adaylığından kaynaklanabilecek yükümlülükler nedeniyle sorun yaratacaktır. Bu durum, linyit kullanım miktarının sınırlandırılmasına ve zorunlu hale gelecek özel yakım ve filtre teçhizatları ile ek maliyetler yaratarak linyit kullanımının pahalılaşmasına yol açabilecektir.

### 1.3.2. Petrol ve Doğalgaz Rezervleri

Isıtma aracı olarak oldukça verimli olan petrol ve doğalgaz günümüz şartlarında oldukça iyi bir dağıtım ağına sahip ve edinilmesi en kolay enerji kaynaklarındandır. Ancak her geçen gün daha yoğun bir taleple karşı karşıya kalan petrol ve doğalgaz fiyatları gün geçtikçe artmaktadır. Dünyanın bugünkü birincil enerji tüketiminde petrol, % 40'lık doğalgaz ise % 23'lük paya sahiptir ve bugünkü kullanım hızıyla en sınırlı enerji kaynakları olarak görülmektedir. Dünya Enerji Örgütü verilerine göre şu ana kadar bulunan petrol rezervlerinin %47'si tüketilmiş durumdadır. 2006 yılında üretilen petrolün üçte ikisi farklı ülkeler arasında ticaret konusu olmuştur.

Türkiye'de petrol arama çalışmaları 1926 yılında çıkarılan yasayla MTA'ya (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) verilmiş, işletmeye uygun ilk petrol kuyusu da yine MTA tarafından 1948 yılında Batman yöresinde açılmıştır. 1954 yılında çıkartılan petrol yasası ile Türkiye'de petrol ve doğalgaz kaynaklarının aranması, üretilmesi, rafinajı, taşınması ve pazarlanması görevi Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı'na verilmiştir. Türkiye'de yabancı petrol şirketleri açısından cazip teşvik unsurları bulunan liberal bir petrol yasası olmasına karşın, bu şirketler riski ve maliyeti yüksek olan arama yatırımlarına yönelmek yerine daha karlı olan pazarlamayı tercih etmişlerdir (Eğilmez, 2008).

**Tablo 1.4. Çıkarılabilir Petrol ve Doğalgaz Rezervleri (2006)**

Bölge	Petrol (Milyon Varil)	Doğalgaz (Milyon M3)
Türkiye	6.720	22
Afrika	129.914	14.052
Kuzey Amerika	60.521	8.517
Güney Amerika	102.403	6.386
Asya	83.890	20.965
Avrupa	93.704	53.534
Ortadoğu	742.373	71.795
Avustralya	2.381	1.213
<b>Dünya Toplamı</b>	<b>1.215.186</b>	<b>176.462</b>

**Kaynak:** World Energy Council, (2007). **2007 Survey of Energy Resources**, s: 55-59, 159-163. ve Türkiye Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (2007a, b) verilerinden derlenmiştir.



Tablo 1.4'te yer alan petrolün dünyadaki dağılımı incelendiğinde; ispatlanmış çıkarılabilir petrol rezervlerinin 742.373 varille yaklaşık üçte ikisi, doğalgaz rezervlerinin ise 71.795 milyon m<sup>3</sup>'le yaklaşık yarısı Ortadoğu'da bulunmaktadır. Ülkeler bazında bakıldığında petrol büyük oranda Suudi Arabistan, İran ve Irak'ta, doğalgaz rezervleri ise Rusya, İran ve Katar'da bulunmaktadır. Petrolün dünya üzerindeki dağılımı oldukça düzensizdir. Petrol kaynaklarının azlığı veya çokluğundan ziyade bu düzensiz dağılım dünya enerji politikaları açısından etkili olmaktadır.

AB ülkeleri hâlihazırda petrol ve doğalgaz taleplerinin ancak %50'sini AB içinden karşılayabilmekte, geriye kalan kısmı için ise Rusya ve Ortadoğu ülkelerine bağımlı durumdadır (Ünsal 2004:17). Ancak Rusya'dan Almanya ve Fransa'ya kadar gelen ve Ortadoğu doğalgazını Türkiye üzerinden AB'ye taşıyacak boru hatları ile şu an için kaynaklara ulaşım sorunları bulunmamaktadır.

Türkiye'nin, karmaşık bir jeolojik yapıya sahip olması, Türkiye'deki petrol ve doğal gaz arama çalışmalarını oldukça zorlaştırmakta ve arama maliyetlerini arttırmaktadır. Türkiye'de başlıca petrol ve doğal gaz arama alanları; Güneydoğu Anadolu, Trakya, Karadeniz, Toroslar, Adana ve Doğu Anadolu'dur. Bugüne kadar denizlerimizde yapılan oldukça kısıtlı arama çalışmaları sunucunda, açılan kuyularda petrol ve gaz varlığına rastlanmasına karşın, sadece Kuzey Marmara sahasında ekonomik gaz keşfi olmuştur (DPT, 2001:54-55).

### 1.3.3. Nükleer Enerji Potansiyeli

Nükleer enerji, yakıtının ucuz ve yoğun olması, atıklarının da diğer kaynaklarla kıyaslanamayacak kadar küçük olmasıyla ön plana çıkar. Nükleer yakıtların taşınması kolaydır, tekrar kullanılmaları mümkündür ve çevreyle en barışık enerji kaynaklarından biridir. Öte yandan ilkyardım, atık yönetimi ve radyo aktivite kontrolü gibi konulardan dolayı büyük sermayeler ve aynı konulardan dolayı uzun vadeli plan ve yatırımlar gerektirmektedir. Ayrıca nükleer enerji kaynaklarının amaç dışı kullanılabilme olanağı dünya barışı için tehdit oluşturabilmektedir.

Tablo 1.5 incelendiğinde günümüzdeki faal nükleer reaktörlerin yaklaşık yarısının AB ülkelerinde, dörtte birinin Kuzey Amerika kıtasında yapımı süren reaktörlerin yarısından fazlası ise büyük enerji talebi olan Hindistan, Çin ve Rusya gibi gelişmekte olan ülkelerde bulunmaktadır. Büyük fosil enerji kaynaklarına sahip olan Ortadoğu ülkelerinde hâlihazırda nükleer reaktör bulunmamaktadır. Dünyada kurulu nükleer enerji üretim kapasitesinde 118 bin GWs ile yine Avrupa tüm dünya üretiminin yarısını üretirken 88 bin GWs'lik üretimle Kuzey Amerika ikinci sırada yer almaktadır. Ülke bazında ise nükleer enerji üreten başlıca ülkeler ABD,

Fransa ve Japonya'dır. 2006 yılı verilerine göre sayıları 443'ü bulan mevcut nükleer reaktörler 2,6 milyon Gw'lık elektrik üretimi gerçekleştirmişlerdir.

**Tablo 1.5. Nükleer Reaktör Sayı ve Kapasitesi (2006) (Gigawatt/saat(GWs))**

Bölge	Faal Reaktörler	Kapasite	2005 Yılı Net Üretimi
Türkiye	-	-	-
Afrika	2	2	1.130
Kuzey Amerika	124	114	87.980
Güney Amerika	4	3	1.630
Asya	109	80	52.930
Avrupa	204	172	118.870
Ortadoğu	-	-	-
Avustralya	-	-	-
Dünya Toplamı	443	371	2.625.400

**Kaynak:** World Energy Council, (2007). **2007 Survey of Energy Resources**, London, s: 250-251.

Türkiye nükleer enerjiyle, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'nce 1 MW gücünde TR-1 deneme reaktörünün faaliyete girdiği 1962 yılında tanışmıştır. O yıllardan günümüze sürekli enerji arz sıkıntısı yaşayan Türkiye, II. Beş Yıllık Kalkınma Planı'ndan itibaren hemen her kalkınma planında nükleer santral projelerine ülke öncelikleri arasına yer vermiş, ancak günümüze kadar bu projeler hayata geçirilememiştir (Şener, 2006:60-61). Bugün Türkiye'de faaliyet gösteren araştırma amaçlı bir nükleer yakıt tesisi birimi ve biri 5 MW (megawatt), diğeri 250 kW gücünde iki deneme nükleer reaktörü bulunmaktadır (TAEK 2008a). TEİAŞ, AB ve ABD enerji projeksiyonlarında Türkiye'nin 2010-2015 yılları arası nükleer enerjiye geçmiş olacağı öngörülmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı açıklamalarına göre 2011 yılından sonra üç nükleer santralin devreye girmesi ve bu santrallerin toplam kurulu gücünün 4.500 MW olması planlanmaktadır.

#### 1.3.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

Fosil kaynakların yoğun kullanımının yarattığı çevresel felaketler, dünyada son dönemde artan çevre bilinciyle birleşmiş ve yenilenebilir enerji kaynaklarına karşı küresel bir ilgi oluşmuştur. Hidroelektrik, jeotermal, güneş ve rüzgâr enerjileri ilk yatırım ve bakım masrafları dışında bedavadır. Bu kaynaklar fosil enerji kaynaklarıyla kıyaslandığında doğayla oldukça barışıktır ve gelişen teknolojiyle beraber yatırım masrafları her geçen yıl düşmektedir. Ancak bu kaynaklar bazı özel coğrafi bölgelere özgüdürler ve genellikle iklim şartlarından kolayca etkilenirler. Ayrıca rüzgâr ve güneş enerjisi gibi birçok yenilenebilir enerji kaynağı pahalı ekipmanlara ihtiyaç duyduklarından günümüz için hidroelektrik enerji kaynakları dışında kalan kaynakların kullanımı ekonomik değildir.

Türkiye, Alp kuşağında yer alan İtalya, Yunanistan, Tibet ve Çin Halk Cumhuriyeti ile beraber Jeotermal kaynaklarından elektrik üretim

potansiyeline sahip ender ülkelerdendir. Ne var ki Türkiye dünya toplam jeotermal enerjisinin sekizde birini barındırıyor olmasına rağmen bu enerjinin çoğu elektrik üretimine uygun değildir. Ancak sahip olunan bu potansiyelin doğrudan ısıtma amaçlı kullanılması mümkündür (Tunç, 2006: 52).

Son yıllarda dünyayla beraber Türkiye'de de rüzgâr enerjisi kullanımı artmış ve gelişen teknolojiyle beraber rüzgâr türbünleri %20 daha düşük maliyetlerle kurulabilir hale gelmiştir. Ancak rüzgârın depolanamaması ve anında kullanılması gerekliliği rüzgârın enerji olarak kullanımında tek başına kullanılmasını engellemektedir. Türkiye'de Güneş enerjisi henüz ticari anlamda kullanılmamaktadır. Güneş, rüzgar gibi yaygın yenilenebilir enerji kaynaklarının yanı sıra, atık, biokütle ve biyoyakıtlar, gelgit, dalga enerjileri, okyanus termal enerjisi, hidrojen ve füzyon gibi diğer bazı kaynaklar da özellikle elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Bazıları bugün için ileri teknoloji ve pahalı yatırımları gerektiren bu enerji kaynakları günümüzde için ticari kullanımdan ziyade deneysel boyutta kullanılmaktadırlar.

2006 verileriyle dünyada yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjinin %87'si hidrolik kaynaklardan üretilmiştir. Dünyada teknik olarak kullanılabilir 16.494 TWs'lık (terawatt saat) oldukça büyük hidrolik enerji potansiyeli bulunmaktadır. Ancak 2006 yılı itibariyle bu potansiyelin ancak %16'sı kullanıma sokulabilmiştir. Dünyadaki mevcut hidrolik enerji üretiminin yarısını Brezilya, Kanada, Çin, Rusya ve ABD yapmaktadır (World Energy Council [WEC], 2007:279-288). DSİ verilerine göre Türkiye'nin 433 TWs'lık hidroelektrik potansiyelinin %50'si teknik olarak değerlendirilemez durumdadır. %21'lik potansiyelin değerlendirilmesi ise ekonomik değildir. Dolayısıyla Türkiye'nin değerlendirebileceği hidroelektrik kapasite toplam kapasitenin %29'u olan 130 TWs'lık bir kaynaktır. Ancak bugün için bu kapasitenin ancak üçte biri aktif olarak kullanılabilir (DSİ, 2005).

**Tablo 1.6. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli (2006) (GWs)**

Bölge	Hidroelektrik	Jeotermal	Güneş	Rüzgâr	Atık	Diğer
Türkiye	44.100	0,08	-	0,13	88	34
Afrika	83.700	887	537	832	0	638
Kuzey Amerika	675.500	24.077	664	19.366	22.781	60.115
Güney Amerika	596.500	2.470	0	373	0	19.303
Asya	718.100	16.508	4	6.168	2.638	7.999
Avrupa	705.400	7.149	1.510	70.976	29.138	58354
Ortadoğu	16.800	0	2.743	14	0	14
Avustralya	40.400	6.078	28	3.381	7.164	15.381
<b>Dünya Toplamı</b>	<b>2.836.700</b>	<b>57.169</b>	<b>5.486</b>	<b>101.110</b>	<b>64.347</b>	<b>161.924</b>

**Kaynak:** International Energy Agency, (2008). **Statistics and Balances**, Electricity/Heat by Country/Region, USA, [http://www.iea.org/Textbase/stats/prodresult.asp?PRODUCT=Electricity/Heat\(14.06.2008\)](http://www.iea.org/Textbase/stats/prodresult.asp?PRODUCT=Electricity/Heat(14.06.2008)). ve T.E.İ.A.Ş., (2007a, b), **Türkiye Elektrik İstatistikleri**. World Energy Council, (2007). **2007 Survey of Energy Resources**, s: 279-288. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, (2005a), **Toprak ve Su Kaynakları**.

Yıllardır sera ve konutlarda ısıtma amaçlı kullanılan jeotermal enerjinin elektrik üretiminde kullanımı da hızla artmaktadır. Jeotermal enerji üretiminde 24 bin GWs (gigawatt saat) ile Kuzey Amerika ve 16 bin GWs ile Asya kıtaları önde gelmektedir. Dünya üzerinde 70 ülkede jeotermal enerji tesisi, 25 ülkede ise jeotermal elektrik üretim tesisi bulunmakta olup bunların başında ABD, Filipinler Endonezya ve İtalya gelmektedir. Türkiye’de belirlenen başlıca jeotermal sahalar arasında ise Denizli-Kızıldere sahası, Aydın-Germencik, Çanakkale-Tuzla ve Aydın-Salâvatlı bölgeleri sayılabilmektedir (Şimşek, 1998:16-17). Türkiye’nin ispatlanmış jeotermal kapasitesi 2,6 bin GWs civarında muhtemel jeotermal potansiyeli ise 31 bin GWs’dir (DPT, 2001a:35-36). Yapılan etütlere göre sahip olunan bu kapasitenin %55’i konut ısıtmacılığına, %6’sı ise elektrik üretimine uygundur. Elektrik üretimine uygun alanların toplam kapasitesi ise 16 bin GWs düzeyindedir (Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü [EİE], 2007).

Dünyada en bol bulunan enerji türü olan güneş enerjisi üretiminde Ortadoğu önde gelmektedir. Geleceğin başlıca enerji kaynağının güneş enerjisi olacağı ve 22. yy’da dünya enerjisinin %70’inin güneş enerjisinden sağlanacağı öngörülmektedir (WEC, 2007:383). Ancak günümüz teknolojisiyle oldukça verimsiz ve pahalı olan güneş enerjisinden başlıca Japonya, AB ülkeleri ve ABD yoğun olarak faydalanmaktadır.

Gelişen teknolojiyle gün geçtikçe daha verimli ve ucuz hale gelen rüzgâr enerjisi kullanımı 1990’lardan bu yana yaklaşık her üç yılda bir ikiye katlanmaktadır. Dünya rüzgâr enerjisi kullanımı dünyanın en rüzgârlı alanları olan Amerika, Avrupa, Asya ve Avustralya’nın kıyı kesimlerinde yoğunlaşmıştır. 101.110 GWs’lik dünya rüzgâr enerjisi kurulu gücünün %70’i Avrupa kıtasındadır. Rüzgâr enerjisi kullanımında önde gelen ülkeler ise Almanya, İspanya, ABD, Hindistan ve Danimarka’dır. Türkiye’nin teknik olarak kullanılabilir rüzgâr potansiyeli ise 120 bin GWs olup, bugünkü teknik ve ekonomik şartlara göre hesaplanan güvenilir ve kullanılabilir potansiyeli 12 bin GWs düzeyindedir. Bu kapasitenin büyük bir kısmı Marmara Denizi çevresinde bulunmaktadır (Borges, 2007:2).

Türkiye’de atık enerjisinden faydalanma üzerine birçok proje yürütülmektedir. İstanbul Belediyesi’nin Ümraniye, Kemerburgaz’da, Bursa Belediyesinin ise Demirtaş mevkiinde oluşturdukları atık depolama alanlarında ticari boyutta elektrik üretimi bir süredir gerçekleşmekte ve diğer birçok belediye de benzer uygulamalarda bulunmaktadır (Sezgin, 2003:91-92.). Biokütle ve atık enerjisiyle bütünleşik çalışan biyogaz ve yakıt üretimi de yine son yıllarda gündeme gelmiştir ancak şuan için ticari boyutları

olmayan çalışmalardır. Dünyada farklı enerji üretim örneklerine rastlansa da Türkiye'de dalga enerjisi, deniz sıcaklık enerjisi, deniz akıntıları ve gel-git gibi deniz kökenli alternatif enerjiler, füzyon ve hidrojen enerjileri kaynaklarından henüz faydalanılmamaktadır.

## 2. NÜKLEER ENERJİ

Fosil yakıtlarla kıyaslandığında nükleer enerji binlerce kat daha güçlü ve yoğun bir enerji kaynağıdır. 1 kg uranyumdan elde edilebilecek enerji ancak 45000 kg odun, 22000 kg kömür, 15000 kg petrol veya 4000 kg doğal gazın yakılmasıyla elde edilebilmektedir. 900 MW gücünde bir nükleer santralin ürettiği enerjiyi güneş panelleriyle elde etmeye çalıştığımızda ise 70 km<sup>2</sup>'yi kaplayacak kadar güneş paneline ihtiyacımız olacaktır (OECD, 2005:11). Bu açıdan bakıldığında hammadde kaynaklarına duyulan ihtiyaç nükleer santraller için kömür ve doğalgaz santrallerine göre çok daha az olmaktadır. Yine bu yakıtların yakılması sonucu elde edilen atıklar göz önünde tutulduğunda uranyum kullanımı sonucu açığa çıkacak karbondioksit ve atıklar karşılaştırılan diğer atıklardan yüzlerce kat daha az olmaktadır.

### 2.1. Dünyada Nükleer Enerjinin Geçmişi ve Mevcut Durumu

Nükleer enerji üzerine çalışmalar; 1895–1939 yılları arası atomik radyasyon, atomun değişimi ve nükleer füzyon çalışmaları şeklinde olmuştur. 1939–1945 yılları arası yapılan çalışmalar ise daha çok atom bombası üzerine yoğunlaşmıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrası nükleer çalışmalar daha çok nükleer enerjiyi kontrol altına alabilmek üzerine olmuştur. Bu çalışmalar sonucu nükleer enerjinin deniz taşımacılığında ve elektrik üretiminde kullanılması mümkün hale gelmiştir. 1956 yılından itibaren çalışmalar daha güvenilir nükleer reaktörler üretebilme üzerine odaklanmış ve 1959 yılında ilk ticari modeller çalışmaya başlamıştır (World Nuclear Association [WNA], 2005).

1957'de BM Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı oluşturulmuştur. 1968'de Nükleer Silahsızlanma Sözleşmesi imzalanmıştır. 1954 yılı Kasım ayında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nda, ABD'nin önerdiği, atom gücünün "Barışçıl Amaçlar İçin" kullanılması, (Atoms For Peace) anlaşması kabul edilmiştir. 1957 yılında atom gücünün küresel denetimi için Birleşmiş Milletler'e bağlı Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı kurulmuştur. Bunu izleyen 10 yıl içinde hızla ilerleyen askeri ve sivil nükleer teknolojiyle ilk olarak nükleer silah yapabilen ve deneyen beş ülke ABD, Sovyetler Birliği, Çin, Fransa ve İngiltere "Nuclear Club" adlı bir birlik oluşturmuştur. Kendilerini nükleer silah yapabilen ve deneyebilen beş ülke ilan eden ve bu statülerini koruyabilmek amacı güden bu devletlerin önderliğindeki 164 ülke, 1968 yılında Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Anlaşması'nı imzalamıştır (Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği).

19. yy. başlarında en ucuz enerji kaynağı olarak görülen petrolün fiyatının 1973 yılının sonlarında Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü'nce dört kat artırılması, bu durumun 1980'li yılların başlarında tekrarlanması ve 1990 yılı ağustos ayında ortaya çıkan Körfez Krizi'nin petrol fiyatlarını dalgalandırması bir arz şoku yaratmış (Parasız, 2006:323) ve 1970 sonrası yeni enerji kaynakları aramaya yönelen ülkeler nükleer enerjiyi bir kurtuluş yolu olarak görmüşlerdir.

**Tablo 2.1. Dünyada Aktif Nükleer Santral Sayı ve Kapasiteleri (1965– Ağustos 2008)**

Yıl	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2008
Reaktör Sayısı	45	81	167	243	365	419	435	436	443	439
Kapasite (GWe)	5	16	72	136	253	326	345	352	370	372

**Kaynak:** OECD. (2005). *Nuclear Energy Today*, OECD Publications, Paris, s: 9. International Atomic Energy Agency, *Nuclear Power Reactors in the World*, Vienna, 2007. Table 8. Operating Reactors and Net Electrical Power, 1975 to 2006., World Nuclear Association, (2008a), *World Nuclear Power Reactors 2007–08 and Uranium Requirements*.

Krizin etkisi kısa bir sürede görülmüş ve 1970 yılında 81 olan dünyadaki nükleer santral sayısı 1990'a gelindiğinde 419'a ulaşmıştır. Bu dönemde kurulan santrallerin yaklaşık dörtte üçü dünya enerji üretiminin yaklaşık yarısını tüketen AB ülkeleri ve ABD'dedir. Ayrıca nükleer enerji teknolojisi de 1970-1990 arası bir devrim yaşamış ve 1970'te santral başına ortalama 190 MWe enerji üretilebilirken bu oran 1990'lara gelindiğinde beş kat artarak 780 MWe'lere kadar çıkmıştır (OECD, 2005:9). 2000-2008 yılları arasında reaktör sayıları ortalama 440'lı rakamlarda seyretmiştir. Sayısal artışın durmasında gelişmiş ülkelerin enerji doygunluğuna ulaşması, gelişmekte olan ülkelerin ilk yatırım maliyetleri yüksek olan nükleer santralleri finanse edememeleri ve uluslararası örgütlerin yönlendirdiği yenilenebilir enerjiyi yaygınlaştırma çalışmaları etkili olmuştur. Sayısal durgunluğun bir nedeni de 1970'li yıllarda yapılmış ve ekonomik ömürlerini doldurmuş bazı reaktörlerin kapatılmakta ve birçoğunun yerine yenileri açılmakta olmasıdır.

Reaktörlerin kapasitelerine baktığımızda ise sayısal durgunluğa rağmen verimliliğin sürekli arttığını ve son yıllarda reaktör başına düşen kapasitenin 1000 MWe civarına ulaştığını görüyoruz. Yeni nesil reaktörler 1500 MWe üzeri enerji üretebilmekte ve 1970'li yıllarda inşa edilmiş üç-dört reaktörle aynı enerjiyi sunabilmektedirler. 1990'lı yıllarda yaklaşık %74 olan nükleer reaktör verimliliği 2007 yılında %81'e kadar yükselmiştir (International Atomic Energy Agency, 2008a).

**Tablo 2.2. Dünyada Aktif Nükleer Reaktörler ve Kapasiteleri (Ağustos 2008)**

Ülkeler	Reaktör Sayısı	Kapasite (MWe)
ABD	104	99.049
Fransa	59	63.473
Japonya	55	47.577
Rusya	31	21.743
Güney Kore	20	17.533
İngiltere	19	11.035
Kanada	18	12.652
Almanya	17	20.339
Hindistan	17	3.779
Ukrayna	15	13.168
Çin	11	8.587
Bulgaristan	2	1.906
Romanya	2	1.310
Ermenistan	1	376
Diğer	62	30.308
Dünya	439	371.989

**Kaynak:** World Nuclear Association, (2008a), **World Nuclear Power Reactors 2007-08 and Uranium Requirements.**

2008 yılında dünyadaki faal 439 nükleer reaktöre ülkeler bazında baktığımızda ABD'nin 104, Fransa'nın 59, Japonya'nın ise 55 reaktörü olduğunu görmekteyiz. Mevcut reaktörleriyle ABD toplam elektrik üretiminin %19'unu, Fransa %77'sini, Japonya ise %28'ini karşılamaktadır. Bunun yanı sıra komşu ülkelerimizden Bulgaristan iki nükleer reaktörü ile toplam elektrik üretiminin %32'sini Ermenistan ise tek nükleer reaktörü ile %44'ünü karşılamaktadır (WNA, 2008a). Nükleer enerji karşıtları güvenli ve ucuz olmadığı için dünya nükleer enerjisinin yarısını üreten AB ülkelerinin nükleer santralleri terk ettiği ve uzun zamandır nükleer santral siparişi verilmedikleri iddia etmektedir (TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, 2004: 34). Ancak yüksek oranda enerji ihtiyacı bulunan ve ağır sanayilerini 40-50 yıl önce kurmuş ülkelerden oluşan AB'nin son 15 yıldaki toplam enerji talebi incelendiğinde 1990-2005 yılları arasında yılda %6 civarı bir artış olduğu ve artışın büyük oranda taşımacılık sektöründe yani akaryakıt tüketiminde olduğu görülmektedir.

**Tablo 2.3. AB Ülkelerinde Kaynaklarına Göre Elektrik Üretimi (1980-2005) (Twe)**

Kaynak	1980 (AB9)	1985 (AB10)	1990 (AB27)	1995 (AB27)	2000 (AB27)	2005 (AB27)
Kömür	706	655	927	947	925	939
Petrol	267	188	214	224	180	139
Doğalgaz	103	130	215	295	512	694
Nükleer	295	529	794	881	945	998
Yenilenebilir	174	140	310	356	422	465
Diğer	1	1	120	28	36	74
<b>Toplam</b>	<b>1.546</b>	<b>2.352</b>	<b>2.580</b>	<b>2.731</b>	<b>3.020</b>	<b>3.309</b>

**Kaynak:** European Communities (2008), **EU Energy and Transport in Figures**, Statistical Pocketbook 2007/2008, Belgium, 55., International Energy Agency, (1982). **Energy Policies and Programmes of IEA Countries 1981 Review**, OECD Publications, Paris, 141-142, 166-167, 185-186, 197-198, 212-213, 236-237, 251-252, 353-354., International Energy Agency, (1987). **Energy Policies and Programmes of IEA Countries 1986 Review**, OECD Publications, Paris, 155, 186, 207, 224, 238, 256, 283, 303, 442., International Energy Agency, (1992). **Energy Policies IEA Countries 1991 Review**, OECD Publications, Paris, 195-196.

Avrupa Birliği elektrik üretim miktarlarına baktığımızda dünya geneline oranla daha küçük oranlı değişimler görmekteyiz. 1980–2005 yılları arasında toplam elektrik üretimi yılda %1,5 düzeyinde artmıştır. Bu artış ise doğalgaz, nükleer enerji ve yenilebilir kaynakların kullanımının arttırılmasıyla sağlanmıştır. 2005 yılında AB’de üretilen elektrik enerjisinin üçte biri nükleer enerji kullanılarak üretilmiştir. Her ne kadar AB’nin nükleer enerjiyi terk ettiği iddia edilmekte ise de 2000 yılından bu yana AB elektrik üretiminde nükleer enerji diğer kaynakların önünde yer almakta ve artmaya devam etmektedir. Bu bağlamda önümüzdeki 20 yılda Batı Avrupa ve Amerika kıtasında diğer santrallere ihtiyaç duyulmadığı gibi yeni nükleer santrallere de fazlaca ihtiyaç duyulmayacaktır. Ancak gelişmekte olan ülkelerin yoğun olarak bulunduğu Asya, Ortadoğu ve Doğu Avrupa’da enerji ihtiyacı artmaya devam edeceğinden diğer enerji kaynaklarına olduğu kadar nükleer santrallere olan ihtiyaç da devam edecektir. Bunu Mayıs 2008 itibarıyla dünyada inşa halindeki reaktörlere baktığımızda açıkça görebilmekteyiz.

**Tablo 2.4. Dünyada İnşası Süren Nükleer Reaktörler (Ağustos 2008)**

Ülkeler	Reaktör Sayısı	Güç (MW)
Çin	7	6.700
Rusya	7	4.920
Hindistan	6	2.976
Güney Kore	3	3.000
Japonya	2	2.285
Kanada	2	1.500
Slovakya	2	840
Arjantin	1	692
Finlandiya	1	1.600
Fransa	1	1.630
İran	1	915
Pakistan	1	300
Dünya	36	29.958

**Kaynak:** World Nuclear Association, (2008a), **World Nuclear Power Reactors 2007–08 and Uranium Requirements.**

Toplamda 29,958 MW’lik enerji sağlayacak olan inşası süren nükleer santraller çoğunlukla gelişmekte olan ülkelerde yoğunlaşmıştır. Belçika ve Almanya 2020’li yıllara kadar nükleer santral kurmayacaklarını bildirmişlerdir (OECD, 2005: 82). Öte yandan 4 tanesi AB ülkelerinde olmak üzere dünyada 12 ülkede 36 nükleer santralin inşası sürmektedir. İnşası süren santrallerin yanı sıra 24 tanesi Kore ve Japonya’da olmak üzere toplam 26 nükleer santral yapım anlaşması yapılmıştır. Bu gerçekten yola çıkarak, Avrupa’da aslında nükleer enerjinin terk edilmediğini, nüfusun artmayışı, sanayi ve temel üretim faktörlerinin Avrupa dışına kayışı gibi nedenlerle enerji ihtiyacının fazlaca artmadığını ve Avrupa’da yeni nükleer santrallerin bu yüzden kurulmadığını söylemek mümkündür. Dünya bazında ise nükleer santral sayısının artışının sürdüğü zaten Tablo 2.4’te görülmektedir. Dünyada



yapımı süren nükleer santrallerin sağlayacağı 30 GWe'lik üretim toplam nükleer elektrik üretim kapasitesini yaklaşık %10 oranında arttıracaktır.

## 2.2 Türkiye'de Nükleer Enerjinin Geçmişi ve Mevcut Durumu

İkinci Dünya Savaşı'nda ABD'nin Japonya'ya attığı atom bombalarının olumsuz etkilerini silmek üzere, 1955'de başlattığı "Barış İçin Atom" programı, ülkeler arasında karşılıklı bilgi ve deneyim paylaşımına dayanan ikili anlaşmalar öngörmekteydi. Bu programın ilk anlaşması 5 Mayıs 1955'de ABD ile Türkiye arasında imzalanmıştır. Bu anlaşmanın sağladığı güç ile önce 1956'da 6821 sayılı Atom Enerjisi Komisyonu'nun (AEK) kuruluş kanunu TBMM tarafından kabul edilmiş, sonra da bir nükleer araştırma reaktörünün kurulması için İstanbul Teknik Üniversitesi ve İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi'nin ortak bir Reaktör Komitesi oluşturmalarını sağlamıştır (Künar, 2002:17).

1962'de Nükleer alanda profesyonel araştırma, geliştirme, uygulama ve eğitim çalışmaları yapmak amacı ile İstanbul'da Küçükçekmece Gölü kıyısında Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi kurulmuştur. Nükleer deneysel çalışmaları yapmak üzere TR-1 araştırma reaktörü 27 Mayıs 1962'de işletmeye açılmıştır. 1970'de Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kurulmuş ve nükleer santral kurulması ile ilgili tüm çalışmalar bu kuruma devredilmiştir. 1973'de Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda 80 MWe gücünde eğitim amaçlı prototip bir nükleer santral için çalışmaların başlatılması ve 1977 yılında faaliyete sokulması kararlaştırılmıştır (Şener, 2006:60). Prototip santralin inşaatına başlanması için 700 Milyon TL ödenek ayrılmış olmasına rağmen, bu santralden vazgeçilmiş ve onun yerine, Güney Anadolu'da 1983 yılında işletmeye açılacak şekilde 600 MWe gücünde bir nükleer santral kurulması programda yer almıştır. 1974-1975 yıllarında yapılan ayrıntılı araştırmalar sonunda ilk nükleer santralin kuruluş yeri olarak Silifke'nin 50 km batısındaki Gülnar-Akkuyu mevki seçilmiştir. Seçilen yerin, santral gücüne ve tasarımına bağlı olarak 2 veya 3 ünitenin kurulmasına elverişli olduğu belirlenmiştir (Künar, 2002:17).

17 Ocak 1975'te MTA tarafından Salihli-Köprübaşı'nda kurulan tesiste nükleer reaktör yakıtı yapımında kullanılan sarı pasta üretilmiştir. 1981'de İkinci bir nükleer santral yeri olarak Sinop seçilmiş, bu amaçla 1992 yılında devreye girmesi planlanan Sinop Nükleer Santrali için 1981 yılı bütçesinden 2,5 milyar lira TEK hesaplarına aktarılmıştır. Ancak 1982'de AEK Genel Sekreterliği, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) adı ile yeniden yapılandırılmış ve AEK'ya bağlı birçok birim kapatılmıştır (Şener, 2006: 61-62). 26 Nisan 1986'da Çernobil Nükleer Santral Kazası olmuş ve Türkiye'deki tüm çalışmalar askıya alınmıştır. Ocak 1988'de kömür santrallerinin daha kârlı olacağı düşünülerek TEK'in Nükleer Santraller Dairesi kapatılmıştır (Enerji Sorunu ve Nükleer Santraller Paneli). 17 Nisan

1990'da 5 MW gücündeki Türk Reaktörü-1 adı verilen araştırma reaktörü Türk teknisyenlerince yapılmıştır.

1991'de TEK tarafından hazırlanan "Türkiye'nin 1992–2010 Yılları Arası Genel Enerji ve Elektrik Enerjisi Durumu" başlıklı raporda 2010 yılında toplam 2132 MWe gücünde, 1998 Türkiye 1. Enerji Şurasında ise çeşitlendirilmiş, ekonomik ve temiz bir elektrik arz sistemi oluşturmak amacıyla 2020 yılına kadar 10.000 MWe'lik nükleer elektrik santraller kurulması gerektiği bildirilmiştir. Akkuyu Nükleer Santral Projesi Ocak 1993'te Resmi Gazete'de yayınlanarak tekrar yatırım programına alınmış ve 17 Aralık 1996'da uluslararası ihaleye çıkılmıştır. 15 Ekim 1997 tarihinde AECL, NPI ve Westinghouse konsorsiyumlarından teklif alınmasına rağmen 25 Temmuz 2000'de Bakanlar Kurulu kararı ile ihale iptal edilmiş ve ikinci defa kurulmuş olan TEAŞ Nükleer Santraller Dairesi Başkanlığı tekrar kapatılmıştır (Şener, 2006: 63).

2006 yılında Enerji Bakanlığı enerji firmalarından nükleer santral için görüş ve proje istemiş ve 20 kadar firmadan yanıt almıştır. 19 Mart 2008'de nükleer santral yapımıyla ilgili yönetmelik Resmi Gazete'de yayımlanmış ve 24 Mart 2008 tarihli Resmi Gazete'de Mersin-Akkuyu'da bir nükleer santral kurulması için Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. (TETAŞ) tarafından yayımlanan ilan ile ihale açılmış (Küçük, 2008:22), yerli ve yabancı 11 firma ihale şartnamesi almıştır.

### 2.3. Nükleer Hammadde Kaynakları

Nükleer enerji üretiminde kullanılan temel yakıt uranyumdur. Uranyum yeryüzünde ve okyanuslarda gümüşten daha bol bir şekilde bulunmaktadır. Ayrıca gelişen nükleer enerji teknolojisi kullanılmış olan yakıtların tekrar kullanılabilmesini mümkün kılmış bu da mevcut uranyum talebini %10-15 oranında azaltmıştır. Uranyum dışında nükleer yakıt olarak kullanılabilmesi mümkün olan diğer bir kaynak ise toryumdur. Ancak bu yakıtın kullanılması için özel bazı reaktörlerin geliştirilmesi gerekmektedir (OECD, 2005: 89).

**Tablo 2.5. Dünyada Uranyum Rezervleri (2006)(Milyon Ton)**

Bölge	İspatlanmış	Tahmini
Afrika	671	1.138
Kuzey Amerika	709	2.110
Güney Amerika	167	902
Asya	737	2.288
Avrupa	235	1.087
Ortadoğu	31	10
Avustralya	747	-
Dünya Toplamı	3.297	7.536

Kaynak: World Energy Council, (2007). 2007 Survey of Energy Resources, USA., s: 209-212.

Tablo 2.5'te görüldüğü gibi dünyada 3 milyar tonun üzerinde ispatlanmış uranyum rezervi bulunmaktadır. Bu rezervlerin yarısı Asya ve Kuzey Amerika kıtalarındadır. Dünyadaki uranyum rezervleri petrol ve doğalgazla kıyaslandığında daha homojen bir dağılım görülmektedir. Ortadoğu dışında hemen her kıtada bolca bulunan uranyum rezervlerinde önde gelen ülkeler arasında Avustralya, Kazakistan ve Kanada başı çekmektedir. Uranyum üretiminde de yine aynı ülkeler önde gelmektedirler.

**Tablo 2.6. Türkiye'de Nükleer Enerji Hammaddesi Rezervleri (2006)**

Saha Adı	Ortalama Tenor (%)		Rezerv (Ton)	
	Uranyum	Toryum	Uranyum	Toryum
Manisa- Köprübaşı	0.04-0.05	-	2.852	-
Uşak - Fakih	0.05	-	490	-
Aydın- Küçükçavdar	0.04	-	208	-
Aydın - Demirtepe	0.08	-	1.729	-
Yozgat-Sorgun	0.10	-	3.850	-
Eskişehir-Sivrihisar-Kızılcaören	-	0.21	-	380.000
<b>Toplam</b>	-	-	<b>9.129</b>	<b>380.000</b>

Kaynak: TAEK, (2008b), Ülkemizin Nükleer Hammadde Rezervleri.

Tablo 2.3.'de görüldüğü üzere Türkiye diğer birçok enerji kaynağında olduğu gibi nükleer enerji kaynakları konusunda da biraz şanssızdır. TAEK verilerine göre Türkiye'de 9.129 ton civarı uranyum, 380.000 ton civarı da toryum madeni bulunmaktadır. Günümüzde nükleer reaktör yakıtı olarak kullanılan uranyum rezervleri miktar ve rezerv kalitesi olarak yetersizdir. Toryum rezervlerine bakıldığında ise karşımıza farklı bir tablo çıkmaktadır. Türkiye dünyadaki en büyük ikinci toryum rezervlerine sahiptir. Toryumun nükleer reaktör yakıtı olarak kullanılması mümkün olmasına rağmen günümüzde kullanılmamaktadır ancak doğada uranyumdan daha bol bulunduğundan geleceğin nükleer yakıtı olarak görülmektedir. Ayrıca Türkiye gibi zengin toryum rezervlerine sahip Hindistan'da 1997 yılında toryumla çalışabilecek bir nükleer reaktör (AHWR) tasarlanmış ve inşasına başlamıştır (Sinha, 2006:683). 2012 yılında faaliyete girecek olan reaktör, Türkiye'nin de gelecekte kendi öz kaynaklarını kullanarak nükleer reaktörler işletebilmesi konusunda ipuçları sunmaktadır.

### 3. NÜKLEER ENERJİNİN MALİYETİ

Nükleer enerjinin maliyeti, enerji tartışmalarında önde gelen meselelerden biridir. Nükleer enerjinin ticari kullanım şekli çoğunlukla elektrik enerjisi şeklindedir. Dolayısıyla nükleer enerjinin maliyeti hesaplanırken ticari nükleer reaktörlerin kurulum ve işletim masrafları hesaplanmaktadır.

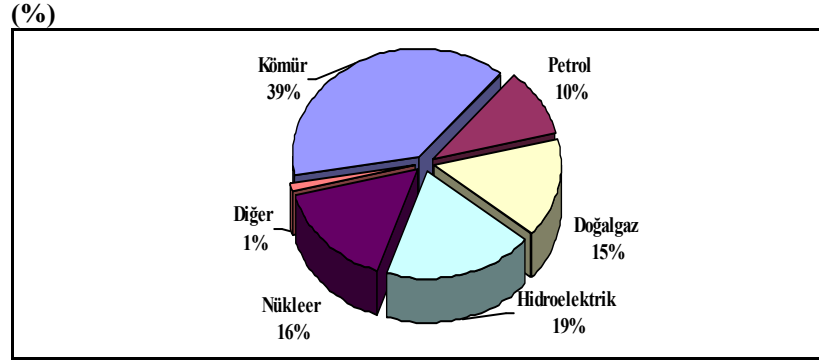
Elektrik enerjisi ise doğal yollarla depolanması mümkün olmayan ve ancak pahalı ekipmanlarla çok sınırlı miktarlarda depolanabilen bir enerji

türüdür. Bu yüzden elektrik enerjisi diğer sanayi ürünlerinden farklı olarak gereksinim duyulduğu yerde ve anda gerekli miktarda üretilmek ve tüketilmek zorundadır (Enerji Sorunu ve Nükleer Santraller Paneli). Bu durum elektrik enerjisi arzında yenilenebilir kaynakların sınırlı kalmasına ve elektrik üretiminin büyük çoğunluğunun fosil kaynaklarla karşılanmasına yol açmaktadır. Maruz kaldıkları yoğun talep sonucu artan fiyatlarıyla beraber, bu kaynakların çevreye verdikleri zararların da fark edilmesi, elektrik üretiminde fosil kaynakların konforunu ve yenilenebilir kaynakların çevreciliğini aynı anda sunabilecek farklı enerji kaynakları arayışlarını ortaya çıkarmıştır.

### 3.1 Dünya Elektrik Üretiminde Mevcut Durum

Dünya üzerindeki, kaynakların farklı dağılımından dolayı elektrik üretiminde farklı coğrafyalarda farklı kaynaklar kullanılmaktadır. Ancak verim, ekonomi ve ortak standartlar gereği kullanılabilir kaynaklar oldukça sınırlanmakta ve ticari boyutta ve istikrarlı elektrik üretimi ancak belli başlı kaynaklarla yapılabilmektedir.

Şekil 3.1. Dünyada kaynaklarına göre toplam elektrik üretimi



Kaynak: World Nuclear Association, (2007b). Nuclear Power in the World Today.

Dünya Toplam elektrik üretim verilerine bakıldığında toplam üretimin %80'den fazlasının termal kaynaklarla karşılandığı görülmektedir. Dünya toplam elektrik üretim miktarı içinde kaynakların oranlarına baktığımızda, kömür %39'luk oranla başta gelmektedir. İkinci sırayı hidrolik elektrik kaynakları, üçüncü sırayı ise %16 ile nükleer enerji almaktadır. Hidrolik kaynaklar dışında kalan yenilenebilir enerji kaynakları dünya toplam elektrik üretimi boyutunda bakıldığında %1'lik oran içinde yer almaktadır. Bu doğrultuda, yenilenebilir enerji kaynakları günümüzde tercih edilen kaynaklar olsa da bugün için dünya elektrik talebine cevap vermeleri imkânsızdır.

Dünyada, yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik etmek için büyük reklâm kampanyaları yürütülmektedir. Ancak hidroelektrik kaynakların dışında kalan yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim maliyetleri yüksek, verimleri düşük olup, orta ölçekli ve bölgesel ihtiyaçlar için uygun görülmektedir. Avrupa Birliğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için % 2 gibi bir hedef gösterilmektedir. Önümüzdeki 20 yılda, dünyada özellikle elektrik enerjisine olan ihtiyaç artacaktır. Nükleer reaktörler, dünya elektrik ihtiyacının yüzde 16'sını, OECD'de yüzde 24, AB ülkelerinde yüzde 25'ini karşılamaktadır. Nükleer reaktörler olmaksızın, baz gücün hemen hemen hepsi fosil yakıtlardan üretilmek zorunda kalınacaktır (TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, 2007:54).

### 3.2 Türkiye'de Elektrik Üretiminde Mevcut Durum

Türkiye geçmiş yıllardaki kırılğan ekonomisi ve istikrarsız politikalar yüzünden uzun vadeli planlamalar ve yatırımlar yapamamış, diğer altyapı sektörlerinde olduğu gibi enerji sektöründe de 1980'li yıllara kadar dünya bazında oldukça gerilerde seyretmiştir. Ancak 1980'li yıllarda elektrik üretim sektörünün büyük atılımlar yapmaya başladığı görülmektedir.

**Tablo 3.1. Türkiye'de Elektrik Enerjisi Üretim ve Talebi (1980-2006) (GWs)**

Ulusal Üretim				İthalat	İhracat	Brüt talep		
Yıllar	Termik	Hidrolik	Jeotermal, Rüzgâr	Toplam	Toplam	Toplam	GWs	Artış (%)
1980	11.927	11.348	-	23.275	1.341	0	24.617	4,5
1985	22.168	12.045	6	34.219	2.142	0	36.361	9,3
1990	34.315	23.148	80	57.543	176	907	56.812	8,0
1995	50.621	35.541	86	86.247	0	696	85.552	10,0
2000	93.934	30.879	109	124.922	3.791	437	128.276	8,3
2005	122.242	39.561	153	161.956	636	1.798	160.794	7,2
2006	131.835	44.244	221	176.300	573	2.236	174.637	8,6

**Kaynak:** T.E.İ.A.Ş. (2007a), **Türkiye Elektrik İstatistikleri**, Tablo: Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretim- İthalat- İhracat ve Talebinin Yıllar İtibariyle Gelişimi.

Tablo 3.1 incelendiğinde Türkiye elektrik üretim ve tüketim miktarlarının her yıl ortalama %8 arttığı ve geçen 20 yılda 23 bin GWs'lerden 125 bin GWs'lere çıkarak toplamda 5 kat arttığı görülmektedir. 1985'den sonra ticari anlamda jeotermal ve rüzgâr enerjisinden faydalanılmaya başlanmışsa da düşük verim değerlerinden dolayı kayda değer bir enerji üretimi görülmemiştir. Yine ithalat miktarları da toplam talebin %3'ünü geçmemiştir. Dikkat çekici bir unsur toplam üretim 5 kat artarken hidrolik üretimin yalnızca 3 kat artmış, termik üretimin ise 8 kattan fazla artmış olmasıdır. 2001 yılında yaşanan ekonomik krizin etkisiyle diğer birçok sektörde olduğu gibi enerji sektöründe de duraklama yaşanmış ve

büyüme gerçekleşmemiştir. Ancak daha sonraki yıllar büyüme eğilimi devam etmiş ve 2006 yılına kadar yılda yaklaşık %7 civarı bir büyüme oranı görülmüştür.

Tablo 3.2’de ise Türkiye’de elektrik enerjisi üretiminde enerji kaynak payları görülmektedir. 1980’li yıllarda termik elektrik üretimi kömür, fuel-oil ve motorin’le sağlanmıştır. Ancak 1990’lı yıllardan itibaren elektrik üretiminde doğalgaz oldukça önemli bir yer tutmaya başlamış ve 1980’li yıllarda %22,4 oranında kullanılan fuel-oil 2000 yılında %6’ya inmiştir. 1980’de hiç kullanılmayan doğalgaz ise 15 yıl içinde %37’lik bir kullanım oranına ulaşmıştır. Hızla artan enerji talebi karşısında ilk yatırım maliyetleri daha fazla olan ancak daha fazla öz kaynağa sahip olunan kömür ve hidrolik kaynakların üretimi yeterince arttırılamamış ve oluşan açık doğalgaz kullanımıyla kapatılmıştır.

**Tablo 3.2. Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminde Enerji Kaynak Payları (%) (1980-2006)**

Yıllar	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2006
Taşkömürü	3,9	2,1	1,1	2,6	3	8,1	8
Linyit	21,7	41,8	34	29,9	27,5	18,5	18,4
Fuel-Oil	22,4	20,5	6,8	6,4	6	3,2	2,4
Motorin	2,6	0,2	0	0,3	0,8	0	0
Lpg	0	0	0	0	0,2	0	0
Atık	0,6	0	0	0,3	0,2	0,1	0,1
Doğal Gaz	0	0,2	17,7	19,2	37	45,3	45,8
Hidrolik	48,8	35,2	40,2	41,2	25,2	24,6	25,1
Diğer Yenilenebilir	0	0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
Toplam	100	100	100	100	100	100	100

**Kaynak:** T.E.İ.A.Ş. (2007c), **Türkiye Elektrik İstatistikleri**, Tablo: Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminin Birincil Enerji Kaynak Paylarının Yıllar İtibariyle Gelişimi.

Türkiye’de 1990’lı yıllara kadar elektrik ihtiyacının yaklaşık dörtte üçü öz kaynaklarla karşılanabilirken, 2000 yılına gelindiğinde bu oranın %50’lere kadar düştüğü görülmektedir. Geçmişte Türkiye elektrik ihtiyacının %50’sini karşılayan hidrolik kaynaklar ise 2006 itibariyle toplam enerjinin ancak %25’ini karşılayabilmiştir. Bu iki kaynak payı düşüş yaşarken doğalgaz kullanımı yıldan yıla artarak %45’in üzerine çıkmıştır. Günümüzde de devam eden talep artışı kısa vadede doğalgaz kullanımının arttırılması ile çözülmeye çalışılsa da uzun vadeli ve kalıcı çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır.

### 3.3 Nükleer Elektrik Üretim Maliyeti

Nükleer elektrik üretiminin maliyetinin hesaplanmasında ülkelerin coğrafi konumu, enerji politikaları, vergilendirme sistemi ve hammadde kaynaklarına ulaşma şekli gibi birçok farklı girdi bulunduğu için farklı maliyet değerlerine ulaşmak mümkündür. Ancak yapılan değerlendirmelerde maliyeti en çok etkileyen unsurlar elektrik santrallerinin inşaa süresi ve kullanım ömrüdür. 1980'li yıllara kadar ortalama 3 senede inşaa edilebilen nükleer santrallerin inşaa süresi günümüzde 9 seneye kadar çıkabilmektedir (Traiforos, 1990: 18). Ayrıca geçmişte yaşanan nükleer santral kazaları sonrası uluslararası anlaşmalarla yeni santraller için belirli güvenlik standartları belirlenmiştir. Bu iki etmen nükleer santrallerin daha güvenli olmaları sağlarken, ilk yatırım maliyetlerinin 1960'lı yıllara göre iki kat artmasına da yol açmıştır.

**Tablo 3.3. Birim Elektrik Üretim Maliyetleri, ABD Sent/kWs**

Kaynaklar	MIT	ABD	Kanada	AB
Nükleer	4,2	4,2-4,6	5,0	4,9-7,5
Kömür	4,2	3,5-4,1	4,5	4,7-6,1
Doğal gaz	5,8	5,5-7,0	7,2	4,6-6,1
Rüzgâr	-	-	-	4,7-14,8
Güneş	-	-	-	91-153

**Kaynak:** (Mart 2008), "Nükleer enerji gerekli mi?" **Cumhuriyet Enerji Dergisi**, Sayı:3, 14., The University of Chicago, (August 2004) **The Economic Future of Nuclear Power**, USA, 2-14., OECD. (2005c). **Nuclear Energy Today**, OECD Publications, Paris, 61.

Bir kilovat saatlik elektrik enerjisi üretmek nükleer santrallerde ortalama 4,7 Sent'e, kömürle çalışan santrallerde 4,6 Sent'e, doğalgazla çalışan santrallerde 6,7 Sent'e rüzgâr türbünlerinde ise ortalama 8,5 Sent'e mal olmaktadır. Bu değerler göz önünde tutulduğunda kömür ile nükleer enerji aşağı yukarı aynı maliyet değerlerine sahip olmakla beraber harici maliyetler ve çevreye olan etkileri kıyaslandığında fark kolayca kapanacaktır. İlk yatırım maliyetleri diğer santral türlerine göre pahalı olmasına rağmen nükleer enerji yakıtının petrol ve doğalgazdan ucuz olması uzun vadede fark yaratmaktadır.

İngiltere'de 35 yılını doldurmuş bazı reaktörler hala faaldir. Yine 1970-1980 yıllarında inşaa edilen dünyadaki pek çok nükleer santralin 40. yıllarına kadar sorunsuz kullanılmaları öngörülmektedir. Ocak 2003'te İngiltere'deki nükleer güvenlik otoriteleri 10 reaktöre 60 yıl çalışma lisansı vererek normal çalışma sürelerinden 20 yıl daha uzun süre çalışmalarına imkân tanımıştır. Yeni teknoloji ve materyallerle bu sürelerin daha da uzaması ve yatırımların daha verimli hale getirilmesi mümkün olacaktır (OECD, 2005:19).

Ortalama bir nükleer santralin elektrik üretiminde hesaba katılan maliyetlerin %60'ı ilk yatırım maliyetleridir. İşletim maliyetleri toplam maliyetler içinde %20, nükleer yakıt işleme maliyetleri ise diğer %20'lik

kısmı oluşturmaktadır (OECD, 2005:60). Bu maliyetler içinde diğer kaynaklarında bulunmayan, nükleer enerjiye özgü bazı ek masraflar da bulunmakta ve maliyet hesapları yapılırken göz önünde bulundurulmaları gerekmektedir. Radyoaktif atık yönetimi ve yok edilmesi gibi üretim sonrası masraflar nükleer enerjinin maliyetini dolayısıyla rekabet edebilme gücünü ve pazar payını doğrudan etkilemektedir.

Fosil yakıt endüstrisi de nükleer enerji gibi hava ve deniz kirliliğine karşı emisyonlarını azaltma zorunluluğuyla karşı karşıyadır. Ancak fosil endüstride atıkların önemli bir bölümünü atmosfere bırakmakta ve atıklardan bu şekilde kurtulmaları maliyetlerini azaltmaktadır. Atmosfere salınan atıklar karşılığında alınacak olan karbon vergisi uygulaması başladığında fosil enerji endüstrisi için de bir harici maliyet kalemi ortaya çıkacağından enerjinin ekonomi tablosu değişecektir (OECD, 2005:61-62).

**Tablo 3.4. Elektrik Üretiminde Kaynaklara Göre Harici Maliyetler (ABD Senti/kWe)**

Kaynak	Dünya	AB
Kömür	2,34 / 19,5	6,15/ 10,95
Petrol	3,38 / 14,17	6,6/10,5
Doğalgaz	0,65 / 4,55	1,95/ 3,45
Hidrolik	0,05 / 0,91	0,6/ 0,75
Güneş	0,13 / 0,39	0,91/0,91
Biyokütle	0,13 / 6,76	1,8 / 2,4
Rüzgâr	0,07 / 0,33	0,15 / 0,32
Nükleer	0,4 / 0,91	0,6 / 0,6

**Kaynak:** OECD, (2007). *The Role of Nuclear Power in Europe*, OECD Publications, London, 41.

Harici maliyetlere baktığımızda kömür ve petrol çevreye verdikleri zarar boyutunda önde gelmektedirler. Ayrıca karbon vergileri ve diğer harici masraflarda yüksektir. Günümüzde gelişmekte olan ülkelerde gözardı edilen harici maliyetler Kömür ve petrolde ortalama kW başına 10 Sent'i doğalgazda ise 2,5 Sent'i bulmaktadır. Bu maliyetler nükleer enerji için ise ortalama 0,6 Sent civarındadır. Yenilenebilir enerji kaynakları tüm dünyada teşvik edilmektedirler ve harici maliyetleri de bu ölçüde oldukça düşüktür. Bu boyutta nükleer enerji harici maliyetleri değerlendirildiğinde diğer fosil yakıtlardan oldukça düşük olduğu ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla yarışabilir düzeyde yer aldığı görülmektedir.



#### 4. TÜRKİYE'DE NÜKLEER ENERJİYE YAPILABİLECEK YATIRIMLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Enerji kaynaklarının sınırlılığı diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de önemli bir sorundur. Batılı ülkeler İkinci Dünya Savaşı'ndan sonraki hızlı gelişme döneminde, gereksinim duydukları santralleri kurmuşlar ve petrol şoklarının ardından tasarrufa yönelmişlerdir. Nüfusları da hızlı artmayan bu ülkeler sadece nükleer değil, diğer tip santralleri de çok sayıda kurmaksızın var olan santrallerle bugüne kadar gelmişlerdir (Cumhuriyet Enerji, 2008: 15). Türkiye'de ise ekonomik problemler ve politik istikrarsızlıklar yüzünden bugüne kadar gerekli yatırımlar yapılamamış ve enerji sorunu tartışmaları da günümüze kadar taşınmıştır. Enerji sorunu Türkiye'nin toplumsal ve sınıai kalkınmasını engelleyen unsurlar arasında yer almış, gerek yerli gerekse yabancı sermayenin ülke dışına kaçmasında rol oynamıştır.

Yaşanan tartışmalarda sıkça gündeme gelen konulardan biri Türkiye'nin zengin enerji kaynakları olduğu halde neden petrol, doğalgaz veya nükleer enerjiye dayalı enerji politikaları geliştirdiği olmuştur. Bu soruya cevap bulabilmek için öncelikle Türkiye'nin tüm öz kaynaklarını ekonomik kapasitede kullanarak üretebileceği yıllık elektrik miktarına bakmamız gerekmektedir.

**Tablo 4.1. Türkiye Kullanılabilir Enerji Kaynak Rezervleri (TWs/Yıl)**

Kaynak	Linyit	Taşkömürü	Hidroelektrik	Rüzgâr	Jeotermal	Toplam
Kapasite	120	10	130	12	16	288

**Kaynak:** Türkiye Taşkömürü Kurumu, (2007). **Rezervler**, Tablo: Rezervler, <http://www.taskomuru.gov.tr/index.php?entityType=html&id=132>, (14.06.2008). **Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü**, (2007). **Jeotermal Çalışmalar**, [http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/13turkiyede\\_jeotermal\\_enerji.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/13turkiyede_jeotermal_enerji.html), (14.06.2008). **Türkiye Genç Maden İşletmecileri Derneği**, (2008). **Araştırma ve Geliştirme Birimi**, **Linyit Raporu**, <http://www.gemad.org.tr/makale.php?id=84>, (14.06.2008). ve **MTA**, (2007) **Araştırma ve Geliştirme Birimi**, **Kömür Birimi**, [http://www.mta.gov.tr/v1.0/daire\\_baskanliklari/enerji/index.php?id=arastirma&m=2](http://www.mta.gov.tr/v1.0/daire_baskanliklari/enerji/index.php?id=arastirma&m=2), (14.06.2008).

Türkiye Elektrik Enerjisi Piyasası Beklentiler ve Gelişmeler 2007 raporunda, Enerji Bakanlığı'nın nüfus, sanayi ve ekonomik gelişmeler dikkate alınarak hazırlanan baz senaryosuna göre elektrik talebinin, yıllık yüzde 8,4'lük artışla 2015 yılında 354 TWs'e ulaşması, yıllık yüzde 6,3 artışı esas alan düşük senaryoya göre ise 297 TWs'e ulaşmasının öngörüldüğü yer almıştır (Salman, 2007:63). Daha önce yapılan rezerv değerlendirmelerinden yola çıkarak hazırlanan Tablo 4.1'de görüldüğü gibi Türkiye'nin ekonomik ölçütlerde faaliyete geçirilmesi olası öz kaynakları toplamda 288 TWs'dir. Bu durumda tahmini değerlerle 2012 yılı sonrası yaklaşık 300 TWs ulaşacak

olan elektrik enerjisi talebi tüm mevcut öz kaynaklar kullanıma geçirilse bile karşılanamayacaktır.

Türkiye, enerji kaynakları açısından net ithalatçı bir ülke konumundadır. 2000 yılı itibariyle yılda tükettiği yaklaşık 80 milyon ton kömürün %85'ini kendi üretirken, 31 milyon ton ham petrolün %91'ini, 15,1 milyar metreküp doğal gazın %96'sını ithal etmiştir. Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de oldukça fazla tüketilen petrol yerli rezervlerle karşılanamamakta ve İran, Cezayir, Libya ve Rusya gibi ülkelerden yıllık 23 milyon ton ham petrol ithal edilmektedir. Yine doğalgaz tüketim oranı katlanarak artarken yerli üretim bu tüketimin ancak %3'ünü karşılayabilmektedir. Türkiye'nin elektrik üretiminin yaklaşık yarısı doğalgaz ile sağlanmakta olup bu oran doğalgaz üreticisi ülkelerde bile görülmemektedir (TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, 2008:77). Bu durum son beş yılda sürekli artan petrol fiyatlarıyla birlikte ülkenin dış açığını ve ekonominin dışa bağımlılığını sürekli arttırmaktadır.

Dünya Enerji Ajansı'nın ve AB'nin de öngörüsüne göre tükenme eğilimine bağlı olarak petrol ve doğalgaz fiyatları yükselmeye devam edecektir (Emoenerji Toplumsal Haber ve Araştırma Dergisi, 2007: 93). Türkiye'nin en zengin olduğu fosil kaynak, olan 8,4 milyar tonluk linyitlerin kullanımında gerçekleştirilmesi planlanan artışlar, 2020 yılına kadar rezervlerin 1,5 milyar tonunu tüketmiş olacaktır. Ayrıca Türkiye linyitlerinin enerji yoğunluğu düşük olduğu gibi; kireç, kükürt ve nem oranı yüksektir ve bu durum enerji verimini düşürmektedir. Buna bağlı olarak kömür santralleri yüzde 50 verim düzeyiyle çalıştırılabilmektedir. Sonuç olarak, Türkiye'nin elektrik üretim görevi 2007 yılı itibariyle üretimin %48'ini sağlayan doğalgaza verilmiştir. Bu kaynağın fiyatı ise petrole endeksli olarak artmaktadır (Cumhuriyet Enerji, 2008:14).

Kyoto Protokolü, yoğun petrol tüketimi yüzünden yüksek karbon emisyonları açığa çıkaran ülkeleri çeşitli çözüm yolları üretmeye yöneltmiştir. Kanada'da Protokol'ün gerektirdiği emisyon değerlerini yakalamak için geliştirilen projeye, sanayide kullanılmak üzere özel reaktör sistemleri tasarlanmıştır. Projede, reaktörlerden elde edilecek elektrik, hidrojen üretimi ve ısının sanayide kullanılmasını öngören kompleks sistemlerle günlük 30'la 60 bin varil arası petrol tasarrufu yapılması öngörülmektedir. Bu sayede Protokol'ün gerektirdiği emisyon değerleri de yakalanabilecektir (Donnelly, 1999:8). Küresel iklim değişimi, Türkiye'nin AB ile olan ilişkileri ve Kyoto Protokolü, karbon emisyon indirimi zorunlu kılmaktadır. Bu durum yakında Türkiye'nin karşısına karbon vergisi olarak çıkacaktır. Hızla tükenmekte olan fosil yakıtların maliyetlerinin gelecekte daha da artacağını da göz önünde bulundurursak gelecekte fosil kaynaklı santrallerin daha pahalı enerji üretmeleri kaçınılmazdır.

Dünyada yaşanan büyük petrol krizlerinin ardından birçok ülkede fosil kaynaklara bağımlılığı azaltma kararı verilmiştir. Tayvan gibi bazı ülkeler 80'li yılların sonunda ciddi ve hızlı enerji programları sayesinde nükleer enerjiye geçmişler ve maliyetlerini de düşük tutmayı başarak dünya ticaretinde oldukça önemli bir yere sahip olabilmışlerdir (Künar, 2002: 67). Türkiye'de hızla artan bir enerji talebi vardır. Nüfus yapısı ve artan sanayileşme göz önünde tutulduğunda bu talep artışı eğiliminin uzun süre devam edeceği öngörülebilir. Bu durumda Türkiye'nin petrol ve doğalgaz bağımlılığını azaltabilmesi ve uzun vadede istikrarlı enerji kaynaklarına sahip olabilmesi için nükleer enerjiye ihtiyacı vardır.

Nükleer santraller birçok bakımdan termik santrallere benzemektedirler. Temel yapı, suyun buharlaştırılması, buharın türbünlere yönlendirilmesi ve türbünlerin elektrik üretmesi şeklindedir. Ancak termik santrallerde suyun buharlaştırılması için yakıt doğrudan yakılarak ısı elde edilirken, nükleer santralde bu işlem nükleer füzyonla gerçekleştirilmektedir. Bu durum daha küçük hacimlerde daha fazla enerji üretimi sağlayabilmekte, ortalama bir nükleer reaktör için yıllık sadece 20–30 tonluk bir yakıt yeterli olabilmektedir. Bu sayede yatırım maliyetleri oldukça yüksek olan nükleer santrallerin yakıt maliyetleri fosil kaynaklardan çok daha düşük olabilmektedir ((TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, 2007:55).

Nükleer enerjinin tek olumlu yönü yakıt maliyetleri değildir. Fosil yakıtların dünya enerji gereksinmesini kısa bir süre sonra karşılayamayacağını öngörülmektedir. Doğrudan yakıt olarak kullanılabilen bilinen dünya uranyum rezervleri ise 16 milyon tonun üzerindedir. Bu rezervler bugünkü kullanım oranlarıyla 250 yıl yeterlidir. Nükleer enerji kullanımına geçildiğinde Türkiye kendi yakıtını üretebilene kadar nükleer yakıtlar ithal edilmek zorunda kalacaktır. Ancak nükleer yakıt ithal edilerek sağlansa bile petrol ve doğalgazla kıyaslandığında daha geniş arz alternatifleri ve arz güvenliği sunacaktır. Ayrıca gelecekte yeni kaynakların bulunması veya toryum kaynaklarının kullanılabilme olasılığı ile öz kaynakların kullanılması da mümkün olabilecektir.

Nükleer enerjinin güçlü yönlerinden biri küçük bir miktardan büyük oranda enerji üretilebilmesidir. Bu gücün diğer bir avantajı da enerji üretimi sonrasında elde edilecek atığın da aynı oranda küçük olmasıdır. Elde edilen atıkların küçük miktarda olması bu atıkların kontrol edilebilirliğini de arttırmaktadır. Daha tehlikesiz gibi görünen fosil yakıtlar ise büyük oranlarda atık açığa çıkardıkları için kontrol edilmeleri güçleşmekte ve sonuçta bu atıklar bir şekilde doğaya salınmaktadır. Nükleer reaktörlerin tehlikeli görülmelerinin ana nedeni üretilen radyoaktif atıklardır. Oysa nükleer enerji

üreten ülkelerde bir yılda üretilen toplam radyoaktif atığın ancak %1'i nükleer reaktörlerce üretilmektedir.

AB'de 1000 MWe gücündeki modern bir nükleer reaktörün bir yıllık atık üretimi 30 ton civarındadır. Aynı güçteki bir kömür santral ise yılda 600 bin ton kül açığa çıkarmaktadır. Bu kadar fazla atığın kontrol edilmesi nükleer atıklara göre oldukça güçtür. Yaygın inancın tersine kömür santrallerinin ürettikleri bu küllerin yaydığı toksik ve radyoaktif madde oranı, nükleer santral atıklarından 100 kat daha fazladır (Gabbard, 2008). Nükleer reaktörler termik santraller içinde çevreyle en barışık olan santral türüdür. Sera gazı üretiminde nükleer reaktörler 30 gramlık değerleriyle hidrolik santrallere yakın bir performans sergilerken doğalgaz santralleri 8, kömür santralleri ise 20 kat daha fazla sera gazı üretmektedirler. Yine sülfürdioksit, nitrojenoksit üretimlerinde de doğalgaz santralleri 15-30, kömür santralleri ise nükleer santrallerden 250-300 kata varan oranlarda daha fazla emisyon açığa çıkarmaktadırlar (Meier, 2002: 66-72). Ayrıca geçmişte yaşanan kötü tecrübelerden yola çıkarak nükleer atık yönetimi konusunda birçok ülke çalışmada bulunmuş ve bu çalışmalara büyük kaynaklar harcanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu Finlandiya, İsveç ve Fransa gibi bazı ülkeler nükleer atıkların güvenli bir şekilde depolanabilmesi için yeni çözümler üretmişlerdir (WEC, 2007:25-26).

Ekonomik ve politik nedenlerle nükleer enerji en riskli enerji kaynağı gibi gösterilmeye çalışılmaktadır. Oysa dünyada son yüzyılda gerçekleşen enerji kaza sayılarına bakıldığında, doğalgaz ve petrol kazaları nükleer santrallerin önünde yer almaktadır. 1950'lerden bu yana gerçekleşen nükleer reaktör kazalarında yaklaşık 200 kişi hayatını kaybetmiştir. Oysa bu güne kadar toplam 182,156 kişinin hayatını kaybettiği enerji kazalarında ölümlerin %94'ü hiçbir tehlikesi yokmuş gibi görülen hidrolik santrallerde gerçekleşmiştir (Sovacool, 2008:1802-1820). Bu açıdan bakıldığında nükleer enerjinin diğer herhangi bir kaynaktan daha fazla risk taşıdığını söylemek mümkün değildir.

## SONUÇ

Dünya enerji politikaları incelendiğinde ülkelerin öncelikle öz kaynaklarına dayalı yatırımlar yaptıkları, öz kaynaklar yeterli gelmediği oranda dış kaynaklara yöneldikleri görülmektedir. Örneğin zengin kömür yataklarına sahip olan Almanya, elektrik üretiminin %50'sini kömür kullanarak, petrol zengini İran ise elektrik üretiminin %88'ini petrol ve doğalgaz kullanarak üretmektedir. Öte yandan fosil yakıtlar bakımından oldukça fakir olan Fransa ise elektrik üretiminin %78'ini nükleer enerji kullanarak üretmekte hatta kendi hammadde kaynakları bulunmamasına rağmen ürettiği elektriğin bir kısmını diğer ülkelere pazarlamaktadır.

Türkiye ise diğer birçok gelişmekte olan ülke gibi geçmişte yapması gereken enerji yatırımlarını politik ve ekonomik istikrarsızlıklar yüzünden yapamamıştır. Değişken ve artan enerji talebi karşısında gün geçtikçe daha büyük bir enerji çıkmazı içine girmektedir. Türkiye artan talebi doğalgaz ve petrol ürünleri ithalatını her geçen gün biraz daha arttırarak karşılamaya çalışmış ve 2007 yılında üretilen elektriğin %48'i doğalgaz kullanılarak üretilmiştir. Nevarki elektrik üretiminde doğalgaz kullanımı oranı dünyanın en büyük doğalgaz rezervlerine sahip Rusya'da bile %40 civarındadır.

Türkiye'nin sahip olduğu en büyük enerji kaynakları olan hidrolik kaynaklar ve linyit kendi başlarına Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılamakta yetersizdir ve diğer kaynaklarca desteklenmeleri gerekmektedir. Ayrıca Türkiye'nin AB ile olan ilişkileri sonucu linyit kullanımıyla ilgili sınırlamaların söz konusu olması an meselesidir. Türkiye'nin sahip olduğu iddia edilen diğer zengin enerji kaynakları olan rüzgâr ve güneş ise günümüz teknolojisi ile ekonomik ve verimli değillerdir. Ayrıca bu kaynaklar özel bazı coğrafyalarda ve belirli zaman dilimlerinde kullanılabilirler. Bu açıdan bakıldığında Türkiye'nin hızla artan enerji talebini karşılamak için her zaman kullanılabilir, emre amade enerji kaynaklarına ihtiyacı vardır. Günümüzde bu şartlar ancak fosil ve nükleer kaynaklarla sağlanabilmektedir.

Türkiye nükleer enerji kullanımına geçmezse linyit ve hidrolik güç kullanımının arttırılması gerekecek ancak talep karşılanamayacak ve doğalgaz talep artışı sürecektir. Buna bağlı olarak ülkenin dışa bağımlılığı ve dış ödemeler dengesindeki açık artmaya devam edecektir. 2006 yılında yeniden başlatılan nükleer enerjiye geçiş projeleri hayata geçirilebilir ve zamanla nükleer enerji kullanımı arttırılabilirse, nükleer hammadde üretimiyle ilgili çalışmalara yeterli yatırımlar yapılmadığı ve uzun bir dönem çalışmalara ara verildiği için bir süre hammadde bakımından dışa bağımlı bir dönem yaşanacaktır. Ancak, hammadde üreten ve pazarlayan ülkeler petrol ve doğalgaza göre daha çeşitlidir ve nükleer hammadde kaynaklarının arzı uzun vadede daha istikrarlı görünmektedir. Ayrıca ileride kullanılması mümkün olacak toryum kaynakları göz önünde tutulduğunda, nükleer enerji Türkiye'ye daha parlak bir gelecek vaat etmektedir.

Nükleer enerjinin elektrik üretimi dışında, günlük yaşamda birçok farklı kullanım alanı bulunmaktadır. Nükleer enerji tıpta radyoloji adı altında teşhis ve tedavide, endüstride görüntüleme ve sterilizasyonda, deniz taşımacılığında, sıvı hidrokarbon ve hidrojen gibi alternatif enerji kaynaklarının üretiminde, deniz suyundan içme suyu elde etmede, tarım ve hayvancılık gibi birçok alanda uzun zamandır yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Nükleer enerjinin bu boyutları göz önünde tutulduğunda,

Türkiye elektrik üretimi için nükleer reaktör kurmasa da nükleer enerjiye ihtiyaç duyacağı açıktır.

Sonuç olarak Türkiye'nin son dönemde harekete geçen sanayisini ayakta tutabilmesi, artan rekabet ortamında yabancı sermayeyi çekmeye devam edebilmesi ve halkın refah düzeyini arttırabilmesi için ihtiyaç duyduğu, temiz güvenilir ve ekonomik enerji ihtiyacının karşılanmasında nükleer enerji en önemli kaynak alternatiflerinden biridir. Burada sözü edilen diğer kaynakları terk edip tamamen nükleer enerji kullanımı değil, nükleer enerjinin Türkiye enerji kaynak çeşitliliğine katkıda bulunmasıdır. Türkiye ekonomisinin sürdürülebilir büyümeye ihtiyacı vardır. Nükleer enerji Türkiye elektrik üretiminin %20'sini karşılayacak düzeyde kullanılabilirliğinde, petrol ve doğalgaz kullanımı üzerindeki baskı ve buna bağlı olarak ülkenin ekonomisinin dışa bağımlılığı azalacak ve ülkenin dış ödemeler dengesindeki açık daralacaktır. Bu bağlamda son dönemde yürütülen nükleer santral kurulum projeleri bir an önce hayata geçirilmelidir.

### KAYNAKÇA

- (Mart 2008), "Nükleer Enerji Gerekli Mi?" **Cumhuriyet Enerji Dergisi**, Sayı: 3, 12-14, s: 14.
- (Ekim 2007). "Dünya Nükleere Değil Yenilenebilir Yönelde", **Emoenerji Toplumsal Haber ve Araştırma Dergisi**, Sayı:3, s: 93.
- Alış, Halil, (2007). "Elektrik Enerjisi Arz-Talep Durumu", **Emoenerji Toplumsal Haber ve Araştırma Dergisi**, Sayı: 1, Şubat 2007, 20-21, s: 20-21.
- Burges, Karsten ve Christian Nabe, (April 2007), **Opportunities of Large-Scale Integration of Wind Wind Energy in the Turkish Power Sysytem**, Ecofys, Berlin, s: 2.
- Commission Of The European Communities,(2005). **Green Paper**, Brussels, s: 16-17.
- Demirtaş, Metin ve Vedat Gün, (2007). "Avrupa ve Türkiye'deki Biyokütle Enerjisi", **C.B.Ü. Fen Bil. Dergisi**, Sayı: 3, 49-56, 50.
- DSİ, (2005), **Toprak ve Su Kaynakları**, <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>, (14.06.2008).
- Donnelly, John K., **Nuclear Energy in Industry: Application to Oil Production**, Climate Change and Energy Options Symposium, Canadian Nuclear Society, Ottawa, Canada, 1999, s: 8.
- DPT, (2007) Dokuzuncu Kalkınma Planı, **Petrol ve Petrol Ürünleri Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, Ankara, s: 1.
- (2001). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik ÖİK Raporu, Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu, **Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu**, Ankara, s: 35-36.
- Kömür Çalışma Grubu Raporu**, s: 11-12.
- Petrol-Doğalgaz Çalışma Grubu Raporu**, s: 54-55.
- Nükleer Enerji Hammaddeleri Çalışma Grubu Raporu**, s: 8.
- Eğilmez, Ayfer, (2008). **Dünya Enerji Politikaları ve Türkiye'nin Konumu**, [http://www.petrol-is.org.tr/webarastirma/seytor\\_arastirma/arastirmalar/enerji\\_politikalar%64%b1.htm](http://www.petrol-is.org.tr/webarastirma/seytor_arastirma/arastirmalar/enerji_politikalar%64%b1.htm), (08.06.2008).
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, (2007). **Jeotermal Çalışmalar**, [http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/13turkiyede\\_jeotermal\\_enerji.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/13turkiyede_jeotermal_enerji.html),

- (14.06.2008).
- Enerji Sorunu ve Nükleer Santraller Paneli, [http://www.mmoistanbul.org/site/downloads/n%C3%BCKleer\\_kitapcik.pdf](http://www.mmoistanbul.org/site/downloads/n%C3%BCKleer_kitapcik.pdf), (12.06.2008).
- Energy Information Administration, (2008). **Office of Energy Markets and End Use, International Energy Statistics Team**, USA.
- (2007). International Energy Annual 2005, USA, Table: 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8.
- (2006). **Renewable Energy Plays a Role in the Nation's Energy Supply**, The Energy, USA, [http://tonto.eia.doe.gov/energy\\_in\\_brief/renewable\\_energy.cfm](http://tonto.eia.doe.gov/energy_in_brief/renewable_energy.cfm),
- European Communities (2008), **EU energy and transport in figures**, Statistical Pocketbook 2007/2008, , Belgium, s: 55.
- Gabbard, Alex, (2008). **Coal Combustion: Nuclear Resource or Danger**. Oak Ridge National Laboratory. <http://www.ornl.gov/info/ornlreview/rev26-34/text/colmain.html> (31.06.2008)
- International Atomic Energy Agency, (2008a). **Nuclear Power Plants Information**, Vienna <http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.eaf-y.htm>. (02.08.2008).
- (2007). **Nuclear Power Reactors in the World**, Table 8. Operating Reactors and Net Electrical Power, 1975 to 2006, Vienna.
- International Energy Agency, (2008), **Statistics and Balances**, Electricity/Heat by Country/Region, USA, <http://www.iea.org/Textbase/stats/prodresult.asp?PRODUCT=Electricity/Heat> (14.06.2008).
- (1992). **Energy Policies IEA Countries 1991 Review**, OECD Publications, Paris, s: 195-196
- (1987). **Energy Policies and Programmes of IEA Countries 1986 Review**, OECD Publications, Paris, s: 155, 186, 207, 224, 238, 256, 283, 303, 442.
- (1982). **Energy Policies and Programmes of IEA Countries 1981 Review**, OECD Publications, Paris, s: 141-142, 166-167, 185-186, 197-198, 212-213, 236-237, 251-252, 353-354.
- Küçük, Hayati, (2008). "Nükleer Santral İçin İhale Süreci Başlatıldı", **Cumhuriyet Enerji**, Sayı: 4, Nisan 2008, 22-23, s: 22.
- Künar, Arif, (2004).**Enerji Politikaları ve Nükleer Santraller**, Elektrik Mühendisleri Odası, Odak Ofset, Ankara, s: 21.
- (Nisan 2002). **Don Kişot'lar, Akkuyu'ya Karşı; Anti-Nükleer Hikâyeler**, Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hiz. Ltd.Şti., Ankara, s: 17.
- Meier, Paul J., (August 2002). **Life-Cycle Assessment of Electricity Generation Systems and Applications for Climate Change Policy Analysis**, University of Wisconsin-Madison, USA, s: 66-72.
- MTA, (2007) **Araştırma ve Geliştirme Birimi, Kömür Birimi**, [http://www.mta.gov.tr/v1.0/daire\\_baskanliklari/enerji/index.php?id=arastirma&m=2](http://www.mta.gov.tr/v1.0/daire_baskanliklari/enerji/index.php?id=arastirma&m=2), (14.06.2008).
- Nükleer Kitapçık**, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, [http://www.mmoistanbul.org/site/downloads/n%C3%BCKleer\\_kitapcik.pdf](http://www.mmoistanbul.org/site/downloads/n%C3%BCKleer_kitapcik.pdf), (12.06.2008).
- OECD,(2007). **The Role of Nuclear Power in Europe**, OECD Publications, London, s: 41.
- (2005). **Nuclear Energy Today**, OECD Publications, Paris, France.
- OPEC, (2008) **Annual Statistic Bulletin**, Austria, s: 115-117.
- Parasız, İlker, (2006).**Makro Ekonomi**, Ezgi Yayınevi, Bursa, s: 323.
- Salman, Banu, (2007) "Buyrun Elektrik Borsasına", **Emoenerji Toplumsal Haber ve Araştırma Dergisi**, Sayı: 1, Şubat/2007, 58-63, s: 63.

- Satman, Abdurrahman, (2007). **Türkiye’de Enerji ve Geleceği, İTÜ Görüşü**, İstanbul s: 27.
- Sezgin, Naim ve diğerleri, (2003) “Katı Atık Depo Gazından Elektrik Üretimini Türkiye’de Uygulanabilirliğine İki Örnek: İstanbul Ve Bursa Tesisleri”, **Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi**, Sayı:3, 89-96, s:91-92.
- Sinha, R.K. and A. Kakodkar, (2006). “Design and development of the AHWR—the Indian thorium fuelled innovative nuclear reactor”, **Nuclear Engineering and Design**, Vol: 236, April 2006, Issue: 7-8, 683-700, 683.
- Sovacool, Benjamin K. (May 2008). “The Costs of Failure: A Preliminary Assessment of Major Energy Accidents, 1907–2007” **Energy Policy**, Vol: 36, Issue: 5, s: 1802-1820.
- Şener, Mehmet, (2006). “Nükleer Enerji Tarihimiz ve Gerçekler”, **Haber Bülteni Dergisi**, Sayı: 2, Nisan-Mayıs-Haziran 2006, 59-66, s: 59-66.
- Şimşek, Nevzat, (1998). “Enerji Sorununun Çözümünde Jeotermal Enerji Alternatifi”, **Çev-Kor**, Sayı: 29, 15-20, s: 16-17.
- T.E.İ.A.Ş. (2007a), **Türkiye Elektrik İstatistikleri**, Tablo: Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretim- İthalat- İhracat ve Talebinin Yıllar İtibariyle Gelişimi (1975-2006), <http://www.teias.gov.tr/ist2006/index.htm>, (14.06.2008),
- (2007b), Tablo: Türkiye Kurulu Güç ve Üretimini Yıllar İtibariyle Gelişimi (1970-2005), <http://www.teias.gov.tr/ist2005/index.htm>, (14.06.2008).
- (2007c), Tablo: Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretimini Birincil Enerji Kaynak Paylarının Yıllar İtibariyle Gelişimi , <http://www.teias.gov.tr/ist2006/index.htm> (14.06.2008).
- TAEK, (2008a). **Nükleer Tesisler**, <http://www.taek.gov.tr/bilgi/nukleer/nuktesisler.html>.
- (2008b). **Ülkemizin Nükleer Hammadde Rezervleri**, [http://www.taek.gov.tr/bilgi/elkitabi\\_brosur/brosurler/genel/10.html](http://www.taek.gov.tr/bilgi/elkitabi_brosur/brosurler/genel/10.html). (14.06.2008).
- The University of Chicago, (August 2004) **The Economic Future of Nuclear Power**, USA, s: 2-14.
- Traiforos, Spyros ve diğerleri, **The Status of Nuclear Power Technology-An Update**, World Bank, USA, April 1990, s: 18.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2007). **Enerji İstatistikleri**, Türkiye Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi, Birincil Enerji Kaynakları Üretim, Tüketim Gerçekleşmeleri, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (14.06.2008).
- TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası (2007). **Çernobil’in 20. Yılında Nükleer Santraller ve Türkiye**, Ankara, s: 54-56.
- (Eylül 2004). **Enerji Politikaları ve Nükleer Santraller**, Ankara, s: 34.
- TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, (2008). “Doğalgaz Komedyası Devam Ediyor”, **Haber Bülteni Dergisi**, 2007/4-2008/1, 76-77, s: 77.
- (2007). “Nükleer Yasada Kamu Yararı Nerde?”, **Haber Bülteni Dergisi**, 2007/2, 114-115, s: 114.
- Tunç, Murat ve diğerleri (2006), “Comparison of Turkey’s Electrical Energy Consumption and Production with Some European Countries and Optimization of Future Electrical Power Supply Investments in Turkey”, **Energy Policy**, Issue:34, 50-59, s: 52.
- Tübitak, (2003). **Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli Raporu**, Ankara, s:6.
- Türkiye Genç Maden İşletmecileri Derneği, (2008). Araştırma ve Geliştirme Birimi, **Linyit Raporu**, <http://www.gemad.org.tr/makale.php?id=84>,(14.06.2008).
- Türkiye Taşkömürü Kurumu, (2007), **Rezervler**, Tablo: Rezervler (01.01.2007), <http://www.taskomuru.gov.tr/index.php?entityType=html&id=132>, (14.06.2008).
- Türkiye Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (2007a), **Türkiye’deki Ham Petrol Rezervleri**, [http://www.pigm.gov.tr/2006\\_petrol\\_rezervleri.htm](http://www.pigm.gov.tr/2006_petrol_rezervleri.htm), (11.06.2008).



- (2007b), **Türkiye'deki Doğal Gaz Rezervleri**, [http://www.pigm.gov.tr/2006\\_dogalgaz\\_rezervleri.htm](http://www.pigm.gov.tr/2006_dogalgaz_rezervleri.htm), (11.06.2008).
- World Energy Council, (2007). **2007 Survey of Energy Resources**, London. s: 10-15, 55-59, 159-163, 250-251, 279-288, 209-212.
- (2007). **The Role of Nuclear Power in Europe**, s: 25-26.
- World Nuclear Association, (2008a), **World Nuclear Power Reactors 2007-08 and Uranium Requirements**, <http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html> (14.08.2008).
- (2007a). **Research Reactors**, <http://www.world-nuclear.org/info/inf61.html>,
- (2007b). **Nuclear Power in the World Today**, <http://www.world-nuclear.org/info/inf01.html>, (14.06.2008).
- (September 2005). **Outline History of Nuclear Energy**, <http://www.world-nuclear.org/info/inf54.html>, (14.06.2008).
- Ünsal, İstemi, (2004). **Enerji Gündemi ve Sorunlarımız**, Emo Yayınları, Ankara, s: 14.