



Enerjide Son Seçim: Nükleer Enerji

Metin Yıldırım^{1*} ve İbrahim Örnek¹

¹Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 27310 Gaziantep

Özet. Petrol, kömür, doğalgaz fiyatlarının yükselmesi, Rusya'nın güvenilir bir doğalgaz kaynağı olmadığı ortaya çıkması, enerji arz güvenliğinde yaşanan gelişmeler, dünyada nükleer tartışmaları yeniden başlatmıştır. Türkiye'de de nükleer enerji, taraftarları ve karşıtları olarak tartışılan hassas bir konu haline gelmiştir. Dünya elektrik ihtiyacının yaklaşık % 17'sini karşılamasının yanı sıra tıp ve endüstride kullanılmasının nükleer enerjiyi çok önemli hale getirdiği ortadadır. Ancak bu konuda, Türkiye'de nasıl bir politika izleneceği henüz ortaya konmadığı gibi çevre endişeleri sebebiyle de bir ilerleme kaydedilememiştir. Türkiye, öncelikli olarak, jeotermal, hidrolik, kömür, güneş ve rüzgar enerji kaynaklarına yönelerek bu kaynakları devreye sokmak zorundadır. Aksi takdirde, teknolojinin takip edilerek, iletişim yönetimi sorunu ve diğer olumsuz görüşlerin bir an evvel ele alınması ve Türkiye'nin nükleer enerjide komşu ülkeleriyle rekabet şansını yakalaması zorunlu hale gelecektir.

Anahtar kelimeler: Enerji, Nükleer, Reaktör, Nükleer elektrik, Çernobil.

Ultimate Choice for Energy: The Nuclear Energy

Abstract. Increases in the prices of oil, hard coal and natural gas, emergence of Russia as a not reliable resource for the natural and the developments in the security of the energy supply again have been started the nuclear energy as a hotly debated issue in the world. This is also a sensitive topic among the opponents and proponents of the nuclear energy in Turkey. Nuclear energy is very important since it provides about 17 % of the electric energy in the world and is used in industry and medical area. However, Turkey has not declared any policy about this yet, because of the worries about the environmental reasons and has not gained any progress about nuclear energy. First of all, Turkey must use her geothermal, hydropower, hard coal, solar and wind energies. Otherwise, Turkey may find herself in a competition with her neighboring countries

Key words: Energy, Nuclear, Reactor, Nuclear electric, Chernobyl.

I. GİRİŞ

Enerjide 2030 yılında şimdi olduğundan %60 daha fazla ihtiyaç duyulması, petrol ve doğalgaza bağımlı hale gelmesi dünyayı enerji politikalarını tekrar gözden geçirmeye itmiştir. Ortaya çıkan enerji krizleri ile birlikte rekabetçi bir enerji sektörü oluşturmak, enerji çeşitliliği sağlamak, yeni teknoloji ve alternatif enerji kaynaklarını kullanmak ülkelerin vazgeçilmez amaçlarını oluşturmuştur.

Enerji sorunlarından dolayı, ülkeler nükleer enerji için çalışmalarına başlamışlardır. Asya ülkeleri, AB ülkeleri ve ABD; yeni nükleer santrallerin yapımı, gelişimi konusunda

değerlendirmeler yapmışlardır. Ulusal kalkınma çabalarının ve sanayileşmenin en büyük gereksiniminin enerji olduğu; ülkelerin ulusal plan ve programlarında geleneksel ve yerli enerji kaynaklarının yanı sıra, yeni enerji kaynaklarına yönedikleri, yeni enerji kaynakları arasında ise Nükleer Enerji'nin yoğun bir yer tuttuğu bilinmektedir.

Türkiye'de de nükleer enerji ile ilgili tartışmalar 1960'lı yıllarda başlamış, Türkiye'de kurulması istenen, ancak ihale iptalleri ile gerçekleştirilemeyen nükleer santraller, son günlerde çok daha tartışılır hale gelmiştir. Taraf olanlar ve karşı olanlar olmak üzere nükleer enerji ile ilgili gruplar, Türkiye'de nükleer enerjinin geleceği için görüşler ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmada, dünya ve Türkiye açısından nükleer enerji değerlendirilerek, nükleer enerjinin olumlu ve olumsuz tarafları değerlendirilmiştir. Çalışmada, ayrıca, Türkiye'nin komşu ülkelerindeki nükleer enerji gelişimi de irdelenmiştir.

II. DÜNYADA NÜKLEER ENERJİ

İlk nükleer reaksiyon 2 Aralık 1942'de University of Chicago'da gerçekleştirilmiştir. ABD, nükleer silah projesi Manhattan Project'in meyvesi olan atom bombalarından ilki 'Little Boy'u (Küçük Çocuk) 6 Ağustos 1945'te Hiroşima'ya, ikincisi Fat Man'i de (Tombul Adam) 15 Ağustos'ta Nagasaki'ye atmıştır. İlk nükleer reaktörler, Soğuk Savaş'ın başlarında ABD ile SSCB arasındaki rekabetin sonucu olarak oluşmuştur. ABD'nin Idaho eyaletindeki reaktör Experimental Breeder Reactor I adlı deney santrali, 20 Aralık 1951'de ilk nükleere dayalı elektrik enerjisini üretmiştir. İlk sivil amaçlı nükleer elektrik üretimini SSCB, 27 Haziran 1954'te Obninsk, Kaluga Oblast reaktöründe gerçekleştirmiştir (Hangi Nükleer Teknoloji..., 2006).

Dünyada enerji üretiminin yaklaşık olarak %64.5'i fosil yakıtlar (%38.7 kömür, %18.3 gaz, %7.5 petrol), %16.6'sı hidrolik enerji, %17.1'i nükleer enerji ve %18'i yenilenebilir enerji kaynaklarından gerçekleşmektedir. Dünyada 56 ülkede toplam 284 araştırma reaktörü çalışmakta ve ticari olarak işletilmekte olan 439 nükleer reaktör bulunmaktadır. 32 ülke nükleer jeneratörlerden global elektriğin % 16'sını üretmektedir. Bunların yanında 250'yi aşkın gemi ve denizaltı nükleer enerji ile hareket edebilmekte, dünya genelinde 1000'i aşkın ticari, askeri ve araştırma amaçlı nükleer reaktör işletilmektedir. Rusya'nın her biri iki reaktör taşıyan 460 nükleer denizaltısı denizlerde dolaşmakta ve bir o kadar da ABD'nin bulunduğu belirtilmektedir. Dünya üzerinde yerin altına gömülmemiş 715 araştırma reaktörü bulunmaktadır. Nükleer olmayan çok az sayıda ülke kalmıştır (Laçiner, 2006). Nükleer reaktörlerin ülkelere göre durumu Ek 1'de gösterilmiştir. Nükleer enerjiden elektrik üreten ülkelere bakıldığında ABD'nin başı çektiği görülmektedir. Dünyanın en büyük nükleer kapasiteli ülkesi olan ABD'de 104 adet sivil amaçlı ticari nükleer reaktör bulunmaktadır. Nükleer reaktörler toplamda 98.000 megavat enerji üretmektedir.

ABD'de 1973 yılından bu yana yeni bir nükleer reaktör yapımı projesi başvurusu onaylanmamıştır. Ülkede yeni nükleer yatırımlar sadece mevcut reaktörlerde güncelleme ve kapasite artırımı şeklinde yapılmıştır. ABD 103 ticari reaktörle dünyada en fazla işleyen nükleer enerji santraline sahip ülke konumundadır. Ancak ABD'de işleyen reaktör sayısı kadar iptal edilen proje sayısı da dikkat çekmektedir. 138 projenin iptal edilmiş olması ve 1978'den bu yana nükleer reaktör siparişi verilmemesi de altı çizilmesi gereken unsurlar arasında sayılmaktadır. ABD, atık sorunu ve işletme güvenliğine yönelik teknolojilerin geliştirildiği sistemler üzerinde çalışmaktadır. ABD, yeni geliştirilmiş güç santrallerini 2010'dan sonra piyasaya sürebilmek için 38.5 milyon dolar fon ayırmasına rağmen atık sorununa yönelik sıkıntılar sürmektedir (Nükleer Enerji Dosyası, 2006; Taş vd., 2006).

Dünyada 24'ü inşa aşamasında, 112 reaktör yatırımı bulunmaktadır. Faaliyette bulunan reaktörlerin %23 ABD'de, %13,5 Fransa'da, %12'si ise Japonya'da bulunmaktadır. Sadece Ukrayna'nın 15 reaktörü bulunmakta ve 16.'sını teslim almak üzeredir. Ukrayna'da, Çernobil Nükleer Santrali 4. ünitesinde meydana gelen kazadan sonra nükleer santrallerin kapatılması

gündeme gelmişse de, bundan dolayı hiçbir ülkede nükleer santral kapatılmamıştır. Çernobil'in bir ünitesi ise hâlen çalışmaktadır. Nükleer elektrik üretimi ile toplam elektrik üretiminin Fransa'da % 78'si, Ukrayna'da % 46'sı, ABD'de % 20'si, Almanya'da %28'si, Japonya'da %25'i, Brezilya, Hindistan ve Çin'de ise bu rakamlar sırasıyla, % 3,7, %3.3 ve % 2,2 olarak gerçekleşmiştir (Arık ve Turan, 2006:27).

Nükleer santrallere yönelik en yüksek dinamizm Asya ülkelerindedir. Nükleer enerjiden elektrik üreten ülkelerin başında Japonya gelmektedir. Japonya, ülke elektriğinin yüzde 25'ini nükleer enerjiden sağlarken bu ülkede yaşanan nükleer kazalar, nükleer enerjiye yönelik bakış açısını da olumsuz etkilemiştir. 1995'te Monju hızlı üreticisinde sodyum sızıntısı, Mart 1997'de Tokai yeniden işleyicisinde atık patlaması, Eylül 1999'da Tokai yakıt işletme tesisindeki kaza Ağustos 2002'de ortaya çıkan ve Tokyo Elektrik Enerji Şirketinin 14 nükleer santralinin tümünün kapanmasına neden olan olaylar ülkede nükleer elektrik üretiminin 2002 ve 2003 arasında dörtte birden fazla azalmasına yol açmıştır. 9 Ağustos 2004'te Mihama-3 istasyonundaki buhar sızıntısı sonrası beş işçi ölmüş, Boru yırtılması, Japon nükleer santrallerinde sistematik denetlemede ciddi bir eksiklik olduğunu da açığa çıkarmıştır (Nükleer Enerji Dosyası, 2006).

Dünya fosil yakıt rezervleri hızla tükenmektedir. Petrolün 40, doğalgazın 62 ve kömürün ise 216 yıllık ömrü kaldığı ifade edilmektedir. Doğalgaz için de durum pek farklı değildir. Tüm bu gelişmeler dünyayı nükleer santrale yönlendirmektedir.

Tablo 1. Dünya elektrik planlaması (Arık ve Turan, 2006:25)

	2025	2050	2075	2100
Toplam elektrik üretimi (tw-saat)	21250	32400	41200	47300
Nükleer elektrik üretimi (tw-saat)	4760	9350	15520	21950
Nükleerin elektrik üretimindeki payı (%)	23	30	38	46
Nükleer kapasite (tw)	720	1445	2350	3325

Daha uzun vadeli tahminlere göre ise, Tablo 1 ve Tablo 2'de de görüldüğü üzere; 2025 yılında 21250 TW/saat olacağı tahmin edilen toplam elektrik üretimi yetmiş beş yıllık bir süreç sonunda yaklaşık iki kat artış göstererek 47300 TW/s'e ulaşacaktır. Daha uzun vadeli tahminlere göre ise, 2025 yılında 21250 TW/saat olacağı tahmin edilen toplam elektrik üretimi yetmiş beş yıllık bir süreç sonunda yaklaşık iki kat artış göstererek 47300 TW/s'e ulaşacaktır. Geçmiş yıllarda kömür en önemli yakıt iken 1980'de petrol en çok kullanılan kaynak durumuna gelmiştir. 2020 yılına doğru petrolün rolü yavaş yavaş düşerken, 2020 yılında % 30 pay ile kömürün yine en önemli kaynak durumuna geçeceği tahmin edilmektedir. Doğal gazın payının 2020'de % 7'ye çıkacağı, 1980'de % 2 kadar olan nükleer enerji payının da 2020'de % 11 olmak suretiyle hidrolik enerjiden daha fazla kullanılabilir hale gelmesi beklenmektedir.

Tablo 2. Kaynaklara göre dünya enerji arzı tahminleri (Ertürk, 2006)

Kaynak	1960		1980		2000		2020	
	10 ⁹ TEP*	%	10 ⁹ TEP	%	10 ⁹ TEP	%	10 ⁹ TEP	%
Kömür	1.250	36	1.830	24	2.930	26	4.650	30
Petrol	1.170	33	3.100	41	3.415	31	3.175	21
Doğalgaz	0.411	12	1.301	17	1.885	17	2.570	17
Hidrolik	0.171	5	0.383	5	0.650	6	1.050	7
Nükleer	---	---	0.156	2	0.845	8	1.730	11
Tic. olmayan	0.490	14	0.768	10	1.095	10	1.140	8
Yeni enerji	---	---	---	---	0.285	2	0.845	6
Toplam	3.500	100	7.538	100	11.105	100	15.115	100

*10⁹ TEP: milyar ton eşdeğer petrol

Dünyadaki nükleer kurulu gücün üçte birine Avrupa sahiptir. Santrallerin büyük bölümü Batı Avrupa ülkelerinde bulunmaktadır. AB’de nükleer santrallerin yoğun olarak bulunduğu Fransa’da nükleere ilgi 1973’teki petrol kriziyle aynı döneme denk düşmektedir. Fransa enerji bağımsızlığı sağlayabilme konusunda ve kendi öz kaynaklarının kıtlığı sebebiyle çare olarak nükleer enerjiyi görmektedir. Elektriğinin yüzde 78’ ini nükleerden sağlayan Fransa komşu ülkelere elektrik satmaya başlamıştır. Fransa’da 59 reaktörden 12’si ihracat için çalışmakta ve kimi zaman üretilen elektriğe müşteri bulunamayınca reaktörler bazı hafta sonları kapatılmaktadır. Bunun yanı sıra, Almanya, İsveç, İspanya, Belçika ve İtalya nükleerden tümüyle vazgeçme kararı almıştır. AB nükleere karşı ‘bekle ve gör’ politikası izlemektedir. AB yeni teknolojilerin geliştirilmesine fon ayırmakta ve atık sorunu, işletme güvenliği gibi konuların çözüme kavuştuğu sistemler geliştirilene kadar yeni sipariş vermemektedir. Ayrıca birliğe dahil olan eski Doğu Bloku ülkelerinde geri teknoloji nükleer santrallerin varlığı da AB’yi rahatsız etmektedir (Taş vd., 2006; Nükleer Enerji Dosyası, 2006).

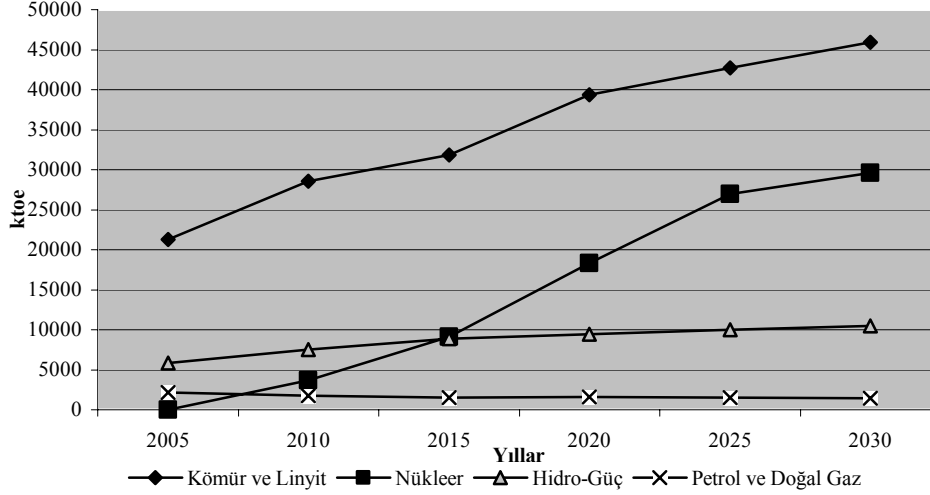
Tablo 3. AB Nükleer kurulu gücünün gelişimi (Ertürk, 2006)

	Kurulu Güç	İnşaatı süren	İşletmeden çıkarılan	
	(GW)	nükleer santraller (GW)	nükleer kapasite (GW)	
	1995	1995-010	1995-015	2015-030
Belçika	5,9	0,0	0,0	5,8
Finlandiya	2,4	0,3	0,0	2,4
Fransa	66,7	6,4	1,2	56,0
Almanya	25,1	0,0	4,1	21,0
Hollanda	0,5	0,0	0,5	0,0
İspanya	7,5	0,0	0,2	7,3
İsveç	10,4	0,0	2,7	7,8
İngiltere	13,4	0,0	2,7	9,4
Toplam	131,9	6,7	11,3	109,7

III.TÜRKİYE’NİN NÜKLEER ENERJİ SERÜVENİ

Dünya enerji üretiminde yeni yollar aranırken, nükleer enerji birçok ülke için en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Türkiye’de bu süreçte, nükleer güç deneyimini 1960’lı yıllarda başlatmış ve 1962 yılında Küçükçekmece’de 1 MW gücünde bir araştırma reaktörü kurmuştur. Daha sonraki yıllarda, ABD ve İspanyol firmaları Türkiye’de fizibilite çalışmaları yaparak, 400 MW gücünde bir nükleer santral kurulması için proje teklif etmişler, ancak proje gerçekleştirilememiştir. 1972’de Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) denetiminde Mersin - Akkuyu’da bir santral kurulması düşünülmüş, yine proje gerçekleştirilememiştir. 1993 yılında Akkuyu projesi tekrar gündeme gelmiş ve 1996 sonu itibarıyla ihalesi açılmış, 1997 yılında, yapımı plânlanan santral için üç farklı konsorsiyumdan, güçleri 1400 ilâ 2800 MW arasında değişen proje teklifleri alınmıştır. Ancak, ekonomik koşullar ve yolsuzluk iddiaları nedenleriyle ertelenen karar 2000 yılında iptal edilmiştir. Kamuoyunda özellikle çevresel etkileri itibarıyla tartışılan projenin iptal edilmesindeki en önemli neden olarak, projeye verilen tekliflerin boyutuna bağlı olarak 2,5 ile 4 milyar dolara ulaşan maliyetin karşılanmasında yaşanan sıkıntılar gösterilmiştir. Bununla birlikte, Hazine Müsteşarlığı’nın projenin anahtar teslimi yönetimi yerine “Yap - İşlet - Devret” modeli çerçevesinde yapılmasını istemesi ve yapım sürecinde herhangi bir finansal destek garantisi vermemesi de söz konusu iptalin önemli nedenlerinden biri olmuştur. Halihazırda, yürütülen herhangi bir proje olmamasına rağmen, Türkiye’nin enerji planlarında 2012’ye kadar üç nükleer santral kurulacağı belirtilmiştir. Özellikle, 2005 yılı sonlarında, Ukrayna ile Rusya arasında yaşanan doğalgaz krizi, İran’ın Türkiye’ye gönderdiği gazı azaltması ve giderek artan petrol fiyatları Türkiye’yi nükleer santrallere yöneltmiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Türkiye’nin gelecek 15 yıldaki

enerji ihtiyacının bir bölümünü karşılamak için beş bin megavatlık bir nükleer enerji yatırımı öngörmektedir. TAEK; Beyşehir-Seydişehir, Nallıhan-Beypazarı, Akçakoca-Ereğli, Sinop, Akkuyu (Mersin), İğneada (Kırklareli), Kırıkkale-Nevşehir olmak üzere 7 bölge tespit etmiş, 2006'nın sonlarına doğru Sinop'a santral kurulması ağırlık kazanmıştır (Kılınç, 2006:22; Arık ve Turan, 2006:28; Türkiye'nin Nükleer..., 2006).



Şekil 1. Türkiye'de birincil enerji kaynaklarının üretim projeksiyonu (2005-2030) (MENR, 2006). ktoe: Kilo ton petrol eşdeğeri

Şekil 1 incelendiğinde, Türkiye'nin gelecek 15 yıllık zaman sürecinde nükleer üretime geçeceği ve nükleer enerji kullanımının giderek artacağı görülmektedir. Türkiye'nin 2020 yılında, birincil enerji kaynakları içerisinde, 18286 ktoe düzeyinde nükleer enerji ile üretim yapacağı ve enerji üretiminde kömür ve linyitten sonra en fazla nükleer enerjiyi kullanacağı öngörülmektedir (Kaygusuz, 2002; 691).

IV. NÜKLEER ENERJİ İLE İLGİLİ OLUMLU GÖRÜŞLER

Nükleer enerjinin sağladığı avantajlarla ilgili görüşler aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir (Arık ve Turan, 2006:26; TAEK, 2006):

i- Nükleer santrallerde kullanılan yakıtın temin edilmesinde ve saklanmasında avantajları bulunmaktadır, 1000 MWe üreten bir nükleer santral, her yıl yaklaşık 30 ton (7 m³) yakıt tüketmektedir.

ii- Toryum madeninin nükleer santrallerde yerli rezerv olarak kullanıldığında ülkelerin enerji ihtiyacının karşılanmasında çok ciddi bir alternatif olabileceği düşünülmektedir. Toryum 21. yüzyılın en önemli stratejik maddesi olmaya aday bir elementtir. Gelecekte yeni tip nükleer santrallerde uranyumun yerine toryumun kullanılması hedeflenmektedir. Toryumu yakıt olarak kullanmak için dünyada yapılan çalışmalara bakıldığında ön araştırma çalışmalarının bittiği, 1998 yılında fizibilite çalışmalarının tamamlandığı görülmektedir. Toryum, uranyumdan daha çevreci bir radyoaktif elementtir. Nükleer enerjide kullanılan uranyumun % 90'ı atık haline gelmekte ve çevreye büyük zarar vermektedir. Toryum ise düşük atık oranıyla bu zararı en düşük seviyeye indirmektedir. Uranyum gibi toryum da doğada serbest halde bulunmamaktadır. 60 civarında mineralin içinde toryuma rastlanılmaktadır. Toryuma dayalı nükleer santrallerin henüz ticarî yapılabilirliği olmaması ve deneme safhasında bulunması; ayrıca, bu sektörün dışında kullanımının sınırlılığı nedeniyle dünyada bugüne kadar doğrudan toryum aramalarına pek fazla önem verilmemiştir

iii- Elektrik üretiminin sürekliliği yönünden, nükleer santraller, termik ve hidrolik santrallere göre daha güvenlidir.

- iv- Nükleer yakıtın çok yüksek olan enerji yoğunluğu avantajlı bir fiziksel özelliktir.
- v- Nükleer santrallerin güvenlik değerlendirmesini bağımsız lisanslama kuruluşları yapmaktadır. Ayrıca bu santraller işletmede oldukları sürede sürekli denetim altındadır. Bu nedenle nükleer santrallerin çevre ve insana zarar verebilecek şekilde kaza yapma riski, günümüzde kullanılan diğer teknolojik ürünlere göre, yok denecek kadar azdır.
- vi- Nükleer enerji, pek çok alanda çevreye kötü etki bırakan petrol, kömür ve doğalgaza nispeten su, toprak kirliliği ve radyasyon etkisi ile biraz daha tercih edilebilir bir kaynak konumunda iken, yenilenebilir enerji kaynaklarına göre ise dezavantajlı konumda bulunmaktadır.
- vii- Bir nükleer santralin çevresinde yaşayan insanlara yüklediği yıllık doz, doğal radyasyonun çok altındadır. 104 reaktörün ABD'de bir kişiye yüklediği fazladan doz 0.001 mSv/yıl (ışınım oranı) iken, 1000 Megawatt gücündeki kömürle çalışan termik santralin bacasından çıkan radyoaktif partiküllerin yükü 0.004 mSv/yıl'dır.
- viii- Nükleer santraller, CO₂ emisyonuna neden olmamaktadır. Aksine dünyada kurulu bulunan nükleer santraller yılda 2300 milyon ton CO₂ emisyonuna engel olurlar.
- ix-)Nükleer santraller, SO₂ emisyonuna neden olmamaktadır. Aksine dünyada kurulu bulunan nükleer santraller yılda 42 milyon ton SO₂ emisyonuna engel olurlar.
- x- Nükleer santraller, NO_x emisyonuna neden olmazlar. Aksine dünyada kurulu nükleer santraller yılda 9 milyon ton NO_x emisyonuna Nükleer santraller engel olurlar.
- Xı Atık kül üretimine neden olmazlar. Aksine dünyada kurulu bulunan nükleer santraller yılda 210 milyon ton kül üretimine engel olurlar.
- xii- Bu gün Avrupa'da birçok ülkede yeni nükleer santral yapımından vazgeçildiği tam olarak doğru değildir. Bu ülkelerin enerji stratejilerine bakıldığında enerji açıklarını ağırlıklı olarak Fransa'dan karşıladıkları görülür. Fransa, toplam enerji üretiminin %75'ini nükleerden sağlamakla birlikte, aynı zamanda nükleer enerjiye dayalı bir enerji ihracatçısı konumuna gelmiştir. 2000 yılındaki toplam ihracatını yaklaşık olarak 70 TWh olacak şekilde planlanmaktadır. Günümüzde Fransa'nın diğer Avrupa ülkelerine yaptığı ihracat: 17000 GWh İngiltere'ye, 15000 GWh Almanya'ya, 18000 GWh İtalya'ya, 7500 GWh İsviçre'ye dir.
- xiii- Bazı Avrupa ülkelerinin yeni nükleer santral kurmama kararının altında, o ülkelerin bu teknolojiden vazgeçtikleri anlamı çıkarılmamalıdır. Sadece öznel koşulların getirdiği stratejiler çerçevesinde başka ülkelerden özellikle Fransa'dan enerji ithal etme yönünde tercihleri, pratikte, nükleer kaynaklı enerji kullanımında artış yaptıklarını göstermektedir. Bugün Alman Siemens firması, Almanya'da yeni bir nükleer santral kurulmasa bile, Framatom (Fransa) ile birlikte nükleer teknoloji alanında yatırım yapmakta ve yeni bir nükleer reaktör tipi (EPR) üzerinde çalışmaktadır. EPR reaktörlerinin ilk olarak Fransa'da kurulması planlanmaktadır. Ayrıca, Almanya'da ileriye yönelik toryum yakıtlı çevrimler üzerinde çalışılmaktadır.

V. NÜKLEER ENERJİ İLE İLGİLİ OLUMSUZ GÖRÜŞLER

2006 yılını “Çernobil faciasının 20. yılında nükleere hayır yılı” olarak ilan eden nükleer karşıtı çevreciler, nükleer enerjinin; sağlık, gelecek, çevre, ülke ve insanlık için zararlarını dile getirmektedirler. Bu olumsuz görüşler aşağıda özetlenmiştir (Erdoğan, 2006):

- i- Ölü Teknoloji: Nükleer enerji, Fransa hariç gelişmiş tüm batı ülkelerinde artık “ölü teknoloji” olarak anılmaya başlanmıştır.
- ii- Çekirdek Erime Olasılığı: Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) tarafından geçen yıl açıklandığına göre, dünyada her 2,5 yılda bir reaktör çekirdeği erimesi olayı gerçekleşme olasılığı vardır.
- iii- Kapatılan Santraller: Son yıllarda, ABD'de birçok nükleer enerji santrali, emniyet tedbirleri ve yaşanan kritik sorunlar nedeni ile, ya geçici süre ile durdurulmuş ya da tümüyle kapatılmıştır. Örneğin, kısa bir süre önce, yapımı tamamlanmış olmasına rağmen Shoreham reaktörü, işletim masraflarının çok yüksek olacağı görüşü ile kapatılmıştır. İtalya'da

referandumla faal haldeki üç reaktör kapanmıştır. Avusturya'da inşaatı tamamlanan ve çalışmaya hazır nükleer enerji santrali, halkın isteği ile faaliyete geçirilemeden kapanmak zorunda kalmıştır. Kanada'da birçok reaktör, yine emniyet gerekçesi ile kapanmıştır. Fransa hariç, 14 OECD ülkesi nükleer programını durdurmuştur. Buna karşın 10 Doğu Avrupa ülkesi ise, Slovenya hariç, eski nükleer enerji programlarına aynen devam etmekte ve yenileri için de çalışmalarını devam ettirmektedirler.

iv- Pahalı Teknoloji: Nükleer santrallerin kuruluşunda yaşanan bütçe sorunları ve süre aşımaları, üretilen enerjinin kolay satılamayacak kadar pahalı olmasına neden olmaktadır. Kuruluşu problemlili olan nükleer enerji santrallerinin sökülmesi bir o kadar daha problem teşkil etmektedir. Sökülmesi yıllar alan nükleer santrallerin sökölme maliyeti ortalama 3 milyar dolar olarak hesaplanmaktadır.

v- Elektrik Fiyatları: Üretim masrafları açısından özellikle eski teknolojiye sahip nükleer santrallerde oldukça pahalı enerji üretilmektedir. Doğal gaz çevirim santrallerindeki 3 cent/kW.saat'lik üretim masrafına karşılık, rüzgar enerjisinin kW.saat'i 4,5 cent'i, nükleer reaktörününkü ise 7,5 cent'i bulmaktadır.

vi- Atık Sorunu: Nehirlere, göllere, denizlere boşaltılan soğutma sularının sadece birkaç saniye radyoaktif kalabildiği ve akabinde tümüyle arınmadığından tehlike yarattığı ifade edilmektedir. Söz konusu soğutma suları, doğal alanlara boşalmadan önce, reaktör ve yüzlerce metrelik borulardan geçmektedir. Bu sulara, reaktörden ve boruların kendisinden, radyoaktif kurşun, krom, kobalt parçacıkları karışmaktadır. Bunların radyoaktifliği de yıllarca sürmektedir. Uranyum atıklarını taşıyan personel, bu trende sadece 50 km seyahat edebilmekte; bu süre içerisinde bir insanın kaldıracabileceği maksimum radyasyona maruz kaldıkları saptanmaktadır.

vii- Rutin İşletim Sırasındaki Zararları: Radyasyon sızıntısı için nükleer santrallerde bir kaza olması şart değil. Reaktörün normal günlük çalışma düzeni içerisinde insan ve çevre sağlığına son derece zararlı radyasyon doğaya rutin olarak verilmektedir. Kısacası, bir nükleer santralin "sorunsuz" çalışması sırasında da insanları ve doğayı zehirlemektedir.

viii "En temiz ve güvenli enerji nükleer enerjidir" söylemini de neredeyse tüm dünya yalanlamaktadır. Dünyada pek çok ülke nükleer enerjiyi terk etmektedir. Almanya, İsveç, Belçika, İspanya, Hollanda gibi ülkeler tarih vererek ya santralleri kapatmış ya da ömrü dolanların yerine yenisini sipariş etmeyeceğini belirtmiştir. ABD ve AB ülkeleri atıkları için milyarlarca dolar/euro harcamaktadır. Bu konuda ya kendi insanını zehirlemekte ve insanı ile sorun yaşamakta ya da gayri-ahlaki bir tavırla atıkları için başta Hindistan olmak üzere az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri nükleer çöplük olarak seçmektedirler. Türkiye de bu ülkelerden biridir. Karadeniz'de ortaya çıkan zehirli atık dolu İtalyan varillerinden hala kurtulamadığımız unutulmamalıdır.

VI. TÜRKİYE'NİN KOMŞULARINDAKİ NÜKLEER SANTRALLER

Ek 3'de görüldüğü gibi, Türkiye'nin sınır komşuları ile yakın çevre ülkelerinin tümü nükleer teknolojiye bir hayli gelişmiş bulunmaktadır. Doğu'da İran, zengin petrol yataklarına rağmen hızla nükleer enerji programlarını gerçekleştirme yolundadır. Güney'de en stratejik komşu İsrail'in, büyük bir araştırma reaktörü ile her alanda olduğu gibi nükleer teknoloji alanında da ileri atılımlar yaptığı, nükleer teknolojiye tam sahip olduğu bilinmektedir. Batı'da stratejik önemdeki komşu Yunanistan yoğun uranyum rezervlerine sahiptir ve yeni uranyum kaynaklarının araştırması da yoğun bir biçimde sürdürülmektedir. Komşumuz Bulgaristan'da, 6 adet Rus reaktörü, uzun yıllardır çalışmaktadır. Romanya CANDU tipi 707 MWe gücünde reaktörünü yakın zamanda işletmeye açmış, aynı tip 2 reaktörü de planlamaya almıştır. Ermenistan'da zelzele bölgesinde güvenilirliği olmayan iki adet Rus tipi reaktör senelerdir çalışmaktadır. Ermenistan'ın Türkiye sınırına yalnızca 10 km uzaklıktaki Medsamor ve Bulgaristan'da bulunan Kozloduy nükleer santralleri, Türkiye için birer tehdit niteliği taşımaktadır. ABD Enerji Ofisi'nin yayınladığı raporda Medsamor ve Kozloduy santralleri

Sovyetler Birliği'nin dağılmasından önce de faaliyette olan en tehlikeli dokuz nükleer santral arasında gösterilmişti. ABD Denetleme Kurumu (GAO) 1995 yılında hazırladığı raporda her iki santralin de uzun yıllar kapalı kaldıktan sonra yeniden açıldığını ve özellikle Ermenistan'daki Medsamor'un deprem kuşağında bulunması nedeniyle büyük tehlike yarattığının altını çizmektedir. Medsamor'un 1988'de yaşanan depremde zarar gördüğü, reaktörün kaza anında sızıntıyı önleyebilecek çelik-beton kubbeye sahip olmadığı ve acil durumlarda ısıyı çekecek soğutma sistemlerinin yetersiz olduğu belirtilmektedir. GAO'nun raporunda tehlikeli reaktörlerin yanı sıra nükleer atık depolama merkezlerine de değinilmektedir. Ermenistan ve Azerbaycan'ın birer tane nükleer atık depolama ve nükleer yakıt deposuna sahip oldukları raporun dikkat çeken noktalarında biridir. Türkiye'nin Karadeniz komşusu Ukrayna'nın 26 nükleer tesisi arasında 12 atık deposu ve üç nükleer araştırma merkezi bulunmaktadır. TAEK Ermenistan ve Bulgaristan'da bulunan Rus yapımı, VVER-440 tipi bu santrallerle ilgili inceleme başlatarak, her iki ülkenin sınırlarına monte edilen 32 istasyon aracılığıyla Radyasyon Erken uyarı ağı kurmuştur (Ertürk,2006; Kakaç, 2006).

VII. NÜKLEER ENERJİ ÜRETİMİNİN TÜRKİYE'YE SAĞLAYACAĞI FAYDALAR VE RİSKLER

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından açıklanan nükleer santral kararı iş çevrelerinde destek bulmuştur. Türk Sanayici ve İş Adamları Derneği (TÜSİAD), santral yapımının şimdiye kadar geciktirilmiş olmasından dolayı ülkenin zarar gördüğünü, nükleer enerjinin üretim yelpazesine dahil edilmesi kararının olumlu bir adım olduğunu belirtmiştir (TÜSİAD, 2006). Ülkenin enerji ihtiyacı ve altyapısı, küresel ekonomik ve jeopolitik gelişmeler, siyasi ve iktisadi durum ve konjonktüre ilişkin analizler çerçevesinde çok sayıda bilim adamı, köşe yazarları ve hükümet yetkilileri, Türkiye'nin nükleer enerjiye ve ilgili teknolojiye sahip olması gerektiğini savunmaktadırlar.

Nükleer enerji ile ilgili olumlu görüşler aşağıda ifade edilmiştir (ETKB, 2006; Arık ve Turan, 2006:27; TAEK, 2006):

- Açılacak olan santraller ile birlikte yeni istihdam alanları oluşturarak ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır.
- Nükleer santraller güvenilir, kesintisiz ve ileri teknoloji ile elektrik üretimi için önemli bir alternatif sunmaktadır ve ekonomik, güvenilir ve temiz enerji üretimi, Türkiye'nin iddialı ekonomik büyüme hedeflerine ulaşması için kaçınılmaz olacaktır.
- Nükleer enerji santralleri ileri teknoloji ürünü tesislerdir. Nükleer enerji üretimine yönelik tesisler güvenlik ve kalite kültürünün ülkemizde yerleşmesinde ve gelişmesinde önemli rol oynayacaktır.
- Nükleer enerji üretimi için kurulacak tesisler, ülkemizde, nükleer teknoloji alt yapısının gelişmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, nükleer santrallerden üretilecek enerji ülke enerji üretim portföyüne çeşitlilik getirecektir.
- Uzun yıllar boyunca ihtiyaç duyulacak nükleer yakıtı santraller sayesinde depolamak kolay ve ekonomik olduğundan, santraller enerji arz güvenliğinin sağlanmasına önemli katkı sağlayacaktır.
- Nükleer santrallerin elektrik sistemine entegre edilmesiyle, elektrik üretiminde kullanılacak ithal kaynaklarda çeşitlilik sağlanacaktır.
- Nükleer enerjiye dayalı sistemler, fosil kaynaklı enerji üretim sistemlerinin neden olduğu sera gazı emisyonuna neden olmadıkları için global ısınma ve iklim değişikliğine neden olan CO₂ emisyonunun azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, azot oksitleri ve sülfür oksitleri salmadığı için asit yağmurlarına da neden olmamaktadır.
- Nükleer enerji sayesinde ülkemizde elektrik ucuzlayacak, yüksek teknolojinin yanı sıra sanayici için itici güç olacaktır.

- Türkiye'nin toryum rezervlerinin çıkarılmasının toryum tenörünün düşük olmasına rağmen nadir toprak elementlerinin değerlendirilmesi ile birlikte düşünüldüğünde fizibil olabilecektir.
- Nükleer santrallerde kullanılan kullanılmış yakıtlar, 10-20 yıl süre ile santral sahasında saklanacaklardır. Bu dönemde aktivitelerinin %98'inden fazlasını kaybedeceklerdir. Asıl sorunu oluşturan uzun ömürlü radyoaktif maddeler de camlaştırılacak, camlaştırılan bu maddeler de kademeli koruma mantığı çerçevesinde kurşun, beton ve korozyona dayanıklı kaplar içine konulacak, bu kaplar da jeolojik olarak kararlı bölgelerde yerin yaklaşık 1000 m altında hazırlanacak beton zırlı galerilerde saklanacaktır.
- Türkiye'ye teklif edilen nükleer santraller için, kurucu firmanın kendi ülkesinde kurduğu santrallerin en yenisi örnek alınacaktır. Bu durum, TEAŞ'nin şartnamesinde güvence altına alınmıştır. Bu bağlamda, kurucu firma, mutlaka bir referans santral göstermek zorunluluğundadır.
- Akkuyu sahası, sismik olarak üzerinde Nükleer santral yapılabilecek en güvenli yerlerden biridir. Akkuyu ile ilgili yer analizleri, 1970'li yıllarda başlatılmıştır. İTÜ, MTA ve ODTÜ tarafından hazırlanan birbirleri ile uyumlu teknik raporlar bulunmaktadır ve bu çalışmalar da uluslararası yeterlidir.
- Dünyada bir çok santral, sismik olarak Akkuyu'dan çok daha aktif bölgelerde güvenli olarak çalışmaktadırlar.
- Nükleer santrallerin tasarımında esas alınan deprem kriterleri, klasik yapılarda kullanılanlara göre son derece tutucu kabuller içermektedir. Nükleer dışı yapılarda kullanılan tek bir deprem şiddeti değeri olmasına karşın, nükleer santraller 1000 yıl ve 100000 yıllık bir zaman diliminde olası iki farklı en büyük deprem şiddetine göre tasarlanmaktadır. İlkini olması durumunda, santral, deprem sonrası normal işletmesine devam edecek, İkincisinin olması durumunda ise birçok sistemin zarar göreceği varsayılmasına rağmen, santrali güvenli bir şekilde durduracak ve soğutulmasını sağlayacak sistemler ayakta kalacaktır.
- Nükleer santrallerin işletilmesi ile ilgili Türkiye bir çok uluslararası antlaşma ve sözleşmenin altına imza atmıştır. Türkiye ve ABD arasında "Nükleer Enerjinin Barışçıl Kullanımına İlişkin İşbirliği Anlaşması ve ekindeki mutabakat zaptı Bakanlar Kurulu tarafından onaylanmıştır (Türkiye ve ABD..., 09.07.2006). Nükleer Güvenlik Denetimi Antlaşması ile, nükleer alanda Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı Denetimini kabul etmekteyiz, Nükleer Kaza ve Radyolojik Acil Durum Hallerinde Yardımlaşma Sözleşmesi, Nükleer Kazaların Erken Bildirimi Sözleşmesi, Fiziksel Korunma Sözleşmesi, Nükleer Güvenlik Sözleşmesi gibi birçok uluslararası antlaşma ve anlaşmanın altında Türkiye'nin imzası bulunmaktadır.
- Halihazırda, reaktörden çıkan kullanılmış yakıt, nükleer santral yanında, çelik ve beton duvarlarla kaplanmış su dolu havuzlarda muhafaza edilir. ABD'de Nükleer Güvenlik Komisyonu (NRC) araştırmaları ile bu havuzlarda kullanılmış yakıtın 100 sene, hiç bir zararı olmadan kalabileceğini onaylanmaktadır. Fakat yine de bu depolama ara bir depolamadır. Jeolojik etütleri tam yapılmış olan eski maden ocakları ve bilimsel yoldan seçilecek, dağlık bölgelerde jeolojik depolama alanının tespiti gerekir. Buralara, uluslararası standartlara göre hazırlanmış çelik kaplar içerisinde yerleştirilmektedir. Ülkemizde radio-izotoplar, hastanelerde, araştırma laboratuvarlarında, üniversitelerde ve endüstride kullanılmaktadır ve bunlar radiaktif elementlerdir ve hacim bakımından da bazı ülkelerde reaktör yakıt,

atıklardan gelen düşük aktiviteli radioaktif elementlerden daha fazladır (Kakaç, 2006).

Nükleer enerjinin yaratacağı riskler ise aşağıda belirtilmiştir (TAEK, 2006; EMO, 2006; Hangi Nükleer ..., 2006):

- Ülkemizde üzerine nükleer santral yapılacak yerler yanlış seçilmiştir. Bu bölge, deprem bölgesindedir ve sismik analizleri tam yapılmamıştır.
- Ülkelerin uzun vadeli nükleer teknoloji politikası ve buna yönelik insan kaynağı ve altyapı geliştirme stratejisi bulunmadığı takdirde dışa bağımlılığın eskisinden fazla artacağı tehdidinden söz edilmektedir.
- Yakıt konusunda ilk santrallerde bağımlı olmanın çeşitli riskleri bulunmaktadır. Yapılacak anlaşmalar bu noktada önemlidir. Uranyum madenciliği ve yakıt imali artık uluslar arası çok yönlü şirketlerin elindedir. Bunlarla yapılacak anlaşmalar doğrultusunda arz güvenliği sağlanacaktır.
- Nükleer atıklar konusu ülkemiz açısından titiz bir şekilde analiz edilmediği takdirde risk unsuru oluşturabilecektir. Ortalama gücü 1000 MW olan bir nükleer santral, yaklaşık 27 ton yüksek düzeyli, 250 ton orta düzeyli, 450 ton düşük düzeyli atık üretmektedir. Bu atıklar ve tükenmiş yakıt çubukları, 10-20 reaktörün içindeki yada yanındaki havuzlarda bekletilerek radyasyon seviyesi düşürülmektedir. Henüz dünyanın hiçbir bölgesinde, nükleer atıkların saklanması ve imhası için, lisanslı nihai bir çözüm ve depolama alanı bulunmamaktadır.
- Nükleer sızıntı tehdidi ülkemiz ve söz konusu santralin bulunduğu bölge turizmini olumsuz etkileyebilecek faktörler arasındadır.
- Nükleer santrallerde ortaya çıkabilecek kaza riski. Atom Enerjisi Kurumu için hazırlanan bir raporda, santrallerde oluşabilecek en kötü kazanın yakıt çekirdeği erimesi olacağı üzerinde mutabakata varılmış, bu tür bir kazada 90 bin kişinin öleceği, 156 bin kişinin ise zarar göreceği belirtilmiştir.

Nükleer santrallerle ilgili lehte ve aleyhte ortaya konulan görüşler sentezlendiğinde, nükleer santrallerin çevre kirliliği açısından riskli bir durum oluşturmasına karşın gelişen dünyanın enerji açığını kapatmada önemli rol oynadığı görülmektedir. Bugün gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin birçoğu enerji açıklarını nükleer santrallerle kapatmaya çalışmaktadır. Çünkü, temiz enerji olarak ifade edilen hidro-elektrik, rüzgar ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerjiye dayalı santrallerin sahip oldukları mevcut teknolojileri ile bugünkü enerji talebinin karşılanması, ekonomik ve istikrarlı üretim yapılması söz konusu değildir. Bu tür santrallerin doğa koşullarına bağlı olarak çalışması nedeniyle, tüm dünya bu santralleri tamamlayıcı enerji olarak kullanmaktadır. Doğal gaz dayalı enerji üretimi de enerji arzının güvenilirliği açısından Türkiye'ye uygun değildir. Çünkü Türkiye'de yeterli düzeyde doğalgaz üretimi olmadığından, bu yönlü bir enerji politikası Türkiye'nin enerji arzında dışa bağımlılığını arttıracak, bu da hem ülke ekonomisi hem de ülke güvenliği açısından sorun oluşturacaktır.

SONUÇ

Türkiye'nin hızlı büyüyen ekonomisinin enerji açığını kapatmak ve dışa bağımlılığı kabul edilebilir bir düzeye çekebilmek için nükleer enerji gerekmektedir. Ülkemizin bugüne kadar bir nükleer reaktöre sahip olmaması enerji güvenliği açısından ciddi bir eksiklik olarak değerlendirilirken, en kısa zamanda enerji stratejisi konusunda cesaretli adımların atılması gerekmektedir. Kalkınmakta olan ülkeler arasında yer alan ve enerji bakımından kendi kendine yeterli olamayan ülkemizin yıldı yıla artmakta olan enerji açığının önüne geçebilmesi için en kısa zamanda enerji yatırımlarını güçlendirmesi ve bütüncül bir tasarruf ve verimliliğe dayalı politikalar geliştirmesi gerekmektedir.

Türkiye'nin enerji bağımsızlığını ve enerji arz güvenliğini sağlayabilmesi için nükleer enerjiyi devreye sokması kaçınılmaz bir gerçektir. Bunun için ise, nükleer enerji ve ona bağlı

teknolojinin ülkemizde benimsetilmesi, dünya kamuoyunda bu enerji türüne karşı yoğunlaşan ve ülkemize de yansıyan tepkilerin karşılanabilmesi, nükleer enerji santrallerinin planlanması ve kurulmasına bir an önce başlanması, uygulama ile ilgili gerekli güvenlik önlemlerinin saptanarak yasal dayanaklarının çıkarılması konuları ivedilikle ele alınması gereken ve kesinlikle kuruluşlar arası eşgüdüm ve yardımlaşma isteyen en önemli konulardır. Bu alanda eşgüdüm, en üst düzeyde olduğu kadar, kuruluşların uzman kadrolarında da yoğun bir biçimde gerçekleştirilmelidir.

Sınır ve yakın komşularımızın, hemen tümü, petrol ve ekonomik zenginliklerine karşın, genel olarak enerji, özel olarak nükleer enerji alanında, politik, stratejik, ekonomik olarak ve bilimsel ve teknik açıdan bizden ileri durumdadırlar. Nükleer konu, bugün artık ülkeler için stratejik bir önem göstermektedir. Ülkemizde ise durum her yönü ile komşu ülkelerden bir hayli geri kalmışlık göstermektedir. Komşularımızın ulaştığı oldukları ve ulaşabilecekleri gelişme düzeyinin gerisinde kalmamak gerekmektedir.

Eğer Türkiye’de nükleer santraller inşa edilecekse, devlet mi yoksa özel sektör mü sorusu cevaplanmalıdır. Türkiye’nin nükleer enerji planları şimdiden Fransa, Kanada Almanya ve Amerika firmalarının ilgisini çekmiş ve ihale için rekabet süreci başlamıştır. Nükleer işletmecilik sorumluluğu, tüm diğer sorumluluklar gibi şeffaf ve hesap verilebilir olmalıdır. Nükleer santrallerin günlük operasyonları ile sık sık atmosfere salmak zorunda kaldıkları gaz ve sıvı radyoaktif atıklar bulunmaktadır. Reaktörde kalması maliyetli olan ve reaktör operasyonlarını engelleyen bu atıklar kurumlar tarafından sürekli denetlenmelidir. Nükleer atıklar konusunda halk bilinçlendirilmelidir. Nükleer konusundaki yanlış yargılar giderilmelidir. Bu gelişmelerle birlikte, Türkiye’de, alternatif kaynaklar araştırılarak bu kaynaklardan da optimal düzeyde faydalanılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Arık, F. ve Turan, S. (2006). Nükleer enerji raporu: nükleer santralin Konya'ya kurulabilirliği, getirileri ve götürüleri, *Yeni İpek Yolu Konya Ticaret Odası Dergisi*, 19(217):25-32.
- Ateşan, A. (2006). *Nükleer Enerji Gerçekleri*, <http://www.ntvmsnbc.com/news/363511.asp> (05.06.2006).
- . Elektrik Mühendisleri Odası (EMO). (2004). *Türkiye’de Nükleer Enerji Söylemleri*, www.nukleerehayir.org(05.06.2006).
- Erdoğan, T.L. (2006). *Türkiye’nin Nükleer Rönesansı*, Jeoloji Mühendisleri Odası, www.jmo.org.tr (10.06.2006).
- Ertürk, F. (2006). *Türkiye’nin Alternatif Enerji Üretim İmkanları ve Fırsatları*. <http://www.bahcesehir.edu.tr/UserFiles/File/etkinlik/enerjisun2.doc> (05.06.2006).
- . Hangi Nükleer Teknoloji Tartışması. (2006). <http://www.ntvmsnbc.com/news/362633.asp> (14.07.2006).
- Kakaç, S. (2006). *Nükleer enerji ve kullanılan yakıtlar*, www.tuba.gov.tr (11.08.2006).
- Kaygusuz, K. (2002). Environmental impacts of energy utilisation and renewable energy policies in Turkey. *Energy Policy*, 30:689-693.
- Kılıç, N. (2006). Enerjide yeni ufuklar. *İzmir Ticaret Odası AR-GE Bülten*, Mart, ss.21-23.
- Laçiner, S. (2006). *Türkiye’nin Enerji Güvenliği*. www.usak.org.uk (08.06.2006).
- . Ministry of Energy and Natural Resources (MENR, 2006). *General Energy Situation in Turkey 2001*. <http://menr.gov.tr> (04.03.2006)
- . Nükleer Enerji Dosyası (2006). *Dünyada Nükleer Enerji*. <http://www.ntvmsnbc.com/news/363087.asp>(05.06.2006).
- . T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2006). *Nükleer Enerji*. www.enerji.gov.tr (06.06.2006).
- . Türkiye ve ABD arasında nükleer işbirliği. *Milliyet*, (09 Temmuz, 2006).

- . Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK). (2006). *Nükleer Enerji ile ilgili Görüşler*. www.taek.gov.tr (09.07.2006).
- . *Türkiye'nin Nükleer Serüveni*. (2006). <http://www.ntvmsnbc.com/news/362997.asp> (05.06.2006).
- . Türk Sanayici ve İşadamları Derneği (TÜSİAD). (2006). Nükleer santral yapılması gecikmiş ancak olumlu bir adım. *Basın Bülteni*, 05.05.2006.
- Taş, S., Yıldırım, M. ve Örnek, İ. (2006). Türkiye-AB İlişkileri Bağlamında Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Enerji. *Türkiye Ekonomi Kurumu 2006 Uluslararası Ekonomi Konferansı*, 11-13 Eylül, Ankara.

EKLER

Ek 1. Dünyada nükleer reaktörlerin durumu-2003 (www.enerji.gov.tr)

	Toplam Elektrik İhtiyacının Karşılmasında Nükleer Enerjinin Payı (%)		İşletmedeki Reaktörler		İnşa Halindeki Reaktörler		Sipariş Edilen ya da Planlanan Reaktörler		Teklif Edilen Reaktörler	
	Milyar kW	%	Adet	MWe	Adet	MWe	Adet	MWe	Adet	MWe
ABD	763,7	19,9	103	97.542	1	1.065	0	0	0	0
Almanya	157,4	28	18	20.643	0	0	0	0	0	0
Arjantin	7,0	8,6	2	935	0	0	1	692	0	0
Belçika	44,6	55	7	5.728	0	0	0	0	0	0
Brezilya	13,3	3,7	2	1.901	0	0	1	1.245	0	0
Bulgaristan	16,0	38	4	2.722	0	0	0	0	1	1.000
Çek Cum.	25,9	31	6	3.472	0	0	0	0	2	1.900
Çin	41,6	2,2	9	6.587	2	1.900	6	6.000	20	17.000
Çin (Tayvan)	37,4	22	6	4.884	2	2.600	0	0		
Endonezya	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2.000
Ermenistan	1,8	35	1	376	0	0	0	0	0	0
Finlandiya	21,8	27	4	2.656	0	0	1	1.600	0	0
Fransa	420,7	78	59	63.473	0	0	0	0	1	1.600
Gün. Afrika	12,7	6,1	2	1.842	0	0	0	0	1	125
Güney Kore	123,3	40	19	15.880	1	950	8	9.200	0	0
Hindistan	16,4	3,3	14	2.493	9	4.100	0	0	24	13.160
Hollanda	3,8	4,5	1	452	0	0	0	0	0	0
İngiltere	85,3	24	23	11.852	0	0	0	0	0	0
İran	0	0	0	0	1	950	1	950	3	2.850
İspanya	59,4	24	9	7.584	0	0	0	0	0	0
İsrail	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.200
İsveç	65,5	50	11	9.459	0	0	0	0	0	0
İsviçre	25,9	40	5	3.220	0	0	0	0	0	0
Japonya	230,8	25	53	45.275	2	2.382	13	14.682	0	0
Kanada	70,3	12,5	17	12.080	1	515	2	1.030	0	0
Kuzey Kore	0	0	0	0	1	950	1	950	0	0
Litvanya	14,3	80	2	1.185	0	0	0	0	0	0
Macaristan	11,0	33	4	1.755	0	0	0	0	0	0
Meksika	10,5	5,2	2	1.310	0	0	0	0	0	0
Mısır	0	0	0	0	0	0	0	0	1	600
Pakistan	1,8	2,4	2	425	0	0	1	300	0	0
Romanya	4,5	9,3	1	655	1	650	0	0	3	1.995
Rusya	138,4	17	31	21.743	3	2.625	1	925	8	9.375
Slovakya	17,9	57	6	2.472	0	0	0	0	2	840
Slovenya	5,0	40	1	676	0	0	0	0	0	0
Türkiye	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4.500
Ukrayna	76,7	46	15	13.168	0	0	1	950	0	0
Vietnam	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2.000
Dünya	2524,7	16	439	364.445	24	18.687	37	38.524	51	40.245

Ek 2. Türkiye’de birincil enerji kaynaklarının üretim projeksiyonu (2005-2030) (ktoe) (Kaygusuz, 2002:691)

Enerji kaynakları	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Köür ve linyit	21,259	28,522	31,820	39,385	42,732	45,954
Petrol ve doğal gaz	2127	1735	1516	1604	1505	1465
Hidro-güç	5845	7520	8873	9454	10002	10465
Odun ve artıklar	6760	6446	6029	5681	5498	5413
Jeotermal	1380	3760	4860	4860	5400	5430
Nükleer	0	3657	9143	18286	26988	29600
Güneş	459	907	1508	2294	2845	3268
Rüzgar	250	620	980	1440	1786	2154

Ek 3. Türkiye’nin çevresindeki nükleer santraller

