

DÜNYA NÜKLEER ENDÜSTRİSİNİN DURUMU RAPORU 2004

Mycle SCHNEIDER, Paris
&
Antony FROGGATT, Londra

Bağımsız Danışmalar

Brüksel, Aralık 2004
(Türkçe Baskı: İstanbul, Nisan 2005)

*Komisyon, Avrupa Parlamentosu Yeşiller-EFA Grubu tarafından görevlendirilmiştir.
Yeşiller Türkiye Koordinasyonu tarafından Türkçe'ye çevrilerek yayımlanmıştır.*



The Greens | European Free Alliance
in the European Parliament



Bu raporun İngilizce orijinali Avrupa Parlamentosu Yeşiller-EFA Grubu'nun (*Greens-EFA Group of European Parliament*) internet sitesinden

http://www.greens-efa.org/pdf/greensefa_documents_106_en.pdf

elinizdeki Türkçe baskısı ise Yeşiller Türkiye grubunun internet sitesinden

<http://www.yesiller.org>

ücretsiz olarak indirilebilir.

Bu raporun çevirisi Yeşiller tarafından ortak ve gönüllü çalışmayla yapılmıştır.

Çeviri Editörü: Ümit Şahin

Çevirenler:

Ayşem Mert
Işıl Sarıyüce
Kadir Dadan
Nurdan Bilgin
Süleyman Yılmaz
Ümit Şahin

İletişim:

Yeşil Oda: Kurabiye sokak 13/6 Beyoğlu-İstanbul
Telefon-Faks: 212-243 83 33
yesillerinfo@yesiller.org
www.yesiller.org

Soru ve yorumlar için iletişim:

Michel Raquet

Enerji Danışmanı
Yeşiller / EFA
Avrupa Parlamentosu
PHS 06C69
Rue Wiertzstraat
B-1047 Brüksel
Tel: +32.2.284.23.58
E-mail: mraquet@europarl.eu.int
Web: www.greens-efa.org

Yazarlarla iletişim:

Mycle Schneider Consulting

45, Allée des deux cèdres
91210 Draveil (Paris)
Fransa
Tel: +33-1-69 83 23 79
Faks: +33-1-69 40 98 75
E-mail: mycle@wanadoo.fr

Antony Froggatt

53a Nevill Road
N16 8SW Londra
İngiltere
Tel: +44-207-923 04 12
Faks: +44-207-923 73 83
E-mail: a.froggatt@btinternet.com

İçindekiler

GİRİŞ VE GENEL BAKIŞ	5
TABLO: 2004'DE DÜNYADA NÜKLEER ENERJİNİN DURUMU	11
AFRİKA	12
AMERİKA	12
ASYA	14
AVRUPA	16
BATI AVRUPA'DA NÜKLEER ENERJİ	17
YENİ AB ÜYELERİNDE NÜKLEER ENERJİ	21
RUSYA VE ESKİ SOVYETLER BİRLİĞİ	23
<i>Çernobil felaketi – Gelecek nesiller için bir insanlık trajedisi</i>	26
SONUÇ	28

Türkçe Basıma Önsöz

Nükleer enerji, elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaya başlanmasının ellinci yılında dünya çapında bir çöküşün içinde bulunuyor. İlk ortaya çıktığında sonsuz enerji kaynağı diye ilan edilen nükleer enerjinin ne kadar pahalı, ne kadar tehlikeli ve ne kadar kontrol edilmesi güç bir enerji üretim biçimi olduğu kısa zamanda anlaşıldı. 1970'li yıllarda son çıkışını yaşayan nükleer enerji, ekonomik açıdan yarattığı büyük yükün yanısıra ardarda gelen kazaların ve özellikle de dünyanın en büyük endüstriyel kazası ve çevre felaketi olan Çernobil kazasının ardından tam bir çöküş dönemine girdi. Ne yazık ki dünyanın nükleerde öncü ülkeleri bile nükleer enerjiden kurtulmaya çalışır ve ardarda kademeli kapatma kararları alırlarken (Almanya, İsveç, vb.) ülkemizde etkisini sürdürmeye çalışan nükleer lobi yıllardır savundukları aynı gerçekdışı savlarla Türkiye'yi bir kez daha nükleer tehlikenin eşğine getirmiş bulunuyor.

Avrupa Parlamentosu Yeşiller Grubu tarafından bağımsız bir komisyona hazırlatılan bu rapor, nükleer enerjinin, nükleer santral pazarlayan şirketlerin ve onların etkisi altındaki lobilerin ve siyasi çevrelerin iddia ettiği gibi bir canlanma döneminde değil, bir çöküş döneminde olduğunu, neredeyse bütün dünya ülkelerinin nükleerden vazgeçmeye başladığını rakamlar ve açık belgelerle ortaya koyuyor.

Çernobil felaketinin 19. yılında ortak bir çeviri çalışmasıyla Türkçe'ye kazandırarak yayımladığımız bu raporun, ellerinde nükleer enerjiyi savunmak için gerçekleri çarpıtmak dışında hiçbir silahları olmayan nükleer yanlılarına karşı en açık bilgi ve belgelerle dolu olduğuna ve son derece güncel verileri topluma yansıtarak nükleer karşıtı mücadelemize önemli bir destek sunacağına inanıyoruz.

Dünya nükleerden vazgeçerken Türkiye'yi nükleere teslim etmemek için herkesin gücünü ve olanaklarını birleştirmesini, gerçeklerden yana birey ve çevrelerin bu mücadeleye bir katkı sunmasını diliyoruz.

Yeşiller- Türkiye

26 Nisan 2005

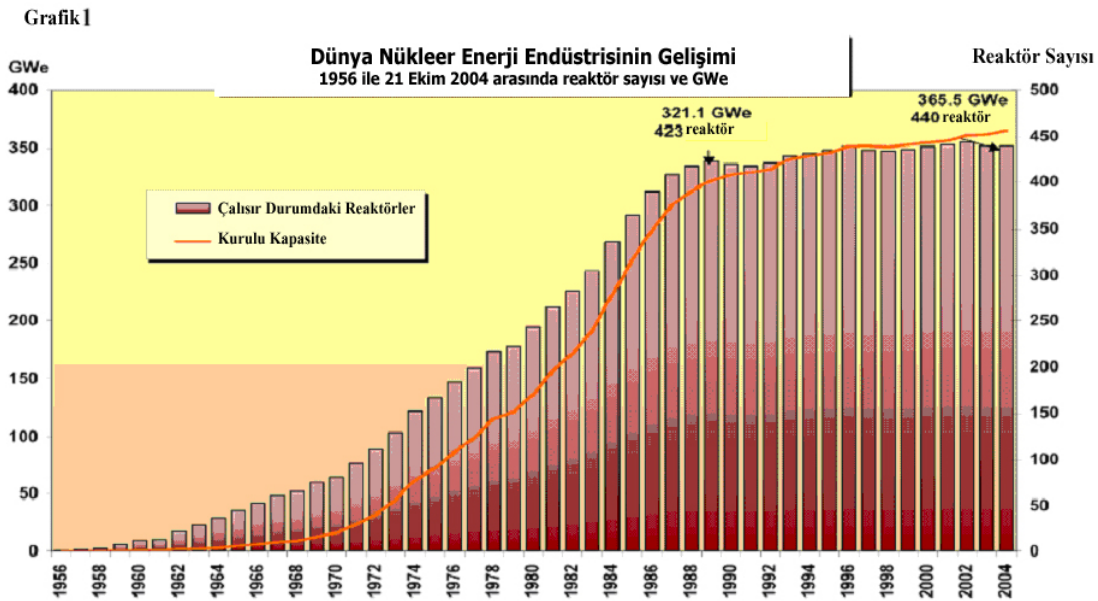
Giriş ve Genel Bakış

50 yıl önce, 1954 Eylül'ünde, ABD Nükleer Enerji Komisyonu başkanı nükleer enerjinin "hesaplanamayacak kadar ucuz" olacağını açıklamıştı: Nükleer enerji santralleriyle enerji üretmenin maliyeti o kadar düşük olacaktı ki, üretilen elektriğin her birimine düşen yatırım maliyeti ihmal edilebilecekti. Tesadüfe bakın ki, ABD'nin bu kehaneti Sovyetler Birliği'nde dünyanın ilk nükleer enerji santralının elektrik şebekesine bağlandığı açıklandıktan hemen 3 ay sonra gelmiştir. Haziran 2004'de uluslararası nükleer endüstri ilk nükleer santralin şebekeye bağlanışının 50. yılını ilk santralin yapıldığı Rusya'nın Obninsk şehrinde "Nükleer Enerjinin 50. Yılı - Gelecek 50 Yıllara" sloganı ile kutladı. Bu rapor nükleer enerji endüstrisinin genel durumunu analiz etmek için sağlam bir temel oluşturmayı amaçlamaktadır. On iki yıl önce 1992'de, Washington'daki Worldwatch Institute (Dünya Gözlem Enstitüsü), WISE-Paris ve Greenpeace International (Uluslararası Yeşilbarış) tarafından 1992 Dünya Nükleer Endüstrisi Durum Raporu yayımlandı. Bugün nükleerin yeniden doğuşu tartışmalarının yeniden doğduğu bir ortamda bulunduğumuz göz önüne alındığında (ki bu son yirmi yıldır belli aralıklarla tekrarlanmakta olan bir fenomen haline gelmiştir) 1992'deki raporun yazarlarından şimdi bağımsız danışman olarak çalışan ikisi, Mycle Schneider ve Antony Froggatt, dünya nükleer endüstrisinin durumunu yeniden ele alarak raporu güncellemişlerdir.

1992 Dünya Nükleer Endüstrisi Durum Raporu şu sonuca varıyordu:

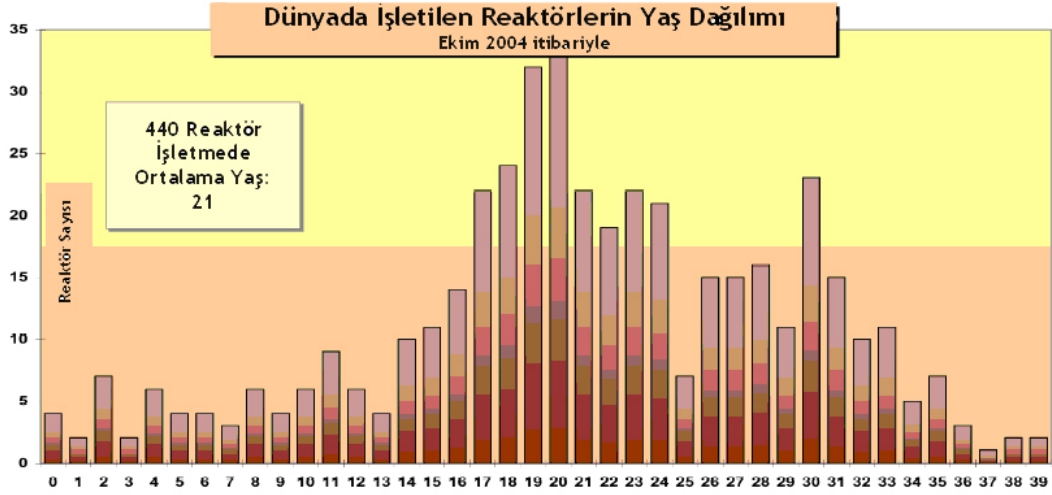
"Nükleer enerji endüstrisi dünya enerji piyasasının dışına atılmaktadır. (...) Şu anda yapımı devam eden nükleer santraller yakında tamamlanacak ve gelecek yıllarda nükleer enerjinin gelişimi çok çok yavaş olacaktır. Bugünden açıkça görülmektedir ki dünya genelinde 2000 yılında hemen hemen 360.000 MW'lık bir nükleer kapasite olacaktır, bu da bugünkü kapasitenin sadece %10 üzerindedir. Bu durum 1974'de Uluslararası Atom Enerjisi kurumunun 2000 yılı için öngördüğü 4.450.000 MW'lık üretim kapasitesinin çok uzağındadır."

Gerçekte, 2000 yılında tüm dünyada çalışır durumdaki 436 tesisten oluşan toplam kurulu nükleer kapasite 352.000 MW'dan daha az enerji üretmektedir, bu da 1992'deki kapasitenin %7 üzerindedir. Bu durum 1992'deki raporda yapılan analizlerin doğruluğunu göstermektedir. Ekim 2004'ün sonunda dünya çapında çalışır durumda 440 reaktör vardır -1992'deki sayıdan 4 fazla, nükleer reaktör sayısı için tarihi rekora ulaşılan 2002 yılından ise 4 az- ve toplam üretim kapasitesi 365.500 MW'dır (bkz Grafik 1).



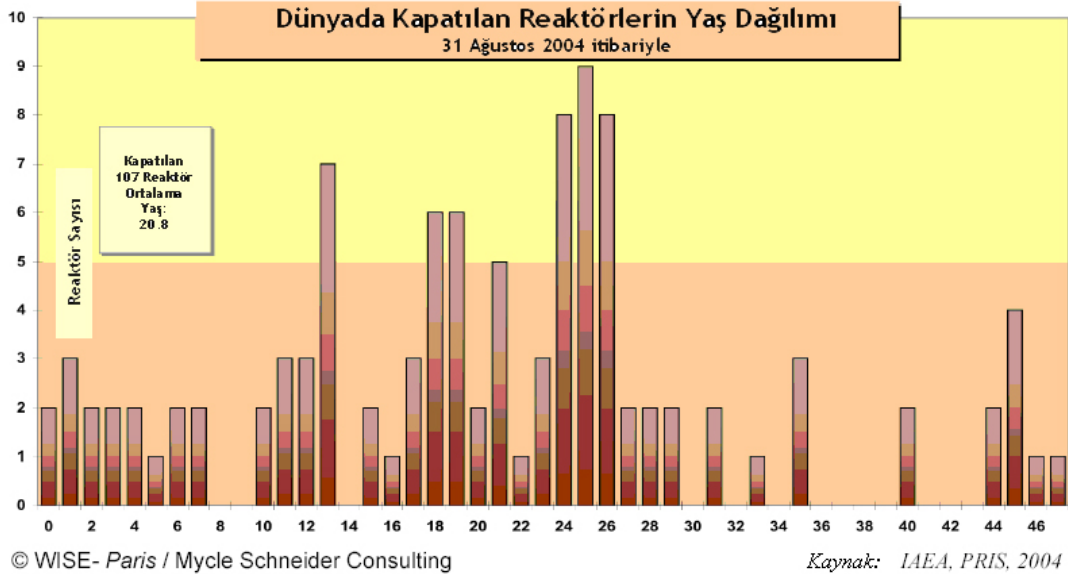
Toplam kurulu kapasite çalışır durumdaki reaktör sayısından daha hızlı artmaktadır, çünkü kapatılan reaktörler yeni açılanlardan genellikle daha küçüktür ve mevcut santrallerin kapasiteleri arttırılmaktadır. Dünya Nükleer Enerji Birliği'ne göre, ABD'de Nükleer Düzenleyici Komisyon 1977'den beri 96 kapasite arttırımını onaylamıştır ve bunlardan birkaçı %20'yi aşan "genişletilmiş kapasite arttırımı"dır.¹ Bununla birlikte önemli sayıda yeni reaktör olmayınca nükleer santrallerin yaş ortalaması giderek artmış ve bugün 21'e ulaşmıştır (Grafik 2).

Grafik 2



Kalıcı olarak kapatılan yine ortalama 21 yaşındaki toplam 107 santralde rakam 1992'deki durumdan 4 yıl fazladır (Grafik 3). 1992 den bugüne dek geçen 12 yıllık süreçte 32 reaktör kapatılmış ve 52 reaktör şebekeye bağlanmıştır. Bu durumda her yıl 1,5 yeni reaktör sisteme bağlanmış olmaktadır.

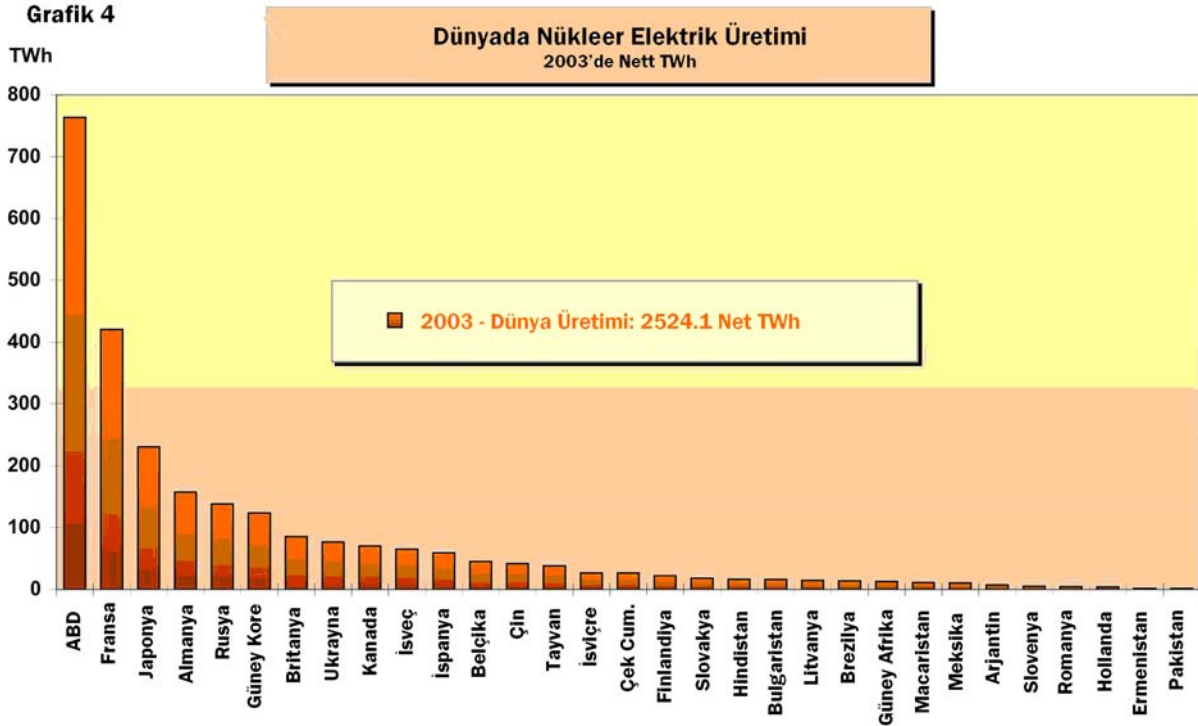
Grafik 3



2000 yılından bu yana yıllık nükleer kapasite artışı iyileştirmelerle birlikte yaklaşık 3.000 MW'dır. Bu rakam bütün dünyada yıllık elektrik enerji üretim kapasitesindeki yaklaşık artış miktarı olan 130.000 - 180.000 MW ile karşılaştırılmalıdır. Bu durumda nükleer enerjinin yıllık artıştaki payının yaklaşık %1,5- 2,5 oranında kaldığı görülmektedir. Sonuçta nükleer enerjiden kaçış nedeniyle nükleer enerji dünya enerji üretimindeki %16'lık payını bile koruyamayacak, aynı şekilde ticari birincil enerji

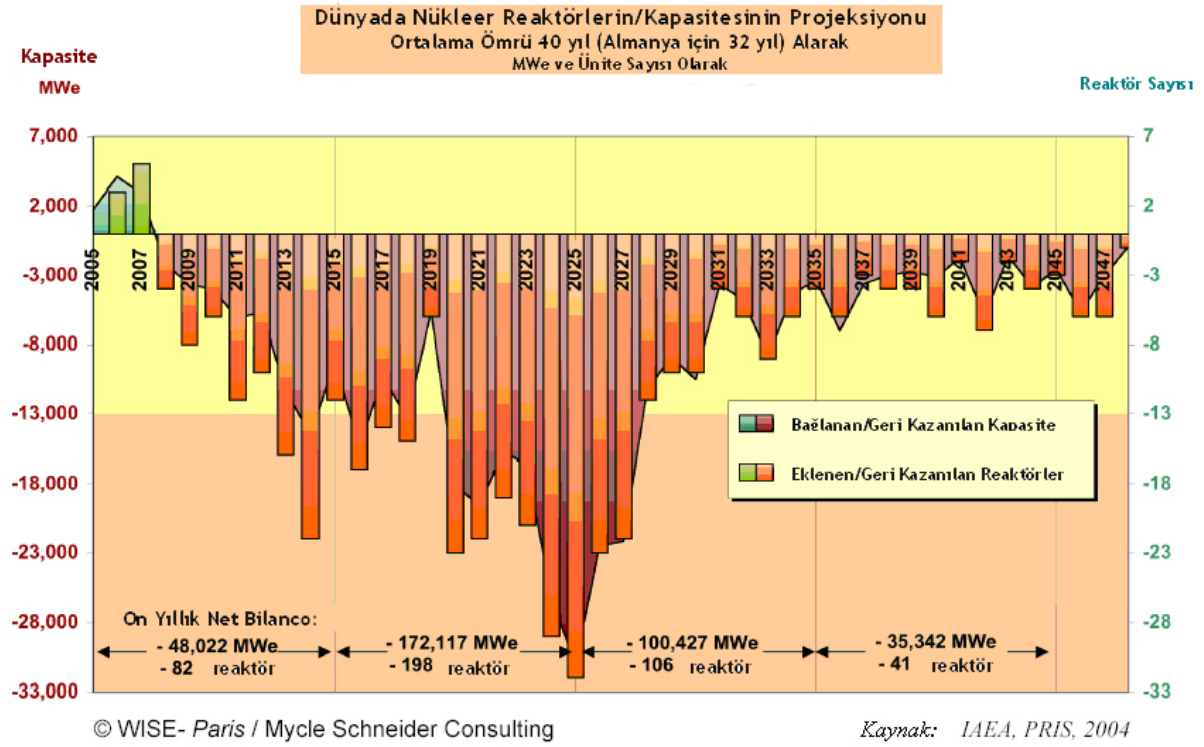
kabuğundaki %6'lık veya son kabuk enerjideki %2-3'lük yerini de koruyamayacaktır. Tüm bu parametreler halihazırda düşmektedir.

Nükleer enerji dünyanın sınırlı sayıdaki ülkesine sınırlı kalmıştır. Sadece 31 ülkede, ya da 191 Birleşmiş Milletler üyesi ülkenin %16'sında nükleer santral vardır (Grafik 4) Yarıısı nükleer silaha da sahip ülkeler olan 6 büyük ülke -ABD, Fransa, Japonya, Almanya, Rusya, Güney Kore- dünyadaki toplam nükleer enerjinin dörtte üçünü üretmektedirler. Dünyada nükleer enerji üreten ülkelerin yarısı Batı ve Orta Avrupa'da bulunmakta ve dünya nükleer enerjisinin üçte birini üretmektedirler. Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'da bulunan aktif reaktör sayısı 1989 gibi erken bir dönemde tarihi rekoru olan 294 sayısına ulaşmıştır. Gerçekten nükleer endüstrideki gerileme, kamuoyu tarafından pek farkına varılmasa da, yıllar önce başlamıştır.



Uluslararası nükleer endüstri gelecek için pembe bir tablo çiziyor. Dünya Nükleer Birliği (World Nuclear Association) diyor ki “Yükselen petrol fiyatları ve sera etkisinin kömür üzerinde yarattığı kısıtlayıcı etki Avrupa ve Kuzey Amerika’da nükleer enerjiyi yeniden gündeme taşımaktadır.” Ne var ki merkezi Viyana’da bulunan Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA), geleceği daha çok Asya ile sınırlı tutmaktadır: “Dünya enerji şebekesine bağlanan en son 31 nükleer enerji santralinden 22’si ekonomik baskılar, yer altı kaynaklarının kıtlığı ve artan nüfus nedeniyle Asya’da inşa edilmiştir. Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinde uzun vadeli nükleer güç programıyla yeni santrallerin yapımı durdurulmuşken, dünya üzerinde halen inşa halindeki 27 santralden 18’i Asya’da bulunmaktadır”². Ancak Grafik 5’te de görüldüğü gibi, bugün inşa edilen reaktör sayısı varolan ünite sayısını sürdürmek için gereken sayının bile çok altındadır.

Grafik 5



Dünya nükleer endüstrisinin durumunu değerlendirmek için, halen işletmedeki santral sayısını korumak için gelecek on yılda yapılması zorunlu ünite sayısını tahmin etmek yardımcı olabilir. Biz bir reaktörün ortalama ömrünü 40 yıl olarak aldık –bunun istisnası Alman yasalarına göre Almanya’da kalan 18 reaktörün ortalama 32 yaşında kapatılacak olmasıdır- ki bu da kapatılan reaktörlerin yaş ortalamasının 21 olduğu düşünüldüğünde iyimser bir tahmindir, yine de yeni kuşak reaktörleri öncekilerle karşılaştırdığımızda bu mümkündür. Sonuçlar Grafik 5’te gösterilmiştir. Gelecek 10 yılda, 82 yeni reaktör faaliyete geçirilmelidir. Hesaplamada Haziran 2004’de IAEA tarafından kesin hizmete girme tarihi verilen 27 santral ve yukarıda sözü geçen 18 reaktör dikkate alınmalıdır. Diğer bir deyişle 2015’in sonuna kadar 73 yeni reaktör daha planlanıp faaliyete geçirilmek zorundadır. Nükleer santrallerin yapılmasının ne kadar uzun süre aldığı düşünüldüğünde bunun olanaksız olduğu görülmektedir. Finlandiya ve Fransa’da yapımı devam eden birer nükleer santral de bu hesabı değiştirmemektedir. Ayrıca bugün varolan nükleer reaktör sayısının korunması için gelecek 20 yılda toplam 280 adet yeni reaktörün faaliyete geçmesi gerekmektedir. Çin’in 2020’ye kadar 32 yeni santrali faaliyete geçirmeyi planladığı söylenmektedir. Bu gerçekleşmesi oldukça zor bir öngördür, ancak tabii ki gerçekleşmesi olanaksız değildir. Ancak yatırımlarda böylesine sıradışı bir artış olsa bile teknik ve işletmeyle ilgili sorunlar nedeniyle kırk yaşına ulaşan reaktör sayısının %10’u bile yerine konmuş olmayacaktır.

Dünyada işletilmekte olan nükleer santral sayısı önümüzdeki yirmi yıl içinde büyük bir olasılıkla düşecek ve bu düşüşü 2020’den sonra daha da keskin bir düşüş izleyecektir.

Birçok yorumcu nükleer enerji ile ilgili temel problemlerin üstesinden gelinemediğini ve bu durumun küresel piyasadaki rekabet için de ciddi dezavantaj oluşturmaya devam edeceğini düşünmektedirler. ABD’de bulunan Enerji Endüstrisi Analizleri danışmanlık şirketinin yöneticisi olan Ken Silverstein şöyle demektedir: “İktidarın deregülasyonu ve diğer piyasa ve politika belirsizlikleri nedeniyle hiçbir nükleer santral şirketi yeni bir santral inşa etmenin mali riski altına girmek istememektedir. Standard and Poor’s bu engelleri ortaya koyan bir rapor yayımlamıştır. Herhangi bir projede çeşitli nedenlerle doğan bekleme ve ertelemeler yatırımcıya ek finansal yük getirmekte ve bu sürecin maliyeti önceden belirlenerek hesap edilememekte, bu durum finansal risk ve tehdit aracı olmaktadır. Yatırımcının

sektöre sıcak bakması için planlayıcıların uzun vadede finansal riskler açısından ve mevzuat ve yasalardan doğacak zorluk ve tehlikelerin aşılması açısından güven vermesi gerekmektedir.” Standart and Poor’s raporunu yazan Peter Rigby şöyle söylemektedir. “Endüstrinin bıraktığı miras, yani maliyetlerin artması, teknik sorunlar ve hantal ve karmaşık kurallar, rekabetten ve terorist saldırı olasılığından kaynaklanan yeni risklerle bir araya geldiğinde -federal hükümetin kredi garantisi sağladığı durumlarda bile- yatırımcı açısından üstesinden gelinemeyecek kadar büyük riskler ortaya çıkmaktadır”³

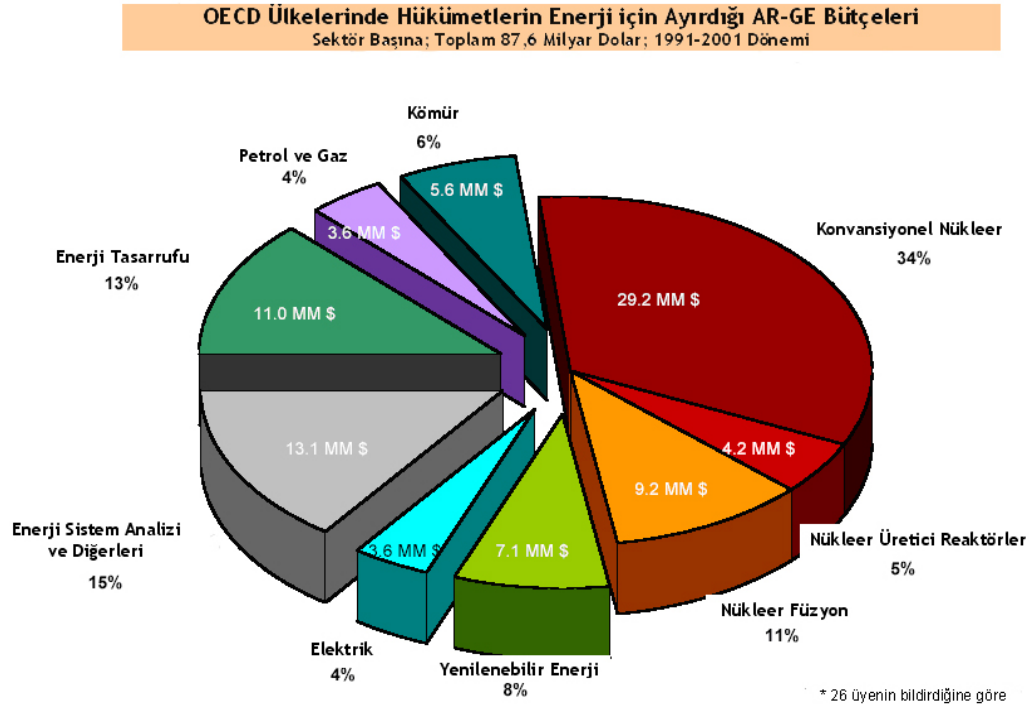
Özellikle ABD’de, nükleer endüstri varlığını sürdürebilmek için karşı karşıya bulunduğu güçlüklerin üzerini örtmeye ve görmezden gelmeye çalışmaktadır, ancak bu durum daha uzun süre işe yarayacakmış gibi görünmemektedir. "ABD’de bugün yaşadığımız politik gerçeklik bu ülkede artık uzun bir süre yeni bir nükleer santral yapılamayacağını göstermektedir.” Bu sözleri sarf eden kişi Başkan George H.W. Bush’un eski bakanı James A. Baker’dır.⁴ Fransız sistem analisti ve Enerji ve Birincil Kaynaklar Jeopolitik Merkezi’nin (CGEMP) yöneticisi Jean-Marie Chevalier, Baker’ın görüşünü desteklemektedir: “[Başkan George W.] Bush nükleer enerjinin yeniden gündeme gelmesi gerektiğini söyleyip duruyor olabilir. Ama yatırımcılar kuyrukta beklemiyorlar, çünkü bugün nükleer enerji yüksek sermaye gereksinimi ve uzun süren inşaat süreciyle çok büyük dezavantajlara sahiptir. Hiç kimse 7-8 yıl sonra yaptığı santral bitip faaliyete geçtiğinde elektrik piyasasının ne durumda olacağını bilmemektedir. Üstelik mali kuruluşlar ve bankacılar bugünlerde nükleer enerji konusuna fazlasıyla şüpheci yaklaşmaktadırlar.”⁵ Aslında, bankacıların nükleer enerjiye ilişkin gönülsüzlükleri yeni değildir. Örneğin Dünya Bankası hiçbir zaman nükleer santralleri finanse etmemiştir ve finansal risk analizlerinin değiştiğine yönelik bir işaret de görülmemektedir. Nükleer iyimserlerin nükleer enerjinin yeniden doğuşu için yeni bir umut kapısı olarak gördükleri Asya’da bile, Asya Kalkınma Bankası nükleer projeleri finanse etmemektedir.

Nükleer lobinin iyimserliği de genelde retorikle sınırlıdır. New York Times “Ülkemizin İlk Yeni Nükleer Santraline Birkaç On Yıl İçinde Kavuşması Ümit Ediliyor” gibi ironik bir manşetle verdiği haberde şöyle demektedir: "ABD’nin en büyük iki nükleer santraline sahip şirket ve iki nükleer reaktör üreticisi de dahil olmak üzere şirketler nereye ve nasıl bir reaktör yapmaları gerektiğini belirleyemediler. Aslında yeni bir nükleer santral inşa etmeye dair bir taahhütte bile bulunmadılar. Bununla birlikte gerekli inşaat izinlerinin alınması için onlarca milyon dolar harcamak ve Kasım ayına kadar kendilerine proje önerileri sunulmasını bekleyen hükümetten onlarca milyon dolar istemek konusunda anlaşmaya vardılar. Bu para yeni kuşak reaktörlerinin tasarım çalışmalarının bitirilmesinde ve bu tip santrallerin tam olarak ne kadar mal olacağını belirlemek için kullanılacak.”⁶ “Ancak aşırı nükleer yanlısı Bush yönetimi bile bu parayı harcamaya gönüllü görünmüyor. ABD Enerji Bakanlığı 2010 nükleer enerji programının 10 milyon dolarlık mütevazı bütçesinde %47 oranında kesinti yaptı, oysa nükleer endüstri 60 milyon ile 80 milyon dolar arasında bir bütçe talep ediyordu. 10 Şubat 2004 tarihli kongre tutanaklarına göre, enerji bakanlığı temsilcisi bu kesintiyi bakanlığın yeni santral yapımı konusunda nükleer endüstriden yeterince destek alamamasına bağlıyordu.”⁷ New York Times haklı görünüyor.

Uluslararası enerji endüstrisinin tamamı nükleer enerji konusunda şüphe içerisindedir. İtalyan gaz ve petrol devi ENI’nin şirket stratejileri konusunda başkan yardımcılığını yürüten Leonardo Maugeri, Newsweek’e yazdığı makalesinde şöyle demektedir: “Pek çok enerji sanayicisi nükleer enerjinin derdimize derman olduğunu düşünüyor, fakat maliyet rekabeti konusunda yanlış analizlere dayanıyorlar. Nükleer atıklar konusundaki politik kaygıları göz ardı etsek bile, üreticiler nükleer santrallerden elde edilen elektrik enerjisinin maliyetini çoğunlukla doğru hesaplayamamaktadırlar. Neredeyse bir santralin inşası için gerekenle kapatılması için gereken yatırım aynıdır. Bunun içindir ki nükleer enerji şirketleri dünya genelinde lobi faaliyetleri yaparak kapatılması planlanan santrallerin sürelerini ileri bir tarihe erteletmeye çalışmaktadırlar.”⁸ Genel anlamda nükleer endüstri stratejileri oldukça açıktır. Kısa ve orta vadede nükleer enerjinin yeniden canlanması olası görünmemekte, bunun 4. nesil diye tanımlanan yeni reaktörlerin devreye girmesiyle gerçekleşmesi ümit edilmektedir. Bunlar daha küçük boyutları (100-200 MW) ve düşük sermaye gereksinimi, inşaat süresinin kısa olması, daha küçük radyoaktif envanterleri ve pasif güvenlik önlemleri nedeniyle daha esnek çözümler

sunabileceklerdir. Öte yandan nükleer şirketler santral ömrünü mümkün olduğu kadar uzatarak nükleer gelecek mitini ayakta tutmak için ellerinden geleni yapmaktadırlar.

Grafik 6



© WISE- Paris / Mycle Schneider Consulting Kaynak: IEA, Energy Policies of IEA Countries - 2003 Review

OECD'nin Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından yayımlanan Enerji Politikaları Dergisi'nin 2004 sayısında hükümetlerin enerji konusundaki araştırma ve geliştirme (AR-GE) bütçeleri analiz edilmiştir⁹: "Son beş yılda alınan ya da planlanan önlemler içinde yenilenebilir enerji teknolojilerine ve enerji verimliliğine yapılan destek önemli yer tutmaktadır. Oysa iklim değişikliği noktasından bakıldığında cazibesini korumasına rağmen nükleer enerjiye verilen destek oldukça sınırlıdır. (...) Hükümetlerin AR-GE bütçelerinde fosil yakıtlara ve nükleer fizyona ayrılan pay nükleer fizyonun hala en büyük paya sahip olduğu 1980'lerin başlarından beri belirgin olarak düşmüştür." Aslında dünya enerji pastasındaki öneminin ne kadar sınırlı olduğu düşünüldüğünde nükleer enerji –fizyon ve füzyon- hala AR-GE bütçesinden büyük miktarda para emmekte olduğu söylenebilir. Grafik 6'da görüldüğü gibi, 1991 ve 2001 yılları arasında 26 OECD üyesi ülkenin enerji için ayırdıkları 87.6 milyar dolarlık AR-GE bütçesinin yarısı nükleer araştırmalara gitmiştir.

Uluslararası Enerji Ajansı 2003 yılı Dünyada Enerjiye Bakış raporunda şöyle demektedir: "Elektrik enerjisi üretiminde nükleer enerjinin kullanılma payının, halktan gelen muhalefet, atıkları depolama sorunu, nükleer silahların artmasından duyulan kaygılar ve nükleer enerjinin ekonomisi nedeniyle dünyanın pek çok bölgesinde azalması beklenmektedir. Dünya genelinde elektrik enerjisi üretiminde nükleer enerjinin payının 2001'de %19 iken 2025'de %12'ye düşmesi beklenmektedir." Dünyada Enerjiye Bakış'ın 2004 baskısında da nükleer gücün "diğer teknolojiler ile rekabet güçlüğü" nedeniyle "artan bir şekilde düşeceği" söylenmektedir. 2002 ile 2030 yılları arasında nükleer enerji kullanımında %13 artış olacağını varsayan "alternatif" senaryolarda bile - hiçbir yeni ülkenin nükleere bulaşmayacağı düşünülerek - nükleerin birincil ticari enerjideki payı sadece %5 olmaktadır. Ayrıca bu "alternatif" senaryoda CO2 emisyonlarındaki azalmanın sadece %10'u artan nükleer kullanımdan kaynaklanmaktadır. Sera gazı emisyonlarındaki düşmede aslan payını enerjinin verimli kullanımına yönelik önlemler almaktadır. "Nükleer yeniden doğuşa" dair bir işaret hala görünmemektedir.

Tablo 1: 2004 Yılında Dünyada Nükleer Enerjinin Durumu

Ülkeler	Nükleer Reaktörler ¹⁰				Güç	Enerji
	İşletmede	Ortalama Yaş	İnşa Halinde	Planlanan ¹¹	Elektrikteki Payı ¹²	Ticari Birincil Enerjideki Payı ¹³
ABD	104	25	0	0	%20	%8
Almanya	18	23	0	0	%28	%11
Arjantin	2	26	1	1	%9	%3
Belçika	7	24	0	0	%56	%19
Brezilya	2	13	0	1	%4	%2
Britanya	23	26	0	0	%24	%9
Bulgaristan	4	19	0	0	%38	%20
Çek Cumhuriyeti	6	13	0	0	%31	%13
Çin	10	4	1	4	%2	%1
Ermenistan	1	24	0	0	%36	%23
Finlandiya ¹⁴	4	25	1	0	%27	%19
Fransa ¹⁵	59	20	0	1	%78	%38
Güney Afrika	2	20	0	0	%6	%2
Güney Kore	19	12	1	8	%40	%14
Hindistan	14	17	8	0	%3	%1
Hollanda	1	31	0	0	%5	%1
İran	0	0	2	1	%0	%0
İspanya	9	23	0	0	%24	%10
İsveç	11	26	0	0	%50	%33
İsviçre	5	29	0	0	%40	%21
Japonya	54	20	2	12	%25	%10
Kanada ¹⁶	17	20	0	2	%13	%6
Kuzey Kore ¹⁷	0	0	1	1	%0	%0
Litvanya	2	19	0	0	%80	%38
Macaristan	4	19	0	0	%33	%10
Meksika	2	13	0	0	%5	%2
Pakistan	2	19	0	1	%2	%1
Romanya	1	8	1	0	%9	%3
Rusya	30	23	3	0	%17	%5
Slovakya	6	17	0	0	%57	%21
Slovenya	1	23	0	0	%40	%21
Tayvan	6	23	2	0	%22	%9
Ukrayna	14	17	3	0	%46	%14
AB (25 ülkeli)	151	22	1	1	%31	%15
Toplam	440	21	26	32	%16	%6

Ülkelere Bakış¹⁸

Afrika

Güney Afrika, Fransızlar (Framatome) tarafından inşa edilmiş iki reaktöre sahiptir. Yapımları 1970'lerde başlamıştır ve her ikisi de Cape Town'un doğusunda Koeberg bölgesindedir. Bunlar ülke elektriğinin % 6'sını ve birincil ticari enerjinin % 2'sini sağlarlar. Afrika kıtasında bu reaktörlerden başka işleyen nükleer enerji santrali bulunmamaktadır.

Güney Afrika kamu şirketi Eskom, 4. nesil reaktör denilen çakıl taşı yataklı modüler reaktör (PBMR) tasarımıyla ilgili yoğun çalışmalar yapmaktadır. PBMR projesine hatırı sayılır bir uluslararası ilgi vardır ve İngiliz şirketi BNFL, girişimde % 20'lik pay elde edebilmek için 15 milyon dolar yatırımda bulunmuştur. ABD'den Peco Enerji (sonraları Exelon Şirketi) de %12.5'lük bir pay edinmiştir. Aralık 2001'de Exelon, Güney Afrika'da yapılması önerilene paralel olarak bir PBMR reaktörünü de ABD'de inşa etmeyi düşündüklerini açıkladı. Ne var ki Exelon'daki yönetim değişikliğinden sonra, Nisan 2002'de şirket PBMR projesinden geri çekildi. PBMR geliştirilmesinde diğer tek ortak, Güney Afrika Hükümetine ait Güney Afrika Endüstriyel Kalkınma Şirketi'dir.

Yüksek ısılı reaktör modülü için ortak araştırma ve geliştirme programı ve belki de ortak inşaat için Fransız reaktör üreticisi Areva ile, ABD hükümetinin örnek hidrojen üretimi ünitesi teklifine katılım için de Westinghouse ile müzakereler sürüyor. Bununla birlikte Fransız sanayi temsilcileri tarafından 125-165 MW'lık daha küçük reaktör tasarımlarının elektriğin birim maliyetini artırabileceği ve üretimi ekonomik olmaktan çıkaracağı dile getirilmiştir.

Amerika

Arjantin, ülke elektriğinin % 9'undan azını ve birincil ticari enerjisinin % 3'ünü sağlayan iki nükleer reaktör işletmektedir. Arjantin resmi olarak sivil amaçlar için, fakat arkasında güçlü bir askeri lobi ile, şüphe çeken bir nükleer programa kalkışmış ülkelerden birisiydi. Bununla birlikte iki nükleer santrali de yabancı reaktör üreticileri tarafından sağlanmıştır: Atucha-1, 30 yıl önce 1974'de Siemens tarafından, Embalse'deki CANDU tipi reaktör ise Kanadalı AECL tarafından inşa edilmiştir. Embalse, 1983'te şebekeye bağlanmıştır. 1981'den beri "yapım aşamasında" listesinde bulunan, Siemens ve Arjantinli bir şirketin ortaklığıyla inşa edilecek olan Atucha-2, "1994'te projenin felce uğramasıyla"¹⁹ durdurulmuştur. Bununla birlikte Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (UAEA-IAEA), 2005'te Atucha-2'nin tekrar başlatılacağını tahmin etmektedir.

Brezilya, ülke elektriğinin % 4'ünden ve birincil ticari enerjisinin % 2'sinden azını sağlayan iki nükleer santral işletmektedir. 1970'te Angra-1 nükleer enerji santralinin yapımı Westinghouse'a verildi. 1981'de reaktör tehlikeye düştü. 1975'de Brezilya dünya nükleer tarihindeki muhtemelen tek seferde imzalanan en büyük sözleşmeyi Almanya ile imzalandı. Sözleşme, 15 yıllık bir süreçte 1.300 MW'lık sekiz reaktörün yapımını içeriyordu. Sonuç bir felaketti. Artan borç yükü ve Brezilya ordusunun nükleer silahlara olan açık ilgisi nedeniyle neredeyse programın tamamı terk edildi. Sonuçta sadece 24 yıllık yapım süresinin sonunda programda yer alan ilk reaktör olan Angra-2 2000 yılının Haziran ayında şebekeye bağlandı.

Kanada, nükleer enerjiye ilk yatırım yapan ülkelerden biriydi ve 1944'de yeni bir ağır su reaktörü tasarımı başlatmıştı. Bu durum, CANDU (CANadian Deuterium Uranium) reaktör tasarımının benimsenmesine ve Kanada reaktör programının gelişimini benzeri olmayan bir yola soktu. CANDU ile daha sık kullanılan hafif su reaktörleri arasındaki en önemli farklar, yakıt olarak doğal uranyum kullanılması, kapatılmaksızın yakıt alabilmesi ve ağır su ile hafifletilmesidir.

Kanada'da resmi olarak, ülke elektriğinin % 12,5'ini ve birincil ticari enerjinin % 6'sını sağlayan, tamamı CANDU tipi 21 reaktör bulunmaktadır. Kanada reaktörlerinin işletim tarihçesi, öngörülen yapım maliyetlerinin aşılması ve beklenenden daha düşük yıllık kapasite ile çalışmaları gibi teknik sorunlarla dolu bir dert yumağıdır. Bu durum 13 Ağustos 1997'de Ontario Hydro'nun en eski yedi reaktörünü baştan sona elden geçirmek için geçici olarak kapatacağını bildirmesiyle en üst seviyeye ulaştı. Pickering-A'daki 4 reaktör 1997 sonunda kapatıldı. Bruce-A'daki 2. ünite Ekim 1995'de kapatılmıştı, geri kalan üç reaktör ise 31 Mart 1998'de kapatıldı. Bu, 5000 MW'ı aşan, Kanada'nın nükleer kapasitesinin üçte birine eşdeğer bir güçtür ve uluslararası nükleer santraller tarihinde tek kalemde yapılan en geniş çaplı kapatmadır. Kamu şirketi Ontario Hydro, ilk planda işlemekte olan reaktörlerin aşamalı olarak iyileştirileceğini açıkladı: Pickering B, Bruce B ve Darlington geniş çaplı işletimsel iyileştirmelerin ardından kullanıma geri dönecekti. Reaktörlerin yeniden çalıştırılmalarında önemli gecikmeler vardır ve Ekim 2004 itibarıyla kapanan sekiz reaktörden yalnızca üçü tekrar işletilmeye başlanmıştır.

Bu teknik sorunlara rağmen, Kanada Atom Enerjisi Şirketi (AECL), Kanada İhracat Kredi Ajansı'nın desteğiyle, yabancı ülkelere reaktör satışı için saldırgan bir pazarlama kampanyasına girişti ve 4'ü Güney Kore, 2'si Romanya, 2'si Hindistan, 2'si Çin, 1'i Pakistan ve 1'i Arjantin olmak üzere 12 üniteyi ihraç etmeyi başardı. İhracat Pazarı, AECL reaktörleri gelişim programının can alıcı bir parçası olmaya devam ediyor. Eylül 2004'de Çin Ulusal Nükleer Güvenlik Başkanlığı ile bir iyiniyet anlaşması imzalandı. Bu anlaşma, AECL'nin Gelişmiş CANDU reaktörlerinin gelişimini bir hafif su reaktör tasarımı olacak şekilde kısmen kolaylaştıracak.

Kanada dünyanın en büyük uranyum üreticisidir ve 2003'te küresel toplamın % 28'ini üretmiştir. Bununla birlikte rezervlerinin, dünya toplamının sadece % 14'ünü içerdiği sanılmaktadır ve bu nedenle dünya pazarındaki yeri gelecekte azalabilir.

Meksika'da nükleer enerjinin gelişimi 1960'larda saha araştırmaları ve 1969'da açılan bir ihale ile başladı. 1976'da General Electric, iki adet 654 MW'lık reaktör inşasına ilişkin bir teklifle Laguna Verde santralının yapımına başladı. İlk ünite 1990'da, ikincisi Nisan 1995'de ticari işletmeye girdi ve ortalama yapım süreleri 16 yıldır. 2003'te ülke elektriğinin % 5,2'sini, birincil ticari enerjinin % 1,7'sini nükleer santraller üretmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri, elektriğinin % 20'sini, birincil ticari enerjisinin % 8'ini sağlayan 103 ticari reaktörle, dünyada en fazla sayıda işleyen nükleer enerji santraline sahip ülkedir. Başkan Eisenhower'ın 1954'deki "Barış için Atom" konuşmasını izleyerek başlatılan sivil reaktör programı 1957'de Pennsylvania Shippingport'daki ilk ticari reaktörün işletmeye açılmasını sağlamıştır. ABD'de işleyen reaktör sayısı fazla olmasına rağmen, iptal edilen proje sayısı daha fazladır: 138. Sonuçlanan son sipariş Ekim 1973'te verilmiş ve 30 yıldan beri verilen tüm siparişler sonradan iptal edilmiştir.

ABD'deki nükleer endüstrinin sorunları, 1979'da Three Miles Island'da yaşanan ve neredeyse felakete sonuçlanacak olan kazanın bir sonucu olmaları da, bu gelişmeyle iyice karmaşık hale gelmiştir. Endüstrinin ana sorunu ekonomiktir. Yapım sürecindeki sorunlar ve anti-nükleer kampanyalar yapım sürelerinin uzamasına ve maliyetlerin artmasına sebep olmuştur. Yapım süreleri 1970'lerden 1980'lere gelirken ikiye katlandığından, bir nükleer enerji santralinin tahmini maliyeti, 1970'lerde 400 milyon dolar iken 1990'larda 4 milyar dolar civarına yükselmiştir. Bu gerçekler, 1985 yılında Amerikan iş dünyası dergisi Forbes'un, boşa giden yatırım ve proje aşım maliyetleri 100 milyar doları bulan nükleer endüstriyi, "ABD iş tarihinde Vietnam Savaşı'ndan ve Tasarruf ve Kredi Krizinden sonra en büyük idari felaket" olarak tanımlamasına yol açtı. 1996'da Watts Bar 1'le son reaktör tamamlanmış oldu (yapımına 1973'de başlanmıştı) ve geçenlerde dört reaktör için inşaat lisansı uzatıldı (Watts Bar 2, Bellefonte 1 ve 2, WNP 1). Ne var ki bu alanlarda aktif bir inşaat bulunmamaktadır.

Yeni reaktör inşasındaki başarısızlığa rağmen, nükleer enerji endüstrisi iki ana alanda etkin kalmıştır: var olan reaktörlerin enerji çıktılarındaki artışlar ve santral işletim sürelerindeki uzatmalar. İşletim

sistemlerindeki değişiklikler ve reaktör performansının artışına özen gösterilmesiyle, ABD reaktörlerinin üretime hazır halde bulunması 1980'lerde % 56 iken 2002'de % 90'a çıkmıştır. Sonuçta, bu süreçte yeni kapasitelerin işletmeye sokulması ve reaktörlerdeki iyileştirmelerle beraber ABD reaktörlerinden elde edilen enerji üçe katlanmıştır.

Yeni reaktör siparişi olmaması 2015'te ülkenin reaktörlerinin %30'unun en az 40 yıldır çalıştırılmış olacağı anlamına gelmektedir. İlk kurulan dört reaktör 2006'da 40 yaşına basacaktır. Başta Amerikan reaktörlerinin 40 yıl işletilmesi düşünülmüştü, ancak bu sürenin 60 yıla uzatılması için uygulanmakta olan ve karar bekleyen teklifler vardır. Halihazırda ABD'nin toplam reaktör sayısının %75'ine takabül eden 26 nükleer santralinde işletme süresinin uzatılmasına karar verilmiştir. Bu kararların 18'inden fazlası uygulanmış ve kalanlardan 32'si niyet mektubunu sunmuştur.²⁰

2000'de George W Bush'un seçilmesi bazıları tarafından nükleer enerjinin desteklenmesinde yeni bir çağ olarak yorumlanmıştı. Bush yönetiminin ulusal enerji politikası, 2010'a kadar iki nükleer santral inşa etmeyi hedef olarak koydu, fakat bu hedef olanaksız görünüyor. Yeni yapımlar hakkındaki belirsizlikleri azaltmak için iki aşamalı lisans süreci geliştirilmektedir. Buna göre önce tasarımlara ortak ve jenerik (tek bir) genel resmi izin alması, ve sonrasında reaktör tasarımlarını sorgulamadan, sadece inşa lisanslarına başvurulması yeterli olacaktır. Genel ve ortak lisanslar, General Electric'in Gelişmiş Kaynar Su Reaktörleri, Combustion Mühendislik Sistemleri'nin +80 Gelişmiş Basıncılı Su Reaktörleri ve Westinghouse'un AP-1000 reaktörlerine verilmiştir. Erken yer ruhsatları için üç şirket, Dominion Resources, Exelon ve Entergy başvuruda bulunmuştur. Bununla birlikte, sektörün yeniden canlanması için şart olan önemli bir parça hala eksiktir: yeni bir reaktör siparişi dalgası.

Harcanan yakıtın hemen tamamı reaktör içindeki depolarda bulunmaktadır. Federal hükümet atıkların nihai bertarafından sorumludur ve Nevada'da Yucca Dağında bir nihai bertaraf alanı inşa etmeyi planlamaktadır. Temmuz 2004'te ABD Kolombiya Circuit Bölgesinin Temyiz Mahkemesi, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA)'nın Yucca Dağı için radyasyon salınım düzenlemelerinin, Nükleer Atık Politikası Anlaşmasını çiğnediğine hükmetti. Çünkü Ulusal Bilimler Akademisi sağlık standardı olarak halkın 300,000 ile 1,000,000 yıl arasında korunmasını tavsiye ederken, EPA atıkların sadece 10,000 yıl süresince tutulmasını önermişti. Mahkeme ayrıca Nükleer Düzenleyici Komisyon'un EPA'nın konu hakkındaki yeni bir düzenlemesine kadar -ki bu bir on yılı bulabilir- beklemesine hükmetti.

Asya

Çin, ülke elektriğinin yaklaşık % 2'sini ve birincil ticari enerjisinin % 0,8'ini sağlayan 10 reaktör işletmektedir. Ayrıca bir adet Rus VVER tasarımı reaktör yapım halindedir. Çin, tüm nükleer ülkeler arasında elektrik pastasında nükleerin en az paya sahip olduğu ülkelerden biridir. Toplam enerji tüketiminin hızla artması beklendiğinden, önemli yeni inşa programlarına girilirse bile muhtemelen bu durum devam edecektir.

Temmuz ve Eylül 2004'de Çin Devlet Konseyi Lingdang, Sanmen ve Yanjiang'da yapılacak ve birbirinin aynısı olan üç projeye izin verdi. Avustralya'nın Melbourne kentinde bulunan Uranyum Bilgi Merkezine göre, "Sanmen ve Yanjiang santralleri, 2005'de sözleşmesi yapılacak olan 3. nesil tasarımlar için açık ihale sürecindedir. Westinghouse, AP 1000 santrali (US NRC son resmi onaylı tasarımı), Areva (Framatome ANP) 1600 MW'lık EPR, ve Atomstroyexport AES-92 (VVER-1000'in V-392 versiyonu) ya da belki daha büyük bir VVER-1500/V-448 ile ihaleye katılacaklar. Teklifler, teknoloji düzeyi, önceden kullanılmış olma, fiyat, içeriğindeki yerel unsurlar ve teknoloji transferi dereceleri açısından değerlendirilecektir."²¹ Burada içerikteki yerel unsurlar ve teknoloji transferi hayati noktalar. Çin geçmişte sözleşmeleri başarıyla müzakere eden bir ülkeydi. Fransızlar, Guandong'daki Daya Körfezinde bulunan ilk reaktörün tesliminde önemli miktarda para kaybetmişlerdi. Öyle ki, anlaşmanın açıklandığı basın toplantısında, zamanın EDF başkanı, "gömleği

değil ama kol düğmelerini kaybettik” dediğinde genel müdür “evet, hem de altın kol düğmeleri” diye eklemiştir.

EDF, iki ünitenin yapımını Çinli mühendislerle birlikte yürüttü. O zamanlar, bu projenin ısmarlanacak başka birçok reaktörün yapımı için de bir kapı araladığı sanılmaktaydı. Ancak, Framatome, 20 yılı aşkın bir sürede Çin’e yalnızca iki ünite daha ihraç edebildi. Çin, sonraki süreçte ABD, Rus ve Fransız-Alman ortaklıklarıyla şiddetli müzakereler yaparken, kendi teknolojisini geliştirme sürecinde, iki Kanada yapımı ve iki Rus yapımı santral edindi. Anahtar kelime teknoloji transferiydi.

2020 itibarıyla 28.000 MW’lık bir genişleme programı hazırlandığı halde, gelecek 20-30 yıl içerisinde nükleer enerjinin Çin’de önemli bir rol oynaması olanaksız görünmektedir²². Çin, ucuz kömür ve doğal gaz kaynaklarına sahiptir ve nükleer gelişmelerin Çin’i bu kaynakları kullanmaktan vazgeçireceğini sanmak yanıltıcı olur. Zor olan enerji talebindeki inanılmaz artışı yavaşlatmak olacaktır.

Hindistan, halihazırda ülke elektriğinin % 3,3’ünü, birincil ticari enerjisinin % 1’ini sağlayan 14 reaktör işletmektedir. Ticari terimi üzerindeki ısrar birincil enerjinin büyük bir kısmının ticari olmayan biyokütleden sağlandığı Çin ve Hindistan gibi ülkeler için özel bir önem taşımaktadır.

Hindistan’ın enerji kapasitesi yaklaşık 120.000 MW civarındadır. Bu değer nüfusunun 20 kat fazla olduğu Fransa ile karşılaştırılabilir bir düzeydedir. Şebekeye bağlanmış kapasitenin sadece % 2’si nükleerdir. Nüfusun % 80’i şebekeye bağlı olmakla birlikte, elektrik kesintileri sıktır. Hindistan’da sekiz ünite “yapım aşamasında” listesinde. Kullanımdaki reaktörlerin çoğu yapımları 10-14 yılı aşan bir gecikmeyle inşa edilmiş ve işletme hedeflerini nadiren tutturan, genelde 90-200 MW arasında enerji üreten küçük kapasiteli ünitelerdir. 1985’de Hindistan’ın hedefi, 2000 yılına kadar 10.000 MW’lık nükleer kapasite kurmaktı (Bu, 1985’deki düzeyin 10 kat artışını gerektiriyordu). 2000 yılında yerleşik kapasite yalnızca 2.200 MW artmıştı ve asıl (işletmedeki) kapasite 1.500 MW’dan fazla değildi.

Hindistan, “sivil” olarak tasarlanmış tesisleri askeri amaçlar için açıkça kullanan ilk ülkedir. 1974’deki nükleer deneme, dış kaynaklı resmi nükleer işbirliğinin ve özellikle de çok değerli Kanada yardımının sonunu getirdi. 1998’deki bir dizi deneme uluslararası kamuoyu için bir şok oldu ve Pakistan tarafından yapılan bir dizi denemeye neden olarak bölgede yeni bir istikrarsızlık dönemi başlattı.

Japonya, 2003 yılında ülke elektriğinin % 25’ini ve birincil ticari enerjisinin % 10’unu sağlayan 54 reaktör işletmektedir. 2002’de nükleer enerji, Japonya’nın elektriğinin yaklaşık % 35’ini üretmekteydi. 9 Ağustos 2004’de Mihama-3 istasyonundaki buhar sızıntısı sonrası beş işçi öldü, ki bu gün, Nagasaki’nin bombalanmasının yıldönümü olarak özellikle Japonya’da kara bir gündür. Boru yırtılması, Japon nükleer santrallerinde sistematik denetlemede ciddi bir eksiklik olduğunu açığa çıkardı ve önceden planlanmamış büyük bir denetleme programının başlamasına yol açtı. Bu dehşet verici olay, Japon nükleer santrallerinde gerçekleşen bir dizi ciddi kazanın sonucusudur: 1995’te Monju hızlı üreticisinde sodyum sızıntısı (reaktör hala kapalıdır), Mart 1997’de Tokai yeniden işleyicisinde atık patlaması, Eylül 1999’da Tokai yakıt işletme tesisindeki tehlikeli kaza ve Ağustos 2002’de ortaya çıkan ve Tokyo Elektrik Enerji Şirketinin 14 nükleer santralının tümünün kapanmasına neden olan büyük sahtecilik skandalı. TEPCO yöneticileri denetleme kayıtlarında sahtecilik yaparak 17 ünitenin 13’ünde reaktör kap örtülerindeki çatlakları gizlemeye çalıştı²³. Daha sonra skandal diğer nükleer enerji şirketlerine de sıçradı. Ülkedeki nükleer elektrik üretiminin 2002 ve 2003 arasında dörtte birden fazla azalması şaşırtıcı değildir.

Resmi olarak “yapım aşamasında” listesine alınmış üç reaktör vardır. Daha sonraki projeler belirsizdir. Hükümetin Nükleer Gelişim için Uzun Dönemli Planı şu günlerde gözden geçirilmektedir. Kısa dönemde alınacak olan en önemli karar, Rokkasho-mura’daki plutonyum ayrıştırma santralının kaderiyle ilgilidir. Yıllık nominal üretim miktarı 800 ton olan yeniden işleme tesisi başlangıç safhasındadır. Bununla birlikte plütonyumun ayrıştırılmasını içeren son hayati basamak henüz

faaliyete geçmemiştir ve 2005 yılında yapılması planlanmıştır. Son yıllarda skandal ve kazalar MOX (uranyum-plütonyum karışımı okside yakıt)'a plütonyum eklenmesini önemli oranda geciktirmiştir. Şu ana kadar MOX tipi yakıt kullanılmamıştır ve Japonya 35 tonluk bölümü Fransa ve İngiltere'de bulunan büyük miktarda (yaklaşık 40 tonluk) plütonyum stoğuna sahiptir.

Pakistan, ülke elektriğinin % 2'sini, birincil ticari enerjinin % 1'den azını sağlayan iki reaktör işletmektedir. Hindistan vakasında olduğu gibi, Pakistan da sivil gösterilmiş nükleer tesislerini askeri amaçlar için kullanmıştır. Pakistan ayrıca, karmaşık bir sistem geliştirerek yasadışı yollarla uluslararası karaborsadan nükleer silah programına parça bulmaya çalışmaktadır. Tedarikçilerinin arasında bir çok Avrupalı kaynak da mevcuttur. Hindistan'ın 1998'deki nükleer silah denemeleri dizisini takiben, Pakistan da derhal birkaç nükleer aygıt patlatmıştır. Uluslararası nükleer yardım pratik olarak olanaksızdır, çünkü Hindistan gibi Pakistan da NPT'yi (Nükleer Silahsızlanma Anlaşması) imzalamamıştır ve gözlemcilerin tam yetkiyle denetleme yapmasına (yani ülkedeki tüm nükleer aktivitelerin uluslararası denetimine) izin vermemektedir. Bu nedenle Pakistan'ın nükleer programı, büyük olasılıkla baskın askeri özelliğini koruyacaktır.

Kore yarımadasında, **Güney Kore Cumhuriyeti** elektriğinin % 40'ını ve birincil ticari enerjisinin % 14'ünü sağlayan 19 reaktör işletmektedir. Ek olarak bir reaktör "yapım aşamasında" olarak listelenmiştir. Uzun süredir Güney Kore, Çin'in yanısıra, nükleer enerjinin yayılmasında geleceğin pazarı olarak görülüyordu. Artık bu öngörü tamamen şüpheli hale gelmiştir. 1989'da Montreal'deki Dünya Enerji Konferansında, Güney Kore Enerji Bakanı Bung-Suh Lee "nükleer karşıtı hareket küresel hale geliyor" açıklamasında bulunmuştu. "Onlar dünya çapında nükleer üretimi durdurmadan, biz onları durdurmalıyız." Başlangıçta kamuoyunda yeterince tartışılmadan yürütülen nükleer program, programın geleceği üzerine (özellikle radyoaktif atıkların kaderinin ne olacağı hakkında) büyük bir tartışmaya sebep olarak 1990'lardaki genişleme planlarına darbe vurmuştur. Hala bazı yeni reaktör planları bulunmaktadır, ancak doğan şüpheler politika ve yönetime darbe vurarak programı fiilen durma noktasına getirmiştir. Plütonyum ayrıştırma ve uranyum zenginleştirme çalışmalarını da içeren bazı yasadışı denemelerle ilgili sırların ortaya dökülmesiyle, programın barışçı doğasıyla ilgili şüpheler de oluşmuştur.

Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti (Kuzey Kore), işleyen bir nükleer santrale sahip değildir. 1994'de imzalanan bir uluslararası anlaşmayla (KEDO), ABD, AB ve diğer birkaç ülkeden sağlanacak teknik ve finansal yardımla iki reaktörün tedarik edilmesi kararlaştırılmıştı. Kuzey Kore de karşılığında nükleer silahlarla ilişkili tüm araştırma ve geliştirme çalışmalarını sona erdirmek zorundaydı. 2002'de ABD, Kuzey Kore'yi anlaşmayı çiğnemekle suçladı. Suçlamanın yanlış olduğu ortaya çıkınca Kuzey Kore NPT'den çekilmeye ve nükleer silahlarla ilişkili çalışmalarını açıkça tekrar başlatma hazırlıklarına girişti. Sonuç olarak reaktör inşaat projeleri donduruldu.

Tayvan, ülke elektriğinin % 22'sini ve birincil ticari enerjinin % 9'unu sağlayan 6 reaktör işletmektedir. Taipei yakınlarındaki Lungmen'de 1.350 MW'lık iki geliştirilmiş kaynar su tipi reaktör "yapım aşamasında" olarak listelenmiştir. 2006-2007'de açılmaları planlanmışsa da gecikmeler olasıdır. İşleyen güncel ünitelerin sonuncusu 1985'te açılmıştır. Tüm enerji santralleri ABD kaynaklıdır. Yapım aşamasındaki iki santral için verilen "anahtar teslim" teklifleri reddedilmiş ve nükleer yataklar için General Electric ile, türbinler için Mitsubishi ile, kalanları içinse diğer şirketlerle anlaşma yapılmıştır. İnşaat 1999'da başlamıştır. "İki reaktörün üçte biri tamamlandığında yeni hükümet projeyi iptal etmiş, ancak yapılan yasal başvuru ve hükümetin lehte kararı sonucunda çalışma ertesi yıl yeniden başlamıştır. Fakat proje yaklaşık bir yıl gecikmiş durumdadır."²⁴

Avrupa

Ekim 2004 itibarıyla, 25 üyeli genişletilmiş Avrupa Birliği'nin (AB25) 13 üye ülkesinde çalışır durumda 151 reaktör mevcuttur. Bu rakam tüm dünyadaki santral sayısının üçte birini oluşturmaktadır.

Sayı 1989'da 172 iken ozamandan beri %12'lik bir azalma olmuştur. Tesislerin büyük çoğunluğu (132 tanesi) Batı Avrupalı 8 AB15 ülkesinde ve sadece 19 tanesi 5 yeni üye ülkede bulunmaktadır. Diğer bir deyişle AB25'teki nükleer reaktörlerin onda dokuzu Batı Avrupa'dadır. Bununla beraber özellikle güvenlik konuları gündeme geldiğinde, kamuoyunun ve politikacıların dikkati doğuya yönelir. 2003'de, ticari elektriğin %31'i nükleer enerjiden sağlanmaktaydı ancak bu ticari birincil enerjinin %15'inden azına tekabül ediyordu. Ayrıca, AB25'de üretilen nükleer elektriğin hemen hemen yarısı (%45'i) tek bir ülkede üretilmektedir: Fransa.

Batı Avrupa'da Nükleer Enerji

Özellikle Batı Avrupa'da halk, genellikle toplam enerji tablosunda elektriğin önemini ve özelde de nükleer enerjinin rolünü abartır. Elektriğin birincil ticari enerji tüketimindeki payı AB15 ülkelerinde beşte birdir.

AB15'teki çalışır durumdaki toplam 132 santralin üretimi (ki 15 yıl önceki durumla karşılaştırıldığında 25 santral eksiktir):

- Ticari elektrik üretiminin yaklaşık üçte birini;
- Birincil ticari enerji tüketiminin %14'ten azını;
- Nihai enerji tüketiminin %7'den azını oluşturmaktadır.

AB15'de, Finlandiya'da bir reaktör yapım halindedir. 1991'de Fransız Civaux-2 devreye girdiğinden beri hiçbir şantiye açılmamıştır. Fransa haricinde, 1980'den bu yana Finlandiya'daki yeni reaktör projesine kadar Batı Avrupa'da yeni reaktör siparişi verilmemiştir. Yani 25 yılda sadece bir sipariş.

İzleyen bölümde alfabetik sırayla ülke bazında kısa bir özet sunulmaktadır.

Belçika çalıştırdığı 7 reaktörle enerji ihtiyacının %55,5'ini karşılamaktadır ve Slovakya, Litvanya ve Fransa'nın ardından, enerji ihtiyacının karşılanmasında nükleer enerjiye düşen pay açısından dünya dördüncüsüdür. Ülkenin birincil ticari enerji ihtiyacının %19'u nükleer enerjiden sağlanır. Belçika 2002'de, nükleer santrallerin 40 yıl çalıştıktan sonra kapatılmasını gerektiren kademeli kapatma yasasını kabul etti. Tesislerin açıldıkları tarihlere bakıldığında santraller 2014-2025 arasında kapanmış olacağı görülmektedir. Bu yasayı çıkararak hükümette Yeşil Parti de koalisyon ortağıydı, ancak hiçbir Yeşil bakanın olmadığı bir sonraki hükümet de bu yasayı sorgulamamıştır.

Finlandiya şu anda çalışmakta olan 4 reaktörle elektriğinin %27'sini ve birincil ticari enerjisinin %19'unu nükleer enerjiden sağlamaktadır. Aralık 2003'de, Finlandiya Batı Avrupa'da 15 yıl sonra yeni bir nükleer santral siparişi veren ilk ülke oldu. Kamuya ait TVO kuruluşu tarafından Fransız-Alman konsorsiyomu Framatome-ANP (66% AREVA, 34% Siemens) ile 1,600 MW'lık EPR (Avrupa Basınçlı Su Reaktörü) için anahtar teslim sözleşmesi yapıldı.

Enerji durumu oldukça sıradışı olan Finlandiya, kişi başına elektrik tüketiminde dünya beşincisi, AB'de de İsveç'in ardından ikinci sıradadır. Bir Finlinin ortalama elektrik tüketimi bir Almanınkinin 2,4, bir İtalyanınkinin ise 3 katıdır. Finlandiya bu olağanüstü elektrik tüketimini karşılayabilmek için kullandığı elektriğin önemli bir kısmını ithal etmekte, kimi zaman (2002'deki gibi) yılda 10 milyar kWh'ı aşan bu ithal elektriği sağlayanların arasında Rusya'nın Leningrad bölgesindeki Çernobil tipi RBMK reaktörleri de bulunmaktadır. Kişi başına elektrik tüketimi Almanya düzeyine indirilebilse yılda 44 Milyar kWh'lık elektrik tasarrufu yapılacaktır. Bu, 4 Fin yapımı reaktörün 2003 üretimine eşit bir miktardır ve yeni EPR'nin üretmesi planlanan miktarın hemen hemen 3 katıdır. Şu anki enerji politikasıyla tüketimin azalması mümkün değildir. Başlıca Fin enerji kuruluşu TVO'nun gündeminde Talep Yönetimi bile bulunmamaktadır.

Aslında Finlandiya'nın EPR'yi devreye sokması, enerji durumu kadar sıradışıdır. Framatome-Siemens konsorsiyumunun teklif ettiği "anahtar teslim" fiyata hazırlık çalışmaları ve hafriyat dahil değildir. Bu yüksek-riskli finansman durumlarında eşi benzeri görülmemiş bir durumdur²⁵. Anlaşma fiyatını aşan

beklenmedik maliyet artışlarından kimin sorumlu olacağı henüz açıklığa kavuşmamıştır. Avrupa'daki yapım maliyetleri konsorsiyuma çok yüksek geldiğinden basınç tankı ve buhar jeneratörü gibi önemli parçaların imalatı Japonya'ya sipariş edilmiştir. Tedarikçiler ve 61 müşteriden oluşan satın alan grup içindeki esas alıcı olan TVO kuruluşu, AB dışına sipariş edilen başka bir parça olup olmadığını açıklamayı reddetmişlerdir. Öyle ya da böyle, tüm imalatın ve önemli parçaların Japonya'da üretileceği düşünüldüğünde tesisin "Made in EC" (AB Malı) sertifikasını alıp alamayacağı tartışmalıdır.

Fransa, nükleer sektörde dünya çapında bir istisnadır. Fransız hükümeti bundan tam 30 yıl önce, Fransa petrol tüketiminin %13'den az bir bölümünü enerji üretiminde kullanmasına rağmen, 1973'deki petrol krizini bahane ederek dünyanın en geniş nükleer enerji programını başlatmıştı. 30 yıl sonra, Fransa fosil yakıt (petrol, gaz ve kömür) tüketimini %10'dan daha düşük düzeyde azaltmıştır ve taşımacılık sektörüne ait petrol tüketimindeki artış, elektrik sektöründe nükleer enerji kullanımıyla yapılan yıllık petrol tasarrufunun çok üstündedir.

2003'te, 59 Fransız reaktörü²⁶ ülke elektriğinin %78'ini ve birincil ticari enerjinin %38'ini üretmesine rağmen elektrik üretim tesislerinden sadece %55'i nükleerdir. Diğer bir deyişle, Fransa çok yüksek kapasiteli büyük nükleer tesislere sahiptir ve bu tesisler komşu ülkelere çok ucuz fiyata elektrik satmakta kullanılmaktadır ve verimsiz ısıtma cihazlarının geliştirilmesini teşvik etmektedir. Bugüne dek kışın ulaşılan en yüksek elektrik tüketimi olan 80.000 MW, 120.000 MW'ın üzerindeki toplam tesis kapasitesi ile karşılaştırılmalıdır. Yüzde yirmi yedekleme yapıldığı düşünülse bile, teorik olarak 900 MW'lık 34 tesis tarafından üretilen bütün enerjinin toplamından daha yüksek düzeyde bir üretim fazlası vardır. Bir düzine reaktörün sadece ihracat için çalışıyor olması ve bütün dünyada sadece Fransa'nın çok düşük fiyatlarına rağmen ürettiği elektriği satamadığı için belirli haftasonları nükleer reaktörlerini kapamak zorunda kalması şaşırtıcı değildir.

1980'lerin ortalarından itibaren daha çok elektriğin ısıtmada ve su ısıtılmasında yaygın olarak kullanılmasına bağlı olarak mevsimsel elektrik yüklenmesinde bir patlama yaşanmıştır. Fransızlar'ın kabaca dörtte biri evsel ısıtmada elektrik kullanmaktadır. Isıya çevirme ise elektriğin en verimsiz kullanım biçimidir (çünkü başlangıçtaki enerjinin büyük bölümünün dönüşüm, iletim ve dağıtım aşamalarında yitirilmesine neden olur). Kışın günlük yüklenmenin en yüksek olduğu günle yazın en düşük olduğu gün arasındaki fark yaklaşık 50,000 MW'dır. Bu fark çok verimsiz bir yük eğrisine işaret eder: Kısacık bir kış periyodu için önemli miktarda kapasite beklemede tutulmaktadır. Bu çeşit tüketimler için nükleer enerji uygun değildir. Bunun yerine fosil yakıtlar veya tüketim aşırı arttığında alınacak pahalı ithal enerji kullanılabilir. Bugün Fransa'da kişi başına düşen elektrik tüketimi İtalya'nın %25 (ki İtalya, 1986 Çernobil kazasından sonra nükleer enerji santrallerini devre dışı bırakmıştı) ve AB25 ortalamasının %15 üzerindedir. Örneğin Almanya ile karşılaştırıldığında Fransa'nın birincil enerji tüketimi de belirgin şekilde daha yüksektir.

20'nin altındaki ortalama yaşları ile görece yeni olan nükleer santralleri ve gereğinin çok üzerindeki kapasitesi ile Fransa'nın uzun bir süre yeni reaktör inşa etmeye ihtiyacı yoktur. Diğer faktörler de bu yönü işaret etmektedir:

- Ülkede nükleer enerjinin toplam enerji üretimi içindeki payının çok yüksek olduğu ve gelecekte nükleerin katkısının %60'ın üzerinde olmaması gerektiği nükleer endüstri tarafından da kabul edilmektedir.

- Fransa'nın tek amacı ihracat olan yeni santraller kurması düşünülemez. Bu hem çok pahalı olur hem de serbest enerji pazarında bu kadar uluslararası enerji fazlası varken anlamsız bir politikadır.

- Electricité de France varolan reaktörlerini 40 yıl çalıştırma niyetindedir. En eski ticari reaktör ise 23 yaşındadır.

Bunun için daha senelerce, hatta belki de on yıllar boyunca, Fransa'da kapasite yetersizliği nedeniyle

yeni enerji santrali ihtiyacı oluşmayacaktır. Eğer Fransız hükümeti ve EDF yeni bir santral inşa etmek niyetinde olduklarını açıklarlarsa, bu uluslararası nükleer endüstrinin rekabet gücünün düşmesinden kaynaklanacaktır. 21 Ekim 2004’de, EDF Flamanville’yi EPR proje alanı olarak açıklamıştı. Flamanville La Hague yeniden üretim tesisinin sadece 15 km uzağındadır (aşağıya bakınız). Alan seçimi, birçok uzman için sürpriz olmuştur çünkü ekonomik ve teknik uygunluk kriterlerinin çoğuna göre burası uygun bir yer değildir. Bu seçim, daha ziyade, kısa süre içinde iflas edecek olan plutonyum endüstrisinin zararlarını telafi edebilmek için tasarlanmış bir plan olarak yorumlanmaktadır.

Aynı zamanda Fransız EDF kuruluşu birçok belirsizliğe rağmen kısmi özelleştirme ve halka arza hazırlanmaktadır. İngiliz dergisi The Economist, aşağıdaki ciddi sonuçlara ulaşmıştır: “The Economist, EDF’nin finansal durumunu değerlendirmiştir. Grubun muhasebe yöntemleri şüphe uyandırıcıdır. EDF, gerçekte asla kar etmemiş, nükleer azaltma ve atık yönetimi için ayrılan fonları akılsızca kullanmıştır. Nükleer önlemlerinin düzeyi de saydamlıktan yoksundur ve pervasızca pahalı bir uluslararası genişleme stratejisi izlemektedir.”²⁷

Fransa, ayrıca çok sayıda uranyumun dönüştürülmesi ve zenginleştirilmesi, yakıt üretimi ve plütinyum tesislerini de içeren diğer nükleer tesisleri de işletmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinden sadece Fransa ve İngiltere “yeniden üretim” adı verilen, harcanan yakıtlardan plütinyumun ayrıştırılması işlemini yapmaktadırlar. Bunlardan ikisi La Hague tesisleridir ve yılda 1.700 ton yakıt işlemek üzere lisans almışlardır. Ancak bütün önemli yabancı müşterileri sözleşmelerini sona erdirmişler ve yabancı ülkelere gelen sadece birkaç aylık yakıt kalmıştır. Eski müşterilerin çoğunluğu ya Belçika ve İsviçre gibi plütinyum ayrıştırma işinden vazgeçmişler, ya da çok kısa zamanda vazgeçeceklerdir – örneğin Alman işletmelerinin atıklarını yeniden işleme tesislerine göndermesi Temmuz 2005’den itibaren yasaklanmıştır–, ya da Japonya gibi kendi plütinyum üretim tesislerini kuracaklardır. La Hague’un işletmecisi COGEMA gelecekte sadece iç piyasadaki müşterisi EDF’ye bağlı olacaktır. 2007’de varolan sözleşmenin süresi dolmakla birlikte, bu sözleşme depolarda bulunan ve bu süre içinde tahliye edilmiş tüm atıkları kapsamamaktadır. Sonuçta her iki işletmenin de açık kalması için yeterli iş olmayacağı ortadadır.

La Hague ve İngiliz karşılığı olan Sellafield, 2001’de Avrupa Parlamentosu tarafından sağlığa ve çevreye verdikleri zararlar açısından derinlemesine incelenmiştir²⁸. Bu çalışmaya göre bu plutonyum fabrikaları AB’deki en büyük nükleer kirleticilerdir. Normal işletmeleri sırasında yaydıkları radyasyon, her yıl bir büyük kazanın yayacağına eşittir.

Almanya’da işletilmekte olan 18 reaktör elektriğin %28’ini ve birincil enerjinin %11’ini üretmektedirler. 2002’de Parlamento kademeli kapatma yasasını onaylamıştır ve ülkedeki nükleer santrallerin ortalama 32 yaşında kapatılmasını şart koşmuştur. Ancak tesisler toplam 2.623 milyar kW’s “nükleer elektrik üretim bütçesi”ne sahiptir ve artan kilovat saatlerini bir reaktörden diğerine transfer edebilmektedirler. Kademeli kapatma yasasına göre bir ünite şimdiden kapatılmıştır ve ikincisi de 2005’te kapatılacaktır. Yeni nükleer santral yapımı ve kullanılmış yakıtların yeniden işlenmesi (30 Haziran 2005’e kadar yeniden işletim tesislerine gönderilen miktarın dışındakiler) yasaklanmıştır. Bazı tutucu hristiyan demokrat milletvekilleri kademeli kapama yasasını yeniden değiştirmeyi öneriyor olsalar da, en önemli bileşen olan yeni nükleer santral siparişi ortada yoktur. Kamuoyunun genel olumsuz tavrı da göz önüne alınırsa Almanya’da nükleer enerjinin hiçbir geleceği yoktur.

Hollanda’nın 31 yaşındaki 450 MW’lık tek santrali ülke enerjisinin %4-5’ini ve birincil ticari enerjisinin %1’ini üretmektedir. Reaktörün 2004 yılında kapatılması yönündeki politik karar işletmecinin mahkemelerdeki başarılı mücadelesi sonucunda yürürlüğe konamamıştır. Hükümetin planı santralin çalışma ömrünü belirleme iznini hükümete verecek yasal düzenlemeyi gerçekleştirmektir. 2004’ün başlarında, Borssele’in işletmecisi EPZ, COGEMA ile yakıtların yeniden işlenmesine ilişkin yaptığı anlaşmayı genişletmiştir. Bu, Hollanda’da ayrıştırılmış plütinyum kullanılmaya ihtimali olmadığı için çok garip bir durumdur. EPZ plütinyum için ne gibi planları olduğunu açıklamayı reddetmiştir. 1 Temmuz 2004’de, Hollanda parlamentosunun alt kademesi

hükümetin aşağıdaki düzenlemeleri gerçekleştirmesini kararlaştırmıştır:

- "İlgili yasa ve yönetmelikler, yeniden işletim kontratlarının genişletilmesi ya da değiştirilmesini hükümetin ve parlamentonun iznine bağlayacak şekilde değiştirilmesi;
- "Uygun seçeneklerin araştırılarak (yeniden işletim ve direkt depolama gibi), bu olasılıkların çevre, güvenlik, askeri ve finansal açılardan gözden geçirilmesi;
- "EPZ tarafından yeniden üretimle ilgili geri dönülemez kararlar alınmasının olası tüm araçlar kullanılarak önlenmesi.

İspanya 9 reaktör işletmekte, ülke elektriğinin %24'ünü ve birincil enerjinin %10'unu karşılamaktadır. İspanya'nın bugünkü başkanı Jose Luis Zapatero yıllardır devam eden fiili moratoryumdan sonra nükleer santrallerin kapatılmasını hükümetinin ana amacı yapmıştır. Zapatero Nisan 2004'deki yemin töreninde, hükümetinin Kyoto Protokolüne uygun şekilde, sera gazı emisyonlarını azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarına ayrılan fonları artırırken nükleer enerjiden de kademeli olarak vazgeçeceğini açıkladı.

İsveç'te 11 reaktör işletilmekte, ülke elektriğinin %50'si ile birincil enerjinin üçte biri nükleer enerjiden sağlanmaktadır. Kişi başına tüketimin yüksekliğine bağlı olarak birincil enerjideki yüksek payıyla Avrupa'nın en çok enerji tüketen ülkesi olan İsveç, dünyada da dördüncü sıradadır. Yüksek enerji tüketiminin ana sebebi, elektriğin çok verimsiz bir şekilde ısıtma amaçlı kullanılmasıdır. Elektrikle ısıtma ve ev içi sıcak su kullanımı için yaklaşık 40 TWh elektrik tüketilmektedir, ki bu ülke tüketiminin dörtte birinden daha fazladır.

İsveç 1980 referandumuyla 2010'a kadar nükleer santrallerini kademeli olarak kapatmaya karar vermişti. Referandum planlanmış olan 12 reaktörden sadece 6 tanesinin çalışmakta, diğer 6'sının ise yapım aşamasında olduğu garip bir zamanda yapılmıştı. Bu durum, kademeli kapatma referandumundan ziyade program sınırlaması olarak düşünülebilir. Çernobil kazasının ardından, İsveç 1995-96'ya kadar 2 reaktörünü kapatacağına dair teminat vermiş, fakat bu erken kapatmadan 1991'in başlarında vazgeçilmiştir. 1990'ların ortalarına kadar kademeli kapatma tarihi 2010 olarak benimsendi, fakat ülkenin nükleer geleceğiyle ilgili aktif bir tartışma sürdü ve partiler arasında yeni bir anlaşma sağlandı: Kademeli kapatmaya erken başlanması, fakat son kapatma tarihinin 2010 olmasından vazgeçilmesi. İlk reaktör 1999'da (Barsebäck-1) kapatıldı ve ikincisinin (Barsebäck-2) 2005'de kapatılması kararlaştırıldı. Belçika ve Almanya'dan farklı olarak, İsveç hükümeti kapatılan tesisler için tazminat ödemeyi kabul etti (Barsebäck-1 için yaklaşık 900 milyon Avro). Devlet müzakerecisi Bo Bylund, Ekim 2004'de, 2010 yılını takiben üçüncü nükleer santralin de kapatılacağını ümit ettiklerini ve diğerlerinin de takriben her üç yılda bir olacak şekilde adım adım kapatılacağını açıkladı. Buna göre, reaktör ömrünün yaklaşık 40 yıl olmasını da hesaba katarak, İsveç'in son nükleer santralini 2020 ile 2030 arasında bir tarihte kapatacağı hesaplanabilir. Sanayi Bakanı Leif Pagrotsky kalan 10 santralin daha hızlı kapanacağı dileklerini şöyle ifade ediyor: "Ümit ediyorum ki kapatılmalar mümkün olan en kısa zamanda düzenlenir."²⁹

İngiltere'de 23 reaktör işletilmekte, bunlar ülke elektriğinin %24'ünü ve birincil enerji tüketiminin %9'unu karşılamaktadır. İngiltere'deki reaktörlerin birçoğu görece küçük ve yaşı 30'un üzerindeki verimsiz tesislerdir. Almanya, inşa edilmiş her reaktör başına İngiltere'den iki kat daha fazla enerji üretmektedir. İngiliz nükleer endüstrisi sıkıntılı yıllar geçirdi. Margaret Thatcher'ın 1980'lerin sonlarında kalkıştığı ve bir kW-saat nükleer enerjinin söylenenden iki kat daha pahalıya olduğunun hesaplanmasıyla başarısız olan özelleştirme programından beri nükleer tesisler ve yakıt endüstrisi skandallar ve iflas arasında gidip geldi. Eylül 2004'de Avrupa Komisyonu, özel bir şirkete ait olan British Energy nükleer reaktörünün tasfiyesinin durdurulması için 6 milyar Avro'luk bir yeniden yapılanma paketi vermeyi kabul etti. Fon, ülkenin nükleer tesislerinin sökülmesi için özel bir ajansın kurulması sürecinin bir parçasıdır. Ekim 2004'de, Komisyon'un ulusal nükleer santral söküm ajansının kurulması için gerekli araştırmanın yapılmasını isteyebileceği bildirilmiştir.³⁰

İngiltere'deki nükleer lobi, medyaya da geniş bir şekilde yansıyan bir girişim başlatarak nükleer

tesislerin açık tutulmasını sağlamaya çalışıyor. Ancak, hükümetin ilgili bakanları alışık olmadığımız bir açıklıkla bu önerileri reddetmektedir. “Nükleer santraller inşa etmek gelecek nesiller için baş edilmesi zor bir mirastır” diyen çevreden sorumlu devlet bakanı Margaret Beckett’i³¹ sanayi bakanlığındaki meslektaş, Patricia Hewitt, The Times’deki açıklamasıyla desteklemektedir: “Bizim önceliğimiz enerji verimliliği ve yenilenebilir enerjidir. Biz şimdi yeni nükleer santraller yapılmasını önermiyoruz fakat gelecekte karbon hedeflerini tutturmak için nükleer santral yapılması zorunluluk olarak ortaya çıkabilir. Şu anda herhangi bir karar alınmadan önce geniş bir kamuoyu yoklamasına başvurulup hükümetin önerilerini içeren bir belgenin yayınlanması gerekir. Yeni nükleer santral yapmak ekonomik açıdan çekici bir seçim değildir ve nükleer atıklar gibi daha önemli sorunlar da bulunmaktadır. Biz, yenilenebilir enerjilerin İngiltere’nin enerji ihtiyacına önemli ve artan katkısına güveniyoruz.”³²

İsviçre, Batı Avrupa’nın AB üyesi olmayan tek nükleer santrale sahip ülkesidir. 5 reaktör işletilmekte ve ülke elektriğinin %40’ı ve birincil ticari enerji tüketiminin %21’i buradan karşılanmaktadır. 2001’de “nükleer enerji kabul edilebilir mi?” sorusuna %75 oranında “hayır” diyen İsviçre halkı tüm zamanların en ciddi karşı duruşunu göstermişti.³³ İsviçre nükleer enerjinin geleceği konusunda defalarca referanduma gitmiş tek ülkedir. Kademeli kapama konusunda yeterli çoğunluğa ulaşamazken, referandumlar yeni nükleer santral önerilerini durdurmuştur. Şu anki durumda, İsviçre’de yeni bir nükleer santral olası görünmemektedir.

Yeni AB Üyesi Devletler

Mayıs 2004’de on yeni ülke AB’ye katıldı, bunların yarısında nükleer santraller bulunmaktadır: Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Litvanya, Slovakya ve Slovenya. Önümüzdeki yıllarda Romanya ve Bulgaristan’ın da AB’ye katılacağı beklenmekte ve bunlar da nükleer teknoloji kullanmaktadırlar.

AB’nin genişlemesi hem yeni, hem de eski üye ülkelerdeki nükleer sektörü etkilemiştir. AB bu yeni ülkelerdeki, Sovyet tasarımı ilk kuşak reaktörler olan RBMK (Çernobil tipi, su soğutmalı, grafit iletimli) ve VVER 440–230 (VVER’ler hafif su reaktörleridir) santrallerinin bir plan dahilinde kapatılmasını istemektedir. Bu plan, müzakereleri devam eden ülkelerle AB arasında 1999 yılında Üyelik Antlaşması çerçevesinde imzalanmıştır. Bunlar AB’nin ilk kez güvenlik temelinde reaktörlerin kapatılmasını şart olarak öne sürmesi anlamında tarihi bir adım olarak değerlendirilebilirse de, kapatma anlaşmaları varolan uluslararası kapatma planlarının öngördüğü sureyi ortalama beş yıl daha uzatmış ve 1989’daki birleşmenin hemen ardından planlama ya da işletme aşamasında olan Sovyet yapımı reaktörlerini hemen durduran ya da kapatan Doğu Almanya’nın öncülük ettiği olumlu örneği devam ettirememiştir.

Bazı tip reaktörlerin tamamen kapatılmasının ve daha yeni tip tasarımlar olan VVER’lerin tasarım ve işletmelerinde bazı değişikliklerin yapılmasının istenmesine rağmen, AB’nin yeni üye ülkelerinin nükleer işletmelerinde uymak zorunda oldukları özel nükleer güvenlik standartları yoktur. Bunun nedeni AB’nin nükleer güvenlik standartları kanununun üye ülkelerin yetkisinde kalmasıdır. Avrupa Komisyonu genişleme sürecini bu duruma özel bir önem vermek için kullanma teşebbüsünde bulunmuştur ve 2003/2004 sürecinde, radyoaktif atık ve nükleer güvenlik alanında Avrupa Komisyonu’na ilk defa yetki verilmesini amaçlayan bir kanun teklifinde bulunmuştur. Buna karşın bu öneriler Haziran 2004’te yapılan AB Konsey toplantısında kabul edilmemiştir. Bunu takiben Eylül 2004’deki Avrupa Komisyonu toplantısında yasanın üye devletler için sürpriz sayılabilecek bir şekilde yeniden önerilmesine karşın, yasa yine daha öncekine benzer gerekçelerle reddedilmiştir.

Yeni üye ülkelerin enerji sektörleri, eski üye ülkelere bir dizi temel farklılıklar taşır. İlk olarak, elektrik üretimi için daha çok kömür, dolayısıyla çok daha az doğal gaz ve nükleer güç kullanılmakta, nükleer enerji üretimi AB ortalamasına yakın seyretmektedir. İkinci olarak, enerji yoğunluğu çok daha yüksek olup, üretimde için kullanılan ortalama enerji miktarı eski üye ülkelerin en az iki katıdır. Son olarak, önemli ölçüde kapasite fazlası vardır, örneğin en yüksek taleple kurulu kapasite arasındaki fark Litvanya’da %240, Slovakya’da %94, Çek Cumhuriyetinde %51 ve Macaristan’da %44’dür.

Çek Cumhuriyeti altı reaktöre sahiptir, bunların hepsi ikinci kuşak VVER reaktörleridir, dört 440–213 reaktörü Dukovany’de, iki VVER 1000 Temelin’de bulunmaktadır. Nükleer enerji tüm elektrik üretiminin %31 ini, tüm enerji tüketiminin de %13 ünü karşılamaktadır. Çek Elektrik Kurumu CEZ, 1998’de Dukovany’deki istasyonun modernizasyona alınması için 2005 yılına kadar 750 milyon Avro’luk kaynağa ihtiyaç olduğunu duyurmuştur. İyileştirme programı, reaktörlerin ömrünü 30 yıldan 40 yıla çıkarmayı amaçlamaktadır. Temelin reaktörleri çok yakın zamanda, 1 numaralı ünite Haziran 2002’de, 2 numaralı ünite Mayıs 2003’de Amerikan Westinghouse firmasının teknik yardımlarıyla tamamlanarak ticari üretime başlamışlardır.

Mart 1994 de, Amerikan İhracat ve İthalat Bankası, Westinghouse tarafından yapılacak çalışmalarda kullanılmak üzere 317 milyon dolar kredi garantisi vermiş ancak Çek hükümeti 1996 Ekim’ine kadar kredi için gereken devlet garantilerini onaylayamamıştı. Bu da projenin karşı karşıya kaldığı gecikmelerin ve problemlerin bir göstergesiydi. Proje 5 yıllık bir gecikmeyle tamamlandığı zaman başlangıçtaki bütçesini 900 milyon Avro aşmıştı. Yaşanan bazı sorunlar farklı tasarım felsefelerinin ve teknolojilerin inşaatın geç evlerinde ortaya çıkarak birbirine karışmasının sonucuydu. 2004’teki devlet enerji politikası belgeleri, büyük olasılıkla Temelin’de iki ya da daha fazla büyük santral inşa edilmesini ve bunların 2020’den sonra Dukovany’deki reaktörlerin yerini almasını öngörüyordu..

Macaristan’da Tuna nehri yakınlarındaki Paks’da bulunan tek bir santral alanında dört adet VVER440–213 reaktörü bulunmakta ve bunlar ülke elektriğinin %32’si ile toplam enerji tüketiminin %10’unu karşılamaktadır. Reaktörlerin inşaatı 1974–79 yılları arasında başlamış ve 1983–87 yılları arasında devreye girmişlerdir. 2003 yılına kadar reaktörler nispeten gayet iyi çalışmaktaydı, ancak 10 Nisan 2003’te soğutma sistemindeki bir yetersizlik reaktörün basınçlı kabuğunun dışındaki özel bir tankın içinde bulunan temizleme süreci sırasında yakıt elemanlarının bir kısmını etkiledi. Kullanılmayan yakıt elemanlarının çıkarılması için vinç gerekti çünkü içeride basınç artmaya başlamıştı. Yıkıcı bir kazaya dönüşebilecek olan bu olay, reaktör koridorunda ve temizleme donanımının içindeki radyoaktif Kripton–85 gazı düzeyinde ani bir artış olunca ortaya çıkarıldı. Sonuç olarak havalandırma sistemi değiştirildi ve asal gazlar bacalar yoluyla çevreye salındı. Daha sonra yıkama taşıyıcısının kapağının açılması için bir deneme yapıldı, fakat vinç makaralarından biri kırıldı ve kapak kısmen açılabilirdi. Bu sırada, temizleme tankının içinde 30 yakıt çubuğu vardı (3 ton civarında uranyum ve çeşitli kritik kütleler).

Kazadan altı ay sonra, güvenlik yetkilileri yakıt elemanlarının kaza sırasında ya da sonrasında kritik düzeye ulaşmadığını garanti edememişlerdi. Yetkililer “müteahhit firma ne kadar ünlü olursa olsun çok dikkatli olmak gerektiği”³⁴ sonucuna vardılar. Yakıt temizleme donanımı Framatome ANP tarafından sağlanmıştı. Bu kazanın sonucunda 2 numaralı reaktör bir yıl boyunca devre dışı bırakıldı ve ancak Eylül 2004’de şebekeye bağlanabildi.

Litvanya AB içinde RBMK reaktörlerini kullanan tek ülkedir ve bütün dünyada elektrik üretiminde nükleer enerjinin en büyük paya sahip olduğu ülkedir (%80). Ülkede kullanılan tüm enerjinin ise %38’i nükleer enerjiden sağlanmaktadır. AB üyelik antlaşmasına göre 1 numaralı ünite 2004 sonunda, 2 numaralı ünite 2009 sonunda kapatılacaktır. Ignalina nükleer santrali 1970’lerde inşa edilmişti ve 1980’lerde iki 1500 MW’lık reaktörüyle, zamanının en büyük santralına ev sahipliği yaptı. Bu santral Litvanya’nın kendi ihtiyaçları için yapılmamıştı, Kuzeybatı Rusya ve Beyaz Rusya’nın ihtiyacına cevap veriyordu. 1992’deki politik değişim öncesinde Ignalina’nın elektrik üretiminin çok az bir kısmı Litvanya için kullanılmaktaydı. Bağımsızlığın ardından hükümet tesisin kontrolünü eline aldı ve işletmenin büyük kısmını daha sonra açılmak üzere durdurdu. Ülkede %250 kadar bir kapasite fazlası olduğu için Ignalia 1’in kapatılması herhangi bir teknik sorun yaratmamıştır.

Slovakya, yeni nükleer santral inşa etme konusunda resmi planlara sahip olan tek yeni AB üyesidir. Bu ülkede dördü Bohunice’de ikisi Mochovce’de olan, ülke elektriğinin %57’sini ve toplam enerjinin %21’ini sağlayan 6 reaktör işletilmektedir. Bohunice’deki ilk reaktör VVER 440–230 kapatma planlarına dahildir ve 2006–8 yılları arasında devreden çıkarılacaktır. Mochovce reaktörlerinin başlangıçta Avrupa İnşaat ve Kalkınma Bankası ve Euratom fonları kullanılarak tamamlanması

planlanıyordu, ancak 1995’de, anlaşma imzalanmadan hemen önce bütçesinin bir milyar Avro’ya ulaşması üzerine Slovakya hükümeti projeden çekildi ve projeyi Rusya’nın katkılarıyla, ama Fransız ve Alman şirketlerinden finansal destek alarak götürmeye karar verdi. 2003’de Slovak hükümeti, yatırımcıların Machovce’deki 3. ve 4. ünitelerin tamamlaması şartıyla, elektrik üretim sektörünün özelleştirilmesi için çağrı yaptı. 2004’ün sonbaharında İtalyan ENEL şirketi tercih edilen firma oldu.

Yeni üye ülkelerde Sovyet tasarımı olmayan bir reaktöre sahip olan tek ülke **Slovenya**’dır. 650 MW’lık basınçlı su reaktörü, Westinghouse tarafından yapılmıştır ve 1981’den beri devrededir. Toplam elektriğin %40’ını ve birincil ticari enerjinin %21’ini (2002)³⁵ üretmektedir. Krsko’daki bu reaktör Hırvatistan ve Slovenya hükümetleri olmak üzere iki sahibi olan bir reaktör olarak tek örnektir. Bu bölgedeki politik değişimlerden sonra reaktörün işletilmesi ve sahipliği konusu da tartışılmaktaydı. 2001 Temmuz’unda bir anlaşmaya varılarak mülkiyet 50:50 olarak ikiye ayrıldı, maliyet ve çıktılar da Elesgen adlı ortak bir şirket kurularak benzer bir biçimde çözüldü. Ne var ki Hırvat tarafının tartışmaya açtığı kapatma konusu anlaşmaya dahil edilmedi.

Önümüzdeki on yılın sonunda Romanya ve Bulgaristan’ın da AB’ye katılması beklenmektedir. **Bulgaristan** üyeliğe hazırlık sürecinde şimdiden reaktörlerini kapatmaya başlamıştır. Kozloduy’un ilk iki ünitesi 2002 yılında kapatılmıştır ve 3. ve 4. üniteler de bir plan dahilinde 2006 yılında kapatılacaktır. Bununla birlikte ülke elektriğinin %38’i ve ticari birincil enerjinin %20’si nükleer enerjiden karşılanmaktadır. Ayrıca Kozloduy’da çalışan VVER100 tipi iki reaktör daha vardır. 2004 yılında hükümet Belene nükleer santralını tamamlamak için ihale açmıştır. 1990 yılında inşaat belirli bir süre için durdurulmuştu. Başlangıçta üç konsorsiyum fiyat vermişti: Fransa’dan Framatom ve Rusya’dan Atomstroieksport; Çek Skoda Prag’ın başını çektiği bir grup ve Kanada’dan AECL. Ancak son konsorsiyum ihalenin şeffaf olmamasından dolayı teklifini geri çekti. 1600-2000 MW yeni kapasite sağlayacak ihaleyi kimin kazandığının 2004 yılı sonunda belli olması beklenmektedir.

Romanya Cernavoda’da sadece bir nükleer santrale sahiptir. 1979 başlarında Kanada’nın ihracat kredi kuruluşu İhracat Kalkınma Anonim Şirketi’nin nükleer santral yapımı için 1 milyar dolar kredi açmasıyla 1980 yılında inşaat başlanmıştır. O dönemde diktatör Çavuşesku dört veya daha fazla reaktör yapmak için inanılmaz büyüklükte bir plan yapmıştı, ancak bu planlar fon yetersizliğinden dolayı çöktü. 1 numaralı ünite 1996 yılında tamamlandı ve şu anda ülke elektriğinin %9’unu ve ticari birincil enerjinin %3’ünü sağlamaktadır. 2 numaralı ünitenin tamamlanması için Kanada, Fransa, İtalya ve ABD kaynaklarından 212 Avro’luk Euratom kredisi verilmesi konusunda anlaşma sağlandı ve bu ünitenin 2007 yılında devreye girmesi beklenmektedir. 2004 Eylül’ünde hükümet 3 numaralı ünitenin bitirilmesi için de özel sektör finansmanı aradığını duyurmuştur.

Rusya ve Eski Sovyetler Birliği

Ermenistan’ın tek nükleer santrali 1976’da yapıldı ve iki VVER 440-230 reaktörü 1977 ve 1980 yıllarında enerji üretimine başladı. Medzamor’daki reaktörler başkent Erivan’ın merkezine 30 km’den daha yakındır. 1988’deki deprem sonucu güvenlik kaygılarının artması, reaktörlerin her ikisinin de 1989 yılında kapatılmasına yol açmıştır. Ancak reaktörler tamamen hizmet dışına çıkarılmamışlar uzun bir süre kapalı tutulmuşlardır. Nisan 1993’de kötü ekonomik koşullar ve alternatif yokluğu nedeniyle 2. ünitenin yeniden çalıştırılması yönünde karar alınmıştır; bu ünite ülke elektriğine %35, birincil ticari enerjiye ise % 22,5 katkı yapmaktadır (2001)³⁶. Ermenistan petrol kaynaklarına sahip olmadığı gibi petrolde tamamen Rusya’ya bağımlıdır.

Haziran 1954’de **Rusya**’nın Obninsk kentinde, dünyanın ilk nükleer santrali elektrik şebekesine bağlandı. O zamandan beri Rusya’da 40 adet ticari reaktör üretime açılmış, bunlardan on tanesi kapatılmış ve tamamen sökülme beklenmektedir. Nükleer enerji, ülkenin tüm elektrik tüketiminin %16,5’ini, birincil ticari enerjinin %5’ini karşılamaktadır. Bu dönemde nükleer program geliştiren diğer ülkelerde olduğu gibi, sivil nükleer enerji programları, tamamıyla nükleer silah geliştirme programlarının bir parçasıydı.

1960'lerde Sovyetler Birliği ticari ölçekte reaktörler geliştirmeye başladı, özellikle iki model, su soğutmalı, grafit iletimli plütonyum üretim reaktörleri olan RBMK'ler ve su basınçlı VVER'ler. Değişik boylarda geliştirilen bu modeller Avrupa'ya ve daha başka ülkelere ihraç edildi.

Nisan 1996'da Ukrayna'da yaşanan Çernobil nükleer felaketinin başta Rusya olmak üzere dünya nükleer endüstrisi üzerine çok büyük etkisi oldu. O zamandan beri yalnızca dört yeni reaktör şebekeye bağlandı (Balakova 2, 3, 4 ve Smolensk 3) ve resmen inşa halinde görülen üç reaktör de 1986'dan önce sipariş edilmişti. Bunlardan biri Kalinin 3, 26 Kasım 2004'de bir tehlike atlattı, RBMK tipi (Çernobil'le aynı tip) Kursk 5 reaktörü 2006'ya, Rostov (ya da Volgodonsk) 2 ise 2007'ye doğru açılacaktır. Üç reaktörün daha tamamlanması için gereken finansmanın sağlandığı söylenmektedir. 9,7milyar dolarlık yatırım planına göre paranın % 35'i mevcut kapasitenin yenilenmesi, %56'sı yeni kapasitenin geliştirilmesi amacıyla 2010 yılına kadar kullanılacaktır³⁷. Öte yandan, Rusya'nın, birçok defa yeni nükleer santral yapımı konusundaki istekliliğini açıkladığı bilinmektedir.

İlk kuşak Rus reaktörleri olan RBMK ve VVER 440-230 modelleri başlangıçta 30 yıl boyunca işletilmek üzere planlanmışlardı. 2000 yılının sonunda, ilk kuşak reaktörlerin 12 tanesinin kullanım süresinin uzatılacağı duyuruldu. 2006'ya kadar, bu 12 reaktörün gerekli yatırımlarla yenilenerek, uzatma süresinin 15 yıla çıkarılabileceği düşünülmektedir. Şu ana kadar Novovoronezh 3, Kursk 1 ve Kola 1 reaktörlerinin kullanım süreleri 15 yıl uzatılmıştır. Tüm bu ünitelerin yenilenmesinin 2015 yılından sonra yapılması planlanmıştır³⁸. İçeride yeni bir reaktör siparişi olmamasına rağmen birkaç Rus reaktörü ihracat için sipariş edilmiştir. Nükleer ithalat ajansı Atomostroyexport'un, İran'daki Bushehr enerji santralının tamamlanması ihalesini Alman Siemens firmasından devralmasına rağmen, bu proje şu anda askıya alınmıştır. Atomostroyexport, Çin'e Lianyungang santrali için iki reaktör, Hindistan'a Kudankulam santrali için iki reaktör satmıştır.

2004 yılı Mart ayında, Minatom (Atom Enerjisi Bakanlığı) kapatıldı ve yerini Rusya Federasyonu Atom Enerjisi Ajansı aldı. Minatomun kapanışının sonuçları henüz netleşmiş değildir, ama yeni kurulan Endüstri ve Enerji Bakanlığı ve Savunma Bakanlıklarına tabi olması bu yeni kurumun etkisinin ve iktidarının azaltılacağına bir işareti olarak kabul edilebilir³⁹. Bir ay sonra da devlet başkanlığı kararıyla Çevre, Teknoloji ve Nükleer İzleme Federal Servisi oluşturulmuştur. Bu yeni servis Doğa Kullanım ve Çevre İzleme, Teknoloji İzleme Federal Servisi, Nükleer ve Radyasyon Güvenliği İzleme Federal Servisi (Gosatomnadzor veya GAN) gibi kurumları bünyesinde toplamıştır⁴⁰.

Daraltılmış ulusal programına rağmen, Rus endüstrisi yakıt hizmetiyle uluslararası düzeyde önemli bir rol oynamaktadır. Rusya dünyada işlenmemiş uranyumun %8,5'ini üretmektedir. Kullanılmış uranyumun yeniden zenginleştirilmesi ve yüksek zenginleştirilmiş uranyum da hesaba katıldığında, Rusya, 2003 yılında AB'nin uranyumunun %35'ini sağlamıştır. 1993'den beri Rusya ve Amerika, Megatons to Megawatts adlı program çerçevesinde 200 tonluk YZU ile (yüksek zenginleştirilmiş uranyum) 6000 tonluk yakıt üretmişler ve bunu Avrupa ve Amerika'daki reaktörlerde kullanmışlardır. Bu programın 2013 yılında bitmesi beklenmektedir⁴¹.

1995 yılında Rus hükümeti, kullanılmış yakıtın geri dönüşünü etkileyen üç karar kabul etti. Sonuç olarak, Rusya Çevre Kanunu'na göre kullanılmış yakıtın Rusya'ya kabulü için bunların yeniden işlenmesi şartı koşulmaktadır. Bununla birlikte, 2000 yılında Minatom 1995 kanunu değiştirmek için bir öneri hazırlamaya başlamıştır. Minatom yeni kanunun devreye girmesiyle, nükleer enerjide daha ileri gelişmeler sağlanması için fon yaratılması konusunda gereken değişikliğin olacağını açıklamıştır.

Yeniden gözden geçirilen kanun Rusya Parlamentosu Alt Meclisi tarafından onaylandıktan sonra 2001 yılında Başkan Putin tarafından da onaylanmıştır. "Gümrük düzenlemeleri" ile ilgili olarak, yasaların Parlamento'nun Üst Meclisi'ne taşınmamasından kaynaklanan hukuki bir hata da mevcuttur (Yürürlüğe girmesi söz konusu olan tüm yasaların Üst Meclis'de yani Federasyon Konseyinde ele alınması bir zorunluluktur). Geçmişte dünyanın her yerinden birçok şirket radyoaktif atıkların ihracatı konusunda ilgilendiklerini açıklamışlardı. Minatom dörtte üçünün soğuk savaş döneminin nükleer

kalıntıları için kullanılacağı, kalanı da Krasnoyarsk'daki bölge için kullanılacak ayrı bir fonun atık ithalatından sağlanacak gelirlerle oluşturulacağını açıkladı. Günümüzde, Krasnoyarsk'daki yeniden işleme ünitesi terk edilmiştir ve sökülmeindedir. Bundan başka sadece iki ülkenin, Bulgaristan ve Ukrayna'nın, yeniden işleme için kullanılmış yakıtlarını Rusya'ya gönderme planları vardır ve bu sözleşmelerin bile yakında iptal edileceği düşünülmektedir.

Ukrayna'da, nükleer enerji ülke elektrik üretiminin %46'sını ve birincil ticari enerjinin %14'ünü karşılamaktadır. Ukrayna'da ilk inşa edilen santral Çernobil'de idi ve sırayla devreye girecek olan RBMK tipi altı reaktörü vardı. 1986 yılında 4 numaralı reaktörde meydana gelen kaza nedeniyle bunlardan sadece dört tanesi tamamlanabildi. Günümüzde ülke çapında 15 reaktör çalışır durumdadır, yakın zamanda yapımı tamamlanmış olan Khmel'nitsky 2 ve Rovno 4, 2004 yılı yazında devreye girmişlerdir. Bu iki reaktör, yapımı tamamlanmayan reaktörlerin ve 2000'de kapatılmış olan Çernobil'in yerine yapılmıştır. Oysa, 1995'de inşaat yeniden başladığında, Ukrayna'nın 1990'lı yıllarda yaşadığı iktisadi gerileme nedeniyle ülkede enerji talebinin tepe noktası 30.000 MW civarındaydı. O sırada 30.000 MW olan kurulu güç, 54 000 MW düzeyine getirilerek nerdeyse %80'lik bir artış sağlanmıştır ve bu Çernobil'in kapasitesinin yirmi katından fazladır.

Çernobil kazasının sonucunda kapatılan 4 numaralı reaktör tekrar açılmadı ama diğer reaktörler sırasıyla devreye sokuldular. Diğer üç ünite 2 numaralı reaktörde 1990 Ekim ayında meydana gelen kazaya kadar çalışmaya devam etti. Ukrayna Yüksek Sovyeti 2 Ağustos 1990'da ülkede yeni nükleer enerji üniteleri inşa edilmesini durduran bir moratoryum ilan etti. Zaporozhe'deki 6 numaralı ünitenin inşasına ara verildi ve Khmel'nitsky ve Rovno'da inşası düşünülen 4 yeni VVER tipi reaktörün inşası da askıya alındı. Buna karşılık 1993'ün sonunda Ukrayna parlamentosu, bakanlar kurulunun Çernobil'in kapatılmasının ertelenmesi ve Ukrayna'da nükleer santrallerin tamamlanması üzerindeki moratoryumun kaldırılması kararını onayladı. Avrupa Komisyonu iki ay içinde, Zaporozhe 6, Khmel'nitsky 2 ve Rovno 4 reaktörlerinin tamamlanmasının ekonomik uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi için Kiev'e bir ekip gönderdi. Bu ekip santralin tamamlanmasının "*Çernobil'in kapatılıp üç yeni reaktörün kurulmasının yaklaşık 1.35 milyar ECU'ye mal olacağını*"⁴² belirterek iktisaden uygulanabilir olduğuna karar verdi. Bunun sonucunda G7/AB ve Ukrayna arasında 1995 yılında, Çernobil'in yerine enerji yenileme projelerinin finansmanına dair, maliyetlerinin düşürülmesi koşuluyla iki VVER reaktörü Khmel'nitsky 2 ve Rovno 4(K2R4)'ün inşaatını da kapsayacak bir memorandum imzalandı. Bunu sağlamak amacıyla potansiyel eş-finansör Avrupa Kalkınma ve Yeniden Yapılandırma Bankası (EBRD) gerekli ekonomik çabanın sağlanması için bağımsız bir kurul atadı. Konunun hassasiyetine istinaden bu çalışmanın bağımsız bir otorite tarafından yapılmasının son derece önemli olduğu vurgulandı⁴³. Kurulun bulguları netti: "Biz K2/R4'ün ekonomik olmadığı sonucuna vardık. Şu an için 1 milyar doların veya EBRD/EU fonlarının bu reaktörlerin tamamlanmasında kullanımı en verimli çözümü yansıtmamaktadır"⁴⁴.

Buna rağmen EBRD bu projeye devam etti ve bir nükleer santral inşaat firması Stone & Webster'a yeni bir ekonomik analiz sipariş etti. Bu firma, kendi senaryoları doğrultusunda reaktörlerin tamamlanmasının en az maliyetli seçenek olduğu şeklinde farklı bir sonuca ulaştı. Bu analiz, projenin ilerlemesi ve 2000 yılı içinde Çernobil istasyonunun tamamen kapatılması konusunda bir uzlaşma sağladı. EBRD ve Avrupa Komisyonu reaktörlerin tamamlanması amacıyla 12 aylık bir zaman diliminde nihai anlaşmanın imzalanması koşuluyla 1,5 milyar dolar bir finansmanın sağlanması için geçici onay verdi. Buna rağmen, 2001 yılı Kasım'ında anlaşmanın imza gününde, Ukrayna hükümeti öneriyi maliyetlerin yüksekliği ve finansal sorunları öne sürerek reddetti. Sonraki yıllarda, K2R4 reaktörleri yavaş da olsa Rus ve Ukrayna kaynaklarının kullanımıyla tamamlandı ve 2004 yılında devreye sokuldu. EBRD ve Avrupa Komisyonu Temmuz 2004'de projeyi EBRD projesinin özgün şekline uydurmak amacıyla 120 milyon dolarlık ek fon oluşturulmasını onayladı. Ukrayna bir miktar uranyum rezervine sahip olmasına rağmen senede 600 ton uranyumu VostGOK işlemeyle üretmektedir ve bu konuda Rusya'nın yakıt servisine bağımlıdır. Bazı VVER-440 ve -1000 kullanılmış yakıtı, depolanmak ve yeniden işlenmek üzere Rusya'ya gönderilmekte ve bazıları da belirli bir bölgede kuru olarak tutulmaktadır. Depolama yerlerinin ön araştırması, yüksek ve orta düzeydeki atıklar için yeni atık alanlarının geliştirilmesi devam etmektedir.

Çernobil Felaketi – Gelecek Nesiller için Bir İnsanlık Trajedisi⁴⁵

*"Belarus'da, Ukrayna'da ve Rusya Federasyonu'nda en azından 3 milyon çocuğun (Çernobil kazasına bağlı olarak) fiziksel tedavi görmesi gerekmektedir. Meydana gelen ciddi tıbbi durumdan etkilenenlerin tam sayısını, 2016'dan önce öğrenemeyeceğiz."*⁴⁶

Kofi Annan Birleşmiş Milletler
Genel Sekreteri Temmuz 2004

26 Nisan 1986'da, Çernobil nükleer santralının 4 ünitesinden biri patladı. Bu olay ayrıntılarına inilerek yeniden incelendiğinde, "güç dalgalanmasına" bağlı olarak nominal enerji çıktısının 4 saniye içinde 100'ün faktörü kadar yükseldiği düşünülmektedir; ardından hidrojen patlaması reaktör kabinini tahrip ederek ergimiş nükleer yakıtın ve yanan grafit özünün atmosfere yayılmasına neden olmuştur. Patlama sonucu açığa çıkan enerji öylesine yüksek düzeydedir ki, bu güce direnç gösterebilecek reaktör tasarımı modern santraller için bile mümkün değildir. Yanan grafit patlamadan sonra bir süre daha atmosfere, özellikle yerkürenin kuzey yarımküresine radyoaktivite yaymayı sürdürdü. O zamanların Sovyetler Birliği'ne dahil bulunan, Ukrayna'nın Kiev şehrinin 100 km kuzeyindeki Çernobil, endüstriyel felaketle, çevre kirliliği ve yokedici sağlık sorunlarıyla eşanlı anılır oldu. "Sıfır noktasından" ne kadar uzağa giderseniz etki düzeyi o kadar şaşırtıcı olmakta, ne kadar yakınlaşırsınız ve ne kadar uzun süre beklerseniz ortaya çıkan ve beklenen bütün sağlık sonuçları o kadar korkutucu hale gelmektedir. İnsanlık tarihinin en korkunç endüstriyel felaketinin üzerinden 18 yıl geçti, bu korkunç olayın ardından halkın bilgilendirilmesinde ve sonuçları hakkındaki kolektif bilinçlenmede görülen yetersizlik hayret vericidir. Çernobil kazası radyoaktif kirliliğin coğrafi boyutları açısından benzersizdir. Genel olarak halk hadiseden o kadar bihaber, dolayısıyla öylesine gözü kapalıdır ki, oysa örneğin:

- Bugün hala, 2004'de, İngiltere'de, Çernobil'den 2500 km uzakta, toplam 382 çiftlikte yaklaşık 226.500 koyun için 80.000 hektar çayırılık alanda kazadan beri sınırlayıcı düzenlemeler vardır⁴⁷. Koyunlar kirlenmiş meralarda yetiştirilip, karmaşık alan yönetim planına göre "temiz" meralara nakledilerek etlerindeki sezyum oranı (kilo başına radyoaktivite) belirlenen yasal sınırın altına düşene kadar (aslında kilo olarak koyunların olgunlaşması gibi) birkaç ay buralarda otlatılmaktadırlar.
- Güney Almanya'da kirliliğin en yoğun olduğu alanlarda, toprak kirliliği, sezyum-137 ölçülmüş ve 70.000 Bq/m² üzerinde bulunmuştur. Aynı ölçüm Beyaz Rusya, Rusya ya da Ukrayna'da yapılmış olsaydı bu alanların tamamının kirlenmiş alan olarak tayin edilmesi gerekirdi⁴⁸. 2004'de hala, Alman avcılarında kirlenmiş av etinden dolayı tazminat ödeniyor; bazı mantar çeşitleri ve çilekler belirlenen limitlerin çok üzerinde kirlidirler.
- Kazadan sonra İtalya ve Almanya'da sınırların aşıldığı yerlerdeki çiftçiler ekili alanları yeniden sürerlerken, Fransız hükümeti tedbir almaya gerek olmadığını düşünmektedir. Korsika'dan gelen sütlerde İyot-131 kirlilik düzeyi 10.000 Bq/l üzerinde, AB yasal sınırlarından 20 kez daha yüksek ölçülmesine rağmen özellikle de çocukları korumak adına hiçbir resmi açıklama yapılmamıştır⁴⁹.

Beyaz Rusya, Ukrayna ve Rusya'da Çernobil patlamasından en kötü biçimde etkilenen bölgelerde yaşayan yaklaşık 400.000 insan evlerinden ayrılarak yeniden yerleşime tabi tutuldular. Birçok aile, yeni yerleştikleri yerler, terk ettikleri yerlerle eşit kirlilikte olduğu için birden fazla kere yer değiştirmek zorunda kaldı. Birçok insanda, özellikle Batı'da, parçalanmış reaktörün çevresinde yerleşmiş nüfusun geniş ölçüde tahliye zorlanması nedeniyle, şu anda yaşadıkları alanların güvenli olduğuna ve güvenlikte olduklarına ilişkin yanlış bir yargı oluştu. Birleşmiş Milletler İnsani İşler

Koordinasyon Ofisinin (United Nation Office for Coordination of Humanitarian Affairs -OCHA-) açıklamasına göre gerçek farklıdır⁵⁰.

“18 yıl önce, Beyaz Rusya, Ukrayna ve Rusya’da yaklaşık 8.4 milyon insan radyasyona maruz kalmıştır. İtalya’nın yarısı kadar bir alan yaklaşık 150.000 km² kirlenmiş ve yaklaşık 52.000 km², Danimarka’dan biraz daha büyük tarımsal alan harabolmuştur. Yaklaşık 400.000 insan yeniden yerleşime tabi tutulmuş fakat milyonlarcası kalıntılardan yayılan olumsuz etkilere maruz kalan çevrede yaşamaya devam etmektedir. Şu anda, hemen hemen 6 milyon insan etkilenmiş alanlarda yaşamaya devam ediyor. Çernobil felaketinden doğrudan etkilenen üç ülke, felaketin sürüp giden etkileriyle baş edebilmek için milyonlarca dolar harcamak zorunda kaldığından bölge ekonomileri durgunluğa girdi. Özellikle çocuklar arasında, kronik sağlık problemler, kol gezmektedir.”

Bugünün insanlık dışı dünyasının bir parçası olarak haberlerden yansıtılan jargona göre kamuoyu algısı ölenlerin sayısından duyulan üzüntü ile sınırlıdır, evsiz kalanların, ekonomik olarak etkilenmekte olanların yaralarını kim saracak? Çernobil felaketi yaşayanlar ve hayatta kalmaya çalışanlar için ilgi ve destek yetersizliğinin dikkat çekici, çarpıcı bir örneğidir.

Demografik Felaket. Çernobil kazasını takiben, patlamadan ciddi şekilde etkilenen bölgelerde doğum oranı hızla düştü. Belarus’un Gomel bölgesinde, 1986 ve 2000 yılları arasında, doğum oranı %44 oranında azalırken ölüm oranı %60’ın üzerine çıktı ve doğal nüfus gelişimi +%8 ‘den -%5’e düştü.

Genel halk sağlığı ve çeşitli hastalıklar. UNDP-UNICEF misyonu 2002 özetlerinde⁵¹: “Etkilenmiş bölgelerdeki halk sağlığı ve esenliği çok kötü durumdadır.(..) Örneğin,10 yıldır Beyaz Rusya, Rusya ve Ukrayna’da erkekler için ömür beklentisi, dünyanın en yoksul 20 ülkesinden biri olan ve uzun zamandır süre giden bir savaşın ortasındaki Sri Lanka’ninkinden bile daha azdır. (..)”

Bunun yanında, durum korkunç bir hızla daha kötüye gitmektedir. 1991’de, Ukrayna hükümeti yaklaşık 2000 kişinin “Çernobil felaketiyle bağlantılı hastalıklardan” etkilendiğini kaydetmişken bu sayı 1 Ocak 2003 itibarıyla hemen hemen 100.000 ‘e yükselmiştir⁵².

Psiko-sosyal Problemler. Amerikan-Uluslararası Kalkınma Ajansı’nın (AID) Çernobil hasta çocukları programında (CCIP), yaklaşık %14 ya da muayene edilen 110.000 çocuktan 15.000’inin “ağır depresyon ve intihar eğilimiyle“ acil yardıma ihtiyacı olduğu bulundu⁵³, gezici psikolog ekibinden acil konsültasyon talep edildi.

Tiroid Kanserinde Hızlı Artış. Beyaz Rusya hükümeti 1986-2001 arasında yalnız Beyaz Rusya’da 8.358 tiroid kanseri vakasının yaşandığını, bunlardan 716’sının çocuklarda, 342’sinin ergenlik çağındakilerde ve 7.300’ünün yetişkinlerde olduğunu açıklamıştır⁵⁴. Yeni çalışmalara göre⁵⁵, 1970 ve 2001 yılları arasında Beyaz Rusya’da yaşlara göre tiroid kanserindeki ortalama artış oranı erkekler arasında hemen hemen 9’a (+%775), kadınlar arasında da 20’ye katlanmıştır (+%1925).

Kalıtımsal Etkiler. Yaşamı yok eden etkilerin ötesinde, Çernobil’in etkisi gelecek nesillere de taşınmaktadır. Sperling ve diğerleri tarafından 1987 Ocak başında Batı Almanya’da yayınlanan raporda, Down sendromunda önemli bir artış olduğu rapor edilmektedir; 2 veya 3 olması beklenen vaka sayısı 12 olmuştur. Anne yaşı dağılımı gibi artışı açıklayabilecek faktörler hariç tutulduğunda artışa neden olabilecek tek faktör Çernobil faciası kalmaktadır⁵⁶.

Bu kısa incelemede insanlığa hizmet vermek için inşa edilen bir makinede meydana gelen bir kaza sonucunda çocuklarımızın, torunlarımızın ve onların torunlarının kazanın sonuçlarından etkilenerek acı çecekleri istatistiki olgularla açıklanmaya çalışılmıştır. O makine 2 yıl 4 ay 4 gün enerji üretmiş olabilir fakat insanlık nesiller boyunca hastalık ve acı çecektir. Bu riske girmeye degeceğini söylemeye kim cüret edebilir ki?

Sonuç

31 Aralık 2004'de, Litvanya Ignalina-1'i kapatacaktır. Bu kapatma AB ile Litvanya hükümeti arasındaki bir anlaşmadan öte, 15 yıl önce başlayan bir eğilimin belirgin bir işaretidir: Nükleer enerji tarihin çöplüğüne gömülecektir.

1989'da 25 AB ülkesinde toplam 172 nükleer reaktör çalışmaktayken 2004'ün sonunda Ignalina-1'inde kapanması ile bu sayı 150'ye inecektir. 15 yılda 22 santal kapanmış, nükleer güç %13 azalmıştır.

1992'de, Washington'daki Dünya Gözlem Enstitüsü (Worldwatch Institute), WISE-Paris ve Uluslararası Greenpeace tarafından yayımlanan *Dünya Nükleer Endüstrisi Durum Raporu 1992* şu şekilde sonuçlandırılmıştı: "Nükleer enerjinin küresel enerji pazarındaki yeri daralmaktadır.(...) Şu anda yapımı devam eden nükleer santraller yakında tamamlanacaktır. Gelecek yıllarda nükleer enerjinin gelişimi çok çok yavaş olacaktır. Bu günden açıkça görülmektedir ki dünya genelinde 2000 yılında hemen hemen 360.000 MW'lık nükleer kapasite olacaktır, bu tahmin güncel durumdan sadece %10 daha fazladır."

Dünya Nükleer Endüstrisi Durum Raporu'nun güncellenmiş hali 1992'deki raporun doğruluğunun kanıtlandığını göstermektedir. Gerçekte, 2000 yılında tüm dünyada tam anlamıyla çalışır durumda 436 tesis 352.000 MW'dan daha az enerji üretmektedir -Bu durum 1974'de Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu'nun aynı yıl için öngördüğü 4.450.000 MW'lık üretim kapasitesiyle karşılaştırılmalıdır. Ekim 2004'ün sonunda dünya çapında 440 çalışır reaktör vardır ve toplam üretim kapasitesi 365.500 MW'dır. Nükleer enerji günümüzde, elektrik üretiminde %16 'lık, birincil ticari enerjide %6'lık ve dünya nihai enerji pazarında %2 ile %3'lük paya sahiptir.

Çalışan santrallerin yaş ortalaması 21'dir. Bazı atom kurumları santrallerin çalışma ömrünün 40 yıl veya üzerine çıkarılmasını öngörmektedirler. Şimdiye kadar kapatılmış 107 santralin ortalama kapatılma yaşının 21 olduğu düşünülürse, çalışma ömrünün 2 katına çıkmasının öngörülmesi oldukça iyimser bir beklentidir. Yine de yıl yıl ne kadar santralin kapanacağını hesaplayıp, çalışmakta ve yapılmakta⁵⁷ olan bütün santraller için 40 yıllık ortalama ömür varsaymalıyız. Bu durumda gerçekleştirilecek olan egzersiz nükleer santral sayısının aynı kalması için önümüzdeki on yıllarda ne kadar santral yapılması gerektiği hakkında bir fikir verecektir. Önümüzdeki on yıl için yaklaşık 80 santral planlanmalı, yapılmalı ve işletmeye alınmalıdır -her 1,5 ayda bir santral - ve takip eden on yılda da yaklaşık 200 birimin devreye girmesi gerekmektedir - her 18 günde bir santral -. Finlandiya ve Fransa birer EPR (Avrupa Basınçlı Su Reaktörü - yeni tip -), Çin ek olarak 20, Japonya, Kore ve Doğu Avrupa ülkeleri birer ek santral yapmayı planlasalar da, genel eğilim düşüş yönündedir. 10 yıl ve daha ötesi değerlendirmek için oldukça uzun bir süre olmakla beraber, gelecek 20 yılda çalışır durumdaki nükleer santral sayısını çalışma ömrünü 40 yılın üzerine çıkarmadan artırmak, hatta korumak bile pratik olarak imkansızdır. Bugün için böyle bir varsayımda bulunmak geçersizdir. Ignalina-1 tam 21 yaşında, dünya ortalamasında kapanacaktır.

"Nükleer yeniden doğuş" potansiyelini rapor eden bir sürü karşıt raporun varlığına rağmen güncel analizler atom çağının şafaktan çok gün batımını yaşadığını göstermektedir. Gelecek kuşaklara miras olarak, uzun ömürlü bir nükleer kirlilik ve nükleer üretimin bildiğimiz bütün tehlikelerinden başka bırakabilecekleri ne kalmıştır ki?

DİPNOTLAR

1. <http://www.world-nuclear.org/info/inf17.htm>
2. UAEA - IAEA, Basın Açıklaması, 26 Haziran 2004
3. UtiliPoint International, 21 Haziran 2004
4. Financial Times, 29 Haziran 2004
5. www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/science_actualites/sitesactu/magazine/article.php?id_mag=3&lang=fr&id_article=1423
6. The New York Times, 31 Mart 2004
7. NucNet, 6 ve 16 Mart 2004
8. Newsweek, 20 Eylül 2004
9. OECD-UEA, "UEA Ülkelerinde Enerji Politikaları – 2003 Baskısı", Paris, 2003
10. Rakamlarda Uluslararası Atom Enerji Ajansının (UAEA) Enerji Reaktörleri Enformasyon Sistemi (PRIS) temel alınmıştır, bkz. <http://www.iaea.org/programmes/a2/index.html> (Planlanan reaktörler hariç)
11. Planlanan = "Yeri Onaylanan ve Fonu Sağlanan", (Dünya Nükleer Birliği'nin tanımına göre) bkz. http://www.world-nuclear.org/wgs/decom/database/php/reactorsdb_index.php
12. 2003'de ülkenin elektrik tüketiminde nükleer enerjinin payı, rakamlar UAEA-PRIS'den alınmıştır.
13. 2003'de ülkenin ticari birincil enerji tüketiminde nükleer enerjinin payı, rakamlar BP'nin "Dünya Enerjisinin İstatistiksel Değerlendirmesi" (Haziran 2004) kitabının yazarları tarafından hesaplanmıştır.
14. UAEA, Fin reaktörünü henüz "inşa halinde" listesine almamıştır.
15. DNB, Fransız EPR projesini "planlanan" listesine almamıştır.
16. Kanada'da DNB'nin "planlanan" 2 rakamı Pickering-A reaktörlerinden oluşmaktadır.
17. DPRK reaktör projeleri silah programıyla ilgili olduğu iddiaları nedeniyle ortaya çıkan uluslararası ihtilaf nedeniyle askıya alınmıştır.
18. Aksi belirtilmedikçe, elektrik üretiminde nükleer paya ilişkin rakamlar, IAEA'nın Enerji Reaktörleri Bilgi Sistemi (PRIS)'nin on-line verilerinden alınmıştır ve 2003'teki durumu yansıtır. Ticari birincil enerji üretimindeki nükleer paya ilişkin rakamlar, Haziran 2004 tarihli BP, Enerji Dünyasının İstatistik Gözden Geçirmesi'nden alınmıştır. Çalışan reaktör sayısı, Dünya Nükleer Birliği(WNA)'nin web sitesindedir ve 1 Ekim 2004'deki durumu gösterir.
19. http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/cnpp2003/CNPP_Webpage/pages/..countryprofiles\Argentina\Argentina2003.htm
20. Nuclear Power's Changing Future: Fastest Growth in Asia, International Atomic Energy Agency, 26th Haziran 2004.
21. <http://www.uic.com.au/nip68.htm>
22. Bu tür bir genişleme yılda şebekeye yaklaşık iki reaktör ya da 2.000 MW bağlamak anlamına gelirdi, bunun da geçmiş deneyimlere göre pek mümkün olmadığı açıktır. AREVA Genel Müdürü Anne Lauvergeon'un önerdiği gibi nasıl olup da ülkenin "birkaç yüz" reaktörü 2040'a kadar şebekeye bağlamayı başarabileceği merak konusudur. (Le Monde, 12 Ekim. 04)
23. ayrıca bkz. <http://cnic.jp/english/newsletter/nit92/nit92articles/nit92coverup.html>
24. <http://www.world-nuclear.org/info/inf63.htm>
25. Örneğin Dünya Bankası ve Asya Kalkınma Bankası, yüksek finansal riski nedeniyle nükleer projeleri özellikle finanse etmemişlerdir.
26. Temelde PWRler, 34 x 900 MW, 20 x 1300 MW ve 4 x 1400 artı 1 eski 250 MW hızlı üretici reaktör (Phenix, Marcoule).
27. The Economist, Electricité de France: A very big French turn-off, 1 Temmuz 2004
28. Mycle Schneider (Dir.), et al., Possible Toxic Effects from the Nuclear Reprocessing Plants at Sellafield (UK) and Cap de la Hague (France), Final Report for the Scientific and Technological Options Assessment (STOA) Program, Directorate General for Research, European Parliament, Luxembourg, Kasım 2001, s. 170.
29. NucNet, 6 Ekim 04
30. The Independent, European probe could scupper Britain's £48bn nuclear clean-up, 10 Ekim 04
31. The Observer, 19 Eylül 04
32. The Times, 18 Eylül 04
33. Conrad U. Brunner, Democratic Decision-Making in Switzerland: Referenda for a Nuclear Phase-Out, "Rethinking Nuclear Energy after September 11, 2001" içinde, Global Health Watch, IPPNW, Eylül 04
34. L. Vöröss, «Lessons learned from the INES-3 event at Paks NPP on April 10, 2003», HAEA, Macaristan, Kasım 04, http://www.eurosafe-forum.org/forum2003/seminaires/seminaire_1_6.pdf
35. <http://www.eva.ac.at/enercee/slo/energysupply.htm#h2>
36. http://library.iaea.org/dbtw-wpd/Textbase/stats/nmcbalancetable.asp?nonoecd=Armenia&COUNTRY_LONG_NAME=Armenia
37. Nuclear Power In Russia: World Nuclear Association, Mart 2004: <http://world-nuclear.org/info/inf45.htm>
38. age
39. Nuclear Engineering International, Nisan 2004
40. <http://www.nti.org/db/nisprofs/russia/govt/nucleara.htm>
41. Euratom Supply Agency, Annual Report 2003. Avrupa Komisyonu: <http://europa.eu.int/comm/euratom/ar/ar2003.pdf>
42. Temel Belge: Solving Ukraine's nuclear crisis - the European Union's Strategy. Memo/94/44, Brussels, 23 Haziran 1994.
43. Terms of Reference for Economic Due Diligence by an International Panel of Experts, EBRD 2 Ağustos 1996.
44. Economic Assessment of the Khmel'nitsky 2 and Rovno 4 Nuclear Reactors in Ukraine, Volume 1: Main Report, 4 Şubat 1997, (Panel) sayfa 6
45. Mycle Schneider'in aynı başlıklı kitabından alıntı: 11 Eylül, 2001'den sonra Nükleer Enerjiyi Yeniden Düşünmek, Global Health Watch,

IPPNW, Geneva-New York, Eylül 2004 (bkz. www.ippnw.ch)

46. www.chernobyl.info

47. Başlangıçta 1986'da 1,7 milyon hektarlık arazideki 3,3 milyondan fazla koyun kısıtlama altına alındı. UK Food Standards Agency, e-mail to the author, 20 Şubat 2004

48. <http://www.chernobyl.info/en/Facts/Health/ConsequenceOtherCountries/#Sources>

49. Corinne Castanier'in mükemmel analizine bakınız: Contamination des sols français par les retombées de l'accident de Tchernobyl, CRIIRAD, 24 Nisan 03

50. UN-OCHA, Chernobyl : Needs Great 18 Years After Nuclear Accident, Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, United Nations, Press Release, New York, 26 Nisan 04

51. The Human Consequences of the Chernobyl Nuclear Accident - A Strategy for Recovery, Report commissioned by UNDP and UNICEF with the support of UN-OCHA and WHO, 25 Ocak 02

52. Report of the Government of Ukraine, Annex III of UNSG, Optimizing the international effort to study, mitigate and minimize the consequences of the Chernobyl disaster, Report of the Secretary-General, UN General Assembly, 29 Ağustos 03

53. UNSG, Optimizing the international effort to study, mitigate and minimize the consequences of the Chernobyl disaster, Report of the Secretary-General, UNGA, 29 Ağustos 03

54. Report of the Government of Belarus, Annex 1 of UNSG, Optimizing the international effort to study, mitigate and minimize the consequences of the Chernobyl disaster, Report of the Secretary-General, UN General Assembly, 29 Ağustos 03

55. Martin C. Mahoney, et al. Thyroid cancer incidence trends in Belarus: examining the impact of Chernobyl, International Journal of Epidemiology, electronic summary, 27 Mayıs 04

56. Sperling, K.S., J. Pelz, R.D. Wegner et al. Significant increase in trisomy 21 in Berlin nine months after the Chernobyl reactor accident: temporal correlation or causal relation? Br. Med. J. 309: 157-161 (1994).

57. Hesaplamalar planlanan bir başlama tarihi olmayan reaktörler dışarıda tutularak yapılmıştır. Bu, IAEA tarafından yapım aşamasında diye sınıflanan 25 üniteden 9'uyla ilgilidir.