

Dünyanın birçok ülkesinde nükleer enerji masalının sınırsız, ucuz ve güvenli bir enerji kaynağı olduğuna artık inanılmamakta, dünyanın başka bölgelerinde ise bu masala ilgi artışı yaşanmaktadır. Almanya'da liberal-muhafazakar hükümet nükleer enerjiyi güneş enerjisi dönemine bir geçiş teknolojisi olarak ve karbondioksit-nötre bir enerji temini için vazgeçilmez olduğu savıyla, nükleer enerjiden „çıkışın iptaline“ karar verdi. Ama uranyumun azaltılması ve nükleer

atıkların nihai depolanması gibi eski sorunlara hala cevap yok. Heinrich Böll Stiftung Derneği, uluslararası uzmanlardan nükleer enerji ile ilgili en önemli konularla ilgili veri ve argümanların toplanmasını istemiştir. Nükleer enerji, pahalı bir teknoloji ve gerekli olan yenilenebilir enerjilerin geliştirilmesine karşı güçlü bir frendir. Ayrıca, her yeni nükleer santral ile nükleerin yayılma riski artar – dünyamızda güvenlik gittikçe azalmaktadır.

Heinrich-Böll-Stiftung Derneği İnönü Caddesi, Hacı Hanım SK. No: 10/12 34439 Gümüşsuyu – İstanbul
T 90 212 249 15 54 W www.boell-tr.org

ISBN 978-605-88952-4-9

HEINRICH BÖLL STIFTUNG
DERNEĞİ TÜRKİYE TEMSİLCİLİĞİ

EKOLOJİ

Nükleer Enerji Masalı - Nükleer enerjiye neden karşıyız

Nükleer Enerji Masalı

Nükleer enerjiye neden karşıyız

Yazarlar Gerd Rosenkranz, Antony Froggatt, Mycle Schneider, Steve Thomas, Otfried Nassauer ve Henry D. Sokolski



NÜKLEER ENERJİ MASALI

Nükleer Enerji Masalı

Nükleer enerjiye neden karşıyız

**Yazarlar Gerd Rosenkranz, Antony Froggatt, Mycle Schneider, Steve Thomas,
Otfried Nassauer ve Henry D. Sokolski**

Nükleer enerji masalı

Nükleer enerjiye neden karşıyız

Yazarlar Gerd Rosenkranz, Antony Froggatt, Mycle Schneider, Steve Thomas, Otfried Nassauer ve Henry D. Sokolski

İngilizceden çeviri: Metin Susan ve Sungur Savran

Editörler: İbrahim Günel, Özgür Gürbüz

Ekoloji

Orijinal: Heinrich-Böll-Stiftung Derneği 2010

Türkçesi: Heinrich-Böll-Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği

© Heinrich-Böll-Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği

Kapak Fotoğrafi: Grohnde 2007, Delkarm, flickr.com

Tasarım: Michael Pickardt, Berlin

Türkçe Uygulama: Gülderen Rençber Erbaş, Myra

Baskı: Sena Ofset, II. Matbaacılar Sitesi, B Blok, Kat: 6, No: 9 İstanbul

İstanbul, Şubat 2011

ISBN 978-605-88952-4-9

İnönü Caddesi, Hacı Hamım Sk. No: 10/12 34439 Gümüşsuyu – İstanbul

T 90 212 249 15 54 W www.boell-tr.org

İÇİNDEKİLER

Ralf Fücks	
Önsöz	7
Gerd Rosenkranz	
Nükleer Enerji Konusunda Yanlış Bilinenler: Enerji Lobisi Nasıl Gözümüzü Boyuyor?	9
Antony Froggatt ve Mycle Schneider	
Değişim Yaratacak Sistemler: Nükleer Enerji mi yoksa Enerji Verimliliği + Yenilenebilir Enerji Kaynakları mı?	53
Steve Thomas	
Nükleer Enerji Ekonomisi: Güncel Durum	105
Otfried Nassauer	
Nükleer Silahlar ve Nükleer Enerji – Siyam İkizleri ya da Sıfır-Sıfır Çözümü	183
Henry D. Sokolski	
Nükleer Silahların Yayılması ve Önlenmesi: Önümüzdeki 20 Yıl	228
Yazarlar Hakkında	252

ÖNSÖZ: NÜKLEER ENERJİ – ÇIKMAZ SOKAK

Nükleer enerjinin yeniden doğuşu (Nükleer Rönesans) hakkında zaman zaman yapılan açıklamaları izleyen herkes yeni nükleer santralların sayısının muazzam bir hızla ve sürekli olarak artmakta olduğu izlenimini edinebilir. Nitekim, son veriler, çoğu Çin’de diğerleri ise Rusya, Hindistan Güney Kore ve Japonya’da olmak üzere 60’tan fazla santralin inşa halinde olduğunu gösteriyor. ABD’de ise yalnız bir adet inşaat projesinin var olduğu belirtiliyor. Ancak, bu listede (VGB Power Tech) yarıda bırakılmış ve zaman içinde enkaz halini almış birçok eski proje de yer alıyor.

Ayrıca, bugün 2020 yılına kadar tamamlanması öngörülen 160 kadar yeni nükleer santral teklifi var. Bunların 53 adedi Çin’de, 35’i ise ABD’de. Bu ülkeleri Güney Kore ve Rusya izliyor. Avrupa’da ise listenin başında sekiz proje ile İngiltere var. Ardından İtalya, İsviçre, Finlandiya, Romanya ve Litvanya geliyor. Dünyaya yeni nükleer santralları bahşetmek isteyen Fransa ise kendi topraklarında sadece bir adet nükleer santral yapmayı planlıyor. Avrupa ülkelerinin büyük bir kısmında yeni nükleer santral yapımı için somut planlar yok.

Aslında dünyadaki nükleer santralların sayısı sürekli olarak azalıyor. Hali hazırda faal durumda 436 reaktör mevcut. Önümüzdeki 15-20 yılda hizmet dışı kalacak eski tesislerin sayısı yeni açılacaklardan daha fazla. Açıklanan yeni santral kurma niyetlerinin tümünün uygulamaya konulması asla söz konusu olmayacak. Serbest rekabete açılan enerji piyasalarının sayısı arttıkça nükleer enerjinin şansı azalacak.

Yeni tesislerin maliyetleri de korkunç bir hızla yükseliyor. Örneğin, Finlandiya’nın Olkiluoto kentindeki yeni nükleer santralin maliyeti henüz reaktörün dış kabuğu bile ortada yokken 3 milyar avrodan yaklaşık 5 milyar 400 milyon avroya fırladı. Bunun yanı sıra atıkların nasıl doğadan yalıtılacağı ve kullanılan teknolojinin arıza yapmaya oldukça yatkın olması gibi sorunlara da çözüm bulunmuş değil. Günümüzde enerji sektöründe hiçbir özel şirket devlet desteği ve güvencesi olmadan yeni bir nükleer santral inşa etmeyi göze alamaz. Yeni nükleer santralların özellikle devlet ile enerji sektörü arasında “kutsal olmayan ittifak”ların kurulduğu durumlarda yapılabildiği görülüyor.

Şimdiye kadar nükleer santrallar muazzam büyüklükte kamu sübvansiyonlarıyla finanse edildi. Hesapların kabaca 100 milyar avroya ulaştığı Almanya’da, nükleer santrallara gösterilen bu ayrıcalıklı muamele hâlâ devam ediyor. Sonuç olarak, nükleer atıkların son depolama alanına kaldırılması ve nükleer santralların sökülmesi için ayrılan milyarlar, şirketler için bir vergiden kurtulma manevrası anlamına geliyor. Üstelik santral işletmecisinin sorumluluğu 2,5 milyar avrodan ibaret; bu meblâğ, olası orta ölçekteki bir kazanın doğuracağı

zararın yanında neredeyse hiç kalır. Bütün faktörler dikkate alındığında nükleer enerjinin pahalı olduğu kadar riskli olduğu da anlaşılır.

Nükleer enerjiye dair alışlagelmiş argümanların yanında yenileri de var. Birincisi; Nükleer silahların yayılma tehlikesi, dünyanın dört bir yanındaki nükleer santrallerin sayısı ile doğru orantılı olarak artıyor. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nın (IAEA) denetleme çabalarına rağmen nükleer teknolojinin sivil ve askeri maksatlar için kullanımı arasında aşılması imkânsız bir duvar yok. Bunun son örneği; İran. Sonuçta, başkaları tarafından denetlenmek istemeyen birisini kimse zorla denetleyemez. Nükleer enerjinin yaygınlaşmasıyla birlikte nükleer yakıt üretimi için yeniden işleme tesisleri ve hızlı üretken reaktörler kurulması ihtiyacı da artıyor. Bunların her ikisinin de faaliyetleri sonucunda dolanımdaki plütonyum miktarı çoğalıyor. Bu ise nüklere silah yapımında kullanılacak bol miktarda bölünebilir malzeme demek, yani bir dehşet senaryosu!

İkincisi; Mevcut nükleer santrallerin ömrünün uzatılması ve daha da vahimi, yeni tesislerin inşa edilmesi yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişmesine fena halde köstek olacak. Nükleer enerji ile yenilenebilir enerji kaynaklarının birbirini tamamladığı iddiası ise asılsız çünkü bu ikisi sadece az miktardaki sermaye ve enerji nakil hatlarını kapmak için birbirleriyle rekabet halinde olmakla kalmayıp aynı zamanda nükleer tesisler esnekliğe yer vermeyen sürekli çalışma zorunlulukları yüzünden özellikle rüzgâr enerjisinin gelişme potansiyeline darbe vurmaktadır. Şöyle ki; özellikle rüzgârın kuvvetli, tüketimin ise düşük olduğu günlerde rüzgâr enerjisi Almanya'nın enerji talebini büyük ölçüde karşılamaya zaten yetmektedir ama mevcut nükleer santrallerin (ve kömürle çalışan büyük santrallerin) üretimleri ekonomik nedenlerle kısa sürede azaltılmadığından, toplamda ortaya çıkan enerji fazlası başka ülkelere zararına ihraç edilmektedir. Yani, sistem saçmalığa çalışıyor.

Neresinden bakarsak bakalım nükleer enerji ne iklim değişikliği sorunun çözümüne mutlak bir katkı yapma potansiyeline sahip ne de enerji arzını garantilemek için gerekli. Gerçek bunların tam tersi. Enerji talebini yüzde 100 oranında karşılama amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesini destekleyenler hem yeni nükleer santrallerin inşasına hem de eskilerinin ömürlerinin uzatılmasına karşı çıkmalıdır. Öne sürülen iddialara rağmen nükleer enerji, güneş enerjisi çağına doğru ilerlerken kullanılabilir bir ara dönem stratejisi olmaya uygun değildir.

Berlin, Ocak 2010

Ralf Fücks

Heinrich-Böll-Stiftung Derneği Yönetim Kurulu Eş Başkanı

Nükleer enerji hakkında yanlış bilinenler: Enerji lobisi nasıl gözümüzü boyuyor?

Giriş: Forsmark – Korku Ve Dehşet Dolu 22 Dakika

İsveç'in merkezindeki Forsmark Nükleer Santrali'nin dışında bakım yapmakta olan elektrik teknisyenleri, 2006 yılının 25 Temmuz günü, öğle vakti, tam olarak saat 13:19'da, tali ünitelerden birinde bir kısa devreye sebep olur. Dev türbinlerin döndüğü ve devasa miktarlarda enerjinin büyük enerji santral bloklarından şebekeye nakledildiği yerlerde bu tekrar tekrar yaşanan bir olaydır. Normal şartlarda yakındaki bir enerji nakil şebekesinde meydana gelen bu tür bir arıza hiçbir nükleer tesis için ciddi sorunlar yaratmaz. Güvenlik sistemleri bu gibi durumlara hazırdır. Santralin dışındaki kısa devre, içindeki elektrik tesisatına ulaşmadan reaktörün arızalı şebeke ile bağlantısı kesilir. En kötü senaryoda ise reaktör otomatikman devre dışı kalır ve göbeğindeki radyoaktif maddenin çözünmesi nedeni ile günlerce ısı üretmeye devam edeceğinden acil durum soğutma sistemleri kullanılarak yavaş yavaş soğutulup kritik olmayan bir duruma getirilir.

Yalnız o Salı günü Forsmark'da hiçbir şey normal değildi. Şebekeden ayırma işlemi çok yavaş gerçekleştiğinden ve de kendi başına gayet olağan sayılacak bir arıza çok daha ciddi boyutlarda bir arızalar dizisine yol açtığından, kaynar sulu reaktörün 1. ünitesindeki elektrik tesisatının büyük bir kısmı çalışmaz hale geldi. Bir acil durum meydana geldiğinde reaktörün kontrol sistemine ve acil durum soğutma pompalarına elektrik sağlayacak dört adet dizel jeneratöründen ikisi de çalışmadı. Acil durumun en kritik safhalarında, kontrol odasındaki ekranlar işkence gibi geçen 22 dakika boyunca karanlık kaldı. Ölçüm algılayıcıları reaktörün kalbindeki zincirleme nükleer reaksiyon hakkında hiçbir bilgi göndermedi; tesisin boşaltılması için alarm vermek amacıyla konulmuş siren sisteminin bile bazı hoparlörlerinden ses çıkmadı. Reaktörün kalbindeki zincirleme reaksiyonu düzenleyen kontrol çubuklarının hiçbirinin pozisyonuna dair hayati önemdeki bilgiler alınmadığı gibi, reaktör kazanındaki soğutma suyunun seviyesi de öğrenilemedi. Ne zaman ki teknisyenlerden biri marş düğmesine elle basarak arızalı jeneratörleri çalıştırmayı başarıp, merkezi ölçüm ve kontrol sistemlerine elektrik verilmesini sağladı, o zaman reaktörün kör uçuşu nihayet sona erdi.

İsveç Atom Enerjisi Düzenleme Kurumu (SKI), Forsmark-1 kaynar sulu reaktördeki acil durumun esas sebebinin iki alternatif akım dönüştürücüsünün arızalanması olduğunu kısa bir süre içinde belirledi. Devreye girmesi gereken, toplam dört adet acil durum jeneratörünün ikisi, bu arıza yüzünden çalışmamıştı. Ne var ki, reaktörün izleme sisteminin önemli bölümlerinin de çalışmaması nedeniyle tam olarak nelerin olup bittiğini sonradan tespit etmek son derece güç oldu. En endişe verici husus ise devreye girmeyen jeneratörlerde de devreye giren diğer iki jeneratörü normal bir şekilde çalıştırabilen alternatif akım dönüştürücülerinden bulunmasına rağmen, bu iki akım dönüştürücüsünün voltajın en yüksek düzeye çıkmasından dolayı reaktörün güç beslemesinde meydana gelen enterferansa nasıl olup da aynı tepkiyi göstermediğinin uzmanlarca açıklanamamasıydı. Sonuçta kesin olan ise eğer onlar da aynı tepkiyi gösterseydi reaktörün büyük bir olasılıkla kontrolden çıkacak olmasıydı. Reaktörün emniyet sistemindeki kablolardan dördü de bu durumdan etkilenecekti. Bu ise SKI'nın da itiraf ettiği gibi, "acil durum sistemini besleyen elektriğin tamamen kesilmesine ve bunun sonucunda da reaktörün emniyet talimatnamesinde yer almayan bir senaryonun ortaya çıkmasına" yol açacaktı (Santral ve Reaktör Güvenliği Derneği 2006). Hiçbir talimatnamede bu tür bir arıza yer almadığı gibi böyle bir durumun oluşması halinde neler yapılacağına dair kurallar da yoktu. Aslında, bir şey yapma olasılığı da yoktu..

Efsanelerin Birincisi: Nükleer enerji güvenlidir

İsveç'in doğu kıyısında 2006 yazının ortalarında o gün meydana gelenler, yıllardır nükleer enerjinin sivil kullanımı üzerine gölgesi düşegelen bir uyarıyı doğuran iki olayı da acı bir şekilde hatırlattı. Bunlar ABD Harrisburg'daki Three Mile Island (Mart 1979) ve Ukrayna'daki Çernobil (Nisan 1986) nükleer santrallerinde meydana gelen felâketlerdi.

Akl erdirilmesi zor bir plansızlık, önemli bileşenlerin yanlış monte edilmesi, bağışlanamayacak derecede baştan savma bir bakım ve hassas bir teknolojiye safça güvenmek; bunların hiçbiri bizim için yeni şeyler değil. Sadece Three Mile Island ile Çernobil'den dolayı değil, aynı zamanda İngiltere'nin Sellafield şehrindeki yeniden işleme tesisi, Japonya'nın Monju hızlı üretken reaktörü, yine Japonya'nın Tokaimura kentindeki yeniden işleme tesisi, Macar nükleer santral Paks'taki kullanılmış yakıtların depolandığı havuzlardan biri, Almanya'nın Elbe nehri üzerindeki Brunsbüttel ve Krümmel nükleer tesislerinden dolayı... Nerede insanlar çalışıyorsa orada hata olur. Tekrar tekrar, her kazanın ardından "nedeni açıklanamaz" diye vasıflandırılan hatalar zincirinin, 1986'da Ukrayna ve komşularında yaşanan felâkete benzer sonuçlara her seferinde yol açmamasından dolayı kendimizi şanslı sayabiliriz. İsveç'in başkenti Stockholm'un 100 km kuzeyinde bulunan Forsmark'taki nükleer santralının 1. ünitesindeki hatalar zinciri o anda görev başında bulunan personele 22 dakika boyunca korku ve dehşet yaşatmakla kaldığı için de şanslıyız. Olayın bir diğer sonucu ise reaktörün işletmecisi "Vattenfall" adlı şirketin güvenilirliği hakkında ciddi şüpheler doğur-

ması oldu. Bir devlet kuruluşu olan bu kuzeyli şirketler grubu, o günden bu yana başka yerlerdeki işletmeleriyle ilgili olarak da (Almanya’da Brunsbüttel ve Krümmel) ciddi kuşkuların odak noktası haline geldi.

O günden bu güne Forsmark adı, Çernobil’den bu yana Avrupa’daki nükleer reaktörlerde meydana gelmiş belki de en kritik kaza ile eşleşti. O gün yaşanan olayları sıraya koymaya çalışan İsveçli ve yabancı uzmanlar, aynı şok edici sonuca vardı; çok daha kötüsü de olabilirdi. Nitekim çok daha kötüsü her an olabilir.

Bünyesel risk: Unutmak

Sanayileşmiş ülkelerin birçoğunda nükleer enerji savunucuları, bu enerjiyi sarmalayan fikir ayrılıklarını kendi deyimleriyle “ideolojiden arındırmak”tan açıkça haz duyuyor. İklim değişikliğinin karşımıza dikildiği ve fosil enerji kaynaklarının kıtlığının giderek büyüdüğü bir ortamda nükleer enerjiye “daha sakın ve daha makul” biçimde yaklaşıldığı söyleniyor. Gerginliğin böyle azalması nükleer enerji üretiminin destekçilerini özellikle ufukta seçimin görünmediği dönemlerde çok sevindiriyor. Siyasi-toplumsal tartışmalar, on yıllar boyunca nükleer enerjinin temel güvenlik meselelerinden ekonomiye, iklimin korunmasına, kaynakların korunmasına ve enerji arzının güvenceye alınmasına kaydı. Böylece kamuoyunun gözünde nükleer enerji artık sadece birçok teknolojiden biri olarak algılanır hale gelmiş ve kömür ile doğalgaz santralleri arasında seçim yapmak için neleri nasıl tartışıyorsak, nükleer enerji kullanma kararı verilirken de aynı mantıkla hareket edilir düşüncesine varılmış olabilir.

Atom çekirdeğinin parçalanması böylece ekonomistlerin enerji konusundaki siyasi tartışmanın “sacayağı” olarak tarif ettiği ekonomiklik, enerji arzının güvenceye alınması ve çevre üzerindeki etkiler ile giderek daha fazla bütünleşir hale geliyor. Felâketlere karşı güvence oluşturulmasının nükleer enerjinin amaçları arasında yer almaması, onu destekleyenleri pek o kadar ilgilendirmiyor. Aksine, bu durumdan büyük bir memnuniyet duyuyorlar. Nükleer enerji taraftarları, bu teknolojinin felâketlere yol açma konusunda sahip olduğu benzersiz potansiyeli bir argümanlar duvarı arkasında gizlemeyi giderek daha iyi beceriyor. Bu argümanların tümünün tek bir amacı var; dikkatleri temel güvenlik meselelerinden başka yöne kaydırmak. Bu gelişme bir tesadüf değil, nükleer enerjide önde gelen ülkelerdeki işletmeciler ile imalatçılar tarafından yıllarca bıkmadan ve kasıtlı olarak sürdürülen bir stratejinin meyvesi.

Başarılı bir dikkat dağıtma kampanyası, kamuoyundaki tartışmaları bir süre için pekala yatıştırabilir ama büyük bir felâket olasılığı varken bu tür tartışmaların gerekliliği azalmaz. Bütün felâketlerin ötesinde bir felâketin, yani güvenlik sistemlerinde kendisine karşı tedbirlerin öngörüldüğü, “tasavvur edilebilecek en büyük felâket”i de aşan bir kazanın meydana gelme tehlikesi ve böyle bir tehlikenin hiçbir zaman yabana atılamayacağı gerçeği, nükleer enerji konusundaki temel fikir ayrılıklarının geçmişte ve günümüzdeki başlıca nedenidir. Bu tür enerji seçimine karşı öne sürülen argümanlar genelde nükleer enerjiyi kabul

eden anlayışın bir bütün olarak bölgesel, ülkesel ve uluslararası ölçekte dayan-
dığı fakat sağlam duramadığı bu son derece gerçek tehlikeyi esas almaktadır. Three Mile Island'dan ve özellikle Çernobil'den bu yana nükleer enerji sektörü, ümitlerini “felâkete dayanıklı” reaktörler vaadi ile bu teknolojiye bir noktada tekrar kamuoyu desteği kazandırmaya bağlamıştır. Nükleer santral yapımcıları, 30 yıl önce “doğası itibarıyla emniyetli nükleer santral” sloganı altında büyük bir vaatte bulunmuştu. Amerikalılar “pasif emniyet sistemi” denilen sistemler sayesinde reaktörün kalbinin erimesi veya benzer nitelikte ciddi bir kazanın fiziken söz konusu olmadığı bu geleceğin reaktörlerine “bırak git reaktörleri” adını vermişti. O tarihlerde nükleer reaktör inşa eden bir Amerikan firmasının en üst düzey yöneticisi, heyecanlı bir ifadeyle şöyle diyordu: “Akla gelebilecek kazaların en kötüsünde bile evinize gidip öğle yemeği yiyebilir ve biraz kestirdikten sonra en ufak bir endişe veya paniğe kapılmadan geri gelebilirsiniz.” (Miller 1991 ile karşılaştırınız) Bu böbürlenme o zaman ne idiye günümüze kadar da öyle kalmıştır, yani geleceğe verilmiş karşılıksız bir çek. Teknoloji tarihçisi Joachim Radkau, daha 1986 yılında “felâkete dayanıklı” reaktörlerin kriz dönemlerinde sahte gerekçelerle sürekli olarak pompalanan ama asla gerçekleşmeyen bir hayal olduğu yolundaki şüphelerini dile getirmişti (Radkau 1986). Durum bugün de aynıdır.

Bu arada Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu (Euratom) ve nükleer enerji üreticisi on ülke uzak gelecekte mevcut veya inşası planlanan reaktörlerin yerini alması beklenen “IV. kuşak” santraller konusunda tarafsız bir tavır alıyor. Günümüzdekilerden iki nesil sonra inşa edilecek reaktörlerin bile yenilikçi güvenlik sistemlerine rağmen en aptal kullanıcıların elinde bile arıza yapmıyacağı artık iddia edilmediği halde, onların günümüzde kullanılan ataları için bu iddia hâlâ öne sürülebiliyor! Ancak, yeni reaktörler daha ekonomik, askeri amaçlar için suistimal edilmeye daha az elverişli ve dolayısıyla kamuoyunda daha fazla kabul görür nitelikte olacak. Bu reaktörlerden ilkinin 2030 yılı civarında enerji üretmeye başlaması bekleniyor. Bu, resmi tahmin. Gayr-ı resmi tarafta ise Fransız enerji şirketinin (Électricité de France - EDF) eski başkanı François Roussely gibi kamuoyunun bildiği destekçiler bile IV. kuşak reaktörlerin 2040-2045 yıllarından önce ticari olarak faaliyete başlamasını beklemiyor (Schneider 2004 ile karşılaştırınız).

Dördüncü kuşak reaktörlerin tamamen güvenli olacağı vaat edilemeyince, nükleer enerji sektörü geçmişte verdiği garantileri sessizce unutturma yolunu seçti. Bütün bunlar sürerken günlük işletimde bile orantılı bir güvenlikle yetinmek durumundayız. Somut anlamda bu, siyaset-basın alemindeki uzman olmayan bilgiçlerin güle oynaya etrafa yaydığı “dünyada bizim reaktörlerimizden iyisi yok” şeklindeki toptancı iddia ile aynı kapıya çıkıyor. Özellikle Almanya’da rağbet gören bu iddianın doğruluk derecesini gösterecek dişe dokunur bir kanıt hiçbir zaman olmadı. İnşaatları 1960’lı ve 1970’li yıllarda başlayan, dolayısıyla tasarımları 1950’lerde ve 1960’larda o yılların bilgi ve teknolojiyle gerçekleştirilmiş nükleer santrallerin günümüzde tatminkâr bir düzeyde güvenlik sağlanması pek akla yakın görünmüyor ama Fransa, İsveç, ABD, Japonya veya Güney

Kore'deki nükleer enerji yandaşlarının aynı iddiayı kendi reaktörleri için de öne sürmesini engelleyen çıkmadıkça, hepsi kendi sloganlarıyla mutlu bir şekilde yaşamayı sürdürecektir. Aslında kendi nükleer santrallerinin küresel standartlara uygun olmadığını düşünen ya da en azından kamuoyu nezdinde böyle bir iddiada bulunan bir nükleer camia, hiçbir ülkede yok. Son 15-20 yıldaki silahlanmalar sonucunda Doğu Avrupa'da bile Sovyet yapısı santrallerin Batı'nın güvenlik standartlarına uygun olduğu ve hattâ birçok yönden bunları geride bıraktığı iddiaları sık sık duyulur oldu. Hal böyle iken, kullanılan terminoloji konusunda mutabık kalınmasına da hacet yok; zira dünya genelinde verilmekte olan mesajın şu olduğu anlaşılmalıdır: "Endişeye gerek yok."

Gerçekten de birçok ülkede endişeler azalıyor; özellikle de Çernobil veya Harrisburg'daki kazaları artık önemli saymayan bir politikacılar kuşağında... Dolayısıyla sorulması gereken önemli soru; insanoğlunun nükleer cephede mutlak bir iç huzura kavuşması için ödemesi gereken bedelin ne olacağıdır. İsveç'in Forsmark kentinde kıl payı atlatılan felâketler kamuoyunu sadece birkaç hafta meşgul edebiliyor ve ardından kapalı kapılar ardındaki komisyonlara havale ediliyorsa, bunun uluslararası nükleer enerji güvenliği açısından anlamı nedir?

Geçmişte Alman reaktörlerinin göreceli olarak yüksek seviyedeki güvenlikleri, nükleer enerji destekçileri tarafından bile, nükleer santrallerin, toplumun yüksek derecedeki hassasiyeti doğrultusunda sürekli ve şüpheli biçimde izlendiği eski Batı Almanya'daki nükleer enerji karşıtı hareketin gücüne atfedilirdi. Bu yorum doğru ise nükleer santrallerin arıza ile kazalara karşı ekonomi tarihinin kaydettiği en geniş önleyici tedbirlerle donatılmış sanayi tesisleri haline gelmesini sağlayan şey, bilinçli soruların sorulmasından ve "eleştirel uzman kamuoyu"nun oluşturulmasından ibarettir. Söz konusu santraller bu vasıflarını hâlâ koruyor. Ne yazık ki yukarıdaki bağlantının tersi de doğrudur. Kamuoyunun ilgisi zayıfladığında veya otoriter rejimlerde olduğu gibi tahammülsüzce karşılık verildiğinde, güvenlik de zayıflamaktadır.

Chernobil ve Three Mile Island örneklerine rağmen nükleer enerji kullanmaya devam etmek isteyen Almanya'daki Hristiyan Demokrat (CDU) ve Liberallerden (FDP) oluşan koalisyon¹ gibi çevreler, yeni bir kaza felâketi nükleer enerji seçeneğini temelli ortadan kaldırıncaya kadar bu heveslerini sürdürmek isteyip istemediği sorusunu eninde sonunda kendilerine sormak zorunda. Kesin olan tek bir şey var: 25 Temmuz 2006 tarihinde İsveç'in Forsmark Nükleer Santral'ında alternatif akım dönüştürücülerinden sadece ikisi değil de dördü birden arızalansaydı ve ilâhi bir şaka gibi, yüksek teknoloji ülkesi olarak bilinen bu ülke bir teknoloji felâketine sahne olsaydı, Avrupa'da veya ABD'de hiç kimse, ne "Nükleer Rönesans"dan bahsedirdi ne de eskimiş reaktörlerin ömürlerinin uzatılması konusunu tartışırdı. Kuzey ile Batı Avrupa'nın milyonlarca insanın perişanlığı ile başa çıkmak zorunda kalmasının yanı sıra 130 adet nükleer reaktörün bulunduğu Avrupa kıtasının tamamı bu felâket senaryosunun ortaya çıkaracağı, günümüz-

1 Muhafazakâr CDU ve özel sektör yanlısı FDP koalisyonu

deki finans ve bankacılık krizini defalarca gölgede bırakacak boyuttaki ekonomik çöküntüyle, kazanın yol açacağı maddi ve manevi yıkımı telafi etmek için yıllarca uğraşmak zorunda kalırdı. Elektriğinin önemli bir bölümünü nükleer santrallerden elde eden her ülkede, Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin çoğunda yıllardır rastlanmamış boyutta elektrik kesintileri meydana gelirdi. Bunlar yetmezmiş gibi, kamuoyunda oluşacak tepki sonucunda diğer nükleer santraller de kapatılınca, enerji açığının giderilmesi için fosil yakıtlarla işleyen elektrik santrallerinin birçoğu hiç hesapta olmayan bir biçimde günde 24 saat çalıştırılacak, bunun da çevre üzerinde olumsuz etkileri görülecekti. Tanrı'ya şükür, Forsmark'ta olaylar bu raddeye gelmedi.

Tekdüzeliğin sinsi zehiri

Son yıllarda kaydedilen genel teknolojik ilerlemelerden nükleer enerjinin de nasibini aldığı hiç kimse ciddi bir şekilde inkâr etmez. Dünyadaki ticari reaktörlerin çoğunun inşasından bu yana bilgi ve iletişim teknolojilerinde gerçekleşen devrim, nükleer santrallerin günlük faaliyetlerinin kontrolünü, izlenmesini daha şeffaf ve daha güvenilir kıldı. Bugün faaliyette olan nükleer reaktörler, henüz proje çizimi aşamasındayken bilgisayarlarda delikli kartlar kullanılmaktaydı. Eskimiş reaktörlerin birçoğuna bile sonradan modern işletim sistemleri kurulmuş ve kurulmaktadır. Bir nükleer reaktörün günlük işletiminde ve daha da önemlisi arıza durumlarında gerçekleşen fiziksel olayların, diğer karmaşık süreçlerin, bilgisayar simülasyonları ile deneyleri vasıtasıyla daha iyi anlaşılır olması, aynı zamanda güvenlik seviyesinin de yükselmesi anlamına gelmektedir. Bu günlerde nükleer santral işletmecileri, 20 veya 30 yıl önce tasarlanması bile mümkün olmayan ve dolayısıyla bilinmeyen karmaşık kaza senaryolarını bilgisayar simülasyonlarıyla deneyimliyor. Güvenlik teknisyenleri, yavaş yavaş eski reaktörlerde bile kurulmaya başlayan, gelişmiş olasılık analizlerinden, daha hassas test ve kontrol sistemlerinden yararlanabiliyor. Nükleer reaktör işletmecileri, Harrisburg'dan, Çernobil'den ve Japonya'daki vahim kazalardan dersler çıkardığını söylüyor. Bilgi değiş tokuşunu organize eden ve kaza verilerinin üye kuruluşlara süratle dağıtılmasını sağlayan Dünya Nükleer İşletmeciler Birliği'ne (WANO) vurgu yapıyorlar. Dünyanın her köşesindeki reaktör işletmecileri, 2010 yılında toplamda yaklaşık 13 bin yıllık reaktör işletim süresinden elde edilen deneyime erişebilecek.

Ancak bu, nükleer santraller için kaliteli bir “yeni güvenlik sistemini” asla garantilemez. Santrallerde çekirdek erimesi kazalarının 1986'dan beri gerçekleşmemiş olması, bunların bir daha hiç yaşanmayacağı anlamına gelmez. Forsmark yakın geçmişte duyulan en yüksek sesli uyarı sinyaliydi. Benzeri uyarılar Brunsbüttel ve Krümmel'deki Alman nükleer reaktörlerinden de geldi ve ardından bu santraller yıllarca hiç elektrik üretmedi. Dünyadaki nükleer reaktörlerin yaklaşık dörtte üçü Çernobil felâketi zamanında var olanlarla aynı. Ciddi bir kazanın bugün ya da bundan 100 yıl sonra olması, “olasılık” denen kavramın doğasında var. Bu yüzden 13 bin yıllık reaktör işletim zamanı, aksi yönde herhangi bir kanıt

sağlamaz. Nükleer enerji sektörü, 1978 yılında Harrisburg'daki bir ticari santralda ilk nükleer çekirdek erimesi kazasıyla karşı karşıya kaldığında Almanya'daki nükleer enerji karşıtları nükleer teknisyenlerin tumturaklı güvenlik vaatlerini alaya alan el ilânları dağıtmıştı. İlanlarda şöyle deniyordu: “Kaza olasılığı 100 bin yılda bir. Zaman ne de çabuk geçiyor!”

Reaktörlerin yaşam sürelerinin uzatılması dünya çapında bir kampanya ile kamuoyuna benimsetilmeye çalışılıyor. Nükleer santral işletmecileri, böyle bir artışın “güvenlik açısından mutlaka gerekli” olduğunu öne sürüyor (Frankfurter Rundschau, 12 Ağustos 2005). Alman Atom Enerjisi Forumu lobisinin başkanı ve nükleer santral işletmecisi E.on şirketinin eski yönetim kurulu başkanı Walter Hohlefelder, reaktörlerin izin verilen yaşam sürelerindeki böyle bir artışın “elektrik arzını daha güvenli hale getireceğini” ciddi ciddi söyleyebildi (Berliner Zeitung, 9 Ağustos 2005). Bu iddiaların en şaşırtıcı yanı, nükleer enerjiyi destekleyen politikacılar başta olmak üzere artık kamuoyunun çeşitli kesimlerinden itiraz görmemesi. Şaşırtıcı, çünkü nükleer santralların otomobillerin ve uçakların aksine eskidikçe daha güvenilir hale geldiğini iddia etmek, her babayığının harcı değildir. Ne yazık ki bu iddia sadece mantığa değil fizik kurallarına da aykırı.

Dünyanın reaktör filosu “yaşlanıyor.” Halkın anlayabileceği bu basit terimin ardında halkın pek anlayamayacağı muazzam bir bilgi yığını yatıyor. Malzeme teknolojisi ve metalurjinin alanına giren bu devasa bilgi yığını, sadece basit eskime belirtilerini kapsamakla kalmıyor, onların yanı sıra metal parçaların dış yüzeylerinde ve içlerindeki son derece karmaşık değişimleri de kapsıyor. Nükleer yapıların mikro ortamında meydana gelen bu tür süreçlerin ve bunların önceden tahmin edilmesi, sonuçlarının izleme sistemleri aracılığıyla yeterli bir zaman öncesinde tespit edilmesi zor. Özellikle yüksek sıcaklık, korkunç mekanik gerilimler, saldırgan bir kimyasal ortam ve nükleer fisyon kaynaklı nötronların sürekli bombardımanı, reaktörlerin ulaşılması güç yerlerindeki güvenlikle ilgili yapı elemanlarını aynı anda etkilediğinde, bu zorluk daha da artıyor. Son yıllarda, önemli yapı bileşenlerinin dış yüzeylerinde ve kaynaklı birleşme noktalarında, hattâ içlerinde korozyon, radyasyon hasarı ve çatlak oluşumuna defalarca rastlandı. Zayıf noktaların kâh izleme sistemleriyle kâh santralın kapalı olduğu ya da muayeneden geçtiği dönemlerde yapılan olağan kontrollerle son anda tespit edilmesi sayesinde ciddi kazalar birçok kez önlenildi ama yine birçok olayda bu ciddi hasarların zamanında tespit edilmesi tamamen şans eseri idi.

Bu durum, birçok ülkede enerji piyasalarının serbestleşmesinin bir yan etkisi olarak daha da kötüleşmiştir. Serbestleşme her enerji santralında işletmecilerin “maliyetler konusunda daha hassas” olmasını gerektirir. Bu hassasiyet ise doğrudan birtakım sonuçlar yaratır; çalışan sayısının azaltılması, dönemsel güvenlik kontrollerinin seyrekleştirilmesi, işlerin daha kısa sürede bitirilmesinin istenmesi nedeniyle denetim ve yakıt değişimi söz konusu olduğunda daha fazla zaman baskısı, gibi... Bunlardan hiçbirinin güvenliği arttırmayacağı gayet açıktır.

Ön sonuç: Reaktör işletmecileri nükleer santralların çalışma sürelerini 40, 60 ve hattâ 80 yıla çıkarmayı başarırrsa, 2007'de 24 yıl olan dünyadaki nükleer tesislerin ortalama ömrü, gelecekte büyük oranda artacaktır. Bu durumda ciddi bir

kaza olasılığı da büyük oranda artacaktır. “III. kuşak” olarak adlandırılan yeni nükleer reaktörlerin yapımı bile bu olasılık artışını pek etkilemeyecek zira bunlar yıllar boyunca dünya genelindeki reaktör mevcudunun ancak ufak bir bölümünü oluşturacak. Üstelik bu tip nükleer reaktörlerde de ciddi bir kaza ihtimali göz ardı edilemez. Örneğin, tasarımı 1980’lerin sonlarından beri bitirilemeyen ve bir prototipi 2005’ten bu yana Finlandiya’da inşa edilmekte olan Avrupa Basınçlı Su Reaktörü (European Pressurized Reactor - EPR), onu eleştirenlere göre halen Fransa ve Almanya’da çalışan basınçlı su reaktörlerinin “iş olsun diye” birazcık daha geliştirilmiş bir versiyonundan başka bir şey değildir. Bu reaktörlerdeki fikir, çekirdek erimesi durumunda, erimiş çekirdeği tutacak karmaşık bir sistem sayesinde erimenin çevreye zarar vermesinin önlenmesidir. Tüm tesisin maliyetini büyük ölçüde yükselten bu kavramın sonuçlarından biri de, reaktörlerin hem nükleer teknoloji alanında hem de bu alanın dışında ekonomik açıdan rekabet edebilmesi için geliştirme aşamasında daha verimli olacak şekilde tasarlanmasının gerekmesidir.

Santral işletiminde edinilen tecrübeler ve bazı reaktörlerin ömürlerinin uzatılmış olması sayesinde ciddi bir kaza ihtimalinin gerçek anlamda azalıp azalmadığı konusunda santral işletmecileri arasında bile bir fikir birliği yoktur. Zaten dünyanın dört bir yanında insanları hop oturtup hop kaldıran ciddi nükleer reaktör arızalarının sayısının ne kadar çok olduğu düşünüldüğünde, bu konuda fikir birliğinin olması gerçeğin inkâr anlamına gelir.

Yakın geçmişte meydana gelen ve felâkete dönüşme potansiyeli taşıyan olayların listesinde (ki bu liste doğal olarak eksiktir) şunlar yer alıyor:

- Fransız basınçlı reaktörü Civeaux 1’in fazla sıcak suyu dışarı atan sisteminde bir boru patladı. Sızıntının yeri tespit edilip durum kontrol altına alınmaya kadar saatte 30 metreküp su ana soğutma devresinden dışarı aktı (1998).
- İngiltere’deki Sellafield Yeniden İşleme Tesisi’nde ve Japon nükleer santral Tepco’da güvenlikle ilgili bilgilerinin çalışanlar tarafından değiştirildiği ortaya çıktı (1999/2002).
- Fransa’daki Cattenom Nükleer Santralının 3. ünitesindeki nükleer yakıt elemanlarında daha önce hiç görülmemiş nitelikte hasar meydana geldi (2001).
- Almanya’da, Brunsbüttel Nükleer Santralının kaynar su reaktöründe, reaktörün basınç tankının hemen yakınından geçen bir boruda büyük bir hidrojen gazı patlaması oldu.
- ABD’deki Davis-Besse Nükleer Santralının reaktörünün haznesinde yıllarca farkedilmeyen dev bir korozyona rastlandı. Reaktörün tam kapasite çalıştığı zamanlarda felâket yaratabilecek bir sızıntıyı sadece reaktör kazanının ince çelik cidarının önlediği görüldü (2002).
- Macar nükleer santral Paks’ın nötralizasyon havuzunda yüksek derecede radyoaktif 30 adet nükleer yakıt elemanında aşırı ısınma meydana geldi. Reaktör tesisinin korumasız bölümünde olası bir nükleer patlamayı önlemek için sıcaklığı 1200° santigrata ulaşan bu elementlerin suyla soğutulmasına

karar verildi. Elementler suyla temas edince porselen gibi darmadağın oldu. (2003) (Heinrich-Böll-Stiftung 2006).

- Japon nükleer santralı Kashiwazaki'de deprem sonucunda ağır hasar meydana geldi. Transformatörlerde yangın çıktı. Radyoaktif sıvılar dışarı sızdı. Tesis yıllarca devre dışı kaldı (2007).
- Alman nükleer santralı Krümmel'de transformatörde çıkan yangın önce şalt odasının dumanla dolmasına sonra da acil durdurma sisteminde ciddi arızaların oluşmasına neden oldu. Olaydan hemen hemen iki yıl sonra, tesisin yeniden faaliyete girmesinin üzerinden sadece birkaç gün geçmişken, transformatörlerden birinde yine bir kısa devre oluştu, yağ sızıntısı meydana geldi ve reaktörün çalışması hemen durduruldu. Ancak, bu defa transformatörde yangın çıkmadı (2007-2009).

Bu arada, önlenmesinin olanaksızlığı aşikâr olan bu olaylar, “Nükleer Rönesans”ın destekçilerinden çok santral işletmecilerinde endişe yarattı ve sorunların farkına varmasını sağladı. Üstelik bunun sebebi, arızaların, kazaların yol açtığı hasar ve kayıpların santral işletmecileri için milyarlarla ifade edilecek zararlar doğurmasından ibaret değildi.

Nükleer santrallarda sorumluluk sahibi mevkilerde olanlar, insanoğlunun doğasında derinlere kök salmış bir olgudan giderek daha fazla endişe duyuyor; tekdüzeliğin sinsi zehiri. Bu zehir yıllarca hep aynı biçimde tekrarlanan monoton işlerin en yüksek derecede dikkatle yapılmasını neredeyse imkânsız kılıyor. Berlin'de 2003 yılında yapılan bir WANO toplantısında konuşmacılar, nükleer reaktör işletmecilerinin korkunç derecede ihmalkâr davrandığı ve “benim reaktörüm iyidir” anlayışı ile hareket ettiği yönündeki düşüncelerini sakınmadan dile getirdi. Bu tutumların ikisinin de “sektörümüzün ayakta kalmasına karşı bir tehlike” olduğuna dair bir uyarının toplantıya katılan onca uzman arasından bir İsveçliden gelmesi de ilginçti (Nucleonics Week dergisi, 6 Ağustos 2003). WANO'nun eski yönetim kurulu başkanı Japon Hajimu Maeda, sektörünü tehdit eden “korkunç bir hastalık” teşhis etti. Motivasyon kaybı, yaptığı işi yeterli bulma ve “enerji piyasalarından düzenlemelerin kaldırılmasının getirdiği maliyet baskısında kaynaklanan, emniyet standartlarını idame ettirmeyi ihmal eden yaklaşım” ile başlayan bu hastalığın varlığı kabul edilmeli ve ona karşı çıkılmalıydı. Aksi takdirde “ciddi bir kaza [...] tüm sektörü yok eder”di (Nucleonics Week dergisi, 6 Ağustos 2003). Üç yıl sonraki Forsmark felâketinde, İsveç'in kamulaştırılmış şirketi Vattenfall'ın işlettiği nükleer reaktörlerde yeni ihmal vakaları gün ışığına çıktıkça bu endişenin ne kadar yerinde olduğu anlaşıldı.

Efsanelerin İkincisi: Kötüye Kullanım ve Terör Tehlikesi Kontrol Altına Alınabilir

New York ve Washington D.C.'de 11 Eylül 2001'de meydana gelen terör saldırılarının doğrudan sonucu olarak yeni bir tehdit boyutu ortaya çıkmış bulunuyor. Saldırıları planlayanların gözetimindeki sorgulanmaları sırasında verdikleri

ifadeler, bu boyutun ciddiyetini daha da arttırdı. Önde gelen Batılı güçlerin, ABD'ye karşı gerçekleştirilen saldırılarda şahit olduğu bu yeni terör boyutu güvenlik meseleleri bağlamında daha önce hiç düşünülmemişti. Ancak, nükleer enerji kullanımının ve bunun getireceği devasa risklerin yeni baştan etraflıca düşünülmesini gerektiren de tam olarak buydu.

Hapisteki iki El Kaide liderinin itiraflarından yola çıkılacak olursa, nükleer santrallarının hedef alınmasının Müslüman teröristlerin planlarında var olduğu yadsınamayacak bir gerçektir. ABD Senatosu'nun saldırılar hakkındaki resmi raporunda da (Amerika Birleşik Devletleri'ne Yapılan Saldırıları Araştıran Ulusal Komisyon 2004) yer alan bu ifadelerle göre Dünya Ticaret Merkezi'nin kuzey kulesine çarpan Boeing 767'yi kullanan Muhammed Atta, Hudson Nehri yakınlarındaki Indian Point Santralı'nın iki reaktörünü olası bir hedef olarak önceden seçmişti. Manhattan'dan sadece 40 mil uzaklıktaki bu nükleer santrala düşünülen saldırının kod adı bile vardı: "Elektrik mühendisliği." Ne var ki uçakları kullanan teröristler, enerji santralına yaklaşırken uçakların yolunun savunma roketleri veya askeri jetler tarafından kesilebileceğini düşündüğünden, bu plandan vazgeçilmişti. Aslında böyle askeri önlemler yoktu. Teröristlerin plandan vazgeçmesinin nedeni, şartları yanlış değerlendirmesiydi. El Kaide liderlerinden Halid Şeyh Muhammed, daha da caniyane olan ilk planında, toplam on adet uçağı kaçırıp birkaç nükleer santrala aynı anda saldırmayı tasarladığını ifadesinde belirtmişti. Nükleer santralların risk değerlendirmelerinde terörist saldırılara eskiden olduğundan çok daha fazla yer verilmesi şarttır. Bu tür saldırıların gerçekleşme olasılığı 11 Eylül 2001 öncesine kıyasla dramatik ölçüde artmıştır.

Dünyada çalışan 436 reaktörden hiçbirinin, 2010 yılı başlarında yakıt depoları tamamen dolu, büyük bir uçakla kasten yapılacak bir saldırıya dayanamayacağı gerçeğini de kimse inkâr etmiyor. New York ve Washington'daki saldırıların yarattığı korku henüz devam ederken, Alman reaktör işletmecileri bile bu gerçeği ağız birliğiyle kabul etti. Batı'nın sanayileşmiş ülkelerindeki nükleer santralların birçoğunun inşasında, ufak veya askeri uçakların kazara santrala çarpma olasılığının dikkate alındığı biliniyor. Ancak, yakıt depoları tamamen dolu, büyük bir uçağın kazara bir nükleer santralın üzerine düşmesi olasılığı o kadar zayıf olarak değerlendirilmekteydi ki; bu tür bir senaryoya karşı hiçbir ülkede tek bir önlem bile alınmamıştı. Bir yolcu uçağının bir füzeye dönüştürülerek kastî bir saldırının gerçekleştirilmesi fikri ise nükleer reaktör yapımcılarının aklının ucundan bile geçmemişti.

ABD'deki saldırıların hemen ardından merkezi Almanya'nın Köln kentinde bulunan Tesis ve Reaktör Güvenliği Şirketi (GRS), Alman nükleer santrallarının hava saldırılarına karşı hassasiyetini ölçmek için kapsamlı bir araştırma başlattı. Alman hükümetinin yaptırdığı araştırmada tipik nükleer santralların dayanıklılığının değerlendirilmesinin yanı sıra Berlin Teknik Üniversitesi'nde uçuş simülasyonu kullanan yarım düzine pilot, Almanya'da faaliyet gösteren nükleer santralların simülatör kokpitine verilen gerçeğe uygun video animasyon görüntülerine çeşitli hızlarda, vuruş noktaları ve yaklaşım açıları ile binlerce saldırı gerçekleş-

tirdi. Teste katılan pilotlardan bazıları, aynen New York ve Washington'a saldıran terörist pilotlar gibi, daha önce yalnızca küçük, pervaneli uçaklar kullanmıştı. Buna rağmen, simülasyonu yapılan her iki kamikaze saldırısından birinin hedefe isabet kaydettiği belirtildi.

Araştırmanın sonuçları o kadar endişe verici çıktı ki, kamuoyuna açıklanmasından vazgeçildi. "Yüksek derecede gizli" olarak sınıflandırılan sadece bir adet özet kamuoyuna ulaşabildi (Tesis ve Reaktör Güvenliği Derneği 2002). Buna göre, özellikle eski santrallarda yolcu uçağının tipi, büyüklüğü ve çarpma hızı ne olursa olsun her darbe bir nükleer cehennem tehdidi içermekteydi. Ya reaktörün kabuğu doğrudan delinecek ya da boru tesisatı darbenin yarattığı müthiş titreşimlerden tahrip olacak ve hemen sonrasında uçağın yakıtı alev alacaktı.

Her durumda, çekirdek erimesi ve radyoaktivitenin geniş bir alana yayılması başarılı bir darbenin olası sonuçlarını oluşturacaktı. Kullanılmış yakıt elemanlarının su havuzlarında soğutulmaya bırakıldığı, elektrik santralının içindeki geçici depolama tesisleri bile en yüksek derecede riske maruz kalıyor. ABD'deki korkunç saldırılardan on yıl sonra bile, Almanya'da nükleer santrallerin bu tür saldırılara karşı nasıl korunacağına dair herhangi bir kavram mevcut değil. Eski Sosyal Demokratlar – Birlik 90 / Yeşiller koalisyonunun bir hava saldırısında santralleri kısa bir süre için dumanla gizleme planından da herhangi bir sonuç çıkmadı. Alman Federal Anayasa Mahkemesi içinde masum insanların bulunduğu sivil uçakların düşürülmesini Şubat 2006'da kesin bir biçimde reddedince bu fikirden vazgeçildi. Nükleer santralleri yapay dumanla gizlemenin amacı, hava kuvvetlerinin avcı uçaklarının üslerinden havalanıp kaçırılmış uçağı uzaklaştırmaya veya gerekirse düşürmeye gelinceye kadar zaman kazanmaktır.

11 Eylül'ü gölgede bırakacak intihar saldırıları

"Hedef gözeten hava saldırıları" senaryosunun 11 Eylül 2001'den önce de uluslararası gündemde olan başka korkuları ortadan kaldırmaya hiçbir faydası olmadı. Olan sadece bu korkuların somut ve daha gerçekçi bir dayanak kazanması oldu. Nükleer tesislerin modern tanklarla ve betonu delen mermilerle yahut patlayıcılarla karadan hedef alındığı ya da saldırganların güvenli alanlara güç kullanarak veya gizlice girmeyi amaçladıkları terörist saldırıları, uzun zamandan beri yoğun araştırmalara konu olsaydı da ölmeye hazır saldırganları içeren bir senaryo hiç düşünülmemişti. Bazı insanların ilk kurbanların kendileri olacağını bile bile bir nükleer santrale intihar saldırısı düzenleme olasılığı, daha önce hiç akla gelmeyen senaryoları tüm şoke ediciliğiyle gündeme taşıdı.

Aşırı uçtaki intihar bombacıları açısından bir nükleer santrale saldırmak hiç de rasyonellikten uzak değildir. Aksine, aşırı uçtakiler "başarılı" bir saldırının ortalığı anında cehenneme çevirip milyonlarca insana acılar yaşatmakla kalmayıp, büyük bir olasılıkla birçok başka santralin de önleyici bir tedbir olarak kapatılmasına yol açacağını ve dolayısıyla 11 Eylül 2001 sonrasında yaşanan şok dalgalarını kat kat gölgede bırakacak boyutlarda bir ekonomik deprem yaratacağını bilir. Dünya Ticaret Merkezi ve Pentagon'a yönelik saldırılar ne kadar

canavarca olsa da bunlar sonuçta sembolik, protestocu bir amaca hizmet etmekteydi; yani, süper güç ABD'yi ekonomik, siyasi, ve askeri kalbinden vurarak onu küçük düşürmek. Nükleer santrale yapılacak bir saldırı aynı sembolizmi içermez. Elektrik arzını, yani sanayileşmiş bir ülkenin sinir merkezini, kısaca tüm altyapısını etkiler. Koca bir bölgenin baştan başa radyoaktiviteyle kirlenmesi ve belki yüzbinlerce belki de milyonlarca kişinin yaşadığı yerlerden geri dönmemesine tahliye edilmesi, savaş ile terörizmi birbirinden ayıran çizgiyi temelli ortadan kaldırır. Sanayi altyapısına yapılacak başka hiçbir saldırı Batılı sanayileşmiş ülkeler üzerinde bu tür bir psikolojik etki yaratamaz; Rotterdam'daki petrol depolarının hedef alınması bile. Böyle bir saldırı, bir süper felâkete yol açmayı başaramasa bile yaratacağı sonuçlar yine de çok yıkıcı olur. Bu tür bir saldırı sonrasında nükleer enerjinin taşıdığı felâket riskleri ile ilgili görüş ayrılıkları daha yoğun biçimde tartışılır hale gelecek ve muhtemelen bazı sanayileşmiş ülkelerin nükleer santrallarının birçoğunu, hattâ tümünü kapatmasına yol açacaktır.

Terörizmin bu yeni biçiminin ışığında “nükleer enerjinin barışçıl kullanımı” ve savaşa yol açabilecek çatışmaların doğurduğu tehdit ile ilgili tartışmalar önem kazanıyor. Şimdiye kadar nükleer camiada bu konunun tartışılmasından kaçınıldı ve hâlâ kaçınılıyor. Kore Yarımadası, Tayvan, İran, Hindistan veya Pakistan gibi potansiyel çatışma bölgelerindeki nükleer reaktörlerin kastedilmeyen ama öldürücü bir yan etkisi var. Şöyle ki; bu nükleer reaktörler faaliyete girdiğinde, potansiyel bir saldırgan ülkenin reaktörlerin sahibi ülkeyi yerle bir etmek için artık nükleer silaha ihtiyacı kalmaz, hava kuvvetleri veya toplar bunun için yeter. Bu olasılık dikkate alındığında nükleer enerji konusunda kim “arz güvencesi”nden söz ediyorsa, yeterince ileriye düşünmüyor demektir. Bir tek olayın enerji arzının bütün ayaklarını tümüyle çökertebileceği başka bir teknoloji daha yoktur. Böyle bir teknolojiye bel bağlayan bir ülke ekonomisinin enerji arzı, her şey olabilir ama güvencede olamaz. Savaş çıktığı takdirde, bu teknolojiye sahip bir ülkenin ekonomisinin konvansiyonel silah saldırılarına maruz kalma ihtimali ona sahip olmayana göre daha fazladır.

Alman fizikçi ve filozof Carl Friedrich von Weizsäcker, 1985 yılında nükleer enerji destekçiliğinden nükleer enerji karşıtlığına geçişinin gerekçesini şöyle izah etmişti: “Nükleer enerjinin dünyanın her yerinde uygulanması, günümüzdeki bütün kültürlerin siyasi yapılarında köklü bir değişikliği gerektiriyor. En azından uygar dünyanın kuruluşundan beri varlığını sürdüren savaşın siyasi kurumlarının ortadan kaldırılmasını gerektiriyor (Meyer-Abich/Schefold, 1986 ile karşılaştırınız).” Weizsäcker düşüncelerini özetlerken siyasi ve kültürel yönden güvenceye alınmış bir dünya barışının ufukta görünmediğine de işaret etmişti. Yoğun ideolojik güdülerle hareket eden aşırıların kendilerini güçlü sanayileşmiş ülkelerle savaşa hazırladığı “asimetrik şiddet” dönemlerinde veya hattâ her şeyi kapsayan “medeniyetler savaşı”nda kalıcı bir barış olasılığı, Weizsäcker'in görüşlerini açıkladığı, Doğu ve Batı blokları arasındaki gerginliğin hâlâ hüküm sürdüğü 1985 yılına göre çok daha uzaktır.

Aslında enerji santrallarının savaşa yol açabilecek çatışmalar bağlamında doğurduğu tehdit, teorik bir değerlendirmeden ibaret değil. Balkanlar'da

1990'ların başlarındaki çatışmalarda Slovenya'nın Krško Nükleer Santrali sık sık hava saldırıları tehdidine maruz kalmıştı. Yugoslav avcı uçakları çatışmayı böyle bir tırmanmaya götürebileceğini göstermek için tesisin üzerinden uçuyordu. "İrak'ın 40 megavattlık kurulu gücündeki araştırma reaktörü 'Tammuz 1' (Osirak) 1981'de çalışıyor olsaydı, İsrail jetleri onu bombalamadan bırakırlarmıydı" sorusu bir spekülasyon konusu olmaya devam ediyor. Saldırı, Saddam Hüseyin'in ilk İslam bombasını yaptıran kişi olma girişimine karşı bir önleyici darbe olarak görülmekteydi. Amerikan bombardıman uçakları, 1991 Körfez Savaşı'nda reaktörün bulunduğu yere yeniden saldırdı. Saddam Hüseyin buna misilleme olarak Scud füzelerini İsrail'in Dimona Nükleer Tesisi'ne gönderdi. Son bir örnek; Tahran'daki mollaların yönetimi ile arası iyi olmayan İsrail'in İran'daki sözde gizli nükleer tesislere hava saldırısı planladığına dair giderek daha fazla haber ortalıkta dolaşiyor.

Ölümcül Siyam İkizleri: Atom enerjisinin sivil ve askeri kullanımı

Atom enerjisinin kontrollü bir şekilde enerji üretimi için kullanılması fikri ortaya çıktığından beri askeri kullanımı da gündemden düşmedi. Bu kimse için şaşırtıcı değil. ABD'nin 1945 yılının Ağustos ayında Hiroşima ve Nagasaki'yi bombalaması, nükleer enerjinin cehennemî potansiyelini tüm dünyaya zaten göstermişti. ABD Başkanı Dwight D. Eisenhower'ın 1953'te ilân ettiği "Barış İçin Atom" (Peace for Atom) programı "nükleer enerjinin barışçıl kullanımı" için bir başlama işareti gibi düşünülmüştü. Bu yaklaşım birtakım ihtiyaç ile endişelerden kaynaklanmıştı; zira ABD o dönemde atomun parçalanması konusunda kendinden başka neredeyse hiçbir ülkede bulunmayan ve gizli tuttuğu bilgileri cömertçe açıklamakla kendi atom silahı programlarını başlatacak ülkelerin sayısının katlanarak artmasını dizginlemek istiyordu. Atom bombası sayesinde dünyadaki tek süper güç statüsüne kesin biçimde yükselmiş olan ABD'nin başkanının dünyaya teklif ettiği düzenleme gayet basitti. İsteyen her ülke kendi nükleer silahlarını imal etme emellerinden vazgeçmesi şartıyla nükleer enerjinin barışçıl kullanımından yararlanabilecekti. ABD Başkanı bu hamlesiyle, İkinci Dünya Savaşı'ndan sadece birkaç yıl sonra ABD'nin yanı sıra Sovyetler Birliği, İngiltere, Fransa ve Çin'in de nükleer silah sahibi ülkeler haline gelmesi ile sonuçlanan gelişmeleri durdurmayı ümit ediyordu. Aralarında İsveç ve İsviçre gibi mutlak barışsever olarak bilinen ülkelerin de bulunduğu başka ülkeler de, az veya çok iddialı bir şekilde ama büyük bir gizlilik içinde, silahların bu en güçlüsünü geliştirmeye çalışıyordu. İkinci Dünya Savaşı'nın sonundan 1955'e kadar kendi egemenlik haklarına sahip olmayan Federal Almanya Cumhuriyeti bile dönemin "Nükleerci Bakanı" Franz Josef Strauss'un döneminde benzer emeller sergilemişti.

1970'te yürürlüğe giren Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması da (Nuclear Non- Proliferation Treaty-NPT), Viyana'daki BM Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı gibi Eisenhower'ın söz konusu girişiminin bir sonucuydu. 1957'de kurulan Viyana merkezli UAEA'nın görevi, bir taraftan nükleer enerjinin üretimini teşvik etmek ve dünya çapında desteklemek, diğer taraftan giderek artan

sayıda ülkenin nüklere silah geliştirmesine engel olmuştur. Kuruluşundan bu yana yarım yüzyıldan fazla zaman geçmesine rağmen UAEA'nın yapabildikleri ilk baştaki amacı kadar birbirine zıttır. UAEA, sivil nükleer santrallerini ve bunların kullandığı bölünebilir malzemeleri izleyerek nüklere silah yayılmasının hızını kesmiştir. Bunun için Viyana'daki ajansa, geçen dönem başkanı Muhammed el-Baradei ile birlikte 2005 Nobel Barış Ödülü verilmiştir. Ne var ki ajans, nükleer silahların yayılmasını kesinlikle önleyememiştir. "Resmen" nükleer silah sahibi olan beş ülkeye soğuk savaşın sonunda üç ülke daha, İsrail, Hindistan ve Güney Afrika katılmıştır. Güney Afrika, 1990'ların başında ırkçı rejimini terk ettiğinde nükleer silahlarını da imha etmiştir. UAEA'nın titiz kontrollerine rağmen, 1991 Körfez Savaşı'ndan sonra denetçiler Saddam Hüseyin'in Irak'ında hayli ileri düzeye ulaşmış gizli bir nükleer silah programını ortaya çıkarmıştır. İsrail gibi antlaşmayı imzalamaya yanaşmayan Hindistan ve Pakistan'ın 1998'deki nükleer silah denemeleri dünyayı şoka sokmuştur. Beş yıl sonra ise Kuzey Kore NPT'den çıkmış ve nükleer silah sahibi olduğunu ilân etmiştir.

Bütün bu tehdit içeren gelişmelerin kökü, nükleer enerjinin temel bir sorununa uzanmaktadır: en iyi niyetlerle hareket edilse, en modern kontrol teknolojisi kullanılsa bile nükleer enerjinin sivil ve askeri kullanımı arasında ince bir ayırım yapılamaz. Özellikle nükleer yakıt ve bölünebilir malzeme çevrimlerinde, maksat ister sivil ister askeri olsun süreç hemen hemen aynıdır. Teknoloji ve teknik bilginin çoğu kez çifte kullanıma, yani hem sivil hem de askeri kullanıma açık olması, ölümcül bir sonuç doğurmaktadır. UAEA veya Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu (Euratom) tarafından desteklenen sivil nükleer teknolojiyi tam anlamıyla değerlendirebilen her ülke eninde sonunda nüklere silah yapabilir. Nükleer çağın başından beri, ilkesiz ve hırslı bazı güçler bir yandan sivil nükleer program yürütürken bir yandan da kendi emelleri doğrultusunda işin askeri tarafına yönelmekten geri kalmamıştır. İran'ın bugün ve yıllardır bunu yaptığından şüphe edilmektedir. Nükleer yakıt çevriminin sivil bileşenlerinin askeriye dönüştürülmesi söz konusu ülkelerin hükümetlerince desteklenen gizli paralel programlarla gerçekleştirilebilmektedir ya da aynı işlem sivil bölünebilir malzemeleri gizlice başka yerlere kaydırma, böylece ulusal ve uluslararası denetçileri atlatma yöntemi ile de yapılabilir. Bu malzemelerin, askeri amaç taşıyan teknolojinin ve teknik bilginin çalınması da korkulacak diğer bir husustur.

Yakındoğu ve Ortadoğu'da İran, Türkiye, Mısır, Suudi Arabistan, Ürdün, Libya, Cezayir, Tunus, Fas ve Birleşik Arap Emirlikleri'nde 2010 yılının başında 15 yeni nükleer santral kurulması planlanmış bulunuyor. Bu projelerden hepsinin birden gerçekleşmeyeceğini bilmek için kâhin olmak gerekmiyor ama dünya daha güvenli bir yer olsaydı bunlardan acaba yarısı bile inşa edilir miydi? Şurası tartışılmaz ki, nükleer teknoloji halen onu ticari maksatlarla kullanmakta olan 30 ülkede daha da yaygınlaştıkça onun askeri alandaki yayılmasını önlemek için daha fazla çaba harcamak gerekecektir. Atomu parçalama teknolojisine sahip 50, 60 veya daha fazla sayıda ülkenin ortaya çıkmasına yol açacak, 1970 yıllardakine benzer bir nükleer enerji furçasının gerçekleşmesi halinde, geçmişte zaten imkânları yetersiz kalan ve her zaman bütçe sıkıntısı çeken UAEA, çözülmesi

olanaksız sorunlarla karşı karşıya kalacaktır. Öte yandan, bir “kirli bomba”yı patlatmaktan bile çekinmeyecek teröristler de yeni tür bir tehlike oluşturuyor. Sivil menşeli radyoaktif malzeme içeren konvansiyonel bir bombanın patlatılması çok sayıda can kaybına yol açmakla, teröristlerin potansiyel hedefi olan ülkelerde korku ve güvensizlik duygusunu dramatik boyutlara çıkarmakla kalmayıp, patlamanın olduğu yeri de yaşanılmaz hale getirir.

Efsanelerin Üçüncüsü: Nükleer Atık mı? Hiç Sorun Değil!

“Nükleer yakıt çevrimi” denilen rahatlatıcı kavram, nükleer enerji sektörünün ortaya attığı ve gerçekler karşısında yanlışlığı tekrar tekrar görülse bile bir türlü yok olup gitmeyen şaşırtıcı uydurma terimlerden biridir. Nükleer çevrim masalı, nükleer teknoloji yanlılarının eski bir hayaliyle başlamıştı. Bu hayale göre, ticari uranyum reaktörleri ile işe başlandıktan sonra yeniden işleme tesisleri bu reaktörlerin çekirdeğinde oluşan bölünebilir plütonyum elementini ayrıştırabilecek ve ardından hızlı üretken reaktörlerde bölünemez uranyumdan (U-238) sürekli plütonyum (Pu-239) üretebileceklerdi. Bu ürün başka hızlı üretken reaktörlerde kullanılacak ve böylece bir tür devirdaim mekanizması oluşturulacaktı. Bu şekilde dünyanın dört bir yanında bin adetten fazla hızlı üretken reaktör ile düzinelerce yeniden işleme tesisinin görev yaptığı, sivil ve endüstriyel ölçekte şimdiye kadar sadece Fransa’da La Hague’da, İngiltere’de Sellafield’de gerçekleştirilebilen tesislerin benzeri dev bir sanayi çevrimi yaratılacaktı. Nükleer strateji belirleyicileri, 1960’lı yılların ortalarında sadece Almanya’da yüzyılın sonuna kadar kurulu güçleri 80 bin megavata ulaşacak sayıda hızlı üretken reaktör kurulacağını hesaplıyordu. Bir karşılaştırma yapmak için bugün Almanya’da faaliyet gösteren konvansiyonel basınçlı ve kaynar sulu reaktörlerin 20 bin megavat kadar kurulu güce sahip olduğu belirtilebilir. Ne var ki, başlangıçta Aşağı Ren havzasındaki Kalkar şehrinde bulunan Alman hızlı üretken reaktör projesinin başında bulunan enerji bilim adamı Klaus Traube tarafından, “1950’lerin kurtuluş ütopyası” (Traube 1984) olarak adlandırılan nükleer teknolojinin plütonyumlu yolu, dünyanın gördüğü belki de en büyük fiyasko olarak ekonomi tarihine geçmiştir. Aşırı derecede pahalı, yanlış tasarlanmış ve güvenlik açısından konvansiyonel nükleer santrallardan bile daha tartışmalı olan hızlı üretken reaktör teknolojisi, dünyanın hiçbir köşesinde kendisine yer bulamamıştır. İlk geliştirme aşamalarından kalma bir hızlı üretken reaktörü hâlâ işleten tek devlet Rusya’dır. Japonya (Monju’daki tanıtım amaçlı reaktör 1995’te çıkan büyük bir sodyum yangınının ardından kapatılmıştı) ve Hindistan ise hâlâ bu yolda gitmeye resmen devam etmektedir.

Hızlı üretken reaktör seçeneği söz konusu olmayınca, plütonyumu sivil kullanım için yeniden işleme tesislerinde ayrıştırmanın esas nedeni de ortadan kalkmış oluyor. Ancak, Fransa ile birlikte İngiltere, Rusya, Japonya ve Hindistan küçük yeniden işleme tesisleri çalıştırmaktadır. Bu ülkeler sonradan yaptığı açıklamalarda, bu tesislerin amacının orada elde edilen plütonyumun, uranyum-plütonyumoksit karışımından yapılmış “MOX” denilen yakıtın konvansiyonel

hafif su reaktörlerinde yeniden kullanılmasını sağlamak olduğunu beyan etmiştir. Yeniden işleme tesisleri teknik arızalar yüzünden devre dışı kalmağı zamanlarda, plütonyum ile uranyumun yanı sıra korkunç maliyet rakamları ve depolanması gereken yüksek derecede radyoaktif atıklar üretir. Yeniden işleme tesislerinin çevresi ise bir hafif su reaktörünün yaydığı on binlerce katı seviyesinde radyasyona maruz kalır. Ayrıca, yeniden işleme faaliyeti yüksek derecede radyoaktif malzemelerin sık sık taşınmasını gerektirir ki, bu güvenlik açısından riskli olduğu kadar, malzemelerin askeri güçler veya teröristler tarafından ele geçirilmesine elverişli koşullar yaratır.

Dünya genelindeki ticari nükleer santrallerin ürettiği yüksek derecedeki radyoaktif malzemelerin ancak nispeten ufak bir bölümü yeniden işlemeye tabi tutulduğundan ve tükenmiş MOX yakıt elemanları geri dönüşüme alınmadığından, nükleer yakıt çevrimi kâğıt üzerinde kalan bir sözden ibarettir. Gerçek hayatta bu çevrimin ucu açıktır. Nükleer santraller elektrikten başka, hayli toksik, yüksek, orta ve düşük seviyede radyoaktif atık üretir. Bu atıkların çok uzun süreler boyunca güvenli ve kesin biçimde doğadan yalıtılması gerekir. Bu sürenin uzunluğu radyonüklidlerin doğal yarılanma ömürlerine göre değişir ki bunlar arasında da çok büyük farklar vardır. Örneğin plütonyum-239 (Pu-239) izotopu radyoaktivitesini 24 bin 110'da kaybederken, bu durum kobalt-60 (Co-60) izotopu için neredeyse 5,3 gündür.

Kalıcı bir son depolama alanı için uygun hiçbir yer yoktur

Nükleer enerji üretiminin başlamasının üzerinden yarım yüzyıldan fazla zamanın geçtiği günümüzde dünyada yüksek derecede radyoaktif atıkların doğadan yalıtılması (izole edilmesi) için onaylanmış ve faal durumda olan tek bir yer bile yoktur. Bu durum nereye ineceğini hiç düşünmeden havalanan nükleer yakıtlı bir uçağı akla getiriyor. Fransa, ABD, Japonya, Güney Afrika gibi bazı ülkelerde, nispeten kısa ömürlü ve orta ya da düşük seviyeli nükleer atıklar özel konteynerler içinde yüzeye yakın derinliklerde saklanmaktadır. Almanya, nükleer tesislerin yanı sıra araştırma reaktörlerinden ve tıbbi amaçlı kullanımdan gelen, ısı üretmeyen atıkların yeraltında depolanması için Aşağı Saksonya'nın Salzgitter kentindeki eski bir demir madeni olan Konrad'ı seçmiştir. Bu eski maden ocağı Almanya'daki ilk ve tek onaylanmış nükleer atık tesisi olup, halen atıkların depolanmasına hazırlanmaktadır. Tesisin 2014 yılında faaliyete geçmesi planlanıyor. Yukarıda da alıntılanan Carl Friedrich von Weizsäcker'in 1969'da söylediği bir söz, nükleer atık sorununa başlangıçta ne kadar lâkayt bir şekilde yaklaşıldığını gözler önüne seriyor. Fizikçi ve filozof Weizsäcker, o tarihte nükleer atıkların doğadan yalıtılması hakkında şunları söylemişti: "Bu hiç sorun değil. Bana söylendiğine göre Almanya'nın 2000 yılındaki nükleer atıklarının tümü bir kenar uzunluğu 20 metre olan kübik bir kutuya sığabilecek. Bu kutuyu iyice sızdırmaz hale getirip sıkıca kilitler ve bir maden ocağı galerisinin içine koyarsanız sorunun çözümlenmiş olacağını ümit edebiliriz." (Fischer ve diğerleri 1989 ile karşılaştırınız)

Ancak yine başlangıçta, kamuoyunda pek sık dile getirilmese de başka fikirler de vardı. Atom Enerji Yasası teklifinin taslak metninin tartışıldığı bir bakanlar toplantısının ardından Bonn'daki bir bakanlık yetkilisi, durumun ciddiyetinin farkında bir ifadeyle şunları söylemişti: “Radyoaktif atıkların zararsız biçimde doğadan yalıtılması, nüfus yoğunluğunun çok olduğu Almanya’da reaktör inşa etmeyi düşünmeden önce halledilmesi gereken bir sorundur.” (Möller 2009 ile karşılaştırınız) Bu sözler, 1955 yılının Şubat ayında söylenmişti. Aradan geçen zamanda Almanya’da 19 adet enerji ve prototip reaktör, “radyoaktif atıkların zararsız biçimde doğadan yalıtılması” konusunun lâfı bile edilmeden kapatılmıştır. Sonuçta, radyoaktif atıkların biyosferi etkilemesinin yüz binlerce hattâ milyonlarca yıl boyunca engellenip engellenemeyeceği oldukça felsefi bir meseledir. İnsanın hayal gücünü aşan bir şey. Mısır’daki piramitlerin çağı bundan 5 bin yıl önceydi. Alman nükleer santrallerinin 2010 yılında ürettiği radyoaktif atıkların ise 10010 hattâ 100010 yılında hâlâ güvenli biçimde saklanıyor olması gerekecek ama başka bir seçenek yok. “Nükleer atık” diye bir şey var ve bu konuda mutlak bir kesinlik söz konusu olamayacağından bugün sahip olduğumuz bilgilere göre en iyi teknik çözümü arayıp bulmak zorundayız.

Nükleer santral sahibi ülkelerin en büyükleri, daimi bir son depolama alanının teknik ya da bilimsel bir meseleden ibaret olmadığını yeni yeni ve istemeye istemeye anlamaya başlıyor. Bir son depolama sahası seçmek için, çoğunlukla 1970’li yıllarda yürütülen ulusal prosedürlerin hiçbiri şimdiye kadar onaylanmış bir son depolama alanının belirlenmesini sağlamadı. Bunun sebebi mevki seçiminde toplumsal direnişin, demokratik katılımın ve şeffaflığın çok uzun süre umursanmaması veya esirgenmesidir. Uygun bir son depolama sahasının seçiminde çoğu kez ilgisiz ve siyasi stratejiyle şekillenen düşünceler belirleyici rol oynadı. Almanya’da bu hatalardan ders alma gayreti ile kamuoyunun sürekli katılımına açık, birkaç aşamadan oluşan bir seçim prosedürü geliştirilip formüle edildi. Yıllarca süren yoğun tartışmaların ardından 2002’de aralarında hem nükleer enerji taraftarlarının hem de karşıtlarının yer aldığı bilim adamları tarafından üzerinde nihayet mutabık kalınan kavramın gerçekten semeresini vermiş olması geçmişte ne kadar ihtimal dışı idiyse, şimdi de o kadar görünüyor. 2009 sonbaharında seçilen Alman Hristiyan Demokrat (CDU/CSU) ve Liberaller (FDP) koalisyon² hükümetinin son depolama sahası arayışlarına tekrar dahil olmaya hiç niyeti yok. Hükümet 1970’lerden beri hazırlanan Salzstock von Gorleben’deki mevkide ısrar ediyor. Oysa bu mevkinin özellikle üstündeki kayaç tabakasının jeolojik uygunluğu konusunda ciddi kuşklar var. Üstelik günümüzdeki tanıklardan ve son yıllarda ortaya çıkan belgelerden edinilen kanıtlar, 1970’lerde bu mevki seçilirken Salzstock’un jeolojik uygunluğuna dair bilimsel bulgulardan ziyade siyasi tartışmaların büyük, hattâ belirleyici bir rol oynadığına dair şüpheleri güçlendiriyor. Radyoaktif atıkların kalıcı olarak doğadan yalıtılması için bugün sahip olduğumuz bilgilere göre en iyi teknik çözümü arayan herkesin, mevcut alternatifleri de değerlendirmesi gerektiği

2 Muhafazakâr CDU ve özel sektör yanlısı FDP koalisyonu

aşikârdır. Ancak, bu hiçbir zaman yapılmadı. Nitekim politikacılar Gorleben’de ısrarlarını sürdürürse, mahkemeler bu tartışmalı mevkinin aleyhinde karar verebilir. O zaman harcanan onlarca yıl boşa gitmiş olur ve yer arama çalışmaları yeniden başlar. Almanya’da CDU/CSU ve FDP koalisyonu tarafından 2009 yılından beri yürütülen “gözlerini kapa ve en iyisi için dua et” stratejisinin bir mevki belirlenmesini sağlayıp sağlamayacağı bu yüzden kuşkuludur. Kuşkulu olmayan şey ise Gorleben’i bir son depolama sahası olarak belirlemenin ve aynı zamanda reaktörlerin ömürlerini uzatmak için gösterilen ısrarlı çabaların etkisidir, yani Almanya’da nükleer enerji konusundaki temel fikir ayrılıklarının yeniden canlanmasıdır.

Alman Çevresel Yardım Derneği’nin 2010 başlarında yayımladığı bir raporda, doğadan yalıtılması sorunu çözümlenmediği için Federal Almanya Cumhuriyeti’nin nükleer santrallerinin ömrünü uzatmaya yönelik planlarının anayasaya aykırı olduğu sonucuna varılmıştı (Ziehm 2010).

Alman devleti ile nükleer enerji sektörünün düşük ve orta dereceli radyoaktif nükleer atıkların Saltzgitter yakınlarında Salzberg Asse 11’deki terk edilmiş bir tuz madenine depolanması için birlikte yürüttüğü girişimin bundan sadece 30 yıl sonra muazzam bir felâketle sonuçlanma tehlikesi, bu olasılığı çok daha güçlü kılıyor. Federal Radyasyondan Korunma Bürosu’nun (BfS) 2010 yılı başlarında yaptığı tahmindeki gibi on yıl veya daha fazla bir süre sonra yaklaşık 126 bin varil radyoaktif atığın su basma tehlikesi altındaki maden ocağından çıkarılıp, tekrar ambalajlanıp, geçici bir süre başka bir yerde muhafaza edilip, nihayet daha uygun bir mevkide yeraltına gömülmesi gerekecekse, bu işlem milyarlarca mal olan bir enerji politikasının iflâsını simgeleyecektir. Muhtemelen dünyada ilk kez bir on yıl boyunca her evin oturma odasına nükleer teknolojinin sonuçlarını, ebeveynler tarafından masum çocuklarına ve torunlarına miras bırakılan külfetleri gösteren televizyon filmleri yayımlanacaktır. 16 Ekim 2009 tarihinde konteynerlerin toprak altından çıkarılması kararının ardından Almanya’nın günlük gazetelerinden Frankfurter Allgemeiner Zeitung şu gözlemi yapmak zorunda kalmıştı: “Böylece Almanya’da nükleer enerjinin tabutuna bir çivi daha çakılmış oldu.” Atom Yasası’nın 9a sayılı fıkrasına göre nükleer santrallerin işletmecileri “ortaya çıkan radyoaktif atıkları düzenli bir şekilde doğadan yalıtımla sorumludur.” Bu konuda yasa, yarım yüzyıldan fazla bir süredir gayet açıktır. Ancak, yasanın gereklerinin nasıl, nerede ve en önemlisi ne zaman yerine getirileceği hususu 1960’ta ne kadar belirsizse, 2010’da da o kadardır. Yine de Almanya bu konuda can sıkıcı bir istisna olarak görülemez. Durum bunun tam aksidir. Çünkü nükleer enerjinin ticari maksatlarla kullanıldığı ülkelerin neredeyse tümünde durum aynıdır. Şu anda kalıcı bir son depolama sahasına ilişkin planların ileri bir aşamaya ulaşmış olduğu tek ülke, dünyadaki 436 adet nükleer reaktörden sadece dördüne ev sahipliği yapan Finlandiya’dır. Finlandiya’nın batı kıyısında Olkiluoto yakınlarında granit kaya kütesine oyulmuş, inşaatı yakında tamamlanacak olan son depolama sahası yerel ve bölgesel halk tarafından büyük oranda kabul görmesi bakımından şanslı bir tesistir. Aynı yerde bir nükleer santralın yıllardır büyük bir vukuat yaratmadan işlemekte olması, düşük ve orta derecede

radyoaktif atıklar için bir son depolama alanının bulunması, bölge sakinlerinin çoğunluğunun endişelerinin giderilmesini sağlamıştır. Yüksek düzeyde radyoaktif atıklara mahsus bir son depolama alanı ise 2020 yılında faaliyete geçecektir.

Ancak, dünyada çalışır durumdaki nükleer santrallerin Finlandiya'ya kıyasla çok daha fazlasını topraklarında barındıran ülkelerin hiçbirinde kalıcı bir depolama sahası ufukta görünmektedir. Bu ülkelere, 104 adet reaktörün elektrik talebinin yüzde 19'unu karşıladığı ABD de dahildir. Yıllarca süren sert tartışmaların ardından, ABD'nin Nevada eyaletindeki Yucca Dağları'nda kalıcı bir son depolama sahası oluşturulmasına ilişkin planlar 2009 başlarında Obama yönetimi tarafından askıya alınmıştır. Bunun gerekçesi, sahanın güvenliğinin uzun vadede nasıl sağlanacağına dair kuşkuvarın süregelmesi, depolama sahasının boyutlarının yarım asırdır ABD'de biriken ve öngörülebilir gelecekte de birikmeye devam edecek olan yüksek seviyedeki radyoaktif atıkları almaya muhtemelen yetmeyecek olmasıdır.

Efsanelerin Dördüncüsü: Yeterli Miktarda Uranyum Vardır.

Nükleer yakıt çevriminin halkaları sadece bir tek noktada kopmamıştır. Daha ilk başladığından beri hattâ başlangıç noktasında bile sorun vardır. Hem nükleer silah hem de nükleer santrallarda kullanılan bölünebilir malzemeyi sağlayan uranyumun çıkarıldığı maden ocaklarında, özellikle atom çağının ilk yıllarında muazzam sayıda can kaybı meydana gelmiştir. Önceleri yer kabuğunun içinde emniyetli bir şekilde muhafaza edilen, haliyle radyoaktif, büyük miktarda nüklid biyosfere karışmıştır. Nükleer enerji kullanımı devam ettikçe, hattâ arttıkça, uranyum madenlerinin sağlık ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri de büyük ölçüde artacaktır.

Doğada çok nadir bulunmamasına rağmen, maden işletmeciliğine elverişli yoğunluklarda pek az yerde bulunan ve bir ağır metal olan uranyuma hücum, İkinci Dünya Savaşı'ndan kısa bir süre sonra başladı. ABD'nin Japonya'yı bombalamasının dehşet verici etkisi müttefiklerin bu stratejik kaynağa erişimi güvenceye alma çabalarını dizginlememiş, aksine daha da körüklemişti. Müttefikler, uranyum kaynaklarına erişebilmek ve bu kaynakları güvenceye almak için muazzam bir çaba harcadı. İşçilerin sağlığı üzerindeki etkileri, ikinci plana itildi. ABD kendi topraklarındaki ve komşusu Kanada'daki madenleri işletti. Sovyetler Birliği, Doğu Almanya, Çekoslovakya, Macaristan ve Bulgaristan'da uranyum madenciliğine hız verdi. Tozla ve radyoaktif radon gazıyla kirlenmiş, iyi havalandırılmayan tünellerde yıllarca ağır şartlarda çalışan binlerce maden işçisi, akciğer kanserinin pençesinde acı çekerek öldü. İşçi sayısının zaman zaman 100 bini aşığı Doğu Almanya'daki "Wismut" ocağında çalışan işçiler, bu koşullardan en çok etkilenenler oldu. Maden ocaklarındaki uranyumun yoğunluğu genellikle yüzde 10 gibi düşük oranlarda olduğundan, çalışmalar sonucunda radyoaktif kirlenmeye maruz kalmış büyük miktarlarda moloz ortaya çıkıyordu. Bu ise sadece madencilere değil ocağın çevresine ve orada yaşayan insanlara da ciddi boyutlarda kalıcı radyolojik zarar veriyordu.

Nükleer enerji üretiminin başlamasıyla birlikte 1970'lerde durum bir süre için düzeldi. Artık bölünebilir malzemenin tek alıcısı devletler değildi. Uranyumda bir özel sektör piyasası oluşunca, madenlerdeki son derece olumsuz çalışma koşulları bu ağır metalin olağanüstü askeri stratejik niteliği öne sürülerek mazur gösterilemez oldu. Soğuk Savaş'ın sonunda durum tekrar kökten bir değişikliğe uğradı. Askeri uranyum talebi büyük ölçüde azaldı. ABD ve eski Sovyetler Birliği'ndeki ihtiyaç fazlası uranyum stokları sivil bölünebilir malzeme pazarına yönlendirildi. Ayrıca, nükleer silahsızlanmada kaydedilen ilerlemenin sonucu olarak envanter dışı bırakılan Amerikan ve Sovyet nükleer silahlarından da kısa sürede yüksek oranda bölünebilir malzeme içeren büyük miktarlarda silah yapımına uygun kalitede uranyum çıktı. Bunun sonucunda, savaş silahlarının sivil ekonomik çevrimde kullanılmasını sağlayan, gelmiş geçmiş en kapsamlı program yürütüldü. Bomba yapımında kullanılan patlayıcı malzeme, doğal veya kullanılmış uranyumla (içinden bölünebilir izotop Uranyum 235'in çıkarılmış olduğu Uranyum-238) çok büyük ölçekte "seyreltilip" konvansiyonel nükleer santrallarda yakıt olarak kullanılır. Uranyum piyasasındaki bu olağan dışı durum reaktörlük uranyumun dünya piyasasındaki fiyatında büyük bir düşüşe yol açtı. Ayakta kalabilen yegâne madenler nispeten yüksek yoğunluklu uranyuma sahip olanlardı. 2010'a gelindiğinde dünya genelinde nükleer santrallarda kullanılmakta olan uranyumun yarısına yakını artık zenginleştirilmiş "taze" uranyumdan değil, düşman süper güçlerin askeri mirasından elde edilmekteydi.

Soğuk Savaş döneminden kalma uranyum stokları yavaş yavaş tükeniyor. Bunun sonucunda uranyumun fiyatı şimdiden önemli oranda artmış bulunuyor ve bu eğilimin devam etmesi muhtemel görünüyor. Mevcut santralların faaliyetlerini sürdürmesi veya küresel nükleer filonun çoğalması halinde geçici olarak kapatılmış maden ocaklarının yeniden açılması ve üretimi daha da düşük yeni ocakların geliştirilmesi gerekebilir. Bu da cevher damarlarında giderek daha az miktarda uranyum ve giderek daha fazla miktarda ortalama aşan oranlarda radyoaktif izotop içeren tehlikeli molozun çıkmasına neden olacak madenler demek. Bu durum hem çevre hem de etkilenecek bölgelerde yaşayan halkın sağlığı açısından devasa bir problem arzedecektir.

Uranyum arzında beklenen noksanlık onu üreten ve tüketen ülkelerin arasındaki muazzam dengesizlik yüzünden artmaktadır. Dünyada uranyum ithalatına bağımlı olmadan nükleer enerji kullanan ve elektrik üreten yalnız iki ülke var; Kanada ve Güney Afrika. Nükleer enerjiyi kullanan ülkelerinin en önemlileri ya hemen hemen hiç uranyum üretmemekte (Fransa, Japonya, Almanya, Güney Kore, Büyük Britanya, İsveç ve İspanya) ya da reaktörlerini uzun vadede çalışır vaziyette tutacak yeterli rezervden yoksun bulunmaktadır (ABD ve Rusya). Yakıt arzı açısından bakıldığında nükleer enerji dünyanın neredeyse hiçbir yerinde bir yerli enerji kaynağı değildir. Özellikle Rusya kısa bir süre sonra kendisini uranyum arzıyla ilgili ciddi bir krizle karşı karşıya bulabilir. Böyle bir durum yakıtlarının yaklaşık üçte birini Rusya'dan ithal eden AB'deki nükleer santralların işletmecilerini de etkileyebilir. Rusya'nın yanı sıra Çin ve Hindistan da reaktör sayılarını artırma niyetlerini uygulamaya koyduğu takdirde yakıt kıtlığı yaşayabilir.

Bütün bunların sonucunda kesin bir tek şey var; 2010 yılı başlarında dünyada çalışır durumdaki 436 adet nükleer santral ile ilgili olarak ne yakıt arzı ne de atıkların doğadan yalıtılması meselesinde uzun vadeli bir çözüm bulunduğu söylenebilir. Birçok ülkede tartışma konusu olan ve bazı devletlerin hararetle yapmaya giriştiği yeni santral inşaatları, sorunu ancak daha içinden çıkılmaz hale getirir. Uranyum kaynakları kısıtlı olduğundan ve özellikle bu madenin çıkarılması çok büyük maliyetler gerektirdiğinden küresel ölçekte kararlı bir büyüme stratejisi kısa sürede bir plütonyum ekonomisinin bir anda ve herkes için doğmasına yol açar. Bu durumda tükenmiş yakıtın yeniden işlenmesi yaygınlaşır ve hızlı üretken reaktörler standart hale gelir. Böyle bir eğilim ise günümüzdeki nükleer riskleri kat ve kat artırır. Doğadan yalıtılması gereken nükleer atıkların miktarı büyür. Miktar büyüyünce kapasitesi daha büyük son depolama sahaları bulmak için daha fazla yerde araştırma yapılması gerekir.

Efsanelerin Beşincisi: Nükleer Enerji İklimin Korunmasına Katkı Sağlar

Gerek günümüzde artık tamamen kabul gören bilimsel bulgular, gerekse dünyanın dört bir yanından toplanan kanıtlar iklim değişikliğinin gerçekliği konusunda hiçbir şüpheye yer bırakmamaktadır. Dünya devletlerinin küresel ısınmayı sanayi çağı öncesine göre 2 santigrat derecelik bir artışla sınırlama hedefine iyi kötü ulaşılması için seragazı salımlarının büyük ölçüde azaltılması zorunludur. Sanayileşmiş ülkelerdeki iklim uzmanları, bu yüzyılın ortalarına kadar karbondioksit salımının (CO₂) yüzde 80 ilâ 95 oranında azaltılmasını istiyor. Nüfusu yüksek ve ekonomisi hızla gelişmekte olan ülkelerde de salım miktarlarındaki muazzam artışın makul değerlere indirilmesi, sabitlenmesinin öngörülmesi, zaman içinde azaltılması gereklidir. İnsan nesli varlığını sürdüreceyse Çin, Hindistan, Endonezya ve Brezilya gibi ülkeler sanayileşmiş kuzey yarımküre ülkelerinin büyük oranda fosil yakıtların yakılmasına dayalı refah modelini taklit etmekten artık vazgeçmek zorundadır. Sanayileşmiş ülkelerin de eskisi gibi davranamayacağı ortadadır.

Nükleer enerji destekçilerinin bu tehlikeli durumda çözümün bir parçası olarak nükleer teknolojiyi öne sürmesi, hiç kimseyi şaşırtmıyor. Birçok sanayileşmiş ve gelişmekte olan ülkede tekrar alevlenen fikir ayrılıklarını tetikleyen şey, nükleer enerjinin küresel seragazı salımlarını azaltma potansiyeline sahip olduğu iddiasıdır. Yıllarca süren durağanlıktan ve nükleer enerjinin gözden düşmesinden sonra bu destekçileri bir “Nükleer Enerji Rönesansı”nda ısrar etmeye yüreklendiren şey işte bu ihtimaldir. Nükleer santraller, çalışırken hemen hemen hiç CO₂ çıkarmaz. Bu yüzden nükleer enerji destekçileri, bu santralleri küresel ısınmanın yavaşlatılmasında vazgeçilmez bir temel taşı olarak görür. Düsseldorflu enerji şirketi E.on’un yöneticisi Wulf Bernotat’ın yıllar önce ifade ettiği gibi, “Nükleer enerjiden vazgeçme ile CO₂ salımlarını büyük oranda azaltmanın fayda ve zararlarının birbiriyle karşılaştırılması gerekir. Bunların ikisini birden aynı anda yapamazsınız. Bu bir hayalden ibarettir.” (Berliner Zeitung gazetesi, 3 Aralık 2005) Dünyanın en büyük enerji şirketinin yöneticisi bu sözleri

ile geleneksel enerji sektörünün birçok diğer yandaşı gibi nükleer enerjiye devam etmenin bir numaralı argümanını kullanmaktaydı. Bu argüman şöyle: “Nükleer enerji olmadan iklimin korunması başarısız kalmaya mahkumdur.” Alman nükleer lobisinin tarihindeki en büyük reklam kampanyasının sloganı “ciğeri beş para etmez iklim eylemcileri” mealinde bir sözdü. Kullandıkları fotoğraflar da pek hoştu. Elbe nehrinin kıyısında koyunlar sakın sakın otlarken arka planda Brunsbüttel’deki nükleer santral güneşin yumuşak ışıkları ile yıkanıyordu. Görüntüye eşlik eden metinde şu yazıyordu: “Bu iklim eylemcisi Kyoto Protokolü’nün uygulanması için günde 24 saat çalışıyor.” Gerçekte bu eski reaktör, 2007 yılı yazından beri teknoloji sorunları ile boğuşuyordu. Ayrıca iki yıldan fazla bir süredir, güvenliği ile ilgili şüphelerin olduğu bu reaktör, tek bir kilovatsaat elektrik bile üretmemişti.

Nükleer enerjiyi iklimin kurtarıcısı gibi gösteren bu kampanyanın temelden ne kadar yanlış olduğunu, kamuoyu ancak yavaş yavaş bilincine varıyor. Nükleer enerji, sorunun küresel ölçekte çözümüne kayda değer bir katkı yapma potansiyeline sahip değil. Zaten “Nükleer Rönesans” hakkında edilen tüm laflara rağmen nükleer enerjinin küresel elektrik arzı için taşıdığı önemin önümüzdeki yıllarda büyük ölçüde azalacağı tahmin ediliyor. Bu husus İsviçre şirketi Basler Prognos AG tarafından kısa süre önce, 2009 yılı sonbaharında ifade edilmişti. Federal Radyasyondan Korunma Bürosu’nun yaptırdığı bir analizde, şirketin gelecek bilimcileri nükleer enerji sektörünün balonunu şu öngörülerle söndürdü: “Nükleer enerjinin küresel elektrik talebinin karşılanmasına katkısı 2020 yılına kadar yüzde 14,8’den yüzde 9,1’e ve 2030 yılına kadar da yüzde 7,1’e düşecek.” (Prognos AG 2009) Bu konuya tekrar döneceğiz.

Nükleer enerji sürdürülebilir bir iklim korumasını nasıl engelliyor?

Sadece bu az sayıdaki bulgular bile dünya genelinde düşünüldüğünde, nükleer enerjinin iklim sorununun çözümünün bir parçasını teşkil edebilecek ölçekte olmadığını görmeye yeterli. Çözüm bir yana, küresel enerji sisteminde kapağa dayanan yeniden yapılanma yüzünden nükleer enerji artık sorunun bir parçası olma yolunda gitmektedir. Bunun nedeni de sistemdeki kararlı yeniden yapılanmanın, giderek daha fazla sayıda ülkenin rüzgâr, su, güneş, jeotermal ve biyo enerjiler gibi sürdürülebilir kaynakları temel almasından kaynaklanacak olmasıdır. Böyle bir dünyada yeni nükleer santraller hiçbir şekilde rekabetçi olamaz. Aksine, iklim sorununa getirilecek kapsamlı bir çözümün önünde bir engel olarak dururlar.

İronik bir şekilde asıl niyeti bu olmasa da durumun açıklığa kavuşturulması için gereken hayati önemdeki ilk adımı atanların başında Wulf Bernotat’ın bulunduğu E.on’dan başkası değildi. İngiliz hükümeti, 2009 yılı başlarında daha önce uygulamaya koymuş olduğu yenilenebilir enerjiler konusundaki stratejisini gözden geçirme amacıyla bir inceleme komisyonu kurdu. Planın amacı, ilgili AB hedeflerine ulaşabilmek için İngiltere’nin elektrik arzının şimdilik neredeyse üçte birini yeşil kaynaklardan sağlanan elektrikle karşılamaktı. Bu oranın ileride

artması beklenmektedir. Oturum zabıtlarına göre, hem E.on hem de nükleer enerjiyi yaygınlaştırmaya azimli Fransız şirketi Electricité de France (EDF) görüşlerini ifade etti. E.on yenilenebilir enerjinin “bitmez tükenmez” biçimde desteklenmesine karşı uyarıda bulundu. Şayet bu böyle devam ederse şirket İngiltere’de yeni nükleer santraller inşa etme planlarını yürürlüğe koyamayacaktı. E.on’un lobicileri İngiliz hükümetine yaptığı açıklamalarda, yeşil elektriğin oranının “en fazla üçte bir olmasını” teklif etti. Bu değer, siyah-sarı koalisyon hükümetinin planlarına göre Almanya’da 2020 yılı gibi erken bir zamanda ulaşılması öngörülen bir değerdi. EDF ise yeşil elektriğin oranının yüzde 25’i aşması halinde İngiltere’de yeni nükleer santraller inşa etme amaçlarına gölge düşüreceğini açıkça ifade etti.

Bunun aksine Almanya’da, E.on ile onun gibiler, rüzgâr ve güneş enerjisinden elde edilen değişken elektrik arzı ile nükleer enerji arasında bir “sistemler çatışması” olduğunu kesin bir dille reddediyor. Bu iki yüzlü argümanın ardında neyin yattığı açık. Belli ki İngiltere’de yeni reaktörlerin inşasına engel olan şey, 2009 yılında elektriğin yüzde 16’sının yenilenebilir kaynaklardan üretildiği Almanya’da şirketlerin eskimiş nükleer reaktörlerin ömrünü uzatma çabalarına engel değil. Ancak tartışma götürmeyen konu, gelecekte ekonomi, güvenlik nedenleriyle, nükleer santrallerin sürekli artmakta olan inşili çıkışlı yeşil elektrik arzına ve yine büyük dalgalanmaların görülebildiği elektrik talebine uyum sağlayamayacağıdır. Nükleer santraller her ay azami üretimle çalışır. Bu amaçla inşa edilmişlerdir ve bu yüzden işletmecileri için bu kadar kârlıdır.

Günümüzde bazı nükleer reaktörlerin elektrik üretiminin, yüksek performans aralığında çalışırken çoğaltılıp azaltılması mümkündür ama bu tür alışılmadık bir uygulama enerji santrallerinin ekonomik yaşama gücünü etkiler, çünkü bunlar yük miktarına bağlı olarak çalıştığında daha az enerji üretir, dolayısıyla daha az enerji satar. Bu durum güvenlik açısından da olumsuzdur, çünkü nükleer reaktörün üretim miktarındaki her değişiklik onun önemli parçaları üzerinde ilâve mekanik, ısı ve kimyasal baskılar yaratır. Fransız devlet şirketi EDF’nin İngiliz hükümetinin yenilenebilir enerji stratejisi hakkında yukarıda sözü edilen açıklamalarında teyit ettiği şey de tam budur. EDF sözcüleri, Avrupa Basıncılı Su Reaktörü’nü (EPR) örnek göstererek gelecekte İngiltere’nin elektrik üretiminde yeşil enerjinin payının niçin en fazla yüzde 25 olması gerektiğini ayrıntılarıyla ifade etmiştir. Bunun için belirttikleri sebep, nükleer santrallerdeki güç kontrol sisteminin yetersizliğidir. EPR gibi modern reaktörlerin bile yenilenebilir enerji kaynaklarındaki beklenen dalgalanmalara ayak uydurabilmesi için bu kaynakların elektrik arzındaki paylarının pek büyük olmaması gerekmektedir. Dolayısıyla dayanıklılığı ve iklimi korumayı esas alan bir arz sisteminde nükleer enerji ve yeşil enerji birbirini engeller.

Ancak, yeşil enerji 2010 yılı İngiltere’inde enerji ihtiyaçlarının sadece ufak bir bölümünü karşıladığından, söz konusu sorun epey uzaktadır. Sistemler arasındaki çelişkinin bugünden farkedilmekte olduğu ve her geçen yıl daha da yoğunlaştığı Almanya’da ise durum farklıdır. Bir gün gelecek, nükleer santrallerin kendi üretimlerini azaltıp çoğaltmadaki sınırlı kabiliyeti, rüzgâr ve güneş enerjisinin

şebekeye giderek artan miktarlarda sağladığı elektriğe istenildiği anda uyum sağlamakta yetersiz kalacaktır. Bu olgunun etkileri elektrik fiyatlarının sık sık eksiye düşmeye başladığı Leipzig Enerji Borsası EEX'te görülmüştür. Bu, enerji şirketlerinin üretilen şebekeye verdiği elektrikten zarar ettiği anlamına gelmektedir. İlk bakışta insana saçma gibi gelen bu durumun, Almanya'da rüzgârların güçlü estiği ya da hafta sonu veya tatiller gibi elektrik talebinin az olduğu zamanlarda ortaya çıktığı görülmektedir. Bunun bir örneği 2009 yılı Noel'inde görülmüş, spot piyasasında 11 saat boyunca sıfırın altında kalan elektrik fiyatları zaman zaman megavatsaat başına eksi 120 avroya kadar düşmüştür. Ortalama fiyat, 26 Aralık'ta tüm bir gün boyunca megavatsaat başına eksi 35 avronun altında kalmıştır. Bu duruma rağmen şebekeye elektrik vermeye ve borsada elektriğin ticaretini yapmaya devam eden büyük santral işletmecileri için bu zarar kısa zamanda altı veya yedi basamaklı meblağlara ulaşmaktadır. Şimdiye kadarki uygulamalardan, dev elektrik santrallerinin üretimini azaltıp kısa bir süre sonra tekrar arttırmaktansa, ihtiyaç fazlası enerjii zararına da olsa birkaç saat süreyle "baz yük" denen enerji santrallerinden şebekeye vermenin enerji şirketleri için daha ekonomik olduğu anlaşılıyor.

Nükleer enerji ile yenilenebilir enerji arasındaki rekabet şiddetleniyor

Şiddetli bir zıtlaşmanın tehdidi altında olduğumuz tartışılmaz. Yenilenebilir enerji santrallerinden üretilen elektrik her yıl daha fazla artıyor. Hava şartları uygun olduğunda bu santraller toplam elektrik talebinin giderek daha büyük bir bölümünü karşılayabiliyor. Büyük enerji santrallerinin üretiminin ise saatler veya günlerce ya da şebeke yeşil elektriğe öncelik verdiği sürece azaltılması gerekiyor. Enerji şirketlerine 2009 yılı sonunda "tatsız bir Noel hediyesi" şeklinde başlayan bu olgu, giderek günlük bir olay haline gelecek ve onların hakimiyetini tehdit edecektir. Yeşil enerjinin 2009 yılında toplam elektrik üretimine yüzde 16 olan payının 2020 yılına kadar iki katına çıkması bekleniyor. Federal Alman Yenilenebilir Enerji Kaynakları Birliği (BEE) bunun üç katına çıkma olasılığını bile düşünüyor. Kassel'deki Fraunhofer Rüzgâr Enerjisi ve Enerji Sistemleri Teknoloji Enstitüsü'nün Almanya için yaptığı bir simülasyonda, bu öngörüye dayanarak, gelecekteki enerji sisteminde sürekli çalışmak için tasarlanmış büyük enerji santrallerinin yerinin giderek azalacağı sonucuna varıldı. Bu manzara karşısında nükleer enerji şirketlerinin tüm lobi olanaklarını yenilenebilir enerjinin daha fazla yaygınlaşmasını önlemek için seferber etmesi, onlar için neredeyse bir zorunluluk haline gelecek ve şebekeye hâlâ bağlı olan nükleer santrallerin sayısı ne kadar çoksa, bu zorunluluk o kadar aciliyet kazanacaktır. Parlamentodan reaktörlerin ömürlerini uzatma lehinde bir karar çıkarsa, Almanya'da Hristiyan-Demokratlar ve Liberaller koalisyonu³ ile bu koalisyonun bilfiil desteklemiş olduğu şirketler arasında çıkacak yeni, büyük çatışma şimdiden bellidir.

3 Muhafazakâr CDU ve özel sektör yanlısı FDP koalisyonu

Nükleer reaktörlerin ömrünün uzatılmasına karşı çıkılmasının nedeni, sadece onların tehlikeli olması değil, aynı zamanda bunların faaliyetlerini sürdürmesi halinde enerji sisteminin yenilenebilir enerji lehine yeniden yapılandırılmasının yavaşlatılması ve hattâ tamamen durdurulması endişesidir.

Almanya’da güneş ile uranyum arasındaki “sistemler arası çelişki”, İngiltere ya da ABD’dekinden çok daha hararetli bir mesele olsa da, politikacılar bunun pek farkındaymış gibi görünmüyor ama ekonomistler öyle değil. Yenilenebilir enerjinin yoğun bir şekilde artması halinde Prognos AG şirketi nükleer santrallerin üretiminin giderek artan bir sıklıkta azaltılması gerektiğini tahmin ediyor (Prognos AG 2009). Almanya Çevre Danışma Konseyi (SRU) yayımladığı bir raporda, kömür veya uranyumla çalışan büyük santrallerin faaliyetlerine devam etmesi, hattâ sayılarının artmasının yenilenebilir kaynaklardan elektrik elde etme yönünde sürekli artmakta olan kapasite ile uyumlu olmadığını ifade etti. “Sistem konusunda bir karar verilmelidir. İki yolu birden izlemek, ne teknik ne de ekonomik açıdan anlamlıdır” diyen çevre uzmanları, “yenilenebilir enerjilere dayalı bir sistemden yana karar verilmesi gerektiğini” kesin bir ifadeyle belirtti. Şirketler ise bu yayımlar hakkında yorum yaptığı takdirde nükleer reaktörlerin ömürlerinin uzatılmasında ısrar etmenin saçmalığının iyice ortaya çıkacağı korkusuyla sessiz kalmayı tercih etti. Yalnız nükleer reaktörlerin ömürlerinin uzatılıp uzatılmaması konusunda karar verildikten hemen sonra, Alman elektrik şebekesinde yenilenebilir enerjilere yasayla öncelik tanınmasına karşı tekrar mücadeleye başlamaları kuvvetle muhtemeldir.

Bu durum, nükleer enerji propagandacılarının bizi inandırmaya çalıştığına aksine, süregelen çekişmenin “hem bu hem o” çizgisinden çoktan çıktığını ve geleceğin enerji sistemi hakkında, yani nükleer enerji ile yenilenebilir enerji arasındaki ilişki hakkında olduğunu açıkça gösteriyor. Burada mesele “ya biri ya ötekidir.” Enerji şirketlerinin bütün o cilalı sözleriyle reklamını yaptığı “enerji arzının çeşitlendirilmesi” işlemiyor. Yenilenebilir enerji kaynaklarının “enerji arzının çoğunluğunu ele geçirmesinin” söz konusu olduğu bir sistemde “enerji arzının çeşitlendirilmesi” yürümez ama bu, Almanya’da halen iktidarda olan koalisyon hükümetinin Ekim 2009 tarihli koalisyon anlaşmasında yer alan amaçlardan biri. Bu amaç içerisinde nükleer santrallerin ömürlerinin uzatılması için enerji şirketlerine verilen bir vaat de yer alıyor. Bu iş yürümez. Alman federal hükümeti olmayacak duaya amin demeye çalışıyor.

Almanya’nın enerji ve iklimin korunması konusundaki uzun vadeli siyasi amaçlarına nasıl ulaşacağı, Dünya Doğal Hayatı Koruma Vakfı’nın (WWF), “2050 yılına kadar iklimin korunmasında bir model olarak Almanya” (WWF “Modell Deutschland – Klimaschutz bis 2050) (WWF Deutschland 2009) başlıklı araştırmasında ortaya konulmuştur. Araştırmanın verdiği mesaj; bunun ancak enerji sektörünün kökten yeniden yapılması ve aralarında elektrik üretiminin de bulunduğu birtakım sektör bileşenlerinin 40 yıl içinde neredeyse tamamen CO₂’den arınmasıyla mümkün olabileceğidir. Bunun ön şartı ise bu yapısal değişimi, ekonominin geleneksel sektörlerinin direnişine rağmen gerçekleştirecek siyasi iradedir. Aynen Almanya’da olduğu gibi dünyanın diğer ülkele-

rinde de sorun daha ziyade, enerji üretimi ve tüketiminde verimlilik meselesidir. Verimlilik kavramı inşaat sektörünü, eve ait her şeyi ulaşım sektörünü ve elbette sanayi süreçlerini içine alır. Verimlilik kömürden doğalgaza geçmeyi, enerji arzını giderek artan oranda, eninde sonunda yeryüzünde kalacak yegane enerji türleri güneş, rüzgâr, su, biyokütle ve jeotermal enerjiden elde etmek demektir. “Temiz kömür teknolojisi”nin, yani kömür ve doğalgazın yanmasıyla açığa çıkan seragazlarını, karbondioksiti, ayrıştırarak derin jeolojik oluşumların içinde saklanması gelecekte önemli bir katkı sağlayıp sağlayamayacağı, sağlayacaksa dünyanın neresinde ve ne zaman sağlayacağı zamanla belli olacaktır.

Kesin olan bir tek şey var; bu muazzam değişim sürecinde nükleer enerji, Almanya Çevre Danışma Konseyi’nin de belirttiği gibi birçok nedenlerden dolayı “engelleyci bir teknoloji” rolü üstleniyor. Bunun sebebi sadece baz yük santrallerinin yenilenebilir enerjiden elektrik elde edilmesini çok büyük ölçüde engellemesi değil, aynı zamanda mevcut felâket riskleri, aslında enerji sisteminin yeniden yapılanmasına tahsis edilmesi gereken mühendislik ve finansman olanaklarının bu alana tahsis edilememesidir. Bir de başka hiçbir teknolojide olmayan bir tehdit unsuru var: Bir nükleer santralde meydana gelecek tek bir ciddi kaza veya terör saldırısı, bu teknolojinin kamuoyunda gördüğü kabulü bir kalemde silip atabilir. Böyle bir olay meydana gelirse en azından demokratik ülkelerdeki reaktörlerin büyük bir bölümü, yüksek bir olasılıkla vaktinden önce kapatılmak zorunda kalacaktır.

Nükleerin iklimi koruduğu doğru değil

İklimle ilişkin uzun vadeli uluslararası amaçlara ulaşılacaksa, fosil ve nükleer enerji kaynaklı halihazırdaki enerji sisteminden tamamen yenilenebilir enerjiden oluşan bir arz sistemine geçmekten başka bir alternatif yoktur. Böyle bir geçiş, bugün büyük ölçüde sahip olduğumuz teknoloji ile pekala gerçekleştirilebilir. Ne kadar erken başlarsak bu geçişin maliyeti de o kadar düşük olur. Sonunda iki dev tehlikeyi yani küresel iklim değişikliği ve felâket boyutundaki kaza tehlikesini, eşit derecede en aza indiren bir sürdürülebilir enerji sistemine sahip oluruz. İklimi etkin biçimde korumakla nükleer enerjiden vazgeçmenin birbiriyle çelişen amaçlar olduğu yolundaki sonu gelmez iddialar, nükleer enerji destekçilerinin kendi menfaatlerini gözetmek için uydurduğu safsatalardır. İki musibetten birini seçmeye hiç gerek yok.

Hristiyan Demokratlar ve Liberaller koalisyonunun amaçladığı, elektrik enerjisi üretiminde karbondioksit salımının 2020 yılına kadar yüzde 40 oranında (1990’a göre) azaltılması için nükleer enerjinin yaygınlaştırılması tercih edilirse, o tarihe kadar Almanya’da en az 10 adet yeni nükleer santralin inşa edilmesi gerekecektir. Ayrıca, eskidikleri için kapatılacak nükleer reaktörlerin yerine yenilerinin yapılması da şart olacak.. Daha 2002 yılında Alman Bundestag’ının bir soruşturma komitesi, CO₂’nin 2050 yılına kadar başta nükleer santrallerinin kullanımıyla azaltılmasını içeren bir senaryonun neler getirebileceğini belirlemiştir. O tarihte bilim adamları, 60 ilâ 80 adet yeni nükleer reaktörün lazım olaca-

ğını düşünmüştü. Bir de Almanya’da 2010 yılında faal durumda olan nükleer santrallerin sayısının 17 olduğunu hatırlayın.

Sadece Almanya’da bu kadar nükleer reaktöre ihtiyaç duyulduğu göz önüne alındığında, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini sınırlamak için uygulanacak bir stratejinin dünya genelinde getireceği istenmeyen sonuçları önceden görebilmek için fazla hayal gücü gerekmiyor. Karbondioksit salımını, Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli’nin (Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC) öngördüğü kadar azaltmak için binlerce yeni nükleer reaktörün inşa edilmesi gerekir ki, bunların bile etkisi ancak bir nebze hissedilebilir. Elektrige yönelik riskler ve elektrik üretimi kaynaklı felâket riski artık sadece 30 ülkede değil, 50, 60, hattâ daha fazla ülkede söz konusu olur. Dünyanın her tarafında yeni potansiyel sorunlu alanlar ile çatışma bölgelerinde askeri ve terör saldırıları için yeni hedefler oluşur. Atıkların kalıcı bir şekilde doğadan yalıtılmasında yaşanacak sorunlar ve nükleer silahların kontrolsüz biçimde yayılması tehlikesi dünyanın tüm bölgelerinde yeni bir boyuta ulaşır. Aynı derecede önemli bir sorun da, ortaya çıkacak uranyum kıtlığı yüzünden bugün yaygın olan hafif sulu reaktörlerin kısa bir süre sonra dünyanın her yerinde yeniden işleme tesisleri, hızlı üretken reaktörleriyle birlikte daha tehlikeli ve saldırılara karşı daha korunmasız bir plütonyum endüstrisi ile değiştirilmesi ihtiyacının duyulması olacaktır. Dünyada fakirlikle mücadelede kullanılabilecek muazzam boyuttaki finansal olanakların nükleer altyapının genişletilmesine yatırılması da cabası.

Efsanelerin Altıncısı: Reaktörlerin ömürleri illâki uzatılmalı

Almanya’da yeni bin yılın başından beri nükleer santraller konusu, gündeme bu sektör dışındakiler sayesinde getirilmeye çalışıldı. Bu kişiler arasında zaman zaman Roland Koch veya sonradan AB Enerji Komisyonu Başkanı oluncaya kadar Günther Oettinger’in (her ikisi de Alman Hristiyan Demokratlarından - CDU) isimlerine rastlanır. Ancak, CDU’nun büyük isimleri bile sürekli olarak partideki meslektaşlarının protestolarıyla dizginlendi. Hattâ 2008 yılının Aralık ayındaki federal parti kongresinde bile bu yaşandı. Dilekçe komisyonunun iradesinin aksine, delegelerin çoğu Almanya’da yeni bir nükleer reaktör inşasına karşı çıktı. Bu, zaten havada kalacak anlamsız bir karardı, çünkü herhangi bir enerji şirketi Almanya’da yeni bir nükleer santral kurmak maksadıyla izin için başvuru yapma niyetini taşısa bile böyle bir başvuruda bulunamazdı. Zira Almanya’da Sosyal Demokratlar ve Birlik 90 / Yeşiller koalisyonunun 2002 yılında çıkardığı Nükleerden Çıkış Yasası’nın 1. Bölümünün 7. Maddesi uyarınca “Ticari amaçlı elektrik üretimi için elektrik santrali (nükleer) inşa edilmesine veya işletilmesine [...] izin verilmez”. 2009 yılında yeni seçilen siyah-sarı koalisyonu bile yeni nükleer santraller üzerindeki yasağı “şimdilik” devam ettiriyor. Ancak bu, nükleer santrallerin işletmecileri E.on, RWE, Energie Baden-Württemberg (EnBW) ve Vattenfall Europe şirketlerini pek ilgilendirmiyor, çünkü kanunla getirilmiş bir yasak olmasa bile aklı başında hiçbir şirket yöneticisi öngörülebilir

gelecekte böyle bir maceraya atılmaz. Zira tatlı kâr yerine, sonsuz zararı tercih etmiş olurlar.

Önceki kırmızı-yeşil koalisyon hükümetince kararlaştırılan, yaş hadlerini geçmiş reaktörlerde ise durum tamamen farklıdır. Nükleer santral işletmecileri bu konu hakkına hep bir ağızdan öyle bir yaygara koparıyor ki, duyan şirketleri batıyor zanneder ama mesele hiç de öyle değil. Mesele, şirket yöneticilerinin kendi argümanlarını desteklemek için önümüze sürüp durduğu diğer gerekçelerle, yani iklimin korunması, enerji güvenliği, ithal enerjiye bağımlı olmama ve özellikle tüketiciye nükleer santralde üretilmiş ucuz elektrik sunulmasıyla da ilgili değil. Mesele aslında, ortada çok büyük paraların dönmesiyle ve hakim işletmecilerin pazardaki pozisyonlarını güvenceye alması ile ilgili.

Ortada dönen paraların miktarı, 2002’de çıkarılan Nükleerden Çıkış Yasası ile aslında çoktan son verilmiş olması gereken reaktörlerin ömürlerini uzatma tartışmasının gündelik politikanın malzemesi haline gelmesinden beri bilim adamları tarafından tekrar tekrar hesaplandı. Son zamanlarda banka analistleri bile federal hükümetin koalisyon anlaşmasında taahhüt ettiği üzere tutumunu tersine çevirmesi halinde nükleer santral işletmecilerinin ekmeğine sürülecek yağdan kimin ne kadar faydalanabileceğinin hesabını potansiyel yatırımcılarına çıkarır oldu. Alman Baden-Württemberg Bankası LBBW (Landesbank Baden-Württemberg), 2009 yılı yazında bu şirketlerin brüt kârının 38 milyar avro ile 233 milyar avronun üstünde bir rakamın arasında olacağını hesapladı. 38 milyar kâr, bütün nükleer reaktörlerin ömürlerinin veya çalışma sürelerinin pazarlıklar sonucunda aşamalı kapatma anlaşmasında belirtilen 32 yıldan 10 yıl daha uzatılması ve aynı zamanda elektriğin piyasa fiyatının bu süre boyunca orta seviyelerde kalması halinde geçerliydi. Yüksek değer ise nükleer reaktör ömürlerinin 25 yıl daha uzatılması ve elektriğin piyasa fiyatının yüksek seyretmesi halinde elde edilecek kârı gösteriyordu. Bu kârlı gelecek beklentisi ile bu dört şirketin değeri fırlayacaktı. Hattâ LBBW’ye göre bu şirketlerden EnBW’nin değeri iki katına bile çıkabilirdi, işte banka nükleer santralların çalışmaya devam etmesinin bu yüzden anlamlı olacağını düşünüyordu.

Bu akıl almaz rakamlar, şirket yöneticilerinin eskimiş ve kaza ihtimali yüksek nükleer reaktörlerin ömürlerini uzatma kampanyasının hiç şüphesiz yol açacağı itibar kaybını sineye çekmeye neden razı görüldüğünü açıklıyor. Nükleer santralların aşamalı olarak kapatılması anlaşmasının iptalinin dolayısıyla bir maliyeti olacaktır. Nükleer enerji karşıtları ve çevre dernekleri, “Aşamalı nükleer azaltma – kendi işini kendin gör” kampanyasıyla yıllardır elektrik tüketicilerine kullandığı elektriği yeşil elektrik satan şirketlerden alması çağrısında bulunuyor. Gerek bu kampanyaların gerekse Brunsbüttel ve Krümmel’deki Alman nükleer santrallarında meydana gelen bir dizi arızanın etkisiyle Vattenfall Europe şirketi birkaç yüz bin müşteri kaybetti.

Nükleer enerji şirketleri sözlerini tutmuyor

“Bu anlaşmanın içeriğinin uygulanmasında her iki taraf da üzerine düşeni yerine getirecektir.” En büyük enerji şirketlerinin temsilcileri, nükleer santrallerin kapatılması konusunda 14 Haziran 2000 tarihinde Sosyal Demokratlar – Birlik 90/ Yeşiller koalisyon hükümeti ile yaptığı anlaşmada bu resmi ifadeyi kullanmıştı. Anlaşmayı imzalayanlar arasında E.on şirketinin selefi Viag’ın ekonomik politikalarının baştemsilcisi olarak anlaşma müzakerelerine katılan ve 2009 yılı sonbaharından beri Alman Federal Çevre Bakanlığı’nın Reaktör Güvenliği Dairesi’nin başı sıfatıyla bu anlaşmanın iptali için uğraşan Gerald Hennenhöfer de vardı. Angela Merkel kabinesindeki bir bakanlığın reaktör dairesinin başında 1998’e kadar bulunmuş bir avukatın bu şekilde taraf değiştirmesine yasal olarak cevaz verilip verilemeyeceği siyasi bir tartışma konusudur. Bu anlaşma paraf edildikten bir yıl kadar sonra, yasayı imzalandığında E.on’un yönetim kurulu başkanı olan Ulrich Hartmann şöyle demişti: “Siyasi tavizler aynı zamanda bir güven meselesidir. [...] Bu anlaşma sadece bir ilk adımdır. Önemli olan her iki tarafın da gelecekte bile kendilerini anlaşmanın ruhu ve içeriği ile bağlanmış hissetmesidir. Biz bunu yapmaya hazırız.” Bundan üç yıl sonra EnBW’nin o zamanki direktörü olan Utz Claassen, aşamalı kapatma konusundaki tutumlarında hiçbir koşulda değişiklik olmayacağını kesin bir dille ilân etti: “Koalisyondaki olası bir değişiklik hakkında spekülasyon yapmıyorum – Sayın Şansölyeye olan saygım buna izin vermez.” Claassen 2005’teki genel seçimler öncesinde, nükleer mutabakattan vazgeçilmesi olasılığı hakkında söylediği şu sözlerle, diğer söylediklerinin de ötesine geçti: “Sektör bir yandan planlama güvencesi talep edip bir yandan da kendi müzakere ettiği, mutabık kaldığı ve imzaladığı şeyleri sorgulayamaz.” Ne var ki anketler nükleer sektöre sıcak bakan bir hükümetin çoğunluğu kazanabileceğini gösterince, nükleer enerji şirketlerinin anlaşmaya olan mutlak bağlılığı da unutuldu. E.on, RWE, EnBW ve Vattenfall Europe şirketleri, yöneticilerinin en yüksek hükümet temsilcilerinin huzurunda törenle imzalamış olduğu anlaşmanın “ruhuna ve içeriğine” aynı anda sırt çevirdi ve Almanya mali krizden yıllar önce anladı ki, ülkenin en güçlü şirketlerinden bazılarının yönetim katlarında oturan iş adamları, mutlaka şerefli kişiler olmayabiliyordu. Çünkü bunlar şerefli kişiler olsaydı, halkın çoğunluğunun isteğini yansıttığı şüphe götürmeyen bir anlaşmaya, sadece el sıkışarak akdedilmiş bile olsa uymayı görev bilirdi.

2009 yılındaki genel seçimlerin ardından, 2007’den beri RWE’nin başında bulunan eski çelik fabrikatörü Jürgen Großmann, “Alman elektrik santralleri güvenilir” açıklamasını yaptı ve kapatılma yaşı olan 32 yılı doldurmuş Alman nükleer santrallerinin “en iyi yıllarını yaşamakta olduğunu” belirtti. Sonra da gayet rahat bir ifadeyle uluslararası arenada, 50 ilâ 60 yıllık ömre sahip reaktörlere daha sık rastlandığını söyleyiverdi. Oysa gerçek farklıydı. 2009 yılı sonuna kadar dünya genelinde temelli kapatılmış 130 nükleer reaktörün ortalama ömrü 23 yıl, 2010 yılında dünya çapında faal durumda olanların yaş ortalaması ise 25 yıldır. Temelli kapatılmadan önce 40 yaşını görmüş reaktör sayısı pek az olup, 60 yıl şöyle dursun, 50 yıldan sonra faaliyete devam eden tek bir nükleer reaktör

bile olmamıştı (Prognos AG 2009) ama Jürgen Großman, Biblis'teki reaktörlerini kurtarma derdine düşmüşken ondan daha isabetli rakamlar beklemek haksızlık olur.

“Kârımızı paylaşmayız!”

Almanya'da Hristiyan Demokratlar'ın (CDU) ve Liberaller'in (FDP)⁴ temsilcileri, hükümetin öngördüğü reaktörlerin ömürlerinin uzatılması hedefinden fayda sağlayacak olanların “karşılıksız” menfaat elde etmesini istemediğini her zaman söyledi. Kâr fazlasının yenilenebilir enerjilerin araştırılması veya geliştirilmesi, elektrik fiyatlarının düşürülmesi ve kamuoyunun desteğine sahip olduğu düşünülen diğer projeler için kullanılmasını istiyorlar. Nükleer reaktör işletmecileri ise 2009 yılı sonbaharında “rüya hükümet”lerinin iktidara gelmesinin ardından uzlaşma sinyalleri veriyor. Bu her zaman görülen bir şey değil. Şansölyenin ve Çevre Bakanı'nın bu şirketlerin anlaşmaya sadık kalmayı beceremediğini daha önce Sosyal Demokratlar – Birlik 90 / Yeşiller koalisyonu iktidardayken göstermiş olduğunu aklıdan çıkarmamasında fayda var. Oy verme gününe birkaç gün kala 2005 genel seçimlerini Hristiyan-Demokratların ve Liberallerin kazanacağı belli olduğunda yukarıda adı geçen ve o tarihte hem E.on şirketinin yönetim kurulunun hem de Alman Atom Forumu'nun başkanı Walter Hohlfelder, nükleer reaktörlerin ömürlerinin uzatılmasından elde edilecek fazla kârın bir bölümünün başka projelerde kullanılması hakkında aklıdan geçenleri açık açık söylemişti: “Düzenleme politikaları açısından kârların paylaşılması kabul edilemez” ve şunları eklemişti: “Ticari faaliyetle işteğal eden şirketler, enerji santrallerinin ömürlerinin uzatılmasından kâr elde etmeyecekse bu konuyla ilgilenmesini nasıl bekleyebiliriz?”

2009'daki seçimleri kazanarak iktidara gelen koalisyon, nükleer santralleri yenilenebilir enerji çağına geçişte sadece bir “köprü” olarak ve sınırlı bir süre için kullanacağına dair bizlere teminat veriyor. Şaşırtıcı gelebilir ama bu teminat Hristiyan Demokratlar ve Liberaller koalisyonunu seleflerinden farklı kılmıyor. Biliyoruz ki onlar da nükleer teknolojiyi derhal terketmenin değil, adım adım vedalaşmanın pazarlığını yapmıştı. Nükleerden Çıkış Yasası'nın ardından nükleer santrallerin beklenen gidişi ile Federal Çevre Bakanlığı'nın yenilenebilir enerjilerin artışı hakkında düzenli olarak yaptırdığı tahminlerin karşılaştırılması, yeni kurulacak rüzgâr, güneş ve biyo enerji santrallerinin ürettiği elektriğin miktarının, eksilen nükleer kaynaklı elektrik üretimini son nükleer santral kapatılıncaya kadar telâfi etmeye her zaman bol bol yeteceğini gösteriyor (BMU 2009). 2002 tarihli Nükleerden Çıkış Yasası uyarınca Almanya'da nükleer enerjinin “köprü” görevi, 2020 ile 2025 yılları arasında sona erecek. Şirketlerin kâr hırsı dışında hiçbir şeyin değiştirilmesi gerekmiyor, hattâ zaman zaman temcit pilavı gibi önümüze sürülen elektrik arzındaki sözde açığın bile. Oysa böyle bir açık hiç olmayacak, çünkü kömür ile doğalgazla çalışan santraller devrede kalacak

4 Muhafazakâr CDU ve özel sektör yanlısı FDP koalisyonu

ve öngörülen zamandan çok daha uzun süre yeterli elektrik sağlamaya devam edecek, hattâ yenileri de yapılacak.

Nükleer enerjiyi akıllıca terk etmek

Doğası itibarıyla düzensiz, kesintili olan yeşil elektriği yıl boyunca doğru yerde ve doğru zamanda sağlayabilmek, asıl çetin mesele. Elektrik şebekeleri yavaş yavaş genişletilir, yeniden yapılandırılır ve şebekelerin yurtdışı bağlantı noktaları güçlendirilirse, bu mümkün olabilir. Rüzgâr enerjisini tamamlamak için nükleer enerjinin kullanılması yerine halihazırdaki depolanabilir enerji kaynaklarının, pompa depolamalı hidroelektrik santral gibi, benimsenmesi ve yeni elektrik enerjisi depolama sistemlerinde ilerleme kaydedilmesi de gerekmektedir (Güneş Enstitüsü, Jülich, FH Aachen 2009). Ancak, 20 bin megavat kurulu nükleer gücün ürettiği elektrik planlandığı gibi yavaş yavaş şebekeden çekilmez ve yıllarca şebekeyi tıkamaya devam ederse, bu değişim hiç ya da en iyi ihtimalle uzun bir süre kendisine destek bulamaz. Yol inşaatında hiç kimse A noktasından B noktasına giden yolu uzatacak bir köprü inşa etmeyi düşünmez. Nükleer santrallerin ömrünün uzatılması meselesinde de tamamen aynı durum söz konusudur. Bu durumda yenilenebilir enerji çağına giden yol uzayacak ve Almanya enerji değişiminin öncüsü olmak yerine, daha birkaç yıl geçmeden bu değişimi gerilerden takip eder hale gelecektir.

Efsanelerin Yedincisi: Nükleer enerji bir rönesans yaşıyor

Bugün nükleer santraller ticari faaliyetlerini sürdürdüğü 30 ülkenin elektriğini sağlamada az veya çok önemli bir rol oynuyor ve böylece bu ülkelerde kısmen ekonominin temel taşları arasında yer alıyor. Dolayısıyla, dış veya askeri stratejik menfaatlerin etkisi olmadıkça şimdiki kadar geleceği belirleyen, her şeyden önce enerji sektörü oldu. Bu sektör normal şartlarda akli başında ekonomik faktörleri dikkate almayı bilir. Nükleer enerji teknolojisi ile üretilen elektriğin para basma makinesi mi yoksa daha büyük bir ihtimalle bir dipsiz kuyu mu olduğu sorusunun yanıtı, şartlara bağlıdır. Eğer nükleer reaktör 20 yıldır güvenilir biçimde enerji üretmekte ve üretmeye devam etmeyeceğini düşündürecek herhangi bir neden ortada yoksa – her nükleer santralin bünyesinde potansiyel olarak var olan felâket gerçekleşmediği sürece – bu iki şıktan birincisi geçerlidir. Yalnız nükleer enerji santrali henüz inşa edilmediyse ve üstelik yeni bir türün ilk örneğiyse, yatırımcıların böyle bir projeden uzak durması kendi menfaatlerinedir. Eğer hesaba kitaba gelmeyecek kadar büyük maliyetleri üçüncü şahıslara yüklemişlerse, bu kişiler vergi mükellefleri veya son kullanıcılar olabilir. Aynı prensip dünyanın her tarafında geçerlidir; nükleer reaktörü inşa eden, işleten ve sonunda onun sökülmesinden ve doğadan yalıtılmasından sorumlu olan taraf devlet olsa bile. Hattâ o zaman bile fatura bir noktada yine halka çıkar.

Bugün enerji sektörüne yatırım yapmak isteyen veya buna niyetlenen özel yatırımcılar için nükleer santrallerin ilk tercih olmayacağı gayet açıktır. Deneysel

kanıtlar bile bunu gösterir. Viyana'daki Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nın istatistiklerine göre 2010 yılı başlarında dünyada 436 adet nükleer reaktör faaliyet göstermekte olup, bunların net kurulu gücü 370 bin megavat civarındaydı. 2002 yılında 444 adet nükleer reaktör ile en büyük sayıya ulaşıldıktan sonra dünya-daki reaktör adedi tedricen ve sürekli olarak azalagelmıştır. Sadece ABD'de 104 reaktör çalışır durumda olup, bu ülkedeki nükleer reaktör inşa eden firmaların 1973'ten beri aldığı yeni siparişlerin tümü sonradan iptal edilmiştir. Dünyanın en uzun süren santral inşaatı rekoru da 2007'den beri ABD'dedir. 2007'de Watts Bar Nükleer Santrali'nin 2. ünitesinde çalışmalar tekrar başlatılmıştı. Bu reaktörün 2012'de, yani temelleri atıldıktan 40 yıl sonra bitirilmesi bekleniyor. Batı Avrupa'da ise (Fransa hariç) nükleer santral müteahhitleri yeni bir inşaat sözleşmesi almak için 2005 yılına kadar, tam 25 yıl bekledi. Şimdi bile Avrupa'da inşaat süren reaktör sayısı sadece ikidir; biri Finlandiya'da Olkiluoto'da, ötekiyse Fransa'nın Manş Denizi kıyısındaki Flamanville'de.

Areva/Siemens konsorsiyumunun Avrupa Basınçlı Su Reaktörü (EPR) rekor sayılabilecek bir zaman içinde Batılı nükleer lobinin vitrini olmaktan, bütün paydaşları için bir kâbusa dönüştü. Başlangıçta 3 milyar avro olarak hesaplanan maliyetin sonradan (2009) 5 milyar 400 milyon avroya tırmanması ve işletmeye alınma tarihinin şimdiye kadar üç buçuk yıl gecikmesi (2012) sonucunda, müteahhit firma ile inşaatın sahibi arasında çıkan milyarlarca dolarlık anlaşmazlık, bir Avrupa Mahkemesi'ne götürüldü. İkinci EPR'de de maliyetlerin önemli ölçüde tırmanacağına ve gecikmelerin görüleceğine dair işaretler var.

Kısaca, Asya'daki, tam olarak söylemek gerekirse Çin'deki devlet malı şantiyeler hariç tutulursa, nükleer reaktör inşa eden firmalara olan talep, onları hayal kırıklığına sürükleyecek kadar az. UAEA'ya göre 2010 yılı başlarında dünyada inşa halindeki 56 adet reaktörün üçte ikisi Asya'da. 2010 başlarında 20 adet yeni nükleer santralin inşa halinde olduğu Çin, iki yıl içinde 15 yeni proje başlattı. Rusya ve Doğu Avrupa'da inşa halinde bulunan nükleer reaktörlerden sekizinin temelini atılmasından bu yana 20 yıl geçti. Bu şantiyeler her halükârda enkaz tanımını hak ediyor.

Yenilenebilir enerji yeni küresel eğilimdir

Federal Radyasyondan Korunma Bürosu'nun Prognos AG firmasına yaptırdığı analizden yukarıda söz edilmişti. "Nükleer enerji için bir rönesans söz konusu mu?" sorusuna cevap arayan uzmanlar, nükleer santrallerin küresel ölçekte planlanmasına ve ilgili deneyimlere dayalı olarak beklenebilecek gelişmeyi araştırdı. Malûmun ilâmından ibaret olan sonuç, nükleer enerji lobisi için yıkımdı: 2030 yılına kadar "Nükleer Rönesans" filan olmayacaktı. Tam aksine, Prognos AG firmasının analistleri dünya genelinde faaliyette olan nükleer santrallerin sayısının 2020'ye kadar dörtte bir oranında, 2030'a kadar ise neredeyse yüzde 30 oranında azalmasını bekliyor (Prognos AG 2009). Bunun sonucunda 2030 yılında nükleer santrallerden üretilen elektriğin miktarı 2006'dakinin yarısından da az olacak. Dolayısıyla nükleer enerjinin iklim değişikliğiyle mücadelede bir araç

olarak kullanılmasının hayal olduğu anlaşılacak. Hele elektrik üretimindeki genel kapasitenin bin yılın başından mali ve ekonomik krize kadar nasıl baş döndürücü bir hızla arttığı düşünülürken, bu tablo daha da netleşecek. Elektrik santrallerinin mevcut üretim kapasitesindeki artış yılda 150 bin megavat gibi hızlı bir artışla büyüdü. Nükleer enerjinin bundaki payı yüzde 2 kadardı. Hatta 2008 ve 2009 yıllarında o kadar bile değildi. Bu iki yılda kurulu gücü bin megavat civarında iki yeni nükleer reaktör faaliyete geçirildi ama diğer taraftan kurulu gücü üç bin megavatın biraz altındaki dört reaktörün faaliyetine son verildi. 2008 ile 2009 yıllarında gelişen rüzgâr enerjisi sektörü, küresel ekonomik ve mali krize rağmen yaklaşık 60 bin megavatlık ek kurulu güç sağladı.

Görüldüğü gibi elektrik santrallerinin kapasitesindeki küresel artış karşısında nükleer enerjinin rolü marjinal boyutlara düşmekteyse de reaktör işletmecileri mevcut reaktörlerin ömrünü, tasarlandığı sürenin 25-30 yıl ötesine uzatmak için azimle mücadele ediyor. UAEA'nın iyimser senaryolarında, şimdiki nesil nükleer reaktörler için 45 yıllık bir ortalama ömür bekleniyor. Son birkaç yılda ABD'li yetkililer bu ülkedeki 104 nükleer reaktörün yarısından fazlasına 60 yıllık işletme ömrü için izin verdi. Geri kalan reaktörlerin çoğu için de benzer bir uygulamanın söz konusu olması bekleniyor. Bu arada sektörde 80 yıllık ömürlerden bahsedilmekte. ABD'deki nükleer reaktörlerin ortalama ömrü 2010 yılında 30 yılıdır.

Dengeyi bozacak ciddi bir kaza meydana gelmedikçe, pahalı onarımlar gerekmedikçe, uzun süreli devreden çıkarmalar olmadıkça ve aşınma veya korozyon nedeniyle hayati parçaların (buhar jeneratörü gibi) değiştirilmesine ihtiyaç duyulmadıkça, amorti edilmiş bin megavatlık eski reaktörler herhangi bir rekabetle karşılaşmadan ucuz elektrik üretmeye devam edebilir. Reaktörlerin ömürlerini uzatmak nükleer enerji sektörünün “acı son”unu, yani büyük reaktörlerin faaliyetine son verilmesini, bunların sökülmesini ve bu işlerin kaçınılmaz olarak getireceği milyarlarca ulaşacak maliyetleri, geciktirmek demektir. Nükleer santrallerin işletilmesinde yakıt masrafları denklemin sadece ufak bir parçasını oluşturduğundan tüm işletmeciler milyarlar değerindeki ilâve sürelerle bel bağlamaktadır.

Ancak, reaktör ömürleriyle ilgili bütün bu pazarlıkların “Nükleer Rönesans” ile en ufak bir ilgisi bile yoktur. Olsa olsa bunun tersi geçerli olabilir; “ek süre” talepleri elektrik satan şirketlerin ekonomik nedenlerden dolayı yeni nükleer santrallara yatırım yapmaya yanaşmadığı ve eski santrallardan hızla kâr sağlamayı tercih ettiğini göstermektedir. Ancak şirketler böyle bir tutumu, eskimiş reaktörlerin arıza yapmaya daha yatkın olduğunu göz ardı ederek sergiliyor.

Bu, nükleer enerjinin yıllardır süregelen gerilemesini asla durdurmuş değildir. ABD'de, Bush yönetimi altında nükleer enerji yanlısı sekiz yıllık saldırgan politika tek bir projenin bile inşasını sağlayamadı. Batı Avrupa'daki şantiye sayısı ikiden ibaret. Halbuki yıllardır nükleer santrallerin elektrik üretiminde diğer teknolojilerle rekabet edebilme kabiliyetini gösteren çalışmalar yayımlanıp durdu. Bu çalışmaların noksan tarafı, içlerinde yer alan tahminlere bunları hazırlayanlar ve hazırlatanların inanması ama potansiyel yatırımcıların inanmamasıydı. Yeni nesil reaktörlerin gerçek maliyeti hakkında bu kadar çok belirsizlik olmasının

birinci sebebi budur. Yayımlanan tahminlerin neredeyse tümü, hatırı sayılır derecede kuşkucu analistler tarafından değerlendirildiğinden inşaat, finansman, bertaraf ve sökülme ile ilgili olanlar başta olmak üzere toplam maliyete dair güvenilir veriler mevcut değildir. Bunun sebebi ise bütün bu rakamların, kanıksandığı gibi nükleer reaktörlerini satmak isteyen inşaatçılardan ya da en azından düşük elektrik fiyatları beklentisinin promosyonunu yapmak suretiyle sevimsiz nükleer enerji fikrine kamuoyu desteği kazanmaya çalışan hükümetlerden, birliklerden veya lobilerden kaynaklanmasıdır.

Ancak, bu menfaat meselelerinin ötesinde objektif açıdan da sorunlar mevcuttur. Şimdiye kadar inşa edilen her yeni nükleer reaktör serisi, bezdirici gecikmelerin, başlangıçta karşılaşılan sorunları aşmak için yapılan masrafların ve sonu gelmez arızaların sonuçları ile boğuşmak zorunda kaldığından, potansiyel yatırımcılar olan yeni reaktör inşaatçılarının iyimserlikten hiç şaşmayan tahminlerine büyük bir tedirginlikle yaklaşır. Yatırımcıların bildiği gerçek, yarım yüzyıldır nükleer enerji sektörünün bol bol vaatte bulunduğu, ancak bunları pek yerine getiremediğidir. ABD’de 250’den fazla nükleer reaktör siparişinin neredeyse yarısı sonradan iptal edilmiştir. Bunun başlıca sebebi, zor da olsa faaliyete geçirilebilen santrallerin maliyetlerinin ortalama iki katından fazlasına çıkmış olmasıdır. *Forbes* dergisi ABD nükleer sektörünün 1980’li yılların ortalarındaki çöküşünü “ekonomi tarihinin en büyük yönetim felâketi” diye tanımlamıştı. ABD Atom Enerjisi Komisyonu’nun (AEC) yüzyılın sonu için öngördüğü 1.000 adet nükleer santraldan sadece yüzde 13 kadarı inşa edildi. Batı Avrupa’daki ve Doğu Avrupa’nın devletçi ekonomilerindeki nükleer reaktör müteahhitleri de benzer durumlarla karşı karşıya kaldı.

Yeni bir enerji santralının performansı hakkında güvenilir tahminler yapılamaz. Daha önce denenmemiş teknolojilere dayalı yeni tip reaktörler için bu husus daha da geçerlidir. 2009 yılı yazında yayımlanan bir analize göre, New York’ta bulunan derecelendirme kuruluşu Moody’s, yeni nükleer santralleri inşa etmeyi planlayan şirketlerin kredi notlarının, hesaplanması mümkün olmayan riskler nedeniyle rutin biçimde düşürülmesini beklemekteydi. Sadece elektrik santrali değil, tüm yeni teknolojiler normal olarak bir “öğrenme eğrisi” boyunca nispeten sürekli ve önceden kestirilebilir biçimde, fiyatları daima azalarak iler. Öte yandan, atom çekirdeğinin ticari amaçlarla bölünmeye başlanmasının üzerinden yarım yüzyıldan fazla bir süre geçmesine rağmen nükleer reaktör imalatçıları hâlâ işe her seferinde yeni baştan başlamakta. Nükleer reaktör imalatçıları, 1970 ve 1980’lerdeki ufak ünitelere kıyasla daha ucuza elektrik üretme ümidi ile giderek daha büyük boyutlarda reaktörler inşa etti. Ne var ki ölçek ekonomisi kuramına geçmekle sorun çözülmedi. Daha düşük maliyetli nükleer reaktörlere doğru yönelen bir eğilim, reaktör imalatçılarının yıllardan beri dile getirdiği ama bir türlü gerçekleştiremediği bir vaatten ibaret kaldı. Nükleer enerji yalnız emniyet açısından değil, aynı zamanda mali açıdan da yüksek riskler içeren bir teknoloji olma vasfını koruyor.

Nükleer enerji sektörünün çöküşünü önlemek için sübvansiyonlar

Bu özellikle ABD için de geçerlidir. Sekiz yıl boyunca Bush yönetimi ülkedeki elektrik üreticilerini yeni reaktörler inşa etmeye teşvik için elinden ne geliyorsa yaptı. 2050 yılına kadar sayıları 300'ü bulacak yeni nükleer reaktörlerden bahsediliyordu. Oysa hâlâ nükleer enerji sektörünün yeniden doğuşunu bekliyoruz (Squassoni 2009). George W. Bush halefi Barack Obama'ya, isteksiz enerji üreticilerine verilmiş bir sürü sübvansiyon vaadi bıraktı. Yeni inşa edilecek santrallerin ilki için toplam maliyetin yüzde 80'inini aşan devlet garantisi, bu vaatlerden en önemlisi sayılır. Böylece, örneğin yeni bir nükleer santral inşasında alışıl gelmiş gecikmelerden kaynaklanan devasa riskler, elektrik üreticilerinin ve reaktör yapımcılarının sırtından alınıp vergi mükelleflerinkine yüklenmiş oluyor. Ayrıca, yeni nükleer santrallerin üreteceği elektriği yapay yollardan ucuzlatmak için belirli vergi indirimleri düşünülüyor. Onay işlemleri basitleştirildi. Devlet kredi maliyetlerinin büyük bir kısmını üstlenmeyi taahhüt ediyor. Şirketlerin kaza olması durumunda sorumlulukları daha da azaltıldı. Başka ülkelerden yardım alınabileceği bile ilan edildi. Japon ve Fransız hükümetleri kendi ülkelelerinden yatırımcıların projeye katılması halinde Amerikan reaktörlerine sübvansiyon sağlamayı vaat etti.

Yine de ABD nükleer enerji sektörü bütün bunları dört başı mamur, sounsuz bir paket olarak görmeyebilir. Nitekim sektör, bütün bu devlet yardımlarını yetersiz bulduğunu ilan etmekte gecikmedi. Gerçek bir rönesansı başlatmak için bir de kömür ve doğalgazla çalışan termik santrallerinin CO₂ vergisi ödemesi gerekecekti. Daha 2003 yılında Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT), fosil yakıtlı elektrik santralleri ile yeni nesil nükleer santrallerin rekabet edebilmesi için CO₂ fiyatının ton başına 100 dolar olması gerektiğini belirtmişti. ABD Kongresi'nin Bilim ve Teknoloji Komitesi, 2008 yılında yeni nükleer santrallerin ürettiği elektriğin fiyatının güneş enerjisi hariç bütün diğer düşük karbonlu rakip teknolojilerinkinden daha yüksek olduğunu hesaplamıştı. Tek istisna olan güneş enerjisinin fiyatı da hızla düşmekteydi (Kaplan 2008). O zaman anlaşıldı ki, CO₂ vergisi ya da salım ticareti (emisyon ticareti) yoluyla rakip fosil yakıtların fiyatlarında büyük bir artış yapılmadığı sürece hiçbir sübvansiyonun faydası olmayacaktı. Komitenin analizine göre, bunlar yapılırsa bile modern doğalgaz santralleri hâlâ daha ucuz kalacaktı. Aslında, rekabet edebilmek için bu kadar devlet yardımına ihtiyaç duyan yerleşik bir teknoloji ekonomik açıdan ayakta ölmüş demektir.

Yalnız Barack Obama ve onun Enerji Bakanı Steven Chu da nükleer enerji seçeneğini kati suretle bir kenara itmiş değil. 2011 bütçesinde yeni nükleer reaktör inşaatları için 54 milyar dolara ulaşan kredi garantilerine ödenek ayrılarak ABD'deki iklim koruma karşıtı güçlü ittifaka selâm gönderildi. Ancak, şimdiki yönetimin nükleer yanlısı politikaları, George W. Bush yönetimi kadar sıkı bir şekilde sürdürmesini hiç kimse beklemiyor. Daha önce de belirtildiği gibi Obama, Yucca Dağı'ndaki tartışmalı son depolama projesine 2010 yılı için bütçesinde tahsis edilen bütün kaynakları iptal etmiştir. Politika değişse bile, uzun

vadeli güvenlik meselesi yine eskiden olduğu kadar çözümsüzdür. Üstelik 2009 yılında yapılan projeksiyonlar, daha önce atfedilen doğadan yalıtılma kapasitesi 2020'ye kadar ortaya çıkacak sivil nükleer atıklara bile yetmeyecektir. Askeri kullanımdan ve nükleer santrallerin 2020'den sonraki yıllarda çalışmasından kaynaklanacak radyoaktif atıklar da cabası.

ABD Nükleer Düzenleme Komitesi (Nuclear Regulatory Committee- NRC), 2009 yılı başında 26 adet nükleer reaktör için 17 ruhsat başvurusunun yapıldığını açıklamışsa da bu reaktörlerin bir elin parmaklarından fazlasının, hattâ bir tanesinin bile inşa edileceğine Amerikan nükleer sektörü de dahil olmak üzere hiç kimse ihtimal vermiyor. Olası yatırımcılar büyük bir güvensizlik içinde. Bu güvensizliğin sorumluları arasında Wall Street'ten, diğer bağımsız uzmanlardan gelen analizler ve tahminler var. Bu uzmanlar sürekli artan maliyet tahminleri çıkartıyor. Son yapılan hesaplar, ortalama inşaat maliyetlerinin rönesans konusunun ilk kez gündeme geldiği zamana göre dört kat daha yüksek olacağını gösteriyor. Vermont Hukuk Fakültesi'nden Mark Cooper tarafından 2009 yılı yazında yayımlanan bir maliyet etkinliği analizinde yazar, nükleer enerjinin ABD'de enerji arzında karşılaşılan güçlükleri aşmanın bir aracı olarak "en kötü seçenek" olduğu sonucuna varmıştı (Cooper 2009). Yazarın analizine göre, nükleer reaktörlerden elde edilecek elektriğin fiyatı kilovatsaat başına 12 ilâ 20 dolar cent olurken, enerji verimliliğine ve yenilenebilir enerjilere yapılacak yatırımlar elektrik fiyatını ortalama 6 cente indirebilir. 2050 yılına kadar sadece 100 adet yeni nükleer reaktör inşa edilse bile – ki bu sayı günümüzdeki reaktör filosunun neredeyse tamamı kadardır – bunun, ömürleri boyunca Amerikan halkına getireceği maliyet, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji teknolojilerine odaklanan bir enerji politikasının getireceği maliyetten tahminen 1,9 trilyon ilâ 4,4 trilyon dolar daha fazla olacaktır.

Amerikalılar bugün Batı Avrupa'da sayıları ikiden ibaret olan yeni reaktörlerin sırasıyla 2005 ile 2007'den beri inşa edilmekte olduğu Finlandiya ve Fransa'daki duruma baktığında, Atlas Okyanusu'nun karşı tarafındaki düşündürücü ekonomik tahminlerin azılı nükleer enerji karşıtlarının çizdiği karamsar tablonun sonucu olmadığını görebilir. Olkiluoto Nükleer Santrali'nin üç numaralı reaktörü olarak inşa edilen Avrupa Basınçlı Su Reaktörü (EPR) prototipi bile, Fin elektrik sektörünün girişimlerinin değil, siyasi baskıların ürünüdür. Burada itici güç, Finlandiya'da 20 yıldır sürekli olarak artan ve ülkede kişi başına düşen elektrik tüketiminin Avrupa ortalamasının iki katından fazlasına çıkmasına neden olan elektrik tüketme iştahıdır. Bunun yanı sıra politikacılar, ülkedeki elektrik arzının Rus doğalgazına aşırı bağımlı hale gelmesinden ve ek nükleer santraller olmadan Kyoto Protokolü'nde vaad edilen iklim koruma hedeflerine ulaşmak için ülke olarak verdikleri taahhüdü yerine getiremeyeceğinden giderek daha fazla endişe duymaya başladı. Sonunda büyük oranda halka açık bir şirket olan elektrik üreticisi Teollisuuden Voima Oy (TVO), inşaat ihalesini Fransız-Alman konsorsiyumu Areva/Siemens'e verdi.

Uluslararası nükleer camia Olkiluoto projesiyle iki şeyi kanıtlamayı amaçlıyordu. Bunlardan birincisi, Avrupa'nın iki ağır topunun 20 yıldan fazla bir

süredir planladığı bir nükleer santralin sonuçta hayata geçirilebileceği, ikincisi ise serbest bir elektrik piyasasında nükleer enerjinin tekrar yatırım yapmaya değer olduğuydu. Ne var ki projenin finansmanının, projeye dahil edilmelerinin karşılığı olarak reaktörün gelecekte üreteceği elektriği nispeten yüksek fiyatlarla satın alma garantisi veren ve çoğu elektrik üreticisi 60 kadar katılımcıdan oluşan bir yapı tarafından gerçekleştirilmiş olması, baştan beri duyulan kuşku haklı çıkardı. Öte yandan, TVO ile üretici konsorsiyum “anahtar teslim” reaktör için 3 milyar avroluk sabit bir fiyatta anlaştı. Alıcı için bu kadar olağandışı derecede cazip koşullar içeren böyle bir sözleşmeyi mümkün kılan şey, Areva/Siemens’in inşaata başlayabilmek için her fiyata razı olmasıydı. Prototip reaktörün fosil yakıtlı elektrik santralleri ve nükleer sektördeki diğer rakipler ile gireceği çekişmede zafer kazanabilmesi için reaktör inşaatçısının hayli cüretkâr bir maliyet çerçevesi çizdiği daha temeller kazılmaya başlanmadan açıkça belli olmuştu.

Her şeyden önce, 1990’larda EPR geliştirilirken bile nükleer reaktörün kurulu gücü sürekli olarak arttırılmaktaydı. Verimlilik ve etkinlik sağlamak için büyüklüğün yeterli olduğu düşünüldü. Bugün 1600 megavat olarak projelendirilmiş elektrik üretim kapasitesiyle EPR dünyadaki nükleer santraller arasında açık arayla en büyük kurulu güce sahip reaktördür. Yalnız ihale aşamasında, aralarında nükleer olmayanların da bulunduğu diğer seçenekler karşısında bu reaktöre üstünlük kazandıran projeksiyonlar, nükleer enerji karşıtlarının tahmin ettiğinden bile daha hayalî çıktı. Daha önce değinilen, inşaattaki en az üç yıllık gecikme ve yüzde 80 civarındaki maliyet artışı bir yana, diğer hedeflere ulaşılacağı da şüphelidir. Örneğin, reaktörün kârlılığına ilişkin hesaplar ömrünün yüzde 90’ında reaktörün çalışır durumda olacağı varsayımına dayanmaktaydı. Oysa şimdiye kadar hiçbir pilot tesiste bu rakamın yanına bile yaklaşamamıştır; aynen 60 yıllık tahmini ömre hiçbir reaktörde ulaşamadığı gibi. Dolayısıyla, bugüne kadar parametrelerde yapılan değişikliklerin ışığında Olkiluoto 3’ün nükleer olmayan rakip seçenekler karşısında asla başarılı olamayacağı, projenin tamamlanmamış olmasına rağmen şimdiden bellidir. Ekonominin başka sektörlerinde bu tür arz oluşumuna verilen bir tek isim vardır: Damping.

Reaktörün yapımcıları Areva ve Siemens şirketlerinin anavatanlarının menfaatlerinden yoğun biçimde etkilenen finansal düzenlemeler de yukarıdaki tabloya benzemektedir. Tescilli bürosu Münih’te bulunan ve hisselerinin yüzde 50’si Siemens’in de merkezinin yer aldığı Bavyera eyaletine ait olan Alman Bavyera Bankası Bayern LB (Bayerische Landesbank), Finlandiya’daki EPR reaktörünü 1,95 milyar avroluk düşük faizli bir krediyle (yüzde 2,6’lık bir faiz oranından bahsedilmekteydi) destekleyen uluslararası bir konsorsiyumun ortaklarından biriydi. Fransız hükümeti ise Coface kuruluşu üzerinden sağladığı 610 milyon avroluk bir ihracat kredi garantisi ile Areva’nın yardımına koşmuştu. Dolayısı ile bu nükleer santrale yatırım yapma kararının ilgili hükümetlerin mali desteği olmadan verilmiş olması zayıf bir ihtimaldir.

Devlet kuruluşu Areva’nın yine devlete ait elektrik üreticisi Électricité de France (EDF) için, Fransa’nın Normandiya kıyılarındaki Flamanville’de inşa etmekte olduğu ikinci EPR’de böyle bir sorun hiç çıkmadı. Burada da

Finlandiya’da olduğu gibi maliyetler fırlayıp gitti. Gazetelerde çıkan haberlere göre 2010 başında inşaat projesi iki yıl gecikmiş durumdaydı. EPR serisindeki üçüncü ve dördüncü reaktörler de Çin’de, yani devlet kontrolü altındaki ekonomik koşullarda inşa edilecek.

Nükleer santrallerin inşaatındaki muazzam belirsizlikler yüzünden gereken parayı veremeyen ya da vermek istemeyen elektrik üreticileri ve reaktör yapımcıları, yüksek fiyatlarla girişim sermayesi bulmak zorunda kalıyor. Dolayısıyla bir nükleer santralin finansmanında inşaat maliyetinden sonra ilk sırayı sermaye masrafları alıyor. Başlıca sanayileşmiş ülkelerde enerji piyasalarının serbestleştirilmesi ile birlikte bu sorun daha da ciddi boyutlara ulaştı. Finans sektörü ve bankalarda yaşanan kriz tabloyu daha da karartırken, ekonomik kriz nedeniyle elektrik talebinin azalması her şeyin üzerine tuz biber ekti.

Eskiden, en azında nükleer santral inşa etmek, satın almak ya da bunları finanse etmek isteyenler için her şey ne kadar güzeldi. Devlet garantisi altındaki tekeli elektrik üreticilerinin döneminde nükleer reaktörler kötü performans gösterse bile yatırımcılar günün sonunda sermayelerinin elektrik tüketicileri tarafından tekrar yerine konulacağından kuşku duymazdı. Ne var ki devlet müdahalesinin kaldırıldığı bir enerji piyasasında durum eskisi gibi garantili değil. Fahiş ilk yatırım maliyeti ile ve on yıllarca süren sermaye geri dönüş süresi ile nükleer enerji serbestleştirilmiş piyasalara uymuyor. Sermaye maliyetleri alıp başını gidiyor; o da şayet, potansiyel finansörler bu tür sorunlardan azade olan sektörlere yatırım yapmaz da nükleerle uğraşmak isterse. Yüksek verimliliğe sahip doğalgaz santrallerinin son yıllarda uzun süren bir talep patlamasıyla karşılaştığı birçok ülkede durum buydu. Bu talep patlamasının nedenleri şunlardı: Kurulu kilovat güç başına düşen inşaat maliyetinin bir hayli düşük olması, siparişin verilmesi ile santralin faaliyete geçmesi arasında geçen sürenin kısa olması ve tesisin parçalarının çoğunlukla fabrikalarda seri üretimle imal edilmesi. Üstelik santrallerde yakıt olarak kullanılan doğalgazın, nükleer santrallerde kullanılan uranyuma göre yakıt maliyeti olarak payının toplam maliyette daha büyük bir paya sahip olmasına rağmen, doğalgaz fiyatlarının uzun süre nispeten düşük seyretmesi karşısında nükleer reaktörlerin neredeyse hiç şansı kalmadı. Bu arada, doğalgazın fiyatı daha yüksek olabilir ama yenilenebilir enerji teknolojisinde büyük ilerlemeler bekleniyor. Finans kurumlarının yeni nesil nükleer reaktörler yerine, 21. yüzyılın kilit teknolojilerine yatırım yapmasının tüm faktörler hesaba katıldığında daha kârlı görüldüğü noktaya birçok yerde ulaşıldı bile. Bu durum potansiyel nükleer reaktör yapımcılarının ihtiyaç duyduğu yatırım sermayesini bulmasını her geçen gün daha da zorlaştıracaktır.

Nükleer enerji masalının sonu

Öngörülmesi mümkün olmayan sayısız faktörün nükleer santral yatırımlarını ya hep ya hiç türü bir kumar haline getirdiğini gördük. Örneğin, başka hiçbir elektrik santrali teknolojisinde yatırım kararı ile ticari işletmeye geçiş arasındaki süre bu kadar uzun değil. Prognos AG’nin hesaplarına göre, sadece inşaat süresinin

dünya genelindeki ortalaması sekiz yıl. Ruhsat verecek yetkililer kamuoyunun gözü önünde olmanın getirdiği sorumluluk ile son derece titiz davrandığından ruhsat almada devasa planlama sorunları ve gerekli izinleri almada gecikmeler meydana gelebiliyor. Güvenlik ile ilgili yeni bulgular onay prosedürünün revize edilmesini gerekli kılabilir ya da bir mahkeme nükleer enerji karşıtlarının itirazlarını yerinde bulabiliyor. Örneğin İngiltere’de inşa edilen son reaktör Sizewell B için 1979 yılında başlama izni verildiği halde nükleer reaktörün ticari işletmeye geçişi ancak 16 yıl sonra gerçekleşebildi.

Diğer elektrik santrallerinin çoğunun aksine, nükleer santraller işletmeye alındıktan sonra bile yıllarca yüksek maliyetler çıkarıyor. Radyoaktif atıkların doğadan yalıtılması, kapatılmış reaktörlerin gözlem altında tutulması ve bunların değişken bir bekleme süresinin ardından sökülmesi, bu maliyet unsurlarından birkaçı. Bütün bu işlerin yapılması için ihtiyaç duyulan mali kaynakların, santralin faal ömrü içinde kazanılması ve çok sonraları harcanmak üzere bir kenara konulması gerekiyor. Bu işler için gereken maliyet ve olası kazalara karşı yaptırılacak sigortanın maliyeti ülkeden ülkeye değişiyor. Söz konusu işlerde bu maliyetleri hesaplamak özellikle zor, çünkü beklenen süre boyunca tahakkuk edecek faizin mahsup edilmesi şeklindeki normal yöntem burada işlemiyor. Yüzde 15’lik bir amortisman oranında, 15 yıl sonra veya ötesinde vadesi dolacak borçlar ihmal edilebilir. Bu maliyetler er veya geç gerçekleşeceğinden, bunlar nükleer reaktörlerin finanse edilmesinde ve elektrik üretim maliyetlerinin hesaplanmasında bir belirsizlik unsuru daha oluşturuyor.

Bütün bu güçlüklerle rağmen yeni nükleer reaktör projelerinin sayısının son birkaç yılda bir miktar artmış olması, daha önce de belirtildiği gibi 2010 başında 20 adet santral şantiyesinin mevcut olduğu Çin başta olmak üzere yalnız ve yalnız Asya ülkelerine atfedilebilir. Aslında Çin’deki altı yıllık ortalama inşaat süresi dünya ortalamasının epey altında ama bu ülke 2030 yılına kadar planladığı 50 ilâ 60 adet nükleer reaktörü devreye soksa bile bu santraller bu ülkedeki elektrik talebinin yüzde 4’ünden fazlasını karşılamaya yetmeyecektir.

Asya’nın aksine, sayıları gitgide azalmış Batılı nükleer reaktör inşaatçıların sipariş defterleri şimdilik nispeten boştur. Bunun bir nedeni de Çin’in giderek daha yoğun biçimde kendi teknolojisine ağırlık vermesidir. Nükleer reaktörlerin ömürlerinin uzatılmasına ilişkin tartışmanın ötesinde, Asya’dan başka hiçbir yerde fazla bir faaliyet olduğu söylenemez. Gazetelerde bütün yazılara rağmen nükleer enerji ile ilgili ülkelerin çoğunluğunda yeni projelere dair bir işaret mevcut değildir. Nükleer enerjinin yeniden doğuşu hakkındaki tartışmaları gündemde tutanlar, reaktör firmaları ile elektrik üreticilerinden ziyade politikacılar ve halkla ilişkiler erbabıdır. Bunlar nükleer enerjiyle ve enerji ekonomisinin geleneksel yapısını muhafaza etmek ile iklimi korumaya ilişkin yükümlülüklerini daha iyi yerine getirebileceğine, kısa vadede elektrik sıkıntısı yaşanmasını önleyebileceğine inanıyor. Ancak, bu inanın yol açtığı bir durum daha var: Politikacılar ve kamuoyu nükleer teknolojinin yeniden canlandırılması için bastırdıkça, potansiyel yatırımcılar hükümetten yardım talep etmek için daha çok yüz buluyor.

Şurası gayet açık ki yeni nükleer santraller sadece dev sübvansiyonların sağlandığı ya da nükleer teknolojinin devlet doktrini ve bu nedenle maliyetlerin ikinci planda kaldığı yerlerde rekabetçi olabiliyor. Bir pazar ekonomisi çerçevesinde işleyen herhangi bir yerde yeni bir reaktörün inşaatı söz konusu olduğunda, yatırımcıların hesaplanması güç inşaat maliyetlerindeki artışa, santralin beklenmedik biçimde uzun süre hizmet dışı kalmasına, inip çıkan yakıt fiyatlarına ve reaktörün devreden çıkarılması, sökülmesi ile atıkların doğadan yalıtılmasına getireceği maliyetlere karşı güvence olarak yukarıda bahsi geçen Amerikan modeli sübvansiyonlar benzeri devlet desteği talep etmesi beklenmelidir. Son olarak, ülkeler büyük miktarda radyoaktivitenin etrafa yayıldığı ciddi kazaların sonuçlarıyla – genellikle kendi başlarına – uğraşmak zorunda kalacaktır. Dünyada hiçbir şirket bunu tek başına yapamaz. Sigorta şirketleri zararın sadece ufak bir bölümünü karşılar ki bu miktar da ülkeden ülkeye değişir ama beklenen zararın toplam maliyeti karşısında sigorta şirketlerinin katkısı gülünç olacaktır.

Nükleer teknolojinin ekonomik açıdan da benzersiz bir yerinin olduğunun gördük. Bu teknolojinin milyarlarca varan sübvansiyonlarla ticari işleme girmesinin üzerinden yarım yüzyıldan fazla zamanın geçtiği günümüzde onun savunucuları hâlâ sanki mesele ticari bir açılış için başlangıç sermayesi bulmaktır. Yine milyarlarca varan sübvansiyonları bu kez de onun yeniden doğuşu için ısrarla talep etmekte, ihtiyaç göstermekte ve almaktadır. İşin şaşırtıcı yanı, bu kayırmacı yaklaşımı talep eden ve ona arka çıkanların da herkesten önce, başka ortamlarda “daha fazla pazar” diye var güçleriyle tellallık yapmaktan geri kalmayan politikacılar olmasıdır. Bunlar yıllarca ve birçok sanayileşmiş ülkede güneş, rüzgâr, biyokütle ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının ticari işleme sokulması için finansman desteği sağlanmasına katıksız bir pazar kuramına dayanarak yine var güçleriyle karşı çıkanlarla aynı çevrelerdir. Yanlış arada hayatî bir fark var: Nükleer enerjinin geleceği geride kaldı, yenilenebilir enerjilerin önünde büyük bir gelecek var.

Kararla yüzleşmek: Enerji arzının geleceği

İklim, kaynak ve finans krizlerinin ışığında nükleer enerji hakkındaki tartışmalar bazı büyük ülkelerde yeniden canlanıyor. Nükleer reaktör inşaatçıların, onların siyaset ile medya dünyasındaki sözcülerinin “Nükleer Rönesans” hakkındaki bütün o hararetli sözlerinin ardında çok büyük ve yaygın sonuçlar doğuracak bir de karar yatıyor. Tarihteki ilk ve şimdiki kadarki son nükleer enerji furyasında, dünyanın dört bir yanında inşa edilen nükleer santrallerin büyük çoğunluğu teknik yaş hadlerine yaklaşıyor. Önümüzdeki on yılda – ve daha artan bir tempoda bundan sonraki yıllarda – nükleer santrallerin hızla azalan kapasitesinin telâfi edilmesi gerekecek. Bunun için mevcut seçenekler şunlar: Yenilenebilir enerji kaynaklarının (rüzgâr, güneş, su, biyokütle ve jeotermal) hızla yaygınlaştırılması ve fosil yakıtların giderek daha az kullanıldığı, her yönüyle daha verimli bir enerji sistemi ya da buna alternatif olarak elektriğin gelecekte de nükleer enerji ile üretilmesi. Bugün büyük nükleer enerji kullanıcıları ülkelerden

bazılarını yoğun biçimde meşgul eden mesele, “Eskimiş reaktörlerimizi başta niyetlendiğimiz sürenin ötesinde çalıştırmalı mıyız çalıştırmamalı mıyız” sorusu. Çalıştırma seçeneği elektrik şirketleri için cazip, çünkü o zaman milyarlarca varan yatırım kararlarını iptal edebilecek ve amorti edilmiş eski santrallarda düşük maliyetle ürettikleri elektrikten kâr edecekler. Bunun kaçınılmaz olarak getireceği ilâve riskten her şirket yöneticisi başına ne kadar pay düşeceğini hesaplamak mümkün. Şirket yöneticilerinin hesaba katmadığı şeyler ise meydana gelebilecek ciddi kazalar; hele hele kendi şirketinin nükleer santrallarından birinde ve kendi sorumluluğu altındaki sınırlı dönemde olabilecek kazalar. Şirketlerin menfaatleri ile halkın menfaatlerini birbirinden ayıran da işte budur. Nükleer reaktörlerin ömürlerinin uzatılması felâket riskini de orantısız biçimde artırır. Bütün nükleer santrallar veya birçoğu, planlanan yaşam ömürlerinin daha üstünde bir süre işletilirse felâket boyutlarında bir kaza ihtimali büyük oranda artar.

İklim değişikliği, nüfus artışı, derin bir yoksulluk ve sınırlı kaynaklarla tanımlanan bir dünyada, küresel enerji arzının sürdürülebilir biçimde nasıl tasarlanabileceğine dair verilecek kararlar, “Nükleer enerji ile gelecekteki ilişkimizin nasıl olacağı” sorusunun çok ötesine geçer. Bu kararda gelişmiş, sanayileşmiş ülkelerin tümüne ve gelişmekte olan ülkelerin birçoğuna (nükleer enerjiyi ya hiç ya da ihmal edilebilir seviyede kullanıyor olsalar da) sorumluluk düşer. Şimdiden netleşen bir şey var; yeni enerji sistemi artık yalnız fosil yakıtlarla veya nükleer enerji ile çalışan büyük santrallara dayalı olmayacak. Daha da kesin olan şudur ki; gelecek yüksek riskler taşıyan, geleneksel enerji sektörünün menfaatlerinden doğmuş, geçen yüzyılın ortalarından gelen bir teknolojinin yeniden canlandırılmasında değildir.

Şimdiye kadar bir “Nükleer Rönesans” gerçekleşmedi. Söz konusu olan, nükleer enerji hakkındaki açıklamaların rönesansı. Bu ise bir gecede olmadı. Almanya’nın haftalık dergilerinden *Wirtschaftswoche* 21 Eylül 1990 tarihli “Nükleer Rönesans” başlıklı sayısında, “Aşamalı azaltma planları revize ediliyor, yeni inşaat planları gündeme geliyor ve nükleer karşıtları son inatçı direnişlerini bir tek Almanya’da sürdürüyor” diye coşmuştu. Alman nükleer sektörünün ve onun “rüya koalisyonu” olan Hristiyan Demokratlar ve Liberaller⁵ koalisyonunun öngördüğü, nükleer santralları aşamalı olarak azaltma programından vazgeçme politikası yüzünden özellikle Almanya’da, nükleer enerjiyle ilgili çelişkilerin de bir rönesansı – bazıları için bir umut rönesansı – olmuştur. Nükleer enerjinin geleceği açısından anlamlı olan bazı ülkelerde de sosyopolitik bir tartışma yeniden canlanmakta. Sonucu belirsiz. Şimdiye kadar izin verildiği bilinen yeni inşaat projeleri, nükleer enerjinin küresel elektrik üretimine olan katkısının aynen sürmesi için bile yeterli değil – mutlak anlamda yeterli olmadığı gibi göreceli anlamda da kesinlikle yeterli değil.

Günümüzde nükleer santral projeleri sadece bu tür elektrik üretiminin devlet doktrininin bir bölümünü şekillendirdiği veya hükümetlerin güvenlik ve finansman risklerine karşı güvence olarak milyarlar vermeye hazır olduğu

5 Muhafazakâr CDU ve özel sektör yanlısı FDP koalisyonu

yerlerde varlık gösterebiliyor. Yeni nükleer santraller inşa etmek isteyen veya siyasilerden bu yönde teşvik gören (örneğin ABD’de veya İngiltere’de olduğu gibi) herkesin devlete neredeyse nükleer enerjinin öncülerinin 1960’larda duyduğu kadar ihtiyacı vardır.

Paradoks gibi gelebilir ama nükleer enerjinin ticari anlamda doğuşu, onun verimsiz bir fikir olarak algılanmasına neden olabilecek bir elektrik piyasasının o dönemde var olmayışı sayesinde gerçekleşmiştir. O zamanlar bir taraftan elektrik şebekesindeki tekel nedeni ile elektriğin sağlanması da bir “doğal tekel” sayılırken diğer taraftan da elektrik bir kamu hizmeti olduğu için devlet kuruluşları ya da benzeri şirketler, yani her halükârda tekelimsi oluşumlar tarafından üretilmekteydi. Dolayısıyla, sanayileşmiş ülkelerin çoğunda nükleer enerjiyi açık veya gizli askeri amaçlar için başlatan ve daha sonra endüstriyel-siyasi nedenlerle devam ettiren taraf hep devlet olmuştur. Devlet bu yeni teknolojinin araştırılması, geliştirilmesi ve ticari anlamda kullanıma sürülmesinin gerektirdiği muazzam maliyetleri ya doğrudan üstlenmiş ya da elektrik satıcısı şirketlerin fiyatlandırma yapıları üzerindeki nüfuzunu kullanarak bu maliyetlerin tüketicilere yıkılmasını sağlamıştır.

Normal işlevini sürdüren, serbestleştirilmiş bir elektrik piyasasında yeni nükleer santraller inşa etmek henüz şirketler için cazip değildir. Yalnız ABD’de değil, başka yerlerde de ekonomik risklerin asla bu kadar büyük olmadığı, finansal açıdan çok daha cazip seçenekler vardır. Dolayısıyla bir serbest pazar ekonomisinde elektrik talebi ve elektrik santrallerinin üretimi genelde artsa da finansal risklerin maliyetinin büyük bir bölümü nükleer enerjinin ilk çıktığı zamanlardaki gibi halkın kesesinden karşılanmadıkça yeni nükleer santraller inşa edilmez. Oysa Finlandiya’da yapılan aynen budur ve birçok uzmanın Obama yönetiminden beklediği politika değişikliği yeni nükleer reaktör planlarının iptalini sağlamazsa ABD’de de yapılan bu olacaktır. Cömertçe sübvansiyon sağlama yolu da genelleştirilemez. Zira normal işlevini sürdüren bir santral inşaat piyasasında başka sektörlerdeki rakipler – ki burada önemi giderek artacak olan yenilenebilir enerjiler sektörü kastediliyor – sonsuza kadar oturup devletin 50 yıllık bir teknolojiye sübvansiyon sağlamasını seyretmez. Buna yönelik eleştiriler ABD’de şimdiden duyuluyor. Örneğin 2009 yılında ABD Senatosu’nda konuşan Doğal Kaynakları Savunma Konseyi’nin temsilcileri, nükleer tercihin sadece diğer teknolojilerin aleyhine piyasaya müdahale anlamına gelmekle kalmayıp aynı zamanda düşük karbonlu bir enerji sektörüne geçişte ekonomik açıdan verimsiz bir yolun seçilmesi anlamına da geldiğini belirterek, başka ülkelerde denenmiş ve sınanmış olan reaktör tiplerinin inşaatına ABD’de mali destek verilmemesini talep etti (Cochran/Paine 2009).

21. yüzyılın başında nükleer enerjiyi bütün yönleriyle tarafsız olarak değerlendirdiğimizde lâmi cimi olmayan şu sonuca varıyoruz – ki bu sonuç 30 yıl öncekiyle aynıdır:

■ Nükleer enerjiyi elektrik üretmenin en tartışmalı yolu yapan *felâket riskleri* ortadan kalkmış değildir.

- *Terör saldırılarına ilişkin yeni tehlikeler* dünyanın güvensiz bölgelerine bu teknolojinin yayılmasına izin vermemektedir.
- Elektrğin dünyanın dört bir tarafında nükleer santrallerle üretilmesi halihazırda gidişattan da daha çabuk bir şekilde *uranyum yakıtı kıtlığına* yol açacak ya da hızlı üretken reaktör teknolojisine toptan bir geçişi dayatacaktır. Böyle bir teknolojik yöneliş nükleer teknolojinin temelli plütonyum yolu denen yola girmesi anlamına gelir. Bu durumda felâket boyutunda kaza, terör saldırıları, nükleer silahların daha da kritik ve yeni bir seviyede yayılması riskini arttıracaktır.
- Hızlı üretken reaktör teknolojisi kullanılsa da kullanılmasa da nükleer atıkların kalıcı depolama *sorunu* çözülmüş değildir. Bu atıklar halihazırda bizimle birlikte olduğu için bunlara bir çözüm bulunması şarttır. Yalnız bulunacak hiçbir çözüm “görünüşte bir çözüm” olmaktan öteye gitmeyecektir. Sırf bu bile nükleer atık miktarını çoğaltarak insan nesline musallat olan bu sorunu daha da beter hale getirmemek için yeterli bir sebeptir.
- Nükleer enerji *iklim sorununu çözemez*. Eldeki bütün kaynaklar bu teknolojiye tahsis edilse bile – böyle bir uygulamanın genel olarak uygarlığın ilerlemesi üzerindeki yıkıcı etkisini bir kenara bırakacak olursak – bunun iklimin korunmasına yapacağı katkı – şayet böyle bir katkı söz konusu olabileceyse – gecikmiş ve mütevazı olmaktan öteye gidemeyecektir. Beraberinde getirdiği muazzam maliyetler, arttırdığı riskler nedeniyle büyümek için endüstriyel kapasiteye sahip olmayan nükleer enerjiyi tercih etmek, sorumsuzca ve gerçeklerden uzak bir tercih yapmak anlamına gelir. Aksine, mevcut santrallerinin yaşlarına bakıldığında önümüzdeki yıllarda dünya genelindeki nükleer reaktör kurulu gücünde hatırı sayılır bir azalma olacağı öngörülebilir ve nitekim bu daha güçlü bir olasılıktır. Aynı zamanda, öncelikle yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine, bunun yanı sıra enerji, sanayi ve ulaşım sektörleriyle ısıtma sistemlerinde daha fazla verimliliğine odaklanan küresel bir enerji stratejisinin, CO₂ salım miktarlarında gereken azaltmayı nükleer enerjiye başvurmak zorunda kalmadan gerçekleştirebileceği yönünde oldukça sağlam öngörüler mevcuttur. Bunun ortaya çıkaracağı güçlükler kadar getireceği olanaklar da büyüktür. Bu güçlüklerin aşılması için küresel seragazi salımlarından sorumlu bütün ülkelerin ergeç ve mutlaka elele vermesi gerekir. “Ya iklimi koruma ya nükleer enerji” ikilemiyle öne sürülen amaçlar çatışması, nükleer enerji sektörünün kendi menfaatlerini korumak için icat ettiği bir masal canavarından başka bir şey değildir.

Açıkça görünen şudur ki, devletin devasa boyutlarda finansal müdahalesi olmadan nükleer teknolojinin öngörülebilir gelecekte yeniden canlanamayacağı aşikârdır. Bu elbette yeniden canlanmanın asla söz konusu olamayacağı anlamına gelmez. Orada yaşayanların başına umarım gelmez ama felâket boyutlarındaki bir kaza Çin'deki inşaatların durdurulmasına vesile olmazsa o ülkede düzinelerce nükleer reaktör devreye girecek ve bu, para tükeninceye veya büyük elektrik santralleri Çin'de bile o dönemlerde fiyatları daha da ucuzlayacak olan

yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşmasına set çekinceye kadar devam edecek. Tüm dünyada nükleer enerjiyi denkleme sokanlar, her şeyden önce amorti edilmiş eski yatırımları kullanmaya devam etmek isteyen elektrik sektöründen ziyade, fosil yakıt kaynaklarındaki azalmanın, enerji fiyatlarındaki büyük artışların ve iklimin korunmasına yönelik anlaşmaların getirdiği ciddi yükümlülüklerin endişesiyle hareket eden siyasetçilerdir. ABD’de bu üç faktör, hararetli nükleer enerji yandaşı George W. Bush’un yerini ılımlı kuşkucu Barack Obama’ya bırakmasından sonra bile tartışmaların odak noktasında durmaya devam ediyor. Finlandiya’daki yeni reaktörün inşaatını başlatan, Almanya’da nükleer santrallerin aşamalı bir şekilde kapatılmasından vazgeçilmesini isteyen kampanya ve diğer birçok ülkede yenilerinin inşaatına dair tartışmaları körükleyen de yine bu üç faktördür.

Dünyanın her yerinde politikacılar planlarını yerleşik yapılar içinde yapma ve bunları aşına oldukları ekonomik oyuncularla sürdürme eğilimindedir. Bu yüzden bunlardan bazıları, elektriğin nükleer santrallerde üretilmeye başlanmasının üzerinden yarım asırdan fazla bir süre geçtiği halde, nükleer enerjinin “pazara lansmanı”na sanki bu yaptıkları dünyadaki en doğal şeymiş gibi bir kez daha mali destek sağlamakta tereddüt etmez. Almanya’da yeni bir nükleer reaktör inşaatının gündemde olmamasının basit sebebi, hiçbir potansiyel reaktör inşaatçısının hesaba kitaba sığmayan bu tür bir ekonomik riskin altına girmeye yanaşmaması ve radyasyon yayma riskine sahip bu teknolojinin, kamuoyunun çoğunluğundan destek alabileceğine dair hiçbir belirtinin ufukta görünmemesidir. Bunun yerine RWE, E.on, EnBW ve Vattenfall şirketleri herkesin güvenliğini tehlikeye atma pahasına ellerindeki kaynaklardan geçinmeye niyetli. Hristiyan Demokratlar ve Liberaller’den oluşan koalisyon hükümetinin politikacıları da bunların hizmetinde. Eskimiş nükleer reaktörlerin çalışma sürelerini uzatmaya hazır bu politikacılar, bunu yapmakla bu şirketlerin kasalarına milyarlarca ulaşan kârların akmasına yardımcı oluyor. Oysa kamuoyuna çektikleri nutuklarda piyasada istedikleri gibi at oynattıklarından uzun uzun yakındıkları şirketler de yine aynı şirketler.

Yalnız herhalükârda nükleer enerjinin geleceğine ilişkin temel görüş ayrılıklarında mantık neredeyse hiç rol oynamıyor. Daha 2007 yılının Ekim ayında ciddi bilimsel dergilerin belki de en tanınmış olan *Nature*, gelişmeler hakkında şu yorumda bulunmuştu: “Nükleer enerji sektörünün iklim değişikliğine olan ihtiyacı, iklim değişikliğinin nükleer enerji sektörüne olan ihtiyacından daha fazla. Felâket boyutlarına ulaşabilecek bir küresel ısınmayı önlemek istiyorsak niçin en yavaş, en pahalı, en verimsiz, esnekliği en az ve en riskli seçeneği tercih edelim? 1957’de nükleer enerji ile bu amaca ulaşmayı denemek yerinde bir girişimdi. Şimdi ise nükleer enerji sürdürülebilir bir elektrik arz sistemine geçişte ayak bağından başka bir şey değil.”

Bu sözlere eklenecek gerçekten tek bir kelime bile yok!

Değişim yaratacak sistemler: Nükleer enerji mi yoksa enerji verimliliği + yenilenebilir enerji kaynakları mı?

“Biliyoruz ki temiz, yenilenebilir enerjinin gücünü kullanabilen ülke 21. yüzyılın lideri olacaktır.”

ABD Başkanı Barack Obama, Ulusa Sesleniş Konuşması, Şubat 2010

Hipotez

Başta yeni nükleer santraller olmak üzere nükleer enerjiye yapılan yatırımlar, enerji verimliliğine, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı sürdürülebilir ve akıllı enerji hizmetlerine dayalı bir ekonomik sisteme yapılması gereken geçişin karşısında büyük bir engel oluşturmaktadır.

Giriş

ABD Başkanı Barack Obama'nın 16 Şubat 2010 tarihinde Maryland'da yaptığı konuşma¹ yaklaşımını belirliyor. Obama mümkün bir geleceğin “yenilenebilir elektriğin fişe takılan hibrid otolarda, enerjiyi verimli tüketen evlerde ve iş yerlerinde kullanılacağı” ve “dışarıdan petrol ithal etmek yerine dışarıya yerli mali enerji ihraç edeceğimiz bir gelecek” olduğunu söylüyor ve bu geleceğe ulaşmak için daha fazla şeye ihtiyaç olduğunu belirtiyor:

“Rüzgâr ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kapasitesini arttırırken bir yandan da gelişmiş biyoyakıtlara ve temiz kömür teknolojilerine yatırımları sürdürmeliyiz. Ayrıca, Amerika'da yeni nesil, güvenli ve temiz nükleer santraller inşa etmeliyiz.”

Verimlilik, yenilenebilir enerji ve nükleer enerji. Fransa Cumhurbaşkanı Nicolas Sarkozy de ABD Başkanıyla aynı fikirde. Sarkozy, 9 Haziran 2009 tarihinde şöyle demişti: “General de Gaulle 1960'lı yıllarda nükleer enerjiye doğru nasıl önemli bir

1 Başkanın enerji konusunda Lanham, Maryland'de yaptığı konuşma (16 Şubat 2010), <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/remarks-president-energy-lanham-maryland>

adım attıysa, biz de yenilenebilir enerjilere doğru o kadar önemli bir adım atacağız. Mesele ya biri ya öteki meselesi değildir. Mesele hem biri hem öteki meselesidir².” Sarkozy nükleer enerjiye harcanan her avroya karşılık yenilenebilir enerjiye de bir avro harcanacağını ilan etti. Ayrıca, konunun siyasi gündemdeki yerini de netleştirdi. Yatırımlardaki denkliğin amacı “nükleer enerji konusunda bir uzlaşma sürdürmek ve nükleer enerjiye karşı olanların ona tahammül etmesini sağlamak” idi³. 65 yıldır “Fransız Atom Enerjisi Komisyonu” olarak bilinen kuruluşun adı yakında “Atom Enerjisi Ve Alternatif Enerjiler Komisyonu” (Commissariat à l’Energie Atomique et aux Energies Alternatives) olarak değiştiriliyor.

“Geçiş teknolojisi” olarak nükleer enerji mi? Almanya’nın muhafazakar koalisyon hükümeti geriye kalan 17 adet nükleer santralin faaliyet süresini halen yürürlükte olan, Nükleer Enerjiyi Aşamalar Halinde Terk Etme Yasası’nda belirlenmiş takvimin ötesine uzatmayı düşündüğünü açıkladı. Hükümeti oluşturan iki parti arasındaki koalisyon anlaşmasına göre, tesislerin ömrünün uzatılmasından elde edilecek kamu hizmeti veren kuruluşların enerji satış kârının “aslan payı”, hükümetçe vergilendirilecek ve başta enerji verimliliği olmak üzere yenilenebilir enerjilere yatırılacak. Açıkça ifade edilen yeni nükleer santral inşa etme yasağına ise dokunulmayacak. Başbakan Angela Merkel’in hükümeti ile partisi, anlaşmanın uygulanması konusunda fikir ayrılığı içinde. Çevre Bakanı Norbert Röttgen asıl güçlüğü “neredeyse tamamen yenilenebilir enerjilere” geçmede olduğunu belirtti ve koalisyonunda, “gelecekteki teknolojimiz nükleerdir” diyen bir kimsenin varlığından haberdar olmadığını vurguladı⁴. Röttgen, aşamalı nükleer terkin 2030 yılına, yani yürürlükteki yasada öngörülenden sekiz yıl kadar daha geç bir tarihe kadar tamamlanmasını istiyor. Reaktörlerin yaklaşık 40 yaşına ulaşmış olacağı, o tarihte elektriğin yüzde 40’ının yenilenebilir enerjilerden elde edilmesi bekleniyor. Bu oran günümüzde yüzde 16. Alman bakan “çok miktarda nükleer elektrik ile çok miktarda eko-elektriğin ekonomik kavramlar olarak birbiriyle bağdaşmadığı” görüşünde⁵.

Bağdaşır mı bağdaşmaz mı? Almanya, nükleer enerji ile verimlilik + yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı sistemlerin potansiyel olarak birbirini tamamlayıcı ve birbiriyle çelişen yönlerinin analizi söz konusu olduğunda belki de en ilginç vakadır. Elektrik ve ısı sektörlerinde ülkedeki son kullanıcıların yarısından fazlasını kapsayan 1350 şirketin üye olduğu güçlü bir dernek olan Alman Belediye Şirketleri Federasyonu (VKU) nükleer enerjinin terkinin geciktirilmesine yönelik planların sonuçlarından endişe duyuyor. VKU’nun icra direktörü Hans-Joachim Reck, bir basın açıklamasında şu bilgilere yer verdi⁶:

- 2 *Le Monde* (9 Haziran 2010); Aslında ilk büyük nükleer enerji santrali programını 1974’te başlatan de Gaulle değil Başbakan Messmer idi.
- 3 A.g.e. Nükleer enerji konusundaki “uzlaşma”nın kamuoyundaki bir uzlaşma olmayıp büyük siyasi partiler arasındaki bir anlaşmadan ibaret olduğunu eklemek gerekir.
- 4 *Frankfurter Rundschau* (19 Şubat 2010), http://www.fr-online.de/in_und_ausland/wirtschaft/debatte_energie_der_zukunft/?emcnt=2331965&
- 5 A.g.e.
- 6 VKU, basın açıklaması 2/10 (19 Ocak 2010).

“Gerek rekabette gerekse enerji sisteminin adem-i merkezietçi bir yapıya ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüştürülmesinde (bu karar nedeni ile) karşılaşılabilecek olumsuzluklardan hiç mi hiç söz edilmiyor. [...] Belediyelerin verimli ve geleceğe dönük enerji üretimine yaptıkları yatırımların caydırılması bindiğimiz dalı kesmektir.”

VKU ayrıca, Almanya’da belediyelerin 6,5 milyar avro mertebesindeki elektrik santral yatırımlarının yeniden gözden geçirilmesinin gerekeceğini ve uygulamaya geçilmiş projelerin bile ekonomik yapılabilirliklerinin tehlikeye düşeceğini belirtti.

Merkezietçi nükleer yaklaşım ile verimlilik+yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı adem-i merkezietçi stratejinin birbiriyle uyumlu mu yoksa uyumsuz mu olduğu konusunda birçok sistemle ilgili mesele, henüz araştırılmış değil. Elektrik üretimi yatırım stratejilerinin şebekenin geliştirilmesi üzerindeki sonuçları neler ya da şebekenin karakteristikleri konusundaki tercihler elektrik üretimi yatırım stratejilerini nasıl etkiliyor? Ünite büyüklüğünün yapısal kapasite fazlalıklarında ve dolayısıyla verimliliğin teşvik görmemesinde sorumluluk payı nedir? Hükümetin hibeleri/sübvansiyonları uzun vadeli karar mekanizmasını nasıl etkiliyor? Büyük yenilenebilir enerji santralleri, büyük kömürlü/nükleer santrallerle aynı sistem etkilerini mi yaratacak?

Bu rapor, durumun esasını ortaya koyuyor ve acilen ele alınması gereken meseleleri gündeme getiriyor. Er ya da geç tükenecek olan fosil yakıtların giderek daha yoğun rekabetin hedefi olması yüzünden herkesin enerji için ödeyeceği bedel artacağından başarılı bir enerji politikası insanların enerji hizmeti ihtiyaçlarına geçmişte olduğundan çok daha verimli çözümler getirmek zorunda. Çok uzun süreden beri enerji politikaları, pişmiş yemek, sıcak, soğuk, ışık, iletişim, hareket, motor torku gibi hizmetlere makul fiyatlı, güvenilir ve sürdürülebilir erişimi genel anlamda sağlamak yerine petrol, gaz ile kliowatsaatlerin “ikmal güvenliği”ni hedefledi.

Bunun sonucu herkesçe biliniyor. Köklü nükleer enerji programlarına sahip ABD, Fransa, İngiltere gibi sanayileşmiş ülkelerde bile yakıt yoksulluğu ciddi ve büyüyen bir sorun haline geldi. Bunun için “KASÖ” diye bir kısaltma bile türetildi. Anlamı, “Kışın Aşırı Sayıda Ölüm.” Avrupa’da yürütülen bir proje⁷ kışın evlerini yeterince ısıtamadığı için ölen insanların sayısının istatistiksel yönden anlam ifade edecek kadar arttığını gösterdi. KASÖ’lerin oranı Paris’te yüzde 10’dan, Glasgow’da yüzde 30’a kadar değişiyor. İngiltere’de kış mevsiminde normal ölüm oranına ilaveten yakıt yoksulluğu yüzünden 15 bin kişinin daha öldüğü tahmin ediliyor. Nükleer enerji kullanan Fransa’da toplam hane sayısının yüzde 28’ine tekabül eden 8 milyon kadar hanede bütçenin yüzde 10’undan fazlası, enerjiye harcanyor (ulaşım dahil). 2005 yılından beri yaklaşık 3 milyon Fransız ailesi, düşük gelirli ailelere verilen sübvansiyonlu ucuz tarifeler sağlayan bir başka yeni icat, Birincil İhtiyaçlar Tarifesi’ne girmeye hak kazandı.

7 Avrupa’da Yakıt Yoksulluğu Ve Enerji Verimliliği, bak.: <http://www.precarite-energetique.org/>

Nükleer enerjinin, onu seçen ülkelerde enerji hizmetlerine yaygın ve adil erişim sağlamadığı aşikâr ama bir nükleer enerji stratejisi verimlilik+yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı temiz enerji hizmetlerinin var olduğu bir gelecek için gerçekten bindiğimiz dalı kesmek anlamına gelir mi? Geldiğine dair sağlam kanıtlar var. *Time* dergisinin Başkan Obama'nın nükleer kredi kararı ile ilgili yorumunda denildiği gibi, "Hükümetin bu aşırı savurganlığı eninde sonunda bir tür nükleer yeniden doğuşun kapısını açabilir ama bunun yanı sıra daha iyi çözümleri beşikteyken yok edebilir veya doğmalarına bile izin vermeyebilir⁸."

Nükleer Enerji Yenilenebilir Enerjiye karşı

Amory Lovins⁹: "Fakat nükleer enerji verimliliği en az olan yöntemdir. Karbon tasarrufu sağlar ama bu tasarruf *başarılı rakiplerine yatırım yaptığınızda elde edeceğinizden dolar başına yaklaşık 2 ila 20 kat, sene başına ise 20 ila 40 kat daha azdır.*"

Bill Keepin ve Gregory Kats¹⁰: ABD'de CO₂ salımlarını azaltma söz konusu olduğunda elektrik enerjisinin verimliliğini arttırmanın mali getirisi nükleer enerjiden yaklaşık yedi kat daha fazladır.

Environment California¹¹: "Teknolojinin ömrü boyunca harcanacak her dolar başına, enerji verimliliği, biyokütleyi başka yakıtlarla birlikte yakmak karbondioksit salımını önlemede nükleer enerjiye kıyasla beş kat daha etkili, birleşik ısı ve elektrik santralleri ile üretmek ise en az üç kat daha etkilidir."

Warwick İşletme Fakültesi¹²: Diğer teknolojilerin kösteklenmesi, nükleer enerjinin diğer düşük karbonlu teknolojileri tamamlayıcı olmadığı anlamına gelir. Bu, bütün düşük karbonlu teknolojilerin birlikte kullanılmasının gerektiği, birlikte kullanılmasının mümkün olduğu, böylece uyum

⁸ *Time* dergisi (18 Şubat 2010).

⁹ Amory B. Lovins, "Proliferation, Oil, And Climate: Solving For Pattern"(Yayımla, Petrol Ve İklim: Model İçin Çözüm Üretmek); Lovins'in "Proliferation, Climate, And Oil: Solving For Pattern" (Yayımla, İklim, Ve Petrol: Model İçin Çözüm Üretmek) başlıklı makalesinin uzun versiyonu, *Foreign Policy* (Dış Politika) (17 Ocak 2010).

¹⁰ B. Keepin ve G. Kats, "Greenhouse Warning. Comparative Analysis of Nuclear and Efficient Abatement Strategies" (Sera Etkisi Uyarısı: Nükleer Ve Verimli Azaltma Stratejilerinin Karşılaştırmalı Analizi), *Energy Policy* (Enerji Politikası) 15:6 (Aralık 1988): s. S38-S61.

¹¹ Travis Madsen, Tony Dutzik, Bernadette Del Chiaro, ve Rob Sargent, *Environment California: Generating Failure: How Building Nuclear Power Plants Would Set America Back in the Race Against Global Warming* (Fiyasko Üretmek: Küresel Isınmaya Karşı Sürdürülen Savaşta Nükleer Santraller İnşa Etmek Amerika'yı Nasıl Geri Bırakır) (Kasım 2009).

¹² Catherine Mitchell ve Bridget Woodman, *New Nuclear Power: Implications for a Sustainable Energy System* (Yeni Nükleer Enerji: Sürdürülebilir Bir Enerji Sistemi İçin Ne Anlama Geliyor) (Warwick İşletme Fakültesi: Mart 2006).

içinde etki göstererek karbondioksit salımlarını azaltabileceği yönündeki savı geçersiz kılar. Aksine, hükümet nükleer bir gelecek ile yenilenebilir enerji üretiminin ve enerjinin daha verimli kullanımının hâkim olduğu bir gelecek arasında seçim yapmalıdır.

John O. Blackburn, Ekonomi Profesörü, Duke Üniversitesi: Fotovoltaik paneller, nükleere alternatif düşük maliyetli seçenekler sıralamasında yerini aldı¹³.

Genel Bakış ve Eğilimler

Enerji talebi; karbon etkisi ve kaynakları kısıtlı bir dünya

Son birkaç yılda enerji sektöründe eşi görülmemiş değişimler yaşandı. Başta petrol ve ondan etkilenen diğer enerji piyasaları olmak üzere piyasalarda büyük istikrarsızlıklar görüldü. 2008 yılı ortalarında petrol fiyatı bir 10 yıl öncesine göre sekiz kat artarak varil başına 150 dolara yaklaştı. Ancak, bundan birkaç ay sonra bu yüksek fiyatların hızlandırdığı küresel ekonomik sorunlar nedeni ile fiyat varil başına 30 dolar civarına kadar düştü. Küresel resesyon enerji tüketimini düşürdü. Öyle ki 2009, İkinci Dünya Savaşı'ndan bu yana küresel elektrik tüketiminde azalma görülen ilk yıl oldu.

Yalnız geleneksel enerji tahminlerine göre, küresel enerji talebinde hızlı bir artış bekleniyor. Bunun nedeni, başta Çin ve bir dereceye kadar Hindistan olmak üzere Asya'nın büyüyen ekonomilerinin enerji ihtiyacı. Uluslararası Enerji Ajansı (UEA), 2009 Dünya Enerji Görünümü'ndeki Referans Senaryosu'nda küresel enerji talebinin 2030'a kadar yüzde 40 oranında artacağını varsayıyor. Bu senaryoda Çin'in enerji tüketimi 2007 yılından 2030'a kadar iki katına çıkarken Avrupa Birliği'nde talep yalnız yüzde 1, Amerika Birleşik Devletleri'nde ise yüzde 5'ten daha az oranda artıyor. UEA'nın esas aldığı Referans Senaryosu sürdürülebilir bir senaryo değil, ancak ülkelerin yürürlükteki politikalarının devam etmesi halinde sonucunu gösteriyor. Bu yola devam edildiği takdirde, atmosferde daha önce benzeri görülmemiş ve felaket boyutunda değişikliklerin meydana geleceğine kuşku yoktur. Nitekim UEA'nın işaret ettiğine göre "Referans Senaryosu"nun ima ettiği CO₂ yoğunluğu küresel sıcaklık ortalamasında 6 derece santigrata kadar varan bir artışa yol açabilir¹⁴."

İklim etkisi Referans Senaryosu'ndaki tek sorun değil; hattâ en acil sorun da değil. Özellikle sıvı yakıtlar bağlamında acil olan sorun orta vadede uygun kaynakların bulunabilmesi ve bunların tüketicilere bilfiil ulaştırılması ile fiyatlar

¹³ Nuclear Energy Loses Cost Advantage (Nükleer Enerji Maliyet Avantajını Yitiriyor), Diana S. Powers, New York Times, 26 Temmuz 2010.

¹⁴ UEA, World Energy Outlook 2009 (Dünya Enerji Görünümü), s. 44.

üzerindeki etkisi. UEA, Referans Senaryosu'nda 2030 yılı petrol talebine ilişkin tahminlerini son yıllarda düşürdü. 2004 Dünya Enerji Görünümü Raporu'nda (*World Energy Outlook*) küresel petrol talebinin yılda yüzde 1,6 artış göstererek 2030 yılında günde 121 milyon varile ulaşması beklenmekteydi. Şimdiki artış oranı senaryolarında ise talebin yılda yüzde 1 artarak 2030'da günde 105 milyon varile ulaşması bekleniyor. UEA özellikle OECD ülkelerindeki petrol tüketimi varsayımlarını değiştirerek, 2009 senaryosundaki rakamı 2004 yılına göre günde 17 milyon aşağıya çekti. Yalnız bu azalmış talebe rağmen genel talep artışındaki artış nedeniyle kaynak bulunabilirliği konusunda hâlâ ciddi soru işaretleri var (halihazırdaki talep günde 76 milyon varil olduğu için). Birleşik Krallık Enerji Araştırma Merkezi'nin (United Kingdom Energy Research Center- UKERC) 2009 yılında yaptığı tahminlere göre, üretimlerinin zirvesini geride bırakmış petrol sahalarında verim azalışı küresel ölçekte ortalama yılda en az yüzde 6,5, halen üretimde olan tüm sahalardaki azalma payı ise yılda en az yüzde 4. Şimdiki üretim seviyelerini korumak için her yıl günde 3 milyon varillik yeni kapasitenin eklenmesi gerekiyor. Bu, her üç yılda bir Suudi Arabistan'ın çıkardığı kadar petrolün üretime eklenmesi demek¹⁵.

Dolayısıyla arz güvenliği ile iklim güvenliği sistemi açısından günümüzdeki enerji sisteminin ve onu şekillendiren politikaların sürdürülebilirliği çok azdır. Öngörülen enerji sistemi ne olursa olsun, yeni enerji kaynaklarının işlenmesi yönünde artan talepleri karşılamak ve mevcut altyapı ile tesisleri yenilemek için yeni yatırımlara ihtiyaç duyulacaktır. UEA'nın tahminine göre Referans Senaryosu'nun yatırım maliyeti, 2008 ile 2030 yılları arasında 26 trilyon ABD doları ya da yıllık 1,1 trilyon dolar mertebesinde olacaktır. Bu rakam küresel yıllık GSYİH'nın yüzde 1,4'üne tekabül etmektedir. Bu maliyetin yarısından fazlası enerji sektörüne gidecektir. UEA enerji sektörünün ürettiği seragazi salımının, ortalama sıcaklıktaki 2 derecelik artış sınırının içinde kalacak şekilde azaltıldığı önemli bir senaryo daha hazırlamıştır. Bu "450 Senaryosu"ndaki yatırım maliyetleri Referans Senaryosu'ndakinden önemli ölçüde daha yüksek olup, 10,5 trilyon dolar daha gerektirmektedir ama UEA 450 Senaryosu'nun 2030'a kadar enerji maliyetlerinde 8,6 trilyon dolar civarında azalmaya neden olacağı, yapıların ömrü boyunca ise toplam 17 trilyon dolar tasarruf sağlayacağı da hesaplanmış.

Sürdürülebilir, güvenli bir enerji sektörü yaratmak için yeni bir yönelişe ihtiyaç olduğu, dünyada halen yürürlükte olan politikalarının, piyasa eğilimlerinin kökten ve hızla değişmesi gerektiği açıktır. Uzun vadede düşük karbonlu, çevre için güvenli bir enerji sektörü yaratmak mümkündür ve bu, işleri eskisi gibi sürdürmeye çalışmaktan daha ucuza mal olacaktır. Yalnız, yüksek derecede kirlilik yaratan bir enerji kaynağından daha az kirletici olana geçmek sürdürülebilir bir enerji sektörünü yaratmaya kendi başına yetmez. Bunun yanı sıra sadece sistemin enerji kullanımı sırasındaki verimliliğine değil, aynı zamanda onun

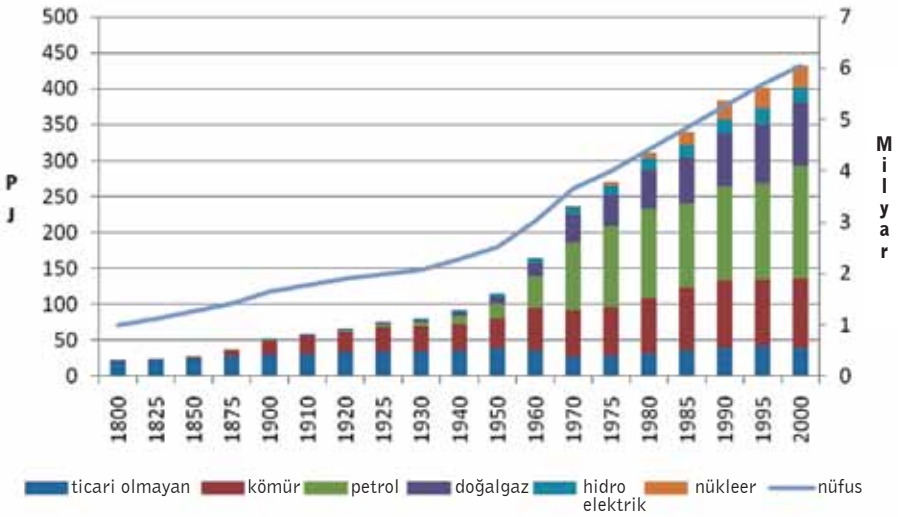
15 Birleşik Krallık Enerji Araştırma Merkezi (UKERC), *Global Oil Depletion, An Assessment of the Evidence for a Near-term Peak in Global Oil Production* (Dünyada Petrolün Tükenişi, Küresel Petrol Üretiminin Yakın Vadede Zirve Yapmasına İlişkin Kanıtların Bir Değerlendirmesi) (Ağustos 2009).

genellikle ihmal edilen üretim, dönüşüm ve iletim yönlerine de çok daha fazla ağırlık veren sistematik bir değişime ihtiyaç vardır.

Enerji arzı seçeneklerinin dönüştürülmesi

Nüfusun ve kişi başına düşen enerji tüketiminin artışı küresel enerji tüketimini de arttırmıştır. Aşağıdaki şekilde küresel enerji tüketiminin son iki yüzyılda ne derece arttığı görülüyor. Tüketim 1800'den 1900 yılına kadar iki katına çıkarken son 100 yılda ise sekiz kat artmıştır. UEA ve diğer kaynaklara göre bu eğilim, az gelişmiş ülkelerin bazı durumlarda temel enerji hizmetlerinden bile yoksun olan halklarına bu hizmetleri sağlayarak yaşam standartlarını yükseltmeye çalıştıkça devam edecek. Halen dünya nüfusunun yaklaşık dörtte biri elektriğe dayalı hizmetlerden mahrum yaşıyor. OECD ile gelişmekte olan ülkelerin kişi başına düşen tüketim miktarları arasında beş kat fark var. Şekilde ticari fosil yakıtların (kömür, doğal gaz ve petrol) bu uçuruma ne kadar katkısının olduğu da görülebiliyor. Küresel yıllık nüfus artışı oranı son yıllarda yüzde 1,3'e düşmüşse de BM'in orta seviyede doğurganlık senaryosunda bugün altı milyar olan dünya nüfusunun, 10 milyar olacağı hesaplanan zirve noktasına ancak 2200 yılından sonra ulaşacağı tahmin ediliyor¹⁶.

Şekil 1: Küresel Enerji Talebindeki Artış



Kaynak: Arnulf Grubler, 2008.¹⁷

16 BM, Six Billion (Altı Milyar) (2004),

<http://www.un.org/esa/population/publications/sixbillion/sixbilpart1.pdf>

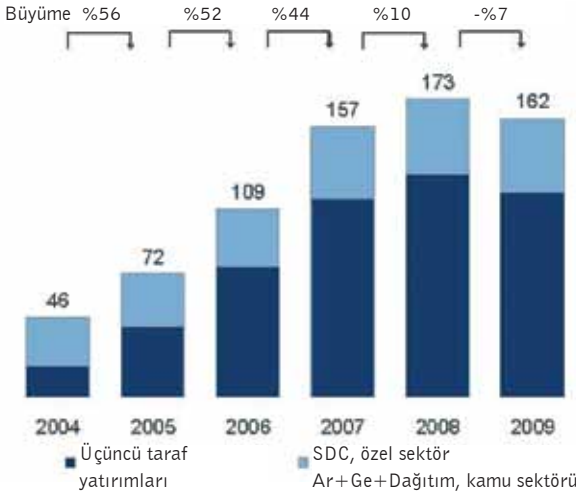
17 Arnulf Grubler, "Energy transitions" (Enerji geçişleri), *Encyclopaedia of Earth* (Yeryüzü Ansiklopedisi) içinde, editör: Cutler J. Cleveland (Washington, DC: Çevresel Bilgi Koalisyonu, Ulusal Bilim ve Çevre Konseyi, 2008).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının geçmişteki ve gelecekteki gelişimi

Yenilenebilir enerji yüzyıllar boyunca insanlığın ana enerji kaynağı oldu; önceleri biyokütlenin, özellikle odunun yakılmasıyla, sonraları su ve rüzgâr enerjisinin kullanılmasıyla. Ancak, son yüzyıllarda fosil yakıtlardan enerji elde etme kabiliyetinin gelişmesi ile yenilenebilir enerji daha az kullanılır oldu. Başta kömür, petrol ve ardından doğalgaz olmak üzere fosil yakıtların kullanılması, enerjinin benzeri görülmemiş ölçüde açığa çıkmasını sağladı. Bunun sebebi, fosil yakıtların enerji yoğunluğunun nispeten daha fazla olması, dolayısıyla bunların işlenmesi ve taşınmasında sarf edilen enerjiye rağmen tüketiciye büyük miktarda kullanılabilir enerji kalmasıdır.

Yalnız son birkaç yıldır, bazı bölge ve sektörlerde bu eğilim tersine dönmeye başladı. Bunların arasında en kayda değer olanı AB enerji sektörüdür. Avrupa'da 2009 yılında rüzgâr enerjisine 13 milyar avro yatırım yapıldı. Bunun sonucunda yeni yapılan tesislerin yüzde 39'unu oluşturan rüzgâr enerjisi santralleri, diğer bütün enerji üretim tesislerin iki yıl üst üste geride bırakmış oldu. Ayrıca, 2009 yılında kurulan yeni enerji santrallerinin yüzde 61'ini yenilenebilir enerji kaynakları oluşturdu. AB enerji sektörü kömür, fuel oil ve nükleer enerjiden uzaklaşmaya devam ediyor. Bu kaynaklarda hizmet dışı bırakılan tesislerin sayısı, yeni kurulan tesislerinkini sürekli olarak geride bırakıyor¹⁸.

Şekil 2: Sektörlere Göre Temiz Enerjiye Yapılan Yeni Finansal Yatırım: 2004-2009 (milyar ABD doları)



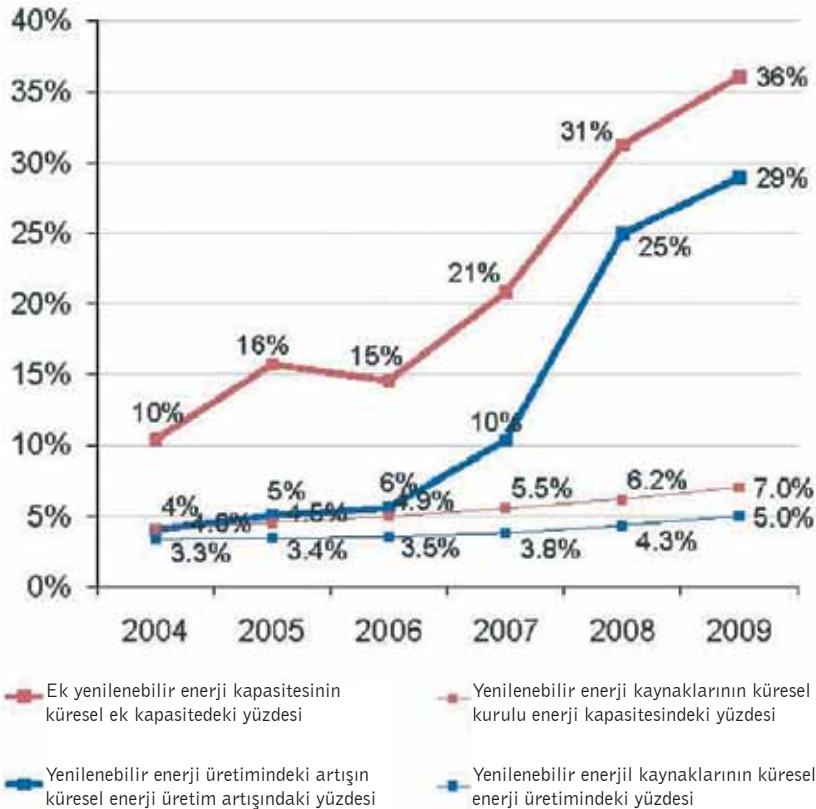
Kaynak: UNEP ve diğerleri, Sürdürülebilir Enerji Yatırımında Küresel Trendler, 2010¹⁹.

- 18** Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği (EWEA), *More Wind Power Capacity Installed Last Year in the EU Than Any Other Power Technology (Geçen Yıl AB'de Kurulan Rüzgâr Enerjisi Kapasitesi Diğer Bütün Enerji Teknolojilerini Aştı)*, Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği (Şubat 2010).
- 19** SDC = *Small distributed capacity = Küçük dağıtılmış kapasite: Yeni yatırım hacimlerinde yatırıma dönüştürülmüş sermaye hesaba katılmıştır. Kamuya açıklanmamış sözleşmeler toplam değerlere tahmini olarak dahil edilmiştir.* (Kaynak: *New Energy Finance*)

Şekil 2’de küresel enerji sektöründe buna benzer bir eğilimin nasıl gelişmekte olduğu görülüyor. 2009 yılında sürdürülebilir enerjiye yapılan yeni yatırımlar 162 milyar dolar idi (küresel ekonomik kriz yüzünden 2008’deki 173 milyar dolarlık rekor değerden yüzde 7 daha az).

Ancak, bu değer yine de şimdiye kadar görülen ikinci en büyük yıllık yatırım toplamı (ve 2004 yılındakinin dört katı) olup yeni kapasiteye yapılan harcama (büyük hidroelektrik santraller ve diğer yenilenebilir enerjiler dahil) yıllar itibarıyla üst üste ikinci kez yeni fosil yakıt kapasitesine yapılan yatırımdan daha büyüktü. Bunun sonucu olarak, Şekil 3’te görülebildiği gibi enerji sektörünün kurulu kapasitesindeki toplam artışın yüzde 36’sı yenilenebilir enerjilerden (büyük hidroelektrik santralleri hariç) gelmekteydi ama bunun küresel elektrik tüketimindeki toplam payı hâlâ yüzde 5 gibi nispeten düşük bir değerdir.

Şekil 3: Enerji Sektöründe Yenilenebilir Enerjinin Küresel Artışı
(Büyük hidroelektrik santralleri hariç)



Kaynak: BM Çevre Programı (UNEP) ve diğerleri, Global Trends in Sustainable Energy Investment (Sürdürülebilir Enerji Yatırımında Küresel Eğilimler), 2009.

Hidroelektrik

Elektriğin geliştirilmesi ve yaygın olarak kullanılması hidroelektriğin kullanımının da büyük ölçüde artmasına yol açtı. 2007 yılında üretilen yıllık hidroelektrik santralleri kaynaklı elektrik miktarı yaklaşık 3 bin 200 teravatsaatti (TWh) (740 milyon ton petrole eşdeğer, TEP). Küresel enerji karmasına katkı olarak bakıldığında, bu rakam üretilen elektriğin yüzde 15'ine eşittir. Hidroelektrik santrallerin kurulu gücü 923 gigavat olup, tüm yenilenebilir kaynakların açık farkla en büyüğüdür. Yalnız hidroelektriğin çevresel etkileri ve kabul edilebilirliğinde diğer temiz enerji kaynaklarına göre büyük farklılıklar vardır. Bu, özellikle hidroelektrik santrallerin büyüklüğü ile ilgilidir.

En rahat erişilebilir ve ekonomik hidroelektrik üretim noktalarının birçoğunun Kuzey Amerika ve Avrupa'da var olmasına rağmen hidroelektrik kullanımında önemli bir artış gerçekleşmemiştir. Nitekim 2000 yılından beri küresel hidroelektrik üretimi sadece yüzde 20 oranında artmıştır ki; bu bir bütün olarak elektrik tüketimindeki artış oranının altındadır. Dolayısıyla, BP Dünya İstatistiksel Enerji İncelemesi raporuna göre hidroelektriğin küresel elektrik tüketimindeki payı 2000 yılında yüzde 17 iken 2008'de yüzde 15'in biraz üstüne kadar gerilemiştir. UEA'nın Referans Senaryosu'na göre hidroelektrik üretiminin yüzde 50 kadar artması beklendiği halde göreceli katkısı yaklaşık yüzde 14'e kadar düşecektir. "450 Senaryosu"nda bile, 2030 yılında hidroelektrik santrallerden üretilen elektriğin toplam tüketimin ancak yüzde 19'unu karşılaması beklenmektedir.

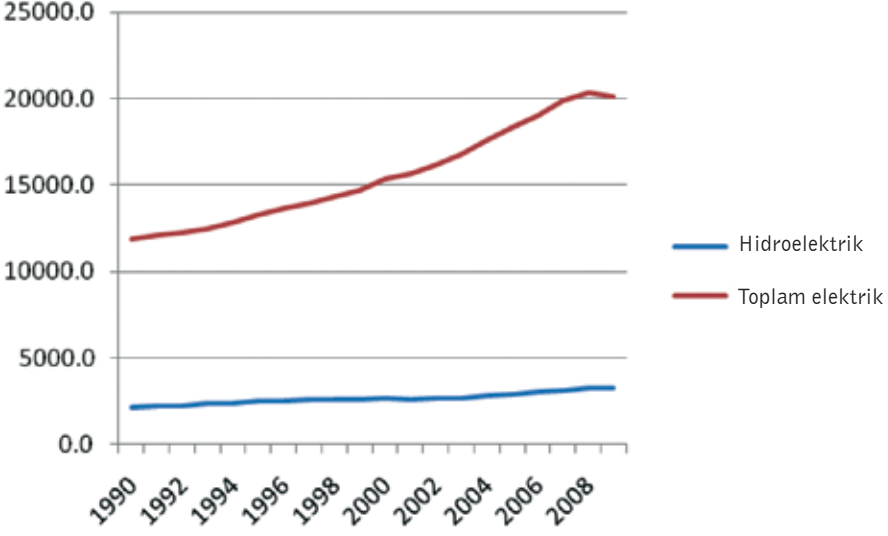
Başka kuruluşların senaryoları da hidroelektrik kaynaklı üretimde kayda değer bir artış olmayacağını gösteriyor. Greenpeace'in "Enerji Devrimi" adlı senaryosunda hidroelektriğin kurulu gücünün UEA'nın Referans Senaryosu'ndakinden bile daha az olacağı varsayılıyor²⁰ ama değerlendirmelere göre hidroelektrik potansiyeli çok daha büyük. Dünya Enerji Değerlendirmesi'nde ekonomik elektrik üretim potansiyelin yaklaşık 8 bin100 TWh, teknik potansiyelin 14 bin TWh kadar, toplam teorik potansiyelin ise 40 bin TWh civarında olduğu tahmin ediliyor²¹. Bu seviyelerin birçoğuna ulaşmak büyük, birçoklarına göre kabul edilemeyecek çevresel ve toplumsal sonuçlar doğuracağından bu yönde bir girişimde bulunulmayacaktır. Ancak, küçük nehir tipi santrallerden veya mevcut tesislerin verimliliğinin yükseltilmesinden bir miktar artış sağlanabilir.

Şekil 4'te hidroelektriğin zaman içinde küresel elektrik arzındaki göreceli önemi görülüyor. Hidroelektriğin nispeten iyi sayılabilecek ekonomik performansına rağmen hidro kaynaklı elektrik üretimi enerji sektörünün hızına ayak uyduramamıştır ve toplam elektrik üretimine katkısı azalmaktadır.

²⁰ Greenpeace, *Enerji Devrimi, Küresel Enerji Senaryosu* (DLR, Teknik Termodinamik Enstitüsü, Sistem Analizi ve Teknoloji Değerlendirme Bölümü, Avrupa Yenilenebilir Enerji Konseyi ve Greenpeace Uluslararası, 2008).

²¹ Dünya Enerji Değerlendirmesi (WEA), "Bölüm 4: Energy Resources (Enerji Kaynakları)", *World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability* (Dünya Enerji Değerlendirmesi: Enerji Ve Sürdürülebilirlik Meselesi) içinde, (UNDP, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, 2004).

Şekil 4: Küresel Elektrik Ve Hidroelektrik Üretimi (TWh)



Kaynak: BP, 2009.²²

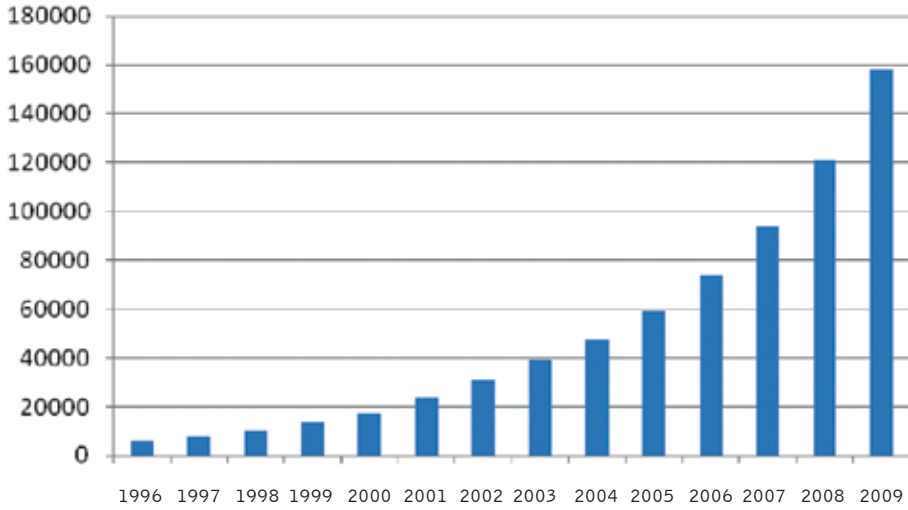
Rüzgâr enerjisi

Yukarıda belirtildiği gibi rüzgârın ticari kullanımı son yıllarda birçok ülkede artmıştır. Aşağıdaki şekillerde son 10 yılda kurulu güçte meydana gelen artış ile kurulu gücün ülkelere göre dağılımı görülüyor. Geçen 10 yılda yıllık küresel artış oranı yüzde 30'a ulaştı. Özellikle enerji ve iklim güvenliğini rüzgâr enerjisine dayanarak iyileştirmeyi amaçlayan önlemler sayesinde bu eğilimin artması bekleniyor. Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi (GWEC) 2008 yılında rüzgârdan elde edilen 261 TWh'lik elektriğin 2012'de 680 TWh'ye çıkmasını bekliyor. Bu değer, Kyoto Protokolü'nün EK-1 ülkelerinin birinci taahhüt dönemine ait üstlendiği indirim hedeflerinin yüzde 42'sini karşılıyor. Ayrıca GWEC'nin tahminlerine göre, rüzgâr enerjisi daha iddialı bir senaryoda, (Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin (Intergovernmental Panel on Climate Change- IPCC) salımları yüzde 25 ilâ yüzde 40 azaltma çağrısı yaparken belirttiği gibi gelişmiş ülkelerin yüzde 21 ilâ 34 arasındaki indirimlerini karşılayabilir. Bunun için 2020 yılına kadar 1000 GW civarında kurulu güç gerekiyor ki bu halihazırdaki küresel artışın yavaşlaması demek²³. Ancak, başka senaryolarda 2020 yılında rüzgâr enerjisinin ulaşacağı kurulu gücün çok daha düşük olacağı tahmin ediliyor. "450 Senaryosu"nda UEA'nın tahmini 650 GW civarında, Greenpeace'in tahmini ise yaklaşık 900 GW.

²² BP, Dünya İstatistiksel Enerji İncelemesi (Haziran 2009).

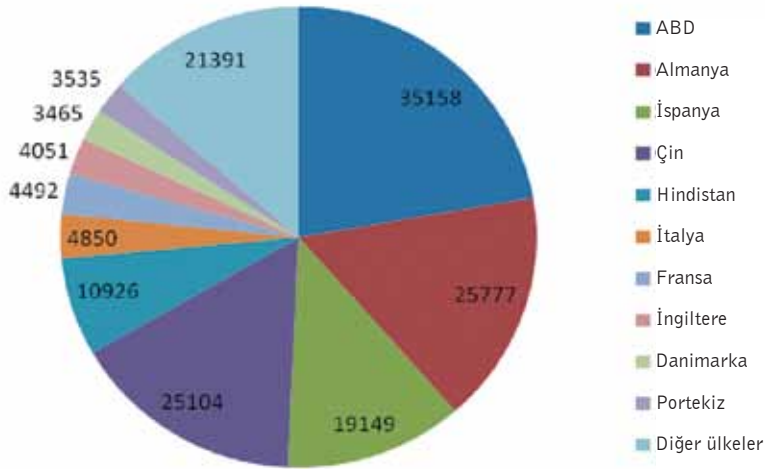
²³ Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi (GWEC), *Wind Power is Crucial for Combating Climate Change* (İklim Değişikliğiyle Mücadelede Rüzgâr Enerjisi Kilit Önemde) (Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi, Aralık 2009).

Şekil 5: Yıllara Göre Küresel Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü (MW)



Kaynak: Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi, 2010.²⁴

Şekil 6: Rüzgâr Santrallerinin 2008'deki Kurulu Gücü (MW)



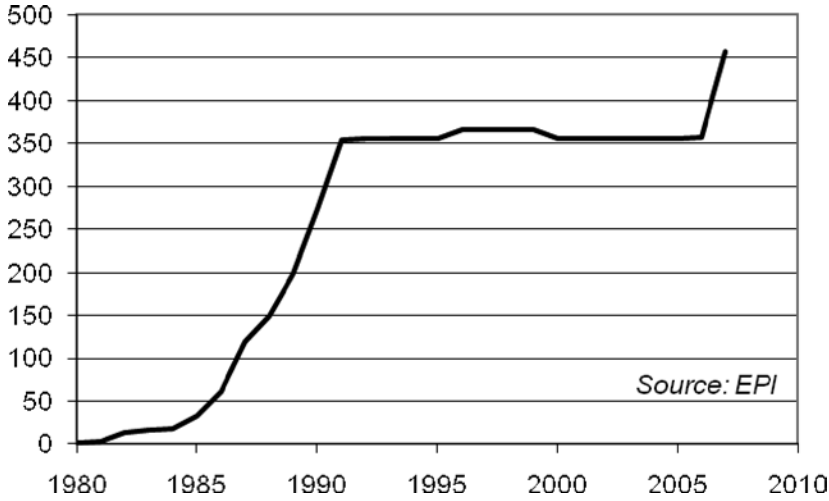
Kaynak: Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi, 2010.

24 Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi (GWEC), "Küresel Rüzgâr Enerjisi Kurulu Kapasitesi: 2008/9" (Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi, Şubat 2010), http://www.gwec.net/fileadmin/documents/PressReleases/PR_2010/Annex%20stats%20PR%202009.pdf

Güneş enerjisi

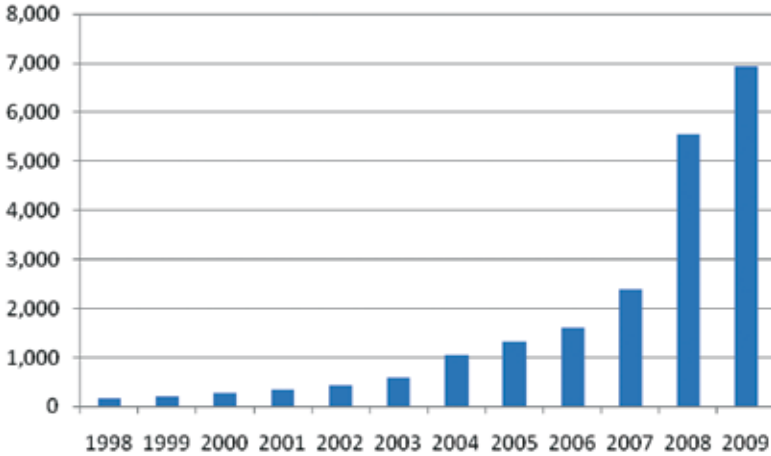
Elektrik üretimi için başlıca iki tür güneş enerjisi teknolojisi vardır: Konvansiyonel üretime yakın bir yöntem ile güneşin ışınlarını yoğunlaştırıp buhar üreten, bu buharla türbinleri çevirerek elektrik üreten yoğunlaştırılmış (konsantre) güneş enerjisi teknolojisi ve güneş enerjisini doğrudan elektrik akımına dönüştüren fotovoltaik teknoloji. Güneş enerjisi ayrıca, çok daha geniş ölçekte su ve bina ısıtmasında kullanılmaktadır. Bu teknolojiler çok farklı yönlerde gelişmiştir. Daha büyük, daha merkezi bir yöntem olan yoğunlaştırılmış teknoloji "ani yükseliş" ve "çöküş"e sahne olurken, (Şekil 7) fotovoltaik teknoloji daha istikrarlı bir gelişme göstermiştir (Şekil 8).

Şekil 7: Dünyadaki Yoğunlaştırılmış Güneş Termal Enerji Kurulu Gücü 1980-2007 (MW)



Kaynak: EPI (Yeryüzü Politikası Enstitüsü), 2009.

Şekil 8: Dünyada Yıllık Güneş Hücresi Üretimi 1975-2007 (MW)



Kaynak: EPI (Yeryüzü Politikası Enstitüsü), 2009.

Son birkaç yılda fotovoltaik (PV) güneş enerjisi ekonomisinde ve bu kaynağın hayata geçirilmesinde büyük bir atılım yaşandı. Teknolojik gelişmeler ve daha büyük üretim tesislerinin devreye girmesiyle PV modülleri büyük ölçüde ucuzladı. Bunun sonucunda PV güneş enerjisinin kurulum maliyeti 2008 yılında pik vatbaşına yedi dolardan 2009'da yaklaşık beş dolara ve hatta dağıtım şirketi ölçeğindeki bazı projelerde kurulu vat başına üç dolara kadar düştü²⁵. Fasit daire şeklinde, fiyatlardaki bu düşüş daha yaygın kullanıma, yaygın kullanım ise tekrar fiyatlarda düşüşe zemin oluşturuyor. Kullanımdaki artışta en büyük pay, yakın geçmişe kadar Almanya'nındı. 2009 yılında 3 bin 800 MW'lık yeni kapasite kuran Almanya'nın yıl sonunda işlettiği toplam PV kapasitesi neredeyse 10 bin MW idi. Federal Şebekeler Dairesi 3 bin MW'ın üzerinde artış bekliyor²⁶.

19 Temmuz 2010 tarihinden beri Almanya ulusal şebekesinde güneş enerjisi üretimi gerçek zamanlı izlenebiliyor. Bu tarihi takip eden haftalarda öğle vakitlerinde düzenli olarak şebekeye 5 bin MW'tan fazla enerji girdisi görülebilmekteydi (bak.: Gerçek Güneş Enerjisi Üretimi).

Ancak, 2010 yılında kurulu kapasitedeki artışın yüzde 60'ının başta Çin, İtalya, Japonya, İspanya ve ABD olmak üzere diğer ülkelerin katkılarından oluşması bekleniyor. Azalan üretim maliyetleri sonucunda fotovoltaik güneş enerjisinden üretilen elektriğin şebekeye verilmiş maliyetlerinin artık nükleer enerji ile aynı düzeye geldiği iddia ediliyor. Duke Üniversitesi ekonomi profesörü John Blackburn tarafından hazırlanan bir raporda, fotovoltaik güneş enerjisi sistemlerinin maliyeti ucuzladıkça bunların bir noktada, tahminlere göre artmaya devam edecek nükleer enerjiden üretilen elektrik fiyatının altına ineceği ve böylece "tarihi bir kesişme noktası" oluşacağı öne sürülüyor²⁷. Ayrıca, pek güneşli bir ülke sayılmayan İngiltere'nin önde gelen PV güneş enerjisi şirketlerinden biri, 2013 yılına kadar evlerdeki PV sistemlerinden elde edilen elektriğin üretim fiyatının (şebeke paritesi) tüketicilerin ödediği elektrik ücretine yakın olacağı kanısında olduğunu açıkladı²⁸. Avrupa'da paritenin 2020 yılına kadar gerçekleşmeyeceği düşüncesini taşıyanlar da var olmakla birlikte, bugün sipariş edilecek yeni bir nükleer santralin en iyi ihtimalle faaliyete geçeceği tarihin 2020 olduğu düşünülürse, bu gecikmiş tarihin bile ne kadar önemli olduğu anlaşılır.

25 Clean Energy Trends 2010 (2010'da Temiz Enerji Trendleri), Ron Pernick ve Clint Wilder, Clean Edge

26 Federal Şebekeler Dairesi, Basın Bülteni, 27 Temmuz 2010

27 Nuclear Energy Loses Cost Advantage (Nükleer Enerji Maliyet Avantajını Yitirdi), Diana S. Powers, New York Times, 26 Temmuz 2010

28 Jeremy Leggett, "I accept George Monbiot's £100 solar PV bet" (George Monbiot ile PV güneş enerjisi hakkında 100 sterlinine iddiaya girmeyi kabul ediyorum), The Guardian, 9 Mart 2010

Nükleer enerjinin geçmişteki ve gelecekteki gelişimi

İlk nükleer reaktör elektrik şebekesine 1954 yılında, şimdi dağılmış olan Sovyetler Birliği'nde bağlanmıştı. Faaliyetteki reaktörlerin sayısı 1980'li yılların sonuna kadar hiç durmaksızın arttı. 1989 yılına gelindiğinde dünyada 424 adet reaktör çalışmaktaydı. 2002 yılında 444 adet reaktörle tarihi bir zirveye ulaşıldı. Bu sayı, 2010 yılının Ağustos ayı itibarıyla faaliyette olan reaktörlerin sayısından beş adet daha fazlaydı. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nın (IAEA) açıkladığı listeye göre, bugün 61 reaktör (Ağustos 2010 sonu itibarıyla) inşa halinde. Bunlardan 13'ü 20 yıldır listede, yarısından fazlasının ise inşaatı önemli ölçüde gecikmiş durumda²⁹. Nitekim nükleer enerjinin ticari kullanımından beri ilk defa bir yılda (2008) şebekeye hiçbir yeni reaktör bağlanmadı. Romanya'daki Cernavoda-2 reaktörünün Ağustos 2007 yılının Ağustos ayında (24 yıllık bir inşaat sürecinin ardından) devreye alınmasından beri sadece beş adet nükleer reaktör (Japonya, Çin ve Rusya'da birer, Hindistan'da iki adet) faaliyete geçirilirken 2008 ve 2009 yıllarında beş reaktör hizmet dışı bırakıldı. Yaygın performans arttırmalarına³⁰ rağmen toplam kurulu güç bir miktar azaldı.

2008 yılında 370 GW'lık nükleer kapasite ile 2 bin 600 TWh civarında elektrik üretildi. Bu miktar dünyadaki ticari elektriğin yüzde 14'ü, ticari birincil enerjinin yüzde 5,5'i veya azalma eğilimiyle birlikte tüm enerjinin yüzde 2 ilâ yüzde 3'üne tekabül etmektedir³¹.

Nükleer enerjinin rolü gerçek anlamda azalmışsa da IAEA ile OECD'nin Uluslararası Enerji Ajansı'nın muazzam bir gelişme öngören tahminleri giderek daha iyimser hale gelmiştir. IAEA 2030 yılına kadarki "düşük" senaryosunda 473 GW'lık, hayranlık uyandıran bir hesap hassasiyetiyle hazırlanmış "yüksek" senaryosunda ise 747,5 GW'lık nükleer kapasite öngörüyor. UEA, Dünya Enerji Görünümü 2009 raporunun Referans Senaryosu'nda yüzde 10'luk ek bir katkıyla 2030 yılına kadar nükleer kurulu gücün 475 GW'a ulaşacağını varsaymıştır. UEA "450 Senaryosu"nda ise IAEA'nın "yüksek" senaryosundaki gibi, halihazır-daki nükleer kurulu güç ve elektrik üretiminin 2030 yılına kadar iki katından fazla artacağını öngörmüştür. UEA şöyle diyor:

"Nükleer Rönesans mümkündür fakat bir gecede olamaz. Nükleer projelerin karşısında inşaat sürelerinin uzaması ve bununla bağlantılı riskler,

29 Ayrıntılı bir analiz için bak.: Mycle Schneider, Steve Thomas, Antony Froggatt ve Doug Koplow, *The World Nuclear Industry Status Report 2009 (Dünya Nükleer Enerji Durum Raporu)*, hazırlayan: Alman Çevre Bakanlığı (Paris: Ağustos 2009); İngilizce ve Almanca olarak http://www.bmu.de/english/nuclear_safety/downloads/doc/44832.php adresinde bulunabilir.

30 Mevcut tesislerde teknik yoldan gerçekleştirilen kapasite artışı (buhar jeneratörünün değiştirilmesi, türbin yenilenmesi, vb).

31 Burada "ticari" terimini kullanmamızdaki maksat, dünyanın birçok yerinde enerji arzının önemli bir bölümünü oluşturan, örneğin şebekeye bağlı olmayan santrallerin veya ticari olmayan biyokütle enerjisi istatistiklerinde genellikle hesaba katılmadığını açıklığa kavuşturmak için.

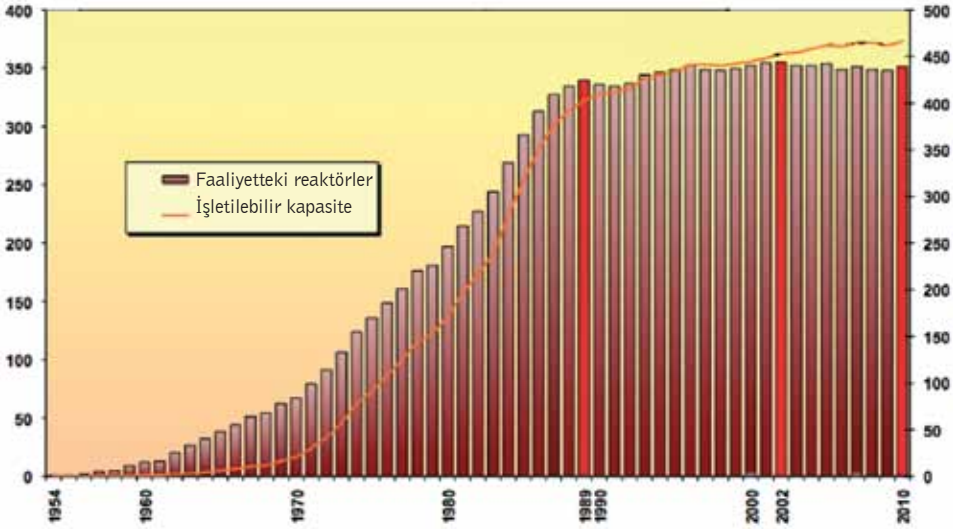
lisanslama sürelerinin uzunluğu, kalifiye eleman kıtlığı, ayrıca atıkların doğadan yalıtılması, nükleer silahların yayılması ve yerel halkın karşı çıkması gibi eskiden beri süregelen önemli engeller vardır. Nükleer santrallerin finansmanı özellikle serbest pazarlarda her zaman zor olagelmıştır ve mali krizin bu zorluğu daha da arttırması kesin gibidir. Muazzam sermaye ihtiyaçları, maliyetlerin bütçeleri aşma riski, düzenlemelerdeki belirsizliklerle birleştiğinde yatırımcılar ve kreditorler talep artışının güçlü olduğu dönemlerde bile son derece ihtiyatlı davranmak zorunda kalmaktadır³².”

Büyük çaptaki bu büyüme tahminlerine gerekçe oluşturmak için bu “önemli engeller”in nasıl aşılanacağını ne UAEA ne de UEA tarif ediyor. Merkezi İsviçre'nin Basel kentinde bulunan düşünce kuruluşu Prognos³³ son raporlarından birinde 2030 yılında faal reaktörlerin sayısının 2009 ilkbaharına göre yüzde 29 azalacağını tahmin ediyor. Prognos'un tahminine göre, Dünya Nükleer Birliği'nin 2030 yılı için ilan ettiği projelerden sadece yüzde 35'i gerçekleşecek. Bu sayı şebekeden çıkarılan eskimiş reaktörlerin yokluğunu telafi etmeye yeterli olmayacak.

Şekil 9: Dünyadaki Nükleer Reaktörler ve Kurulu Güçleri 1954-2010 (GW)

424 reaktör vb

Reaktör sayısı



© Mycle Schneider Consulting

Kaynaklar:IAEA-PRIS, MSC, 2010

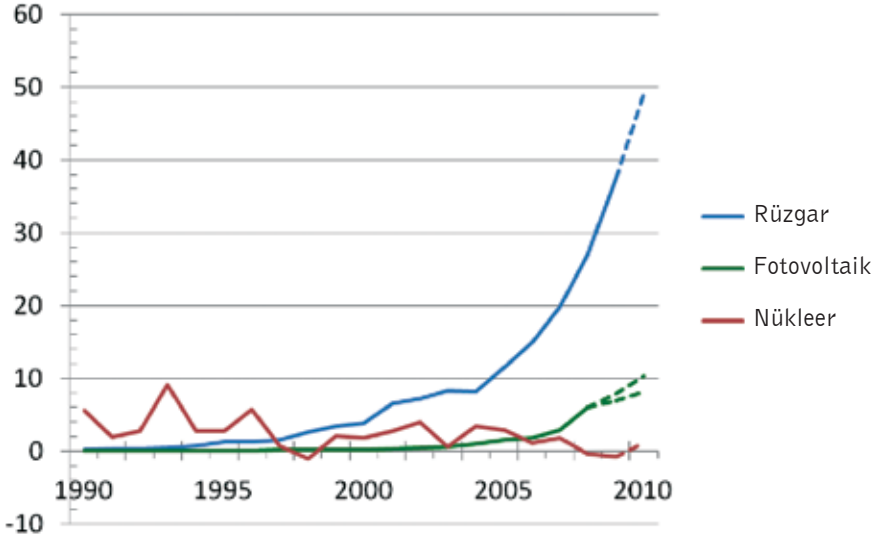
³² UEA, *World Energy Outlook* (Dünya Enerji Görünümü) 2009, s. 160.

³³ Matthias Deutsch ve diğerleri, *Renaissance der Kernenergie (Nükleer Enerjinin Yeniden Doğuşu)*, hazırlayan: Radyasyondan Korunma Bürosu (BFS) (Berlin/Basel: Eylül 2009).

Nükleer ile yenilenebilir enerji kaynaklarının karşılaştırılması

Şekil 10 ve 11’de yeni yenilenebilir (büyük hidroelektrik hariç) ve nükleer tesislerin şebekeye katkısı ile tüm düşük karbonlu enerji kaynaklarının küresel elektrik üretimine katkısı görülüyor. Verilen değerler ilk bakışta çelişkili görünse de bunlar aynı madalyonun iki yüzü gibidir. Şekil 10’da son yirmi yılda küresel şebekeye yapılan net ilaveler yer alıyor. Münferit santrallerin büyüklüğü kapatılan reaktörlerle birlikte düşünüldüğünde, nükleer eğilim çizgisinin neden genel bir yön izlemediği ortaya çıkıyor. Yanlız özetle sözkonusu dönemin başında ortalama yıllık net ilave nükleer kapasitenin 2 GW civarında olduğu kabul edilebilir, küresel kurulu güç ise 370 GW civarındadır. Ancak bu eğilim, 2005 yılından beri durağanlaşmış veya azalmaya dönmüştür. Aynı dönemde rüzgâr enerjisi kurulu gücü yılda ortalama 10 GW’tan fazla artmış ve ilave kapasiteler düzenli olarak artarak 2009 yılında 37 GW’ı aşmıştır

Şekil 10: Küresel Elektrik Şebekesine Eklenen Yeni Yenilenebilir ve Nükleer Enerji Miktarları 1990-2010 (GW)



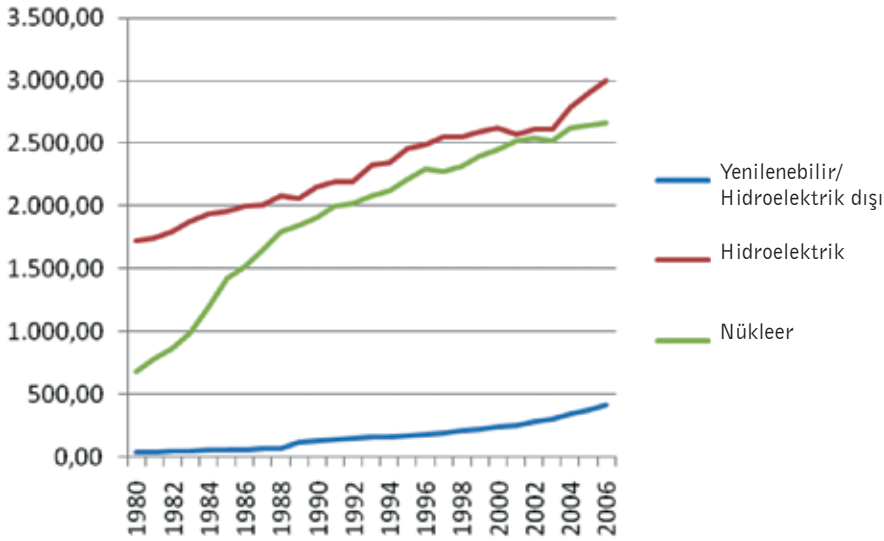
Kaynak: Amory Lovins, 2010.³⁴

Ancak, Şekil 11’de gösterildiği gibi, fosil yakıt dışındaki çeşitli kaynaklardan üretilen elektrige bakmak da önemlidir. Burada, yenilenebilir enerjilerde son yıllarda gerçekleşen artışa rağmen bunların elektrik üretimine katkısının, nükleer ve hidroelektrik enerjisiyle karşılaştırıldığında ne kadar küçük kaldığı görülüyor. Yanlız Şekil 17’de görüldüğü gibi, bu durum değişecektir. UEA’nın “450 Senaryosu”ndaki varsayımlara göre 2030 yılında hidroelektrik kullanımı

³⁴ Amory Lovins, yazarla kişisel iletişim (2010).

nükleer enerjinin günümüzdeki miktarının iki katına çıkarken rüzgâr enerjisi ve diğer yenilenebilir enerjiler de buna eşdeğer miktarda üretim sağlayacaktır³⁵.

Şekil 11: Fosil Yakıt Dışı Kaynaklardan Üretilen Elektrik



Kaynak: EPI, Yeryüzü Politikası Enstitüsü, 2009.

Sistemle İlgili Sorunlar

“Birisi çıkıp kamuoyunun önünde rüzgâr veya güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisi miktarında dalgalanmalar olduğundan şebekenin baz yük üretiminde nükleer enerjiye ihtiyaç vardır derse, o kişi ya elektrik şebekesinin ya da nükleer santralın nasıl çalıştığını bilmiyordur veya kamuoyuna bile bile yalan söylüyordur. Nükleer enerji ile yenilenebilir enerjiler birlikte çalıştırılmaz.”

Siegmar Gabriel, Eski Federal Almanya Çevre Bakanı³⁶

Politika olarak nükleer enerjiyi ve/veya enerji verimliliği + yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirme kararı, teknolojik şıklar arasında seçim yapmanın çok ötesindedir. Önceden var olan siyasi sistemler, karar verme süreçleri, pazar yapısı ve ciddi altyapı, sıklıkla kararları tetikler veya en azından büyük ölçüde etkiler. Diğer taraftan, merkezileştirilmiş ya da adem-i merkezizetçi enerji üretimi gibi temel sistem kararlarının, enerji teknolojilerinin ve sistemlerinin esnekliği ile rekabet gücü üzerinde büyük etkisi vardır. Örneğin, ısı ve elektrik temelli enerji hizmetlerinin sağlanmasında birleşik ısı ve güç santrallarının

³⁵ UEA, World Energy Outlook (Dünya Enerji Görünümü) 2009, Tablo 9.2, s. 324.

³⁶ Alman Federal Meclisi, 16'ncı A seçim dönemi, 211'inci oturum Alman Federal Meclisi 16. Yasam dönemi, 211. Oturum (Berlin: 19 Mart 2009).

(CHP) çok daha verimli olduğundan kuşku duyulmamasına rağmen CHP'lerin *mevcut* merkezileştirilmiş, sıklıkla aşırı büyük elektrik santralleriyle veya *mevcut* doğal gaz şebekeleriyle rekabet etmesi zordur.

Gelişmekte olan birçok ülkede bu altyapı kararlarının birçoğu henüz verilmemiştir. Dolayısıyla bu temel sistem seçimlerinin neler getireceğinin değerlendirilmesi son derece önemlidir. Geçmişte yapılmış stratejik seçimlerin neler getirdiği sanayileşmiş ülkelerde görülmektedir. Ne yazık ki yerel ve bölgesel ölçekte çok sayıda başarılı örnek bulunabildiği halde uygun maliyetli, sürdürülebilir enerji hizmetleri sağlayan ulusal enerji politikalarına “iyi” bir örnek yoktur. Bütün ülkelerde yürürlükte olan politikalar ciddi eksikliklere sahiptir ve bunların giderilmesi için büyük “tamiratlar” yapılması gereklidir.

Fransa'nın merkezileştirilmiş sistemi

Örneğin, gayet merkezîyetçi bir siyasi sistemle yönetilen Fransa, doğal olarak enerji arzı meselelerine de her zaman merkezîyetçi çözümler aramıştır. Fransa'da nükleer enerji tepeden aşağıya doğru işleyen karar verme mekanizmalarının mantıklı bir seçimi olup, merkezi devletin enerji meselelerinde bölgesel veya yerel yönetimlerle siyasi erki paylaşma gibi bir niyetinin kesinlikle olmamasının bir sonucudur. Devlet destekli nükleer mantık, yeni, yenilenebilir enerji kaynakları geliştirmek isteyen küçük ve orta büyüklükteki işletmeleri silindiren gibi ezmiştir. Buna benzer bir şekilde verimlilik sağlama çabalarının da önü sıklıkla kesilmiştir. 1980'li yılların ortalarında, enerjiden sorumlu kamu hizmeti kuruluşu EDF'nin ihtiyacın ötesinde nükleer santraller (16 adet) inşa ettiği açıklık kazandı. Devlet, teçhizat planlamasında ayarlama yapmak yerine Enerji Verimliliği Ajansı'nın büyük bir bölümünü lağvetti ve EDF iki stratejik tercih yaptı: Uzun vadeli elektrik ihracat anlaşmaları ve elektriğin ısıtma ile su ısıtmasında kullanılmasının yaygın biçimde desteklenmesi. Bu strateji, Fransa'da enerji verimliliği + yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesinin önündeki en büyük engeli doğurdu. Yüz binlerce binanın bacasız inşa edilmesiyle elektrikten daha az israf ve kirlilik yaratan düşük maliyetli bir ısı kaynağına geçiş fırsatı heba edilmiş oldu. Son yıllarda bu eğilim daha da güçlendi ve Fransa'da inşa edilen konutların yaklaşık yüzde 75'i elektrikle ısıtılır oldu. Bazı vakalarda kentsel ısıtma şebekeleri elektrikle ısıtılan binalara bağlantı vermeden döşeniyor, çünkü bu yatırım gereğinden fazla bir maliyete neden oluyor.

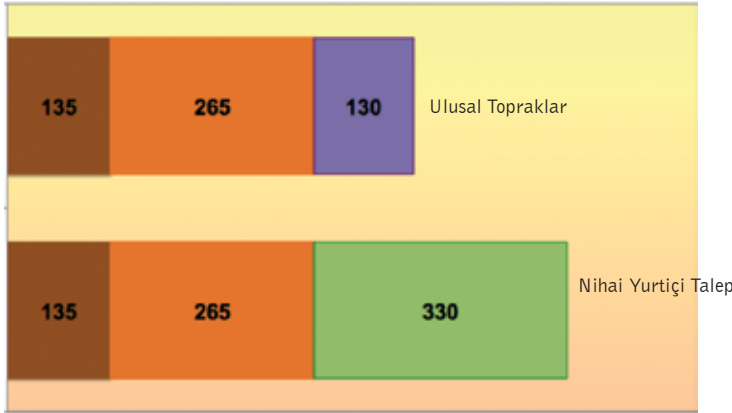
Fransa'da elektriğin ısıtma amacıyla yaygın biçimde kullanılmasının (konutlarda tüketilen elektriğin neredeyse yarısı) bir başka yan etkisi de kışın elektriğin pik değerlerinin olağanüstü artarak günümüzde, yaz aylarındaki en düşük tüketime sahip günlerinin üç katına çıkmasıdır. Bunun sonuçları ise elektrik üretimi için fosil yakıtların kullanımında büyük bir artış (1990 yılından beri yaklaşık yüzde 25), yaşları 40'ı bulan fuel-oil ile çalışan elektrik santrallerinin yeniden devreye sokulması ve başta Almanya'nın kömürlü santrallerinden alınan elektrik olmak üzere elektrik ithalatının hızla artması oldu. Öyle ki 27 yıllık

aradan sonra Fransa, 2009 yılın Ekim ayı ve 2010 yılının Ocak ayında elektrikte net ithalatçı olmuştur.

Fransa'da enerji verimliliği + yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirme çabaları çok az ilerleyebilmiştir. Kişi başına düşen elektrik tüketimi AB ortalamasından veya Çernobil felaketinin ardından nükleer enerjiyi terk eden İtalya gibi bir ülkeden önemli ölçüde daha yüksektir. İspanya'nın sadece 2008 yılında ilave ettiği yeni rüzgâr enerjisi kapasitesi (4 bin 600 MW) Fransa'nın 2007 yılına kadar kurduğu toplam rüzgâr kurulu gücünden (4 bin 60 MW) daha fazladır.

Fransa'nın nükleer gücünün ülke ekonomisini karbonsuzlaştırdığı yanlış bir düşüncedir. Fransız hükümetinin yayımladığı yeni rakamlardan da³⁷ görüldüğü üzere, ithal mallarının net karbon içeriği dikkate alındığında (yani ihracat mallarının karbon içeriği düşüldükten sonra) fert başına düşen seragazi salımı (2005) 8,7 tondan 12 ton CO₂ eşdeğerine yükselerek neredeyse ekonomisi kömüre dayalı Almanya'dakine ulaşmıştır³⁸. Almanya 2009 yılında yerini Çin'e bırakıncaya kadar dünyanın en büyük ihracatçı ülkesiyken Fransa'nın büyük bir ticaret açığı vardır.

Şekil 12: Fransa'da Son Tüketimden Kaynaklanan Seragazi Salımları (1 ton CO₂ eşdeğeri olarak)³⁹



- Doğrudan v halkından kaynaklanan salımlar (ulaşım ve ısınma)
- Yurtiçi talep için gerçekleştirilen ulusal üretimden kaynaklanan salımlar
- İthal mallardan kaynaklanan salımlar
- İhracat mallarından kaynaklanan salımlar

³⁷ Fransız Çevre Bakanlığı, "L'empreinte carbone de la demande finale intérieure de la France" « Fransa'da nihai iç talebin karbon ayak izi », Ağustos 2010

³⁸ Norveç Karbon Ayak İzi Hesaplama sitesi 2001 yılındaki altı çeşit seragazi salım miktarını Fransa için 13,1 ton CO₂ eşdeğeri, Almanya için ise 15,1 ton CO₂ eşdeğeri olarak göstermektedir. Bak.: <http://carbonfootprintofnations.com>

³⁹ Bu hesaplamada yalnız CO₂, CH₄ and N₂O gazlarının dikkate alındığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Alman yaklaşımı: Nükleer enerjiyi aşamalı olarak terk etme ve yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirme

Almanya örneği tamamen farklı bir strateji içerir. Elektriğinin yüzde 30'a yakını nükleer enerjiden elde edildiği halde bu ülke her zaman kömür ve linyite büyük ölçüde bel bağlamıştır. 2000 yılında hükümet nükleer enerji şirketleriyle bir anlaşma imzalamış ve 2002'de de nükleer enerjinin aşamalı olarak terk edilmesi için meclisten yasa çıkarmıştır. Buna paralel olarak 2000 yılında tarife garantisi için yasa çıkarılmıştır. Hükümet yenilenebilir enerji üreticileri için üretilen elektriği belli bir fiyattan alım garantisi getirmiş ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ısı piyasasındaki varlığını arttırmak için teşvik programları koymuştur. Nükleer enerjinin aşamalı olarak terk edilmesine ilişkin net bir hedef ile yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi yönündeki güçlü teşvikler olağanüstü hareketli bir ortam yaratmıştır. Uygulamanın şekillendirilmesinde devlete bağlı bölgesel enerji kuruluşları önemli bir rol oynamıştır. 1990'lı yılların sonundan bu yana yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen toplam enerjinin miktarı üç katına çıkmış, yüz binlerce kişiye istihdam yaratılmış ve yenilenebilir enerji teknolojileri en önemli ihracat kalemlerinden biri haline gelmiştir.

Ancak, her şey yolunda gitmemiştir. Başta rüzgâr enerjisi olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi 70 TWh kadar (veya 1990 ile 2007 arasında beş kat) çıkarken toplam elektrik tüketimi aynı sürede yüzde 12'den fazla, neredeyse 68 TWh artmıştır. Sonuç olarak Almanya'nın enerji üretim sektörünün 2007 yılındaki CO₂ salımları 1990'dakilerle aynı seviyede gerçekleşmiştir. Bu özellikle çok şaşırtıcı bir sonuçtur, zira Doğu ile Batı Almanya'nın birleşmesi sonucunda, demode elektrik santrallerinin⁴⁰, sektörlerinin devre dışı bırakılması karbon içeriğinde ve enerji tüketiminde "doğal" bir azalmaya yol açmıştır.

Enerji analistleri ve çevre kuruluşları, bu soruna bir süredir işaret etmekteydi ama ne önceki Büyük Koalisyon ne de yeni muhafazakâr hükümet, AB yasalarının gerektirdiği asgari verimlilik şartlarını bile yerine getirebilmiş değildir. Almanya'daki nükleer santrallerin faaliyet sürelerinin uzatılma olasılığı da ülkedeki enerji sisteminin yeniden yapılandırılmasını tehdit etmektedir. Alman Çevre Bakanlığı tarafından Joachim Nitsch'e yaptırılan kapsamlı bir analizde 2008 yılında şu sonuçlara varılmıştı⁴¹:

“Nükleer enerjinin ömrünün uzatılması halinde yenilenebilir enerji kaynaklarının 2020 yılında yüzde 30'luk paya ulaşması hedefinin tehlikeye düşmemesi için yeni fosil yakıtlı santrallerin inşaatına ilişkin halihazırdaki planların tamamen değiştirilmesi gerekecektir. Bu durumda birleşik ısı ve güç santralleri ile (CHP) ilgili hedefe de ulaşamayacaktır.

⁴⁰ 1989 yılında Doğu Berlin'de çalışır durumdaki en eski kömürlü santral 1919'dan kalmaydı.

⁴¹ Joachim Nitsch, “Kılavuz araştırma 2008 - Almanya ve Avrupa'nın güncel iklim koruma hedefleri ışığında yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi stratejisinin devam ettirilmesi, hazırlanan: Federal Alman Çevre, Doğa Koruma ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı (Ekim 2008).

Enerji arzında elektrik verimliliği ile CHP üretiminin büyük oranda arttırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının büyüme dinamiğinin güçlendirilmesi yönünde yapılması gereken yapısal değişiklikler temelden tehlikeye girecektir. Böylece enerji sisteminin, CO₂ salımını 2050 yılına kadar yüzde 80 azaltmayı öngören iklimi koruma hedefine ulaşması neredeyse imkânsız olacaktır.”

Enerji sektöründe yenilenebilir enerjinin payının önemli oranda arttırılması için gereken şey, yıl boyunca baz yük görevi gören ilave santraller değil, çeşitli tipteki fasıllı elektrik santrallerine adapte olabilecek esnek orta yük santrallerdir⁴². Wuppertal Enstitüsü “nükleer santrallerin ömürlerinin uzatılması, aksi takdirde yerini birleşik ısı ve güç santrallerine bırakacak olan fazla elektrik miktarlarını piyasada tutacaktır” diye vurguluyor⁴³. Nükleer santrallerin faaliyete devam etmesi aynı zamanda kentsel ısıtma sistemlerinin genişlemesini de engelleyecektir.

Yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik ile nükleer enerji ve diğer baz yük enerji santralleri arasındaki doğrudan rekabet, pazarda akıl dışı durumlara giderek daha sık yol açıyor. Almanya’da yenilenebilir enerji kaynaklı elektriğin sisteme (şebekeye) dahil edilmesi yasal olarak nükleer ve fosil yakıtlardan üretilen enerjiden daha yüksek öncelik taşıyor ama 2008 yılının Ekim ayında o kadar çok rüzgârdan elektrik enerjisi üretildi ki yenilenebilir olmayan kaynaklardan elde edilen elektriğin bir kısmı, enerji piyasasında “negatif fiyatlarla satılmak” zorunda kaldı, çünkü nükleer santrallerin üretimi yeterince çabuk düşürüle-miyordu. Üstelik bu durum nükleer kapasitenin 8 GW’lık bir bölümünün bakım nedeni ile devre dışı olduğu bir zamanda ortaya çıkmıştı⁴⁴. O tarihten beri, Almanya’da ancak 2008 yılının Eylül ayında yasallaşmış olan negatif elektrik fiyatları Alman enerji piyasasında giderek artan bir sıklıkla görülür oldu. 2009 yılının Eylül ayı ile 2010 yılının Şubat ayı arasındaki altı ayda elektrik fiyatlarının eksiye düştüğü gün sayısı 29’du (bak.: aşağıdaki şekil). Negatif fiyatların düştüğü seviyeler akıl alacak gibi değildi: 4 Ekim 2009 tarihinde elektrik üreticisi, elindeki fazla elektrikten kurtulmak için 1.500 euro/MWh’e (15 sent/kWh) ulaşan fiyatlar ödemek zorunda kalmıştı.

Aslında, Almanya’nın nükleer enerjiyi aşamalı terk etme stratejisi, farklı enerji kaynaklarının akıllıca birleştirilmesine dayalı, yüksek derecede esneklik içeren bir sistemi mükemmelen tamamlamaktadır.

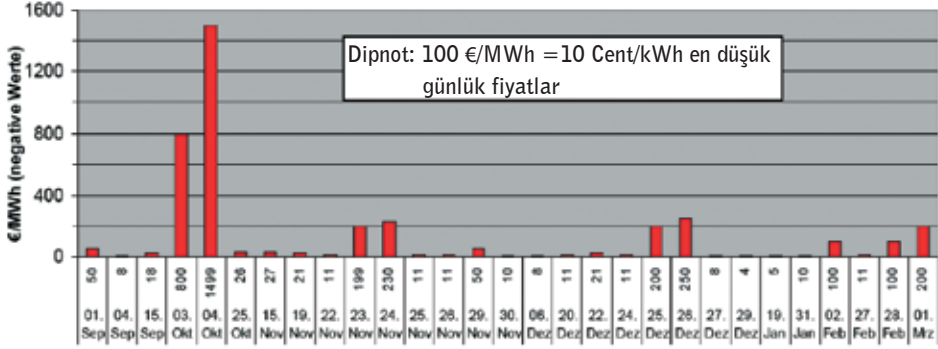
⁴² Nükleer de dahil olmak üzere aslında bütün enerji santralleri az veya çok fasıllı çalışır. Nükleer santraller sadece her yıl birkaç hafta süreyle yakıt ikmali için faaliyetlerini durdurmakla kalmaz, birçoğu da kapsamlı onarım veya iyileştirme nedeni ile bazen bir yıldan fazla bir süre devre dışı kalabilir.

⁴³ Manfred Fishedick ve diğerleri, “Nükleer Enerji Engeli-nükleer enerji santrallerinin işletme sürelerinin uzatılmasının yenilenebilir enerjiler üzerindeki etkileri”, hazırlatan: Federal Alman Çevre, Doğa Koruma, Ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı (Wuppertal Enstitüsü, Nisan 2009).

⁴⁴ A.g.e.

Şekil 13: Alman Enerji Borsasında Negatif Elektrik Fiyatları

Negatif borsa fiyatları olan günleri, €/MWh, 2009 Eylül ayından 2010 Mart ayına kadar



Kaynaklar: H. Alt, "Elektrik borsasında neden negatif elektrik fiyatları?", FH-Aachen, Mart 2010

Yenilenebilir enerji İspanya'ya fazla mı geldi?

24 Şubat 2010 tarihinde günün erken saatlerinde İspanya'nın elektrik iletim sistemi operatörü Red Eléctrica (REE) 800 MW'lık rüzgâr santralına, üretimi birkaç saat süre ile durdurmak için talimat verdi. Bunun nedeni, önceki gece saat 01:30'da rüzgâr enerjisi o saatteki 26 bin 674 MW'lık talebin yüzde 44,5'ini, 11 bin 961 MW'ını karşılıyordu. REE'nin müdahalesinin ardından rüzgâr enerjisi üretimi, 10 bin .852 MW'la sınırlandırıldı. Talebin artmaya başladığı saat 06:30'a kadar rüzgâr santralleri yapabileceği üretimimin altında çalıştırıldı. Rüzgâr santrallerinin üretiminin düşük tutulduğu saatlerde, nükleer santrallerin üretiminde ise herhangi bir değişiklik yapılmadı.

Yeni bir yaklaşım

Sistem sorunlarının en önemlilerinden biri, ister ömrü uzatılmış ister yeni inşa edilmiş olsun, merkezileştirilmiş enerji santrallerinde ısrar etmenin inovasyon üzerindeki etkisidir. Bu husus sadece enerji ve ısı üretiminin teknolojik yönleri için değil, aynı zamanda özellikle sanal elektrik santrallerinde adem-i merkezi-yetçi enerji kullanımı ile yük yönetimi arasında yenilikçi bağlantılar kurulması açısından da anlamlıdır. 2005 yılında Motorola'nın eski yönetim kurulu başkanı Robert Galvin tarafından kurulan Galvin Elektrik Girişimi şu görüşte:

"ABD'nin yaşlanmış, güvenilirmez, verimsiz, emniyetsiz ve dijital ekonominin gerekleriyle uyumsuz olan elektrik sisteminin acilen modernleştirilmesine ihtiyaç vardır. Teknolojisi 1950'li yıllardan önceye dayanan bu sistemde bozulmanın eşğine dayanmış onlarca yıllık teçhizat bulunuyor. Bu parçalar değiştirilebilirse de – ve ergeç değiştirilecekse de bu durum ülkemize daha önce görülmemiş bir fırsat sunuyor: Amerika'nın elektrik şebekesini tüketicilere, çevreye ve ekonomiye son derece yararlı şekilde

yeniden icat etmek ve değiştirme fırsatı. (...) Ne var ki sektör 50 yıldır ortaya kayda değer bir yenilik koyabilmiş değil. Bunun başlıca nedeni ise dñzenleyici yapının 21. yñzyılın gerekleriyle uyumlu olmaması⁴⁵.”

Bu tespit gerek Avrupa gerekse dñnyanın diğer sanayileşmiş ÷lkelerinden birçoğu için aynen geçerlidir. Ufak çaptaki yenilenebilir enerji santralleri, birleşik ısı ve güç santralleri gibi adem-i merkezietçi (dağınık) üretim ünitelerinin kñmelenmesi, tek merkezden yönetilmesi anlamına gelen sanal elektrik santralleri, elektriğin geleceğiyle ilgili en çok ümit veren kavramlardan biridir.

Bu yaklaşımın bir başka açılımı da otomobil akñleri veya yenilenebilir enerji sistemlerinin yedek enerji depoları gibi adem-i merkezietçi depolama kapasitelerinin tabloya dahil edilmesidir. Bu, deyim yerinde ise nñkleer enerji vizyonunun tam tersidir. Elektrik tñketicileri, elektrik üretimini ve kullanımını optimize edilmiş şebeke koşullarına (talep-arz dengesi, fiyat) göre tetikleyen bir elektrik dñęmesi kullanır. Elektrik tñketicisi üreticilere döner ve “üreten tñketicisi” kavramı buradan doğdu. Günümüz Almanya’ında yeni üretim kapasitenin büyük bir bölümü, kamu hizmet kuruluşları tarafından değil ev sahipleri tarafından kuruluyor. Haliyle, bu gelişmeye yer verebilmek için şebekelerde büyük ölçñde uyarlamalar yapılması gerekecektir. Avrupa Elektrik Ve Doğal Gaz Dñzenleyicileri Grubu’nun (EREG) kısa süre önce yayımladığı bir belgesinde şunlar ifade edilmekteydi⁴⁶:

“Geleceğin elektrik şebekelerinin tüm voltaj seviyelerinde birçoak farklı teknoloji ve büyüklñkteki üretim birimini birbirine bağlaması gerekecek. Bunlardan bazıları gayet kontrol edilebilir nitelikteyken diğerlerinin üretimi, beslendiği birincil yenilenebilir enerji kaynağının [örneğin rüzgâr enerjisi] anlık fiziksel bulunabilirliğine bağlı olacak. Enerji talebinin en uygun üretim ve şebeke koşullarında güvenli bir şekilde karşılanması için sistem izleme ve akıllı kontrol yeteneklerinin çok daha yaygın hale getirilmesi gerekecektir. Bu da elektrik şebekelerinin kısaca, ‘akıllı şebekeler’e evrimi yolu ile başarılacaktır.”

Bunun geleneksel elektrik iletim ve dağıtım şebekelerinden başlıca farkı, elektrik şebekesinde karmaşık, gelişkin bir iletişim şebekesine de yer verilmesidir. Buradaki çetin meselelerden biri, bu iletişim sistemlerinin orta ve düşük voltaj seviyelerinde entegrasyonu ile bunların sinerjilerinin tñketiciler tarafından kullanılacak akıllı sayaçlarla organize edilmesidir. Bunun için ise yeni elektronik sistemlerin kurulmasının yanı sıra yeni dñzenlemelerin de yapılması gerekir ve akıllı şebekelerin daha çabuk hayata geçirilmesi isteniyorsa dñzenleyicilerden de şunlar daha çok istenmelidir: “Müşteri menfaatlerini uygun derecede korurken,

45 Galvin Girişimi, “Transforming the Grid: An Executive Summary” (Şebekeyi Dönüştürmek: Bir Yönetici Özeti), bak.: <http://galvinpower.org/about-galvin/transforming-grid>

46 EREG, “Position Paper on Smart Grids (Akıllı Şebekeler Hakkında Görüş Belgesi) – Bir EREG Kamu Danışma Belgesi” (Brüksel: 10 Aralık 2009).

şebekeleri ekonomik açıdan etkin biçimde geliştirirken daha köklü inovasyonların yeterli seviye ve kapsamda teşviki için yollar bulmak⁴⁷.”

Nükleer enerji kullanmayan İtalya, akıllı sayaçların öncüsüdür. Daha 2006 yılında düzenleyiciler, tüm tüketicilerin 2011 sonuna kadar akıllı sayaç takturmalarını zorunlu kıldı ama İsveç daha çabuk davranarak 2009 yılının Temmuz ayında yüzde 100 akıllı sayaç kullanımını gerçekleştirdi. Şimdi İsveç, komşuları Danimarka, Finlandiya ve Norveç’e kurulumu hızlandırmaları için yardım ediyor⁴⁸. Nükleer enerji kullanan Fransa, iki bölgede 300 bin akıllı sayacın kullanılacağı bir deneme sürecini ancak 2010 yılında başlatıyor. Bu arada, Avrupa’nın en büyük elektronik ve telekom şirketlerini bir federasyon çatısı altında biraraya getiren Avrupa Akıllı Sayaç Sektörü Grubunun (ESMIG) üye sayısı 2008 yılındaki beş kurucu üyeden 2010 yılının Temmuz ayında 32 üyeye yükseldi. Sanayileşmiş ülkelerin çoğunda halen deneme projeleri yürütülmekte olup, gelişmekte olan bazı ülkeler de uygulamayı başlatmaya hazırlanıyor. ABD Uluslararası Kalkınma Ajansı, 2010 yılının Mart ayında “Hindistan’ın Enerji Sektörü İçin Bir Akıllı Şebeke Vizyonu”nu yayımladı.

Elektrikli ev aletleri sektörü de hızlı bir ilerleme içinde. İçinde elektronik eleman bulunan tüm elektrikli ev aletlerini 2015 yılına kadar akıllı şebekelerle uyumlu hale getireceğini ilk açıklayan firma, Whirlpool oldu.

Elektrik dağıtımında yenilenebilir enerji kaynaklarına da yer vermek için çeşitli modeller daha şimdiden uygulanmakta. İletim ve dağıtımdaki kayıpları büyük ölçüde azaltan Sanal Elektrik Santrali ve mikro şebeke projeleri bazı ülkelerde inşa halinde⁴⁹. Galvin Elektrik Girişimi, 2010 yılının Mayıs ayında Mikro Şebeke Merkezini şu düşünce ile açtı: “Akıllı mikro şebekeler yenilenebilir kaynakları mahalle/sem/kent seviyesinde entegre etmenin ve elektrik ticaretine müşteriye de dahil etmenin ideal bir yoludur. Bu şebekeler Kusursuz Elektrik Sistemi’nin yapı taşlarıdır⁵⁰.” Adı geçen girişim tarafından geliştirilen Kusursuz Elektrik Sistemi “akıllı şebekelerin gelişimindeki son noktayı hedef alan yenilikçi bir ticaret ve teknoloji planıdır.” Illinois Üniversitesi’nin Teknoloji Enstitüsü, üniversite yerleşkesinde gerçek boyutlu bir demo projesinin uygulama safhasına geçmiş bulunuyor.

47 A.g.e.

48 *Technology Action Plan – Smart Grids* (Teknoloji Eylem Planı – Akıllı Şebekeler), İtalya ile Güney Kore’nin Büyük Ekonomiler Enerji ve İklim Forumuna sundukları rapor (Aralık 2009).

49 Bak.: örneğin Almanya’nın Dardesheim kenti veya Hollanda’nın “Elektrik Denkleştiren Kenti” Hoogkerk. ABD’de California Enerji Komisyonu (CEC) jeotermal enerji, ısı pompası teknolojisi ve artırılmış atık su, fotovoltaik, rüzgar enerjisi ve bunlarla birlikte yerinde depolama alternatifleri, binalarda aydınlatma ile ısıtma sistemlerinin değiştirilmesini, elektrikli araçlar için şarj istasyonları kullanılarak yenilenebilir enerjinin yerinde üretilmesini geliştirmek ve yapılabilirliğini göstermek için Yenilenebilir Enerji Güvenceli Yerleşim Yerleri (RESCO) kuruluşunun hibe sağlaması yolunda San Diego’daki California Üniversitesi’nin yaptığı teklifi geçenlerde kabul etti.

50 <http://galvinpower.org/microgrids>

2010 yılının Temmuz ayında Washington’da bakanlar seviyesinde yapılan Temiz Enerji toplantısında “akıllı elektrik şebekelerinin dünyanın dört bir yanında geliştirilmesini ve inşa edilmesini hızlandırmak için Uluslararası Akıllı Şebekeler Eylem Ağı” kuruldu. Ancak, “akıllı şebeke” terimi birçok şekilde kullanılıyor. Burada esas soru, akıllı şebekelerin bileşenlerinden bazılarının (özellikle akıllı sayaç) yukarıdan aşağıya mantığı ile işleyen eski makro sisteme tamamlayıcı görevi yapacak uygun bir unsur olarak mı, yoksa kendi potansiyellerinden sonuna kadar yararlanılmak üzere mi uygulanacağıdır. Bu ikinci seçenek ister istemez mikro şebekelere dayalı bir elektrik sistemine geçiş anlamına gelecektir. Mümkün olan hallerde bu mikro şebekeler, birbirlerini daha iyi tamamlaması ve sistemin daha dengeli kılınması için büyük olasılıkla kümeler oluşturacak şekilde irtibatlanacaktır. Aynen Fransa gibi İngiltere de akıllı şebekeleri enerji verimliliği + yenilenebilir enerji ekonomisine kapsamlı bir geçişin araçlarından biri olarak değil, mevcut şebekenin iyileştirilmesi olarak görüyor. Bunun aksine Birleşik Krallık Enerji ve İklim Değişikliği Dairesi tüketimde sürekli bir artış bile istiyor.

“2050 yılında bugünkünden daha fazla elektrik üretmemiz gerekecek ama bunu yaparken seragazları salımından büyük ölçüde kaçınmalıyız. Elektrikli yenilenebilir enerji kaynaklarından, nükleer enerjiden ve karbon tutma + depolama olanaklarıyla donatılmış fosil yakıtlı santrallardan üretmeliyiz⁵¹.”

Hâlâ önemli bilgi noksanlıkları varsa da kanıtların ezici çoğunluğu, nükleer enerjiye dayalı bir elektrik altyapısının sistematik etkileri arasında, enerji verimliliği + yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı bir enerji toplumunun geliştirilmesinin önündeki engellerin artmasının ve bazı vakalarda – özellikle yenilenebilir enerjinin payı yükseldikçe – iki yaklaşımın birbirini dışlamasının yer aldığını göstermektedir.

Yatırımın Zamanlaması

İklim değişikliğine karşı süratle önlem alma zorunluluğu

Başta enerji sektörünün yaydığı karbondioksit (CO₂) olmak üzere insan kaynaklı seragazı salımlarının dünyanın iklimini değiştirdiği konusundaki fikir birliği giderek yaygınlaşarak neredeyse evrensel boyuta ulaşmıştır. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli’nin (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) *Dördüncü Değerlendirme Raporu*’nda “iklim sistemindeki ısınmanın tereddüde yer bırakmayacak boyutta olduğu”, sebebinin ise yüzde 90’dan fazla olasılık ile Sanayi Devrimi’nden beri süregelen insan faaliyetlerinden kaynaklandığı ifade edilmiştir. 20. yüzyılda dünyanın ortalama sıcaklığı 0,6 derece santigrat artmıştır. Enerji ve toprak kullanımında şimdiki gidişat sürdürüldüğü takdirde atmosferdeki seragazlarının yoğunluğu dünyanın sıcaklığını bu yüzyılın sonuna kadar

51 http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/what_we_do/uk_supply/network/smart_grid/smart_grid.aspx

6 derece daha arttıracak seviyeye ulaşacaktır. Bu ise insanlık ve yeryüzündeki ekosistemler için felaket niteliğinde sonuçlara yol açacaktır.

İklim değişikliğinin en tehlikeli sonuçlarından sakınmak için uluslararası camia tarafından “2 derece hedefi” belirlenmiştir. Buna göre salımların dünyanın ortalama sıcaklığının, sanayileşme öncesine kıyasla 2 derece santigrattan daha fazla artmamasını sağlayacak şekilde azaltılmasına çalışılacaktır. Bu hedef, aralarında Avrupa Birliği, Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli ve son olarak da “Bilimin gerektirdiği ve IPCC’nin *Dördüncü Değerlendirme Raporu*’nda belgelenildiği üzere, küresel salımlarda dünyanın sıcaklığındaki artışı 2 derece santigratın altında tutacak büyük azaltımlar yapılmasının ve bu hedefe bilimin ilkeleri doğrultusunda ve eşitlik prensibi temelinde ulaşmak için harekete geçilmesinin gerektiği konusunda mutabık kalınmıştır” ifadesinin yer aldığı Kopenhag Mutabakatı gibi birçok uluslararası kuruluş ve forum tarafından benimsenmiştir⁵².

Bu hedefe ulaşmak için seragazi salımlarının 2050 yılına kadar yüzde 80’i aşan bir oranda azaltılması gereklidir. Burada kısa vadeli hedefler birçok yönden uzun vadeli hedeften daha önemlidir. Salımları azaltmanın ne derece yapılabilir olduğunu, hızla değişen teknoloji ile davranış biçimleri belirleyecek ve yatırımların yüksek miktarda enerji harcayan / salım yapan yollara akmasının önüne yine bunlar geçecektir. Yalnız salımların azaltılmasının geciktirilmesi, gelecekte çok daha yüksek maliyetlerle çok daha büyük oranlarda azaltımlar yapma zorunluluğunu doğuracaktır.

Yeni teknolojileri geliştirmek için geçecek süreler, deneyimler ve beklentiler

Nükleer enerji

Salımların hızla azaltılması zorunluluğu karşısında yeni teknolojilerin kitlesel ölçekte hayata geçirilmesi önemli ama pek önemsiz olmayan bir faktördür. Enerji üretecek yeni tesislerin hizmete alınmasında başlıca iki aşama vardır; geliştirme öncesi ve inşaat aşaması. Çok çeşitli fikir alışverişlerini içerebilen geliştirme öncesi aşamasında, potansiyel olarak gerekli inşaat ile işletme ruhsatlarının alınması, yerel halkın, ülke halkının razı edilmesi ve finansman için kaynak aranması da yer alır. Bazı durumlarda genel güvenlik değerlendirmeleri yapılırken yeni bir teknolojinin uygulanması hızlandırılabilir veya bunun aksine inşaat sahasındaki koşullar ya da ortaya çıkan yeni sorunlar nedeni ile geliştirme öncesi aşaması daha uzun sürebilir. UEA’nın tahminine göre geliştirme öncesi aşaması, nükleer santraller için yaklaşık 8 yıldır⁵³. Yalnız bu süreye siyasi onay almak için geçecek zaman da dahil olup sınırlı altyapının, iş gücünün ve gerekli düzenleme rejiminin mevcut olduğu varsayılmıştır. İngiltere örneğinde olduğu gibi, zamanın Başbakanı Tony Blair 2006 yılının Mayıs ayında nükleer enerjinin

⁵² Kopenhag Mutabakatı, BM İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması’nın 15. Taraflar Toplantısı’nda hazırlanmıştır (Kopenhag: 7-18 Aralık 2009).

⁵³ Uluslararası Enerji Ajansı (UEA), Nuclear Power in the OECD (OECD’de Nükleer Enerji) (UEA, 2001).

eskisinden de güçlü bir biçimde geri döneceğini ilan etmişti ama nükleer enerji için geliştirme öncesi aşaması daha başlayıncaya kadar bile bu açıklamanın üzerinden birkaç yıl geçti.

İnşaattaki gecikmeler nükleer enerjinin geçmişinde her zaman var olmuştur. Dünya Enerji Konseyi tarafından yapılan bir analizde⁵⁴ nükleer reaktörlerin inşaat sürelerindeki artışın küresel eğilimi gösterilmiştir. 1980'li yılların sonundan 2000'e kadar inşaat sürelerinde görülen büyük gecikme, kısmen Çernobil kazasının ardından siyasilerin, kamuoyunun nükleer enerjiye bakışında meydana gelen değişikliklerden ve sonraki yıllarda yasal koşulların değiştirilmesinden kaynaklanmıştır. 2009 Dünya Nükleer Enerji Durum Raporu'nda⁵⁵ gösterdiğimiz gibi, ülkeler arasındaki farklardan dolayı tüm dünya için bir ortalama inşaat süresi hesaplamaya çalışmak pek anlamlı değildir (hesaplansaydı, hizmete son alınan 16 adet reaktör için ortalama süre 9 yıl civarında olacaktı). Romanya, Rusya ve Ukrayna'da faaliyete giren 4 reaktörün inşaatı 18 ila 24 yıl sürmüştür. Diğer taraftan Çin, Hindistan, Japonya ve Güney Kore'de şebekeye bağlanan 12 ünitenin ortalama inşaat süresi 5 yılı ancak geçmektedir.

İnşaat sürelerinin uzaması, birçok ülkede karşılaşılan bir durumdur. Almanya'da 1965-1976 yıllarında 76 ay süren inşaatlar, 1983 ila 1989 arasında 110 aya çıkmıştır. Japonya'da 1965-2004 yıllarında ortalama inşaat süresi 44 ila 51 ay aralığındaydı ve son olarak Rusya'da 1965-1976 yıllarında ortalama 57 ay süren inşaatlar, 1977 ila 1993 arasında 72-89 ay sürmüş ama o tarihten beri tamamlanan dört santralin inşaatı Çernobil kazasının yol açtığı muhalefet, ekonomik kısıtlamalar, 1992 yılından sonraki siyasi değişiklikler nedeniyle 180 ay (15 yıl)⁵⁶ kadar sürmüştür.

Tablo 1: Dünyada Nükleer Santrallerin İnşaat Süreleri

Dönem	Reaktör sayısı	Ortalama inşaat süresi (ay)
1965-1970	48	60
1971-1976	112	66
1977-1982	109	80
1983-1988	151	98
1995-2000	28	116
2001-2005	18	82
2005-2009	6	77

Kaynaklar: Clerici, 2006; UAEA.⁵⁷

54 Dünya Enerji Konseyi, Alexandro Clerici ve ABB Italy, "Avrupa Bölgesel İnceleme Grubu – The Future Role of Nuclear Energy in Europe" (Avrupa'da Nükleer Enerjinin Gelecekteki Rolü) (13 Haziran 2006); ve 2000 sonrası için PRIS veri tabanına dayanılarak yapılmış hesaplamalar, <http://www.iaea.org/programmes/a2/index.html>

55 Mycle Schneider ve diğerleri, 2009 Dünya Nükleer Enerji Durum Raporu.

56 Dünya Enerji Konseyi ve diğerleri, "Avrupa Bölgesel İnceleme Grubu" (2006).

57 A.g.e. 2005-2009 dönemine, inşaatına 279 ay süreyle ara verilen Romanya'daki Cernavoda 2 ünitesinin tamamlanması dahil değildir.

“En yeni tasarıma sahip, III+ Kuşağı” olarak adlandırılan, reaktörlerin ilki halen Finlandiya’da inşa ediliyor⁵⁸. Olkiluoto-3 için 2003 yılının Aralık ayında sipariş verildiğinde, sözleşmeye göre santralin 1 Mayıs 2009 tarihinde kadar devreye alınması öngörülmüştü. Ancak, projenin tamamlanması bugün en az 3,5 yıl gecikmiş olup bütçesi de yüzde 100 oranında aşılmıştır (güncel tahminlere göre proje tamamlanuncaya kadar toplam maliyet 5,7 milyar avroyu geçecek veya aşacaktır; oysa ilk tahmin 3 milyar avro idi). Finlandiya’daki EPR’nin bir benzeri, İkinci III+ Kuşak reaktör ise Fransa’da inşa ediliyor. Üç yıldır süren inşaatın geldiği şu aşamada Flamanville-3 reaktörü, planlanan takvimin resmen en az iki yıl gerisinde olup bütçesini de 2 milyar avro aşmış durumda. İnşaatta çıkan sorunlar yüzünden kredi değerlendirme kuruluşu Standard & Poor’s nükleer inşaat firması AREVA’nın kredi notunu düşürdü⁵⁹.

İnşaatın karmaşıklığı ve maliyeti yüzünden reaktörlerin paralel değil, seri halde inşa edilmesi tercih edilmektedir. Yani inşa ettiren, bir reaktörün inşaatı tamamlanmadan bir yenisine başlamaz. Dolayısıyla yeni bir dizi reaktörün faaliyete girmesi için birkaç yıl daha geçmesi gerekecektir.

Dünyanın dört bir köşesinde çok sayıda reaktörün inşa edilmesi, tecrübe birikimi sağlar. Teknolojinin normal uygulandığı koşullarda bu tecrübenin, nükleer enerjinin yaygınlaşmasını hızlandırması ve maliyetini düşürmesi beklenir. Ancak, bugüne kadar nükleer enerjinin yaygınlaşması hızlanmamıştır. Bunun nedeni kısmen teknolojinin karmaşıklığı, ilgili ikmal zincirleri ve kullanılan teknolojilerin çok çeşitli olmasıdır. *Stern Review* (İngiltere hükümetinin iklim değişikliğinin ekonomiye etkisi hakkındaki raporu) için hazırlanan maliyet ve finansman raporlarından birinde şöyle denmekteydi:

“İmalat ve kullanımda hayata geçirilen yenilikler ve ölçek ekonomisi sayesinde 1970’lerden bu yana nükleer enerji hariç tüm teknolojilerin enerji üretim ve kullanım maliyetleri sistematik olarak azalmıştır.”⁶⁰

Buna, dünyadaki en büyük iki nükleer program, ABD (Şekil 12) ve Fransa’daki (Şekil 13) nükleer programlar örnek gösterilebilir. İkisinde de kayda değer inşaat tecrübesine rağmen inşaat maliyetlerinde büyük artışlar görülmektedir. ABD örneğinde, 25 yıllık sürede birim kurulu kW güç başına maliyet yaklaşık beş kat, Fransa’da ise üç kattan fazla artmıştır. ABD’ye dair verilerde nükleer elektrik santralının projelendirilmiş maliyeti pembe renkle gösterilmiştir. Burada bağımsız Wall Street analistlerinin tahminlerinin kurulu kW başına 10.000 doların üstünde olduğu görülüyor. Fransa örneğinde ilginç olan bir durum bu

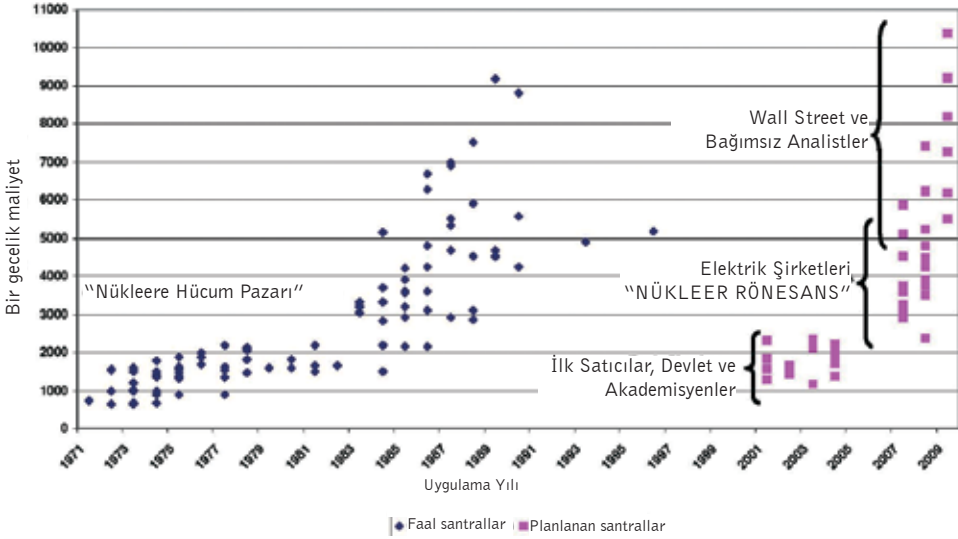
58 Daha fazla bilgi için bak.: Steve Thomas, “The Economics of Nuclear Power” (Nükleer Enerjinin Ekonomisi) başlıklı bildiri (2010), www.boell.de

59 A’dan BBB+’ya

60 Dennis Andersen, “Cost and Finance of Abating Carbon Emissions in the Energy Sector” (Enerji Sektöründe Karbon Salımlarını Azaltmanın Maliyeti Ve Finansmanı), *Stern Review* için destekleyici bildiri (Imperial College London: Ekim 2006), s. 18.

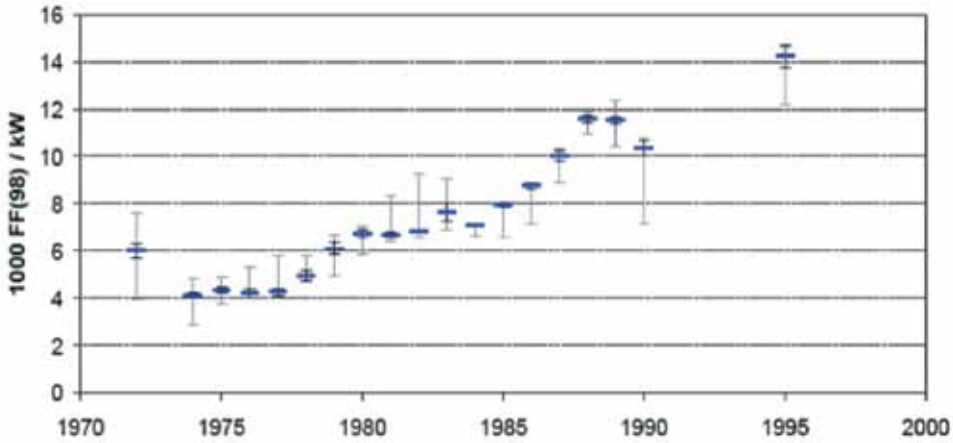
artışın tek bir şirketten kaynaklanmasıdır zira reaktör inşa etme ve işletme yetkisi sadece devlete ait olan bir şirketin elindedir.

Şekil 14: ABD'deki Nükleer Santrallerin Yatırım Maliyetlerinin Evrimi ("Öğrenme Eğrisi")



Kaynak: Cooper, 2009.⁶¹

Şekil 15: Fransa'daki Nükleer Santrallerin Yatırım Maliyetlerinin Evrimi ("Öğrenme Eğrisi")



Kaynak: Arnulf Grübler, 2009.⁶²

61 Mark Cooper, *The Economics of Nuclear Reactors: Renaissance Or Relapse?* (Nükleer Reaktörlerin Ekonomisi: Rönesans mı Yoksa Gerileme mi?) Mark Cooper Enerji Ve Çevre Hakkında Ekonomik Analizler Enstitüsünde Kıdemli Konuk Akademisyendir (Vermont Hukuk Fakültesi, Haziran 2009).

62 Arnulf Grübler, Fransa'nın Nükleer Enerji Programının Maliyet Değerlendirmesi 1970-2000 (6 Ekim 2009).

Nükleer santrallerin üretimi ile ilgili nispeten düşük veya negatif öğrenme eğrisi için çeşitli nedenler ortaya atılmıştır. 1970’li yıllardan sonra reaktör sipariş oranının nispeten azalması, nükleer santrallerin karmaşıklığıyla düzenleyici ile siyasi süreçler arasındaki ilişki ve uygulanan farklı tasarımlar bunlardan bazılarıdır⁶³. Bu faktörlerden bazıları, gelecekte halledilebilirse de İngiltere hükümetinin Performans Ve İnovasyon Ünitesi, nükleer santrallerin gelecekte diğer teknolojiler ile kıyaslanabilir seviyede öğrenme oranları gösteremeyebileceği bazı alanlara işaret etmiştir. Bu alanlardan bazıları şunlardır:

- Nükleer enerji nispeten olgunlaşmış bir teknoloji olduğundan dramatik bir “teknoloji hamlesi” olasılığı diğerlerine kıyasla zayıftır.
- İnşaat ve işletmeye alma sürelerinin nispeten yüksek olması, ilk ünitelerden alınan işletme, tasarım geri bildirimlerine dayanan iyileştirmelerin yavaş olmasına yol açmaktadır.
- Yenilenebilir enerji çeşitlerinin başlangıç ölçeği daha ufak ve uygulama potansiyeli daha geniş (cins ve sayı itibarıyla) olduğundan nükleer enerjide ölçek ekonomisinin kapsamı yenilenebilire kıyasla daha zayıftır.

Ayrıca, konunun endüstriyel yönü de nükleer santral inşaatlarının zirveye ulaştığı 1980 civarından beri kökten değişti. Nükleer sektörün lideri olan şirketlerden birçoğu, 1980 yılında nükleer alandaki başka şirketlerle birleşerek ya da faaliyetlerini son birkaç yıldır hareketliliğin arttığı, reaktörleri hizmet dışına alma ve atık yönetimi gibi alanlara kaydırarak sektörden tamamen çekilmiştir. Bunun sonucunda hem bir nükleer santral inşaatının tamamını yönetecek imkân ve kabiliyete sahip şirketlerin hem de bunların bulunduğu ülkelerin sayısı azalmıştır⁶⁴.

Nükleer imalat sektörünün büyük bir yeniden yapılanma ve iyileştirme durumunda olduğu açıktır. Ağır teçhizat imalat kapasitesine yapılacak yatırımlar bir hayli sermaye-yoğundur. İmalatçılar birkaç yıl ilerisi için kesin sipariş almadıkça 100 milyonlarca dolarlık yatırımlara girmez.

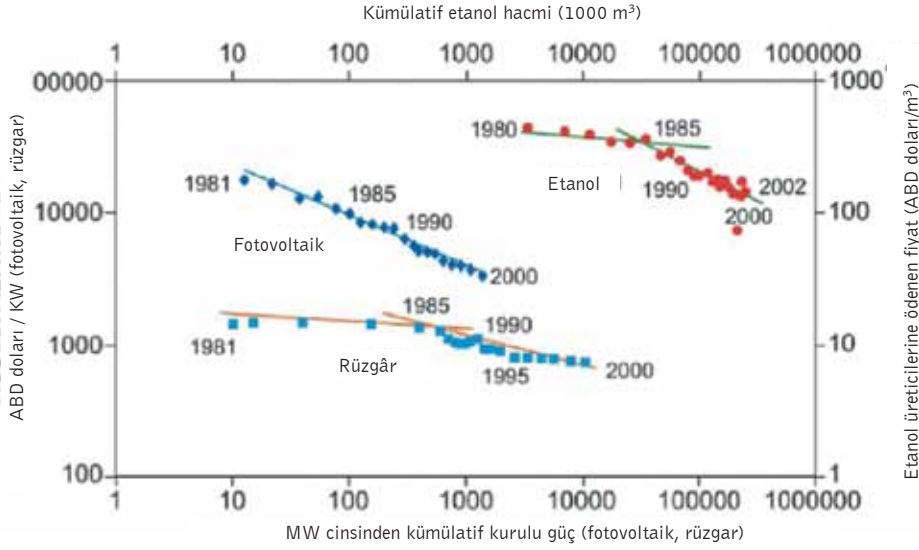
Yenilenebilir enerji kaynakları

Şekil 14’te görüldüğü gibi nükleer enerjide rastlanan pozitif öğrenme etkisi yokluğu ve negatif ekonomik etki, yenilenebilir enerji teknolojileri için geçerli değildir. Rüzgâr enerjisi, güneşten elde edilen elektrik, etanolün yaygınlaşması tüm örneklerde tesis kurulumu ve enerji üretimi maliyetlerinde önemli azalmalar sağlamıştır.

⁶³ Performans Ve İnovasyon Ünitesi (PIU), “Energy Review Working Paper, The Economics of Nuclear Power” (Enerji Raporu Çalışma Belgesi, Nükleer Enerjinin Ekonomisi) (PIU, 2002).

⁶⁴ UAEA, International Status and Prospects of Nuclear Power (Nükleer Enerjinin Durumu Ve Geleceği) (2008).

Şekil 16: Teknoloji Öğrenme Eğrileri



Kaynak: IPCC Dördüncü Değerlendirme Raporu, Rapor 3, İklim Değişikliğinin Azaltılması.

2002 yılında İngiltere hükümetinin Performans ve İnovasyon Ünitesi (PIU) 2020 yılında çeşitli arz seçeneklerinin üretim maliyetinin ne mertebede olabileceğini hesaplamıştır. Tablo 2’de yer alan bu tahminlerde nükleer enerji maliyetlerinin kara ile deniz santrallerinden elde edilen enerjinin maliyetinden çok daha yüksek, enerji bitkileri ve dalga enerjisi ile benzer aralıkta olduğu görülmektedir.

Tablo 2: Elektrik Üretimindeki Yakıt Kaynaklarının 2020’deki Tahmini Maliyetleri

Teknoloji	2002'deki maliyet-sent/kWh	Tahminin isabetlik derecesi	Maliyetin 2050-ye kadarki eğilimi
Konvansiyonel Yakıtlar			
Kömür (IGCC)	3,0-3,5	Orta	Azalma
Doğalgaz (CCGT)	2,0-2,3	Yüksek	Sınırlı azalma
Karbon tutma + depolama	3,0-4,5	Orta	Belirsiz
Büyük birleşik ısı + güç santrali (CHP) – (doğal gaz)	< 2	Yüksek	Sınırlı azalma
Mikro birleşik ısı + güç santrali – (doğal gaz)	2,5-3,5	Orta	Sürekli azalma
Nükleer	3,0-4,0	Orta	Azalma
Yenilenebilir enerji kaynakları			
Rüzgâr (kara)	1,5-2,5	Yüksek	Sınırlı azalma
Rüzgâr (deniz)	2,0-3,0	Orta	Azalma
Enerji bitkileri	2,5-4,0	Orta	Azalma
Dalga	3-6	gering	Belirsiz
Güneş fotovoltaik	10-16	Yüksek	Sürekli azalma

Kaynak: PIU, 2002.⁶⁵

⁶⁵ PIU, “The Energy Review: Performance and Innovation Unit” (Enerji Raporu: Performans ve İnovasyon Ünitesi (PIU)), Başbakanlık Bürosu (Şubat 2002), s. 199.

Son yıllarda bazı yerleşim bölgelerinde rüzgâr enerjisine karşı artan bir muhalefet görülmüş, bunun sonucunda projelerde iptal ve gecikmeler meydana gelmiştir. 2009 yılında, İngiltere’de teklif edilen karadaki rüzgâr enerjisi santrallerinden sadece yüzde 25’ine onay verilmiştir. Bu oran 2007 yılında yüzde 63’tü. Hükümetin 2009 yılında yayımladığı Yenilenebilir Enerji Stratejisi, 2020 yılına kadar karada kurulacak rüzgâr santrallerinin kurulu güç hedefini 14 GW olarak belirlemiştir. 2010 yılının ilk altı ayı itibarıyla İngiltere’de 3,2 GW kurulu, 0,8 GW inşa halinde ve 3,4 GW inşaatına başlanmak üzere olan toplam 7,4 GW kapasite mevcuttur ki bu, hedeflenenin yarısından biraz fazladır. Yalnız, planlanmış olan ilave 7,4 GW’lık kapasite de onaylanırsa hedefe zamanında ve ucu ucuna ulaşılabilir⁶⁶. Nükleer tesislere kıyasla açık denizlerde kurulacak büyük rüzgâr enerjisi projeleri bile daha kısa zamanda tamamlanabilir. İngiltere hükümeti, 2010 yılının Ocak ayında halen geliştirilmekte olan 8 GW’a ek olarak 32 GW daha düşüncüdeğini açıklamıştır. Bunların 2020 yılına kadar faaliyete geçmesi beklenmektedir.

Rüzgâr çiftlikleri ile konvansiyonel elektrik santrallerinin inşaatları arasındaki farklara dikkat etmek gerekir. Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği, türbinlerin önceden üzerinde anlaşılan sabit bir fiyata satın alınıp bir teslimat programı belirlenmesi bakımından rüzgâr çiftliği inşaatını bir kamyon filosu satın almaya benzetiyor. Elektrik altyapısı da epey önceden belirlenebiliyor. İnşaat işlerinde birtakım değişken maliyetler sözkonusu olabiliyorsa da bu maliyet oynaklığı projenin tüm maliyetinin yanında çok küçük kalıyor⁶⁷. Karadaki rüzgâr türbinlerinin inşaat süresi nispeten kısa, ufak çaptaki rüzgâr çiftlikleri birkaç ayda veya en fazla bir yılda tamamlanabiliyor. Rüzgâr enerjisi sektörü uygulamadaki sürat avantajını güçlü bir pazarlama aracına çevirmiş bulunuyor⁶⁸.

Fırsat Maliyetleri

Uluslararası Enerji Ajansı ve diğer kuruluşların değerlendirmelerinde önemli fakat birbiriyle biraz çelişen iki eğilim görülmektedir. Bunlardan birincisi, önümüzdeki on yılda enerji sektöründe daha önce görülmemiş seviyelerde yatırım yapılmasının gerekeceğidir. Bu, bir takım eğilimlerin sonucudur:

- Gelişmekte olan ülkelerin özellikle kentsel çevreden kaynaklanan talepleri,
- OECD ülkelerinde, çok sayıda elektrik santralının faaliyet ömürlerinin sonuna ulaşması nedeniyle ve bazı örneklerde yeni çıkan çevre koruma yasaları uyarınca kapatılmasının gerekmesi,

⁶⁶ BWEA, Wind Farm Planning Approvals by Local Councils Slump to Record New Low of 25% (Yerel Yönetimlerin Planlanan Rüzgâr Çiftliklerine Verdiği Onaylar yüzde 25’lik Yeni Rekor Seviyesine Düştü), İngiliz Rüzgâr Enerjisi Birliği (BWEA) (20 Ekim 2009).

⁶⁷ EWEA, *Wind Energy, The Facts: Volume 1, Technology* (Rüzgâr Enerjisi, Gerçekler: Cilt 1, Teknoloji), Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği (EWEA) (2003).

⁶⁸ Vestas (2009): “Vestas rüzgâr enerjisi santralını bir yıl içinde, yani konvansiyonel elektrik santrallerinden çok daha çabuk kurup işletmeye başlayabilirsiniz. Bu, yatırımınızın daha çabuk geri dönmesi demektir.”

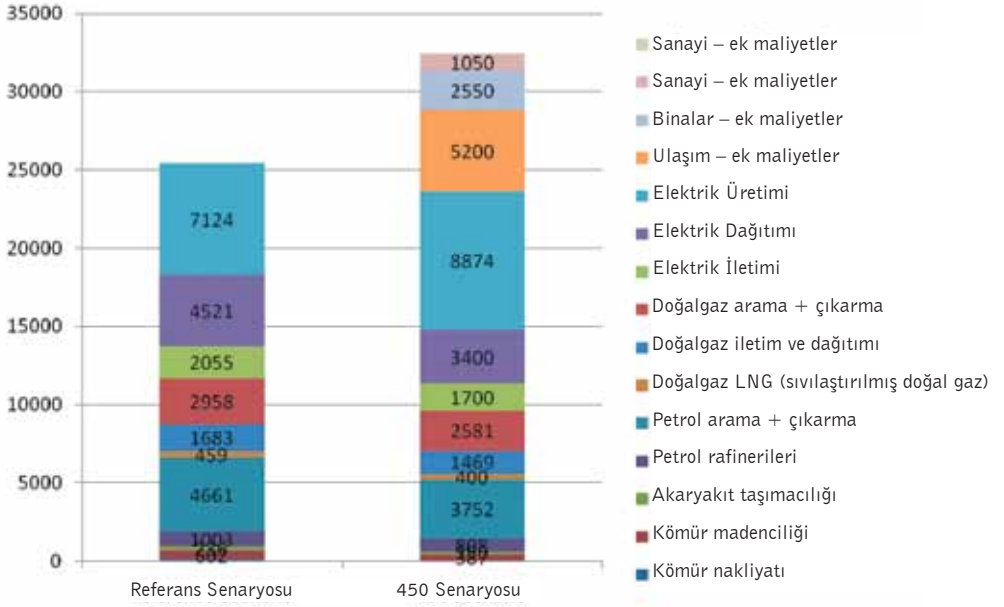
<http://www.vestas.com/en/modern-energy/understanding-modern-energy/fast.aspx>

■ Mevcut enerji rezervlerinin tükenmesi, yeni enerji rezervlerinin ve kaynaklarının açılması...

Yukarıdaki ile çelişen ikinci eğilim ise son iki-üç yılda sermaye temininin güçleşmesi, maliyetinin artması, küresel resesyon yüzünden enerji talebinin azalması ve düşük enerji fiyatlarının daha büyük finansal belirsizliklere yol açması nedeniyle enerji sektörüne yapılan yatırımların azalmasıdır. Küresel resesyon günümüzde birçok analistin tahmin ettiği gibi sona ererse yatırımları yavaşlatan ya da durduran koşullar tamamen veya kısmen ortadan kalkabilir. Sonuç olarak enerji sektörüne daha fazla yatırım hem muhtemeldir hem de teşvik edilmektedir. Ancak, sözü edilen ekonomik toparlanmaya rağmen özellikle kamu sektöründeki yatırımlarda sermaye sınırlı olacaktır. Ayrıca para bulma konusunda sektörler arasında büyük bir rekabet yaşanacaktır.

Enerji sektöründe yatırımların hızlanacağı varsayılırsa, bir nesil boyunca faaliyetini sürdüreceği olan enerji sektörünün hangisi olacağı, yapılacak yatırımların cinsine göre belirlenecektir. Aşağıdaki şekilde enerji sektöründe UEA'ya göre farklı senaryolarda ne çapta yatırıma ihtiyaç duyulacağı görülmektedir. UEA'nın Referans Senaryosu'nda 2030 yılına kadar toplam 25,6 trilyon dolar seviyesinde yatırım yapılacağı varsayılmaktadır. Oysa seragazi salımlarının dünyanın ortalama sıcaklığını 2 derece santigrattan daha fazla arttırmasına meydan vermeyecek koşulların sağlanması için toplam yatırıma 10,5 trilyon dolar daha eklemek gerekecektir. Bu yatırımların çoğuna bina ve ulaşım araçları gibi son kullanımdaki verimliliği yükseltmek için ihtiyaç duyulacaksa da yakıt türünün değiştirilmesi ve fosil dışı yakıtlardan üretilen elektrik ile karbon tutma + depolama ile ilgili bir maliyet artışı da sözkonusudur. Ancak, bu ilave yatırım sayesinde fosil yakıtlara olan talep azalacak, bunları çıkarmak ve taşımak için gereken yeni yatırımların miktarı 2,1 trilyon dolar kadar azalacak, yakıta harcanan para azalacaktır. UEA'nın tahminine göre, sağlanacak tasarrufun miktarı 2030 yılına kadar 8,6 trilyon dolar, yatırımın ömrü boyunca ise yaklaşık 17 trilyon dolar olacaktır.

Şekil 17: Düşük Karbonlu Enerji Sektörlerinde Değişen Yatırımlar



Kaynak: UEA, Dünya Enerji Değerlendirmesi, 2009.

Bu örnek, politika hedeflerinin yatırımı ne derece kadar etkileyebildiğini göstermektedir. Bu gerçeği görmezden gelmek ya politikanın ya da yatırımların iflasına yol açar.

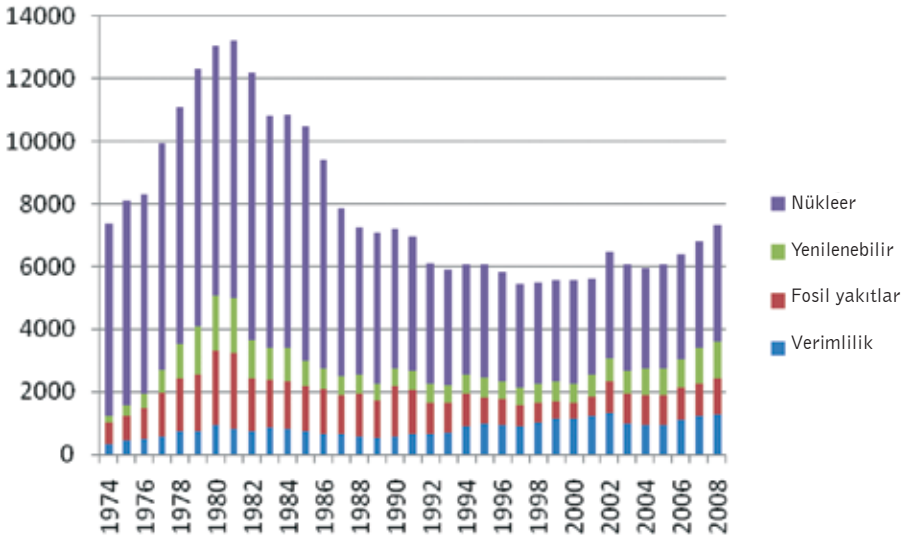
Aynı mantık enerji sektöründeki yatırım seçenekleri için de geçerlidir. Son kullanımdaki enerji verimliliğinin sisteme nüfuz etmesi büyük oranda arttığı takdirde fosil yakıtların araştırılması ve çıkarılması ihtiyacı ile bunların taşınmasına yapılacak yatırımın potansiyel olarak azalacağı açıktır. Yanlış en büyük doğrudan etki, farklı elektrik kaynakları arasında olacaktır, zira bunlardan birine yapılacak yatırım diğerine olan ihtiyacı açıkça azaltacaktır.

Salımların büyük ölçüde azaltıldığı bir enerji sektörünün ortaya çıktığı küresel senaryoların neredeyse tümünde, nükleer enerjinin katkısı yenilenebilir enerjilere (tasarruf ve verimlilik hariç) göre daha ufaktır ama yine de nükleer enerjinin daha geniş bir “düşük karbonlu enerji seçenekleri” portföyüne özellikle kömür ve doğalgazla çalışan santrallerdeki karbon tutma + depolama seçeneği ile birlikte dahil edilmesi gerektiği savunulmaktadır.

Enerji sektörünün gerçekten düşük karbonlu, sürdürülebilir şekle dönüşürülmesi sadece enerji kaynaklarında değil, enerjinin dağıtım ve kullanım şeklinde de dönüşüm yaratacak değişiklikler gerektirir. Bu geçişi sağlamak için araştırma-geliştirmeden teknolojinin yaygınlaşmasına kadar tüm teknolojik uygulama zincirinde önceliklerin ve yatırımların değiştirilmesi icap eder. Aşağıdaki bölümde her uygulama aşaması gözden geçirilerek nükleer enerji ile yenilenebilir enerji kaynakları arasında bir karşılaştırma yapılmaktadır.

Nükleer enerji ile yenilenebilir enerji kaynaklarını, devletin araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde olduğu kadar doğrudan karşılaştırmanın ve rekabetin bulunduğu bir alan bulmak çok zordur. Enerji ve iklim güvenliği meselelerinde daha fazla Ar+Ge için sürekli olarak çağrılar yapılmasına rağmen birçok ülkede devletin araştırma harcamaları 1980'lı yıllardakinin neredeyse yarısı kadardır. Bu durum bütün enerji kaynaklarını etkisi altına almış olup son 10 yıllarda enerji alanında devletin rolünün genel olarak azaltılıp özel sektörünün artırılması yönünde beliren arzunun göstergesidir.

Şekil 18: OECD Ülkelerinde Ulusal Araştırma ve Geliştirme Bütçeleri (milyon ABD doları)



Kaynak: UEA, 2010.⁶⁹

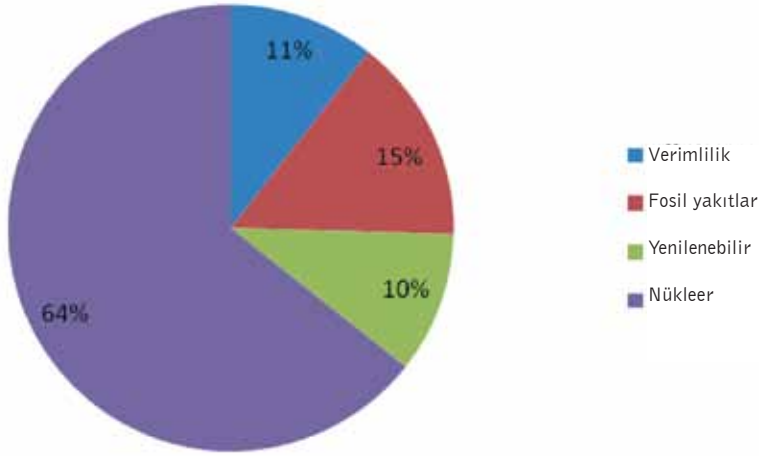
Bütçelerdeki bu azalma, fırsatları azaltacak ve yeni enerji teknolojilerinin geliştirilmesinde devletlerin etkisini sınırlayacaktır. Şekil 16'da son 20-30 yıldır toplam Ar+Ge harcamalarının yaklaşık üçte ikisini çeken nükleer enerjinin bu bütçelerdeki ağırlığı görülmektedir. Bu, gerçekten çok önemli bir istatistik olup, birtakım özel faktörlerin sonucudur. Bunlardan birincisi nükleer sektörde hem bölünme (filyon) hem de füzyon teknolojilerine bütçe ayrılması ve Uluslararası Termonükleer Deneysel Reaktör (ITER) Projesi'nin (füzyon projesi) geliştirilmesine öncelik verildiği için halen Ar+Ge bütçelerinde en büyük paya füzyonun sahip olmasıdır. İkincisi nükleer enerji araştırmalarının – özellikle demonstrasyon amaçlı veya pilot tesislerin finansmanının – pahalı olması ve özellikle kısa vadede enerji hizmeti sağlanmadığı dikkate alındığında aşırı yüksek

⁶⁹ UEA, Araştırma ve Geliştirme Bütçesi veri tabanı (2010), <http://www.iea.org/stats/rd.asp>

seviyede bütçeler gerektirmesidir. Bu demo tesislerinin teknik karmaşıklığı, yenilikçi nitelikleri, maliyet tahminlerinin aşılmasına neden olmakta ve gecikmeler meydana gelmektedir. ITER Projesi'nin 2006 yılında inşaat maliyetinin 5 milyar avro (7,4 milyar ABD doları), 20 yıllık işletme maliyetinin ise bir 5 milyar avro daha tutacağı tahmin edilmekteydi. Ancak, tasarımında yapılan kapsamlı değişikliklerin ardından inşaat maliyetinin artık en az iki katına çıkması bekleniyor⁷⁰. Maliyet tahminlerinin böyle aşılması büyük olasılıkla devletlerin gelecek yıllarda başka enerji projelerine destek sağlama olanaklarını etkileyecektir.

Şekil 19: OECD'de Enerji Araştırma Ve Geliştirme Bütçelerinin Teknolojik Dökümü (1974-2008)

Kaynak: UEA, 2010.⁷¹



Yatırım maliyetleri

Rekabetçi piyasalarda hangi tür enerji kaynaklarının işleneceğine dair kararları etkileyen bir takım faktörler vardır. Bunlar arasında özellikle önemli olanlar, üretilen enerjinin maliyeti, hangi fiyattan satılabileceği, geliştirilmesinin, yayılmasının finansal maliyeti ve riskleridir.

İlk yatırım maliyetleri yüksek, inşaat süreleri uzun ve teknolojisinin karmaşık olması nedeni ile bütçe tahminlerinin yerine getirilmesi zor olan nükleer enerji, çoğu enerji kaynaklarına kıyasla finansal açıdan dezavantajlıdır. Aşağıdaki kutuda görüldüğü gibi nükleer enerjinin geçmişi nükleer santral inşaatlarının maliyet tahminlerinin tutmadığı örneklerle doludur. Bu tür maliyet aşmaları yalnız o anda sözkonusu olan projenin maliyetini değil, aynı zamanda gelecekteki başka nükleer projelerin ve/veya kamuya sunulan elektrik hizmetinin

70 "Fusion Dreams Delayed International Partners are Likely to Scale Back the First Version of the ITER Reactor" (Füzyon Hayalleri Gecikti – Uluslararası Ortaklar ITER Reaktörünün İlk Versiyonunu Küçültebilir), *Nature* dergisi (27 Mayıs 2009): s. 488-489.

71 UEA, Araştırma Ve Geliştirme Bütçesi veri tabanı (2010).

sermaye maliyetini de etkilediği için önemlidir. UEA'nın da belirttiği gibi "inşaat maliyetlerindeki belirsizlik yatırımcılar için büyük bir risk faktörüdür⁷²."

Kutu: Nükleer Santral İnşaatlarında Maliyet Tahminlerinin Aşılması

1980'li yıllar ile 1990'ların başlarında Amerika Birleşik Devletleri'nde ve Avrupa'nın büyük bir bölümünde inşa edilen nükleer santrallerin inşaat maliyetleri çok yüksekti – hatta günümüzde nükleer santral inşa eden az sayıdaki elektrik şirketinin ve genel olarak nükleer enerji sektörünün bugünkü tahminlerinden bile çok daha yüksekti⁷³.

MIT, 2003

Eldeki kanıtlar sektörün maliyet tahminlerinin geçmişte muazzam ölçüde azımsandığını gösteriyor. 40-50 yıl boyunca aynı yanlışlığın ısrarla sürdürülmesi inanılır gibi değil⁷⁴.

Jonathan Porritt,

İngiltere Hükümetinin Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu Başkanı, 2005

İEZ'e [Temelin nükleer santralını inşa ettiren Çek elektrik şirketi] inanmak için hiçbir sebepim yok. Bana dokuz kez yalan söylendi. Onuncu kez onlara niçin inanayım ki⁷⁵?

Vaclav Havel

Zamanın Çek Cumhurbaşkanı, 1999

Vermont Hukuk Fakültesi'nin bir raporundan alınan Şekil 12'de hem Amerika Birleşik Devletleri'nde 1970'li ve 1980'li yıllarda yapılan reaktör inşaatlarının artan maliyetlerinin hem de son birkaç yılda nükleer inşaatlarda hızla değişen maliyet beklentilerinin olduğu boyutlar görülüyor. Burada önemle kaydedilmesi gereken husus, bu maliyet artışlarının gerçekten Amerika Birleşik Devletleri'nde edinilen tecrübelerden değil (çünkü ülkede halen inşa edilmekte olan hiçbir reaktör yoktur) ama muhtemelen dünyanın diğer bölgelerinde edinilen deneyimlerin ekonomik açıdan derinlemesine tahlil edilmesinden ve bunların etkilerinden kaynaklanmasıdır.

Çoğu kez, bu artan inşaat maliyetleri enerji üretiminin maliyetini değerlendirmek için yapılan ekonomik analizlere dahil edilmemektedir.

72 UEA, *World Energy Outlook* (Dünya Enerji Görünümü) 2009, s. 268.

73 Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT), *The Future of Nuclear Power* (Nükleer Enerjinin Geleceği) (MIT, 2003).

74 Avam Kamarası Ticaret Ve Sanayi Komitesinin 2005-06 sayılı toplantısının "New Nuclear? Examining the Issues" (Yeni Nükleer mi? Konuyu İncelemek) başlıklı Dördüncü Raporunun 1. cildinden.

75 Çek Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Basın Bürosu'nun basın açıklaması, (12 Mayıs 1999).

Örneğin, UEA son ekonomik analizinde nükleer santrallerin ilk yatırım maliyetlerinin kW başına 3bin 200 – 4 bin 500 dolar aralığında olduğunu belirtmektedir⁷⁶. Bu değerler, Vermont Hukuk Fakültesi'nden akademisyenler ve diğerleri tarafından yapılan analizin özetinde belirtilenlerden çok daha düşüktür⁷⁷. UEA bu rakamları esas alarak, elektriğin üretim maliyetinin 55-80 dolar aralığında olacağını varsaymaktadır.

Yüksek inşaat maliyetlerinin, nükleer elektriğin genel maliyeti üzerinde önemli bir etkisi vardır. Vermont Üniversitesi'nin incelemesinde yüksek inşaat maliyetlerinin elektrik fiyatları üzerindeki etkisi ile ilgili olarak üç kaynaktan alıntı yapılmaktadır:

- MIT modelinde ilk yatırım maliyetindeki her 1.000 dolarlık artış için şebekeye verilen her kwh elektriğin maliyetinin elektrik şirketi modelinde 1,8 cent, tüccar finans modelinde ise 2,4 dolar cent artacağı düşünülmektedir.
- Harding'in incelemesinde ilk yatırım maliyetindeki her 1.000 dolarlık artış için elektriğin santraldan çıkış maliyeti kWh başına 2,4 dolar cent artmaktadır.
- Chicago Üniversitesi'nin incelemesinde ilk yatırım maliyetindeki her 1.000 dolarlık artış için elektriğin santraldan çıkış maliyeti kWh başına 3 dolar cent artmaktadır.

Elektrik maliyeti için kurulu gücün birim kW başına 5 bin 500 dolar olduğu kabul edilirse, bu sayıların ortalaması 40 dolar/MWh'lık bir artış verir ki bu değer, elektrik şirketlerinin halihazırdaki maliyet tahminlerinin üst değerleri ile olduğu kadar Wall Street ve bağımsız analistlerin düşük tahminleriyle de tutarlıdır (bak.: Şekil 12). Bu durumda UEA'nın ortalama maliyeti MWh başına 95-120 dolar mertebesinde olur.

Avrupa'da da maliyetler beklenenden yüksek çıkmaktadır. Finlandiya'nın Olkiluoto santralındaki bir reaktör için 2004'te ilk sipariş verildiğinde ilk yatırım maliyeti 3 milyar avro civarındaydı. Dört yıllık inşaat sürecinin ardından tamamlanmış olması gereken santral, beşinci inşaat yılında ve tamamlanmasına hâlâ üç yıl var. Bütçe yüzde 90 oranında aşılmış ve maliyeti 5 milyar 700 milyon avroyu bulmuş durumda.

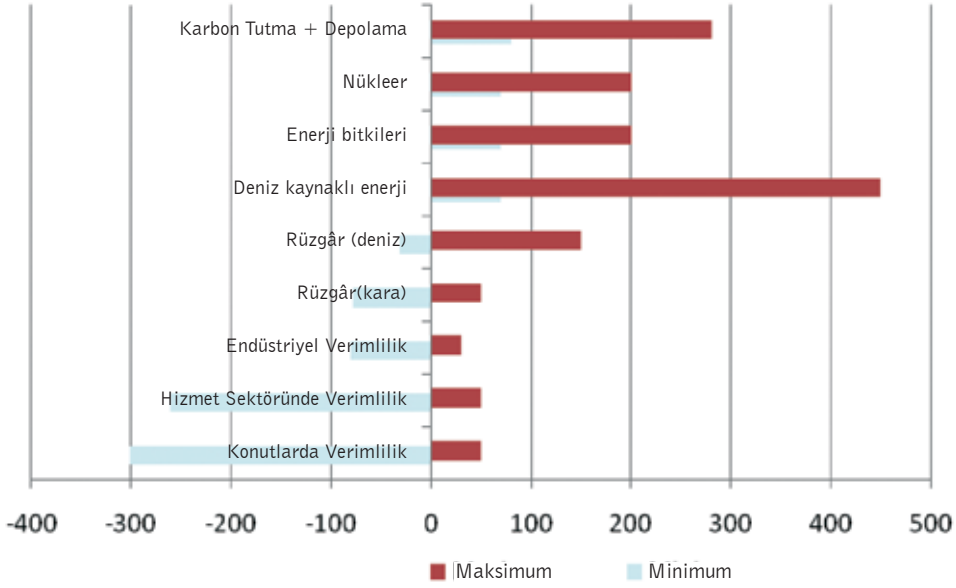
Yüksek inşaat maliyetleri aynı zamanda elektrik şirketlerinin veya hükümetlerin başka elektrik santrallerine ya da alternatif enerji yönetimi stratejilerine yatırım yapma kabiliyetini de azaltabilir. Bugün UEA nükleer enerji kullanımını arttırmanın toplam enerji yatırımının yüzde 16'sını gerektireceğini varsayıyor. ABD'nin veya Avrupa ülkelerinin günümüzdeki beklentilerine daha uygun bir yatırım maliyeti varsayımından hareket edilirse varılacak nokta ya yatırımların yüzde 40 kadar azaltılması ya da finansman tarafında buna eşdeğer bir artışa ihtiyaç duyulması olacaktır. Bu şıklardan ikisi de enerji sektörü için potansiyel sıkıntılar yaratır.

⁷⁶ UEA, *World Energy Outlook* (Dünya Enerji Görünümü) 2009, s. 266.

⁷⁷ Bak.: *New Nuclear – The Economics Say No*, (Yeni Nükleer – Ekonomi Hayır Diyor) Citi Yatırım Araştırma Ve Analiz (Kasım 2009).

İngiltere hükümetinin 2002 tarihli raporundan alınan aşağıdaki şekilde farklı fosil dışı yakıt seçeneklerinin ve enerji verimliliğinin tahmini karbon azaltma maliyetleri görülüyor. Nükleer enerjinin maliyetinin enerji verimliliği tedbirleri ile karadaki ve denizdeki rüzgâr enerjisinden çok daha ucuz, tarımsal enerji ürünleriyle benzer seviyede ama denizden elde edilecek enerjiden muhtemelen daha ucuz olacağı tahmin ediliyor.

Şekil 20: Birleşik Krallıkta 2020 Yılı İçin Tahmin Edilen Karbon Azaltma Maliyetleri (Sterlin / 1 ton karbon)



Kaynak: PIU, 2002.

Daha yakın zamanda yapılan başka analizler nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetinin PIU'nun önerdiğine çok daha yakın olabileceğini düşündürüyor. 2009 tarihli en yeni incelemede McKinsey danışmanlık firması⁷⁸ bir dizi talep ve arz teknolojisinin karbon azaltma maliyetlerini değerlendirdikten sonra “çeşitli düşük karbonlu teknolojilerin 2030 yılındaki tahmini karbon azaltma maliyetleri birbirine yakın çıkmaktadır; bu durum hangi teknolojilerin ağır basacağı konusundaki yüksek belirsizlik seviyesini yansıtmaktadır” sonucuna varıyor. McKinsey’in analizinde yeni inşa edilmiş nükleer ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin karbon azaltma maliyetlerini (1 ton karbondioksit eşdeğeri seragazı başına avro olarak): 5 ila 20 €/tCO₂ e arasında veriyor. Jeotermal 5 €/tCO₂ e, nükleer 10 €/tCO₂ e, düşük penetrasyonlu rüzgâr 12 €/tCO₂ e, yoğunlaştırılmış güneş enerjisi 13 €/tCO₂ e, yüksek penetrasyonlu rüzgâr 20 €/tCO₂ e⁷⁹.

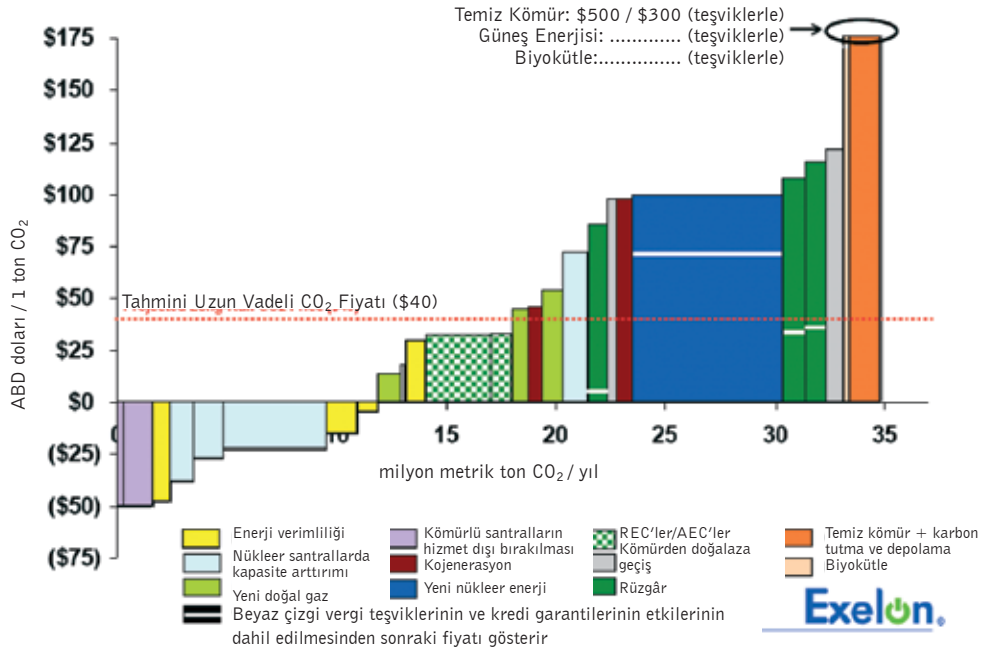
78 Mckinsey, Pathway to a Low Carbon Economy – Version 2 of the Global Greenhouse Gas Carbon Abatement Cost Curve (Düşük Karbonlu Ekonomiye Giden Yol – Küresel Seragazı Karbon Azaltma Maliyet Eğrisinin 2. Versiyonu) (Mckinsey and Company, 2009).

79 A.g.e., 63. sayfada yer alan 8.1.3 numaralı şekildeki bir tahmine dayanmaktadır.

Ancak, nükleer enerjide McKinsey analizinde 2005 yılında gelişmiş ülkeler için kW başına 3.000 avro kullanılmıştır (gelişmekte olan ülkeler için kullanılan değer kW başına 2.000 avrodur). Bu kurulu güç maliyet tahmini günümüzdeki inşaat maliyetlerinden ve bağımsız analizlerden daha düşüktür.

ABD'nin en büyük nükleer enerji kaynaklı elektrik satıcısı Exelon'un CEO'sunun geçenlerde belirttiğine göre, sadece iki yıl gibi bir sürede "düşük karbonlu seçeneklerin ekonomisi dramatik ölçüde değişmiştir." Şirketin yeni nükleer enerjiye ilişkin maliyet tahminleri iki kattan fazla artarak 1 ton CO₂ başına yaklaşık 100 dolara ulaşmıştır (bak: aşağıdaki şekil). Bu, McKinsey'in tahmin ettiği maliyetin on katıdır⁸⁰.

Şekil 21: Exelon'un 2010 Yılı İçin Karbon Azaltma Maliyet Tahminleri (1 ton CO₂ başına ABD doları olarak)



Kaynak: Exelon, Mayıs 2010

Altyapı ve şebekeler

Elektriğin üretiminde hangi tür enerji kullanılırsa kullanılsın, önümüzdeki yıllarda elektrik altyapısına yapılacak yatırımların hızlandırılması gerekecektir. UEA'nın *Dünya Enerji Görünümü 2009* raporunun Referans Senaryosu'na göre enerji sektöründe 2030 yılı için gereken toplam yatırım 13 trilyon 700 milyon dolar olup, bunun yüzde 48'i iletim ve dağıtıma harcanacaktır (iletim için 2

⁸⁰ John Rowe, "Fixing the Carbon Problem Without Breaking the Economy" (Ekonomiyi Çökertmeden Karbon Sorununu Çözmek), Exelon, 12 Mayıs 2010

trilyon dolar, dağıtım için ise 4,5 trilyon dolar). Karbon salımı daha düşük bir sistemin yatırım maliyeti ise muhtemelen daha yüksek olacaktır.

Mevcut şebekenin işleyişinde büyük merkezi enerji santralleri elektriği yüksek gerilim kablolarıyla uzun mesafeler aşarak yerleşim veya sanayi bölgelerine iletmekte, buralarda ise elektrik düşük gerilim kablolarıyla son kullanıcıya ulaştırılmaktadır. Bu şebekelerin çoğu elektrik sektörünün tamamen devletin mülkiyetinde olduğu dönemlerde inşa edilmiştir. Dolayısıyla yeni kurulan elektrik santralleri, çalışmalarını sağlayan şebeke bağlantıları için para ödemek zorunda değildir. Mevcut şebeke sistemi üzerinde yer almayan mevkilerden piyasaya giriş yapan yeni üretim kapasiteleri, şebeke takviyesi ya da şebekeye bağlantı için para ödemek zorunda ise bu durum potansiyel olarak onlara fazladan maliyet ve ekonomik dezavantaj yaratır.

Mevcut sistem genel olarak merkezi elektrik şirketlerinin, tüketicilerin talep veya ihtiyaçlarını her zaman karşılamaya çalıştığı “tahmin ve arz” modeline dayalıdır. Ancak, yukarıda sistemle ilgili sorunlara değindiğimiz bölümde belirtildiği gibi bu sistem verimsiz olup düşük karbonlu ve sürdürülebilir bir enerji sektörünün oluşturulmasına uygun değildir. Ayrıca, geniş bir coğrafyaya yayılan farklı büyüklükteki yenilenebilir enerji kaynaklarının ürettiği enerjiyi sistemin kapsam ve işlev itibarıyla kabul edebilmesi için geniş çaplı değişiklikler gerekecektir. Denizdeki rüzgâr santralleri gibi bazı örneklerde şebeke yatırımının yapılması zorunludur. Şebekeye yatırım yapılmadan bu kaynak geliştirilemez.

Bu tür değişiklikler, politika açıklamalarında ve de yatırım tekliflerinde, özellikle de ekonomik teşvik paketlerinde dikkate alınmıştır. Ancak, birçok vakada detaylar eksik olup, tanımlar üzerinde ve ne derece köklü bir değişimin sürmekte olduğu konusunda bir kafa karışıklığı söz konusudur. Bilhassa değişimle eş anlamlı hale gelen “akıllı” teriminin tanımı hakkında net ve evrensel bir mutabakat yoktur. Bunun en çarpıcı örneklerinden biri Birleşik Krallık Enerji ve İklim Değişikliği Dairesi’nin Kopenhag toplantısından hemen önce yayımladığı bir basın bildirisinde görülmüştü. “Birleşik Krallık enerji sistemi akıllanıyor” başlıklı bu 19 cümlelik açıklamada “akıllı” kelimesi 22 defa kullanılmıştı⁸¹.

Ekonomik kriz nedeni ile hazırlanan İngiltere ulusal teşvik paketlerinde hem “yeşil” faaliyetlere hem de özellikle “akıllı şebekeler”e yatırım yapılması ihtiyacı vurgulanmıştır. Londra merkezli HSBC’nin analizine göre, yeni şebekelere tahsis edilen toplam bütçe 92 milyar dolar civarında olup, bunun yaklaşık 70 milyar dolarlık bölümü Çin’dedir (“yeşil” faaliyetlere ayrılan 430 milyar dolarlık toplam bütçeden)⁸². Yalnız “düşük karbonlu” veya “yeşil” diye tanımlanan projelerden ancak bazıları mevcut bakım veya genişleme planlarından farklıdır.

AB’nin enerji teşvik paketi Krizden Çıkış İçin Avrupa Enerji Programı’na odaklanmıştır. Bu program, “mevcut istihdam ile satın alma gücünü korumayı, altyapıyı geliştirmeyi ve geleceğin düşük karbonlu enerji sektörlerinde istihdam

81 <http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/news/pn139/pn139.aspx> (16 Mart 2010).

82 HSBC, A Climate for Recovery; The Colour of Stimulus Goes Green (Toparlanmaya Uygun Bir İklim: Teşviğin Rengi Yeşile Dönüyor) (Şubat 2009).

yaratmayı” amaçlayan 4 milyar avroya yakın bir proje ile AB bütçesinden kilit enerji projelerine sağlanacak önemli boyuttaki ortak finansmanın temelini oluşturur. En büyük payı 2 milyar365 milyon avro (bütçenin yüzde 60’ı) ile doğalgaz ve elektrik altyapı projelerine yapılacak yatırımlar alırken karbon tutma + depolama 1,05 milyar avro (bütçenin yüzde 26’sı) ile ikinci sırada, açık denizlerdeki rüzgâr enerjisi projeleri ise 0,565 milyar avro (bütçenin yüzde 14’ü) ile son sırada gelmektedir. Tahsisat verilen karbon tutma + depolama ile denizdeki rüzgâr enerjisi projelerinin ayrıntıları açıklanmış ama inşa edilmekte olan doğalgaz ve elektrik altyapısıyla ilgili projelerinin ayrıntıları açıklanmamıştır. Ancak, inşaat halindeki projelerin başta yenilenebilir enerjiler olmak üzere düşük karbonlu enerji kaynakları ile değil, mevcut elektrik piyasasının güçlendirilmesiyle ilgili olduğu anlaşılmaktadır⁸³.

Öte yandan, projelerin uygunluğuna karar vermede başvuru kriterlerinden sadece yüzde 10’u çevre meseleleri ile ilgilidir. Kaldı ki bunlarda bile “yapılacak işlemin doğa, salımlar, gürültü, arazi kullanımı gibi alanlara olumsuz etkilerini azaltmaya veya telafi etmeye yönelik önlemler”in adı bile geçmemektedir⁸⁴.

Denizlerdeki rüzgâr enerjisi başlıklı alt kategorisinde, maliyetinin 1,8 milyar avro mertebesinde olması beklenen büyük projelerden üçünün şebeke altyapı çalışmalarına 310 milyon avro civarında tahsisat sağlanacaktır.

Ağırlığın yüksek gerilim hatları altyapısına verilmesine devam edilmekteyse de birbiriyle çelişen yatırım dinamiklerinin etraflı bir sistematik analize tabi tutulmasının zamanı çoktan gelmiştir. Sürekli büyüyen, yüksek güçte – ve yüksek kayıplı – merkezi iletim ile dağıtım sistemlerine tanınan mutlak öncelik, nakil kayıplarını asgariye indiren ve elektrik üreticisinin/kullanıcısının rollerini temelden yeniden tanımlayan, geleceğin zeki enerji ağının kilit bileşenlerinden birini teşkil eden, yüksek verimli, adem-i merkezîyetçi akıllı şebekelerin süratle hayata geçirilmesinin önünde büyük bir engel oluşturmaktadır.

Örneğin elektrikli bir otomobil, elektriği içten yanmalı motorlardan çok daha verimli biçimde mekanik enerjiye dönüştürür ama elektrik sürdürülebilir kaynaklardan sağlanamadıkça bu fiziksel gerçeklik tamamen teoriden ibaret kalır. Sistemin genel performansında hiçbir iyileşme yaratmayacak yeni yamalarla eski verimsiz altyapıyı ayakta tutmaya çalışmak yerine, altyapı yatırımlarının yönünü tamamen farklı bir sistematik yaklaşıma çevirmek şarttır.

Son yıllarda büyük miktarlarda aralıklı üretim yapan yenilenebilir enerji kaynağını şebekeye entegre etmenin kapasite ile ilgili güçlükleri bir takım örneklerde görülmüştür. Şebekeye sürekli bağlı kalması gereken büyük ve hantal nükleer santraller sorunu daha da kötüleştirmiştir. Son yıllarda yenile-

83 Resmi Yayın: Avrupa Parlamentosu’nun ve Avrupa Konseyi’nin enerji alanındaki projelere AB’den finansal yardım sağlamak suretiyle ekonomik toparlanmaya destek olmayı amaçlayan bir program ihdas eden (EC) 663/2009 sayı ve 13 Temmuz 2009 tarihli düzenlemesi, L/200/31 (31 Temmuz 2009).

84 Avrupa Komisyonu, Bilgi Günü (2009), http://ec.europa.eu/energy/grants/docs/eepr/eepr_info_day_presentation_interconnections.pdf

nebilir enerji kaynaklarının gelişmesi projelerin zamanında, bütçeyi aşmadan inşa edilebildiğini ve şebeke bağlantılarında sorun yaşanmadığını göstermektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynakları yakıt kullanmadığından şebekeye erişim önceliğini bu kaynaklara vermek daha mantıklıdır. Sistemik bir değişim olmadıkça yenilenebilir enerji kaynaklarının verimsiz kullanımı devam edecektir. Dolayısıyla şebekelerin yönetiminde temelden reform yapılmalı, yatırımlar büyük ölçüde yeni altyapıya ve ürün geliştirmeye yönlendirilmelidir. Burada esas alınması gereken hususlar, yerel üretim ile tüketimi öne çıkaran yüksek derecede arz verimliliğinin hedeflenmesi, koşullara duyarlı tüketim ve depolama sağlanması, bölgesel elektrik şebekelerini birbiriyle entegre ederek kümeler halinde mikro şebekelerin ortaya çıkarılması, böylece yedek güce olan ihtiyacın azaltılması, gerektiğinde deniz üstü rüzgâr santralleri gibi daha zengin yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması olmalıdır.

Piyasa mekanizmaları

Son yıllarda, piyasaların serbestleştirilmesi yönündeki küresel eğilim doğalgaz ve elektrik piyasalarına devletin müdahalesini azaltmıştır. Yalnız bu, devletin enerji arzına kesinlikle “ilişmemesini” içeren bir yaklaşımdan ziyade, özel bazı teknolojilerin desteklendiği daha piyasa bazlı mekanizmaların oluşmasına yol açmıştır.

Bu piyasa mekanizmalarının en son ve etkin kullanımları– tüm örneklerde değilse de bazılarında – yenilenebilir enerji kaynaklarının ayakta durmasını sağlama yönünde olmuştur. Özellikle elektrik piyasasında alım garantisi sağlayan tarifeler ve pazar payı garantileri gibi mekanizmalar hayata geçirilmiştir. 2009 yılı başlarına kadar en az 73 ülkede yenilenebilir enerji kaynakları için politika hedefleri belirlenmiştir. Ülkesel hedef koymayan ABD ve Kanada’da eyalet seviyesinde hedefler konulmuştur⁸⁵. Bu politika mekanizmaları yenilenebilir enerjinin başarısının temelidir.

Avrupa’da bu mekanizmaların devlet desteği niteliğinde olmadığını ifade edilmesi ve bunun denenmiş olması önemlidir. 2001 yılında örnek bir vaka hakkında verilen kararda, Avrupa Adalet Divanı iyi yapılandırılmış destek tarifelerinin devlet yardımı oluşturmadığına, bunların fiyatlandırmaya dahil edilmeyen harici maliyetlerin (sosyal maliyetler) hesaba katılması için düşünülmüş bir araç olarak kabul edilebileceğine açıkça hükmetmiştir. Bu karardan hareketle Avrupa Komisyonu, ekonomik verimlilik açısından piyasada yaşanan çeşitli başarısızlıkların devletin yenilenebilir enerji piyasalarına müdahalesine gerekçe teşkil edeceğini belirtmiştir⁸⁶. Bu kararın gerekçeleri şunlardır:

⁸⁵ REN 21, Renewables Global Status Report 2009 Update: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (Yenilenebilir Enerji Kaynakları Küresel Durum Raporu 2009 Güncellemesi: 21. Yüzyılda Yenilenebilir Enerji Politikası İlişkiler Ağı) (2009).

⁸⁶ Avrupa Komisyonu, Komisyondan yayımlanan bildiri: *The Support of Electricity from Renewable Energy Sources* (Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elde Edilen Elektrik Desteği), SEC(2005) 1571, Com(2005)627 final, (2005).

- “[...] dış faktörlerin tamamen içselleştirilmesi halihazırda birçok ülkede politik açıdan yapılabilir görünmediğinden [...] yenilenebilir enerji kaynaklarının düşük salım özellikleri dikkate alınarak desteklenmesi verimlilik bakımından yerinde görülebilir.”
- “İyi mevkilerde kurulmuş olan rüzgâr santralleri gibi bazı yenilenebilir enerji santrallerinin maliyet yapıları konvansiyonel kaynaklara yakın nitelikler göstermekle birlikte genel olarak yenilenebilir enerji kaynakları, koruma tedbirlerinin bulunmadığı bir elektrik piyasasında ticari açıdan rekabet edebilir düzeyde değildir. Hele de bu piyasa, mevcut elektrik sistemine sağlanan çok sayıda doğrudan ve dolaylı sübvansiyonlarla hâlâ müdahaleye uğruyor ve halihazırda piyasanın büyük bir bölümü elektrik sektörünün kamu mülkiyetinde olduğu dönemlerde inşa edilmiş bir altyapıya dayanıyorsa, böyle bir ortamda ticari yönden henüz rekabetçi olduğu söylenemez. [...] Yenilenebilir enerji kaynaklarının geleceğinin uzun vadede parlak görünmesine rağmen piyasada araştırma ve geliştirmeye yapılan yatırımların seviyesi hâlâ gerekenden düşük olduğundan hükümetler yenilikçi yaklaşımlara teşvik sağlamalıdır.”
- “Günümüzde düzenleyici sistemler konvansiyonel enerji kaynaklarının lehine işlemektedir. Bu enerji türleri geçmişte devlet tarafından sağlanan devasa boyuttaki Ar+Ge desteğinden zaten payını almıştır.”

ABD’de Nükleer ve Rüzgâr Enerjisine Sağlanan Sübvansiyonların Karşılaştırılması

Kullanımlarının ilk 15 yılında nükleer teknoloji ile rüzgâr teknolojisi birbirine yakın miktarda enerji üretti (nükleer 2,6 milyar kWh, rüzgâr 1,9 milyar kWh) ama nükleer enerjiye rüzgâr enerjisininin 40 katından daha fazla sübvansiyon sağlandı (39 milyar 400 milyon dolara karşılık 900 milyon dolar).

Marshall Goldberg, “Federal Energy Subsidies: Not All Technologies Are Created Equal” (Federal Enerji Sübvansiyonları: Bütün Teknolojiler Eşit Yaratılmamıştır), REPP no. 11 (Temmuz 2000)

Sağlanan veya tahsis için ayrılan finansman hacmi arttığı halde serbestleşmiş piyasaların çoğunda yeni nükleer santraller için sipariş verilmemesi bilfiil kullanılan teknoloji destek mekanizmalarının sayısının azalmasına neden olmuştur. Bunun en açık örneği 2005 tarihli Enerji Yasası ile nükleer enerjiye sağlayacağı mali desteği netleştiren Amerika Birleşik Devletleri’ndedir. Bu destek şunları içermektedir:

- Üretimde vergi indirimi: Sekiz yıl boyunca altı adet reaktör için yeni reaktörlerde üretilen birim kWh elektrik başına 1,8 cent vergi indirimi – ABD hazinesine maliyeti 5,7 milyar dolar;
- İlk 6 ila 8 adet reaktör için kredi garantisi – tutarı 18,5 milyar dolara kadar;

- Düzenlemelerden veya yargıdan kaynaklanan gecikmeler için destek çerçevesi – ilk iki reaktör için 500 milyon dolara kadar, sonraki dört reaktör için 250 milyon dolara kadar;
- İlave araştırma + geliştirme finansmanı – 850 milyon dolar;
- Eski tesislerin devreden çıkarılmasında yardım – 1,3 milyar dolara kadar...

Yeni nükleer santraller inşa etme niyetini açıklayan şirketlerden biri olan Exelon Generation'un başkanı Christopher Crane, 2007 yılının Aralık ayında "Kredi garantisi programı 2009'a kadar yürürlüğe girmezse biz adım atmamız" demişti⁸⁷. Bu piyasa mekanizmasının önemi 2010 yılının Ocak ayında Başkan Barack Obama'nın potansiyel finansmanı üç katına çıkarıp, enerji yasa tasarısı kapsamında 54 milyar dolara kadar fon sağlaması ile açıklık kazandı.

Belirtildiği gibi, serbestleşmiş elektrik piyasalarına sahip diğer ülkelerde halen sırf nükleer enerji için çalışan aleni mekanizmaların sayısı daha azdır ama nükleer enerjiye daha fazla finansal destek sağlanması için daha geniş destek mekanizmaları geliştirilmektedir. İngiltere'de 2005 yılının Ekim ayında Tony Blair'in başbakanlık döneminde Hampton Court'ta yapılan gayr-ı resmi zirvede Dieter Helm "Avrupa Enerji Politikası, Arzı Güvenceye Almak Ve İklim Değişikliği Sorunuyla Başa Çıkmak" başlıklı gayr-ı resmi bir bildiri sunmuştu⁸⁸. Bu bildiriye mevcut üretim kapasitesinin büyük bir bölümünün eskiyerek envanter dışı kalmasından kaynaklanacak yatırım ihtiyacının "karbonsuz enerji kaynakları"na yatırım yapmak için ideal bir fırsat olduğu düşüncesi öne sürülmekteydi. Bildiriye göre "AB yenilenebilir enerji kaynaklarının tanımını çeşitli salım azaltma teknolojilerini de kapsayacak şekilde genişletmeliydi."

Bazı örneklerde nükleer enerjiyi yenilenebilir enerji sınıfına sokmak için daha açık girişimlerde bulunulmuştur. ABD'nin Arizona eyaletinde nükleer enerjiyi yenilenebilir enerji sınıfına sokmanın teklif edildiği Yenilenebilir Enerji Yasası metninin bu bölümü 2010 yılının Şubat ayında reddedildi. Yasa olduğu gibi kabul edilseydi, elektrik şirketlerinin sattığı elektriğin yüzde 15'ini yenilenebilir enerji kaynaklarından temin etmesinin öngörüldüğü hedefe nükleer de dahil edilecekti. Nükleer unsurlar tasarıdan çıkarıldığında Arizona Valisi Jan Brewer, bir bildiri yayımlayarak şöyle demişti: "Bu, dünyanın dört bir yanındaki işverenlere açık ve tek bir mesaj göndermektedir: Arizona güneş enerjisi sektörünün bir numaralı bölgesidir⁸⁹."

8 Mart 2006 tarihinde Avrupa Komisyonu "Rekabetçi Ve Sürdürülebilir Enerji için Bir Avrupa Stratejisi" başlıklı Yeşil Kitabı yayımladı⁹⁰. Kitapta düşük karbon teknolojileri hakkında şöyle denmekteydi:

-
- 87 "Loan Guarantees Tagged as Key for Nuclear Builds" (Kredi Garantileri Nükleer İnşaatlar için Kilit Önemde Görülüyor), *Power, Finance and Risk* (Enerji, Finans Ve Risk) (21 Aralık 2007).
- 88 http://europa.eu.int/comm/energy/green-paper-energy/index_en.htm
- 89 "Bill to Classify Nuclear as Renewable Energy Killed" (Nükleer Enerjiyi Yenilenebilir Enerji Sınıfına Sokan Tasarı Engellendi), *Phoenix Business Journal* (22 Şubat 2010), <http://phoenix.bizjournals.com/phoenix/stories/2010/02/22/daily51.html>
- 90 http://europa.eu.int/comm/energy/green-paper-energy/index_en.htm

“Ayrıca sürdürülebilir enerji kullanımı, rekabetçilik ve arz güvenliği amaçlarını dengeleyen genel bir stratejik hedefi kabul etmek de uygun olabilir. Kapsamlı bir etki değerlendirmesine dayanarak geliştirilmesi ve AB’nin gelişen enerji karmasının değerlendirilebileceği bir mihenk taşı oluşturması gereken bu amaçlar AB’nin giderek artan ithalat bağımlılığını dizginlemesine de yardımcı olabilir. Örneğin, hedeflerden biri genel AB enerji karmasının belli bir asgari oranının güvenli ve düşük karbonlu enerji kaynaklarından sağlanması olabilir. Böyle bir mihenk taşı ithalata bağımlılığın potansiyel risklerini ortaya koyabilir, düşük karbonlu enerji kaynaklarının uzun vadede geliştirilmesi doğrultusundaki genel isteği belirleyebilir ve bu hedeflere ulaşmak için gereken, esas itibarıyla içsel önlemlerin belirlenmesini sağlayabilir.”

Bu tür önlemler şimdi Avrupa’da teklif ediliyor. İngiltere’nin enerji düzenleyici kuruluşu OFGEM, 2010 yılının Ocak ayında arz güvenliği ve çevresel nedenler yüzünden “mevcut piyasa düzenlemelerini ve diğer teşvikleri hiç değiştirmeme gibi bir seçeneğimizin olmadığı yönünde giderek güçlenen bir fikir birliği var” açıklamasını yaptı⁹¹. OFGEM’in düşündüğü tedbirlerden biri, yenilenebilir enerji ve nükleer enerji de dahil olmak üzere her türlü üretim için uzun vadede daha net yatırım sinyalleri verebilecek olan kapasite ihaleleri açmaktır.

Piyasa mekanizmaları piyasada var olan çevresel ve ekonomik çarpıklıkları dengeleme amacını taşıdığı için Avrupa’da bu mekanizmaların yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması için kullanılması yasal olarak kabul görmektedir. Piyasa mekanizmaları ayrıca, ne geçmiş yılların çok daha büyük araştırma + geliştirme bütçelerinden ne de sistem henüz devlet mülkiyetindeyken inşa edilen altyapıdan yararlanabilmiş bu yeni teknolojilerin geliştirilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu gerekçeler nükleer enerji için öne sürülemez, zira nükleer teknoloji geçmişte olduğu gibi bugün de Ar-Ge’den aslan payını almakta, altyapının uygulanmasında avantajlı konumda bulunmakta ve kendi çevresel maliyeti için ne fiilen ne de potansiyel anlamda tam bir sorumluluk taşımaktadır. Yanlız yukarıda belirtildiği gibi, günümüz ABD’inde nükleer enerjinin tekrar canlandırılmasına mali destek sağlamak için bir takım icraatlar yapılırken Avrupa’da da yenilenebilir enerji kaynaklarının devreye sokulmasına ve “düşük karbonlu” bir sistemin oluşturulmasına yarayacak özel hedeflerden uzaklaşmaktadır. Bu tür icraatlar yenilenebilir enerji politikalarının etkinliğini potansiyel olarak sulandıracak ve daha önemlisi, yatırımcılar nezdinde hükümetlerin yenilenebilir enerji konusundaki kararlılıkları hakkında şüphe yaratacaktır.

Bu bölümde nükleer enerji ile yenilenebilir enerji kaynaklarının fırsat maliyetleri gözden geçirildi ama ayrıntılı bir karşılaştırmada ele alınabilecek birçok mesele daha var. Mark Jacobson’ın “*Energy and Environmental Science*”

91 OFGEM, “Action Needed to Ensure Britain’s Energy Supplies Remain Secure” (İngiltere’nin Enerji İkmal Güvenliğini İdame Ettirmek için Bir şeyler Yapılması Lazım), basın açıklaması (4 Şubat 2010).

(Enerji ve Çevre Bilimi) adlı bilimsel dergide yayımlanan incelemesinde⁹² çeşitli enerji kaynakları, bunların iklim değişikliği, hava kirliliği ve enerji güvenliği açısından taşıdığı potansiyel gözden geçirilmekte; su ikmal, arazi kullanımı, yaban hayatı, kaynak mevcudiyeti, ısı kirliliği, su kirliliği, nükleer yayılma ve kötü beslenme gibi çeşitli konular da ele alınmaktadır. Profesör Jacobson'ın vardığı sonuçlar aşağıdaki tabloda görülmekte olup, nükleer enerjinin elektrik üretiminde kullanılan bütün yenilenebilir enerji seçeneklerinin altında yer aldığını göstermektedir. Değerlendirmeye dahil edilen teknolojiler fotovoltaik güneş enerjisi, yoğunlaştırılmış güneş enerjisi, rüzgâr, jeotermal, hidroelektrik, dalga, gel-git, nükleer, karbon tutma + depolama uygulamasıyla kömür ve mısır, selüloz içeren gibi biyoyakıtlardır.

Tablo 3: Yenilenebilir, Nükleer ve Kömür Enerjisinin Sıralaması

	Selüloz kökenli	Mısır	Karbon tutma + depolama	Nükleer	Med-cezir	Dalga	Hidroelektrik	Jeotermal	Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi	Güneş fotovoltaik	Rüzgâr (HFCV)	Rüzgâr (BEV)	Ağırlık
Kaynaklar													
CO ₂ salımı													
Ölüm oranı													
Ayak izi													
Ara açıklığı													
Su													
Termal													
Su kirliliği													
Enerji ikmalinin aksaması													
İşletme güvenilirliği													
Ağırlık													
Genel sıralama													

Kaynak: Jacobson, 2009.⁹³

Nükleer enerji politikasının iklim değişikliği ve çevre üzerindeki etkisi Felix Matthes tarafından yazılan bir makalede daha derinlemesine değerlendirilmiştir.⁹⁴

⁹² Mark Z. Jacobson, "Review of Solutions to Global Warming, Air Pollution and Energy Security" (Küresel Isınma, Hava Kirliliği ve Enerji Güvenliği Meselelerine Önerilen Çözümlerin Gözden Geçirilmesi), *Energy and Environmental Science* (Enerji ve Çevre Bilimi) (1 Aralık 2008).

⁹³ A.g.e., Tablo 4.

⁹⁴ Nükleer enerji politikasının çevre ve iklim değişikliği üzerindeki etkileri Felix Matthes'in makalesinde daha ayrıntılı incelenmiştir. Bak.: http://www.boell.de/downloads/ecology/NIP6_MatthesEndf.pdf

Sonuçlar

Geçmişte olduğu gibi günümüzde nükleer enerji devletlerin büyük çaptaki müdahalelerine maruz kalmaktadır. Bir örnekte belirtildiği gibi, ABD’de nükleer ve rüzgâr enerjisi ilk 15 yılda aşağı yukarı aynı miktarda elektrik ürettiği halde (nükleer: 2,6 milyar kWh; rüzgâr: 1,9 milyar kWh) nükleer enerjiye rüzgâr enerjisinin 40 katından daha fazla sübvansiyon sağlanmıştır (39 milyar 400 milyon dolara karşılık 900 milyon dolar). Bugün, yeni nükleer santral siparişlerinin ölmekte, diğer teknolojilerin gelişmekte olduğu halde bile nükleer enerji devlet araştırma + geliştirme kaynaklarından başka hiçbir teknolojiye nasip olmayan miktarda faydalanmaktadır.

Nükleer enerji ayrıca, çevresel maliyetlerin elektrik fiyatlarına dahil edilme-
mesi sayesinde büyük miktarda dolaylı sübvansiyondan da yararlanmaktadır⁹⁵. Devletler, radyoaktif atıkların nihai depolama ve doğadan yalıtılması işlemlerini verdiği garantiler yoluyla gerçekleştirmektedir. Ayrıca, üçüncü şahıslara verile-
bilecek zarar için ödenecek sigorta tazminatlarına sınır getirilmesi ve bunlara devletin mali desteğinin sağlanması, ihracat kredi kuruluşlarının garantileri, üretimle ilişkili vergi indirimleri veya kredi garantisi gibi yöntemler devreye sokularak daha dolaysız finansal yardım da sağlanmaktadır.

Nükleer santral inşaatlarında dünya genelinde edinilen deneyim bu proje-
lerin bütçe aşımalarına ve gecikmelere eğilimli olduğunu göstermektedir. Dünyadaki en büyük inşaat programlarına sahip Amerika Birleşik Devletleri ile Fransa’da bu programların geçmişine bakıldığında, inşaat maliyetlerinin sırasıyla beş ve üç kat arttığı görülmektedir. Bu artışlar, inşaatların kendi türle-
rinin ilki olmasıyla ya da başlangıçta çıkan sorunlarla açıklanamaz. Burada sözkonusu olan büyük, politik ve karmaşık projelere özgü sistematik sorunlardır. Finlandiya’daki Olkiluoto Santrali’nde ve Fransa’daki Flamanville Projesi’nde yakın zamanda edinilen deneyim, bu sorunun devam ettiğini göstermektedir. Nükleer inşaatlardaki maliyet artışları ve gecikmeler sürekli büyüyen miktarda yatırım gerektirmelerinin yanı sıra bu gecikmeler yüzünden sektördeki salım miktarını da arttırmaktadır.

Sistematik açıdan nükleer enerji ile enerji verimliliği + yenilenebilir enerji yaklaşımları birbirini dışlar. Bu dışlama yalnız yatırım alanı ile de sınırlı değildir. Bu durum yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının giderek arttığı Almanya ve İspanya gibi ülkelerde veya bölgelerde gün geçtikçe daha belirginleşmektedir. Bunun başlıca sebepleri şunlardır:

■ **Sınırlı yatırım fonları için rekabet.** Bir avro, dolar veya yuan yalnız bir kere harcanabilir. Dolayısıyla harcanacağı yer salımlarda en büyük azalmayı en çabuk sağlayan seçenek olmalıdır. Nükleer enerji sadece en pahalı seçeneklerden biri değil, aynı zamanda en yavaşıdır.

⁹⁵ Almanya’da nükleer enerjiye geçmişte sağlanan devlet sübvansiyonlarının daha derinle-
mesine bir incelemesi için bak.: Yeşil Bütçe Almanya (2009) “Staatliche Förderungen der Atomenergie im Zeitraum 1950 bis 2008.”

- **Fazla kapasite verimlilik teşviklerinin etkisini yok eder.** Büyük merkezi elektrik üretim üniteleri yapısal olarak fazla kapasiteye sahip olma eğilimindedir. Fazla kapasitenin olduğu yerde verimliliğe yer yoktur.
- **Esnek tamamlayıcı kapasiteye ihtiyaç vardır.** Yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı arttıkça esnekliği olmayan, büyük, baz yük sınırı ile çalışan santrallardan ziyade esnek, orta yükte çalışan tamamlayıcı tesislere ihtiyaç duyulacaktır.
- **Geleceğin şebekeleri çift taraflı çalışacaktır.** Akıllı sayaçlar, akıllı aletler ve akıllı şebekeler geliyor. Yeniden ve tamamen tasarlanmış bu sistemin mantığı kullanıcının aynı zamanda üretim, depolama işlevi üstlenmesini sağlamaktır. Bu, yukarıdan aşağıya doğru işleyen merkezîyetçi yaklaşımdan esastan farklıdır.

Geleceğe dönük planlamalar açısından, özellikle gelişmekte olan ülkelerde nükleer ile enerji verimliliği + yenilenebilir enerji stratejisinin çelişen sistematik özelliklerinin net bir şekilde belirlenmesi hayati önem taşımaktadır. Nükleer enerjinin şimdiye kadar yeterince belgelenmeyen, hatta anlaşılamayan birtakım sistem etkileri mevcuttur. Bu alanda araştırma ve analiz yapılmasına acilen ihtiyaç vardır.

Bu, günümüzde özellikle önemlidir, çünkü önümüzdeki 10 yıl enerji sektörünün en azından bir nesil boyunca sahip olacağı sürdürülebilirlik, güvenlik ve finansal yapılabirliğinin belirlenmesi bakımından kritik bir dönemdir. Enerji hizmetlerinin sağlanmış şekli ile enerji taşıyıcılarının (elektrik, hidrojen...), yakıtların üretim, nakil, kullanım biçimlerini dönüştürecek, kilit önemde üç adet politika belirleyici faktör ve düşünce şunlardır:

- Tehlikeli iklim değişikliği tehdidini azaltmak için bir şeyler yapmanın zorunlu olduğuna dair bilincin gelişmesi ve enerji sektörünün bundaki büyük payının idrak edilmesi;
- geleneksel enerji kaynakları alanındaki küresel rekabetin artması ve gelecekte daha da artmasının beklenmesi ama bu talep artışına cevap verecek büyüklükte yeni kaynak rezervlerinin keşfedilmemesi;
- OECD ülkelerinde mevcut altyapının çağdışı kalmasından, gelişmekte olan ülkelerde ise hızlı kentleşme ile farklı ve daha geniş çapta enerji hizmetleri talebinden kaynaklanan ihtiyaç nedeniyle enerji sektörüne yatırımların hızlandırılmasının gerekliliği...

OECD'nin Uluslararası Enerji Ajansı ve diğer kuruluşları tarafından belirtildiği üzere, işleri eskisi gibi sürdürme seçeneğimiz yok. Yenilenebilir enerji son 10 yılın en büyük endüstriyel başarı öykülerinden biri, hatta en başta geleni oldu. 2009 yılında tüm dünyada, büyük hidroelektrik santralleri hariç yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırım, üst üste ikinci yıl, fosil yakıtlara yapılan yeni yatırımları geçti. Avrupa'da 2009 yılında rüzgâr enerjisine 13 milyar avro yatırım yapıldı ve bunun sonucunda rüzgâr santralleri yeni kurulan enerji üretim tesislerinin yüzde 39'unu oluşturdu. Böylece iki yıl üst üste, diğer bütün elektirik

santrallerinden daha fazla kurulu güçte yeni rüzgâr santralleri kurulmuş oldu. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik santralleri, 2009 yılında AB’de şebekeye eklenen yeni bağlantıların yüzde 61’ini oluşturdu. AB enerji sektörü kömür, fuel oil ve nükleer enerjiden uzaklaşmaya devam ediyor. Bu teknolojilerden her birinde hizmetten çıkarılan santrallerin sayısı yeni kurulanları aşıyor. Yenilenebilir enerji kaynaklarının hayata geçirilmesinde bazı ülkelerin diğerlerinden daha başarılı olduğu açıkça görülse de bu teknolojinin kullanımını yaygınlaştırma yönünde küresel bir çaba var. En az 73 ülkede yenilenebilir enerji politikaları çerçevesinde kullanım hedefleri belirlenmiş durumda. Gelişmekte olan ülkelere birçoğunun, yenilenebilir enerji kaynaklı üretim ve bu kaynakların kullanılmasında ön saflarda yer alması önemli bir nokta. Halen güneş kaynaklı ısı enerjisinin kullanımında dünya lideri olan ve yakında dünyanın en büyük rüzgâr türbini imalatçısı olması beklenen Çin, 2009 yılında kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesinde en büyük artışı gerçekleştiren ülke oldu. Öte yandan, gelecek 10 yılda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının Avrupa’da üç katına çıkması, OECD ülkelerinin çoğunda ise önemli ölçüde artması bekleniyor.

Yenilenebilir enerjinin kullanımı, enerji sektöründen kaynaklanan seragazi salımlarını azaltmada bu kaynakların kilit önem taşıyan bir teknoloji kümesi olduğunu gösterdi. Ancak, bu kaynakların başta ulaşım, ısıtma ve soğutma olmak üzere diğer sektörlerdeki rolü şimdiye kadar tam anlamıyla idrak edilmiş değil. Dolayısıyla, geleneksel ve ticaret dışı enerji kaynakları dikkate alınmadığında, yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji karmasına katkısı birçok ülkede elektrik üretimine sağladığından daha azdır.

Yalnız tüm enerji sistemlerinde enerji verimliliğini yükseltmek için kitlesel bir gayret gösterilmezse yenilenebilir enerji politikaları ile salım azaltmadaki vazgeçilmez hedeflere ulaşamayacağının bilinmesi çok önemlidir. Bunun çarpıcı bir örneğinin yaşandığı Alman enerji sektöründe tüketim karbonsuzlaştırılan her kilovat elektrikten daha hızlı arttığı için oldukça başarılı giden yenilenebilir enerji programının getirdiği yararlı etkilerin çoğu silinip gitmiştir. Sözkonusu gayret başta şehir planlama, bina tasarımı ve arazi kullanımı olmak üzere, uzun vadeli altyapı yatırımlarının uygun biçimde kurgulanması ile başlamalıdır. Ofis binalarını ve alışveriş merkezlerini kimsenin oturmadığı yerlere inşa edip, fazladan yapay ulaşım ihtiyaçları yaratmaya devam edemeyiz. Verimsiz binalar inşa edip bunları – belki – daha sonra düzeltmeye harcayacak ne zamanımız ne de kaynağımız var.

Özel sermayenin enerji verimliliği + yenilenebilir enerji sektörüne cezbedilmesi için hükümet politikalarının uzun ömürlü ve etkili olacağına güven duyması gerekir. “Yatırıma değer kalitede⁹⁶” yenilenebilir enerji politikaları yürürlükte kalmalı ve uzun vadeli hale getirilmelidir. İdeal şartlarda bu politika ile hedeflerde her yenilenebilir enerji alanındaki fırsatlar, hedefler açıklan-

96 Bak.: Kirsty Hamilton, *Unlocking Finance for Clean Energy: The Need for “Investment Grade” Policy* (Temiz Enerji için Finansmanın Kilidini Açmak: “Yatırıma Değer Kalitede” Politika İhtiyacı); Hamilton, Chatham House’da Araştırma Görevlisidir, http://www.chatham-house.org.uk/files/15510_bp1209cleanenergy.pdf (15 Mart 2010).

malı, pazarın ve tek tek her enerji türünün alanının durumu yansıtılarak yeterli seviyede, fakat aşırı miktarda olmayan desteğin seferber edilmesi sağlanmalıdır. Hidroelektrik dışındaki yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel elektrik arzındaki payının nispeten küçük olması hem mevcut potansiyel pazarı hem de kısa ve uzun vadede ihtiyaç duyulacak yatırımların boyutunu göstermektedir. Dolayısıyla devletler, bu sektördeki kararlılıklarını gösterecek uzun vadeli net mesajlar vermelidir. Yenilenebilir enerji hedeflerinin “düşük karbon” hedefleri ile harmanlanmasının önerildiği karışık mesajların verilmesi belirsizlik yaratır ve hiç kuşkusuz yatırımların gecikmesine veya durmasına yol açar.

Nükleer enerji ekonomisi: Güncel durum

Yazarın notu

Aşağıdaki metne 2010 yılının Mart ayında son hali verildikten sonra, bir dizi nükleer santralin yapımına başlanmış ya da yapımı tamamlanmıştır. Aşağıdaki tablo, Mart 2010 ile Ağustos 2010 arasında yapımına başlanan yedi santralı gösteriyor. Yapımına 1976'da başlanmış olan Brezilya'daki Angra 3 santralında da çalışmalar yeniden başlamıştır (bu santralin ayrıntıları için Tablo 3'e bakılabilir). Dört reaktör tamamlanmıştır (ayrıntılar için Tablo 2'ye bakılabilir): Rajastan 6 (Hindistan), Lingao 3 ve Qinşan 2-3 (Çin) ve Şin Kori 1 (Güney Kore). Bu değişikliklerin net sonucu şudur: 2010 yılı Ağustos ayı itibarıyla, 37'sinin yapımına 2005'ten sonra başlanmış 59 reaktör halihazırda yapım aşamasındadır. Bu 37 reaktörün 23'ü Çin'de, altısı Rusya'da, beşi Güney Kore'de, ikisi Japonya'da ve biri Fransa'dadır. Yeni siparişlerde, genellikle yerli tedarikçilere iş yaptıran, görece eski tasarımlara yaslanan birkaç ülkenin hakim olduğu tablonun egemenliği devam etmektedir.

Tablo: Yapımına Mart 2010-Ağustos 2010 tarihlerinde başlanan nükleer santraller

Ülke	Saha	Reaktör tipi	Yapım şirketi	Ölçek Megavat
Çin	Taişan 2	PWR	Areva	1700
Çin	Çangjian 1	PWR	Çin	1000
Çin	Haiyang 2	PWR	Çin	1000
Çin	Fangçenggang 1	PWR	Çin	1000
Japonya	Ohma	BWR	Toshiba	1325
Rusya	Leningrad 2-2	PWR	Rusya	1080
Rusya	Rostov 4	PWR	Rusya	1080

Kaynak: PRIS Veri Tabanı, <http://www.iaea.org/programmes/a2/index.html>

1. Giriş

Seragazi salımını azaltma ihtiyacının özellikle elektrik üretimi sektörü açısından yarattığı müthiş sorun, nükleer santralların yapımına duyulan ilgiyi yeniden arttırdı. Bu yeni santralların başlangıçta var olan yaşlı reaktör stokunun görevini üstlenmesi, ardından elektrik talebindeki artışı karşılaması ve zamanla fosil yakıtla çalışan santralların bazılarının yerlerini alması düşünülüyor. Bunların aynı zamanda bugüne kadar nükleer enerji kullanmamış yeni pazarlarda da kurulması bekleniyor. Daha da uzun vadede beklenen, halen doğrudan fosil yakıt kullanımı yolu ile karşılanmakta olan enerji ihtiyacının bir bölümünün de nükleer enerji tarafından karşılanması. Örneğin, nükleer enerji hidrojen enerjisi imal etmek amacıyla kullanılabilir; bu da karayollarında kullanılan araçlarda hidrokarbon kullanımının yerini alabilir.

Kamuoyu, nükleer enerjinin gerçekten düşük maliyetli bir elektrik enerjisi kaynağı olup olmadığı konusunda anlaşılır nedenlerden ötürü bir kafa karışıklığı içerisinde. Yeni nükleer santralların öngörülen maliyetleri ürkütücü bir tempoda yükselmektedir: Son on yıl içinde öngörülen yapım maliyetleri beş kat artmıştır, üstelik tasarım aşaması sona ulaştığında daha da artması beklenmektedir. Oysa ABD, İngiltere, Almanya, İtalya gibi ülkelerin hükümetleri, son yıllarda var olan nükleer santralların hizmete devam etmesi ve nükleer siparişlerin canlandırılması konusunda gittikçe daha kararlı bir tavır benimsemiştir; gerekçeleri de nükleer enerjinin iklim değişikliği ile mücadelede maliyet bakımından en etkin yöntem olduğudur. Enerji şirketleri var olan santrallarını mümkün olduğu kadar uzun bir süre işletmeye devam etmekte kararlı olmanın yanı sıra yeni nükleer santrallara ihtiyaç olduğu fikrine de sözlü olarak destek vermektedir. Ancak, maliyet ile pazar bakımından garanti ve sübvansiyon vaadi olmaksızın yeni nükleer santral yapımına girişmekte gönülsüzdürler. Görünürdeki bu paradoksu kısmen, nükleer enerjinin işletme maliyetlerinin tek başına ele alındığında, genelde görece düşük olması, buna karşın yapım maliyetlerinin geri ödenmesini de içeren toplam maliyetinin hatırı sayılır oranda yüksek olması temelinde nispeten kolaylıkla açıklamak mümkündür. Yani, nükleer santralin yapımı bir kez tamamlandıktan sonra yapım maliyetini de içeren toplam üretim maliyeti, alternatiflerden daha yüksek olsa bile santrali işletmeye devam etmek, iktisadi bakımdan anlamlı olabilir. Santrali inşa etme maliyeti, artık geriye çevrilemeyecek bir "bataklık maliyet"tir; her bir ilave kilovatsaat üretimin marjinal maliyeti ise düşük olabilmektedir.

Bu raporun amacı, nükleer enerjinin maliyetini belirleyen kilit ekonomik parametreleri saptamak ve bunları belirleyen etkenler üzerinde durmaktır. Rapor, elektrik tüketicilerinin, vergi mükelleflerinin cebinden çıkan sübvansiyonlar ve garantiler olmadıkça yeni nükleer santral yapılmayacağını ortaya koymaktadır.

2. Dünyada nükleer santral pazarı: Mevcut siparişler ve beklentiler

Son 10 yıl içinde iki faktöre bağlı kalarak, giderek artan ölçüde bir “Nükleer Rönesans”tan söz edilir oldu. “III+ kuşağı” olarak anılan yeni kuşak nükleer santralların yapımının daha ucuz, kolay ve güvenli olduğu, daha az atık ürettiği öne sürülmektedir (III+ kuşağının ayrıntıları için Ek 1’e bakılabilir). Siparişlerin sadece Fransa, Hindistan, Güney Kore gibi nükleer siparişlerin geçmişte sorunlu olmadığı ülkelerden değil, nükleer enerjiye sırtını dönmüş olduğu düşünülen ABD, İngiltere, İtalya ve Almanya gibi ülkelerden de geleceği düşünülmektedir. ABD ve İngiltere bir dizi nedenle nükleer endüstri açısından özel hedef olarak seçilmiştir:

- İngiltere ile ABD programları, III+ kuşağı tasarımlar için sipariş vermeye, Finlandiya, Fransa hariç öteki Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinden daha yakındır;
- İngiltere ve ABD nükleer enerjinin öncüleri olarak görülmekte olduğundan bu ülkelerde nükleer santral siparişleri ek bir prestij getirmektedir;
- Nihayet, İngiltere ve ABD’de nükleer enerji konusundaki iktisadi deneyim o kadar kötüdür ki, 10 yıl önce sipariş verilmesi hemen hemen imkânsız gibi görülmekteydi; yani bu pazarları canlandırmak özel bir başarı olarak adledelecektir.

Halen siparişi verilmiş santralların listesine bakıldığında (Tablo 2, 3, 4) rönesansın büyük ölçüde laf düzeyinde kaldığı ve coğrafi bakımdan kısıtlı olduğu görülüyor. 2010 yılı Ocak ayı itibarıyla dünya çapında yapım aşamasında, toplam kurulu gücü 51 gigavat olan 55 santral vardı. Buna karşılık, toplam kurulu gücü 375 gigavat olan mevcut reaktörlerin sayısı 443’tür (Tablo 1). Yapımına 2005 yılı sonrasında başlanmış olan 32 reaktörün, (biri Fransa’da, öteki Japonya’da olan) ikisi hariç hepsi Çin (20), Güney Kore (altı) ve Rusya’da (dört) idi (Tablo 2). Bu ünitelerin beşi (hepsi Çin’de olan) hariç, hepsinin tedarikçisi yerli şirketlerdi. Avrupa’da faal Batılı yapım şirketlerine (Westinghouse ve AREVA NP) kısa bir süre önce Çin dışında iki sipariş verilmiştir. Bunlar, AREVA NP’ye verilen Finlandiya Olkiluoto ve Fransa Flamanville siparişleridir. Bu yedisi ve Birleşik Arap Emirlikleri’nin (BAE) Güney Kore’den 2009 yılının Aralık ayında sipariş etmiş olduğu dört ünite, III ve III+ kuşağı tasarımları temelinde verilmiş siparişlerin tamamını oluşturmaktadır.

Kısacası Çin olmasa, yeni nükleer santral siparişlerinin tutulduğu defter çok daha ince olurdu. Çin’in siparişlerinin çoğunun tedarikçisi Çinli şirketlerdir. Bunlar, Çin’in 1980’de Daya Körfezi bölgesinde yaptırmış olduğu santralin Fransız tasarımına dayanmaktadır. Çin’in insan ve mali kaynaklarının, 15 yeni ünitenin yapımına başlanan 2008 ile 2009’daki tempoyu sürdürmeye yetip yetmeyeceğini zaman gösterecek. Sınırlı sermaye kaynaklarını dikkatli biçimde kullanma ihtiyacı göz önüne alındığında, Çin açısından en çok beklenen gelişme, bir yandan uluslararası piyasaya az sayıda (Çin hükümetinin veya nükleer endüstrinin öngörülerinden çok daha düşük sayıda) sipariş vermeye devam ederken

bir yandan da kapasitesini kendi nükleer santral tedarik endüstrisi vasıtası ile geliştirmeye çalışmasıdır. Çin'in bugün sağladığı tasarımlar Batı'nın ilgisini çekemeyecek kadar eskidir.

Çin gibi Rusya da nükleer enerji alanında genişleme bakımından çok iddialı bir takım planlar yapmıştır. 2008 yılındaki planlarına göre, 2025'e kadar 26 yeni nükleer reaktör (30 gigavat dolayında) siparişi verecekti ama daha bir yıl sonra, 2009 yılına gelindiğinde hedef yıl 2030'a kaydırılmıştı¹. Yapımına 1980'li yıllarda başlanan dört reaktör listelerde hâlâ inşa aşamasında, hemen hemen tamamlanmış olarak gösterilmektedir. Bu durum 10 yıldır, hatta daha uzun süredir devam ediyor (bkz. Tablo 3). Yeni nükleer kapasite ihtiyacı acil ve mali kaynaklar da hazır olsaydı, hiç kuşkusuz bu reaktörler şimdiye kadar tamamlanmış olurdu.

Rusya'dan nükleer santrallerin yapımının hangi aşamada olduğuna ilişkin güvenilir bilgi elde etmek güçtür. Bu santraller yapım aşamasında olmayabilir. Özel olarak kuşku yaratan, Çernobil Nükleer Santrali ile aynı teknolojiyi kullanan ve devreye sokulduğu takdirde çok tartışma yaratacak olan Kursk 5'tir.²

Tablo 1. İşletilen ve inşa halindeki nükleer santral kurulu gücü: Ocak 2010

	Mevcut kurulu güç Megavat (reaktör sayısı)	İnşa halindeki kurulu güç megavat (reaktör sayısı)	Ülkede nükleer kaynaklı elektrik üretimi % (2008)	Teknolojiler ²	Tedarikçiler
Arjantin	935 (2)	692 (1)	6	HWR	Siemens AECL
Ermenistan	376 (1)	-	39	VVER	Rusya
Belçika	5863 (7)	-	54	PWR	Framatome
Brezilya	1766 (2)	-	3	PWR	Westinghouse Siemens
Bulgaristan	1966 (2)	1906 (2)	33	VVER	Rusya
Kanada	12577 (18)	-	15	HWR	AECL
Çin	8438 (11)	19920 (20)	2	PWR, HWR, VVER	Framatome, AECL, Çin, Rusya
Tayvan	4949 (6)	2600 (2)	20	PWR, BWR	GE, Framatome
Çek Cum	3678 (6)	-	32	VVER	Rusya
Finlandiya	2696 (4)	1600 (1)	30	VVER, BWR, PWR	Rusya, Asea, Westinghouse
Fransa	63260 (59)	1700 (1)	76	PWR	Framatome
Almanya	20470 (17)	-	28	PWR, BWR	Siemens

¹ 26 Mart 2009.

² Teknolojiler konusunda genel bir tarama için bkz. Ek 1.

	Mevcut kurulu güç Megavat (reaktör sayısı)	İnşa halindeki kurulu güç megavat (reaktör sayısı)	Ülkede nükleer kaynaklı elektrik üretimi % (2008)	Teknolojiler ²	Tedarikçiler
Macaristan	1755 (4)	-	37	VVER	Rusya
Hindistan	3984 (18)	2708 (5)	2	HWR, FBR, VVER	AECL, Hindistan, Rusya
İran	-	915 (1)		VVER	Rusya
Japonya	46823 (53)	1325 (1)	25	BWR, PWR	Hitachi, Toshiba, Mitsubishi
Güney Kore	17647 (20)	6520 (6)	36	PWR, HWR	Westinghouse, AECL, Güney Kore
Meksika	1300 (2)	-	4	BWR	GE
Hollanda	482 (1)	-	4	PWR	Siemens
Pakistan	425 (2)	300 (1)	2	HWR, PWR	Kanada, Çin
Romanya	1300 (2)		18	HWR	AECL
Rusya	21743 (31)	6894 (9)	17	VVER, RBMK	Rusya
Slovakya Cum.	1711 (4)	810 (2)	56	VVER	Rusya
Slovenya	666 (1)	-	42	PWR	Westinghouse
Güney Afrika	1800 (2)	-	5	PWR	Framatome
İspanya	7450 (8)	-	18	PWR, BWR	Westinghouse, GE Siemens
İsveç	8958 (10)	-	42	PWR, BWR	Westinghouse, Asea
İsviçre	3238 (5)	-	39	PWR, BWR	Westinghouse, GE Siemens
Birleşik Krallık	10097 (19)	-	13	GCR, PWR	Westinghouse
ABD	100683 (104)	1165 (1)	20	PWR, BWR	Westinghouse, B&W, CE, GE
DÜNYA	375136 (443)	50955 (55)			

Kaynak: Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA), <http://www.iaea.or.at/programmes/a2/>

Hindistan 1960'lı ve 70'li yıllarda Batılı tedarikçilerden az sayıda santral sipariş etmişti, ancak 1975 yılında Kanada menşeli bir araştırma reaktöründe üretilmiş olan malzemenin kullanılması ile yapılan bir nükleer silah denemesi, Batılı tedarikçilerle her tür temasın kesilmesine yol açacaktı. Hindistan 1960'lı yıllarda Kanada'ya vermiş olduğu siparişin tasarımını kullanarak santral yapımına devam etmiştir. Bunların güvenilirlik sicili çok zayıftır, yapımları da çoğu zaman öngörülenden çok daha uzun sürmüştür. Bu yüzden Tablo 2'deki tamamlanma tarihleri kuşkucu bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Hindistan silah denemeleri

yapmaya daha sonra da devam edince ABD de 1998’ yılında işbirliğini kesmiş ama 2005’te Hindistan ile sivil nükleer enerji alanında teknolojik işbirliği yapılması konusunda bir anlaşma imzalamıştı. Kanada da nükleer malzeme satışına 2005 yılında yeniden başladı. O zamandan bu yana, Rusya’dan ROSATOM (Dört ünite VVER-1200’e kadar), Westinghouse (Sekiz adet AP1000’e kadar), AREVA (Altı adet EPR’ye kadar) ve GE-Hitachi (Sekiz adet ABWR’ye kadar) bu ülkeye nükleer santral tedariki yapmak üzere anlaşmaya ulaştığını iddia etmiş olsa da bunların hiçbiri kesinleşmiş siparişlere dönüşmemiştir. Hindistan’ın nükleer endüstrisi, aralarında hızlı reaktörler, ağır su reaktörleri ve toryum bazlı santraller de olan bir dizi farklı teknolojiyi kullanarak büyük sayıda yeni santral yapımına girişmeyi ummaktadır. Hint hükümeti, 2032 yılına kadar 63 bin megavatlık yeni nükleer gücü devreye sokmayı hedeflemiştir. Geçmiş sicili göz önüne alındığında, Hindistan’ın bu hedefe yaklaşması bile çok şaşırtıcı olacaktır.

Tablo 2. Dünyada 1999 yılından bu yana sipariş verilmiş ve yapımı süren nükleer santraller

Ülke	Saha	Reaktör türü	İnşaatçı firma	Kurulu Güç Megavat	İnşaatın başlama tarihi	İnşa aşaması (%)	Devreye girmesi beklenen tarih
Çin	Fangjiaşan 1	PWR	Çin	1000	2008	0	-
Çin	Fangjiaşan 2	PWR	Çin	1000	2009	0	-
Çin	Fuçing 1	PWR	Çin	1000	2008	0	-
Çin	Fuçing 2	PWR	Çin	1000	2009	0	-
Çin	Haiyang 1	PWR	Çin	1000	2009	0	-
Çin	Hongyanhe 1	PWR	Çin	1000	2007	20	-
Çin	Hongyanhe 2	PWR	Çin	1000	2008	0	-
Çin	Hongyanhe 3	PWR	Çin	1000	2009	0	-
Çin	Hongyanhe 4	PWR	Çin	1000	2009	0	-
Çin	Lingao 3	PWR	Çin	1000	2005	60	2010
Çin	Lingao 4	PWR	Çin	1000	2006	50	2010
Çin	Ningde 1	PWR	Çin	1000	2008	10	-
Çin	Ningde 2	PWR	Çin	1000	2008	5	-
Çin	Ningde 3	PWR	Çin	1000	2010	5	-
Çin	Çinşan 2-3	PWR	Çin	610	2006	50	2010
Çin	Çinşan 2-4	PWR	Çin	610	2007	50	2011
Çin	Sanmen 1	PWR	W’house	1000	2009	10	-

Ülke	Saha	Reaktör türü	İnşaatçı firma	Kurulu Güç Megavat	İnşaatın başlama tarihi	İnşa aşaması (%)	Devreye girmesi beklenen tarih
Çin	Sanmen 2	PWR	W'house	1000	2009	10	-
Çin	Taişan 1	PWR	AREVA	1700	2009	0	-
Çin	Yangjiang 1	PWR	W'house	1000	2009	10	-
Çin	Yangjiang 2	PWR	W'house	1000	2009	0	-
Tayvan	Lungmen 1	ABWR	GE	1300	1999	57	2011
Tayvan	Lungmen 2	ABWR	GE	1300	1999	57	2012
Finlandiya	Olkiluoto 3	EPR	AREVA	1600	2005	40	2012
Fransa	Flamanville 3	EPR	AREVA	1700	2007	25	2012
Hindistan	Kaiga 4	Candu	Hindistan	202	2002	97	2010
Hindistan	Kudankulam 1	VVER	Rusya	917	2002	90	2011
Hindistan	Kudankulam 2	VVER	Rusya	917	2002	79	2011
Hindistan	PFBR	FBR	Hindistan	470	2005	37	-
Hindistan	Rajasthan 6	Candu	Hindistan	202	2003	92	2010
Japonya	Şimane 3	BWR	Toshiba	1325	2007	57	2011
Güney Kore	Şin Kori 1	PWR	Güney Kore	960	2006	77	2010
Güney Kore	Şin Kori 2	PWR	Güney Kore	960	2007	77	2011
Güney Kore	Şin Kori 3	PWR	Güney Kore	1340	2008	29	2013
Güney Kore	Şin Kori 4	PWR	Güney Kore	1340	2009	29	2014
Güney Kore	Şin Wolsong 1	PWR	Güney Kore	960	2007	49	2011
Güney Kore	Şin Wolsong 2	PWR	Güney Kore	960	2008	49	2012
Pakistan	Chasnupp 2	PWR	Çin	300	2005	25	2011
Rusya	Beloyarskiy 4	FBR	Rusya	750	2006	12	-
Rusya	Leningrad 2-1	VVER	Rusya	1085	2008	0	-
Rusya	Novovoronej 2-1	VVER	Rusya	1085	2008	5	-
Rusya	Novovoronej 2-2	VVER	Rusya	1085	2009	0	-
TOPLAM				40778			

Kaynaklar: PRIS Veri Tabanı, <http://www.iaea.org/programmes/a2/index.html>; Nuclear News, dünyadaki nükleer santral listesi

Not: Yalnızca 100 megavattan daha büyük üniteleri kapsar. Yapım aşaması Nuclear News'da Mart 2009 itibarıyla bildirilen bilgiye göre verilmiştir.

Güney Kore, son 20 yıl boyunca nükleer santral siparişi vermeye devam etmiştir (son dört yıl içinde beş santral), daha şimdiden elektriğinin yüzde 36'sını nükleer santrallardan elde etmektedir (bkz. Tablo 2). Bugün yapım halinde olan altı ünite bunu yüzde 50'ye çıkartarak iç pazar için yeni siparişleri düşük ihtimal haline getirebilir. Bu durum, ihracat pazarlarına girme kararını ve belirtildiğine göre düşük bir fiyatla Birleşik Arap Emirlikleri'nden dört sipariş alınmasını açıklayan faktör olabilir.

Japonya da ısrarlı biçimde nükleer kapasitesinde büyük artışlar öngörmüş ama bunu gerçekte verilen siparişlerle desteklememiş bir başka ülkedir. Japon şirketleri bu santralları Westinghouse ve GE'den lisanslı teknoloji kullanarak sunmaktadır. Japonya'da belirli bir sahada inşa onayı almak 20 yıla kadar uzayan bir süreç olabilmekte, inşaat bir kez başladıktan sonra proje genellikle hızla (tipik süre dört yıldır) tamamlanmakta, genellikle planlanandan daha uzun sürmemektedir. Japonya'daki santrallarda bir dizi kaza meydana gelmiş ve bu vakalarda beceriksiz davranışların sergilenmiş olması kamuoyunda nükleer enerji konusunda kaygının artmasına yol açmıştır; yeni santrallar için yer bulmak muhtemelen zor olacaktır. 2010 yılı başında bir tek santral yapım aşamasında idi (bkz. Tablo 2); Japonya'da verilecek sipariş sayısının çok düşük kalması muhtemeldir.

Tablo 3, yapımına 1990 yılından önce başlanmış, hâlâ devreye sokulması ihtimali bulunan ama üzerinde aktif çalışma yapıldığı kesin olmayan 17 tamamlanmamış ünite olduğunu göstermektedir. Bunlar için tamamlanma derecesi konusunda verilen bilgi yanıltıcı olabilir. Yüzde 33'ten daha düşük derecede tamamlanmış olduğu bildirilen santrallarda büyük bir ihtimalle sadece inşaat alanının hazırlığı yapılmış, reaktör yapımı konusunda henüz bir adım atılmamıştır. Buna ilaveten, Tayvan'da yapım halindeki (siparişi 1996 yılında verilen, o aşamada 2004'te tamamlanması beklenen) dört reaktörün tamamlanması sekiz yıl gecikmiştir. ABD'nin Tennessee eyaletindeki Watts Bar reaktörü özellikle ilginç bir örnektir. Bu reaktörün ve ikizinin yapımına 1973 yılında başlanmış ama çalışma sürekli olarak ertelenmiştir. 1 numaralı reaktör 1996 yılında nihayet 6 milyar doları aşan bir maliyetle tamamlanmış³ ama 2 numaralı reaktör üzerindeki çalışma 1985'te yapımın yüzde 90 oranında tamamlanmış olduğunun bildirildiği bir aşamada fiilen durdurulmuştur⁴. Santral üzerindeki çalışma 2007 yılında yeniden başlamıştır; o aşamada santralin 2013'e kadar 2,5 milyar dolara tamamlanmış olması bekleniyordu.

3 *Chattanooga Times*, "Tennessee: Estimates Rise for Nuclear Plant (Tennessee: Nükleer için tahminler yükseldi)," section A1, 12 Aralık 2008.

4 <http://www.tva.gov/environment/reports/wattsbar2/seis.pdf>.

Tablo 3. Yapımına 1990 yılı öncesi başlanmış olan nükleer santraller

Ülke	Saha	Teknoloji	İnşaatçı firma	Kurulu güç (net) megavat	İnşaatın başlama tarihi	İnşa aşaması %	Devreye girmesi beklenen tarih
Arjantin	Atucha 2	HWR	Siemens	692	1981	87	2010
Brezilya	Angra 3*	PWR	Siemens	1275	1976	10	
Bulgaristan	Belene 1*	VVER	Rusya	953	1987	0	
Bulgaristan	Belene 2*	VVER	Rusya	953	1987	0	
İran	Buşehr	VVER	Rusya	915	1975	99	2010
Romanya	Cernavoda 3*	Candu	AECL	655	1983	23	
Romanya	Cernavoda 4*	Candu	AECL	655	1983	12	
Romanya	Cernavoda 5*	Candu	AECL	655	1983	8	
Rusya	Balakovo 5*	VVER	Rusya	950	1986	Yüksek	
Rusya	Kalinin 4	VVER	Rusya	950	1986	Yüksek	
Rusya	Kursk 5*	RBMK	Rusya	925	1985	Yüksek	
Rusya	Volgodonsk 2	VVER	Rusya	950	1983	Yüksek	2010
Slovakya	Mochovce 3	VVER	Rusya	405	1983	40	
Slovakya	Mochovce 4	VVER	Rusya	405	1983	30	
Ukrayna	Hmel'nitskiy 3	VVER	Rusya	950	1986	30	2015
Ukrayna	Hmel'nitskiy 4	VVER	Rusya	950	1987	15	2016
ABD	Watts Bar 2	PWR	W'house	1165	1972	70	2012
TOPLAM				14403			

Kaynaklar: PRIS Veri Tabanı, <http://www.iaea.org/programmes/a2/index.html>; Nuclear News, dünya nükleer santraller listesi

Notlar: * ile işaretlenmiş santrallerde yapım durdurulmuştur.

Tablo 4. Sipariş verilmiş olup 1 Ocak 2010 itibarıyla yapımına başlanmamış nükleer santraller

Ülke	Saha	Teknoloji	İnşaatçı firma şirketi	Kurulu Güç Büyüklük (net) megavat	Sipariş tarihi
Çin	Taişan 2	EPR	AREVA	1700	2008
BAE	Bilinmiyor	AP-1400	Güney Kore	4 x 1400	2009

Kaynak: Basında çıkmış çeşitli haberler

Watts Bar'ın sahibi olan Tennessee Valley Authority, 2009 yılında kendisine ait ABD, Alabama'da bulunan Bellefonte'deki iki reaktörün yapımının da tekrar başlanması olasılığını araştırmaya başladı. Bu iki reaktörlü santralde inşaat 1974 yılında başlamıştı. 1980'li yılların ortasında çalışma durdurulduğunda⁵, birinci reaktör üzerindeki çalışmanın yüzde 90, ikinci reaktörün üzerindeki çalışmanın ise yüzde 60 oranında tamamlanmış olduğu hesaplanıyordu. Bellefonte ve Watts Bar gibi artık yapımına başlayalı yaklaşık 40 yıl geçmiş tasarımların tamamlanması, bu tasarımların güvenlikten sorumlu mercilere şimdi başvuruda bulunulsa bile lisans alabileceği gayet kuşkuyla olduğuna göre, bazı kendine özgü sorunlarla karşı karşıyadır.

3. Nükleer enerji ekonomisinin kilit belirleyicileri

Nükleer santrallerin ürettiği elektriğin maliyetini belirleyen birkaç önemli faktör vardır (bkz. Tablo 5). Bunlardan bazıları sezgisel olarak bile apaçık kavranabilir, bazıları ise ilk başta akla gelmeyebilir. Fransız nükleer santral yapımcısı AREVA NP, nükleer santraldan üretilen elektriğin kilovatsaat maliyetinin yüzde 70'inin yapım sürecinden kaynaklanan "sabit" maliyetlere, yüzde 20'sinin "sabit işletme maliyetlerine", geri kalan yüzde 10'unun ise "değişken" işletme maliyetlerine atfedilebileceğini tahmin etmektedir⁶. En önemli sabit yapım maliyetleri kredilerin faizlerinin ve sermayenin geri ödenmesinden kaynaklanır; sökülme maliyeti de buna dahil edilir. Kilovatsaat maliyeti aynı zamanda santralin sürekliliğine bağlıdır: Santral ne kadar düzgün, sorunsuz çalışırsa o kadar daha çok üretir, böylece üretilen birim elektrik başı sabit maliyetler daha azalır olur. Cari masraflar arasında en önemlileri, yakıttan ziyade işletme, bakım ve onarım masraflarıdır.

Tablo 5. Nükleer enerji ekonomisi – maliyet unsurları (AREVA NP'ye dayanılarak)

Pay	Türü
%70	Sabit inşa maliyetleri: Kredi faizleri / sermayenin geri ödenmesi
%20	Sabit işletim giderleri (maliyet/kilovat saat): santralin sürekliliğine bağlıdır (ör. Ekapasite faktörü)
%10	Değişken işlemler: işletme, bakım, onarım, yakıt
Dahil edilmeyen	Söküm, atıkların doğadan yalıtımı, erime riski, çevreye ve insana verilen zarar

Bu maliyetlere ayrıntılı olarak bakmadan önce, ticari işletmeler ile genel olarak toplumun çıkarları arasında ciddi bir uyumsuzluk olduğuna işaret etmek önem taşıyor. Ancak, uzak bir gelecekte üstlenilecek olan devasa maliyetler ticari kararlarda pek az ağırlık taşır, çünkü bu tür maliyetler "iskonto"ya tabi tutulur (bkz.

5 <http://web.knoxnews.com/pdf/082708bellefonte-reinstatement.pdf>.

6 http://www.aveva.com/servlet/BlobProvider?blobcol=urluploadedfile&blobheader=application%252Fpdf&blobkey=id&blobtable=Downloads&blobwhere=1246874807296&filenane=Overview_June_2009%252C0.pdf.

Ek 3). Bunun anlamı şudur: Halihazırda ancak desteksiz tahminlere konu olan atıkların doğadan yalıtımı ve sökülme maliyetleri ticari şirketleri pek az ilgilendirir. Ahlaki bir bakış açısı ile yorumlanırsa, şimdiki kuşak gelecek kuşaklara bu kadar belirsiz, pahalı, baş edilmesi potansiyel olarak tehlikeli bir miras bırakma konusunda son derecede temkinli olmalıdır; hele şimdiki kuşak, bırakalım fiziki riske katlanmayı, bunlarla başa çıkmak için gerekli fonları miras bırakma bakımından güvenilir herhangi bir yöntemle bile sahip değilken. Benzer biçimde, karar verme sürecinde kaza riski de hiçbir rol oynamaz, çünkü şirketler riski vergi mükelleflerine yansıtan uluslararası antlaşmalarla bu sorundan da kurtulmuş durumdadırlar.

3.1. Yapım maliyeti ve süresi

Yapım maliyeti en çok tartışılan parametredir; her ne kadar sermaye maliyeti ve santralin sürekliliği gibi başka parametreler de kilovat/saat başına toplam maliyetlerde onunla karşılaştırılabilir bir ağırlık taşıyor olsa da. Maliyetlerin karşılaştırılabilir olması için şirketler genellikle santralin yapım maliyeti, ilk yakıt maliyetini içeren, ancak santralin yapımı esnasında alınan kredilerden kaynaklanan ve genellikle “yapım esnasındaki faiz”, İngilizce kısaltmasıyla “IDC” olarak bilinen faizi kapsamayan “gecelik” maliyeti kote eder. Farklı kurulu güce sahip reaktörler arasında karşılaştırma yapılabilmesi için, maliyetler genellikle kurulu kilovat güç başına ifade edilir. Örneğin 2 milyar 400 milyon dolara mal olan bir nükleer santral 1200 megavatlık bir kurulu güce sahipse kilovat başı maliyeti 2 bin dolar olur. Yapım maliyetlerinin öngörülmesinde bu kadar çok tartışma olmasının nedenlerini açıklayan bir dizi faktör mevcuttur.

3.1.1. Verilerin güvenilirliği

Yapım maliyeti öngörülmesi konusunda yapılmış açıklamaların birçoğuna kuşku ile yaklaşmak gerekir. Gelecekteki maliyetlere ilişkin en güvenilir gösterge, genellikle geçmişteki maliyetler olmuştur⁷. Oysa, birçok elektrik şirketi usulüne uygun biçimde denetime tabi tutulmuş yapım maliyetleri yayımlamakla yükümlü tutulmamaktadır; performanslarını iyi göstermekten başka bir şey yapması da pek beklenemez. Ancak, ABD elektrik şirketleri ülkenin Ekonomik Düzenleme Kurumu tarafından yapım maliyetleri konusunda güvenilir veriler yayımlamakla yükümlü tutulmuştu; düzenleme kurumu tüketiciden maliyetleri karşılayacak fiyatlar tahsil edilmesini ancak usulüne uygun biçimde denetimi yapılmış maliyetler söz konusu olduğunda izin veriyordu. Bu yüzden ABD’de geçmişte yapılmış santrallerin maliyet rakamları güvenilir nitelik taşır. İngiltere’deki Sizewell B Santrali’nin maliyeti de oldukça sağlam verilere dayanır, çünkü yapım maliyetinin içine “gizlenebileceği” pek az başka tür faaliyeti mevcuttu.

7 Gelecekteki maliyetlere ilişkin tahminler hemen hemen daima aşırı derecede iyimser olmuştur; bunlar öğrenme, ölçek ve inovasyon etkileri hakkında, yanlış olan ve maliyetlere yansımaya beklenilene dayanmıştır.

İkinci sırada, ihaleler için yapılan çağrılarda verilen fiyatlar yer alır. Nükleer santrallerin gerçek maliyeti genellikle sözleşme maliyetinden (çoğu zaman ciddi biçimde) yüksek olsa da müteahhit hiç olmazsa siparişi tam olarak fiyatlandırmak zorundadır. Eğer sipariş gerçek bir “anahtar teslim sipariş” ise, yani gerçek maliyetler ne olursa olsun müşterinin yalnızca sözleşme maliyetini karşıladığı sabit fiyatlı bir sipariş ise yapım şirketinin ihale teklifinde yer alan fiyatı mümkün olduğunca doğru düzeyde belirleme yönünde çıkarı var demektir.

Anahtar teslim koşulları yalnızca yapım şirketinin toplam yapım maliyetlerinin her yönünü kontrol altında tutabileceğinden emin olduğu durumlarda olanaklıdır. Gazla çalışan elektrik santrallerinin halihazırdaki modelleri, doğalgaz kombine çevrim santralleri (CGTT) çoğu zaman anahtar teslim koşullarıyla satılır, çünkü bunlar büyük ölçüde yapımçı şirketin kendi kontrolündeki fabrikalarda inşa edilir; inşaat sahasındaki çalışmalar, görece sınırlıdır. 1960’lı yılların ortalarında dört büyük ABD nükleer inşaat şirketi toplam 12 anahtar teslim santral yapmış ama maliyetleri kontrol edemedikleri için çok büyük miktarda zarar etmişti. O günden sonra herhangi bir şirketin bütün bir santrali anahtar teslim koşulu ile yapmayı teklif etmesi, düşük bir ihtimal haline gelmiştir. Şunu belirtelim ki donanım kalemlerinin tek tek anahtar teslim koşulları altında satın alınabilmesi mümkündür, ancak herhangi bir nükleer santralin fiyatının anahtar teslim koşulları ile ifade edilmesine ciddi ölçüde kuşkuyla yaklaşmak gerekir. Olkiluoto siparişinden genellikle “anahtar teslim” olarak söz edilmektedir; AREVA yapımın yönetiminden sorumludur. Halbuki, Bölüm 4.1’de anlatıldığı gibi, AREVA müşterisi Teollisuuden Voima Oyj (TVO) ile sözleşme koşulları konusunda, özellikle de maliyetin aşılması halinde ödemeleri hangi tarafın üstleneceği konusunda uyuşmazlık içindeydi. Bazı inşaat şirketlerinin “anahtar teslim” terimini biraz fazla gevşek biçimde kullandığına ve bazen bu terime sözleşmenin santralin tamamını kapsamaktan başka bir anlam atfetmediğine dikkat edilmesi gerekiyor.

Yapım şirketleri tarafından teklif edilen yol gösterici fiyatlara kuşkuyla yaklaşmak gerekir. GE-Hitachi (GEH) inşaat şirketlerinin yol gösterici fiyatlar verirken yeterince titiz davranmadığını ve verilen aşırı iyimser fiyatların genellikle geri teptiğini teslim etmiştir. GEH’in Başkanı ve CEO’su Jack Fuller şöyle demiştir: “Reaktör yapım projeleri, başta belirtilenden çok daha pahalıya geldiğinde bu, halkın sektöre olan güvenini sarsmaktadır⁸.” Nükleer teknoloji konusunda yerleşik çıkarları olan ama fiyatlar üzerinde hiçbir etkisi olmayan Dünya Nükleer Birliği (World Nuclear Association) ve muadili ulusal kuruluşların da içinde yer aldığı, sektördeki oyuncular tarafından verilen fiyatlara da açıkça kuşkuyla yaklaşılmalıdır. Nükleer Enerji Ajansı (Nuclear Energy Agency) türü uluslararası kuruluşların verdiği fiyatlar da özellikle gerçek maliyetlere değil de yol gösterici maliyetlere dayandığından dikkatli ele alınmalıdır. Genellikle bu maliyetler ulusal hükümetler tarafından sağlanmıştır; bunların nükleer enerjiyi

8 *Nucleonics Week*, “GEH: Cost Estimates Did Industry a ‘Disservice (GEH: Maliyet tahminleri endüstriye zarar verdi),” 17 Eylül 2009.

olumlu bir tarzda sunma konusunda kendilerine özgü nedenleri ve rakamlarını gerçek deneyimlere dayandırmamak gibi bir adetleri vardır.

Yapım maliyetleri konusundaki öngörülerin yanlışlığı, kötü bir şöhrete sahiptir. Bunlar çoğu zaman gerçek maliyetlerden ciddi biçimde eksik hesaplanır. Birçok teknolojinin aksine, öğrenme süreçlerinden, ölçek ekonomisinden, gerçek maliyetlerin düşmesine neden olan teknolojik ilerlemelerden nasibini almamış ve gerçek yapım maliyetleri düşmek bir yana zaman içinde artış eğilimi göstermiştir. Ayrıca, yerel işgücü maliyetleri ile çelik ve beton gibi hammadde-lerin maliyetinde ülkeden ülkeye kaçınılmaz olarak farklılıklar da görülür.

3.1.2. Öngörüde bulunmanın zorlukları

Yapım maliyetlerini öngörmeyi güçleştiren bir dizi faktörler mevcuttur. Birincisi, mevcut nükleer santrallerin hepsi, büyük miktarda yerinde mühendislik faaliyeti gerektirmektedir. Bu faaliyetlerin maliyeti, toplam yapım maliyetinin yüzde 60'ına ulaşabilmekte, ana teçhizat kalemlerinin (örneğin türbin jeneratörleri, buhar jeneratörleri, reaktör tankı) toplam maliyeti ise nispeten düşük bir oranını oluşturmaktadır⁹. Yerinde mühendislik faaliyetlerinin hatırı sayılır çoklukta olduğu büyük projelerin yönetilmesinde ve maliyetlerinin kontrol edilmesinde ortaya çıkan güçlükler bilinmektedir. Örneğin, İngiltere'de Manş Tüneli ve Thames Nehri Bariyeri, öngörülmüş maliyetlerin çok üstüne mal olmuştur. IV. Kuşak reaktör tasarımlarının bazılarının büyük ölçüde fabrikada monte edilmesi beklenmektedir. Maliyetlerin fabrikada kontrol edilmesinin çok daha kolay olacağı umulmaktadır.

İkincisi ise, santral için seçilen yere özgü faktörler, maliyetler bakımından önemli farklar yaratabilmektedir; örneğin santralin soğutma sistemi. GEH CEO'su Fuller, bu tür genel tahminlerdeki sorunun kimsenin "rakamların ne anlama geldiğini" belirtmemesi olduğunu söylemiştir. "Yakıt dahil miydi? Santral tuzlu mu, yoksa tatlı su üzerinde miydi?" GEH Yönetim Kurulu'nun nükleer santral projelerinden sorumlu Birinci Başkan Yardımcısı Danny Roderick ise şöyle diyor: "Santralin tuzlu suyla mı yoksa tatlı suyla mı soğutulduğuna bağlı olarak GEH santral maliyetlerinin 1 milyar dolar fark ettiğine tanık olmuştur¹⁰."

Üçüncü faktör, tasarım değişiklikleridir. Örneğin, başlangıçta yapılan ayrıntılı tasarım yetersiz çıkarsa veya güvenlik konusundaki düzenleme kurumu tasarımda bazı değişiklikler yapılmasını talep ederse ya da tasarım yapım başlamadan önce tam anlamı ile düşünülmeyse maliyetler yükselir. Bu sorunlara cevaben santral yapımcıları, artık ABD'de bir arada verilen Yapım ve İşletme Ruhsatları (COL) örneğinde olduğu gibi, yapım başlamadan önce düzenleme kurumlarından tam bir onay almayı hedeflemekte, tasarımın yapım başlamadan önce makul ölçülerde tamamlanmış olmasını şart koşmaktadır. Pratikte yapım

9 Yapım maliyetlerinin kontrol altına alınmasının güçlüğüne bir sonucu olarak, Dünya Bankası nükleer projelere finansman sağlamamaktadır. Bkz. *Environmental Assessment Sourcebook: Guidelines for Environmental Assessment of Energy and Industry Projects, Volume III*, World Bank Technical Paper 154 (Washington, DC: World Bank, 1991).

10 *Nucleonics Week*, "GEH: Cost Estimates."

şirketleri, Finlandiya’da yapımı devam etmekte olan Olkiluoto Santrali’nda olduğu gibi (bkz. Kısım 4.1), çoğu zaman tasarımlarının tamamlanmış olduğunu öne sürer. 2009 yılında, dört yıllık inşaattan sonra bile tasarımın tamamlanmış olmaktan çok uzak olduğu çok net görülmüştür. Tasarım değişikliklerinden doğan riskler bütünüyle ortadan kaldırılamaz. Bu, özellikle yapım sürecinde beklenmedik sorunların doğabileceği veya tasarımın ayrıntıları geliştirildikçe düzenleme kurumunun onay vermesinin mümkün olmadığı yeni tasarımlar için geçerlidir. Örneğin 2009 yılında Olkiluoto Santrali’nda, düzenleme kurumu önerilmiş olan kontrol ve alet düzeninin yeterliliği konusunda ciddi kaygılar dile getirdi. Düzenleme kurumu, büyük değişiklikler yapılmadıkça santrale ruhsat vermeye razı olmayacaktı (bkz. Kesim 4.1).

Hizmete açılmış reaktörlerdeki deneyimler de yapım başladıktan sonra tasarımda değişikliklerin gerekli hale gelmesine yol açabilir. Örneğin, büyük bir nükleer kaza yapım halindeki bütün santrallerin (ve çalışmakta olanların) hepsinde kaçınılmaz olarak bir gözden geçirme ihtiyacı doğurabilir. Sırf mevcut tasarıma ruhsat onayı daha önce verilmiş olduğu için önemli bir takım dersler görmezlikten gelinemez.

3.1.3. Öğrenme, ölçek ekonomisi, teknik ilerleme

Çoğu teknolojilerde, peşi sıra gelen tasarım kuşaklarının, öğrenme, ölçek ekonomisi ve teknik ilerleme gibi faktörler dolayısıyla kendilerinden öncekilere göre daha ucuz ve iyi olacağı beklenir. Nükleer teknolojinin zaman içinde ne kadar ilerleme gösterdiği ucu açık bir sorudur ama tartışmalı olmayan, maliyetlerin düşmemiş olduğudur. Bunun ardında yatan nedenler karmaşıktır ve iyi anlaşılammıştır. Yanlış sık sık değinilen faktörler, düzenlemeye ilişkin koşulların artmış (dikkat edilsin, standartlar yükselmiş değildir, bu standartların yerine getirilmesi için gerekli görülen önlemler artmıştır) ve birinci kuşak reaktörlerde akılsız maliyet kısıtlama önlemlerinin alınmış olmasıdır.

Şimdiki reaktör kuşağı için verilen siparişlerin sayıca düşüklüğü, özellikle de maliyetlerin düzgün biçimde belgelendirildiği örneklerin azlığı, maliyetlerin düşmeye başlamak bir yana, henüz istikrara kavuşup kavuşmadığını bile bilmeyi güçleştirmektedir. Ancak, öğrenme (yani tekrarlama yoluyla performansın artışı) ve ölçek ekonomileri iki yönlü süreçlerdir. 1970’li yıllarda büyük reaktör yapımcıları yılda 10 adete kadar sipariş alabiliyordu. Bu da onlara, kilit parçaların imalatı için etkin üretim hatları kurma olanağını kazandırıyor, yetkin tasarımcı ve mühendis ekipleri oluşturmayı mümkün kılıyordu. Bu yüksek sayıya dayalı tasarrufların maliyetleri ne kadar düşürdüğünü hesaplamak güç. 2000 yılında hazırlanmış bir Nükleer Enerji Ajansı raporu, yüksek sayı sayesinde elde edilen tasarrufun yüksek olacağı yolundaki sezgisel beklentinin pek de doğru olmayabileceğini belirtmektedir. Rapor şöyle söylüyor¹¹:

11 Nükleer Enerji Ajansı, *Reduction of Capital Costs of Nuclear Power Plants (Nükleer santrallerde ilk yatırım maliyetinin azaltılması)* (Paris: OECD, 2000), s. 90.

“İki reaktörün aynı zamanda ve en az 12 aylık bir yapım arası ile sipariş edilmesi, ikinci ünite için yaklaşık yüzde 15’lik bir fayda getirecektir. Eğer ikinci reaktör ikiz bir reaktörse, ikinci reaktör için yapılacak tasarruf yaklaşık yüzde 20 olacaktır. Aynı seri içinde ilave reaktörlerin sipariş edilmesi hatırı sayılır yeni maliyet tasarrufuna yol açmayacaktır. Tıpatıp aynı tasarıma sahip ikiden fazla reaktörün standardizasyon etkisinin, ihmal edilebilir derecede düşük olması beklenmektedir.”

İngiltere’de başbakanlığa bağlı Performans ve İnovasyon Birimi (Performance and Innovation Unit - PIU) 2002 yılında nükleer enerjinin ekonomisini incelendiği zaman, British Energy (nükleer santral sahibi şirket) ile BNFL’den (santral yapımcısı) “standartlaştırılmış bir programdan sağlanacak hatırı sayılır ölçüde öğrenme ve ölçek etkisi”ne dayalı maliyet öngörülerini aldı. PIU ise öğrenmenin derecesi konusunda kuşkuluydu: Öğrenmenin gerçekleşmesinin muhtemel olduğunu kabul ediyor ama etkisinin sınırlı olacağını hesaplıyordu. Şöyle diyordu PIU¹²:

“Ne var ki, öğrenmenin temposu ve derecesi nükleer için yenilenebilir kaynaklara göre daha yavaş olabilir çünkü:

- Nükleer enerji için teslimat sürelerinin nispeten uzun olması, işletme deneyiminden geri bildirim daha yavaş olacağı anlamına gelir;
- Nükleer tasarımın yeniden ruhsatlandırılması tasarım değişikliklerinin yapılmasını daha da geciktirir;
- Nükleerde, büyük ölçekli imalaattan elde edilecek, sürümden kazanma olanağı daha azdır, çünkü üretim miktarları, yüzlerce hatta binlerce ünitenin kurulabileceği yenilenebilir kaynaklardan çok daha sınırlıdır...”

Büyük reaktör yapımcıları, son 20 yıl içinde ancak bir avuç sipariş almıştır. Kendi üretim hatları kapanmış, vasıflı eleman sayısı azalmıştır. Westinghouse, Çin’den 2008 yılında gelen dört ünitelik kadar, 25 yıl boyunca tek bir sipariş dahi almıştı. Fransız yapımcısı AREVA bile Finlandiya’daki ile son 15 yılın ilk siparişini alıyordu. Yeni siparişler için büyük parçaların genel olarak uzman şirketlere ihale edilmesi, Japonya ile gelecekte Çin gibi ülkelerde bir defaya mahsus olarak ve muhtemelen daha yüksek maliyetlerle imal edilmesi gerekecektir¹³. Parçaların imal edileceği tesisler açısından büyük eksiklikler olduğu kabul edilmektedir. Örneğin, 2009 yılının sonu itibarıyla dünyada yalnızca Japonya Çelik İşletmeleri (Japan Steel Works) belirli reaktörlerde basınçlı tanklar için büyük dövmeler dönebiliyordu.

12 Performance and Innovation Unit, *The Energy Review*, Cabinet Office (London: 2002), s. 195, <http://www.strategy.gov.uk/downloads/su/energy/TheEnergyReview.pdf>.

13 Örneğin, Flamanville EPR’si sipariş edildiği takdirde, basınç tankı muhtemelen Japonya’da imal edilecekti.

Kalifiye eleman bakımından da eksiklik acil hale geliyor. Almanya Çevre Bakanlığı'nın bir raporu şöyle diyor¹⁴:

“Nükleer alanda vasıf ile yetkinlik eksikliği, uluslararası düzeyde köklü ve herkesin kabul ettiği bir sorun. Eğilimi tersine çevirmek amacıyla ulusal ve uluslararası ölçekte sayısız girişimde bulunulmuştur. Ne var ki sonuçlar, işin içinde bulunan bütün çıkar sahipleri için gerekli olan istihdam düzeylerinden çok daha geride kalmış gibi görünüyor. Nükleer alanda eğitim almış üniversite mezunları ve teknisyenlerin sayısı yetersizdir; birçok üniversite mezunu nükleer sektöre girmek istememekte veya sektöre girdikten sonra hızla çıkmaktadır. Nükleer endüstri bilim adamı, mühendis ve teknisyen kıtlığı çeken birçok sektörün bulunduğu sert bir pazarda rekabet etmek zorunda olduğundan şirket içi eğitim, sorunu ancak kısmen telafi etmektedir.”

3.1.4. Yapım süresi

Yapım süresinin öngörülenden fazla sürmesi, yapım maliyetlerini doğrudan doğruya arttırmamakla birlikte, yapım esasında ödenen faizi arttıracaktır. Ayrıca, çoğu zaman yapım aşamasındaki tasarım sorunları, inşaat yönetimi ile ilgili ya da tedarik güçlükleri gibi sorunların bir belirtisidir. Yeni santralin kurulu güce önemli bir ek anlamına geleceği görece küçük bir elektrik şirketi söz konusu ve üretim zaten daralmış durumdaysa gecikmenin elektrik şirketi üzerindeki etkisi çok ağır olabilir.

Olkiluoto Santralı'nın yapım sözleşmeleri imzalandığında, 2009 yılının Mayıs ayında de devreye girmesi bekleniyordu. Ne var ki 2009 yılının Mayıs ayına gelindiğinde, santralin tamamlanmasına daha dört yıl vardı. Santralin üreteceği elektrik Finlandiya'nın enerji yoğun sanayiine sözleşme ile taahhüt edilmiş durumda idi. Dolayısıyla, elektrik şirketi müşterilerine taahhüt etmiş olduğu elektriği sağlayabilmek için santral tamamlanana kadar İskandinav toptan elektrik piyasasından, bu piyasadaki fiyattan, o maliyete katlanarak “ikame enerjiyi” satın almak zorunda kalacaktır. Eğer arz-talep dengesi sıkışık ise, örneğin piyasaya sunulabilen hidroelektrik kaynaklı elektriğin sınırlandırılmasına yol açan az yağışlı bir kış geçirilmişse bu maliyet sözleşmeye yazılmış olan satış fiyatından çok daha yüksek olabilir. İskandinav piyasasındaki fiyat, elektrik şirketinin Olkiluoto'nun üreteceği elektriği satmak için sözleşmeye yazmış olduğu fiyattan ciddi şekilde yüksek seyrettiği takdirde, şirketin zararı uzun süre sineye çekebilmesi düşük bir ihtimaldir.

Santralin yapımına karar verilmesinden ticari olarak işletmeye alınmasına, yani santralin ilk denemeleri tamamlanıp yapımçı şirket tarafından sahibine devredilmesine kadar geçen toplam teslim süresi, genellikle yapım süresinden çok

¹⁴ M. Schneider, S. Thomas, A. Froggatt, and D. Koplou, *World Nuclear Industry Status Report 2009 (Dünya Nükleer Endüstri Durum Raporu)*, German Federal Ministry of Environment, Nature Conservation and Reactor Safety (2009), http://www.bmu.de/files/english/pdf/application/pdf/welt_statusbericht_atomindustrie_0908_en_bf.pdf.

daha uzundur. Örneğin, İngiltere'deki Sizewell B Nükleer Santrali'nin yapılmasına ilişkin karar 1979 yılında alınmış ama (yalnızca kamu otoritelerince yapılan bir soruşturma dolayısıyla değil, aynı zamanda tasarımın tamamlanmasına ilişkin bazı güçlükler yüzünden) yapıma ancak 1987'de başlanabilmiştir. Santral ancak 1995 yılında ticari hizmete alınabilmiş olduğuna göre, toplam teslim süresi 16 yıldır. Şayet reaktör "türünün ilk örneği" değilse (bu durumda tasarım ve güvenlik onayı özellikle pahalı olabilir) yapım öncesi aşamanın maliyeti genellikle yapım aşaması ile karşılaştırıldığında, görece olarak düşüktür. Ancak, bir elektrik üretim şirketi, eğer rekabetçi bir ortamda çalışıyorsa bu tür uzun süreler ve bunların getirebileceği riskler (örneğin planlama araştırma aşamasında başarısızlık ya da düzenleme kurallarının getirebileceği sürekli maliyet artışı) nükleer alternatifi seçilmesinde olumsuz rol oynayan önemli bir faktördür.

3.2. Sermaye maliyeti

Öteki unsur da yapım maliyetinin sermaye giderleri unsurudur (bkz. Ek 2). Genellikle büyük projeler çeşitli borçlanma yolları ile (bankalardan kredi) ve öz kaynakları kullanarak (hasılatın kullanımı yolu ile kendi kendini fonlama) finanse edilir. Borçlanma sözkonusu olduğunda, sermayenin maliyeti "risksiz" faiz oranına (örneğin hazine bonolarının faiz oranına), artı projenin taşıdığı risk derecesini temsil eden bir risk faktörüne, elbette bankanın kâr marjına ve maliyetlerine bağlı olacaktır.

Öz kaynaklara gelince, büyük miktarda kaynağı olan şirketlerin, borçlanmaya gerek olmaksızın gelirlerinden büyük yatırımlara para ayırabilecekleri yolunda yaygın bir fikir vardır. Oysa, şirket yatırımı öz kaynaklardan finanse etmekle, hissedarlardan temettü olarak ödenmesi mümkün olan bir yekûnu ertelemeyi talep etmektedir. Bu para projeye yatırılacak ve uzun vadede projeden elde edilecek kâr hissedarlara geri ödenecektir. Hissedarların gelirlerini elde etmede karşılaştığı gecikmeyi telafi etmek için, şirketin onlara bu para kendilerine ödenmiş, düşük riskli yatırımlara yatırılmış olsaydı elde edeceği faiz ve anapara ile alınan riski (proje, yatırıma beklenen getiriye getirmeyebilir) yansıtacak bir prim ödemesi gerekirdi. Dolayısıyla, öz kaynak maliyeti genellikle borçlanma maliyetinden daha yüksektir.

Eğer bankalar kredi vermeye istekli değilse borç almanın yerine öz kaynak kullanımı muhtemelen bir alternatif olmayacaktır. Esas olarak bunun anlamı, şirketin hissedarlarından bankaların bile yanına yanaşmadığı bir proje için şirkete ödünç para vermesini istemesidir. Bu yüzden, finansmanında öz kaynakların aşırı büyük bir paya sahip olduğu büyük projelerin finanse edilmesine hissedarların karşı çıkması bile ihtimal dahilindedir. Aynı şekilde, şirket kendi parasını riske atmaya hazır görünmediği takdirde, bankalar da kredi başvurularına pek hoş bakmayacaktır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde Nükleer Enerji 2010 Programı başlatıldığında, projelerin borçlanma ve öz kaynak ile eşit derecede finanse edilmesinin beklenildiğinin açıklanması özellikle anlamlıdır. 2008 yılına gelindiğinde şirketlerin proje

maliyetinin mümkün olan en büyük bölümünü (federal düzeyde verilen kredi garantilerince desteklenen) borçlanma yoluyla karşılamayı umduğu belirgin hale gelmişti. Bankalar ise ancak kredi garantilerinin kapsamı çok geniş olduğu takdirde kredi vereceğini ısrarla belirtmiştir. Kısım 5'te belirtildiği gibi, Wall Street'in en büyük yatırım bankalarından altısı, ABD Enerji Bakanlığı'na (DOE), risklerin tamamı vergi mükellefleri tarafından üstlenilmedikçe nükleer santraller için kredi vermeye istekli olmadığını bildirmiştir¹⁵.

Sermayenin (enflasyondan arındırılmış) reel maliyeti, ülke riskine ve şirketin kredi derecelendirmesine bağlı olarak, ülkeden ülkeye ve elektrik şirketinden elektrik şirketine göre değişir. Elektrik sektörünün organizasyon tarzının da bunun üzerinde muazzam bir etkisi olacaktır. Sektör düzenlemeye tabi bir tekel ise sermayenin reel maliyeti yüzde 5 ila 8 arasına kadar düşebilir ama rekabetçi bir elektrik piyasasında en az yüzde 15 olması muhtemeldir. Örneğin, düzenleme kurumunun elektrik şirketlerine yeni nükleer santrallerin maliyetini düzenlenmiş elektrik tarifeleri çerçevesinde daha yapıma başlamadan karşılama olanağını tanıdığı Florida veya Georgia eyaletlerinde, elektrik şirketi düşük maliyetli kredi alabilmek için kredi garantilerine daha az bağımlı olacaktır. Georgia Kamu Hizmeti Komisyonu, Vogtle Projesi'nin yüzde 45,7'sine sahip olan Georgia Power şirketinin 2 bin 234 megavatlık nükleer projedeki 6,4 milyar dolarlık hissesinin finansman maliyetlerini 2011 yılından itibaren "sürmekte olan yapım faaliyeti" aracılığı ile karşılama talebini kabul etmiştir¹⁶. Maliyet karşılama konusunda verilen güvencenin sonucu, santral sahiplerinin kendilerine kredi garantisi verilmesi dahi yapıma devam edeceğini açıklaması olmuştur. Bu güvence aynı zamanda Georgia Power'ın payının beklenen maliyetini, finansman da dahil olmak üzere 4 milyar 529 milyon dolara kadar düşürmüştür¹⁷.

Açıktır ki şayet nükleer enerjide en büyük maliyet unsuru sermaye giderleri ise talep edilen getiri oranının iki katından fazlasına çıkarılması, nükleer enerji ekonomisine ciddi zarar verecektir. Hangi sermaye maliyetinin uygulanması gerektiği konusunda tek bir "doğru" cevap yoktur. Elektrik sektörü bir tekelken, şirketlerin maliyetlerini bütünü ile karşılayacağı garanti edilmiş durumdaydı. Başka biçimde söylenirse, harcadıkları para ne kadar olursa olsun bunu tüketicilerden geri alabilirlerdi. Bu, her yatırımın sermaye sağlayıcıları açısından çok düşük bir risk anlamına gelmesi demekti, çünkü riskin tamamını tüketiciler üstleniyordu. Sermaye maliyeti ülkeden ülkeye ve şirketin kamu işletmesi mi, özel mi olduğuna bağlı olarak değişiyordu. İsveç'in devlet mülkiyetindeki şirket Vattenfall gibi kamu işletmeleri genellikle yüksek bir kredi derecelendirmesine sahip olduğu için onlar açısından sermaye maliyeti, iki büyük Alman elektrik şirketi olan

15 ABD Enerji Bakanlığı'nın 2 Temmuz 2007'de kurallar konusunda yaptığı önerilere cevaben yatırımcıların belirttiği görüşler.

16 Platts Global Power Report, *Georgia PSC Approves Two Nuclear Reactors by Georgia Power, and a Biomass Conversion*(Georgia PSC Georgia Power'a ait iki nükleer reaktörün ve bir biyokütle dönüştürme tesisini onayladı), 19 Mart 2009.

17 *Nucleonics Week*, "Georgia Power Lowers Estimate for New Vogtle Units (Georgia Power New Vogtle Reaktörü için tahminleri azalttı)," 11 Kasım 2009.

E.ON ve RWE gibi, kısmen ya da tamamen özel hissedarların mülkiyetinde olan şirketlere göre daha düşüktür. Kamu işletmeleri için hissedar baskısı da genellikle çok ortaklı şirketlerden daha düşüktür; bu yüzden, öz kaynak kullanımı da daha kolay olabilir. Sermayenin reel maliyeti (yani borçlanmanın, enflasyondan arındırılmış yıllık faiz oranı) gelişmiş ülkelerde genellikle yüzde 5 ila 8 aralığındaydı.

Etkin işleyen bir elektrik piyasasında yatırım riski tüketicilerin değil, üretim şirketinin sırtına yüklenir, sermaye maliyeti de bu riski yansıtır. Örneğin, İngiltere’de 2002 yılında üretim kapasitesinin yüzde 40’ı finansal güçlük içine düşmüş şirketlerin elindeydi (bunun yarısı da nükleer kapasite idi); birkaç şirket ve banka yaptırdığı veya finanse ettiği enerji santrallerinden milyarlarca sterlin zarar etmişti. Bu koşullarda, yüzde 15’in üzerinde bir reel sermaye maliyeti gayet haklı görünmektedir. Risk azalsa, örneğin bu pazarda enerji ve fiyat konusunda devlet garantileri olsa, sermaye maliyeti daha düşük olurdu ama bu garantiler hükümetin verdiği bir sübvansiyon (devlet yardımı) niteliği taşırdı. Bunun ise Avrupa Birliği mevzuatı çerçevesinde kabul edilip edilmeyeceği tartışmalıdır.

3.3. İşletme performansı

Nükleer enerji gibi sermaye yoğun bir teknoloji için, yüksek sabit maliyetlerin (sermayenin geri ödenmesi, faiz ödemeleri, söküm amacı ile yapılacak harcamalar) mümkün olduğu kadar çok sayıda satılabilir ürün birimine dağıtılabilmesi amacıyla yüksek kapasite kullanımı büyük önem taşır. Buna ek olarak nükleer santraller, fiziksel bakımdan esnekliği olmayan tesislerdir; santral, gerekli olmadıkça bir çalıştırıp bir durdurmak veya üretim düzeyini artırıp azaltmak çok akıllı bir davranış olmaz. Bu nedenle, nükleer santraller “baz yük” santral olarak çalıştırılır. Bunun istisnası, nükleer kapasitenin toplam elektrik üretimi kapasitesi içinde bunu olanaksız kılacak kadar yüksek oranda bir paya sahip olduğu az sayıda ülkedir (örneğin Fransa). Santralin güvenilirliğinin ve satılabilir ürünü üretmekte ne kadar etkili olduğunun iyi bir ölçüsü, “kapasite faktörü”dür. Kapasite faktörü, verili bir dönem içinde elde edilen çıktının, tesis bütün bu dönem boyunca kesintisiz ve tasarımındaki üretim düzeyinde çalışmış olsaydı elde edilecek çıktının yüzdelik olarak kıyaslanması ile hesaplanır¹⁸. Kapasite faktörü, genellikle yıllık bazda veya santralin bütün ömrü üzerinden hesaplanır. Yapım maliyetinden farklı olarak kapasite faktörü, kesin olarak, hiçbir ikircikliliğe yer bırakmaksızın ölçülebilir. Kapasite faktörüne ilişkin tablolar *Nucleonics Week* ve *Nuclear Engineering International* gibi sektör yayımları ve Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu tarafından düzenli olarak yayımlanır. Santrallerin durdurulması ya da üretim düzeyinin düşürülmesi tartışma konusu olabilirse de iktisadi bir bakış açısı ile, üretimin yapılmıyor olması neden yapılmıyor olduğundan daha az önem taşır.

18 Belirtelim ki, reaktörlerin kapasitesinin düşürüldüğü durumlarda, bazı kuruluşlar (ör. Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu) kapasite faktörünü tasarım düzeyi üzerinden değil, resmen kabul edilmiş düzey üzerinden verir. Her ne kadar bu, santralin güvenilirliği hakkında bir fikir verse de ekonomik analiz için tasarım derecelendirmesi kullanılmalıdır, çünkü satın alan bunun için parayı ödemiştir.

Tablo 6. Alman nükleer santrallarının işletme performansı

Santral	Ticari işletmeye alınış	Kapasite faktörü 2008(%)	2008 sonuna kadar ömür boyu Kapasite faktörü
Biblis A	2/1975	82.6	65.2
Biblis B	1/1977	95.2	67.7
Brokdorf	12/1986	92.4	88.5
Brunsbüttel	2/1977	0.0	53.7
Emsland	6/1988	93.3	93.3
Grafenrheinfeld	6/1982	87.2	86.2
Grohnde	2/1985	88.3	90.6
Gundremmingen B	7/1984	85.7	82.6
Gundremmingen C	1/1985	87.7	80.4
Isar 1	3/1979	98.3	79.3
Isar 2	4/1988	93.2	89.6
Krümmel	3/1984	0.0	71.6
Neckarwestheim 1	12/1976	54.9	79.5
Neckarwestheim 2	4/1989	93.0	92.7
Philippsburg 1	3/1980	78.4	79.0
Philippsburg 2	4/1985	88.7	88.2
Unterweser	9/1979	78.7	79.6

Kaynak: Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA), <http://www.iaea.or.at/programmes/a2/>

Not: Krümmel ve Brunsbüttel santralları 2008 yılının tamamı boyunca kapalı kalmıştır.

Tablo 6 Alman nükleer santrallarının 2008 yılı ve ömür boyu kapasite faktörlerini göstermektedir. Güvenilirlik bakımından geniş bir yelpaze ortaya çıkmaktadır: Üç santral yüzde 90'ı aşan bir ömür boyu kapasite faktörüne sahipken üç başka ünite için ise ömür boyu kapasite faktörü yüzde 70'in altına düşmektedir.

Yapım maliyeti için olduğu gibi, devrede bulunan santralların kapasite faktörleri de öngörülenden çok daha düşük çıkmıştır. İnşaat firmaları ile teknolojinin promosyonunu yapanların varsayımı, nükleer santralların son derecede güvenilir olduğu, hizmet kesintisinin yalnızca bakım ve yakıt yükleme sırasında olduğu (AGR ve Candu gibi bazı santral tasarımlarına sürekli yakıt eklendiğinden yalnızca bakım için kapatılırlar), dolayısıyla yüzde 85 ila 95 arasında kapasite faktörlerinin elde edileceğidir. Oysa 1980'li yıllarda, dünya çapındaki tüm nükleer santralların kapasite faktörü ortalama yüzde 60 civarındaydı ve performans düşük olmuştur. Bunun nükleer enerji ekonomisine etkisini kafalarda canlan-

dırmak amacı ile kapasite faktörünün yüzde 90 olduğu durumda sabit maliyetlerin elektriğin toplam maliyetinin üçte ikisi olduğunu varsayarsak, o takdirde kapasite faktörü yüzde 60 olsaydı toplam maliyet üçte bir oranında artardı. Düşük kapasite faktörünün teçhizat eksiklikleri dolayısıyla ortaya çıkması durumunda, bunun sonucunda doğacak ek bakım ve onarım maliyeti elektriğin birim fiyatını daha da arttırdı. Rekabetçi bir piyasada, enerji sağlaması için kendisi ile sözleşme yapılmış ama taahhüdünü yerine getirememiş bir nükleer üretici, müşterisi için “ikame” enerjiyi muhtemelen satın almak zorunda kalacaktır ve ödeyeceği fiyatın çok yüksek olması olanak dahilindedir.

Ancak, 1980’li yılların sonlarından itibaren dünya çapında nükleer endüstri, performansını iyileştirmek için üstün gayret göstermiştir. Kapasite faktörü bugün dünya çapında ortalama yüzde 80’in üzerindedir. Örneğin ABD’de ortalama, 1980’li yıllarda yüzde 60 iken bugün artık yüzde 90’a yakındır ama Amerika’nın nükleer santrallerinin ortalama ömür boyu kapasite faktörü hâlâ sadece yüzde 70’tir.

Halihazırda hizmet veren, en azından bir yıldır hizmette olan ve eksiksiz performans kayıtları bulunan 414 reaktörden yalnızca yedisinin yüzde 90’ı aşan bir ömür boyu kapasite faktörü verisi vardır ve de yalnızca en iyi 100 santralin ömür boyu kapasite faktörü yüzde 80’in üzerindedir. İlginç bir biçimde, en iyi 13 santralin yerleri üç ülke ile sınırlıdır: Güney Kore’de altı, Almanya’da beş, Finlandiya’da ise iki.

Yeni reaktör tasarımları var olan reaktörlerin en iyi yüzde 2’sinin ulaştığı güvenilirlik düzeyini taklit edebilir ama aynı zamanda daha önceki reaktör tipleri gibi “başlangıçta yaşanan sorunlar”dan muzdarip olmaya devam edebilir. Fransa’nın 1990’lı yılların sonunda N4 tasarımından çektikleri dokunaklıdır. Hatırlamalıyız ki iktisadi analizde ilk işletme yıllarının performansı (başlangıçta yaşanan sorunların ortaya çıkma olasılığının en yüksek olduğu zaman), iskonto sürecinden dolayı sonraki yılların sorunlarına göre çok daha fazla ağırlık taşıyacaktır. İşletme sürecinin ileriki yıllarında teçhizat aşınmaya maruz kaldıkça ve yenilenmesi gündeme geldikçe, santrali o gün geçerli olan güvenlik standartlarına yükseltmek için tasarımda iyileştirmelere ihtiyaç duyuldukça, performans gerileyebilir. Performanstaki bu gerileme, ekonomik analizde iskonto dolayısıyla muhtemelen pek fazla ağırlık taşımayacaktır. Bir bütün olarak bakıldığında, yüzde 90 ya da üzeri güvenilirlik oranlarının varsayılması, geçmiş deneyimler gözönünde bulundurulduğunda temellendirilmesi güç bir şeydir.

3.4. Yakıt dışı operasyonlar ve bakım maliyeti

Birçok insan, nükleer santrallerin temelde yalnızca yakıt satın alınması gereken otomatik makineler olduğunu ve çok düşük işletme maliyetleriyle çalıştıklarını varsayar. Bu yüzden, nükleer enerji ekonomisi araştırmalarında yakıt dışı operasyonlar ve bakım nadiren ön plana çıkar. Aşağıda anlatıldığı gibi, yakıtın fiyatı nispeten düşük ve oldukça öngörülebilir olmuştur. Oysa, düşük işletme giderleri varsayımının yanlışlığı, 1980’li yılların sonu ile 1990’lı yılların başında

ABD’de birkaç tane nükleer santral işletmenin maliyetinin (sabit maliyetlerin geri ödenmesinin dışında kalan maliyet), bunların yerine birer gazla çalışan santral kurup işletmenin maliyetinden daha yüksek olduğu anlaşılınca, devre dışı bırakılınca anlaşılmıştı. O aşamada görüldü ki yakıt dışı işletme ve bakım giderleri megavatsaat başına 22 doların üzerindeydi, oysa yakıt giderleri o zaman megavat/saat başına 12 dolar civarındaydı¹⁹. Yakıt dışı işletme ve bakım giderlerini azaltmak için olağanüstü çaba gösterildi; 1990’lı yılların ortalarına gelindiğinde ortalama yakıt dışı işletme ve bakım giderleri megavat/saat başına 12,5 dolara, yakıt giderleri ise megavat/saat başına 4,5 dolara kadar düşürülmüştü. Ancak, bu maliyet indirimlerinin esas olarak maliyetlerin azaltılması yolu ile değil, santralların güvenilirliğini iyileştirme yoluyla elde edildiğine işaret etmek önemlidir. İşletme ve bakım maliyetlerinin birçoğunun (işçi giderleri ve santral bakımı) maliyeti sabittir, santralin üretim düzeyine göre gösterdiği değişiklik pek azdır. Dolayısıyla ne kadar çok enerji üretilirse megavatsaat başına düşen işletim ve bakım maliyeti, o kadar düşüktür. ABD’de ekonomik gerekçelerle santralların erken kapatılması tehlikesi artık ortadan kalkmıştır.

1996 yılında kurulduğunda kendisine sekiz tane nükleer santral verilmiş olan British Energy’nin de 2002’de santrallardan elde edilen gelirin işletme maliyetlerini ancak karşılaması dolayısıyla finansal olarak çökmüş olduğunu kaydetmek de anlamlı olur. Bu kısmen yüksek yakıt maliyetinden, özellikle de kullanılmış yakıtın yeniden işlenmesinin maliyetinden (günümüzde bu işlem aşağıda görüleceği gibi yalnızca İngiltere ve Fransa’da yapılmaktadır) ileri gelmekteydi. British Energy’nin sekiz santralında, yakıt dahil ortalama işletme ve bakım giderleri 1997 yılından 2004’e kilovat/saat başına 1,65 ila 2 peni arasında değişiyordu. Ne var ki her yıl, işletme maliyetleri bir öncekine göre artmaktaydı. Verilerin tam olarak yayımlandığı son yıl olan 2007-2008’de maliyet kilovat/saat başına 3 peni idi, 2008-2009’un ilk altı ayında ise kilovat/saat başına 4,13 peniye ulaştı (Şirket bu aşamada Fransız elektrik şirketi EDF tarafından devralınacak ve işletme maliyetlerinin yayımlanmasına son verilecekti).

3.5. Yakıt maliyeti

Elektrik üretiminin toplam maliyetinin yüzde5’ini oluşturan yakıt maliyetine, uranyumun çıkarılması, “zenginleştirilmesi” (yani bölünebilir uranyum izotopunun yüzdesinin artırılması), bunun yakıtla dönüştürülmesi, kullanımdan sonra depolanması ve çevreden yüz binlerce yıl dokunulmaz kalması gereken bir muhafaza içinde doğadan yalıtılması dahildir. Yakıtın satın alınma maliyetinin dışındaki maliyetler burada tartışılmayacaktır. Dünyada uranyum fiyatı 1970’li yılların ortalarından (U_3O_8 ’in libresi 12 dolar civarında) 2000’e kadar düşük seyrettiği için yakıt maliyetleri de düşmüştü. Bu aşamadan sonra fiyatlar libre başına 150 dolara yükseldi (bkz. Tablo 7). Daha sonra ise, spot fiyatlar 2009

¹⁹ İşletme ve bakım maliyetleri istatistikleri için bkz. <http://www.nei.org/index.asp?catnum=2&catid=95>.

yılı sonuna gelindiğinde libre başına 50 dolar civarına geriledi. Spot piyasası çok “dar kapsamlı” bir piyasa olduğu, uranyumun pek az bir bölümü bu piyasada ticari işlem gördüğü ve dünya uranyum ticaretinin büyük bölümü uzun vadeli iki taraflı sözleşmeler temelinde alınıp satıldığı için bu spot fiyatlar biraz yanıltıcıdır. ABD’de yakıt fiyatları kilovat/saat başına ortalama 0,25 peniye gelir ama bunların yapay olarak düşük olduğu söylenebilir, çünkü ABD devleti kullanılmış yakıtın doğadan yalıtılmasının sorumluluğunu megavat/saat başına 1 dolarlık (kilovat/saat başına 0,06 penilik) sabit bir fiyattan yapılabileceğini tahmin etmiştir. Bu, 20 yıldan daha uzun bir süre önce belirlenmiş keyfi bir fiyattır, yaşanmış deneyime dayanmamaktadır. Ne ABD’de ne de başka herhangi bir yerde yakıtların doğadan yalıtıldığı bir tesis mevcuttur; ABD’nin bütün kullanılmış yakıtı, Yucca Dağı’nda yapılması beklenen bir kullanılmış yakıt mahfazası inşa edilene kadar geçici olarak depolanmaktadır. Gerçek yalıtım maliyetlerinin çok daha yüksek olması muhtemeldir.

Tablo 7. Uranyum fiyatı



Kaynak: <http://www.infomine.com/investment/charts.aspx?mv=1&f=f&r=10y&c=uranium.xusd.ulb#chart,> 2010-03-11

Kullanılmış yakıtın doğadan yalıtımı meselesi değerlendirilmesi zor bir konu. Yeniden işleme pahalıdır ve üretilen plütonyum kârlı biçimde kullanılabilir olmadıkça bu işlem atıkların doğadan yalıtımı açısından hiçbir işe yaramamaktadır. Yeniden işleme, kullanılmış yakıtı sadece farklı bileşenlere ayırmakta, başa çıkılması gereken radyoaktivite miktarını azaltmamaktadır. Tersine yeniden işleme yüksek miktarda düşük ve orta dereceli atık üretir, çünkü yeniden işlemede kullanılan bütün teçhizat ile malzeme radyoaktif atık haline gelir. Britanya

Nükleer Yakıt Şirketi (British Nuclear Fuels – BNFL) ile British Energy (çökmeden önce) arasında, British Energy'nin yakıtını yeniden işlemek için yapılan eski sözleşmenin yıllık tutarının 300 milyon sterlin değerinde olduğu bildirilmiştir. Bu kilovat/saat başına 0,5 peni anlamına gelir. Yeni sözleşmenin British Energy için yılda 150-200 milyon sterlin tasarruf anlamına geleceği umulmaktadır ama bu sadece BNFL'in yaşayacağı zararın devlet tarafından üstlenilmesi dolayısıyla mümkün olacaktır. Bu kötü maliyet deneyimine rağmen ABD'nin kullanılmış yakıtı yeniden işlemeyi düşünmekte olduğu bildiriliyor. Carter yönetiminin koyduğu bir yasak dolayısıyla bu henüz gerçekleşmedi. Yüksek düzeydeki atığın doğadan yalıtımının maliyetini tahmin etmek, bunu yapacak hiçbir tesisin kurulmamış olması, hatta yapım aşamasında bile olmaması dolayısıyla zordur. Bu tür projeksiyonların hata payı çok yüksek olacaktır.

3.6. Muhasebe bakımından yaşam süresi

III+ kuşağı santrallerin özelliklerinden biri, daha önceki kuşağa ait modellerin çoğuna göre iki kat, 60 yıllık bir yaşam süresi için tasarlanmış olmasıdır. Sabit maliyetlerin egemen olduğu bir sektör için tesisin yaşam süresini iki katına çıkarmanın, bu maliyetleri karşılamak için daha fazla zaman yaratacağı için, birim başına sabit maliyetleri düşürmesi beklenebilirdi. Pratikte bu geçerli değildir. Ticari krediler en fazla 15-20 yıl içinde geri ödenmek üzere verilir; iskonto edilmiş nakit akışı hesabında 10-15 yıl ilerisinden daha uzakta ortaya çıkacak fayda ve maliyetler pek az ağırlık taşır (bkz. Ek 2).

Mevcut nükleer santrallerin çalışma sürelerini uzatma yönünde de bir eğilim var. Şimdilerde, çalışmaya başlarken verilen 40 yıllık ruhsat sürelerini tamamlamakta olan bazı PWR ve BWR'ler, ABD güvenlik mercileri tarafından bir 20 yıl daha işletilmek üzere ruhsatlandırılmaktadır. Ancak, sermaye maliyetleri geri ödendiğinde ucuz elektrik sunulacağı varsayılmamalıdır. Tesisin ömrünün uzatılması, eskimiş teçhizatı yenilemek ve santral günün güvenlik standartlarına uyumlu hale getirmek için ciddi bir takım yeni yatırımlar gerektirebilir. Tesisin ömrünün uzatılması her zaman mümkün değildir. Örneğin İngiltere'nin tasarım ömrü 25 yıl olan AGR'lerinin şimdi 40 yıl işletilmesi beklenmektedir ama bunun ötesinde bir uzatma erozyonla ve grafit moderatör bloklarının distorsiyonu ile ilgili sorunlar dolayısıyla mümkün olmayabilir.

3.7. Söküm ve atıkların doğadan yalıtımının maliyeti ile hükümleri

Bunların hesaplanması zordur, çünkü ticari ölçekli santrallerin sökümü konusunda pek az deneyim mevcuttur, atıkların (özellikle orta ve uzun ömürlü atıkların) doğadan yalıtımının maliyeti de belirsizdir (bkz. Ek 3). Ancak, ihtiyaç duyulduğunda gerekli fonların sağlanacağı konusunda çok yüksek düzeyde güvence veren programlar bile bir bütün olarak bakıldığında, iktisadi açıdan önemli bir fark yaratmayacaktır. Örneğin santralin sahibi, santralin ömrünün başlangıcında tesisin sökülmesi için gerekli olduğu öngörülen (iskonto edilmiş)

tutarı yatırmakla yükümlü tutulsaydı dahi bu, yapım maliyetine sadece yüzde 10 bir ilave anlamına gelirdi. Tesisin sökülmesinin ilk evresini kapsamayan British Energy'nin dokunulmaz fonu, yılda 20 milyon sterlinden daha az katkı gerektiriyordu. Bu da kilovat/saat başına 0,03 penilik bir maliyete tekabül ediyordu.

Sorun, şayet maliyet başlangıçta olması gerekenden daha düşük tahmin edildiyse veya bu iş için ayrılan fonlar yitirildiyse ya da şirket santralin öngörülen yaşam süresinden önce batarsa ortaya çıkacaktır. İngiltere'de bütün bu sorunlar yaşanmıştır. Öngörülen sökülme maliyeti, son 20 yıl içinde reel olarak birkaç kez artmıştır. 1990 yılında Merkezi Elektrik Üretim Kurumu (Central Electricity Generating Board - CEGB) özelleştirildiğinde, tüketicilerin katkılarından oluşan muhasebe hükümleri CEGB'nin varisi olan şirkete (Nuclear Electric) devredilmemişti. 1990 yılından 1996'ya kadar uygulanan sübvansiyon (Michael Heseltine bunu "eski, güvenliği zayıf nükleer santrallerin sökülmesi" amacına bağlamıştı²⁰), santralin sahibi şirket tarafından harcanmıştı. Harcanmamış bölümü de şimdi hazineye aktarılmıştır. British Energy'nin çöküşü ise bu kuruluşun tesisleri sökme giderlerinin önemli bir bölümünün gelecekteki vergi mükellefleri tarafından ödeneceği anlamını taşıyor.

3.8. Sigorta ve sorumluluk

Bu tartışmalı bir alan, çünkü halihazırda santral sahiplerinin olası bir büyük nükleer kaza konusunda sorumluluğu bir uluslararası antlaşma yoluyla maliyetin çok küçük bir oranı ile sınırlandırılmıştır. 1963 yılında kabul edilen ve 1997'de gözden geçirilen Viyana Antlaşması, bir nükleer işletmecinin yükümlülüğünü 300 milyon Özel Çekme Hakkı (ÖÇH) ya da yaklaşık 460 milyon dolar (22 Şubat 2009 tarihinde 1 ABD doları = 0,653 ÖÇH²¹) ile sınırlamaktadır. Halihazırda İngiliz hükümeti 140 milyon sterlin üzerinde kalan riski garanti etmektedir ama sınırın Paris ve Brüksel Sözleşmeleri ile 700 milyon avroya (500 milyon sterlin) yükseltilmesi beklenmektedir. Yükümlülük konusundaki sınır nükleer enerjinin gelişmesini olanaklı kılmak bakımından hayati önem taşıyan bir şey gibi görülüyordu; aynı zamanda büyük bir sübvansiyon gibi de görülebilir.

²⁰ Michael Heseltine, Board of Trade Başkanı, Hansard, 19 Ekim 1992.

²¹ Özel Çekme Hakkı'nın değeri, dünyanın dört ana ulusal parasından oluşmuş bir sepet tarafından belirlenmektedir.

Tablo 8. OECD ülkeleri için 2001 yılının Eylül ayı itibarıyla yükümlülük sınırları

	Ulusal mevzuat çerçevesinde yükümlülük sınırları ^a (€)	Finansal güvenlik şartları ^{a,b} (€)
Belçika	298m	
Finlandiya	250m	
Fransa	92m	
Almanya	Sınırsız	2,500m ^c
Büyük Birleşik Krallık	227m	
Hollanda	340m	
İspanya	150m	
İsviçre	Sınırsız	674m
Slovakya	47m	
Çek Cumhuriyeti	177m	
Macaristan	143m	
Kanada	54m	
ABD	10.937m	226m
Meksika	12m	
Japonya	Sınırsız	538m
Güney Kore	4.293m	

Kaynak: Gayri resmi istatistikler– OECD/NEA, Hukuk İşleri

Notlar: a Haziran 2001-Haziran 2002 resmi döviz kurları temelinde; b yükümlülük sınırından farklı ise; c 256 milyon avro sigorta, 2,5 milyar avro operatörlerin havuzu, 179 milyon avro Paris Sözleşmesi'nde yapılan Brüksel değişikliğinden.

Alman parlamentosunun Sürdürülebilir Enerji Araştırma Komisyonu²², OECD ülkelerindeki yükümlülük sınırları konusunda rakamlar derlemiştir (bkz.Tablo 8). Meksika örneğindeki gibi çok düşük rakamlardan Almanya'da olduğu gibi çok daha yüksek tutarlara yayılan geniş bir yükümlülükler yelpazesi ile karşı karşıya kalınmaktadır.

Örneğin Çernobil felaketinin yol açtığı muhtemelen milyarlarca sterlinlik maliyetin büyüklüğü (insan hayatına ya da sakat kalmaya değer biçerek bir maliyet kalemi olarak bakmak iticidir ama sigortacılık için gereklidir), alışılmış sigorta güvencesinin muhtemelen zararı karşılayamayacağı, karşılasa bile böyle büyük bir kaza sigorta şirketlerini iflas ettireceği için bu sigortanın inandırıcı olmayacağı anlamına gelmektedir.

²² Deutscher Bundestag, *Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung*, Bericht der Enquete-Kommission, zur Sache 6/2002, chapter 3.3.2, table 3.3 (Berlin: Deutscher Bundestag, 2002), p. 232, <http://dip.bundestag.de/btd/14/094/1409400.pdf>.

“Afet bonoları”nın, kazaların finansal maliyetine karşı santral sahiplerine inandırıcı bir güvence sağlayabileceğine ilişkin bazı önerilerde bulunulmuştur. Afet bonusu, deprem gibi tanımlanmış bir felaket dolayısıyla hasar doğduğunda, faiz ve/veya anapara ödemesinin geciktirilmesine veya yitirilmesine yol açan bir hüküm içeren, yüksek getirili, sigortalanmış bir bonodur. Bu bonoların nükleer kazalara karşı bir tür sigorta güvencesi sağlayıp sağlamayacağı, bunun nükleer enerji ekonomisine etkisinin ne olacağı, somut öneriler yapılana kadar belirlenmesi zor şeylerdir.

4. Olkiluoto ve Flamanville deneyimleri

Bu iki santral özel bir öneme sahip, çünkü yapım düzeyinde de olsa herhangi bir ciddi deneyimin el edildiği III+ Kuşağı santraller, yalnızca bunlardır.

4.1. Olkiluoto

Finlandiya'nın Olkiluoto-3 siparişi liberalizasyon ile nükleer enerji siparişlerinin bağdaşmayacağı yolundaki yerleşik düşüncüyü yadsıyor gibi görüldüğü için nükleer endüstri tarafından özellikle çok önemli kabul edildi. 2003 yılının Aralık ayında verilen Olkiluoto'nun 3 numaralı reaktörünün siparişi, 1993 Fransa Civaux-2'ten beri Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'da verilen ilk nükleer siparişti. Aynı zamanda, Pasifik bölgesi dışından alınan ilk III ve III+ kuşağına ait reaktör siparişiydi. Finlandiya'nın elektrik endüstrisi 1992 yılından beri beşinci nükleer reaktör için parlamentodan onay almaya çalışıyordu. Bu onay nihayet 2002 yılında çıktı. Olkiluoto-3 siparişi genelde nükleer endüstri için, özelde de AREVA NP için büyük bir itici güç oldu. Endüstri, bu santral, tamamlandığında, EPR alıcısı olabilecek başka kuruluşlar için de bunun hem bir örnek hem de bir referans oluşturacağını öngörüordu.

Finlandiya, Norveç, İsveç ve Danimarka'yı da kapsayan İskandinav elektrik piyasasının bir üyesi. Bu bölge dünyanın en rekabetçi elektrik piyasası kabul edilir. Finlandiya'nın, daha önce kurulmuş dört reaktörün işletilmesi konusunda da iyi bir şöhreti var. Bu yüzden, bu gelişmenin, “Nükleer Rönesans” konusundaki birçok soruyu yanıtlayacağı konusunda umutlar yüksekti. Ne var ki anlaşma daha detaylı incelenince, bunun başka piyasalardaki koşullar için örnek teşkil etmesini engelleyen bazı çok özel niteliklere sahip olduğu ortaya çıktı.

1600 megavatlık kurulu gücündeki Olkiluoto-3 için sözleşme fiyatı 2004 yılında 3 milyar avro olarak açıklanmıştı²³. Ardından, fiyatın 3,2 milyar avro²⁴

23 Proje Direktörü Martin Landtman şöyle diyordu: “Olkiluoto 3 yatırımının anahtar Teslim kontrat dahil tamamının değeri, 2003 parasıyla yılda 3 milyar avro civarındadır. Başka hiçbir rakam yayımlanmamıştır.” Kişisel ileti, Mycle Schneider'a e-mail, 8 Ekim 2004.

24 *Nucleonics Week*, “EC Probing Claims Olkiluoto Loan Guarantees Were State Aid (Avrupa Komisyonu Olkiluoto kredi garantilerinin devlet sübvansiyonu olduğu iddialarını araştırıyor),” 26 Ekim 2006.

veya 3,3 milyar avro²⁵ olduğu belirtildi. Güvenlik onayı Finlandiya'nın düzenleme otoritesi Radyasyon ve Nükleer Güvenlik Kurumu (STUK) tarafından 2005 yılının Mart ayında verildi, santral sahasında çalışmalar ise Ağustos 2005 yılının Ağustos ayında başladı. Sözleşmenin imzalandığı aşamada değeri (sözleşme fiyatına bağlı olarak) 3,6 - 4 milyar dolar arasında ya da kilovat kurulu güç başına yaklaşık 2 bin 250 – 2 bin 475 dolar civarında (1 avro = 1,2 dolar) idi. Bu maliyete finansman ve iki reaktör kalbi dahildi. Dolayısıyla, kilovat başına maliyet bir gecelik maliyet temelinde daha az olacaktı. Yalnız aşağıda görebileceğimiz gibi, verilen çok düşük faiz oranıyla (% 2,6), finansman maliyeti de düşük olacaktı.

Bu maliyet, nükleer endüstrinin bundan birkaç yıl önce belirlediği kilovat başına 1.000 dolar hedefinin çok üstünde olmasına rağmen, analistler tarafından yine de bir “zararına satış” olarak görülüyordu. AREVA NP 1990'lı yılların sonundan beri²⁶ ya EDF'yi ya da Alman elektrik şirketlerinden birini bir EPR siparişi vermesi konusunda ikna etmeye çalışıyordu. Kısa süre içinde bir EPR siparişi alınmazsa AREVA NP'nin kilit nitelikte birtakım çalışanlarını yitireceği²⁷ ve tasarımın demode olacağı yolunda korkular vardı²⁸. AREVA NP'nin EPR teknolojisi için bir “vitrin”e de ihtiyacı vardı; Olkiluoto santrali başka siparişler için bir referans santral rolü oynayacaktı. Ek bir teşvik ve müşterilerin talebi üzerine AREVA NP, santrali “anahtar teslim” koşullarıyla, yani sabit fiyatlarla sunuyordu. Aynı zamanda, yalnızca bir “nükleer ada” sunmakla yetinmeyerek, santral sahasının yönetiminin ve mimari mühendisliğinin sorumluluğunu da üstleniyordu. Bu, alışık olduğu bir rol değildi. AREVA NP'nin selefi Framatome'un Fransa için yaptığı 58 basınçlı su reaktöründe ve Çin ile Güney Afrika dahil dış ülkelerdeki projelerinde bu hizmetleri sağlayan EDF olmuştu.

Başka bir çalışmada ortaya konulmuş olduğu gibi²⁹, Olkiluoto projesi daha yapımına başlanır başlanmaz yanlış bir yolda ilerlemiştir. 2009 yılının Mart ayına geldiğinde³⁰, projenin en az üç yıl gecikmiş ve bütçesini 1,7 milyar avro aşmış³¹

25 *Nucleonics Week*, “Areva Reveals 47% Cost Overrun on Contract for Olkiluoto-3 (Areva, Olkiluoto'nun kontrat maliyetlerinin yüzde 47 aşıldığını açıkladı),” 5 Mart 2009, s. 1.

26 *Nucleonics Week*, “Giant EPR Said To Be Competitive: EDF To Decide on Order Next Year(Dev EPR'nin rekabetçi olduğu söyleniyor: EDF sipariş konusunda kararı gelecek yıl verecek),” 6 Kasım 1998, s. 1.

27 *Petroleum Economist*, “France Mulls Nuclear Future (Fransa nükleer enerjinin geleceği üzerinde düşünüyor),” Mart 2001.

28 *Nucleonics Week*, “EPR Safety Approval Won't Last Beyond 2002, Regulator Warns (Düzenleyici kurum EPR'nin güvenlik onayının 2002'den öteye geçmeyeceğini söylüyor),” 6 Mart 1997.

29 S. Thomas, “Can Nuclear Power Plants Be Built in Britain without Public Subsidies and Guarantees?”, *Commercial Nuclear Energy in an Unstable, Carbon Constrained World (İstikrarsız, Karbon Sınırlamalarına Tâbi Bir Dünyada Ticari Nükleer Enerji)* konferansına yapılmış sunum, Nonproliferation Policy Education Center ve Radio Free Europe/Radio Liberty'nin ortak etkinliği, 17–18 Mart 2008, Prag, Çek Cumhuriyeti.

30 *Nucleonics Week*, “AREVA's Olkiluoto-3 Manager Says Engineering Judgment Undermined (AREVA'nın Olkiluoto-3 reaktörünün müdürü, mühendislik hükümleri zayıflatıldı),” 26 Mart 2009, s. 4.

31 *Nucleonics Week*, “AREVA Reveals 47% Cost Overrun(AREVA, Olkiluoto'nun maliyetlerinin yüzde 47 aşıldığını açıkladı .”

olduğu kabul ediliyordu. AREVA NP, 2009 yılının Ağustos ayında öngörülen maliyetin 5,3 milyar avroya eriştiğini kabul etti; 1 avro = 1,35 ABD doları paritesinden bu kilovat kurulu güç başına 4 bin500 dolar demektir³². Sözleşme aynı zamanda AREVA NP ile müşterisi Teollisuuden Voima Oy arasında gerginliğe de yol açtı. AREVA NP, TVO'nun bazı eksiklikleri olduğunu iddia ederek 1 milyar avro tazminat talep ediyor. TVO ise 2009 Ocak ayında açılan bir karşı davada, AREVA NP'den projedeki gecikmeler için 2,4 milyar avro tazminat talep ediyor³³.

Gecikmelere ve bütçenin aşılmasına katkıda bulunan bütün sorunların çözülebilmesi düşük bir ihtimaldir; nihai maliyet hatırı sayılır derecede daha yüksek olabilir. AREVA NP ile TVO arasındaki dava ve tahkim davasının sonuçları bütçeyi aşan maliyetlerin nasıl paylaşılacağını belirleyecek ama bundan bağımsız olarak, santral maliyetleri ve işin yürütülmesi konusunda yatırımcıların kaygıları geçerli olmaya devam edecek.

4.2. Flamanville

EDF en sonunda, 2007 yılının Ocak ayında Flamanville sahasında kurulmak üzere bir EPR reaktörü siparişi verdi. Bu reaktörün kurulu gücü 1630 megavata³⁴ yükseltmişti. Yapım Aralık 2007 yılının Aralık ayında başladı³⁵. EDF, 2006 yılının Mayıs ayında maliyetin 3,3 milyar avro olacağını hesaplamıştı³⁶. O tarihte 1 avro = 1,28 ABD doları, bu kilovat kurulu güç başına 2 bin 590 ABD dolarına eşdeğerdi. Ancak, bu maliyet ilk yakıtı içermiyordu, dolayısıyla gecelik maliyet biraz daha yüksek olmalıydı. Maliyet hesabına finansman maliyeti de katılmamıştı.

EDF, türbin jeneratörü için mimari mühendisliği gerçekleştiren veya sözleşmeleri (örneğin kira sözleşmelerini) yöneten bir anahtar teslim sözleşme talep etmemişti. Bu kararların ne ölçüde Olkiluoto'daki başarısızlıklardan, ne ölçüde bazı vasıfları şirket içinde muhafaza etme ihtiyacından kaynaklandığı pek açık değildir.

2008 yılının Mayıs ayında Fransa'nın güvenlikten sorumlu düzenleme otoritesi, beton temel altlığın dökülmesindeki kalite sorunları dolayısıyla Flamanville'de inşaatı durdurdu³⁷. Gecikmeler yapımcı şirket AREVA NP'nin

32 *Nucleonics Week*, "With Expected Losses Mounting, Areva Seeks Changes in Ol3 Project (Beklenen kayıplar devleşirken AREVA Ol3 projesinde değişiklik planlıyor)," 3 Eylül 2009.

33 *Agence France Presse*, "Setbacks Plague Finland's French-built Reactor (Terslikler Finlandiya'nın Fransız yapımı reaktörünün başına bela oldu)," 30 Ocak 2009.

34 *Nucleonics Week*, "EDF Orders Flamanville-3 EPR NSSS, with Startup Targeted in 2012 (EDF, 2012'de başlama hedefiyle Flamanville-3 EPR'sinin siparişini verdi)," 5 Ocak 2007, s. 1.

35 *Nucleonics Week*, "Flamanville-3 Concrete Pour Marks Start of Nuclear Construction (Flamanville-3 betonu nükleer inşaatın izlerini bırakıyor)," 6 Aralık 2007, s. 3.

36 *Nucleonics Week*, "EDF to Build Flamanville-3, Says First EPR Competitive with CCGT (EDF Flamanville-3'e başlıyor; "CCGT ile rekabet edecek ilk EPR)," 11 Mayıs 2006, s. 1.

37 *Nucleonics Week*, "Concrete Pouring at Flamanville-3 Stopped after New Problems Found (Flamanville-3'te ortaya çıkan yeni sorunlardan sonra beton dökümü durduruldu)," 29 Mayıs 2008, s. 18.

santralin 2013 yılına kadar tamamlanmayacağını, yani bir yıl gecikeceğini öngörmesine yol açtı. Yanlız EDF, 2008 yılının kasım ayında gecikmelerin telafi edileceğini ve santralin başta öngörülen programa göre 2012'de bitirileceğini öne sürdü³⁸. Ancak EDF, Flamanville'in tahmin edilen yapım maliyetinin 3 milyar 300 milyon avrodan 4 milyar avroya yükselmiş olduğunu açıkladı³⁹. O aşamada bunun değeri (1 avro = 1,33 ABD dolar) kilovat başına 3 bin 265 dolardı. Bu, Olkiluoto'daki sözleşme fiyatının hatırı sayılır biçimde üzerinde ama ABD'de verilmekte olan fiyatların ve Olkiluoto'nun gerçek maliyetinin çok altındaydı. Sendikalar da Flamanville'deki inşaatın en az iki yıl gecikmiş olduğuna dair iddialarda da bulunmuştu⁴⁰. Bir AREVA sorumlusu, bir EPR'nin fiyatının artık en az 4,5 milyar avro olacağını öne sürmüş, ancak bunun bir gecelik maliyet olup olmadığı belirtilmemiştir⁴¹.

5. ABD programı

Bush yönetimi, 2002 yılının Şubat ayında açıklanan Nükleer Enerji 2010 programı çerçevesinde nükleer siparişleri canlandırmak amacıyla topyekûn bir çaba göstermiştir. Program, III+ Kuşağı tasarımlar üzerinde odaklanmaktadır. Program açıklandığında, III+ Kuşağı'ndan en azından bir ünitenin ve daha ileri bir tasarıma sahip bir reaktörün 2010'a kadar devreye girmiş olması bekleniyordu. Bu program çerçevesinde ABD Enerji Bakanlığı, sanayi ile işbirliğine dayalı projeler geliştirmeyi umuyordu. Amaç şuydu:

[...] Ön Yapım Ruhsatı (Early Site Permit - ESP) süreci çerçevesinde üç yerde yeni nükleer santral yapımı için ABD Nükleer Düzenleme Komisyonu (Nuclear Regulatory Commission - NRC) onayı almak, birleşik Yapım ve İşletme Ruhsatı (Construction and Operating License - COL) için başvuru hazırlığı konusunda rehberlik geliştirmek ve COL ile ilgili düzenleme sorunlarını çözüme kavuşturmak. COL süreci, nükleer santralin halk sağlığına ve güvenliğe ilişkin doğurabileceği sorunların yapımın başlamasından önce çözüme kavuşturulduğu ve NRC'nin yeni bir nükleer santrali onayladığı, yapımı ve işletilmesi için ruhsat verdiği bir süreçtir⁴².

38 *Nucleonics Week*, "EDF Confirms Target of Starting Up Flamanville-3 in 2012 (EDF, Flamanville-3'ü 2012'de hizmete sokma hedefini tekrar etti)," 20 Kasım 2008, s. 1.

39 *Associated Press Worldstream*, "EDF To Lead up to Euro50b in Nuclear Plant Investment (EDF, 50 milyar avroluk nükleer yatırımda öncü olacak)," 4 Aralık 2008.

40 *Nucleonics Week*, "French Union: Flamanville-3 Delayed (Fransız sendika: Flamanville-3 gecikti)," 28 Ocak 2010, s. 1.

41 *Nucleonics Week*, "AREVA Official Says Costs for New EPR Rising, Exceeding \$6.5 billion (AREVA yetkilisi yeni EPR'nin maliyetinin 6,5 milyar doları geçtiğini söyledi)," 4 Eylül 2008, s. 1.

42 <http://www.ne.doe.gov/NucPwr2010/NucPwr2010.html>.

Buna ek olarak:

[...] kendi türünde bir ilk olacak olan III+ Kuşağı reaktör teknolojisinin geliştirilmesini tamamlamak, yeni nükleer santrallerin yer seçimi, yapımı ve işletilmesi için federal düzeyde düzenleme ve ruhsatlandırma amacıyla tasarlanan henüz sınanmamış süreçlerin bir ilk örneğini yaşatmak⁴³.

Nükleer Enerji 2010 programının gerekçesi, yeni nükleer tasarımların ekonomik bakımdan rekabet gücüne sahip olacağı idi. Ne var ki ABD’de 1980’li ile 1990’lı yıllarda nükleer santrallerin yapımı ile ilgili yaşanan kötü deneyimler, elektrik şirketlerinin yeni tasarımlar ve prosedürlerin bu sorunları doğuran konulara çözüm getirdiğinin tam olarak kanıtlanmasına kadar nükleer santral siparişi vermeye istekli olmayacağı anlamına geliyordu. Bu engelleri aşmak için benimsenen politika, düzenleme süreçlerini modernize etmek, bir takım yeni tasarımlar için düzenleme kuruluşunun onay vermesini sağlamak ve başlangıçta üç proje (belki altı reaktör) için sübvansiyon verip daha sonra siparişlerin sübvansiyonsuz sürmesini sağlamak.

Başlangıçta en az üç proje için toplamı 450 milyon dolara ulaşan hibe öneriliyordu. Bu sübvansiyonlardan yararlanmak amacıyla üç kuruluş öne çıkacaktı. Bunlardan ikisi COL geliştirmesi için ABD Enerji Bakanlığı (DOE) ile anlaşmaya varacaktı. 2004 yılında oluşturulan Nustart sekiz ABD enerji şirketinden, Entergy, Constellation Energy, Duke Power, Exelon, Florida Power & Light, Progress Energy, Southern Company ve Tennessee Valley Authority’dan (TVA para vermiyor, yalnızca personel katkısında bulunuyordu) oluşan bir konsorsiyumdu. Fransız elektrik şirketi EDF ile iki yapımcı firma, Westinghouse ve GE de konsorsiyumun üyesiydi, ancak oy hakları yoktu. Nustart iki uygulama yapmayı planlıyordu: Bunlardan biri, GE’nin Entergy’nin Teksas’taki Grand Gulf sahasında yapacağı bir ESBWR (Ekonomik, Basitleştirilmiş Kaynar Su Reaktörü), öteki ise Westinghouse’ın TVA’nın Bellefonte sahasında kuracağı bir AP1000’di. Öteki ana grubun başını elektrik şirketi Dominion çekmekteydi. Dominion, zaten iki reaktör işletmekte olduğu Virginia’daki North Anna’da Atomic Energy of Canada Limited’in Candu tasarımı ACR-700’ün gelişkin bir versiyonu için bir COL peşindeydi. Ancak, 2005 yılının Ocak ayında ABD’de bir Candu santralının ruhsatlandırılabilmesi için geçecek süreden dolayı, ACR-700 yerine GE’nin ESBWR’sini seçtiğini açıklıyordu. Candu tasarımı ABD’de düzenleme otoritelerinden henüz onay almamıştı. NRC, bu tasarımın onay sürecinin 60 aydan uzun sürebileceğini öngörmüştü. Bu süre, III+ Kuşağı’ndan bir PWR veya BWR için gerekli onay süresinden çok daha uzundu. Daha sonra, NRC tarafından ele alınan bütün yeni tasarımların değerlendirilmesinin 60 aydan daha uzun olacağı ortaya çıktı.

⁴³ United States Department of Energy (DoE), *A Roadmap to Deploy New Nuclear Power Plants in the United States by 2010 (2010’da ABD’de yeni nükleer santral kurulmasının yol haritası)* (Washington, DC: USDOE, 2001).

Enerji Politikası Yasası'nın (Energy Policy Act, EPACT) 2005 yılında kabulünden bu yana, programın zamanlamasında kaymalar olmuş ama kapsamı, santral yapımına ilgi gösteren büyük sayıda Amerikan elektrik şirketini içine alacak biçimde genişletilmiştir. Sunulan desteğin ölçeği de dramatik bir büyüme göstermiştir. 2009 yılı başına gelindiğinde, 31 ünitenin yapılmasına ilişkin planlama yapıldığı duyurulmuştu (bkz. Tablo 9).

Bir kanıtlanma görevi görecek olan bu bir avuç ünite için daha sonra bir sübvansiyon paketi önerilmiştir. Burada en büyük önemi iki kalemin taşıdığı ortaya çıkmıştır:

■ **Üretimde Vergi İndirimi:** Yeni nükleer santrallarda üretilecek elektriği başka enerji kaynakları ile rekabet edebilir kılmak amacıyla işletmenin ilk sekiz yılında megavat/saat başına 18 dolarlık bir vergi indirimi uygulanacaktır. Enerji Bilgi İdaresi'ne (Energy Information Administration - EIA) göre, bu sübvansiyonun ABD vergi mükelleflerine maliyeti 2025 yılına kadar 5,7 milyar dolar olacaktır⁴⁴.

■ **Kredi Garantisi:** Yeni santralleri finanse etmenin zorluğunu hafifletmek için elektrik şirketlerinin devlet hazine bonusu faiz oranlarında borçlanabilmesi amacı ile kredi garantileri önerilmiştir. Kongre Bütçe Ofisi (Congressional Budget Office) sektörün kredi ödeme riskinin “Yüzde 50'nin çok üzerinde” olacağı sonucuna ulaşmıştır⁴⁵. Kongre Araştırma Servisi (Congressional Research Service) ise altı ila sekiz yeni reaktörün yapım maliyetinin yüzde 50'sine kadar kredi garantisi verilmesinin vergi mükelleflerine maliyetinin 14 ila 16 milyar dolar olacağını hesaplamıştır⁴⁶.

Tablo 9. “Nükleer Enerji 2010” çerçevesinde açıklanmış olan ABD nükleer projeleri

Santral	Sahibi	NRC nezdinde durumu	Kredi garantisi	Tasarım	Öngörülen devreye alınma tarihi
Calvert Cliffs 3	Unistar	COL başvuru tarihi: 03/08	Son aşamada	EPR	?
South Texas 3,4	NRG	COL başvuru tarihi: 09/07	Son aşamada	ABWR	?
Bellefonte 3,4	TVA	COL başvuru tarihi: 10/07	Uygun değil	AP1000	?
North Anna 3	Dominion	COL başvuru tarihi: 11/07	Başvurmuş	ESBWR	?
Lee 1,2	Duke	COL başvuru tarihi: 12/07	Başvurmuş	AP1000	2021–23
Harris 2,3	Progress	COL başvuru tarihi: 02/08	Başvurmamış	AP1000	2019–20

⁴⁴ United States Department of Energy (DoE), *Analysis of Five Selected Tax Provisions of the Conference Energy Bill of 2003* (Washington, DC: Energy Information Administration, 2004), s. 3, [http://tonto.eia.doe.gov/FTP/ROOT/service/sroiaf\(2004\)01.pdf](http://tonto.eia.doe.gov/FTP/ROOT/service/sroiaf(2004)01.pdf).

⁴⁵ Congressional Budget Office, *Cost estimate of S.14, Energy Policy Act of 2003* (Washington, DC: Congressional Budget Office, May 7, 2003), <http://www.cbo.gov/doc.cfm?index=4206>.

⁴⁶ Congressional Research Service (CRS), *Potential Cost of Nuclear Power Plant Subsidies in S.14* (7 Mayıs 2003); Senatör Ron Wyden'in talebi ile.

Santral	Sahibi	NRC nezdinde durumu	Kredi garantisi	Tasarım	Öngörülen devreye alınma tarihi
Grand Gulf 3	Entergy	COL başvuru tarihi: 02/08	Başvurmuş	ESBWR	Askiya alınmış
Vogle 3,4	Southern	COL başvuru tarihi: 03/08	Son aşamada	AP1000	2016
Summer 2,3	SCANA	COL başvuru tarihi: 03/08	Son aşamada	AP1000	2016-19
Callaway 2	AmerenUE	COL başvuru tarihi: 07/08	Başvurmuş	EPR	Askiya alınmış
Levy 1,2	Progress	COL başvuru tarihi: 07/08	Başvurmuş	AP1000	2019-20
Victoria 1,2	Exelon	COL başvuru tarihi: 09/08	Başvurmuş	ESBWR	Askiya alınmış
Fermi 3	DTE Energy	COL başvuru tarihi: 09/08	Başvurmamış	ESBWR	?
Comanche Peak 3,4	TXU	COL başvuru tarihi: 09/08	İlk yedek	APWR	?
Nine Mile Point 3	Unistar	COL başvuru tarihi: 10/08	Başvurmuş	EPR	Askiya alınmış
Bell Bend	PPL	COL başvuru tarihi: 10/08	Başvurmuş	EPR	2018
Amarillo 1,2	Amarillo	?		EPR	?
River Bend	Entergy	COL başvuru tarihi: 09/08	Başvurmuş	ESBWR	Askiya alınmış
Elmore	Unistar	?		EPR	Askiya alınmış
Turkey Point 6,7	FPL	COL başvurusu 03/09 için tasarlanıyor	?	AP1000	2018-20

Kaynak: Çeşitli gazete haberleri

Notlar: Tekil projeler hakkında daha fazla ayrıntı Ek 4'te mevcuttur.

EPACT 1 ve 2 numaralı üniteler için 500 milyon dolara kadar, 3 ila 6 numaralı üniteler içinse 250 milyon dolara kadar risk sigortası teklif etmişti. Bu sigorta, ruhsat sahibinin sorumluluğunda olmayan nedenlerle yaşanan gecikmeler, santralin ruhsat alma sürecini yavaşlattığında ödenecekti. EPACT aynı zamanda 850 milyon dolarlık Ar-Ge finansmanı için destek ve söküm maliyeti için de 1,3 milyar dolar değerinde yardım sunuyordu.

Kredi garantilerinin yalnızca paketin kilit unsuru olmakla kalmadığı, aynı zamanda sunulan garanti kapsamının elektrik şirketlerinin sipariş vermesini olanaklı kılmakta yetersiz olduğu kısa bir süre içinde ortaya çıkacaktı. Başlangıçta federal hükümetin kredi garantilerinin projedeki sözkonusu borçlanmanın yüzde 80'ini kapsamına alacağı öngörülüyordu; şayet borçlanma santralin yapımının yaklaşık yüzde 60'ını karşılayacaksa (gerisi öz kaynaklardan) bu, santralin maliyetinin yarısı civarında bir miktarın garanti altında olacağı anlamına geliyordu. Elektrik şirketleri, proje maliyetinin yüzde 80'ini karşılayan borcun yüzde 100'lük bir garanti altına alınması için başarılı bir lobi faaliyeti yürüttü. Bankalar da tam garanti konusunda seslerini yükseltmişti. Wall Street'in en büyük altı yatırım bankasının (Citigroup, Credit Suisse, Goldman Sachs, Lehman Brothers, Merrill Lynch ve Morgan Stanley) 2007 yılında imzaladığı bir

açıklama, Enerji Bakanlığı'na vergi mükelleflerinin riskleri yüzde 100 oranında üstlenmemesi halinde bankaların yeni nükleer santraller için kredi vermeye istekli olmadığını ilan ediyordu⁴⁷.

Elektrik piyasasının daha az liberalleşmiş olduğu ve elektrik şirketlerinin düzenlenmiş tarifeler çerçevesinde düzenlenmiş bir mal varlığı temelinde çalıştığı eyaletlerde kredi garantileri, daha az bir hayati öneme sahip olabilir. Şayet düzenleme mercileri, santralin tamamlanmasından önce elektrik şirketinin yapım maliyetini geri kazanmasına izin vermeyi uygun görürse, ki bazıları görmüştür, yapım riskleri önemli ölçüde elektrik şirketinden tüketiciye kayacaktır. Bu da finansörlerin, rekabetin yoğun olduğu bir piyasada çalışıyor olduğunda talep edeceklerinden çok daha düşük bir faiz oranıyla kredi vermesi anlamına gelebilir.

Sübvansiyonların kapsamı da eskiden yalnızca üç yeri (en fazla altı üniteyi) kapsarken, şimdi her bir "yenilikçi" tasarımın üç ünitesini garanti altına alacak şekilde genişlemiştir. 2008 yılına gelindiğinde, Nükleer Düzenleme Komisyonu (Nuclear Regulatory Commission - NRC) gerekli koşullara uygun beş "yenilikçi tasarım"ı işleme almıştı. Bunun anlamı, toplam 15 ünitenin kredi garantisine uygun görülebileceğiydi. Bu beş tasarım şunlardır: Westinghouse AP1000, GE-Hitachi ESBWR, GE-Hitachi ABWR⁴⁸, AREVA NP EPR ve Mitsubishi APWR.

2002 yılında program başlatıldığında, beklenen yapım maliyetleri kilovat kurulu güç başına hâlâ 1.000 dolardı. Yaklaşık 1400'er megavatlık altı reaktör için her biri toplam maliyetin yüzde 50'sini kapsayacak kredi garantisi ihtiyacı, 4,2 milyar dolar olacaktı. Yalnız 2008 yılında 15 ünitenin uygun görüldüğünü ve kilovat başına 6 bin dolarlık toplam maliyetin yüzde 80'i düzeyinde bir garanti verildiğini varsayarsak, değeri 100 milyar doları aşan bir garanti gerekecektir.

2007'de kabul edilen Enerji Yasası, Enerji Bakanlığı'na 2008-2009 mali yılı için nükleer santrallerde kredi garantisi olarak kullanılmak üzere toplam 18,5 milyar dolarlık bir bütçe sağlamıştı. Enerji Bakanlığı bu kredi garantileri için beş projeyi, 2009 yılının Şubat ayında son listeye aldı. Bunlar Southern Company (Vogtle), South Carolina Electric & Gas (Summer), Unistar Nuclear Energy (Calvert Cliffs), NRG (South Texas) ve Comanche Peak projesi idi. Daha sonra, 2009 yılının Mayıs ayında Comanche Peak Projesi'nin ilk yedek statüsüne düşürülmesi ile liste dört projeye indirildi. Ek 4, ABD'de ilan edilmiş nükleer projelerin durumunun ayrıntılı bir dökümünü vermektedir.

5.1 Olası sonuçlar

Reaktör tasarımları NRC tarafından gözden geçirile dursun, hepsi hakkında bazı soru işaretleri oluşmaktadır. APWR, 10 yıla yakın süredir Japonya'da ticari sipariş almaya yaklaşırsa da, pek açık olmayan nedenlerden dolayı hiçbir sipariş alamamıştır.

⁴⁷ Enerji Bakanlığı'nın 2 Temmuz 2007 tarihinde kurallar konusunda yaptığı önerilere cevaben yatırımcıların belirttiği görüşler.

⁴⁸ Toshiba ABWR'ı GE-Hitachi'den bağımsız olarak da sunabilir.

mıştır. ABD’de bir tek müşterisi vardır; şayet o proje yürümez ve Japonya’daki sipariş de gecikmeye devam ederse bu teknolojinin geleceğinin pek parlak olmayacağı ortadadır.

ABD dışında ESBWR’a pek az ilgi gösterilmiştir ve 2008 yılından bu yana bu tasarım beş Amerikalı müşterisinden üçünü yitirmiştir. Bu müşteriler, yapım maliyetlerinin belirsizliği ve bu tasarımın ticari niteliğe ne kadar yakın olup olmadığı konusunda olumsuz görüşler belirtmiştir. ESBWR’nin öteki iki müşterisi (Dominion ve DTE Energy), kredi garantilerine yönelik son listede yoktur. Eğer bu siparişler başarısız olursa EBSWR’nin ayakta kalması güçleşir; bu gerçekleşirse GE’nin bir reaktör yapımcısı olarak geleceğinden şüphe edilebilir.

ABWR’nin bir tek müşterisi var (NRG) ve bu proje 2009 yılında artan maliyetler dolayısıyla ciddi güçlüklerle karşılaşmıştır. NRC tarafından onay verilmiş olmasından ve kanıtlanmış bir teknoloji olmasından kaynaklanan güçlü bir avantajı vardır. Ne var ki NRC onayının süresi, 2012 yılında dolmaktadır ve yeni bir sipariş verildiği takdirde sertifikasyonun yenilenmesini beklemek gerekecektir. NRC henüz uygulanması gereken değişiklikler (örneğin uçaklara karşı korunma) konusunda herhangi bir bilgi vermiş değildir. Bu liste uzarsa ve tasarım değişikliklerini gözden geçirme süreci zaman alırsa, ABWR’nin kanıtlanmış bir teknoloji olma avantajı ortadan kalkacaktır.

EPR’nin imajı, Olkiluoto’da (ve Flamanville’de) olan bitenler ve Avrupa’nın güvenlik düzenleme mercileriyle kontrol ve aletlerin kullanımına ilişkin yaşanan sorunların çözümündeki güçlük dolayısıyla ciddi bir şekilde sarsılmaktadır. Projelerinin altısından üçü uykuya yatmış görünmektedir; bir tek Calvert Cliffs projesi oldukça ilerlemiştir.

AP1000, en güçlü konumda görünmektedir. İlan edilmiş reaktörlerin neredeyse yarısı bu tasarıma aittir (31’de 14). Kredi garantisi için son listeye alınmış olan dört projeden ikisi, bu garantiyi alma ihtimali en yüksek Vogtle projesi de dahil olmak üzere yine AP1000 tasarımıdır. Her ne kadar TVA Bellefonte Projesi konusunda bir kuşku doğmuş olsa da AP1000 projelerinin hiçbiri şimdilik terk edilmiş gibi görünmemektedir. Şimdiden NRC’den tasarım onayı almış durumdadır (2006 yılında) ama Westinghouse/Toshiba daha sonra tasarımda değişiklik yapılması için başvurmuş olduğundan bunların gözden geçirilmesi, 2011 yılından önce tamamlanmayacaktır. Westinghouse/Toshiba, Atlas Okyanusu’nun iki yakasında da kenar kalkanı konusunda güvenlikle ilgili sorunları çözmekte bazı güçlükler yaşamaktadır. İngiltere’nin nükleer güvenlikli düzenleme kurumu, 2010 yılının Şubat ayında tasarımın bu yönü ile ilgili bir “düzenleme sorunu”nu ortaya çıkarmıştır⁴⁹.

ABD hükümeti tarafından 2009 yılı sonuna kadar taahhüt edilmiş kredi garantileri (18,5 milyar dolar) muhtemelen yalnızca iki proje tarafından tüketilecektir. Elektrik şirketlerinin bu garantileri alabilmek için ne kadar ücret ödeyeceğinin

49 Düzenlemeye ilişkin sorun (bu vakada) belirlenmiş bir zaman dilimi içerisinde çözüme kavuşturulmazsa güvenlik mercileri bu tasarıma bir ürüne ait genel bir tasarım onayı vermeyi reddedebilirler; bkz. <http://news.hse.gov.uk/2010/02/16/hse-raise-regulatory-issue-ri-against-westinghouses-ap1000-nuclear-reactor-design/>.

belirlenmesi gibi bir sorun da mevcuttur. Kredi garantilerinin pratikte bir sigorta poliçesi olduğu kabul edilirse “poliçenin primi” temerrüt riskini yansıtmalıdır. Kongre Bütçe Ofisi, net temerrüt riskini yüzde 25 olarak hesaplamıştır (aslında yüzde 50 ama maliyetin yarısı teçhizatın satışı yoluyla karşılanabilecektir). Bir elektrik şirketinin iki reaktörlük bir proje için 10 milyar dolar kredi almakta olduğunu düşünürsek, sırf kredi garantisi almak için 2 milyar 500 milyon dolar tutarında bir ücret ödemeye hazır olma ihtimali son derecede düşüktür. Elektrik şirketleri ücretin yüzde 1 olmasını istemektedir⁵⁰ ama bu da politik açıdan kabul edilebilir görünmemektedir.

Obama yönetimi, kullanılabilir kredi garantileri için 2011 yılı bütçesinde ayrılan miktarı, 2010 yılının Şubat ayında 18,5 milyardan 54,5 milyara (bu belki 12 üniteye yeter) yükseltmeyi kabul etti⁵¹. Yine 2010 yılının Şubat ayında Enerji Bakanlığı, Georgia eyaletindeki Vogtle projesine iki AP1000 reaktörü için 8 milyar 330 milyon dolarlık kredi garantisi tahsis edilmiş olduğunu açıkladı⁵². Kredi garantilerinin maliyetlerin yüzde 7'sini karşılaması (en azından esas hissedar Georgia Power için) bekleniyordu; kredi garantisi için alınacak ücretin ayrıntıları da açıklanmamıştı. Dolayısıyla, santralin öngörülen maliyeti 11 milyar 900 milyon ya da kilovat başına 5 bin dolar civarındaydı. Georgia Kamu Hizmeti Komisyonu, Georgia Power'ın yapım maliyetini tekel olarak sahip olduğu abone-lerine yansıtmasını daha önce zaten kabul etmişti (bkz. Ek 4). Yani, projeyi finanse edecek banka iki kez korunma altına alınmıştı: Kredi garantisi yolu ile federal hükümet (vergi mükellefi) koruması ve maliyetin karşılanması garantisi yoluyla tüketici koruması...

Bu çifte koruma modeli açıkça gösteriyor ki nükleer santraller ancak hükümet yeterince büyük sübvansiyonlar vermeye hazırsa kurulabilir. Ancak bu, tanıtım ya da kanıtlanma amacıyla yapılan birkaç santraldan fazlası söz konusu olduğunda sürdürülebilir değildir; özellikle de proje pürüzsüz gelişmez ve vergi mükellefleri ve tüketiciler ek maliyetleri de karşılamak zorunda kalırlarsa.

6. İngiltere programı

İngiltere hükümetinin programı, ABD yönetimininkinden çok farklı varsayımlar temelinde yükselir. İngiltere hükümeti nükleer enerjinin fosil yakıtlarla doğrudan rekabet edebilecek duruma geleceğini hiçbir zaman iddia etmemiş, ancak karbon fiyatının ton başına 36 avro olduğu durumda nükleer enerjinin rekabet edebileceğini tahmin etmiştir. O zaman, özellikle planlama süreçleri ve tasarımların onaylanması konusunda sürecin önünü açan birkaç finansman dışı

50 *Electric Utility Week*, “Change to DOE Guarantee Programme Boosts Nuclear Hopefuls; Size of Fee Remains an Issue (DOE'nin Garanti Programı'ndaki değişiklik nükleer ümitleri arttırdı; ücretler ise hala bir sorun),” 14 Aralık 2009.

51 *Associate Press*, “A Look at Obama's 2011 Budget for Gov't Agencies (Hükümet ajansları için Obama'nın 2011 bütçesine bir bakış),” 1 Şubat 2010.

52 *Washington Post*, “Obama To Help Fund Nuclear Reactors(Obama nükleer reaktörlerin finansmanına destek olacak),” 17 Şubat 2010.

karar alındığı takdirde, sübvansiyona gerek olmadan siparişler gerçekleştirilebilir. Hükümet 2008 yılında nükleer enerjinin ekonomisine bir kez daha baktığında, yapım maliyetini kilovat başına 1.250 sterlin (2 bin dolar) olarak varsaydı; bu da 2002 rakamlarına göre maliyetlerde yüzde 20'lik bir reel artış demektir⁵³.

Devletin nükleer düzenleme kurumunun Nükleer Tesisler Müfettişliği (Nuclear Installations Inspectorate - NII), 2007 yılında dört ayrı tasarımı incelemeye başladı: Westinghouse/Toshiba'nın AP1000'i, AREVA NP'nin EPR'si, GE-Hitachi'nin ESBWR'i ve bir Kanada ağır su reaktörü tasarımı olan ACR-1000 (Gelişkin CANDU Reaktörü). Burada gerekçe, nihayetinde en fazla üç tasarımın sertifikasyon alacağından yola çıkarak elektrik şirketlerine tasarımlar arasında seçme olanağının sağlanmasıydı. Çoğu gözlemci, EPR ve AP1000'in seçileceğini bekliyordu; tam da böyle oldu. ACR-1000 hızla geri çekildi. 2008 yılı sonunda ESBWR de çekildi.

NII görevini yerine getirmek için yeterli müfettiş bulma konusunda çok ciddi güçlüklerle karşılaştı. 2008 yılının Kasım ayında hâlâ gerekli müfettiş sayısından 40 eksikle (yaklaşık yüzde 20) çalışmaktaydı. 2009 Temmuz ayına geldiğinde eksik 54 müfettişe çıkmıştı (yüzde 24)⁵⁴. İngiltere'de iş yapan bazı elektrik şirketleri, örneğin EDF, sübvansiyon almaksızın santral siparişi verebileceğini düşündüğünü söyledi.

Ne var ki gerçekçi olarak bakıldığında, düzenleme kurumundan bir yer için seçilmiş tasarım ve planlama onayının alınması için geçecek süre gözönüne alındığında, siparişlerin en az beş yıl boyunca verilemeyeceği görülür. Üç elektrik şirketi, EDF, RWE ve E.ON (son ikisi bir konsorsiyum çerçevesinde olmak üzere), İngiltere'de sipariş vereceğine dair ciddi taahhütlerde bulunmuştur. EDF, İngiltere'nin nükleer enerji şirketi British Energy'yi 2008 yılında 15 milyar avroya satın almıştır. RWE ve E.ON ise 2009 yılında mevcut nükleer santrallara bitişik yerlerde birkaç milyon avroya arazi satın almıştır. Hem EDF'in hem de RWE-E.ON konsorsiyumunun toplam 10 ile 12 gigavatlık bir kapasiteye sahip dörder reaktör sipariş etmesi beklenmektedir. EDF'nin EPR tasarımını sipariş vermesi beklenmektedir. RWE-E.ON konsorsiyumu ise tedarikçisini henüz seçmemiştir.

6.1. Olası sonuçlar

İngiltere hükümeti, 2009 yılında ülkedeki nükleer siparişleri canlandırma konusunda güçlü bir taahhüt içinde olsa da iş siparişlerin verilmesine geldiğinde iktidarda olan hükümetin o günkü taahhüdünün de güçlü olacağını hiçbir garantisi yoktur. EDF de, British Energy'yi 15 milyar avroya 2009 yılında satın almakla, kendini nükleer sipariş verme konusunda ciddi bir taahhüt altına

⁵³ Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform, "Meeting the Energy Challenge: A White Paper on Nuclear Power (Enerji sorununa meydan okuma: Nükleer enerji konusunda Beyaz Kitap)," Cm 7296, HMSO, Londra, s. 61, <http://www.berr.gov.uk/files/file43006.pdf>.

⁵⁴ *Inside NRC*, "UK's NII Short on Inspectors, Sees Years of Recruitment Struggle (İngiltere'nin düzenleme kurumu müfettiş ekşiğiyle karşı karşıya)," 20 Temmuz 2009, s. 9.

sokmuştur. Bu fiyat, satın alınan varlıkların değerinin kat kat üstünde olup, ancak yeni siparişler verilirse mantıklı hale gelecektir.

British Energy 2002 yılında, o dönemde megavat/saat başına 16 sterlin civarında olan işletme maliyetlerinin elektrik satışından elde ettiği gelirden sadece çok az daha yüksek olması dolayısıyla iflas etmişti. O zamandan bu yana işletme maliyetleri her yıl artmış ve 2008-2009'a gelindiğinde megavat/saat başına 41,3 sterline ulaşmıştır. British Energy'nin finansal bakımdan ayakta kalmasının yegane nedeni, o dönemdeki aşırı derecede yüksek toptan elektrik satış fiyatlarıydı. Şirket o dönemde megavat/saat başına 47 sterlin alıyordu. Şayet işletme maliyetleri yükselmeye devam eder ve/veya toptan elektrik satış fiyatları düşerse (2009 yılı sonuna gelindiğinde fiyatlar 2008'deki tepe noktasından çok aşağıdaydı), British Energy yeniden çöküş riski ile karşı karşıya kalacaktır. Teorik olarak EDF, British Energy'yi terk edip gidebilir (British Energy bütün hisseleri EDF'in sahip olduğu bir iştirak olan Lake Acquisitions aracılığıyla satın alınmıştır) ama bunun politik açıdan kabul edilebilir olması ihtimali düşüktür. RWE-E.ON konsorsiyumu santral yeri satın almak üzere birkaç yüz milyon sterlinlik tercihli bir yatırım yapmıştı ama bu tercihleri kullanmazsa İngiltere'de bir nükleer programa veda etmekle pek az şey yitirir.

İngiltere tasarımlarının 2010 yılı başında güvenlik değerlendirmeleri, tamamlanmaktan ve spesifik yerler için planlama ruhsatı almaktan hâlâ üç ila dört yıl uzaktı. Kesin siparişin verilebilmesi için bu noktaya gelmesi gerek. O noktada, yenilenebilir enerji kaynakları veya enerji verimliliği gibi başka alternatifler muhtemelen devreye alınabilecek kadar geliştirilmiş durumda olmayacak ve İngiltere ışıkların sönmemesi için nükleer santraller sipariş etmek zorunda kalacak. O zaman da hükümet, elektrik şirketleri ne talepte bulunurlarsa kabul etmek zorunda kalacaktır.

Hükümetin “sübvansiyon yok” politikasında ilk çatlak, 2010 yılının Şubat ayında Enerji Bakanı Ed Miliband'ın *The Times* gazetesine verdiği demeçle ortaya çıktı⁵⁵:

Neta [Britanya'nın toptan elektrik satış piyasası] elektriğin alıcılar ve satıcılar arasında ya da enerji borsaları aracılığıyla alınıp satıldığı bir sistemdir. Bu sistem rüzgâr türbini veya nükleer santral yapmak isteyenlere yeterli güvence sağlamamaktadır. Miliband seçeneklerden birinin “kapasite ödemeleri”ne geri dönüş olduğunu belirtti; bu sistemde enerji santrali işletmecilerine ürettiği elektrik için olduğu gibi, hazırda bulunduğu kullanılabilir kapasite için de para ödenir. Bu tür ödemelerin arkasındaki amaç, yenilenebilir ve nükleer enerji alanına yatırım yapanları belirsizlikten kurtarmaktır.

55 *The Times*, “Labour Prepares To Tear Up 12 Years of Energy Policy (İşçi Partisi 12 yıllık enerji politikalarını bir kenara bırakıyor),” 1 Şubat 2010.

Ertesi gün ülkenin ekonomi alanındaki enerji düzenleme kurumu şöyle bir açıklama yapıyordu⁵⁶:

Küresel finansal krizinin, çevreye ilişkin zorlu hedeflerin, gaz ithaline bağımlılığın artışı ile yaşanmış enerji santrallerinin kapanmasının daha önce emsali görülmemiş biçimde aynı zamanda meydana gelmesi, günümüzdeki enerji düzenlemelerinin güvenli ve sürdürülebilir enerji tedarikini sağlayıp sağlayamayacağı konusunda haklı bir kuşku doğurmuş bulunuyor (...). Halihazırdaki piyasa düzenlemeleri ve öteki teşviklerden oluşan sistemi olduğu gibi muhafaza etmenin bir seçenek olmadığına dair bir mutabakat giderek yaygınlaşıyor.

Eğer bu iki açıklamanın sonucu, nükleer santrallerin, iş yapsa da yapmasa da “kapasite ödemeleri”nden yararlandırılması ve toptan elektrik satış piyasasının terk edilmesi ile çok daha planlı (ekonomik bakımdan daha az riskli) bir sisteme geçilmesi olacaksa nükleer santral işletmecisinin geliri (tüketiciler tarafından) nükleer enerjinin ekonomik risklerinin ucuz finansmana olanak tanıyacak derecede azaltılmasına yetecek kadar güvence altına alınmış olacaktır.

7. Almanya

Almanya 17 nükleer reaktör işletmektedir. Parlamento 2002 yılında nükleer enerjinin aşamalı olarak terkedilmesi konusunda bir yasa kabul etmiştir. Bu yasaya göre nükleer santrallerin 32 yıllık ortalama bir yaşam süresinden sonra kapatılması gerekmektedir. Ne var ki elektrik şirketleri toplam 2,623 milyar kilovat/saat “nükleer elektrik üretimi bütçesi”ne (dünya yıllık nükleer enerji üretimine tekabül eden) sahipti; şirketler artakalan kilovat/saat haklarını bir reaktörden ötekine transfer edebilirdi. Yasa uyarınca şimdiden iki reaktör kapatılmıştır (Stade ve Obrigheim). 1988 yılından beri uzun süreli durdurulmuş olan bir üçüncü reaktör de (Mülheim-Karlich) şimdi ebediyen kapatılmıştır. Yeni nükleer santrallerin yapımı ve kullanılmış yakıtın yeniden işlenmesi (yeniden işleme, santrallerine 30 Haziran 2005 tarihine kadar sevk edilmiş yakıt miktarlarının ötesinde) yasaklanmıştır.

Kimileri, Eylül 2009 yılının Eylül ayında Merkel hükümetinin seçilmesinin kademeli bir şekilde nükleer santralleri kapatma kararının tersine çevrilmesini, hatta belki de yeni siparişlere yol açmasını bekliyordu. Oysa Hristiyan Demokratlar’ın (CDU) önderliğinde Hür Demokratlar (FDP) ve Hristiyan Sosyal Birliği’nden (CSU) oluşan hükümet, yasayı değiştirme konusunda temkinli davranmıştır. Hükümet mevcut santrallerin ömrünü uzatabileceğine ilişkin işaretler vermiş, ancak kademeli bir şekilde kullanımdan kaldırma politikasından

⁵⁶ Ofgem, “Action Needed To Ensure Britain’s Energy Supplies Remain Secure,” basın bülteni R5, Şubat 2010, <http://www.ofgem.gov.uk/Media/PressRel/Documents1/Ofgem%20-%20Discovery%20phase%20II%20Draft%20v15.pdf>.

vazgeçmeme konusunda bir anlaşmaya varmıştır⁵⁷. Hükümet, 2010 sonbaharında duruma kapsamlı olarak bakarak, kademeli bir şekilde nükleer santrallerin kapatılması politikasının tersine çevrilmesi de dahil olmak üzere, hükümet stratejisini belli edecek bir enerji politikasını ulusal gözden geçirme faaliyeti için söz vermiştir.

Her ne kadar iki büyük elektrik şirketi RWE ve E.ON'un yeni nükleer santral kurmak istediği açıksa da bunların ilk önceliği, çalışan mevcut santrallerin muhafaza edilmesi olacaktır. Bu santrallerden ikisi (Neckarwestheim 1 ve Biblis A) hükümet harekete geçmediği takdirde 2010 yılında kapanacaktır. Şayet mevcut santrallerin ömrü uzatılırsa büyük ölçekli onarım ve iyileştirme ihtiyacı doğmamak koşulu ile bunların ilk yatırım maliyetleri geri ödenmiş olacak ve bu santraller çok ucuza elektrik üretecek. Bir Alman iktisatçısı olan Wolfgang Pfaffenberger, eğer var olan 17 reaktörün ömrü 60 yıla çıkarsa, ek kârın 200 milyar avroya kadar çıkabileceğini hesaplamıştır⁵⁸. Hükümet, işletmecilere santralleri daha uzun süre çalıştırma izni verirse bu beklenmedik kârın "kullanılması"nın hukuki olarak nasıl açıklanacağı sorusu bugüne kadar yanıtlamakta zorlanmıştır.

8. Başka pazarlar

Birçok ülke yeni nükleer santraller konusuna ilgi duyduğunu ifade etmiş olsa da bu "ilgi" ifadesi ile gerçek sipariş arasında geçen zaman çok uzun sürmekte ve bu zaman süresince işin başarısızlıkla sonuçlanması olasılığı yüksek olmaktadır. Bu yüzden bu bölümde biz, sembolik önemi olan pazarlar (özellikle İtalya), ihale çağrısının şimdiden yapılmış olduğu ülkeler (örneğin Güney Afrika ve Kanada) ve yapımına daha önce kısmen başlanmış santrallerde çalışmaların yeniden başlatılması için çaba gösteren ülkeler üzerinde yoğunlaşacağız.

8.1. Birleşik Arap Emirlikleri

Birleşik Arap Emirlikleri (BAE), 2009 yılının Aralık ayında Güney Kore'den AP1400 teknolojisi kullanan dört nükleer reaktör sipariş etti. Güney Kore, EDF'in öncülüğünde, GDF Suez, Areva ve Total'in dahil olduğu EPR'nin önderliğindeki konsorsiyum ile GE-Hitachi'yi (teknoloji belirsiz) geride bırakmıştı⁵⁹. Sözleşme, santralleri yapma ve işletme konusunda Kore Elektrik Enerjisi Şirketi (KEPCO) ile imzalanmıştır. İlk reaktör 2017 yılında sonuncusu ise 2020'de devreye girecektir. KEPCO nükleer reaktörün tasarımını, yapımını, bakımını üstlenmiştir;

⁵⁷ *Nucleonics Week*, "New German Government Will Postpone Nuclear Policy Decisions until Late 2010 (Yeni Alman hükümeti nükleer kararları 2010 yılı sonuna bırakacak)," 5 Kasım 2009.

⁵⁸ *Nucleonics Week*, "Tax Revenue from Longer Lifetimes No Incentive for New German Regime (Yaşam ömürlerinin uzatılmasından elde edilecek gelirler yeni Alman düzenlemesine teşvik olmayacak)," 4 Aralık 2009.

⁵⁹ *Korea Herald*, "Korea Wins Landmark Nuclear Deal (Güney Kore dönüm noktası niteliğindeki ihaleyi aldı)," 28 Aralık 2009.

işin bir bölümünü Hyundai, Doosan ve Samsung gibi bazı teçhizat tedarikçilerine verecektir. Anlaşmanın koşulları ve neyin anlaşmaya dahil olduğu açık olmamakla birlikte, sözleşmenin değerinin 20 milyar 400 milyon dolar olduğu bildirilmektedir. Güney Kore'nin teklifinin Fransızların teklifinden 16 milyar dolar daha düşük olduğu, GE-Hitachi teklifinin ise hatırı sayılır ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir⁶⁰. Sözleşmenin bütünü "anahtar teslimi" proje (sabit fiyat) gibi gözükmemektedir. Güney Kore şirketleri, BAE kamu şirketleri ile bir ortak girişimde hisse sahibi olacak ve santralleri yapım bittikten sonra bu ortak girişim yönetecektir⁶¹. Santrallerin nasıl finanse edileceği açık deBu projede işlerin kötü gitmesi için bol bol neden olduğu düşünülebilir:

- Teknoloji denenmemiştir: Bu tasarımla ilgili yalnızca bir yıllık yapım deneyimi vardır;
- Bölgede pek az nükleer uzmanlık kapasitesi vardır;
- Takvime uyulması çok zor olacaktır, sözleşme fiyatı ise deneyimli ABD elektrik şirketlerinin planladığı santrallerin maliyet tahminlerinden yüzde 40 daha düşük gibi görünmektedir;
- Güney Kore nükleer endüstrisinin, ülkesi dışında reaktör tedariki konusunda hiç deneyimi yoktur;
- BAE'de bir nükleer santral işletebilmek için gerekli olan altyapının çok küçük bir bölümü vardır – örneğin güvenlikten sorumlu bir düzenleme kurumu ancak 2008 yılının sonunda kurulmuştur.

8.2. Güney Afrika

Güney Afrika nükleer programı konusudaki umutlarını 1998 yılından itibaren Çakıl Yataklı Modüler Reaktör'e (PBMR) bağlamıştı. Ne var ki, 2006 yılına gelindiğinde PBMR'nin, en iyisinden uzun bir gecikmeye maruz kalacağı, en kötüsünden ise yapılabılır olmayacağı ortaya çıkmıştı. PBMR'nin artık 2020 yılı öncesi bir kendini kanıtama santrali olarak dahi ortaya çıkması ihtimali düşüktür ve Güney Afrika'nın devlet mülkiyetindeki elektrik şirketi ESKOM'un, bu tasarımdan herhangi bir reaktör sipariş etmesi düşünülmemektedir.

Bunun üzerine, Güney Afrika hükümeti ve ESKOM, "geleneksel nükleer santraller" adını verdiği bir program üzerinde fikir alışverişinde bulunmaya başladı. PBMR vakasında olduğu gibi, süre ve maliyetler konusundaki tahminleri gerçekçilikten nasibini almamıştı. 2006 yılında⁶² Güney Afrika hükümeti yeni bir ünitenin 2010 ile 2012 yılları arasında devreye alınabileceğini öngörüyordu.

2007 yılının ortalarına gelindiğinde, her ne kadar ilk ünitenin tamamlanması 2014'e kaydırılmış olsa da ESKOM 2025 yılına kadar 20 bin megavatlık yeni

⁶⁰ *Right Vision News*, "UAE: Middle East Leads Rally in Nuclear Plant Orders (BAE: Ortadoğu nükleer santral sipariş yarışında önde)," 12 Ocak 2010.

⁶¹ *International Oil Daily*, "South Korean Consortium Awarded UAE Nuclear Contract (Güney Kore konsorsiyumu nükleer ihaleyi aldı)," 29 Aralık 2009.

⁶² *Sunday Times* (Güney Afrika), "SA Going Nuclear (Güney Afrika nükleere koşuyor)," June 24 Haziran 2006.

nükleer kapasite hedefliyordu⁶³. Kurulu kilovat güç başına 2 bin 500 dolarlık bir yapım maliyeti öngörüyordu. ESKOM, 2008 yılının Ocak ayında bir önceki yılın Kasım ayında yapmış olduğu kısa vadede 3 bin 200 ila 3 bin 400 megavat arasında değişen, 2025'e kadar ise 20 bin megavatlık bir kapasiteyi hedefleyen ihale çağrısına cevaben iki teklif aldı. Biri AREVA'dan iki EPR kurmak için (ek olarak uzun vadede 10 reaktör daha öneriliyordu), diğeri ise üç AP1000 (ve uzun vadede 17 tane daha) öneren Westinghouse'da geliyordu⁶⁴. Her ikisi de tekliflerinin “anahtar teslimi” niteliğinde olduğunu öne sürüyordu; oysa bunların sabit fiyat anlamında gerçekten anahtar teslimi mi olduğu, yoksa bütün santralını kapsadığı açık değildir.

Daha sonra ihalelerin değerinin kilovat kurulu güç başına 6 bin dolar dolayında olduğu bildirilmiştir. Bu, öngörülen fiyatın iki katından daha yüksektir⁶⁵. Dolayısıyla ESKOM'un 2008 yılının Aralık ayında yatırımın ölçeğinin başa çıkabileceğinden daha büyük olduğu gerekçesiyle ihaleden çekilmiş olmasında şaşırtıcı bir şey yoktur⁶⁶. Bu da Fransız devletinin kredi garanti kuruluşu olan **Compagnie Française d'Assurance pour le Commerce Extérieur'ün** (COFACE) ihracat kredisi garantisi verme konusundaki istekliliğine ve AREVA'nın finansmanın yüzde 85'ini halledebileceği iddiasına rağmen gerçekleşmiştir⁶⁷. ESKOM, 2009 yılın Şubat ayında PBMR'lerin yapımından da vazgeçmiştir⁶⁸. ESKOM hâlâ nükleer santral siparişi vereceği yönünde umudunu koruduğunu öne sürse de bunları finanse etme ihtimali düşük gibi görünmektedir. *Engineering News* dergisi sorunun ESKOM'un kredi derecelendirmesinden kaynaklandığını bildirmiştir⁶⁹:

Nitekim, derecelendirme kuruluşu Standard & Poor's Perşembe günü, ESKOM'un şimdiki, yatırım düzeyi kredi derecelendirmesi notunun BBB+ olarak korunması amaçlanıyorsa elektrik şirketinin bütün borç stoku için Güney Afrika Ulusal Hazinesi'nin “koşulsuz ve zamanında garanti” vermesinin gerekli olduğunu belirtmiştir. Hazine paketin ayrıntılarını henüz açıklamamıştır. Bunun

⁶³ *Nucleonics Week*, “Cabinet Mulls Policy as Eskom Launches Consultation on New Plant (Eskom yeni santral üzerinde müzakerelere başlarken hükümet de politika üzerinde kafa yoruyor),” 7 Haziran 2007.

⁶⁴ *Nucleonics Week*, “Eskom Gets Bids for Two EPRs, Three AP1000s, Bigger 'Fleet (Eskom iki EPR ve üç AP1000 ihalelerini, büyük filoyu alıyor),” 7 Şubat 2008.

⁶⁵ *Nucleonics Week*, “Big Cost Hikes Make Vendors Wary of Releasing Reactor Cost Estimates (Büyük maliyet artışı müteahhitleri reaktör maliyet tahminlerini açıklama konusunda rahatsız ediyor),” 11 Eylül 2008.

⁶⁶ *Nucleonics Week*, “Eskom Cancels Tender for Initial Reactors(Eskom sözkonusu santral ihalelerini iptal etti),” 11 Aralık 2008.

⁶⁷ *The Star*, “Nuclear Bid Had Funding – AREVA (Nükleer ihale fon buldu - AREVA),” 30 Ocak 2009.

⁶⁸ PBMR pty, “PBMR Considering Change in Product Strategy (PBMR ürün stratejisinde değişiklik yamayı düşünüyor),” basın bülteni, 5 Şubat 2009, <http://www.pbmr.co.za/index.asp?Content=218&Article=104&Year=2009>.

⁶⁹ *Engineering News*, “Eskom Terminates Nuclear 1 Procurement Process, but SA Still Committed to Nuclear (Eskom Nükleer 1 temin sürecini sona erdirdi ancak Güney Afrika hâlâ nükleerde ısrarlı),” 5 Aralık 2008.

sonucu olarak ESKOM Yönetim Kurulu, Nükleer-1 Projesi'nin yapımı için tercih edilen talibin seçimi için gerekli ticari alım sürecini durdurmayı kararlaştırmıştır.

Tarih, kredi garantilerinin nükleer projelerin finansman bulabilmesini güvence altına almak bakımından kendi başına yeterli olmadığını göstermektedir. Elektrik şirketinin kredi derecelendirmesi bir riskle karşı karşıya ise bir ilerleme sağlamak güç olacaktır.

8.3. Kanada

2007'de Ontario'nun enerji sistemini planlamadan sorumlu kuruluş Ontario Enerji Otoritesi (Ontario Power Authority - OPA), nükleer santrallerin kilovat kurulu güç başına yaklaşık 2 bin 900 Kanada dolarına yapılabileceğini varsaymıştı⁷⁰. Kanada hükümeti, 16 Haziran 2008 tarihinde Ontario eyaletindeki Darlington'ı iki reaktörden oluşan yeni bir santralin yapılması için seçti. 20 Mayıs 2009 tarihinde ise Ontario Eyaleti hükümetinin Kanada'nın 25 yıl sonra yapacağı ilk nükleer santralin yapımını üstlenmek üzere Atomic Energy of Canada Limited'i (AECL), AREVA ve Westinghouse'a tercih edeceği, ihaleyi vereceği haberi kamuoyuna sızdı. İki yeni reaktörün 2018 yılında işletilmeye başlanacağı düşünülüyordu. Ancak, eyalet hükümetinin işe başlanması için yeşil ışığı yakmayı, federal hükümetin finansal riskleri karşılamak üzere vereceği finansal garantilere bağladığı açıklıyordu⁷¹. Biri AREVA biri de AECL'den olmak üzere toplam üç teklif alınmıştı. Ancak yalnızca AECL'nin teklifi yapım şirketinin yapım riskini üstlenmesi koşuluna uygundu. Ontario'nun Enerji ve Altyapı Bakanı George Smitherman, eyaletin maliyetin aşılması konusundaki bütün risklerin yapım şirketince üstlenilmesine ilişkin koyduğu koşula yalnızca AECL'nin teklifinin uygun olduğunu açıklıyordu⁷².

Basında tekliflerin miktarı konusunda bir haber yer alıyordu⁷³. Buna göre, AREVA'nın her biri 1600 megavat olan iki EPR için koşullara uygun olmayan teklifi 23,6 milyar Kanada doları (21 milyar ABD doları), yani kilovat kurulu güç başına 7 bin 375 Kanada doları (6 bin 600 ABD doları) iken, AECL'in iki ACR-1000 (her biri 1200 MW) için koşullara uygun bulunan teklifi 26 milyar Kanada doları (23 milyar ABD doları), yani kilovat başına 10 bin 800 Kanada doları (9 bin .600 ABD doları) idi. Koşullara uygun teklif, OPA'nın yalnızca iki yıl önce öngörmüş olduğu miktarın hemen hemen dört katıydı. Üçüncü teklif olan Westinghouse'ın teklifinin maliyetinin ise öteki iki teklifin arasında bir yerde olduğu belirtiliyordu. Ontario eyaletinin ihaleyi askıya alması kimseyi şaşırtmadı.

⁷⁰ *Toronto Star*, "Nuclear Bid Rejected for 26 Billion: Ontario Ditched Plan for New Reactors over High Price Tag That Would Wipe Out 20-Year Budget (26 milyarlık nükleer ihale reddedildi)," 14 Temmuz 2009.

⁷¹ *The Globe and Mail*, "AECL Favoured to Build Ontario Reactors: Sources," 20 Mayıs 2009.

⁷² *Nucleonics Week*, "Areva Disputes EPR Cost Figure as Canadians Grapple with Risk Issue (Kanadalılar risk sorunlarıyla boğuşurken AREVA EPR maliyet rakamlarını reddediyor)," 23 Temmuz 2009.

⁷³ *Toronto Star*, "Nuclear Bid Rejected (Nükleer ihale reddedildi)".

AREVA daha sonra basında yer almış olan teklifi yalanlayacak ama verdiği gerçek fiyatı açıklamaktan da kaçınacaktı. Aynı zamanda, “ bir gecelik fiyat”ın ötesinde birtakım ilave kalemler olduğu belirtiliyordu. Bunlar arasında, elektriği Darlington’dan ABD’nin kuzey batısına aktarmak için gerekli iletim ile dağıtım altyapısının yapımı ile 60 yıllık nükleer yakıtın fiyatı ve söküm maliyetleri vardı⁷⁴. İhalenin AECL’e verilmeyişi bu şirketin bir yapımçı olarak geleceğini kuşkuyla hale getiriyordu. AECL 2009 yılının sonunda satışa çıkarılacaktı⁷⁵.

8.4. Türkiye

Türkiye, yaklaşık 30 yıldır nükleer santral için ihale açmakla birlikte henüz hiçbir sipariş vermemiştir. 2008 yılında 3 bin ila 5 bin megavat arasında bir nükleer kapasite için yapılacak ihale için çağrı yapılmıştır. Teklif verenlerin yalnızca yapım maliyetini karşılamakla kalmayıp, santrali 15 yıl boyunca işletmesi ve elektriği sabit bir fiyattan satması bir koşul olarak öne sürülüyordu⁷⁶. Bu, yapım şirketleri açısından olağanüstü bir riski üstlenmek anlamına geliyordu. GE-Hitachi, Toshiba/Westinghouse, Korea Electric ve AREVA gibi yapım şirketlerinin konuya ilgi gösterdiği belirtilse de 2009 yılının Ocak ayında teklif süresi dolduğunda (bu sürenin uzatılması gerekmişti) tek teklif Rus tedarikçi Atomstroy Export’tan gelmişti (ASE). Fiyat teklifinin megavat/saat başına 211,6 dolar olduğu bildiriliyordu⁷⁷. Daha sonra, bir kamu kuruluşu olan elektrik şirketi TEDAŞ, ihale hakkında hazırlayıp hükümete sunduğu raporda teklifin kabul edilemeyecek kadar yüksek olduğunu yazınca, megavat/saat başına 151,6 dolarlık gözden geçirilmiş yeni bir teklif sunuldu⁷⁸. TMMOB tarafından yapılan başvuru sonucunda yargı kararıyla iptal edilme riski ile karşı karşıya kalan ihale, 2009 yılının Kasım ayında’da Türk hükümetince bir kenara bırakılacaktı⁷⁹.

⁷⁴ *Nucleonics Week*, “Areva Disputes EPR Cost (AREVA EPR maliyetine itiraz ediyor)”.

⁷⁵ *The Globe and Mail*, “Canada Puts Its Nuclear Pride on the Block”: “Rekor açığın basıncı altında, Tory’ler AECL’in reaktör kanadı için teklif bekliyor. Candu’lar Kanada’nın mühendislik tarihinde bir gurur kaynağıdır. Bu satış sözkonusu teknolojinin ülkeyi terk edeceği korkularını körüklüyor.” 18 Aralık 2009.

⁷⁶ *Nucleonics Week*, “GE-Hitachi Plans Bid To Build ABWR in Turkey; Other Vendors Cautious (GE-Hitachi Türkiye’de ABWR yapmak için plan yapıyor, diğerleri ise ihtiyatlı),” 11 Eylül 2008.

⁷⁷ *Prime-Tass English-language Business Newswire*, “DJ Atomstroyexport Grp Revises Bid in Turkish Nuclear Tender – İHA (Atomstroyexport Grubu ihaledeki teklifte düzeltme yaptı),” 19 Ocak 2009.

⁷⁸ *Turkey Today*, “State-run TETAS Presents Report on Nuclear Power Tender to Energy Ministry (Devlet kuruluşu TETAŞ, Enerji Bakanlığı’na ihaleyle ilgili bir rapor sundu),” 30 Haziran 2009.

⁷⁹ *Agence France Presse*, “Turkey Scraps Nuclear Power Plant Tender (Türkiye nükleer ihaleyi bir yana bırakır),” 20 Kasım 2009.

8.5. İtalya

İtalya'da işletilmekte olan dört nükleer santral, 1987 yılında yapılan bir referandum sonucunda, kapatıldığı gibi, yapım halindeki yeni bir reaktörün inşaatı da durduruldu. Berlusconi hükümeti, İtalya'da nükleer enerjinin önünü yeniden açacak yasal mevzuatı kabul etmiştir. Fransız elektrik şirketi EDF ile en büyük İtalyan elektrik şirketi ENEL arasında 2009 yılının Şubat ayında imzalanan bir anlaşmaya göre, 1.650 megavatlık dört EPR yapılması gündeme gelmiştir. İnşaatın 2013 yılı gibi yakın bir tarihte başlaması ihtimal dahilindedir.

ENEL, bu reaktörlerin yapılacağı yerleri henüz seçmiş değildir. Şirkete göre maliyet her bir ünite için 4 ila 4,5 milyar avro (5,9 ila 6,6 milyar dolar), yani kilovat kurulu güç başına 3 bin 600 ila 4 bin dolar arasında olacaktır⁸⁰. Nükleer santrallerin yapımına talip, başka rakip tekliflerin de olduğu konusunda spekülasyon yapılmıştır. Örneğin, Milano merkezli elektrik şirketi A2A'nın öncülüğünde bir konsorsiyumun AP1000 reaktörlerini teklif ettiği rivayet edilmektedir. Ama bu projeler ENEL'inkine göre daha başlangıç aşamasındadır⁸¹.

8.6. Brezilya

Brezilya iki nükleer reaktör işletmektedir. Bunlardan ilki olan Angra-1 1970 yılında Westinghouse'a sipariş edilmişti. Reaktör 1981'de çalıştırılmaya başlandı. 1975 yılında Brezilya muhtemelen nükleer endüstrinin tarihindeki en büyük sözleşmeyi Almanya ile imzalayarak, 15 yıllık bir süre içinde yapılacak sekiz adet 1300 megavatlık reaktör sipariş etti. Sonuç tam bir felaketti. Gittikçe artan bir borç yükü ve Brezilya ordusunun nükleer silahlara gösterdiği gözle görülür ilgi dolayısıyla programın neredeyse tamamı terk edilecekti. Yalnızca program kapsamındaki ilk reaktör Angra-2, yapımına başladıktan 24 yıl sonra, 2000 yılının Temmuz ayında şebekeye bağlanacaktı. Angra-3'ün yapımı 1991 yılının Haziran ayında'de durduruldu. Bir kamu şirketi olan Eletronuclear'ın inşaatı tekrar başlatma çabaları hep ertelemelerle sonuçlandı. 2009 yılının Ekim ayında çalışmaların yeniden başladığı ve yapımın 2015 yılında tamamlanacağı bildirilmiştir⁸². Areva NP Angra-3'ü tamamlayabilmek için 2010 yılının Haziran ayında Alman kredi garanti kuruluşu Hermes'ten 1,4 milyar avro kredi garantisi almak amacıyla Alman hükümetine başvurmuştur⁸³. 2009 yılının sonlarına gelindiğinde, Brezilya hükümeti dört yeni reaktörün yapılacağı yerleri açıklama hazırlığı içindeydi. Enerji Bakanı Edison Lobao, reaktörlerin her birinin yaklaşık

⁸⁰ *Nucleonics Week*, "Enel Targets 2020 for Operation of First Italian EPR Unit (ENEL ilk İtalyan EPR için 2020'yi hedefliyor)," 8 Ekim 2009.

⁸¹ *Nucleonics Week*, "Milan Utility A2A Could Become Hub of AP1000 Consortium for Italy (Milanlı kamu hizmet kuruluşu A2A, AP1000 konsorsiyumunun İtalya merkezi olabilir)," 22 Ekim 2009.

⁸² *Esmerk Brazil News*, "Brazil: Angra 3 Works Start (Brezilya: Angra 3'ün yapımına başlandı)," 13 Ekim 2009.

⁸³ *Taz, di tageszeitung*, "Siemens will Staatshilfe für Atom-Export," 7 Ocak 2010.

3 milyar dolara mal olacağını ve 1500 megavata kadar (saatte) elektrik üreteceğinin öngörüldüğünü belirtmiştir. Kilovat başına 2 bin dolarlık bu tahmini maliyet inanılmaz derecede gerçekçilikten uzaktır. Brezilya'nın önümüzdeki beş yıl içinde nükleer sipariş verme yönünde hareket edeceği konusunda ciddi bir kuşku duymak gerekir.

8.7. Doğu Avrupa

Bu bölümde yapımı kısmen tamamlanmış santrallerin yeniden canlandırılması konusunda, özellikle Bulgaristan, Romanya ve Slovak Cumhuriyeti'nde gösterilmekte olan çabalar üzerine eğileceğiz. Baltık ülkeleri, Polonya ve Çek Cumhuriyeti'nde yeni reaktörlerin yapılması düşünülüyor, ancak bu ülkeler sipariş vermekten oldukça uzak. Bulgaristan, Romanya ve Slovak Cumhuriyeti'nde ise yapımına kısmen başlanmış reaktörlerin tamamlanmasına ilişkin projeler 10 yıla kadar uzayan süreler boyunca ertelenmiş durumda ve bunların tamamlanacağı garanti değil.

8.7.1. Slovakya Cumhuriyeti

Mochovce, Sovyet kaynaklı VVER-440 tasarımına sahip dört reaktörün yapılacağı yer olacaktı. Burada yapılan çalışmalar 1990 yılında durduruldu ama iki reaktör üzerindeki çalışmalar sonra yeniden başlatıldı. Bunlar 1998 ve 1999 yıllarında tamamlandı. İtalyan elektrik şirketi ENEL, 2004 yılının Ekim ayında Slovenske Elektrarne'nin (SE) yüzde 66'sını satın aldı. ENEL, teklif kapsamında, Mochovce'nin üçüncü ve dördüncü ünitelerinin tamamlanması da dahil olmak üzere, yeni üretim kapasitesi yaratılmasına 2 milyar avro yatırmayı önermişti. SE, 2007 yılının Şubat ayında bu ünitelerin tamamlanması çalışmasına başlamakta olduğunu, ENEL'in de 1,8 milyar avro yatırım yapmayı kabul ettiğini açıkladı. Her ne kadar Avrupa Komisyonu, yapımın 2008 yılının Haziran ayında yeniden başlamasına izin vermiş olsa da reaktörün, Avrupa'da planlanan veya çalışan nükleer santrallerin yapımında son zamanlarda kullanılan "tam kuşatma" ("full containment") tekniğine sahip bir yapı olmadığını da vurguluyordu. Komisyon, yatırımcıların ve ulusal mercilerin reaktörleri küçük uçakların çarpmasına karşı dayanıklı kılacak ilave özellikler uygulamasını da talep ediyor. Slovak hükümetinden gelen baskıya rağmen yapımı yeniden başlatmak için 2009 yılının Haziran ayına kadar beklemek gerekti. İki reaktörün sırasıyla 2012 ve 2013 yıllarında tamamlanması planlanıyor.

8.7.2. Romanya

1980 yılında, Cernavoda Nükleer Santrali'nin sözleşmesi imzalandığında, burada beş adet "Candu" reaktörünün yapılması bekleniyordu. Yapım çalışmaları 1980 yılında başladı ama daha sonra bütün çabalar bir numaralı reaktörün tamamlanmasına yöneltildi. Bu reaktör 1996 yılında devreye girdi. İkinci reaktör, 2007 yılında tamamlandı. Şimdi iki ilave reaktörün bitirilmesi için plan yapılıyor. Bunları tamamlayacak ve santrali işleterek bakımını yapacak olan elektrik şirketi

SNN ile bir özel yatırımcı arasında bağımsız bir enerji üreticisi yaratmak üzere ihale teklifleri yapıldı. Finansmanda güçlükler yaşanıyor, ertelemeler birbirini izliyor. Başlangıçta, üç numaralı reaktörün 2014 yılının Ekim ayında, dört numaranın ise 2015 ortasında teslim edilmesi bekleniyordu. Yapılan gözden geçirmenin ardından ilk reaktörün en erken 2016 yılında tamamlanması bekleniyor⁸⁴.

8.7.3. Bulgaristan

Hükümet, 2003 yılında Bulgaristan'ın kuzeyindeki Belene'de nükleer santral yapımına yeniden başlama niyetini açıkladı. Buradaki reaktörün yapımına 1985 yılında başlanmış, 1989'daki politik değişikliklerin ardından yapım askıya alınmış, sonra da 1992 yılında resmen durdulmuştu. 2 bin megavatlık nükleer kapasitenin tamamlanması amacıyla 2004 yılında ihaleye çıkıldı. Rus şirketi Atomstroyexport (ASE) öncülüğündeki konsorsiyum, 2006 yılının Ekim ayında 4 milyar avroluk ihaleyi kazandı.

Kamuya ait elektrik şirketi NEK'in yüzde 51 ile kontrolü elinde tutacağı bir yapım konsorsiyumu oluşturuldu, hisselerin geri kalanı da ihaleye çıkarıldı. Alman elektrik şirketi RWE, 2008 yılı sonlarında 1 milyar 275 milyon avro yatırımın yanı sıra peşinen 300 milyon avroluk bir kredi sağlaması karşılığında stratejik yatırımcı olarak açıklandı. Bunun sonucunda, 2008 yılının Aralık ayında Belene Enerji Şirketi bir ortak girişim olarak kuruldu. Ancak, 2009 yılı sonunda RWE projeden çekildiği için finansman konusunda düzenlemeler hâlâ sürüyor⁸⁵.

8.7.4. Öteki ülkeler

2009'da Çeklerin devlet kontrolündeki elektrik şirketi CEZ, halen iki reaktörün çalıştığı Temelin'de iki yeni reaktör için, bir başka inşaat sahası Dukovany'de ise bir üçüncü reaktör kurma opsiyonu da dahil olmak üzere bir ihale açtı⁸⁶. İhaleye Westinghouse, Atomstroyexport ve AREVA'nın katıldığı belirtiliyor. Nihai kararın 2012 yılı başından önce açıklanması beklenmiyor. Üç ünitenin sırasıyla 2019, 2020 ve 2023-25 yıllarında tamamlanması umuluyor.

Polonya hükümeti, nükleer santral kurma niyetini dile getirmiş olmakla birlikte, planlar henüz erken bir aşamada bulunuyor. Litvanya hükümeti, Sovyet tasarımı ile yapılmış ve son dönemde emekliye ayrılmış iki reaktörünün yerine yenilerini yapmak dileğinde ama finansman sorunuyla karşı karşıya. Korea Electric'in Birleşik Arap Emirlikleri'nde yaptığı gibi, yapımçı şirketin bir ortağının santralin sahibi olduğu ve onu işleteceği bir anlaşma düzenleyecek bir şirket ortaya çıkmadıkça nükleer reaktör siparişi verilebilmesi olası görünmüyor.

⁸⁴ *Nucleonics Week*, "Economic Crisis Ends Romania's Plan for Majority Stake in Cernavoda-3, -4," 3 Eylül 2009.

⁸⁵ *Balkans Business Digest*, "Moscow in Talks with Sofia Over Stake in Belene Nuke (Moskova Sofya ile Belene'deki hisseler üzerinde görüşüyor)," 28 Aralık 2009.

⁸⁶ *Czech Republic Today*, "CEZ Admits All Bidders for Temelin Construction to Second Stage (CEZ Temelin2in ikinci bölüm inşaatı için teklifleri kabul etti)," 22 Şubat 2010.

9. Elektrik şirketi maliyet tahminlerinin gözden geçirilmesi

Son dönemde elektrik şirketlerinin maliyet tahminlerinin birçoğu ABD kaynaklı. Bunlar başka maliyet tahminlerinden daha güvenilir olabilir, çünkü elektrik şirketleri kredi garantisi elde etmek için güvenilir maliyet tahminleri sunmak zorundadır. Ayrıca, bu şirketler üstlenmeyi beklediği maliyetler konusunda eyalet düzenleme kuruluşlarına hesap vermek zorunda olabilir. Ne var ki buna açılmış üç ihalenin sonuçlarını ve Olkiluoto ile Flamanville deneyimlerini eklemek gereklidir.

9.1. Amerika Birleşik Devletleri

Tablo 10. ABD nükleer santrallarsantralların yapım maliyetleri

Santral	Teknoloji	Maliyet tahmini (milyar ABD doları)	Maliyet tahmini (kilovat kurulu güç başına ABD doları)
Bellefonte 3, 4	AP1000	5,6–10,4*	2.500–4.600
Lee 1, 2	AP1000	11*	4900
Vogtle 3, 4	AP1000	9,9	4190
Summer 2, 3	AP1000	11,5	4900
Levy 1, 2	AP1000	14	5900
Turkey Point 6, 7	AP1000	15–18	3.100–4.500
South Texas 3, 4	ABWR	17	6500
Grand Gulf	ESBWR	10+	6600
River Bend	ESBWR	10+	6600
Bell Bend	EPR	13–15	8.100–10.000
Fermi	ESBWR	10	6600

Kaynak: Basında çıkmış çeşitli haberler

*İşaretli olan hesaplar bir gecelik maliyetlerdir; öteki hesaplar ise faizleri de içermektedir.

Tablo 10 ABD’de en güncel nükleer santral yapım maliyetlerini göstermektedir. Bu tabloda bir dizi faktör göze çarpıyor. Birincisi, bu tahminlerin çoğu, özellikle de en ayrıntılı olarak yapılmış olanları, AP1000 tasarımı içindir. Bu ve ABWR, NRC inceleme sürecini tamamlamış yegâne tasarımlar olduğundan her ne kadar her iki tasarım da yeniden incelenmekte ise de nihai biçimine daha yakın tasarımlar olduğu için inşa maliyetlerini hesaplamak daha kolaydır. Ne var ki bu tablodan, maliyet tahminlerinin nükleer endüstrinin 1990’lı yılların sonlarında öne sürdüğü kilovat kurulu güç başına 1.000 dolarlık rakamının en az dört katı olduğu ve 2009 yılının sonunda maliyet tahminlerinin artmaya devam ettiği

gerçeği dışında başka kesin sonuçlar çıkarmak zordur. Rakamlar için verilen temel, değişkendir: Bazılarına finansman dahildir, bazılarına iletim maliyetleri; demek ki doğrudan karşılaştırma yapmak güvenilir değildir.

9.2. Başka ülkeler

Tablo 11, en azından ihale açma sürecini tamamlamış ülkelerden alınan son döneme ait maliyet verilerini özetlemektedir.

Tablo 11. Son dönemdeki nükleer santral teklifleri (kilovat kurulu güç başına ABD doları)

Ülke	Teklif öncesi tahmin	En düşük teklif/ sözleşme fiyatı	En yakın döneme ait tahmin	Durum
Güney Afrika	2500	6000	-	İhaleden vazgeçildi
Kanada	2600	6600	-	İhaleden vazgeçildi
Birleşik Arap Emirlikleri	-	3700	-	Yapımın başlaması bekleniyor
Fransa	-	2700	3300	Aralık 2008'den itibaren yapım aşaması
Finlandiya	-	2500	4500	Temmuz 2005'ten itibaren yapım aşaması

Kaynak: Yazarın araştırmaları

9.3. Özet

Şurası açıktır ki son on yıl içinde, yeni nükleer santraller için öngörülen yapım maliyetleri birkaç kat, belki beş kattan fazla artmıştır ve bu artış hızının yavaşlamakta olduğuna dair hiçbir işaret yoktur. Geçmişin bütün deneyimleri gösteriyor ki gerçekleşen maliyetler ortaya çıktığında, bu tahminlerden ciddi bir şekilde yüksek olacaktır. Ancak, saptanması daha güç olan, halen tahmin edilmekte olan maliyetlerin geçmiş maliyetlerden önemli derecede daha yüksek olup olmadığı ve eğer böyle ise öngörülen maliyetlerin neden bu hızda artış göstermiş olduğudur.

İngiltere'de inşa edilmiş en yeni santral olan Sizewell B, yapım aşamasında önemli bir sorunla karşılaşmamış ve yaklaşık 3 milyar sterline mal olmuştur. Bu, günümüzdeki maliyet hesaplarına ters düşen bir rakam değildir. 1990'lı yıllarda tamamlanan ABD santralleri de hemen hemen aynı fiyata mal olmuştur. Santral tasarımcıları, daha önceki kuşak tasarımların, Three Mile Island ve Çernobil nedeniyle ortaya çıkan güvenlik meydan okumalarına cevaben geliştirdiği "yükler" olmaksızın işe başlayan yeni tasarımların güvenlik ihtiyaçlarını çok daha yalın, ucuz ve etkin tasarımlarla karşılayabileceğini varsaymış olabilir. Yine, bu algı bir yanılısamadan ibaret olabilir ve tasarımlar hiç de daha az karmaşık değildir. Uçak çarpmalarına karşı koruma sağlama ihtiyacı da nükleer endüstrinin tahmin ettiğinden daha ağır bir yük getirmiştir.

Ayrıca kilovat kurulu güç başına 1.000 dolar rakamı, “aşağıdan yukarı”, tasarım araştırmalarından değil, “yukarıdan aşağıya”, nükleer enerjiyi rekabet edebilir kılacak maliyetin bu olduğu anlayışı ile ortaya atılmış olabilir. Maliyet yükselişi olduğu ölçüde, buna birtakım açıklamalar getirilebilir⁸⁷. Bunlar arasında şu faktörler yer alabilir:

- Çin’den gelen talep yüzünden hızla yükselen emtia fiyatları bütün enerji santrallerini pahalılaştırmakta ama fiziksel büyüklükleri dolayısıyla nükleer santralleri özel olarak etkilememektedir;
- Üretim tesislerinin yokluğu, nükleer santral yapmayı uman elektrik şirketlerinin basınç kapları gibi parçalarda alternatifler arıyor olduğu anlamına gelmektedir;
- Nükleer alanda çalışan işgücü yaşlandıkça ve daha genç uzmanlarca yeri doldurulmadıkça gerekli nükleer becerilerin kıt hale gelmesi;
- ABD dolarının zayıflığı ve,
- Elektrik şirketlerinin maliyet hesaplamalarındaki daha ileri derecedeki muhafazakârlığı...

İlk bakışta bütün bu faktörler akla yakın görünse de daha yakından incelendiğinde hepsinin ikna edici olmadığı ortaya çıkmaktadır.

■ **Emtia fiyatları:** Geçen 10 yıl boyunca birçok metalin ve başka hammadde-lerin emtia fiyatları önemli ölçüde artmıştır; buna “Çin etkisi” denmektedir. Ancak, finansal krizden sonra emtia fiyatları keskin bir düşüş yaşadığı halde, yapım maliyetlerinde buna paralel bir düşüş yaşanmamıştır.

■ **Parça darboğazı ve vasıflarda kıtlık:** Standar & Poor’s⁸⁸ parça imalat tesislerinin az sayıda olmasına dikkat çekmektedir. Basınç kaplarında, devirdaim su pompalarında, türbin dökümlerinde özel olarak sorun görmektedir. Basınç kapları için yüksek ağırlıkta döküm imalatı yapan tek bir tedarikçi vardır: Japan Steel Works. Bu ürünlere yüksek bir talep olması hiç kuşkusuz kapasitede bir artışa yol açacaktır ama nükleer parçaların sertifikasyon ihtiyacı bunu yavaş bir süreç haline getirecek, şirketler uzun vadeli talep konusunda sağlam veriler olmaksızın kendilerini bu tür üretim tesislerine yapılacak yatırıma bağlamak istemeyecektir. Standard & Poor’s ayrıca vasıflı işçi kıtlığını da önemli bir tehdit olarak telaffuz etmektedir, ki bu tür vasıflı işçi kıtlığı hızla ya da kolaylıkla aşılamaz. Şirket, Amerika Birleşik Devletleri’nin yabancı ülkelerden, başlangıçta özellikle Fransa ve Japonya’dan uzmanlara güvenmek zorunda kalacağını öngörmektedir.

■ **Döviz kuru istikrarsızlığı:** Döviz kurları son iki yıl içinde özellikle değişken bir hal almış, dolar Avrupa para birimleri karşısında tarihi değer kayıpları yaşamıştır. 2005 yılının Kasım ayından 2008 yılının Temmuz’una kadar doların avro karşısındaki değeri; 1 avro = 1,17 dolardan 1 avro = 1,57 dolara

⁸⁷ Bu faktörler üzerine daha ayrıntılı tartışma için bkz. Standard & Poor’s, “Construction Costs To Soar for New U.S. Nuclear Power Plants” (2008).

⁸⁸ Aynı yerde.

kadar düşmüştür. Yanlız 2008 yılının Kasım ayına gelindiğinde, dolar bu kaybın büyük bölümünü geri kazanarak 1 avro = 1,27 dolar seviyesine yükselmiştir. Maliyet yükselişinin en azından bir bölümünün ABD dolarının gerilemesinden kaynaklandığını söylemek mümkündür. Bu, bazı girdilerin avro açısından olmasa da dolar açısından pahalı olmasına yol açmıştır.

■ **Şirket muhafazakârlığı:** Elektrik şirketlerinin aralarında yaptığı tahminlerin isabetliliği konusunda daha yüksek bir bilinçlenme ve ciddi bir dizi finansal sonucun ortaya çıkıp çıkmayacağı konuları nicelleştirilmesi zor şeylerdir. Olkiluoto deneyimi, düzenlemecilerin ve halkın maliyetlerin aşılmasına karşı geçmişte olduklarından çok daha az hoşgörölü olacağı konusunda bilinçlenme, elektrik şirketlerini maliyetlerin içine bol bol ihtiyat payı yerleştirme yönünde teşvik edecek bir etki yaratacaktır.

10. Kamu sübvansiyonlarına ihtiyaç ve bunun yoğunluğu

İngiltere’de hükümetlerin 1989, 1995 ve 2002 yıllarında ardı ardına yaptığı araştırmalar, serbestleştirilmiş bir elektrik piyasasında elektrik şirketlerinin maliyetleri sınırlayan kamu sübvansiyonları ve hükümet garantileri olmaksızın nükleer santral yapmaya girişmeyeceği sonucuna varmıştır. Elektrik üretimi yapan şirketlerin tekel konumunun giderilmiş olduğu çoğu ülkede, benzer hususlar geçerlidir. Finlandiya’daki son siparişin bu beklentiye uygun olmadığı açıktır ama yukarıda öne sürüldüğü gibi, alıcının santralin ürettiği elektriği satın alma sözleşmesi imzalamış sanayi şirketlerinin sahip olduğu kâr amacı gütmeyen bir şirket olarak özel bir statüsü olması, Finlandiya’nın özel koşullarının başka ülkelerce izlemesi ihtimali, düşük olan bir örnek oluşturduğu anlamına gelmektedir. Bu projeden elde edilen deneyim baştan sona kötü olmuştur; bu da muhtemelen rekabetçi elektrik piyasalarında iş yapan elektrik şirketlerini, piyasa risklerinden bütünü ile yalıtılmadıkça nükleer santral inşa etmekten caydıracak yeni bir faktör olacaktır.

ABD’de nükleer siparişleri canlandırmayı hedefleyen program, siparişlerin yapılabilmesi için kilit koşulun ya devlet tarafından desteklenen kredi garantileri ya da düzenleme kurumunun elektrik şirketine maliyetleri abonelerden çıkartma konusunda kararlı biçimde izin vermesi olduğunu ortaya koymuştur. Bu koşullar, elektrik şirketlerine ihtiyaç duyduğu parayı çok ucuz olarak ödünç alma olanağı sağlar.

Sübvansiyonların ve garantilerin gerekli olabileceği ek alanlar, özellikle bütünüyle santral sahibinin kontrolü altında olmayanlar olacaktır. Bunlar arasında şunlar vardır:

- **Yapım maliyetleri:** Yeni bir nükleer santralin yapım maliyeti yüksek ve maliyet tahminlerinin aşılması bakımından ciddi bir risk mevcut olacaktır. Dolayısıyla, hükümet özel yatırımcının üstlenmek zorunda kalacağı maliyetlere bir sınırlama getirme gerekliliği hissedebilir.
- **İşletme performansı:** Performansın öngörülenden daha zayıf olması yönünde ciddi bir risk vardır. Güvenilirlik büyük ölçüde santral sahibinin kontrolü

altındadır. Santral yapımcılarının beklenenden daha düşük güvenilirlik riskini üzerlerine alma konusunda kendilerine yeterince güvenip güvenemeyecekleri açık değildir.

- Yakıt dışı işletme ve bakım maliyetleri: Benzer bir biçimde bu kalem de büyük ölçüde santral sahiplerinin kontrolü altındadır ve bu riski üstlenmeye istekli olabilir.
- Nükleer yakıt maliyeti: Yakıtın satın alınması genellikle riskli bir faaliyet olarak görülmemiştir. Uranyum kolayca depolanabilir; yakıt fiyatının artış riski de başa çıkılabilir bir şeydir. Yeniden işleme seçeneğinin tercih edilmediği varsayıldığında, kullanılmış yakıtın doğadan yalıtımının maliyeti ise çok daha fazla tartışmalıdır. Nükleer santral sahipleri, ABD'deki düzenlemelere benzer tarzda, yakıtın doğadan yalıtım maliyeti için de bir tür tavan fiyatı uygulanması isteyebilir.
- Söküm maliyetleri: Söküm maliyetini öngörmek son derecede zordur ama bu maliyet çok uzak bir gelecekte ortaya çıkacaktır. İyi tasarlanmış, dokunulmaz bir söküm fonu oldukça başa çıkılabilir gibi görünmektedir. Şayet söküm veya atıkların doğadan yalıtımı konusundaki deneyim mevcut hesaplamaların ciddi biçimde düşük olduğunu ortaya koyar veya fonun yatırım getirisinin beklenenden daha düşük olduğu anlaşılırsa, katkıların ciddi biçimde arttırılması gerekliliği gündeme gelebilir. Santral yaptıran özel şirketler bu yüzden katkılarına bir tür sınırlama getirilmesini isteyebilir.

Garantiler, yeni bir teknolojinin kuruluş maliyetlerini omuzlayacak olan ilk yapılacak reaktörler için özellikle kapsamlı ve yüksek olmak zorundadır. Şayet bir dizi santral yapılır ve bunlarda yaşanan deneyim olumlu olursa, her ne kadar nükleer enerjiyi destekleme konusunda politik taahhüt kendi başına bir programın tamamlanması için hiçbir biçimde yeterli olmasa da piyasanın riskin daha büyük bir bölümünü üstlenmeye istekli hale gelmesi mümkündür. Nükleer endüstride güçlü bir canlanma vaat eden Reagan ve Thatcher yönetimlerinin, nükleer enerjinin kaderinde ciddi bir gerilemeyi sineye çekmiş olduğunu unutmamak gerekir.

11. Sonuçlar

III ve III+ kuşağına ait tasarımlar temelinde başlayan “Nükleer Rönesans” tartışmalarının ilk kez yapıldığı 1990’lı yılların sonundan bu yana geçen 10 yıl içinde yeni nükleer santrallerin ekonomileri ile ilgili öngörüler, çarpıcı biçimde kötüleşmiştir. Bu gelişmeye zıt bir biçimde, aralarında ABD, İngiltere ve İtalya’nın da bulunduğu birçok ülkede hükümetler, yeni nükleer santral siparişlerini sonuna kadar götürmeye itmiştir. Aslında, nükleer siparişlerin yeniden canlandırılması yönündeki çabalar, çok kişisel bir düzeyde bu ülkelerin liderleri ile ilişkili olmuştur: Bu üç lider, Bush, Blair ve Berlusconi’dir.

Bu tür güçlü bir siyasi destek, örneğin planlama süreçlerini kısaltarak ve kamu sübvansiyonlarını mümkün kılarak ciddi nitelikte kolaylaştırıcı rol oynayan bir

kuvvete dönüşebilirse de aynı zamanda bir zaaf haline de gelebilir. Hükümetler değiştiğinde yeni hükümet bu meseleye daha az heyecanla yaklaşabilir.

Nükleer enerji konusundaki heyecanın bir bölümü, nükleer enerjinin yaygınlaşmasının seragazi salımını azaltacağı yönünde açık biçimde yanlış olan bir görüşten kaynaklanır gibi görünmektedir. Elektrik, genelde, nihai enerji talebinin ancak yüzde 20'sini oluşturmaktadır. Bu oran ve elektrik talebinin nükleer enerji tarafından karşılanan oranı bir miktar yükseltilese bile, nükleerden elde edilen enerjinin payını yüzde 10'un çok üzerine çıkartmak hâlâ çok güç olurdu. Dünya çapında kurulu nükleer gücü dört ya da beş katına çıkartmak, örneğin uranyum kaynak yeterliliği, kabul edilebilir santral sahalarının var olup olmadığı, atıkların doğadan yalıtımı gibi konularda, malzeme, beceri ve finansal kaynaklar bir araya getirilebilse bile, çok önemli sorunları ortaya çıkacaktır.

Dünya çapında, yeni nükleer santraller için verilen siparişlerin hızı 30 yıldır en düşük noktada bulunuyor. Son birkaç yıldır Çin ile daha düşük bir düzeyde Güney Kore ve Rusya'dan gelen siparişler, yapım halindeki santrallerin sayısını ciddi şekilde arttırdı. 2010 yılının Ocak ayında yalnızca Çin'de inşası süren santral sayısı 20'ydı ama bu siparişler genellikle ulusal yapım şirketleri tarafından tedarik ediliyor ve yine genellikle daha eski kuşak tasarımlardan oluşuyor. Rönesans yaşanacaksa yeniden açılması gereken pazarlar, örneğin ABD, İngiltere ve İtalya, sipariş vermekten ; III+ kuşağına ait tasarımlar da işletme aşamasında kanıtlanmış olmaktan birkaç yıl uzakta.

Güçlü bir siyasi destek, "Nükleer Rönesans"ı her ne kadar ileriye götürebilse de teknoloji ile ekonomi açısından temeller doğru atılmadıkça, 1980'li yıllarda Thatcher ve Reagan tarafından verilen siyasi desteklerin benzerleri sonuçta yeterli olmayacaktır. Ülke olarak, hemen hemen her tasarımın düzenleme mercilerinin talep ettiği güvenlik standartlarına uyması sağlanabilirse de bunu gerçekleştirmenin maliyeti başa çıkılmaz hale gelebilir.

Yeni tasarımlar için düzenleme kuruluşundan onayı almak, beklenenden çok daha güç olmuştur. Amerika Birleşik Devletleri'nin Nükleer Enerji 2000 Programı, ABD'de III+ kuşağına ait tasarımı 2010 yılına kadar devreye sokma hedefiyle lanse edilmişti. Öyle görünüyor ki, söz konusu tarihte tasarım sertifikasyonunu tamamlamış olacak tek tasarım (AP1000) bile yeniden gözden geçirmeler için yapılan başvurular sonrasında yine incelenmeye alınmıştır. 2010 yılına girildiğinde, hiçbir tasarımın 2011'den evvel bütünüyle sertifikasyon alamayaacağı, hatta bunun daha da gecikebileceği belli olmuştu. Önemli birtakım tasarım sorunları (örneğin EPR⁸⁹ için Kontrol ve Enstrümantasyon Sistemi, AP1000⁹⁰ için ise Kalkan Binası) muhtemelen çözülebilecektir, ancak bu süreçte ortaya ek maliyetler çıkabilecek, gecikmeler yaşanabilecektir.

89 Örneğin bkz. *Health & Safety Executive*, "Joint Regulatory Position Statement on the EPR Pressurized Water Reactor," Release No: V4 22/10/2009, November 2, 2009, <http://www.hse.gov.uk/PRESS/2009/hse221009.htm>.

90 Örneğin bkz: Nuclear Regulatory Commission, *NRC Informs Westinghouse of Safety Issues with AP1000 Shield Building*, <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/news/2009/09-173.html>.

Nükleer santrallardan elde edilecek elektriğin maliyetini öngörmeyi güç ve tartışmalı kılan üç faktör mevcuttur:

- Değişkenlerin birkaçı, sökülme ve özellikle orta ve yüksek düzey atıklar için atıkların doğadan yalıtımı işlemleri gibi henüz ticari ölçekte kanıtlanmamış süreçlerle ilgilidir. Nükleer enerji ile ilgili deneyim, kanıtlanmamış süreçlerin kolaylıkla beklenenden çok daha yüksek maliyetlere yol açabileceğini düşündürmektedir. Dolayısıyla bu maliyetler konusundaki tahminlerin gerçekten çok daha büyük ölçüde düşük olması yönünde güçlü bir risk mevcuttur.
- Değişkenlerin bazıları için “doğru” bir cevap yoktur. Örneğin, iskonto oranı çok geniş bir yelpazede oynayabilir; sökülme maliyetinin karşılanması için teminatların nasıl tutulması gerektiği konusunda hiçbir mutabakat yoktur.
- Mevcut nükleer santrallar konusunda güvenilir, güncel veri eksikliği vardır. Elektrik şirketleri üstlendikleri maliyetleri gizleme eğilimindedir. Ayrıca, Batı Avrupa’da son yirmi yıl içinde yalnızca bir avuç sipariş verilmiştir; ABD’de ise 1980 yılından bu yana hiç. Dolayısıyla, bütün modern tasarımlar test edilmemiş durumdadır.

Son 40 yıl boyunca, mevcut nükleer santralların performansı ile yeni nükleer santrallar için öngörülenler arasında sistematik, derin bir uçurum olagelmıştır. Beklentiler değişmez biçimde hep aşırı iyimser çıkmıştır. Nükleer santralların gelecek kuşağının ekonomik performansı konusunda günümüzde yapılan öngörüler ile mevcut santralların ekonomik performansı arasındaki uçurum her zamanki kadar derindir. Geçmişte bu tür beklentilerin yanlış çıkmış olması, günümüzde yapılan öngörülerin isabetsiz çıkacağı konusunda bir garanti sağlamaz. Yanlış, performansta büyük miktarda iyileşme olacağı yönündeki öngörülere kuşku ile yaklaşılmasını gerektirir. En önemli varsayımlar şunlardır:

- Yapım maliyeti,
- İşletme performansı,
- Yakıt dışı operasyonlar ve bakım maliyeti,
- Nükleer yakıt maliyeti,
- Sökülme maliyeti...

Nükleer santrallar ancak kapsamlı devlet garantileri ve sübvansiyonlar sağlandığı takdirde yapılabilir.

Aynı zamanda, santralların ürettiği elektriğin garanti edilmiş bir fiyattan satın alınacağına dair ticari güvenceler de gerekli olabilir. Bu tür kapsamlı bir “devlet desteği” paketinin AB’nin rekabet hukuku çerçevesinde kabul edilebilir olup olmadığı kuşkuyla görünmektedir.

İşin içindeki şirketlerin ticari çıkarları ile genel olarak toplumun çıkarları arasında ciddi bir uyumsuzluk vardır. Çok uzak bir gelecekte üstlenilecek maliyetler ne derece büyük veya belirsiz olursa olsun, ticari maliyet değerlendirmelerinde pek az ağırlığa sahiptir. Şirketler ayrıca, uluslararası sözleşmeler temelinde nükleer kaza riskini üzerine almaktan da kurtulmuştur. Dolayısıyla,

bir şirket açısından hesaplanmış maliyet değerlendirmelerinin, daha geniş bir toplumsal bakış açısını yansıtabilecek biçimde düzeltilmesi gerekir.

1980 yılından bu yana yaşanan “geri geliş” öngörülerinde olduğu gibi, günümüzdeki “Rönesans”ın sonucu da çok sayıda yeni nükleer santral siparişi olmayacaktır. Nükleer siparişlerin problemliliği olmadığı ülkeler santral siparişi vermeye devam edecektir. Bu ülkelerde bile, yükselen maliyetler belirgin hale geldikçe, atıkların doğadan yalıtımı sorunları çözülmeden kaldıkça ve nükleer kapasite azaldıkça heyecan körelecektir.

“Rönesans ülkeleri”nde bir avuç santral inşa edilecektir. Bu yalnızca nükleer santrallerin ancak hükümetler yeterince büyük sübvansiyonlar sağlanır, yeterli demokratik danışma süreçlerini görmezlikten gelinirse inşa edilebileceğini kanıtlayacaktır ama gerçek kayıp, geride bıraktığımız 20 – 30 yıl boyunca olduğu gibi uygun fiyatta, güvenilir ve temiz enerji sunabilmeyi amaçlayan enerji politikası hedeflerini karşılayabilecek daha uygun maliyetli seçeneklerin ya da etkin tasarruf seçeneklerinin yaratılmamasının fırsat maliyeti olacaktır. Nükleer enerjinin maliyet eğrisi hep yükselen bir eğri olmuştur. Başka şekilde söylenirse; çoğu teknolojiye olduğu gibi öğrenme, ölçek ekonomisi ve teknik ilerleme etkileri dolayısıyla zaman içinde ucuzlamak yerine, nükleer enerjinin maliyeti artmıştır. Froggatt ve Schneider’ın (2010) analizleri, enerji verimliliği ile yenilenebilir enerji kaynaklarının nükleer enerjiden çok daha uygun maliyette olduğunu ve bunların maliyet eğrisinin düşen bir eğri olduğunu ortaya koyuyor⁹¹. Şayet nükleer enerjiyi canlandırma amacıyla girişilen sonuçsuz çabaya vakfedilen kaynakların bir kısmı bu seçeneklere yönlendirilseydi, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynakları ile nükleer enerji arasındaki fark muhtemelen daha da artardı.

91 A. Froggatt (with M. Schneider), “Systems for Change: Nuclear Power vs. Energy Efficiency and Renewables? (Değişim için sistem: Nükleer enerji enerji verimliliği ve yenilenebilir enerjiye karşı)” Heinrich Böll Vakfı için hazırlanmış çalışma, Nisan 2010.

EK 1

REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ, GÜNÜMÜZ TASARIMLARI VE YAPIM ŞİRKETLERİ

Reaktör teknolojileri

Nükleer enerji reaktörleri geniş bir anlamda kullandığı soğutucu madde ve moderatörler temelinde sınıflandırılabilir. Soğutucu, ısıyı reaktörün kalbinden türbin jeneratörüne taşımak için kullanılan (sıvı ya da gaz) akışkandır. Moderatör ise nötronları reaktörün kalbinde nükleer zincirleme reaksiyonun sürdürülebi-leceği kadar uzun tutmak amacı ile onların hızını düşürmek için kullanılan bir maddedir. Soğutucu madde ve moderatörlerin birleşmesinin çok farklı bileşimleri mevcuttur, ancak halen hizmet vermekte veya piyasaya sunulmuş olan reaktörler arasında dört ayrı soğutucu çeşidi ve üç ayrı moderatör kullanılması olanaklıdır.

En yaygın nükleer santral türü hafif su reaktörüdür (Light Water Reactor - LWR). Bunun iki ayrı çeşidi vardır: Basınçlı su reaktörü (**Pressurized water reactors** - PWR) ve kaynar su reaktörü (**Boiling water reactor** - BWR). Bunlar sualtı propülsiyon ünitelerinden elde edilir, soğutucu ve moderatör olarak normal su (“hafif su”) kullanır. Su en etkin moderatör olmasa da (su molekülleri bazı nötronları sudan “geri sıçratmak” yerine emer), avantajı ucuz olmasıdır. Bunun sonucunda, aktif uranyum izotopunun oranının, doğal uranyumda bulunan yüzde 0,07 düzeyinden yüzde 3’ün üzerine yükseltilmesi gerekir. Bu süreç pahalıdır.

Bir soğutucu olarak suyun dezavantajı, bir sıvı olarak iş görmek üzere tasarlanmış olmasıdır. Soğutucu devresinde bir kopma olduğu takdirde, su kayna-yacak ve varsayıldığı kadar etkili olmamaya başlayacaktır. Dolayısıyla, “soğutucu madde kaybı kazaları”ndan kaçınılması, reaktör tasarımının en önemli öncelik-lerindedir. PWR ile BWR arasındaki en önemli fark, BWR’de soğutucu görevi gören suyun kaynamasına izin verilmesi, türbin jeneratörü devresine doğrudan geçmesi ve reaktörün kalbinde üretilmiş buharın türbini harekete geçirmesidir. PWR’de ise soğutucu su basınç altında tutularak sıvı hali muhafaza edilir. Bir ısı üretici (buhar jeneratörü) kullanılarak enerji bir ikincil devreye transfer edilir ve burada suyun kaynamasına izin verilir ve böylece türbini harekete geçirir. Yani, BWR’ler PWR’lerden daha az karmaşıktır, ancak soğutucu su doğrudan doğruya türbine gittiğinden santralin radyoaktif kirliliği daha yaygındır. Rus tasarımlı santrallerin, yani VVER’lerin (*Vodo-Vodyanoi Energetichesky Reactor*, *Water-*

Water Energetic Reactor) çoğu esas olarak PWR'dir. İngiltere'de işletilmede olan bir PWR vardır (Sizewell B) ama hiç BWR yoktur.

Bazı santraller soğutucu ve moderatör olarak "ağır su" kullanır. Bunların en yaygın görüleni Kanada'da tasarlanan CANDU (**CANada Deuterium Uranium**) reaktörleridir. Ağır su da hidrojenin döteryum izotopu, atomun çok daha yaygın görülen formunun yerini alır. Ağır su daha etkin bir moderatördür ve CANDU santralleri doğal (yani zenginleştirilmemiş) uranyum kullanabilir. Ne var ki, bu türün daha yüksek etkinliği ağır su üretmenin maliyeti ile dengelenir. Soğutucu olarak hafif su, moderatör olarak ağır su kullanacak yeni bir CANDU tasarımı önerilmiştir ama bu tasarım hâlâ çizim tahtası aşamasındadır.

Sizewell B dışındaki bütün İngiltere santrallerinde soğutucu olarak karbondioksit, moderatör olarak ise grafit kullanılmaktadır. İlk kuşak santraller, yani "Magnox"lar, doğal uranyumla çalışır ancak bunların çoğu tasarlandığı yaşam ömürleri boyunca çalışmamıştır, çünkü karbondioksit soğutucu su ile temas geçtiğinde hafif asidik hale gelerek borularda korozyona yol açar. İkinci kuşak santraller zenginleştirilmiş uranyumla çalışır, korozyonu önlemek için de iyileştirilmiş malzemeler kullanılmıştır. Grafit etkin bir moderatördür ama su ile karşılaştırıldığında epeyce pahalıdır. Dezavantajları yanabilirliği, radyasyona maruz kaldığında çatlama ve çarpılma eğilimine girmesidir. Çernobil'de kullanılan tasarım RBMK'de (High Power Channel-type Reactor) moderatör olarak grafit kullanmakla birlikte soğutucu olarak hafif su kullanır.

Soğutucu olarak helyum gazını, moderatör olarak da grafiti kullanan ve yüksek sıcaklıklı gaz soğutmalı reaktör olarak adlandırılan Yüksek Isıda Gaz Soğutmalı Reaktörler (High Temperature Gas-cooled Reactor - HTGR) sürekli ilgi toplamıştır. Helyum bütünüyle atıl ama pahalı olsa da etkin bir soğutucudur. Helyum ve grafit kullanılmasının anlamı, reaktörün hafif su veya karbondioksit ile soğutulan reaktörlere göre çok daha yüksek bir sıcaklıkta işletiliyor olmasıdır. Bu, ısı enerjisinin daha yüksek bir bölümünün elektriğe dönüştürülmesine olanak tanır; ayrıca, ısının bir bölümünün sınai süreçlerinde kullanılmasının yolunu açar. Ancak, 50 yıl boyunca İngiltere'deki çalışmalar dahil olmak üzere, birkaç ülkede yürütülen araştırmalara rağmen, bu tür bir santralin ticari hiçbir tasarımı yaratılmamıştır. Test amacıyla inşa edilmiş olan santraller de çok kötü birer sicile sahiptir.

IV. kuşak tasarımlar da bir miktar tartışılmıştır⁹². III+ Kuşak tasarımlar, ABD Enerji Bakanlığı'nca "evrimsel" olarak tasvir edilirken, IV. Kuşak "devrimci" olarak nitelenmektedir. Bunlar "daha güvenli, sürdürülebilir, ekonomik, nükleer silahların yayılmasına karşı daha dirençli ve emniyetli" olarak betimlenmiştir. Bu tasarımları mevcutlardan ayıracak ana özellik, bunların doğal uranyumu mevcut tasarımlardan çok daha iyi, örneğin mevcut reaktörlerin kullanmadığı doğal uranyumun yüzde 99,3'ünü "üretken çevrim" yönteminden yararlanarak kullanmasıdır. Bunlar aynı zamanda mevcut reaktörlerden daha yüksek sıcak-

⁹² IV. Kuşak teknoloji konusunda daha fazla bilgi için bkz. Generation IV International Forum at <http://www.gen-4.org/>.

lıklarda çalışır ve örneğin hidrojen üretmekte kullanılabilir. Altı teknoloji, en vaatkâr teknolojiler olarak saptanmıştır:

- Gaz soğutmalı hızlı reaktörler
- Kurşun soğutmalı hızlı reaktörler
- Erimiş tuz reaktörleri
- Sodyum soğutmalı hızlı reaktörler
- Süperkritik su soğutmalı reaktörler
- Çok yüksek sıcaklıklı gaz soğutmalı reaktörler

Yalnızca sodyum soğutmalı hızlı ve çok yüksek sıcaklıklı gaz soğutmalı reaktörler, santral işletilmesinde ciddi bir gelişmeye tanık olmuştur. Ancak, her iki teknoloji de ileri derecede sorunlu çıkmıştır. Sodyum ile soğutulan hızlı reaktörler, 1960'lı yıllardan beri çalıştırılmaktadır. Birçok ülkede sodyum soğutmalı üretken reaktör programları üzerinde çalışılmıştır ama bunların çok pahalı ve güvenilmez olduğu anlaşılmıştır. Günümüzde pek az ülke bu teknolojiye dönük çalışma yapmaktadır. Yukarıda belirtildiği gibi, yüksek sıcaklıklı gaz soğutmalı reaktörler de 1960'lı yıllardan beri birçok ülkede geliştirilmektedir, ancak bunların da ticarileştirilmesi olanaksız görünmektedir. Çoğu ülke artık bu tip reaktörlerle ilgili aktif çalışma yapmamaktadır.

Bu teknolojilerin herhangi birinin ticari ölçekte kullanılıp kullanılmayacağı henüz bilinmiyor, savunucuları bile bunların 2030 dolaylarından önce ticari bir seçenek olamayacağını ifade ediyor. Dolayısıyla, bu teknolojilerin günümüzde reaktör tercihlerinde rol oynaması sözkonusu değildir.

Güncel tasarımlar ve sağlayıcıları

Batı'da önümüzdeki 10 yıl boyunca verilecek siparişler bakımından en güncel tasarımların "III+ Kuşağı" olduğu görülüyor. I. Kuşak tasarımlar, 1950'li ve 1960'lı yıllarda verilen ilk siparişleri temsil eder. II. Kuşak tasarımlar, bugün hizmet vermekte olan reaktörlerin çoğunu temsil eder ve 1960'lı yılların sonundan 1980'li yılların başına kadar sipariş edilen santralleri kapsar. III. Kuşak santraller ise 1980'li yılların başlarından 2000 yılı dolaylarına kadar sipariş verilenlerdir. Bunlar, daha baştan, Üç Mil Adası (Three Mile Island) kazasından edinilen dersleri bünyesinde barındırmaktadır. III. Kuşak tasarımlar ile Çernobil felaketi sonrasında tasarlanmış III+ Kuşağı arasındaki ana fark, III+ Kuşağı'nın tasarlanmış, mühendisliği yapılmış güvenlikten ayrı olarak daha yüksek bir "pasif" güvenlik içermesidir. Örneğin, III+ Kuşağı tasarımlar, acil durum soğutmasında, mühendisliği yapılmış sistemlerdence daha ziyade ısı yayım türü doğal süreçlere yaslanır. 11 Eylül saldırıları tasarım açısından bir başka etkeni işin içine sokmuştur: Artık, her yeni tasarımın, santrale bir ticari uçağın çarpması halinde, buna dayanacağını kanıtlaması gerekmektedir.

Varlığı açıklanmış çok sayıda tasarım mevcuttur, ancak birçoğu pek ilerlemiş değildir, düzenleme onayından geçmemiş ve sipariş bakımından sınırlı bir potansiyele sahiptir. Tek tek tasarımların hangi kuşak olduğunu tasnif etmenin

net bir tanımı yoktur ama, III+ Kuşağı'nın, son 15 yıl içinde tasarlanmış olmasının ötesinde, ana özellikleri şunlardır:

- Ruhsat alma sürecini hızlandırmak ve sermaye maliyeti ile yapım süresini azaltmak için standartlaştırılmış bir tasarım,
- Daha yalın ve sağlam, böylece işletilmeyi kolaylaştıran, operasyonel karışıklıklar karşısında daha az kırılğan hale getiren bir tasarım,.
- Emre amadeligi yüksek ve işletme ömrü uzun (tipik örnek 60 yıldır),
- Reaktör kalbi erime kazası olasılığının azaltılması,
- Çevre üzerinde asgari etki,
- Yakıt kullanımını ve çıkan atık miktarını azaltmak için yakıtı daha verimli yakma,
- Yakıt ömrünü uzatmak için yakılabilir emiciler ("zehirler") kullanımı⁹³...

Açıktır ki bu özellikler kesinlikten çok uzaktır ve III+ Kuşağı'nı daha önceki tasarımlardan ayırt edenin ne olduğunu, bu tasarımın mevcut modellerden hareketle geliştirilmiş olduğunu söylemenin dışında, iyi bir şekilde tanımlamaktadır. Aşağıdaki betimlemelerde, sipariş edilmiş ya da güvenlik alanından sorumlu düzenleme mercilerince değerlendirilmekte olan tasarımlar üzerinde yoğunlaşacağız.

Basıncılı Su Reaktörleri (Pressurized Water Reactors PWRs)

Güncel tasarımların kaynağı olan dört bağımsız PWR teknolojisi satıcısı vardır: Westinghouse, Combustion Engineering, Babcock & Wilcox (B&W) ve Rus yapım şirketi ROSATOM.

Westinghouse

Westinghouse teknolojisi en yaygın olarak kullanıldır ve teknoloji lisansları kullanılarak yaygın biçimde benimsenmiştir. En önemli lisans sahipleri Fransız şirketi AREVA (2001'e kadar Framatome olarak bilinirdi), Siemens (Almanya) ve Mitsubishi'dir (Japonya). Westinghouse santralleri dünyanın her yerine satmıştır, ancak son 25 yılda aldığı siparişler Çin'den 2008 yılında gelen dört reaktör siparişine kadar Sizewell B ile sınırlıydı. ABD'de (daha sonra iptal edilmeyen) son siparişi 30 yıldan fazla süre önce verilmişti. İngiliz Nükleer Yakıt Şirketi (**British Nuclear Fuels plc** – BNFL9, 1998 yılında Westinghouse'ın nükleer bölümünü devraldı; 2006 yılında bu bölüm Toshiba'ya satıldı. Westinghouse'ın şu andaki ana tasarımı AP1000'dir. Bu tasarıma hepsi Çin'den olmak üzere sadece dört reaktör için sipariş gelmiştir.

AP1000 (Advanced Passive), AP-600 tasarımından yola çıkılarak geliştirilmiştir. AP-600'ün tasarımındaki gerekçe pasif güvenliği arttırmak ve aynı zamanda ölçek ekonomisinin (daha büyük kapasitede reaktör üretmek daha az sayıda üretmek olduğu için) gereğinden fazla önemsenmiş olmasıydı.

93 <http://www.uic.com.au/nip16.htm>.

Westinghouse'ın bir yöneticisi, 1000-1300 megavat yerine 600 megavatlık bir reaktör ölçeğini, "ölçek ekonomileri artık işlemiyor" önermesiyle gerekçelendirmişti⁹⁴. AP-600 ABD NRC'den 1999 yılında güvenlik onayı aldı. O aşamaya gelindiğinde, bu tasarımın ekonomik olmayacağı ortaya çıkmıştı. AP-600 hiçbir zaman ihaleye sokulmadı. Ölçek ekonomisinin bu tasarıma rekabet gücü kazandıracığı ümidi içinde büyüklüğü yaklaşık 1150 megavata yükseltildi. NRC, 2004 yılının Eylül ayında Westinghouse'a AP1000 için beş yıl geçerli olacak bir "Son Tasarım Onayı" verdi. 2006 yılında da 15 yıl geçerliliği olan standart bir Tasarım Sertifikasyonu verdi. Buna rağmen Westinghouse daha sonra yeni tasarım değişiklikleri için başvuru yaptı; NRC bunları 2011 yılından önce onaylamayacak. AP1000, Nükleer Tesis Kontrol Dairesi'nin (NII, İngiltere) Jenerik Tasarım Değerlendirmesi (Generic Design Assesment - GDA) programı çerçevesinde değerlendirmekte olduğu tasarımlardan biridir. NII, değerlendirmesini 2011 yılı ortalarında tamamlayacağını öngörmektedir. Ancak, EPR için de olduğu gibi, ruhsat verileceğine dair bir garanti yoktur.

AREVA

Hem Framatome hem Siemens Westinghouse'la bağlarını kopararak 2000 yılında nükleer birimlerini birleştirmiştir. Hisselerin yüzde 66'sı Framatome'a, kalanı ise Siemens'e verilmiştir. Framatome günümüzde, hisselerinin yüzde 90'ından fazlası Fransız devletine ait AREVA tarafından kontrol edilmektedir. Framatome bölümü, 2001 yılında "AREVA NP" adını almıştır. Siemens, 2009 yılında bu ortak girişimden çekilme niyetini açıklamış olsa da bu çekilişin ayrıntıları 2009 sonunda hâlâ müzakere edilmekteydi. Framatome, Fransa'daki bütün PWR santrallerinin (58 ünite) tedarikçisini sağlamış, ayrıca Güney Afrika, Güney Kore, Çin ve Belçika'ya ihracat yapmıştır. Siemens ise Almanya'da inşa edilen 11 PWR'nin 10'unun tedarikçisini sağladığı gibi, Hollanda, İsviçre ve Brezilya'ya PWR ihraç etmiştir.

III+ Kuşağı PWR tasarımları arasında yapım deneyimi olan tek tasarım AREVA NP'nin Avrupa Basınçlı Su Reaktörü'dür (European Pressurised Water Reactor - EPR). Finlandiya hükümeti, Olkiluoto EPR'si için 2005 yılının Şubat ayında bir inşaat ruhsatı vermiş, yapım 2005 yazında başlamıştır. Fransa'da 2007 yılında Flamanville sahasında bir EPR çalışması başlatılmıştır. Çin de iki EPR siparişi vermekle birlikte, 2009 yılı sonuna gelindiğinde yapım deneyimi asgari bir düzeydedir. EPR, Fransız mercilerinden Eylül 2004 yılının Eylül ayında Fin mercilerinden ise 2005 yılının Ocak ayında özet güvenlik onayı almıştır. Ne var ki, daha sonra değineceğimiz gibi, tasarımın birçok ayrıntısına henüz son halinin verilmemiş olduğu artık belli olmuştur. AREVA, Constellation Energy ile işbirliği içinde, NRC'den Nükleer Enerji 2010 Programı çerçevesinde EPR'nin ABD'de ruhsatlandırılmasını talep etti. Son onayın 2012 yılından önce verilmesi olasılığı düşük. EPR aynı zamanda, İngiltere'nin güvenlik mercii NII tarafından 2007 yılında başlatılmış olan GDA programı çerçevesinde incelenmekte olan

94 *Nucleonics Week Special Report*, "Outlook on Advanced Reactors," 30 Mart 1989, s. 3.

tasarımlardan biridir. NII değerlendirmesini 2011 yılı ortalarında tamamlayacağını öngörmektedir, ama bu EPR'ın o aşamada illa onaylanmış olacağı anlamını taşıyor. ABD pazarında EPR, Evrimsel Güç Reaktörü (Evolutionary Power Reactor) teriminin kısaltması olarak geçmektedir.

Finlandiya'nın Olkiluoto EPR'nin üretim kapasitesi 1600 megavattır. Ama Olkiluoto siparişlerinden sonra bu 1700 megavata yükseltilmiştir. Tasarım bir önceki Faramatome tasarımı olan N4'ten yola çıkılarak geliştirilmiştir; bir miktar da Siemens'in bir önceki tasarımı olan "Konvoi" santralından yararlanılmıştır. Yeniden yakıt yükleme süresindeki kısalmanın yüzde 90'lık bir kapasite faktörünü⁹⁵ olanaklı kılacağı umulmaktadır.

Mitsubishi

Mitsubishi, 22 reaktörün yapımını üstlenmiş olduğu Japonya'da PWR teknolojisi sağlamaktadır, ancak ABD Nükleer Enerji 2010 sürecine başvurana kadar uluslararası pazara santral satma çabasına hiç girişmemiştir. ABD'de bir elektrik şirketi bu yapımının en modern tasarımı olan Gelişkin PWR (Advanced PWR, APWR) kurmayı planlamaktadır. APWR'nin geliştirilmesine Mitsubishi ve teknoloji lisansı altında çalıştığı Westinghouse 1980 yılında başlamıştı ama ilk siparişler sürekli ertelenmiştir. Japonya'daki Tsuruga sahasındaki bir reaktör için sipariş on yıl boyunca hep ertesi yıl yapılacak şekilde bekletilmiş, 2009 yılı sonuna gelindiğinde de hâlâ verilmemiştir. APWR'nin daha gelişkin bir versiyonu NRC tarafından incelenmektedir. Bir ABD elektrik şirketi olan TXU Energy, bu tasarımı sipariş etmeyi planlamaktadır. NII ise bu tasarım hakkındaki kendi inceleme sürecinin 2012 yılından önce tamamlanamayacağı kanısındadır.

Combustion Engineering

Combustion Engineering, kendi PWR tasarımını üretmiştir. Bu tasarım ABD'de kuruludur. ABD dışında firmanın teknolojisi Güney Kore'de de ruhsatlandırılmıştır. Combustion Engineering'in nükleer bölümünü, 1996 yılında ABB devralmış, 1999 yılında ise bu şirketten BNFL satın almıştır. Şimdi Westinghouse'ın ilgili bölümünün bir parçasıdır. 2006 yılında Westinghouse'un bir bölümü olarak Toshiba'ya satılmıştı.

Combustion Engineering'in System 80+ tasarımına ABD NRC, 1997 yılında onay vermiştir. Ne var ki, Güney Kore yapım şirketi Doosan, Westinghouse'tan aldığı lisansla bu tasarımı kullanarak kendi APR-1400 modelini geliştirmiş, Güney Kore 2008 yılında bu model için sipariş vermiştir. Güney Kore, 2005 yılında Çin'de yapılan III. Kuşak santral ihalesine bu tasarımla katılmış ama reddedilmiştir. Birleşik Arap Emirlikleri'nde kurulacak dört ünite için Aralık 2009 yılının Aralık ayında yapılan ihaleyi ise kazanmıştır. Şirket bu teknolojiyi Türkiye'ye de teklif etmeye niyetlidir.

⁹⁵ Yıllık (ya da ömür boyu) kapasite faktörü, santralin bir yıllık (ya da ömür boyu) üretiminin, santral tam kapasitesinde daimi olarak çalışıyor olsaydı üreteceği ürünün yüzdesi olarak hesaplanması yoluyla elde edilir. Kapasite faktörü, santralin güvenilirliğinin iyi bir ölçüsüdür.

Babcock & Wilcox

Babcock & Wilcox (B&W), ABD pazarına kendi tasarımı olan PWR'ler tedarik etmiştir. Ancak, B&W teknolojisini içeren Üç Mil Adası (Three Mile Island) kazası şirketin reaktör satışına olan ilgisini pratikte sona erdirmiştir. ABD dışında B&W tasarımı ile inşa edilmiş tek santral Almanya'da lisans alınarak yapılmıştır. Bu santral, 1986 yılında yapımından hemen sonra ortaya çıkan lisans sorunlarından dolayı 1988'de kapatılmıştır ve yeniden çalıştırılmayacaktır.

ROSATOM / Atomstroyexport

Rus teknolojisinin ihracı, ROSATOM şirketinin bir kuruluşu olan Atomstroyexport (ASE) aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Siemens, 2009 yılında ROSATOM ile Rus teknolojisini satmak üzere bir ortak girişim oluşturma konusunda pazarlık etmekteydi. En yeni Rus tasarımı, 1200 megavat dolayında üretim kapasitesi olan ve piyasaya 2006 yılında çıkarılan AES-2600/VVER-1200'dür. Bu tasarıma sahip iki reaktör Rusya'da iki yer (Leningrad ve Novovoronej) için sipariş edilmiştir. Firma, 2008 yılında Türkiye'de nükleer santral yapımı için düzenlenen bir ihaleyi kazanmıştır. Yalnız, ihalede teklif veren tek firma onlar olmuş; teklif edilmiş sözleşme fiyatın yüksekliği nedeniyle 2009 yılında geri çekilmişti. Finlandiya ve Hindistan için bu tasarım söz konusu olabilir.

Kaynar Su Reaktörleri (Boiling Water Reactor - BWR)

BWR'lerin esas tasarımcısı ABD, Almanya, Japonya, İsviçre, İspanya ve Meksika gibi uluslararası pazarlara çok sayıda santral sağlamış ABD şirketi General Electric'tir (GE). GE lisansı altında çalışan şirketler arasında AEG (daha sonra Siemens tarafından satın alınacaktır), Hitachi ve Toshiba vardır. Siemens'in reaktör bölümü (ki günümüzde AREVA NP'nin bir parçasıdır) Olkiluoto ihalesine BWR tasarımıyla girmiştir. Buna rağmen bu tasarımın ticari olarak piyasaya çıkması için daha epeyce yol katetmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

GE-Hitachi ve Toshiba

GE lisansı altında çalışan Japon şirketleri, Japonya'da BWR'ler satmaya devam ediyor. Bugün Japonya'da 32 adet çalışan ya da yapım halinde olan BWR var. Kendi türünde bir ilk olan birkaç santral GE'den satın alınmıştı, ancak geri kalanların satışı Hitachi ve Toshiba arasında paylaşılmıştır. Gelişmiş Kaynar Su Reaktörü (Advanced Boiling Water Reactor - ABWR), Japonya'da Hitachi ve Toshiba ile ABD'li lisans sahibi GE tarafından birlikte geliştirilmiştir. İlk iki sipariş 1992 yılı dolaylarında verilmiş, 1996-97'de inşaat tamamlanmıştır. 2009 yılı sonuna gelindiğinde, hizmette dört adet ABWR vardı, Japonya'da bir, Tayvan'da ise iki ABWR yapım aşamasındaydı. ABWR, ABD'de 1997 yılında güvenlik onayı aldı ama onayın süresi 2002 yılında doluyor. Bu tasarım şimdi GE-Hitachi ortak girişimi ile halihazırda bağımsız çalışan Toshiba tarafından piyasaya sunulmaktadır. Her iki şirket de NRC'ye, güvenlik onayının yenilenmesi amacıyla güncellenmiş bir tasarımla başvurmayı düşünmektedir. NRC'nin talep edeceği

değişikliklerin ne kadar kapsamlı olacağı ve yeniden belgelendirmenin ne kadar süreceği henüz bilinmiyor. Yeni tasarımın uçak saldırılarına karşı eski versiyonuna göre çok daha kapsamlı koruma sağlaması elbette kaçınılmaz olacaktır. ABWR'nin muhtemelen III. Kuşak tasarımı olarak sınıflandırılması gerekir, ancak NRC belgelendirmesinin yenilenmesini sağlayabilirse gözden geçirilmiş versiyonu muhtemelen III+ Kuşağı olarak tanımlanabilir. "NRG" adlı bir elektrik şirketi, ABD Nükleer Enerji 2010 Programı çerçevesinde ABWR santralleri yapmayı planlamaktadır.

Ekonomik ve Sadeleştirilmiş BWR (Economic & Simplified BWR -, ESBWR), GE tarafından geliştirilmiş 1500 megawattlık bir tasarımdır. GE-Hitachi ortak girişimi Ekim 2005 yılının Ekim ayında NRC'ye ESBWR tasarımının belgelendirilmesi için başvurdu. ESBWR kısmen GE'nin Sadeleştirilmiş Kaynar Su Reaktörü (Simplified Boiling Water Reactor - SBWR) tasarımı ile ABWR'den hareketle geliştirilmiştir. SBWR düzenleme mercilerinden onay alma işlemlerine 1990'lı yıllarda başlamış ama başvuru prosedür tamamlanmadan geri çekilmiştir. Bu tasarım herhangi bir sipariş de almamıştır. Her ne kadar NRC incelemesini 2011 yılı öncesinde tamamlamayı öngörmemekte ise de bir dizi ABD elektrik şirketi Nükleer Enerji 2010 Programı çerçevesinde tercihini ESBWR yönünde yapmıştır. ESBWR için İngiltere'nin GDA inceleme programına 2007 yılında başvuru yapılmış, 2008'de ise geri çekilmiştir. ABD'nin altı elektrik şirketi Nükleer Enerji 2010 Programı çerçevesinde ESBWR tipi reaktörler yaptırmayı planlamaktaydı ama bunlardan biri ABWR tasarımına geçmeyi tercih etmiştir, bir diğeri ise projeden vazgeçmiş gibi görünmektedir. Geri kalan dört projenin yapılabilirliği konusunda da kuşklar mevcuttur. ABD dışında ESBWR'ye ilgi pek az olduğundan bu tasarımdan vazgeçilmesi ihtimali mevcuttur.

Öteki BWR'ler

Asea Atom (İsveç) kendi BWR tasarımını üretmiştir. Bunlardan dokuzu İsveç'te, ikisi ise Finlandiya'da inşa edilmiştir. Asea Atom, Brown Boveri ile birleşerek ABB kurmuştu. Bu şirket ise 1999 yılında BNFL tarafından satın alınıp 2006'da Westinghouse'ın nükleer bölümünün bir parçası olarak Toshiba'ya satılmıştır. Westinghouse'ın Asea'nın BWR tasarımından hareketle geliştirdiği 1500 megawattlık bir tasarım olan BWR-90+ üzerinde bir miktar durulmuştur, ancak geliştirme çalışmaları henüz ileri bir evrede değildir.

CANDU

Ağır su reaktörlerinin ana tedarikçisi Atomic Energy of Canada Limited (AECL) adlı bir Kanada şirkettir. AECL, Kanada'daki elektrik şirketlerine 20'den fazla santral sağladığı gibi Arjantin, Romanya, Güney Kore ve Çin'e de ihracat yapmıştır. Şirket Hindistan'a da santraller satmıştır ama nükleer yayılmaya ilişkin sorunlar dolayısıyla Hintlilerle 1975 yılından bu yana hiç teması olmamıştır. Hindistan ise bu 40 yıllık mazisi olan tasarıma uygun santraller yapmaya devam etmektedir. Arjantin, biri CANDU, ikisi ise bir Alman tasarımı olan üç ağır su santrali inşa

etmiştir. (Alman tasarımı olan iki santraldan biri tamamlanmamıştır ve bugün herhangi bir çalışma da yürütülmemektedir.)

AECL açısından geleceğin tasarımı Gelişmiş CANDU Reaktörü (Advanced CANDU Reactor - ACR) olacaktır. Bunun, biri 750 megavat (ACR-700), öteki ise 1100-1200 megavat olmak üzere iki ayrı kapasitede üretilmesi bekleniyor. Ağır suyu soğutucu ve moderatör olarak kullanan daha önceki CANDU'lardan farklı olarak, bunlar soğutucu olarak hafif su, moderatör olaraksa ağır su kullanacaktır. ACR-700, ABD elektrik şirketi Dominion'ın sponsorluğu altında NCR tarafından incelenmekteydi, ancak şirket 2005 yılının Ocak ayında desteğini çekti. Dominion ardından da ABD'de CANDU teknolojisi konusunda deneyim eksikliği olduğu için NRC'nin inceleme bakımından gerekli olacağını belirttiği en az beş yıllık süreyi öne sürerek, GE'nin ESBWR'sine geçti. ACR-700'den ACR-1000 lehine vazgeçildiği anlaşılıyor. Bu kapasitede bir reaktör için açılacak herhangi bir ihaleye muhtemelen 30 yıllık CANDU - 6 tasarımının güncelleştirilmiş bir versiyonu sunulacaktır. ACR-1000 Ontario'da bir ihaleye girmiş ama fiyat aşırı derecede yüksek bulunmuştur. Ayrıca, 2007 yılında İngiltere'nin GDA sürecine başvurmuş, ancak kısa süre sonra geri çekilmiştir. Günümüzde CANDU teknolojisinin yapımcısı, bir devlet şirketi olan Atomic Energy of Canada Limited'in (AECL) özelleştirilmesi önerilmektedir. CANDU teknolojisinin yeni siparişler açısından geleceği kuşkuludur.

Yüksek Sıcaklıklı Gaz Soğutmalı Reaktörler (HTGR'lar)

Günümüzde geliştirilmekte olan Yüksek Sıcaklıklı Gaz Soğutmalı Reaktörler'in (High Temperature Gas-cooled Reactor – HTGR) III. Kuşak mı, IV. Kuşak olarak mı sınıflandırılması gerektiği pek açık değildir. Çakıl Yataklı Modüler Reaktör (Pebble Bed Modular Reactor - PBMR), Siemens ve ABB'nin Almanya için geliştirdiği tasarımları baz almıştır, ancak bir deneme santralında yaşanan deneyimlerden sonra bundan vazgeçilmiştir. Şimdi Güney Afrika'daki kuruluşlarca geliştirilmektedir. Reaktör yapım sektöründeki onlarca satın alma ve birleşmeden sonra bu teknolojinin lisans sağlayıcılarının günümüzde AREVA (Siemens adına) ve Westinghouse (ABB adına) olduğu anlamına gelmektedir. Teknoloji, Güney Afrika'nın kamu elektrik şirketi olan ESKOM'un bir iştiraki olan PBMR Co. tarafından geliştirilmektedir. Bu geliştirme faaliyetinin finansmanı için ESKOM, BNFL, ABD elektrik şirketi Exelon ve Güney Afrika'nın devlet kuruluşu Sınai Kalkınma Kurumu (Industrial Development Corporation) ile anlaşma yapmıştır. Bu yatırım, söz konusu şirketler açısından reaktörleri satacak yeni bir şirkette ortaklık hakkı doğuracaktır. Proje ilk kez 1998 yılında duyurulduğunda, ilk ticari siparişlerin 2003'te verileceği bekleniyordu. Ne var ki, tasarımın tamamlanmasında beklenenden daha büyük sorunlarla karşılaşıldı. Exelon 2002 yılında çekildi, öteki şirketler ise anlaşma gereği ödemeleri gerekenden daha az yatırım yaptı. Bu, 2004 yılına kadar ESKOM'un, o tarihten sonra da doğrudan Güney Afrika hükümetinin maliyetlerin büyük çoğunluğunu kendi başına üstlenmesine yol açtı. BNFL opsiyonu Westinghouse'a geçmiş, Industrial Development

Corporation çekilmiş ve yeni hiçbir yatırımcı bulunamamıştır. Proje çarpıcı bir gecikmeyle karşı karşıyadır. Öyle ki, 2009 yılına gelindiğinde, ilk ticari siparişlerin 2025'ten önce verilmeyeceği düşünülmekteydi. Alman hükümetinin, 2008 yılında çakıl yatağı teknolojisini ilk geliştiren nükleer araştırma kuruluşu olan Jülich Araştırma Merkezi, bu tasarımın prototipi olan bir santralin yeniden değerlendirilmesi sonucunda tasarımın güvenliği konusunda kuşkuları olduğunu ifade ediyordu⁹⁶. Güney Afrika hükümeti, 2009 yılının Mart ayında yalnızca bir yıl daha finansman sağlayacağını ilan etti. PBMR Co. geliştirmekte olduğu tasarımı fiilen bırakmaya karar verdi. Şimdi, tuzdan arındırma, kömürün gazlaştırılması ve sıvılaştırma gibi, proses ısı piyasasını hedefleyen bazı ileri özellikleri olmaksızın çok daha küçük bir tasarım geliştirebilirler. PBMR programının Güney Afrika hükümetinin finansman desteği kesildikten sonra uzun süre ayakta kalması zor görünmektedir.

Bazı Çin kuruluşları da aynı teknolojik köklere dayanan benzer bir teknoloji geliştirmektedir. Çalışmalar konusunda bu ülkede iyimser bir takım beyanlarda bulunmuş olsa da Çin hükümeti PWR, belki de BWR'lerin geliştirilmesini destekler gibi görünmektedir.

96 R. Moormann, "A Safety Re-evaluation of the AVR Pebble Bed Reactor Operation and Its Consequences for Future HTR Concepts," Forschungszentrum Jülich, 2008, <http://juwel.fz-juelich.de:8080/dspace/handle/2128/3136>.

EK 2

İSKONTO, SERMAYE MALİYETİ VE GEREKLİ KAZANÇ ORANI

Nükleer enerji ekonomisi pek de kolay bir alan olmayarak, nükleer santralin ömrünün değişik aşamalarında gerçekleşen gelir akımları ile harcamaların nasıl ele alınacağı ve hangi ortak temel üzerinde karşılaştırılacağıyla ilgilidir. İngiltere’de yapılan planlara bakılırsa, bir reaktör için sipariş verilmesinden reaktörün sökümüne kadar geçen süre 200 yılı aşabilir.

Geleneksel olarak farklı zamanlarda gerçekleşen gelir akımları ve harcamalar iskonto edilmiş nakit akışı yöntemleri kullanılarak karşılaştırılır. Bu yöntemlerin temelinde sezgisel olarak akla yakın görünen şu önerme vardır: Bugün gerçekleşen gelir veya harcama, gelecekte gerçekleşecek gelir ve harcamadan daha ağırlıklı olarak değerlendirilmelidir. Örneğin, bugün ödenmesi gereken bir borç bize borcun tamamı ölçüsünde malolur; ama söz gelişi 10 yıl sonra ödenmesi gereken bir borç daha küçük bir miktar paranın yatırılması ve gereken ilave miktarın elde edilen faiz tarafından kapatılması yoluyla ödenebilir. İskonto edilmiş nakit akışı analizinde, zamana yayılmış bütün gelirler ve harcamalar “iskonto” yoluyla ortak bir temele indirgenmiş olur. Şayet 100 dolarlık bir gelir bir yıl içinde elimize geçecekse ve “iskonto oranı” yüzde 5 ise, o gelirin “şimdiki net değeri” 95,23 dolardır: Bu miktar bir yılda 4,77 dolar kazanacağı için 100 dolar edecektir. İskonto oranı genellikle paranın “fırsat maliyeti” olarak görülür, başka bir deyişle, şayet bu miktar para alternatif bir kullanıma yatırılmış olsaydı kazanılmış olacak (enflasyondan arındırılmış) gelirin getiri oranı olarak tanımlanır.

Her ne kadar bu, on yıl ya da benzeri bir süre için, görece düşük iskonto oranlarında akla yakın bir usul gibi görünse de uzun vadeler söz konusu olduğunda, yüksek iskonto oranlarıyla iskonto yöntemini uygulamak çok keskin sonuçlar doğurabilir ve yapılmakta olan varsayımların üzerinde uzun uzun düşünmek gerekir. Örneğin, şayet iskonto oranı yüzde 15 ise, 10 yıl sonra üstlenilecek 100 dolarlık bir maliyetin şimdiki net değeri yalnızca 12,28 dolar olacaktır. 100 yıl sonra üstlenilecek bir maliyetin şimdiki net değeri, iskonto oranı yalnızca yüzde 3 bile olsa, 5,20 dolar olacaktır. Yüzde 15’lik bir iskonto oranında, 15 yıldan daha uzun bir gelecekte gerçekleşecek fayda ya da maliyetler normal bir ekonomik analizde ihmal edilebilir bir değere sahip olacaktır (bkz Tablo 12).

Tablo 12. İskontonun etkisi: Şimdiki net değerler

İskonto süresi (yıl)	% 3	% 15
5	0,86	0,5
10	0,74	0,25
15	0,64	0,12
20	0,55	0,06
30	0,41	0,02
50	0,23	0,00092
100	0,052	-
150	0,012	-

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır

Bunları, sermayenin maliyetinin çok yüksek olacağı rekabetçi bir piyasada iş yapan nükleer santrallara uygulayacak olursak, diyelim 10 yıl sonra gerçekleşecek maliyet ve getirilerin bir nükleer santralin ekonomisi bakımından değerlendirilmesinde pek az ağırlık taşıyacağı ortaya çıkar. Öyleyse, bir santralin ömrünün 30 yıldan 60 yıla çıkmasının pek az getirisi olacağı gibi, diyelim 15 yıldan sonra girişilecek onarım maliyeti de aynı şekilde pek az etki yapacaktır.

Santralların sökümü (bu konuda İngiltere’de yapılan planlara göre, sökümün en pahalı aşaması santralin kapanmasından 135 yıl sonrasına kadar başlamayacaktır) açısından bunun anlamı, çok yüksek söküm maliyetlerinin pek az etki yapacağıdır. Bu, ilgili fonların çok düşük getiri oranına (mesela yüzde 3) sahip çok güvenli bir yere yatırılmasına tekabül eden çok düşük bir iskonto oranı durumunda bile geçerlidir. Bir Magnox santralının sökümü için 1 milyar 800 milyon dolar harcanması gerektiğini ve son aşamasının (iskontoya tâbi tutulmamış) toplamın yüzde 65’ine karşılık geldiğini (1,17 milyar dolar) varsayarsak, santralin kapanması sırasında yatırılan 28 milyon dolarlık bir yekûn, sökümün son aşamasının masraflarını ödemek için yeterli oranda büyümüş olacaktır.

İskonto edilmiş nakit akışı yöntemlerinin dile getirilmemiş varsayımı belirlenmiş getiri oranının bütün dönem boyunca sağlanabileceğidir. Genellikle en güvenli yatırım biçimi olarak görülen hükümet tahvillerinin bile ancak 30 yıl sonrası için geçerli olduğu düşünülürse ve insanlık tarihinde 100 yıl boyunca aralıksız ekonomik büyümenin örneğine rastlanmadığı hatırlanırsa, bu varsayımın savunulabilmesi güçtür.

Öyleyse, nükleer enerji sözkonusu olduğunda, görünürde bir paradoks mevcuttur: Yatırım aşamasında, yatırımın kârlı olup olmayacağını belirlemek için muhtemelen çok yüksek bir iskonto oranı (veya talep edilen kazanç oranı) uygulanacaktır; söküm fonları içinse bunların ne ölçüde artabileceğini belirlemek için çok düşük bir iskonto oranı uygulanacaktır.

Bu paradoksu çözüme ulaştıracak kilit unsur risktir. Nükleer santral yatırımı, yapım maliyetlerini kontrol etmenin güçlüğünden, performansın değişkenliğinden, dış olayların etkisinin işletme üzerinde yarattığı riskten ve birçok sürecin (örneğin yüksek düzeyli atıkların doğadan yalıtımı ve sökülmesi) henüz kendini kanıtlanmamış olmasından dolayı, daima riskli bir iş olmuştur. Rekabetçi bir ortamda maliyet yapısının katılığı, dolayısıyla ilave bazı riskler mevcuttur. Maliyetlerin çoğu, santral işletilse de işletilmese de üstlenilecektir. Böylece, nükleer santraller toptan elektrik fiyatları yüksekken iyi para kazanırken (British Energy'nin 1996-1999 yıllarındaki durumu buydu), toptan elektrik fiyatları düşükken kötü durumda olacaktır (2000-2002). Bir santralin 10 yıl boyunca yüksek kâr elde etmiş olması, onu kötü yıllarda iflastan korumaz. Dolayısıyla, finansörler nükleer enerjiye yatırımı aşırı derecede riskli bir girişim olarak görecektir ve ödünç verilen paranın kolayca yitirilebileceği gerçeğini yansıtan çok yüksek bir faiz oranı uygulayacaktır.

EK 3

SÖKÜM

Nükleer santrallerin sökümü, mevcut reaktörlerin ömürlerinin sonuna yaklaşması, söküm maliyetleri konusundaki tahminlerin sürekli yükselmesi ve bu iş için kullanılacak fonları sağlayacağı düşünülen programların zaaflarının belirginleşmesiyle birlikte kamuoyundan azımsanmayacak bir ilgi gördü.

Geleneksel olarak söküm işlemi, üç farklı evreye ayrılır. Birinci evrede yakıt boşaltılır ve reaktör güvenceye alınır. Yakıtın boşaltılma süresi reaktör tipine göre değişir. Kapalı durumda yakıt yüklemesi yapan santrallarda bu süre çok daha kısadır (ör. PWR'ler ve BWR'ler). Bu reaktörler, yakıtın üçte birinin her yıl faaliyetlerin birkaç hafta boyunca durdurulması esnasında değiştirilmesini hedefler biçimde tasarlanmıştır. Çalışır durumda yakıt yüklemesi yapan reaktörlerde (AGR'ler ve CANDU'lar) süre çok daha uzundur, çünkü yakıt yüklemesini yapan makine reaktör çalışırken yakıtı sürekli olarak küçük oranlarda değiştirmek üzere tasarlanmıştır. Bu, yavaş hareket eden hassas ölçüm makineleri gerektirir ve dolayısıyla bütün kalbi boşaltmak birkaç yıl sürebilir. Bu evre tamamlanana kadar santralda hemen hemen faaliyetin devam ettiği dönemde olduğu kadar çok sayıda personel çalışıyor olmalıdır. Bu yüzden birinci evreyi mümkün olduğunca hızlı biçimde tamamlamayı amaçlayan bir iktisadi mantık işlemektedir. Birinci evre daima güvenle tutarlı olabileceği kadar hızlı tamamlanır. Teknolojik bakımdan ele alındığında birinci evre basittir: Santralin çalıştığı dönemde zaten yapılmakta olan işler büyük ölçüde devam eder. Kullanılmış yakıtın gerektirdiği faaliyetlerin, birinci evrenin maliyetine dahil edilmediğini burada belirtmekte yarar var.

İkinci evrede radyoaktif kirlenmeye maruz kalmamış ya da hafif kirlenmiş bölümler, geriye esas olarak reaktörün kalacağı biçimde imha edilir ve sökülür. Bu da özel bir uzmanlık gerektirmeyecek oldukça rutin bir iştir. Ekonomik açıdan bunu mümkün olduğunca geciktirmeyi teşvik edecek bir mantık mevcuttur. Mesele, tüketicilerden bunun bedelini ödemek üzere toplanacak miktarların asgaride tutulmasıdır. Süre ne kadar uzatılırsa, söküm fonunda o kadar çok faiz birikecektir. Sınır, binaların sağlamlığının artık garanti edilemediği, bunların çökmesi ve böylece radyoaktif malzemenin yayılma riskinin ortaya çıktığı aşamadır. İngiltere'de ikinci evrenin santralin kapanmasından 40 yıl sonrasına kadar uzatılabileceği planlanmaktadır.

Üçüncü evre reaktörün kalbinin kaldırılmasıdır ve ötekilerle karşılaştırılamayacak kadar pahalı, uzaktan kontrolle yönetilen robotların malzemeyi kaldırması ile gerçekleştirileceği için teknoloji bakımdan da son derecede zorlu bir işlemdir.

İkinci evrede olduğu gibi burada da iktisadi mantık işin güvenlik ortadan kalkana kadar ertelenmesini teşvik eder. İngiltere’de bu sürenin 135 yıl olması beklenmektedir.

Üçüncü evrenin sonunda ideal olan toprağın sınırsız kullanıma açılmasıdır, başka bir deyişle, radyoaktivitenin düzeyi kirlenmemiş topraktan daha yüksek olmamalıdır. Gerçekte bu her zaman mümkün olmayacaktır. İskoçya’da, bir deneme hızlı reaktörünün çalıştırıldığı Dounreay sahasında olduğu gibi bazı “kirli” bölgelerde toprağın kullanımının, yüksek radyoaktif kirlenme dolayısıyla süresiz yasaklanması beklenmektedir.

Ticari ölçekli santralların bütün ömrü boyunca işletilmiş olanları arasında çok az sayıda santral bütünüyle sökülüştür. Bu yüzden de söküm maliyeti gerçek anlamıyla bilinmemektedir. Gerekli işlemlerin küçük ölçekte başarıyla kanıtlanmış olduğu söylenmektedir. Ancak, bunlar daha büyük ölçekteki bir santrala uygulanana kadar sürecin kendini kanıtlamış olduğu söylenemez. Küçük ölçekte işe yaramış birçok süreç, ticari ölçek büyüdüğünde sorunlarla karşılaşmıştır.

Söküm faaliyetinin maliyetinin önemli bir bölümü, ortaya çıkan radyoaktif atığın doğadan yalıtılmasından kaynaklanır. Modern tesislerde atıkların doğadan yalıtımının maliyeti de özellikle orta düzeyde ve uzun ömürlü düşük düzeyde atık sözkonusu olduğunda, gerçek anlamıyla belirlenmiş değildir, çünkü bu atığın yerleştirileceği tesislerin inşası konusunda deneyim eksikliği vardır.

Bu belirsizlik, nükleer santralların söküm maliyetleri konusundaki tahminlerin formüle edilmiş tarzına da yansır. Tipik yaklaşım, bunların yapım maliyetlerinin bir yüzdesi (mesela yüzde 25) olarak verilmesidir. Söküm maliyetinin yapım maliyetiyle ancak sınırlı bir ilişkisi olabileceği düşünülürse bu, söküm maliyetleri konusunda bilinenlerin ne kadar az olduğunu gösterir.

Sökümün iskonto edilmemiş maliyetinin tipik bir dökümü, birinci evre için altıda bir, ikinci evre için üçte bir, üçüncü evre için ise maliyetin yarısı olurdu. British Energy, santrallarının sökümünün karşılanması amacıyla “dokunulmaz” bir fon işletmekle yükümlü tutulmuştu (yalnızca birinci evrenin nakit akışından karşılanması öngörülmüştü). Magnox santralları 2005 yılının Nisan ayında Nükleer Söküm Otoritesi’ne devredilene kadar bunların sahibi olan BNFL, bir kamu iktisadi teşebbüsüdür, hazinenin politikası da kamu iktisadi teşebbüslerinin “dokunulmaz” fon tutmasına izin vermemektir. British Energy, ilk 80 yıl için yüzde 3’lük, daha sonrası içinse sıfır iskonto oranını temel almışken, BNFL sonsuza kadar yüzde 2,5’lik bir iskonto oranı varsaymıştır. 2003-2004 yıllarında British Energy iskonto oranının yüzde 3,5’e yükseltmiştir.

Toplam söküm maliyetinin 1 milyar 800 milyon dolar olduğunu varsayarsak, birinci evrenin santralin kapanmasının hemen ardından, ikinci evrenin bundan 40 yıl sonra, üçüncü evrenin ise 135 yıl sonra uygulandığı ve maliyetin evrelere yukarıda belirtildiği oranlarda bölündüğü varsayımları altında, iskonto edilmemiş ve iskonto edilmiş maliyetler Tablo 13’te görüldüğü gibi olacaktır.

Tablo 13. Örnek söküm maliyetleri (milyon sterlin)

	İskonto edilmemiş	British Energy (%3)	British Energy (%3.5)	BNFL (%2.5)
Birinci evre	300	300	300	300
İkinci evre	600	184	151	223
Üçüncü evre	900	113	76	41
Toplam	1,800	597	527	574

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır

İngiltere'nin gaz soğutmalı reaktörlerinin sökümünün, yüksek miktarda atık üretilmesine yol açan fiziksel cüsseleri dolayısıyla çok pahalı olacağı öngörülmektedir. PWR'ler ve BWR'ler çok daha derli topludur; bunların maliyetinin diğerlerinin yalnızca üçte biri olacağı öngörülmektedir. Örneğin, Sizewell B için maliyetin yaklaşık 540 milyon dolar olacağı öngörülebilir.

"Kırleten bedelini öder" ilkesi gereğince, elektriği tüketenlerin söküm maliyetini karşılaması için çeşitli araçlar kullanılmaktadır. Bütün bu yöntemlerde şayet söküm maliyeti eksik hesaplanırsa fonlarda bir eksik doğacak ve aradaki fark gelecekteki vergi mükellefleri tarafından karşılanacaktır. İngiltere'de Magnox santrallerinin sökülmesinin maliyet tahmini, zorlu aşamalara daha hiç girilmediği bile, son 20 yıl içinde dört katına çıkmıştır.

Gerekli fonları biriktirmenin en az güvenilir yolu, şirketin söküm için muhasebe ihtiyatları (karşılıkları) ayırdığı fonlanmamış muhasebe yöntemidir. İhtiyatlar tüketicilerden toplanmakta ama hiçbir biçimde şirketin öteki gelirlerinden ayrıştırılmamaktadır. Şirket bu fonları uygun gördüğü şekilde kullanmakta serbesttir. Bu ihtiyatlar şirketin varlıklarının bir oranı olarak mevcuttur. Para özel bir kasaya girmez ya da söküm amacıyla özel olarak tahsis edilmiş belirli varlıklar yoktur. Bu yöntem ancak şirketin söküm işleri tamamlanana kadar varlığını sürdüreceği ve biriktirdiği varlıklar baz alınan getiri oranını elde edebildiği varsayılabilirse güvenilir hale gelebilir. Bu yöntemin zayıflığı, İngiltere ve Galler'de, 1990 yılındaki özelleştirmelere kadar enerji santrallerinin sahibi olan şirket Central Electricity Generating Board özelleştirildiğinde ortaya çıktı. Tüketicilerden yaklaşık 1 milyar 700 milyon sterlin muhasebe ihtiyatları tahsil edilmişti ama şirket varlık değerinin yalnızca üçte birine satıldığı için ihtiyatların üçte ikisi fiilen yitirilmiş oldu. Hükümet nükleer santrallerin intikal ettiği şirkete satış gelirinden hiçbir şey aktarmadığı için ihtiyatların geri kalanını yitirmiş oldu.

Daha güvenilir bir yöntem olarak dokunulmaz fon yöntemi akla gelebilir. Bu yöntemde tüketiciler, santralin ömrü boyunca belirli bir karşılık ayırır. Bunlar santral sahibinin hiçbir şekilde erişemeyeceği, bağımsız olarak yönetilen bir fona aktarılır. Paranın yitirilmesi riskini asgariye indirmek için fonlar yalnızca çok emniyetli yatırımlara yönlendirilir. Bu tür yatırımlar yüzde 3'ten fazla faiz getirmez. Söküm gündeme geldiğinde, santralin sahibi şirket bu dokunulmaz

fondan yararlanabilir. Burada da İngiltere deneyiminin gösterdiği gibi riskler mevcuttur. British Energy'nin dokunulmaz fonu, iskonto oranları ele alındığında ötekilerle karşılaştırılmayacak derecede pahalı olan birinci evreyi karşılamadı; şirketin kendisi ise santralların çalışma süresini doldurmasından çok önce çökmüştü. Şirketin hükümet tarafından kurtarılması gerekti. Söküm yükünün büyük bölümü geleceğin vergi mükellefleri tarafından üstlenilecek. Söküm gerçekleştirildiğinde gerekli parayı vergi mükellefleri sağlayacak.

Belki de ihtiyatların yetersiz olmasına karşı en düşük risk içeren yaklaşım, santralin hizmete girdiği aşamada kurulacak bir dokunulmaz fon olurdu. Burada santralin tasarım ömrü tamamlandıktan sonra söküm için yeterli para olurdu. 30 yıllık bir santral ömrü ve yüzde 3'lük bir iskonto oranı varsayacak olursak, gerekli miktar iskonto edilmemiş miktarın yaklaşık yüzde 40'ı kadar olacaktır. Öyleyse, iskonto edilmemiş söküm maliyeti yapım maliyetinin yüzde 25'i kadar ise fona konması gereken miktar yapım maliyetinin yaklaşık yüzde 10'u olacaktır. Bu plan bile santral erken emekliye ayrılmak zorunda kalırsa veya söküm maliyeti eksik hesaplanmışsa ya da fon öngörülen getiri oranını elde edemezse yetersiz kalacaktır.

Toparlayacak olursak, nükleer santralların sökümü için gerekli miktar muhtemelen yüksek olacaktır. Ama en düşük riski içeren yöntemler çerçevesinde bile söküm maliyetini karşılamak için fonlar yetersiz olabilir. Maliyetler isabetli biçimde hesaplanırsa toplam maliyetler üzerindeki etki, iskontonun etkisi dolayısıyla, sınırlı olacaktır.

EK 4

ABD'DEKİ PROJELERİN DURUMU

Southern Company

Vogtle Projesi, Nükleer Enerji 2010 Programı çerçevesindeki projeler arasında en ileri aşamada olanı gibi görünüyor. Georgia eyaletindeki, iki AP1000'den oluşan Vogtle Projesi, Aralık 2009 yılının Aralık ayında ABD hükümetinin sunduğu ilk kredi garantilerini alma yarışında önde gidiyordu. İronik bir biçimde Vogtle'da 1980'li yıllarda tamamlanmış olan iki eski ünite, zamanında maliyet artışının en kötü örnekleri arasında yer almıştı. Başta dört reaktör için harcanacak para 660 milyon dolar olarak öngürülmüşken, en sonunda inşa edilebilen iki ünitenin maliyeti 8 milyar 870 milyon dolara çıkmıştı.

NRC, Southern Company'ye Vogtle nükleer sahasında sınırlı ölçekte (örneğin dolgu işleri, istinat duvarları ve su geçirmez bir membranın inşası) inşaata başlama izni vermiştir. NRC aynı zamanda Southern'a bu sahanın yeni reaktörlere çevre açısından uygun olduğunu ve acil durum planlarını onayladığını gösteren bir "ön yapım ruhsatı" da vermiştir. Georgia Kamu Hizmeti Komisyonu, projede yüzde 47,5 hissesi olan Georgia Power'ın 2 bin 234 megavatlık nükleer projedeki 6 milyar 400 milyon dolarlık payının finansman maliyetlerini 2011 yılından itibaren "devam etmekte olan yapım çalışması" yolu ile karşılama talebini kabul etmiştir⁹⁷. Maliyetlerin karşılanması konusundaki bu güvence sayesinde Southern Company kredi garantisi almasa bile yapıma başlayacağını açıklamıştır. Aynı zamanda kendi payına düşen beklenen maliyeti de 4 milyar 529 milyon doları finansman olarak, toplamda 9 milyar 900 milyon dolara düşürmüştür⁹⁸.

South Carolina Electricity & Gas

Vogtle Projesi gibi iki AP1000 içeren Güney Carolina eyaletindeki Summer Projesi de ABD Enerji Bakanlığı'nın kredi garantisi konusundaki kısa listesine alınmıştır. SCE&G Summer'da iletim ve finansman masrafları olmaksızın sadece iki santralin yapımının maliyetini 2008 yılının Haziran ayında 9 milyar 800 milyon

⁹⁷ *Greenwire*, "NRC Grants 'Limited Work' Approval for Proposed Ga. Reactors (NRC, önerilen Georgia reaktörleri için "sınırlı iş" izni verdi," 27 Ağustos 2009.

⁹⁸ *Platts Global Power Report*, "Georgia PSC Approves Two Nuclear Reactors by Georgia Power, and a Biomass Conversion (Georgia PSC Georgia Enerji'nin iki reaktörüyle bir biyokütle dönüşüm tesisi için onay verdi)," 19 Mart 2009.

dolar olarak hesaplamıştır⁹⁹. Ancak, 2009 yılının Ocak ayında SCE&G maliyetlerin kendisine ait yüzde 55'ine ilişkin tahminini 4 milyar 800 milyon dolardan 6 milyar 300 milyon dolara yükseltmiştir; bunun anlamı, toplam maliyetin 11,5 milyar dolar olmasıdır¹⁰⁰. Bu "her şey dahil" bir fiyat olarak tanımlanmıştır ve anlaşılabilir finansman maliyetini de kapsamaktadır.

Unistar

Unistar konsorsiyumu Constellation Energy (Baltimore Gas & Electric) ile EDF'in 2007 yılında kurduğu bir ortak girişimdir. EDF daha sonra Constellation'ın mevcut nükleer varlıklarından yüzde 49,9 oranında bir hisse satın almıştır. Unistar'ın üç projesi vardır: Her biri tek üniteli olan Maryland eyaletindeki Calvert Cliffs, New York eyaletindeki Nine Mile Point ve Idaho eyaletindeki Elmore... Bunların en ileri aşamada olanı, kredi garantisi kısa listesinde yer alan Calvert Cliffs Projesi'dir. Öteki iki proje, Nine Mile Point ve Elmore, kredi garantisi verilebileceği hususunda bir durum ortaya çıkana kadar aktif biçimde ilerletilmeyecektir. Unistar, 2009 yılının Aralık ayında Nine Mile Point için yapmış olduğu birleşik yapım ve işletme ruhsatı için başvurusunu NRC'den askıya almasını istemiştir¹⁰¹. Elmore Projesi, Nine Mile'dan daha az gelişmiş bir durumdadır. UniStar'ın başkanı, 2009 yılının Nisan ayında Constellation'ın Calvert Cliffs'in maliyetini kamuya açıklamamış olduğunu ve rakamların gizli olduğunu açıklamıştır¹⁰².

NRG

Güney Teksas'taki bu proje Toshiba tarafından yapılacak iki ABWR içeriyor. Toshiba, aslında aynı tasarımı sunan GE-Hitachi'nin yerini, 2008 yılının Mart ayında aldı. Bu, ABWR tasarımına referans teşkil eden tek proje ama ESBWR'ye referans teşkil eden bazı projeler ABWR'ye çevrilebilir. ABD Enerji Bakanlığı, bu projeyi de kredi garantisi için kısa listeye almıştır. Bu proje, 2009 yılı sonunda kamuoyunda epeyce tartışıldı. Güney Teksas'taki projenin yüzde 50 hissesi, yüzde 88'ine NRG'nin, yüzde 12'sine ise Toshiba'nın sahip olduğu bir ortak girişim olan Nuclear Innovation North America (NINA)'nın. Hisselerin geri kalan yüzde 50'si ise, San Antonio Belediye Meclisi'nin sahibi olduğu CPS'ye ait. Ne var ki, CPS 2009 yılının Ekim ayında hisselerini yüzde 20 ila 25 arasına azaltma isteğini dile getirdi¹⁰³. Aralık ayına gelindiğinde ise projeden tamamıyla ayrılma

⁹⁹ *Nuclear Engineering International*, "Power Market Developments – The American Way (Enerji pazarı gelişmeleri – Amerikan yolu)," Haziran 2008.

¹⁰⁰ *SNL Power Week* (Canada), "SCE&G Discloses New Costs for Summer Nuke Expansion," 5 Ocak 2009.

¹⁰¹ *Nucleonics Week*, "UniStar Puts Further Hold on Nine Mile Point-3," 10 Aralık 2009.

¹⁰² *Daily Record* (Baltimore), "Constellation Energy CEO: French Firm Won't Influence Baltimore Gas & Electric Co.," 28 Nisan 2009.

¹⁰³ *Nucleonics Week*, "NRG 'Perplexed' as CPS Explores Exiting Plan for New Texas Reactors," 10 Aralık 2009.

olasılığını araştırıyordu. Bu, yapımı üstlenen Toshiba'nın genişleme projesi için maliyet tahmininin, CPS yetkililerinin belediye meclisi üyelerine vermiş olduğu 13 milyar dolardan 4 milyar dolar daha yüksek olduğunun anlaşılmasından sonra gerçekleşti. CPS, 6 Aralık'ta mahkemeye başvurarak anlaşmadan çekilmesi haklarının ne olduğunu öğrenmek istedi. Tartışma, 23 Aralık'ta NINA'nın, CPS'in sözleşmeyi ihlal ettiği ve yatırmış olduğu yüz milyonlarca doları geri alamayacağı iddiasıyla bir dava açmasıyla tırmandı. CPS sadece birkaç saat sonra bir karşı iddiayı mahkemeye sundu: NRG ve Toshiba'nın CPS'i projeye "sahte, şöhrete hanel veren, yasadışı davranışlar" yoluyla cezbedtiğini, sonra da CPS'i projeden atmaya çalıştığını öne sürerek 32 milyar dolar tazminat talep ediyordu¹⁰⁴. Güney Teksas'taki iki ABWR için 2009 yılının Ekim ayında maliyet tahmininin, finansman dahil 17 milyar dolar olduğu ortaya çıkmıştı. Finansman maliyetleri hariç başka bir güncel tahmin mevcut değildir.

TXU Energy

Teksas'taki Comanche Peak Projesi APWR içeren tek öneridir. Proje önce ABD Enerji Bakanlığı'nın kredi garantisi için kısa listesine alındı, ancak sonra ilk yedeğe düşürüldü. Comanche Peak Projesi için henüz herhangi bir yapım maliyet tahmini yayımlanmamıştır.

Exelon Corporation

Exelon, 2008 yılının Kasım ayında iki reaktör yapılması düşünülen Teksas'taki Victoria sahası için ESBWR'den fiilen vazgeçti; alternatif tasarımları incelemekte olduğu yönünde haberler basında yer aldı¹⁰⁵. Exelon, 2009 yılının haziran ayında Victoria Projesi'ni 20 yıla varacak bir süre için ertelemekte olduğunu açıkladı. "Ön yapım ruhsatı" sürecini ise sürdürmektedir¹⁰⁶.

Dominion

North Anna, açıklanan ilk projeydi ve başlangıçta Kanadalıların ACR-700'ünü kullanacağı öngörülüyordu. Ne var ki, 2005 yılında Dominion ACR-700'den ESBWR lehine vazgeçtiğini açıklayacaktı. 2009 yılının Ocak ayında ise Dominion bu seferde GE-Hitachi ile santralin kurulmasına ilişkin koşullarda anlaşamadığını açıklıyordu. Şirket daha sonra, North Anna-3 için "ruhsat alabilecek ve şirket açısından kabul edilebilir koşullarda kurulabilecek" bir reaktörün tedarikinin

¹⁰⁴ *San Antonio Express*, "Mayor Calls for Meeting of Reactor Partners (Belediye başkanı reaktör ortaklarını toplantıya çağırır)," 5 Ocak 2010.

¹⁰⁵ *Nucleonics Week*, "Exelon Drops ESBWR, Looks at Other Reactor Designs for Its Texas Project (Exelon ESBWR'den vazgeçip, Teksas Projesi için diğer tasarımcılara gidiyor)," 27 Kasım 2008.

¹⁰⁶ *Greenwire*, "Exelon Suspends Plans for Texas Plant (Exelon Teksas'daki santral planını askıya aldı)," 1 Temmuz 2009.

mümkün olup olmadığını anlamak için “yarışmaya dayanan bir süreç” başlatacağını bildirdiyordu¹⁰⁷. Şirket, tedarikçi konusunda kararını 2010 yılının ilk çeyreğinin sonuna kadar vermeyi öngörmektedir.

Entergy

Entergy, 2009 yılının Şubat ayında Teksas'taki Grand Gulf ve Louisiana'daki River Bend için yapmış olduğu ESBWR başvurularına ilişkin incelemesini fiyat yükselişinin yarattığı kaygılar dolayısıyla NRC'den askıya almasını talep etti. Entergy'nin Yönetim Kurulu Başkanı ve CEO'su James Leonard, şirketin GE Hitachi ile mühendislik, satın alma ve inşaat konularında ESBWR tasarımı konusunda yapmakta olduğu pazarlıkta, fiyatın, başlangıçtaki maliyet tahmininin çok üzerinde olan 10 milyar dolara tırmanmasından dolayı adeta “duvara çarptığını” belirtiyordu¹⁰⁸.

Duke Energy

Duke'un Güney Carolina'daki projesi iki adet AP1000 içeriyor. Duke, 2009 yılının Eylül ayında başlangıçtaki plandan üç yıl gecikmeli olarak ilk reaktörü 2021'de, ikincisini ise 2023'te işletmeye almayı öngördüğünü açıkladı¹⁰⁹. Duke Energy, 2008 yılının kasım ayında iki reaktörlü Lee Santrali'nin gecelik maliyetini 11 milyar dolar olarak tahmin ediyordu. Bu, daha önceki tahmininin iki katıydı¹¹⁰.

Progress Energy

Kuzey Carolina'daki Harris ve Florida'daki Levy projeleri ikişer adet AP1000 içeriyor. Bu reaktörlerin kurulması konusunda kesin bir taahhütte bulunan bir ilerleme sözkonusu değil. Progress'in geçici planı, Harris için planlanan iki reaktörün ilkinin ticari işletmesine 2019 yılında, ikincisine ise 2020'de başlamak. Ancak, öngörülenden daha düşük bir talep artışı dolayısıyla Progress ya Duke'un ya da Dominion'un projelerine ortak olunması tercih edilebilir. Levy'deki reaktörlerin takvimi de, 2016-2017 yıllarında tamamlanması yerine 2019-2020'de tamamlanacak biçiminde ileri alınmıştır¹¹¹. Ancak, Progress Energy'ye Levy-1 ile Levy-2 üzerinde inşaat ve ilgili çalışmalar yapması için abonelerden 207 milyon dolar tahsilat yapması konusunda yetki verilmiştir. Bunun ortalama abone

¹⁰⁷ *Nuclear News*, “Sales Talks Stall with Entergy, Dominion (Entergy ve Dominion ile satış görüşmeleri yavaşladı),” Şubat 2009.

¹⁰⁸ *Nucleonics Week*, “Entergy Revises Construction Plans, Looks again to Acquisitions (Entergy inşa planlarını değiştirip yeniden satın almalara bakıyor),” 26 Şubat 2009, s. 1.

¹⁰⁹ *Nucleonics Week*, “Duke May Push Back Startup of Lee Units (Duke, Lee Reaktörü Projesi'ne geri dönebilir),” 10 Eylül 2009.

¹¹⁰ *WNN*, “Duke Raises Cost Estimate for Lee Plant (Duke Lee Santrali için maliyet tahminlerini yükseltti),” 7 Kasım 2008.

¹¹¹ *Inside NRC*, “Potential AP1000 Buyers Unsure If NRC Design Finding Will Cause Delays (AP1000 almak isteyenler NRC'nin tasarımıyla ilgili değerlendirmeleri nedeniyle kararsız),” 26 Ekim 2009.

açısından anlamı ayda 5,86 dolarlık ek bir faturadır¹¹². Progress, 2009 yılının Şubat ayında 3 milyar dolarlık iletim ve şebekeye bağlanma maliyetinin dışında, Levy'nin yapım maliyetini 14 milyar dolar olarak tahmin ediyordu¹¹³.

Ameren UE

Ameren, Missouri eyaletindeki Callaway'de yer alacak EPR projesinden vazgeçeceğini açıklamıştır. Gerekçe şöyle ifade edilmiştir: "Halihazırdaki mevzuat bize finans ve düzenleme açısından bu projeyi tamamlamak için ihtiyacımız olan kesin güveni sağlamıyor¹¹⁴."

DTE Energy

DTE Energy'nin projesi Michigan eyaletindeki Fermi sahasında bir ESBWR reaktörü içeriyor. Maliyetin yaklaşık 10 milyar dolar olacağı açıklanmakla birlikte, bu maliyetin neleri kapsadığı açık değildir¹¹⁵.

PPL Corporation

PPL'in Pensilvanya'daki Bell Bend'de bir EPR içeren projesi, PPL ile Unistarın bir ortak girişimidir. Projenin internet sitesinde maliyetinin 13 ila 15 milyar dolar arasında olacağı belirtiliyor. Bu maliyete eskalasyon, finansman maliyeti, ilk nükleer yakıt, acil durum karşılıkları ve rezervler dahildir¹¹⁶.

Amarillo Power

Amarillo Projesi, iki adet EPR reaktörü içermektedir. Bu da Unistar'ın bir ortak girişimidir, ancak bu kez ortak Amarillo Power'dir. 2009 yılının sonuna gelindiğinde birleşik bir Yapım ve İşletme Ruhsatı başvurusu yapılmamıştı.

¹¹² *Nuclear News*, "The Florida PSC Approved Rate Recovery for New Reactors (Florida PSC, yeni reaktörler için toplanacak paranın oranını kabul etti)," Kasım 2009.

¹¹³ *Nuclear News*, "EPC Contract Signed for Two AP1000s (EPC iki AP1000 reaktörü için anlaşma imzalandı)," Şubat 2009.

¹¹⁴ Ameren, "AmerenUE Requests Sponsors to Withdraw Missouri Clean and Renewable Energy Construction Bills in General Assembly (Ameren UE destekçilerinden Genel Kurul'da Missouri Temiz ve Yenilenebilir Enerji Yapım Yasası'nı geri çekmelerini istiyor)," basın bülteni, 23 Nisan 2009, <http://ameren.mediaroom.com/index.php?s=43&item=634>.

¹¹⁵ Tina Lam, "DTE Applies for Another Nuclear Plant (DTE yeni bir nükleer santral için başvuruda bulunuyor)," *Detroit Free Press*, 19 Eylül 2008, <http://www.freep.com/apps/pbcs.dll/article?AID=/20080919/NEWS05/809190398>.

¹¹⁶ <http://www.bellbend.com/faqs.htm>.

FPL

Turkey Point Projesi, iki adet AP1000'den oluşuyor. Eyaletin elektrik enerjisiyle ilgili düzenleme organı Florida Kamu Hizmeti Komisyonu, 2009 yılının Kasım ayında FPL'e 2010 yılında bu iki reaktörün yapım maliyetini tüketicilerden tahsil etmeye başlaması için onay verdi¹¹⁷. Komisyon, FPL'in 62 milyon 700 bin dolarlık maliyetini karşılmasına onay verdi¹¹⁸. FPL, Florida Kamu Hizmeti Komisyonu'na Turkey Point için gecelik maliyetin kilovat kurulu güç başına 3 bin 108 dolar ile 4 bin 540 dolar arasında öngörüldüğünü beyan etmiştir¹¹⁹. Ne var ki, FPL Eylül 2009 yılının Eylül ayında öngörülen maliyetin, 12,1 ila 17,8 milyar dolar aralığından 15 ila 18 milyar dolar aralığına yükseldiğini açıklayacaktır. Bunun sonucunda da yapımın tamamlanma tarihinin, daha önce ilan edilmiş olan 2018 ve 2020 yılından daha ileri atılması muhtemeldir¹²⁰.

TVA

Tennessee Valley Authority (Tennessee Vadisi Otoritesi), öteki ABD elektrik şirketlerinden çok farklıdır, çünkü mülkiyeti bütünüyle federal hükümete aittir. Bunun sonucu olarak, öteki elektrik şirketleri gibi eyalet düzeyindeki yetkili mercilere tabi değildir. Ayrıca, sermayeye daha kolay erişme şansı vardır, kredi notu konusunda da herhangi bir kaygısı yoktur. Dolayısıyla da federal kredi garantisine ihtiyaç duymaz (ayrıca başvuramaz da). Bu yüzden TVA'nın nükleer sipariş yarışının yeniden başlaması çabasında en önde yer almış olması, hiç de rastlantı değildir. Bellefonte sahası için planlanan iki adet AP1000 reaktörünün (bu, Nükleer Enerji 2010 Programı çerçevesinde en erken saptanan projelerden biridir) kaderine, TVA'nın, çalışmaların 1980'li yıllarda durdurulmuş olduğu kısmen inşa edilmiş iki reaktörün tamamlanması konusundaki teklifi dolayısıyla gölge düşmüştür. TVA, 2009 yılının Aralık ayında farklı genişleme planları için bir Çevre Etki Değerlendirme Raporu yayımladı ama bu planların hiçbiri Bellefonte'de bir ikinci AP1000 reaktörü içermiyordu. Dolayısıyla, ikinci reaktör fiilen iptal edilmiş gibi görünüyor¹²¹. Şayet kısmen inşa edilmiş üniteler için yapım ruhsatları yeniden alınabilirse bunların tamamlanması, talebi karşılamanın yeni bir ünite yapımından çok daha ucuza mal olan bir yolu olabilir. TVA, iki AP1000 reaktörünün gecelik yapım maliyetini 5,6 ila 10,4 milyar dolar arasında tahmin etmiştir¹²².

¹¹⁷ *Nuclear News*, "The Florida PSC Approved Rate Recovery for New Reactors (Florida PSC, yeni reaktörler için toplanacak paranın oranını kabul etti)," Kasım 2009.

¹¹⁸ *Tenders Info*, "United States: Florida Nuclear Utilities Recover Expansion Costs (Amerika: Florida'daki nükleer enerji şirketleri genişleme maliyetini çıkardı)," 22 Ekim 2009.

¹¹⁹ *Nuclear Engineering International*, "Power Market Developments (Enerji piyasasındaki gelişmeler)".

¹²⁰ *Nucleonics Week*, "FP&L Continuing with Plans to Build Reactors, but May Change Schedule (FP ve L reaktör inşa planlarına devam ediyor ancak takvim değişebilir)".

¹²¹ *Nuclear News*, "TVA Announced the Issuance of Its Bellefonte Draft EIS (TVA Bellefonte sahası için Çevre Etki Değerlendirme Raporu taslağını açıkladı)," Aralık 2009.

¹²² *Chattanooga Times*, "Estimates Rise (Tahminler yükseliyor)".

Nükleer silahlar ve nükleer enerji- Siyam ikizleri ya da sıfır-sıfır çözümü

“Bir nükleer güç, dünyada şimdiye kadar nükleer silah kullanmış tek nükleer güç olarak bu konuda bir şeyler yapmak ABD’nin ahlaki sorumluluğudur. (...) Bu yüzden bugün, Amerika’nın nükleer silahların bulunmadığı bir dünyada barışın, güvenliğin sağlanması konusundaki kararlılığını açıkça ve içtenlikle ilan ediyorum. Saf biri değilim. Bu amaca çabuk ulaşamayacaktır; ulaşıldığını belki ben bile göremeyebilirim. Bu amaca ulaşmak sabır ve ısrarla mümkün olacak ama şimdi biz de dünyanın değişmeyeceğini söyleyenlere aldırnamalıyız. ‘Evet, yapabiliriz’ demeyi ısrarla sürdürmeliyiz. (...) Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması’nu (Nuclear Non-Proliferation Treaty –NPT), işbirliğimizin temeli olarak birlikte güçlendireceğiz. Herkesin temelde ne yapacağı belli: Nükleer silaha sahip ülkeler silahsızlanma yoluna gidecek; nükleer silah sahibi olmayan ülkeler silah sahibi olmayacak ve bütün ülkeler nükleer enerjiden barışçıl amaçlar için faydalanabilecek. (...) İklim değişikliğiyle mücadele etmek ve barış fırsatını tüm insanlara sunmak için harcayacağımız gayretler adına nükleer enerjinin gücünden faydalanmalıyız.”

ABD Başkanı Barack Obama’nın Prag’daki konuşmasından.

05 Nisan 2009

Bundan bir yıl önce ABD Başkanı Barack Obama, nükleer silahlardan arındırılmış bir dünya vizyonunu yeniden canlandırdı. Obama Prag’da yaptığı bir konuşmada, bu amaca ulaşmadaki kararlılığını ilan etti, görev süresince böyle bir dünyaya giden ilk adımları atmaya, nükleer silahsızlanma konusunda ilerleme ve nükleer silahların yayılmasını önleme konusunda iyileştirmeler yapmaya ayracağı vaadinde bulundu. Aradan bir yıl geçtikten sonra konu yine Amerikan Başkanı’nın gündemini belirliyor. 2010 yılının Nisan ayında kamuoyunu meşgul eden konuların başında şunlar yer alıyordu:

- 1 http://www.whitehouse.gov/the_press_office/Remarks-By-President-Barack-Obama-In-Prague-As-Delivered Bu makalenin taslağı 2010 yılının Nisan ayı ortasında tamamlanmıştır. İnternetteki kaynaklara ait bütün linkler en son 13.04.2010 tarihinde kontrol edilmiştir.

- ABD ile Rusya arasında stratejik nükleer silahların azaltılmasına yönelik yeni bir anlaşmanın imzalanması (Yeni START antlaşması);
- ABD Yönetiminin nükleer silahlara ilişkin gelecekteki politikası hakkında Kongre'ye vermesi gereken Nükleer Durum Raporu;
- Nükleer silahlarda kullanılabilir kalitedeki bölünebilir malzemelerin güvenliği konusunda ABD Başkanı'nın davetiyle bütün ülkelerin çağrıldığı ve Washington'da yapılacak uluslararası toplantı;
- NATO'nun elindeki ve Avrupa'daki nükleer silahların geleceğinin görüşüleceği NATO Dışişleri Bakanları toplantısı;
- ve Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması'nın (NPT) yeni gözden geçirme toplantısı...

Bunlara ek olarak İran'a nükleer programı nedeniyle BM Güvenlik Konseyi tarafından daha sıkı yaptırımlar uygulanması için çabalar da vardı.

Nükleer teknoloji hakkında kamuoyunda süren tartışmaları şu konular belirliyordu: Nükleer silahların ne olacağı, nükleer silahların sayılarının azaltılmasına devam edilmesi ve nükleer silahların yayılmasını önleme çabalarının geleceği... Bu meseleler hakkındaki tartışmalara her zaman eşlik eden bir konu da nükleer enerjinin geleceğiydi.

Üstelik bu konu gündeme tesadüfen değil, nükleer enerjinin sivil ve askeri kullanımlarının birbiriyle yakından ilişkili ya da bağlantılı olmasından dolayı geliyordu. Nükleer teknolojinin sivil kullanımından edinilen bilgi, malzeme ve teknolojiden askeri bir nükleer programda da yararlanılabilir. Geniş kapsamlı nükleer programların tamamen sivil amaçlı olduğu ilan edilse bile, hemen hemen her zaman nükleer silahların yayılmasını çağrıştırarak büyük endişelere yol açar. İran'ın nükleer programıyla ilgili olarak yıllardır süregelen tartışma da bu duruma güncel bir örnektir.

Başta elektrik enerjisi olmak üzere dünyada artan enerji talebi ve eli kulağındaki iklim değişikliği felaketiyle mücadele etmek için yeryüzündeki CO₂ salımlarını azaltma gayretleri, önümüzdeki yıllarda nükleer enerjinin sivil kullanımında pekala bir rönesansa yol açabilir. Barack Obama, Prag'daki konuşmasında nükleer enerjinin iklim değişikliğini dizginleme potansiyeline açıkça atıfta bulunmuştu. Obama o zamandan bu yana yeni nükleer santrallerin yapımını teşvik etmek için 50 milyar doları aşan miktarda devlet kredisi sağladı. Nükleer enerjiyi savunanlar, nükleerin CO₂ salımına yol açmadan büyük miktarda elektrik enerjisi üretilmesini sağladığını belirtiyor. İklim politikası açısından bu elbette bir teşvik faktörüdür ama acaba bu avantaj nükleer enerjinin kullanımının ve özellikle daha da yaygınlaşmasının getireceği riskleri dengelemeye yeterli midir? Nükleer enerjinin giderek daha fazla sayıda ülkede kullanılması, iklim politikası uğruna bile olsa getireceği nükleer silahların yayılma riskine değer mi? Yoksa artan güvenlik riskleri böyle bir politikanın getireceği öne sürülen iklimsel faydalara oranla daha mı öne çıkıyor?

Sivil nükleer yakıt çevriminin önemli unsurları, insanoğlunu nükleer teknolojiye özgü birtakım risklerle karşı karşıya bırakmaktadır. Örneğin zenginleş-

tirme teknolojisi, nükleer reaktörler için yakıt üretme amacıyla kullanılabilirdiği gibi nükleer silahların yapımında kullanılan malzemeleri üretmek için de kullanılabilir. Kullanımlardaki fark temel bir ayırmadan öte, giderek artan nitelikte bir farktır. Bazı reaktör türleri hem nükleer silahlarda kullanılabilir plütonyumun geri kazanılmasına hem de elektrik üretimine aynı anda izin vermektedir. Yeniden işleme tesislerinde, nükleer silahlarda kullanılabilir plütonyum, nükleer silahlarda kullanılmaya elverişli olmayan plütonyum ile aynı şekilde ayrıştırılır-ikincisi nükleer silah yapımı için elverişli değildir-. Konuyla ilgili nükleer teknolojiler, bunlarla ilgili yöntem bilgisi ve nükleer malzemeler yayılabilir. Nükleer uzmanlar bir ülkeden bir ülkeye seyahat veya göç edebilir. Çok çeşitli ihracat kontrollerinin, çalışanlara uygulanan güvenilirlik testlerinin ve özel bir yayılmayı önleme politikasının varlığı nükleer silahların yayılma tehlikesinin ciddiye alınması gerektiğini göstermektedir.

Aşağıdaki bölümlerde fazla teknik ayrıntıya veya belirli örneklere girilmeksizin nükleer teknolojinin sivil ve askeri kullanımının birbiriyle nasıl içiçe geçmiş olduğu gösterilecek. İki konu aslında Siyam ikizleri gibidir. Dolayısıyla, nükleer teknolojinin askeri amaçlar için kullanımının yayılma riski mevcuttur. Sonuç itibarıyla nükleer silahlardan arındırılmış bir dünya hayalinin gerçekleşmesi olasılığı ancak nükleer teknolojinin her iki tür kullanımının da reddedilmesiyle, yani sıfır-sıfır çözümüyle² sözkonusu olabilir. Çünkü nükleer teknolojinin askeri amaçlarla kullanılmadığından, ancak bu koşulda emin olunabilir, denetim ve gözlem altında tutulabilir.

1 – Nükleer silahların yayılmasını önleme çabaları – kısa bir gözden geçirme

Soğuk Savaş döneminde silahların yayılma endişeleri esas itibarıyla nükleer silahlar için gereken malzeme, teknoloji veya bilgi ile ilgilendiği varsayılan ülkeler üzerinde yoğunlaşmıştı. 1960'lı ve 1970'li yılların başlarında bu ülkeler arasında örneğin Federal Alman Cumhuriyeti, Hindistan, İsrail, Japonya, İsviçre ve İsveç yer almaktaydı. 1970'li yılların ortalarında ve 1980'lerin başlarında Arjantin, Brezilya, Mısır, Hindistan, İran, Irak, Pakistan, Güney Kore, Tayvan ve Güney Afrika, nükleer emelleri endişe kaynağı olabilecek ülkeler arasındaydı. 1990'lı yılların başından beri ise dikkatler Irak, İran, Pakistan ve Kuzey Kore'ye kaydı. Nükleer silahlara sahip olmayan ama geniş kapsamlı nükleer araştırma veya nükleer enerji programları yürüten ülkelerin neredeyse tümüne, bu programların başlangıç aşamalarında şüpheli gözlemlerle bakılmış ve nükleer niyetlerinin neler olduğu anlaşılmaya çalışılmıştır.

Yalnız Soğuk Savaş döneminin sonuna kadar nükleer silah sahibi ülkelerin sayısı şaşırtıcı derecede düşük kaldı. Bu durum esas itibarıyla Nükleer Silahların

2 “Sıfır-sıfır” çözümünde 1987 tarihli Orta Menzilli Nükleer Kuvvetler (INF) Antlaşması'na atıfta bulunmaktadır. Bu ilk nükleer silahsızlanma antlaşmasıyla NATO ve Varşova Paktı'nın elindeki iki füze kategorisi, yani orta menzilli balistik füzeler ile cruise füzeleri ortadan kaldırılmıştı. Antlaşmanın tarafları Rusya ile ABD artık karadan fırlatılan 500 ile 5 bin500 kilometre menzilli füzelere sahip olamamaktadır.

Yayılmasını Önleme (NPT) Antlaşması'na atfedilebilir. Görevi sivil nükleer tesisleri izlemeyi de kapsayan Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nın (IAEA) gösterdiği çabaların da buna katkısı olmuştur. Bunlara ek olarak teknoloji ve ihracat alanlarında çok taraflı veya bölgesel denetimler, nükleer silah sahibi olmayan ülkelerin bunları edinmekten gönüllü olarak uzak durması, nükleer güçlerin verdiği güvenlik teminatları ve - nükleer teknolojinin askeri maksatlarla kullanılma tehlikesinin ciddi boyutlara ulaştığının düşünülmesi zamanlarda - uluslararası camianın uyguladığı diplomatik baskı ve yaptırımların etkisini de belirtmek gerekir.

Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması (NPT) imzalandıktan sonra, zaten nükleer silah sahibi olan beş ülkeye (ABD, Rusya, İngiltere, Fransa ve Çin) Soğuk Savaş döneminde sadece İsrail, Hindistan ve Güney Afrika katıldı. ABD antlaşmanın müzakereleri sırasında Hindistan ve İsrail'in nükleer silah sahibi olmasını önleyemeyeceğini çok iyi anlamıştı. Nitekim bu öngörü birkaç yıl sonra doğrulandı. Irk ayrımcılığının hüküm sürdüğü Güney Afrika ise bu dönemde mevcut nükleer silahların yayılmasını önleme rejimine rağmen nükleer silah imal ederek dünyayı bir miktar şaşırtan tek ülke oldu. Soğuk Savaş bittikten sonra Pakistan ile - kendi iddialarına göre - Kuzey Kore de NPT rejiminin nükleer silah sahibi olmayan üyeleri arasından sıyrılarak nükleer silah üreten ilk ülkeler oldu.

1990'lı yılların başlarında - Soğuk Savaş döneminin bitişinin verdiği ivmeyle - kısa bir süre için nükleer silahsızlanmanın ve güçlenen silahların yayılmasını önleme çabalarının dünyayı nükleer imha tehlikesinden belki hâlâ kurtarabileceğine dair bir ümit ışığı belirdi. ABD ile Rusya "ağır nükleer" füzelerinin sayısını azaltmayı (START antlaşmaları) çok taraflı sözleşmelerle peşpeşe kabul etmenin yanı sıra Başkanlık Nükleer Girişimleri çerçevesinde, taktik nükleer silahlarda da karşılıklı olarak tek taraflı azaltmalara gitmeye razı oldu. Güney Afrika ırk ayrımcılığına dayalı rejiminin sona ermesi ile birlikte nükleer silahlarını bıraktı. Beyaz Rusya, Kazakistan ve Ukrayna - baskıyı görünce - Sovyetler Birliği'nden kendilerine kalan nükleer silahlardan vazgeçip Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması'na nükleer silah sahibi olmayan üye sıfatıyla katılmayı kabul etti. Antlaşmaya katılan iki nükleer silahı olmayan ülke daha vardı; Brezilya ve Arjantin. Bu iki ülkenin askeri nükleer emeller taşıdığından uzun süredir endişe edilmekteydi. 1995 yılında, başlangıçta yalnızca 25 yılı kapsayan Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması'nın, herhangi bir koşula bağlı olmaksızın ucu açık bir şekilde uzatılması konusunda mutabık kalılabildi.

Aradan geçen zamanda durum bir hayli değişti. Nükleer silahların yayılması, birçok devlet tarafından yine uluslararası güvenliğe yönelik en büyük tehditlerden biri olarak görülüyor. Bu durumu yaratan çeşitli faktörler var. Bir kere Soğuk Savaş döneminin sona ermesinin ardından nükleer güçler ellerindeki nükleer silah stoklarını nükleer silah sahibi olmayan birçok ülkenin ümit ettiği ve beklediği kadar hızlı bir şekilde azaltmadı. Nükleer güçler, nükleer silah stoklarını modernize etme ihtiyaçlarını daha sık dile getirir oldu ve bu şekilde nükleer silahlarını daha on yıllar boyunca elde tutmaya niyetli olduğunu son derece açık bir biçimde belli etti. Sovyetler Birliği'nin dağılması, bunun sonucunda

Rusya'nın zayıflaması, dünya kamuoyuna yeni ve ciddi endişeler getirdi. Acaba Sovyetler Birliği'nden geride kalan, yeni gelişmekte olan, krizlerle boğuşan devletler kendi topraklarındaki nükleer silahların, nükleer malzemelerin, teknolojinin ve uzmanlığın güvenliğini yeterince sağlayabilecek miydi? 1991 yılındaki Körfez Savaşı'nın ardından uluslararası denetçiler Irak'ta gizli bir nükleer silah programını ortaya çıkardı. 1998 yılında nükleer silah denemesini ilk kez başarı ile yapan Pakistan'ın da bir süredir beklenildiği üzere nükleer güçler listesine dahil edilmesi gerekti. Nihayet, uzun bir bekleyişten sonra, 2003 yılında Kuzey Kore Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması'ndan çıkan ilk ülke oldu ve akabinde nükleer silah sahibi olduğunu ilan etti.

11 Eylül saldırılarından bu yana kamuoyunun nükleer silahların yayılması riskine dair bilinci hızla artıyor. Bu terörist saldırılarının hedefi ABD nükleer silahları yayabilecek ve bu yayılmaya karışabilecek yeni, kalabalık bir grubu güvenlik politikası tehdit analizlerinin kritik noktalarına yerleştirmiş bulunuyor. Bunların arasında teröristler, organize suç şebekeleri, aşırı dinciler ve çokuluslu şirketler gibi "sınır aşırı" ve devlet dışı aktörler var. Bazı uzmanlar bu aktörlerin faaliyetlerini uzunca bir süredir takip etmekte idiye de politikacılar ile kamuoyunun bunlardan hissedilir ölçüde endişe duymaya başlaması ancak New York ve Washington'a yapılan saldırılardan sonra oldu. Ya gelecekteki bir büyük saldırıda teröristler nükleer silah, radyoaktif maddelerden veya konvansiyonel patlayıcılardan yapılmış bir kirli bomba kullanırsa?

Bu yeni hassasiyeti kaynağına kadar izlediğimizde, karşımıza genellikle Amerika Birleşik Devletleri veya başka bir yerdeki politikacılar, düşünce kuruluşları ile sanayi sektörü çıkıyor. Bu aktörler terörizm tehdidini – özellikle kitle imha silahları kullanan terörizm tehdidini– kendi ürünleri, hizmetlerinin, menfaatlerinin satın alınmasının gerekçesi ve uygun mali kaynaklara ulaşmanın da garantisi haline getirme çabalarında büyük bir başarı gösterdi. Bunlar George W. Bush'un başkanlık döneminde kendilerini desteklemeye dünden razı ve hazır bir yönetim buldu.³ Ancak şu da var ki, teröristler gibi sınır aşırı, devlet dışı aktörler nükleer malzemelere, teknolojiye ve bunlarla ilgili bilgilere erişmeye gerçekten teşebbüs edebilir. Eğer bu gruplar kirli, ilkel ya da gelişmiş nükleer patlayıcı cihazları imal etmeyi, çalmayı veya bunlara sahip olmayı gerçekten planlıyorsa bir miktar başarı elde etme olasılığı bile son derece ciddi bir sorun arz eder.

Nükleer silahların yayılması riski, uluslararası güvenlik politikaları gündeminin bir kez daha tepesine oturmuşken, sivil veya nükleer programlardan kaynaklanan riskler de daha fazla dikkat çekiyor. İran'ın halihazırdaki nükleer programına ilişkin tartışmalar buna iyi bir örnek: İran'a güvenilmemesinin nedeni sadece nükleer teknolojisinin bir bölümünü gizli tutması, UAEA denetimi altındaki Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması'nın nükleer silaha sahip olmayan tarafla-

3 2010 yılına ait Nükleer Durum Raporu ile nükleer terörizmin önlenmesini önceliklerinden biri seviyesine yükselten Barack Obama yönetiminde de bu tür yapısal unsurlara akademik camiaya kadar her yerde yine rastlanabilmektedir. Karşılaştırınız: <http://belfercenter.ksg.harvard.edu/files/al-qaeda-wmd-threat.pdf> ve bunun bir eleştirisi olarak: <http://sitrep.globalsecurity.org/articles/100126542-the-busted-watch-of-us-wmd-thr.htm>.

rından biri olarak taşıdığı yükümlülüklerden bazılarını yerine getirmemesi değil, aynı zamanda Irak ve Kuzey Kore vakalarından alınan derslerdir. Irak örneği, bir ülkenin askeri nükleer programını sivil program kisvesi altında sürdürebileceğini ve bunu UAEA güvencelerinden saklayabileceğini gösterdi. Kuzey Kore de başlangıçta “sivil” olan bir nükleer programı askeri bir programa dönüştürebildi. Kuzey Kore erken bir aşamada şüpheleri üzerine çekmiş ve daha sonra sıkı yaptırımlara maruz kalmışsa da, iş görebilecek bir nükleer silahın geliştirilme olasılığının o kadar yakın olduğu bir noktaya ulaşmıştı ki, NPT antlaşmasından çekilip nükleer silah sahibi olduğunu ilan etme riskini göze alabildi. Birkaç yıl sonra Kuzey Kore, ilk kez bir nükleer deneme yapma niyetini belli etti⁴. Sonuçta, İran’ın “ikinci bir Kuzey Kore” olmasının önüne geçilmesi gerektiği sık sık öne sürülüyor. İran’ın nükleer programı ve niyetleri Tahran’ın iddia ettiği gibi tamamen sivil nitelikte olsa bile Kuzey Kore deneyimi nedeni ile bu ülkeye güvenmemek gerekir. İthal edilen hafif sulu reaktörlerin işletilmesinin ötesine geçen ve İran’ın yakıt çevriminin büyük bir kısmını gerçekleştirme amacını taşıyan bütün yeni sivil nükleer programları, geçmişte olduğundan çok daha büyük bir kuşkuyla karşılanıyor. İran, nükleer silahların yayılmasını önleme politikasındaki bu yeni siyasi iklimle karşı karşıya kalan ilk ülke. Gelecekte nükleer teknolojiyi kapsamlı bir biçimde kullanmaya niyetlenen başka ülkelere gösterilecek muameleye örnek oluşturabilir.

2 – Sivil nükleer tesisler – kısa bir gözden geçirme

UAEA’nın verdiği bilgilere göre 2009 yılında dünyadaki 193 ülkeden 32’si elektrik üretmek için toplam 438 adet ticari nükleer reaktör işletmekteydi. Geçen yıl ayrıca 54 tesis daha inşa halindeydi. Beş adet nükleer reaktör yenileştirmek için kapatılmıştı⁵. 2009 yılında faaliyetteki nükleer reaktörler dünyanın toplam enerji ihtiyacının yüzde 5’inden azını karşılamaktaydı. Bununla birlikte 2007 yılında dünya elektrik enerjisi talebinin yüzde 14’üne yakını bu reaktörler tarafından sağlanıyordu⁶. Ticari nükleer reaktörlerin büyük bir çoğunluğu sanayileşmiş

- 4 Çoğu uzman Kuzey Kore’nin nükleer denemelerini hâlâ başarılı birer deneme saymamaktadır.
- 5 IAEA: Nuclear Power Reactors in the World (Dünyadaki Nükleer Santraller, Referans Veriler Dizisi No 2, 2009 Baskısı, Viyana, 2009, http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/RDS2-29_web.pdf and: <http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infocircs/index.html> UAEA’nın askeri alanda nükleer silahların yayılmasının önlenmesini izlemekten başka bir görevi de nükleer teknolojinin sivil kullanımını yaygınlaştırmak ve desteklemektir. Dolayısıyla UAEA’nın sivil kullanım hakkında esaslı bir eleştirel analiz sağlaması mümkün değildir. Bu kurumdan gelen veriler, kurumun görev tanımından dolayı zaman zaman toz pembe bir kıvamda olabilmektedir. Bu, mesela UAEA’nın nükleer enerjinin gelecekteki kullanımına ilişkin kötümser tahminlerinin Uluslararası Enerji Ajansı’nın veya ABD Enerji Bakanlığı’nın iyimser tahminlerinden sürekli olarak daha yüksek çıkmasından da açıkça görülebilmektedir. Ne var ki UAEA’nın verileri düzenli olarak yayımlandığından mukayese imkânı sağlamaktadır. Veriler üye ülkelerin sağladığı bilgilerin yanı sıra dünya genelindeki nükleer tesislerin izlenmesi sonucunda UAEA tarafından elde edilen bulgulara dayanmaktadır. Başka hiçbir yerde bu kadar büyük ve bu kadar yüksek kalitede bir veri havuzu mevcut değildir.
- 6 <http://www.iaea.org/NewsCenter/News/2008/np2008.html> 2004’te hâlâ yüzde 16 idi.

ülkeler tarafından işletiliyor. 2008 yılında ABD’de 104, Fransa’da 59, Japonya’da 55, Rusya’da 31, İngiltere’de 19 nükleer reaktör vardı. Almanya’da 17, Kanada’da 18, Ukrayna’da 15 reaktör mevcuttu. Güney Kore’nin 20, Hindistan’ın 17, Çin’in 11 nükleer santrali vardı. Tayvan 6, Arjantin, Meksika, Pakistan ve Güney Afrika ikişer tesis işletiyor.⁷ Başta Çin (21) olmak üzere Rusya (9), Hindistan (6) ve Güney Kore’de (6) yeni nükleer reaktör inşa ediliyor.⁸ İran Buşehr’deki ilk nükleer reaktörünü neredeyse tamamlamış olup yeni reaktörler inşa etmeyi planlıyor. Dünyadaki reaktörlerin çoğu basınçlı su reaktörleri (264). Ayrıca ağır sulu reaktörler (44), kaynar sulu reaktörler (94), hafif su soğutmalı grafit yavaşlatıcılı reaktörler (16) ve gaz soğutmalı grafit yavaşlatıcılı reaktörler (18) var. Nükleer santrallerin ezici çoğunluğunda yüzde 2 ile yüzde 5 oranında U-235 içeren düşük derecede zenginleştirilmiş uranyum kullanılıyor. Aralarında birtakım ağır sulu reaktörlerin bulunduğu bazı tesisler doğal uranyumla işletilebiliyor. Bugün faal durumda bulunan sadece iki adet hızlı üretken reaktör mevcut⁹.

Nükleer santral işleten ülkelerin çoğunda tamamen kapalı bir yakıt çevrimi-kullanılmış yakıtın yeniden işlenmesi ve bölünebilir parçaların ayrılmasını kapsayan [ed.] - yok. Bu ülkelerde ya sadece reaktörler ya da yakıt çevriminde kullanılan ilave ayrı tesisler var. Dolayısıyla bu ülkeler açık yakıt çevrimi işletiyor¹⁰. Kapalı yakıt çevrimleri ise özellikle, halen veya geçmişte nükleer silâh programı yürütmekte ve yürütmüş olan ya da böyle bir program oluşturma kabiliyetine sahip ülkeler tarafından işletiliyor. Washington 1980 yılında, sivil nükleer reaktörlerden gelen kullanılmış yakıt elemanlarını bertaraf etmeyi kararlaştırdığı için, en fazla nükleer silaha sahip ülke. ABD’de sivil amaçlı açık yakıt çevrimi kullanılıyor. Bu reaktörlerde yakıt olarak kullanılan uranyum¹¹, başlıca iki kaynaktan geliyor. Bunun neredeyse üçte ikisi 19 ülkede bulunan, yılda 40 bin ile 50 bin ton doğal uranyumun üretildiği maden ocaklarından elde ediliyor. En büyük tedarikçiler Kanada, Avustralya ve Kazakistan. 2007 yılında ocaklardan yeni çıkarılan uranyumun yaklaşık yüzde 60’ı bu ülkelerden geldi. Diğer büyük tedarikçiler Nijerya, Rusya, Namibya ve Özbekistan¹². İran da birkaç yıldır kendi

7 IAEA: a.g.e., s.10f.

8 IAEA, a.g.e., <http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.opercap.htm> adresinden güncellenmiştir.

9 IAEA, a.g.e., s.61

10 Kapalı yakıt çevrimi reaktör yakıtının doğal uranyumdan üretildiği, reaktöre beslendiği, reaktörde “yakıldı”, ve akabinde kullanılmış yakıtın yeni nükleer yakıt olarak kullanılmak üzere yeniden işleme tabi tutulduğu bir çevrimdir. Açık yakıt çevriminde ise yakıt reaktörden yalnızca bir kez geçer. Açık çevrimde kullanılmış yakıt elemanları sonradan yeniden işleme tabi tutulmayıp depolanır.

11 Uranyum, yakıt çevrimi, ve dünyadaki uranyum işleme tesisleri hakkında birçok faydalı bilgi WISE’in uranyum projesinin İnternet sitesi olan www.wise-uranium.org’da bulunabilir.

12 <http://www.iaea.org/Publications/Reports/Anrep2008/fuelcycle.pdf> Veriler UAEA ile OECD’nin iki yılda bir yayımladığı “Kırmızı Kitap”tan alınmıştır. Yeni 2010 baskısı henüz yayımlanmadığı için yukarıda adı geçen kaynak 2008 baskısına dayanmaktadır. “Kırmızı Kitap”lardaki veriler iyi ve düzenli olarak güncellenen <http://www.wise-uranium.org/umaps.html> adresinde de bulunabilir.

ihtiyaçları için maden ocaklarından uranyum çıkarıyor. 2003 yılında dünya genelinde sivil reaktörlerde kullanılan uranyumun yüzde 46'sı kullanılmış (fakirleştirilmiş) uranyumun yeniden zenginleştirilmesi, kullanılmış yakıtın yeniden işleme tabi tutulması ve askeri stoklardan gelen yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyumun (HEU) daha düşük derecelere indirgenmesi gibi ikincil kaynaklardan elde edildi. Ancak bugün bu oran, yüzde 30'u ancak geçiyor¹³. İkincil tamamlama kaynaklarının oranının gelecekte ne olacağı belli değil. Bu, örneğin gelecekte nükleer silah sahibi ülkelerin zenginlik derecesi düşürülmek¹⁴ üzere askeri stoklarından yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum sağlamaya devam edip etmeyeceğine veya dünya genelinde yeniden işleme tesislerinin sayısının önemli ölçüde artıp artmayacağına bağlı.

UAEA ile OECD halihazırdaki tüketim temposunda uranyum talebinin 83 yıl daha bilinen rezervlerden sağlanabileceğini, tüketim arttığı takdirde bu sürenin orantılı olarak kısalacağını tahmin ediyor¹⁵. Maden ocaklarından yeni çıkarılan uranyuma olan talebin 2020'den itibaren artmasını bekleyen OECD, işletilebilir uranyum yataklarına sahip ülkelerin sayısının 43 olduğunu belirtiyor. Her iki kuruluş da nükleer enerji kullanımının önemli ölçüde artacağını tahmin ediyor.

Uranyum farklı teknolojilerle zenginleştirilebiliyor. En yaygın teknoloji gaz santrifüj yöntemiyle zenginleştirme. Gaz difüzyonu, izotopların elektromanyetik yöntemle ayrıştırılması ve "Becker İşlemi" denilen yöntem de kullanılan diğer teknikler. Beş geleneksel nükleer güç, ABD, Rusya, İngiltere, Fransa ve Çin sivil maksatlar için zenginleştirme tesisleri işletmekte olup geçmişte de bu tür tesisleri askeri kullanım için işletmiş bulunuyor¹⁶. Pakistan da hem askeri hem de sivil maksatlar için uranyum zenginleştiriyor¹⁷. Almanya, Hollanda, Japonya ve Güney Afrika sivil amaçlar için ticari zenginleştirme tesisleri işletiyor. Avustralya, Güney Kore gibi ülkelerde laboratuvar araştırmaları, deneme tesisleri ve küçük zenginleştirme tesisleri bulunuyor. İran halen uranyum zenginleştirme kapasitesini geliştirmekle meşgul. Bu kapasite gelecekte bir askeri nükleer programa hizmet edebi-

¹³ A.g.e..

¹⁴ Basit bir ifadeyle yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyumun düşük derecede zenginleştirilmiş uranyum haline gelinceye kadar yine uranyumla karıştırılması.

¹⁵ UAEA 2008'deki mali krizden önceki iyimser tahminlerinde nükleer reaktörlerde üretilen elektriğin 2008'de 372 GW(e) olan miktarının 2030'da iki katına çıkarak 748 GW(e) seviyesine ulaşacağını hesaplamıştı. Yeni reaktör inşaatlarında çok büyük bir artış bekleniyor.A.g.e. s. 26 ile karşılaştırmız. UAEA'nın nükleer enerji kullanımını yaygınlaştırma tanımlı ikinci görevi nükleer enerjinin geleceğine ilişkin bu tür iyimser senaryolarda ortaya çıktığı gibi ekonomik açıdan çıkarılmaya geçecek uranyum rezervlerine ve dolayısıyla nükleer yakıtın gelecekteki varlığına ilişkin birbirinden iyimser açıklamalarında da görülmektedir.

¹⁶ Çin, Fransa, Büyük Britanya, Rusya ve ABD artık askeri amaçlı uranyum zenginleştirme yapmamaktadır.

¹⁷ Hindistan ve İsrail zenginleştirme ile ilgili deneme programları oluşturmuşsa da nükleer silahlarını plütonyum ile imal etmişti.

leceğinden şüphelenilen farklı tesisler içeriyor¹⁸. Kuzey Kore'nin askeri amaçlı fakat ilan edilmemiş bir zenginleştirme programı yürüttüğünden şüpheleniliyor. Brezilya uranyumu yüzde 5 oranına kadar zenginleştirebilecek şekilde kurulmuş ilk santrfüj ünitelerini, 2006 yılının Mayıs ayında ufak bir ticari uranyum zenginleştirme tesisinde hizmete soktu, ancak bu tesisler yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum üretimine dönüştürülmeye uygun. Tesiste işletilen santrfüj ünitelerinde kullanılan teknolojiyi tesisi izleyen UAEA'nın görmesine ne dereceye kadar garanti verilmesi gerektiği konusunda Brezilya ile ajans arasında anlaşmazlık çıktı¹⁹. Tesis 2009 yılından beri deneme aşamasında işletiliyor.

Nükleer reaktörlerden çıkan kullanılmış yakıt uzun bir süre için depolanabilir²⁰ ya da İngiltere, Fransa ve Rusya'daki ticari tesislerde yeniden işlenebilir. Japonya, 2008 yılında ticari nitelikte bir yeniden işleme tesisine sahip ilk nükleer silahsız ülke olmuştur²¹.

Yeniden işleme tesislerinde PUREX işleminin modern bir biçimi kullanılır. Bu işlemde çeşitli başka süreçlerin yanı sıra kullanılmış yakıt elemanlarındaki uranyum geri dönüşüme tabi tutulur ve bu arada oluşan plütonyum ayrıştırılır. Plütonyumun nükleer silahlarda kullanılmak üzere ayrıştırıldığı askeri yeniden işleme tesisleri, sadece nükleer silah sahibi olduğu bilinen beş ülkede değil, aynı zamanda İsrail, Hindistan, Pakistan ve Kuzey Kore'de de mevcuttur.

Sivil nükleer santraller işleten Almanya, Belçika, İsviçre ve Hollanda gibi bazı ülkeler kullanılmış nükleer yakıtlarını yeniden işlenmesi için yurtdışına gönderir. Bu süreçte ayrıştırılan plütonyum ya geri gönderilir, ya emaneten saklanır ya da karışık oksit (uranyum-plütonyumoksit) yakıtına (MOX) dönüştürülmek üzere başka bir tesise sevk edilir. Ayrıştırılmış plütonyum bazı gelişmiş ülkeler tarafından ya kendi topraklarında ya da onlar için kullanılmış yakıtı yeniden

18 İran önce bir deneme tesisi inşa etmiş ve burada bugüne kadar üç farklı tür santrfüj denemiştir. 50 bine kadar santrfüjün işletileceği daha büyük bir zenginleştirme tesisinin bir kısmı şu anda inşa halindedir. Burada birkaç bin santrfüj kullanılarak uranyum % 5 derecesinin altında zenginleştirilmiştir. Gelecekte İran'ın araştırma reaktörüne yakıt sağlamak için uranyum burada % 20 oranına kadar zenginleştirilecektir. İran ayrıca 10 adede kadar yeni, daha ufak tesis inşa etme niyetini ilan etmiş olup bunlardan biri halen inşa edilmektedir. İran'ın nükleer programına ilişkin şiddetli tartışmalar sürerken, Tahran'ın ne ekonomik ne de teknik mantığa sığan çok sayıda ufak tesis inşa etmesinin ardındaki düşüncenin nükleer tesislerin hava darbeleriyle imha edilmesini zorlaştırmak olup olmadığı belli değildir.

19 Uranyumu çok daha etkin biçimde ve daha ucuza zenginleştirmek isteyen Brezilya sanayi casusluğundan endişe duyduğunu öne sürmektedir. Brezilya UAEA'nın izleme faaliyetlerini santrfüj teknolojisinin tüm teknik detaylarına girmeden de yürütebileceğini savunuyor. Bakınız: http://www.giga-hamburg.de/dl/download.php?d=/content/publikationen/pdf/gf_lateinamerika_0606.pdf. Şimdiki durum için bakınız: http://www.swp-berlin.org/common/get_document.php?asset_id=6948

20 Yakıt çevrimi açık kalır. İşlemin adına "tek geçiş" denir.

21 Bakınız: <http://www.sckcen.be>
Rokasho-Mura'daki yeniden işleme tesisinde yılda 800 ton yakıt işlenebilmektedir. Yayılma riskine karşı ayrıştırılmış plütonyum tesiste karışık oksite dönüştürülüyor (MOX).

işleyen ülkelerin topraklarında depolanır²². Nükleer silaha sahip olmayan devletlerde depolama UAEA'nın "güvencelerine" tabidir²³. Aynı şey MOX üreten tesisler için de geçerlidir. Nükleer silah sahibi ülkelerdeki nükleer tesislerin uluslararası izlemeye tabi tutulması ise ancak ilgili ülkenin bunu açıkça kabul etmesi halinde mümkündür. Nükleer santraller işleten gelişmekte olan ülkelerden çoğu yeniden işleme yapmaz. Bu ülkeler kullanılmış yakıtlarını depolar veya aldıkları ülkeye geri gönderir. Halihazırda, dünyadaki reaktör kaynaklı plütonyumunun çoğu kullanılmış yakıttan elde edilmiştir. Yüksek derecede radyoaktif ve tehlikeli olan bu atık malzemenin gelecekte ne yapılacağı konusunda karar verilmeden bunun yeni bir tür uzun vadeli yayılma riski oluşturup oluşturmayacağını değerlendirmek zordur.

Belçika, Fransa, İngiltere, Hindistan ve Japonya ticari MOX yakıtı üretmektedir. MOX kullanımı bir yandan ayrıştırılmış reaktör plütonyumu stoklarının sınırlı tutulmasını sağlarken bir yandan da yakıt çevrimine daha fazla plütonyumun girmesini sağlamaktadır. Bu tür yakıt kullanan ülkeler arasında Belçika, Almanya²⁴, İsveç ve İsviçre vardır. Çin'in de bunu kullanmayı düşündüğü biliniyor. Japonya ve Rusya'nın gelecekte MOX ile çalışan hızlı üretken reaktörler işletme niyetleri var. Almanya bir dönem büyük ölçekte MOX üretimine geçmeyi planlamışsa da daha sonra hem MOX üretiminde kullanılacak pilot tesisleri hem de ticari tesisleri sökmüştür. Rusya ve ABD silah üretiminde kullanılacak kalitedeki plütonyum stoklarını azaltmak için MOX üretimini başlatıyor.

Yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum yakıtı 2004 yılında 130 kadar araştırma reaktöründe hâlâ kullanılmaktaydı. Bu sayı 2010 yılına kadar hemen hemen aynı kalmıştır²⁵. Halen yüzde 93 oranına kadar zenginleştirilmiş

22 Mevcut yeniden işleme tesisleri her yıl kullanılmış yakıtın sadece üçte biri kadarını işleyebildiğinden ve mevcut MOX tesislerinin kapasitesi bundan bile daha düşük olduğundan reaktör plütonyumunun çok büyük bir kısmı geçici olarak depolanmış yakıt elemanları halindedir. Ayrıştırılmış ve depolanmış reaktör plütonyumu seviyeleri yükseldikçe bu miktar da artmaya devam etmektedir.

23 EURATOM üyesi devletlerde güvence tedbirlerini UAEA değil EURATOM uygulamaktadır. Dolayısıyla bu ülkeler çok taraflı işbirliği yoluyla kendi düzenlemelerini kendilerini yapmaktadır.

24 Bu yöntemin plütonyumu bertaraf etmede kullanılmasının ön koşulu faal durumdaki hafif sulu reaktörlerin veya MOX için uygun olan hızlı üretken reaktörlerin varlığıdır. MOX için uygun olan Alman reaktörlerinin kalan faal ömürlerinin, mevcut reaktör plütonyumunu siyasi makamlarca kabul edilmiş nükleer santrallerin kapatılması tarihine kadar tüketmeye yetmesi olası değildir. Yani, nihai depolama için başka olanaklar ve teknolojiler araştırılmalıdır.

25 Bakınız: <http://www.iaea.org/NewsCenter/Features/ResearchReactors/security20040308.html>

Münferit araştırma reaktörlerinin halihazırdaki durumuna ilişkin veriler şu adreste bulunabilir: <http://www.iaea.org/worldatom/rrdb/>

2010'da faaliyette olan reaktörlerin sayısının da aşağı yukarı bu kadar (yaklaşık 130 adet) olduğu anlaşılmaktadır. Karşılaştırın: Araştırma reaktörlerinin sayısı hakkında bir inceleme; bulunduğu yer: Matthew Bunn: Managing the Atom (Atomu Yönetmek) 2010, Harvard Üniversitesi / Nükleer Tehdit Girişimi, Nisan 2010, s. 43f. Bakınız: http://www.nti.org/e_research/Securing_The_Bomb_2010.pdf

uranyumla çalışan yegâne Alman araştırma reaktörü olan Garching II²⁶ de bu sayıya dahildir. Yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum yakıtının pek fazla risk yaratmaksızın ele alınıp kullanılmasının nispeten kolay olması, kullanıldığı araştırma reaktörlerinin birçoğunda gelişmiş güvenlik sistemlerinin olmaması nedeniyle adı geçen reaktörlerde bu yakıtın kullanılması bir süredir güvenlik ve nükleer maddelerin yayılmasıyla ilgili endişelere yol açmaktadır. Kapatılmış araştırma reaktörlerinin içinde ve yakınında hâlâ büyük miktarlarda yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum yakıtı depolanmış durumdadır. 2004 yılına kadar hizmetten çıkarılan yaklaşık 380 reaktörün yarısından fazlası bugüne kadar tamamen sökülüş değildir²⁷.

Sivil yakıt çevrimlerinin yayılmada (silah, nükleer madde) en çok payı olan unsurları şunlardır:

- Uranyum zenginleştirme teknolojileri ve tesisleri;
- Araştırma ve deniz kuvvetlerine ait reaktörler için yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum yakıtı;
- Plütonyum üretebilen araştırma reaktörleri ve nükleer santraller;
- Plütonyumun ayrıştırıldığı yeniden işleme tesisleri ve bu tesislerde kullanılan teknolojiler;
- Ayrıştırılmış askeri maksatlı plütonyum ve reaktör kaynaklı plütonyumu depolama tesisleri; ayrıca yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum depolama tesisleri;
- Tritiyum veya polonyum-210 gibi nükleer silah yapımına uygun diğer malzemelerin üretildiği araştırma ve işleme tesisleri...

3 – Nükleer yayılma risklerinden biri: Devletler

Sivil nükleer yakıt çevrimlerinde nükleer maddelerin yayılma riski iki gruba ayrılabilir. Birinci grupta sivil bir nükleer programda kontrolün kaybedilmesinden doğacak riskler yer alır. Nükleer malzemeler, teknoloji, yöntem bilgisi çalınabilir ve başka bir ülkedeki bir nükleer silah programını desteklemek için yurtdışına çıkarılabilir. Hollanda'da 1974 yılında uranyum zenginleştirmede kullanılan santrifüj teknolojisinin Pakistanlı Abdülkadir Khan tarafından Urenco'dan (bir uranyum zenginleştirme şirketi) çalınması bunun en bilinen

26 Garching II reaktörü – ABD'nin aksi yöndeki isteklerine rağmen – 2004'ten beri Rusya'dan ithal edilen % 93'e kadar zenginleştirilmiş uranyumla işletilmektedir. Reaktörün teknik açıdan dönüştürülmesi mümkün olan kısımlarının 2010 yılı içinde dönüştürülmesi gerekiyor. Göreceli olarak yoğun bir nötron kaynağı sağlayacak hiçbir yakıt alternatifi halen mevcut olmadığından reaktör yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum ile çalıştırılmaya devam edecektir. Araştırmalar daha düşük zenginleştirme derecesindeki (% 60'a kadar) uranyum-molibdenyum yakıtı üzerinde sürdürülmektedir. Bu mümkün olursa, ilk kez on yılın sonunda kullanıma sokulacağı varsayılmaktadır.

27 Bakınız: <http://www.iaea.org/NewsCenter/Features/ResearchReactors/security20040308.html>

Tek başına araştırma reaktörlerinin durumuna ilişkin güncel veriler UAEA tarafından şu adreste sağlanmaktadır: <http://www.iaea.org/worldatom/rrdb/>

örneğidir. Kahn'ın şebekesinin daha sonra İran, Libya, Kuzey Kore'ye nükleer konusunda uzmanlık, teknoloji ve malzeme sağlamadaki faaliyetleri, yayılmanın alıcı tarafındaki bir aktörün nasıl bir yayıcı haline gelebileceğini de gösteriyor²⁸. Ayrıca, bir ülkeden bir ülkeye geçen sadece nükleer malzeme, teknoloji, yöntem bilgisi değildir; eğitimli uzman personel de göçebilir (burada kastedilen "beyin göçü"dür). Nükleer silahların veya maddelerin farklı türlerdeki çeşitli yayılma riskleri yalnız tek başlarına değil bir arada da ortaya çıkabilir.

Yayılma riskinin ikinci şekli de yine aynı bileşenlere, yani nükleer malzeme, nükleer teknoloji, yöntem bilgisi ve uzmanlara dayanır. Mevcut bir sivil nükleer program askeri bir nükleer silah programı geliştirmek için de kullanılabilir. Bu durumda devlet askeri nükleer seçeneği izler ve esas olarak kendi ulusal tedarik kaynaklarını kullanır. Sadece kendi ülkelerinde bulunmayan ve dolayısıyla imal edilemeyen kaynaklar dışarıdan ithal edilir.

Nükleer silah imal etme kabiliyeti geliştirmek isteyenler iki farklı yolu takip edebilir. Ya uranyum ya da plütonyum esaslı bir nükleer silah imal etmeye çalışabilirler. Her iki seçenekte de önemli miktarda bölünebilir (fisil) malzemeye ihtiyaçları olacaktır. UAEA'ya göre basit ama işlevini yerine getiren bir nükleer silah imal etmek için gereken asgari malzeme miktarı 25 kg yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum (yüzde 90 veya daha fazla U-235 içeren) veya 8 kg plütonyumdur²⁹.

Her iki tür nükleer silahı da imal etmiş ülkeler, ABD, Sovyetler Birliği, İngiltere, Fransa, Çin ve Pakistan'dır. İsrail, Hindistan ve muhtemelen Kuzey Kore ilk nükleer silahlarını plütonyum yolundan giderek imal etmişlerdir. Yalnız uranyum kullanarak ilk nükleer silahını imal etmeyi başaran tek ülke ise Güney Afrika olmuştur. İran da bu yoldan gitmek istemekle suçlanmıştır.

Plütonyum uranyumun farklı tipteki reaktörlerde ışınlanmasıyla ortaya çıkan bir yan üründür. Reaktörün cinsine ve nükleer yakıtın oradaki ışınlanma süresine bağlı olarak, değişen miktarlarda, nükleer silahlarda kullanılabilmeye elverişli kalitede plütonyum (yüzde 95'inden fazlası bölünebilir izotop Pu-239 ve Pu-241) ve/veya reaktör plütonyumu ("yalnız" yüzde 67 kadarı bu izotoplardan olan) üretilebilir. Prensip olarak, reaktör plütonyumu silah yapımına biraz daha az elverişli olsa da bunların ikisinden de silah üretilebilir. Plütonyumun nükleer silah imalinde kullanılabilmesi için önce kimyasal yöntemle yeniden işleme

28 Karşılaştırın: Egmont R. Koch: Atombomben für Al Qaida (El Kaide İçin Atom Bombaları), Berlin 2005.

29 Gelişmiş bir nükleer patlayıcı aygıt imal etmek için gereken modern teknolojiyi elinin altında bulunduran bir aktör için bu miktarların aşırı derecede büyük olduğu konusunda tüm uzmanlar hemfikirdir. Plütonyumlu bir aygıt için 4 kg yeterli sayılmaktadır. ABD Dışişleri Bakanlığı da 2010'da Washington'da yapılan Nükleer Güvenlik Zirvesi vesilesi ile açıkladığı gibi çalışmalarında bu miktarı esas almaktadır. Bakanlığın açıklamasına göre, ABD ve Rusya mevcut bir anlaşmanın kapsamını genişleten yeni bir protokolü kabul etmiştir. Buna göre bu iki ülkeden her biri her yıl askeri kullanımdan artan plütonyumun 34 tonunu askeri olmayan amaçlarla kullanacaktır. 13 Nisan 2010 tarihli basın bültenine göre iki ülkenin rakamının toplamı olan 68 ton plütonyum, 17 bin nükleer savaş başlığına eşdeğerdir. (Bakınız: <http://www.state.gov/r/pa/prs/ps/2010/04/140097.htm>)

tesislerinde ışınlanmış reaktör yakıtından ayrıştırılması gerekir. Bunun aksine, yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum, zenginleştirme tesislerinde farklı teknolojiler kullanılarak üretilir. Günümüzde santrifüjlü zenginleştirme en yaygın yöntem haline gelmiştir.

Nükleer silah yapımında kullanılan programlar iki kategoriye ayrılabilir. Bunlardan birincisi başından beri askeri amaçla yürütülen programlardır. ABD, İngiltere, Sovyetler Birliği ve Çin nükleer silahlara bu şekilde sahip olmuştur. İkinci kategoride ise sivil amaçlarla başlatılan, askeri amacın açıkça ifade edilmese de yine baştan beri var olduğu ya da sonradan gizliden gizliye gündeme geldiği programlar yer almaktadır. Sivil nükleer programların askeri amaçlara mı yoksa tamamen sivil amaçlara mı hizmet ettiğini başlangıç aşamasında anlamak çoğu kez güçtür. Nükleer silah programlarını sivil görünüm altında başlatan ülkeler arasında Fransa, Hindistan, İsrail, Kuzey Kore ve Güney Afrika vardır.

Ülkelerin yakıt çevriminde kullanılan tesislerden hangilerine ihtiyaç duyacağını nükleer silah yapım kabiliyeti kazanmak için seçtikleri yola bağlı olarak yine kendileri belirler. Uranyum temelli bir nükleer silah yapmak isteyen ülke, zenginleştirme tesisine ihtiyaç duyar ama plütonyumu ayrıştırma olasılığı sunan bir yeniden işleme tesisine ihtiyaç duymayabilir. Keza, bu ülkeler silah yapımında kullanılacak kalitede plütonyum üretimine özellikle uygun olan ağır sulu reaktörler gibi nükleer reaktör türlerinin peşinde koşmaz. Bunun aksine, plütonyum temelli bir silah imal etmek isteyen ülkelerin uranyum zenginleştirme tesislerinden ziyade bu tür reaktörleri ve yeniden işleme tesislerini geliştirmeleri daha kuvvetli bir olasılıktır. Çünkü bu ülkeler muhtaç oldukları plütonyumunu uygun reaktörlerden, hattâ doğal uranyumdan bile elde edebilir Dolayısıyla iki yoldan yalnızca birini kullanarak nükleer silah yeteneğini geliştirmek isteyen ülkeler açık yakıt çevrimi işletirken her iki yolu da açık tutmaya çalışan ülkeler genellikle kapalı yakıt çevrimine odaklanacaktır. Geçmişte birçok ülke, her iki yolu da geliştirmeye veya seçeneklerini açık tutmaya çalışmıştır.

Amerika Birleşik Devletleri'nin sivil nükleer işbirliğini amaçlayan "Barış İçin Atom" (Peace for Atom) programını açıklamasından kısa bir süre sonra, nükleer teknolojinin aşırı derecede yaygınlaşması ile birlikte çok fazla ülkenin nükleer silah geliştirme fırsatı elde edeceğinden duyulan endişeler dile getirildi. Robert McNamara 1963 yılında ABD Savunma Bakanı iken bu bakanlık, on yıl içinde 11 yeni ülkenin, hemen ardından da birçok başka ülkenin daha nükleer silah sahibi olabileceği tahmininde bulunmuştu. 1960'lı yılların ikinci yarısında NPT'nin müzakereleri yapılırken amaç dünyada 20 veya 30 nükleer gücün bulunacağı bir durumun ortaya çıkmasına mani olma idi. O yıllarda antlaşmaya gerekçe olarak gösterilen bu dayanak, günümüzde de yaygınlığını koruyor.

Sivil amaçlı ama askeri amaçlara hizmet etme potansiyelini de taşıyan çok sayıda ulusal nükleer program karşısında NPT ile birlikte UAEA'nın denetlemeleri, Nükleer Tedarikçiler Grubu'nun³⁰ ihracat kontrol rejimi, Zangger Komite-

30 Nükleer malzeme ve teknoloji tedariki açısından en önemli ülkelerin oluşturduğu grup – halen 45 ülke.

si³¹, diplomatik baskılar ve güvenlik politikası güvenceleri şaşırtıcı derecede etkili olmuştur. NPT'nin yürürlüğe girdiği dönemde nükleer silah üretmeye kesin karar vermiş olan İsrail ile Hindistan'dan başka, bugüne kadar sadece Güney Afrika³², Pakistan ve muhtemelen Kuzey Kore nükleer silah üretmeyi başarmıştır.

Yeni ülkelerin³³ nükleer silah imal etmesini önlemek için gösterilen ulusal ve uluslararası çabalar bunun kolay bir iş olmadığını gözler önüne seriyor. Yayılma riski kontrol altına alınmışsa da tamamen ortadan kaldırılması mümkün olmamıştır. Irak'taki gizli nükleer programın ortaya çıkarılması ve Kuzey Kore olayında edinilen deneyim silahların yayılmasını önleme rejiminin yayılmayı önleyici etkisini sürdürebilmesi için gelecekte iyileştirilmiş bir izleme rejimine ihtiyaç duyulacağını göstermektedir. Başarılı ve kontrollü askeri nükleer programlardan edinilen tecrübeler şunları gösteriyor:

- Günümüzde uranyum zenginleştirme teknolojileri, yeniden işleme, plütonyum ayrıştırma, plütonyum üretimi ve yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyumla çalışan reaktörler önemli yayılma risklerinin bulunduğu alanlar olarak öne çıkıyor.
- Sivil nükleer programlar, askeri programları hem gizleyerek hem de destekleyerek yayılmada tekrar tekrar rol oynayarak, bir ülkenin gerçek niyetlerinin anlaşılmasını zorlaştırıyor.
- 1960'lı ile 1970'li yıllarda geliştirilen ve 1990'larda sınırlı seviyede tekrar geliştirilen güvenlik ve ihracat kontrolleri günümüzde bir ülkenin sivil bir nükleer programdan askeri bir nükleer programa geçmesini yeterince önlemeye yeterli gelmemektedir.
- Nükleer faaliyetler yürüten bütün ülkeler, zaman içinde kendi personellerini eğitmekte, dış dünyadan yardım alma ihtiyaçlarını azaltıp yerli olanaklardan daha fazla yararlanmayı sağlayacak teknik imkân ve kabiliyetlere sahip olmaktadır. Teknolojik ilerleme, bu gelişmeye katkı sağlamakta ve giderek daha fazla sayıda ülke geçmiş yıllarda sadece sanayileşmiş ülkelerin ulaşabildiği standartlarda nükleer nitelikli teçhizatı artık üretebilmektedir.
- Nükleer enerjinin sivil amaçlı kullanımını yaygınlaştırırken askeri maksatlı nükleer teknolojinin yayılmasını önleme kavramı giderek derinleşen bir krize sürüklenmektedir.

31 Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) tarafından kurulan Zangger Komitesi 1974'ten beri ihracatı durumunda alıcı ülkelere güvence tedbirleri uygulanmasını gerektiren bölünebilir malzemelerin ve nükleer nitelikli malların listesini hazırlamaktadır.

32 Güney Afrika daha sonra nükleer silahlarını sökmüştür.

33 Ülkelerin nükleer programları hakkında bilgi: <http://www.globalsecurity.org/wmd/world/index.html>; http://www.nti.org/e_research/profiles/index.html

4 – Devlet dışı aktörlerden kaynaklanan riskler

Devlet dışı aktörler daha 1960'lı yıllarda yayılma ve güvenlik açısından önemli bir endişe kaynağı olarak görülmekteydi. Uzmanlar kamuya açık bilgilerden hareketle ilkel bir nükleer silah imal etmenin mümkün olduğunu biliyordu³⁴. CIA'nin 1975 yılında yaptırdığı bir incelemede şöyle deniyordu: "Teröristlerin nükleer silahları ele geçirme olasılığı, bunların yayılmasını önlemeye yönelik siyasi çabalar üzerindeki en ciddi sınırlamayı yaratmaktadır. Bu, nükleer aktörlerin olası çeşitlenmesinin en şaşırtıcı ve en uç yönüdür. Nükleer malzeme ve teknolojilerin giderek daha bulunabilir olması, gelişmekte olan devletlerin nükleer patlayıcılara sahip olmasını nasıl sağladıysa, terörist grupların da aynı şekilde bunlara er veya geç ulaşması beklenebilir. (...) Nükleer teröristler eşyanın tabiatı gereği, resmi devlet mekanizmalarının dışında faaliyet gösterdiğinden uluslararası siyasi kontrollerden büyük ölçüde ayrı tutulmuştur. Örneğin, UAEA güvenceleri teröristlerin bir reaktör kompleksinden malzeme çalmasına karşı herhangi bir hüküm içermemektedir.³⁵"

Sovyetler Birliği'nin dağılmasından beri bu endişe kamuoyunda daha yüksek sesle dile getiriliyor. O ülkedeki devasa nükleer altyapı düşünüldüğünde, gelişmelerin muazzam yayılma riskleri doğurmasından korkuldu. Otoriter Sovyetler Birliği nükleer malzemelerini, yöntem bilgisini, teknisyenlerini giriş çıkışa kapalı şehirler, katı seyahat kısıtlamaları, askeriye ve KGB tarafından gözetim gibi tedbirlerle çok sıkı bir kontrol altında tutmakta idiye de, bu tedbirlerin Sovyetler Birliği'nin dağılmasından sonra etkili olmaya devam etmesi veya Sovyetler'den geriye kalan devletlerin bu önlemleri sürdürebilmesi şüphelidir. Dolayısıyla nükleer malzemelerin, teknolojilerin, hattâ komple savaş başlıklarının teröristlerin veya suç örgütlerinin eline geçmesi olasılığından kaynaklanacak riskler üzerinde 1991 yılından beri çok daha fazla durulur oldu³⁶.

4.1 – Nükleer silahların teröristlerin eline geçmesi

Teoride, teröristler de nükleer silah edinebilir. Bunun için nükleer silahı üretmesi, çalması ya da birilerinden hediye olarak alması gerekir. Niyetleri

34 California Üniversitesi, Lawrence Radyasyon Laboratuvarı: N'inci Ülke Deneyi Özet Raporu, UCLR 50249, Livermore, CA, Mart 1967 (ilk gizlilik derecesi: GİZLİ; ABD Bilgi Edinme Özgürlüğü Yasası gereğince 4.1.1995'te kısmen açıklanmıştır).

35 ABD Merkezi İstihbarat Örgütü (CIA): Managing Nuclear Proliferation: The Politics of Limited Choice (Nükleer Yayılmayı Yönetmek: Sınırlı Seçenek Politikası). Araştırma. Langley VA, 1975 (ilk gizlilik derecesi: GİZLİ / YABANCILARA KAPALI, gizliliği 21.8.2001'de kısmen kaldırılmıştır), s. 29.

36 Bakınız: Siegfried Fischer, Otfried Nassauer (Hg): Die Satansfaust, Berlin 1993, s. 315ff. Graham T. Allison ve diğerleri: Avoiding Nuclear Anarchy, Containing the Threat of Loose Russian Nuclear Weapons and Fissile Material (Nükleer Anarşiden Kaçınmak, Sahipsiz Kalan Rus Nükleer Silahlarının ve Bölünebilir Malzemelerinin Yarattığı Tehdidi Kontrol Altına Almak), Cambridge/Londra 1996. Jessica Stern: The Ultimate Terrorists (Teröristlerin Önde Gidenleri), Cambridge/Londra 1999.

nükleer silah imal etmekse gerekli malzemeleri üretmeleri, satın almaları veya çalmaları gerekir³⁷. Malzemeleri kendi başlarına üretme yoluna giderlerse nükleer güç haline gelmek isteyen ülkelerin karşılaştığı güçlüklerin aynılarıyla karşılaşılırlar. Devlet dışı aktörler, kendi toprağına sahip ülkeler olmadığından hem kendilerini hem de gerekli altyapıyı barındıracak bir devlete ihtiyacı olur. Böyle bir devlet teröristlerle bilerek işbirliği yapan ya da sınırlarını tam olarak kontrol edemeyen bir devlet olmalıdır. Nükleer silah üretimine giden bu yol büyük engellerle doludur. Bir terörist grup gerekli bölünebilir nükleer malzemeleri satın almak veya çalmak suretiyle elde etse bile, yine de bir silah tasarımına, iş görebilen hassas fünyelere ve kaynağının bulunması kolay olmayan birtakım diğer bileşenlere ihtiyaç duyar. Teröristlerin çok çeşitli nitelikteki bu sorunların üstesinden çabucak gelmesi olasılığı oldukça zayıftır. Dolayısıyla teröristlerin kendi ürettiği malzemelerden nükleer silah üretmesi şimdilik bir hayli uzak bir ihtimal. Teröristlerin başarı şansını arttıracak olan hareket tarzı, nükleer silahlara veya silah yapımında kullanılacak kalitede nükleer malzemelere sahip bir devletle (veya bu gibi devletlerin istihbarat örgütleriyle) işbirliği yapmasıdır. Nükleer uzmanlığa erişim ve eğitilmiş nükleer personelle işbirliği de teröristlerin işini kolaylaştırır. Yanlış bir nükleer güç bir terörist örgütle yakın işbirliği yapmaya hazırsa bu bir başka soru işareti doğurur: Bu devlet terörist örgüte neden işin başında hazır bir silah vermeye razı olmasın³⁸?

Gerçek bir nükleer silaha sahip teröristler, müthiş bir tehlike arz eder. Ancak, uzmanlar, teröristlerin işlevsel bir nükleer silaha sahip olması ya da böyle bir silahı ele geçirmesi ihtimalinin oldukça zayıf olduğu konusunda genellikle hemfikirdir.

4.2 – Kirli bombaların teröristlerin eline geçmesi

Teröristlerin veya suç örgütlerinin bir nükleer kirli bomba imal edip kullandığı bir senaryonun gerçekleşmesi daha güçlü bir olasılık. Kirli bomba, konvansiyonel bir patlayıcı aygıt vasıtasıyla etrafa yayılan radyoaktif malzeme içerir. Kontrolsüz bir zincirleme reaksiyon söz konusu değildir. Buna örnek olarak elli-yüz gram civarında bir radyoaktif maddeyle karıştırılmış konvansiyonel bombalarla yüklü bir otomobil düşünülebilir. Patlama sonucu meydana gelecek ölüm ve yaralanmalardan başka patlama noktasının çevresinde radyoaktif kirlilik oluşur ama

37 Bu yüzden yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyumla çalışan araştırma tesisleri ve bunların elindeki henüz ışınlanmamış yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum rezervleri önemli bir güvenlik riski sayılmaktadır.

38 Modern adli nükleer bilimin sunduğu olanaklar düşünüldüğünde, teröristlere malzeme ve yöntem bilgisi sağlayan bir devletin olaydaki rolünün kanıtlanma riski, teröristlere hazır bir nükleer silah sağladığının kanıtlanma riskinden biraz daha az ise de aradaki fark önemsiz derecededir. Adli nükleer bilim sayesinde kullanılan nükleer malzemenin hangi tesiste üretildiğini ve işlendiğini tespit etmek mümkündür.

kirli bombanın başlıca etkisi psikolojiktir³⁹. Washington DC'nin merkezinde iki ton patlayıcı içeren bir kirli bombanın patlatılmasının yaratacağı etkilerin araştırıldığı bir simülasyonda, dört sokakla çevrili bir alanın ağır ve muhtemelen kalıcı hasara uğrayacağı sonucuna varılmıştır. Başka simülasyonların verdiği sonuçlarda ise hasarın bu alanın birkaç katı büyüklüğünde bir alanda, hattâ tüm bir mahallede etkili olacağı belirtilmiştir.

Yalnız gerekli nükleer malzemenin muhafaza edilmesi veya kullanılmasındaki güçlükler böyle bir silahın imal edilmesine önemli bir engeldir. Bu tür bir silahın etkisi – patlamanın anlık etkisi dışında – büyük ölçüde kullanılan malzemelerin radyoaktivitesine ve zehirlilik derecesine bağlı olacağından radyoaktif bombayı imal eden, muhafaza eden veya kullananlar için de aynı derecede büyük bir risk taşır. Teröristlerin karşı karşıya kalacağı tehlikenin seviyesi üretmek istediği silahın radyoaktif ve/veya toksik etkisiyle orantılı olarak artar. Şimdiye kadar hiçbir kirli bombanın kullanılmamış olmasının başlıca nedenlerinden biri muhtemelen budur.

Teröristlerin böyle bir bomba yapmak için sivil nükleer yakıt çevriminde kullanılan tesislerin birinden alınmış radyoaktif malzemeyi kullanması, nispeten uzak bir ihtimal. Malzemeleri tedarik etmek her zaman kolay değil, muhafaza etmek çoğu kez nispeten zor ve birçok durumda son derece tehlikelidir. Temin edilmesi çok daha kolay, kirli bomba yapmaya bir o kadar hatta daha elverişli, düşük, yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyumdan ve reaktör plütonyumundan daha uygun çeşitli malzemeler mevcuttur. Sezyum-137, kobalt-60, strontiyum-90, kripton-85 veya amerikyum-241 gibi radyoaktif maddeler sivil hayatta, örneğin hastanelerde, sanayide, malzeme ve sızma testlerinde veya duman detektörlerinde yaygın olarak kullanıldığından elde edilmeleri çok daha kolay olup, amaca daha uygundur.

4.3 – Nükleer malzeme kaçakçılığı

Sovyetler Birliği'nin dağılmasından bu yana, kaybolan, bulunan nükleer malzemeler ve bunlara ilişkin kaçakçılık vakalarıyla ilgili çok sayıda haber yapıldı. Adi suçlular, suç örgütlerinin üyeleri, teröristler ve istihbarat örgütleri ile emniyet makamlarıyla birlikte medya kuruluşları da bu konuya büyük ilgi gösterdi. Bu durum yasa dışı nükleer malzeme trafiği, sahte ve aldatma amaçlı operasyonlar yürütmeye yönelik gerçek girişimlerle nükleer kaçakçılığa ilişkin asılsız haberlerin birbirinden ayrılmasını güçleştirdi. Medyada çıkan haberleri analiz etmek, nükleer kaçakçılık olayları ile nükleer maddelerin yayılması arasındaki gerçek bağlantı hakkında bize pek fazla ipucu vermiyor. Yasadışı nükleer ticaretin değer-

39 Güvenliği göreceli olarak daha sıkı tutulan bir ekonomik, siyasi kararlar merkezinde bir kirli bombanın patlaması hükümet ve devlet yetkililerinin en önemli görevlerinden birini, yani halkın emniyetini güvenceye alma görevini yerine getirme kabiliyetleri hakkında ciddi kuşkulara yol açar. Öte yandan, ne de olsa sınırlı kalan maddi hasardan bağımsız olarak radyoaktif kirlilik, hissedilmese de büyük ölçüde tehlikeli olduğundan olay muazzam bir güvensizlik algısı doğurur.

lendirilmesi için daha güvenilir bir kaynak UAEA tarafından 1995 yılında kurulan yasadışı trafik veri tabanıdır. Bu kuruluş, 1993 ile 2004 yılları arasında 650'den fazla olayı resmen doğrulamıştır. Olayların yüzde 60'undan fazlasında sezyum-137, strontiyum-90, kobalt 60 veya amerikyum 241 gibi bölünebilir olmayan radyoaktif maddeler söz konusudur. Bu malzemelerin çoğu radyoaktivite yayıcı aygıtlarda veya kirli bombalarda kullanılabilirliğinden terör veya suç olaylarında yer alma olasılığı endişe kaynağıdır. Tüm olayların yüzde 30 kadarında doğal uranyum, kullanılmış uranyum, toryum ve düşük derecede zenginleştirilmiş uranyum gibi nükleer malzemeler söz konusudur.

Yalnız 18 olayda silah yapımında kullanılabilir kalitede nükleer malzeme söz konusudur. Yayılma açısından en önemli olaylar bunlardır. Plütonyumun mevcut olduğu yedi olayın altısında miktarlar 1 gramın daha azından 10 grama kadar değişmekteydi. 363,4 gramdan daha fazla plütonyumun söz konusu olduğu yedinci olay, 1994 yılının Ağustos ayında Münih Havaalanı'nda meydana geldi. Olaya hem Rus yetkililer hem de Alman istihbaratı karıştı⁴⁰. 11 olayda ise bir gramın daha azından 2,5 kiloya varan değişik miktarlarda yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum söz konusuydu. Bu olayların çoğunda ele geçirilen miktarların ileride gerçekleştirilecek daha büyük alışverişlerin numuneleri olduğu tahmin edildi⁴¹. Nükleer malzemelerin yetkisiz kişilerin elinde bulunması, kaybı, çalınması ve bunlarla ilgili diğer yasadışı olayların sayısı 2008 yılı sonunda 1562'ye çıkmıştı. Bu olayların 15'inde, plütonyum veya yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum söz konusuydu. Miktarlar çoğu kez ufak olsa da birkaç olayda kilogramlarla ifade edilecek kadar büyük değerler söz konusuydu. UAEA bu vakaların ayrıntılarını artık açıklamamakla birlikte en çok göze çarpan olayların çoğunluğunda, ortada bir alıcının bulunmadığı, sadece arzın söz konusu olduğu kabul ediyor. Doğal olarak, sonuca ulaşmış ama ortaya çıkarılmamış ya da açıklanmamış nükleer kaçakçılık ve yasadışı nükleer malzeme trafiği olaylarının da var olabileceği ihtimalini göz ardı etmemek gerekir.

40 "Der Spiegel" dergisi Ağustos 1994'te olayı kapak haberi yaptıktan sonra (Bakınız: <http://www.spiegel.de/spiegel/print/index-1994-34.html>) Nisan 1995'te de BND'nin (Alman Federal İstihbarat Örgütü) devam haberini "Pullach Malı Panik" başlığıyla haber yaptı. Bakınız: <http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-9181696.html>. Federal Alman Parlamentosu olay hakkında soruşturma başlattı. Bakınız: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/13/013/1301323.asc>.

41 UAEA bu tür olayların ayrıntılı raporlarını 2004 yılına kadar aşağıdaki adreste sağlamaktaydı: http://www.iaea.org/NewsCenter/Features/RadSources/Fact_Figures.html. Bu liste artık yok. Karşılaştırılabilir verilerin önemli bölümleri günümüzde şu adreste bulunabilir: http://www.iaea.org/NewsCenter/Features/RadSources/PDF/fact_figures2005.pdf 2004 yılına ait rakamlar bu kaynaklardan alınmıştır. 2009 yılından itibaren geçerli olan durumun doğrudan karşılaştırılabilir olmayan bilgiler içeren güncel bir tablosu aşağıdaki adreste görüntülenebilir: <http://www-ns.iaea.org/downloads/security/itdb-fact-sheet-2009.pdf>

Rakamların doğrudan karşılaştırılabilir olmamasının birinci nedeni veri tabanı için kullanılan raporlama yönteminin 2006 yılından itibaren değiştirilmesi, ikinci nedeni ise olay raporu gönderen ülkelerin sayısının yıllar içinde 192'ye çıkmasıdır. Bu paragrafta yer alan en yeni bilgi yukarıda adı geçen kaynaktan gelmiştir.

4.4 – Devlet dışı aktörler ve yakıt çevrimi güvenliği

Teröristler sivil nükleer tesislerin güvenliği için gerçekten ciddi riskler oluşturabilir ama bu riskler hakkında yapılmış, kamuya açık, sistematik, bilinen bir inceleme yoktur. Sorunun tek başına olan bölümlerine bir miktar ışık tutulmuştur. ABD, 1990'lı yıllarda kendi nükleer reaktörlerinden bazılarını karşı 75 saldırı simülasyonu yaptı. Sonuçlar birtakım ciddi güvenlik zafiyetlerinin var olduğunu gösterdi. Saldırıların 27'sinin reaktörün çekirdeğine zarar verebileceği ve radyasyon sızıntısına sebep olabileceği görüldü⁴². Greenpeace, 2003 yılında herhangi bir direnişle karşılaşmadan Sizewell'deki İngiliz nükleer santralına girmeyi başardı⁴³. Yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyumla çalışan üniversitelerdeki araştırma reaktörlerine giren çıkan çok, güvenlik önlemleri ise nispeten az olduğundan bu reaktörler özellikle ciddi bir sorun teşkil ediyor.

Nükleer altyapının bu hassas alanlarına yatırım yapacak kaynak ile kapasiteye sahip sanayileşmiş ülkelerde ciddi güvenlik problemleri ortaya çıkabiliyorsa, mali güçleri daha sınırlı ülkelerde reaktörlerden, laboratuvarlardan ve nükleer tesislerden nükleer malzeme kaybolması riskinin çok daha büyük olduğu varsayılabilir.

Terörist saldırılarının bu tesisler için arzettiği riskler de ihmal edilmemelidir. Bu saldırılar nükleer patlamaya neden olmasa bile muazzam miktarda radyoaktivitenin açığa çıkmasına yol açabilir. Sivil nükleer tesislere teröristlerin saldırması olasılığının nükleer silahların teröristlerin eline geçmesi olasılığından çok daha güçlü ve muhtemelen bir kirli bombanın kullanılma olasılığından da daha yüksek olduğu dikkate alınmalıdır. Geçen yıllarda reaktörlerin bulunduğu ünite-lerin uçakla yapılacak saldırılara karşı korunmasına ilişkin tartışmaların yapılması insanların yavaş yavaş bu sorunu ciddiye almaya başladığını gösteriyor.

4.5 – Diğer yayılma riskleri

ABD Enerji Bakanlığı'nın 1962 yılında reaktör plütonyumundan yapılmış bir nükleer silahla başarılı bir yeraltı denemesi yaptığı ancak 1977 yılında öğrenildi. Bu da açıkça gösterdi ki başta reaktör plütonyumu olmak üzere "sivil" kaynaklardan nükleer silah üretmek, prensipte mümkündür. Los Alamos Ulusal Laboratuvarları'nda yapılan bir araştırmanın 1990 yılında açıklanan sonuçlarına göre, reaktör plütonyumundan nükleer silah üretmek isteyen devletlerin veya terörist grupların karşılaşacağı güçlükler, silah yapımında kullanılabilecek

⁴² Endişeli Bilim İnsanları Birliği: Backgrounder on Nuclear Reactor Security (Nükleer Reaktör Güvenliği Hakkında Ön Bilgiler), Cambridge (MA) 2002.

⁴³ Greenpeace UK: Greenpeace Volunteers Get into Top Security Nuclear Control Centre (Greenpeace Gönüllüleri En Yüksek Güvenlikli Nükleer Kontrol Merkezine Girdi), basın bülteni, Londra 13 Ocak 2003. Ayrıca gazete haberi oldu: *Daily Mirror*, 14.01.2003.

kalitede plütonyuma erişim olanağına sahip olanların karşılaşıcağından nitelik itibarıyla değil, sadece derece itibarıyla farklı olacaktı⁴⁴.

Irak'a karşı yapılan 2003 yılındaki savaşta önemli bir nükleer yayılma riski daha ortaya çıktı: ABD birlikleri, Irak'ı işgal ederken bu ülkenin ana nükleer araştırma tesisinin yağmalanmasına karşı yeterli koruma önlemi almadı. Tesis-
teki UAEA mühürleri söküldü, nükleer malzemeler kayboldu, belgeler çalındı. O sırada UAEA ulaşabildiği malzemelerin tümünü güvenlik altına aldı.

Sovyetler Birliği'nin dağılması, "başarısız devletlerin" uluslararası camia için yayılma riski oluşturduğunu gösterdi. Araştırma reaktörleri işleten ya da sivil nükleer programlar yürüten ülkelerin hepsinin, hiçbir zaman istikrarsız bir döneme girmeyeceği veya çökmeyeceği garanti edilemez. Bu ülkeler böyle bir süreç içine girerse nükleer tesisler ve nükleer malzemeler üzerindeki kontrolü geçici bir süre için veya temelli kaybedebilir. "Çöken devletlerin" genel bir yayılma riski oluşturduğu yaygın biçimde kabul edilmekteyse de bunların önemli yayılma riskleri gizlediği ise daha az bilinir. Örneğin, nükleer güç Pakistan'ın çökmesi ciddi problemler yaratır. Pakistan ile Khan şebekesinin Malezya'yı da kapsayan "nükleer süpermarketi" giderek artan sayıda gelişmekte olan devletin artık nükleer programlar ve nükleer silahlar için gereken teknolojiyi sağlayabileceğini göstermektedir.

5 – Nükleer silahların yayılmasını kontrol altına alma ve kontrol altında tutma araçları

5.1 – Önemli antlaşmalar

1970 yılının Mart ayında yürürlüğe giren Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması (Nuclear Non-Proliferation Treaty- NPT), uluslararası anlamda yayılmayı önleme sisteminin temel taşıdır. Dünyadaki ülkelerin hemen hemen hepsi bu antlaşmayı imzalamıştır. Sadece İsrail, Hindistan ve Pakistan anlaşmaya hiçbir zaman katılmamış, Kuzey Kore ise 2003 yılında çekilmiştir⁴⁵.

NPT'nin 2. maddesi, nükleer olmayan ülkelere şu yükümlülüğü getirmektedir⁴⁶: "İster doğrudan ister dolaylı olarak herhangi bir tarafın teklif edebileceği hiçbir nükleer silah veya başka nükleer patlayıcı aygıtları veya bu tür silah

44 ABD Enerji Bakanlığı: Non-proliferation and Arms Control Assessment of Weapons-Usable Fissile Material Storage and Excess Plutonium Disposition Alternatives (Silah Yapımında Kullanılabilecek Kalitede Bölünebilir Malzemelerin Depolanmasına ve İhtiyaç Fazlası Plütonyumun Bertaraf Edilmesine İlişkin Alternatiflerin Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi ve Silahların Kontrolü Açısından Değerlendirilmesi), Washington 1997, s. 37-39. Ulusal Bilim Akademisi: Management and Disposition of Excess Weapons Plutonium (İhtiyaç Fazlası Silahlık Plütonyumun Yönetimi ve Bertaraf Edilmesi), Washington 1994, s. 32-33.

45 Kuzey Kore NPT'den çıkmakla yanlış adım attığından hâlâ rejimin nükleer silahsız bir üyesi olarak muamele görmektedir.

46 Antlaşmanın metni ile yayılmayı önlemeye yönelik uluslararası çabalara dair birçok belgeye şuradan ulaşılabilir: Federal Alman Dışişleri Bakanlığı: Kitle İmha Silahlarının Yayılmasını Önlemek, Kilit Belgeler, 2. Baskı, Berlin 2006.

veya patlayıcıların kontrolünü kabul etmemek; nükleer silah veya başka nükleer patlayıcı aygıtları imal etmemek ya da bunları başka yollardan elde etmemek ve nükleer silah veya başka nükleer patlayıcı aygıtların yapımı için hiçbir yardım talep ve kabul etmemek.”

Öte yandan, nükleer silah sahibi devletler de, 1. maddede nükleer olmayan devletlere bu yükümlülüklerinin etrafından dolaşması için doğrudan ya da dolaylı yardım sağlamamayı taahhüt etmiştir. 4. madde nükleer silah sahibi olmayan devletlerin nükleer enerjiyi barışçıl amaçlarla kullanma ve bununla ilgili her türlü teknolojiyi dışarıdan alma hakkını garanti eder: “Bu antlaşmadaki hiçbir şey antlaşmanın tüm taraflarının nükleer enerjiyi barışçıl amaçlarla geliştirme, araştırma, üretme ve kullanma konusunda sahip olduğu vazgeçilmez hakkı etkileyecek biçimde yorumlanamaz. (...) Antlaşmanın tarafları, nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanılması için teçhizat, malzeme ile bilimsel ve teknolojik bilgilerin mümkün olabilecek en eksiksiz biçimde alışverişini kolaylaştırmayı taahhüt etmekte olup bu alışverişe katılma hakkına sahiptir.”

Dolayısıyla antlaşmada nükleer silah sahibi olmaya devam etmelerine izin verilen ülkelerle (“silahlılar”) diğerleri (“silahsızlar”) arasında bir ayırım yapılmaktadır. Antlaşmada ayrıca bu ayırımın sonsuza dek sürmesinin niyetlenilmediğine işaret eden iki hüküm yer almaktadır. Bunlardan 6. maddede yer alan ilki, nükleer silah sahibi ülkelere “nükleer silahlanma yarışının erken bir tarihte sona erdirilmesi ve nükleer silahsızlanmaya ilişkin etkili tedbirler hakkındaki ve sıkı, etkin bir uluslararası denetim altında gerçekleştirilecek genel ve eksiksiz silahsızlanmaya ilişkin bir antlaşma konusunda müzakereleri iyi niyetle sürdürme” yükümlülüğü getirmektedir.

10. maddedeki ikinci hükümde ise şöyle denmektedir: “Antlaşmanın yürürlüğe girmesinden 25 yıl sonra antlaşmanın süresiz olarak yürürlükte kalıp kalmasına karar verilmek üzere bir toplantı yapılacaktır (...)”

Bu gözden geçirme toplantısı 1995 yılında yapıldı. Antlaşmanın kayıtsız şartsız ve süresiz olarak uzatılması kararlaştırıldı. Bu karara varılmasını sağlayan şey aynı zamanda bir “Prensip ve Hedefler” belgesinin de kabul edilmesiydi. Bu belgeye 2000 yılında yapılan bir sonraki gözden geçirme toplantısında oluşturulan 13 pratik adımı içeren bir başka belge de eklendi. Bu belgede ilk kez hem yayılmanın önlenmesini hem de nükleer silah sahibi ülkelerin silahsızlanmasını güçlendirmeye yönelik somut amaçlar ve bir çalışma planı yer aldı.

Bu kararlar aynı derecede önemli ve NPT müzakerelerinde de bariz olan “karşılıklı taviz” faktörünü gösterdi: Nükleer olmayan birçok devlet nükleer silahların yayılmasını önleyici sıkı kuralları ancak aynı zamanda nükleer silahsızlanma alanında da – nihai hedef tüm nükleer silahları terk etmesi olmak üzere – adımlar atılması şartıyla kabul ediyordu. Bu yüzden 1995 ile 2000 yılları arasında bu yükümlülüklerin yerine getirilmesi, birçok ülkenin beklediğinden çok daha yavaş bir tempoda gerçekleşti. 2005 yılının Mayıs ayında yapılan bir sonraki gözden geçirme toplantısında durum daha da kötüleşti. George W. Bush yönetimindeki ABD, bundan böyle “Prensip ve Hedefler” belgesine ve Bill Clinton’ın başkanlığındaki önceki yönetimin işbirliğiyle geliştirilen 13 adımlık

sürece bağlı kalmaya niyetli olmadığını gösterdi. ABD yönetimi artık nükleer silahların yayılmasını önlemeyi güçlendirmek için tek taraflı girişimlere daha çok odaklanıyor ve nükleer silah sahibi devletlerin silahsızlanması anlamında yeni yükümlülükleri kabul etmiyor. Bu, NPT ve ek anlaşmalarıyla getirilen “karşılıklı taviz” kavramının sonuna büyük bir soru işareti koyuyor. Toplantı herhangi yeni bir anlaşma yapılmadan sona erdi ve geride gelecekte çözülmesi zor bir problem bıraktı. Çok taraflı nükleer silahların yayılmasını önleme rejimini yeniden canlandırmak mümkün mü; mümkünse nasıl canlandırılabilir?

Bunlara ek olarak antlaşmanın halihazırda silahların yayılması açısından önemli birkaç zayıf tarafı var:

- Tüm egemen devletlerin normal şartlarda eşit sayıldığı uluslararası hukukta “silahlılar” ile “silahsızlar” arasındaki ayrımın bir benzeri yoktur. NPT’nin ucu açık olarak uzatılması bu statü farkını sürekli kılarken, “sıfır silah” seviyesine kadar nükleer silahsızlanma hedefi de bu arada gözden kaybedilmiş oluyor. Dolayısıyla, ABD yönetiminin “Prensip ve Hedefler” ve 13 adımlık süreci içeren belgelerden desteğini çekmesi, nükleer güce sahip olmayan birçok devlet tarafından silahsızlanmaya niyeti olmamak şeklinde değerlendirilerek eleştirildi. Bu çatışma, NPT’yi temellerinden sarsacak bir potansiyel taşıyor.
- Antlaşma bütün tarafların nükleer teknolojiyi barışçıl amaçlarla kullanma hakkını garantiliyor. Bu teknolojiye sahip olan ülkelere, sahip olmayan ama onu elektrik üretimi gibi sivil maksatlar için kullanmak isteyen ülkelerin o teknolojiye erişmesini sağlama yükümlülüğü getiriyor. NPT’ye göre, nükleer silah sahibi olmayan bir ülkenin kapalı yakıt çevrimi işletmesi tamamen yasal⁴⁷. Niteliği itibarıyla yüksek yayılma riski içeren birtakım tesisler de bu kapsama giriyor. Yakıt çevriminin – sıklıkla nükleer “silahlı devletler” tarafından üretilen veya desteklenen – bu unsurlarına ek güvenceler ve ihracat kısıtlamaları uygulanması yönündeki teklifler yukarıda bahsedilen ayrımı daha da derinleştiriyor. Nükleer silah sahibi olmayan ülkeler, nükleer enerjinin sivil kullanımı ve ileri teknolojiye erişim konusunda bir tür “nükleer ırk ayrımcılığı”na maruz kaldıklarını düşünüyor.
- İsrail, Hindistan ve Pakistan antlaşmayı hiç imzalamamasına rağmen nükleer silah sahibi oldu. Antlaşma yeni nükleer silah sahibi olmuş devletlerin katılımına açık olmadığından bu devletlerden herhangi birinin antlaşmaya katılması için ön koşul olarak nükleer silahlarından vazgeçme kararını vermesi gerekecek. Oysa böyle bir şeyin gerçekleşme ihtimali yok. Bu yüzden nükleer silah sahibi olmayan ülkelerin birçoğu nükleer silah sahibi bu devletlere antlaşma dışında “de facto” nükleer silah sahibi devlet olarak hoşgörü gösterilmesini veya bunların dolaylı yoldan tanınmasını giderek daha fazla eleştiriyor. Bu eğilimin en önemli kanıtları, ABD ile Hindistan arasında George W. Bush yönetimi iktidardayken müzakere edilen ve bu iki ülke arasında

47 NPT antlaşmasına göre, örneğin bilindiği kadarıyla İran’ın sahip olduğu tüm tesisler ile planlara yalnız sivil kullanım ve UAEA’nin izleme yapması kaydıyla izin verilebilir.

sivil nükleer projelerde işbirliğine olanak tanıyan iki taraflı anlaşma⁴⁸ ile Washington'un İsrail'e yönelik politikalarıdır.

Nükleer Denemelerin Tümden Yasaklanması Anlaşması (CTBT) nükleer silahların yayılması üzerinde imkân dahilinde etkili olan çok taraflı bir başka antlaşma. Robert McNamara 1963 yılının Şubat ayında Başkan John F. Kennedy'ye yazdığı bir notta şöyle demektedir: "ABD, SSCB ve İngiltere tarafından kabul edilecek kapsamlı bir deneme yasağı yayılmayı [nükleer silahların] yavaşlatıcı yönde etki gösterecektir. Bunun nükleer ülkelerin sayısını az tutmak için gerekli ama yetersiz bir şart olduğunu söylemek pek abartı sayılmaz⁴⁹."

Böyle bir anlaşma ancak Soğuk Savaş'ın sona ermesinden sonra kabul edilebildi. 1996 yılından beri 182 ülke antlaşmayı imzaladı ve bunlardan 151'inin parlamentosu antlaşmayı onayladı. Bunların arasında Rusya gibi nükleer silah sahibi ülkeler de vardı⁵⁰. Ancak, anlaşmanın yürürlüğe girip girmeyeceği hâlâ belli değil. Anlaşmanın yürürlüğe girmesi için sivil veya askeri nükleer programlar yürüten 44 ülkenin hepsinin onayı gerekli. Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan*, Pakistan*, Kuzey Kore*, Endonezya, İsrail, İran ve ABD dahil olmak üzere birçok ülke antlaşmayı henüz onaylamadı. Üç ülke antlaşmaya imza bile koymadı⁵¹.

Bu anlaşma yürürlüğe girerse silahların yayılmasının önlenmesine büyük bir katkısı olur. Bu durumda ilk kez nükleer silah üretecek ülkeler deneme yapamayacağı için nükleer silah tasarımlarının planlandığı gibi işleyeceğinden emin olamayacaktır. Bu özellikle reaktör plütonyumu esaslı silahlar için geçerlidir.

Teklif edilen Nükleer Silah İçin Bölünebilir Maddelerin Üretimini Yasaklanması Anlaşması'nın (Fissile Material Cut-off Treaty - FMCT) amacı silah yapımında kullanılacak kalitedeki malzeme miktarını dünya çapında dondurmaktır, nükleer silahlarda kullanılan bölünebilir malzemelerin üretimini yasaklamak ve böylece eninde sonunda bu malzemelerin azalmasını sağlamaktır. Bu fikir onlarca yıldan beri var olduğu ve daha 1957 yılında BM Genel Kurulu'nun 1148 sayılı kararıyla silah yapımında kullanılacak kalitedeki nükleer malzemelerin üretimine son verilmesi çağrısında bulunduğu halde, anlaşmayı kaleme almakla görevlendirilen BM Silahsızlanma Konferansı'nda ciddi görüşmeler hâlâ başlamamıştır. Yine de orada halen böyle bir anlaşmanın

48 O zamandan beri Çin ile Pakistan da buna benzer bir anlaşma imzalamıştır.

49 Savunma Bakanı: Başkana Not, Konu: Deneme Yasağı Anlaşmasının Olması ve Olmaması Durumunda Nükleer Silahların Nasıl Yayılacağı, Washington DC 12.2.1963, s. 3 (ilk gizlilik derecesi: GİZLİ).

50 Bakınız: Genel fikir sahibi olmak için: <http://www.ctbto.org/> Anlaşmayı imzalayan veya onaylayan devletlerin durumu için: <http://www.ctbto.org/the-treaty/status-of-signature-and-ratification/>.

51 Yıldız (*) işaretli devletler anlaşmayı ne imzalamış ne de onaylamıştır. Karşılaştırın: http://www.ctbto.org/the-treaty/status-of-signature-and-ratification/?states=4®ion=63&submit.x=17&submit.y=4&submit=submit&no_cache=1 (Aralık 2009 durumu). Başkan George W. Bush döneminde ABD yönetimi imzalamış olduğu CTBT antlaşmasından çekilmeyi düşünmüştü. Başkan Obama antlaşmayı onaylatmaya çalışacağını açıklamış ama henüz ABD Senatosu'nda gereken çoğunluğu sağlayamamıştır.

olası unsurları hakkında gayr-ı resmi görüşmeler cereyan etmektedir. Bu konu için bir çalışma grubunun atanması geçen yıl Silahsızlanma Konferansı'nın çalışma planına dahil edilmiş ama önemli bir ilerleme sağlamamıştır. BM Silahsızlanma Konferansı'nda bir uzlaşmaya varması gereken 65 ülke var. Dolayısıyla kayda değer bir ilerleme sağlanabilmesi için kendi nükleer silah stoklarını oluşturmakta olan ve henüz NPT'ye katılmamış en küçük nükleer güçlerin bile uzlaşmaya razı olması gerekmektedir.

Bu tür bir anlaşma, nükleer silah sahibi devletlerde silah yapımında kullanılabilir kalitedeki bölünebilir malzeme miktarını mevcut stoklarla sınırlayacak ve nükleer silah sahibi olmayan devletlerde de bu tür stokların oluşturulmasını uluslararası hukuka aykırı kılarak ilave bir güvenlik önlemi yerine geçecektir. Silah yapımında kullanılabilir kalitedeki 500 ton Rus uranyumunun seyreltilerek düşük derecede zenginleştirilmiş uranyuma dönüştürülmesi için Rusya ile ABD arasında yapılan ve bu iki ülkeden her birinin 34 ton plütonyumun askeri kullanım dışı bırakılmasının öngörüldüğü anlaşmalar gibi mevcut girişimlerin de katkısıyla, silah yapımında kullanılabilir kalitedeki bölünebilir malzeme rezervleri uzun vadede azalacaktır⁵².

Teklif edilen bir başka anlaşma da yine imkân dahilinde silah yapımında kullanılabilir kalitedeki mevcut nükleer malzemeleri kapsayan ve bütün nükleer güçleri ellerindeki bu tür malzeme stoklarını azaltmaları için yasal bir taahhüt altına sokan "Bölünebilir Malzemeler Antlaşması"dır (Fissile Material Treaty- FMT).

NPT'nin 7. maddesi uyarınca dünyanın birçok bölgesinde Nükleer Silahtan Arındırılmış Bölge (Nuclear Weapon Free Zones - NWFZ) anlaşmaları yapılmıştır. Bunlar nükleer silahların ve nükleer teknolojinin olası yayılmasına karşı, nükleer güçler adına siyasi açıdan bağlayıcı olan "negatif güvenlik teminatları" ile desteklenen bölgesel güven artırıcı önlemlerdir. Bu teminatların yasal açıdan bağlayıcı olmayan siyasi vaadi, nükleer silah sahibi ülkelerin nükleer silahtan arındırılmış sahalarda bu anlaşmalara üye ülkeleri silahlarıyla tehdit etmeyeceği ve onlara saldırmayacağıdır⁵³.

Başka çokuluslu anlaşmalar da, silah yapımında kullanılabilir kalitedeki malzemelerin güvenliğini ve birbirleri ile bağlantılı belirli meseleleri konu edinmiştir. Bunların birkaç örneği aşağıdadır:

■ 1987 yılında yürürlüğe giren ve başlangıçta sadece nükleer malzemelerin uluslararası nakliyesini konu alan uluslararası, "Nükleer Malzemelerin Fiziksel Korunması Sözleşmesi (Convention on the Physical Protection of Nuclear Material – CPPNM)⁵⁴. Bu anlaşmayı şimdiye kadar 142 devlet imzalamıştır. 2005 yılında bu anlaşmaya sivil nükleer tesislerin, nükleer malzeme-

52 www.bellona.no/en/international/russia/nuke_industry/co-operation/8364.html; http://www.nti.org/c_press/analysis_Holgate_INMM%20Paper_061005.pdf

53 Ancak, bu teminatların biçim (siyasi açıdan bağlayıcı fakat yasal açıdan bağlayıcı değil) ve içeriğinde nükleer güç sahibi ülkeler bu teminatları geri çekme seçeneğini açık bırakıyor.

54 cf.: <http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/Others/inf274r1.shtml>

lerin ve depoların güvenliği ile ulaştırma meselelerini de konu alan bir bölüm eklenmiştir⁵⁵.

- 2005 tarihli Nükleer Terörizm Faaliyetlerinin Bastırılması Hakkında Uluslararası Sözleşme (The International Convention for the Suppression of Act of Nuclear Terrorism)⁵⁶.
- Nükleer malzemelerin ve tesislerin UAEA adına korunmasına ilişkin, halen nihai gözden geçirme aşamasında olan teknik uygulama anlaşmaları (INFCIRC 255/Rev.4 (1999) ve Rev.5 (2010)).⁵⁷

5.2 – Yayılmanın güvenceler yoluyla önlenmesi

Yayılmaya karşı uluslararası güvenceler NPT'nin 3. maddesinin 1. fıkrasına dayanır. Temel prensip, nükleer olmayan ülkelerin nükleer malzemeleri ve bunlara ait teknolojiyi edinmeye ancak nükleer programlarının sadece barışçıl amaçlara hizmet ettiği için UAEA tarafından doğrulanmasına izin vermeleri şartıyla hak kazanmasıdır. Yani, odaklanılan esas nokta sivil bir yakıt çevrimindeki nükleer malzemelerin askeri kanallara geçmesini önlemektir.

Günümüzdeki izleme sistemi iki aşamada oluşturulmuştur. Birinci aşamada güvence anlaşmalarının uygulanması için bir çerçeve oluşturulmuş, ikinci aşamada ise UAEA denetlemelerinin nasıl icra edileceğine dair ayrıntılı talimatlar müzakere edilmiştir. “Bilgi Sirküleri 153 (INFCIRC 153)” adlı bu belge üzerinde 1972’de anlaşma sağlanmıştır. Bu temellere dayanılarak UAEA ile münferit devletler arasında güvence anlaşmaları yapılmış ve yayımlanmıştır. Anlaşmalarda nükleer olmayan ülkelerin nükleer tesisleri, malzemeleri ve programları hakkındaki belirli bilgileri UAEA’ya ne zaman ve ne dereceye kadar sağlamakta yükümlü olduğu düzenlenmektedir. Bu ülkeler UAEA’ya sağladıkları bilgilerin doğruluğunun teyidi için bu kuruluşa, topraklarında denetleme yapma hakkı vermektedir. UAEA bir ülkenin kendisiyle tam bir işbirliği içinde hareket ettiği ve sadece sivil nükleer projeler üzerinde çalıştığı kanısına varırsa, o ülke dışarıdan nükleer malzeme, teknoloji vb yardım almaya devam edebilir ama UAEA bir ülkenin nükleer programı hakkında şüphelerin veya cevapsız soruların var olduğuna kanaat getirirse, o ülke hakkındaki şüpheleri ortadan kaldırmak ya da uygulanacak işlem hakkında karar vermesi için olası ihlalleri BM Güvenlik Konseyi ve BM Genel Kurulu’na bildirmek amacıyla, ilave özel denetlemeler başlatmaya yetkilidir. 2008 yılı başında UAEA ile münferit ülkeler arasında 163 anlaşma vardı⁵⁸.

UAEA denetçileri, 1991 yılındaki Körfez Savaşı’nın ardından nükleer güce sahip olmayan bir ülke olarak bilinen Irak’ın yıllardır gizli bir nükleer silah programı yürüttüğünü ortaya çıkardı. BM Güvenlik Konseyi savaş bittikten sonra

55 cf.: <http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC49/Documents/gc49inf-6.pdf>

56 cf.: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/Res/59/290

57 IAEA’nın bütün bilgi sirküleri aşağıdaki İnternet adresinde görülebilir: <http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/index.html>

58 Karşılaştırm: <http://www.iaea.org/Publications/Reports/Anrep2008/safeguards.pdf>

UAEA'ya yeni denetlemeler yapması için yetki verdi. Irak'ın nükleer programının ortaya çıkması mevcut güvence anlaşmalarının bir ülkenin gizli bir nükleer silah programı oluşturmasını engellemeye yeterli olmadığını ve bu tür meselelerle baş etmek için daha kapsamlı denetimlere ihtiyaç duyulduğunu gösterdi. UAEA üyeleri, 1997 yılında genişletilmiş güvencelerle ilgili, gönüllülük esasına dayalı bir "Örnek Ek Protokol" (INFCIRC 540) üzerindeki müzakereleri tamamladı. Bu protokolü kabul eden ülkeler, UAEA'nın diğer işlemlerinin yanı sıra kısa süreli ihbarlarla ek denetlemeler yapmasına veya çevreden numune almasına izin vermiş olmaktadır. Ayrıca bu protokol, üye ülkelere yeni planladıkları nükleer tesisler hakkında yetkili nükleer enerji makamlarına daha erken ve daha ayrıntılı bilgi sağlama ve UAEA'na ek bilgi verme yükümlülüğü getirmektedir. Bu ek bilgi sayesinde örneğin "Nükleer Tedarikçiler Grubu Tetikleyiciler Listesi"nde yer alan bütün malların ithalat ve ihracatını deklare edilmek zorundadır. Bu ek protokol 2008 yılı sonunda 88 ülkede yürürlükteydi⁵⁹. Protokolü imzalayan ama henüz onaylamayan devletler de vardır⁶⁰.

Ek protokol, bir ülkenin NPT çerçevesindeki yükümlülüklerini veya güvenceleri ihlal ettiğinden şüphelenildiği durumlarda özellikle önem kazanmaktadır. UAEA ve birçok üye devlet, 2003 yılında İran İslam Cumhuriyeti böyle bir şüphenin hedefi olduğunda, İran'a ek protokolü imzalaması ve protokolün içerdiği ilave yetkileri UAEA'ya tanınması için baskı yaptı. İran protokolü 2003 yılının Kasım ayında imzaladı. Ancak, İran hükümeti önceleri protokol yürürlükteymiş gibi davrandıysa da, İran Parlamentosu daha sonra protokolü onaylamayı reddetti. İran, parlamentosu'nun nükleer programı ile ilgili tırmanan anlaşmazlık yüzünden protokolü tanımama kararını Şubat 2006 yılının Şubat ayında UAEA'ya bildirdi ama protokolden kaynaklanan yükümlülüklerden bazılarını, bu arada yerine getirdi.

Güvencelerin amacı nükleer silah sahibi olmayan ülkelerde sivil nükleer imkân ve kabiliyetlerin askeri maksatlarla kullanılmasını önlemektir. Nükleer silah sahibi ülkeler belirli tesis veya malzemelerinin UAEA güvenceleri altına alınmasını özellikle kabul etmedikçe, UAEA'nın güvenceleri ne nükleer silah sahibi ülkelerdeki askeri tesisleri ne de bu ülkelerdeki sivil nükleer tesisleri konu edinmeyecekler (INFCIRC 66)⁶¹. Güvence anlaşmaları NPT'ye taraf olmayan devletlerdeki nükleer tesisler için de yapılabilir. Bu nedenle İsrail, Hindistan ve Pakistan artık topraklarında UAEA'nın güvencelerinin sınırlı ölçüde izlenmesine izin vermektedir⁶².

59 A.g.e.; hangi ülke ile yapılan hangi güvence anlaşmasının Aralık 2009'da ne durumda olduğuna ilişkin daha güncel bir genel bakış UAEA tarafından şu adreste sunulmaktadır: http://www.iaea.org/OurWork/SV/Safeguards/sir_table.pdf

60 Aralık 2009'daki durum için Bakınız: http://www.iaea.org/OurWork/SV/Safeguards/sir_table.pdf

61 Nükleer silah sahibi ülkeler bu fırsattan farklı derecelerde yararlanmaktadır. Örneğin ABD Başkanı Barack Obama 6 Mayıs 2009 tarihinde Kongre'ye Washington'un UAEA'ya deklare ettiği bütün nükleer tesisleri kapsayan 267 sayfalık bir liste sunmuştur.

62 Bakınız: http://www.iaea.org/OurWork/SV/Safeguards/sir_table.pdf

UAEA denetlemeleri yüksek maliyetli, zaman alıcı ve yetersiz olduğu gerekçesi ile tekrar tekrar eleştirilse de eleştirenlerin iddia ettiği kadar çok daha etkili olduğu açıktır. UAEA denetçileri (ve Birleşmiş Milletler İzleme, Doğrulama ve Denetleme Komisyonu), Irak'ta bu ülkenin nükleer programını ortaya çıkarmıştır. ABD ile İngiltere'nin 2003 yılında Irak'a tekrar savaş açmak için BM'nin desteğini talep ettiği anlaşmazlıkta, denetçiler doğru sonuca vararak Irak'ın nükleer programını yeniden başlatmadığını rapor etmişti.

Günümüzde UAEA güvencelerini güçlendirmek için yapılan teklifler arasında nükleer faaliyetlerle ilgili malları ithal etmek isteyen nükleer silah sahibi olmayan ülkeler için ek protokolü evrensel ve zorunlu kılma çağrısı da vardır. Ayrıca, yeni nesil güvenceler getirilmesi de üzerinde durulan bir fikirdir.

5.3 – Yayılmanın ihracat kontrolleri ile önlenmesi

Çok taraflı ihracat kontrol önlemleri 1970'li yıllardan beri UAEA güvenceleri ile birlikte uygulanmıştır. Bu önlemler, NPT'ye üye ülkelerin, ancak ve ancak, alıcı ülkenin de UAEA'nın güvencelerine tabi olduğu durumlarda nükleer malzeme ile teknolojileri bu ülkelere sağlamasını şart koşan 3. madde, 2. fıkrasına dayanmaktadır.

Nükleer teknoloji sağlama yeteneğine sahip devletler, 1971 yılında gayr-ı resmi toplantılar yapmaya başladı. Bu toplantılar daha sonra kurumsallaşarak "Zangger Komitesi" adı ile anılır oldu. Komite üyeleri nükleer malların bir listesini oluşturdu ("tetikleyiciler listesi"). Bu liste çeşitli kontrollerin uygulanmasını öngörüyor ve bu tür malları almak isteyen ülkelere üç şart koşuyordu: Alıcı ülke bir güvence anlaşması yapmış olmalı, ithal ettiği malların tümünü barışçıl amaçlarla kullanmalı ve kendisi bu malları başka ülkelere ihraç ettiği takdirde alıcısından da ilk iki şartı yerine getirmesini talep etmeliydi.

Nükleer malzeme ve teknoloji sağlayabilecek durumdaki devletler, 1971 yılında bir de gayr-ı resmi Nükleer Tedarikçiler Grubu oluşturdu. Bu grup da yine ulusal ihracat kontrollerine tabi olması gereken nükleer malzeme, teknoloji ve teçhizatı içeren bir "tetikleyiciler listesi"nin yanı sıra hem askeri hem de sivil amaçlar için kullanılabilir ("çifte kullanım") önemli teknolojilerin yer aldığı bir listeyi kabul etti. Bu listeler teknolojiye gelişmelere ayak uydurmak için zaman zaman güncellenmektedir.

Bu listelerin ikisi de Nükleer Tedarikçiler Grubu'nun siyasi açıdan bağlayıcı ama yasal açıdan bağlayıcı olmayan talimatlarının bir bölümüdür. Eğer üye ülkeler malları kendi ulusal ihracat kontrol sistemlerine dahil etmeyi taahhüt ederse o zaman bunlar yasal açıdan da bağlayıcı hale gelmektedir.

Son yıllarda nükleer teknoloji arzını daha sıkı kontrol etmek için birtakım yeni girişimler başlatıldı. 2004 yılının Haziran ayında düzenlenen G8 Zirvesi'nde ABD'nin yaptığı bir teklife dayanarak uranyum zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojilerinin bunlara sahip olmayan devletlere yapılacak yeni aktarımlar, bir yıllığına ama süresi uzatılabilecek şekilde askıya alındı. Nükleer Tedarikçiler Grubu henüz ortak bir politika üzerinde anlaşamadığından bu askıya alma

sürecini halen G8'in sadece sekiz ülkesi tarafından uygulanmaktadır⁶³. UAEA Governörler Heyeti, 2009 yılında elektrik üreten nükleer reaktörlerin bulunduğu devletlerin ortak kullanımı için, Rusya'nın 120 tonluk düşük derecede zenginleştirilmiş uranyum rezervini elinde tutmasının öngörüldüğü Rus teklifini 8'e karşı 23 oyla kabul etti. Mısır, Arjantin, Brezilya, Malezya ve Güney Afrika teklife ret oyu verdi. Nükleer silah sahibi olmayan birçok ülke güvencelere, ihracat kontrollerine ve ziyaretlere zaten kuşku ile bakarken bu ret oyları nükleer faaliyetlerle ilgili malların ihracatının alıcı ülkenin ilave şartları yerine getirip getirmemesine bağlı olması konusunda duyulan şüpheleri biraz daha arttırdı. Hoşnutsuz ülkeler, bu kuralların ayrımcı biçimde uygulandığından ve NPT'de verilen teminatın aksine kendilerinin modern nükleer teknolojiye yasal yoldan ulaşmasını engellemek veya yasaklamak için kullanılabileceğinden endişe duyuyor.

Bu mesele halledilecekse yakıt çevriminin yayılmayla ilgili bileşenlerinin "çok taraflı hale getirilmesine" ilişkin tekliflerin yürürlüğe girmesi gerekir; uranyum zenginleştirme ve yeniden işleme faaliyetlerinin yalnız çokuluslu kullanım için ve UAEA'nin denetimindeki tesislerde gerçekleştirilmesi gibi. Böylece yayılmaya karşı daha büyük bir direncin oluşturulması sağlanabilir.

5.4 – Yayılmanın işbirliği yoluyla önlenmesi

Sovyetler Birliği'nin dağılması ve geride bıraktığı dev boyutlardaki nükleer mirasla ilgili endişeler, onun halefi olan devletlerle işbirliğini içeren çok çeşitli yayılmayı önleme tedbirleri doğurdu. Bu konuda inisiyatifi ilk ele alan Amerika Birleşik Devletleri, halen birçok ülkede bu tür faaliyetlerin finansmanında ve uygulanmasında rol alıyor⁶⁴. Öte yandan, bu bağlamda geliştirilen programlardan birçoğunun başka ülkelerde de faydalı olduğu görüldü.

Rusya'da ve eski Sovyetler Birliği devletlerinde nükleer silah ile malzemelerin daha merkezileştirilmiş ve teknik açıdan daha güvenli bir şekilde depolanmasına yönelik çeşitli projeler mevcut. Hizmet dışı bırakılan nükleer denizaltılardan çıkarılan nükleer yakıtın güvenli bir şekilde saklanması amaçlayan başka projeler de var. Uluslararası Bilim ve Teknoloji Merkezi Programı, Nükleer Kentler Girişimi, Rus Geçiş Dönemi Girişimi ve Yayılmayı Önleme Girişimi beyin göçünü önleme amacı ile nükleer bilimciler için istihdam yaratmaya odaklanıyor. Böylece yurtdışında iş arayan bilim adamları aracılığı ile nükleer silah ve teknolojilerinin yayılmasının önüne geçilmesi hedefleniyor. Çeşitli programlar eski Sovyetler Birliği devletlerinde sınır kontrollerinin, ihracat denetimlerinin iyileştirilmesine odaklanırken bazıları da Rusya'da silah yapımında kullanılabilecek kalitedeki malzeme üretiminin sona erdirilmesini ve ülkedeki bölünebilir malzeme stokunun azaltulmasını işbirliği yoluyla sağlamaya çalışıyor.

⁶³ Bu, L'Aquila zirvesinde yayımlanan G8 bildirisinin 8. paragrafının defalarca vurgulanması ile pek farkedilmeden gerçekleşti.

⁶⁴ Genel bir bakış için şu internet sayfaları ziyaret edilebilir: <http://www.ransac.org/>; <http://www.bits.de/NRANEU/NonProliferation/index.htm>

Örneğin, 1996 yılındaki Üç Taraflı Girişim çerçevesinde ABD, Rusya ve UAEA ihtiyaç fazlası olduğu belirlenen silah yapımında kullanılacak kalitedeki bölünebilir malzemenin (gerek plütonyum gerekse uranyum) ajans denetimine verilmesini kabul etti. ABD, 1993 yılında Rusya'dan 500 ton yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum satın aldı ve bu malzemeyi seyrelttikten sonra kendi nükleer santrallerinde kullandı. Bu süreçte yer alan şirketlerin verdiği bilgilere göre 15 bin 294 adet nükleer savaş başlığına eşdeğer olan 382 ton yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum "Megatondan Megavat'a" projesi kapsamında düşük derecede zenginleştirilmiş uranyuma dönüştürüldü⁶⁵.

ABD ile Rusya'nın, ülke başına 34 ton silah yapımında kullanılacak kalitede plütonyumu ya MOX yakıtına dönüştürmeyi ya da depolanabilir ve zararsız kılmak için nükleer atıklarla karıştırarak taşınmaz hale getirmeyi amaçladığı, 2000 tarihli Plütonyum Bertaraf Anlaşması'nın, uygulanması sürekli olarak geciktirildiği için şimdiye kadar pek başarılı olamadı⁶⁶. Nisan 2010 yılının Nisan ayında ek bir protokol ile anlaşmada değişiklik yapıldı. Bundan böyle Rusya'nın silah yapımında kullanılacak kalitedeki plütonyumunu tamamen MOX yakıtına dönüştürerek özel yayılmayı önleme denetlemelerine tabi olan elektrik santrallerinde ve hızlı üretken reaktörlerinde kullanmasına izin verildi⁶⁷.

G8 ülkeleri 2002 yılında halen var olan "Kitle İmha Silâhlarının ve Malzemelerinin Yayılmasına Karşı Küresel Ortaklık"ı (Global Partnership Against the Spread of Weapons and Materials of Mass Destruction) kurdu ve bu girişim için on yıllık bir süre boyunca 20 milyar dolar harcamaya söz verdi.

2004 yılının Mayıs ayında Rusya, Amerika Birleşik Devletleri ve UAEA ortaklaşa "Küresel Tehdit Azaltma Girişimi"ni (Global Threat Reduction Initiative) başlattı. Bu girişim diğer amaçlarının yanı sıra dünyada 40'tan fazla ülkeye dağılmış olan ABD ile Rusya menşeli bölünebilir malzemelerin güvenliğinin daha iyi sağlanmasını ve bunların menşe ülkelerine geri getirilmesini hedefliyor. Girişimin öncelikle ilgilendiği malzeme, çoğunlukla Sovyetler Birliği veya ABD tarafından sağlanmış halen araştırma reaktörlerinde kullanılmakta olan yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum. Yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyuma artık sivil nükleer programlarda yer verilmeyecek. Yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum ile çalışan araştırma reaktörleri ya kapatılacak ya da daha düşük derecede zenginleştirilmiş uranyumla çalışabilir hale dönüştür-

65 <http://www.ussec.com/megatonstomegawatts.htm>

66 Anlaşma, Clinton (1995) ve Yeltsin (1997) hükümetlerinin silah yapımında kullanılacak kalitedeki 50'şer ton plütonyumun askeri ihtiyaç fazlası olduğunu tek taraflı olarak deklare etmesine dayanmaktadır. 1996-1997'de iki taraflı bir komisyon silah yapımında kullanılacak kalitedeki ihtiyaç fazlası plütonyuma ne yapılacağına dair seçenekler geliştirdi. Bu seçenekler iki ülke arasındaki 1998 tarihli çerçeve anlaşması ile yukarıda adı geçen 2000 tarihli anlaşmaya dayanak oluşturdu. Bak.: <http://www.nti.org/db/nisprofs/russia/fissmat/plutdisp/puovervw.htm>. ABD her iki seçeneği de kullanmak istemekte, Rusya ise silah yapımında kullanılacak kalitedeki uranyumu geri dönüştürülebilir malzeme saymakta ve tüm stoğunu MOX'a dönüştürmek istemektedir. Anlaşmanın yapıldığı dönemde ne Rusya'da ne de ABD'de MOX işleyecek tesisler mevcuttu.

67 Değişikliğin içeriği için bakınız: <http://www.state.gov/r/pa/prs/ps/2010/04/140097.htm>

lecek. Bu girişime 2007 yılına kadar 90 devlet katıldı. Daha bu girişim başlatılmadan önce silah yapımında kullanılabilir kalitede bölünebilir malzemeler Sırbistan, Bulgaristan ve Kazakistan'dan ABD veya Rusya'ya aktarılmıştı. 2010 yılının Nisan ayında düzenlenen Nükleer Güvenlik Zirvesi'nde (Nuclear Security Summit) diğer birçok devlet de, gelecekte bu tür reaktörlerde yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum kullanmama niyetlerini ifade etti.

ABD ile Rusya tarafından başlatılan ikili girişimlerden birçoğu günümüzde çok taraflı hale gelmiştir. Bunların arasında, yayılmayı önleyici ihracat kontrollerinin etkili biçimde uygulanması için ülkelere yardım ve destek sağlanmasını, nükleer uzmanları ve bilim insanları için alternatif istihdam olanaklarının yaratılmasını, nükleer tesislerin ve malzemelerin güvenliğinin sağlanmasına yardımcı olunmasını amaçlayan projeler mevcuttur. Eski Sovyetler Birliği'ndeki emniyet ve güvenlik zafiyetlerine ilişkin tartışmalar da sivil nükleer operasyonların güvenliğini arttırmak için UAEA bünyesinde başlatılan girişimlere katkı sağlamıştır.

5.5 – Yayılmayı baskı ve askeri güçle önleme

George W. Bush yönetimi döneminde ABD yayılmayı önlemek için tek taraflı baskı tedbirlerine daha fazla odaklandı. İki örnek: 2003 yılının Mayıs ayında ABD, "Yayılma Güvenlik Girişimi"ni (Proliferation Security Initiative) başlattı. Bu girişimin amacı hava veya deniz yoluyla nakledilen nükleer, biyolojik ve kimyasal silahların yolunun kesilmesini hem meşru kılmak hem de kolaylaştırmaktı. Girişimin hedefinde ayrıca füze sistemleri ile teknolojisi, işleme teknolojisi ve bütün bu silahlar için kullanılan malzemeler de vardı. Bu fikrin uygulanması uçak ve gemilerin engelsiz seyrüsefer hakkını garantileyen çeşitli uluslararası antlaşmalara aykırı düşeceği için birçok ülke bu girişimi kuşkuyla karşıladı. Ancak, Bush yönetimi girişimde bu hukuki endişeleri giderecek değişiklik ve kısıtlamalar yapıldıktan sonra diğer ülkeler daha fazla ilgi göstermeye başladı. Günümüzde girişime 90 ülke katılmış bulunmaktadır⁶⁸.

Söz edilmesi gereken ikinci tür önlemler, nükleer silahların yayılmasına karşı koyma operasyonlarıdır. Amaç, yayılmayı askeri güç kullanarak engellemek veya geciktirmektir. Bu yaklaşım, örneğin özel kuvvetlerle icra edilen sabotaj operasyonlarını, askeri hava veya deniz saldırılarını ve hattâ nükleer silah kullanılarak yapılacak müdahale olasılıklarını içerir. Yine bu operasyonlarla ilgili uluslararası hukuk bağlamında çok çeşitli ve bir dereceye kadar ciddi sorunlar da mevcuttur.

Örneğin, BM kararı olmadan icra edilecek askeri operasyonlar uluslararası hukuka aykırı iken bir devletin nükleer silah imal etmesi bu tür operasyonlarla önlenmeli midir? Eğer müdahale nükleer savaş başlığı imal etmeye teşebbüs eden devlet dışı bir aktöre yönelikse uluslararası hukuk bağlamındaki meseleler daha da büyük boyut kazanacaktır. Devlet dışı aktör hangi ülkedeysen, o ülke bu devlet dışı aktörün faaliyetlerini onaylar ya da bu faaliyetleri önlemekten aciz

⁶⁸ Bakınız: <http://www.state.gov/t/isn/c10390.htm>

bir durumda olsun, icra edilecek askeri harekattan etkilenenecektir. Bu tür askeri görevler bir önlem veya önleyici hareket şeklinde icra edilebileceği gibi, bir misilleme tedbiri olarak da gerçekleştirilebilir. Bunlar hukuki açıdan saldırgan davranışlar olduğundan çoğu olayda uluslararası hukukun ciddi derecede ihlali anlamına gelir.

Ayrıca, yayılma ile mücadeleyi amaçlayan bu tür operasyonlar baskın unsurunu ve başarı şansını güçlendirmek için olayların çoğunda muhtemelen gizlilik içinde organize edilir. Dolayısıyla bunlara uluslararası hukuk çerçevesinde meşruiyet kazandırmak için önceden resmi bir girişimde bulunulmaz. Nitekim operasyonun gizlice icra edilmesi ve sonradan kamuoyuna açıklanmaması bile mümkündür. Bu da harekâtın hukuki meşruiyet çerçevesinde icra edilmesiyle bağdaşmayan bir durumdur. George W. Bush başkan iken Amerika Birleşik Devletleri bu tür operasyonları ilan ettiği Ulusal Güvenlik Stratejisi'nin ayrılmaz bir parçası yapmıştı. Rusya veya Fransa gibi devletler de bu tür operasyonlara başvurmaya belli derecede niyetli görünmektedir. Obama döneminde bile bu tür operasyonlardan prensip olarak vazgeçilmiş değildir. Ancak, bu operasyonların mümkün merteye konvansiyonel yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bunun aksine George W. Bush, bu tür vakalarda nükleer silah kullanma seçeneğini bile açık bırakmıştır.

Bu tür operasyonlardan şimdiye kadar gerçekleştirildiği bilinenlerin çoğu İkinci Dünya Savaşı'nda müttefiklerin Norveç Norsk-Hydro'da bulunan Alman kontrolündeki ağır su üretim tesisine veya Tokyo'daki Japon nükleer laboratuvarına yaptığı saldırı ve sabotajlar gibi, süregelen savaş harekâtının bir bölümü olarak icra edilmiştir. Savaş harekâtı dışında bilinen diğer olaylar İsrail'in 1981 yılında Irak'ın Osirak'taki nükleer reaktörüne saldırısı ve yine bu ülkenin 2007'de Suriye'de nükleer reaktör olduğundan şüphelenilen bir tesisi hedef alan hava saldırısıdır.

2003 yılındaki Irak Savaşı örneğinde, koskoca bir savaşın gerekçesi olarak kitle imha silahlarının yayılması ile mücadele etmek gösterildi. Ancak, geriye bakıldığında anlaşıldı ki, Washington'un bu aleni çatışmaya gerekçe gösterdiği "sözde kanıtlar"ın büyük bir bölümü savunulamayacak hattâ düpedüz yanıltıcı nitelikteydi. Bu, başka bir sorunu gündeme getiriyor; yakın zamanda ortaya çıkacak risk nedeni ile gerekli olduğu iddia edilen hızlı hareket ihtiyacı ve varsayılan gizlilik şartı, birçok olayda askeri müdahale için gerekçe olarak gösterilen sebeplerin zamanında doğrulanmasına veya yalanlanmasına fırsat bırakmamaktadır. Bu yalnız kamuoyu için değil, aynı zamanda savaşa girmeye niyetlenen yürütme organını kontrol etme durumunda olan hukuki merciler için de geçerlidir. Birleşmiş Milletler gibi uluslararası kuruluşlar bile genellikle bu tür kontrolleri zamanında yapmaya fırsat bulamamaktadır. Dolayısıyla, savaş gerekçesi olarak doğrulanabilir biçimde tespit edilmiş yayılma yerine var olduğu iddia edilen veya var olduğuna inanılan yayılma riski kullanılabilen, hattâ uç vakalarda bu, tamamen farklı nedenlerle yapılan savaşlar için uydurma bir

gerekçe olarak öne sürülebilmektedir⁶⁹. İstihbarat örgütlerinin bulguları önemli bir rol oynadığı zaman, bunların kaynakları açıklanmamaktadır. Bu gibi durumlarda askeri güç kullanmadan önce suçlamaların zamanında doğrulanması veya yalanlanması neredeyse imkânsızdır. Bu daha sonra yapılabilir ama o zaman da iş işten çoktan geçmiş olabilir.

Nükleer programları ortadan kaldırmada veya geciktirmede askeri müdahalelerin ne derece etkili olduğunu değerlendirmek son derece güçtür. Bilindiği kadarıyla geçmişte bunların etkisi oldukça sınırlı kalmış, hattâ ters yönde olmuştur. Irak'ın nükleer silah imal etme kararını İsrail'in reaktörüne saldırmasından sonra verdiği açıktır. ABD veya İsrail'in İran'ın nükleer tesislerine yapabileceği bir askeri müdahale hakkında yıllardır devam eden tartışmalar, bu ülkenin nükleer tesislerini imha etmeyi amaçlayan bir askeri operasyonun ne kadar karmaşık, başarı şansının ve niteliğinin ise ne kadar belirsiz olacağını farklı bir açıdan göstermektedir⁷⁰. Ayrıca, askeri bir taarruzun İran'ın nükleer programını ne yönde geliştireceği konusunda gelecekte vereceği kararlar üzerinde nasıl ve ne derecede etkili olacağı da belli değildir. Böyle bir saldırının Tahran'daki askeri nükleer program savunucularının elini güçlendirmesi de pekâlâ mümkündür⁷¹.

6 – Çelişkili bir yaklaşım – Barack Obama yönetiminde yayılmayı önleme politikası

ABD'de Barack Obama'nın başkanlığa gelmesi nükleer silahların yayılmasını önleme ve nükleer silahsızlanma politikalarında bir dönüm noktası oldu. Obama göreve geldikten yalnız üç ay sonra, 5 Nisan 2009 tarihinde Prag'da yaptığı konuşmada nükleersiz bir dünya için çalıştığını ilan etmekle kalmayıp bu yönde ABD namına gereken adımları atmaya da şahsen söz verdi. Obama şu vaatlerde bulundu:

■ “Nükleer silahların ulusal güvenlik stratejimizdeki rolünü azaltmak ve başka ülkeleri de aynısını yapmaya teşvik etmek”;

69 2003'teki “Irak örneği” ancak, bu kadar zayıf kanıtlarla bir “İran örneği”nin söz konusu olamayacağına dair bir ders yerine geçebilir.

70 Uzmanlara göre İsrail'in İran'ın en önemli nükleer tesislerini dışarıdan yardım almadan imha edebilecek askeri imkân ve kabiliyete sahip olduğu tartışılır. Çoğu uzman bunu ABD kuvvetlerinin yapabileceği kanıdaysa da ABD'nin bu tesisleri sürpriz bir saldırıyla tamamen imha edebileceğine pek ihtimal vermeyen askeri uzmanlar da vardır. Üstelik İran'ın elinde buna karşılık vermek için çok çeşitli seçenekler olduğundan bu uzmanlar böyle bir girişimde bulunulmasını tavsiye etmemektedir.

71 Tahran'da gerek hükümet gerekse muhalefet partileri nükleer silahlar hakkında şimdiye kadar süregelen tartışmalarda İran'ın dışarıdan gelen baskılara göre hareket ettiği veya bunlara boyun eğdiği izlenimini vermemek için konularına göre her türlü gayreti göstermiştir. Anlaşmazlığın başladığı dönemde İran'ın nükleer programının gelecekte ne yönde ilerleyeceği henüz kararlaştırılmamış ya da bilinmiyor idiyse de bu tutum devam ettiği takdirde İran'ın nükleer silah imal etmek istemesinden duyulan kaygıların kendi kendini gerçekleştiren bir kehanete dönüşmesi ihtimali göz ardı edilemez.

- “Rusya ile her iki ülkede stratejik nükleer silahların nasıl sınırlanacağını ve azaltılacağını belirleyen, bir Yeni START Antlaşması müzakere etmek”;
- “Nükleer Denemelerin Tümden Yasaklanması Antlaşması’nın (CTBT) ABD tarafından onaylanması için derhal ve ısrarla çaba göstermek”;
- “Devletlerin nükleer silahlarında kullanacağı bölünebilir malzemelerin üretimini doğrulanabilir biçimde sona erdirecek yeni bir anlaşma yapılması için çaba göstermek”;
- “Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması”nı işbirliğinin temeli olarak güçlendirmek; uluslararası denetlemeleri güçlendirmek için daha fazla ‘kaynak ve yetki’, ‘kuralları ihlal ederken yakalanan ülkelerin bunun sonuçlarına derhal katlanması’ ve nükleer santraller için ülkelerin yayılma riskini arttırmadan ulaşabilecekleri uluslararası bir yakıt bankası dahil olmak üzere ‘sivil nükleer işbirliği için yeni bir çerçeve’⁷².”

Obama aynı zamanda nükleer silah sahibi olmayan tüm devletlerin NPT çerçevesindeki ve UAEA ile ilişkilerindeki yükümlülüklerini yerine getirmek kaydıyla nükleer teknolojinin sivil kullanımına sınırsız erişebilme hakkına sahip olduğunu da açıkça vurguladı. Obama’ya göre bu, iklim değişikliğini durdurmaya katkı sağlayacaktı.

Obama’nın açıklamaları net bir biçimde ABD’nin yayılmayı önleme amaçlı çok taraflı politikalarda rol almaya niyetli olduğunu göstermeyi amaçlıyordu. Mayıs 2010 yılının Mayıs ayında yapılacak olan NPT Gözden Geçirme Toplantısı düşünüldüğünde konuşmasının zamanlaması ve içeriği de anlamlıydı. Bu toplantının beş yıl önce olduğu gibi sonuçsuz bir şekilde dağılmasına mücadele edilmemeliydi. NPT’deki konuların tümü ele alınmış ve anlaşmanın temel ilkeleri bir kez daha vurgulanmıştı: “Nükleer güçler silahsızlanmalı, nükleer silah sahibi olmayan ülkeler silahların yayılmasını önlemede daha sıkı kontrolleri kabul etmeli” denmiş ve antlaşmaya uyan bütün üye ülkelerin nükleer teknolojiyi sivil amaçlarla kullanma hakkının altı bir kez daha çizilmişti. Obama’ya göre, ABD bu yolda önderlik rolünü üstlenmeye hazırdı.

Bir yıl sonra 2010 yılının Nisan ayında Obama ilk pratik gelişmeleri hayata geçirme ve söyledikleri ile yaptıklarının birbirini tuttuğunu gösterme yolunda adımlar attı. Yedi gün içinde ABD’nin askeri alanda gelecekte takip edeceği nükleer politikanın bir haritası olan, Nükleer Durum Raporu’nu imzaladı ve Prag’a tekrar giderek Rus meslektaşısı Dimitri Medvedev ile “Yeni START Antlaşması”nı imzaladı. Son olarak da 47 ülkenin katılımıyla Washington’da nükleer güvenlik konulu bir zirve toplantısı düzenledi. Bu projelerden üçünün de amacı NPT’nin uygulanmasını güçlendirmektir ama bu amaca gerçekten ulaşılabilir mi?

72 <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/remarks-president-barack-obama-prague-delivered>

6.1 – Yeni START Antlaşması

8 Nisan 2010 tarihinde imzalanan Yeni START Antlaşması⁷³ her iki tarafın stratejik nükleer füze sistemlerinin sayısını 700'ü faal olmak üzere, 800, konuşlandırılmış stratejik savaş başlıklarının sayısını ise ülke başına 1550 ile sınırlıyor.

Washington ile Moskova böylece füze sistemlerinin sayısının 2009 yılının Aralık ayında süresi dolan START Antlaşması'na kıyasla yüzde 50'den fazla oranda azaltıldığının altını çizmiş oldu. Savaş başlıklarının sayısı ise yüzde 74 oranında azalmıştı. Daha yakın tarihli Moskova Antlaşması'na (Stratejik Taarruz Kuvvetlerini Azaltma Antlaşması-SORT- 2002) göre ise bu sayı yüzde 30 daha düşüktü. Ancak, ilk bakışta silahsızlanma adına girilmiş büyük bir taahhüt gibi görünen bu anlaşma aslında oldukça küçük bir adımdan ibaret.

Bugün ne Rusya ne de ABD eski START Antlaşması döneminde izin verilen boyutta bir nükleer potansiyele sahip. İki ülke arasında şimdiki faal potansiyellerine göre bir karşılaştırma yapılacak olursa ABD'nin sadece birkaç düzine stratejik füze envanterinden çıkarıp 100 stratejik füze daha hizmet dışı bırakmasının yeterli olduğu, Rusya'nın ise hiçbir şey yapmasının gerektiği, Rusya'nın elinde sadece 566 adet faal füze bulunduğundan Moskova'nın bütçesi elverirse, teoride envanterine 200 füze daha ekleyebileceği bile görülür.

Savaş başlıklarına bakıldığında da buna benzer bir tablo görülmektedir. Amerikan Bilim İnsanları Federasyonu'nun (Federation of American Scientists) ve Doğal Kaynaklar Savunma Konseyi'nin (Natural Resources Defense Council) tahminlerine göre, 2009 yılında ABD'nin elinde aktif füze sistemlerinde konuşlandırılmış 2 bin 200 kadar savaş başlığı ile yedekte beklettiği yaklaşık 150 başlık daha mevcuttu⁷⁴. Rusya ise 2 bin 500 ilâ 2 bin 600 adet aktif savaş başlığına sahipti⁷⁵. Dolayısıyla, ilk bakışta antlaşma çerçevesinde yapılan azaltmalar biraz daha büyük orandaymış gibi görünmektedir. Yani, Moskova'da imzalanan SORT antlaşmasıyla 2012 yılı için hedeflenen 2 bin 200 adetlik savaş başlığı üst sınırına göre Washington'un 650, Moskova'nın ise en az 950 adet faal savaş başlığını hizmet dışı bırakması gerekmektedir⁷⁶ ama görüntüye aldanmamak lazım. Büyük bir silahsızlanma hamlesi gibi görünen bu adım, yine büyük ölçüde rakamlarla kurnazca oynanmak suretiyle sahnelenen bir göz boyama numarası olup, taraflar gerçekte bu azaltmaları yapmak zorunda değildir. Yeni START

73 Antlaşma burada görülebilir: <http://www.state.gov/documents/organization/140035.pdf>. Beraberindeki protokol burada görülebilir: <http://www.state.gov/documents/organization/140047.pdf>

74 Hans M. Kristensen ve Robert S. Norris: ABD Nükleer Kuvvetleri 2009, Bulletin of Atomic Scientists (Atom Bilimcileri Bülteni) içinde, Mart/Nisan 2009, s.59-60

75 Hans M. Kristensen ve Robert S. Norris: Rus Nükleer Kuvvetleri 2010, in: Bulletin of Atomic Scientists (Atom Bilimcileri Bülteni) içinde, Ocak 2010, s.76-77

76 SORT antlaşması her iki devlete 2012'ye kadar her birinde 1700-2 bin 200 adet savaş başlığı kalacak seviyeye kadar silahsızlanma yükümlülüğü getirmiştir. Alt sınır esas alınırsa ABD'nin nominal silahsızlanma yükümlülüğü 150 adet, Rusya'nınki ise 500 adet savaş başlığıdır.

Anlaşması'nın bir ayrıntısı bunu açıkça gözler önüne seriyor: Stratejik bombardıman uçakları gelecekte genellikle tek bir nükleer silah olarak sayılacaktır; eski START anlaşmasında ise bu uçaklar cruise füzeleri taşıyorsa on, nükleer silah taşıyorsa bir adet silah olarak sayılıyordu. Moskova SORT antlaşmasında bu konuya ilişkin mutabakatlarda herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Nitekim bu bombardıman uçaklarının her biri 6, 12, 16 hattâ 20 adet silah taşıyabilmektedir. Bunun iki sonucu vardır: Birincisi kâğıt üzerinde sadece birkaç yüz adet silahın envanterden çıkarılmasının gerekeceği, ikincisi ise her iki tarafın da ülke başına resmen kabul edilen savaş başlığı üst sınırı olan 1550'den birkaç yüz adet daha fazla silahı elinde bulundurabileceğidir⁷⁷.

Diğer taraftan, Yeni START Anlaşması'nın önceki anlaşma gibi tarafların yedekte tutabileceği savaş başlığı sayısına herhangi bir kısıtlama getirmediği gerçeği var. Bu sayı bir kriz durumunda yeniden faal hale getirilebilecek silahlar ile bertaraf edilmemiş silahları kapsıyor. Geçmişte bile bu, antlaşma uyarınca izin verilen sayıdan çok daha fazla nükleer silah demektir. 2010 yılında tarafların sahip olduğu toplam bertaraf edilmemiş nükleer silah sayısı 20 binin çok üzerindedir.

ABD'de iç politikanın yarattığı engeller, Yeni START Anlaşması'ndaki sınırlı silahsızlanma yükümlülüklerinin içini boşalttı. Bu engeller ABD Kongresi 2010 Bütçe Kanunu'nda Yeni START Anlaşması müzakereleri için ABD Başkanı'na bağlayıcı kısıtlamalar konulmasına neden oldu. Örneğin, Obama yönetiminin ABD'deki füze savunma sisteminin geliştirilmesini veya konvansiyonel başlıklı uzun menzilli silahların geliştirilme ve konuşlandırılmasını sınırlayan hiçbir anlaşmaya girmesine izin verilmiyordu. Washington karada ve denizde konuşlandırılmış konvansiyonel uzun menzilli silahların üretimine odaklandığı için bu sınırlama Obama'nın müzakerecilerini stratejik füze sistemleriyle ilgili görüşmelerde gayet muhafazakâr bir tutum takınmak zorunda bıraktı. Ayrıca, Yeni START Anlaşması'nın onaylanması için ABD Senatosu'nda, silah denetimine ilişkin anlaşmaları birçoğunun temelden reddettiği bilinen Cumhuriyetçiler'den en az sekiz oy alınması gerekiyor. ABD'nin mevcut nükleer silah potansiyelini ihmal edilebilir derecede de olsa bir miktar kemiren bu antlaşmanın onay için ABD Senatosu'nda gereken üçte iki çoğunluğu sağlayıp sağlayamayacağı ise sırası gelince görülecek.

Yeni kabul edilen silahsızlanma yükümlülüklerinin dar kapsamının, NPT üyesi ülkelerin büyük çoğunluğu için yeterli olması ihtimal dahilinde değil. Dolayısıyla bu sınırlı kapsam, gözden geçirme toplantısında önemli ölçüde iyileştirilmiş nükleer silahların yayılmasını önleme düzenlemelerini bu ülkelere kabul ettirecek kadar inandırıcı da değildir.

⁷⁷ Bu sayıların nihai hesaplaşmada kaç adet silaha karşılık geleceği, her iki tarafın gelecekte kaç adet stratejik bombardıman uçağını stratejik füze sistemi olarak deklare edeceğine bağlıdır. Gerek Rusya gerekse ABD hava kuvvetlerinin elindeki nükleer cruise füzesi stoklarını modernize etme niyetindedir.

6.2 – Nükleer Güvenlik Zirvesi

Barack Obama uluslararası camianın belirli üyelerini 12 ve 13 Nisan 2010 tarihlerinde Washington’da yapılacak Nükleer Güvenlik Zirvesi’ne davet etti. Davet toplam 47 ülkeye gönderildi. Zirvenin amacı, katılan ülkelerin topraklarında silah yapımında kullanılacak kalitede bölünebilir malzemelerin kullanılmasını kısıtlamaya veya kaldırmaya yönelik daha sıkı güvenlik önlemleri almayı taahhüt edeceği bir süreç başlatmaktır. Zirvede bir bildiri⁷⁸ ve bir çalışma planı⁷⁹ kabul edildi. Bu belgelerin ikisi de bağlayıcı olmayıp, gönüllülük esasına dayalı siyasi iyi niyet ifadesiydi. Varılan mutabakatların odak noktasında üye ülkelerin gönüllü olarak gireceği şu taahhütler bulunuyordu:

- Nükleer malzemelerin fiziksel korunması ve nükleer terörizm eylemlerinin önlenmesi hakkındaki sözleşmeler gibi uluslararası anlaşmaları çabuk ve başarılı uygulama yoluyla ve başka ülkelerin de katılımı için çaba göstererek bu anlaşmaları evrenselleştirerek güçlendirmek; aynı şey, gayelerinden biri kitle imha silahlarının devlet dışı aktörlerin eline geçmesini önlemek olan BM Güvenlik Konseyi’nin 1540 sayılı⁸⁰ kararı için de geçerlidir.
- Güncellenmiş INFCIRC 225, 2010-2013 Nükleer Güvenlik Planı ve Tesisler İçin Nükleer Malzeme Envanter Sistemleri gibi nükleer malzeme ve tesislerin güvenliğini iyileştirmeyi amaçlayan çeşitli UAEA girişimlerini uygulamak ve güçlendirmek.
- Nükleer malzemeleri, özellikle de silahlarda kullanılanları ve nükleer tesisleri uygun biçimde güvenlik altına almak ve nükleer malzemelerin tehlikeli amaçlar için kullanılmasında gerekli bilgi ve teknolojinin devlet dışı aktörlerin eline geçmesini önlemek.
- Yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum ve ayrıştırılmış plütonyumun (silah yapımında kullanılacak kalitedeki plütonyum ve reaktör plütonyumu) güvenliğini ve belgelenmesini sağlayacak önlemleri desteklemek, bu malzemelerin tek bir yerde depolanmasını sağlamak, “teknik ve ekonomik açıdan mümkün olduğu durumlarda”, yüksek derecede zenginleştirilmiş yakıtla çalışan uranyum reaktörlerinin düşük derecede zenginleştirilmiş uranyum ile çalıştırılan reaktörlere dönüştürülmesine çalışmak ve yine, mümkün olduğu durumlarda yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum hedefli çalışmalarda başka malzemelere yönelmek⁸¹.

78 Karşılaştırın: <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/communiq-washington-nuclear-security-summit>

79 Karşılaştırın: <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/work-plan-washington-nuclear-security-summit>

80 Karşılaştırın: <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N04/328/43/PDF/N0432843.pdf?OpenElement>

81 Alternatif uranyum-molibdenyum yakıtının geliştirilmesi, Garching’deki reaktörün dönüştürülmesinin teknik açıdan yapılabilir olabileceği bir aşamaya henüz ulaşmadığından reaktörün yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyumla çalışmaya devam etmesi bu ifadeyle garantilenmiş olmaktadır.

- Nükleer kaçakçılığın önlenmesi ve bilgi alışverişinin iyileştirilmesi için çaba göstermek, adli nükleer bilim alanında daha fazla uzmanlık geliştirmek.
- Radyolojik kaynakların güvenli kullanımıyla ilgili önlemleri iyileştirmek ve bu konuda daha neler yapılabileceğini araştırmak.

Nükleer Güvenlik Zirvesi arzu edilen sürekli işbirliği sürecini başlatmada başarılı oldu. İki yıl sonra Seul'de devam niteliğinde bir zirve daha toplanacak. Barack Obama geniş tabanlı, çok taraflı, nükleer silahların yayılmasını önleme girişimleri oluşturma niyetini gösterebildi ve selefi George W. Bush'un aksine tek taraflı anlaşmalara dayalı bir yaklaşım izlemekte ısrarlı olmadığını ortaya koydu. Sonuç olarak zirvenin, NPT üyesi tüm ülkelere, çok sayıda ülkenin nükleer malzeme ve nükleer tesislerin güvenliğine giderek artan bir seviyede ilgi gösterdiğine dair bir işaret vermiş olduğu söylenebilir. Ancak, zirveden yeni, önemli bir girişim çıkmadı.

Buna rağmen zirvede birbirine gayet zıt iki yönü bulunan bir mesaj da söz konusu oldu: Obama hükümeti Nükleer Durum Raporu'nda (bkz.: 6.3) yaptığı gibi nükleer malzemeleri, teknolojiyi ve hattâ silahları ele geçirmeye yönelik terörist girişimlerin önlenmesini açıkça, dayanaklarının en başına koydu. Risk analizinde ve gönüllü taahhütler sürecini desteklemek için kullanılan savlarda bu tehdidi vurgulamakla nispeten çok sayıda devletin desteğini kazanmak veya karşı çıkmasını zorlaştırmak biraz daha kolay oldu. Yalnız madalyonun bir de öteki yüzü var: Teröristlerin silah yapımında kullanılabilir kalitedeki nükleer malzemeleri ele geçirmeye kalkışma riski, başka devletlerin aynı şeyi yapmaya kalkışma riskinden daha düşük. Gönüllü taahhütler, arkasında durulan veya kabul edilen önlemlerin birçoğundan halihazırda etkilenen devlet aktörlerinin tümüne uygulanırsa, bazılarının bu talepleri ayrımcılık şeklinde algılaması beklenbilir.

6.3 – Nükleer Durum Raporu

6 Nisan'da Kongre'nin isteği üzerine takdim edilen Nükleer Durum Raporu⁸² Başkan Obama'nın gelecekteki nükleer politikalarının bütün önemli yönlerini açıkladığı bir rapordur. Raporun kapsadığı konular nükleer siyaset, nükleer strateji ile doktrinler, nükleer silah potansiyeli ve geleceği ile askeri nükleer sanayi komplekslerinin geleceğine dair kavramsal açıklamalardır⁸³. Raporda nükleer enerjinin sivil kullanımının geleceğine yer verilmemiştir. Biz burada sadece raporun nükleer silahların yayılmasını önleme rejiminin geleceği açısından özellikle önem taşıyan bölümlerini ele alacağız.

Raporda nükleer silahlardan arındırılmış bir dünya hedefi ilk kez net bir biçimde yer almıştır. Teröristlerin nükleer silah üretimi için gereken malze-

⁸² <http://www.defense.gov/npr/docs/2010 Nuclear Posture Review Report.pdf>

⁸³ Bu konudaki belge ve incelemelerin kapsamlı bir derlemesi şu adreste bulunabilir: <http://www.bits.de/main/npr2001.htm>

meleri ele geçirme, hattâ nükleer silah kullanma tehlikesini zamanımızdaki en büyük tehdit olarak tanımlayıp, nükleer silahların diğer devletlere yayılmasının bu tehditin ardından geldiği belirtilen raporda, NPT rejiminin canlandırılması ve güçlendirilmesinin bu yüzden Obama'nın nükleer politikalarının önceliklerinden biri olduğu ilan edilmiştir. ABD'nin stratejik nükleer politika belgeleri düşünüldüğünde, bu bir ilktir. Rusya, Çin gibi diğer nükleer güçler karşısında caydırıcılığın ve stratejik istikrarın korunması öncelikler arasında ancak üçüncü sırada gelmektedir. Raporda, yeni yönetimin nükleer silah kullanımını ülkenin önceki yönetimlerinin hepsinden daha ölçülü bir yaklaşımla ele almak istediği vurgulanmakta ve özellikle George W. Bush'un politikalarından açıkça farklı bir yerde durulduğu belli edilmektedir. Nükleer Durum Raporu'na göre ABD, Bush yönetiminin nükleer silah kullanma opsiyonunu açık tuttuğu risklerin (nükleer silah sahibi olmayan ülkelerin kimyasal ve biyolojik silah kullanması gibi) birçoğuna konvansiyonel önlemlerle karşılık verebilir. "Nükleer silahların temel görevi ve rolü ABD'ye, müttefiklerine ve ortaklarına yönelecek bir nükleer saldırıyı caydırmaktır." Rapor ayrıca, nükleer silahların üstlendiği rolün daha da azaltılarak gelecekte "tek görevlerinin bir nükleer saldırıyı caydırma olmasını" hedef olarak ortaya koymuştur. Ancak, bu gerçekleşinceye kadar "ABD'nin, müttefiklerinin ve ortaklarının hayati çıkarlarını en uç şartlarda korumak için" nükleer silahların kullanılması seçeneği açık bırakılmalıdır.

Raporda, nükleer silah sahibi olmayan ülkelere verilen NPT rejimi açısından anlamlı, önemli, olumsuz güvenlik garantilerinin de yeni ve daha açık bir özeti yer almaktadır: "ABD, devletleri nükleer silah kullanmakla tehdit etmeyecek veya Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması'nın [NPT] nükleer silah sahibi olmayan üyeleri olup nükleer yayılmayı önleme yükümlülüklerini yerine getiren devletlere karşı nükleer silah kullanmayacaktır."⁸⁴ Bu garanti bu devletlerden birinin biyolojik veya kimyasal silah kullanması durumu için de açıkça verilmiştir⁸⁵. Dolayısıyla Washington'un nükleer silah tehdidi, sadece NPT çerçevesindeki yükümlülüklerini yerine getirmeyen nükleer güçler ve devletler için sözkonusu olabilecektir. Halihazırda bu tanıma uyan başlıca ülkeler Kuzey Kore ve İran'dır. Washington ayrıca bu tanıma uyan devletlerin biyolojik ve kimyasal silah kullanması durumunda nükleer silah kullanma hakkını da saklı tutmaktadır. Bu ise Washington'un nükleer silahları ilk kullanan taraf olma hakkını

⁸⁴ Karşılaştırma için, George W. Bush yönetiminde aynı konu 2002'de şu şekilde ifade edilmişti: "ABD, Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması'na [NPT] taraf olup nükleer silah sahibi olmayan bir devlet tarafından nükleer silah sahibi bir devlet ile birlikte hareket edilerek ABD'ye, topraklarına, silahlı kuvvetlerine veya diğer birliklerine, müttefiklerine, veya ABD'nin güvenlik taahhüdü vermiş olduğu bir devlete yöneltilecek bir istila veya herhangi bir diğer taarruz hali dışında NPT'ye taraf olup nükleer silah sahibi olmayan devletlere karşı nükleer silah kullanmayacaktır." Bu, George W. Bush yönetiminde nükleer silahların rolünün çok daha geniş kapsamlı olduğunu göstermektedir.

⁸⁵ Biyolojik silahların kullanımında ve etkinliğinde büyük bir teknik ilerleme meydana geldiği takdirde Obama yönetimi önceki politikaya geri dönme hakkını Nükleer Durum Raporu'nda saklı tutmaktadır.

elinde tutmaya devam edeceğinin açık bir işaretidir. Bu hak yeni Nükleer Durum Raporu'nda açıkça zikredilmemiştir.

Ne var ki, son derece sorunlu iki mesele hâlâ çözümlenmiş değildir. Bir devletin NPT antlaşması çerçevesindeki yükümlülüklerini yerine getirip getirmediğine kim karar verecektir? Birleşmiş Milletler mi, UAEA mı yoksa ABD Başkanı mı⁸⁶? Ayrıca bu kararın kesin kanıtlara mı yoksa doğru kabul edilen varsayımlara mı dayanılarak verileceği de belli değildir. Bu meselelerin ikisi de 2003 yılındaki Irak Savaşı'nda yakışık almayan ve rahatsız edici biçimde vurgulanmıştır.

Açıklanan politikalar alanında Barack Obama döneminde nükleer silahların rolü önemli ölçüde sınırlandı ve azaltıldı. Ancak, bu değişikliklerin ABD Silahlı Kuvvetleri'nin stratejik planlarına, harekât planlarına ve beklenmedik durumlara ilişkin planlarına yansımaları için birkaç yıl daha geçmesi gerekebilir. Bu gerçekleşene kadar planların George W. Bush yönetimi döneminde konulan kurallara göre hazırlanmasına devam edilecektir⁸⁷. Silahlı kuvvetlerin Obama'nın "siyasi" talimatlarını nereye kadar ve ne kadar çabuk uygulayacağını da zaman gösterecek. Silahlı kuvvetler gelecekte yine Cumhuriyetçi bir başkanın çıkıp ABD'nin açıklanan politikalarını tekrar değiştirmesini ümit ediyor olabilir.

Nükleer Durum Raporu'nda Amerikan nükleer kuvvetlerinin geleceği için öngörülen değişiklikler gayet ufak boyuttadır. Rapor mevcut yapıları koruma konusunda tereddüde yer bırakmayacak derecede muhafazakârdır. Doğal olarak Yeni START Anlaşması uygulanmalıdır. Rusya ile yeni görüşmeler için ön araştırmalar yapılmasına da devam edilmelidir. Ancak, ABD üç ayaklı nükleer füze sistemlerini muhafaza edecek ve sadece sınırlı değişiklikler yapacaktır. Kıtalararası balistik füzelerdeki savaş başlıklarının sayısında başlatılan azaltma (3'ten 1'e) tamamlanacaktır. İki stratejik denizaltının hizmetten çıkarılıp çıkarılmayacağı konusunda iki yıl içinde karar verilecektir. Nükleer kabiliyetli uzun menzilli bombardıman uçaklarının sayısını tekrar azaltmak da mümkündür ama bu değişiklikler aslında pek bir şey ifade etmemektedir.

Bunların aksine, nükleer füze sistemleri alanında bütün önemli modernizasyon projelerine devam etme ve bunların yerini alacak sistemleri geliştirip hizmete sokma kararından net bir mesaj alınabilir. Örneğin, 2019 yılından itibaren üretimine başlanacak ve "2080'lere kadar kesintisiz stratejik caydırıcılık sağlayacak olan" yeni bir uzun menzilli Cruise füzesinin, yeni bir bombardıman uçağının ve stratejik füze taşıyabilecek yeni nesil denizaltıların geliştirilmesine onay verilmiştir⁸⁸.

86 Washington'da bu sorunun cevabı sorunun sorulmasına hacet bırakmayacak kadar bellidir. Kararı ABD Başkanı verir ve uluslararası destek toplayabilir fakat bunu yapmaya mecbur değildir.

87 Bu, örneğin 8010-08 sayılı, "Stratejik Caydırma ve Küresel Darbe" başlıklı hareket planının Şubat 2009 tarihli versiyonunda gösterilmiştir. Bakınız: Hans M. Kristensen: Obama and the Nuclear War Plan (Obama ve Nükleer Savaş Planı), Amerikan Bilim İnsanları Federasyonu Konu Özeti, Şubat 2010.

88 Karşılaştırın: http://www.senate.gov/~armed_services/statemnt/2010/03%20March/Johnson%2003-17-10.pdf

Benzer şekilde Nükleer Durum Raporu'nda Trident füzelerine konulan nükleer savaş başlıklarının modernizasyonunun devamına (W76-1), B61 ailesi bombalar için kapsamlı bir modernizasyon programına (B61-12)⁸⁹ ve kıtalara-rası füzelere konulan savaş başlıklarının modernizasyonu için hazırlıklara (W78) onay verilmiştir. Bu projelerin uygulanabilmesi amacıyla birçok tesisin moderni-zasyonu ve yenilerinin inşasını sağlamak üzere askeri nükleer sanayi kompleks-leri için büyük miktarlarda yatırım da onaylanmıştır.

George W. Bush'un koyduğu "yeni üçlü" kavramı ile gelecekte nükleer caydırıcılık füze savunma sistemi ve "anında küresel saldırılar" için konvansi-yonel uzun menzilli füzelerden oluşan nükleer bileşenlerden oluşan yapı yeni yönetim tarafından da korunmuştur. Bu stratejinin Avrupa, NATO, Ortadoğu ve Uzakdoğu'daki (Güney Kore, Japonya) bölgesel caydırma sistemlerine de uyarlanması planlanmaktadır.

Askeri nükleer teçhizatın geleceği hakkındaki bu kararlar, açıklanan politi-kadaki değişikliklerle açıkça çelişmektedir. Bu kararlara bakılırsa nükleer silah-lardan arındırılmış bir dünya vizyonunun en iyi ihtimalle 22. yüzyılda gerçekte-şebileceği izlenimi edinilebilir. Dolayısıyla bu kararlar gelecek vaat eden, iyileşti-rilmiş bir nükleer silahların yayılmasını önleme politikasının gereklerine ters ve zayıflatıcı bir etki yapmaktadır.

6.4 – Söylenenler ve yapılanlar – sorunlar ve çelişkiler

Obama'nın Prag'daki konuşmasında yaptığı açıklamalar ile gerçek politikaları karşılaştırıldığında, birbirinden farklı değerlendirmelere varılabiliyor. Başkan Rusya ile yeni bir silahsızlanma anlaşması yapmaya çalışmış ve bu amacına ulaşmıştır. Yalnız anlaşmayı henüz ABD Senatosu'ndan geçirememiştir. Obama yönetimi Nükleer Denemelerin Tümünden Yasaklanması Antlaşması'nı Senato'dan geçiremeyeceğinden korktuğu için vaat ettiği gibi onaylatamamıştır. Aynı tehlike Yeni START Antlaşması için de daha az derecede söz konusudur. Nükleer silahların yönetimin güvenlik stratejisindeki rolünü azaltma vaadi birçokları tarafından yetersiz bulunsa bile yerine getirilmiştir. Obama'nın çok taraflılığı yeniden canlandırma ve yayılmayı önleme tedbirlerinin daha sıkı uygulanmasını sağlamak için NPT rejimini güçlendirme çabaları açıktır. Ülkenin nükleer silah potansiyelinin yeniden yapılandırılmasında muhafazakâr bir yaklaşım izleme ve bu alanda George W. Bush tarafından konulan mevcut modernizasyon planla-rının neredeyse tümünü destekleme kararı ise iç politikada vermek zorunda kalınan tavizlerden kaynaklanıyor olabilir; ancak, gelecekte bu kararlar yayıl-mayı önleme politikalarının önemli ölçüde iyileştirilmesinin karşısında büyük bir engel oluşturacaktır.

Ayrıca, Obama'nın nükleer politikaları özellikle iki noktada son derece çeliş-kilidir. Bunların ikisi de büyük riskler arz ediyor. İlk olarak Obama yönetimi nükleer terörizmi ve nükleer silahların yayılmasının devlet dışı aktörlere

⁸⁹ İki taktik versiyon olan B61-3 ile B61-4 Avrupa'da konuşlandırılmıştır.

ulaşmasını gelecekteki en büyük tehdit olarak görüyor⁹⁰. Dolayısıyla yayılmayı önleme politikalarını ve NPT rejiminin güçlendirilmesini öncelikle belirlemeyi amaçlıyor. Bu durumda Amerika Birleşik Devletleri'nin, nükleer silahsızlanma konusunda kararlı olduğuna dair güçlü bir mesaj vermesi beklenir. Obama'nın risk analizinden çıkarılabilecek sonuçlara göre, yine beklenen şey böyle bir mesajın ABD'nin mevcut nükleer potansiyelinde şimdiye kadar planlanarlardan çok daha büyük azaltmalar yapılarak verilmesidir. Oysa bunun aksine ABD'nin nükleer potansiyelinin geleceğiyle ilgili kararlar tamamen farklı bir mesaj veriyor. Nükleer kuvvetlerinin kapsamı ile görünüşü, birincil olarak ve tereddüde yer bırakmayacak biçimde diğer nükleer güçlerle en azından denk konumda kalmaya veya uzun vadede onlara üstünlük sağlamaya yönelik. Bu kararlar ayrıca, Amerika Birleşik Devletleri'nin elindeki güçlü, modern nükleer kuvvetleri bu yüzyılın ortalarından çok sonraya kadar idame ettirmeyi ve bunları daha da modernleştirecek kabiliyet ve altyapıya sahip olmayı amaçladığına da işaret ediyor. Bunun yayılmanın tehlikeleri ile mücadelede önemli bir engel teşkil etmesi ihtimali çok büyük, çünkü bu tabloyu gören diğer birçok devlet NPT rejimini güçlendirme adına daha sıkı yayılmayı önleme tedbirlerini kabul etme isteklerini azaltabilir.

Barack Obama'nın nükleer politikalarındaki ikinci çelişki onun NPT'nin doğasında mevcut olan tutarsızlıkların esiri olduğunu gösteriyor. Obama nükleer silah sahibi olmayan tüm ülkelerin nükleer enerjiyi sivil amaçla kullanma hakkını tekrar tekrar vurguluyor. Bu görüşü desteklemek için nükleer santrallerin CO₂ salımını azaltmada ve iklim değişikliğini dizginlemede önemli bir rol oynayabileceğini söylüyor. Obama ABD'nin de yeni nükleer santraller inşa edeceğini söyleyerek ve 54 milyar ABD doları tutarında uygun koşullarda krediler sağlayarak bu idealin promosyonunu yapıyor. Obama yönetimi son olarak yayılmaya mümkün olabildiğince dirençli, yeni nesil nükleer santrallerin, ihracat maksadıyla inşaatına ve geliştirilmesine büyük destek vereceğini açıkladı. Bütün bunlar nükleer enerjiyi sivil amaçlarla kullanmak isteyen ve – Obama'ya göre – kullanması gereken nükleer silahsız ülkeler için iyi niyetli bir mesaj olarak anlaşılabilir. Oysa pratikte bu sadece mevcut yayılma risklerinden çok daha fazlasını kabullenmeye hazır olanlar tarafından izlenebilecek bir yaklaşımdır.

7 – Enerji peşinde bir dünya

Günümüzün birincil enerji kaynaklarından en önemlileri petrol ve doğalgazın dünya nüfusunun artan taleplerini karşılamaya devam edip edemeyeceği konusunda endişeler büyüyor. Mali krize rağmen enerji talebi dünya genelinde hızla artıyor. Daha önceleri, halen sanayiden arınmakta olan Batı dünyasında bulunan emek ve enerji yoğun üretim süreçlerinin çoğunu Asya devraldığından,

⁹⁰ Ancak, en büyük nükleer tehdidi terörizmin temsil edip etmediği kuşkuludur. Terörizm muhtemelen tehditlerden en fırsatçı olanıdır. Nükleer silaha sahip yeni devletlerin ortaya çıkması ve başarısızlığa uğraması çok daha kolay olan “çok yönlü caydırıcılık sistemleri”nin oluşturulması birçok uzman tarafından en büyük risk olarak görülmektedir.

enerji talebi bu bölgede dramatik biçimde arttı. Yeterli seviyede enerji ve elektrik arzı kalkınmanın temel koşullarından biri haline geldi. Ne var ki dünyanın petrol ve doğalgaz rezervleri sınırlı olup bunların ödenebilir fiyatlarla belli bir zamanda, belli bir yere ikmal ancak sınırlı miktarlarda yapılabilir. Arz ve talep arasındaki farklılıklar, ekonomik fiyatlarla çıkarılabilecek rezervlerin tükenmesi ya da bölgesel çatışmalar yüzünden er veya geç darboğazla karşılaşılması beklenebilir. Buna paralel olarak iklim değişikliğinden büyük oranda fosil yakıtların sorumlu olduğuna ve bunların kullanılmasına devam edilmesinin iklim değişikliğinden kaynaklanan risklerin sınırlandırılmasıyla bağdaşmadığına dair güçlenen bir bilinçlenme sözkonusu. Böylece, gerek Batı dünyasında gerekse gelişmekte olan ülkelerde alternatif ve ek enerji kaynaklarının aranması başlıbaşına bir akım haline geldi. Nükleer enerji, önemi inkâr edilemeyecek olan yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte giderek daha yoğun biçimde araştırılan alternatiflerden biri.

Çeşitli araştırmalarda bir yandan sivil nükleer teknoloji ihraç ederken bir yandan da nükleer silahların yayılmasını önlemenin mümkün olduğu varsayılıyor⁹¹. Yeni ABD hükümetinin politikalarının da bu görüşten etkilendiği anlaşılıyor. Ancak, bu maksatla sunulan yayılmayı önleme amaçlı siyasi önerilerin sonuç getirme, etkili olma olasılığı 1960'lı yıllarda ve 1970'lerde sunulanlardan farksızdır. Bu öneriler, içlerindeki boşluklar ve açıklar, ilk yayılma vakalarında kendini belli edinceye kadar sahiplerine biraz daha zaman kazandırır. Devlet dışı aktörler bu alanda faal biçimde boy göstermeye başlayınca, oluşturulma amacı devletler arasında nükleer silahların yayılmasını önlemek olan yayılmayı önleme rejimini meydana getiren unsurlardan çoğunun ya etkisi sınırlı kalacak ya da içlerinde eskisinden bile daha fazla boşluk ve açık bulunduğu görülecektir. Yayılma ve güvenlik meselelerine rağmen nükleer teknolojinin ihracını savunanların unuttukları bir şey var. Bunlar konunun özüyle ilgili bir sorunu büyük ölçüde yok sayıyorlar. Bir yandan yayılmaya karşı azami koruma sağlamak için uğraşırken bir yandan da sivil nükleer teknolojinin ekonomik avantajlarını yüceltmek mümkün değildir. Tüm güvenlik önlemlerine rağmen nükleer yayılma gelecekte uluslararası güvenlik için bir sorun olmaya devam edecektir.

Teknolojinin günümüzdeki ve kestirilebilir gelecekteki durumuna bakıldığında, nükleer enerjinin sivil kullanımını yayılmaya karşı yüzde 100 dirençli kılmanın mümkün olmadığını öne sürmek hiç de abartılı olmaz. Engelleri arttırmak ve sorunları sınırlamak elbette mümkündür. Yalnız sorunun önünü kesmek amacıyla şimdiye kadar teklif edilen ve alınabilen tüm önlemler zaman içinde etkinliklerinin bir kısmını muhtemelen yitirecektir. Teknolojik ilerlemeler ve yüksek kalitedeki teknolojilere erişim olanağının artması, pekiştirilmiş yayılmayı önleme tedbirlerini bile aşmaya kalkışmayı bir noktada daha kolay hale getirecektir.

⁹¹ Karşılaştırın: Örneğin, Atlantik Konseyi: Yayılma ve Nükleer Enerjinin Geleceği, Washington DC 2004.

En iyi senaryoda bile, elektrik üretimi için nükleer enerji kullanan ülkelerin sayısı arttığına yayılma risklerinin de artacağı varsayılmalıdır. Nükleer kulübe katılan her ülke, nükleer malzemelerin muhafaza edileceği yeni yerler, teknolojiyi daha fazla geliştirebilecek nitelikte, özel eğitim ve bilgi sahibi, iş arayan yeni bilim insanları ve uzmanlar ile terörist saldırılarına karşı hassasiyet arz eden tesislerin bulunduğu yeni mevkiiler demektir.

Yayılma riski çeşitli nedenlerden dolayı muhtemelen artmaya devam edecektir:

- Birincisi: Uranyum – doğalgaz ve petrol gibi – enerji üretimi için kullanılabilen, kaynakları sınırlı bir hammaddedir. Sabit seviyede devam edecek bir tüketimle dünyadaki uranyum rezervleri ister 60, ister 80, isterse 100 yıl dayansın, günün birinde mutlaka tükenecektir. Uranyum rezervlerinin ömrünün uzun olduğunu iddia eden kurumlar aynı zamanda nükleer santrallerin sayısının gelecekte hızla artacağını varsayıyorlar. Bu, uranyum tüketiminin de aynı hızla artacağı anlamına gelir. Uranyum uzun vadeli, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olacaksa hammaddenin birkaç kez kullanılabilmesi için kapalı yakıt çevrimlerine, yeniden işleme ve plütonyum ayırma gibi ilgili teknolojilere ihtiyaç duyulacaktır. Yalnız özellikle artan sayıda ülkenin uygun tesisler inşa edip işletmesi halinde yeniden işleme teknolojisi çok daha büyük yayılma risklerini gündeme getirecektir.
- İkincisi: Küreselleşmenin sonuçlarından biri devletlerin elindeki kuvvet kullanma tekelinin zayıflamasıdır. Bu olgu ile bağlantılı olarak sık sık “başarısız devletler” terimi kullanılıyor. Bu devletlerde hükümetler güvenliğini sağlaması gereken toprakların bazı bölümlerinin kontrolünü kaybetmiştir. Artık o bölgelerin güvenliğini garanti edemezler. Bu “başarısız devletler”in topraklarında sivil ya da askeri, nükleer tesisler varsa, bu başlı başına ciddi bir yayılma sorunu arz eder. Sovyetler Birliği’nin dağılması sorunun bu gibi durumlara özgü birçok yönüne dünyanın dikkatini çekmiştir. Pakistan’ın hiçbir zaman “başarısız devlet”lerden biri olmayacağından, hattâ dağılmayacağından emin olabilir miyiz? Bu, nükleer enerji kullanmayı giderek daha çok düşünen Afrika’daki tüm devletler için de geçerli değil midir?
- Üçüncüsü: İşlettikleri sivil nükleer tesisler sayesinde başkalarına nükleer teknoloji iletebilecek ülkelerin sayısı artacaktır. Bu, teknoloji kaynaklarının sayısını, teknoloji transferinin kapsam ve niteliğini arttıracak, tek başına parçaları üretip ihraç edebilecek konuma ulaşan ülkeler giderek çoğalacaktır. Buna benzer ihracat işlerini ekonomik açıdan teşvik eden faktörlerin, etkin bir ihracat kontrol sisteminin kurulmasından veya iyileştirilmiş güvenlik standartlarının gerçekleştirilmesinden çok daha önce ortaya çıktığı, birçok örnekten edinilen tecrübeyle sabittir. Dolayısıyla Batı’nın sanayiye terk etmesi ve Güney’in sanayileşmesi günümüzde nükleer teknoloji ihracatını kabul etmeme, kontrol etme veya sınırlama girişimleri için zorlu bir sınav yerine geçecektir. Gelecekte nükleer tedarikçi statüsüne çıkabilecek devletlerden bazılarının nükleer teknolojinin sivil amaçlı meşru kullanımından anladığı şey, geleneksel nükleer güçlerin ve onların müttefiklerinin anladığı

ğından farklı olabilir. Bu bağlamda Kuzey yarımkürenin ihracat politikalarını tanımlamak için kullanılan “nükleer ırk ayrımcılığı” suçlamasını hatırlamamız yeterlidir. Bu, nükleer teknoloji ihracatını kontrol etmeye yarayan sistemlerin büyük ve yeni güçlüklerle karşılaşacağı anlamına gelir. Yeni tedarikçiler pazardan pay kapmak için ilk kez rekabete başladığında Batılı ülkelerdeki sanayilerin geçmiş yıllarda nükleer yayılmayı körüklemiş olan eski ve tehlikeli bir dayanağa yeniden sarılması pekâlâ mümkündür: “Biz satmazsak başkası satar; o yüzden biz satalım daha iyi.”

Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü'nün (SIPRI) daha 1979 yılında nükleer enerjinin yayılma risklerini inceleyen bir araştırmasında, çok taraflı zenginleştirme ve yakıt üretim tesislerine dayalı bir yakıt çevriminin yayılmaya karşı belki de en etkili güvenceyi oluşturacağı sonucuna varmıştı⁹². SIPRI, gerek NPT gerekse diğer yayılmayı önleme önlemlerinin kazandırdığı 20-30 yılın, sıkı bir çalışma ile bu tür bir yakıt çevrimi geliştirmek için değerlendirilmesi çağrısında bulunmuştu. Bu teklif doğrultusunda önemli hiçbir ilerleme kaydedilmeden 30 yıl geçti. Ülkelerin ekonomik çıkarları her zaman yolu tıkadı. Çok taraflılığın – İran'la ilgili tartışmalar vesilesiyle – tekrar gündeme gelmesi ancak son birkaç yılda gerçekleşmiştir⁹³ ama geleceğe ait yayılma risklerinin ileri görüşlü bir yaklaşımla ele alınacağını düşünmek bugün bile zordur.

Birçok ülkede nükleer enerji hâlâ gayet değerli, karmaşık ve modern bir teknoloji olarak algılanmaktadır. Ona hakim olmak, teknik gelişmişliğin veya uzmanlığın kanıtı sayılmaktadır. Dolayısıyla nükleer teknoloji birçok ülkede kalkınmanın ve modernleşmenin önemli bir parçası olarak görülmektedir. Bu yolun takip edilmesi için gereken ekonomik olanaklara her ülke sahip değildir ama sahip olanlar nükleer seçeneği tercih edebilir. Nükleer tesislerin ve teknolojinin ihracatından kâr etmek isteyen Batılı ülkeler, nükleer enerjiyi modern, iklim dostu ve ucuz bir enerji kaynağı olarak lanse etmeyi sürdürdükçe diğer ülkeler de nükleer teknolojiyi kullanmak isteyecektir. Bu şekilde hareket etmenin yayılma riskini arttırması kaçınılmazdır⁹⁴.

1960'lı yıllarla 21. yüzyılın başı arasında oluşturulan NPT ve yayılmayı önleme rejiminin temelinde hâlâ aynı “alışveriş” fikri yatıyor. Nükleer silah sahibi ülkeler silahsızlanmayı, nükleer silah sahibi olmayan ülkeler ise bu tür silahları geliştirmeye zaten hiç kalkışmamayı vaat ediyor; nükleer enerjiyi sivil amaçlarla kullanma hakkı ise tüm üye devletlere sınırsız olarak tanınıyor. Haliyle,

92 Frank Barnaby ve diğerleri (editörler): Nuclear Energy and Nuclear Weapon Proliferation (Nükleer Enerji Ve Nükleer Silahların Yayılması). Londra, Stockholm 1979.

93 UAEA'nin gözetiminde ülkelerin yararlanabilecekleri ufak, çok taraflı bir yakıt rezervi oluşturulacaktır.

94 Nükleer enerjiyi artan bir yoğunlukla demode bir teknoloji olarak tanıtmak ve bunu net bir biçimde ifade etme olasılığının üzerinde durmaya değer. Günümüzde giderek daha fazla ülkede rastlanan bir eğilime göre en iyi teknisyenler, mühendisler ve bilim insanları nükleer teknoloji ziyade enerji verimliliğinin artırılması ve yenilenebilir enerji alanında çalışmaktadır.

yayılmayı önlemeyi veya yayılmayı önleme amaçlı mekanizmaları güçlendirmek mümkündür ama bunun için siyasi irade gerekir. Bu siyasi iradenin var olup olmayacağı da nükleer silahlanmanın kontrolü ve silahsızlanma alanlarında kaydedilecek ilerlemeye bağlı olmaya devam edecektir. Bunu belirleyecek bir başka faktör de nükleer teknolojinin sivil amaçlı kullanımının ülkeler tarafından sınırlanıp sınırlanamayacağı, hattâ bundan vazgeçilip vazgeçilemeyeceğidir. Bunun için gereken şey de yine siyasi iradedir ama nükleer teknolojinin gerek sivil gerekse askeri alanda süregelen kullanımına bakıldığında böyle bir iradenin mevcut olmadığı görülüyor. Bu iradenin eksikliğinin ne kadar vahim boyutlarda olduğu, Almanya’da mevcut reaktörlerin ömürlerinin uzatılması ve hattâ nükleer enerjinin aşamalı olarak terk edilmesi kararından vazgeçilmesi hakkındaki tartışmalardan da anlaşılmaktadır.

Nükleer teknolojinin sivil ve askeri kullanımları Siyam ikizleri gibi düşünülebilir. Biri olmadan diğeri yaşayamaz ve her birinin kendine özgü önemli riskleri vardır. Nükleer silahsız bir dünya vizyonunun gerçeğe dönüştürülmesi ve sürekli kılınması ancak her ikisinden de vazgeçilmesiyle mümkün olabilir. Yayılmaya karşı en iyi ve en dayanıklı çözüm “sıfır-sıfır çözümü” yani nükleer silahların ve nükleer enerjinin ikisinin birden terk edilmesidir. İşte o zaman, nükleer silahsız dünya vizyonuna karşı öne sürülen en güçlü ”Hiçbir aktörün nükleer silah imal etmeyeceğini kimse garanti edemez” iddiası popülerliğini yitirir. Nükleer silahlar ile nükleer enerjinin ikisinin birden terk edilmesini izlemek sadece nükleer silahların terk edilmesini izlemekten daha kolay ve daha etkilidir⁹⁵.

Dünyanın en eski ve en büyük ulusal fizik kuruluşu Alman Fizik Derneği, 06 Mart 2010 tarihinde bir karar yayımladı⁹⁶. Bu kararda bilim adamları, 2010 yılının Mayıs ayındaki gözden geçirme toplantısı vesilesiyle bir nükleer silah anlaşması için müzakerelerin başlatılmasını teklif etti. Nükleer silahları yasaklayan bir antlaşma 2020 yılına kadar imzalanmalıydı. Nükleer enerji için de benzer bir girişim gereklidir, çünkü nükleer teknolojinin kademeli bir şekilde terk edilmesinin zamanı çoktan gelmiştir ve bunun uygulanması zaman alacaktır.

95 Nükleer teknolojinin sadece askeri kullanımı yasaklansa bilgi, uzmanlık ve teknik koşullar sivil sektörde var olmaya devam eder. Nükleer teknolojinin her iki kullanımı da terk edilirse uzmanlık ve uzmanlar yavaş yavaş yok olup gider.

96 Bakınız: <http://www.dpg-physik.de/presse/pressemit/2010/dpg-pm-2010-12.html>

Nükleer silahların yayılması ve önlenmesi: Önümüzdeki 20 yıl

2010 yılının Mayıs ayında yapılacak Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması (Nuclear Non-Proliferation Treaty- NPT) gözden geçirme toplantısı yaklaşırken büyük devletler daha önce görülmemiş bir gayretle ABD ve Rusya'nın mevcut nükleer silah stoklarını azaltmaya, Pyongyang'ın askeri nükleer stoğunu tersine döndürmeye ve İran'ın nükleer silahlarla ilgili faaliyetlerini durdurmaya odaklandı. Bu çabaların birbirini karşılıklı desteklemesi ve sadece ABD ile Rusya arasında değil, nükleer silahlara sahip olan diğer dünya devletleri arasında da nükleer silahların azaltılmasına yönelik yeni anlaşmalara zemin hazırlaması ümit ediliyor. Ayrıca, nükleer silahları azaltma konusunda kaydedilecek ilerlemelerin, nükleer silah sahibi olmayan devletleri nükleer yakıt üretme amaçlı tehlikeli sivil faaliyetlerden uzak durması için daha fazla çaba göstermeye ve sivil nükleer tesislerini daha ayrıntılı uluslararası denetlemelere açmaya ikna etmesi de umuluyor.

Ne var ki, bu nükleer ümitlerin tam anlamıyla gerçekleşmesi pek olası değil. Kuzey Kore'de ya da İran'da rejim değişikliği olmadıkça, ne Pyongyang'ın elindeki nükleer silahlardan vazgeçmesi ne de İran'ın nükleer silahlarla ilgili faaliyetlerini sona erdirmesi ihtimal dahilinde değil. Mevcut nükleer silah stoklarının daha da azaltılmasına gelince; ABD ve Rusya'nın Stratejik Silahların Azaltılması Antlaşması'nın (START) halihazırdaki devam anlaşmaları üzerinde mutabakata varması halinde stratejik silahlarda bir takım azaltımlar (1.000 ila 500 adet savaş başlığı seviyesine kadar) görülebilir. Yalnız Rusya'nın elinde çok daha fazla sayıda bulunan taktik nükleer silahların konu edileceği anlaşmaların kolayca veya çabucak gerçekleşmesi zayıf bir ihtimal. Rusya konvansiyonel askeri imkân ile kabiliyetlerinin NATO ve Çin'inkilerin yanında giderek daha geride kalmakta olduğunu düşünüyor. Dolayısıyla, Moskova'nın taktik nükleer silahlarını bırakmak veya azaltmak yerine, güvenliği için bunlara daha sıkı sarılması kuvvetle muhtemel. Diğer taraftan Çin, Hindistan, Pakistan, Kuzey Kore ve İsrail'in nükleer savaş başlıklarının sayısını azaltma konusunda mutabakata varması ise daha da zayıf bir ihtimal.

Halihazırdaki nükleer eğilimlerin devam edeceği varsayılırsa önümüzdeki 20 yılda uluslararası güvenliğin şimdiki kadar görülmemiş bir yoğunlukta sınanacağı söylenebilir. İngiltere'nin 2020 yılından önce nükleer gücü, yalnız Pakistan'ın değil İsrail ve Hindistan'ın da gerisinde kalmış olacak. Fransa da bir süre sonra İngiltere ile aynı kaderi paylaşacak. Bugün elinde, yaklaşık 300 adedi

bulan mevcut nükleer savaş başlığı stoğunu üç katına çıkarabilecek kadar ayrıştırılmış plütonyum ve yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum bulunan Çin de muhtemelen nükleer silahlarını çoğaltma yoluna gidecek. Bu arada Japonya, binlerce nükleer silah yapmaya yetecek miktarda ayrıştırılmış plütonyuma istediği an erişebilecek bir konuma gelecek. ABD ve Rusya'nın nükleer silah yapımında kullanılacak malzeme stokları (ki bu stoklar hâlâ 10 binlerce silah üretilebilecek kadar büyüktür) sadece çok küçük miktarlarda azalırken Japonya ve diğer nükleer silah sahibi ülkelerin ellerindeki nükleer stoklar pekala iki katına çıkabilir¹. Bu gelişmeler yetmezmiş gibi, nükleer silaha her an sahip olabilecek yeni devletlerin de tabloya katılma ihtimali var: 2010 yılı itibarıyla en az 25 devlet, 2030 yılına kadar büyük nükleer reaktör inşa etme niyetlerini açıklamış bulunuyor. Büyük reaktörler nükleer teknolojinin tarihsel süreci boyunca nüklere silah yapımının başlangıç aşaması olagelmıştır.

Kaygı verici olan, bu saydıklarımızdan hiçbirinin nükleer silahların ortadan kaldırılması davasını destekler nitelikte görülmemesidir. Bu endişe verici eğilimleri daha da vahim hale getiren bir başka husus ise “barışçıl” nükleer enerjinin popülaritesinin artmakta olması. Günümüzde nükleer malzeme tedarikçisi devletlerin hemen hemen hepsi, yeni reaktörlerin ihracatının, akabinde “sıkılaştırılmış” nükleer denetlemeler uygulanacağı için nükleer silahların sınırlandırılmasına katkıda bulunacağını iddia ediyor. Halbuki, en kaygı verici olayların birçoğunda, teknolojinin büyük ölçüde askeri amaçlara kaydırılmasını etkin biçimde caydırma veya önleme konusunda sıkılaştırılmış denetlemelere bile yeterince güvenilemeyeceği görülmüştür. Bugün bile, uluslararası nükleer denetimler dünyadaki kullanılmış veya kullanıma hazır yakıtların sürekli denetimini sağlamakta başarısız olmaktadır. Nükleer zenginleştirme ve yeniden işleme tesislerinde kullanılacak bu malzemeler, nükleer silahlarda bulunan materyallerin üretimini hızlandırabilmektedir. Üstelik bu nükleer yakıt üreten tesisler denetçilerden gizlenebilmekte ve deklare edilse bile buralarda silah yapımında

1 Uluslararası Bölünebilir/Fisilr Malzemeler Paneli, 2008 *Global Bölünebilir Malzeme Raporu* (Ekim 2008), <http://www.ipfmlibrary.org/gfmr08.pdf> adresinde bulunabilir [bu internet adreslerine ve bundan sonrakilerin tümüne 7 Mayıs 2009 tarihinde erişim gerçekleştirilmiştir]; Andrei Chang, “Çin'in Nükleer Savaş Başlığı Stokları Büyüyor,” UPIAsia.com (5 Nisan 2008), http://www.upiasia.com/Security/2008/04/05/chinas_nuclear_warhead_stockpile_rising/7074 adresinde bulunabilir

kullanılabilecek yakıt üretildiği denetçiler tarafından tespit edilinceye kadar, çalışmasını sürdürmektedir².

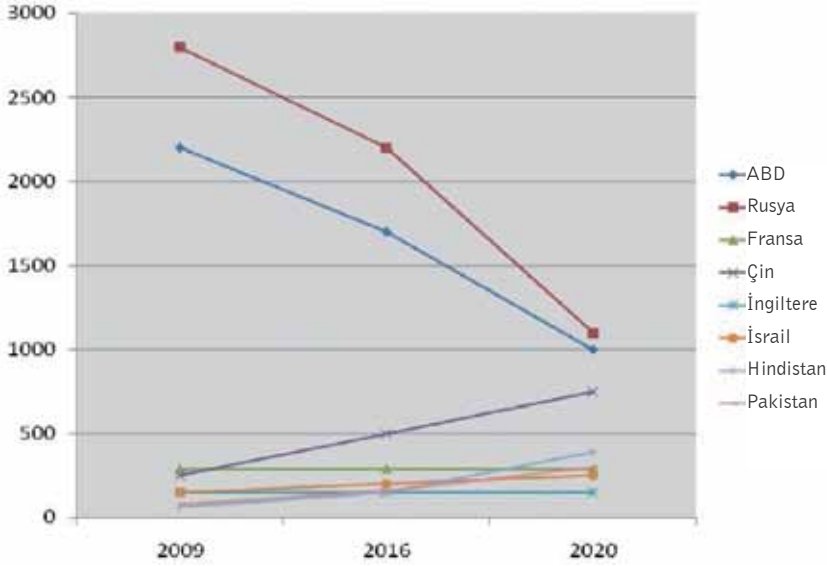
Bu hususlardan bazıları ABD’de kamuoyunun gündemine gelmeye başlamıştır. Ancak, bu konulardaki tartışmanın genişletilmesi gerekmektedir. Zira Washington’un ve AB’nin gözde nükleer denetim girişimlerinin (START’ın devam anlaşmaları, Nükleer Denemelerin Tümden Yasaklanması Antlaşması (CTBT), Nükleer Silah İçin Bölünebilir Maddelerin Üretimini Yasaklanması Antlaşması (FMCT), sivil nükleer yakıt bankaları ve ayrıntılı/derinlemesine nükleer denetlemeler) tümü kabul edilse ve yukarıda belirtilen risklerden arındırılrsa bile, ABD ile müttefikleri yine, nükleer silahların yayılmasıyla ilgili bir dizi yeni ve büyük tehlikeyle karşı karşıya kalacaktır.

Tıka basa nükleer silahlı bir kitle mi?

Bu tehlikelerden ilki, ABD ve Rusya konuşlandığı nükleer silah sayısını adım adım azaltırken Çin, Hindistan, Pakistan, İsrail’in nükleer silahlarını giderek çoğaltmasıdır. Halihazırda Amerika Birleşik Devletleri, kendisinin ve Rusya’nın konuşlandığı stratejik silah sayısını biner adet savaş başlığına indirmeyi planlıyor. Dolayısıyla 10 yıl gibi bir sürede ABD ve Rusya ile diğer nükleer devletlerin nükleer silah sayıları arasındaki farkın binler (bakınız Şekil 1.) yerine yüzlerle ifade edileceği düşünülebilir. Böyle bir dünyada, herhangi bir devletin nükleer silah imkân ve kabiliyetlerindeki nispeten ufak değişiklikler uluslararası güç dengesi algılaması üzerinde günümüzde olduğundan muhtemelen çok daha büyük bir etki gösterecektir.

2 Bak., örneğin, Henry S. Rowen, “This ‘Nuclear-Free’ Plan Would Effect the Opposite” (Bu ‘Nükleerden Arındırılmış’ Plan Ters Etki Yaratır), *Wall Street Journal* (17 Ocak 2008). İlâve teknik ön bilgiler için bak.: David Kay, “Denial and Deception Practices of WMD Proliferators: Iraq and Beyond” (Kitle İmha Silahları Yayıncılarının İnkâr ve Aldatma Uygulamaları: Irak Ve Ötesi), *Weapons Proliferation in the 1990s* (1990’larda Silahların Yayılması) içinde, redakte Brad Roberts (MIT Press, 1995); Victor Gilinsky ve diğerleri, “A Fresh Examination of the Proliferation Dangers of Light Water Reactors” (Hafif Su Reaktörleri Kaynaklı Nükleer Silah Yayılma Tehlikeleri Konusunda Yeni Bir İnceleme) (Washington, DC: NPEC, 2004), <http://www.npec-web.org/Essays/20041022-GilinskyEtAl-lwr.pdf> adresinde bulunabilir; ve Andrew Leask, Russell Leslie, ve John Carlson, “Safeguards As a Design Criteria – Guidance for Regulators” (Bir Tasarım Kriteri Olarak Nükleer Güvenceler – Düzenleyiciler İçin Direktifler) (Avustralya Güvenceler Ve Silahların Yayılmasını Önleme Bürosu, Eylül 2004), http://www.asno.dfat.gov.au/publications/safeguards_design_criteria.pdf adresinde bulunabilir.

Şekil 1: Yaklaşan Nükleer Tıkanıklık³

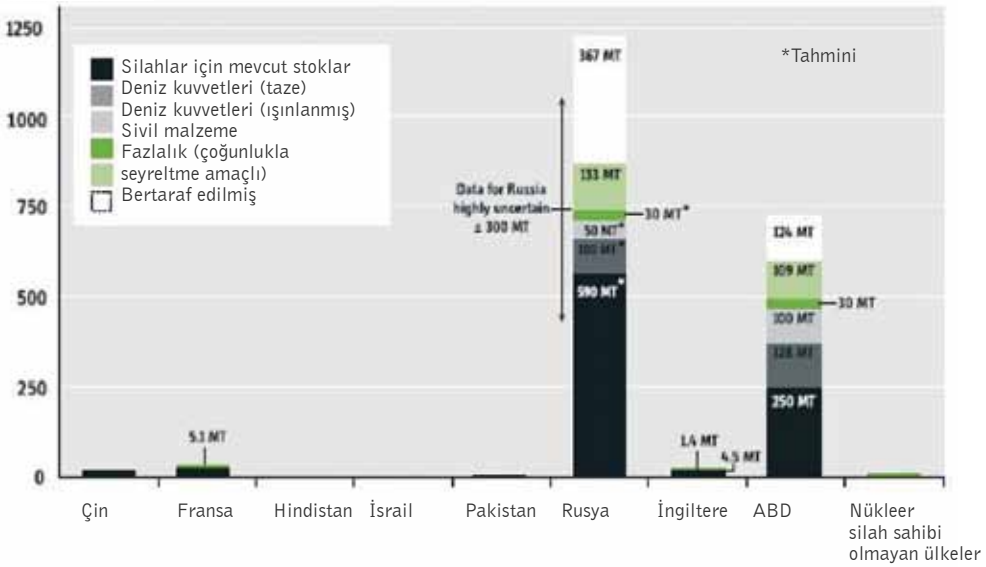


Bu eğilimlerin yol açabileceği uluslararası istikrarsızlığı daha ciddi boyutlara taşıyan bir faktör de bazı devletlerin elindeki büyük ve giderek artan, nükleer silahlarda kullanılacak malzeme stoklarıdır (ayrıştırılmış plütonyum ve yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum). ABD ile Rusya’da zaten 10 binlerce basit bomba yapımına yetecek miktarda bulunan bu malzemelerin miktarı Pakistan, Hindistan, Çin, İsrail, ve Japonya’da da giderek artmaktadır. Böylece bu devletlerin tümü, halihazırda konuştuğumuz nükleer silah sayısını bugüne kadar olandan çok daha hızlı ve sayıca fazla bir şekilde arttırabilecektir (bu devletlerin ellerindeki mevcut malzeme miktarı için aşağıdaki şekle bakınız).

3 Bu çizelgeye ait veriler Doğan Kaynaklar Savunma Konseyi’nden alındı., “Russian Nuclear Forces 2007” (2007’de Rus Nükleer Kuvvetleri) Bulletin of the Atomic Scientists (Atom Bilimcileri Bülteni) (Mart/Nisan 2007), <http://thebulletin.metapress.com/content/d41x498467712117/fulltext.pdf> adresinde bulunabilir; Gareth Evans ve Yoriko Kawaguchi, Eliminating Nuclear Threats: A Practical Agenda for Global Policymakers (Nükleer Tehditlerin Bertaraf Edilmesi: Global Politika Belirleyicileri İçin Pratik Bir Gündem) (Canberra, Avustralya: Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme ve Silahsızlanma Uluslararası Komisyonu, 2010), s. 20; ve Robert S. Norris ve Hans M. Kristensen, “U.S. Nuclear Forces, 2008” (2008’de ABD Nükleer Kuvvetleri) Bulletin of the Atomic Scientists (Atom Bilimcileri Bülteni) (Mart/Nisan 2008) <http://thebulletin.metapress.com/content/pr53n270241156n6/fulltext.pdf> adresinde bulunabilir.

Şekil 2: Ülkelerin Ellerindeki Yüksek Derecede Zenginleştirilmiş Uranyum Stokları⁴

Metrik Ton (MT)

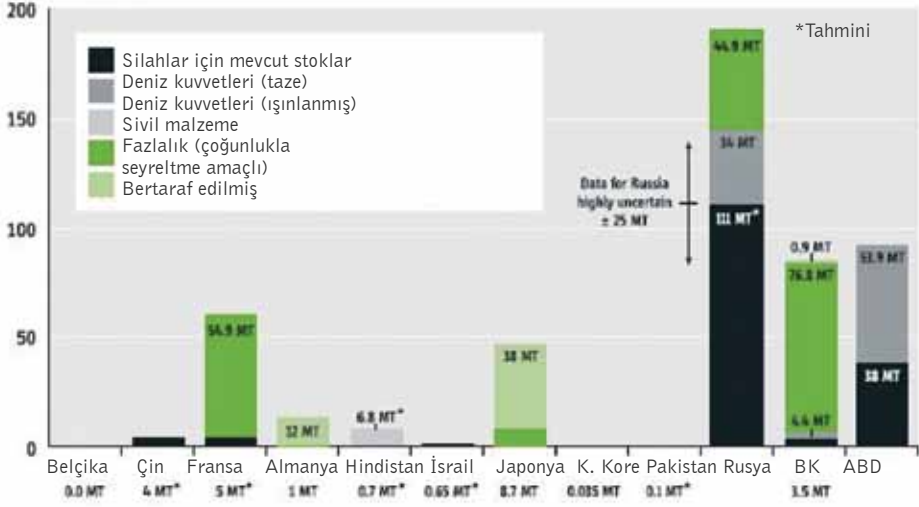


Şekil 1.2. 2009 yılı ortaları itibarıyla ülkelerin ellerindeki yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum stokları. İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri'ne ait sayılar kendi yayımladıkları verilere dayanmaktadır. Fransa ve İngiltere'nin sivil yüksek derecede zenginleştirilmiş (y.d.z.) uranyum stokları UAEA'ya resmen deklare ettikleri sayılara dayanmaktadır. Yıldız işaretli sayılar gayri resmi tahminler olup genellikle büyük belirsizlikler içermektedir.²² Rusya ve ABD'nin artan y.d.z. uranyum miktarları Haziran 2009'a aittir. Nükleer silah sahibi olmayan ülkelerdeki y.d.z. uranyum UAEA'nın güvencesi altındadır. Çin, Pakistan, ve Rusya'daki toplam stoklara ait sayılar ile Fransa'nın askeri stokları için yüzde 20; Hindistan için ise yüzde 50 belirsizlik payı olduğu kabul edilmiştir.

4 Frank Von Hippel ve diğerleri, Uluslararası Bölünebilir/Fisil Malzemeler Paneli, 2009 *Global Bölünebilir Malzeme Raporu*, s.13 ve 16, http://www.fissilematerials.org/ipfm/site_down/gfmr09.pdf adresinde bulunabilir.

Şekil 3: Ülkelerin Ellerindeki Ayrıştırılmış Plütonyum Stokları⁵

Metrik Ton (MT)



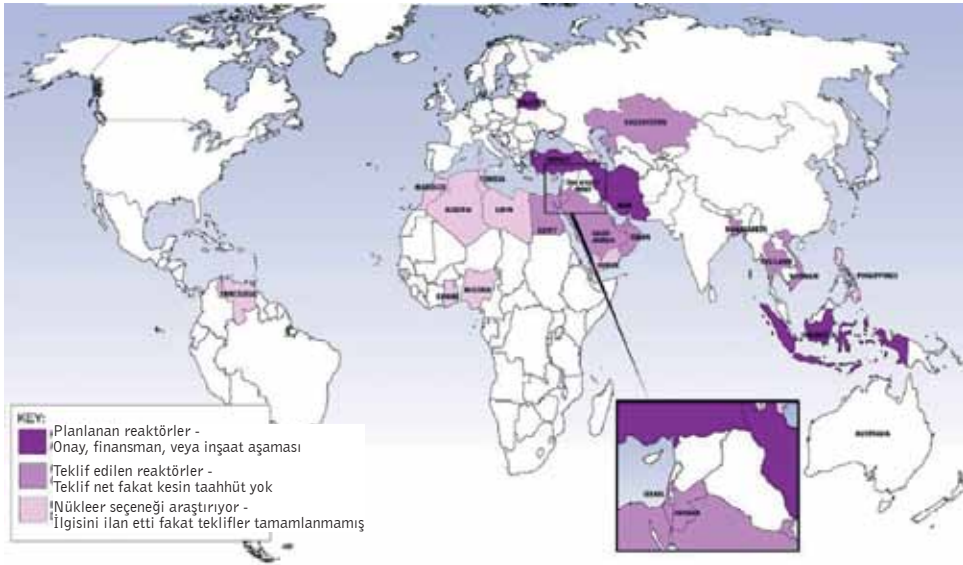
Şekil 1.3. Ülkelerin ellerindeki ayrıştırılmış plütonyum stokları. Sivil stoklar, 2008 yılının Ocak ayına ait en yeni INFCIRC/549 beyanlarına dayalı olup bugünkü mevkilerine göre değil, mülkiyete göre listelenmiştir. Kendi devlet yönetimlerince deklare edilen ABD'ye ve İngiltere'ye ait silah stokları dışında kalanlar gayr-ı resmi tahminlere dayanmaktadır. Çin, Fransa, Hindistan, İsrail, Pakistan, ve Rusya'ya ait askeri stoklardaki belirsizlik oranı yüzde 20 mertebesinde. Hindistan, ağır su reaktöründe tüketilmiş yakıttan ayrıştırdığı plütonyumu "stratejik" olarak kategorize etmiş olup bu yakıt UAEA güvencelerine tabi değildir. Belçika'da yabancılara ait 1,4 ton plütonyum mevcutsa da bu ülkenin kendine ait stoku yoktur (Ek 1C).

Bundan 20 yıl sonra, Japonya ve İran gibi nükleer silaha birkaç ay gibi kısa bir sürede sahip olmaya hazır devletlerin sayısı artmış olacak. Öte yandan, 25'ten fazla devlet geniş ölçekli sivil nükleer program başlatma planlarını açıklamış durumda. Bu devletlerin tümü ilk nükleer reaktörlerini 2030 yılına kadar devreye sokma emellerine ulaştığı takdirde bu tür programlara şu anda sahip ve çoğu Avrupa'da bulunan 31 devlete neredeyse bir o kadar daha eklenmiş olacaktır (aşağıdaki şekillere bakınız).

Şekil 4: Günümüzde Nükleer Reaktörlerin Bulunduğu Ülkeler veya Bölgeler⁶



Şekil 5: Nükleer Güç Olma Aşamasındaki Devletler (2008)⁷



6 Grafikler NPEC için Sharon Squassoni tarafından hazırlanmıştır. <http://www.npec-web.org/Frameset.asp?PageType=Projects> adresinde bulunabilir.

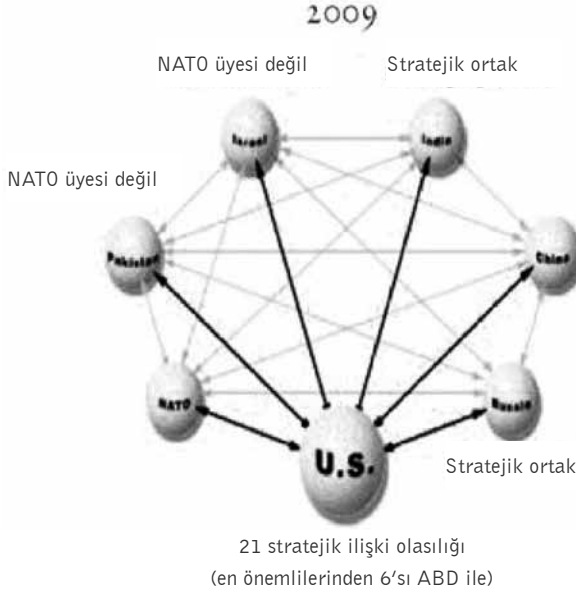
7 A.g.e.

Bu sivil nükleer yayılma gerçekleşirse bunun önemli askeri sonuçları olacaktır. Nükleer silaha sahip olan devletlerin her biri ilk bombasını imal etmeden önce büyük bir reaktörü devreye sokmuştur. İngiltere, Fransa, Rusya, Hindistan, Pakistan ve Amerika Birleşik Devletleri ilk bombalarının birçoğunu elektrik şebekelerine güç sağlayan reaktörlerden üretmiştir. Amerika Birleşik Devletleri, nükleer cephaneliği için ihtiyaç duyduğu silah yapımına uygun kalitedeki trityumun tümünü hâlâ Tennessee Valley Elektrik Kurumu tarafından işletilen, “yayılmaya dayanıklı” hafif su reaktöründen elde etmektedir.

Elbette, büyük enerji reaktörlerinden başka, silah yapımında kullanılabilir plütonyumu kullanılmış nükleer yakıttan kimyasal yollarla ayrıştırarak veya bu tür makinelerle güç sağlamak için uranyumu zenginleştirecek tesislere de ihtiyaç olacaktır. Ancak, yakın geçmişteki İran ve Kuzey Kore örneklerinde de görüldüğü gibi, yakıt üreten bu tür tesisler yasadışı üretimin zamanında tespit edilmesine meydan vermeyecek biçimde inşa edilebilmekte (hem de inşaat faaliyetinin tespiti zor biçimde) ve işletilebilmektedir. İlan edilen sivil nükleer enerji programlarının tümü planlandığı şekilde tamamlanırsa 2030’un dünyası şimdiki kadar kesinlikle çok daha istikrarsız olacaktır. Aşağıda şekil 6 ve 7’de gösterildiği üzere, nükleer silaha sahip olduğu teyit edilmiş birkaç devlet yerine (Amerika Birleşik Devletleri bu devletlerin çoğunun kendisi ile ya müttefik ya da stratejik ortak olduğunu söyleyebilir) nükleer silaha sahip veya her an sahip olmaya hazır (yani 12 ilâ 24 ay içinde silah sahibi olabilecek), başa çıkılamayacak kadar çok sayıda yeni devletle uğraşmak zorunda kalınacaktır.

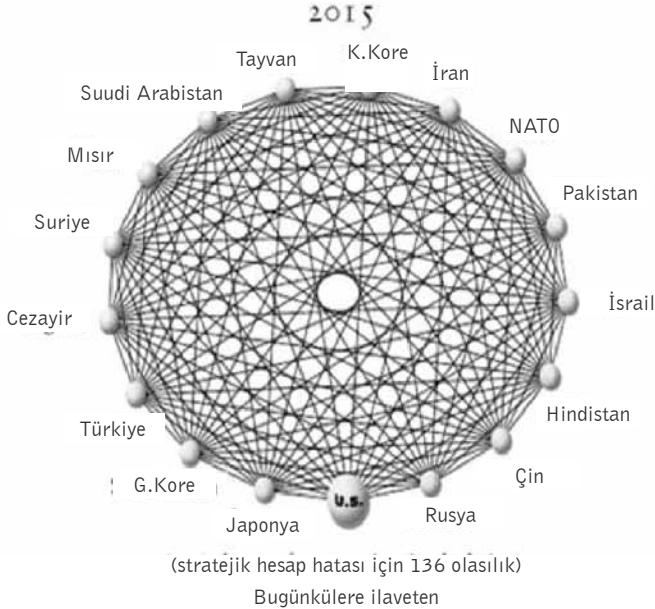
Şekil 6: Günümüzdeki Nükleer Devletler

Hali hazırdaki yayılma başa çıkılabilir görünüyor
(K. Kore'nin silahsızlandırıldığı ve İran'ın nükleer güç sahibi olmadığı kabul edilirse)



Şekil 7: 2015 Yılına Kadar Nükleer Güç Sahibi Olmaya Hazır Devletler

Nükleer güç sahibi olmaya hazır devletlerin sayısı arttıkça "1914"ün nükleer uyarlamasına mı tırmanılıyor?



İran, K.Kore, Tayvan, Suudi Arabistan, Mısır, Suriye, Cezayir, Türkiye, G. Kore, Japonya

Böyle bir dünyada ABD müttefikleri ile AB, dostlarının ve olası hasımlarının kimler olduğunu bilebilir ama bu tür devletlerin bir kriz durumunda ne yapabileceğini kestirmekte güçlük çekecektir. Sözkonusu devletler acaba kendi aralarında birleşecek mi, silah geliştirmede her biri kendi bildiği yoldan mı gidecek, yoksa nükleer gücün imkân ve kabiliyetlerine sahip bir başka devletin dümen suyuna mı girecek? Olası hasımlar söz konusu olduğunda ise ABD, müttefikleri ve AB'nin, bunların askeri kuvvetlerinin tam olarak ne kadar öldürücü olduğunu belirlemesi kolay olmayacak.

Son olarak, bu nükleer gidişat nükleer terörizm olasılığını kesinlikle arttıracaktır. Mesele, nükleer silahları, bunlarla ilgili malzemeleri ele geçirme fırsatlarının artmasıyla sınırlı kalmayacak, sabote edilebilecek askeri ve sivil nükleer tesislerin sayısı da artacaktır. Diğer taraftan, yapılan yanlış hesapların nükleer savaşa yol açma tehlikesi öyle bir noktaya varabilecektir ki, nükleerle ilgisi olmayan terör eylemleri bile sonu nükleere varan daha büyük çatışmaların fitilini ateşleyebilecektir.

Bu tür bir uluslararası istikrarsızlık, Birinci ve İkinci Dünya Savaşı öncesindeki andırmaktadır. Sözkonusu dönemlerde bir yandan aşırı derecede iddialı silahsızlanma hedefleri peşinde koşulurken ülkelerin bir yandan da büyük çapta askeri hazırlıklarını açıkça veya gizliden gizliye tamamladığı, bunun sonucunda gerilimin yükseldiği ve bunların eninde sonunda sınırsız bir biçimde savaşlarda kullanıldığı dönemlerdi. Önümüzdeki 20 yılın o zamanlardan farkı, benzeri çatışmalarda kullanılacak mühimmatın son derece patlayıcı olmakla kalmayıp nükleer olacağıdır.

Sıfırdan azami yarar sağlamak

Bütün bunlar, “Bu trendlerden sakınabilir miyiz ya da bunları azaltabilir miyiz” sorusunu akla getiriyor. Sorunun kısa yanıtı evet olmakla birlikte, bu ancak birtakım temel ilkelere daha fazla dikkat etmemiz halinde geçerli olacak.

Öncelikle konuşlandırılan nükleer silah sayısı azalırken daha çok dikkat edilmesi gereken nokta, askeri kuvvetlerdeki azalma veya ilavelerin savaş olasılığını bilfiil azaltmaya yönelik olmasıdır.

Amerika'nın ve NATO'nun nükleer güvenlik konusunda verdiği garantiler, yakın ve orta vadede ABD'nin kilit önemdeki müttefiklerinin, NATO üyelerinin nükleer silahlara sahip olma heveslerini yatıştırmaya devam edecekse, Washington ile NATO'nun belli başlı nükleer rakipleri karşısında sahip olduğu güç üstünlüğünü zedeleyecek davranışlardan kaçınması kritik önem taşımaktadır. Amerika Birleşik Devletleri ve NATO nükleer silahlarını Rusya ile kabaca eşit seviyede azaltmanın yanı sıra yakın ve orta vadede nükleer silah sahibi Çin, Hindistan gibi diğer devletleri, ABD'ye ya da birbirlerine (Çin-Hindistan, Pakistan-Hindistan, Japonya-Çin örneklerinde olduğu gibi) yetişmeye çalışmaktan alıkoymak zorunda kalacaktır.

Bunun anlamı, sadece Rusya ile değil aynı zamanda Çin, Hindistan, ve Pakistan ile de, ya nükleer silah sayılarının azaltılması ya da silah yapımında kullanılacak yakıtların üretimi veya stoklanmasına yeni sınırlar getirilmesi şeklinde uygulanacak ilave nükleer tahditler konusunda anlaşmaya varılmasının gerekeceğidir. Pratikte bu, aynı zamanda nükleer silah sahibi olmaya hazır veya neredeyse nükleer silah sahibi olmuş devletlerden (örneğin İsrail ve Japonya) nükleer silahlarda kullanılacak yakıtların üretimini kısıtlamanın veya durdurmanın ya da ellerindeki stokların bir kısmını bertaraf etmesinin istenmesi anlamına da gelmektedir.

Bugüne kadar ne ABD ne de AB, bunun en iyi şekilde nasıl yapılabilceğinin ayrıntılarını ortaya koymuş değil. ABD Başkanı Barack Obama, Nükleer Santraller İçin Bölünebilir Maddelerin Üretimini Yasaklanması Antlaşması'nın (FMCT) müzakere edilmesi için çağrıda bulundu ama bu antlaşmanın versiyonlarının çoğu askeri yakıt üretiminden neredeyse farksız olan "sivil" nükleer yakıt üretimine izin vermektedir. Cenevre'de 10 yıllarca süren nfile görüşmelerin ardından böyle bir anlaşmanın yürürlüğe girebileceği de şüpheli. Müzakereler halen Pakistan tarafınca engellenmektedir.

Ancak, bölünebilir nükleer malzeme üretimini kısıtlamanın FMCT için görüşmeler yapmaktan başka yolları da var. ABD Dışişleri Bakanı Hillary Clinton'ın danışmanlarının da aralarında bulunduğu bazı devlet görevlilerinin "Bölünebilir Nükleer Malzeme Kontrol Girişimi" adıyla teklif ettiği tamamlayıcı yaklaşım bunlardan biri.

Burada öngörülen, bağlayıcı bir antlaşma yerine, hem Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması'na (NPT) taraf ile nükleer silah sahibi olan hem de nükleer silah sahibi olmayan ülkelerin ellerindeki mevcut ayrıştırılmış plütonyum ve yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum stoklarının ne kadarlık bölümünün askeri *veya* sivil ihtiyaçları için fazla olduğunun belirlenip, bu fazlalığın güvenliğinin sağlanması ya da bertaraf edilmesinden ibaret⁸. Deklare edilen fazlalıklara erişmek için girişime katılan bütün tarafların rızasını alma şartı konularak devletlerin bunları dilediği gibi kullanması da zorlaştırılabilir⁹.

Hindistan'ın nükleer silah faaliyetleriyle doğrudan ilgili bir diğer pratik fikir ise ABD ile Yeni Delhi arasındaki sivil nükleer işbirliği anlaşmasının uygulanmasının, bu ülkeye anlaşmanın nihai halini aldığı 2008 yılı sonunda üretmekte olduğu nükleer silahlarda kullanılacak yakıt miktarından daha fazlasını üretmesi için hiçbir kolaylık getirmemesini sağlamaktır. 1967 yılında nükleer

8 Bkz.: örneğin, Robert Einhorn, "Controlling Fissile Materials and Ending Nuclear Testing" (Bölünebilir Malzemelerin Kontrolü ve Nükleer Denemelere Son Verilmesi), Nükleer Silahsızlanma Uluslararası Konferansı'nda yapılan sunum, Oslo (26-27 Şubat 2008), http://www.ctbto.org/fileadmin/user_upload/pdf/External_Reports/paper-einhorn.pdf adresinde bulunabilir.

9 Bkz.: Albert Wohlstetter, "Nuclear Triggers and Safety Catches" (Nükleer Tetikleyiciler ve Güvenlik Mekanizmaları), *Nuclear Heuristics: Selected Writings of Albert and Roberta Wohlstetter* (Nükleer Buluşsal Yöntem: Albert ve Roberta Wohlstetter'in Seçme Yazıları) içinde, redakte Robert Zarate ve Henry Sokolski (Carlisle, PA: ABD Kara Harp Akademisi Stratejik Etüdler Enstitüsü, 2009).

silaha sahip olan devletler, yani ABD, Rusya, Fransa, İngiltere ve Çin, NPT ile başka hiçbir devlete bu silahlara doğrudan veya dolaylı olarak sahip olması için yardım etmemeyi taahhüt etti. Bu arada ABD ile Hindistan arasındaki sivil nükleer işbirliği anlaşmasına yetki veren Hyde Yasası uyarınca Beyaz Saray Hindistan'ın tam olarak ne kadar uranyum yakıtı ithal ettiğini, sivil nükleer santrallerini işletmek için bu yakıtın ne kadarını kullandığını, uranyumda yerli üretiminin payını ve korumasız reaktörlerinin çalışması sonucunda korumasız plütonyum stoklarının NPT'ye taraf olan nükleer silah sahibi devletlerin doğrudan veya dolaylı yardımlarıyla ne kadar büyüdüğünü düzenli olarak ABD Kongresine bildirmek zorundadır¹⁰.

Hindistan'ın güvencesiz plütonyum stokları, nükleer işbirliği anlaşmasının nihai halini aldığı 2008 yılından öncesine kıyasla daha fazla bir yıllık büyüme gösterirse ve bu durumun Hindistan'ın NPT'ye taraf olan bir veya daha fazla sayıda nükleer silah sahibi devletten uranyum ithal etmesiyle bağlantılı olduğu gösterilebilirse, bu devletler anlaşmasının 1. maddesini ihlal etmiş olacaktır. Böyle bir ihlali önlemek veya en azından bunun vereceği zararı azaltmak için ABD diğer bütün nükleer tedarikçi devletleri uyarmalı ve onlardan Hindistan'ın nükleer silah yapımında kullanılabilecek UAEA güvencesi olmayan malzeme üretimi azalınca kadar bu ülkeye sağladığı sivil nükleer yardımı askıya almasını istemelidir. Böyle bir isteğin Nükleer Tedarikçiler Grubu'na yapılması mantıklıdır. Bu tür bir teyakkuz hali Pakistan'ı da nükleer silah imkân ve yeteneklerini arttırmaktan alıkoyacak gayretlerle birlikte sürdürülmelidir.

Birbirleriyle rekabet halindeki nükleer silah sahibi ülkelerin kuvvetleri arasındaki nisbî denkliliği nükleer olmayan askeri yardım yoluyla sürdürmede karşılaşılabilecek güçlük ise, nükleer silahların yerine konvansiyonel olanları koyarken, bunu taraflardan birinin veya her ikisinin daha fazla nükleer silah sahibi olmada yarar görmesine zemin oluşturmayacak bir şekilde gerçekleştirmektir. Ne yazık ki, sahip olmaktan feragat edilen nükleer sistemlerin yerine daha gelişmiş ancak nükleer olmayan sistemlerin konuşlandırılmasının bunu mutlaka sağlayacağı söylenemez.

Hindistan-Pakistan örneğindeki uzun menzilli, nokta atışlı ve gelişmiş komuta-kontrol-istihbarat sistemlerini ele alalım. Pakistan, Hindistan'ı daha üstün durumdaki konvansiyonel kuvvetlerini kullanmaktan caydırmak için bu ülkeyi kendisinin nükleer silahları ilk kullanacak taraf olmakla tehdit etmesi gerektiğine inanmaktadır. Ancak, Pakistan'ın nükleer kuvvetlerinin nokta atış sistemleri ile hedef alınabilmesi mümkündür. Sonuç olarak Hindistan'a bu tür silahların verilmesinin Pakistan'ı daha yüksek bir nükleer teyakkuz seviyesine çıkarmaktan başka bir işe yaramayacağı ve İslamabad'ı nükleer kuvvetlerinin Hindistan'dan gelecek konvansiyonel nokta atışlı saldırılarla tamamen imha olmaktan kurtarmak için daha fazla sayıda nükleer silah sahibi olmaya yönelte-

10 Bkz.: 2006 tarihli Henry J. Hyde Amerika Birleşik Devletleri – Hindistan Barışçıl Atom Enerjisi İşbirliği Yasası, *Uygulama ve Uyum Raporu*, http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=109_cong_bills&docid=f:h5682enr.txt.pdf adresinde bulunabilir.

ceği düşünülebilir. Hindistan'a verilecek gelişmiş nükleer olmayan silah sistemlerinin yanlış seçilmesi veya bu ülkenin bunları makul sayıların ötesinde üretmesine yardım edilmesi, Pakistan'ın nükleer silah planlarının gelişmesi yönünde olumsuz etki yapacaktır.

Balistik füze savunma sistemleri de içinden çıkılması zor bir durum arzedebilir. Doğru şartlarda bu tür savunma sistemlerine sahip olmak, konuşlandırılmış nükleer silah sayısını azaltmayı kolaylaştıracak nükleer olmayan bir caydırıcılık sağlayabilir. Muhtemel bir hasmın füzelerini nükleer veya nükleer olmayan saldırı silahlarıyla hedef alarak "etkisiz duruma getirmek" yerine bunları fırlatıldıktan sonra karşılayacak aktif füze savunma sistemleri kullanılabilir. Bunlar ayrıca, nükleer yetenekli balistik füzelerin sayısının azaltılmasına yönelik gelecekte yapılabilecek anlaşmaların gizliden gizliye ihlaline karşı bir tür sigorta görevi de üstlenebilir. Belirtildiği gibi, bu faydaları garantilemek için bu tip sistemleri konuşlandırmanın dışında, başka şeylerin yapılması da gerekebilir.

Yine Hindistan-Pakistan örneğini ele alalım. Pakistan, Hindistan ile arasında çıkabilecek herhangi büyük bir savaşta nükleer silahları ilk kullanan taraf olmakta ısrar ederken Yeni Delhi de derhal harekete geçerek Pakistan'ın yeterince büyük bir kısmını ele geçirmeyi ve böylece İslamabad'ı kısa sürede barış istemeye zorlamayı ümit etmektedir. Hindistan, hem Pakistan'ın hem de Çin'in saldırı amaçlı füze sistemlerine karşı koymak için kendi füze savunma sistemini geliştirmeye başlamıştır.

Bu şartlarda, Hindistan ile Pakistan'ın eşit miktarda füze savunma sistemlerine sahip olması Hindistan'a İslamabad karşısında nükleer olmayan bir askeri üstünlük daha kazandırmaktan başka bir sonuç yaratmaz. Bu ise Pakistan'ı, saldırı amaçlı füze sistemlerini daha da güçlendirmeye yöneltme riskini beraberinde getirir. Buna karşı koymanın ve her iki ülkeyi füze savunmasının nimetlerinden yararlandırmanın tek yolu aralarındaki konvansiyonel kuvvet eşitsizliğine müdahale etmektir. Bölgesel güvenlik uzmanlarının, Hindistan-Pakistan sınırının her iki tarafında düşük, orta ve yüksek yoğunluklu konvansiyonel kuvvet konuşlandırılması fikrini öteden beri desteklemesinin sebeplerinden biri de tarafların birbirlerine karşı "çabuk" konvansiyonel taarruzlar icra etme yeteneklerini eşitlemektir. Bu tekliflerin kilit unsuru, her iki tarafın ellerindeki mevcut kısa menzilli balistik füzeleri terk etmesidir. Zira, bu füzelerin kullanımını yanlışlıkla nükleer bir tepkiye neden olabilir. Bu tür askeri güven artırıcı önlemler uygulanması halinde, daha gelişmiş, hedef gözetmeyen, nükleer dışı askeri sistemlerin konuşlandırılmasından doğacak istikrar risklerini azaltacak kadar etkin olabilir¹¹.

11 Bu konularda bkz.: Peter Lavoy, "Islamabad's Nuclear Posture: Its Premises and Implementation" (İslamabad'ın Nükleer Tutumu: Dayandığı Esaslar Ve Uygulanması), *Pakistan's Nuclear Future: Worries beyond War* (Pakistan'ın Nükleer Geleceği: Savaşın Ötesindeki Endişeler) içinde, redakte Henry Sokolski (Carlisle, PA: Stratejik Etüdler Enstitüsü, 2008), s. 129-66; ayrıca bkz.: General Feroz Khan, "Reducing the Risk of Nuclear War in South Asia" (Güney Asya'da Nükleer Savaş Riskinin Azaltılması), 15 Eylül 2008, <http://www.npec-web.org/Essays/20090813-khan%20final.pdf> adresinde bulunabilir.

Başka coğrafyalarda başka önlemler gerekebilir. Çin, Tayvan üzerindeki nükleer başlıklı, başlıksız füze üstünlüğünü ve ABD'nin uçak gemisi muharebe gruplarını geliştirmiş konvansiyonel balistik füzelerle hedef alma imkân ve kabiliyetini arttırırken, Amerika Birleşik Devletleri ve onun Pasifik'teki müttefikleri, üzerinde çalışmakta olduğu füze savunma sistemlerinin Pekin'in füzeleri karşısında sayıca yetersiz kalabileceğinden endişe duyuyor olmalı. Bu arada Çin de ABD'nin olası nükleer ve nokta atışa sahip kıtalararası balistik füze saldırılarına karşı koymak için kendi balistik füze savunma sistemini geliştirmektedir. Rusya'nın balistik füzelerine karşı koymak da Çinlileri düşündüren bir başka mesele olabilir. Füzelerle ilgili bütün bu endişeler, konuşlandırılan füze savunma sistemlerinin sayısı ne olursa olsun bunların karşı tarafın saldırı amaçlı füzeleri karşısında bir anda yetersiz kalmamasını sağlamak için diplomatik çabaların Asya'da saldırı amaçlı balistik füzeleri sınırlama konusunda varılacak bir anlaşma üzerinde yoğunlaştırılmasının yararlı olacağını düşündürmektedir.

Bunun birkaç örneği mevcut. ABD ve Rusya'nın stratejik balistik füze sayısını sınırlayan START antlaşması bunlardan biridir. Menzilleri 500 ile 5 bin500 kilometre arasındaki ABD ve Rus füzelerini kapsayan Orta Menzilli Nükleer Kuvvetler Antlaşması ise bir diğeri. 500 kilogramlık bir bomba yükünü en az 300 kilometrelik bir menzile taşıyabilen füzelerin ticaretini sınırlayan Füze Teknolojisi Kontrol Rejimi (FTKR) ise yine bir başkası...

Balistik füzelerle yeni sınırlar getirmenin püf noktası, bu sınırların gerçekten önem arz eden füze türlerini de konu edecek kadar zorlanmasıdır. Böylece, izin verilen ölçütlerde yeni füze kategorileri oluşturulmasına gereksinim kalmaksızın daha fazla nükleer savaş başlığı konuşlandırma ihtiyacı ya da hevesi azaltılabilir. Bir yandan 500 kilometreden daha uzun menzilli balistik füzeleri ortadan kaldırırken diğer taraftan FTKR ile konulan sınırların üzerinde kalan, 500 kilometreden biraz daha kısa menzilli füze sistemlerini meşru hale getirmek pek mantıklı değildir.

Saldırı amaçlı balistik füzeleri sınırlarken benzer, yani balistik füze teknolojisini kullanan füze savunma sistemlerinin konuşlandırılmasına açık kapı bırakmanın yarattığı bir endişe de, füze savunma sistemlerinin sayıca çoğalmasının büyük balistik füzelerin veya bunlarla ilgili teknolojilerin daha fazla yayılmasına nasıl engel olunacağıdır. Bu konuda FTKR'deki birinci kategori füzelere (yani 500 kilogramlık bir bombayı 300 kilometreden fazla mesafeye taşıyabilen füzelere) konulan sınırların üzerinde roket motoru kullanana balistik füzelere dayalı savunma sistemlerinin ihracatı yasaklanarak işe başlanabilir. Buna bir alternatif olarak da devletleri, büyük balistik füze sistemlerinin kullanıldığı füze savunma sistemleri konuşlandırmak yerine başka seçeneklere (örneğin insansız hava aracı bazlı roketlerin birinci kademesine, uzay ve yönlendirilmiş enerji bazlı sistemlere) geçmeye teşvik edecek anlaşmalar yapılabilir.

Bu da bizi ikinci genel ilkeye getirir:

Mevcut nükleer silahların, nükleer imkân ve kabiliyete sahip füze sistemlerinin azaltılması ile bunların yeni devletlere yayılmasının önlenmesi arasında daha sıkı bir bağlantı kurulmalıdır.

Halihazırda nükleer silahların azaltılması ile bunların yayılmasının önlenmesi arasındaki bağlantı, çoğunlukla sembolik olmaktan öteye geçememektedir. Öne sürülen mantığa göre, ABD ile Rusya konuşlandıkları nükleer silah sayısını azalttıkça, bunlara sahip diğer 14 devlet de onları örnek alır ve bunu gören nükleer silaha sahip olmayan devletler de sivil nükleer faaliyetlerini çok daha ayrıntılı denetlemelere açmaya razı olur¹². İran ile Kuzey Kore gibi çetin vakalar bir kenara konulacak olursa, bu mantık bazı kilit teknik gelişmeleri göz ardı etmekte ve geçerliliği kuşkuyla birtakım siyasi varsayımları dayanak almaktadır.

İlk olarak, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nın (IAEA) Irak, İran, Suriye ve Kuzey Kore'nin sınırsız yürüttüğü nükleer programları tespit edememesinden sonra, yasadışı nükleer faaliyetlerin, gelecekte de "güçlendirilmiş" uluslararası denetlemelerle güvenilir bir biçimde tespit edilip edilemeyeceği sorusu, henüz yanıtıdır. Bazılarının düşündüğü gibi büyük ölçekli sivil nükleer programların Ortadoğu gibi bölgelerde yaygınlaşması halinde bu kanı daha da fazla geçerlilik kazanmaktadır.

İkinci olarak, sadece ABD değil, İsrail, Japonya, NATO, Hindistan, Rusya ve Çin de, farklı gerekçelere sahip olmakla birlikte, balistik füze savunma sistemleri konuşlandırmayı planlamaktadır. Hal böyle iken, ABD ile müttefikleri, nükleer stratejik tehditlerin kontrol altına alınması konusuna yaklaşımlarında bu savunma programlarının desteklenmesi mi yoksa kısıtlanması mı gerektiği ve her iki şıkkın nasıl gerçekleştirileceği konusunda neredeyse tamamen sessiz kalmıştır. Ayrıca, Rusya ile yapılan stratejik silahsızlanma görüşmeleri dışında, diğer devletlerin balistik füze (nükleer ve nükleer olmayan) geliştirme gayretlerine nasıl yaklaşılacağı konusu üzerinde de pek fazla durulmuş değildir.

Bunların yanında bir de siyasi meseleler var. Rusya'nın halihazırdaki START görüşmelerinin ötesinde nükleer kısıtlamalara gitmeye razı olma ihtimali nedir? Konuşlandırılmış stratejik savaş başlıklarının sayısını 1000 adede indirmeye yönelik bir START antlaşması daha yapılır mı? Rusya stratejik olmayan nükleer silahlarını sınırlamayı kabul eder mi? Moskova bu tür sınırlamalara karşılık ne gibi talepler ön sürer? Rusya, Amerika Birleşik Devletleri ile NATO'nun konvansiyonel ve füze savunma planlarında bunları yararsız hale getirecek değişiklikler talep eder mi ve nihayet, eğer gerçekleşirse, bu anlaşmalar ne zaman gerçekleşir? Amerika'nın ve AB'nin silah kontrol ve yayılmayı önleme politikaları, bu sorulara verilecek yanıtların Amerika Birleşik Devletleri'nin lehine olmasına bağlıdır.

Yukarıdaki siyasi sorunlarla ilgili uygulama konusunda da soru işaretleri vardır. Nükleer silahlarla ilgili imkân ve yeteneklerin geliştirilmesine karşı herhangi yeni bir ceza yoksa veya bunu yapmak bir risk içermeyecekse, nükleer füzelere veya silahlarına sahip olmayan devletlerin bunlara sahip olmaya yönelik çabalara kalkışmama ihtimali ne kadardır? Örneğin şu anda tüm Ortadoğu, ABD ve müttefiklerinin İran'ın nükleer yaramazlığını cezalandırmak için ne

12 Bkz.: örneğin, Gareth Evans ve Yoriko Kawaguchi, *Eliminating Nuclear Threats: A Practical Agenda for Global Policymakers* (Nükleer Tehditlerin Bertaraf Edilmesi: Küresel Politika Belirleyicileri İçin Pratik Bir Gündem), (Canberra, Avustralya: Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme ve Silahsızlanma Uluslararası Komisyonu, 2010), s. 3–36.

yapacağını, merakla bekliyor. Bölge ülkelerinin çoğu nükleer meselelerde riske girmemek için kendi “barışçıl” nükleer programlarına sahip olma cihetine gidiyor. Benzer dinamikler Uzakdoğu’da Kuzey Kore’nin nükleer silah programı konusunda da rol oynuyor. Bu iki olayın ötesinde, nükleer silahların yayılmasına karşı konulan sınırların hiçbir yaptırımla desteklenmediğine dair genel bir kamu mevcut. Bu sınırların daha fazla ihlal edilmesine karşı ne yapılacak?

Çok sayıdaki bu sorular, Amerika Birleşik Devletleri ile AB’nin halen uygulamaya çalıştığı silah kontrol önlemlerini tamamlayıcı nitelikte bir dizi ek silah kontrol ve yayılmayı önleme tedbirine ihtiyaç duyulduğunu düşündürüyor. Bu çabalar (başarıya ulaşsın ya da ulaşmasın) niçin daha çabuk uygulanacak, derece derece kısıtlamaya dayalı sınırlarla desteklenmesin?

Bu noktada, mevcut nükleer silah stoklarını kısıtlama gayretlerini bunların daha fazla yayılmasını önleme çabaları ile ilişkilendirmek, bu çabaların ikisini de balistik nükleer füzelerin azaltılması ve kısıtlanmasına yönelik gayretlere bağlamak çok yararlı olacaktır. Burada denenmeye değer birkaç girişim mevcuttur. İran, Pakistan, Hindistan, Kuzey Kore ve Mısır’ın CTBT antlaşmasını onaylamasını beklemek yerine NPT’de yer alan nükleer denemeler hakkındaki kesin yasaklama hükmü işletilmek sureti ile nükleer deneme yapan ancak NPT’ye taraf olan ülkelerle, sivil nükleer malzeme tedarikçisi devletler arasında nükleer ticareti durduracak bir anlaşmaya hemen varılamaz mı? Bu konuda mutabakat sağlandıktan sonra bu tür ticaret kısıtlamalarının kapsamına nükleer silah sahibi ülkelerin dahil edilmesi için ek bir anlaşma yapılması da gündeme alınabilir.

Sadece nükleer silah sahibi ülkeleri etkileyecek olan FMCT antlaşması için bastırmak yerine, niçin hem nükleer silah sahibi olan ve olmayan ülkeleri hemen etkileyecek – başlangıçta mütevazı boyutta olsa da – Bölünebilir Nükleer Malzemelerin Kontrol Girişimi yürütülmesin? Halihazırda, NPT ile UAEA güvencelerini ihlal edenlerin ve bunu yapar durumdayken anlaşmadan çekilen devletlerin, füze teknolojisi tedarik eden devletlerden nükleer yeteneğe sahip füze teknolojisi ve yardım alması yasak değil. Niçin bu nükleer ihlalcilere sağlanan mallara FTKR denetiminde otomatik bir kısıtlama uygulanarak bu açık bertaraf edilmesin?

Nükleer kuralları hiçe sayan Kuzey Kore gibi devletler, nükleer kabiliyete sahip silahları kendi sınırları dışında denemekte de serbesttir. Mevcut uluslararası hukuk kuralları çerçevesinde bütün bunlar yasal. Ne var ki bu tür füzeler nükleer savaş başlıkları taşımak için de ideal olup, bunların geliştirilmesi ve denenmesi işin doğası gereği istikrarı zayıflatıcı niteliktedir. Korsanlık ve köle ticaretinde olduğu üzere bu nesnelere uluslararası hava sahasında “yasadışı” nesnelere kabul ederek vurmak için devletlere (örneğin Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, İsrail; yakın gelecekte Japonya, NATO ve Çin) teknik açıdan yetki veren bir uluslararası hukuk kuralının var olması gerekmez mi? Konuşlandırılan balistik füze sayısına ek sınırlamalar getirilmesinde ilerleme kaydedilirse (örneğin bir Küresel Orta Menzilli Nükleer Kuvvetler Antlaşması) bu anlaşmaları ihlal edenlerin kontrollü füze malzemesi ve kontrollü nükleer malzeme

almasının yasaklanması ve benzer füze deneme kısıtlamalarının bu ülkelere de uygulanması gerekmez mi?

Nükleer denetlemelere güvenilemeyeceği birçok önemli örnekte görüldüğü halde, bu denetlemeler hâlâ nükleer silahların nükleer silah sahibi olmayan ülkelere yayılmasına karşı çare sayıldıkça, bu yayılmanın önü elbette alınamaz. Daha iyi bir çare için şu üçüncü ilkenin uygulanması gerekir:

Uluslararası nükleer denetçiler, bomba yapımına kaydırılmasına karşı güvenilir bir teminatın var olduğundan emin olduğu nükleer faaliyetler ve malzemeler ile emin olmadıkları arasında ayırım yapmaya teşvik edilmelidir.

Her türlü barışçıl nükleer faaliyetin ve malzemelerin güvence altında olması, yani bunların nükleer silah yapımına kaydırılmasının güvenilir biçimde önlenmesini sağlayacak şekilde denetime tabi tutulması gerektiği hususunda NPT hükümleri gayet nettir. NPT'ye taraf ülkelerin çoğu, ellerindeki nükleer varlıkları deklare ettikleri ve uluslararası denetlemelere izin verdiği takdirde bu şartı yerine getirmiş olduğunu düşünmeyi alışkanlık haline getirmiş bulunuyor.

Bu, tehlikeli bir yanılığ. Irak, İran, Suriye ve Kuzey Kore'deki nükleer denetleme gaflarından sonra UAEA'nın sinsi nükleer faaliyetleri, olası bir nükleer silah yapımını önlemek için başka güçlerin müdahalesine zaman tanıyacak kadar erken bir aşamada güvenilir biçimde tespit edemediğini artık biliyoruz. Artık yine biliyoruz ki; denetçiler, deklare edilmiş nükleer yakıt üretim tesislerinde her yıl birçok nükleer silah yapımına yetecek miktarda, nükleer silahlarda kullanılabilir nitelikteki plütonyum ve uranyumun izini kaybediyor. UAEA yetkilileri özel konuşmalarında, ajansın denetlediği tesislerin yarısından fazlasında kullanılmış ve kullanıma hazır yakıt çubuklarının denetiminin sürekliliği konusunda emin olmadığını itiraf ediyor. Son olarak, yine biliyoruz ki; deklare edilmiş plütonyum ile zenginleştirilmiş uranyum nükleer silah üretiminde kullanılabilir ve bunların imal edildiği tesisler bomba yapımı için o kadar kısa sürede dönüştürülebilir ki (bazı örneklerde saatler veya günler mertebesinde bir süre içinde) hiçbir denetleme sistemi buralarda silah yapılmakta olduğunu zamanında tespit edemez. Oysa nükleer varlıkların askeri maksatlara kaydırılmasına karşı gerçek bir güvence söz konusu olacaksa, bunlar dış güçlerin nükleer silah yapımını engellemek için müdahale etmesine zaman tanıyacak kadar erken bir aşamada güvenilir biçimde tespit edilebilmelidir. Bu şartı yerine getirmeyen her çaba, askeri amaçlı dönüşümün *gerçekleşmesinden sonra* tespit edilmiş bir izleme faaliyetinden ibaret olacaktır.

Bu hususların ışığında, UAEA'nın denetlediği her şeyde olası askeri dönüşümlere karşı güvence veremeyeceğini kabul etmesi yararlı olur. Böylece en başta sorulması gereken soru, yani "plütonyum, yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum, plütonyum bazlı reaktör yakıtlarını üretiyor, stoklattırıyoruz da bu malzeme ve faaliyetlere nasıl güvence verebileceğimizi hiç düşündük mü acaba" sorusu nihayet gündeme gelmiş olur. UAEA'nın böyle bir itirafı en azından nükleer silah sahibi olmayan devletlerin ellerinde bulundurduğu bu tür malzeme ve tesislere daha fazlasını eklememesi yönünde bir hatırlatma

yerine geçer. Bu hususlar, 2010 yılının Mayıs ayındaki NPT Gözden Geçirme Toplantısı'ndan önce, toplantı sırasında ve *sonrasında* gündeme getirilmeye degecek kadar önemlidir.

Bu konuda Amerika Birleşik Devletleri ve onun gibi düşünen diğer ülkeler, UAEA'nın kendi denetleme hedeflerine ulaşp ulaşamayacağını, bunlara hangi koşullarda (şayet koşul varsa) ulaşabileceğini, nihayet bu hedeflerin çitasının yeterince yüksek olup olmadığını bağımsız olarak değerlendirebilir. ABD Temsilciler Meclisi geçen yıl yürütme organına rutin olarak bu değerlendirmeleri yapma ve bulgularını rapor etme görevi vermişti. Buna benzer bir yasa da Senato'da teklif edilmiştir¹³.

Son olarak, temiz enerjiyi güvenli ve ekonomik açıdan rekabetçi bir biçimde sağlamak için maliyet karşılaştırmalarına ve başta nükleer enerji olmak üzere bu gibi projelerin hayata geçirilmesinde devletlerin finansal teşvikler vermesinin caydırılmasına daha fazla özen gösterilmelidir.

Nükleer enerjiyi destekleyenler, ısrarla bunun yaygınlaşmasının küresel ısınmanın önlenmesi için kritik önem taşıdığını öne sürüyor. Ancak, bunu yaparken bu teknolojinin daha fazla yaygınlaşmasının doğuracağı nükleer silahların yayılma riskini önemsizmiş gibi gösteriyor ya da göz ardı ediyor. Nükleer enerjinin, düşük karbonlu, ucuz ve pratik bir enerji üretim aracı olarak kendini kanıtlaması halinde, engel tanımaksızın yaygınlaşabileceği düşünülebilir. Ancak, nükleer enerji teknolojilerinin daha fazla yaygınlaşmasının getireceği risklere karşı oluşturulacak güvenlik sigortalarına ödenecek prim miktarı düşünüldüğünde hiçbir hükümet nükleer enerjiyi desteklemek için fazladan ödeme yapmalı ve hiçbir devlet yönetimi başka hükümetlerin bunu yapmasına arka çıkmalıdır¹⁴.

Daha fazla ticari nükleer tesis ve bunlarla bağlantılı nükleer yakıt üretim tesislerinin inşası için özel olarak yeni, ek finansal devlet teşvikleri verilmesi bunların nükleer olmayan alternatifleri ile doğru şekilde karşılaştırılmasını daha zor hale getirecektir. Bu tür sübvansiyonlar nükleer enerjinin gerçek maliyetini gizlemekle kalmayıp, piyasayı daha az sübvansiyon edilen ama potansiyel olarak daha güvenilir seçeneklerin aleyhine çevirir. Bu bir endişe kaynağıdır. Zira, devletler nükleer enerjiye güle oynaya muazzam bir destek sağlamakta ve sonra sivil nükleer enerjinin en tehlikeli türlerinin (nükleer silah sahibi olmayan ülkelerin birçoğundaki nükleer yakıt üretim tesisleri ve Ortadoğu gibi savaştan

13 Bkz.: ABD Temsilciler Meclisi'nin 2010 ve 2011 tarihli Dışişleri Yetki Yasası'nın 416. Bölümü: "Implementation of Recommendations of Commission on the Prevention of WMD Proliferation and Terrorism" (Kitle İmha Silahlarının Yayılmasını ve Terörizmi Önleme Komisyonu'nun Önerilerinin Uygulanması), <http://www.govtrack.us/congress/billtext.xpd?bill=h111-2410> adresinde bulunabilir.

14 Brezilya, Rusya ve Çin'de nükleer enerji üretimi için Alman ihracat kredilerinin ("Hermes-Bürgschaft") yeniden serbest bırakılması, Fransa Cumhurbaşkanı Sarkozy'nin nükleer enerjiyi kalkınma fonları ve kredilerle destekleme teklifleri gibi.

harap olmuş bölgelerdeki büyük nükleer enerji santralı projeleri) çok daha güvenli alternatiflere kıyasla kötü yatırımlar olduğu ortaya çıkmaktadır¹⁵.

Buna meydan vermemenin birkaç yolu var. Bunlardan ilki mümkün olduğu kadar çok sayıda hükümetin ülkelerindeki bütün büyük çaplı sivil enerji projelerini uluslararası rekabete olanak tanıyan ihalelere açmasını sağlamaktır. Bu, bazı ülkelerde zaten yapılıyor. Sorun şu ki, devletler büyük sivil nükleer reaktörler inşa etmek istediğinde ihaleyi belli çevresel ve ekonomik kriterlere uyan her türlü enerji seçeneğine açmak yerine, sadece nükleer santral tekliflerini kabul ediyor. Rekabetin bu şekilde sınırlanması uluslararası ölçekte caydırılmalıdır.

ABD de dahil olmak üzere gelişmiş ülkelerin çoğu Enerji Şartı Antlaşması'nın ve Sürdürülebilir Enerji Geliştirme Küresel Şartı'nın ilkelerini savunduğunu iddia ediyor. Bu uluslararası anlaşmalar bütün devletleri enerji sektörlerini uluslararası ihalelere açmaya teşvik etmek üzere tasarlandı. Bundaki amaç, tüm enerji seçeneklerinin ele alınmasını sağlamak, bu seçeneklerden her birine ait sübvansiyon ve sosyal maliyetlerin, maliyetteki etkilerinin dikkate alınıp fiyata dahil edilmesini sağlamaktır. Amerika Birleşik Devletleri ile diğer devletler, karbon salımlarını en kısa yoldan ve en düşük maliyetle azaltma konusunda ciddi ise bu kurallara uyması zorunludur.

Burada Enerji Şartı Antlaşması'nın ve Sürdürülebilir Enerji Geliştirme Küresel Şartı'nın ilkelerine atıfta bulunup, bunları Kyoto ve Kopenhag'da varılan anlaşmaların devamı niteliğindeki herhangi bir akdin parçası olarak uygulamak mümkündür. Ayrıca, nükleer olmayan, daha düşük maliyetli seçeneklerin daha mantıklı tercihler olacağı apaçık ortadayken kalkıp nükleer tesis kurmayı seçen devletler, büyük uluslararası enerji projelerine nezaret etme sorumluluğunu da üstlenebilecek olan, ekonomik rekabeti izleyen bir kurum (örneğin Dünya Ticaret Örgütü) tarafından mimlenmelidir. Son olarak da, bu tür ekonomik olmayan

15 Bkz.: örneğin, Peter Tynan ve John Stephenson, "Nuclear Power in Saudi Arabia, Egypt and Turkey – how cost effective?" (Suudi Arabistan, Mısır ve Türkiye'de Nükleer Enerji –Ne Kadar Ucuz?) 9 Şubat 2009, <http://www.npec-web.org/Frameset.asp?PageType=Single&PDFFile=Dalberg-Middle%20East-carbon&PDFFolder=Essays> adresinde bulunabilir; Frank von Hippel, "Why Reprocessing Persists in Some Countries and Not in Others: The Costs and Benefits of Reprocessing" (Yeniden İşleme Niçin Bazı Ülkelerde Devam Ettiği Halde Diğerlerinde Etmiyor: Yeniden İşlemenin Maliyetleri ve Faydaları), 9 Nisan 2009, <http://www.npec-web.org/Frameset.asp?PageType=Single&PDFFile=vonhippel%20%20TheCostsandBenefits&PDFFolder=Essays> adresinde bulunabilir; Doug Koplow, "Nuclear Power as Taxpayer Patronage: A Case Study of Subsidies to Calvert Cliffs Unit 3" (Vergisini Ödeyenlerin Patronajı Olarak Nükleer Enerji: Calvert Cliffs Santralı 3 Numaralı Reaktöre Sağlanan Sübvansiyonlar Hakkında Bir Vaka İncelemesi), <http://www.npecweb.org/Frameset.asp?PageType=Single&PDFFile=Koplow%20-%20CalvertCliffs3&PDFFolder=Essays> adresinde bulunabilir.

nükleer tercihler (örneğin Ortadoğu’da teklif edilen çeşitli nükleer projeler), projenin ardındaki gerçek niyetin araştırılması için UAEA’ya havale edilebilir¹⁶.

Bunları tamamlayıcı bir çaba olarak, dünyadaki gelişmiş devletler, gelişmekte olan ülkelerin enerji ve çevre ile ilgili ihtiyaçlarına nükleer olmayan çözümler bulmak için onlarla birlikte çalışabilir. Amerika Birleşik Devletleri için bu çaba mevcut yasaların uygulanmasını içerecektir. 1978 tarihli Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Yasası’nın V. başlığı yürütme organına önemli ülkelerin enerji ihtiyaçlarını analiz edip, bunların fosil ve nükleer enerji dışındaki kaynaklardan nasıl karşılanabileceğini belirleme görevi vermiştir. V. başlıkta yürütme organına verilen bir diğer görev de gelişmekte olan ülkelerin bu seçenekleri araştırmalarına yardımcı olacak bir alternatif enerji çekirdek kadrosunun oluşturulmasıdır. Bugüne kadar hiçbir ABD Başkanı bu yasayı işletmemiştir. ABD Kongresi, ülkesinin yeni ek nükleer işbirliği anlaşmalarını paraf etmesinin bir ön şartı olarak V. başlıkta öngörülen ülke enerji analizlerinin (ve bu analizlerin devlet dışındaki kaynaklara yaptırılmış değerlendirmelerinin) yapılmasını talep etmek suretiyle bu durumu değiştirme niyetinde olduğunu göstermiştir¹⁷. Bu arada, Birleşmiş Milletler de, gelişmekte olan ülkelere yardım amacıyla kendine ait bir alternatif, yenilenebilir (nükleer hariç) enerji programı başlatmıştır. Buraya kadar yapılan önerilerin çoğunda olduğu gibi ABD ve diğer devletler herhangi bir uluslararası anlaşmanın yapılmasını beklemeden bu girişimleri vurgulayabilir.

Sonuç

Devletlerin enerji güvenliği ve karbon salımlarını azaltma konularındaki endişeleri arttıkça, hükümetlerin desteği yeniden sivil nükleer enerjinin yayılmasına yöneldi. ABD, Fransa, Rusya, Çin, Japonya, Güney Kore, Hindistan, Pakistan, Brezilya ile Ortadoğu ve Asya’daki birçok gelişmekte olan devlet, artık devlet bütçesini, finansmanını kullanarak nükleer reaktör ihraç etmeyi veya satın almayı planlıyor.

Ancak, süreç içinde neredeyse hiç kimse, bu büyük reaktörlerin sayısının nükleer silah imal etme araçlarının yaygınlaşmasına yol açmadan nasıl arttırılabileceğini merak etmedi. Teknik açıdan, suyu nükleer enerjiyle kaynatmak için ne gerekiyorsa, düzinelerce bomba yapımına yetecek miktarda, nükleer

16 Bu konularda daha fazla bilgi için bkz.: Henry Sokolski, “Market Fortified Non-proliferation” (Piyasa Nükleer Silahların Yayılmasını Önlemeyi Güçlendirdi), *Breaking the Nuclear Impasse* (Nükleer Çıkmazdan Çıkış) içinde (New York, NY: The Century Foundation, 2007), s. 81–143, <http://nationalsecurity.oversight.house.gov/documents/20070627150329.pdf> adresinde bulunabilir. Enerji Şartı Antlaşması ve Sürdürülebilir Kalkınma İçin Küresel Enerji Şartı’nın halihazırdaki üyeleri ve yatırım/ticaret ilkeleri konusunda daha fazla bilgi için <http://www.encharter.org> ve <http://www.cmdc.net/echarter.html> adreslerini ziyaret ediniz.

17 Bkz.: ABD Kongre Üyeleri Brad Sherman, Edward Markey ve Ileana Ros-Lehtinen’in ABD Dışişleri Bakanı Hillary Clinton’a yazdığı 6 Nisan 2009 tarihli mektup, <http://bradsherman.house.gov/pdf/NuclearCooperationPresObama040609.pdf> adresinde bulunabilir.

silahlarda kullanılabilir plütonyumu üretmek için de hemen hemen aynı şeyler gerekiyor.

Pratik açıdan bakıldığında, bu programları inşa etmek ve işletmek için eğitilen yüzlerce mühendis ile teknisyenin, kullanılmış reaktör yakıtını geri dönüşüme tabi tutarak nükleer yakıt elde etmeyi öğrenmemesi de düşünülemez. Aynı şekilde, devletlerin nükleer yakıt imal etmediğine dair yaptığı açıklamaları kesin biçimde doğrulamak da mümkün değildir. UAEA geçmişte sinsice faaliyet gösteren nükleer yakıt üretim tesislerini bulamamakla kalmamış, ayrıca çok miktarda nüklere silah yapımına yetecek ayrıştırılmış plütonyum ve zenginleştirilmiş uranyumu üretildikten çok sonra bile kayıtlara geçirmeyi atladığını birçok defa sonradan farketmiştir. Bu sorunlar ek protokol dahil, teklif edilen denetleme sistemlerinin hiçbirinde yeterince ele alınmamıştır. Sonuç olarak, eğer bir devletin bomba yapım işine hiç karışmadığından kesinlikle emin değilseniz, ona büyük çapta bir nükleer program yürütmek için gereken olanakları sağlamak, nükleer silahların yayılması riskini körüklemek anlamına gelir.

Karbon ayak izlerini azaltma çabasındaki devletlerin enerji güvenliği ve bilimsel araştırma ihtiyaçlarını karşılamak için büyük nükleer reaktörler kurmaktan başka çareleri kalmadığı aşikâr olsaydı, bu risklerle yaşamayı kabullenmekten başka çaremiz de kalmazdı. O zaman giderek daha fazla sayıda devlet nükleer silah sahibi olmaya hazır hale gelir, “sıfır nükleer silah” hedefine yaklaşmak ve bunların kullanılması tehditlerini azaltmak yerine, dünya bu tehditlerin gerçekleşmesine doğru adım adım yaklaşıyor olurdu.

Ne mutlu ki, halen bizlere benimsetilmeye çalışılanların dışında, bu sivil-askeri çıkmazdan kurtulma konusunda ümit veren birtakım akla mantığa uygun tedbirler ve temiz, ekonomik açıdan rekabetçi, nükleersiz enerji seçenekleri, nükleer tehdidi azaltmaya yönelik seçenekler mevcut. Yeni keşfedilen doğalgaz kaynakları, bu nispeten temiz, ucuz yakıtı daha karmaşık ve halen daha pahalı olan alternatif enerji seçeneklerine geçişte bir köprü haline getiriyor. Nükleer dışındaki bu alternatiflerin maliyetleri de düşüyor ve son olarak, enerji verimliliği, yeni elektrik depolama yolları, dağıtım sistemleri bir birim gayr-ı safi yurtiçi hasıla üretmek için gereken enerji miktarında kayda değer azalmalar vaat ediyor.

Bu nükleer dışı enerji seçeneklerini nükleer enerjiye üstün kılmak için verilecek desteğin püf noktası, büyük çaptaki tüm enerji projelerinde bunları uluslararası ihalelerde rekabete sokmaktır. Devletler belli enerji programları için ihale açmak yerine (örneğin bir nükleer enerji santrali veya bir karbon bertaraf etme programı için uluslararası ihale ilan etmek), sadece ihtiyaç duyulan enerji miktarının ve yerine getirilmesi gereken çevre koruma koşullarının belirtildiği şartnamelerle ihaleye çıkmalıdır. Bizi ilgilendiren şey, belirtilen ihtiyaçları en çabuk şekilde ve en düşük maliyetle (devlet sübvansiyonları, karbonla ilgili olası maliyetlerin içselleştirildiği, maliyete dahil edildiği varsayılarak) karşılayacak yolu desteklemektir.

Son olarak, mevcut nükleer tehditlerin azaltılmasıyla en çok ilgilenen devletlerin, gerçekleşmesi yıllar sürebilecek ya da hiç gerçekleşmeyebilecek resmi antlaşmalar yapmaya yönelik çalışmalarını bugün atılabilecek daha pratik

adımlarla tamamlaması şarttır. Bu adımlardan biri, devletlerin sivil veya askeri amaçlar için ürettiği nükleer silahlarda kullanılabilir bölünebilir malzemenin, sivil veya askeri ihtiyaç fazlası olan kısmını ilan etmesidir. Sonrasında, bu fazla malzemeyi bertaraf etmelerini yahut bu malzemeye ulaşmayı çok daha zor hale getirmelerini sağlayarak bu tür malzeme üretimlerini azaltmaya teşvik etmektir. Ayrıca, NPT'ye taraf olmayan Hindistan gibi devletlere sivil nükleer yakıt satışının sağlanması için daha fazla çaba gösterilmelidir ki, bunlar arasında Pakistan ile Hindistan örneğinde olduğu gibi nükleer rekabet alevlenmesin.

Nükleer malzeme tedarikçisi devletler de UAEA'nın nükleer güvenceler sisteminin eksiklikleri hakkında daha fazla açık yüreklilik gösterilmesini teşvik etmeli ve nükleer denetlemelerde güvenilir biçimde tespit edilemeyecek öğelerin neler olduğunun açıklanmasına yardımcı olmalıdır ve sonuçta, devletlerin nükleer sistemler edinmede veya bunlara bel bağlamada gördüğü menfaatleri azaltmak için nükleer olmayan sistemlerin konuşlandırılmasına daha fazla özen gösterilmesi şarttır. Bu alanda nükleer başlıklı balistik füzelerin sınırlanması için daha fazla çaba gösterilmelidir.

Bu önerilerin avantajı, hemen uygulamaya konulabilecek olmasıdır. Diğer taraftan, belli bir tarihe kadar uygulanmaları gerekir, diye bir koşul da yoktur. Her önemli meselede olduğu gibi burada da gereken tek şey işe başlamaktır.

TERİMLER VE KISALTMALAR

BWR	Boiling water reactor – Kaynar su reaktörü
CCGT	Combined cycle gas turbine – Kombine çevrim gaz türbini
CEGB	Central Electricity Generating Board – Merkezi Elektrik Üretim Kurulu
COL	Construction and Operating License – İnşa Etme ve İşletme Ruhsatı
CTBT	Comprehensive Nuclear Test-Ban Treaty – Nükleer Denemelerin Tümden Yasaklanması Anlaşması
DOE	US Department of Energy – ABD Enerji Bakanlığı
EIA	Energy Information Administration – Enerji Bilgi İdaresi
EPACT	Energy Policy Act – Enerji Yasası
FBR	Fast breeder reactor – Hızlı üretken reaktör
GCR	Gas-cooled reactor- Gaz soğutmalı reaktör
GDA	Generic Design Assessment program – Jenerik Tasarım Değerlendirme programı
HWR	Heavy water reactor (including Candu) – Ağır su reaktörü (Candu tipi reaktörler dahil)
IAEA	International Atomic Energy Agency – Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı
IDC	Interest during construction – İnşaat süresince işleyen faiz
FTKR	Missile Technology Control Regime – Füze Teknolojisi Kontrol Rejimi
NII	Nuclear Installations Inspectorate – Nükleer Tesisler Müfettişliği
NINA	Nuclear Innovation North America – Kuzey Amerika’da Nükleer Yenilik
NPT	Nuclear Non-Proliferation Treaty – Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması
NRC	US Nuclear Regulatory Commission – ABD Nükleer Düzenleme Komisyonu
O&M	Operations and maintenance – İşletme ve bakım Gecelik maliyet – Overnight cost - Bir nükleer tesisin ilk yakıt yükü dahil ama finansman masrafları hariç bir gecede inşa edilme maliyeti

PIU	Performance and Innovation Unit – Performans ve Yenilik Birimi
PWR	Pressurized water reactor – Basınçlı su reaktörü
RBMK	Rus yapımı, yavaşlatıcı olarak grafit kullanan reaktör
START	Strategic Arms Reduction Treaty – ABD-RF Stratejik Silahların Azaltılması Antlaşması
Anahtar teslim	Turnkey - Tüm tesisin tasarım ve inşasını kapsayan sabit fiyatlı bir sözleşme türü
VVER	Rus yapımı basınçlı su reaktörü

YAZARLAR HAKKINDA

Antony Froggatt: Londra'daki Chatham House'da Kıdemli Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Özellikle iklim değişikliği, AB'nin enerji politikaları ve nükleer güç uzmanlık alanlarıdır. 20 yılı aşkın süredir STK'ler ile beyin takımları için AB enerji politikası alanında çalışmaktadır, ayrıca Avrupa hükümetleri, Avrupa Komisyonu, Avrupa Parlamentosu ve şirketler için de danışmanlık yapmaktadır. Chatham House'un sinerji, çatışma araştırmalarının enerji ve iklim güvenliği ve Çin'de düşük karbonlu kalkınmaya ilişkin, yazarlarından bir olmuştur.

Otfried Nassauer: Serbest gazeteci ve barış araştırmacısıdır. 1991 yılından beri Transatlantik Güvenlik (BITS) için Berlin Bilgi Merkezi'ni yönetmektedir. Çalışmalarının odak noktası güvenlik politikası ve uluslararası güvenlik kuruluşları (NATO, BAB, AB, AGİT, BM), silahların kontrolü ve ihracatı, silahsızlanma, nükleer silahların yayılması üzerinedir. Hamburg'da teoloji eğitimi alan Nassauer'in pek çok yayını vardır.

Gerd Rosenkranz: Yüksek metalurji mühendisi ve malzeme bilimleri doktoru Gerd Rosenkranz, iletişim bilimlerinde tamamlayıcı bir eğitim aldıktan sonra 20 yıl boyunca çeşitli günlük ve haftalık ulusal gazetede gazeteci olarak çalıştı; 2004 yılına kadar beş yıl süreyle haber dergisi "Der Spiegel'in başkent bürosunda çevre ve enerji politikaları konularında redaktör olarak görev yaptı. 2004 yılının Ekim ayından bu yana Berlin'de bulunan "Alman Çevreye Yardım Politikaları Derneği" başkanlığı görevini yürütüyor

Mycle Schneider: Enerji ve nükleer politikası konusunda bağımsız bir uluslararası danışman olarak çalışmaktadır. Halen USAID tarafından finanse edilen ECO-Asya Proqramına enerji verimliliği ve enerji politikası konusunda danışmanlık yapmaktadır. 2000-2009 yıllarında Federal Almanya Çevre, Doğa Koruma ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı danışmanı olarak çalışmıştır. 2004 yılından bu yana Fransa-Nantes'da Ecole des Mines'da Çevre ve Enerji Mühendisliği Uluslararası Proje Yönetimi konusunda Yüksek Lisans Programı öğretim görevlisidir. Kendisine 1997 yılında Jinzaburo Takagi ile birlikte Alternatif Nobel Ödülü (Right Livelihood Award) verilmiştir.

Henry Sokolski: Washington'da Yayılmayı Önleme Politikaları Eğitim Merkezi'nin (Nonproliferation Policy Education Center'in-NPEC) icra direktörüdür. Bir çok Amerikan kuruluşu ve politikacılar için danışmanlık yapmaktadır ve bu konuda pek çok bilimsel yayımı vardır.

Steve Thomas: Londra'da Greenwich Üniversitesi'nde enerji araştırmaları konusunda profesördür. Yaklaşık 30 yıldır, çalışmalarının odak noktası uluslararası enerji politikasıdır. Enerji sektöründe liberalleşme konusunda tanınmış bir uzmandır ve pek çok yayımı vardır.

Türkiye’de Enerji Verimliliğinin Durumu ve Yerel Yönetimlerin Rolü

M. Tülin Keskin, Yeşilgüç Enerji Ve Çevre Danışmanlığı
Halil Ünlü, Marmara Belediyeler Birliği Danışmanı



