

## **Fransa’da Nükleer Santraller ve Nükleer Enerji Perspektifleri**

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu ( [acant@taek.gov.tr](mailto:acant@taek.gov.tr) )

**Nükleer enerjide öncü bir rolü olan Fransa, “Nükleer Rönesans” olarak adlandırılan “nükleer gücün dirilişi” veya “nükleer güç santrallerinin yeniden doğuşu” konusunda küresel ölçekte önderlik etmeyi sürdürebilecek mi?**

Nükleer reaktör tasarımcısı ve nükleer santral yapımcısı firmalar arasında sayılan Fransız Areva Şirketi Yönetim Kurulu Başkanı Anne Lauvergeon **“hiçbir kimsenin nükleer enerjinin geleceği hakkında olumlu görüşü olmadığı zamanlarda, biz nükleer güce inanan ve güvenen tek ülke idik”** diyerek en gelişmiş nükleer güvenlik donanımlı çağdaş evrimsel nükleer reaktörler, ileri nükleer elektrik santralleri ve modern yenilikçi nükleer santraller ile ilgili fikrini açıkça beyan etmektedir. Devlete ait bir firma olan Areva; yaklaşık 20 yıldan beri Batı Avrupa’da yeni kuşak nükleer santraller inşa etmektedir. Petrolün, doğalgazın, kömürün bulunamadığı ve hatta enerji kaynak çeşitliliği yaratmanın mümkün olmadığı 1974 yılında Fransa, **“nükleer reaktörler”** seçeneğini enerji darboğazından çıkış için bir kurtuluş yolu olarak belirlemiştir. Nükleer santraller Fransa’da gelişim süreci yaşadığı yıllarda Amerika Birleşik Devletleri Pennsylvania eyaletinde 1979 yılında “Three Mile Island” nükleer reaktöründe, nükleer santralin aşırı ısınması nedeni ile ciddi bir nükleer reaktör kazası meydana gelmiştir. Ancak nükleer santralde, reaktör koruma kabı veya nükleer santral koruyucu kabı (containment building) bulunmasından dolayı çevrede herhangi bir nükleer kontaminasyon, radyasyon sızıntısı yada radyasyon kirliliği olmamıştır. Yine bu yıllarda Three Mile Island nükleer reaktör kazasına kıyasla çok daha ciddi nükleer santral kazası, 1986 yılında Ukrayna Çernobil (Chernobyl) nükleer güç reaktöründe meydana gelmiş, çıkan yangının söndürülmesinde görev alan çoğunluğu itfaiyeci otuza yakın can kaybı olmuş ve santralde reaktör koruyucu kabı olmamasından dolayı, nükleer reaktör çevresinde oluşan radyoaktif kontaminasyon yada nükleer kirlilik sebebiyle, on binlerce kişi de iyonlaştırıcı radyasyonların biyolojik etkileri sonucu

iyonlaştırıcı radyasyonların zararları ile yüz yüze gelmiştir. Dünyamız ilk defa bu boyutta beklenmedik bir nükleer reaktör kazası ile karşı karşıya kalmıştır. Geniş halk kitlelerinin radyasyonla ışınlanma neticesi iyonlaştırıcı radyasyonların hasarları konusu uzunca bir süre dünya gündemini abartılı biçimde işgal etmiştir. Nükleer güç teknolojisi tam gelişmesini sürdürdüğü periyotta şanssız şekilde vuku bulan insan hatası ve nükleer güvenliği ihlal eden nükleer teknolojik tedbirsizlik kaynaklı her iki büyük nükleer santral kazasından insanoğlu çok önemli dersler almıştır. Böylece çağdaş nükleer güvenlik sistemleri kapsamında, modern nükleer emniyet ekipmanlı yeni nesil nükleer santraller, ileri reaktörler, yenilikçi nükleer reaktörler yada evrimsel nükleer santraller olarak anılan, üçüncü ve dördüncü nesil nükleer güç santralleri geliştirilmesi sonucu nükleer reaktörlerde ulaşılan yüksek performans kayıtları alınan dersler arasında sayılmaktadır. Yukarıda belirtilen talihsiz nükleer reaktör kazaları neticesinde Fransa'da da nükleer gücün geleceği konusunda olumsuz bir süreç yaşandı. Örneğin, 1980'li yılların sonlarına doğru yeni ileri nükleer reaktörlerin tasarımı, yapımı ve inşaatı durduruldu. Hatta 2002 yılında yayınlanan bir Fransız hükümeti raporunda nükleer sanayi ve nükleer santraller ne yazık ki öngörüsüz şekilde geleceğin teknolojik canavarı olarak tanımlanmıştı. Şu anda ise Fransa'da işletmede olan nükleer reaktör sayısı 59 olup, ülkede nükleer enerjiden üretilen elektriğin payı %80 civarındadır. Fransa'da nükleer enerji teknolojisi ile ilgili politika birdenbire nasıl değişti ve nükleer endüstri popüler yada rağbet gören konumuna yeniden nasıl ulaştı? Petrol ve doğalgaz teminindeki zorluklar, enerji arz güvenliği ile birlikte küresel ısınma ve küresel iklim değişiklikleri zararlı etkileri hakkında Fransız kamuoyunda artan kaygılar nükleer teknoloji politikasının değişimi ve nükleerin eski parlak günlerine dönüşümünde çok önemli rol oynamıştır. Nükleer santraller lehine olan nükleer güç politikası değişimine paralel olarak Fransa, nükleer teknolojinin diğer ülkelere transferi konusunda öncü bir siyaset izlemektedir. Fransa Devlet Başkanı Nicolas Sarkozy nükleer enerjinin yabancı ülkelere pazarlanması diplomasisini Fransa'nın nükleer teknolojik gücü ve ülkesinin ulaştığı endüstriyel başarının can alıcı simgesi olarak görmektedir. Mr. Sarkozy Devlet Başkanı seçildikten hemen sonra Libya'dan Çin'e kadar yaptığı resmi ziyaretlerde Fransa'nın nükleer enerji teknolojisini ön plana çıkarmak suretiyle bulunduğu pek çok

ülkede Fransız firmaları adına nükleer reaktörlerin satışı bağlamında anlaşmalar imzalamıştır. Fransa; modern nükleer güvenlik ve nükleer emniyet perspektifi içerisinde, çevreye sera gazları emisyonları veya karbondioksit salımları bulunmayan çağdaş yeni nesil nükleer güç reaktörleri, ileri nükleer santraller yada yeni kuşak yenilikçi nükleer santraller tasarımı, nükleer reaktörlerin yapımı ve nükleer santrallerin geliştirilmesi açısından rekabetçi iki büyük avantaja sahiptir. Birinci avantaj, nükleer santrallerin işletimi yada çalıştırılması deneyimi ve nükleer reaktörlerin inşaatı konusunda ulaşılan en modern ve de yenilikçi nükleer tekniklerin kullanımı gelmektedir. Areva'nın üçüncü nesil nükleer güç reaktörleri tasarımı kapsamındaki Avrupa Basınçlı Su Reaktörleri (**European Pressurized Water Reactor-EPR**) EPR'ler emsallerine oranla üstünlükleri mevcuttur. Örneğin, Fransız EPR tipi nükleer reaktörler; iki büyük rakibi biri Japon Toshiba ile ortak olan Westinghouse ve diğeri General Electric GE, Hitachi müşterek girişimi nükleer reaktörlere kıyasla üst düzey çağdaş nükleer teknik nitelikler aynı zamanda modern nükleer teknolojik nicelikler ile donatılmıştır. İkinci avantaj ise, Fransız mühendis ve teknik elemanlarınca geliştirilen son model nükleer yakıt yeniden işleme tekniği (reprocessing technique) ve ileri nükleer yakıt döngüsü olarak adlandırılan teknolojidir. Yeni nükleer teknoloji nükleer atıkların idaresi ve radyoaktif atık yönetimi konusunda da önemli yenilikçi ve çağdaş çözüm yolları sağlamaktadır. İleri nükleer yakıt tekrar işleme tekniği sayesinde pasif reaktörler sınıfından yeni kuşak nükleer enerji santralleri vasıtasıyla oluşan radyoaktif atıklar daha az düzeyde meydana gelmektedir. Nükleer atık yönetimi içeriğinde Nükleer atıkların arıtılması ve radyoaktif atıkların tecridi teknolojileri basitleştirilmektedir. Böylece; **radyoaktif atıkların geçici ve daimi depolanması** teknolojileri bağlamında **nükleer atıkların yok edilmesi veya nihai depolanması** teknikleri çok daha kolay olmaktadır.

Fransız EPR tipi nükleer emniyet ekipmanlı yeni kuşak nükleer güç santralleri veya çağdaş nükleer güvenlik donanımlı modern evrimsel nükleer santraller inşaatları; Normandy'de Flamanville kenti, Finlandiya Olkiluoto ve Çin Taishan şehirlerinde sürdürülmektedir. Areva nükleer enerji projeksiyonları kapsamında 2020 yılına kadar dünyanın tüm nükleer santral piyasası içeriğinin üçte birini oluşturan

60 nükleer reaktör siparişi alacağını öngörmektedir. Her bir nükleer güç reaktörü fiyatı olarak yaklaşık 5 milyar euro (6.3 milyar dolar) paha biçilmektedir. Westinghouse yeni nesil reaktör ve pasif reaktör tipi 1000 MWe kapasiteli AP1000 (geliştirilmiş basınçlı su reaktörü- **Advanced Pressurized AP1000**)’den 4 adet ileri nükleer güç reaktörü siparişi Çin tarafından yapılmıştır. Bu arada Amerika Birleşik Devletleri’nde pek çok özel ve kamuya ait elektrik idaresi; pasif reaktörler sınıfından yeni nesil GE Hitachi ekonomik sadeleştirilmiş kaynar sulu nükleer reaktör (**Economic Simplified Boiling Water Reactor-ESBWR**) satın almak için sıra beklemektedir. Modern yeni nesil nükleer güç santralleri ve ileri nükleer reaktörler ilk yatırım maliyetleri yüksekliği nedeniyle diğer enerji kaynaklarına nazaran nükleer enerji ve nükleer güç; son küresel mali kriz ve de aşırı fiyat artışlarından olumsuz etkilenmektedir. 2008 yılında ortaya çıkan küresel ekonomik çöküş ve küresel mali iflas; son zamanlarda dile getirilen “**Nükleer Rönesans**”, bir başka deyişle, “**Nükleer Enerjinin Dirilişi**” veya “**Nükleer Gücün Yeniden Doğuşu**” görüşünün ertelenmesine sebep teşkil etmektedir. 2008 yılında başlayan küresel ekonomik kriz ve küresel finansal iflas ile birlikte beliren küresel nakit para darlığına rağmen, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi yada enerji kaynak çeşitliliği yaratılması konusunda birincil enerji kaynakları içinde sayılan modern nükleer santraller, yenilikçi nükleer santraller veya evrimsel nükleer reaktörler ülkelerin enerji eylem planları ve çevre eylem planları kapsamında önemli bir yer tutmayı sürdürmektedir. Küresel ısınma ve küresel iklim değişikliği nedeni küresel sera gazı salımlarının sınırlandırılması konusunda da titiz bir politika izleyen hükümetler; “**nükleer güç santrallerinin kurulması ve işletilmesi ile enerji satışına ilişkin kanun**” gibi yeni yasal nükleer düzenlemeler vasıtasıyla cazip teşvikler ve de mali destekler getirmektedir. Fransa’nın nükleer enerji politikasına bir onay da Eylül-2008’de İngiliz hükümetinden geldi. Areva şirketi ile yakın ilişkisi bulunan devlet sermayeli nükleer reaktör işleticisi Fransız EDF (Electricité de France) firması, İngiltere hükümetinin büyük pay sahibi olduğu ekonomik kriz, mali çöküntü ve finansal iflas içindeki İngiliz Enerji Grubu (British Energy)’nu satın aldı. Bu bağlamda İngiliz Enerji Grubu İngiltere’de Fransız Areva EPR tipi 4 adet evrimsel nükleer reaktör ve yenilikçi nükleer santral inşa etmeyi planlamaktadır. Ayrıca Güney Afrika, ülkesinde planlanan Areva veya

Westinghouse tasarımı olacak 12 adet yenilikçi nükleer reaktör ve evrimsel nükleer santral yapımı için karar aşamasındadır. Bazı büyük pazarlarda Fransa nükleer enerji teknolojisi bir ilerleme kaydedememiştir. Örneğin, Fransa'ya ait EDF firması; Amerikan elektrik kuruluşu olan Constellation Enerji Grubu (Constellation Energy Group)'nun nükleer hisselerinin yarısını satın almak için 4.5 milyar dolar'lık teklifte bulunmuştu. Fransız EDF; Amerikan Constellation Energy vasıtasıyla Amerika Birleşik Devletleri pazarında genişlemek ve yer tutmak hedefleri arasında bulunmaktaydı. Yine bu amaçla 2008 yılında EDF ve Constellation firmaları UniStar adı altında Amerika'da Areva tasarımı çağdaş nükleer güvenlik donanımlı evrimsel nükleer santraller inşaatları ile ilgili ortak bir girişim başlatmıştır. Ancak Eylül-2008'de Warren Buffet Holding'ine ait Berkshire Hathaway birimine bağlı MidAmerican firması ile Constellation Enerji Grubu aniden anlaşma imzalamıştır. Birdenbire beliren bu durum Fransız EDF'nin Amerika'da gelişimini engellemektedir. Firmanın büyük hissesini elinde bulduran Mr. Buffet'in ortak girişimi; Constellation Grubu'nun Fransız EPR dizaynı nükleer santraller yerine GE tasarımı nükleer reaktörler yapımı lehinde bir karar almıştır. Diğer taraftan, Westinghouse Areva'nın en büyük rakipleri arasında sayılmaktadır. Ancak, elektrik şirketlerine mali danışmanlık yapan Consilium firmasından Harold Fairfull Amerikan nükleer endüstrisi yeniden yapılanma sürecinde GE'nin öncü rolü üstlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Aynı kişi Areva'nın Avrupa nükleer reaktör pazarları ve GE'nin ise, Amerikan nükleer santral pazarları sahalarına hakim olacağını öngörmektedir. Areva'nın rakipleri, Fransız şirketinin son inşa ettiği ve örnek olarak gösterilen nükleer reaktörlerin yapımında yaşadığı olumsuzluklardan hoşnut olmaktadır. Örneğin, Olkiluoto'da yapımı devam eden Areva'nın EPR tipi nükleer reaktörü planlanan sürenin üç yıl gerisinde bulunmaktadır. Başlangıçta maliyeti 3 milyar euro olarak belirlenen nükleer reaktör masrafları öngörülen bütçeyi 1.5 milyar euro aşmış nükleer santral maliyet bilançosu yada nükleer reaktör masraf dökümü oluşturmuştur. Bir Fransız yetkili, Areva'nın karşılaştığı zorlukların en büyük rakiplerinden GE'yi Avrupa pazarları dışında tutma gayretlerinden kaynaklandığını ifade etmektedir. Ayrıca Flamanville kentinde yapımı sürdürülen reaktörde inşaatta sıkıntılar yaşanmaktadır. Areva ve EDF yetkilileri yaşanan sıkıntıların büyük ölçüde uzun bir aradan sonra

nükleer reaktör yapımlarının hızlı şekilde yeniden başlamasından ileri geldiğini düşünmektedir. Öte yandan, ortaya çıkan gecikmeler sadece Fransa'ya has bir durum olmadığı, nükleer enerjinin dünyanın küresel düzeyde ekonomik kriz geçirdiği zaman ve periyot içerisinde **nükleer iş gücünün azalması** göstergesinin bir yansıması olduğu aynı yetkililerce belirtilmektedir. Fransa, nükleer enerjiyi pazarlamanın en kolay yolu olarak nükleer teknolojiye sahip olmayan gelişen ülke pazarlarını seçmektedir. Bununla beraber Mr Sarkozy'nin Arap ülkelerine yaptığı ziyaretlerde sıkça gündeme gelen **nükleer teknoloji transferi; Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması (Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons NPT)**, bir başka deyişle, **Nükleer Silahsızlanma Antlaşması** bağlamında yer alan taahhütler kapsamında nükleer silahların yayılmasını önleme uzmanları (non-proliferation specialists) arasında kaygılara neden olmuştur. Ancak Fransız yetkililer, söz konusu yeni kuşak nükleer güç santralleri yapımları, bu ülkelere yapılacak nükleer teknoloji transferinin çok küçük bir bölümünü temsil ettiğini bildirmektedir. Adı açıklanmayan bir yetkili Birleşik Arap Emirlikleri (United Arab Emirates) ile nükleer anlaşmanın sonuçlanmak üzere olduğunu ifade etmektedir. Yine aynı yetkili imkansız olarak nitelendirdiği diğer bir nükleer anlaşmanın Libya ile tamamlanma aşamasında bulunduğunu dile getirmektedir. Öte yandan, Fransa'nın Brezilya, Çin ve Hindistan gibi ülkelere yapacağı yaklaşık bir düzine yeni kuşak nükleer güç reaktörü satışları anlaşmalarına bel bağladığı bilinmektedir.

Fransız Areva Yönetim Kurulu Başkanı Bayan Lauvergeon, firmanın yurt dışındaki ülkelerde gelişmesine yardım etmek için, çok önemli nükleer pazarlar konusunda şirketin gerçek yerini belirlemek istemektedir. Kapital veya sermaye yoğun nükleer güç teknolojisi ya da nükleer enerji sektöründe iş gücü maliyeti nispeten önemsiz kalmaktadır. Bu nedenle Areva'nın bütçesi zengin ülkelerdeki nükleer alanda pahalı iş gücünü kullanabilecek yeterlilikte bulunmaktadır. Anne Lauvergeon, **"Amerika'da nükleer santral tasarımcı ve nükleer reaktör yapımcısı firmalar Westinghouse ve GE'den çok daha fazla iş gücünü Areva'nın yarattığını"** belirtmektedir. Örneğin Areva, Ekim 2008'de Amerika Birleşik Devletleri'ne ait Virginia Eyaletinde nükleer reaktör parçaları ve nükleer santral komponentleri üretimi için fabrika kuracağını duyurmuştur. Ayrıca bu bağlamda

Areva, İngiltere’de nükleer imalat sanayi sektörünü de canlandırmak istemektedir. Böylece, Bayan Lauvergeon **“hayallerinin Fransa’da Devlet Başkanı Nicolas Sarkozy’e yardım ettikleri kadar Amerika’da Başkan Barack Obama ve İngiltere’de Başbakan Gordon Brown’ı da desteklemek olduğunu”** apaçık söylemektedir. Gerçeği belirtmek gerekirse, Fransa’da nükleer gücün veya nükleer teknolojinin geleceği, Areva’nın bir Fransız devlet kuruluşu olup olmayacağına bağlı bulunmaktadır. Brüksel’de bir düşünce kuruluşu olan Bruegel’den Nicolas Véron **“Areva’nın rakipleri gibi bir özel sektör firması olması halinde özellikle Amerika Birleşik Devletleri nükleer santraller pazarında tutunabileceğini”** ifade etmektedir. Bu duruma 2005 yılında Bayan Lauvergeon’nun Areva firması adına aldığı çok büyük darbe örnek olarak gösterilmektedir. Söz konusu kriz Areva’nın önceden planlanmış hisse senedi satışlarının zamanın Fransız hükümeti tarafından aniden ve gerekçesiz iptal edilmesi nedeniyle yaşanmıştı. Sonuçta Bayan Lauvergeon’nun görev süresi hisse senedi satışını bir daha gündeme getirmeme koşulu ile Haziran 2006’dan itibaren yeniden uzatılmıştı. Diğer taraftan, o tarihlerden beri Bayan Lauvergeon, hükümetin üç başlı bir ulusal şampiyon şirket yaratma planına karşı mücadele vermektedir. Hükümet 2004 yılında iflastan kurtarılmış Alstom firması ve Endüstriyel Şirketler Grubu Bouygues ile Areva’yı birleştirmek suretiyle suni bir üç başlılık oluşturmayı planlamıştır. Örneğin Areva, türbin gibi yardımcı nükleer komponentleri satın almak için bağımsız davranmak istemektedir. Ancak yukarıdaki örnek dahil her şeyi Areva; ortaya çıkacak zoraki birleşmeden dolayı, Alstom ve Buoygues’den temin etmek mecburiyetinde bırakılacaktır. Ayrıca bu gibi birleşme, bir Alman mühendislik devi Siemens’le olan başarılı ortaklığın son bulmasının işareti sayılacaktır. Almanya’ya ait Siemens mühendislik firması, Areva’nın nükleer reaktör yan kuruluşu veya Areva’nın nükleer santral taşeronu olan Areva NP’nin %34 hissesine sahip bulunmaktadır. Ortaya çıkacak durum Areva’nın Almanya’daki geleceğine de zarar verebilecektir. Konu ile ilgili kararın yakın zaman içinde hükümet tarafından açıklanacağı beklenmektedir. Areva’dan bir yetkili birleşmenin ölü doğduğunu belirtmektedir. Ancak Areva Yönetim Kurulu’ndan diğer yetkililer sonucun şimdiden öngörülemez olduğunu söylemektedir. Muhtemelen Mr. Sarkozy, Areva’nın daha fazla bir hükümet müdahalesine gereksinimi olmadığını görecektir.

Areva; önceden beri ulusal şampiyon firma olarak modern nükleer güvenlik donanımlı ileri nükleer santraller, çağdaş evrimsel nükleer reaktörler ya da yenilikçi nükleer santraller konusundaki önderliğini ve de mücadelesini zaten sürdürmektedir.

### Kaynaklar:

- İyonlaştırıcı Radyasyonların Biyolojik Etkileşme Mekanizmaları  
Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Yeni Nesil Nükleer Güç Reaktörleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Radyoaktif Atıkların Yok Edilmesi veya Nihai Depolanması, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Nükleer Enerji, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Reaktörler, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Atıkların İdaresi veya Yönetimi, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Güç Santralleri ve Nükleer Enerjinin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Atom, Radyoaktivite, Radyoizotoplar ve Radyasyon Türleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Güç Santralleri Gelişiminde Nükleer Emniyet ve Nükleer Güvenlik, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- İngiltere’de Enerji Arz Güvenliği, Enerji Kaynaklarının Çeşitlendirilmesi, Nükleer Santraller ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Enerji Santralleri, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Geleceği ve Enerji Kaynak Çeşitliliği, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Santraller ve Gelecekteki Nükleer Enerji Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- The Economist Dergisi (06 Aralık – 12 Aralık 2008).

İnternet site: [www.fmo.org.tr/ yayinlar/faydali-bilgiler](http://www.fmo.org.tr/yayinlar/faydali-bilgiler)