

TÜRKİYE’de NÜKLEER ENERJİNİN DURUMU VE AKKUYU NÜKLEER ENERJİ SANTRALİMİZ

M.E.Özel , Prof.Dr.

1.TÜRKİYE'DE KAYNAK KULLANIMI POLİTİKALARI

Son dönemde, görkemli törenlerle peş peşe hizmete sokulan İzmit Körfezi üzerindeki Osman Gazi Köprüsü, İstanbul Boğazı üzerindeki 3. Köprü (Yavuz Sultan Selim Köprüsü) ve yapım ve planlamaları süren diğer “çılgın projeler”, yapımcılarına verilen/vadedilen uzun vadeli yıllık kapasite kullanımı (araç geçiş sayısı gibi) garantileri ile de gündemdedirler. Bu köprüler, Dede Korkut masalındaki “**Deli Dumrul**” köprülerindeki benzer işletme felsefeleri ile (yani “geçenden 5 akçe, geçmeyenden 10 akçe” veya, “geçenden de geçmeyenden de 10 akçe” kuralı ile) kamu oyununda çeşitli eleştirilere konu oldular.



“Deli Dumrul” köprülerinin ilki olan Osman Gazi Köprüsü (OGK), Sn Cumhurbaşkanı ve Başbakan’ın katıldığı bir törenle, 30 Haziran 2016’da hizmete açıldı. Yapımı 39 ayda tamamlanan köprü, 9 milyar \$’a mal oldu. OGK, 250m kule yüksekliğine, 36 m genişliğe ve 2690m uzunluğa sahiptir. “Yap-ışlet-devret” formülü ile gerçekleşen köprü için, yapımcı firmaya, günlük 40 bin araç geçiş garantisi verilmiş; ancak, ilk dönemlerde, OGK’den günde yaklaşık 12bin civarında aracın geçtiği görülmüştür. Geçiş ücreti için daha sonra, geçiş ücreti, Ocak 2017’de, 89TL’den 65 TL’ye indirildi. Geçiş ücreti 35\$ + KDV olarak hesaplandığından, devlet, sadece geçmeyenler için değil, geçenler için de fark ödemeye başladı. Basında çıkan haberlere göre, Köprü geçişlerine ait 24 Şubat 2017 tarihli resmi Karayolları açıklaması, Ocak 2017’deki 1 aylık araç açığını 820 bin civarında göstermektedir. Buna göre, devlet ücretini ödeyerek geçen araçlar için 25 milyon TL, köprüden geçmeyen araçlar için de 114 milyon TL ödeme yapmak durumunda olduğu, medya ve basında ifade edilmiştir.

Asgari ücrete veya işçi kıdem tazminatlarına gelince para sıkıntısı gündeme gelmekle birlikte, bu türden, gerçek maliyetinin belki de 10 katı kadar yüksek maliyetli, fakat gösterişli yapısal projelere, geleceğimizi ipotek ederek te olsa kaynaklar yaratabilmekteyiz. Bu tür “sıra-dışı” çözümlerin, ülkemizi bir ileri teknoloji üssü durumuna getirecek, katma değeri yüksek projeler için neden düşünülemediği sorgulanırken, Nisan sonu İstanbul’da gerçekleşmiş olan bir konferans, bu yolda da bazı “kırlar” bulunduğunu bize hatırlattı!.

2.NÜKLEER ENERJİNİN GETİRDİKLERİ

Benzeri bir durumun, yine benzer “yap-işlet--bize elektrik sat” formüllü diğer bir mega proje olan **Akkuyu Nükleer Enerji Santralleri** yapımında da söz konusu olduğu, bir süre önce (21.04.2017) yapılan bir seminer-sunumda da tekrarlandı. Marmara Üniv. Fizik Böl.’nün davetlisi olarak ülkemize gelen radyasyon fiziği / nükleer enerji uzmanı fizikçimiz **Dr Yüksel Atakan**, aynı bölümde, “**Dünyada ve Türkiyede Nükleer Enerjinin durumu**” genel başlığı içinde özetlenebilecek bir sunum yaptı.

3 bölümden oluşan sunumda, önce **Fukuşima** kazasının perde arkasındaki ihmaller ve kazadan 6 yıl sonraki bugünkü durum açıklandıktan sonra **Almanya’nın nükleer enerjiden çıkış kararından** sonraki yenilenebilir (güneş, rüzgar) enerji üretimiyle ilgili çeşitli sorunlar özetlendi. Konuşmanın son bölümü ise, **Türkiye’de nükleer santraller kurma çalışmaları** ele alınarak, bu konuda yapılanlar ve yapılması gerekenler üzerinde duruldu ve katılan diğer fizik öğrencileri ve nükleer enerji uzmanları arasında yararlı ve verimli tartışmalar yapıldı.

Önce, hem Dr. Atakan’ın yakından bildiği Almanya’nın nükleer enerjiden çıkış nedenlerini, hem de dünyadaki nükleer enerji durumunu ilk ağızdan duyma fırsatı bulduk Bu arada, halen ülkemizde kurulmasına başlanan Akkuyu ve planlama evresindeki Sinop nükleer santrallerimizin dünya içindeki konumu konusunda da yeni bilgiler edindik. . Benim gibi konunun doğrudan içinde olmamakla birlikte, bu alandaki gelişmeleri izleme çabasında olanlar da dünyada bugün en çok fosil kaynaklardan (kömür, doğal gaz ve petrolden) enerji üretiminin yanı sıra özellikle güneş ve rüzgar enerjileriyle birlikte nükleer enerjinin konumunu değerlendirebilmemize, Dr.Atakan’ın sunumu yardımcı oldu, ışık tuttu.

3.ALMANYA’NIN DEĞİŞEN ENERJİ POLİTİKALARI

İlgi çeken konular arasında Almanya gibi, belki de **dünyanın en güvenli nükleer enerji santrallerine sahip** bir ülkenin, bu enerji türünden vaz geçiş nedeni ve ayrıldıktan sonra gerekli enerjisini sağlama yönünde geliştirdiği politikaları, bu ülkede ve başka ülkelerde bu alanda çalışmış deneyimli fizikçimizden zevk ve heyecanla dinledik.

Bu konuda durum, kendisi de bir fizikçi olan **Şansölye Merkel**’in, ülkesi bu alanı terketmekle birlikte, endüstrisini ayakta tutabilmek için, ileride yenilenebilir enerjilerle gereken elektriği sağlamayı hedeflediğini, bunun gerçekleşmeyeceğini gördüğü için de pek çevre ve iklim dostu olmayan yeni kömürlü santraller kurulmasına göz yumduğu, bugün yapımı süren çok sayıda kömürlü santrallerden anlaşılıyor. Bu da yetmezse, mevcut AB elektrik şebekesinden, yani Almanya’nın komşu ülkelerden elektrik açığına kapatabileceğini düşündüğü görülüyor. Açığı kapatma yönünde en önemli kaynağın ise, elektrik enerjisinin %70’ini nükleerden üreten **Fransa** olabileceğini duymak, benim gibi konunun çok da içinde olmayanları oldukça şaşırttı. Almanya’nın ileride nükleer enerjiden çıkmakla dolduracağını planladığı yenilenebilir enerjilerin gelişmesinin büyük devlet ve halk desteğiyle (elektrik faturalarına eklenen vergilerle) bir ölçüde sağlanabileceği, buna rağmen, **halkın yanı başında rüzgar santralleri ve yeni enerji hatları istemediği**, direndiği, yargı yoluyla bunları engellediğini duymak da biz dinleyenler için sürprizdi.

Almanya tüm bu desteklerle güneş ve rüzgar kaynaklı elektrik üretiminin toplam üretimdeki payını şimdiden %20’ye yükseltirken (hidrolik ve biyo-kütle’yle birlikte %30) ilerideki elektrik açığını kapatabilmek için yeni kömürlü santraller yapımını sürdürmesine ise başta **Greenpeace** olmak üzere çeşitli sivil toplum kuruluşları direniyor. Benzer durum, Almanya’nın kuzeyinden güneyine doğru yapımı gereken yüksek gerilim hatları (YGH) için de geçerli, (çünkü Kuzey Almanya’da rüzgar fazla, üretilecek elektriğin güneye iletilmesi gerek). Ancak, dediğimiz gibi, kimse yanı başında bunları istemiyor. Bu nedenlerle **Almanya’nın nükleer enerjiden çıkışının iyi mi, yoksa kötü mü olduğunu ise zaman gösterecek.**

4.FUKUŞİMA ve SONRASI

Öte yandan dünyada nükleer enerji santralleri kurulması, **Fukuşima Nükleer Kazası'nın** yarattığı duraksama sonrasında tekrar yükselişe geçmiş görünüyor. Uzun yıllar (20 yıl veya daha uzun) sürebilecek, ancak öngörülebilir adımlarla sürdürülen ve toplam maliyetinin 100 milyar doları çok aşacağı hesaplanan kaza ile ilgili rehabilitasyon ve çevreyi yeniden kazanma/hayata döndürme çalışmaları, durumun anlaşılması ve kaza nedenlerinin yeni santral tasarımlarında ele alınması ile, kaza öncesi ortama yavaş yavaş dönülmektedir. Ancak, Japonya gibi, kontrol ve standartların yüksek olması gerektiği düşünülen bir ülkede bile yaşananlar,

- **büyük ölçüde, uluslararası standartlara göre çok çeşitli uzmanlık dallarını kapsayacak denetim ve kalite kontrollerinin önemini,**
- **radyoaktif atıkların uygun depolanması sorunlarının halen çözülmemiş yönleri olduğunu,**
- **yakıt elemanları bekletme havuzlarının ve nükleer yakıtın taşınmasının içerdiği belirsizliklerin halen önemini koruyan güvenlik açıkları oluşturduğunu, ve**
- **radyasyon güvenliğinin planlanmasıyla ilgili tüm ayrıntıların gelişen teknolojiye göre ve uluslararası standartlarda yapılmasının gereğini**

tüm dünyaya tekrar hatırlatmış oldu. Çok yüksek radyoaktifiteli kullanılmış nükleer atıkların nerelere ve nasıl gömüleceğiyle ilgili tüm dünyada bilimsel araştırmalar yapıldığını ve bu arada ABD'deki bir araştırmada ABD'deki 100 kadar nükleer santraldan ortaya çıkacak tüm nükleer yakıtın ~ 5000 metre derinlikteki biyolojik sistemden bağımsız 700 kadar derin kuyularda kapsüllenmesinin hedeflendiğini de öğrenmiş olduk.



Fukuşima'daki tsunami dalgalarının santrale ulaşmasının hemen öncesindeki durum... Suların kiler katındaki dizelli ivedi elektrik üreteçlerini basmasıyla çalışamaz duruma getirerek, reaktöre su basacak pompalar için gereken elektriği sağlayamamasıyla kaza ortaya çıkmıştır. Halbuki bu üreteçlerin yıllardır üst katlara çıkarılması önerilmiş ama yer darlığı ve ek giderler öne sürülerek gerçekleştirilmemişti. Kazadan sonra Japon'yadaki 55 kadar tüm nükleer santrallarda dizelli ivedi elektrik üreteçleri üst katlara çıkarılmıştır. Bu nedenle, bu 'aldırmazlık denebilecek' insan hatası olmasaydı Tsunami'ye rağmen soğutma suyu basılıp reaktörler soğutulabileceklerdi ve aşırı ısınan reaktörlerde nükleer yakıt ergimesi sonucu Fukuşima kazası ortaya çıkmayacaktı.

5. DÜNYADA DURUM

Dr Atakan'ın verdiği son bilgilere göre, dünyada halen çalışmakta olan nükleer santral sayısı 447 olup, yapım aşamasında 59, planlama aşamasında 164 ve düşünce/öneri aşamalarında 350 tanesi üzerinde çalışıldığı bilgisini aldık. Yani ileride, bu türden santrallerin sayısının şimdikininkinin 2 katı olacağını duymuş olduk. Bunun nedeni olarak, **alternatif enerjilerin, hala, hem süreklilik, hem de "istediğin anda, gerektiği kadar" ilkesini sağlamada çok yetersiz kalması** kadar, büyük ölçüde kamu desteği verilen, ancak her an değil ancak bazı uygun koşullarda çalışabilen güneş ve rüzgar santrallerinin, yüksek kapasitelere ulaştırılmasının ve var olan sistemlere eklenerek tüm sistemin optimize edilmesinin uzun zaman ve yüksek maliyetler gerektirecek olması gösteriliyor. Nükleer enerjinin "büyük" sorunları olarak bilinen,

- (1) nükleer atıklar ve çevresel sorunlar,
- (2) nükleer kazalar ve güvenlik sorunları,
- (3) ilk kuruluş maliyetinin yüksekliği alanlarındaki ilerlemeler,

fosil yakıtlar yoluyla elde edilen elektrik enerjisi kullanımının neden olduğu **küresel ısınma, kirlenme ve çevre sorunları** karşısında durumu dengelemede epey etkin adımlar olarak görülmektedir.

Konuşma sonrasında, soru soran ve söz alan uzman hocaların çoğundan duyduğumuz da şu oldu: **"Nükleer enerji, hala, dünyanın 'en temiz ve güvenilir enerjisi' olduğu bayrağını", tüm itiraz ve korkulara karşın sürdürmektedir!** Çünkü bir anlamda, nükleer santraller, her bakımdan girdisi, çıktısı, tehlikesi iyi bilinirken, öte yandan bir kömür santralinin yaktığı kömürün ve sonundaki atıkların (atmosfere salınan ve küle dönüşenler) içerikleri de oldukça korkutucu görünüyor: Bugün dünyada irili ufaklı 50.000 kadar kömürlü elektrik santrali bulunuyor. Bunlar sürekli olarak çevreyi ve atmosferi kirleniyorlar. Bir tek kömürlü santralin 40 yıllık işletilmesi sırasında çevredekilerde zamanla ağır ağır kanser ve diğer hastalıklar oluşturarak 1000 kişinin ölümüne neden olduğunu ilgili uzmanlar hesaplıyorlar. Örneğin 800 MW (orta boy) bir kömür santralini 1 yılda atıklar listesi, 500kg kadmiyum, 500 kg talyum, 600 kg civa, 1000 kg Argon ... ve milyonlarca ton CO2 şeklinde sürüp gitmektedir.

Bu arada, halen %95'i kullanılabilir ("canlı") durumdaki nükleer atıkların tekrar kullanıma sokularak atık miktarını şimdikininkinin %1'i mertebesine indirecek ve atık yarı-ömürlerini de 10 bin yıldan 300 yıla indirecek **ALMR (Advanced Liquid Metal Reactor)** tipi **İleri-teknikli Sıvı Metal Reaktörler** geliştirme çalışmalarının –henüz laboratuvar alanından çıkamamasına karşın- ve diğer ilerlemelerin, tartışma atmosferini nükleer enerji için ayrıca çekici duruma getirdiği de katılanlarca ifade edildi.

6. TÜRKİYE'DE DURUM

Bu konuda, Türkiye'nin de nükleer enerji santralleri kurmaya yönelmesi ve enerji gereksinimimiz için bu seçeneğin de ciddiyetle ele alınması, kolayca anlaşılır bir yol olmaktadır. Özetle 2010 yılında Türk Hükümeti, **"yap-işlet-bize elektrik sat"** modeli ile, her biri 1200 MW gücünde Akkuyu'da 4 adet Rus VVER-1200 tipi santral kurulması amacıyla Rusya ile bir anlaşma yaptı ve bu anlaşma, [şirketler arası (Akkuyu NGS-Ankara ve Akkuyu NGS, Moskova) bir anlaşma düzeyinde olmasına karşın] ilk kez TBMM'den geçirilen bir yasa ile de güçlendirildi.

Türkiye nükleer santral yapımı için Ecevit hükümeti zamanında da bütçede para ayıramadı. Çünkü 1 tek nükleer santralin yapımı 8-10 milyar dolar tutuyor. 1 nükleer santral ise ülkemizin elektrik gereksiniminin ancak %2'ni karşılayabiliyor. Bunlardan ancak 10-15 adet yapılırsa toplam elektriğin %20-30'u karşılanabilecek. Bu ise bütçeye 100-150 milyar dolar yük demek. Bu da ancak vergilerin artırılması ve başka yerlerden tasarrufla sağlanabilir ki bütçeyi altüst edecek böyle bir politikayı hiçbir hükümet göze alamıyor. Bu nedenle "yap, işlet ve bize elektrik sat" modeli belki biraz da mecburiyetten seçildiğini söyleyebiliriz.

Öte yandan, tüm bu verilen Hükümet garantilerine karşın, nükleer santral kurmanın, yapan şirkete kar sağlayacağı da şüpheli. Uzun lisanslama / onay dönemi, çevrecilerin direnişi ve yargı yollarıyla

engellemeler sonucu kuran şirketin ileride yüksek fiyatla elektrik de satsa, **zarar edeceği neredeyse kesin.**

Bu arada, Rusya'ya, Türk üniversitelerinin fen ve mühendislik dalları mezunlarından 700 öğrenci arasından Rus eğitmenlerce seçilen 78 öğrencinin, şu anda bu ülkede (48'i Obninsk kentindeki Nükleer Enerji Enstitüsü Hazırlık Fakültesinde, 30'unun da St Petersburg'daki Politeknik Devlet Üniversitesinde) eğitimini sürdürdüğü bildiriliyor. 7 yıl sürecek -1,5 yıllık Rusça öğrenme dönemi dahil- eğitim programı ve diğer ayrıntılar hakkında Akkuyu Santralleri web sitesinden (www.akkunpp.com) bilgi alınabilmektedir (26 Nisan 2017). Bu eğitim programlarında ve nükleer santralin işletim ve denetiminde Türk Üniversitelerinin ve Araştırma Kurumlarının (TUBİTAK; Çekmece Nükleer Araştırma Merkezi ve diğer, Üniversitelere bağlı Nükleer Enerji Enstitülerimizin) olası katkılarının neler olabileceği ve çalışmaların hangi evresinde devreye gireceği de gündemdeki diğer bir konu olarak yerini korumaktadır.

Diğer taraftan, bir çok yenilik içermekle birlikte, henüz hiçbir çalışır örneği olmadığı ifade edilen RVV-1200 tipi santraller için, işletme sonrası uzun süreli olarak, TC Hükümetince vaat edilen kilovatsaat (kWh) başına 14 cent fiyat garantisinin, maliyetin oldukça üzerinde olduğu toplantıda ifade edildi. Ancak santrali kuracak şirketin her yıl 1-2 milyar dolar kredi alacağı ve bunu faiziyle birlikte ileride geri ödeyeceği ve santralin yapım süresinin belki 15 yılı bulacağı düşünülürse (Akkuyu reaktörlerinin temelleri aradan geçen 7 yıla rağmen henüz atılmadı, önceki yıl temeli atılan ise sadece liman tesisleriydi) bu fiyatın makul olduğu düşünülebilir.

Aslında, Akkuyu'dan (sadece 1 nolu ünite için verilen) enerji satın alma garantisi ile, (yazının başlangıcında sözü edilen) "yap, işlet, parayı kazan, devret" modelli köprüler için verilen araç sayısı geçiş garantisinin birbirinden farklı yönleri olduğu görülmektedir. Çünkü santral bittiğinde (2025?) elektrik gereksinimi bugünden çok daha yüksek olacak, yeni ünitelere gerek duyulacaktır. Onlar için ise, elektriğin sadece %30'unu alma garantisi verilmiş olduğu belirtiliyor.



Akkuyu'da kurulacak 4 birim nükleer santralimizin topoğrafik konumuna ait tasarım resmi.

Öte yandan Dr.Atakan güneş ve rüzgar enerji üretiminin ülkemizde çok az olduğunu, bunların nükleerden bağımsız olarak geliştirilmesi gerektiğini vurguladı. Bugün rüzgardan elektrik enerjisi üretimi, toplam elektrik üretiminin ancak % 6'sı kadar. Güneşten elektrik üretimi ise toplamın sadece % 0,3'ü kadar. Yenilenebilir enerjiler ancak ülke çapında geliştirilir ve yeni bağlantı şebekeleriyle, özel bilgisayar ve yazılım sistemleri denetiminde kurulabilirse etkili olabiliyor ki Almanya'da da bu sorun halen sürüyor. Yoksa yöresel üretimde güneşin geceleri olmaması, rüzgarın

da her an esmemesi nedeniyle fabrikaları, kentleri gece gündüz besleyecek yeterli elektrik zaten üretilmiyor.

7. SONUÇ

Sonuç olarak, Hükümetçe yürütülen nükleer santral kurulumu çabalarının en önemli eksiğinin, inşaat ve işletme evrelerinde, ilgili uluslararası standartlara göre gerekli kalite kontrollerinin kesiklikle yakın takibi olduğu, santralin radyasyon güvenliğiyle ilgili tüm sistemlerde, denetimin, bu konulardaki uzmanlarca / bilirkişilerce gerçekleştirilmesinin önemi, Dr Atakan ve diğer soru soran ve açıklama yapan katılımcılarca vurgulandı.

Ancak, **herşeye karşın, Türkiye’de nükleer enerji birimlerinin kurulması ve geliştirilmesi için göze alınan fedakarlıkların, köprüler/inşaatlar vs için yapılanlara oranla, Türkiye’nin rekabet gücüne ve kalkınmasına olacak katkısının çok daha yüksek olacağı konusunda görüş birliği** içeren ifadelerde görüş birliği gözlemlendi. Nükleer santralleri kurmada esas maliyet düşürücü (en az %50 oranında) unsurun, santralin, **bir ülkenin kendi iç bilimsel ve teknolojik birikimi ve becerisi yoluyla kurulması** olduğu da diğer önemli bir ittifak noktası idi. Bunun temelinde ise ülkenin bilimsel seviyesinin yükseltilmesinin yattığı, bu nedenle, lise ve üniversitelerinde bilimle (bu arada, fizik ve nükleer bilimlerle) ilgili alanların özenle desteklenmesi gerektiğini bize hatırlatıyor.

Son olarak tekrar vurgularsak:

Ülkemizde nükleer santraller ancak uluslararası standartlara göre, ilgili uzman ya da bilirkişilerce yapılabilecek sürekli kalite kontrolleriyle kurulabilirse radyasyon güvenliği yüksek ya da kaza olasılığı sıfıra yakın olabilecektir. Ana sorun uluslararası standartlara göre yapılması gereken kalite kontrollerini, santralleri kuran şirketlerin ve hatta hükümetlerin kabul edip etmeyecekleridir. Çünkü bu çeşit kontroller sonunda yenilenmesi gereken her sistem ve aygıt (örneğin reaktör kazanı) ek para ve santrallerin devreye alınmasıyla ilgili zaman kaybı demektir. Ülkenin ilerideki elektrik gereksinimi için ise zaman kaybını göze almak pek kolay olmayacaktır.

Mehmet Emin Özel (me_ozel@hotmail.com)

Ek Not: Dr.Atakan’ın nükleer radyasyon ve santraller ile ilgili yazıları çeşitli bilim dergilerinde ve internet sitelerinde yayımlanıyor. Örnek olarak, kendisinin “**Radyasyon ve Sağlığımız**” kitabı (Nobel yayınları, 2014) ve Fizik Müh.Odasının www.fmo.org.tr sayfasındaki ‘popüler bilim yazıları’ gösterilebilir.