

# Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerjiler ve Nükleer Enerjiyle ilgili gerçek durum nedir?

Yüksel Atakan, Dr.Fizik Y.Müh., Almanya

Gitgide artan nüfus, daha konforlu ve savurgan yaşam, ekonomik büyüme isteği, artan iç ve dış satım için gereken elektriğin yeterince ve kesintisiz üretilebilmesi amacıyla tüm dünyada yenilenebilir enerjilerin yanı sıra nükleer enerjiye de (Almanya gibi 5 ülke dışında), ilgi artıyor /7/. Bu yazımızda burada, özellikle nükleer enerjiyle ilgili bugünkü bilim ve teknoloji düzeyindeki gerçekleri, kaynaklara dayanarak, olduğu gibi yansıtarak, bu konuda doğru bilgilendirmeye katkıda bulunmaya çalışacağız. Nükleer santrallerle ilgili uzun deneyimlere dayanan bilgi ve bulguları nesnel olarak, buraya aktarmak, nükleer santral savunuculuğu olarak anlaşılmamalıdır. Tüm dünyadaki bu konudaki gelişmeleri gözardı etmenin ya da sürekli elde edilen bilgi ve bulgulara dayanmadan nükleer enerjiye karşı olmanın gerçekçilikle bir ilgisinin bulunmayacağı açıktır.

Bu bağlamda, her şeyden önce şunu vurgulamamız gerekiyor: biz, ne nükleer santral yanlısı, ne de karşıtıyız ve herhangi bir tarafta 'ön yağıyla' yer almanın da hiç doğru olmayacağı görüşündeyiz. Yenilenebilir enerjilerin, kentlerin ve fabrikaların gece, gündüz taban elektrik gereksinimini kesintisiz karşılayamayacağı, artmakta olan nüfus, konforlu ve savurgan yaşam, iç ve dış satım için daha fazla elektrik gereksinimi gerçeği de göz önüne alınarak, ya fosil yakıtlardan ya da nükleer enerjiden yararlanılmasının da zorunlu olduğu / olacağı açıktır. Fosil yakıtlardan salınan aşırı derecedeki CO<sub>2</sub> 'in iklimi etkilemesinin yanı sıra uzun sürede yavaş yavaş kanser yapan ağır metallerin de özellikle kömürlü santrallerden salınması nedeniyle tüm dünyada, fosil enerjili yakıtları azaltmak öngörüldürken, yenilenebilir enerjilerin artırıldığı biliniyor. Ancak, taban elektrik gereksinimini karşılayabilmek için nükleer enerjiden başka bir seçenek de olmadığı ve bunun sonucu olarak nükleer santral yapımına tüm dünyada hız verildiği de bilinmelidir /7/. Almanya gibi sadece 5 ülkenin nükleerden çıkma kararı almasına rağmen, Almanya'nın AB şebekesinden ileride yine örneğin Fransa'dan gelecek nükleer kaynaklı elektriği kullanmak zorunda kalacağını da göz ardı etmemek gerekiyor. Bu nedenlerle, ülkemizin gitgide artan elektrik gereksinimini kesintisiz karşılayabilmek için öncelikle yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere, diğer enerji kaynakları içinde nükleer enerji de bilim, teknoloji, akıl ve mantıkla karşılaştırılıp değerlendirilmelidir. Ancak bu yapılırken, güvenliği en üst derecede olan modern nükleer santraller seçilmeli, uluslararası standartlara göre kalite kontrolleri yapılarak kurulmalı ve böylelikle çevredekilere ve doğaya olumsuz olabilecek etkiler en az düzeye indirilmelidir /1/. Öte yandan, bilinen elektrik kaçaklarının önüne geçilmeli, elektrik ve elektrikle işleyen araç ve gereçler tutumlu kullanılmalı, insanlarımızın savurgan yetişmemeleri için aileler ve okul çocukları eğitilerek bilinçlendirilmelidir.

## Nükleer santrallerdeki kaza riski

Tüm teknoloji dallarında olduğu gibi nükleer santrallerde de bir kaza riski vardır. Ancak bu risk, gelişen teknolojinin getirdiği Batı'daki nükleer santrallerdeki otomasyon sistemleri ve çok daha kaliteli yapıyla, simülasyonlarda eğitimle gitgide azalarak yok denecek düzeye inmiştir. Bu nedenle bugün bir çok ülke elektrik enerjisi açığını kapatabilmek ve fosil yakıtlı santrallerin daha fazla CO<sub>2</sub> ve ağır metaller salınımını artırmamak için modern nükleer santral yapımına hız vermiştir /7/.

Örneğin, bir nükleer santralde dizelli acil elektrik jeneratörleri çalışmasa dahi, reaktörün, çatısındaki depodan kendiliğinden (yer çekimiyle) akan suyla 3 gün boyunca soğutulabileceği AP 1000 Westinghouse yeni nükleer santral modelinde bulunuyor /2/ (Şekildeki mavi renkli su deposu):



Kaza riskinin bu şekilde çok azaltılarak reaktör yakıt elemanlarının ergimesinin önüne geçilmesine rağmen, kurulacak santrallardaki güvenlik sistemleriyle ilgili tüm aygıt, alet ve parçaların uluslararası standartlara göre kalite kontrollerinin ilgili uzmanlarca / bilirkişilerce tam olarak yapılması zorunludur. Bu konunun ayrıntıları Ocak 2015’de yayımlanan Fizik Mühendisleri Odası Teknik raporunda da bulunuyor /1/ .

Daha önceki büyük nükleer santral kazalarının ortaya çıkmasına neden olan personel hataları ise, bugünkü otomasyon sistemlerinin devreye girmesiyle yeni NGS’da son derece azalmıştır. Örneğin, bir dizi güvenlik sistemi eksik olan ve reaktör binasını kapsülleyen güvenlik kabı (containment) da bulunmayan Çernobil santrali Almanya’da daha 70’li yıllarda bile lisans/onay alamaz ve kurulamazdı. Ayrıca nükleer santrallardaki kazalara sık sık örnek gösterilen Çernobil kazası, eğitimsiz personelin bir deney sırasında reaktörün gücünü düzenleyen kontrol çubuklarını yukarı çekmesi ve reaktörü soğutacak suyun pompalarını da durdurmasıyla, büyük bir hata sonucu, ortaya çıkmıştır. Halbuki, değil bugünkü yeni nükleer santrallarda, gelişmiş ülkelerdeki o zamanki santrallarda bile, kontrol çubukları içten kilitli olduğundan, personel istese de bunları yukarı çekemez ve su pompalarını durduramaz ve kaza da ortaya çıkmazdı.

1970’lerin General Electric modeli eski reaktör tasarımını içeren Fukuşima’da 2011’de olan büyük kaza ise, daha önce ilgili uzmanlarca uyarıldığı halde, dizelli ivedi elektrik üreteçlerinin, üst katlara çıkarılmaması sonucu, bunların Tsunami sularının altında kalması ve reaktörlere su basacak pompaların çalıştırılmaz duruma gelmesiyle ortaya çıkmıştır ki bu da yeni santrallar için bir örnek değildir. Kazadan sonra Japonya’daki 50 kadar reaktördeki tüm dizelli jeneratörler üst katlarda konuşlandırılmıştır.

Yeni nükleer santrallarda, personelin önceden benzer santrallarda ve simülatörlerde eğitilip

yetiştirilmesi, santralin ileride otomasyon sistemleriyle birlikte sorunsuz çalıştırılmasını sağlayacaktır.

#### Nükleer santrallardaki kazalar

Tüm endüstri dallarında olduğu gibi, Batı'daki nükleer santrallarda da çok çeşitli arıza ve kazaların olması çok doğaldır ve bunlar olmaktadır da! İlgili kazaların önem durumlarına göre sınıflandırılarak yetkili makamlara bildirildiği bu kazalar sonucu nükleer santrallarda kimse ölmemiş ve çevreye önemli miktarda radyoaktivite de salınmamıştır. Örneğin son 40 yıldır işletilen Almanya'daki nükleer santrallarda da denetleyici kurumlara bildirilmesi zorunlu olan bir dizi kaza olmuş, çeşitli bağımsız laboratuvarlarca yapılan ölçümlerde, gerek santralda gerekse çevrede, radyoaktivite düzeyinin çok düşük kaldığı saptanmış, kısacası çevre ve orada yaşayanlar bunlardan olumsuz etkilenmemişlerdir. Almanya'daki tüm nükleer santralların çevrelerindeki ölçüm ve değerlendirme sonuçları, sınır değerlerle karşılaştırmalı olarak /1/ nolu kaynaktaki çizelgelerde bulunuyor. Bunlardan görüleceği gibi zaman zaman ortaya çıkan irili ufaklı kazaların çevrede herhangi bir etkisinin olmadığı, sürekli ölçülen radyoaktivite değerlerinden oluşabilecek radyasyon dozunun, 0,3 mSievrt'lik sınır değerın çok altında kaldığı ve herhangi bir anormalliğe rastlanmadığı saptanmıştır (Bu sınır değeri, 2,4 mSv'lik ortalama doğal radyasyon dozunun normal değişim aralığından da küçüktür).

#### Radyoaktif atıklar

Radyoaktif atıklarla ilgili olarak, gelişmiş ülkelerde son 40 yıldır yoğun çalışmalar, bilimsel araştırmalar yapılıyor. Atıkların hacimleri küçültülüyor, yüksek radyoaktiviteli olanların camlaştırılarak biyolojik ortamla ilişkisinin kesilmesi, atıkların ve özel varillerinin belirli süreler sonunda durumlarının incelenerek gerekli onarım ve yenilemelerin yapılması Almanya'da Castor varillerinde ve Fransa'daki benzer örneklerde görülüyor /3/. Nükleer atıkların depolanması sorununa henüz kesin çözüm getirilememiş olmasına rağmen bu konuda yapılmakta olan bilimsel çalışmalar, sorunun çözümsüz olmadığını göstermektedir. Örneğin ABD'deki tüm nükleer santrallardan ortaya çıkacak yüksek radyoaktiviteli tüm nükleer yakıtın, 700 adet her biri 5000 metre derinlikte, uygun jeolojik yapı içinde açılacak, derin kuyular'da kapsüllenmesiyle ve böylelikle biyolojik ortamla ilişkisinin kesilmesiyle ilgili bir 'pilot çalışmayla' ortaya konmuştur. İlgili raporda tüm teknik ayrıntılar ve fiyatlar yer alıyor /4/.

Aşağıdaki şekillerde ABD'de yüksek radyoaktiviteli atıkların 5000 m'lik derin kuyularda saklanmasıyla ilgili genel tasarım ve ayrıntılar görülüyor (ölçeksiz /derinlikleri karşılaştırmak için Dubai'deki yüksek kule şeklin üstünde yer alıyor: concrete=beton, asfalt ve sıkıştırılmış bentonit malzemeler arasındaki bölümde radyoaktif maddeyle dolu varil=canister görülüyor):

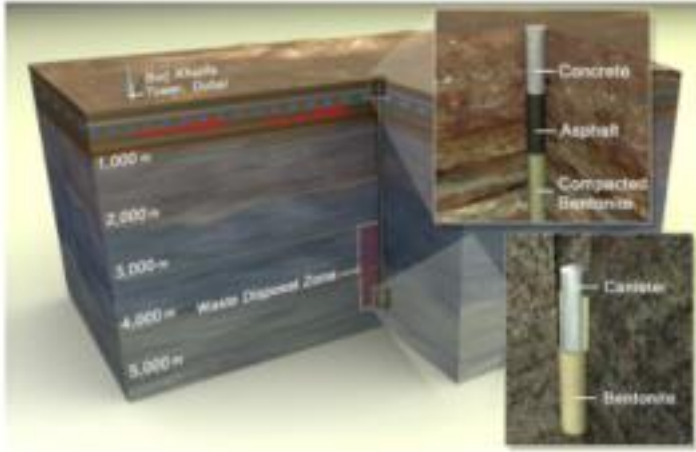


Figure 1. Generalized Concept for Deep Borehole Disposal of High-Level Radioactive Waste.

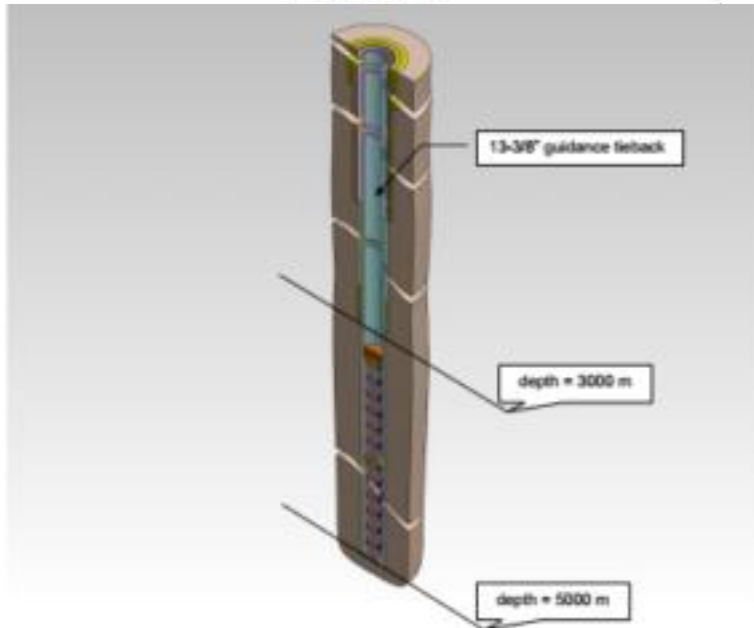


Figure 3. Schematic of Borehole Completion. Note that vertical dimensions are not to scale and borehole seals are not shown. The configuration shown is after waste emplacement and setting the overlying cement plug, but before cutting and removing the 13-5/8" casing.

Gerek düşük ve orta derecede radyoaktiviteli atıkların santral alanında ve daha sonraki yıllarda da ülkemizde uygun güvenli yerlerde depolanması, gerekse nükleer yakıtın Rusya'ya güvenli taşınmasının ayrıntılarıyla ilgili bilimsel araştırmalara üniversitelerle işbirliği halinde daha fazla gecikilmeden biran önce başlanması zorunludur.

#### Nükleer enerjiden çıkan ülkeler ve dünyadaki durum

Bilindiği gibi, Fukushima kazasının hemen ardından Almanya 2023 yılına kadar tüm nükleer santrallerini kapatma kararı almış, rüzgar ve güneş enerjilerinden elektrik üretimine hız vermiştir. Alınan bu karar teknik değil, politiktir. Fukushima kazası sonrası, nükleer santrallerin devre dışı bırakılması için halk hükümete büyük baskı yapmış ve aşırı oy kaybedeceğini hesaplayan fizik doktoralı Başbakan Merkel ve hükümeti nükleer enerjiden çıkış kararı almıştır. Son yıllarda rüzgar ve güneşten elde edilen elektrik enerjisi Almanya'da büyük devlet desteği ve elektrik faturalarına eklenen katkılarla artım göstermiş olmasına rağmen 2012'de bunlardan elde edilen elektrik,

toplam üretilenin %12'si kadardır /6/. Güneşin geceleri, rüzgarın da her zaman olmayışı sonucu taban elektrik enerji kaynağı olarak nükleer santrallerle fosil yakıtlı santrallerin yoğun olarak çalıştırılması Almanya'da sürmektedir ve ileride de elektrik açığını kapatabilmek için 63 adet kömürlü elektrik santralına ek olarak 13 adet de yeni kömürlü santralin yapımına da başlanmıştır (Green Peace'in yazısına bkz /5/). Green Peace nükleer santrallara karşı olduğu gibi kömürlü olanlara da karşıdır. Ancak taban elektrik enerjisinin de bir yerden gelmesi zorunludur, çünkü yenilenebilir enerjilerle üretilen miktarın, sürekli artan nüfus, iç ve dış satım için gereken elektrik gereksinimini ileride de kapatamayacağı biliniyor.

Almanya 2020 yılında yenilenebilir enerjilerin payını %35'e çıkarmayı öngörüyor. Medyada yer alan %20'den fazla elektrik yenilenebilir enerjilerden üretildi söylemi ,sanki bu miktar sadece güneş ve rüzgar enerjilerinden üretilmiş gibi yanlış yansıtılmaktadır /Bkz. 6/. Geçek ise, %20'nin içinde eskiden beri enerji üretim yelpazesinde bulunan su ve biyokütle de vardır. 2012'de su ve biyokütlenin payı tüm yenilenebilir enerji miktarının yarısı kadardır: %10,5 .

2020 -2023 arasında %35'den arta kalan %65 taban enerjinin de yine büyük miktarı fosil yakıtlardan, nükleerden ve 2022'den sonra da gerektiğinde AB şebekesinden karşılanabileceğidir ki bunda da Fransa gibi ülkelerden kaynaklanan nükleer enerjinin payı da epey yüksek olacaktır. Bunları burada açıklamak, nükleer enerjiye övgü değil, gerçek durumun doğru olarak bilinmesini sağlayarak deve kuşu gibi başımızı kuma gömmeyi önlemektir.

Bugün dünyada elektrik enerjisi üretiminde en büyük katkı %41 ile kömürden kaynaklanıyor. Almanya'da : %44. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre dünyada 7000 adet, bir başka kaynağa göre ise irili ufaklı 50.000 adet kömürlü elektrik santrali bulunuyor ve bunlar atmosfere yılda 10 milyar ton CO<sub>2</sub> salıyor. Kömür santralleri çevresinde, baca gazlarıyla birlikte ağır metallerin yanı sıra çevreye az da olsa sürekli salınan ağır radyoaktif maddeler de solunan havayla birlikte vücuda girip özellikle kemiklerde yerleşip vücudu içten ısınlıyorlar. Taşkömürü ve linyit kömürü gibi yakıtların bileşiminde, uranyum 238 ve toryum 232'den türeyen, radyum 226, polonyum 210 ve kurşun 210 ve ayrıca potasyum 40 gibi doğal radyoaktif maddeler, kömürün cinsine göre, az miktarda bulunuyor (bu çeşit ağır nükleitler nükleer santrallerin baca gazlarından yayınlanmıyor).

Nükleer santrallerin yapımı dünyada artarak sürüyor: Çalışan: 437, yapımı süren: 66, planlanan 168, önerilen 322 adet (1 Haziran 2015 sayıları /7/).

Japon hükümeti, Fukuşima kazasından sonra yeni bir nükleer santral yapımı için Tepco şirketinden 2014 yılında teklif istemiş ve durdurulan 48 santrali da birer birer tekrar devreye almaya başlamıştır. Nükleer enerjiden çıkan Almanya'yı sadece 4 ülke (Belçika, İsviçre, İspanya ve İtalya) izlemiş, kalanları ise nükleer santralleri işletmeyi sürdürmekte ya da yeni santraller yapımını öngörmekteler. Fransa ve Finlandiya'da yeni birer nükleer santral yapımının yanı sıra Çin, Rusya ve Hindistan'da gitgide artan sayıda nükleer santraller yapılıyor/6, 7/.

## SONUÇ

Gitgide artan nüfus, konforlu yaşam, iç ve dış satım için gereken enerji gereksinimini karşılayabilmek için ülkemizde de öncelikle yenilenebilir enerjilerden elektrik üretimi artırılmalıdır. Elektriğin tutumlu kullanılması, kaçakların önlenmesi beklenir. Ancak, bunlar ilgililerce / yetkililerce biliniyor. Buna rağmen uzun erişimli (vadeli) ve büyük yatırımlar gerektiren şebekenin değiştirilmesi, kaçakların önlenmesiyle ilgili önlemlerin alınmasının da kolay olmadığı anlaşılıyor ki bu yapılamıyor. Elektriği tutumlu kullanmak da gerekiyor. Ancak bu, insanların yaşam tarzlarıyla ilgili olduğundan, bunun pek kolay değiştirilemeyeceği gerçeğini de kabul etmemiz ve evlerimizde iş yerlerimizde prizden geldiğine alıştığımız ve ancak kesildiğinde farkettiğimiz elektriğin, insana ve doğaya en az zarar verecek şekilde, kesintisiz üretilmesi de sağlanmalıdır.

---

Tüm bunların sonucu olarak bugün ,taban elektrik enerjisi' ancak ya fosil ya da nükleer enerjiyle



sağlanmak durumundadır. Bir kömür santralının saldığı ağır metaller ve radyoaktif uranyum, polonyum ve radyoaktif kurşun nedeniyle santralin 40-50 yıllık normal işletme süresince 1000 kişinin kanserden öleceği hesaplanıyor ama bu ağır ağır olduğundan kanıtlanamıyor. Nükleer santralların normal işletme süresince ise çevreye CO<sub>2</sub>, ağır metaller ve uranyum, polonyum gibi ağır nükleitler salınmıyor. Bu nedenlerle, otomasyon sistemleriyle donatılmış kaliteli Westinghouse AP1000 modeli /2/ gibi modern nükleer santralların uluslararası standartlara göre kalite kontrolleri yapılarak kurulması ve iyi eğitilmiş deneyimli personelle işletilmesi durumunda risk yok denecek kadar azalacaktır (Bulgaristan, bu tip güvenliği yüksek bir nükleer santral yapımı için Westinghouse şirketinden teklif istemiştir).

Nükleer enerjiye karşı olanlara, taban elektrik enerjisi üretimi için yenilenebilir enerjilerin ileride Almanya'da da yeterli olamayacağını ve orada da yeni kömürlü santralların yanı sıra AB şebekesinden nükleer enerjiyi kullanacakları gerçeğini görmeleri ve daha güvenli nükleer santralların yapımı için durumu nesnel (objektif) olarak değerlendirmeleri ve katkıda bulunmaları önerilir. Bu konuda Uluslararası Atom Enerjisi Ajansının (IAEA) Türkiye'ye geçen yıldan beri yapmakta olduğu önerilerin, Enerji Bakanlığı ve TAEK'ce dikkate alınması da beklenir /8 ve 9/.

#### Kaynaklar

/1/ Ülkemizde kurulacak nükleer santralların radyasyon güvenliđiyle ilgili öneriler

FMO yayını Ocak 2015

/2/ <http://www.westinghousenuclear.com/New-Plants/AP1000-PWR>

/3/ [www.bfs.de](http://www.bfs.de); A key tool for the management for decommissioning wastes in France, Michel Dützer, Strahlenschutzpraxis, Heft 2/2015

/4/ Sandia National Laboratories SANDIA REPORT SAND2011-6749 Unlimited Release October 2011 Reference Design and Operations for Deep Borehole Disposal of High-Level Radioactive Waste Bill W. Arnold, Patrick V. Brady, Stephen J. Bauer, Courtney Herrick, Stephen Pye, and John Finger Prepared by Sandia <http://prod.sandia.gov/techlib/access-control.cgi/2011/116749.pdf>

/5/ <https://www.greenpeace.de/themen/energiewende/fossile-energien/geplante-kohlekraftwerke-deutschland>

/6/ <http://www.nobelyayin.com/detay.asp?u=4025> sayfa 278

/7/ <http://www.world-nuclear.org/info/Facts-and-Figures/World-Nuclear-Power-Reactors-and-Uranium-Requirements/>

/8/ <http://news.az/articles/region/98410/>

/9/ [https://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2014/2014-04-07-04-11-TM-INIG/Presentations/11\\_Russia\\_Kogay.pdf](https://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2014/2014-04-07-04-11-TM-INIG/Presentations/11_Russia_Kogay.pdf)