

Kazadan 6 yıl sonra Fukuşima“da durum ve alınacak dersler?

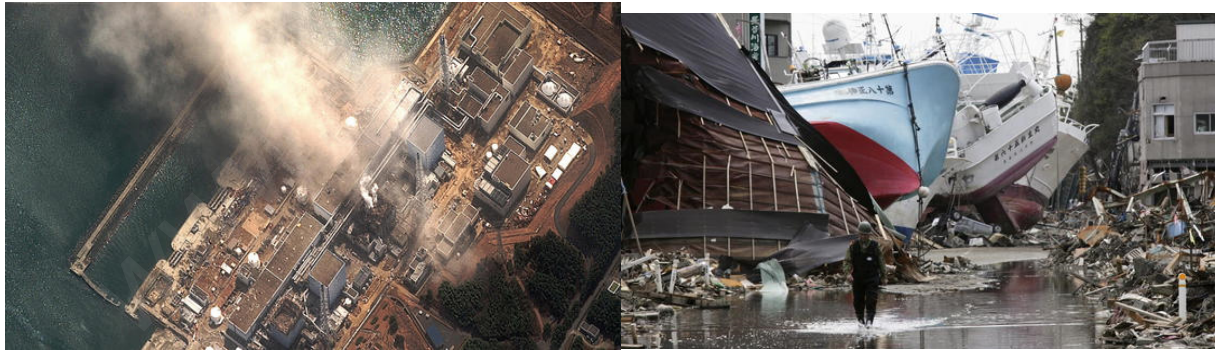
Yüksel Atakan, Dr., Radyasyon Fizikçisi, Almanya _____

Giriş/Özet

11 Mart 2011 günü Japonya'daki 9 büyüklüğündeki büyük depremle oluşan Tsunami'nin dev dalgalarıyla, elektrik direklerinin yıkılması, hatların kopması sonucu Fukuşima nükleer santralına dışarıdan gelen elektriğin kesildiğini, zemin altındaki ivedi elektrik üreteçlerinin de sular altında kalarak santralin elektriksiz kaldığını biliyoruz. Reaktörler, deprem sinyalinin alması planlandığı gibi otomatik olarak durdurulmuş, büyük deprem sonucu binalarda herhangi önemli bir hasar olmamıştır. Durdurulan reaktörlerdeki nükleer yakıtın içindeki çok çeşitli radyoaktif maddelerin yayınladığı ve yıllarca yayınlayacağı radyasyonun oluşturduğu aşırı ısı enerjisi, elektriksiz kalan pompaların çalıştırılmaması nedeniyle soğutma suyuna aktarılamamış ve yakıt elemanlarında ergime oluşarak büyük kaza ortaya çıkmıştır. Ayrıca koruyucu reaktör kabında (containment) hidrojen gazı patlamaları da ortaya çıkmış ve tüm bunlar sonucu oluşan yüksek basınçla duvarlarda oluşan çatlaklardan radyoaktif maddeler havaya ve çevreye ulaşmıştır. Radyoaktif maddeler, hava akımlarıyla çok uzaklara taşınmış, yağışlar ve kuru serpintilerle özellikle yakınlardaki 10-20 km'lik bölgeyi radyoaktif bulaşmayla etkilemiş, yerleşim yerleri boşaltılmış, insanlar yıllarca yerlerinden yurtlarından uzaklarda yaşamak zorunda kalmışlardır.

Fukuşima nükleer santral kazasıyla ilgili ayrıntılar gerek bir çok bilimsel yayında gerekse daha önceki yayınlarımızda bulunuyor /bkz.: 1, 2,3 ve 4/. Kaza sonucu 380.000 kişi evlerinden uzaklaştırılmış, bunlardan 130.000'inin, kazadan önce, nükleer santralin 20 km çevresinde oturduğu yetkililerce açıklanmıştır.

Deprem ve Tsunami sonucu toplam 1 milyon kadar ev oturulamaz duruma gelmiş, 16.000 kişi yaşamını yitirmiştir, 3200 kişi de kayıp. **Radyasyonun doğrudan etkisiyle ise** kimsenin yaşamını yitirmemiş olmasına karşın, evlerinden uzaklaştırılan insanların bir bölümünün travma ve depresyon geçirdiklerini, bazılarının öldüğünü, intiharların olduğunu medyadan öğreniyoruz. Aşağıdaki resim, 14 Mart 2011 günü Fukuşima'daki 3 nolu reaktör kabındaki (containment) yüksek basınç ve hidrojen gazı patlamalarıyla oluşan çatlaklardan yükselen radyoaktif maddeli havayı ve yan resim Tsunami'nin etkisini gösteriyor.



Santralların geçmişine bakış

General Electric Fukuşima nükleer santralleri zaten başlangıçtan beri sorunluydu! Reaktörleri TEPCO şirketi işletiyordu. Reaktörlerin tümü kaynamalı sulu cinsten reaktörlerdi. İlk 4'ü 760 MWe (elektriksel) güçteydi. Son 2 reaktör 1067 ve 1325 MWe gücündeydiler.

Fukuşima'da 6 reaktörün her birinde, reaktörü çevreleyen çelik 'Koruyucu kabin' (Containment), büyük bir reaktör kazasında ortaya çıkacak yüksek basınca dayanamayacağını daha santral kurulurken 1970'de ABD Atom Enerjisi Kurumu uzmanları bir teknik raporla açıklamıştı. Bu rapora rağmen, basınç düşürme sistemi yapılmadan reaktörler işletmeye açıldı. Zemin altındaki ivedi elektrik üreteçlerinin de sular altında kalabileceği, uzmanlarca bir çok kez açıklanmış olmasına rağmen, bunlar, üst katlara,

yer sorunu ve ek gider oluşturacağı gerekçeleriyle, taşınmadı. Taşınmış olsalardı, bunlardan sağlanacak elektikle pompalar çalışacak reaktörler susuz kalmayacak ve kaza da olmayacaktı. Öte yandan, 2002 yılında TEPCO elemanlarının, 16 yıl boyunca teknik raporları değiştirerek sistemlerdeki arıza ve kazaları gizledikleri, düzmece raporlar hazırladıkları ortaya çıkınca santraller durdurulmuş, ancak 2003 yılında bazı düzeltmelerden sonra tekrar işletilmişti. Kazadan 10 gün önce ise çeşitli aletlerin, pompaların ve dizelli elektrik retelerinin 11 yıldır bakımlarının tam yapılmadığı açıklanmıştı ama dikkate alan olmamıştı.

Kısacası: Kaza geliyorum diyordu.

Aradan geçen 6 yıl sonra bugün Fukuşima’da durum nedir?

Reaktörlerdeki nükleer yakıtın çıkarılması işi 2018 yılına ertelendi. Nükleer yakıtın sızdığı yeni kaçak yerleri ortaya çıkarıldı. Temizleme giderleri gitgide artarak yılda 5-10 milyar dolara yükseldi. Temizlendikten sonra radyoaktivitesi azaltılan 300 ton atık suyun her gün Pasifik Okyanusuna verilmesine devam ediliyor. Reaktör binalarına, aşırı yüksek radyasyon nedeniyle girilemediğinden, temizleme ve çeşitli parçaları, malzemeleri çıkarma çalışmaları ancak dışardan komutla çalıştırılan robotlarla yapılabiliyor. 2012’de reaktör binasında ölçülen saatte 73 Sievert (Sv)’lik radyasyon dozuna karşın 2016 sonunda saatte 630 Sv’lik çok yüksek dozun, reaktöre çok yakın bir noktada (hot spot) llmş olduğu, ancak reaktör binasının diğer yerlerinde dozun bu kadar yüksek olmadığı açıklanmıştır. 1000 Sv’lik doza dayanabilecek şekilde yapılmış olmalarına rağmen robotlar, saatte 650 Sv (650.000 miliSievert)/3/ kadar aşırı yüksek doza dayanamayıp bozuluyorlar. Bir robot kamerası, yüksek radyasyona 2 saat bile dayanamıyor. Robotların kablo ve bazı elektronik malzemeleri, sanki mikro dalga fırındaki gibi yumuşayıp, eriyor. Karşılaştırmak için: NASA astronotları için yaşam boyu radyasyon doz limiti 1 Sv= 1000 mSv olup, kısa sürede alınan 4-5 Sv’lik radyasyon dozundan ölüm olasılığı %50’dir. Daha yüksek dozlar, çok daha çabuk ölümle sonuçlanıyor. Örneğin, Los Alamos’daki bir plütonyum arıtma tesisinde çalışırken oluşan bir kazada 36 Sievert doz alan Cecil Kelley 1958 yılında 35 saat içinde lmşti.

Radyoaktif maddelerden temizleme, yıkama binaları kapsülleme ve reaktörleri soğutma gibi çalışmalar sürüyor. Sıvı ve katı atık depo/tanklarıyla santral alanı (şekildeki gibi) dolmuş durumda. Reaktörlerin çevresindeki alan ancak 30-40 yılda temizlenebileceği ve bununla ilgili işlerin 100 milyar doları geçeceği belirtiliyor. Tepco şirketi santral alanının 2030 yılına kadar temizlenebileceğini planlıyor. Ancak bu arada olabilecek yeni bir deprem ve Tsunami tüm hesapları altüst edebilir uyarıları da yapılıyor.



Resimde görüldüğü gibi santral alanı radyoaktif atık torbalarıyla dolup taşıyor.

Santralin 10-20 km çevresi kazadan hemen sonra boşaltıldığından, Çernobil'deki durumun aksine insanlar gereksiz yere radyasyon dozu almadılar. Çernobil'de ise, kaza gizlendiğinden, ilk 3 günde yüksek iyot 131 dozu nedeniyle, daha sonraki yıllarda, çocuklarda tiroit kanseri ortaya çıktı. Fukushima kazasından hemen sonra bölgenin boşaltılması sonucu fazla radyasyon dozu alan ve radyasyondan ölen olmadı. Ancak evlerinden uzaklaşmak zorunda kalan bazı kişilerde depresyon ve travma nedeniyle ölenlerin 1000'i aştığı, bunların radyasyon travmasıyla öldüğü kanıtlanamasa da, medyada yer alıyor. Yerlerinden yurtlarından uzaklaştırılan halk, radyoaktif bulaşmayı, 'kendilerini evlerine sokmayan bir düşman' olarak görüyor diyor bir yazar.

Bu arada bazı yörelerde insanların tekrar evlerine dönmelerine izin veriliyor. Balıkçıların da ilk kez 25 Şubat 2017'de santraldan 7 km uzaklıktaki Ukeda Balıkçı limanındaki eski yerlerinde tekrar balıkçılığa başladığı medyada yer alıyor.

Öte yandan, bazı okulların çatılarındaki malzemede 15.000 Bq/kg düzeyinde fazla miktarda sezyum 137 (Cs 137) radyoaktivitesi ölçüldüğü açıklanıyor. Ülkedeki radyoaktif maddelerden temizleme ölçütü olan radyasyon doz hızı üst sınırı, 1 m yüksekteki ölçümler için, 23 mikroSv/saat olup çocuklarla ilgili yerlerde (okullarda, yuvalarda, oyun yerlerinde) bu üst sınır 50 cm yükseklikteki ölçümler için geçerlidir. Bazı kentlerde çocuklar için koruyucu bir önlem olarak, ölçüm yüksekliği hatta sadece 5 cm olup, 80 mikroSv/saat dolayına ulaşıldığında buraların temizlenmesi ya da malzemenin sıyrılıp alınıp götürülmesi gerekiyor.

Fukushima'nın 200 km yarıçaplı çevresindeki bilimsel çalışmalarda, araştırmacılar toprak örneklerinin analizlerini yaptıklarında, radyoaktif sezyum taneciklerinin ergimiş Silisyum dioksit (SiO₂) maddesiyle, bir cins kuarz camıyla kaplandığını gördüler. Aynı sonuç Tokyo'daki havalandırma filtrelerinden kazadan hemen sonraki günlerde alınan örneklerde de ortaya çıktı.

Japonya resmi kurumu, aylık raporlarla Uluslararası Atom Enerjisi Kurumunu (IAEA) bilgilendiriyor. Bu raporlarda, yeraltına sızıntılar, yeraltı suyundaki ve Pasifik Okyanusuna verilen sulardaki radyoaktivite ölçüm değerleri yer alıyor. Bu değerlerin izin verilen sınır değerleri aşmadığı açıklanıyor.

Bugüne kadar elde edilen bulgular ve özetle durum:

1. Fukushima bölgesinde Cs 134 ve Cs 137 en yoğun radyoizotoplar olmuştur.
2. Radyasyon dozunun oluşmasına en büyük katkı vücudun dıştan ışınlanmasından gelmiştir (20 mSv'den az).
3. Vücudun içten ışınlanması, sıkı besin kontrolleri nedeniyle önemsiz kaldı (besinlerde yapılmakta olan radyoaktivite ölçümleri ve kontroller uzun süre devam edecek).
4. Japonya'nın her yerinde Fukushima kaynaklı radyoizotoplar ölçülmüş ise de Fukushima bölgesi en çok etkilenen bölge oldu.
5. Uluslararası araştırmalar (WHO, UNSCEAR) ve santral alanının temizlenmesi, reaktörlerin soğutulması, reaktörlerin çevresine set çekilmesi, havalandırma, filtreleme ve yakın çevrede koruyucu önlemler alınması gibi daha bir dizi önlem, onarım, bakım ve arındırma çalışmaları 30-40 yıl sürecektir. Santralların 6'sı da ileride de çalıştırılmayacaktır.

Alınan derslerin ışığında, yüksek güvenli bir nükleer santral nasıl olmalı?

Fukushima kazasından alınan derslerin ışığında yüksek güvenli bir nükleer santralin teknik özellikleri şunlar olabilir:

1. Santral depreme daha dayanıklı olarak projelendirilip kurulmalı (örneğin bugüne kadar ölçülen en büyük deprem 7 büyüklüğündeyse, santral 8 büyüklüğüne göre projelendirilmeli)
2. Santrala verilen elektriğin kesilmesi durumunda, ivedi (acil) dizelli elektrik üreteçleri sorunsuz çalışacak şekilde projelendirilmeli ve en uygun yerlerde konuşlandırılmalı, (zemin altına konulmamalı)
3. Hidrojen gazı patlamalarının oluşmasını önleyecek sistem çalıştırılarak patlamalar ortaya çıkmamalı,

4. Nükleer yakıt maddesinin ergimesi durumunda reaktör kazanı (kabı) dıştan soğutularak çeliğin yapısı (sertliği) bozulmamalı ve böylelikle ergiyen yakıt kazan içinde kalmalı,
5. Çok yüksek sıcaklıkta reaktör kazanının delinmesi durumunda, kazanın altında yakıt tutma çanağı bulunmalı.
6. Santralda ivedi komuta merkezi ve simülatör bulunmalı personel önceden büyük bir kaza için eğitilmeli, ilgili tüm hazırlıklar ve kaza alıştırmaları yılda en az 2 kez yapılmalı.

Japonya’da Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı

Japon hükümeti, ülkedeki toplam 54 nükleer reaktörden, o gün çalışan, 43 reaktörü 11 Mart 2011 kazasından sonra durdurdu. Bugün Japonya’da sadece 3 reaktör çalışıyor. Japon hükümeti, tekrar işletmeye açılan bu reaktörlere ‘dünyanın en sıkı güvenlik önlemlerinin uygulandığını açıkladı. 22 reaktörün işletilmesi için yetkili kurumlara başvurulmuş olup bunlar için ilgili denetim ve yargı yolları aşılmaya çalışılıyor. Nükleer santrallerin durdurulmasıyla ortaya çıkan elektrik açığı ise, doğal enerji kaynakları olmayan Japonya’da, petrol ve doğal gazın dışardan satın alınmasıyla ‘termik elektrik santralleri’ yoluyla karşılanıyor. Fukuşima kazasından önce, Japonya’nın elektrik üretiminin %30’unu karşılayan nükleer enerjinin 2030 yılında %20’ye indirilmesini Japon hükümeti amaçlıyor.



2016 başında, protestolara rağmen, tekrar işletmeye açılan Kansai Electric Power Şirketinin Japonya Oi’bölgesindeki nükleer santrali (*Kepeco/Archivi*)

Nükleer santrallerin tekrar işletmeye açılmaması için Japonya’daki nükleer karşıtlar halktan destek buluyorlar. Japonya’da bugün yeni bir nükleer santralin yapımı ise sürüyor. Ancak artırılmış güvenlik önlemlerinin yerine getirilebilmesi için yapımı gecikiyor.

Sonuç

Büyük deprem ve Tsunami sonucu oluşan Fukuşima nükleer santral kazasında, reaktör ve yardımcı binalar hasar görmemiş, reaktörler deprem sinyali alırsa otomatik olarak durdurulmuş ancak santralda elektrik olmadığından reaktörler su basılarak soğutulamadığından büyük kaza ortaya çıkmıştır.

Doğrudan radyasyon ışınlamasıyla kimse ölmemiş olmasına rağmen, bu kaza iki büyük karayıkımla (felaketle) sonuçlanmıştır:

1. Fukuşima nükleer santrallerinin bulunduğu alandaki binaların ve bunların içindeki reaktörlerle, yakıt elemanlarıyla, pompalarıyla, su tanklarıyla, boru hatlarıyla ve her türlü yardımcı sistemleriyle birlikte temizlenmesi, büyük iş gücü ve 100 milyar usd'yi geçebilecek parayla ancak 30-40 yılda yapılabilecektir.
2. Santral bölgesinden 20-30 km uzaklıktaki bölge içinde bir çok yerleşim yeri, toprak ve binalar özellikle Cs137 radyoaktif maddesiyle bulaşmış, buralarda yaşayan halkın büyük bir bölümü yerlerinden, yurtlarından uzaklaştırılarak travmaya girmiş, hastalanmalar, ölümler, hatta intiharlar olmuştur. İnsanların tekrar evlerine dönmeleri, ancak oturdukları yerlerin radyoaktif maddelerden temizlenmesi ve kontrollerin yapıldıktan sonra sağlanabildiğinden, eve dönüşler çok yavaş ilerlemektedir.

Kaza her ne kadar deprem ve Tsunami sonucu ortaya çıkmış ise de, eğer santral 1970'de yapılırken ABD Atom Enerjisi uzmanlarının (– General Electric şirketinin yaptığı bu cins bir reaktör koruyucu kabı 'containment' büyük bir kazada ortaya çıkacak basınca dayanamaz ve çevreye radyoaktif maddeler yayılır şeklinde özetlenecek) olumsuz raporları ve yukarıda belirttiğimiz önerilen güvenlik önlemleri kazadan çok önce göz önüne alınsaydı (örneğin ivedi elektrik üreteçleri zemin altından, üst katlara çıkarılsaydı) Tsunami'ye rağmen bu kaza olmayacaktı. Bu nedenle kaza doğadan ve reaktör tekniğinin bozukluğundan değil, insan hatasından ya da gereken güvenlik önlemlerinin dikkate alınmamasından kaynaklanmıştır. Sonuç olarak bu kaza, tüm nükleer santraller için ders alınacak bir örnek olmuştur. Yeni nükleer santraller bu kazadan alınan derslere göre planlanmaktadır. Örneğin, Japonya'daki tüm nükleer santrallarda ivedi elektrik üreteçleri 2011'den sonra üst katlara çıkarılmıştır.

Birimler:

Becquerel: Radyoaktivite birimi: 1 Bq: Saniyede 1 atom çekirdeği bozunumu olup çok küçüktür.

Sievert (Sv): Radyasyon doz birimi olup 1 Sv= 1Joule/kg (Gama ve Beta ışınları için **Gray** birimiyle aynıdır). Aslında 1 Sievert'lik doz, günlük yaşamda çok küçük bir doz olmakla birlikte, hücrelere enerji aktarımında ise çok büyük etkisi olduğundan bunun binde biri olan miliSv (mSv) kullanılıyor. Örneğin 1 yılda vücudumuzun aldığı doğal radyasyon dozu ortalama olarak kişi başına 2,4 mSv'dir.

Kaynaklar:

1. Ülkemizde kurulacak nükleer santrallerle ilgili radyasyon güvenliği (FMO Teknik Raporu, Y.Atakan, 50 sayfa, www.fmo.org.tr)
2. Fukuşima kazasının 4.yılında durum (Bilim ve Gelecek dergisi Nisan 2015)
3. Radyasyon ve Sağlığımız kitabı: https://www.nobelkitap.com/kitap_113005_radyasyon-vesagligimiz.html (Nobel yayınları 2014, Y.Atakan)
4. <http://www.herkesebilimteknoloji.com/haberler/surdurulebilirlik/fukushima-kazasindan-5-yil-sonra-bugun-neler-biliyoruz>.

Not: Herkese Bilim Teknoloji dergisi portalında 05.03.2017 günü yayımlanan bu yazı, yazarın, daha çok okuyucuyla paylaşılması isteğiyle, portalımıza alınmıştır.