

Büyük deprem, Tsunami ve nükleer reaktörlerdeki patlamalardan 9 ay sonra

Fukuşima Nükleer Reaktörlerinde ve Çevrede Son Durum

Japonya'da 11 Mart 2011 günü gerçekleşen 9 büyüklüğündeki depremin hemen ardından Fukuşima nükleer reaktörlerinin çevredeki elektrik ağıyla bağlantısı kesildi. O gün çalışmakta olan altı reaktörden ilk üçündeki nükleer zincirleme tepkime, reaktörlerin hızla durdurulma sistemiyle kesildi. Depremin hemen ardından gelen Tsunami dalgaları santralın alt katlarında bulunan ivedi elektrik üreteçlerini işlemez duruma getirince, ısı yaymayı sürdüren reaktörlerdeki ve 'kullanılmış yakıt elemanları bekletme havuzları'ndaki nükleer yakıt elemanları bir süre soğutulamadı. Çalışan tek bir ivedi sistemle 5 ve 6 nolu reaktörler ancak soğutulabildi. Özetle deprem ve Tsunami sonucu ilk 4 reaktörün elektriksiz kalıp soğutulamaması, Fukuşima nükleer kazasını oluşturmuş oldu. Bu reaktörlerin yakıt elemanlarında farklı büyüklükte bozulma ve ergime oldu.

12-15 Mart günleri arasında ilk dört reaktörde bir dizi patlama oldu. Bunların hidrojen gazı patlaması olduğu açıklandı. Yakıt elemanları çubuklarının kılıflarındaki zirkonyumun çok yüksek sıcaklıkta reaktör soğutma suyuyla tepkimeye girmesiyle hidrojen gazı oluşuyor. Patlayabilen hidrojen gazı karışımının oluşmasını önlemek için bugün

bile ilk 3 reaktör binasında zorunlu önlemler alınıyor, örneğin binaların havasına azot gazı pompalanıyor. 5 ve 6 numaralı reaktörlerde ise reaktör binalarının çatısında delikler açılarak hidrojen gazı birikimi önleniyor.

Soğutma ve Temizleme Önlemleri

Bugüne kadar yapılan incelemelerden, ergiyen nükleer yakıt maddesinin ilk 3 reaktör kazanının dibinde toplandığı anlaşılıyor. 3 ve 4 numaralı reaktörlerdeki yakıt elemanları ile bu reaktörlerin depolama havuzlarındaki bazı yakıt elemanlarının bozulduğu sanılıyor. Reaktörler ve bekletme havuzları dışardan önce deniz suyuyla sonra çevre suyuyla soğutuluyor. Gerek soğutma suları gerekse binaları basan Tsunami suları radyoaktif maddelerle aşırı miktarda bulaşmış olduğundan binalarda yapılması gereken çalışmalar zorlaşıyor.

Radyoaktif maddelerle aşırı miktarda bulaşmış sular başlangıçta denize akıtıldı. Sonraları bu sular depolandı, sadece az radyoaktif sular denize salındı.

Denize ulaşan radyoaktif maddeler

Japon yetkililerin açıklamasına göre toplam 5 milyon Giga Becquerel (5×10^{15} Bq) dolayında iyot 131, sezyum 134 ve sezyum 137 radyoaktivitesinin denize ulaştığı kestiriliyor (*). Bu arada, sulardaki radyoaktif maddeleri arıtma sistemleri çalışmaya başladı. Böylelikle bina içlerinde eskisi gibi aşırı radyoaktif suların birikmemesine çalışılıyor ve radyoaktif maddelerden oldukça arındırılmış sularla reaktörlerin soğutulması sağlanıyor.

Havaya ulaşan radyoaktif maddeler

Japon yetkililer, Haziran 2011'de reaktörlerin çevredeki havaya $1,5 \times 10^{16}$ Bq Cs 137 radyoaktivitesi yaydığını açıkladı. Bu değer, Çernobil'den salınanın dörtte biri kadar.

Öte yandan, Norveçli araştırmacıların önderliğinde yapılan ve yeni yayımlanan uluslararası bir bilimsel araştırma raporunda Fukuşimadan bunun iki katından daha çok Cs 137'nin çevreye salındığı açıklanıyor ki bu miktar Çernobil'dekinin yarısı kadar. Çevreye salınan Xe 133 miktarı ise bu yeni çalışmaya göre Çernobil'dekinden de fazla. Ancak, asal gaz olan Xe 133, vücutta birikmiyor. Öte yandan, bu yeni araştırmanın bilimsel yöntemi ve sonuçları henüz ilgili otoritelerce incelenip onaylanmış değil.

Fukuşima reaktörlerindeki son durum (31 Ekim-17 Kasım 2011)

Deprem sonrası ilk 3 reaktörde ve 4. reaktörün kullanılmış yakıt elemanları bekletme havuzlarında kesilen soğutma, sonradan sağlanan sistemlerle Ekim sonunda da azaltılmadan sürüyor. Reaktörlere, saatte 4 ile 11 m³ arasında soğutma suyu basılıyor. Reaktör kazan silindiri içindeki sıcaklık 68 °C ile 78 °C arasında. Kullanılmış yakıt elemanları bekletme havuzlarındaki sıcaklık ise 24 °C ile 34 °C dolayında.

Santral binalarında toplam 93.000 ton su radyoaktif maddelerle aşırı oranda bulaşmış durumda. Bulaşmış suların 17.000 tonu yakıt maddesi tekrar kazanım binasında. Bugüne kadar 140.000 ton su radyoaktif maddelerden oldukça arındırıldı.

Reaktörleri işleten Tokyo Electric Power Company (TEPCO) yayımladığı bir bildiriyle 2 Kasım 2011 günü 2 numaralı reaktörün güvenlik zırhı içindeki havadan alınan örnekte radyoaktif asal gazlardan ksenon izotoplarının (Xe 133 ve Xe 135) çok az da olsa bulunduğunu açıkladı. Uranyumun reaktörde bölünmesiyle (filyon) oluşan bu izotopların yarılanma süreleri sırasıyla 5 gün ve 9 saat. Bu izotopların ortaya çıkışını TEPCO, ergiyen yakıt elemanlarında geçici olarak gerçekleşen yüksek miktardaki nükleer bölünmeler olabileceği şeklinde yorumluyor. Ancak, hem Japon yetkililer hem de Zürih ETH enstitüsü bunun pek önemli olmadığını açıkladı. Koruyucu önlem olarak soğutma suyu borik asit konmuştur. Reaktörde sıcaklık ve basınç değişimi olmadığı, reaktörün soğutmasının planlandığı gibi sürdürüldüğü açıklandı. Reaktörün bu yıl sonunda iyice soğutulmuş olması bekleniyor.





Radyasyon doz hızları santral alanının dış duvarında (çitinde) saatte 4 mikroSievert ile santralin içinde saatte 300 mikroSievert arasında değişiyor.

Hasar gören reaktör binaları üstten kapatılıyor. Geçici bir çelik iskeleyle geçirilen plastik çadırlar, havalandırma sistemleri ve filtrelerle çevreye radyoaktif madde salınması azaltılacak.

Ekim 2011 sonunda, 1 numaralı reaktör binasının üstten kapatılma işlemi bitirildi.

Bugün Fukuşimada reaktörlerin tümü artık dış elektrik ağından besleniyor.

Besinlerdeki radyoaktif madde ölçümleri (Ekim-Kasım 2011)

Çevreden toplanan 3585 sebze, meyve, et, süt ve balık gibi besin maddeleri örneklerinde radyoaktif maddeler ölçülmüş, bunların % 99'unda Cs 134, Cs 137 ve I 131 radyoizotopları ya bulunamamış ya da ölçü sonuçları sınır değerlerin altında kalmıştır. 30 besin örneğinde (bazı et, balık ve mantar örneklerinde) Cs 134 ve Cs 137 sınır değerlerinin aşıldığı belirlenmiştir. Japon hükümet sözcüsünün 17 Kasım 2011 günü yaptığı açıklamaya göre ilk kez Fukuşima'nın Onami yöresi kaynaklı pirinçte Cs 137 sınır değeri olan 500 Bq/kg, ölçülen 630 Bq/kg ile aşılmış ve bu ürünün halka ulaşması yasaklanmıştır.

Çevredeki Kirlenme ve Santral Personelindeki Radyasyon Dozları

Fukuşima nükleer santrallerinin 20 km yarı çapındaki çevresi boşaltıldı ve başka güvenlik önlemleri de alındı. Santralin kuzey batı yöresindeki bir miktar arazi radyoaktif maddelerle kirlendiği için gerektiğinde boşaltılmak üzere hazırlandı. Santral alanında, bulunulan yere ve zamana göre değişen, saatte birkaç yüz miliSievert'lik dozlar ölçülüyor. Yüksek doz hızları, kablo kanallarında toplanan sular nedeniyle oralarda da görülüyor. Temmuz sonunda bir havalandırma filtresinde ve bina içinde bazı yerlerde 10.000 miliSievert'lik (=10 Sievert) yüksek doz hızları ölçülmüştür (**).

Bugüne kadar elde edilen bilgilere dayanarak Fukuşima nükleer santrallerinde çalışan 15.000 kadar işçiden 111'inin 100 Milisievert'ten (mSv) daha çok radyasyon dozu aldığı belirlenmiştir. Bu doz, topluluk (kitle) ışınlamalarında kanser riskini % 1 kadar artırıyor. Kaza durumlarında çevreyi ve halkı daha büyük yıkımlara karşı koruma önlemlerinin alınmasını sağlamak amacıyla bir işçinin alabileceği doz sınırı 14 Mart 2011 günü 250 mSv değerine yükseltilmiştir. Bugüne kadar Fukuşimada bu 250 mSv'lik doz sadece 6 radyasyon işçisi aşmıştır. Kişi başına düşen radyasyon dozunu azaltmak amacıyla işçi sayısı artırılırken, bunların santrallerin yüksek radyasyonlu yerlerinde çalışma süre-

leri kısaltılmıştır. Ani radyasyon ışınlamalarında deride kızarma ancak 500 mSv'den daha büyük dozlarda görülmektedir. Önce kaybolduğu bildirilen 2 işçi sonradan (2 Nisan 2011 günü) ölü olarak bulunmuştur. Ancak bu iki işçinin radyasyon dozu sonucu değil, su baskınında öldüğü belirlenmiştir.

Çevrenin radyoaktif maddelerle buluşmasından ve buralarda yetişecek sebze, meyve ve balıkların yenmesinden oluşacak düşük düzeydeki ek radyasyon dozunun, alınacak koruyucu önlemler de göz önüne alındığında, ilerde de genellikle halkın sürekli maruz kalmakta olduğu doğal radyasyon dozlarının ve ülkelerin sınır değerlerinin altında kalması beklenir. Buna rağmen yukarıda açıklandığı gibi Japonya'da seyrek de olsa bazı besinlerde (özellikle balık ve mantarlarda) daha yüksek düzeyde radyoaktivite (özellikle sezyum radyoaktivitesi) görülebileceğinden yapılmakta olan radyoaktivite ölçümlerinin daha çok uzun süre devam edeceği doğal.

(*) 1 Becquerel (Bq) : Saniyede 1 parçalanma gösteren radyoaktif madde miktarı

(**) 1 Sv (Sievert): Vücutun soğurduğu radyasyon dozu birimi. 1 Sievert, gama ve beta ışınları için, vücutun kg'ı başına 1 Joule'luk enerji soğurumuna eşdeğerdir. Bunun binde biri de 1 mSv'dir. Daha ayrıntılı bilgi için bkz.:

<http://www.bilimania.com/haber/328/radyasyon-vucudu-nasil-etkiliyor>

Kaynaklar

Almanya Radyasyondan Korunma Kurulu'nun (Bundesamt für Strahlenschutz) raporları Uluslararası Atom Enerjisi yayınları (IAEA), Fukushima Status Report, 10 Kasım 2011. Stohl, A. ve ark., *Atmos. Chem. Phys. Discuss.* 11, 28319-28394, 2011. Xenon-133 and caesium-137 releases into the atmosphere from the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant: determination of the source term, atmospheric dispersion and deposition