

JAPON NÜKLEER REAKTÖRLERİNDE YANLIŞ GİDEN NEYDİ?*

Eliza Strickland

Dünyanın gözü, Japon Fukushima Dai-1 nükleer enerji santraline ve çalışanlarının nükleer reaktörleri dengede tutmak adına verdikleri ümitsiz çabaya çevrilmişti. 11 Mart Depremi'ni ve Tsunami'yi izleyen günlerde patlamalar ilk olarak 1 No'lu ve 3 No'lu reaktörlerin bulunduğu binalarda olmuştu ve akabinde 2 No'lu Reaktör binasında zorlu sorunlar baş gösterdi. Deprem sırasında kapatılan 4 No'lu Reaktör'ün bulunduğu binadaki yangınlar, atık nükleer yakıtla ilgili bir dizi yeni endişeye yol açtı.

Nükleer krizin ilk haftası sona ermek üzereyken, atık yakıt birincil güvenlik konusu haline gelmişti. İkinci hafta, santral işletmecilerinin santrali elektrik şebekesine yeniden bağlamaya ve soğutma sistemini tekrar işler hale getirmeye çalışmaları gibi gelişme işaretleri görünmüştü. Ama üç çalışanın radyoaktif suya maruz kaldığı kaza, devam eden tehlikeyi gösterdi ve santrali istikrarlı tutmak ile temizleme işleminin uzun ve zahmetli bir iş olacağını netleştirdi. Üçüncü haftada, reaktör binalarının dışındaki yüksek derecede radyoaktif suyun varlığına dair bulgular, kirlenmenin yayılmakta olduğunu gösterdi.

30 Mart'ta, Tokyo Elektrik Enerji Şirketi (TEPCO), aşıkâr olanı teyit etti ve santral reaktörlerinden en az dördünün asla çalışamayacağını ilan etti. 17 Nisan'da, TEPCO, nihayet "santrali 9 ay içinde dengeleyecek ve radyoaktif sızıntının çoğunu durdurabilecek" bir "onarım yol haritası" duyurdu. Bir an için haber döngüsünde geri gidelim ve hem Fukushima Dai-1 Santral'i'nin nasıl çalışması gerektiğini hem de 11 Mart Cuma günü meydana gelen depremi takiben neyin yolunda gitmediğine bir göz atalım.



Kaynar Sulu Reaktör Nasıl Çalışır?

Fukushima Dai-1, TEPCO için elektrik üretmek amacıyla altı adet kaynar sulu reaktörü kullanır. Deprem anında üç reaktör aktifti ve üçü ise rutin bakım için kapalıydı.

Nükleer yakıtın bulunduğu, kaynar sulu reaktörün kalbiyle başlayalım. Fukushima Dai-1 reaktörlerinin çoğunda radyoaktif elementi uranyum, nükleer fisyon tepkimesinin kaynağıdır: Uranyum izotopu U-235'teki bir atom daha küçük parçalara bölündüğünde, enerji ve nötron üretir. Yeteri büyüklükte uranyum yakıtı bir araya getirildiği zaman, dışarı saçılmış olan nötronlar başka uranyum atomlarına yapışır ve sırayla onların da bölünmesine yol açarak, kendi kendine devam eden zincirleme tepkime başlar. Fisyon tepkimesinden doğan enerji, suyu buhar olana dek kaynatmakta kullanılır ki bu buhar elektrik üretmek için türbinleri çevirir.

Uranyum taneleri, bir zirkonyum alaşımından yapılmış olan uzun, dar yakıt çubuklarında muhafaza edilir. Basınç kazanı denilen, reaktörün en içindeki haznede bu yakıt çubuklarının binlercesi vardır. Basınç kazanı içindeki su, yakıt çubuklarının aşırı ısınmasını önlerken, aynı zamanda türbinler için buhar üretir.

Basınç kazanı, birincil muhafaza kazanı denilen koruyucu bir çelik kabukla kapatılmıştır. Bu muhafaza kazanını daire içine alan zemin, simit (torus) diye adlandırılan bir donat (halka şeklinde çörek) biçimindeki yapıdır. Bu simit, bir güvenlik işlevi görür: Basınç kazanındaki basınç aşırı yükselirse; işletmeciler, buharı bir dizi boşaltma vanasıyla simite yönlendirebilirler. (Torus, Fukushima'nın 2 No'lu Reaktör binasında oluşan problemi açıklarken, önem kazanacaktır.)

* IEEE Spectrum Dergisi'nin İnternet Sitesi'nde yer alan ve en son 13 Mayıs 2011 tarihinde güncellenmiş olan Fukushima Felaketi'ne gelişmelerin gün gün aktarıldığı makaleden çevrilmiştir. <http://spectrum.ieee.org/tech-talk/energy/nuclear/explainer-what-went-wrong-in-japans-nuclear-reactors>

Birincil muhafaza kazanı ve torus, muazzam bir çelik ve betondan kutu şeklindeki ikincil koruyucu yapı tarafından kaplanmıştır. Bu koruyucu yapı, atık nükleer yakıtın, devir daim olan su içinde soğuk tutulduğu bir depolama havuzunu da barındırır. Bu su, halen radyoaktif olan atık yakıtı aşırı ısınmaya ve erimeye karşı korur; aynı zamanda radyasyonun atmosfere ulaşmasını da engeller. Depolama havuzu birincil muhafaza kazanının üzerindedir; çünkü atık yakıt demetleri reaktörün en üstünden çıkarılır ve su kanalları aracılığıyla süreç boyunca soğuk tutmak için havuza transfer edilir. Fukushima Dai-1'deki depolama havuzları söylendiğine göre 14 metre derinliğindedir; 4 metre uzunluğundaki atık yakıt demetleri havuzun dibine çöker.

Ne Yanlış Gitti?

9 şiddetindeki deprem 11 Mart Cuma günü kıyıyı vurduğunda, Japonya'nın kuzey doğu sahilindeki Fukushima Dai-1 Santrali çok hasar görmedi ve acil durum kapatma prosedürleri yürürlüğe girdi. İlk aşama iyiydi: Nükleer fisyon zincirleme reaksiyonunu durdurmak için, nötron emme özellikleri bulunan kontrol çubukları yakıt çubuklarının arasına yerleştirildi.

Ama fisyon reaksiyonu durma noktasına gelmesine rağmen, tehlike aşılamadı. Reaktör artık aktif olmamasına rağmen, önceki fisyon reaksiyonlarının radyoaktif yan ürünleri basınç kazanlarının içinde ısı üretmeye devam etti. Bu yüzden soğutma sistemlerinin, soğuk suyun devir daim yapması ve buharın nakledilmesi için işlemesi gerekiyordu. Ama depremin hemen ardından oluşan tsunami, sahilde bulunan tesisi batırdı ve Fukushima Dai-1'in soğutma mekanizmalarını çalıştıran jeneratörler ile enerji sistemlerine hasar verdi. İşte o zaman kötüye gidiş başladı.

1 No'lu Reaktör

Santral işletmecileri telaşla yeni jeneratörleri ve batarya ile çalışan yedekleme sistemlerini açtılar; ama görüntüye göre bu hamle de kısa süre önce aktif olan reaktörlerin ısınmasını önleyemedi. 12 Mart'ta, basınç kazanı içindeki yüksek sıcaklıklar haznenin içindeki suyun çoğunu buharlaştırdığında, ilk sorun 1 No'lu Reaktör'de oluştu. Su seviyesi düşünce, zirkonyum alaşımından yakıt çubukları, hidrojen gazı üretmek üzere buharla ve diğer gazlarla tepkimeye girdiler.

İç haznedeki basınç, tehlikeli derecede yüksek seviyelere ulaşınca; işletmeciler, buharı (bazı radyoaktif elementler içeren), ilk önce birincil muhafaza kazanına sonra da ikincil koruyucu yapıya yönlendirmeye karar verdiler. Ama yanıcı hidrojen gazının ikincil koruyucu yapı içinde oksijenle tepkimeye girmiş olduğu görülmektedir ki bu çatıyı binadan söküp fırlatan bir patlamaya yol açmıştır. Bu patlama, bazı radyoaktif materyalleri açığa çıkarmıştır; birincil muhafaza kazanının zarar görüp görmediği belli değildir.

O ilk birkaç gün içinde reaktörün içindeki aşırı derecedeki yüksek sıcaklığın, zirkonyum alaşımli yakıt çubuklarının parçalarını ve bazı uranyum tanelerini kendi kendine erittiğine inanılmaktadır. Bu ciddi bir kaygıdır; çünkü erimiş uranyum aşağı damlayabilir ve basınç haznesinin dibinde bir araya gelebilir. Eğer yeterli miktarda bir araya gelirse, haznenin çelik tabanını aşındırabilir ve birincil muhafaza kazanına sızabilir. Zamanla, koruyucu yapının kalın beton tabanını dahi aşındırabilir. Bu en kötü senaryo, yaygın şekliyle "nükleer erime" olarak adlandırılır. Ayrıca yakıtın toplanma ve kendi kendini sürdürebilen zincirleme bir tepkimeyi bir anda yeniden ateşleme tehlikesi bulunmaktadır.



1 No'lu Reaktör binasındaki hidrojen patlamasının ardından santral işletmecileri, reaktörü soğuk tutma ve daha başka patlamaları engelleme çabası içinde reaktöre deniz suyu pompaladılar. Aşındırıcı etkiye sahip tuzlu su, reaktörün gelecekte kullanımını uygunsuz hale getirmiştir. 25 Mart'ta, TEPCO yetkilileri, tuzlu suyun pompalama malzemelerini çürütebileceği ve arızaya yol açabileceği endişesinden dolayı, pompalama sistemini yeniden tatlı suyla döndürmeye başladılar.

29 Mart'ta, TEPCO yetkilileri, 1 No'lu Reaktör binasının dışında radyoaktif su bulunduğunu açıkladılar.

5 Nisan'a kadar, 1 No'lu Reaktör'deki su sıcaklığı düşmeye başlamıştı; bu durum reaktörün istikrarlı bir "soğuyarak kapanma" yolunda olduğuna dair ümitler uyandırmıştı. Ama çok geçmeden bir başka sorun baş gösterdi: 6 Nisan'da, TEPCO, hidrojen gazının birincil muhafaza kazanında yeniden birikmekte olduğunu açıklamıştı. Bu durum hidrojenin oksijenle tepkimeye gireceği ve başka bir patlamaya yol açacağı ihtimalini artırıyordu. Bir başka kazayı önlemek için, TEPCO çalışanları, hidrojen yoğunlaşmasını incelemek üzere muhafaza kazanına nitrojen gazı enjekte etmeye başladılar. Periyodik nitrojen enjeksiyonları Nisan ve Mayıs boyunca devam etti.

Mayıs'ın başında, çalışanlar, radyoaktif elementleri ortadan kaldıracak ve çalışma şartlarını daha güvenli hale getirecek hava filtreleme ekipmanını kurmak için depremden bu yana ilk defa reaktör binasına girdiler. Bu işleme rağmen, radyasyon seviyeleri 1 No'lu reaktör binasının bazı bölümlerinde çok yüksek kaldı. O zamandan bu yana, çalışanlar, şartları değerlendirmek ve görüntüleme ekipmanı takmak için tekrar tekrar binaya girdiler.

12 Mayıs'ta, TEPCO gerçekten 1 No'lu Reaktör'de yakıt çubuğu erimesinin meydana geldiğini doğruladı. Bu duyuru şirketin su göstergesi okuma analizlerine dayanıyordu. Bu analizler basınç kazanındaki su seviyesinin yakıt çubuklarının normal konumunun aşağısına inmiş olduğunu gösterdi; bu da yakıt çubuklarının kısmen ya da tamamen açığa çıkmış olduğunu gündeme getirmektedir. Bu durum, bir TEPCO yetkilisinin, yakıt çubuklarının en azından kısmen, büyük olasılıkla erimiş olduğunu açıklamasına yol açtı ve erimiş yakıtın "reaktörün dibine düştüğü, bu yüzden 1 No'lu Reaktör'ün nükleer erime halinde olduğu söylenebilir."

TEPCO yetkilisi, eriyen yakıtın, basınç kazanının tabanına zarar vermiş olabileceğini ve radyoaktif suyun birincil muhafaza kazanının içine sızmasına olanak tanıyabileceğini ifade ederek sözlerine devam etmiştir. Birincil muhafaza kazanındaki sızıntıların kirlenmiş suyun binanın diğer bölümlerine ulaşmasına da izin vermesi olasıdır. İyi haber şu ki; kazandaki sıcaklık göreceli bir şekilde düşmüş ve durağan hale gelmiş olduğu için, eriyen yakıtın basınç

kazanının tabanındaki su tarafından soğutulmuş olduğu düşünülmektedir. Ve eriyen yakıtın, bir nükleer zincir tepkimede yeniden ateşlendiğine dair hiçbir işaret yoktur.

3 No'lu Reaktör

1 No'lu binada patlamaya yol açan buna benzer olaylar zinciri, 14 Mart sabahı 3 No'lu Reaktör Binası'nın çatısını yerinden söktü. İşletmeciler, o binada zaten basınç kazanını soğutmak için deniz suyu pompalama çaresine başvurmuşlardı; ama ne sıcaklıktaki yükselmeyi ve basınç artışını ne de hidrojen patlamasını önleyebildiler.

TEPCO yetkilileri, başlangıçta 3 No'lu Reaktör'de birincil muhafaza kazanının hasar görmediğini söylediler. Ama 16 Mart'ta, gerçekte birincil kazanın patlama sonucunda çatladığı korkularını uyandıran beyaz buharlar yükselmeye başladı. Eğer buhar, birincil muhafaza kazanından sızıyorsa, radyasyon kirliliği muhtemeldir. 3 No'lu Reaktör'deki birincil muhafaza kazanının durumuyla ilgili halen hiçbir açıklama yapılmamakla birlikte, hasar olduğundan şüpheleniliyor.

17 Mart sabahında, 3 No'lu Reaktör binasında bu kez atık yakıt havuzunda yeni sorunlar baş gösterdi. Genel açıklamalara göre havuz ısısının artması, suyun bir kısmının buharlaşmasına ve atık yakıt çubuklarının havayla temas etmesi olasılığına neden olmuş. Bu temas çubukların daha da ısınmasına ve nükleer yakıt içinde erimenin başlamasına neden olacaktı ki bu da salınan radyasyon miktarını artıracaktı. Depolama havuzunu serin tutması amaçlanan su devir daim sistemi çalışmadığı için, TEPCO büyük (su) tabancalarını devreye soktu.

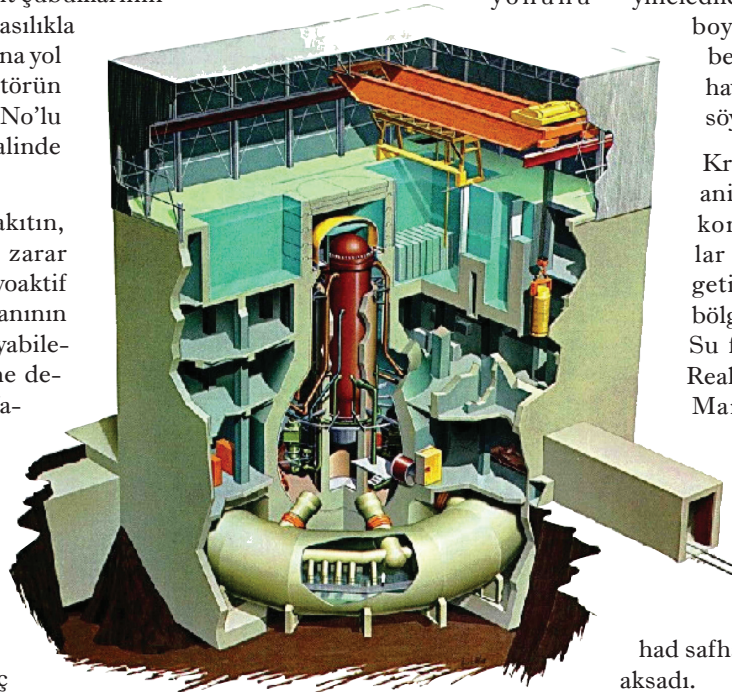
17 Mart'ta, bina üzerinde iki helikopter uçarak, 3 No'lu binaya su boşalttı. Günün ilerleyen saatlerinde, polis kamyonları, binaya su püskürtmek için su topları (tazyikli su fişkırtma aracı) kullandılar, ama başarıları sınırlı kaldı. En sonunda, Japon Ordusu kendisine ait olan, söylendiği kadarıyla 30 dakika içinde 30 ton suyu 3 No'lu binaya boşaltan su fişkırtma kamyonlarını gönderdi. 18 Mart'ta, askeri kamyonlar, 3 No'lu binaya 45 ton su boşaltarak su fişkırtma operasyonunu yinelediler. TEPCO, ordunun vazifesi

boyunca dalga dalga yükselen beyaz buharın; suyun, atık yakıt havuzuna ulaştığını gösterdiğini söyledi.

Kriz süresince, radyasyondaki ani yükseliş, santralin korumalı kontrol odalarındaki çalışanlar için durumu tehlikeli hale getirdi ve dışarıdaki personelin bölgeye yaklaşmasını zorlaştırdı. Su fişkırtma kamyonları 3 No'lu Reaktör'e ve atık yakıt havuzuna, Mart ve Nisan ayları boyunca

bir dizi operasyon kapsamında su pompalamaya devam ettiler; radyasyon seviyeleri geçici olarak yükseldiğinde ya da binadan yayılan dumanlar açıklanamayan bir şekilde

had safhaya ulaştığı zaman, çalışmalar aksadı.



Krizin ikinci haftasında, TEPCO, santrali elektrik şebekesine yeniden bağlamaya çalıştı; böylece santralin soğutma sistemleri yeniden aktif hale gelebilecekti. 22 Mart'ta, şirket, 3 No'lu binaya yeniden enerji vermeye hazır olduğunu ve en kısa sürede diğer binaların da aydınlatma ve cihazların çalışması için gerekli enerjiye sahip olacaklarını açıkladı. Ümit dolu bu haberin hemen ardından, ne yazık ki, 3 No'lu binada korkunç bir kaza meydana geldi. 24 Mart'ta, üç taşeron işçisi 3 No'lu reaktörün arkasındaki türbin binasında elektrik kablolarını çekmek için su içinde çalışıyorlarken, radyasyon alarmlarının bozulduğunu fark ettiler. Çok geçmeden içinde çalıştıkları suyun yüksek radyasyon içerdiği ve adamlardan ikisinin koruyucu kıyafetlerinden sızan bu suya maruz kaldıkları anlaşıldı. Radyasyona maruz kalan işçiler, tedavi altına alındıkları hastaneden 28 Mart'ta taburcu oldular.

Japon Nükleer ve Endüstriyel Güvenlik Ajansı yetkilileri, radyoaktif suyun 3 No'lu Reaktör'deki bir soruna işaret ettiğini söylediler. Yetkililer, birincil muhafaza kazanın sızdırıyor olabileceğini; ama diğer uzmanlar ise reaktör su devir daim sistemindeki bir boru ya da vananın çatlamış olma ihtimalinin daha fazla olduğunu söylediler. İşçilerin geçirdiği kazanın ardından, birçok reaktör binasının dışında sızmış daha fazla radyoaktif su bulundu.

TEPCO yetkilileri 3 No'lu reaktöre ilişkin olarak özellikle kaygılıydılar; çünkü o santralin altı reaktörü içinde, uranyum ve plutonyum karışımı yakıt kullanan tek reaktördü. Bu "karışık oksit yakıt", tehlikeli radyoaktif materyaller üretebilir.

28 Mart'ta TEPCO yetkilileri, santral çevresinden alınan beş toprak numunesinde plutonyum tespit edildiğini; ama seviyesinin çok düşük olduğunu ve insan sağlığına bir tehdit gibi görünmediğini beyan ettiler. Plutonyumun bileşimi, onun nükleer bir reaktörden geldiğini akla getirdi. Yine de plutonyumun 3 No'lu Reaktör'den geldiği kesinleştirilemedi, çünkü sadece uranyum yakıtı kullanan reaktörler de nükleer fisyon tepkimesinin bir yan ürünü olarak biraz plutonyum üretirler.

2 No'lu Reaktör

2 No'lu Reaktör binasında 15 Mart sabahı meydana gelen patlama, önceki iki patlamadan daha ciddiymiş gibi göründü; çünkü o birincil muhafaza kazanın dahil olduğunun kesinleştiği ilk patlamaydı.

Kaza, işletmeciler, basınç kazanına –sınırlı bir başarı sağlasa da- deniz suyu pompalamaya çalışırken oldu. Raporlara göre, buharın çıkması ve basıncı azaltacak menfezler sınıksız kapalıydı ve kazan içindeki yüksek basınç deniz suyunun enjeksiyonunu önledi. Kazandaki su seviyesi inatla düşük kaldığı için, söylendiğine göre, yakıt çubukları altı buçuk saat boyunca bütünüyle havayla temas etmişti. Patlamadan çok kısa bir süre sonra, 2 No'lu Reaktör'deki krizle ilgili yorum yapan TEPCO "Yakıt çubuklarının eridiği ihtimalinin inkâr edilemeyeceğini" açıkladı. Daha sonra, nükleer alandaki uluslararası yetkililer, 2 No'lu Reaktör'deki yakıtın yaklaşık yüzde 33'ünün eridiğini tahmin ettiler.

2 No'lu Reaktör binasındaki patlamanın, işletmecilerin basınç kazanındaki basıncı serbest bırakmak için yapının içerisine buhar verdikleri sırada, torusta gerçekleştiği düşünülüyordu. Hidrojenin, birincil muhafaza kazanına zarar vererek, torus içerisinde patladığı düşünülüyor. Burada çift

problem vardır: 2 No'lu Reaktör'deki uranyum yakıt tanelerinin erimesi, basınç kazanındaki buharı ve suyu radyoaktif materyalle kirletti. Ve birincil muhafaza kazanında oluşan hasar, kirlenmiş suyun basınç kazanının ötesine yayılmasına yol açtı.

17 Mart'ta, TEPCO çalışanları santrali elektrik şebekesine bağlamak için kolları sıvadılar; depremden bu yana enerji istasyonu, yedek jeneratörlere ve bataryalara bağlı durumdaydı. 21 Mart'ta, TEPCO 2 No'lu Reaktör binasına kısmi enerji verdi ve işçiler binanın soğutma sistemini yeniden işler hale getirmek için çalışmayı sürdürdüler.

27 Mart'ta, TEPCO yetkilileri 2 No'lu Reaktör binasının dışında yüksek derecede radyoaktif su bulduklarını açıkladılar.

Radyoaktif Su Sızıntısı

24 Mart'ta 3 çalışanı radyoaktif suya maruz bırakan kazayı takiben TEPCO yetkilileri daha fazla radyoaktif su olup olmadığını araştırmaya başladılar ve buldular. 1, 2 ve 3. reaktör binalarının arkasındaki türbin binalarında kirlenmiş su birikintileri bulundu. En tehlikeli radyoaktif su ise, 2 No'lu Reaktör'ün etrafındaki binalardaydı. Bu keşif, bütün binaların soğutma sistemlerindeki onarım çalışmalarını karıştırdı ve ayrıca suyun kaynağını tespit etmek ve yayılmasını önlemek için hummalı bir çaba başlattı.

Sudaki yüksek radyasyon seviyesi, kısa yarı ömürlü radyoaktif atomların hızlı dağılması yüzündendir. Bu da atık yakıt havuzlarından değil, (havuzlarda bu dağılma zaten gerçekleşmiş olurdu), reaktör sistemlerinden suyun geldiğini gösterir. Santral işletmecileri, reaktörleri soğuk tutmak için su pompalamayı sürdürmeleri gerektiği sürece radyoaktif su birikmeye devam edecektir.

İşçilerin başına gelen kazadan sonraki hafta sonu, TEPCO, radyoaktif suya yer açmak için su depolama tanklarını boşaltmaya uğraştı. Ama 28 Mart'a kadar, durum kötüleşmeye devam etti. TEPCO yetkilileri, reaktör binaları etrafındaki kablo ve boruları barındıran beton tünellerde radyoaktif su bulunduğunu açıkladılar.

4 Nisan Pazartesi günü, TEPCO, düşük seviyelerde radyoaktif iyot bulaşmış olan 11 bin 500 ton suyu, türbin binalarından gelen yüksek seviyede radyoaktif suya yer açmak için Pasifik Okyanusu'na boşaltmaya başladı. TEPCO'nun tahliye ettiği atık su yasal radyasyon limitinin yaklaşık 100 katı iken, umutsuzca depolaması gereken su yaklaşık 10 bin katı kirliydi.

Radyoaktif suyun bilerek boşaltılması okyanus kirliliğinin tek kaynağı değildi. TEPCO, 2 No'lu Reaktör'ün yakınlarında denize radyoaktif su akıtan bir sızıntıyı önlemek için çok çabaladı. Başarısızlıkla sonuçlanan birkaç günlük çabadan sonra, TEPCO en sonunda, zemine 6 bin litre likit cam enjekte ederek sızıntıyı 6 Nisan'da tıkadı.

4, 5 ve 6 No'lu Reaktörler

Bu üç reaktör deprem anında devre dışıydı; ama yine de bir endişe kaynağı oldular. 15 ve 16 Mart'ta 4 No'lu Reaktör'de yangın çıktı ve TEPCO yetkilileri diğer iki binada da yangın olasılığından endişelendiler.

Bu üç bina içerisinde, atık yakıt, soğuk kalması amacıyla su dolu tanklarda depolanır. 4 No'lu Reaktör binasında,

söylenildiğine göre su sıcaklığı 40°C'tan 84°C'a kadar yükseldi. Yakıt çubuklarının aşırı ısındığı; zirkonyum alaşım kaplamasının kısmen erimesine ve su ya da buharla tepkimeye girmesine yol açtığı ihtimali vardı. Bu da bir patlamanın kıvılcımını ateşleyecek parlayıcı hidrojen gazı üretebilirdi. Raporlara göre; 4 No'lu binada yanmakta olan asıl madde, depolama havuzunun yanındaki makinelerde kullanılan motor yağıydı.

4 No'lu binadaki yangın çabucak söndü; ama üç binanın hepsinde de atık yakıtın aşırı ısındığı endişeleri günlerce sürdü. 4 No'lu binadaki yangından çıkan dumanlar, reaktör etrafındaki radyasyon düzeyinin dramatik bir şekilde –ama geçici olarak– arttığını düşündürüyordu, bu yüzden işletmeciler daha fazla tutuşmaya engel olmak için çabalıyordu.

Alevlerin önü alındığı için Japon acil durum müdahale ekipleri 4 No'lu binadan gözlerini uzaklaştırdıkları, ABD'deki nükleer mühendisler ve yetkililerin raporları bu binaya yüksek öncelik verilmesini öneriyordu. 17 Mart'ta, ABD Nükleer Düzenleme Kurulu'nun başkanı, Temsilciler Meclisi'nin bir komitesine 4 No'lu binanın depolama havuzunun bütün suyu bitmiş olduğu için atık yakıtın havayla temas ettiğini söyledi. 18 Mart'ta, Los Angeles Times Gazetesi, 4 No'lu havuzun deprem sırasında çatladığını ya da yarıldığını ve bunun da suyu boşalmasına yol açtığını yazdı. Fakat TEPCO yetkilileri bu ifadeleri yalanladılar.

Su fıskırtan kamyonları 4 No'lu binaya 20 Mart'tan başlamak üzere periyodik olarak su pompaladılar. 22 Mart'ta, TEPCO binanın şebekeye yeniden bağlandığını ve binaya enerji verildiğini açıkladı. 5 ve 6 No'lu binalardaki depolama havuzları,

depremden sonra yaklaşık bir hafta kadar ısınmaya devam etti; ama 22 Mart itibarıyla normale yakın sıcaklıklara geri döndüler. Artık bir tehdit olarak görülüyorlar.

Vatandaşların Sağlık Endişeleri

Japon Hükümeti, krizin başında, Fukuşima Dai-1'in 20 km etrafında yaşayan tüm bölge sakinlerini tahliye etti ve santralin 20 ile 30 km yakınında yaşayanlara da evlerinde kalmaları önerisinde bulundu. Hükümet, daha sonra santralin 30 km yakınında yaşayanlar için gönüllü tahliye rehberi yayınladı.

Ama Nisan başlarında radyoaktif materyallerin, bir süre daha santraldan sızmaya devam edebileceği, bunun da düşük ama sürekli radyasyon dozu alacak olan bölge sakinleri için durumu daha da tehlikeli hale getireceği netlik kazanmıştı. 11 Nisan'da, Japon Hükümeti, tahliye bölgesini genişleterek, 20 ile 30 km'lik alandaki bir çok kasabadaki yerleşiklere (belki daha da uzaktakilere) ayrılmaları talimatını verdi. Güçlü artçı sarsıntılar, zaten hasarlı olan santrallerin daha fazla zarar görebileceğine yönelik korkuları artırdı.

12 Nisan'da, Japon Hükümeti, Fukuşima Dai-1'deki kazanın şiddetini gösteren Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu'nun afet ölçeğindeki derece artışını resmi olarak kabul etti. Fukuşima kazasının artık derecesi 7 oldu. Çernobil de aynı orana sahip; çünkü o kaza sağlık ve çevre üzerinde geniş etkilere yol açan devasa bir radyasyon yayılımını içeriyordu. Ama Fukuşima'da ortaya çıkan radyasyon miktarı, Çernobil Kazası'ndakinden çok daha azdır. Fukuşima salınımlarına ilişkin en yüksek tahmin, Çernobil'dekinin yüzde 5 ile 10'u kadardır.



Depremden bir hafta sonra, Japon Sağlık, Çalışma ve Sosyal Yardım Bakanlığı, Fukuşıma bölgesinde üretilen süt ve sebzelerde yasal limiti aşan radyasyon seviyelerinin bulunduğunu açıkladı. Tarımsal gıdaların bölgeden nakliyesi hemen yasaklandı. İkinci haftada, hükümet Tokyo'daki musluk suyunda radyoaktif maddelerin saptandığını açıkladı. 24 Mart'ta, musluk suyundaki iyot 131 seviyelerinin yeni doğanlar için güvenli olmadığı beyan edildi. Bu nedenle hükümet ailelere şişelenmiş su dağıttı. Sonraki gün, hükümet Tokyo musluk sularındaki radyoaktif iyot miktarının yeniden güvenli sınırlara indiğini söyledi.

Bu radyoaktif maddeler, inek sütüne ve Tokyo'nun musluk suyuna nasıl girdi? Bu, depremden sonraki günlerde, santral işletmecilerinin reaktör binalarındaki basıncı azaltmak ve patlamaları önlemek için başarısız girişimleri ile dışarı saldıkları buharla başladı. O buhar, küçük miktarlarda radyoaktif madde taşıdı. Birbirini izleyen patlamalar ve itfaiyecilerin reaktör binalarına su fıskırtıklarında yükselen buhar da havaya radyoaktif madde karıştırdı. Yetkililer, Tokyo'nun musluk suyundaki radyasyon seviyelerinin, yağın yağmurla birlikte bulutların taşıdığı radyoaktif maddelerle aniden arttığını söyledi.

Radyoaktif suyun okyanusa bilinçli olarak salınmasından da önce, Japon Nükleer ve Endüstriyel Güvenlik Ajansı, sahilden 1.6 kilometre uzaktaki santralin boşaltım borularından alınan deniz suyu numunelerinde yüksek seviyelerde radyoaktif iyot 131 bulunduğunu rapor etti. 30 Mart'ta, santralin 300 metre açığındaki deniz suyunda daha yüksek seviyelerde iyot 131 tespit edildi: İyot-131 seviyesi hükümetin güvenlik limitinden 3 bin 350 kat daha büyüktü. Deniz suyunda artan seviyelerde Sezyum 137 de tespit edildi.

TEPCO 4 Nisan'da, düşük seviyedeki radyoaktif atık suyu okyanusa dökmeye başlayacağını açıkladığında, Japon Nükleer ve Endüstriyel Güvenlik Ajansı, okyanusun kirlenmesini bir sağlık tehdidi olarak değerlendirmeyeceğini; çünkü şu anda santralin 20 kilometre yakınlarında balık tutmaya izin verilmediğini açıkladı. Fakat The New York Times gazetesi, deniz biyologlarının, radyoaktif olarak kirlenmiş, daha küçük balıklarla beslenen büyük balıklarda radyoaktif elementlerin birikeceğinden kaygılı olduklarını haber veriyordu.



Dört Gözle Beklenen

Depremden ve tsunamiden sonraki bir aydan daha uzun zaman içinde, TEPCO acil bir krizden bir diğerine koşmaktan başı dönmüş gibiydi. En son 17 Nisan'da, şirket, santrali dengede tutmak ve radyoaktif salınımların çoğunu durdurmak için gereken adımların altını çizen bir "onarım yol haritası" duyurdu. TEPCO 9 ay içinde, santralin tüm reaktörlerini "soğutulmuş bir şekilde kapamay" ümit ediyor ki bu da reaktörün içindeki suyun, 100 °C'lik kaynama ısısının altında olacağı anlamına gelir. Ama bazı uzmanlar, TEPCO'nun önerdiği zaman çizelgesine sadık kalabileceği konusunda şüpheliler.

Santralin var olan soğutma sistemleri tamir edilmenin ötesinde zarar görmüş olabileceği için, plan reaktörler için yeni soğutma sistemleri kurulmasını içerir. Plan, daha fazla radyasyon salınımını önlemek için, hasar görmüş reaktör binalarının üzerine geçici bir kaplamanın kurulmasını önerir. TEPCO, Fransız nükleer şirketi Areva ve Amerikan atık yönetimi şirketi Kurion ile birlikte bir su arıtma sistemi de geliştirecek.

10 Mayıs'ta, Japon Başbakanı Naoto Kan, ülkenin ulusal enerji planının yeniden gözden geçirilmesini ve yenilenebilir enerji ile tasarrufa daha çok önem verilmesini istedi. Kan, bir basın toplantısında "Bir yerden başlamak zorundayız" dedi:

"Nükleer enerjiyi daha güvenli hale getirelim ve yenilenebilir enerjiyi özendirmek için daha fazla uğraşalım."

Kan'ın açıklamaları, hükümetin, 2030'dan önce 14 tane daha nükleer santral kurmaya yönelik mevcut enerji politikalarını terk edeceğini gösteriyordu.

Kan, daha önce de Chubu Elektrik Enerji Firması'ndan, depremlere çok açık bir konumdaki Tokyo'nun güneybatısında yer alan Shizuoka kent merkezindeki Hamaoka Nükleer Enerji Santraliindeki faaliyeti askıya almasını istemişti. 10 Mayıs'ta, şirket, sahil santralını, "tsunamiye engel olmak için alınan ileri önlemler tamamlanana kadar" kapatmayı kabul etti. ■