

DEPREM VE TSUNAMI'NİN ARDINDAN FUKUSHİMA NÜKLEER SANTRALİ (BİRİNCİ VE ÜÇÜNCÜ ÜNİTELER)

14.03.2011

Bilindiği üzere, 11 Mart 2011 tarihinde Japonya'da, dünyada gerçekleşmiş en büyük beşinci deprem meydana gelmiştir.

Deprem ve depremin ardından yaşanan Tsunami, Japonya'da büyük hasara sebep olmuştur. Bu hasarların en önemlisi, Fukushima Daiichi Nükleer Santralinin birinci ünitesinde meydana gelen hasardır. Bu yazı, Fukushima Daiichi Nükleer Santralinin bu ünitesini tanıtmak, çalışma ve güvenlik prensiplerini açıklamak ve Tsunami sonrasında santralde meydana gelen buhar ve radyasyon salınımı ve patlama ile ilgili açıklamalar yapmak üzere hazırlanmıştır.

Sahibi ve işleticisi Tokyo Electric Power şirketi olan Fukushima Daiichi Nükleer Santrali'nin birinci ünitesi Kaynar Sulu Reaktör (BWR) tasarımı reaktörle çalışmaktadır. Ünite, 460 MW elektrik üretmek üzere kurulmuştur. 1971'den beri elektrik üretmekte olan ünite, General Electric şirketi tarafından tasarlanmıştır.

Kaynar Sulu Reaktörler (BWR)

Dünyada elektrik enerjisi üreten reaktör tipleri arasında basınçlı su reaktörlerinden sonra en yaygın olarak kullanılan Kaynar Sulu Reaktörleri (BWR) (Şekil 1) hafif su soğutmalı su yavaşlatıcılı nükleer reaktör tipleridir. Reaktör %3 civarında zenginleştirilmiş Uranyum dioksit yakıt kullanmaktadır. Reaktöre giren soğutucu 7.6 MPa basınçta 275 °C'de girip 290°C sıcaklıkta kaynar durumda reaktör korunu terk etmektedir. BWR reaktörlerinde buhar üretici bulunmamaktadır. Reaktörde üretilen su buharı reaktör korunun üzerinde bulunan buhar kurutuculardan geçirilerek direk türbine gönderilerek elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Türbinden geçen su yoğuşturucudan geçirilerek sıvı fazına dönüştürülür, sonra tekrar reaktör kazanına pompalanır.

Reaktörü kontrol etmeye ve durdurmaya yarayan haç biçiminde kontrol çubukları bulunmaktadır. Kontrol çubukları haricinde BWR'leri kontrol etmek için sisteme pompalanan su miktarının değiştirilerek de sistem kontrolü yapılır. BWR'lerde

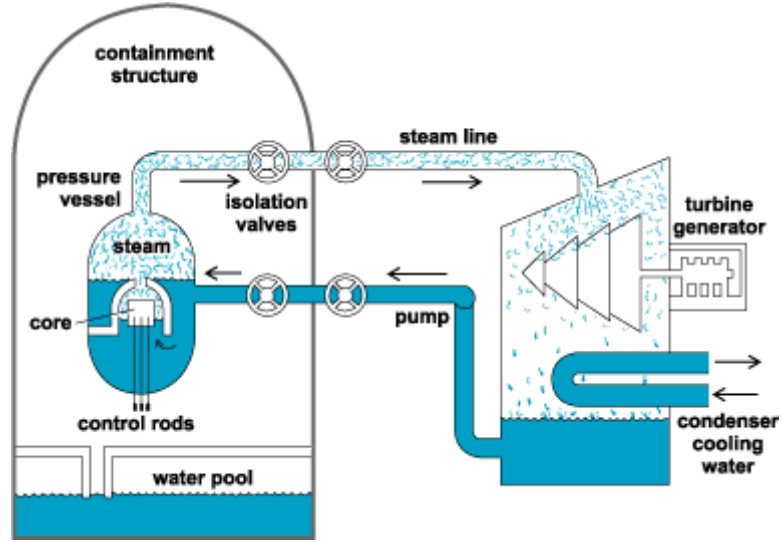
herhangi bir kaza durumunda kor kısmını soğutmak için geliştirilmiş, kor soğutucu ve ısı atma sistemleri de vardır.

Bu sistemler Fukushima Daiichi tipi BWR'lar için aşağıda listelendiği gibidir:

- 1- Reaktör Koru İzolasyon Soğutma Sistemi
- 2- Pasif Otomatik Kor Basınç Düşürme Sistemi
- 3- Düşük ve Yüksek Basınç Soğutucu Enjeksiyon Sistemi
- 4- Düşük Basınç Soğutucu Sprey Sistemi
- 5- Yedek Su Yoğuşturma Sistemi

Bu sistemler, soğutma sağlama sistemleri olarak (ikinci sistem hariç) elektrik tüketerek çalışan sistemlerdir. Bu sistemler için gerekli elektrik, santral dışından ya da santral içinden sağlanabileceği gibi, dizel jeneratörler kullanılarak da sağlanabilir.

Birinci sistem, santralin ciddi kaza durumunda devreye girmek üzere tasarlanmışken, ikinci sistem reaktör basıncının otomatik olarak düşürülmesi için tasarlanmışlardır. Yukarıda sıralan güvenlik sistemlerinden üçüncü ve dördüncü sistemler soğutucu kaybı kazası (yani soğutucunun miktarının azalması kazası) sırasında bariyerlerin bütünlüğünü korumak üzere sisteme eklenmişlerdir. Beşinci sistemse, reaktör soğutucusu yoğuşturulamadığında devreye giren yedek sistemdir.



Containment Structure: Koruma Kabı, Pressure Vessel: Basınç Kabı, Core: Reaktör Kuru, Control Rods: Kontrol Çubukları, Water Pool: Su Havuzu, Isolation Valves: Ayırıcı Valfler, Steam Line: Buhar Döngüsü, Turbine Generator: Türbin Üreteci, Pump: Pompa, Condenser Cooling Water: Yoğunlaştırıcı Soğutma Suyu

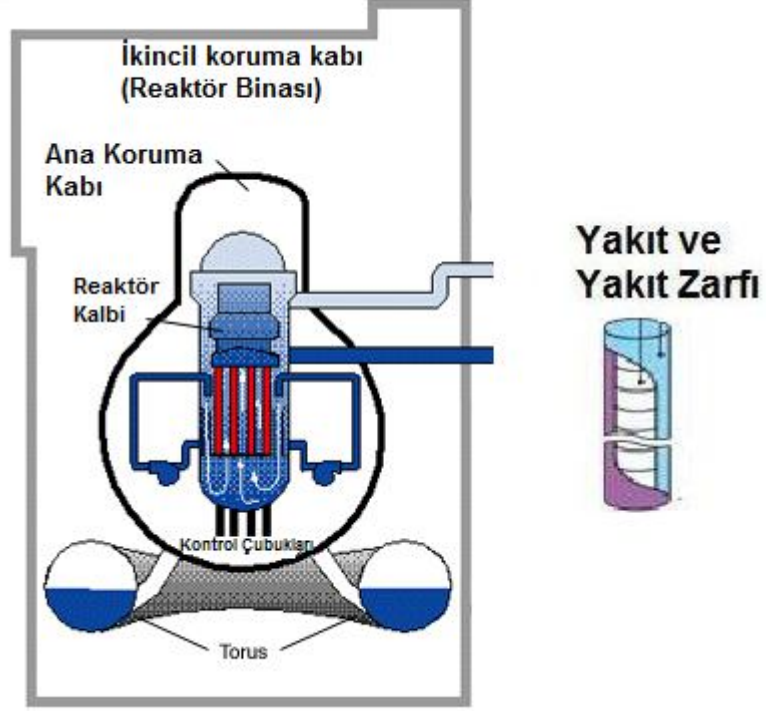
Şekil 1: BWR Reaktörünün Şematik Gösterimi

Batılı anlayışla tasarlanmış, ikinci nesil her nükleer santral gibi, santralin güvenliğini “derinliğine savunma” ilkesine dayanarak sağlamak üzere, Fukushima Daiichi Nükleer Santralının tüm ünitelerinde, radyasyonun santral dışına ulaşmasını engelleyen pasif bariyerler vardır.

Radyoaktif salınımın önündeki ilk engel nükleer yakıtın kendisidir. Çekirdek bölünmesi bu nükleer çubuklarda gerçekleştiği için bölünme sonucu açığa çıkan radyasyon ve radyoaktif malzemeler yakıtın seramik yapısı içinde tutulur. Radyoaktif salınımın önündeki ikinci engel, paslanmaya, mekanik yük ve radyasyona dayanıklı alaşımlardan yapılan yakıt zarfıdır.

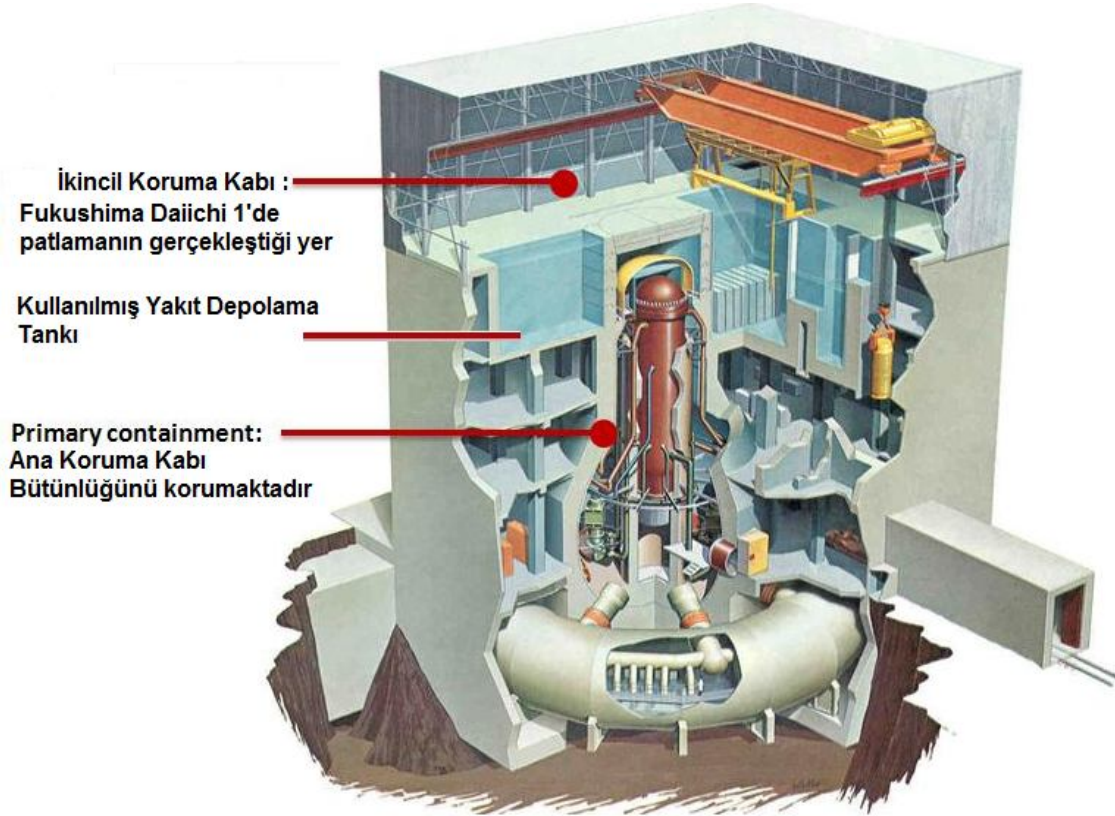
Nükleer yakıtlar, soğutucu ve/veya yavaşlatıcı ile çevrelenir ve basınç kabı denilen çelikten yapılmış dayanıklı bir kabın içine yerleştirilir (**Ana koruma kabı, bkz. Şekil 2**). Radyoaktif salınımın önündeki 3. ve 4. engel soğutucu ve bu basınç kabıdır. Radyoaktif salınımın önündeki son engel ise, reaktör ve yardımcı sistemlerin içine yerleştirildiği yaklaşık 1.0 m kalınlığında, ön gerilimli betondan yapılmış koruma kabıdır (**İkincil koruma kabı, bkz. Şekil 2**). 1986 yılında Ukrayna’da meydana gelen Çernobil kazasının radyoaktif salınım açısından ciddi sonuçlar doğurmasının

nedeni, santralde bu son koruma bariyerinin yani koruma kabının olmamasıdır. Koruma kabının başka bir özelliği ise reaktörü dış etkenlere karşı korumaktır. Reaktör bariyerler Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2: Radyasyonun santralin dışına çıkmasını önleyen bariyerler. Bu çok katlı bariyerler birbirlerinden bağımsızdırlar ve santralin güvenlik sistemleri bu bariyerleri korumak için tasarlanıır.

Şekil 3’de Fukushima Daiichi Nükleer Santrali’nin birinci ünitesinde yer alan kaynamalı su reaktörünün koruma kabı tasarımı gösterilmiştir. Şekilde görülen koruma kabı tasarımı (Mark I) birinci üniteden beşinci üniteye kadar kullanılmıştır. Şekilde görüldüğü gibi ana koruma kabının etrafında güvenlik havuzu bulunmaktadır. Bu havuz ciddi bir kaza durumunda (soğutucu kaybı kazası gibi) ana koruma kabının içine su basılarak reaktör kalbinin soğutulması amacıyla tasarlanmıştır.



Şekil 3. Fukushima Daiichi Nükleer Santrali Birinci Ünitesinde yer alan kaynamalı su reaktörü koruma kabı tasarımı [1]

Nükleer santral güvenlik sistemleri bu bariyerlerin bütünlüğünü korumak üzere tasarlanmıştır. Tasarım, santral içinde ya da dışında gerçekleşebilecek en büyük kaza (soğutucu kaybı) ya da etki (deprem, yangın, tsunami gibi) ve bunların sonuçları göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Fukushima Daiichi Nükleer Santrali’nin birinci ünitesindeki reaktör tipi BWR/3 iken diğer ünitelerdeki reaktörler BWR/4 tipidir. BWR 3 ve 4 tiplerinde kullanılan güvenlik sistemleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. BWR/3 ve BWR/4 Güvenlik sistemleri

Güvenlik Sistemi	BWR-3	BWR-4	Pompa sayısı	Su kaynağı
Yüksek Basınç Soğutucu Enjeksiyon Sistemi	VAR	VAR	1	1. Yoğuşmuş su depolama tankı 2. Su basma havuzu
Reaktör Kalbi İzolasyon Soğutma Sistemi	VAR	VAR	1	1. Yoğuşmuş su depolama tankı 2. Su basma havuzu
Otomatik Basınç Düşürme Sistemi	VAR	VAR		
Düşük Basınç Reaktör Kalbi Sprey Sistemi	VAR	VAR	2	1. Su basma havuzu 2. Yoğuşmuş su depolama tankı
Düşük Basınç Soğutucu Enjeksiyon Sistemi	VAR	VAR	2	1. Su basma havuzu
İzolasyon Yoğuşturucusu	VAR	YOK	2	1. Demineralize su 2. Yoğuşmuş su depolama tankı
Su basma havuzu	VAR	VAR	2	1. İki adet ısı değiştiricisi
Koruma Kabı Sprey Sistemi	VAR	VAR	2	1. İki adet ısı değiştiricisi

11 Mart 2011'deki Deprem ve Tsunami'nin Ardından Fukushima Daiichi Nükleer Santrali Birinci Ünitesinde Neler Oldu?

Fukushima Daiichi Nükleer Santralinin çalışmakta olan tüm üniteleri, depremin öncü sarsıntılarının ardından kapatılmıştır. Ancak, nükleer santraller kapatıldıklarında, örneğin bir gaz sobası gibi, ısı üretimleri anında durmaz, bir süre, giderek azalan miktarlarda ısı üretmeye devam ederler ve soğutulmaları gerekir. Fukushima Daiichi Nükleer Santrali Birinci Ünitesinde bu işlevi gören sistem Reaktör Koru İzolasyon Soğutma Sistemidir. Bu sistemin çalışması için gerekli olan elektrik santral içinden ve dışından deprem yüzünden sağlanamamış, sistemin bir süre dizel jeneratörlerle çalışması sağlanmış, ancak tsunami yüzünden, dizel jeneratörlerin çalışması durmuştur, yani sistem soğutulamamıştır.

Bu önemli güvenlik sisteminin çalışmamasının ve reaktörün soğutulamamasının nedeni, tasarımda öngörülenden daha büyük bir deprem ve daha şiddetli bir tsunaminin gerçekleşmiş olmasıdır.

Etkin bir şekilde soğutulamayan reaktörde soğutucunun normal çalışma koşullarına göre daha çok kaynamasıyla buhar miktarı ve basınç artmış, bu basınç, reaktördeki buhar ikincil koruma kabına boşaltılarak azaltılmıştır. Bu, ikincil koruma kabının (Fukushima Daiichi Nükleer Santrali Birinci Ünite tasarımında basınç tutma kabının) basıncının artmasına sebep olmuştur.

İkincil koruma kabı basıncı arttığında, ikincil koruma kabının havalandırma sisteminde bulunan filtre ve temizleme sistemlerine güvenilerek reaktörden kaba bırakılan buhar çevreye bırakılmıştır. Bu aşamada, santralin 3 km civarında bulunan halk buldukları bölgelerden uzaklaştırılmıştır.

Reaktör soğutulamadığı için sistemde sıcaklık ve basınç artmaya devam etmiştir. Sıcaklığın artması ve soğutucunun buharlaşması, reaktörde bulunan metallerde oksidasyon (paslanma) gerçekleşmesine sebep olmuştur. Bu, sistemde patlayıcı hidrojen birikmesine sebep olmuştur.

Sistem basıncındaki artma ve bırakılmaya devam eden buhar yüzünden Fukushima Daiichi Nükleer Santralının 10 km civarında bulunan halkın da uzaklaştırılması tedbirini gerekli kılmıştır.

Büyük olasılıkla ikincil koruma kabında biriken hidrojenin patlamasıyla, kabın su içermeyen kısmının üstünde bulunan ikincil koruma kabı bütünlüğünü kaybetmiştir. Bu patlama sonucunda, radyasyonun önündeki bariyerlerden biri daha ortadan kalktığından, santralin 20 km civarında bulunanların da uzaklaştırılması kararı alındı.

Şu an itibariyle, radyasyon bariyerlerinden ana koruma kabı, bütünlüğünü korumaktadır. Sistemin soğutulması için sisteme deniz suyu basılmaktadır (bu soğutma için düşünülebilecek tedbirlerdendir).

Şu ana dek havaya bırakılan buharın, halk sağlığını tehdit edecek kadar radyoaktivite içermediği Japon yetkililer tarafından bildirilmiştir. Sistem soğutulabildiği ve basınç kabı (ana koruma kabı) bütünlüğünü kaybetmediği sürece sistemden tehlikeli boyutlarda radyoaktivite salınmayacaktır.

14 Mart 2011'deki Fukushima Daiichi Nükleer Santrali Üçüncü Ünitesinde Neler Oldu?

11 Mart'ta birinci ünite de gerçekleşen olayların ardından, Fukushima Daiichi Nükleer Santrali'nin üçüncü ünitesinde yerel saatle saat 11.01'de bir hidrojen patlaması gerçekleşmiştir. Patlamanın ardından koruma kabı içerisindeki basınçta dalgalanmalar görülmüş ardından basınç dengeye ulaşmıştır. Bu sebeple ana koruma kabının bütünlüğünü koruduğu düşünülmektedir [3]. Üçüncü ünitenin kontrol odası işlevini sürdürmektedir. [2]

Kaynakça

1. <http://i1107.photobucket.com/albums/h384/reactor1/BoilingWaterReactorDesign3.jpg>
2. www.iaea.org/newscenter/news/tsunamiupdate01.html
3. <http://www.nisa.meti.go.jp/english/files/en20110314-3.pdf>