

ATOM ENERJİSİNİN TEHLİKELERİ

Wolfgang STEGERS

Atom, atom silahı, atom santrali, atom felâketi sözleri, hiç dillerden düşmüyor. Atom gücü, bazılarına göre insanın kökünü kurutacak ve dünyanın sonunu getirecek bir şeytan icadı; bazılarına göreyse, bol bol ucuz elektrik elde etmenin mükemmel bir aracıdır.

Aslında, atom gücü şakaya gelmez; atom santrallerinin kurulması da öyle kolaylıkla durdurulamaz. Çekirdeğin parçalanması işlemini, bir buhar makinasındaki ateşle karşılaştırmak hiç doğru değildir. Atom çekirdeğinin parçalanmasıyla ortaya çıkan atomik ışınlar, çeşit ve yoğunluklarına göre insanları öldürebilir ya da onlara hiç olmazsa çok ağır zararlar verebilirler. Atom santrallerinde çekirdekler parçalanmakta ve fevkalâde tehlikeli parçalanma ürünleri oluşmaktadır. Atom gücü santrallerinin amacı, bir yandan parçalanma işlemini denetim altında tutmak, diğer yandan da bu işlemde doğan enerjiyi, elektrik akımı üreten jeneratörlerin işletilmesinde kullanmaktır.

En kullanışlı sistemler, basınçlı su reaktörleridir. Bunların çıkışı gücü 1300 megavattır. Eğer bunun için 3750 megavat ısı enerjisi harcamak gerektiği düşünülürse, pek verimli sayılmazlar. Ne var ki, termik santraller ister atom gücü, ister kömür ya da petrolle işletilsinler, zaten pek verimli değildirler.

Basınçlı su reaktörlerinde çekirdek parçalanması ile ısı oluşturulur. Bu da kapalı reaktör soğutucu devresine verilir ve buhar üreticisine iletilir. Buhar biçimindeki ısı, ikinci bir buhar devresinden geçirildikten sonra, atom santralinin dışında bulunan türbinlere aktarılır.

ATOM REAKTÖRÜNDE ACABA NELER OLUYOR?

Basınçlı su reaktörleri, adlarını, reaktörden geçen birinci soğutucu devreden almaktadır. Burada hemen buhar oluşmaması için, birinci devre yaklaşık 150 barlık yüksek bir basınç altında tutulur. Bu basınç, 360 °C'ye kadar ısıtılmış bulunan suyun buharlaşmasını önlemeye yetmektedir.

Atom santrallerinde ısının elektrik enerjisine dönüşümü, petrol, kömür ya da gazla işletilen santral-

Alçaktan uçuş yapan bir uçak, atom santralinin beton mahfazasına çarpıyor. İmkânsız gibi görünen bu kaza bile hesaba alınmıştır. Acaba böyle ağır bir kazanın sonuçları gene de sınırlı tutulabilir mi?



lerin aydır. Yalnız, çekirdek parçalanması sırasında ortaya bir yığın radyoaktif madde çıkmaktadır. Radyoaktif ışınım renksiz ve kokusuz olup, görülemez ve duyuyla hissedilemez. Üstelik, fevkalâde tehlikelidir. Onun için dışarıya çıkmaması ve içeride "hapsolunması" gerekmektedir.

Radyoaktif ışınım karşı korunma, bir dizi güvenlik tedbiri ile sağlanır. Tedbirler, tesisin kalbi olan reaktör çekirdeğinden başlar. Radyoaktif parçalanma olaylarının meydana geldiği bu bölümde 184 yakıt elemanı vardır. Bunlardan her biri de 236 yakıt çubuğundan oluşur. Yakıt maddesi olan uranyum dioksit (UO_2), tablet biçiminde çubuklara yerleştirilmiştir. UO_2 , yaklaşık % 4 oranında parçalanmaya elverişli uranyum izotopu U 235 ile zenginleştirilmiş bulunmaktadır. Katı halde olan parçalanma ürünleri, hemen tamamen uranyum dioksit tarafından tutulurlar. Gaz halinde olanların % 90'ı UO_2 'nin kristal ağına yakalanır. Geri kalan radyoaktif maddeler, tabletlerin içinde bulunduğu gaz sızdırmayan ve basınca dayanıklı olan kaynakla kapatılmış yakıt kılıf borusunda toplanır.



Belki herkes, bir yönden bu yazıyı eleştirecektir: Atom gücüne karşı olanlar, atom gücünü çok müsbet değerlendirdiğimizi ve ondan vazgeçmek gerektiğini belirtmediğimizi; atom gücünün yanlıları ise, atom gücünün yararlarını anlatmadığımızı söyleyeceklerdir. Aslında önemli olan, gerçeklerdir. Federal Almanya'daki atom santralleri olabildiğince güvenli, fakat gene de yeterince emin değildir.

SOĞUTMA DEVRESİNDE ÇİFTE ARIZA OLMASI DURUMU İNCELENİYOR

Daha önce dediğimiz gibi, 236 yakıt çubuğundan bir demet, bir yakıt elemanı oluşturmaktadır. Bu yakıt çubukları 16 metre boyunca uzanan elek gibi, düzenler içine yanyana yerleştirilmişlerdir. Aralarına parmak biçimindeki kontrol çubukları konmuştur. Bu kontrol çubukları daldırılıp çıkarılabilir ve böylelikle duruma göre atom parçalanmasının gelişimini belirleyebilirler. Sebebi, nötronları tutan ve emen bir maddeyi ihtiva etmeleridir. Bu sayede parçalanma olayı düzen içinde tutulabilmektedir.

Şimdi kolaylıkla iki aşırı durumu gözümüzde canlandırabiliriz: Bunlardan birincisi, kontrol çubuklarının elek düzeninden tamamen çıkarılmış bulunmalarıdır. Bu durumda sonuç, nötronların çilginca etrafta uçmaları ve büyük miktarda çekirdeğin parçalanmasıdır. İkincisi, çubukların tamamen daldırılmış ve yakıt çubuğu demetlerinin arasında yer almakta bulunmalarıdır. Bu durumda ortaya çıkacak sonuç ise çok sayıda nötronun yakalanması, dolaşısıyla artık çekirdek parçalanması olmamasıdır.

Kontrol çubuklarının adım adım daldırılıp kaldırılmasıyla, yerine göre daha fazla ya da daha az nötron tutulabilir. Böylelikle zincirleme nükleer reaksiyon denetlenilebilmektedir.

Bütün bu işlemler reaktörün yaklaşık 430 ton ağırlığında ve on metre yüksekliğindeki basınç deposunda olmaktadır. Depo, nötron bombardımanına dayanabilmesi için, yüksek mukavemetli ince çekirdekli çelikten inşa edilmiştir. Reaktör soğutma devresinin dört dönüşüne mahsus sekiz açıklıktan birinci devreye su akitilabileceği gibi, devreden su boşaltılabilir.

Reaktör basınç deposu da esas "atom kazanı"nın içinde yer almaktadır. Kazan, dışarıdan görülmeyen 56 metre çapında çelik bir küre biçimindedir. Duvar kalınlığı 38 milimetredir. Bu güvenlik haznesi, meselâ sonuçlarını daha sonra anlatacağımız birinci devrenin arızalanması gibi sebeplerden, dışarıya radyoaktivite sızmasını önlemek amacıyla yapılmıştır.

Çelik küre ile dış beton mahfaza arasındaki bölüm, devamlı olarak emiciler tarafından temiz tutulmaktadır. Emiciler, çelik silindirden gelen havanın süzülmeden dışarıya çıkmasını önlerler. Eğer bir gaz kaçağı varsa, hava devamlı olarak emilir ve süzgeçlerden geçirilir.

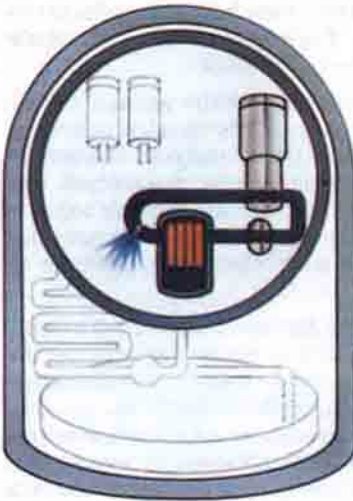
Beton mahfaza iki metre kalınlığında olup, görevi tesisi dış etkilerden korumak ve en kötü durumda güvenlik haznesinden sızabilecek radyasyona karşı bir siper oluşturmaktır.

Atom tesislerinin tehlikesi yüzünden, "hele tesisi bir yapalım da, hatası varsa düzeltiriz" düşüncesi geçerli olmamakta, hatalar çok ağıra patlamaktadır. Çernobil felâketinden beri, atom teknolojisini beğenelim beğenmeyelim, hepimizin hayatının tehlikede olduğunu ve reaktör çekirdeğinin erimesi gibi korkunç bir kazanın yüzde yüz önlenemeyeceğini biliyoruz.

Çernobil kazasının sonuçları, Çernobil'e binlerce kilometre uzakta olan kimseleri bile etkilemiştir. Reaktörün yakınında oturanlarda kanser riskinin artacağından bahsediliyor. Biz, uzmanlara Rusya'daki Çernobil ve Amerika'daki Harrisburg'da meydana gelen kazalardan ne öğrendiklerini sorduk ve şu cevapları aldık: "En önemli belirleme, her ağır kazanın muhakkak en büyük felâket olan çekirdek, yani reaktör kalbinin erimesi (GAU) ile sonuçlanmayacağıdır. Bunu önlemek için zaman ve imkânlar vardır". Güvenlik sisteminde dört noktanın dikkate alınması gerekir:

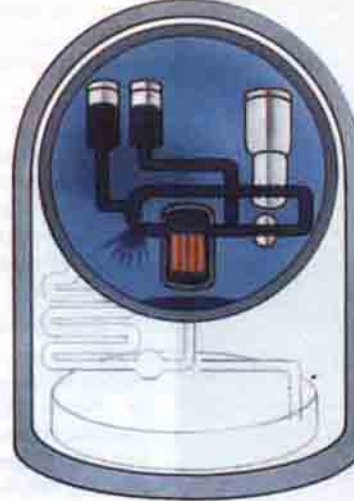
a) Sistemin birkaç kademeli güvenlik düzenleri olmalıdır.

b) Güvenlik düzenleri birbirinden değişik olmalıdır. Çeşitlilik, aynı tip güvenlik birimlerinin birlikte arızalanmasını önler. Bundan dolayı güvenlik bölümlerinin birbirinden ayrı yapıda olması gerekir.

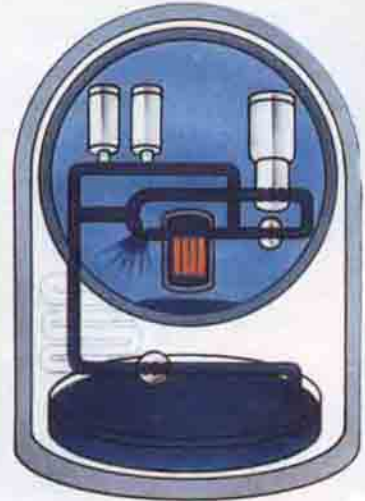


Esas soğutma devresinde patlak :

Basınç altında tutulan 360 °C sıcaklığındaki su, anımsız dışarıya fışkırıyor. Reaktör derhal duruyor. Kontrol çubukları basınç deposuna düşüyor. Radyoaktif parçalanma ürünleri ısı üretimine devam ettiği için, soğutmanın sürdürülmesi gerekmektedir.



Reaktör basınç deposunu su basıyor. Sekiz basınçlı depodan en çok 20 saniye sonra, patlak soğutma devresine su püskürtülüyor. Soğutma sürdürülmekle birlikte, su, durmadan patlaktan dışarı akmakta ve zeminde toplanmaktadır.



Sekiz basınçlı depo boşalmıştır; ama çelik kürenin içinde, fakat beton kılıfın dışında bulunan dört soğutma havuzundan reaktör basınç deposuna su pompalanmaktadır.

Borlu su, ısıyı dışarıya iletmekte ve nötronları yakalamaktadır.

c) Arızaları otomatik olarak gösteren bir mekanizma ile arızaların doğru yönde giderilmesi sağlanmalıdır.

d) Sistem otomatik kontrol mekanizması, "bilinçli" olarak arızaları gidermeye, hataları düzeltmeye çalışmalı ve sonucu merkeze bildirebilmelidir.

Şimdi, bir kazada neler olabileceği, ne gibi karşı tedbirler alınabileceği ve bize ne kadar vakit kalacağı üzerinde duracağız.

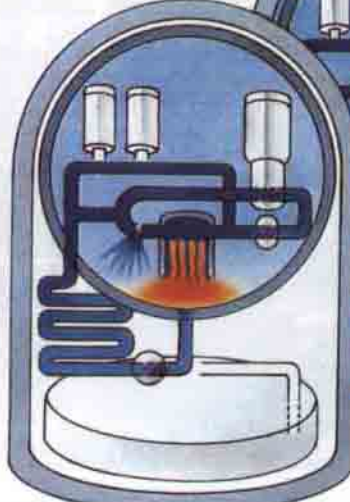
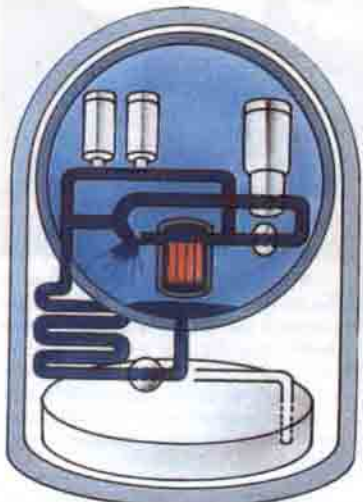
SOGUTMA İŞLEMEZSE, REAKTÖR ERİMEYE BAŞLIYOR

Tedbirler alınırken, üzerinde durulan en kötü ihtimal, muhakkak ki GAU'dur. Ancak biz, bir motor arızasında nasıl bütün donatımı değiştirmiyor ve önce arızayı araştırıyorsak, reaktörlerin güvenlik mühendisleri de arızaları bulup onarabilme imkanlarını araştırmaktadır. Çekirdek erimesi olayı, ancak bütün esas ve yedek soğutma sistemlerinin arızalanması ve reaktörde ortaya çıkan ısının dışarıya iletilmemesi hâlinde ortaya çıkar. Aslında böyle bir arızada, reaktör otomatik olarak durur. Kontrol çubukları da, çekim kuvvetinin etkisiyle aşağıya iner ve nötronları tutarlar. Ne var ki, durdurulmuş durumda bile reaktör, ısı üretmeye devam eder. Isı o kadar yüksektir ki, soğutmanın sürdürülmesi gerekir. Aksi takdirde çekirdek ısınmaya devam edecektir. Bu durumda yakıt ve yakıt çubukları eriyebilir. Eriyen madde, reaktör

basınç deposunun zemininde toplanır. Sıcaklık daha da artarsa, zemin de çökerek, eriyen madde çelik kürenin dibine akabilir. En kötü halde çelik kürenin de zemini delinip, eriyen madde, son engel olan beton temele kadar erişebilir. Yapılan model hesaplarına göre, bu durumda dört-beş gün içinde beton kubbe de parçalanacak ve öldürücü radyoaktif ışınlar atmosfere saçılacaktır.

Aslında, iş bu aşamaya kadar gelmemelidir. Mesela, bir soğutma borusunun birden patlaması gibi bir olayın, önceden kendini küçük çatlak ve sızıntılarla belli etmesi gerekir. Ama diyelim ki, birdenbire yüksek basınç altındaki 360 °C sıcaklığında kaynar su, patlak yerinden fışkırmaya başladı. 20 saniye sonra esas soğutma devresi boşalmıştır. Su derhal buharlaşmış ve 100 °C sıcaklığındaki su buharı, büyük çelik küreyi doldurmuştur.

Böyle bir durumda güvenlik mekanizmasının otomatik olarak çalışması gerekir. Reaktör kendiliğinden duracaktır. Bu da yeterli değildir. Reaktörün ayrıca devamlı olarak soğutulması gerekir. Sebebi, boru patlamasından sonra ısının buharlaştırıcı vasıtasıyla dışarıya aktarılamamasıdır. Reaktörün soğutulması için, büyük miktarda suya ihtiyaç vardır. Bu, yedek soğutma sistemiyle sağlanacaktır. Sistemin reaktör çekirdeğinin çok yakınında çelikten bir güvenlik deposu şeklinde hazır bulundurulması ve basınçlı olarak birinci devreyi beslemesi gerekir. Yalnız burada dikkat edilecek bir nokta vardır: Birinci dev-



Su havuzlarındaki su tükenmiştir ve parçalanma ürünleri hâlâ reaktörü ısıtmaya devam etmektedir. Şimdi pompalar, kirli su devresini ayakta tutmaktadır: Çelik kürenin dibindeki su emilmekte, soğutucudan geçirilmekte ve daha sonra patlak su borularına pompalanmaktadır.

Reaktör çekirdeği eriyor : Yedek soğutma sistemi işlememektedir ya da yetersiz kalmıştır. Kontrol çubukları erimiştir ve radyoaktif erimiş maddeler zeminde toplanmaktadır. Bunlar zemini eriterek, beton kürenin tabanında toplanabilir. Basınç gitgide artmaktadır.

Eriyen madde, çelik tabanı da delmiş olup, beton zemine erişmiştir. Burada da çok yüksek bir basınç ortaya çıkmış bulunmaktadır. Zaman kazanmak için yedek bir valf (tıkaç)le, buhar açığa salınacaktır. Buhar dışarıya çıkmadan önce filtreden geçirilir. Kurtarma tedbirleri için zaman kazanılmış ve reaktör üzerindeki patlatıcı basınç kaldırılmıştır.

rede boru patlaması yüzünden bir sızıntı vardır. Bu yüzden yedek devrenin soğutucu suyu hızlı bir şekilde delikten dışarıya akmaktadır. Bunu karşılayabilmek için, çeşitli yerlere konmuş sekiz basınçlı depodan, arızalı birinci devreye su püskürtülür.

Bu miktar suyun, çekirdeği soğutmaya yetmesi gerekir. Ancak yetmezse ne olacaktır? O zaman güvenlik mühendislerinin planlamasına göre, ana ve yedek soğutucudan sonraki üçüncü önlem kuşağı gelecektir. Beton mahfaza içine, daha dört su havuzu yerleştirilmiştir ve bu havuzlardan soğutma devresine su pompalanacaktır. Bu depolar da boşalırsa, dördüncü kuşakta yedek pompalar çelik kürede toplanmış olan suyu, tekrar reaktör devresine pompalayacaklardır.

Reaktör tesisi, bütün bu önlem mekanizması otomatik olarak işleyecek biçimde planlanmıştır. Mekanizma, elektriğin kesilmiş olması hâlinde de harekete geçirilebilir. O takdirde yedek jeneratörler çalışmaya başlar ve pompalar ile ölçüm aletlerini işler halde tutacak elektrik cereyanını üretir. Bu dizel jeneratörlerinden biri çalışmasa bile, daha üç yedeği vardır.

İşler bununla bitmiyor: Eğer çekirdeğin erimesi devam ederse, reaktörün basınç deposunun delinmesi ve radyoaktif lavın su buhan ile karışmasıyla ortaya çıkan müthiş basıncın, beton mahfazayı havaya uçurması tehlikesi ortaya çıkacaktır. O zaman ne olacaktır? Bazılarına göre, böyle bir durumda du-



Güvenlik yastığı : İç çelik küre ile dış beton mahfaza arasında halka boşluğu bulunmaktadır. Boşluğun içi devamlı olarak emilir. Böylelikle basınç düşürülmek suretiyle radyoaktif parçacıkların dışarıya sızması önlenir. Burada aynı zamanda dört su havuzu bulunmaktadır.



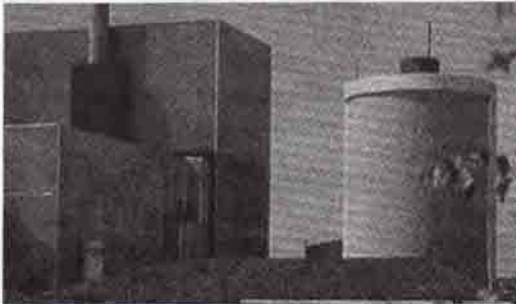
Mannheim'de bulunan dünyanın bu en büyük deneme tesisinde, bir basınçlı su reaktöründe meydana gelebilecek kazalar simüle edilebilmektedir. Tesis dışarıdan ısıtılır; ancak deneylerde radyoaktif yakıt kullanılmamaktadır. Soldaki resim orta bölümünde reaktör basınç deposu görülüyor.

aya sığınmaktan başka çare kalmayacak, diğerlerine göreyse, gene de soğutma ve geciktirme çareleri bulunacaktır. Bu konuda, geçen yıl Mannheim yakınlarında kurulmuş olan bir simülasyon tesisinde deneyler yapılmaktadır.

nucunda beton duvarlarında sadece kil inceliğinde küçük çatlaklar oluştuğu görülmüştür.

REAKTÖRÜN ÜSTÜNE UÇAK DÜŞERSE NE OLUR?

Fransa ve Almanya'daki reaktörler hafif ve Starfighter tipinde uçakların düşüşüne dayanacak biçimde inşa edilmişlerdi. Şimdi ise bunların yerini Phantom ve Tornado'lar almaktadır. Bu yeni jetler çok daha ağır olup, kütleleri büyüktür ve bir düşüşteki çarpış enerjileri daha yüksektir. Starfighter'lerin zamanında kurulmuş tesisler, böyle bir çarpmaya karşı yeni tesisler kadar dayanıklı değildir. Neyse ki, işletilmesi durdurulmuş olan Karlstein Sıcak Buhar Reaktörü'nde yapılan uçak düşüş simülasyon deneyleri, bu tip bir reaktörün böyle kazalara dayanabileceğini göstermiştir. Reaktör, şiddetli deprem simülasyonlarına bile dayanmış; oluşturulan sarsıntılar so-



İsveçlilerden alınacak örnek : İsveçliler nükleer enerjiden vazgeçmek düşüncesinde olmakla birlikte, burada Barsepol'da olduğu gibi, tesislerini ıslah etmeye çalışmaktadırlar. Resim sağda, radyoaktiviteyi tutucu bir filtre görülüyor. Almanlar, bunların boyutunun daha da küçültülebileceğini göstermişlerdir.

TEDBİRLER ARTTIKÇA, TESİSLERE KARŞI OLANLARIN TEPKİSİ DE ARTIYOR

Reaktörün tam güvenliği istenirse, deprem, suların kuruması, su taşkını ve fırtına gibi tabii âfetlerden tutun da, patlamalar, yangın ve kimyasal kirlenmeye kadar her türlü kazaya karşı tedbir almak gerekecektir. Planlaması ise reaktörün başına bir âfet ya da kaza gelirse, olaydan bütün reaktör kompleksi değil de, sadece bazı kısımlar etkilenecek biçimde yapılmalıdır. Binalar birbirinden 40 metre ve daha uzakta bulunmalı, yer altında inşa edilmeli ve birbirüç metre kalınlığında bir kum tabakası ile çevrelenmelidir. Soğutma kulelerinin çöküşü gibi bir durumda, etrafa saçılan enkazın daha fazla hasara sebep olmasını önlemek gerekir. Patlamalarda ise patlamayı şiddetlendirecek cepler oluşmamalıdır.

Eski nükleer tesisleri şimdiki güvenlik standartlarına erdirmek için muazzam masrafların yapılması gerekecektir. Bugünkü tesisler daha güvenlidir; çünkü arızalar ve önlenmeleri hakkında daha çok şeyler biliyoruz. Buna karşı, Çernobil ve Harrisburg kazaları gibi olaylar yüzünden, halkın nükleer enerjinin tehlikeleri konusundaki bilgisi de artmıştır. Ancak tedbirler her defasında artırıldıkça, atom tesislerine karşı çıkarılan tepkisi de artmaktadır. Bazıların düşünçesine göre, atoma fazla öncelik verilmiş, güneş enerjisi gibi alternatiflerin araştırılmasında geç kalmıştır. Her ne halse, ister ileride atom tesislerinin yapılmasından vazgeçilsin, ister vazgeçilmesin, İsveçlileri örnek alarak bu tesisler işlediği süreçte güvenlik tedbirlerinin sürdürülmesi gerekecektir.

P.M.'den kısaltarak çev.: Dr. Ergin KORUR