

## **Tarihte Bugün**

**8 Kasım 1895: Wilhelm Röntgen, x-ışınlarını keşfetti**

### **URANYUM ZENGİNLEŞTİRME VE İRAN SORUNU**

Nükleer reaktör veya atom bombası için uranyumu zenginleştirmek gerekir. Uranyumu zenginleştirebilen İran'ın, atom bombası yapmasından çekiniliyor.

#### **İlk Nükleer Reaktör ve Atom Bombası ABD'de Yapıldı**

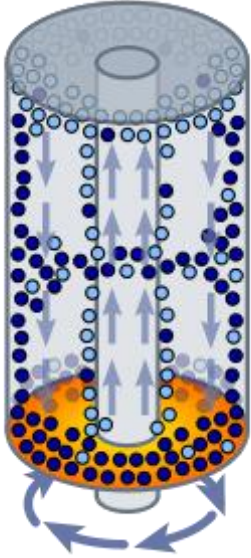
Dünyanın ilk nükleer reaktörünü, 2 Aralık 1942'de ABD yaptı. Ardından ilk atom bombasını 1945'te Hiroshima'ya ve ikincisini Nagazaki'ye attı. Daha sonra Rusya, İngiltere, Fransa, Çin, Hindistan, Pakistan ve Kuzey Kore nükleer bomba üretti. İsrail'de de nükleer bomba olduğuna inanılıyor. Geçmişte, test amacıyla 2000 civarında nükleer bomba patlatıldı. Dünyada 17 bin nükleer silah başlığı olduğu tahmin ediliyor. Atom bombası ve hidrojen bombası yapmanın en pahalı ve en zor etabı, uranyumu zenginleştirme aşamasıdır. En bilinen uranyum mineralleri; uraninit, koffinit, autinit ve tobernitir. En zengin uranyum madenleri; Kazakistan, Kanada, Avustralya, Namibya, Rusya, Nijer, Özbekistan ve ABD'de işletiliyor ve yılda 51 bin ton uranyum elde ediliyor. Genellikle uranyum cevheri toz hale getirilip üzerine sülfürik asit eklenerek, uranyum çözülür. Daha sonra uranyum oksite dönüştürülerek saflaştırılır ve sarı kek olarak bilinen hale getirilir. Saflaştırılmış uranyum oksit, nükleer silah yapımında kullanılabileceği için satışı uluslararası denetim altında tutulur. Uranyum oksitin kilogramı, 1981'de 70 dolar iken 2001'de 16 dolara düştü. Ardından 2007'de kilogramı 300 dolara çıkan uranyum oksitin fiyatı günümüzde 100 dolardır. Saf uranyum oksit, hidroflorik asit ile uranyum hegzoflorüre dönüştürülür ve elektrolizle saf uranyum metali elde edilir.



**İran'ın uranyum zenginleştirdiği santrifüjler**

## Uranyum Zenginleştirme Ne Demek?

Uranyum atomunun çekirdeğinde 92 proton vardır. Çekirdekdeki proton ve nötronların toplamı 235 ise bu uranyum atomu U-235 izotopudur. Proton ve nötronların toplamı 238 olan uranyuma U-238 izotopu denilir. Doğal uranyumun %99,3'ü U-238 izotopu ve %0,7'si U-235 izotopudur. U-235 izotopunda diğerine göre 3 nötron eksiktir. U-235 kararsız bir atomdur ve dışardan bir nötron çarpınca ikiye bölündüğü için U-235 ile atom bombası yapılabilir. Doğal uranyumdan U-238'i uzaklaştırıp karışımdaki U-235 miktarını yükseltme işlemine, uranyum zenginleştirme denilir. U-235 miktarı %2-5'e çıkartılırsa nükleer santral yakıtı, %20'ye çıkartılırsa araştırma reaktörü yakıtı, %80 ve daha yukarıya çıkartılırsa atom bombası yapılabilir. Uranyumu zenginleştirebilen ülkeler nükleer reaktör ve bomba yapabilir. B. M. Genel Kurulu, 1968'de Nükleer Silahların Yaygınlaşmasını Önleme Antlaşması'nı imzaya açarak bir sınırlama getirdi. Buna göre ABD, Rusya, İngiltere, Çin ve Fransa gibi önceden nükleer silah üretenler dışındaki ülkelerin nükleer silah üretmesi yasaklandı. İsrail, Hindistan ve Pakistan bu antlaşmayı imzalamadı. Hindistan ve Pakistan, nükleer silah yaptı. Kuzey Kore, 2003'te imzasını geri çekip nükleer silah üretti.



**Santrifüj dönerken ağır olan  
U-238 (koyu mavi) dışa savrulur  
U-235 (açık mavi) merkezde birikir**

## Uranyum Zenginleştirme Teknolojisi

Uranyum oksit, hidroflorik asitte çözülerek gaz halde uranyum hegzaförür üretildikten sonra, uranyum zenginleştirilir. ABD'de 1945'te yapılan bombalar için bu gaz, çok sayıda filtreden geçirilerek zenginleştirildi. İki ayrı gazdan oluşan karışım, bir filtreden geçirilirse hafif olan gaz ağır olandan daha hızlı

olarak karşıya geçer. Filtrenin diğer yanındaki karışım hafif gaz açısından zenginleşir. Bu işlem, ABD’de 1945’te binlerce kez yapılarak U-235 oranı arttırılmıştı. Günümüzde uranyum hegzaförür gazı, silindir şeklindeki santrifüjlerde döndürülerek zenginleştiriliyor. Kendi etrafında dönen silindirlerdeki karışımında, ağır moleküller (U-238) silindirin yanal yüzeyine savrulurken hafif olanlar (U-235) merkezde birikir. U-235’çe zengin gaz, bir sonraki santrifüje aktarılır ve orada biraz daha zenginleşir. Bu işlem binlerce kez tekrarlanarak uranyum istenilen düzeyde zenginleştirilir. Uranyumu, %20 civarında zenginleştirdikten sonra %85-90’lara ulaşmak kolaylaşır. Uranyum, vorteks tüpü veya lazerle de zenginleştirilebilir.



**İran’ın 40 megawattlık IR-40 nükleer reaktörü**

### **İran, Atom Bombası Yapacak Kapasiteye Yaklaştı**

İran’ın nükleer reaktörlere ilgisi 1957’de Eisenhower’ın önerisiyle başladı. ABD, 1967’de İran’a araştırma amaçlı 5 megawattlık bir nükleer reaktör kurdu. İran, 1968’de Nükleer Silahların Yaygınlaşması’nı Önleme Antlaşmasını imzaladı. Şah R. Pehlevi, 23 adet nükleer santralin 2000 yılına kadar kurulma planını onaylamıştı. AEG ve Siemens, 1975’te İran’a nükleer santral kurma ihalesini kazandı. Fransa, İsveç, Belçika ve İspanya’nın ortak olduğu uranyum zenginleştirme şirketinin %10’luk hissesi, 1975’te İran’a satıldı. ABD Başkanı G. Ford, 1976’da İran’a, reaktör yakıtından plütonyum elde etme tesisi satmayı önerdi. İran şahı, 1979’da devrildikten sonra İran’ın ortak olduğu Fransız şirketi İran’a zenginleştirilmiş uranyum vermedi. İran’da 2 nükleer santral inşa eden Almanlar inşaatları yarım bıraktı. İran, nükleer projeleri için teknik yardım alacak ülke bulamadı. Çin, İran’a uranyum cevherinden nükleer yakıt yapma tesislerinin planlarını verdi. İran, zamanla Çin ve Pakistan’ın desteğiyle nükleer silah üretecek teknolojilere ulaştı. Nükleer silah yapma hazırlıkları 2003’te açığa

ıkan İnan, bu çalışmaları durdurduğunu açıkladı. M. Ahmedinejad ise nükleer projeleri hızlandırdı. İnan, 2007’de 3000 santrifüj ile uranyum zenginleştirip nükleer güce sahip ülkeler arasına katıldığını açıkladı. Rusya, Almanlar’ın yarım bıraktığı nükleer santrali 2011’de çalışır hale getirdi. İnan’ın, uranyumu %20 civarında zenginleştirmesi ve nükleer santral yapması, ilerde uranyum (veya plütonyum) bombası yapma kapasitesini arttırdı. İnan’ın yeni cumhurbaşkanı H. Rouhani, 2013’te nükleer çalışmalar konusunda barışçıl mesajlar verdi.

Nükleer silahlar Japon halkına büyük acılar yaşattı. B. M. Örgütü dünyadaki 17 bin nükleer silahın yok edilip yenilerinin yapılmamasını hedeflemeli.

**Prof. Dr. Ural Akbulut**  
**ODTÜ Kimya Bölümü**