

# NÜKLEER SİLAH NASIL YAPILIR?

Nükleer silahlar nükleer enerjinin, büyük miktarlarda ve ani denilebilecek kısa sürelerde, kontrolsüz şekilde üretimine dayalıdır. Nükleer enerjise, çekirdek parçalanması (filyon), ya da çekirdek birleşmesi (füzyon) yoluyla elde edilir.

Filyon olayında, örneğin U-235 gibi bir çekirdek, nötron bombardımanına tabi tutulduğunda, bir nötron yutarak parçalanır ve 2 ya da 3 nötron çıkarır. Böyle çekirdeklerin, parçalanabilir ya da 'filyon' olduğu söylenir. Açığa çıkan nötronlardan bazıları, ortamın dışına kaçarak ya da ilgisiz çekirdekler tarafından yutulur 'ziyan' olurken, bazıları diğer U-235 çekirdeklerine çarpıp yeni filyonlara yol açar. Eğer bir uranyum kütesinde ortalama olarak, filyona yol açan her nötron başına açığa çıkan nötronların; 'birden fazlası, biri ya da birden azı' tekrar filyona yol açabiliyorsa, o uranyum kütesinin 'süperkritik, kritik ya da altkritik' olduğu söylenir. Geometrisine ve kimyasal bileşimine bağlı olarak, olası en küçük kritik kütle 7-8 kg düzeyindedir. Uygun bir şekilde hazırlanması gereken böyle bir kütlede, her filyon bir yenisine yol açar ve 'zincirleme re-



aksiyon,' aynı düzeyde devam eder. Süperkritik bir kütledeyse, her filyon birden fazla yenisine yol açtığından, filyonların sayısı çığ gibi artar. Büyüyen bir 'zincirleme reaksiyon' oluşur ve filyon başına açığa, 200 milyon elektronvolt enerji çıkar. Kömürün yanmasından elde edilen enerjise,

karbon atomu başına 4 elektronvolt kadar. Dolayısıyla 1 gram U-235'in filyonu, 2,5 ton kömüre eşdeğer.

Fakat doğada bulunan uranyumun, sadece %0.71 kadarı U-235'ten, kalınsa, parçalanmayan bir izotop olan U-238'den oluşur. Dolayısıyla doğal uranyumdaki 235 bileşenin, hele

### Top Yöntemi (Hiroşima'ya atılan)

Uzunluk: 350 cm  
Çap: 70 cm  
Ağırlık: 5 ton  
Güç: 14,5 kiloton  
(1 kiloton= 1000 kg TNT'nin patlama gücü)

Yansıtıcı kılıf (Tamper)  
Ağır metalden (genellikle U-238) yapıldır. Şok dalgasını ve nötronları kalbe geri yansıtarak reaksiyonu güçlendirir.

### Göçertme Yöntemi (Nagasaki'ye atılan)

Uzunluk: 375 cm  
Çap: 150 cm  
Ağırlık: 5 ton  
Güç: 23 kiloton  
(1 kiloton= 1000 kg TNT'nin patlama gücü)

Berilyum/Polonyum kalp (çekirdek)  
Patlayıcı  
Plütonyum parçaları  
Yansıtıcı kılıf

bomba yapılmak isteniyorsa, %90'lar düzeyinde zenginleştirilmesi gerekiyor. Zenginleştirme yöntemlerinden birisi, 'gaz difüzyonu' yöntemi. Normal şartlar altında metal olan uranyum, UF<sub>6</sub> gazı haline getirilir ve bir kabın, aralarında gözenekli bir zar bulunan iki bölmesinden birine konup, yüksek basınç altında sıkıştırılır. Gaz moleküllerinden U-235 içerenler, diğerlerine göre daha hafif olduklarından, herhangi bir sıcaklıkta daha hızlı hareket eder ve zarın diğer tarafına sızmakta daha başarılı olurlar. Dolayısıyla, diğer bölmedeki U-235'li molekül konsantrasyonu, az biraz artar. Kayda değer bir zenginleştirme için bu sürecin binlerce kez tekrarlanması, böylesi kaplardan binlercesinin art arda kullanılması gerekir. Böyle bir sisteme, yılda tonlarca zenginleştirilmiş uranyum üretilebilir. Fakat basınçlanmanın gerektirdiği güç binlerce MW, kap sisteminin tesis maliyeti milyar dolar düzeyindedir. Oysa, bir nükleer bombanın yapımı için onlarca kilogram zengin uranyum gerekir. Zengin uranyumu az miktarlarda elde etmenin daha ucuz yolları vardır.

Bir başka zenginleştirme yöntemi, uranyum izotoplarının, aynı frekanstaki lazer atımları karşısında verdikleri farklı tepkiye dayanır. Buysa zahmetli ve yavaş çalışan bir yöntem. Malzemeyi küçük miktarlarda ve yavaş yavaş elde etmenin bir diğer yolu, uranyum izotoplarını iyonlaştırıp bir manyetik alanın üzerinden geçirmek. Aynı hızla hareket etmekte olan iyonlar manyetik alandan geçerken, daha ağır olanlar daha küçük, hafif olanlara daha

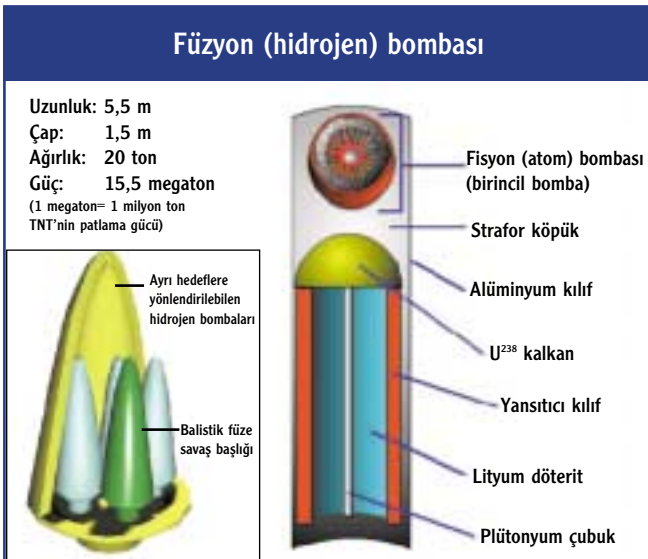


büyük yarıçaplı daireler üzerinden saptırılır ve karşıdaki bir 'toplayıcı levha'nın farklı yerlerine düşerler. Bu, fakirin zenginleştirme yöntemidir. Ancak sabır gerektirir. Çünkü gün boyunca hedef levhasında, gram düzeyinde az ürün birikir.

Parçalanmaya yatkın bir diğer 'fisil' çekirdekse, Pu-239 izotopu. Ancak, plütinyum doğal bir element değil. Nükleer reaktörlerde, U-238 izotopunun bir nötron yuttuktan sonra bozunması sonucu oluşur. Farklı bir element olduğundan, uranyumdan kimyasal yöntemlerle ayrıştırılabilir ve zenginleştirme işlemi gerektirmez. Fakat eldesi için, hazırda çalışan bir nükleer reaktörün bulunması ve yakıtına uygun zamanlamalarla müdahale edil-

mesi gerekir. Halbuki, bomba malzemesi olarak zenginleştirilmiş uranyum ya da plütinyum elde etmenin en keskin yolu, bu malzemeyi, nükleer santrallara hizmet veren yakıt işleme tesislerinden almak ya da çalmak.

Fisil malzeme elde edildikten sonra bomba yapması, görece kolay bir iş. İlkel bir nükleer bomba, bir araya geldiklerinde süperkritik olacak olan iki altkritik uranyum kütlelerini bir topnamlusuna yerleştirip, birini diğerine doğru ateşlemekle yapılabilir. Sonuç, büyük bir patlamaya yol açan süperkritik bir kütleler ve açığa çıkan toplam enerjiye 'bombanın verimi' denir. Hiroşima'ya atılmış olan bomba böyle bir düzenden oluşmuştur. Ancak 'top tipi bomba' fazla uranyum gerek-



tır; ağır ve hantal, hem de düşük verimlidir. Bir diğer yöntem; süperkritik bir fisil malzeme küresinin etrafına güçlü patlayıcılar yerleştirip, bu patlayıcıları fevkalade simetrik ve eşzamanlı biçimde patlatarak, küreyi homojen bir şekilde, çok daha süperkritik küçük bir küreye 'göçertmek'. Bu tip bir 'göçertme aygıtı'nda, Pu-239 tercih edilmekle birlikte, U-235 de kullanılabilir. Yöntemin, fisil malzeme sağlamadan sonraki en zor tarafı, patlamaların eşzamanlılığını sağlayan elektronik devre elemanlarının yapımı ya da ele geçirilmesi. Fakat zahmetine de değer: Bomba küçük, verimi yüksek olur.

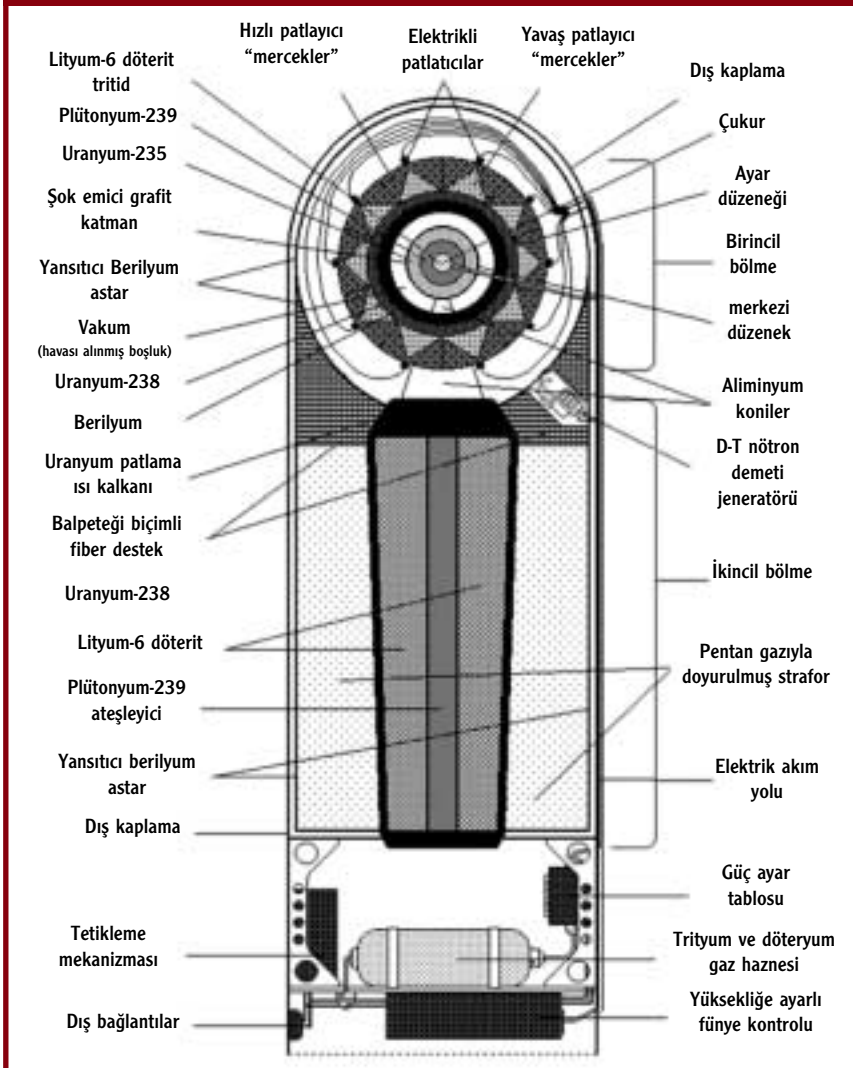
Füzyon olayıysa, hidrojen ya da hidrojenin izotopları olan döteryum ve trityum çekirdeklerinin birleşmesine dayalıdır. Bu çekirdeklerin kaynaşması, birim ağırlık başına fisiyondan bile daha fazla enerji açığa çıkarır. O kadar ki, 1 gram hidrojen yaklaşık 50

ton kömüre eşdeğerdir. Ancak, çekirdeklerin kaynaştırılabilmeleri için, çok yüksek hızlarla çarpıştırılmaları gerekir. Yeterince yüksek sıcaklıktaki hidrojen gazında, her bir yöne doğru hareket etmekte olan atomlar, yeterince yüksek hızlarla çarpışıp kaynaşabilirler. Nitekim, güneşin merkezindeki sıcaklık 15 milyon °C'yi buluyor ve buradaki hidrojen çekirdekleri, yüksek basıncın da yardımıyla füzyona uğrayarak, güneşe ısıdığı enerjiyi sağlıyorlar. Ancak, yeryüzünde basınç çok daha düşük olduğundan, hidrojenin füzyonu için gereken sıcaklık çok daha yüksek ve 100 milyon °C'nin üstüne çıkılması gerekiyor. Bu yüzden 'hidrojen bombası'nın yapımında, füzyonu biraz daha kolay olan döteryumla trityum tercih edilir. Döteryum normal sudaki hidrojen atomları arasında, 1/666 oranında bulunuyor ve fizikokimyasal yöntemlerle ayrıştırılabiliyor.

Trityumsa, Li-6 (lityum) izotopunun nötron bombardımanına tabi tutularak, helyum ve trityuma parçalanmasıyla elde edilebilir. Ancak trityum; normal şartlar altında uçucu, kaçıncı bir gaz. Hem de, görece kısa bir yarılanma ömrüyle kendiliğinden bozunuyor. Dolayısıyla, önceden üretilip saklanması yerine, kullanımının hemen öncesinde ve sırasında üretimi tercih ediliyor. Bu amaçla döteryum lityumla karıştırılır ve her ikisi birlikte, strofor ambalaj malzemesiyle kaplanır. Patlama anı geldiğinde, lityum nötron bombardımanına tabi tutularak trityum üretilir, bu trityumlar da, içerdeki döteryumlarla çarpışıp füzyona yol açarlar. Ancak; Lityumun bombardımanı için nötronlar, füzyon için de yüksek sıcaklıklar gerekir. Bunlarsa, 'birincil' denilen bir uranyum ya da plütonyum bombasının patlatılmasıyla elde edilir. Bu bombanın ürettiği ısınma etkisi, yani termal şok, görece yavaş yayılır ve füzyon düzeneğine ulaşana kadar, düzeneğin dağılması olasılığı belirir. Halbuki, yayınlanan gama ışınları ışık hızıyla hareket eder ve strofor bunları emerek, içindeki karışımın ısınmasını sağlar. Bir yandan da, birincil bombanın basınç şoku füzyon karışımını dışardan ve her yandan homojen bir şekilde sıkıştırır, yaydığı nötronlar lityumu parçalayıp trityum açığa çıkarırlar. Karışımın sıcaklığı 100 milyon °C'nin üstüne çıktığında, 'ikincil' füzyon bombası devreye girmiştir.

Nötron bombası, küçük bir hidrojen bombasıdır. Diğer nükleer silahlardan farkı, asıl öldürücü etkisinin, yaydığı nötronların yol açtığı radyasyon hasarından kaynaklanıyor olması. Bu özelliğiyle, 'güçlendirilmiş radyasyon silahı' olarak da adlandırılır. Patlamasının yol açacağı basınç ve ısı etkisi düşük olacak şekilde tasarlandığından, civardaki binalar ve sanayi tesisleri gibi fiziksel yapılar, patlamadan daha az etkilenir. Öte yandan, nötronlar fazla uzaklara yayılmadığından, bu silahın öldürücü menzili ötekilere göre kısa. Soğuk Savaş döneminde NATO kuvvetlerinin, Doğu Avrupa'daki nüfus yoğun bölgelerde savaşa hazırlıklı olma gereksinimine göre, 'kısa menzilli bir antipersonel silahı' olarak üretildiler.

### Nükleer Bomba Şeması



Prof. Dr. Vural Altın