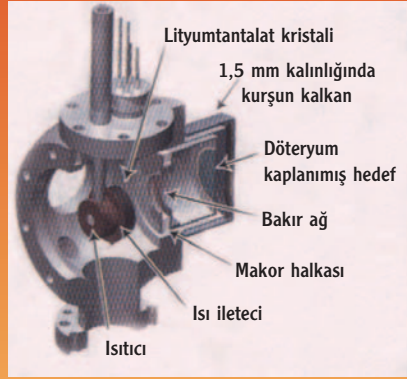


# Teknoloji

## Ilık Füzyon

Füzyon tepkimeleri, yıldızları ayakta tutan olaylar. Güneş benzeri yıldızların 15 milyon derece sıcaklıktaki merkezlerinde hidrojen çekirdekleri kütleçekiminin muazzam basıncı altında birleşerek daha ağır çekirdekler oluşturuyorlar ve açığa çıkan enerji, kütleçekiminin baskısını dengeleyerek yıldızın milyarlarca yıl dengede kalmasını sağlıyor. Biliminsanları bu süreci yeryüzünde de gerçekleştirerek ucuz, temiz ve sınırsız bir enerji düşünü gerçekleştirerek için çeşitli yöntemler üzerinde çalışıyorlar. Ancak yeryüzü, yıldızların merkezleri gibi muazzam kütleçekim baskısı altında olmadığından, hafif çekirdeklerdeki artı elektrik yüklü protonların birbirlerine uyguladıkları itme gücünü yenmek için yaklaşık 150 milyon derece sıcaklıklara gereksinim duyuluyor. Uzun süredir denenen bir yöntem, "tokamak" diye adlandırılan pasta kalıbı biçimli odalarda güçlü mıknatıslarla havada asılı tutulan ve bu sıcaklıklara kadar ısıtılan plazma (ağır hidrojen izotopları ve serbest elektronlar) içindeki döteryum iyonlarının birleşerek helyum oluşturmasını ve bu süreçte enerji ortaya çıkarması. Bir diğer yöntemse, küçük döteryum kapsüllerini güçlü lazerlerle çökertip füzyon sağlamak. 1989'da Stanley Pons ve Martin Fleischmann adlı araştırmacılar oda sıcaklığında füzyon sağladıklarını öne sürdüler; ancak bu deney sonucunun aslında basit bir elektroliz süreci olduğunun anlaşılması, "soğuk füzyon" girişimlerini kuşku, hatta alay konusu yaptı. Şimdiyse California Üniversitesi'nden (Los Angeles) bir ekip, basit bir düzenele "ılık füzyon" gerçekleştirdiğini açıklamış bulunuyor. Ancak araştırmacılar, geliştirdikleri düzeneğin sınırsız enerji üretimine yönelik olmadığını, yalnızca portatif bir nötron kaynağı elde etmeyi amaçladığını belirtiyorlar. Nötronlar kalın madde katmanlarını geçebildiklerinden ve genellikle karşılaştıkları atomun elektronik yapısından çok çekirdeğiyle etkileşimlerinden portatif nötron jeneratörleri yaygın endüstriyel kullanım kazanmış bulunuyor. Bunlar arasında petrol aramalarında açılacak kuyular için yer belirlenmesi, ve hava alanlarında bagaj kontrolü de bulunuyor. Ticari kullanımlı nötron jeneratörleri de ağır hidrojen izotopları olan döteryum ve trityum içeren füzyon tepkimelerinden yararlanıyorlar. Hidrojen çekirdeği yalnızca tek bir protondan oluşurken, döteryumda ek olarak bir, trityumdaysa iki nötron bulunuyor. Tepkimeler sonucu helyum çekirdeği ve serbest kalan enerjinin büyük kısmını taşıyan tek bir nötron çıkıyor.

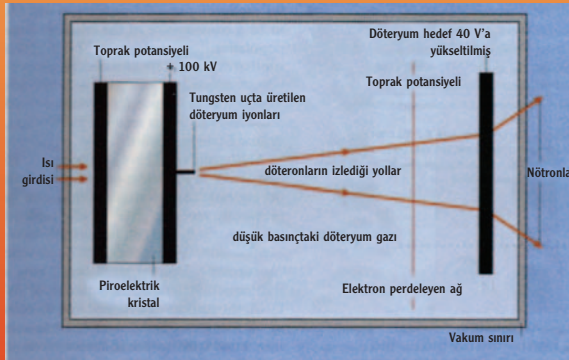


$D + D \rightarrow {}^3\text{He} + n$  (enerjisi ~ 2,45 MeV)  
 $D + T \rightarrow {}^4\text{He} + n$  (enerjisi ~ 14,5 MeV)

Bilinen nötron jeneratörleri, bu tepkimeler için ya bir minyatür hızlandırıcıdan çıkan ve döteryum ve/veya trityumla yüklü katı bir hedefi bombardıman eden iyon demetlerine ya da bir D-D ya da D-T plazmasının elektrotstatik tutumuna dayanıyorlar. Her iki yöntemde de yüksek voltaja ve son derece karmaşık ekipmana gereksinim duyuluyor.

Seth Putterman başkanlığındaki California Üniversitesi ekibinin geliştirdiği nötron jeneratörü de katı hedef kategorisine giriyor. Ayrıca özelliği, karmaşık süreçler ve makinelere olan gereksinimi ortadan kaldırması. Ekip füzyonu küçük bir kristali bir parçacık hızlandırıcısına çevirerek gerçekleştiriyor ve bunu başaran aygıt, bir laboratuvar ölütüğünün cebine girebilecek boyutlarda. Kristalin elektrik alanı bir tungsten iğne aracılığıyla odaklandığında döteryum iyonlarını öylesine hızla fırlatıyor ki, çarpışan çekirdekler birleşerek güçlü bir nötron akısı oluşturuyorlar.

Ekibin kullandığıysa birçok bakımdan oldukça düşük bir teknoloji. Tek girdi, bir elektron basıkılama ağına güç veren 30-40 volt ve 2 watt kadar ısı. Isı uygulanmasının üzerinden birkaç dakika geçince nötron salımı başlıyor ve kısa sürede saniyede 1000 nötron sayısına ulaşıyor.



Isı kaynağı çekildiğindeyse aygıt bir süre sonra kendisini kapatıyor.

Aygıtın basitliği, bilinen jeneratörlerdeki minyatür iyon kaynağı ve hızlandırıcı yerine, iyi bilinen iki olgunun bileşimine dayanması: Piroelektrik etki ve alan iyonlaşması.

Piroelektrik etki, yani bazı materyallerin ısılmınca elektrik yükü kazanması, çok eskiden beri bilinen bir olgu. Putterman ve ekibinin kullandığı yapay malzeme (lityumtantalat kristali) 100.000 volt kadar potansiyele sahip olabiliyor.

Gazların alan iyonlaşmasıysa atom ölçeklerindeki mesafelerde birkaç volt düzeyinde potansiyel farkı olduğunda gerçekleşiyor. Bu, her metre başına 10 milyar volttan daha büyük bir alana eşdeğer. Çok küçük yarıçaptaki elektrotlara uygulanan küçük voltajlar, elektrodun ucunda bu son derece yüksek düzeydeki alanları oluşturabiliyor ve bu alana giren her gaz molekülünü iyonlaştırıyor.

Ekip, lityumtantalat kristalinin bir yüzünü 0,7 pascal basınçta döteryum gazıyla doldurulmuş 3 cm çapındaki bir vakum odacığına bağlamış. (Karşılaştırmak için: Dünyamızın ortalama atmosfer basıncı 100.000 pascal.) Kristalin pozitif yüzüysa kısa bir bakır borunun içinden erbiyumdöteritle kaplanmış bir molibden disk hedefe bakıyor. Kristalin + yüzeyine ayrıca ucunun yarıçapı 100 nanometre (bir nanometre = metrenin milyarda biri) kalınlığında ve 2,5 milimetre uzunluğunda bir tungsten elektrod yerleştirilmiş. Arada da bakırdan bir ağı biçiminde bir Faraday kafesi, elektronların bir sağanak halinde hedefe ulaşmasını önüyor.

Araştırmacılar önce kristal üzerine sıvı nitrojen dökerek, oda sıcaklığından, -37 °C'ye indirmişler. Daha sonra kristalin sıcaklığının dakikada 12,4 °C artırılması, kristalin doğal polarizasyonunu değiştirmiş ve pozitif elektrodun potansiyelini dakikada 50.000 volt artırmış. Potansiyel arttıkça, ucun çevresindeki elektrik alanının değeri, metrede 25 milyon volt düzeyine, yani döteryum gazının alan iyonizasyonuna yetecek düzeye ulaşmış. Artı elektrik yüklü döteryum iyonları (yani döteryum çekirdekleri ya da döteronlar) bakır tüpün ucundaki hedefe çarptıklarında kaplama üzerindeki döteryumla füzyon tepkimesine girerek alfa parçacıkları (helyum çekirdekleri) yanı sıra yaklaşık 2,5 milyon elektronvolt enerjide nötron akısı oluşturmuş. Döteronları hızlandıran potansiyel, ancak kristalin sıcaklığı değiştiğe korunabilmediğinden, nötron akısı, bu akım düzeyinde kristalin ısısı kendiliğinden artabildiği birkaç dakika sürmüştü. Araştırmacıların yeni hedefi, nötron akısını mevcut bazı portatif nötron jeneratörlerinde olduğu gibi saniyede bir milyon nötron düzeyine yükseltmek.