

Çekirdek enerjisi, nükleer reaksiyonla (çekirdek reaksiyonları ile) salıverilen enerji. Nükleer reaksiyonlar (Bkz: Nükleer Reaktör) Radyoaktiflik, Fizyon (bkz.) yani çekirdek bölünmesi, Füzyon (bkz.) yani çekirdek birleşmesi biçiminde sıralanabilirler. Nükleer enerjiye bazen atom enerjisi de denir. Ne var ki gerek Nükleer Reaktörler (bkz.)'de gerekse nükleer silahlarda salıverilen büyük enerji salt çekirdek reaksiyonlarından kaynaklanır. Buna atomun elektron düzeninin hiçbir katkısı olmaz. Elektronların işe karıştığı reaksiyonlar ise yan malar ya da patlayıcı maddelerin patlaması gibi yine enerji verici reaksiyonlardır ki burada salıverilen enerji bir çeşit atom ya da molekül enerjisi olarak nitelenebilir.

Bu nedenle nükleer enerji karşılığı olarak atom enerjisi deyimini kullanmak temelde yanlıştır. Nükleer enerji, protonlar ile nötronları, çok küçük bir hacim içinöe bir arada tutan özel bir kuvvetten kaynaklanır. Bı çekirdek için özel*çekim kuvveti atomların elektron düzenlerinin dış kabuk Orbital (bkz.) ve elektronlarının işe karıştığı kimyasal bağ kuvvetinden milyon kez daha büyüktür. {Bkz. Nükleer Fizik}. Hafif çekirdeklerde nötron sayısı aşağı yukarı proton sayıya eşittir. Büyük çekirdeklerde ise nötron oram büyür. Eğer nötron sayının proton sayısına oranı 1,5/1 gibi ise bu çekirdek sağlamdır (dengelidir). Çekirdek içi nötron ve protonların ikisine birden nükleon denir. Protonların birbirini İtici elektrostatik kuvveti yenerek bu nükleon-lan birbirine^bağlayan enerji bağlama enerjisi adını alır. Bağlama sırasında nükleon-larm toplam kütlesi: a m kadar azalır ve işte bağlama enerjisi bu azalma karşılığında Einstein (bkz: Aynştayn) denklemine göre salıverilen enerji olur: $E = mc^2$ (buradaki c elektromanyetik sabit'tir). c çok büyük (300 milyon metre/saniye) olduğu için de küçük bir kütle eksilmesi karşılığında bile büyük miktarda enerji salıverilir. Bağlama enerjisi, çekirdek içi nükleonlarmı birbirinden ayırmak için harcanması gerekli işe eşit ve her zaman pozitifdir. Yani çekirdekler birbirinden ayrı olan nükleonlara (protonlar ve nötronlar) oranla daha dengeli ve daha sağlamdır. En sağlam çekirdekler kütleleri orta değerler taşıyan çekirdeklerdir. Çekirdeklerin kütleleri bu orta değerlerden küçüldükçe ya da büyüldükçe sağlamlıkları da azalır. Ortalamadan çok ağır olan çekirdekler içerdikleri nötron/proton oranını düzeltmek için radyoaktif ışınlar yayarlar (bkz. Radyoaktiflik). Ağır elementlerin çekirdeklerindeki bağlama enerjisinin azalmakta oluşu, çekirdeğin pozitif yükü arttıkça (nötronların sayısı protonlardan fazla bile olsa) çekirdeğin sağlamlığının da azaldığını gösterir. Bağlama enerjisinin nükleon sayısına bölümü, bir nükleon başına bağlama enerjisini verir. Bu belli bir limitten daha aşağı olursa böyle çekirdekler radyoaktif olmaları yanında, kendilerine hızı uygun bir nötron çarpınca bölünebilirler; bu nükleer fizyon reaksiyonudur. Hafif elementlerin de nükleon başına bağlama enerjilerinin düşük olması nedeni ile bunlar daha büyük çekirdekler oluşturmak üzere birleştikleri zaman yine dışarı enerji salıverilir, örnek olarak iki Döteryum (bkz.) çekirdeği enerji vererek birleşir, helyum çekirdeği oluşur. Bu ise nükleer füzyon reaksiyonudur.

İlk deneysel ve yapay nükleer reaksiyonu 1919 yılında Rutherford (bkz.) gerçekleştirdi. Bilgin, azot çekirdeklerini alfa partikülleri (helyum çekirdekleri) ile bombardıman ederek hidrojen ve oksijen çekirdeklerinin oluşumuna neden oldu (alfa parti-küllerini ise radyumdan sağlamıştı):

Ne var ki, çekirdekler pozitif yüklü olduklarından birbirlerini iterler ve bunları bir çekirdek reaksiyonu verecek kadar yaklaştırmak, dolayısıyla bir çekirdek reaksiyonu başlatmak çok zordur. 1932 yılında nötronun keşfi bu güçlüğü yenebilmeyi sağlayan bir imkân yaratmıştır. Yüksüz ve Subatomik Partiküller (bkz.) ölçüsüne göre de ağır olan nötron yavaş hareket bile etse yine bir nükleer reaksiyon başlatacak kadar enerji taşır ve çekirdek itmesi ile karşılaşmadığı için yaklaştığı çekirdeğe çarpar. 1939 yılına kadar birçok çekirdek reaksiyonu üzerinde çalışıldı. Fakat, bunların hiçbirisi bir enerji kaynağı olma özelliği göstermedi. Gerçi çekirdek reaksiyonları dışarıya enerji veriyordu, ama, bu salıverilen enerjiden daha çoğu bir reaksiyonu başlatacak partiküllerin üretimine harcanıyordu. Ayrıca, üretilen etkin partiküllerin pek azı istenen biçimde reaksiyon veriyordu; reaksiyonda ortaya çıkan başka etkin partiküllerin de aynı reaksiyonu sürdürme ihtimali pek azdı. Bu bir kutu kibritle ıslak odunlardan oluşmuş koca bir yığını tutuşturmaya benziyordu. Bu durumdan çıkış yolu 1939 yılında açıldı. Bu yıl ilk kez yavaş nötronlarla bombardıman edilen ağır uranyum çekirdeklerinin sergilediği reaksiyon yorumlandı (reaksiyonu deneysel olarak ilk kez 1934 yılında Fermi gözlemiştir). Bu reaksiyonun bir nükleer fizyon örneği olduğu anlaşıldı. Yeteri kadar enerji taşıyan yavaş nötronlar uranyum-235 (IF35) çekirdeklerinin küçük bir bölümünü ikiye bölebiliyorlardı. Bu bölünme her zaman aynı biçimde olmuyordu; değişik bölünme ürünleri ortaya çıkıyordu. Fakat, her bölünme (fizyon) ile birlikte iki ya da üç nötron ve büyük miktarda enerji salıveriliyordu. Nötron salıverilmesinin nedeni ise bölünme ürünleri olan iki daha hafif çekirdekteki nötron/proton oranının ana çekirdektekinden daha küçük olması dır. Bu

nötronlar, büyük ölçüde nükleer enerji üretimi için, bir anahtar ödevi yaptılar. Çünkü bunlar bir zincirleme reaksiyon oluşturarak tüm uranyum kütlesinin fizyonunu sağlayabileceklerdi. Bu nötronların bazıları yitirilse bile geride başka fizyonlar doğurmaya yetecek kadar nötron kalıyordu. Her fizyon ise birkaç nötron daha veriyordu, bunun sonu büyük bir enerji patlamasına varıyordu. 1942 yılında Chicago'da doğal uranyum "nükleer yakıtı" ile ve nötron yavaşlatıcı olarak grafit kullanarak ilk denetimli çekirdek fizyonu gerçekleştirildi. Nötron yakalayan çubuklar, reaksiyon verecek nötronları belli bir sayının altında tutarak reaksiyonun denetim altında sürdürülmesini sağladı. Nükleer enerjiden bir savaş silahı olarak yararlanma düşüncesi II. Dünya Savaşı sonlarına doğru hemen uygulamaya konuldu. ABD' nin Japonya'ya attığı iki Atom Bombası (bkz.) bu savaşı kısa sürede sona erdirdi. Daha sonra çok daha güçlü nükleer silahlar yapıldı. Dünyada kullanılan enerjinin gittikçe artan bir bölümü fizyon olayına dayanan Nükleer Reaktör (bkz.)'lerden elde edilmeye başlandı. Bununla birlikte fizyona uygun "nükleer yakıt" miktarının doğada şaşılacak kadar az olduğunun farkına varıldı. Ayrıca, fizyon ürünü olan çekirdeklerin Yan-Ömrü (bkz.) uzun olan radyoaktiflik göstermeleri de, bu artıkların nereye atılacağı gibi çok önemli bir sorun ortaya çıkarmıştı. Günümüzde bu artıklar içi paslanmaz çelik astarlı beton bloklarda depolanarak uzaklaştırılmakta; bu artıkların çözünmeyen bir çeşit cam biçimine sokulması imkânı araştırılmaktadır. Bunları uzaya fırlatmak, Yer in jeolojik yönden sağlam bölümlerine gömmek, ya da kimyasal değişmelerle daha kolay denetlenebilir maddelere dönüştürmek, geleceğin nükleer artık maddelerden kurtulma çareleri arasında sayılabilir. Bütün bunlara karşın nükleer füzyon, enerji ve elektrik üretimi yönünden, çok daha uzun vadeli bir çözüm olarak durmaktadır. Ne var ki şimdilik denetimli nükleer füzyon, araştırma aşamasından öteye geçememiştir.

www.eneji2023.org