

ELEKTRİK ÜRETİMİNDE 'ŞİŞEDEN ÇIKACAK CİN !?': NÜKLEER FÜZYON

Yüksel Atakan, Dr.Fizik Y.Müh., Almanya, ybatakan@gmail.com

Giriş

Hidrojen, döteron, trityum gibi hafif atom çekirdeklerinin çok yüksek basınç ve sıcaklıkta birbirleriyle kaynaşmasıyla, yeni bir atom çekirdeğinin oluşmasına 'nükleer füzyon' deniyor. Nükleer füzyon, nükleer santrallardaki 'Nükleer Fisyon (ya da çekirdek bölünmesi)' ile karıştırılmamalı. Nükleer fisyon'da, uranyum gibi ağır bir radyoaktif maddenin atom çekirdeklerinin bölünerek ortaya iki farklı kütlede atom çekirdeğiyle birlikte enerji açığa çıkarken, nükleer füzyonda bunun tersi, hafif atom çekirdeklerinin kaynaşması sırasında enerji açığa çıkıyor.

Kaynaşma sonucu, açığa çıkan enerjinin, elektrik enerjisine dönüştürülebilmesi amacıyla gelişmiş ülkelerin araştırma merkezlerinde son yarım yüzyıldır yoğun bilimsel çalışmalar yapılmasına ve sadece AB'de planlanan bütçenin 3 katını bulan 15 milyar Avro gibi büyük paralar harcanmasına rağmen, nükleer füzyon'un elektrik üretiminde kullanılabilmesinin 2040 ve hatta 2050'den önce olamayacağını ilgili araştırmacılar açıklıyorlar.

Her ne kadar Lockheed şirketi, buldukları yeni tekniklerle, 5-10 yıl içinde, füzyon enerjisini işe yarar elektrik enerjisine çevirebileceklerini ya da 'şişeden cini !' çıkaracaklarını açıklamışlarsa da bunun, henüz uygulanabilirliği olmayacak bir kuram (teori) olabileceğini ve belki de, Lockheed'in araştırmaları için daha fazla destek sağlayabilmeyi amaçladıklarını, bu konularda yıllardır yoğun araştırmalar yapan bilim adamları belirtiyorlar. Lockheed, ileride elektrik enerjisi üretimi için kimsenin kaygılanmasına gerek olmadığını, yılda, 20 kg kadar deniz suyu yakıtıyla!! (trityum karışımı), 1 milyon kg petrolden elde edilebilecek kadar enerji elde edilebileceğini web sitelerinde duyuruyor. Ancak Lockheed, 1 yıl sonra, 1 kamyon büyüklüğündeki ilk deneme reaktörünü ve 5 yıl sonra da elektrik üretimine geçebilecek 100 MW'lık bir 'prototip füzyon reaktörü'nü işletmeye açabileceğini açıklarken, füzyon reaktörlerinin, nükleer santrallar gibi, temel elektrik üretim reaktörü olarak devreye (şebekeye) alınabilmelerinin ancak 2050'de olabileceğini de belirtiyor/1/.

Nükleer füzyon kaynağı : Güneş

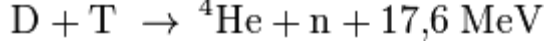
Güneşin merkezinde, hidrojen atom çekirdekleri ya da protonlar, 200 milyar bar'lık çok yüksek basınç ve 15 milyon Celcius derece sıcaklıkta bir birleriyle kaynaşarak helyum atom çekirdeklerini oluşturuyorlar. Kaynaşmadan önce iki protonun toplam kütlesi, kaynaşmadan sonraki helyum'un kütlesinden biraz daha fazla olduğundan, aradaki kütle farkı Einstein'ın $E=mc^2$ bağıntısında da gösterdiği gibi, enerjiye dönüşerek çevresine ısı ve ışın yayıyor. 4,6 milyar yıldır dünyamızın, güneşten gelen ışınlarla, zamanla yaşam bulduğu ve yeryüzündeki tüm enerjilerin (kömür, doğal gaz, petrol, su, rüzgar ve güneş enerjileri) ana kaynağının, güneşteki nükleer füzyon tepkimeleri olduğunu artık biliyoruz. Yaşamımızı, güneşteki protonların kaynaşmasıyla ortaya çıkan enerjiye borçlu olduğumuzu bile söyleyebiliriz.

Güneş'te nükleer füzyonla ortaya çıkan enerji, yeryüzünde de sürekli olarak üretilebilir ve elektrik enerjisine çevrilebilir mi? sorusuna yanıt arayan araştırmacılar son yarım yüzyıldır çalışmalarını sürdürüyorlar. Güneşte, ancak 200 milyar bar'lık basınçta oluşan proton/proton kaynaşması, bu büyüklükte çok yüksek bir basınç yeryüzünde sağlanamayacağından, yapılmakta olan bir çok bilimsel araştırmada, hidrojenin sırasıyla 1 ve 2 nötron fazlalığı olan döteron (H2) ve trityum(H3) kullanılıyor. Bunun nedeni, bunların birbirleriyle kaynaşabilmesi için 2 bar'lık basınç yeterli oluyor, ancak 100 milyon derecelik sıcaklığın sağlanması da gerekiyor.

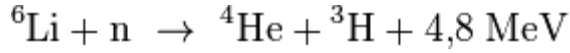
Nükleer füzyon'un fiziği, bugünkü teknoloji ve sorunlar

İki atom çekirdeğinin kaynaşabilmesi için birbirinin çok yakınına gelmesi gerekeceği açık. Ancak elektriksel olarak artı yüklü olan bu atom çekirdekleri birbirlerini ittiklerinden aradaki Coulomb kuvvetini yenmek gerekiyor. Güneşin merkezinde çekirdeklerin kaynaşması, çok yüksek basınç ve sıcaklıkta, bu kuvvet yenilerek (alt edilerek) sağlanıyor.

Yeryüzünde, 2 bar'lık basınç altında ve sıcaklık (mikro dalgalarla) 100 milyon dereceye çıkarılarak, döteron ve trityumdan oluşan plazmada (atom çekirdekleri çorbasında) aşağıdaki tepkimeyle enerji elde edilebiliyor (MeV:Milyon elektron Volt. $1 \text{ MeV}=1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Joule}$, $1 \text{ Joule}=6,24 \cdot 10^{-12} \text{ MeV}$, $1 \text{ Watt}= 1 \text{ Joule/sn}$).

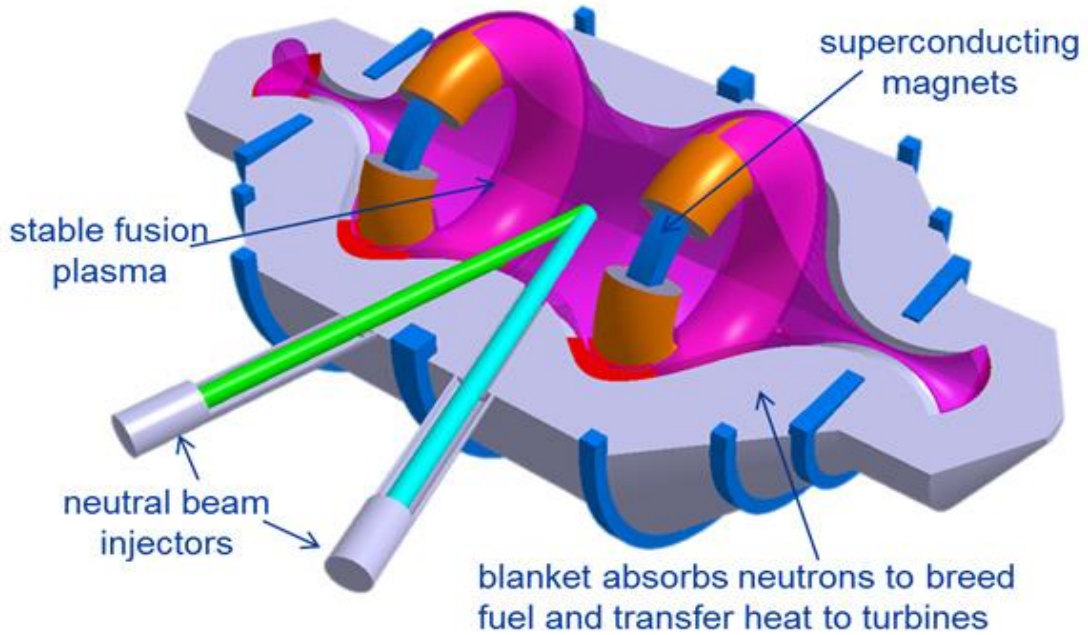


Döteron özellikle deniz suyunda tükenmeyecek kadar çok var. Trityum ise, yerkabuğunda binlerce yıl yetebilecek kadar bulunan lityum'dan aşağıdaki nükleer tepkimeyle elde edilebiliyor:



Döteron/trityum kaynaşması için gereken sıcaklığı sağlayabilmek, 100 milyon derece sıcaklıkta çok hızlı hareket eden atom çekirdeklerinin çevrelerine uyguladığı basıncı, manyetik alanın basıncıyla sürekli olarak dengede tutarak, plazmanın kaba değmesini önleyebilmek için büyük miktarda enerji gerekiyor. Plazma, genellikle geniş çaplı dairesel bir boru düzeneği içinde, manyetik bir alanda tutuluyor.

Yoğun araştırmalara ve büyük paralara rağmen, bugün ulaşılabilen teknolojilerle, manyetik alanı oluşturabilmek, plazmayı mikrodalgalarla çok yüksek sıcaklıkta tutabilmek için gereken enerji, plazma içinde atom çekirdeklerinin kaynaşması sonucu ortaya çıkacak enerjiden genellikle daha fazla (ya da füzyon reaktöründe kullanılan enerji, alınması gereken enerjiden daha çok). Bazı araştırmalarda net daha fazla enerji elde edilse bile, verim çok az. **Şekil: Lockheed füzyon reaktörü**



Sonuç

Özetle, nükleer füzyon'da amaç, bir anda ortaya çıkan enerjinin zamana yayılarak, kontrollü olarak, bundan sürekli elektrik enerjisi elde edebilmektir. Son 50 yıldır çok büyük paralar harcanarak sürekli geliştirilen teknolojilerle ilgili yoğun çalışmalar, nükleer füzyonun (çekirdek kaynaşması), nükleer santrallerdeki nükleer fisyon (çekirdek bölünmesi) gibi sürekli enerji üretebilen ve bunu elektrik enerjisine dönüştürebilecek duruma gelebilmesine yöneliktir. Nükleer füzyonla elde edilecek enerji ancak hem sürekli hem de kullanılan enerjiden çok daha fazlaysa bir işe yarayacaktır. Bu teknoloji ileride gerçekleştirilirse 1 kg hidrojen çekirdeklerinin kaynaşmasından elde edilebilecek enerji 1000 ton kömürden elde edilen kadar olacaktır ki bu tekniği ilginç kılan da budur. Ancak Şeytan ayrıntıda gizlidir, sorunlar büyüktür ve Lockheed'in de belirttiği gibi nükleer füzyondan elektrik şebekelerinde kapsamlı olarak yararlanabilmenin 2050'de bile gerçekleştirilebileceği henüz bilinmiyor.

Nükleer füzyonda, nükleer santrallerde ortaya çıkan radyoaktif maddelere oranla çok daha az ve çok daha kısa yarılanma süreli radyoaktif maddeler açığa çıkıyor. Bir füzyon reaktörünün radyoaktifliğinin 100 ile 500 yıl arasında giderilebileceği hesaplanıyor. Buna rağmen, füzyon'da açığa çıkan enerjinin büyük bir bölümü hızlı nötronların kinetik (hareket) enerjisi olduğundan, nötronların frenlenerek ısıya çevrildiği ve bununla da suyun kaynatılarak türbinlere yollanacağı malzemenin (blanket) 'özel kalitede' olması gerekiyor. Hızlı nötronlar, reaktör malzemesinde (blanket) bir süre sonra bozulmalara neden olabiliyor. Ayrıca, nötronların etkisiyle (aktivasyonla) 'blanket malzemesinde' kobalt 60 gibi radyoaktif maddelerin oluşmasının en aza indirilmesi gerekiyor ve bu konularda yoğun araştırmalar yapılıyor. Yoksa, bu malzeme ileride sadece radyoaktif atık olarak sorunlar doğurmayacak, aynı zamanda, füzyon reaktörünün bakım ve onarım çalışmaları sırasında personeli ışınlayacağı için uzaktan komutlu aletlerle bile başaramayacak büyük sorunlar doğurabilecektir.

Not: 18.yüzyılda yaşamış, büyük fizikçi Newton'a ışıkla ilgili araştırmalar yaparken güneş ışığının kaynağı sorulduğunda – onu Tanrı bilir, ben bilemem demiş! Zaten insanlık tarihi boyunca fiziğin henüz açıklayamadığı doğa olayları hep tanrılara havale edilmemiş, sonra da bunları fizik açıkladıkça, tanrıların sorumluluk alanlarından alınarak fiziğe aktarılmamış mı?

.....

/1/ Compact Fusion · Lockheed Martin
www.lockheedmartin.com/us/products/compact-fusion.html