

YARININ ENERJİSİ: ▽. NÜKLEER FUSİON, GÜVENLİ BİR GELECEK

İnsanlığa güvenilebilir ve üzüntüsüz bir gelecek vadeden biricik enerji kaynağı nükleer füsyondur. Atom bombası, bir kere «evcilleştirildi mi», gelecek kuşaklar için yeter derecede enerji sağlayabilecektir.

Bir örnek olarak güneş pek işe yaramamaktadır. Fizikçiler hiç durmadan kamu oyuna, insanlığa pratik bakımdan bitip tükenmeyen bir enerji kaynağı bulabilmek için, güneşi dünyada taklit etmeğe çalıştıklarını açıklamışlardır. Fakat bu benzetiş bir kaç noktadan yanlıştır.

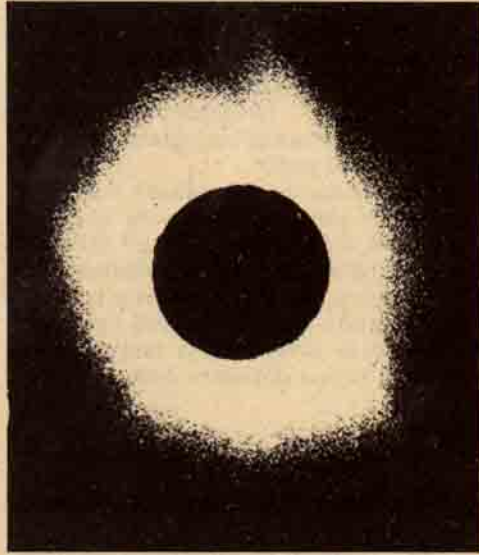
Hiç bir fizikçi bugün, elini vicdanına koyarak güneşte enerjinin nasıl serbest kaldığını bildiğini iddia edemez. Onun yapabileceği yalnız bir tahmindir. Bütün olasılıklara göre güneşin ışın enerjisi hidrojen çekirdeklerinin eriyerek helyum çekirdeklerine dönüşmesinden ileri gelmektedir. Fakat, maalesef, bunun ispatı yoktur. Tam tersine, bazı uzmanlar şu anda güneşin hatta bir «enerji duraklaması»nda bulunduğunu ve bugün ışımakta olduğu enerjiyi bundan çok önce biriktirmiş olduğu kanısındadırlar.

Sabit olan bir nokta varsa, o da güneşin ışınmasını dışarı atışının nükleer bir kökene dayandığıdır. Eğer güneş tam bir karışım oranında karbon ve oksijenden oluşmuş olsaydı, enerji rezervi ancak 500 yıl sürecekti.

Nükleer füsyonla ilgili koşullar güneş çekirdeğinde mevcuttur. Burada derinliğe göre hesap edilmiş sıcaklıklar hüküm sürmektedir, 5 milyon derece Kelvin ile 14,6 milyon derece Kelvin, öteyandan yoğunluğu ise 5 ile 134 g/cm³ arasındadır. Kıyaslama için hidrojenin 20°C (293°K) de yoğunluğunun 0,08375 10⁻³, kurşunun 11,34 g/cm³ olduğunu söyleyebiliriz. En yoğun metaller iridyum ve osmiumdur ki bunların yoğunluğu 22,5 g/cm³'dir.

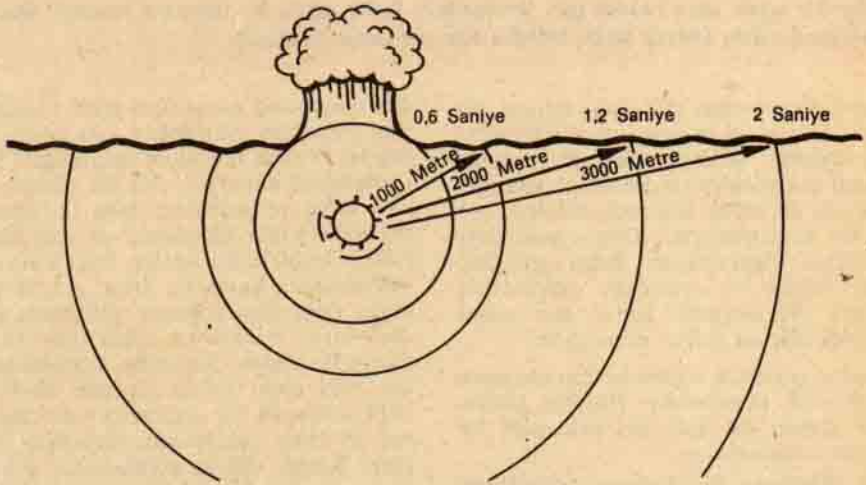
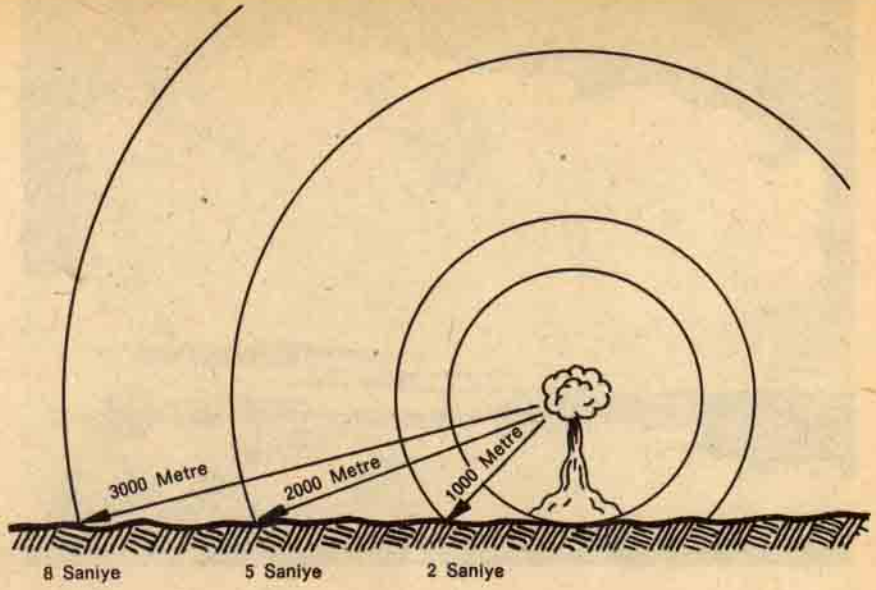
Dağın Tepesinden Kraterin İçine

Güneş çekirdeği ile ilgili hesap edilen bu sıcaklıklarda artık atom diye bir şey yoktur. Atom çekirdekleri ile elektronlar

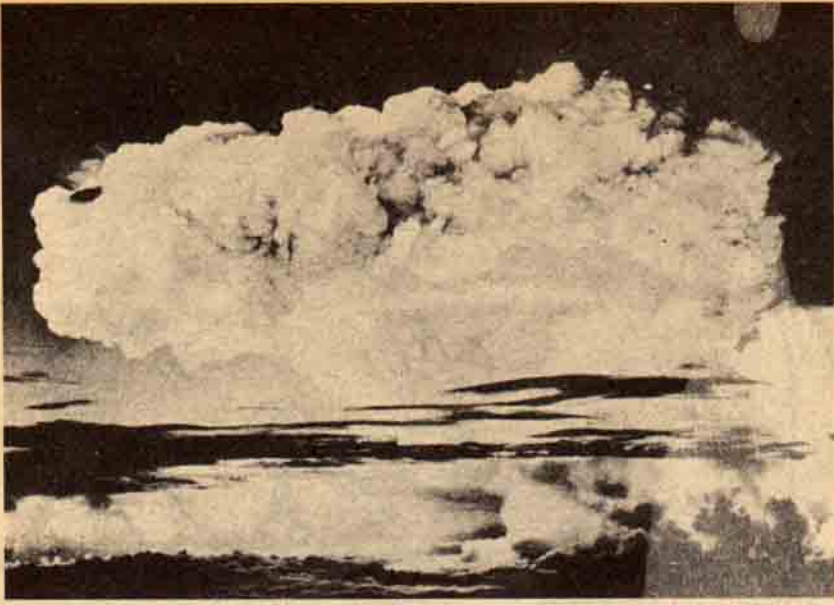


Elsner'in hesaplarına göre güneşte yaklaşık 657 milyon hidrojen bir saniyede 653 milyon ton helyum'a dönüşmektedir. Yaklaşık yüzeyde 5530°C sıcaklık hüküm sürdüğü halde Korona birkaç milyon derece kadar ısınır. Bir sene için hesap edilirse güneş 10¹⁸ KWh enerji yayar. 1972 yılında dünyadaki insanlar 6,6 X 10¹⁸ KWh tükettiler.

birbirlerinden ayrılmışlardır. Bunlar aynı zamanda elektriğe karşı iletken olan bir plasma oluştururlar, çünkü elektronlar burada serbestçe hareket edebilirler. Buna rağmen güneş içindeki maddeyi belirlemek çok güçtür. Rus bilginleri tarafından yapılan hesaplara göre, hidrojenin, güneşin merkezinde bulunan basınçlardan (200



Resimde havada patlayan bir atom bombasının basınç dalgasının yayılma hızı görülmektedir. Aşağıdaki resimde sudaki hızı. Yayılma her üç boyutta (yukarı / aşağı - illeri / geri - sağ / sol) birden geliştiği için bir atom bombasının tesiri patlayıcı madde sine değil üçüncü köküne eşittir : 1000 kat daha kuvvetli bombanın tesiri 10 kat daha fazladır.



Resimde bir atom bomba patlamasının tipik mantar şekli gözükmektedir. Patlama mantarı bir kere meydana geldi mi nükleer reaksiyonlar artık kesilmmiştir. Ateş topu der bir sıcak hava balonu gibi Stratosferic kadar çıkar. Bu mantarla beraber olan korkunç yıkma kuvvet bütün insanlık için bir kâbus oluşturur.

milyar atmosferden) çok daha azında bir metalin kristal iç yapısını ve niteliklerini aldığı tahmin edilmektedir. Öte yandan hidrojen çekirdekleri (protonlar) yaklaşık 15 milyon derecede saniyede 600 kilometrelik bir hız kazanırlar. Güneş çekirdeğinin yüksek yoğunlukları, atom çekirdeklerinin, başka bir çekirdeğe çarpmadan, uzaklara gidemeyecek kadar sıkı «sarılmış» olduklarına işaret etmektedir.

Bunlar çekirdek ergimelerinin oluşması için elverişli koşullardır. Böylece çarpışmaları zaman iki hidrojen çekirdeği bir deutron oluştururlar.

Bir deutron bir helyum çekirdeğine rastlarsa, böylece bir helyum 3-çekirdeği (Alfa parçacığı) meydana gelir.

İki helyum 3-çekirdeğin de birleşerek bir helyum 4-çekirdeği meydana getirebilirler ki (Alfa parçacığı) burada iki hidrojen çekirdeği dışarı atılır.

Tepkilerin bu sonucu da araştırma tarafından, hidrojenden helyumun oluşmasına olanak veren, muhtemel bir çizgi olarak oluşmasına belirlenmiştir. Bütün bu tepkilerde (reaksiyonlarda) prensip olarak iki atom çekirdeğinin birbirine değmesi yeterlidir. Bu andan itibaren çekir-

dek oluşturma kuvvetleri etkili olabilir ve yeni bir atom çekirdeğini sıkı sıkıya tutabilirler. Yalnız her atom çekirdeğini saran «potansiyel duvar» pratik bir güçlük çıkarır: atom çekirdekleri daha önceden pozitif elektrik yüküdür ve aynı cinsten yükler birbirlerini iterler. İtici kuvvet ise yaklaşmanın karesiyle artar. Ancak çekirdeğin doğrudan doğruya yakınında çekirdeği tutan bu kuvvet etkili olur. O elektostatik itişten çok daha kuvvetlidir, fakat etki alanı yalnız en çok 10^{-11} mm (0,01 milyarda bir milimetre) dir. Bu kuvvet iki atom çekirdeğini birbiriyle birleştirir. Resim diliyle açıklırsa, yaklaşan parçacık ilk önce bir kuvvet «dağının» üstüne tırmanmak zorundadır ki ondan sonra «Fusion Krater»ine yuvarlanabilsin. Bunun için de onun minimal bir hızı ihtiyacı vardır, çünkü aksi takdirde dağın yamacını tırmanamaz ve tekrar aşağıya yuvarlanır. Bu hız, bu parçacıklar âleminde atomların ve atom çekirdeklerinin hızından başka bir şey olmayan sıcaklık üzerinden elde edilir.

Tabii atom çekirdeklerinin hızını parçacık ivmecileri aracılığıyla da üretmek kabildir, fakat ısı en ucuz yoldur.

Bomba Bombayı Ateşliyor

Bu söylenenin en basit uygulaması, içindeki bir uranyum bombasının patlaması sayesinde gerekli sıcaklıkları üreten ve böylece bir hidrojen karışımında füzyon tepkileri meydana getiren bir hidrojen bombasıdır. Uranyum bombası bir çeşit ateşleyicidir. Kuramsal olarak yeter derecede kuvvetli bir laser şimşeginin de füzyon karışımı içine çakması da bir çözüm yoludur. O da gerekli sıcaklıkları üretir.

Hidrojen bombaları deuterium ve tritium'un tepkisinden faydalanırlar.

Pratikte bombaların içinde tritium yoktur ve bunun yerine litium 6 vardır ki, bu bir nötronun birikimi suretiyle tritium ve helium -4'e dönüşür. Litium'un şu faydası vardır, o tritium'un tersine radyoaktif değildir, yani dönüşmez. Bundan başka da deuterium ile kararlı kimyasal bir bileşim olan litium deuterid'i meydana getirir, bu da katı bir cisimdir. İçinde litiumdeuterid'den bir örtünün uranyum ateşleyicisini sardığı bir hidrojen bombası en basit bir iç yapıya sahiptir. Litium'un parçalanması için gerekli olan nötronlar bu sırada ya uranyumun parçalanmasından ya da deuterium ve tritium'un füzyon tepkilerinden elde edilir.

9 gram helium'un sentezi 500.000 kilowatt saatlik bir enerjiyi serbest bırakır. Bomba örtüsü (mantosu) parçalanır parçalanmaz, karışımın genişleyebilmesi için füzyonlar durduğundan bütün mevcut material füzyona iştirak edemez. Hesap edildiğine göre yalnız % 5'in çekirdeğin ergimesinde payı vardır. 4 tonluk füzyon materialinde bu 250 kilogramdır. Fakat 30 gramın füzyonu, bugün dünyanın en büyük kuvvet santralının bir yılda üreteceği enerji kadar enerjiyi serbest bırakır.

Bombalarda Deuterium - tritium - füzyonundan faydalanılmasının pratik nedenleri vardır. Her iki izotop'unda hidrojen-1 gibi çekirdek yükleri vardır, bu yüzden elektrostatik itiş miktarı aynı kalır. Deuterium ve tritium çekirdeklerinin bir hidrojen çekirdeğinin 2 veya 3 katı kitlesi vardır, bundan dolayı aynı hızda hareket enerjileri 2 veya 3 katı artmış olur. Bu sayede potansiyel duvarı kolayca geçebilirler. Başka bir deyişle, daha az sıcaklıklara ihtiyaç vardır demektir.

Nükleer Füzyon ve Enerji

Her nükleer füzyon'da enerji miktarı, füzyon'dan önce ve sonra saptanan kitle farkına eşittir. Bunda farklı bağlayıcı

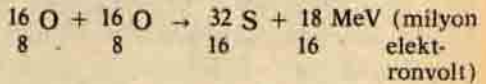
enerjiler meydana gelir. Hatta bu kimyasal tepkiler için de böyledir. Bunda söz konusu olan birçok atomlardan oluşan bir molekülün bağlayıcı enerjisidir, nükleer fiziksel reaksiyonlarda ise birçok çekirdek parçacıklarından meydana gelen atom çekirdeğinin bağlayıcı enerjisidir.

Bir reaksiyonda enerji serbest bırakılırsa, ileride bir kitle kaybı saptanır. Kömürün yanmasında bu yalnız 0,4 milyarda bir parçasıdır. Ağır çekirdeklerin parçalanmasında ise % 0,1, 4 hidrojen çekirdeğinin bir alfa parçacığına (Helyum parçacığı) füzyonunda % 0,7 kadar tutar.

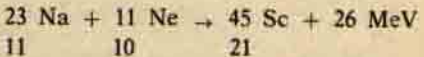
1 kilogram kömürün yanmasıyla yuvarak 8000 kilo kalori oluştuğu halde benzin de bu 10.500 ve hidrojen de yaklaşık 30.000 kilo kalordır; 1 kilogram Radium tamamıyla kurşuna dönüşmesinde 3 milyar kilo kalorigen fazla oluşturur

1 kilogram Uranyum -225'in çekirdeklerinin parçalanmasında yuvarak 20 milyar kilo kalori ele geçer. 4 Proton'un (hidrojen çekirdekleri) eriyerek bir helyum çekirdeğine dönüşmesinde serbest kalan enerji hatta daha da yüksektir, kilogram başına 160 milyar Kcal. Aynı zamanda kitle kaybının eğrisi olan bağlayıcı enerji eğrisinde, belirli nükleer reaksiyonların enerji ürettikleri veya tükettikleri açıkça görülür. En büyük kitle kayıpları aşağı yukarı elementlerin periyodik sistemlerinin ortasında bulunduğu, kabaca, onların bir çeşit enerji sınırı oluşturdukları söylenebilir. Daha düşük atom ağırlıklarında füzyonlar, daha yüksek atom ağırlıklarında parçalanmalar olanaklıdır; meğer ki bu esnada meydana gelen çekirdekler tekrar enerji sınırının öteki tarafında bulunmasınlar.

Böylece örneğin 2 oksijen çekirdeği aşağıdaki formüle göre ergir :



Aynı şekilde Sodyum ve neon çekirdekleri Scandium'a dönüşerek ergirler.



Yalnız bu reaksiyonlar çok daha kuvvetli elektrostatik itme yüzünden çok yüksek sıcaklıklara ihtiyaç gösterirler; Hidrojen çekirdekleri sekiz, neon çekirdekleri on ve sodyum çekirdekleri onbir elementer yük taşırlar. Hesaba göre oksijen çekirdekleri yalnız itme sedini aşabilmek için, 10 MeV'luk bir hareket enerjisi üret-

mek zorundadır. 10 KeV ise 100 milyar aereceye eşittir. Buna karşı bir proton'un ve bir deutron'un füsion'u hesaba göre 400°C de bile olanaklıdır. Fakat bu minimum sıcaklıklarda füsion reaksiyonları öyle yavaş işler ki, pratik bakımdan enerji üretimi için hiç bir işe yaramazlar. Bir Bethe - Weizsaecker - Zyklus (dönemi) için birkaç bin yıl hesap edilecekti. Aynı şekilde güneş koşulları altında bir deutron'un bir proton ile füsion'u birkaç saniyeye ihtiyaç gösterecekti ki, hiç bir füsion kuvvet santralının bu kadar zamanı yoktur.

Öte yandan füsion kuvvet santrallerinin durumu. Parçalama kuvvet santrallerinden farklı olarak hiç bir kritik kitleye sahip olmamaları dolayısıyla daha elverişlidir. Bundan dolayı az miktarda hidrojen izotoplarını enerji üretimci için kullanmak kabildir. Aslına bakılırsa bu gibi kuvvet santralleri ile ilgili bütün projeler şimdiye kadar füsion enerjisine hakim olacak başka hiç bir olanak bulunmadığı gerçeğine dayanır: Eğer bir kere başarılabilirse

enerji üretebilmek için küçük patlamalardan bir diziden faydalanılacaktır. Benzetiş tam olmasa bile, her benzin ve dizel motorunda olan şeyler de aynıdır.

«Barış için atomlardan faydalanma» adında Cenevre'de toplanan milletlerarası konferansın çekirdek füsion'unun «evcilleştirilmesi» için koyduğu süre 1975 Ağustosunda bitmektedir. Onun başkanı nükleer fizikçisi Profesör Bhabba 1955 yılında bu iş için 20 yılı yeterli bulmuştu. Halbuki bugün uzmanlar ilk füsion kuvvet santralının 2010 yılından önce beklenemeyeceğinden korkmaktadırlar. 1955 de bu gibi kuvvet santrallerinin işleme ilkeleri tamamıyla bilinen şeylerdi. Üç yıl sonra komisyonun araştırma raportörü Jeanne Laberique - Frolow büyük ümitlerle dolu yeni ilerlemelerden söz etti. Aynı şeyi Rus uzmanı Kurtchatow ile Amerikan arkadaşısı Post da söylediler. Fakat hepsi pratikte karşılaşılan güçlükleri pek basit görmüşlerdi.

HOBBY'den

İYİ İNSANLARA OLAN İHTİYAÇ

Gözlerini aç ve biraz zamana, biraz dostluğa, biraz sempatiye, biraz arkadaşlığa, biraz insanî emeğe ihtiyacı olan birini ara, bul! Yahut insanlık yararına yapabileceğin bir iş araştı ve yap!

Belki o yalnız kalmış biridir, belki o yaşamaktan usanmış, kırılmış biridir, veya bir kötürümdür, veya hayatında hiç bir başarı gösterememiş olan bir talihsizdir. Sen onlara birşey olabilirsin. O bir ihtiyar veya bir çocuk olabilir. Belki de iyi bir işin, boş bir gecesini ona verecek veya onun için koşacak gönüllülere ihtiyacı vardır.

Kim insan denilen o paha biçilmeyen heyecan ve enerji kaynağının yapmağa muktedir olduğu şeyleri bilir. Her köşe ve bucakta ona ihtiyaç vardır.

Onun için sende insanlığın hizmetine verebileceğin bir şeyin olup olmadığını araştı! Eğer beklemek ve denemek zorunda kaldığını görürsen, onu geleceğe bırakıp ihmal etme!

Hayal kırıklığına uğrayacağına daha işe başlamadan emin ol ve buna kendini alıştı! Kendini insanlara bir insan olarak teslim et-medikçe, tatmin edilmiş sayma!

Eğer sen tam bir ruhla buna sarılırsan, göreceksin ki seni bekleyen muhakkak biri vardır.

ALBERT SCHWEITZER