

Bir erkek insan: Maddeden yapıldır. Kütlesi ortalama 70 kilodur.

İnsan vücudunun bir hücresi: Yaklaşık 20 milyar protein molekülünden oluşmuştur.

Bir protein molekülü: Yaklaşık 14.000 atomdan yapıldır. Önemli olan, azot atomlarıdır.

Bir azot atomu: Ağırlığı: 0,000 000 000 000 000 000 2326 gramdır. Bir çekirdeği ile elektron kılfı vardır.

Azot atomunun çekirdeği: Yedi proton ve yedi nötrondan bir araya gelmiştir ve atomun kendisinden yüzbin kere daha küçüktür.

*Bir...
Bu...
biri...
olu...
nötr...
sah...*



İNSANIN BİR KÜTLESİ VAR; DOĞRU AMA, KÜTLE NEDİR?

Prof.Dr. Harald Fritsch

Bugün bilim adamları bir cismin kütlesini (ya da yeryüzündeki ağırlığını) bundan önce görülmemiş bir incelikle hesaplayabiliyor, araştırmacılar vakuma ışık şimşekleri yönelterek belirli bir kütleyle sahip yeni yeni parçacıklar elde ediyorlar. Gene de, maddenin asal parçacıklarının neden bir kütleyle sahip olduğu bilmemesi, günümüze kadar çözülmemiştir. Şimdi ise, bilmecenin çözümü için bir ümit ışığı doğmuş bulunuyor. Yazımızda parçacık araştırmalarını ümitlendiren şeyin ne olduğunu anlatacağız.

Maddenin bir kütlesi olduğunu herkes bilir. Kütleli cisimlerin tabii özelliği olarak düşünürüz.

Ancak iş asal parçacıklar fiziğine geldi mi, kütle olayının öyle kolay kolay anlaşılamayacağını kavramaya başlarız.

Normal asal parçacıklar, örneğin protonlar ya da elektronlar, deneyle olağanüstü ince olarak belirlenebilen bir kütleyle sahiptir. Kütleyle birlikte, parçacığın hızıyla bağıntılı bir enerji de ortaya çıkar. Işık parçacıkları olan fotonların ise, belirli bir enerjilerinin bulunmasına karşılık, kütleleri yoktur.

Kütlesi olan bir parçacık ile foton arasındaki esas fark, kütleli parçacığın ışığın altında olmak koşuluyla her hızda hareket edebilmesine karşılık, fotonların sadece ışık hızıyla hareket edebilmeleridir. Özel rölativite teorisinin denklemleri, bize bunun böyle olması gerektiğini gösteriyor; fakat nedenini açıklamıyorlar.

Bir nötron:
larının "her
kuark" tan
Proton ve
"kütle"ye

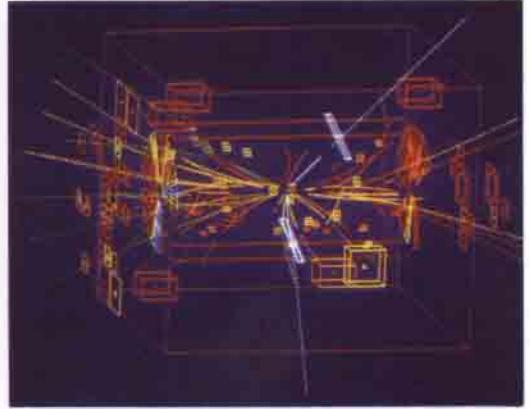
Kuarklar ve elektronlar:
Belki bunlar da, iki ya
da üç parçacıktan yapı-
lıdır. Bilim adamlarını
uğraştıran soru, neden
bunların bir kütleli ol-
duğudur.



Bugün hiç olmazsa asal parçacıkların kütlelerini tam olarak hesap edebiliyoruz. Örnek olarak, protonun kütlelerinin elektrona orana, 1836,15/1'dir. Başka bir deyişle, bir proton, bir elektrondan 1836,15 kere daha ağırdır. Bunu biliyoruz ama, asal parçacıkları, örneğin çok büyük kütleli Z-bozonunu meydana getiren mekanizmayı henüz çözmemiş bulunuyoruz. Ömrü çok kısa olan Z-bozonu ancak LEP hızlandırıcısının 27 kilometre uzunluğundaki halkasında üretilip incelenilmektedir.

Şimdi tekrar Einstein'ın "Yüce Yaratan'ın fizikçilere verdiği en çetin problemlerden biri" olarak adlandırdığı kütle probleminde dönelim: Neden asal parçacıkların bir kütleli vardır? Bugün en çok, bundan 25 yıl önce Peter Higgs adlı İngiliz kuramcısının bir dizi başka fizikçi ile birlikte ilk olarak incelediği bir

Parçacık hızlandırıcısı LEP'te, bir Z parçacığının bozunumu: Bunun külesinden çeşitli yeni parçacıklar ortaya çıkabilir. Burada bir elektron ve karşıt parçacığı (pozitron) bir fışkıyadaki gibi birbirinden uzağa saçılıyor. Kutu ve dörtgenlerde teknik bilgiler toplanmıştır. Böyle milyonlarca olaydan sonra, belki bir gün bu çok aranan Higgs parçacığına rastlanacaktır.



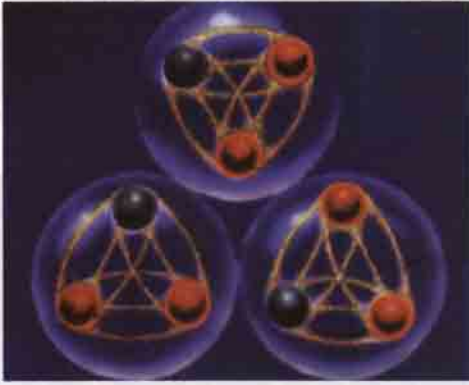
mekanizmanın varlığı buna neden olarak gösterilmektedir.

Bu mekanizmanın ana çizgileri, doğabilimciler tarafından biliniyor. Doğanın dört ana kuvvetini, yani çekimi, elektromanyetizmayı, atom çekirdeğindeki kuvvetli ve zayıf etkileşimi tanıyoruz. Bildiğimiz başka bir şey, kuantum fiziğinin kurallarına göre bunların her birinin parçacık şeklinde ortaya çıktığı ve alanlar meydana getirdiğidir. Kuvvetlerin etkisiyle oluşan bu alanların gücünü ölçülebiliyoruz. Bu dört ana kuvvete bir beşincisini de ekleyebiliriz. Bu beşinci kuvvet, eğer kuvvet ile kütleli karşıt olarak kabul edersek, kütleli neden olabilir.

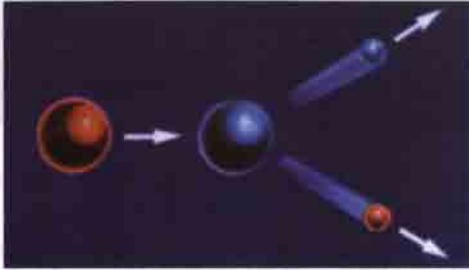
Bu varsayıma göre, bir asal parçacığın kütleli, yeni kuvvetimizin yani Higgs kuvvetinin bir parçacığına yaptığı etkiden başka bir şey değildir. Normal madde, kütleli çok küçük parçacıklardan -elektron ve kuarklardan- oluşur. Bu yüzden yeni kuvvetimizin bu parçacıklarla etkileşimi olağanüstü zayıftır. Dolayısıyla, "Higgs Kuvveti"ni normal maddede gözlemek, şimdiye kadar mümkün olamamıştır.

Öteki ana kuvvetler gibi, Higgs kuvvetinin de bir alanı olmalıdır. Ayrıca çekimin gravitonları, elektromanyetizmanın fotonları gibi, bu kuvvetin de aktarıcısı olan taşıyıcı parçacıklar bulunmalıdır. Higgs parçacıklarının kuvvetlerini yani kütlelerini bir elektron ya da kuarka aktardıktan sonra yok oldukları düşünülüyor.

Higgs kuvveti, normal maddede doğrudan doğruya gözlenemediği için, şimdi varlığını Higgs parçacıklarını bularak dolaylı biçimde kanıtlamaya çalışıyoruz. Eğer bu parçacığın henüz belirlenememiş kütleli bir protonun otuz misli bir Z bozonunun kütleli üçte biri kadar ise, şimdiye kadarki teknikle-



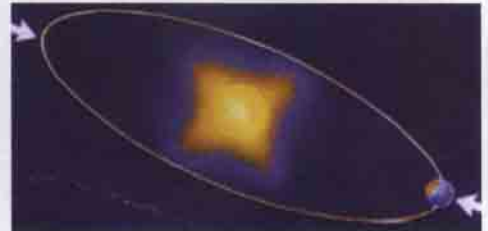
Kuvvetli etkileşim: Bunun atom çekirdeğindeki aktarıcısı, mezonlardır.



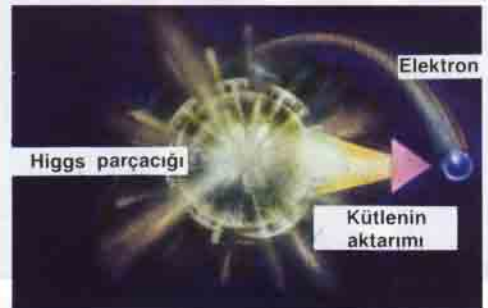
Zayıf etkileşim: Bunun taşıyıcı parçacıkları, W_+ , W_- ile Z 'dir.



Elektromanyetik kuvvet: Bunun taşıyıcı parçacığı fotonlardır.



Çekim kuvveti: Bu kuvvetin taşıyıcısının, gravitonlar olduğu sanılıyor.



Higgs kuvveti: Kütleyi bu kuvvetin parçacıklarının oluşturduğu varsayıyor.

rimizle bunu gözlememiz olanaksızdı. Ancak LEP'in işleme açılmasıyla durum değişmiştir. Z bozonu, bir protondan yüz kere daha ağırdır. Bazı ipuçları, Higgs parçacığının bundan biraz küçük bir kütlesi olacağını gösteriyor. Eğer öyleyse, Z bozonunun zaman zaman Higgs parçacığına ya da daha hafif başka parçacıklara ayrışması mümkündür.

LEP'in parçacık dedektöründe çalışan fizikçiler, şimdi heyecanla böyle olaylar gözlemeyi bekliyorlar. Çeşitli bozunumları gözlemek üzere hazırlanan bilgisayar programları o şekilde düzenlenmişlerdir ki, çeşitli bozunumlar sırasında Higgs parçacığı gibi şimdiye kadar bilinmeyen yeni bir parçacık ortaya çıktığı zaman, bu derhal kaydedilir. Henüz Higgs parçacığının kütlesi kestirilememekle birlikte, Z bozonunun eğer varsa Higgs parçacığı ile olan etkileşiminin kuvvetini hesaplayabilmekteyiz.

Gene de, Higgs parçacığını buluncaya kadar belirli bir süre, belki de yıllar geçmesi ve durumu bir dereceye kadar aydınlatmak için, yaklaşık bir milyon kadar Z bozonunu gözlememiz gerekecektir. Halbuki 1989 yılının sonuna kadar CERN'de yaklaşık yüzbin Z bozunumu kaydedilebilmiştir.

Günümüzde olağan biçimde maddeyi enerjiye ve aksine, enerjiyi maddesel parçacıklara dönüştürebiliyoruz. Yalnız, bu parçacıkların neden bir kütleye sahip olduğunu tam olarak anlayabilmiş değiz.

Bu dönüştürümde karşıt madde hayati bir rol oynamaktadır. Bu konuda da karşıtımıza şöyle bir soru çıkıyor: Neden laboratuvarında yaptığımız bütün deneylerde bir madde parçacığı ile birlikte onun karşıt parçacığı birlikte üretiliyor da, yaşadığımız tabii dünyada ve bütün evrende şimdiye kadar karşıt maddenin bir izine rastlanmamıştır? Bunu henüz açıklayamıyoruz. Şu anda fizikçi, astrofizikçi ve kozmologların benimsediği en yaygın varsayım, maddenin ve karşıt maddenin enerjiden eşit ölçüde üretildiği kuralının tamı tamına değil de, hemen hemen doğru olduğudur. Eğer öyleyse, büyük patlamadan

kısa bir süre sonra, madde parçacıkları karşıt maddeye, örneğin her on milyar çifte karşı tek bir parçacık fazla kalma gibi mini minnacık bir üstünlük elde etmiş olacaklardır. Belki evrenin başlangıcında bu üstünlük pek göze çarpmamıştır; ama, protonlarla antiprotonlar birbirlerini yok ederken, arta kalan azıcık fazlalık bugün var olan kozmik maddenin yapı taşlarını oluşturmuştur.

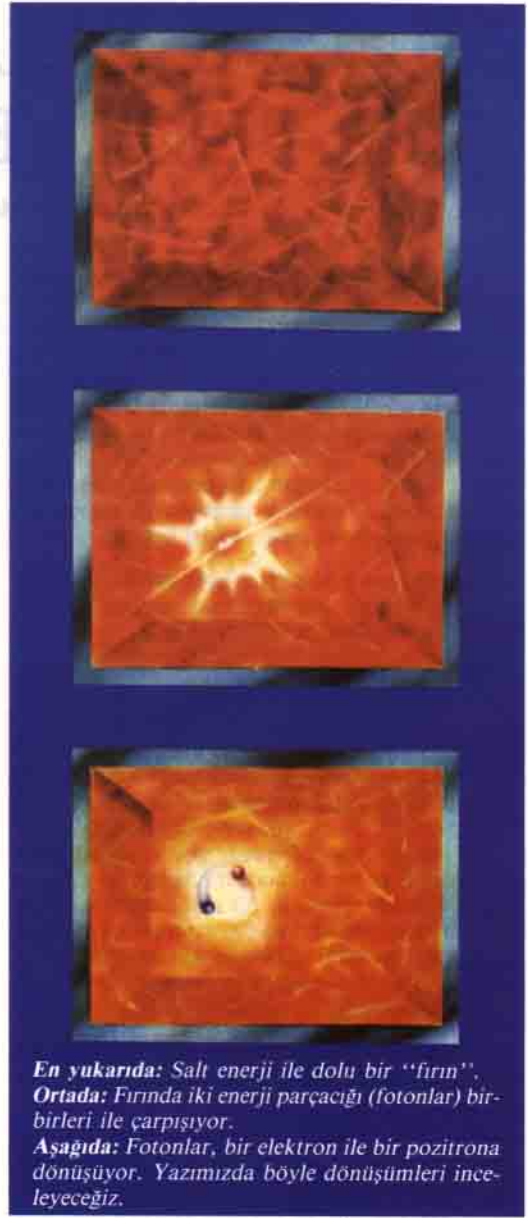
Birçok tutarlı yönü olan bu varsayım, bize şaşırtıcı bir öngöründe bulunma olanağını vermektedir: Eğer arada sırada enerjiden karşıt parçacığı antiproton olmaksızın sadece bir proton elde edilebiliyorsa, bunun tersi de geçerli olmalıdır. Yani, bir protonun bozunumunda sadece bir pozitron ve serbest kalan enerjinin taşıyıcısı fotonlar ortaya çıkabilir. Bir hidrojen atomunda da atom kılıfındaki elektron, protonun bozunumu sırasında ortaya çıkmış olan pozitronla karşılaşır birbirlerini yok edebilirler. Sonuç, evrendeki en bol eleman olan hidrojenin enerjiye dönüşmesidir. Kısacası, büyük patlamayı tersine çevirmiş oluruz. Gerek asal parçacıklar, gerekse büyük patlama hakkında edindiğimiz bilgiler, evrendeki maddenin kesinlikle değişmez olmadığını ve eğer yeteri kadar uzun bir süre geçerse fotonlara bozunacağını göstermektedir.

Protonların ayrışabileceğini kanıtlamak için, 1980'den beri masraflı birçok deney yapılmaktadır. Örneğin binlerce ton suyu gözetliyoruz. Şimdiki olanaklarımızla yılda onbin ton suda ancak bir tek proton bozunumunu gözleyebilecek durumdayız. Şimdiye kadar böyle bir olay kaydedilememiştir; ama, deneyler sonucunda bir protonun ortalama ömrünün ne olabileceği oldukça kesin biçimde belirlenmemiştir.

Bir proton, ortalama olarak en az 10^{33} yıl yaşar (Gene de, şu anda bile bozulan protonlar olabilir; çünkü kural şudur: Eğer protonlar ortalama olarak 10^{33} yılda bozunursa, o takdirde 10^{33} protondan yılda 1 tanesi bozunacaktır).

Ne yazık ki, kozmolojiden protonun sabit olmadığı konusunda elde ettiğimiz bilgiler, bize protonun ortalama ömrü hakkında bir ipucu vermiyor. Yalnız, protonun bozunumunu ancak ömrü süresi 10^{33} yılı aşmadığı takdirde yeryüzünde gözetleyebileceğimizi biliyoruz. Aksi takdirde, yere varan kozmik ışınlar bizim deneyden doğru sonuç almamızı olanaksız kılacaklardır. Onun için fizikçiler bu gibi deneylerin, bozucu etkilerin daha az olduğu ay üzerinde yapılmasını bile teklif etmişlerdir.

Einstein'in enerji ile maddenin eşdeğerliğini belirten denklemi $E = Mc^2$, yüz yılımızın hemen başlangıcında ortaya çıkmıştır. Bu denklem, fizik, astrofizik ve kozmolojideki her gelişmeye eşlik etmiştir. Fizikçiler o tarihten günümüze kadar geçen zaman içinde, maddenin birçok sırrını çözmüşler, fakat maddenin ve kütlelin kökenine inememişlerdir. Belki bu, pek yakın gelecekte yeni parçacık hızlandırıcı-



En yukarıda: Salt enerji ile dolu bir "fırın".
Ortada: Fırında iki enerji parçacığı (fotonlar) birbirleri ile çarpışıyor.
Aşağıda: Fotonlar, bir elektron ile bir pozitrona dönüşüyor. Yazımızda böyle dönüşümleri inceleyeceğiz.

ları üzerinde çalışan fizikçilere ya da yer altındaki parçacık dedektörleri ile bozulan parçacıkları gözlemeye çalışan araştırmacılara nasip olacaktır.

P.M.'den kısaltarak çev.: Ergin KORUR

**Çıkarlar, gözü en tatlı şekilde
kör eden bir araçtır.**

Blaise Pascal