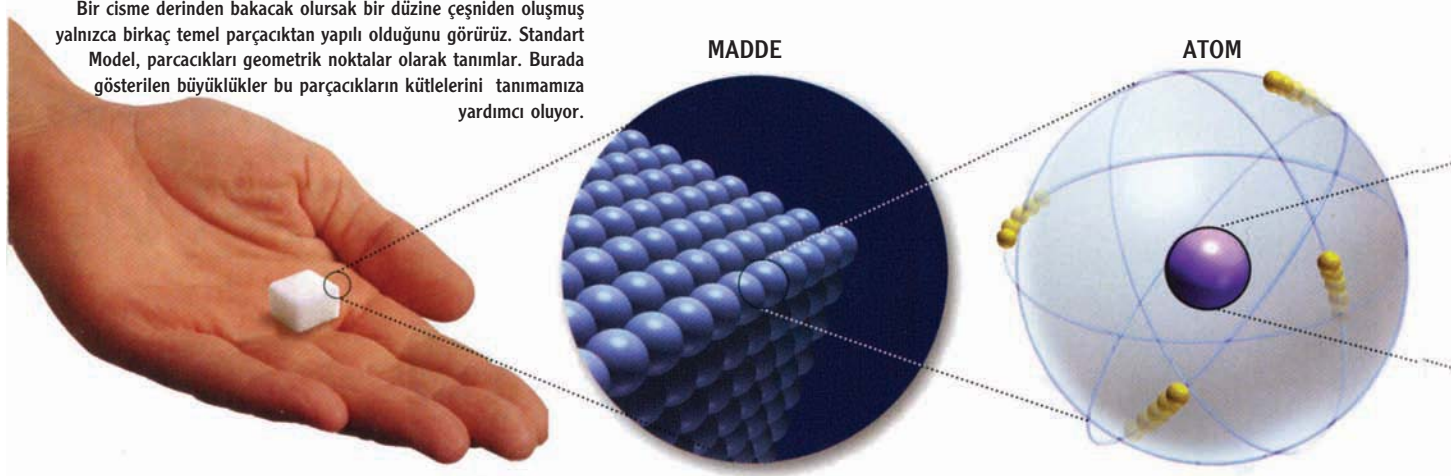



















ve Z bozonlarına kütle verir ve zayıf etkileşimlerin erimini sınırlar. Bu süperiletken, Higgs bozonları denen parçacıklardan oluşur. Kuarklar ve leptonlar da kütlelerini Higgs bozonuyla etkileşimlerinden alırlar. Kütleye kendiliklerinden sahip olmayıp bu yolla ka-

zanmakla bu parçacıklar, zayıf kuvvetin simetri gereksinimleriyle tutarlılıklarını koruyabiliyorlar.

Modern elektrozayıf kuramın öngörülleri, (Higgs sayesinde) geniş bir dizi deneysel sonuçla tam olarak örtüşüyor. Gerçekten de, maddenin kuark

ve lepton yapıtaşlarının ayar bozonları aracılığıyla etkileştikleri yolundaki paradigma, madde kavramımızı tümüyle değiştirmiş ve parçacıklara çok yüksek enerjiler verildiğinde şiddetli, zayıf ve elektromanyetik etkileşimlerin tek bir kuvvet halinde birleşmeleri



KUARKLAR (Madde Parçacıkları)			BOZONLAR (Kuvvet Parçacıkları)		
Bu parçacıklar protonları, nötronları ve bir "hayvanat bahçesi" çeşitliliğinde daha az tanınan parçacıkları oluştururlar. Kuarklar yalıtılmış halde görülemez.					
<b>Yukarı (Up)</b>  <b>u</b> Elektrik yükü: +2/3 Kütle: 2 MeV (milyon elektronvolt) Sıradan maddenin yapı taşlarından; iki yukarı kuark ve bir aşağı kuark protonu oluşturur.	<b>Tılsım (Charm)</b>  <b>c</b> Elektrik yükü: +2/3 Kütle: 1,25 GeV (milyar elektronvolt) Yukarı kuarkın daha ağır ve kararsız kuzeni. Fizikçilerin Standart Model'i oluşturmalarını sağlayan J/Ψ parçacığının yapı taşı.	<b>Üst (Top)</b>  <b>t</b> Elektrik yükü: +2/3 Kütle: 171 GeV (milyar elektronvolt) Bilinen en ağır parça; bir osmiyum atomunun kütlelerine yakın. Çok kısa ömürlü.	<b>FOTON</b>  <b>γ</b> Elektrik yükü: 0 Kütle: 0 Elektromanyetizmanın taşıyıcısı, ışığın kuantumu. Elektrik yüklü parçacıklar üzerinde etkilir. Erimi sınırsızdır.	<b>Z BOZONU</b>  <b>Z</b> Elektrik yükü: 0 Kütle: 91 GeV Parçacıkların kimliğini değiştirmeyen zayıf tepkimelerin aracısı. Erimi yalnızca 10 <sup>-18</sup> metre (metrenin milyarda birinin milyarda biri).	
<b>Aşağı (Down)</b>  <b>d</b> Elektrik yükü: -1/3 Kütle: 5 MeV (milyon elektronvolt) Sıradan maddenin yapı taşlarından; iki aşağı kuark ve bir yukarı kuark nötronu oluşturur.	<b>Garip (Strange)</b>  <b>s</b> Elektrik yükü: -1/3 Kütle: 95 MeV (milyon elektronvolt) Aşağı kuarkın daha ağır ve kararsız kuzeni. Üzerinde yoğun araştırmalar yapılan kaon adlı parçacığın yapı taşlarından.	<b>Alt (Bottom)</b>  <b>b</b> Elektrik yükü: -1/3 Kütle: 4,2 GeV (milyar elektronvolt) Aşağı kuarkın kararsız ve daha da ağır kuzeni. Üzerinde yoğun araştırmalar yapılan B-mezon parçacığının yapı taşı.	<b>W<sup>+</sup>/W<sup>-</sup> BOZONLARI</b>  <b>W</b> Elektrik yükü: +1 ya da -1 Kütle: 80,4 GeV Parçacıkların çeşni ve elektrik yüklerini değiştiren zayıf tepkimelerin araçları. Erimleri 10 <sup>-18</sup> metre (metrenin milyarda birinin milyarda biri).	<b>GLUONLAR</b>  <b>g</b> Elektrik yükü: 0 Kütle: 0 Gluonların 8 türü şiddetli çekirdek etkileşimlerini taşıyor ve kuarklarla öteki gluonlar üzerinde etkilir. Elektromanyetik ve zayıf etkileşimlere duyarlıdır.	
<b>Elektron Nötrinosu</b>  <b>ν<sub>e</sub></b> Elektrik yükü: 0 Elektromanyetizma ve şiddetli çekirdek kuvvetinden etkilenmiyor. Maddeyle çok ender etkileşmesine karşın radyoaktivite için gerekli.	<b>Müon Nötrinosu</b>  <b>ν<sub>μ</sub></b> Elektrik yükü: 0 Müonun karıştığı zayıf çekirdek kuvveti tepkimelerinde görülür.	<b>Tau Nötrinosu</b>  <b>ν<sub>τ</sub></b> Elektrik yükü: 0 Tau leptonunu içeren zayıf çekirdek kuvveti tepkimelerinde görülür.	<b>HİGGS</b>  <b>H</b> (Henüz gözlenmedi) Elektrik yükü: 0 Kütle: 1 TeV'in (trilyon elektronvolt) altında, büyük olasılıkla 114 ve 192 GeV aralığında olduğu tahmin ediliyor. W ve Z bozonlarıyla kuark ve leptonlara kütle kazandırdığı düşünülüyor.		
<b>Elektron</b>  <b>e</b> Elektrik yükü: -1 Kütle: 0,511 MeV En hafif yüklü parçacık. Elektrik akımlarının taşıyıcısı ve atom çekirdeğinin çevresinde dolanan parçacık olarak tanınır.	<b>Müon</b>  <b>μ</b> Elektrik yükü: -1 Kütle: 106 MeV Elektronun daha ağır bir türü. Ancak, ömrü 2,2 mikrosaniye. Kozmik ışın sağanaklarının bir bileşeni olarak keşfedildi.	<b>Tau</b>  <b>τ</b> Elektrik yükü: -1 Kütle: 1,78 GeV Elektronun kararsız ve daha da ağır bir başka türü. Ömrü daha da kısa: 0,3 pikosaniye (saniyenin trilyonda biri).			

olasılığına işaret ediyordu. Elektroza-  
yif kuram büyük bir kavramsal başarı  
olmasına karşın hâlâ kazanabilecekleri-  
ni açıklamamış değil. Kuark ve  
leptonların nasıl kütle kazanabilecek-  
lerini gösteriyor; ama bu kütlelerin  
ne olması gerektiği konusunda öngö-

rüde bulunmuyor. Elektroza-  
yif kuram, Higgs bozonunun kütlesi konu-  
sunda da aynı belirsizlik içinde: Parça-  
cığın varlığı gerekli olduğunu, ama  
kütlesinin ne olması gerektiğini söyle-  
miyor. Parçacık fiziği ile kozmolojinin  
önemli sorunlarından birçoğu, elek-

troza-  
yif simetrisinin nasıl kırıldığı konu-  
suyla doğrudan ilgili.

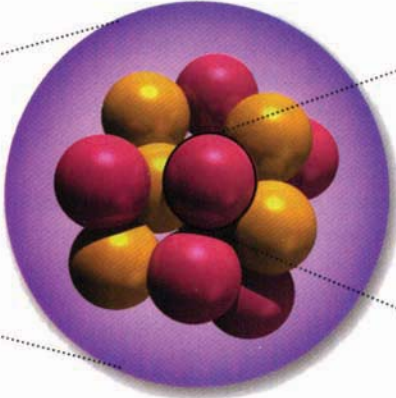
## Standart Modelin Öyküsünü Anlattığı Yer

1970'li yıllarda umut verici bir dizi  
gözlemden cesaret alan kuramcılar  
Standart Modeli artık yeterince ciddiye  
alarak sınırlarını araştırmaya başladılar.  
1976 yılının sonlarına doğru Fer-  
milab'den Benjamin W. Lee, şimdi Vir-  
ginia Üniversitesi'nde olan Harry B.  
Thacker ve Chris Quigg (Fermilab),  
elektroza-  
yif kuvvetlerin çok yüksek  
enerjilerde nasıl davranacaklarını ara-  
ştırmak için bir düşünce deneyi tasarla-  
dılar. Senaryo W, Z ve Higgs bozon  
çiftleri arasında çarpışmaları öngörü-  
yordu. Çalışma biraz 'uçuk' sayılırdı;  
çünkü o tarihte sözkonusu bozonlar-  
dan hiçbiri deneysel olarak gözleneme-  
mişti. Ama fizikçilerin bir görevi de,  
tüm unsurları sanki geçmiş gibi,  
öngördükleri sonuçları irdeleyerek bir  
kuramın geçerliliğini sınamak.

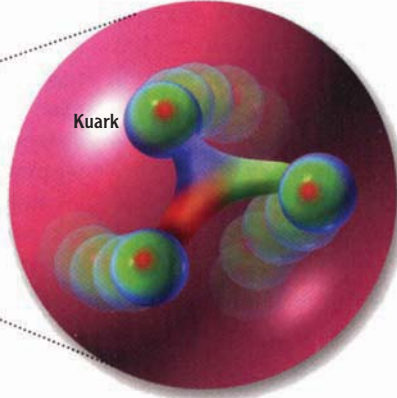
Üç fizikçi, düşünce deneyi sonunda  
sözkonusu parçacıkların yarattığı kuv-  
vetler arasında ince bir ilişkinin varlığı-  
nı belirledi. Çok yüksek enerjilere uy-  
gulandığında, yapılan hesaplar, ancak  
Higgs bozonunun kütlesinin çok bü-  
yük olmaması (1 trilyonvolt ya da kısaca  
1 TeV'den daha düşük olması) duru-  
munda bir anlam ifade ediyordu.  
Higgs'in 1 TeV'den daha ağır olması  
durumundaysa zayıf etkileşimler bu  
enerji düzeyi yakınlarında güçleniyor  
ve ortaya aklınıza geldik gelmedik her  
türü ekzotik parçacık süreci çıkıyor.  
Böyle bir koşulun belirlenmesi oldukça  
ilginç; çünkü elektroza-  
yif kuram, Higgs kütlesi için doğrudan bir öngö-  
rüde bulunmuyor. Akla getirdiği öteki  
şeylerin yanında, bu kütle eşiği,  
LHC'nin düşünce deneyini gerçeğe dö-  
nüşürmesiyle birlikte yeni bir şey (ya  
Higgs bozonu ya da yepyeni olgular)  
bulunacağını da gösteriyor.

Bu arada şimdiye kadar yapılan deney-  
lerde, Higgs'in perde gerisindeki et-  
kileri gözlenmiş olabilir. Bu etki de,  
Higgs gibisinden parçacıkların doğru-  
dan gözlenemeyecek kadar kısa sürede,  
parçacık süreçleri üzerinde küçük bir  
etki yapmak içinse yeterli sürede var  
olabileceklerini öngören belirsizlik ilke-

ÇEKİRDEK



PROTON

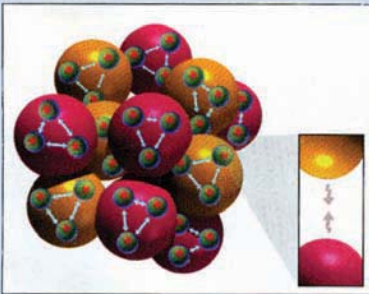


### KUVVETLER NASIL DAVRANIYOR?

Çarpışan birçok parçacık arasındaki etkileşim, bunların enerjilerini, momentumlarını ya da türlerini değiştirebilir. Bir etkileşim yalıtılmış tek bir parçacığın kendiliğinden bozunmasına yol açabilir.

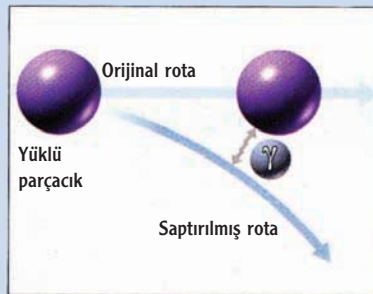
#### GÜÇLÜ ETKİLEŞİM

Şiddetli (güçlü) çekirdek kuvveti kuark ve gluonlar üzerinde etkir; onları birbirine bağlayarak proton, nötron ve başka parçacıklar oluşturur. Ayrıca proton ve nötronları atom çekirdekleri içinde bağlar.



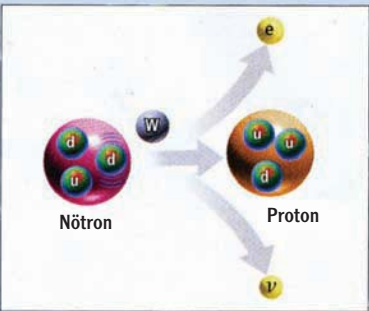
#### ELEKTROMANYETİK ETKİLEŞİM

Yüklü parçacıklar üzerinde etkir; bunların özelliklerini değiştirmez. Aynı yükü taşıyan parçacıkların birbirini itmesine yol açar.



#### ZAYIF ETKİLEŞİM

Kuarklar ve leptonlar üzerinde etkir. En bilinen etkisi bir aşağı kuarkı yukarı kuarka çevirmesidir ki, bu olay da bir nötronu bir protona dönüştürüp fazladan bir elektron ve bir nötrino çıkmasına yol açar.



#### HİGGS ETKİLEŞİMİ

Higgs alanının (gri zemin) uzayı bir sıvı gibi doldurup W ve Z bozonlarının hareketini yavaşlatarak zayıf etkileşimlerin erimini sınırladığı düşünülüyor. Higgs bozonu ayrıca kuark ve leptonlarla da etkileşip onlara kütle kazandırır.

