

# Temel Kuvvetler



## Manyetik Kuvvet

Demir ve çelik gibi metaller üzerinde büyük etkisi olan, ancak diğer maddeler üzerinde etkisi daha zayıf kalan manyetizma, mıknatısın atomları içindeki minik elektrik akımları sonucu ortaya çıkar.

*Dünyadaki en hızlı cisimler, atomdan daha küçük parçacıkları ve kuvvetleri incelemek için yapılan deneylerde kullanılan minik parçacıklardır. Hızlandırıcı denilen dev makinelerin içinde bu parçacıklar, ışık hızına yakın hızlara ulaşırlar ve yeryüzündeki herhangi bir doğal çarpışmada söz konusu olabilecek enerjiden çok daha büyük bir enerji ile çarpışırlar. Böyle bir çarpışmada yaratılan yeni parçacıklar, tıpkı bir yıldız patlaması gibi etrafa saçılır ve dev boyutlardaki parçacık detektör sistemlerinde gözlenirler. Bir hızlandırıcının içinde parçacıklar, ışık hızının %99.99'una varan hızlara ulaşabilmekte; dolayısıyla Einstein'ın özel görelilik kuramında öngördüğü etkiler doğrulanmaktadır. Dikkatli ölçümler, müon olarak adlandırılan ve saniyenin iki milyonda biri kadar süre yaşayabilen parçacıkların yaşam sürelerinin hızlandırıcının içindeyken yirmi kez arttığını göstermiştir. Ayrıca, hareket eden bu parçacıkların, hızları arttıkça kütlelerinin büyüdüğü de gözlenmiştir. Einstein, madde ve enerjinin dönüşebilir olduğunu söylemiştir ve gerçekten de yeni parçacıkların hızlandırılan parçacıkların kinetik enerjisiyle oluştuğu görülmektedir. Bilimadamları, bu parçacıkları ve üzerlerine etkiyen kuvvetleri inceleyebilmektedirler. Günlük yaşamda bilinmeyen, ancak etkisi atom çekirdeğini oluşturan parçacıklar arasında söz konusu olan kuvvetler; şiddetli ve zayıf nükleer kuvvetlerdir. Bugün artık evrende yalnızca dört temel kuvvetin etkin olduğu anlaşılmıştır. Büyüklük sırasıyla bunlar: Kütle çekim kuvvetleri, radyoaktiviteyi sağlayan zayıf nükleer kuvvetler, elektromanyetik kuvvetler ve çekirdekleri bir arada tutan şiddetli nükleer kuvvetlerdir. Bilinen tüm diğer kuvvetler, bu temel kuvvetlerden kaynaklanmaktadır.*

## Elektromanyetizma

Elektrik akımının manyetik alan oluşturduğunu gösteren bu elektrik motoru, 1840 yılında, Charles Wheatstone (1802-1875) tarafından yapılmıştır. Aynı düşünce ile, bir mıknatısın hareketiyle tel üzerinde elektrik akımı oluşturmak da mümkündür. Elektrik ve manyetizma, tek bir kuvvet olan elektromanyetizmanın iki farklı görünümüdür.

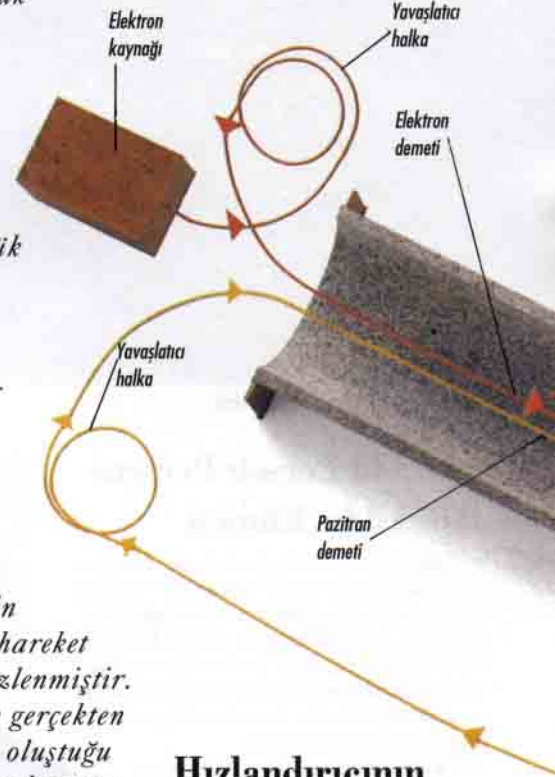
Demir çubuğun çevresindeki tel bobinden akan elektrik akımı, manyetik alan oluşturur.



## Elektromanyetik Kuvvetler

Temel kuvvetlerden birisi olan elektromanyetik kuvvet, molekülleri oluşturmak üzere atomların birbirleri ile bağlanmasını sağlar. Yaşam her yönüyle bu kuvvete bağlıdır. Elektromanyetik kuvvet, cisimlerin fiziksel yapılarını korumalarını sağlar. Herhangi bir maddenin hemen hemen tüm özellikleri, atomun kuantum ve elektromanyetik özellikleri şeklinde anlaşılabilir. Bu anlayış; şiddetli, zayıf ve kütle çekim kuvvetlerinin anlaşılmasını gerektiren nükleer fizik ile kozmoloji dışında, fiziğin tamamını kapsar. Deneysel sonuçlarındaki zenginlik nedeniyle, elektromanyetik kuvvetler, temel kuvvetler arasında en iyi anlaşılmiş olanıdır.

Önünde uzanan raylar boyunca bu treni hareket ettiren kuvvet, elektromanyetik kuvvettir.



## Hızlandırıcının İçinde

Amerika'da Stanford'daki doğrusal (lineer) hızlandırıcının yukarıda görülen şematik modelinde, elektronlar (kırmızı) ve pozitron adı verilen artı yüklü elektronlar (sarı), üç kilometrelik bir vakum tüpü boyunca hızlandırılarak çarpışma noktasına getirilirler. Elektron demetleri, bir elektron kaynağından çıkar ve bir yavaşlatıcı halkadan geçerek, doğru üzerinde harekete geçirilirler. Yavaşlatıcı halka, elektron demetlerini kısa pulslar haline getirmeye yarar. Yolun yaklaşık yarısında elektronların bir kısmı, pozitron oluşturmak üzere bir hedefe doğru yönlendirilirler. Oluşan pozitronlar, hızlandırıcı tüpün baş kısmına enjekte edilerek, diğer uçtan elektronlara karşı harekete geçirilirler. Böylece elde edilen elektron ve pozitron demetleri, büyük mıknatıslar yardımıyla kafa kafa çarpıştıkları noktaya yönlendirilirler. Çarpışma sonucu oluşan yeni parçacıklar, 1600 tonluk dev detektörlerde gözlenir.





## Kuvvetlerin Büyüklüğü

Güneşin enerjisi, atomik çekirdeklerinin füzyonu sonucu oluşur. Çekirdekleri birarada tutan kuvvetler olmasaydı güneşin parlaması sona ererdi. Sözkonusu kuvvetler arasında en güçlüsü, elektromanyetik kuvvete oranla 100 kez daha büyük olan, şiddetli nükleer kuvvetlerdir. Ancak, bu

kuvvet yalnızca atom çekirdeği içinde etkilidir. Aynı şekilde yalnızca çekirdek içinde etkin olan diğer bir kuvvet, elektromanyetik kuvvetten 100.000 milyon kez daha zayıf olan zayıf nükleer kuvvetlerdir. Bütün bu kuvvetler arasında, zayıf nükleer kuvvetten 1.000.000.000.000.000.000 kez daha zayıf olan kütle çekim kuvveti (gravity) en zayıf olanıdır. Buna karşın bu çekim kuvvetinin etkisi, birikici (kümülatif) olduğundan, evrenin her yerinde hissedilebilecek düzeydedir.



## Abdus Salam

Temel kuvvetler üzerindeki çalışmalarıyla tanınan Pakistanlı fizikçi Abdus Salam, 1979 yılında ülkesine ilk Nobel ödülünü kazandı. Amerikalı Sheldon Glashow ve Steven Weinberg ile aynı zamanda, elektromanyetik ve zayıf nükleer kuvvetin, elektrozaıy kuvvet olarak adlandırılan bir "Süper kuvvet" in değişik durumları olduğunu kanıtladılar. Bu teori, 1973'de İsviçre'nin Genevre kentinde bulunan CERN(Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire-Avrupa Nükleer Araştırma Konseyi) laboratuvarlarında deneysel olarak kanıtlandı.

İlk bakışta dört temel kuvvetin birbirleriyle ilişkisi yok gibi görünmektedir. Ancak maddenin yapısında daha derinlere inildikçe bu kuvvetler arasındaki ayrım biçimsel kalmaktadır.

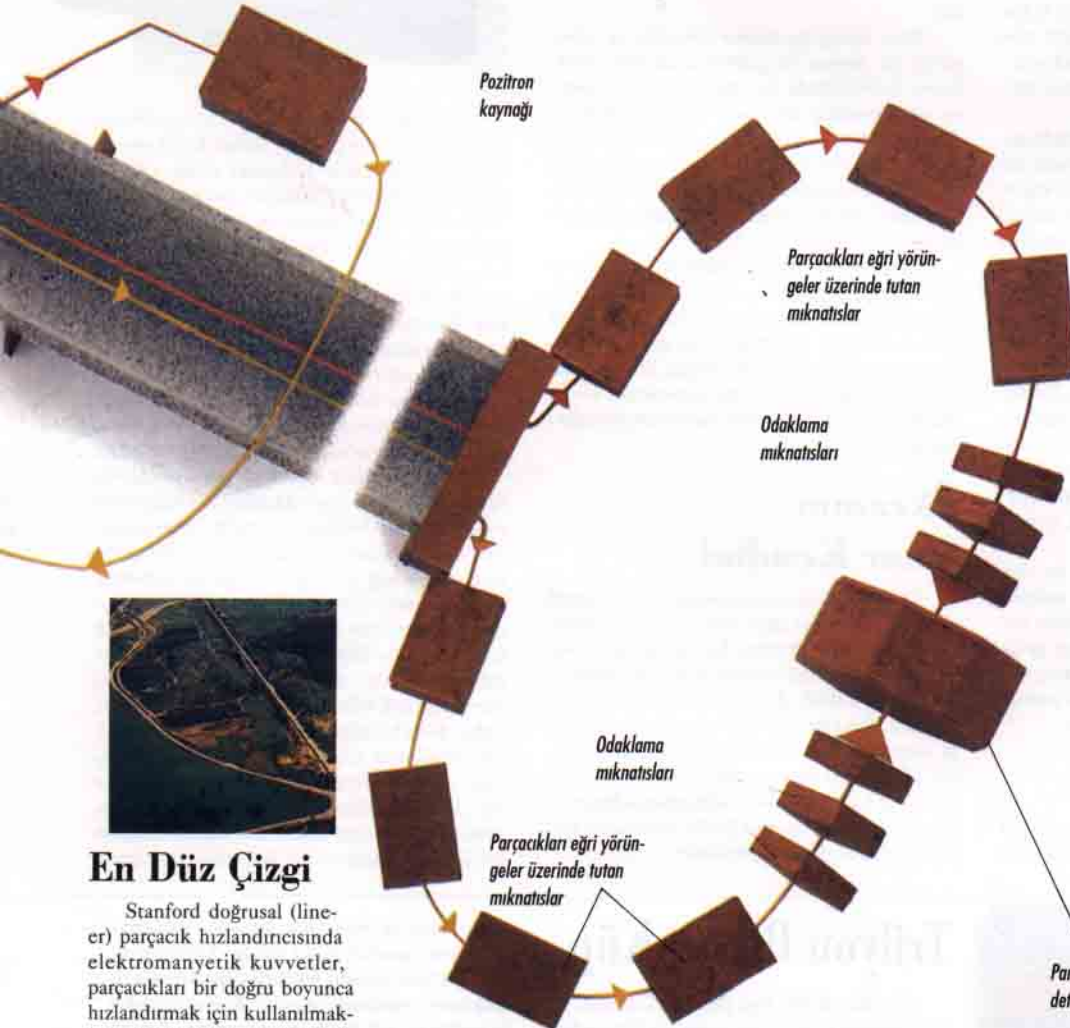
Birleştirme modelleri adı verilen bu konu, teorik fizikçilerin son yıllardaki en önemli mesajıdır.



Steven Weinberg



Sheldon Glashow



Parçacık çarpışma detektörü

## En Düz Çizgi

Stanford doğrusal (lineer) parçacık hızlandırıcısında elektromanyetik kuvvetler, parçacıkları bir doğru boyunca hızlandırmak için kullanılmaktadır. Hızlandırıcının doğrusallığı o kadar hassastır ki, dünyanın eğriliği dikkate alınarak yol boyunca, farklı yüksekliklerde destekler kullanılmıştır. Stanford'daki bu doğrusal hızlandırıcı bir istisnadır. Çünkü büyük hızlandırıcılar genelde çembersel olurlar. Stanford hızlandırıcısı,  $\Psi$  (psi) parçacıklarının keşfedilmesinde ve zayıf nükleer kuvvetin taşınmasına yardımcı olan  $Z^0$  (Z sıfır) adlı ara bozonun yaşam süresinin belirlenmesinde öncü olmuştur.

## Parçacık Çarpışması

Avrupa Parçacık Fizik Laboratuvarı'nda (CERN) elde edilen ve yapay olarak renklendirilen bu fotoğraf, çarpıştırılan atom-altı parçacıkların bıraktığı izleri göstermektedir. Bu karmaşık izlerin bilgisayar çözümlenmeleri yapılarak çarpışma kuvvetleri ortaya çıkarılır. Modern kuramlara göre bütün temel kuvvetler, parçacıklar arasında alınıp verilen ara bozonlar tarafından taşınırlar. Buna göre, şiddetli nükleer kuvvetler "gluonlar" olarak adlandırılan ara bozonların, zayıf kuvvetler  $Z^0$  ve  $W^{\pm}$  ara bozonlarının, elektromanyetik kuvvetler ise fotonların alınıp verilmesiyle yaratılır. Kütle çekim kuvvetlerinin de graviton adı verilen bir parçacık tarafından taşındığı düşünülmektedir.

