

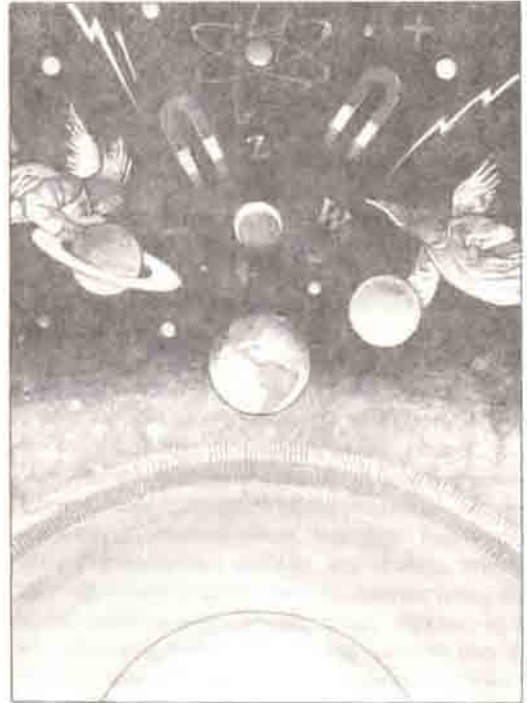
# DOĞANIN KUVVETLERİ

K. C. COLE

**W** ve Z parçacıklarının da bulunması ile günümüzde, doğanın dört temel kuvveti ve bunları "taşıyan" garip parçacıklar hakkında birbirli ardına pek çok yazılar yayınlanıyor. Bu kuvvetler, eskiden beri bildiğimiz ve henüz keşfedilmemiş gravitan denilen parçacıklar tarafından taşınan **yerçekimi**; ışık parçacıkları veya fotonlar tarafından taşınan **elektromagnetizm**; gluonlar tarafından taşınan **güçlü kuvvet**; ve Z ile W parçacıkları tarafından taşınan **zayıf kuvvettir**. Yayınlanan bu yazıları okuyan kimse, bunlardan hiçbir şey anlamadığını söyleyebilir ve "keske birisi çıksa da, ayağımı tasa vurduğumda hissettiklerime dayanarak, bana bu kuvvetleri açıklasa" diyebilir.

Ne yazık ki, fizik bilginlerinden Richard Feynman'ında "Fizik Üzerine Söylesiler" isimli eserinde belirttiği gibi "kuvvetin kesin bir tanımı üzerinde ısrar ederseniz, onu asla bulamazsınız." Fakat en azından, bu karmaşık kavrama bir açıklık getirebiliriz. Her şeyden önce, kastedilen bu kuvvetlerin temel kuvvetler olduğunu belirtmekte fayda vardır. Isaac Newton, bu konuda 1686 yıllarında şöyle yazmaktadır: "Ben'de, bütün doğa olaylarının, çeşitli kuvvetlerin etkisi ile ortaya çıktığına dair bir kanı oluştu. Bu kuvvetler, bir bütünün parçacıklarını karşılıklı olarak ya çekerler ya da iterler."

Hâlâ pek çok fizikçi evreni açıklamada kuvvetlerin anahtar görevi gördüğünden kuşku duymaktadır. Bir taraftan, bu fizikçilerin kuvvetleri anlamaları meleklerin kanatlarını çırparak gezenleri bir oraya bir buraya ittikleri veya elektriğin statik halde bulunduğu camı veya reçneli durumdan ya da yerçekimi ile birlikte yerçekimsizliğin de bahsedildiği eski zamanlara nazaran oldukça basitleşmiştir. Fakat diğer taraftan, günümüz düşünceleri de aynı şekilde bu fizikçilere saçma gelebilir. Örneğin, nasıl olur da kuvvet parçacık olabilir? Yerçekimi gibi ev-



rensel olan bir kuvvetin, proton yarıçapının binde biri olan bir mesafeye etkisi olabilen zayıf kuvvet ile ne gibi ortak yanları bulunabilir?

Bilindiği gibi, en tanınmış kuvvet yerçekimidir ve zamk gibi bizi yeryüzüne yapışık tutar. Dünya'yı merkeze doğru çekip onu yoğun bir küre halinde şekillendirir. Yerçekimi, sadece bizim ve etrafımızdaki şeylerin uçup gitmesini engellemekle kalmaz; fakat aynı zamanda, havanın, bulutların ve hatta Ay'ın da sürüklenip gitmesine engel olur. Yerçekimi, kütlesi olan her şeyi etkiler. Ve her şeyin, enerji şeklinde dahi olsa, bir kütlesi vardır ( $E = mc^2$ ). Dolayısıyla, yerçekimi bir yıldızın yanından geçen bir ışık kümesini dahi çekip bükebilir.

Yerçekimi, insanların yaşamı ve yıldızlar için çok önemli bir etken olmasına rağmen atomlar ve hatta sinekler tarafından hemen hemen hiç farkına bile varılmaz. Hücreler gibi, ışık ağırlığındaki şeylerin yaşamları yüzey gerilimi, sürtünme, kohezyon (yapışkanlık) gibi kuvvetlerle çeşitli kimyasal reaksiyonlar tarafından idare edilir. Bu kuvvetler esas olarak elektrikselidir. Elektrik, atomların birbirinden ayrılmasını önlediği gibi, ayağımızın tıpkı bir çamurun içine girer gibi döşemenin içine girmesini de önler. Altının parlaklığı, camın saydamlığı, ke-

yanın şartlığı gibi bütün madde özelliklerinin sebebinin bize açıklayan hep elektriktir. Gerçekten de, atom çekirdeği etrafında dolaşan elektronların birbirleri ile etkileşimi, yanma olayından düşünme olayına kadar her şeyin nedenini oluşturur. Elektrik, yerçekiminden trilyon kadar trilyon daha güçlüdür. Pozitif ve negatif yüklü olan elektrik, genellikle denge halinde; yani nötr durumda bulunur, dolayısıyla biz onun farkına varmayız.

Güçlü kuvvet (aynı zamanda nükleer kuvvet olarak da bilinir), proton ve nötronları çekirdeğin içinde tutan kuvvet olup, nükleer santralleri çalıştıran ve aynı zamanda nükleer bombaları oluşturan güçlüdür. Gerçekte güçlü kuvvet, quarkları, proton ve nötronların içinde tutan ve tamamen temel bir kuvvet olan renk (color) kuvvetinin karmaşık, anlaşılması zor olan sonucudur. Nasıl kimyasal reaksiyonların arkasındaki kuvvet elektrik ise, nükleer reaksiyonların altında yatan kuvvet de renk (color) kuvvetidir. "Bir şişe içindeki zambak, elektrik kuvvetlerinin etkisi altında işlevini görür. Fakat bu durum, pek çok elektron birbirinin etki yaptığından oldukça karmaşıktır" diyor David Politzer, şöyle devam etmektedir: "Aynı şekilde, quarkları protonların içinde bir arada tutan kuvvet (renk-color), çekirdeğin içinde protonları bir arada tutan kuvvetten daha az karmaşık veya diğer bir deyişle daha basittir. Protonları bir arada tutan kuvvet, tutkal moleküllerini bir arada tutan kuvvete benzer (Kuşkusuz, bu tarz bir düşünce color-renk kuvveti parçacıklarına quon isminin verilmesine yol açmıştır, İng. quon = zambak).

Kuvvetler arasındaki ilişkiler, niçin bazılarının evrenin sınırlarına kadar ulaşırken, bazılarının oldukça kısa mesafelerde etkili olduğunu kısmen açıklamaktadır. Kimyasal kuvvetler, renk ve elektrik kuvvetlerinin kısa mesafeli etkileridir. Yani, elektrik, atom sınırları içerisinde negatif yüklü elektronları pozitif yüklü çekirdeğe karşı tutmaktadır. Bu tıpkı, proton içinde renk kuvvetinin zıt yüklü quarkları bir arada tutmasına benzer. Fakat atom veya proton sınırları ötesinde, zıt yükler silinir ve kuvvet fiilen ortadan kalkar. Sadece iki atom birbirlerine yakın olduğunda, bunların iç kuvvetleri birbirlerine ulaşır ve temas eder. Bu anda da kimyasal reaksiyon meydana gelir (proton durumunda bu bir nükleer reaksiyondur).

Oldukça şaşırtıcı olan, uzun mesafeli renk kuvvetinin, atomun en iç tabakalarını terk ettiğinin asla görünmemesidir. Yerçekimi ve elektromagnetizmin aksine, boşluğa yayıldığında etkisi azalacağı yerde bilakis son derece artar.

Zayıf kuvvet, sadece sola dönen parçacıklar ve sağa dönen zıt parçacıklarla karşılıklı etkileşim yapan, oldukça ilginç bir kuvvettir. Bazı fizikçiler, tıpkı kimyada olduğu gibi, bu kuvvetin, henüz keşfedilmemiş uzun mesafeli bir kuvvetin kısa mesafedeki etkisi olduğundan şüphelenmektedirler. Zayıf kuvvetin radyoaktif bozunmaya neden olduğu söylenmektedir.

Şimdi, kuvvetleri günlük konuşma dilimizdeki kelimelerle ifade etmekten aciz olduğumuzu bir dünyaya gelmiş bulunuyoruz. Kuantum mekaniği dünyasında, açık bir şekilde sebep ve sonuç kavramı yoktur. Dolayısıyla, kuvvet fikri burada tamamen farklı bir anlam kazanır. Kuantum mekaniğinde, atom dünyasındaki kuvvetin tanımı "birbirleri ile etkileşmeye çok yakın bir şey" olarak yapılır. Hatta bir kuvvetin şiddeti, onun meydana gelmesi olasılığı ile orantılıdır. "Kuvvet komik bir kavram olur" diyor MIT bilim adamlarından Philip Morrison, "Bunların hepsi Newton mekaniğinden ortaya çıkmıştır, kuantum kuramında bunların hiçbirine yer yoktur" demektedir.

Gerçekten de, kuvvetlerin parçacık olabileceği fikrini kuantum kuramı ortaya atmıştır. Kuantum öncesinde bir mesafedeki etki, alanlar yoluyla açıklanıyordu. Alan, tıpkı örümcek ağı gibi parçacığı saran boşlukta bir çeşit gerilimdir. Alana giren bir başka parçacık, alandaki parçacığın etkisi altında kalır. Fakat kuantum mekaniğinde, kuvvet alanlarının enerjisi de dahil olmak üzere, her şey kuantize veya küme olarak kabul edilir. Dolayısıyla bir kuvvet parçacığı, tıpkı foton gibi, kuantize olmuş enerji miktarını taşıyan ve ışık hızı ile bir yerden diğer bir yere hareket eden bir elektromagnetik alanın küçük bir kümesidir." Farklı durumlarda kuvvet hakkında başka türlü konuşulmasından dolayı bu açıklama karmaşık görünebilir" diyor MIT fizikçisi Vera Kistiakowsky şöyle devam etmektedir: "Makro seviyede alanı kullanırız. Tek bir parçacığın etkileşimini konuşursanız, quonlardan bahsedersiniz. Fakat hepsi bir ve aynı şeydir."

● Tipik bir hücreyle kıyaslandığında, atomun büyüklüğü ne kadardır? Bu büyüklüğü daha iyi canlandırabilmek için şöyle bir benzetme yapabiliriz: Yanyana dizilen 2.500 adet hücre, 2,5 cm. uzunluğunda bir çizgi oluşturur. Aynı uzunluktaki çizgiyi, yan yana dizilmiş atomlardan oluşturmak için ise 100.000.000 atom gerekir.

Alan parçacıkları, diğer parçacıklar arasında bölüşülen kuvvetler gibi davranırlar. Bu durum, tıpkı iki çocuğun aynı şiseden, iki ayrı kâmiş çubuk ile gazoz çekip içmelerine benzer. Eğer kuvvetler parçacık ise, şişe içindeki gazozun gelme ve gitmelerine neden olan çekme ve itmelerle madde arasında herhangi bir farklılık kalır mı? Bunun cevabı evettir. Madde parçacıklarının çoğu (elektronlar ve protonlar gibi), birden fazla parçacığın boşlukta aynı yeri işgal etmesine izin vermiyen, "Pauli dışlama ilkesi"ne bağımlıdır. Diğer taraftan kuvvet parçacıkları, "Bose-Einstein İstatistiği"ne göre davranırlar (Kuvvet parçacıklarına bozon denmesi buradan kaynaklanmıştır). Günlük konuşmalarımıza göre bunun anlamı, maddenin tam tersine, kuvvetler, son derece sıkıştırılabilen nesnelere dir. Örneğin, bir ışık kümesi içine ayağımızı rahatlıkla sokarız.

Günlük hayattaki kuvvet kavramları ile fizik kuvvetleri arasında çok az bir ortak yan olduğu gerçeğini kabul etmemiz gerekir. Bununla beraber, fizik öğretilerinin merkezkaç kuvveti diye bir kuvvetin olmadığını öğrencilerine açıklayabilmeleri için, uzun zamanların geçeceği de bir gerçektir. Dönen bir cismin dışa doğru fırlamasına neden olan bu kuvvet, aslında bir kuvvet olmayıp, daha çok, içe doğru çeken merkezci "gerçek" kuvvete karşı ataletsel bir karşı koymadır. Bu kuvvet, bisikletle keskin bir virajı dönerken fırlayıp düşen bir sürücüye hiç de yabancı gelmiyen bir kuvvettir.

Açık bir deyişle kuvvet, enerji ve momentin bir cisimden diğerine naklidir. Bu cisimler ya çarşıktır, ya bir odanın döşemesidir ya da ayağımızdır. Fakat bu nakil olayının meydana geldiği mekanizmayı açıklamak, oldukça zor ve çok yönlüdür. Bertrand Russell'a göre, kuvveti tarif etmenin en uygun yolu, onu Güneş'in doğuşuna benzetmektir. Nasıl gerçek anlamda Güneş yükselmiyorsa, bir kuvvet de aslında bir şeyin oluşmasına etki etmiyor. "Elektrik, Saint Paul Katedrali gibi somut bir şey değildir. O, nesnelere davranış içinde bulunduğu bir ortamdır. Nesnelere hangi koşullarda elektriklenirler ve elektriklendiklerinde nasıl davranışlar gösterirler dediğimizde, söyleyecek her şeyi söylemiş demektir."

Discover'den Çev.: Feridun GÖRGÜLÜ  
Metalurji Yük. Müh.

## UZAY MEKİĞİNDEN ATILAN UYGULAMA UYDULARI

Uzay mekiği 5. seferinden bu yana her uzaya çıkışında, bir veya iki uygulama uydusunu yörüngeye oturtmaktadır. Bilindiği gibi, daha önceleri bu uydular birkaç evreli roketler yardımıyla Yeryüzü'nden atılarak yörüngeye oturtulmaktaydı. Şimdiki yöntem, öncekiye göre çok daha ekonomik olmaktadır. Bu nedenle birçok ülke NASA ile iletişim, meteoroloji, yer ve deniz zenginliklerini araştırma gibi uygulama uydularını mekikten atmak için gerekli sözleşmeleri yapmaktadır. Örneğin şu ana dek Hindistan'ın INSAT-1B ve Endonezya'nın PALAPA uyduları mekikten atılarak yörüngeye yerleştirildi.

Mekik yörüngeye oturduğunda yük bölümünün iki uzun kapağı açılmaktadır. Dönen bir platform üzerine yerleştirilmiş uydular, önce platform yardımıyla dakikada 40-50 devir yapacak şekilde döndürülür. Bu dönme hareketi, uydular uzaya bırakıldığında sağa-sola sallanmaması, yani aynı yöne dönük bir şekilde durmasını sağlamaktadır. Yaklaşık 20 dakika sonra mekiğin bilgisayarından verilen komut ile uydular, olduğu platformdan mengenelerin açılmasıyla kurtulur ve kuvvetli bir yayın alttan itmesi ile mekikten ayrılır. Eksenli yöresinde dönme devam ettiğinden, doğrultulduğu yön değişmez. Uzaya itilen uydular, mekikten hemen kopup gitmez; çünkü mekiğin hızı olan ilk hızının etkisi altındadır. Bu nedenle uydunun roketi hemen ateşlenmez, yoksa roket mekiğe zarar verebilir. Yaklaşık 45 dakika sonra mekik yeter derecede uzaklaştığında, uydunun küçük roket motoru mekikten verilen bir komut ile ateşlenir ve önce eğik elips bir yörüngeye daha sonra ise ikinci bir motorun harekete geçmesi ile uydular, Dünya'dan yaklaşık 36.000 km yükseklikteki sabit konumlu yörüngeye oturur.

Dr. İ. Ethem DERMAN

Ne olacağımızı görebilmek için ne olduğumuzu bilmemiz gerekir.  
N. MACHIAVELLI