

ATOMON PARÇALARI

Bütün bir devrim, bilimi sarmış gerçeğin yeni, güçlü ve gizemli bir görünümüne gözlerimizi açıyor. Doğa en iç gizlerini çok sıkı bir biçimde saklıyor ama, son zamanlarda, birkaç yıl öncesine kadar sadece düşünmek cesaretini gösterebildiğimizden çok daha derin ve çok daha güzel simetrleri olan bir intizam düzeyini Evrende sezinlemeye başlamış bulunuyoruz.

En eski dönemlerden son günlere kadar bilim adamlarının sorduğu iki temel soru (Evren neden yapılmıştır ve nasıl çalışır), iki ayrı ve kesin soru olarak görülürdü. Fizikçilerin bazıları, dikkatlerini tanecikler (yani elektronlar, protonlar ve nötronlar) üzerine yoğunlaştırıyorlardı. Diğer bazı fizikçiler ise, taneciklerin kendilerini değil, onların davranışlarını ve birbirleriyle olan etkileşimlerini, yani doğanın güçlerini, çok daha ilginç buluyorlardı. Ama son on yıl içinde bu iki araştırma çizgisi birleşmiş bulunmaktadır. Çünkü protonlarla elektron ve nötronların, lepton ve quark adı verilen daha da temel iki başka tanecikten oluştuğu ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda, iki temel sınıf olan bu taneciklerin davranışları ve etkileşimleri hakkında bize ipuçları veren çok şaşırtıcı simetrlere sahip oldukları da kesinlik kazanmıştır.

Bilim adamının güzellik ve denge duygusu, evrenin bu simetrlere, san'at-kârın ruhunun büyük bir san'at yapıtını bulduğu kadar derin biçimde çekici bulunmaktadır. Bu simetri'ler, evrende gördüğümüz sayısız maddelerin altında çok yüksek bir intizam düzeyinin ve akılcılığın yattığını olduğunu, arada boşluklar bulunmadığını ve evrenin anlamlı olduğunu pekiştirmektedir.

Madde ve enerji hakkında yeni anlayışımızın doğurduğu buluşlar o kadar derindir ki bizi doğanın tüm güçlerini (Resimlere bakınız). (Yerçekimi, Elektromanyetizm, zayıf ve kuvvetli Çekirdek Güçleri) aynı temel etkileşimin sadece başka yanları olarak anlamamızı sağlayabilecek, tamamıyla birleşik bir alan kuramının (unified field theory) tâ yanına geçirmiş bulunmak-

tadır. Bu birleştirme, evrenin çeşitliliğinin altında çok temel bir intizamın yattığını, elementlerle odun kömürünün ve grafitin, aynı elementin, yani karbonun, sadece başka görünüşleri olduğunu anlamamıza benzer biçimde ortaya çıkması olacaktır.

Bir Birleşik Alan Kuramı, 20. yüzyılda bilimin eriştiği en ulu, başlıca sentezi oluşturacaktır. Albert Einstein'ın yaşamının son 30 yılında başarısız kaldığı, arayıp bulamadığı sentez işte bu idi.

Uzun zaman, insan, dünyanın sadece dört elementten, (toprak, hava, ateş ve sudan) oluştuğunu ve bunların birleşerek, bildiğimiz herşeyi oluşturduğunu zannetmişti. 18. yüzyılda ise Fransız kimyacı Lavoisier, tüm dünyanın çok çeşitli kimyasal elementlerden (örneğin suyu oluşturan hidrojen, sofraya tuzunu oluşturan sodyum ve klorinden, şekeri oluşturan karbon, hidrojen ve oksijenden) oluştuğunu göstermiş ve çağdaş bir açıklama ortaya çıkmıştı.

Bundan kısa bir süre sonra da 19. yüzyılda, kendi kendini eğiten bir öğretmen olan İngiliz John Dalton bir adım daha ileri gitmiş ve kimyasal elementlerin, atom denen, parçalanması olanaksız taneciklerden oluştuğunu ve her elementin de kendine özgü bir tür atoma sahip olduğunu söylemişti.

Dalton'un atom kuramı, 80 yıl öncesine kadar bir bilimsel temel oluşturmuştu. Ve sonra, Birinci Dünya Savaşından hemen önce, bilim adamları, bazı elementlerin, yeni bulunan radyoaktivitelerinin, atomun gizli yanlarını ortaya çıkarmaya yarayacak çok güçlü bir araç olarak kullanılabileceğini buldular.

Çekirdek fizikinin doğuşunu simgeleyen deneyi ise Yeni Zelandalı fizikçi Ernest Rutherford yaptı. Radyum ve uranyum gibi radyoaktif elementlerin yüksek hızla sahip tanecikler çıkardığını bilen Rutherford İngiltere'nin Manchester Üniversitesinde, bu taneciklerin oluşturduğu bir ışını, çok ince bir altın yaprak üzerine yöneltti. Bu tür tanecikler bir floresan perdeye çarpınca çok kısa süren bir ışık parıltısı çıkarırlar. Rutherford perdede ince altın yaprağın arkasına yerleştirdince altın yapraktan hemen hemen hiç sapmadan geçen taneciklerin çıkardığı çok kısa ışık parıltıları perdede göründü. Öyle anlaşıyordu ki atom çoğunlukla boş uzaydan oluşuyordu.

Daha sonra Rutherford, perdenin, altın yaprağın önüne doğru, ama taneciklerin izleyeceği yolu kesmeyecek biçimde, altın yaprağa doğru dönük olarak yerleştirilmesini önerdi. O süre Rutherford'un asistanı, bilim adamını şaşırtacak biçimde, floresan perdede bazı kısa süreli parıltıların yine göründüğünü söyledi. Rutherford ve arkadaşları çok geçmeden anladılar ki taneciklerin çoğu altın yapraktan geçiyordu ama, çok hızlı kurşunvari taneciklerden bazıları da sert ve geçilmez birşeye çarpmış gibi altın yapraktan sığıyor ve floresan perdede parıltılar oluşturuyordu. O halde, dedi Rutherford, her atomun kalbinde küçük, yoğun ve kitleli bir çekirdek yatmaktadır.

Çekirdek atom maddesinin çoğunu içerir. Bu yoğun çekirdeğin etrafında da, bir güneş etrafındaymış gibi, her biri kendi özel yörüngesinde olmak üzere küçük gezegenlere benzer elektron'lar dolaşır. Bugün çekirdeğin de iki tür tanecikten oluştuğunu biliyoruz: Pozitif elektrik yüklü olan protonlar ve hiçbir elektrik yükü olmayan nötronlar. Protonlarla nötronlardan yaklaşık 2000 kez daha hafif olan elektronlar ise negatif elektrikle yüküldürler. Olağan koşullarda bir atomun içindeki elektrik şarjının tamamı sıfırdır, çünkü protonların sayısı elektronların sayısı kadardır.

Maddenin bu muntazam görünümünden fizikçiler çok memnundur. Doğanın gizlerini örten peçelerden birisini daha kaldırmışlar ve altında kesinlikle uyumlu bir düzen bulmakla memnun kalmışlardır. Makrokozmos, mikrokozmos'ta yansımıştır. Gezegenlerin, güneşin etrafında dönmesi gibi, elektronlar da çekirdeğin etrafında dönmüşlerdir.

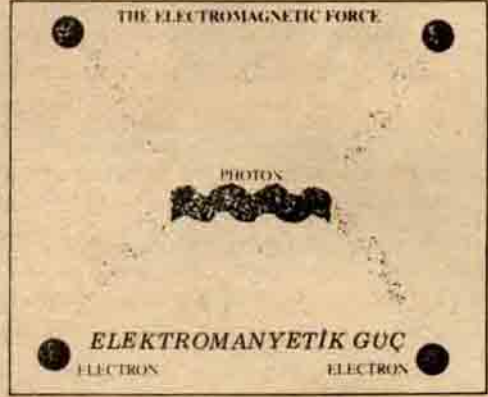
Hiç kuşkusuz atomlar tıpatıp güneş sistemine benzemezler. Güneş sistemini, güneşin, son derece büyük olan çekimi bir arada tutmaktadır. Halbuki atomların dağılıp gitmesini önleyen elektromagnetik güçtür. Yani pozitif protonların negatif elektronlarca tutulması. Ama bu kez yeni bir sorun ortaya çıkıyordu: "Karşıtların birbirini çekmesini sağlayan" aynı güç, "benzerlerin de birbirini itmesini" neden olur. Çekirdeğin içine sıkıştırılan pozitif şarj yüklü tüm protonların, çok büyük bir güçle birbirini itmesi gerekiyordu. Her atomun çekirdeğini bir arada tutmak için, protonlar arasındaki itici elektromagnetik gücün, son derece etkili bir çekici güç tarafından alt edilmesi kaçınılmazdı. Çekirdeğin derinliklerinde protonları ve nötronları birbirine bağlayan bu güç şimdi Büyük Nükleer Güç diyoruz. Bu Büyük Güç, ne elektromagnetizmin, ne de yerçekiminin kurallarına uymaktadır ve protonlar arasındaki itici güçlerden 100 kez daha büyüktür. Kısacası onların üstesinden gelmektedir.

Doğadaki elektromagnetizm, yerçekimi ve Kuvvetli Nükleer Güç'ten başka bir tek güç daha vardır. Bu dördüncü güç "Zayıf Nükleer Güç" denmektedir. Bu güç ise, şarjlı taneciklerle mknatısların arasında ortaya çıkan bildiğimiz elektromagnetik etkileşimden 1000 kez daha zayıftır. Ashnda bu zayıf güç hiçbir şeyi birarada tutmaz. Bunun yerine birkaç tür radyoaktif dağılmayı ve çekirdek değişimlerini yönlendirip idare etmektedir. Çok zayıf olmasa karşın bu Nükleer Güç, dünyada yaşamın varlığını elası yapmaktadır; çünkü güneşin göbeğinde sürekli olarak oluşan thermonükleer radyasyonlar için son derece gereklidir.

Rutherford'un atomu araştırıp çekirdeği bulduğu sıralarda, Almanya'da da Max Planck, bir ışık hüzmelerinin, bilim adamlarının sandığı gibi sürekli bir enerji akımı olmadığını ileri sürüyordu. Tam tersi ışık foton denen küçük enerji taneciklerinden oluşmaktadır. Evrende tüm maddenin çok küçük taneciklerden oluşması gibi ışığın da temelde son derece küçük ve birbirinden ayrı enerji birimlerinden oluştuğu fikrini Planck'ın çalışmaları ortaya koyuyordu. Bu kavram, "quantum mekaniği" bilimini ortaya çıkarmıştır. Buna göre, temel düzeyde "tüm" enerji biçimleri "quanti-ze" edilmiştir, yani "quanta" denen küçük ve somut parçalardan oluşmaktadır. Bir "foton" sadece bir ışık quantum'udur.

Sarjlı tanecikler veya mıknatıslar arasında ortaya çıkan basit elektromagnetik etkileşim, quantum mekaniğinin uygulandığı ilk güçtür. Boşlukta iki elektronun birbirine yakın olarak yüzdüğünü düşünün. Her iki elektronda da negatif elektrik yükü olduğundan bunlar birbirleri üzerinde bir itme etkisi yapmakta ve bu da onların birbirinden uzaklaşmasına neden olmaktadır; çünkü bildiğiniz gibi "benzerler birbirini iterler". Bu elektronların davranış biçimine neden olarak oluşan şey aslında ne-

dir? Quantum kuramına göre, elektronlar birbirinden uzaklaştıkça enerjileri de değişme durumundadır. Ama enerji quantize'lidir, yani küçük paketler biçimindedir. Elektronlar birbirlerini ittikçe aralarında bir enerji quanta'sı alış-verişi olmalıdır. Elektromagnetik gücün quantumu, foton olduğuna göre (ki ışığa çoğu kez elektromagnetik radyasyon denmektedir) sarjlı tanecikler veya mıknatıslar arasındaki elektromagnetik güç de, en temel düzeyde bir foton değiş-tokuşu anlamına gelmektedir.

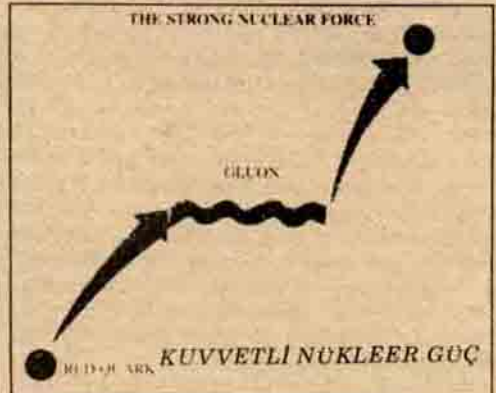
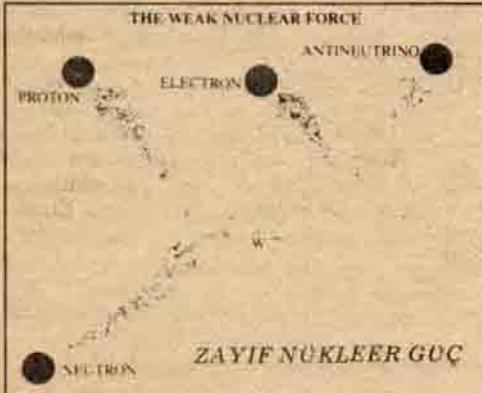


1940'larda Richard P. Feynman, Julian, S. Schwinger ve Sinitiro Tomonaga tarafından geliştirilen çok başarılı bir elektromagnetizm kuramı'nın arkasındaki temel kavram da işte bu idi. "Quantum elektromagnetik etkileşimi bir foton değiş-tokuşu olarak anlatan ilk kuramdı. Elektronun özelliklerini ve davranış biçimini, görülmemiş bir doğrulukla önceden bildiren bu kuram, bugüne kadar elektronu bize en kesin biçimde tanıtan kuram oldu.

çok fizikçi bu kuramın örnek olarak uygulanması yoluyla diğer üç gücün de anlatılabileceğini sanmaktadır. Örneğin nasıl ki fotonlar elektromagnetik etkileşimin habercileridir, "graviton" adı verilen enerji quanta'ları da yerçekimi etkileşiminin habercileri olmalıdır. Foton değiş-tokuşu yaparak mıknatısların birbirini çekmesi gibi, sizin ayaklarınız da yere çakılmış gibi basmaktadır. Çünkü vücudunuzdaki 'madde' dünyanın içindeki 'madde' ile sürekli olarak "graviton" değiş-tokuşu yapmaktadır.

Quantum elektrodinamiği o kadar biçimlidir ve o kadar başarılı olmuştur ki, bir-

(Devamı karşı sayfada)



Kuzey Kutbuna yakın Tundra'da 1 Km² deki böcek sayısının, Kuzey Amerika'daki memeli sayısından fazla olduğunu;

Vasat bir insanın kan damarları uzunluğunun 80.000 Km tuttuğunu;

Çöl salyangozunun, kabuğuna çekilerek, bir defada dört yıl süreyle uyuyabildiğini;

İnsan gözünün 17.000 renk farkını ayırabildiğini;

Halen Dünyada 1. 4 milyon tür hayvan, 500 bin tür bitki bulunduğunu; fakat bu miktarın gelmiş geçmiş tür toplamının ancak %1'i olduğunu, kalanın bu süre içinde tükendiğini;

Güneş battığı zaman gördüğünüz şeyin gerçek yerinde olmadığını; ışığın atmosferde eğilmesi nedeniyle, güneş battığı halde onu hâlâ ufukta gördüğümüzü;

Dağlarda 40 Km'ye varan dünyamız kabuğunun, elma ile karşılaştırılınca onunki kadar olacağını;

Bir buçuk gram'dan az olan Mavi Balina yumurtasının, döllen-dikten iki yıl sonra 29 tonluk bir balınaya dönüştüğünü;

Pirenin dünyada uzun atlama şampiyonu olduğunu; kendi boyunun 120 misli atladığını; insanın aynı şeyi yapması için futbol alanının iki uzunluğu kadar atlaması gerektiğini;

BİLİYOR MUSUNUZ?

Feynman, Schwinger ve Tomonaga'nın karmaşık kuramı, Planck'ın basit quantum mekaniğinden bir tek adımla geliştirilmiş değildi. Ona gelinceye kadar birçok önemli adımlar atılmıştı. 1920'lerde P.A.M. Dirac quantum mekaniğini, Einstein'ın özel görecelik kuramıyla birleştirdi. Özel görecelik cisimlerin ışık hızına yakın hızlarda yol alması halinde olanları anlatır. Özel görecelikle quantum mekaniği arasında, bir sentez yapan Dirac, "göreceli quantum mekaniği" adı verilen ve yüksek hızlı elektronları anlatan kuramı buldu. Ama Dirac'ın hesapları bir takım tuhaf sonuçları ortaya çıkardı, çünkü kurduğu denklemlerin bir değil iki tane doğru yanıtı vardı. Yanıtlardan biri alelade, bilinen elektronları anlatıyordu. İkinci yanıt ise elektronun aynı olmakla beraber ondan bir önemli özelliğe farklı ikinci bir taneciğin varlığını haber veriyordu: Bu ikinci elektron, normal elektronlardaki negatif elektrik yerine pozitif elek-

trikle yüklü olmalıydı. Böyle bir tanecik o günlerde henüz bilinmiyordu.

Ama Dirac ünü denklemini yazdığı zaman bunun tam anlamını kuşku ile karşıladı ve bu yüzden karşı-maddenin (anti-matter) varlığını önceden haber verme fırsatını kaçırdı. Büyük bilim adamlarının böyle kendi buluşlarını kuşku ile karşılayıp, son kritik adımda sendeleyip düşmeleri sık-sık rastlanan olaylardır. Örneğin büyük Einstein, Genel Görecelik denklemleri hakkındaki kuşkularını yüzünden "Evinin sürekli olarak genişlemekte olduğunu" haber verme fırsatını kaçırmıştı. Einstein sık-sık, "hayatımın en büyük yanılması" derdi.

(Devamı Ekim Sayısında)

SCIENCE DIGEST (W. J. KAUFMANN—III)
Çev. Semih S. UMAR