

GLUON'un KEŞFİNİN ÖNEMİ NEDİR?

Michel de PRACONTAL

Asal bir tanecik (parçacık) olan "gluon" un bulunuşu fizikçilerce birinci derecede önemli bir olay şeklinde nitelendirilmektedir. Gluon'un varlığı, kuvvetli etkileşimlerde tanecikler arasındaki kenetlenmenin nasıl meydana geldiğini nihayet açıklamış olmakla birlikte, gene de şaşırtıcıdır. Acaba gluon bilimin bu konuda gerçekten son sözü müdür, yoksa sadece yeni bir aşama karşısında mıyız?

Bir bilmece soralım: Soğan soymak ile asal tanecikleri incelemek arasında ne fark vardır? Cevap: Hiçbir fark yoktur; çünkü her ikisinde de bir tabakayı kaldırdığınız zaman altında yeni bir tabakaya rastlarsınız? İşte bu küçük şaka, maddenin gerçekten ne olduğunu anlamakla başarısızlığa uğrayan fizikçiler arasında yaygın moral bozukluğunu yansıtmaktadır. Bir de "asal tanecik" deyiminden aslında ne anlamak gerektiğini açıklamak lazımdır. Eğer bunları sadece meselâ elektron, foton, proton, nötron, mezon gibi görünüşte atom ve moleküllerin aksine, karmaşık olmayan tanecikler şeklinde anlarsak gene de yüzlerce tanecik ihtiva eden bir liste düzenlememiz gerekir. Bu ise çok fazladır ve fizikçilerin, tabiatın bütün bunları basit ve kesin biçimli bir potaya boşaltarak gösterdiği "kötüniyet" ten hoşnutsuzluklarını pek iyi anlamak mümkündür.

Peki bu durumda mikrofiziğin zaten karışmış olan sahnesine gluon'un çıkışı neden araştırmacıları bu derece sevince boğmaktadır? Çünkü bu defa öngörülmemiş olan ve bulunuşu daha önce edinilmiş bilgileri şüpheye düşüren bir taneciğin keşfi söz konusu değildir. Tam tersine, 1979 yazında Almanya'da elde olunan sonuçlar son otuz yıldır deneysel araştırmalarla elde ettiğimiz bilgileri doğrulamakta ve artık evrenimizin nelerden yapıldığını anlamaya başladığımızı göstermektedir.

Bundan otuz yıl öncesine gidelim: Bu devirde atomun yapısı artık oldukça anlaşılıştı. Atomun proton ve nötronlardan yapılmış bir çekirdek ile bunun etrafında dönen elektronlardan oluştuğu biliniyordu. Elektronların ve daha genel deyişle "yükklü" taneciklerin etkileşimleri "kuantum dinamiği" denen verimli bir teori ile çok iyi açıklanabilmişti. Fakat buna karşı, çekirdeğin içinde neler olup bittiği daha az

biliniyordu. Vakıa Hiroşima'ya atılan bomba herkesçe anlaşılabilir bir açıklıkla çekirdekteki akla hayret veren gücü ortaya koymuştu ama çekirdeği birbirine kenetleyen, aynı yükü taşıdıkları için birbirini itmeleri gereken protonlarla yükü olmayan nötronları bir arada tutan esrarlı kuvvet neydi? Elektromanyetik kuvvetlerin etkileşimi ile açıklanamayan çekirdek içi bağlantılar, hele çekim kuvveti (gravitasyon) ile hiç açıklanamazlardı, çünkü çekim kuvveti protonların birbirini itmesini bile dengeleyemeyecek kadar zayıftı. O halde çekirdeğin kenetlenmesini sağlayan başka bir kuvvet vardı ve buna diğer etkileşimlerden daha kuvvetli olduğu için "kuvvetli etkileşim" adı verildi.

Japon teorik fizikçisi Yukawa, 1935'ten başlayarak kuvvetli etkileşimi açıklamaya çalıştı. Bunu yaparken verimli "elektrodinamik kuant" modelinden ilham aldı. Bu model nedir? Unutmayalım ki klasik modelde "yükklü" iki tanecik yükleri birbirinin aynı veya birbirinin aksi olduğuna göre birbirlerini iter veya çekerler; çünkü herbiri diğerinin yarattığı "alan" ın etkisine maruz kalır. Bu modelde elektromanyetik alan bir taneciği çevreleyen, şiddeti taneciğin yükü ve tanecikten olan uzaklık ile değişen soyut bir fiziksel ölçüdür. Buna karşı 1920'lerden beri özellikle Fermi ve Dirac tarafından geliştirilmiş olan "kuantum elektrodinamiği" ne göre; yükklü iki tanecik arasındaki karşılıklı etkileşim "devamlı" değil, "kuantlanmış" bir alandan ileri gelmekte, her bir tanecik diğeri tarafından yayılan fotonları kapmaktadır. Burada foton, etkileşim aracı vazifesini görmekte, bir taneciğin alanını diğerine aktarmaktadır. Daha bilimsel bir ifadeyle, foton elektromanyetik alanın "kuantum" udur. İşte buna paralel bir şekilde Yukawa nükleonların yani nötron ve protonların da birbirleri arasında "mezon" adını verdiği başka tanecikler değişik tokuş ettikleri için çekirdekte bir arada kalabildiklerini varsaydı. Nasıl foton elektromanyetik alanın kuantumu ise, mezon da çekirdek alanının kuantumu idi. Yukawa'nın teorisini biraz basitleştirilmiş şekilde nükleonları rugby oyuncularına ve mezonları rugby topuna benzeterek canlandırmak mümkündür. Bu oyunda oyuncuların topu kapmak için nasıl birbirine girdiğini

görmüş olan bir kimse herhalde topun "kuvvetli etkileşim" e sebep olduğunu kabul eder!

1946'da Yukawa'nın "mezon" unun izine kozmik ışınlar maruz bırakılan bir fotoğraf emülsiyonunun üzerinde rastlandı. Ancak çekirdek fiziğinin temelli araştırmalar safhasına geçişi 1950'lerden sonra, tanecik hızlandırıcıları (akseleratör) tekniğinin geliştirilmesi sayesinde mümkün oldu. Herbiri öncekinden daha güçlü hızlandırıcılar birbirlerini izledi ve böylece her defasında daha ileri araştırmalar yapma imkânı doğdu. Fakat garip bir çelişki olarak imkânlar arttıkça durum açıklığa kavuşmak şöyle dursun, büsbütün karıştıyordu. Çekirdek alanının kuantumunun ortaya çıkarılışından sonra çekirdek dünyasının artık esrarını kaybedeceği umulmuştu. Aslında ise beklenenin tamamen aksi oldu; çünkü yalnız Yukawa'nın varlığını önceden bildirdiği mezonlar bulunmakla kalmamış (bunlara bugün "pi" mezonu adı verilmektedir), ayrıca kimsenin ummadığını söyleyebileceğimiz bir dizi yeni tanecik keşfedilmişti. Durum hızla kötüye gidiyordu: Bilginlerin "hadron" diye adlandırdıkları kuvvetli etkileşim tanecikleri "ailesi" bitmek tükenmek bilmiyordu; 1960'ların sonlarında sayıları yüzlerceyi aşmıştı! İşte bu can sıkıcı durum fizikçileri, hadronların niteliğini yeniden gözden geçirmeğe zorladı. Önceleri hadronların asal, karmaşık olmayan tanecikler olduğu sanılıyordu; fakat sayıları dikkate alınırsa bunları tümü ile açıklayabilecek bir teorinin çok karışık olması lâzımdı. Halbuki fizikçiler böyle karışık teorilerden ellerinden geldiğince kaçınırlar!

1963'te Amerikalı Gell-Mann yeni bir teori-nin temellerini attı. Bu teoriye göre hadronlar "quark [kuark]" adını verdiği, o zamana kadar bilinmeyen parçacıklardan oluşmuş bileşik sistemlerdi. Bu, boşuna bir varsayım değildi; Gell Mann "quark" varsayımının kuvvetli etkileşimi yöneten simetri prensibini estetik açıdan tatminkâr şekilde açıklayabildiğini gösterdi. Hadronların ister proton, nötron veya daha genel olarak baryonlar gibi üç quarktan; ister mezon gibi iki quarktan yapılmış olsun (doğru söylemek gerekirse mezon bir quark-antiquark çiftinden müteşekkildir), teorik davranışlarının deney sonuçlarına uyumu çok iyi sağlanıyordu. Başlangıçta Gell-Mann üç quark tipi öngörmüştü: u (up-yukarı), d (down-aşağı) ve s (strange-garip). "Garip", 1950'lerin başından itibaren bulunmuş bir tanecik grupuna şaşırtıcı özellikleri dolayısıyla verilmiş olan addı. Bu üç "quark" a sadece bazı sayı değerleri açısından farklı olan u, d ve s "antiquark" larını eklemek gerekir. Meselâ u quarkının elektrik yükü 2/3, d ve s quarkının ise

-1/3 tür. O halde u, d ve s için sırasıyla +2/3, -1/3 ve 1/3 değerlerini elde ederiz. Birim (=1) protonun yüküdür ve burada quarkların kendine has özellikleri yâni kesirli elektrik yüküne sahip oldukları göze çarpar. Bu modelde proton, bir uud kombinezonu; nötron, uud ve mezonlar ise uu veya dd kombinezonlarıdır.

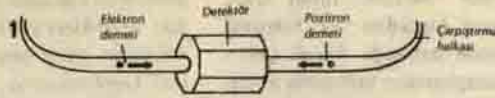
Başka bir deney de Gell-Mann'ın düşüncelerini doğrulamıştır. Bu, elektromaların hadronlar üzerindeki esnek olmayan yayınma (difüzyon) olayıdır. Kaliforniya'da Stanford lineer hızlandırıcısı SLAC'ın araştırmacıları 1969'da elektronların bir proton hedefi üzerine yönetildiği zaman protonların sanki homojen (tek yapı) yuvarlak madde bilyaları gibi davranmadıklarını görmüşlerdi. Tam aksine, protonlar birkaç sert uç noktası bulunan bir yapıya sahip görünüyordular. Daha sonra bu sert "nokta" lar "quark" olarak teşhis edilmiştir.

1974'te "psi" taneciğinin bulunuşu, quark modelinin henüz zayıf olan yapısını sarstı; çünkü bu, şimdiye kadar genellikle olanın aksine, daha önce bilinen bir taneciğin "ikizi" değildi ve elimizdeki teori ile uyuşmıyordu. Varlığı ancak dördüncü bir quarkın mevcudiyeti ile açıklanabilirdi. Bu dördüncü quark "charm = çekicilik" veya kısaca "quark c" adı verildi. Böylece 1950'de başlayan "gariplik" çağından "çekicilik" çağına geçilmiş oldu!

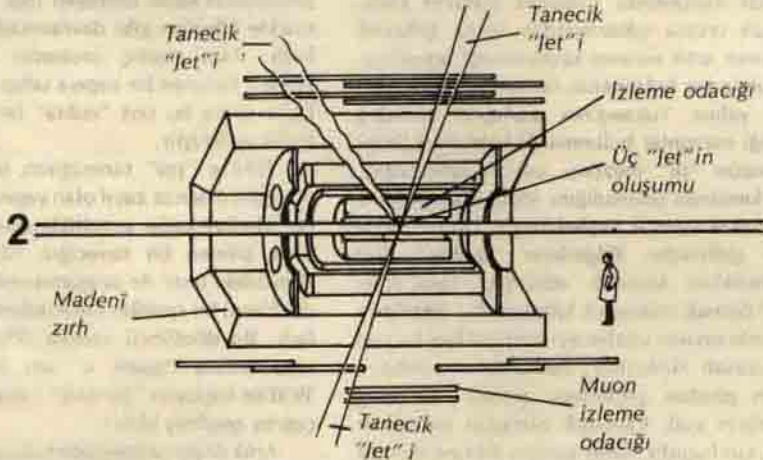
Artık doğru iz üzerinde bulunan fizikçiler için yarı yolda durmak olmazdı. 1977'de "psi" ye benzeyen "ipsilon" taneciğini buldular. İpsilon, beşinci bir quark grubunun varlığını haber veriyordu. O zamandan beri fizikçiler "s" (savor = lezzet) adını verdikleri bu beşinci quark'ı harıl harıl aramaktadırlar. fizikçiler çeşitli quarkları bunların özelliğini oluşturan bazı sayı değerlerine göre sınıflandırır: Bunlara "yük", "baryon sayısı", "gariplik", "çekicilik" v.s... adı verilmektedir. Meselâ "u" quarkı tıpkı "d" quarkı gibi "1 gariplik" ve "0 çekicilik"; s quarkı "1 gariplik", c quarkı ise "1 çekicilik" e sahiptir. İki "lezzet" te "izotropik spin" denen bir değişkene bağlıdır; o da yük ile ilişkilidir. "Gariplik" ile "çekicilik" iki ayrı "lezzet" tir. Ancak unutmamalı ki ağızımızı sulandıran bu "lezzet" gibi terimler sadece mecazî olarak maddenin asal simetrilerini ifade etmek için kullanılmaktadır. 1979 yazında yapılan deneyler quarkın beşinci bir "lezzet" i olduğunu gösterdi ve fizikçiler ananeyi bozmamak için buna "b" (beauty = güzellik) adını verdiler. Altıncı bir quarkın bulunması da beklenmektedir, çünkü quarklarının sayısının çift olduğuna dair teorik nedenler vardır.

Hadronların quark-antiquark kombinezonları olduğunu söylemek her şeyi açıklayamamak-

GLUON'U İZLEMEMİZİ SAĞLAMIS OLAN DENEY GLUON EK 2



1. Gluon'u izlememizi sağlamış olan "Petra", bir elektron-pozitron çarpıştırma halkasıdır. Uçları dış çevresi aşağı yukarı 2 kilometre olan bir halka şeklinde birleşen, birkaç santimetre çapında bir maden boru görünümündedir. Boru içinde bir elektron demeti ile bir pozitron demeti (pozitron, elektronun karşı-tanecığıdır) birbiri üzerine fırlatılır. Işık hızı ile hareket eden iki demetin karşılaşması, çarpışmalar sırasında meydana gelecek tanecikleri gözlememizi sağlayan çeşitli detektörlerin yerleştirildiği deney hücresinde olur.

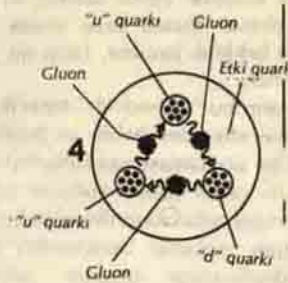
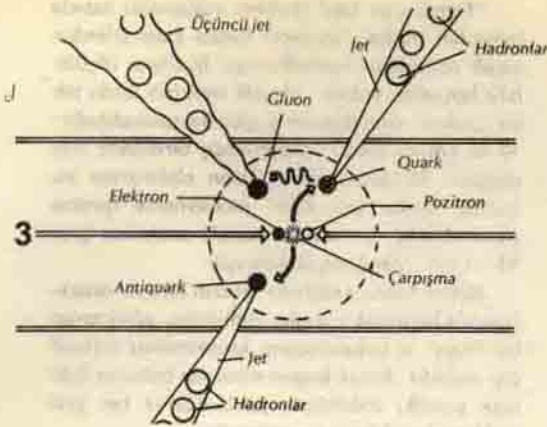


2. Tanecik demetleri, 5 GeV yi aşan enerjilerle hızlandırıldığı zaman, her elektron-pozitron çarpışmasına karşılık iki "jet", yani ışık demeti gözlenir. Detektörler sayesinde bu jetler analiz olunabilir. İlk defa 1979'da Petra'nın çok yüksek enerjisi (her bir elektron veya pozitron başına 15 GeV), gluonların varlığının dolaylı bir isbatı sayılan üç "jet" in ortaya çıkışını sağlamıştır.

tadır. Bu quark ve anti-quarkların neden birleşip proton, nötron, mezon veya kuvvetli etkileşimli başka bir tanecik meydana getirdiklerini bilmemiz gerekir. Başka bir deyimle, elektrodinamikteki foton veya nükleer etkileşimdeki pi mezonu gibi, quarklar arasındaki etkileşimi sağlamakta olan "kuantum" nedir? İşte bu da fizikçilerin onbeş yıldan beri aramakta olduğu ve sonunda bulduklarını sandıkları "gluon"lardır!

Bu büyük keşfin nasıl yapıldığını açıklamadan önce quark-gluon karşılıklı etkileşim mekanizmasını biraz daha yakından bakalım! Ana fikre göre bir hadronun içinde quarklar birbirleri ile gluonları değiş tokuş ettikleri için birbirlerine "yapışık" kalırlar. Karmaşıklığı arttıran husus, meselâ protonu ele alırsak onu teşkil eden üç quark (uud) in simetrik durumda olmasıdır. Bir "sss" kombinezonu olan omega tanecğinde ise simetri daha da gelişiktir; çünkü birbirinin aynı olan üç quarktan müteşekkildir. Halbuki bütün

tanecik sistemleri için geçerli olan kuantum mekaniği, birbirinin tıpatıp aynı olan cisimlerden bir araya gelen sistemler açısından önemli bazı kayıtlamalar getirmişti. Meselâ bir atomda iki elektron aynı enerji düzeyinde bir arada bulunamazlar; meğer ki "spin" leri birbirinin zıttı olsun! (spin, her tanecığın özelliğini sağlayan bir değişkendir; sembolik olarak tanecığın kendi çevresinde dönüşüyle ifade edilir) Buna benzer şekilde bir hadronda birbirinin tıpatıp eşi birkaç quarkın bulunuşunu ancak değişik bir "serbestlik" oranına sahip bulunmaları ile açıklayabiliriz: Buna "color = renk" denmekte ve "mavi", "yeşil", "kırmızı" değerlerini alabilmektedirler. Tabii quarktaki bu "renk" ler tıpkı "çekicilik" ve "gariplik" te olduğu gibi, gerçek renkler değil sadece herbirini ayırmakta kolaylık olsun diye yaratılmış sembollerdir. Öyleyse meselâ bir proton, nötron, bir omega veya herhangi bir baryonu teşkil eden üç quarktan birinin mavi,



3. Kesik çizgilerle belirtilmiş olan dairenin içinde meydana gelen olaylar bir "an" içinde olup bittiğinden doğrudan doğruya izlenemez. Bunun için "jet" lerin muhteviyatının analizine dayanan bir "yeniden canlandırma" yapmak gerekir. Bir elektron-pozitron çarpışmasında bu iki tanecik birbirini yok eder ve bir quark-antiquark çifti oluşturur. Bu quarkve antiquark ta yeniden birleşerek pi mezonu gibi hadronları teşkil ederler; normal olarak elde edilen iki "jet" i doğuran olay da budur. Petra'da görülmüş olan üçüncü "jet" in sebebi ise şudur: Çarpışmada ortaya çıkan quark veya antiquark, enerjisinin bir kısmını gluon biçiminde açığa çıkarır, bu gluon ise üçüncü "jet" i oluşturur. İşte bu üçüncü "jet" in görülüşü gluon'un varlığına delil teşkil etmektedir.

4. Özellikle proton, nötron ve mezon gibi kuvvetli etkileşimli tanecikler veya hadronlar asal cisimler değildir; gluonlar tarafından birbirine bağlanmış belirli sayıda nokta biçiminde "öge" lerden meydana gelmişlerdir. Şemada esas itibariyle 2 "u" ve 1 "d" quarkından ibaret olan protonun yapısı gösterilmiştir. Bu üç dâimi quarkın dışında protonda ayrıca noktalı olarak gösterilen "etki quarkları" bulunmakta, bunlar her an oluşmakta veya birbirini yok etmektedir. Bütün bu quarklar protonun içinde tipki bir sıvıdaki gaz kabarcığının molekülleri gibi hapsedilmişlerdir: Kabarcığın içinde hareket edebilir, fakat kabarcığın dışında çıkamazlar.

diğer ikisinin kırmızı ve yeşil olduğunu varsayabiliriz. Hatta daha ileri gidebiliriz: Quarkların rengi sabit değildir; her an renklerini değiştirerek maviyken kırmızı, kırmızıyken yeşil v.s. olabilirler. Quarklar arasındaki karşılıklı etkileşimi sağlayan da bu renk değişimleridir. Renk değişimini sağlayan araç ise gluonlardır. Her quark, diğer bir quark tarafından kapılan ve kapan quarkın rengini değiştirmesine sebep olan gluonlar yayınlamaktadır. Esasen quarkların böyle birbirine yapışık olmasını sağlayan da böyle bukailemun gibi ikide birde "renk" değiştirme leridir.

Yukarıda açıklamış olduğumuz kuantum kromodinamiği teorisi (kromos, Yunanca renk anlamına gelmektedir), elektrodinamiğe benzetilebilir: Burada quark elektrona, gluon da fotona karşılıktır. Ancak buna rağmen bir biçim farkı vardır: Quantum elektrodinamiğinin temel tanecikleri olan elektron ve fotonlar doğrudan

doğruya gözlelenebilirler, meselâ bir elektron demeti yaratılabilir ve her gün herhangi bir televizyon alıcısında bu olaya tanık oluyoruz, çünkü televizyonun katot ekranı devamlı olarak elektron demetleri tarafından taranmaktadır. Fotonları gözletmek daha da kolaydır: çünkü bize ışık ışınları şeklinde görünürler. Buna karşılık hiç kimse şimdiye kadar bir "gluon ışını" görmeye veya quarkları ayırıp onları serbest halde gözlemeye muvaffak olmamıştır. Gluonlar sanki hecelerine ayrılamayan bir kelime gibi sadece bağlı durumda, bileşik şekilde gözletlenebilmektedir. Meselâ bir quarkı bir protondan ayırmaya kalkıştığımız zaman derhal bir quark-antiquark çifti oluşmaktadır; quark protondan çıkarılmış olanın yerine geçmekte, antiquark ise çıkarılmış olan quark ile birleşerek bir mezon oluşturmaktadır. Bu, bir miknatısı ortasından kırarak ayırmaya çalıştığımız zaman olanları akla getirmektedir. Bilindiği gibi bir miknatısı orta-

sından ayırırsak tek başına kalan kutupların karşısında derhal zıt kutuplar oluşur; bu yüzden tek başına kutuplar yerine sadece iki mıknatıs yaratmış oluruz. Kısaca ifade etmek gerekirse quarklarda bekârlık yasaktır, fakat bir veya çok eşli olabilirler.

Quarkların bu "bağımlılığı" tanecik fizikinin büyük bilmecelelerinden biridir ve bugüne kadar tatminkâr bir açıklaması yapılamamıştır. Bugün nazariyeciler çeşitli çözüm yollarını araştırmaktadırlar. Ortaya atılan nazariyelerden biri hadronları kuantum mekaniği denklemleri ile değil, klasik hidrodinamiğe dayanan "soliton" lar yoluyla açıklamaya çalışmaktadır. Başka bir izah tarzı ise matematiksel biçimleri inceleyen matematik dalı olan topolojik yöntemdir. Ancak bugün için en vaatkâr görünen metot; kuantum kromodinamiğinin yerine daha kabaca, fakat daha sade modeller koymaktadır. Meselâ "torba modeli" denen modelde hadronlar bir sıvı içindeki gaz kabarcıklarına benzetilmektedir. Quarklar da bu kabarcıklar içinde hareket eden, fakat bunların dışına çıkamayan gaz molekülleridir. Torbanın veya kabarcığın içinde quarkları engelleyici kuvvet sıfırdır ama, bu kuvvet dış yüzeyde sonsuza çıkmakta ve quarkların dışarı çıkmasını engellemektedir. Bu model şimdiden bazı enteresan sonuçlar sağlamıştır ve nazariyeciler şimdi onu kuantum kromodinamiği ile uyumlu hale getirerek öncekinden elde edilen sonuçların şimdiki modelden de sağlanabileceğini isbata çalışmaktadır.

Sonuç olarak kabul edilen çözüm tarzı ne olursa olsun, quarkların hareketlerinin "sınırlandırılması" varsayımı hiç olmazsa bir yarar sağlamaktadır; bu da başka hiçbir tanecikte görülmemiş olan yeni bir durumu ortaya koymuş olmasıdır. Şimdiye kadar bileşik her tanecikte onun bileşkenlerini ayırmak mümkün olmuştu. Bu da quarkların meselâ elektronların atom çekirdeğine bağlandığı şekilde birbirine bağlanmadıklarını göstermektedir. Bu özellikleri quarkların ve gluonların belki de temel maddeler, yani evrenin gerçek asal yapı taşları olduğunun bir belirtisi sayılabilir. Daha açık ifade etmek istersek bu yapı taşları şunlar olmalıdır:

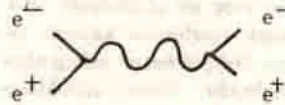
- 1 — Bütün hadronların kendilerinden elde edildiği "quark" ve "gluon" lar,
- 2 — Bir taraftan elektron, muon ve tav (muon ve tav da elektrona benzer, ancak kütleleri daha önemlidir) dan müteşekkil "lepton" lar, diğer taraftan radyum gibi radyoaktif elemanların âni ayrışması türünden zayıf etkileşimlere dahil olan sıfır kütleli "nötrino" lar,
- 3 — Fotonlar.

"Temel yapı taşı" derken, yukarıdaki listede belirtilen bütün cisimlerin başka taneciklerden yapılmadığını kastediyoruz. Bunların ölçülebilir boyutları yoktur. Meselâ elektron sanki tek bir "nokta" dan ibaretmiş gibi davranmaktadır; 10-16 cm.'ye kadar küçültülmüş birimlerle bile elektron ölçülememiştir. Zaten elektronun bu özelliği başka tanecikleri incelemekte işimize yaramaktadır; bu sayede meselâ protonun çapı 10-13 cm. olarak ölçülebilmiştir.

Bütün bunlara rağmen, günün birinde quarkların da karmaşık cisimler olduğunu, elektronun bir "yapı" sı bulunduğunu keşfetmemiz ihtimal dışı değildir. Ancak bugün elimizde bulunan liste bize şimdiki imkânlarla gözlediğimiz her şeyi açıklamak imkânını vermektedir.

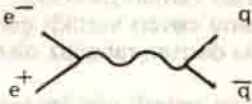
Quarklar serbest şekilde gözlenememiş olmakla birlikte, yukarıda belirttiğimiz ve protonların "tanecikli" yapısını ortaya koyan esnek olmayan difüzyon olayı quarkların varlığının deneysel bir isbatıdır. Diğer bir isbat, çarpıştırma deneyleri ile sağlanmıştır. En çok kullanılan çarpıştırma yöntemi, elektronu pozitron ile çarpıştırmaktır. Bir elektron ile onun her bakımdan aynı sadece yükü aksi olan bir pozitronu çarpıştırdığımız zaman birbirlerini karşılıklı yok etmekte ve bir foton'a, yani elektromanyetik enerji "paket" ine dönüşmektedir. Foton ise genellikle çarpıştırmada kullanılan enerjinin tabiatına göre değişen bir tanecik "çift" ine çevrilmektedir. Bu şekilde ortaya çıkabilecek her türlü taneciğin ortak bağlayıcı özelliği "yükü" oluşlarıdır. Bu durum Orsay Üniversitesi'nde profesör olan Michel Davier'i: "Elektron-pozitron çarpışması yükü olan her taneciği yaratmak için en demokratik usuldür." demeğe sevkettiştir.

Fizikçiler çarpışmadan doğan reaksiyonu şu çeşit diyagramlarla ifade etmektedirler:



Şekilde e^- elektronu, e^+ ise pozitronu temsil etmektedir. Belirttiğimiz bu en basit misalde çarpışma yeni bir elektron-pozitron çiftinin doğumu ile sonuçlanmaktadır. Bu reaksiyon bir enerji eklemekten meydana gelebilir; çünkü sonuçtaki durum başlangıçtaki aynıdır. Zaten bir elektronun sahip olabileceği en zayıf enerji kendi külesidir. Tanecik fizikinde bu birim Einstein'ın $E = Mc^2$ formülünden yararlanarak hem kütle,

hem de enerjiyi ifade etmek için kullanılmaktadır (Burada E enerjiyi, M de kütleyi ifade etmektedir; c ise ışığın hızıdır. Bunu birim alırsak $c = 1$ olur ve kütle ile enerji denkleşir). Bu ortak birim elektron-volt (eV) tür ve bir elektronun 1 voltluk bir gerilim altındaki enerjisini ifade etmektedir; bu da aşağı yukarı 10-19 jul'dür. Gene misalimize dönersek elektron ve pozitronun reaksiyonun başlangıcındaki kütlesi 0,511 MeV (1 MeV = 1 milyon eV) olduğundan reaksiyon hiçbir enerji eklenmeden meydana gelebilir. Buna karşı muonların meydana getirilmesi için enerji desteği lâzımdır; çünkü kütleleri 105 MeV değerindedir. Tau leptonunda ise bu 1780 MeV dir. 300 MeV değerinde enerjilerle elektron-pozitron çarpıştırılmasından bir quark-antiquark çifti elde edebiliriz:



Genellikle böyle bir reaksiyon doğrudan doğru izlenemez; Serbest durumda mevcut olmayan quarklar yeni quark-antiquark çiftlerine bölünmekte, bunlar da yeniden birleşerek pi mezonu veya diğer hadronları meydana getirmektedir. Gözlenebilen ise "jet" adı verilen tanecik demetleri şeklinde yeniden kümelenen hadronlardır. Gereken 300 MeV'lik enerji "eşiği", pi mezununun kütlesinin 140 MeV değerinde oluşunun ve reaksiyon sonucunda hiç olmazsa iki tanecığın ortaya çıkışının sonucudur. Pratikte böyle bir çarpışmanın istenen bir parçacığa dönüşümünü sağlamak için ortaya çıkacak olan tanecığın kütlesinin iki mislinden biraz daha fazla enerji sarfedilmesi gerekmektedir. Her ne olursa olsun, bu "jet" leri gözleyebilmemiz için 5 GeV (milyar elektron-volt) değerinde enerjiler sağlamamız zorunludur.

Bu çeşit elektron-pozitron çarpıştırma deneyleri araştırmacıları yığma veya çarpıştırma halkası adı verilen gereçler yapmaya sevk etmiştir. Birkaç santimetre çapında fakat kilometrelerce uzayan ve iki ucu muazzam bir halka meydana getirecek şekilde birleşen bir madeni boru tasavvur ediniz: Borunun içinde tam bir vakum (hava boşluğu) mevcuttur. Halka üzerinde birbirinden uzak aralıklarla "pencere" ler açılmıştır. Buralara çarpışma sonucu ortaya çıkacak tanecikleri gözlemeye yarayan detektör teçhizatı yerleştirilmiştir.

Halkanın içerisinde bir taraftan elektron, diğer taraftan pozitron olmak üzere iki tanecik demeti birbirinin üzerine fırlatılmaktadır. Sanki

aynı demiryolu üzerinde aksi yönlerden gelen iki tirenin birbiriyle çarpıştırılması gibi! Ancak şu farkla ki tanecik tirenleri bir iğne biçimindedir ve ışık hızıyla hareket etmektedir. Işın demetleri birbirleriyle karşılaştıkları zaman belirli sayıda elektron-pozitron çarpışarak birbirlerini yok etmektedir; bunu yok etme esnasında meydana çıkan "jet" ler sayesinde gözlemekteyiz.

Yeterli düzeyde enerji kullanıldığı zaman genellikle her bir çarpışmada iki "jet" gözlenebilmektedir; bunlar diyagramda görüldüğü gibi, karşılıklı "yoketme" de ortaya çıkan quark-antiquark çiftine karşılıktır. Ancak böyle bir deneyde sadece quarklar gözlenebilmekte, fakat gluonların izine rastlanmamaktadır. Halbuki gluonların kuantum kromodinamiğinin vazgeçilmez unsurları olduğunu görmüştük. Eğer gluonlar gerçekten varsa, bunların bir izine rastlamamız gerektirdi! İşte bu zorunluk Hamburg'taki DESY Enstitüsünün fizikçilerini şimdikilere üstün süper — güçlü bir elektron — pozitron çarpıştırma halkası yapmaya sevketti. "Petra" adı verilmiş olan bu gereç 1979 yılı başlarında hizmete girmiş ve 1979 sonlarında ilk sonuçların alınmasını sağlamıştır. Bunlar, sarfedilen emek ve paraya değerini göstermiştir çünkü varlığı öngörülen gluonun ilk deneysel isbatı sağlanmış bulunmaktadır. Nasıl mı? Normal olarak beklenen iki "jet" in yanında üçüncü bir "jet" in oluştuğunu görmek suretiyle! Bu üçüncü jet ise ancak şöyle açıklanabilirdi: Çarpışmada meydana gelen quark veya antiquark enerjisinin bir kısmını gluon şeklinde açığa çıkarmaktadır. Ortaya çıkan bu gluon ise üçüncü "jet" in oluşmasını sağlamaktadır. Daha önce bunu gözetleyemememizin sebebi ancak "Petra" nın sağladığı büyük enerjinin (tanecik başına 15 GeV yani 15 milyar elektron-volt) bunu sağlamaya yeterli oluşu idi.

Belirtilmiş olduğumuz bu sonuç ancak milletlerarası ortak bir çalışma ile sağlanabilmektedir (1979 başından beri birçok uluslararası ekip Petra'da çalışıyordu. Alman, Amerikalı, İngiliz, Fransız, İsraili, Japon ve ilk defa olarak Çinlilerin yer aldığı üçyüz kadar fizikçi çalışmalara katılmıştı). Bu, kuantum kromodinamiğinin parlak bir isbatı olup bir bakıma kuvvetli etkileşimi açıklamak için otuz yıldan beri sarfedilen emeğin mükâfatıdır. Tabii ki daha yapılacak çok şey kalmaktadır. Deney alanında, üç "jet" te bulunan tanecikleri araştırmak ve teorik varsayımlarda öngörülenlerle bağdaştıklarına emin olmak gerekmektedir. Bu konuda şunu ekleyelim ki sorumluluğunu Michel Davier'nin üstlendiği bir Fransız-Alman işbirliği sonucunda "Petra" yakında "Cello" gibi sevimli bir ad

verilen çok duyarlı bir detektör ile donatılacaktır. Teorik açıdan ise kuantum kromodinamiğinin gerçekten hadronun içinde olup bitenleri (bu konuda daha birçok şeyleri bilmemiz gerekmektedir) ve daha yüksek düzeyde çekirdekteki bağlantıları açıklamakta yeterli olup olamayacağını görmemiz zorunludur.

İlgi çekici başka bir sorun, gluonun sadece bileşimine girdiği tanecikler vasıtasıyla değil, doğrudan doğruya da gözetlenip gözetlenemiyecidir. Acaba fotonun elektromanyetik ışınımı-

na benzer bir gluon ışınımı var mıdır? Eğer quarkların bir alanla sınırlandırılması deneysel bir limite değil, gerçeğe dayanıyorsa cevap şüphesiz "hayır" olacaktır. Şimdilik aksi sabit olmadıkça durum şöyle bir tekerleme ile ifade olunabilir: "Gluon var olmasına vardır ama ona bir türlü rastlayamadım."

SCIENCE ET VIE'den
Çeviren : Dr. Ergin KORUR

KEKEMELİĞİN AZALTILMA YÖNTEMİ

Sosyal yönden ve yol açtığı üzüntüler itibarıyla insanların başarıları üzerinde ters etkiler oluşturan kekemelik, her 100 kişiden birini rahatsız eden bir derttir. Bununla birlikte birçok hafif kekemelik halinin, zaman zaman psikolojik yardımlarla desteklenmek kaydıyla, basit konuşma terapisine cevap verdiği görülüyor. Tedavi yoluyla tam bir iyileşme sağlanamasa bile, bu dertten rahatsız olan şahıs, normal görüşmeleri becerebilir duruma gelebilir.

Ancak ağır hallerde ise sadece terapi, başarı için yeterli görülüyor. Geçtiğimiz on yıllık dönemde Edinburgh Üniversitesi araştırmacıları, boş zamanlarında bu konuyu etüd etmişlerdir. Edinburgh Üniversitesi Kekemelik Araştırma Birimi adıyla bilinen çalışma grubu, elektronik tekniğinden yararlanarak şimdi, Edinburgh Maskeliyicisi (Edinburgh Masker) ünitesi ile başarılı sonuçlara ulaşmıştır.

Kekemelik hallerinden çoğu, gürültülü ortamda azaldığından ve hattâ bütünüyle giderilebildiğinden, şimdi Findlay, Irvine Company tarafından yapılmakta olan yeni bir cihaz da bu prensibe dayanıyor. Cihaz, bir tür gürültü üreterek, cihazı taşıyanın kendi sesini duymasını önlemektedir.

Otomatik Olarak Çalışıyor

Yeni Edinburgh maskeleyicisi, öncekilerden farklı olarak taşıyıcının iradesi dışında otomatik şekilde faaliyete geçiyor. Boğaz üzerine konulan bir başlık telefonuyla bağlantılı elektronik bir cihaz gerektikçe gürültü üretmeye başlıyor.

Başlık telefonu boğazın alt bölümü üzerine yerleştiriliyor ve bunu taşıyan şahıs konuşmaya başlayınca ses tellerinden gelen titreşimleri alarak larnyx denilen ses kutusuna veriyor.

Böylece otomatik olarak meydana getirilen sesin bir kısmı, aleti taşıyanın, kendi sesi fiilen duyulmadan önce işitilmekte ve taşıyıcı şahıs konuşmayı kesince de durmaktadır. Bu ses bir kontroler ve başlık telefonu vasıtasıyla taşıyıcının kulağına naklediliyor ve sadece onun tarafından duyuluyor. Aletin ürettiği sesin yüksekliği ise, kontroler üzerinde bulunan bir şalter vasıtasıyla taşıyıcı tarafından ayarlanabiliyor.

Başlık telefonu taşımaya rağmen, bu şahıs, kendisinin konuşmadığı sürelerde veya maskeleyici cihazın devre dışı yapıldığı durumlarda başkalarının konuşmalarını duyabilmektedir. Bu ise, maskeleyici sesin, ancak aleti taşıyan şahsın konuşması sırasında üretilmekte olmasıyla sağlanıyor.

Edinburgh maskeleyicisi ile sağlanan yarar, aleti taşıyan şahıs konuşurken veya dinlerken, aletin buna göre devreye alınması veya devreden çıkarılmasının şahıs tarafından yapılmayıp otomatik olarak meydana gelmesi ve böylece şahsın şalter kumandalarıyla uğraşmasına gerek kalmamasıdır.

İNGİLTERE'DEN HABERLER'den