



Kuark-Gluon Plazması Oluşturdu mu?

Kuarklar, günümüz fiziğinin temel kitabı olan Standart Model'e göre maddeyi oluşturan temel parçacıklardan. Bunlar ve karşı-madde (ters elektrik yük taşıyan ikizleri) karşılıklarının çeşitli bileşimleri, farklı parçacık ailelerini oluşturuyor. Örneğin, protonlar ve nötronlar, üç kuarkın farklı bileşimleri. Bu kuarkları ve protonlarla, nötronları atom çekirdekleri içinde bir arada tutarsa, gluon adlı kuvvet taşıyıcı parçacıklar. Bu gluonlar öylesine güçlü ki, ne kendileri serbest halde görülebiliyorlar, ne de kuarkların çekirdek dışına çıkıp kendi başlarına dolanmalarına izin veriyorlar. Bu serbestlik, yani kuarklarla gluonların serbest halde bir arada buldukları, kuark-gluon plazması (İngilizce'deki adıyla Quark-Gluon Plasma, kısaca QGP) diye adlandırılan ortam, evreni ortaya çıkaran Büyük Patlama'dan sonraki ilk saniyenin birkaç milyonda biri süresince var olabilmiş. Daha sonra, giderek soğuyan evrenin enerjisi, gluonlarla kuarkların serbest dolaşımına izin vermemiş ve bunlar madde parçacıkları içinde sürekli hapse mahkum edilmişler.

Evrenin başlangıç anlarındaki ortamı

laboratuvarda yeniden yaratarak henüz yanıtı bulunamamış soruları aydınlatmak, fizikçilerin ötedenberi peşinde koştukları bir düş. Bu ortama yaklaşmaya izin veren araçlar güçlü parçacık hızlandırıcıları. İsviçre'deki Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı (CERN) ile ABD'deki rakip hızlandırıcılarda bu amaçla çeşitli deneyler yapıldı ve zaman zaman QGP gözlemlendiği yolunda açıklamalar oldu. Ancak, yapılan açıklamalarda, gözlenen QGP işaretlerinin, başka nedenlerden kaynaklanıp kaynaklanmadığı sorusuna kesin bir yanıt getirilemiyordu. Şimdiyse ABD'deki Brookhaven Ulu-

sal Laboratuvarı'ndaki araştırmacılar, bu yanıtı biraz daha yaklaştırmış görünüyorlar. Laboratuvardaki Relativistik Ağır İyon Çarpıştırıcısı (RHIC) adlı makinede, yıllardır ağır altın iyonları kafa kafaya çarpıştırılarak, oluşan çarpışma enkazında QGP işaretleri aranıyor.

Peki, kuarklarla gluonların serbest kaldıkları nasıl anlaşılacak? Herhangi bir parçacık hızlandırıcısında ışık hızının çok yakınına (%99'dan fazlasına) kadar hızlandırılan parçacıklar çarpıştıklarında, bir proton ya da nötrondan bir kuark çiftinin ters yönlerde fırladığı olur. Bu kuarkların enerjisi giderek maddeye dönüştüğünden, farklı parçacıklar ortaya çıkar ve bunlar da çok kısa ömürleri süresince bozularak daha farklı parçacıklara dönüşürler. Sonuçta, zıt yönlerde seyreden, ancak hassas dedektörlerce saptanabilen ve fizik dilinde "jet" diye adlandırılan parçacık fışkiyeleri oluşur.

Bu jetler çok sayıda parçacık çarpışmasında ve geniş bir enerji aralığında oluşabildiğinden, tek başlarına QGP oluşumunun kanıtı sayılamaz. Kuarklarla gluonların (inanılmayacak kadar kısa bir süre için de olsa) serbest kalmasının ilginç bir imzası var: Bazı çarpışmalarda bir kuark çiftinin çekirdekte fırlamasına karşın, dedektörler yalnızca tek bir jet belirleyebiliyorlar. Bu durum, jet sönümlenmesi diye adlandırılıyor. Araştırmacılara göre bu jet sönümlenmesi, QGP'nin varlığının kanıtı. Yorum şu: çarpışma öyle şiddetli ve oluşan çarpışma enerjisi öylesine büyük ki, çe-



kirdeki gluon ve kuarklar çekirdek dışına fırlayarak çarpışma yönündeki jette oluşan enkaz parçacıklarının delip geçemeyeceği son derece sıcak ve yoğun bir bölge oluşturuyorlar. Böylece alışlageldik parçacık fiziyesi ortaya çıkmıyor.

Peki, bu jet sönümlenmesi başka nedenlerden kaynaklanıyor olamaz mı? Brookhaven araştırmacıları bu soruya yanıt verebilmek için son aylarda ilginç başka bir deneye girişmişler: Altın iyonlarını birbirleriyle çarpıştırmak yerine, döteron denen ve yalnızca bir protonla bir nötrondan oluşan bir parçacıkla çarpıştırmaya başlamışlar. Çarpışma sonucu, yine çekirdekteki kuarkların saçılması bekleniyor. Ancak, hesaplar çarpışma enerjisinin QGP ortaya çıkaracak kadar büyük olmamasını gerektiriyor.

Bu nedenle araştırmacılar şöyle bir fikir yürütmüşler: Eğer jet sönümlenmesi gerçekten QGP oluşmasından kaynaklanıyorsa, daha düşük enerjili Altın-döteron çarpışmasında görünmemesi gerekiyor. Ama eğer sönümlemede başka nedenler rol oynuyorsa, Altın-döteron çarpışmasında da, altın-altın çarpışmalarında olduğu gibi jet sönümlenmesi görülmeli.

Deneylerin sonucu açık: Jet sönümlenmesi yok. Demek ki, altın-altın çarpışmalarındaki sönümlenmeye, kuark gluon plazmasının oluşma kanıtı olarak daha büyük bir güvenle bakılabilir. Ama araştırmacılar gene de kesin konuşmaktan kaçınıyorlar ve sonucun "geçerli bir alternatif açıklamanın yokluğunu ortaya koyduğu" biçimde yorumlamayı tercih ediyorlar. Bu durumda, kesin kanıt için gözler RHIC'in sonbaharda başlayacak olan yeni çalışma dönemine çevrilmiş bulunuyor. Yeni deneylerde araştırmacılar J/Ψ parçacıklarının tahrip olması gibi QGP'nin daha kesin kanıtlarını gözlemeye çalışacaklar. O zamana kadar da fizikçiler, 5'le 5'in toplamının bir çift sayı olduğunu kanıtlayan, ancak bu sayının 10'mu yoksa 12'mi olduğu konusunda kesin bir şey söyleyemeyen kuramlarıyla birlikte yaşamayı sürdüreceklər.

Kurt Deliği'nden Geçmek Mümkün mü?

Uzayzaman içinde kestirme yollar sağlayan ve uzay gemilerini bir anda evrenin öteki ucuna ulaştıran "kurt delikleri", bilimkurgunun standart malzemelerinden. Çoğumuzun üzerinde düşünmeyi bile gereksiz bulup gerçekmiş gibi kabul etme eğiliminde olduğumuz bu fantezi, onyıllardır teorik fizikçileri düşündürüyor. Şimdiye kadar birçok fizikçinin ulaştığı yargı, bu kurt deliklerinin (teorik olarak) var olabileceği, ama uzay gemilerinin büyük olasılıkla bunların içinden geçemeyeceği merkezindeydi. Ancak, şimdi bir grup fizikçi, bir kurt deliğini geçilebilir kılanın şaşırtıcı ölçüde kolay olduğunu ileri sürüyor. Yeni Zelanda'daki Victoria Üniversitesi'nden Matt Visser, bir seyahat acentesine koşup Andromeda'ya bilet ayırtmaya kalkabilecek acelecileri uyarıyor. "Ne bugünün ne de bugünden görülebilen geleceğin teknolojisiyle bir kurt deliği oluşturmak olanaksız" diyor. "Ancak, kurt delikleri üzerinde çalışmak, bize az çok anlayabildiğimiz kuramları (genel görelilik ve kuantum mekaniği) alıp kafa kafaya vurdurarak, ortaya neyin çıktığını incelemek olanağı sağlıyor". Genel görelilik insanların ya da kütlesi olan herhangi bir cismin ışıktan daha hızlı yol almasını yasaklıyorsa da, kurt delikleri uzayzamanda kestirme yollar anlamına geldiği için bu yasağın etrafından dolaşılabilir. Buna karşılık fizikçilerin çoğu, uzayzaman köprülerinden geçmenin ağır bir bedeli olduğu düşüncesindeydiler. Nedeni, genel göreliliğin kurt deliklerinin birer zaman makinesine de dönüşmesine izin vermesi. Böyle olunca da insanların zamanda geriye giderek, örneğin, kendilerini dünyaya getiren ana-babalarını öldürmelerine, yani fizikte asla kabul edilemeyecek paradokslara (çelişki) yol açabiliyor. Paradokslara izin verilmediğine göre, tıpkı karadeliklerin çevresinde bulunan ve içine düşüldüğünde artık bir daha geriye çıkılamayan

"olay ufku" gibi, kurt deliklerinin ağzında da içeri giren insanların bir daha çıkamayacakları bir olay ufku bulunduğu varsayılıyordu. Doğa, paradoksları önlemek için adeta bir tür "kozmetik sansür" uyguluyordu. Ancak California Teknoloji Enstitüsü'nden kuramsal fizikçi Kip Thorne ve öğrencileri, 1998 yılında bu olay ufkunu ortadan kaldıracak bir yol buldular. Kurt deliğinin boğazına bir parça "egzotik madde", yani aynı hacimdeki boş uzayın enerjisinden daha az enerji taşıyan madde konduğunda, uzay yolcusu olay ufkunu ortadan kaldırıp kurt deliğinden geçebiliyordu. Kuantum mekaniği kuralları, zaten bu egzotik maddenin boş zannedilen uzayda mini ölçeklerde her an ortaya çıkıp yok olmasını gerektiriyor. Ne var ki, bu kuantum dozların, mikro ölçekli olmayan kurt deliklerindeki olay ufkunu kaldırmaya yetmeyeceği düşünülüyordu. Ancak, Vissner ve ekip arkadaşları, Physical Review Letters dergisinin Haziran sayısında,

son derece simetrik bir kurt deliğini incelediler ve karmaşık bir matematikle, olay ufkunu yok etmek için ne kadar egzotik madde gerektiğini hesapladılar. Sonuçta, şimdiye kadar inanılanın tersine kuantum ölçekte bir egzotik maddenin bile, kurt deliğini içinden geçilir yapabileceğini gösterdiler. Ancak, öteki kurt deliği teorisyenleri Vissner'in hesaplarına biraz ihtiyatla bakılması gerektiği görüşündeler. Örneğin, NASA'nın Pasadena Jet Fiziği Laboratuvarı'nda görevli Türk fizikçi Ulvi Yurtsever, "Ben olsam, az bir egzotik maddeyle olay ufkunun işini bitirebileceğim iddiasında bulunmadan önce iyice düşünürdüm" diyor. Yurtsever'e göre denklemler büyük miktarda egzotik maddenin, biraz daha az normal maddeyle etkisizleştirilmesine izin veriyor". Şimdilik, Vissner ve arkadaşları dahil hiç kimse, kurt deliklerinin beratını almak için patent bürosuna koşturmuyorlar. Ancak, yoğunlaşan çalışmalar, kurt delikleri için uzay zaman tünelinin ucunda nihayet ışık görüldüğünü gösteriyor.