

Daha Boş Bir Boşluk mu?

Zihnimizde boş uzay olarak canlandırdığımız şeyin aslında kendiliğinden ortaya çıkıp sonra birbirlerini yok eden parçacık çiftleriyle kaynaştığı, on yıllardır bilinen ve deneylerle doğrulanan bir gerçek. Kuantum mekaniğinin yorumuna göre bu parçacıklar, boşluğu dolduran çok farklı alanlarda meydana gelen küçük düzensizlikler. Nasıl ki Dünya'nın manyetik alanı bizim belli bir yönü "yukarı" olarak algılamamızı sağlayıp, bu olgunun altında yatan fizik denklemlerindeki simetriyi yerel olarak azaltıyorsa, kurama göre bu "boş olmayan boşluk" içindeki kozmik alanlar da bu temel denklemlerdeki simetriyi boşluğun her yerinde azaltıyor. Eskilerin uzayın her tarafını dolduran bir madde varsayarak "ether" (Türkçe'ye "esir" olarak geçmiş) diye adlandırdıkları bu "simetri kıran" konseptin varlığı, deneysel başarılarına ve fizikte sağladığı önemli açılımlara karşın, varlığının nihai ispatı (yani boşluğun "temizlenip" denklemlerin orijinal simetrisinin sağlanması) şimdiye kadar başırlanamamıştı.

Şimdiyse, New York'taki Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nda altın atomlarının çekirdeklerini ışık hızının çok yakınındaki hızlarla çarpıştıran Relativistik Ağır İyon Çarpıştırıcısı (RHIC) ekibinden J. Cramer ve arkadaşları, çok küçük bir hacim içinde ve çok küçük bir süreyle bunu başardıklarını öne sürdüler.

Peki doğanın bu esir tarafından kırılan simetrisi tam olarak ne? Nasıl kırılıyor ve yeniden nasıl oluşturulabilir? Söz konusu simetriye kiral simetri ya da solaklık-sağlaklık simet-

risi deniyor. Atom çekirdeği içindeki proton ve nötronları (ve başka bazı parçacıkları) oluşturan, kuarkların davranışlarıyla ilgili. Maddenin temel yapı taşları olan kuarkların altı değişik türü ya da "çeşni" var. Bunlardan en hafif olanları, "yukarı" (up ya da kısaca u) ve "aşağı" (down ya da d) denenleri. Bunların da sıfırdan büyük bir kütleleri olmasına karşın, kiral simetrisinin anlatımının basitleşmesi için bunların kütsüz olduklarının varsayılması gerekiyor.

Kuarkları ve bunların şiddetli çekirdek kuvveti aracılığıyla etkileşimlerini açıklayan kuantum renk dinamiği (quantum chromodynamics ya da kısaca QCD) kuramının denklemlerine göre kuarklardan birinin farklı bir kuarka dönüşme olasılığı son derece sınırlı. Kural olarak da u ve d kuarkları "çeşni"lerini her zaman koruyorlar. Yani bir

u kuark hiçbir zaman bir d'ye, ya da bir d kuark hiçbir zaman bir u'ya dönüşemiyor. Kuarklar da ışık parçacıkları olan fotonlar gibi içsel bir dönme (spin) sahipler. Eğer spin eksenini, kuarkın hareketiyle aynı yöndeysen, dönme solaklık ya da sağlaklık özelliği verir. Yalnızca sola ya da sağa döndürülebilen vidalar gibi.

Kuarklarla, şiddetli çekirdek kuvvetini taşıyan gluonlar arasındaki etkileşim, kuarkların rengi gibi solaklık-sağlaklık özelliğini de korur. Böylece, solak bir u-kuark (u_L olarak yazılır, sağlak bir kuarka (u_R) dönüşemez vb.

Ancak QCD denklemlerinden çıkan bu korunum yasaları, doğanın kendi yasalarıyla her zaman örtüşmüyor. Gerçekte çeşni değiştirmeyi yasaklayan kural geçerliliğini korurken, solaklık-sağlaklık için ek bir korunum yasası yok. Yani kiral simetri kırılmış durumda.

Bu uyumsuzluk için kabul edilen açıklama, bir tür esirin varlığı. Bu görüşün dayandığı temelse şu: u_L kuarklarıyla \bar{u}_R antikuarkları ve yine aynı biçimde d_L kuarklarıyla \bar{d}_R antikuarkları arasında öylesine güçlü bir çekim etkileşmesi vardır ki (her kuarkın, ters elektrik yüküne sahip bir antikuark eşi vardır), bu çekimin sağladığı enerji, parçacıkların ortaya çıkmasının gerektirdiği enerji maliyetine üstün gelir. Dolayısıyla içinde kuarkların bulunmadığı mükemmel boşluk, kararlı değildir. Yani boşluğu birbirine bağlanmış $u_L-\bar{u}_R$ ve $d_L-\bar{d}_R$ çiftleriyle (ya da antiparçacıkları olan \bar{u}_L-u_R , \bar{d}_L-d_R çiftleriyle) doldurarak enerjisini azaltabilirsiniz. Fizikçiler bu duruma "kiral yoğunlaşım" oluşması diyorlar. Sonuçta ortaya çıkan kararlı durumda solaklık-sağlaklığın korunumu geçerliliğini yitiriyor. Çünkü

uzay, örneğin belirsiz sayıda u_L kuarkıyla dolu. Oysa her $u_L-\bar{u}_R$ çifti hem bir kuark, hem de antikuark içerdiğinden çeşninin net korunumu, geçerliliğini koruyor.

Bu olağanüstü tablonun deneysel sonuçları var: Örneğin, güçlü etkileşen en küçük parçacıklar olan π -mezonları, bu kiral yoğunlaşımın kolektif salınımı olarak tanımlanabilir. Bu tanımlama, π -mezonlarının başta güçlü etkileşen öteki parçacıklara kıyasla küçük kütleleri olmak üzere, sıra dışı bazı özelliklerini açıklayacak ipuçları da veriyor.

Brookhaven'daki RHIC deneyinde, her biri 197 proton ve



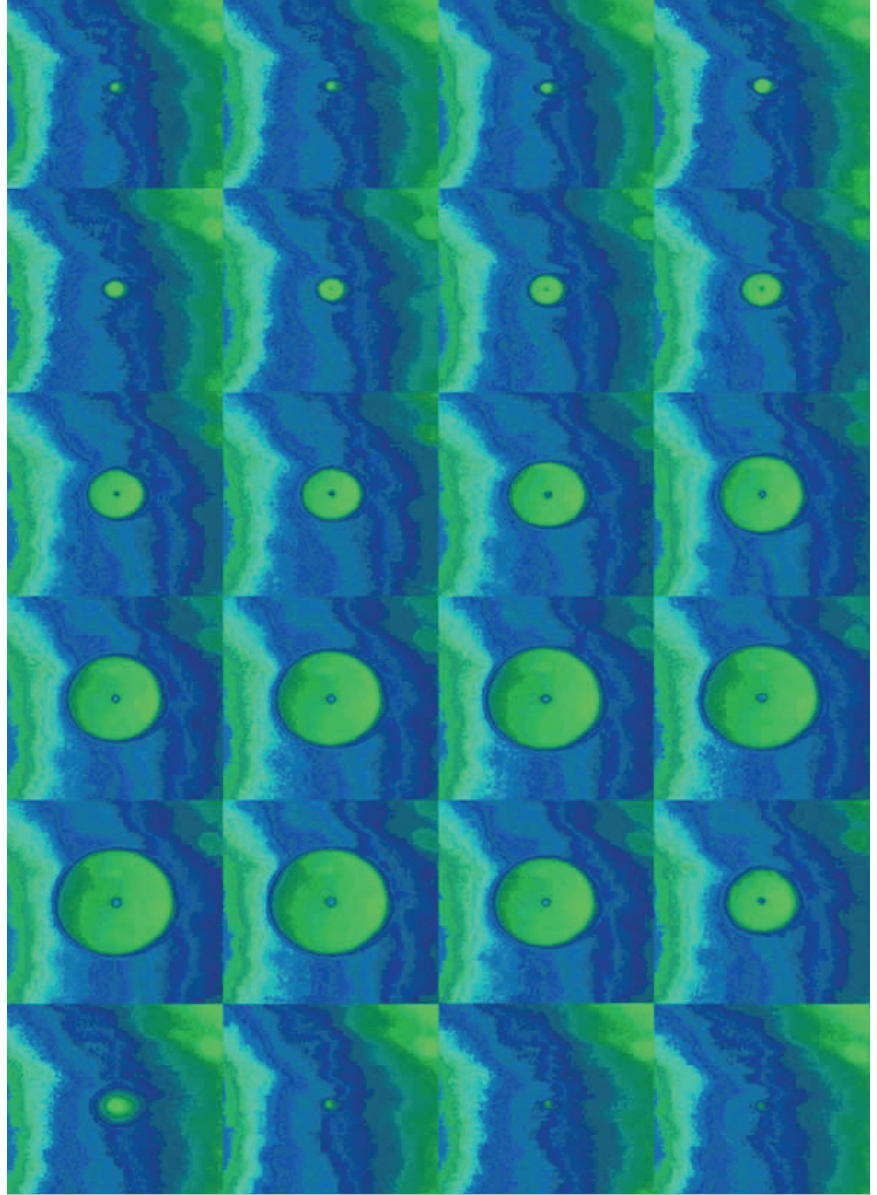
Belirsizlik ilkesi uyarınca hiçlik bile kesin olmadığından Evren'in enerji yoğunluğunun büyük kısmının boşlukta oluşan ve saptanamayacak kadar kısa ömürlü sanal parçacıklardan oluştuğuna inanılıyor. Kozmolojik sabit bu enerjinin değişmez, beşinci kuvvet ise değişen biçimleri.

nötron içeren iki altın çekirdeğinin kafa kafa ya çarpışması, 1,5 trilyon derece sıcaklığında bir ateş topu yaratıyor. Deneylerde normal olarak proton ve nötronların dışına çıkması şiddetli çekirdek kuvvetince yasaklanmış olan kuark ve gluonların, parçalanmış çekirdekler dışında birbirlerine bağlı olmaksızın serbestçe dolaştıkları, “kuark-gluon plazması” denen ve Büyük Patlama’dan sonraki ilk saniyenin çok küçük kesirleri içinde var olabilen maddenin yeni bir halinin oluştuğu yolunda güçlü işaretler elde edilmiş bulunuyor. Deneylerde ayrıca boş uzayın özelliklerinin değişmesi gibisinden daha da dramatik bir oluşum gerçekleşiyor olabilir mi? Kuramsal hesaplar, böylesine yüksek sıcaklıklarda kiral yoğunluğu oluşturan çiftler arasındaki bağların kopacağını gösteriyor. Yoğunluk ortadan kalktığına da, QCD kuramının üzerinde oturduğu solaklık-sağlaklık simetrisi de işleme başlıyor.

Sıcaklıkların, RHIC deneylerinde ulaşılan sıcaklıklar kadar yüksek olduğu Büyük Patlama’nın ilk anlarında bu yoğunluğun ve daha yüksek sıcaklıklarda başka yoğunlukların “buharlaşması”, modern kozmolojik düşünce önemli bir yere sahip. Örneğin, yine Büyük Patlama’nın ilk anlarında saniyenin inanılmaz kısıltıdaki kesirleri süresinde evrenin ışık hızının çok üstünde bir hızla genişlemesi demek olan ve son yıllarda duyarlı ölçümlerle gerçekliği desteklenen kozmolojik “şişme”, böyle bir olayın sonucu olabilir. Kiral yoğunluğun ortadan kalkması, fizikçilerce boş uzayın bir faz dönüşümünü yeryüzü koşullarında gerçekleştirmek için en iyi fırsat olarak değerlendiriliyor. Bu işte güçlük, Büyük Patlama sıcaklıklarını laboratuvar koşullarında oluşturabilmek değil. Asıl sorun, deneydeki çarpışma enkazlarından, RHIC’in oluşturduğu ateş toplarının ilk evrelerinde olup biteni çıkarabilmek. Cramer ve arkadaşlarının yaptığı, gözlenen π -mezonları arasındaki korelasyonlardan, bu parçacıkların içinde yol aldıkları ortamın özelliklerini belirlemek. Ekip, inceledikleri π -mezonlarının özelliklerinin, içinde kiral yoğunluk bulunmayan bir uzaydan beklenebileceği biçimde, içinde yol aldıkları ortam tarafından değiştirilmesiyle açıklanabileceği görüşünde.

RHIC deneylerinden elde edilen son derece karmaşık verileri çözmek için Cramer ve arkadaşlarının getirdiği bu öncü yorumun genel kabul görüp görmeyeceği, ya da başka olguları da açıklayacak biçimde genişletilemeyeceği henüz belli değil. Ancak, fizik dünyasının üzerinde birleştiği, ortaya araştırılması gereken yeni bir yolun çıktığı.

Kaynak: Wilczek, F., An Empty Emptiness?, Nature, 12 Mayıs



Kabarcıkta Cehennem Sıcağı

Gökbilimcilerin yıldızların yüzey sıcaklığını ölçmek için kullandıkları yöntemi kullanan iki araştırmacı, ses dalgalarıyla bombardıman edilen tek bir köpük baloncuğunun sıcaklığını ölçtü. Sürpriz sonuç: Baloncuğun içindeki gazın sıcaklığı 20.000 derece. Yani yıldızların yüzeyindeki sıcaklığın dört katı. Illinois Üniversitesi’nden kimya profesörü Ken Suslick ve master öğrencisi David Flannigan’ın inceledikleri etkiye, sonoluminesans (sesle ışıltama) deniyor. Sonoluminesans, akustik kavitasyon sürecinin (saniyede 18.000 devirli ses dalgalarıyla bombardıman edilen bir sıvıda kabarcıkların oluşması, büyümesi ve kendi içlerine çökmeleri) bir ürünü. Araştırmacılar,

kabarcık içinde oluşan sıcak noktaların yaydığı ışığın tayfını ölçerek, gökbilimcilerin yıldızlar için yaptıkları gibi ışık kaynağının sıcaklığını ölçebiliyorlar.

Suslick ve Flannigan, daha önceki deneylerde kullanılan su yerine yoğunlaştırılmış sülfürik asit kullanarak kabarcıklardaki parlaklığın tayfını 3000 kez artırmışlar. Araştırmacılar deneyde oluşan köpüklerin iyice aydınlatılmış bir odada bile rahatlıkla seçilebildiğini söylüyorlar. Deneyde oluşan 20.000 derece sıcaklık, atomlar ve moleküllerin yüksek enerjili parçacıklarla çarpışması sonucu oluşan plazma tarafından yayınlanıyor. Bu derece, yıldızlardaki gibi kabarcığın yalnızca yüzey sıcaklığı. Kabarcığın opak içindeki sıcaklık dereceleri çok daha yüksek olmalı.

Illinois Üniversitesi Basın Bülteni, 2 Mart 2005