

# MASAÜSTÜ FİZİK

## Bizi gezegenimiz üzerinde tutan kuvvet daha küçük ölçeklerde daha mı farklı davranıyor?

Fizikteki en büyük soruların bazılarının yanıtları, Seattle'daki Washington Üniversitesi'nin bir laboratuvarında ince bir ipliğin ucuna asılı duruyor. İplik tungstenden yapıldığı, 75 cm uzunluğunda ve kalınlığı milimetrenin yaklaşık binde 2'si kadar. Bükülme (Torsion) sarkacı denen ve kütleçekiminin gücünü küçük mesafelerde şimdiye kadar görülmemiş duyarlılıkta ölçen bir aygıtın parçası.

Kütleçekiminin büyük cisimler üzerinde ve uzak mesafelerde davranışının iyi bilinmesine karşın, aynı kuvvetin çok küçük cisimler arasında çok küçük mesafelerde ne yaptığı incelenmemiş bir konu. Hatta kimse Newton'un (kütleçekiminin gücü iki cisim arasındaki mesafenin karesiyle orantılı olarak değişir diyen) yasalarının bu düzeyde geçerli olup olmadığını bilemiyor. Johns Hopkins Üniversitesi'nden kuramsal fizikçi

Raman Sundrum, geçerli olmadıkları konusunda bahse tutuşmaya hazır. Haklı çıkması halinde Seattle deneyi Evren'in uzaklarında gözlenen garip olayları açıklayabilir.

Yedi yıl önce kozmologlar son derece şaşırtıcı bir şey keşfettiler. Evren, belki de karanlık enerji diye bilinen itici bir kuvvetin etkisiyle hızlanarak genişlemekteydi. Söz konusu kuvvet, boş uzayın temel bir özelliği gibi görünüyordu. Bu, bazı açılardan mantıklı görülebilir. Çünkü kuantum mekaniğine göre boş uzay boş değil. Tersine vakum dediğimiz boşluk sürekli olarak orataya çıkıp hemen yok olan parçacık çiftleri ve alanlarla dolu. Sorun şu ki, fizikçiler bu alan ve parçacıkların içinde ne kadar enerji sakladığını hesapladıklarında hafsalanın almaya cağı, gözlenen değerden  $10^{120}$  kat daha büyük bir sayıyla karşılaşılıyorlar. Böylesine

büyük değerlerde bir kozmolojik sabitin evreni hemen paramparça etmesi lazım. Bu çoğu kez fizik tarihinde en büyük matematiksel yanlış diye anılan can sıkıcı bir hata.

Sundrum, bu yanlışın bize kütleçekim hakkındaki düşüncelerimizi değiştirmemiz gerektiğini söylediği görüşünde. Sorunu aşmak için, kütleçekiminin "şişman graviton" diye adlandırdığı ve 1 mm'nin yaklaşık onda biri boyutlarında bir parçacıkla aktarıldığı düşüncesi üzerine kurulu garip ama heyecan verici bir senaryo öneriyor. Şişman graviton için önerdiği ölçü, atomu meydana getiren parçacıklarla karşılaştırıldığında muazzam bir büyüklük. Şişman graviton, "boş" uzayda kaynaşmış duran enerji ve maddeyle çok zayıf etkileştiğinden bir yandan kozmolojik sabitin büyüklüğündeki  $10^{120}$  hatayı gideriyor, bir yandan da evrenin gözlenen genişle-

## Başka Bir Evren Gören Var mı?

Harvard Üniversitesi'nden fizikçi Nima Arkani Hamed, başka evrenlerin varlığının hem kütleçekiminin zayıflığını, hem de evrenimizi genişleten "karşı-kütleçekimi" kuvvetinin doğasını açıklayabileceğini düşünüyor.

**Evrenin İvmelenen genişlemesiyle başka evrenlerin varlığı arasında ne ilişki var?**

**A:** İvmelenen evrenin gözlenmesi, ikide bir karşılaştığımız bir krizi kristalleştirdi. Bu, temel kuramımızda tam olarak gereken değere göre ince ayar görmüş parametrelerden bir yenisi. Genişlemenin değeri biraz daha büyük olsaydı, evren bomboş olurdu. Ama eğer çoklu evrenler tablosu doğrusu ve gerçekten de düşünüldüğü kadar çok evren varsa, o zaman kozmolojik sabitin değeri bir evrenden ötekine rasgele değişebilir. Biz de varlığımız için öldürücü olmayan bir kozmolojik sabit içeren bir evren bulunabilmesine şaşırılmayız.

**Bundan niye kriz diye söz ediyorsunuz?**

**A:** Çünkü fizikçilerin büyük çoğunluğunun seçmek istedikleri bir yol değil. Bu, evrenimizin sabit bir set parametreye bağlı olmaması halinde temel fiziğin ne olduğunu belirleme işini daha da güçleştiriyor. Bana göre yeni yönelim (evrenimizi bir evrenler topluluğunun küçük bir parçası olarak betimlemek) doğru olabilir ve şimdi ortadaki kavga gürültü, zor bir doğum sürecinin ortasında bulunmamızdan kaynaklanıyor olabilir. Bu süreç, henüz sormak için gereken dili bilemediğimiz sorular ortaya çıkaracaktır.

**Eğer ortada çok sayıda evren varsa, bu fizik**

**açısından "mümkün" tüm evrenlerin var olduğu anlamına mı geliyor?**

**A:** Tabii ki hayalinizdeki her evren var olacak demek değil. Örneğin tekboynuzlularla (İskoç halk mitlerinde alında sivri bir boynuz olan at) dolu bir evren olmayacak!..Evrenler düşünülünce, bunların altında yatan bir fizik kuramı, belki de sicim kuramı, bulunuyor ve bu kuram muazzam sayıda evren üretiyor; ama düşünülecek hepsini değil. Yine de bu bu yeni fikirler, alışılmışın çok ötesinde ölçeklere götürüyor. Bu konuyla ilgili insanların olası evrenlerle ilgili olarak konuştukları sayı, yaklaşık  $10^{500}$ . Bu evrenimizdeki atomların sayısından kat kat fazla. Bu durumda da bizim evrenler topluluğundaki önemimiz, kendi evrenimiz içinde tek bir atomun öneminden çok daha az.

**Başka evrenlerin varlığına olan inancımız, her zaman kütleçekim testleri gibi dolaylı göstergelere mi dayanacak; yoksa gerçek bir kanıt bulabilecek miyiz?**

**A:** Bir gün başka evrenleri doğrudan görebilmemizin bir yolunu bulabileceğimiz olasılık dışı değil. Bilimdeki en önemli düşüncelerin bir çoğu, sözü edilen cisimleri göremediğimiz için başlangıçta ya reddedilmiştir ya da büyük bir dirençle karşılanmıştır. Bu, örneğin atomlar için de söz konusuydu. Egemen düşünce, "göremiyorsanız, yoktur" düşüncesine dayalı mantıksal pozitivizm adlı felsefi akım egemendi. Ama şimdi tek tek atomları elektron mikroskoplarıyla görmüş bulu-



**"Sözü edilen evrenlerin sayısı kabarcak.  $10^{500}$ "**

nuyoruz. Aynı şey başka evrenler için de söz konusu olabilir. İlke olarak onları görebilmek olanaksız değil. En azından, bunun olanaksız olduğunu söyleyen bir teoremi biz bilmiyoruz. Bu konu, bir devr-i daim makinesi yapmak ya da ışıktan daha hızlı gitmek projeleriyle aynı değil. Aslına bakarsanız, şimdi başka evrenlerin küçük bölümlerinin kanıtlarını ortaya koyacak, yeryüzünde gerçekleştirilecek basit bir deney tasarlamaya çalışıyorum.

mesini açıklayabilecek kadar enerjiyi bırakıyor. Fizikte halen var olan birçok spekülasyondan farklı olarak Sundrum'unki, sınılanabilecek bir varsayım. Modelinde şişman graviton kendinden küçük parçacıklarla etkileşmeyip üzerlerinden atlama eğiliminde olduğundan böylesine küçük mesafelerde kütleçekiminin zayıflaması gerekiyor.

Washington Üniversitesi'nden Blayne Heckel, Eric Adelberger ve arkadaşları laboratuvarlarında bu etkinin gerçekliğini araştırıyorlar. Bunun için 5 cm genişliğinde iki molibden disk arasındaki çekimi ölçmeye çalışıyorlar. Disklerden bir tanesi yukarıda sözü edilen tungsten tele bağlı; ötekiyse bir bilyenin üzerinde serbestçe dönüyor. Aralarındaki mesafe, Sundrum'a göre öngördüğü etkilerin devreye gireceği eşğin hemen kenarında. Bazı ön sonuçlar, kütleçekimin zayıflama işaretleri gösterebileceğini ima etse de araştırmacılar bir sonuca varmadan önce sistematik hataların ayıklanması gerektiğine işaret ediyorlar. "Bu çok heyecan verici bir deney" diyor Sundrum. "Ama oldukça zor bir problem ve birçok kişi bu konu üzerinde fikir yürüttü. Dolayısıyla olabildiğince ihtiyatlı olmak istiyorum. Şimdiden 'Eureka' diye hoplayıp zıplamaya niyetim yok".

Sonunda bulgular şişman graviton kuramını desteklemese bile, en azından bu konudaki başka spekülatif teorilere sınır koyabilir. Bunlardan biri, Gia Dvali'nin kütleçekiminin öteki doğa kuvvetlerine göre zayıf olmasının, kütleçekimin büyük kısmının bizim tanıdığımız üç uzay boyutunun dışındaki boyutlara kaçtığı yolundaki düşüncesi. New York Üniversitesi fizikçilerinden olan Dvali, evrenin 11 boyutlu ve "sızdıran" bir yapıda olduğunu söyleyen sicim kuramından etkilenmiş görünüyor. "Bu sızıntının kozmik hızlanmaya yol açabileceğini fark ettik; dolayısıyla belki de karanlık enerji diye bir şey yok."

Sundrum'unki gibi Dvali'nin kuramı da sınılanabilir nitelikte. Bu kuram, Ay'ın dönüş ekseninin yaptığı yalpanın, Einstein'ın genel görelilik kuramının öngördüğü değerden biraz daha küçük olmasını gerektiriyor. Apollo astronotlarının ay yüzeyine bıraktıkları yansıtıcılara lazer ışını göndererek uydumuzun uzaklığını belirleyen ölçümler, sorunu çözebilir.

Dvali, "Ölçümlerde erişilmiş olan duyarlılık akıl almaz düzeye geldi" diyor. "Ay'ın yörünge hareketindeki değişimleri bir santimetreye kadar ölçebiliyoruz. Duyarlılık düzeyini 1 milimetreye kadar geliştirdiğimizde bizim kuramımız sınılanabilir demektir. Kütleçekim, fiziğin en büyük bilmecesi. Farkına en eskiden vardığımız kuvvet. Hakkında en az şey bildiğimiz de".

Folger, t.; "Tabletop Physics", Discover, Ekim 2005, sayfa 56-57.

Çeviri: Raşit Gürdilek

## VAROLUŞUN DAYANILMAZ HAFİFLİĞİ

Kütleçekiminin gücü, bir gezegen, bir yıldız ya da bir karadeliğ gibi ağır cisimleri buyruğu altına alır. Küçük cisimler söz konusu olduğundaysa, kütleçekimi öteki üç doğa kuvveti tarafından bastırılır. Bunlar, (atom çekirdeklerini dağılmadan bir bütün olarak tutan şiddetli çekirdek kuvveti, (radyoaktif bozunmayı yöneten) ve (çekirdeklerle elektronları bir arada tutan ve molekülleri birbirine bağlayan) elektromanyetizma, kütleçekiminin bir insanın farklı kozmik ortamlardaki farklı ağırlıklarıyla betimlenen zayıflığı, aslında fiziğin en büyük bilmecelerinden birisi.

75 kiloluk bir insanın ağırlığı nerede ne kadar olur?

Güneş'te  
**1900 kg**

Jüpiter'de  
**175 kg**

Dünya'da  
**70 kg**

Ay'da  
**11 kg**

Eros asteroidinde  
**0.05 kg**

### Küçük ya da büyük başka ölçülerde ağırlıklar

Bir karbon atomu üzerinde	10 <sup>35</sup> kg
Bir toz taneciği üzerinde	10 <sup>27</sup> kg
Voyager 1 Uzay Aracında	10 <sup>7</sup> kg
Bir beyaz cüce üzerinde	18 milyon kg
Gökadamızın karadeliği üzerinde	32 milyon kg
Bir nötron yıldızı üzerinde	9 trilyon kg

### Doğadaki dört temel kuvvetin temel özellikleri

İsim	Görelilik gücü	Taşıyan parçacık	Parçacığın sembolü	Erim (10 <sup>14</sup> cm)	Kütle (MeV/c <sup>2</sup> )
Şiddetli çekirdek kuvveti	1	gluon	g	1	0
Elektromanyetik kuvvet	10 <sup>-3</sup>	foton	γ	sonsuz	0
Zayıf çekirdek kuvveti	10 <sup>-6</sup>	vektör bozonlar	W <sup>+</sup> , W <sup>-</sup> , Z <sup>0</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>5</sup>
Kütleçekim kuvveti	10 <sup>-39</sup>	graviton?	g <sup>0</sup>	sonsuz	?