

Evren Düz, Einstein Haklı

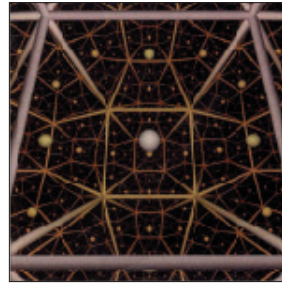
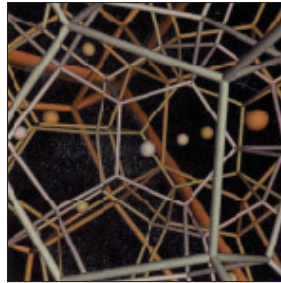
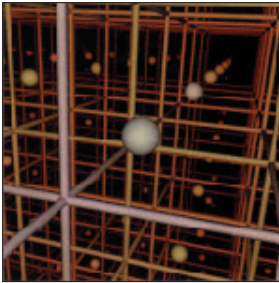
Yeni bulgular, evrenin, şişme kuramının öngördüğü gibi "düz" olduğunu ve Einstein'ın genel görelilik kuramının başta öngördüğü "kozmozolojik sabit" adlı itici bir boşluk enerjisinin varlığını ortaya koydu. Nisan ve Mayıs içinde iki ayrı araştırma grubunca açıklanan bulgular, evrenin gençlik dönemindeki sıcaklığının günümüzdeki kalıntısı olan kozmik mikrodalga fon ışınımının ayrıntılı gözlemlerine dayanıyor.

Büyük patlamadan 300 000 yıl sonra evrenin sıcaklığı yaklaşık 3000 K'ye (yaklaşık 2700°C) düştüğünde eksi elektrik yüklü elektronların, artı yüklü protonlara bağlanmalarıyla hafif elementler olan hidrojen, helyum ve litium atomları oluştu. Evrenin ilk zamanlarında var olan elektron ve fotonlarla, proton ve nötron gibi çekirdek parçacıklarının oluşturduğu sıcak çorba ayrıştı. Artık elektronlar, protonlarla yakalandıklarından eskiden bunlara çarparak saçılan fotonlar serbestçe yol almaya başladılar ve evren şeffaf hale geldi. Evren yaşlanıp genişledikçe (ya-

şı 10 – 15 milyar yıl arasında tahmin ediliyor) soğuduğundan, bugün genişleme nedeniyle elektromanyetik tayfin mikrodalga bölgesine kaymış bulunan bu ışınımın sıcaklığı ortalama 2.7 K (yaklaşık -270°C) olarak ölçülüyor. Televizyon alıcılarımızda "kar" diye bildiğimiz parazitin yüzde birini oluşturan bu fon ışınımı ilk kez 1964 yılında Bell Laboratuvarları'nda çalışan radyogökbilimcileri Arno Penzias ve Robert Wilson tarafından bir rastlantı sonucu keşfedildi. 1992 yılında Kozmik Fon Kâşifi (COBE) uydusu, mikrodalga fon ışınımı üzerinde çok

küçük (yüz binde 1 ölçeğinde) sıcaklık farkları belirledi. Bu farklılıklar, evren oluşuktan hemen sonra ortaya çıkan çok küçük yoğunluk farklarına işaret ettiğinden, hem büyük patlama kuramını doğruladı, hem de evrenin bugünkü topaklı yapısını açıkladı. Ancak bir yandan evrenin biçimi, dolayısıyla geleceği konusunda tartışmalar sürerken, bir yandan da evreni oluşturan maddenin görünen azlığını açıklamak için rakip kuramlar geliştirilmekteydi. COBE ise gökyüzünün tümünü taradığından ancak çok büyük ölçekli ve düşük çözünürlükte yapılar belirleyebiliyordu. Bu nedenle, kuramların sınanması için gerekli daha küçük yapıların görünmesi mümkün olmuyordu. Bunun üzerine yerden ve balonla yapılan gözlemlerde daha küçük ölçekli yapıların belirlenmesine çalışıldı.

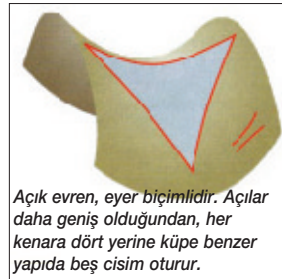
Bunlardan, BOOMERANG ve MAXIMA adlarını taşıyan deneylerden olağanüstü sonuçlar elde edildi. İngiliz bilim dergisi Nature'da 27 Nisan günü açıklanan BOOMERANG sonuçları, Antarktika üzerinde 1998 yılının sonuyla 1999 Ocak ayının başını kapsayan 10 günlük süre için balonla 35 kilometre yüksekliğe çıkarılan bir mikrodalga te-



Düz evren Euclid geometrisine uyar. Kürelerin büyüklükleri, uzaklıklarına ters orantılıdır. (Kaybolan nokta perspektifi.)



Kapalı evren kürenin özelliklerini taşır. Uzaklaştıkça küreler önce küçülür; sonra daha büyük görünmeye başlar. (dodekahedra)



Açık evren, eyer biçimlidir. Açılar daha geniş olduğundan, her kenara dört yerine küpe benzer yapıda beş cisim oturur.

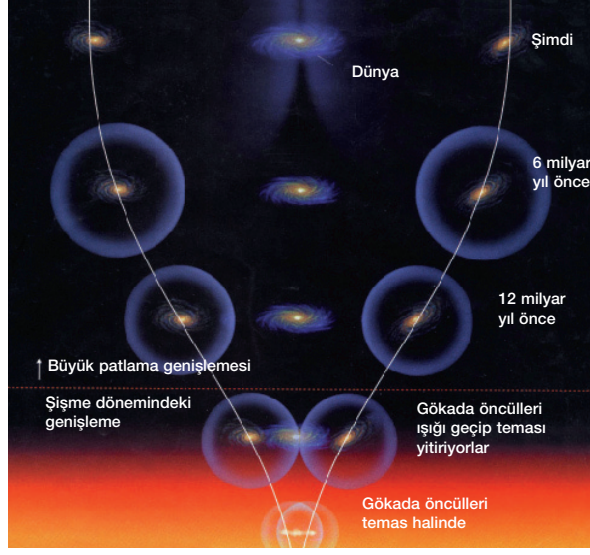
leskopunun derlediği verilere dayanıyor. BOOMERANG deneyinde COBE'ye göre çok daha küçük bir alan (gökyüzünde dolunayın kapladığı alandan biraz daha büyük) gözlenmiş. 35 kat yüksek açılal çözünürlükteki görüntülerde çok küçük sıcaklık farkları ortaya çıkan yüzlerce yapı görülüyor. Bu farklar, 1 derecenin 100 milyonda biri kadar.

BOOMERANG ekibince yapılan açıklamada, bu sıcaklık farklarının ses dalgalarından oluştuğu belirtiliyor. Bu dalgalara yol açan çalkantıların tohumlarının, evrenin başlangıç anlarındaki ortamda var olduğu sanılıyor. Bu çalkantıları, mikrodalga fon ışınımında gözlenen yapılara kadar büyütebilecek tek mekanizma, araştırmacılara göre ancak kuramlarda şişme diye adlandırılan ve büyük patlamadan sonraki ilk saniyenin çok küçük kesirlerinde ışık

hızını da geçen bir genişleme olabilir. Işık hızını aşan bu genişleme görelilik kuramının getirdiği yasağı delmiş olmuyor. Genişleyen yalnızca boşluk. Ancak şimdiye dek öne sürülen

şişme kuramlarının geçerli olabilmesi için, BOOMERANG'ın saptadığı ses dalgalarında gözlenen tepe noktasından başka, ondan çok daha küçük ikinci ve hatta üçüncü tepeler de gerekmektedir. Bu ikincil tepeliklerin görülmeyişi, araştırmacılara göre şişme kuramlarının ayrıntılarının, ya da evrendeki madde yoğunluğuyla ilgili öngörülerin yeniden gözden geçirilmesini gerektirebilir. Ancak deney verilerinin daha yakından incelenmesi ve bu yılın Kasım ayında fırlatılacak olan ve COBE'den çok daha duyarlı ölçümler yapacak olan MAP uydusunun göndereceği verilerle tutarsızlıkların ortadan kalabileceği de belirtiliyor.

Şişme modeli temel alındığında, tepe noktalarının yapısı başlıca üç parametreyle, evrenin eğriliğiyle, tanıdığımız (baryonik) maddenin ve karanlık maddenin yoğunluğuyla belirlenir. Birinci tepe noktasının büyüklüğü, evrenin eğriliğini ve dolayısıyla içindeki madde yoğunluğunun bir ölçüsü. Çünkü Einstein'a göre uzay-zamanın bü-

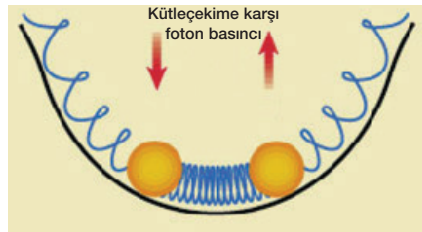


Evrenin ilk anlarında gökadalardan atası olan yapılar birbirlerine bitti. Dolayısıyla evrendeki her yapı homojen bir görünüm kazandı. Daha sonra evren, giderek hızlanan bir şişmeyle bu yapıları ışığının geçmesiyle birbirlerinden uzaklaştırdı. O günden bu yana karşı yönlerdeki uzak gökadalardan birbirlerini göremiyorlar. Saniyenin çok küçük bir kesiri kadar süren şişme durunca, ışık yavaş yavaş gökadalardan yakalayıp geçmeye başladı. Milyarlarca yıl sonra, uzak gökadalardan yeniden birbirleriyle temas geçecek.

külmesine yol açan şey, maddenin kütlesi. Madde ayrıca kozmik mikro dalga fotonlarının izlediği yolu da büktüğünden, araştırmacılar evrenin yoğunluğunu ve eğriliğini hesaplayabiliyorlar.

BOOMERANG deneyinin sağladığı veriler düz ve kritik yoğunlukta bir evrene işaret ediyor. Düz derken, doğal olarak kastedilen, yarıçapının çok büyük olması nedeniyle yayın düzmüş gibi görüldüğü bir küre kastediliyor. Bu, toplam madde ve enerji yoğunluğunun, kritik düzey deneye yakın olduğu bir evren anlamına geliyor. Böyle bir evren kritik hızda genişleyeceği için genişlemenin kütleçekimine yenilmesi nedeniyle kendi üzerine çöken kapalı evren modeli geçerliliğini yitirmiş oluyor. Aynı biçimde, son yıllarda bazı uzak süpernova patlamalarının gündeme getirdiği, kritik hızın üstünde, bir genişleme ve buna karşılık gelen açık evren modeli de temelden yoksun kalıyor.

California Üniversitesi (Berkeley) araştırmacılarının liderliğinde uluslararası bir ekiple yürütülen bir başka balon deneyi, BOOMERANG sonuçlarını doğruladı ve daha da iddialı önermelerde bulundu. MAXIMA deneyinde kullanılan balon, kuzey gökkürede Ejderha (Draco) Takımyıldızı yönünde göğün 0,3 açı derecelik küçük bir böl-



Gökbilimcilerin kozmik mikrodalga fonun ince yapısında gördükleri farklar, aslında ses dalgaları. Kütleçekimi, evrenin başlangıç anlarındaki plazmayı sıkıştırıyor. Foton baskısının direnci daha sonra hareketi tersine çeviriyor; böylece akustik salınımlar başlıyor. Sıkışma sıcaklığı yükselttiğinden, bugün mikrodalga fonda gördüğümüz sıcak ve soğuk noktalar oluşuyor.

gesini gözledi. 1998 yılı Ağustos'unda gerçekleştirilen ve sonuçları 9 Mayıs günü açıklanan MAXIMA deneyi, mikrodalga fon ışınımının daha da yüksek çözünürlüklükteki görüntüleriyle evrenin düz olduğunu ve kritik hızda genişlediğini kanıtladı. Deney ayrıca evrendeki enerji yoğunluğunun ancak %5'inin sıradan madde ve enerjiden oluştuğunu da belirledi.

BOOMERANG ve MAXIMA sonuçlarını değerlendiren araştırmacılar, evrende ışımayan ve çoğunluğunu zayıf etkileşimli ağır egzotik parçacıkların oluşturduğu düşünülen "karanlık madde"nin evrenin toplam enerjisinin %30'unu oluşturduğu sonucuna vardılar. Bundan da çıkan, evrenin enerjisinin %65'inin Einstein tarafından başlangıçta öngörülüp, sonra terkedilen, kütleleri itici bir etki yapan "kozmojik sabit" adlı bir boşluk enerjisinden oluştuğu.

Bu arada Amerikalı gökbilimcilerce yürütülen bir başka deney de karanlık maddenin evrende dağılımı konusunda ışık tuttu. Kütleçekimin ışığı bükmesi, çok uzak küresel kaynaklardan gelen ışığın, yoldaki karanlık maddenin "kozmetik kırılma" diye adlandırılan zayıf bir mikromerceklemeye etkisiyle doğrulandı. Bu etki, ışık kaynaklarının dairesel görüntülerini, elipse dönüştürüyor. 10 Mayıs'ta açıklanan araştırma, 140 000 uzak gökada üzerinde yapılan gözlemlere dayanıyor. Araştırmanın ışımadığı için görülemeyen karanlık maddenin dağılımı konusunda ilk verileri sağladığı, uzmanlarca vurgulanıyor.

Raşit Gürdilek

Kaynaklar
Hu, W., "Ring in the New Cosmology", *Nature*, 27 Nisan 2000
Seife, C., "BOOMERANG Returns With Surprising News", *Science*, 28 Nisan 2000
Buchert, M. A., Spergel, D. N., "Inflation in a Low-Density Universe" *Scientific American*, Ocak 1999
"Flat Universe With 65% Dark Energy Said Confirmed", *NASA Basın Bülteni*, 8 Mayıs 2000
NSF: Einstein's Predicted Shear Said Observed in Cosmos", *NASA Basın Bülteni*, 10 Mayıs 2000