



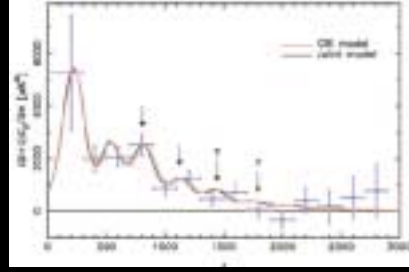
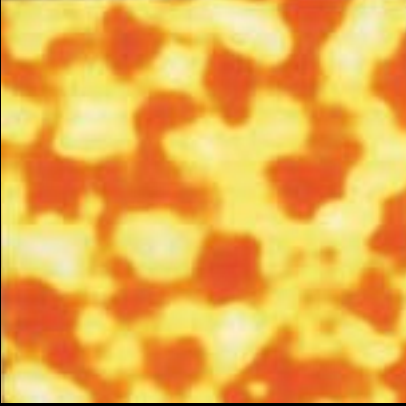
Genç Evrenin En Net Resmi

Şili'de 5000 metre yükseklikteki Atacama Çölü'nde kurulu garip görümlü bir radyo teleskop, evrenin görünebilir olduğu ilk anın en net görüntüsünü elde etti. Kozmologlar, görüntülerin evrenin Büyük Patlama'nın ilk anlarında muazzam ölçüde genişlediğini öngören şişme (enflasyon) modelini doğruladığını, ayrıca evrenin madde ve enerji içeriğiyle ilgili çok önemli ipuçları sağladığı görüşündeler.

Altı metre çaplı bir disk üzerine yerleştirilmiş 13 küçük radyo teleskoptan oluşan Kozmik Fon Görüntüleyicisi (Cosmic Background Imager - CBI) adlı araç, küçük çanak antenlerle elde edilen sinyalleri bilgisayar aracılığıyla birleştirerek net bir görüntü sağlıyor. Bu görüntüler, Büyük Patlama'dan yaklaşık 300.000 yıl sonrasına, evrenin yeterince soğuyup o ana kadar içini dolduran madde ve radyasyon plazmasının ayrıştığı ana ait. Bu anda atom çekirdekleri, enerji düzeyleri giderek düşen elektronları yakalayarak atomları

oluşturuyor; artık çekirdeklere bağlanmış olan elektronlara çarpıp saçılmaktan kurtulan fotonlar da serbestçe yol alıyor ve o ana kadar opak olan evren, saydam hale geliyor. O anda serbest olarak evrene yayılan ışınlam fotonlar, evrenin genişlemesi sonucu kırmızıya kayarak bugün elektromanyetik tayfın mikrodalga bölgesinde 2,7 Kelvin (yaklaşık -270°C) sıcaklığa karşılık gelen ve evrenin her yerini dolduran Mikrodalga Fon Işınlamını meydana getiriyor. Peki bu tablo ve CBI'nin elde ettiği görüntüler şişme modelini nasıl doğruluyor? Yanıt: Mikrodalga Fon Işınlamı içindeki çok küçük sıcaklık farklarıyla. Büyük Patlama ve şişme kuramlarını içeren standart evren modeline göre senaryo şöyle geliyor: Evrenin ilk anlarında, (tanıdığımız, proton, nötron elektron vb.'den oluşan) baryonik madde, bundan çok daha fazla olan karanlık madde ve radyasyon maddesi olan fotonlar, çok yoğun sıcaklıkta karanlık bir plazma çorbası halinde bir arada bulunuyorlar. Bu karışım da kuantum dalgalanmaların yol açtığı kütleçekimsel dengesizlikler, saniyenin çok küçük bir kesiri içerisinde evrenin ışık hızını

da aşan bir hızla genişlemesine yol açan şişme sırasında daha büyük yapılar haline geliyor. Baryonik madde, karanlık maddenin kütleçekim etkisiyle yoğun topaklar halindeki yapılara dönüştükçe, bu yapılara çarpan fotonlar basınç dalgaları oluşturuyorlar. Bu dalgalar evrenin o zamanki koşullarında ses dalgalarına, bir başka deyişle akustik salınımlara karşılık geliyor. Bu akustik salınım, daha sonra üzerinden fon ışınlamının yayılacağı yüzeyi dalgalandırıyor ve evrenin düzgün sıcaklığında da dalgalanmalar meydana getiriyor. İşte CBI, mikrodalga fon ışınlamı içinde bu sıcaklık farklarını, kendinden önce uzaydan ve yerden yapılan gözlemlere göre çok daha hassas biçimde saptamış bulunuyor. Görüntülerde 100 mikrok Kelvin, ya da bir derecenin 10.000'de biri kadar sıcaklık farkları da duyarlı biçimde belirlenmiş durumda. İşte bu sıcaklık farkları, bu dalgalanmalar, gözlenen değerlerine başlangıçtaki düzgün dağılımlı madde içindeki kuantum çalkantılarını büyük yapılara dönüştüren ani bir şişme süreci sonunda ulaştıklarından, kuramı doğrulayan bir kanıt olarak gösteriliyor. Bu dalgalanmaların bi-



CBI, kozmik mikrodalga fon ışınımında 1 derecenin 1/10.000'i ölçeğinde sıcaklık farkları belirledi (solda). Mikrodalga ışınımının enerji spektrumu, kuramda öngörüldüğü gibi genlikleri giderek azalan tepeler oluşturuyor (üstte).

çimi de kozmologlara önemli şeyler anlatıyor. Suya atılan bir taş başka, kıvamlı bir yağa atılan bir taşsa daha başka bir dalga örüntüsü oluşturur. Yani, dalgaların biçimi, içinde seyrettikleri ortamın özellikleri konusunda ipuçları verir. Kozmik mikrodalga fon ışınımı içinde belirlenen sıcaklık (ve yoğunluk) farkları da evrende sıradan maddenin, toplam maddenin yalnızca yüzde 4 kadarını oluşturduğunu ortaya koyuyor. Ayrıca, sıradan ya da karanlık tüm madde biçimlerinin, evrenin enerji yoğunluğu içindeki payının da %35 kadar olduğu anlaşılıyor. Enerji yoğunluğunun geri kalan kısmını, yani %65'iniyse, özellikleri tam olarak bilinmeyen, kütle çekiminin tersi, itici bir etki yapan bir tür "karanlık enerji" oluşturuyor. Ya evrenin düzlüğü? Şişme kuramının öngörülerinden biri de, şişme sürecinin evreni düz bir geometriye getirmesi. Peki bunun kanıtı? Evrenin geometrisi, içerdiği madde ve enerjinin toplam yoğunluğuna bağlı. Kozmologlar bu yoğunluğu Omega (ω) değeriyle ifade ediyorlar. ω değerinin 1 olması, düz geometride bir evrene karşılık geliyor. Bu değer 1'den daha büyük olduğu bir evren, bir kürenin coğrafyasına sa-

hip, kapalı bir evrene karşılık geliyor. ω 1'den küçükse, bu kez eğer biçiminde bir geometrisi olan bir açık evren söz konusu. CBI'nin sağladığı görüntüler, kozmologlarca evrenin tartışılmaz biçimde düz bir geometriye sahip olduğunun kanıtı olarak değerlendiriliyor. Bir davuldan çıkan sesler nasıl davulun boyutları ve geometrisine bağlı olursa, kozmik mikrodalga fon ışınımı içinde salınım yapabilen en uzun dalgaboyu da, evrenin geometrisine, bir başka deyişle ω 'nın değerine bağlı. Kozmologlar, ω değerinin 1 olduğu düz bir evrende en büyük sıcaklık farklarının, birbirinden düz evrende en büyük sıcaklık farklarının, birbirinden 1 derece ayrılmış noktalar arasında bulunması gerektiğini hesaplıyorlar. Omega 1'in altındaysa, sıcaklık farkları birbirine 1 dereceden daha yakın iki nokta arasında en büyük değere ulaşır. Gerek CBI ile yapılan, gerekse daha önce başka araçlarla yapılan gözlemler, işte evrenin herhangi bir bölgesinde kozmik fon ışınımı üzerinde yapılan ölçümler, en büyük sıcaklık farklarının gökte birbirinden yaklaşık 1 derece uzaklıktaki noktalar arasında olduğunu ortaya koyuyor.

CBI'nin sağladığı görüntüler, çok daha yüksek çözünürlükte olmalarına karşılık, daha önce yapılan gözlemleri doğrular nitelikte. O halde kozmologları yerlerinden sıçrayacak kadar heyecanlandıran ne? Yanıt, evrenin müziği! Daha doğrusu notaları... Yoğunluk dalgalanmalarının (yani Büyük Patlama'dan 300.000 yıl sonra ışığın madde- den ayrıldığı yüzey üzerinde kıvrımlar oluşturan akustik salınımlardan çıkarılan sonucun doğru olabilmesi için, bu salınımda, müzikteki armonik bir seri gibi, genliği giderek azalan tepe noktaları olması gerekmektedir. Geçtiğimiz Nisan ayında BOOMERANG ve DASI gözlemlerinin açıklanan sonuçları mikrodalga fon ışınımının tayfında temel nota ve birinci üst tona karşılık gelen iki tepeyi kesin olarak belirlemiş, bir üçüncüsünün varlığıyla da ilgili kesin olmayan bulgular elde etmişti. Daha duyarlı CBI'nin elde ettiği görüntülerdeyse 3. ve 4., hatta belki de 5. ve 6. tepe noktaları görülüyor ve bunlar, olması gerektiği gibi giderek alçalan bir dizi oluşturuyor. Ancak, araştırmacılar tepe noktalarının giderek alçalmasına karşılık, küçük ölçeklerde akustik modelin öngörülerinin daha üstünde bir enerji "hacmi" belirlemişler. Ama CBI ekibini yöneten Anthony Readhead, bunun Sunyaev-Zel'dovich etkisine bağlı olabileceği görüşünde. Bu etki, evrenin gençlik döneminde yola çıkmış fotonların, Dünya'ya görece yakın gökada kümelerindeki sıcak gaz tarafından saçılması ve kozmik mikrodalga fon ışınımında çarpılmalar yaratması biçiminde ortaya çıkıyor.

Science, 31 Mayıs 2002
Astronomy, Temmuz 2002
NASA Basın Bülteni, 23 Mayıs 2002

Karanlık Madde Karanlığa Döndü

Evren'deki maddenin %90'dan fazlasını oluşturan karanlık madde, bir süre daha gizemini koruyacak görünüyor. Haziran Başında Münih'te yapılan 20. Uluslararası Nötrino Fiziği ve Astrofizik Konferansında yapılan bir açıklamada, karanlık maddenin bulunduğu yolunda daha önce yapılan bir iddianın yeni deneylerle doğrulanmadığı bildirildi. Daha önce bir İtalyan araştırma grubu, 1998 yılın-

da başlatılan DAMA deneyinde "zayıf etkileşimli ağır madde" (WIMP) adı verilen kuramsal parçacıklardan yakalamayı başardığını açıklamıştı. DAMA deneyinde, parçacıkların dedektördeki iyot çekirdekleriyle çarpışarak ışık ürettikleri açıklanmıştı. Deneyi yürüten ekibi yöneten Rita Barnebei, Dünya'nın Güneş çevresinde dönüşü nedeniyle, gökadamızı doldurduğu düşünülen WIMP bulutu içindeki yönünün mevsimsel olarak değiştiğini ve dedektöre yakalanan parçacıkların sayısında da paralel artış

ve azalmalar saptandığını ileri sürmüştü. Münih'teki toplantıda açıklama yapan Fransız araştırmacılar, DAMA'dan çok daha duyarlı EDELWEISS dedektörüyle yaptıkları deneylerde, İtalyan ekibinin sözünü ettiği türden tek bir parçacığa bile rastlanmadığını bildirdiler. Toplantıya katılan fizikçilerin çoğunun da görüşü, DAMA dedektörünün saptadığı olayların, WIMP çarpması değil, parazit olduğu yolunda.

Nature, 6 Haziran 2002