



Genişleyen Evren

BİR TELESKOP DÜŞLEYİN, evrenin geçmişini ve geleceğini size anlatabilsin. Uzayın derinliklerine bakarak, kesin olarak zamanın nasıl başladığını, yıldızlarda ve galaksilerde ne kadar madde olduğunu açıklayabilsin. Ne kadar maddeyi göremediğimizi, yani evrendeki karanlık maddenin miktarını bildirsin. Bunların hepsinden daha da etkileyicisi, her halde evrenin sonsuza dek genişleyeceğini ya da birgün yeniden çökerek "Büyük Çökme" (Big Crunch) ile zamanın sona ereceğini bildirmesi olurdu.

Bu bir hüsn-ü kuruntu mu? NASA ve ESA'ya (European Space Agency, Avrupa Uzay Ajansı) göre değil. NASA, 2000 yılında, bir Mikrodalga Anizotropi Uydusu fırlatmayı düşünüyor; ESA, 2004 yılında COBRAS/SAMBA adlı bir projeyi gerçekleştirmeye hazırlanıyor. Her iki projenin amacı da, 9-14 milyar yıl önce gerçekleşen ve evrenin oluş-

masına sebep olan büyük patlamadan günümüze ulaşan kozmik fon ışımasını (cosmic background radiation) çok hassas bir şekilde ölçebilmek. Bu gözlemler, evrenin genişleme hızı ve toplam yoğunluğu gibi birtakım temel kozmolojik parametreleri kesin olarak ortaya koyacak. NASA'dan Charles Bennett, "Şu anda, bu parametreler, en azından iki katı kadar belirsizlik içinde" diyor ve devam ediyor: "Biz, bunları yüzde birkaç oranına kadar düşürebileceğimizi tahmin ediyoruz."

MAP ve COBRAS/SAMBA projeleri, 1989 yılında fon ışımasını ölçmek üzere NASA tarafından gönderilen COBE (Cosmic Background Explorer) uydusunun olağanüstü başarısının üzerine inşa edilecek. Oxford Üniversitesi'nden George Efstathiou'ya göre, fon ışıması, evrenin yapısının anlaşılmasına yardımcı olacak bir "altın madeni" ve bu yeni uydular evrenin keşfinde, tam anlamıyla bir devrim yaratacaklar.

Sisli Evren

Fon ışıması, evrenin ilk zamanlarında serbest elektronlardan, atom çekirdeklerinden ve fotonlardan oluşan bir ateş topunun yadigandır. Bu ateş topu genişledikçe, serbest elektronlarla sürekli çarpışan fotonlar, onların zigzag şekiller çizerek uzaya dağılmalarını sağladılar. Işık, etkili bir şekilde hapsedilmişti ve evren yoğun, ışıyan bir sisti.

Büyük patlamadan yaklaşık 300 000 yıl sonra, bu genişleyen ateş topunun içerisindeki sıcaklık 3000°C civarına düştü. Bu aşamada, atom çekirdekleri, soğuyan ateş topunun içerisindeki elektronları yakalamaya başladılar. Elektronlar olmayınca, ateş topunun ışığı, fazla kısıtlanmadan uzaya kaçabiliyordu. Evren, ilk defa saydamdı ve ateş topunun ışığı uzaya yayılabiliyordu. Biz bugün, her yere eşit dağılmış olan bu ışığı, kozmik fon ışıması olarak adlandırıyoruz ve evrenin genişlemesinden dolayı, onu "kırmızıya kaymış" yani dalgaboyu uzamış olarak görüyoruz. Kozmik fon ışımasını oluş-

turan fotonlar, gökyüzünde baktığımız yere göre, enerji (ya da sıcaklık) açısından farkedilmesi zor bir çeşitlilik gösteriyorlar. İlk kez 1992 yılında COBE tarafından gözlenen ve kozmik buruşukluk denilen bu dalgalanmalar, gökyüzünün bazı bölgelerinden gelen ışımanın evrenin ortalama 2,726 Kelvin olan sıcaklığından bir derecenin yaklaşık 100 000 de biri kadar daha sıcak ya da soğuk olduğunu gösterdi.

Soğuk bölgeler, evrenin, saydamlaştığı ya da kozmologların deyimiyle "Son Saçılma Dönemi"nde, ortalama-dan çok az daha yoğun olan bölgelerinden denk geliyor. Fotonlar, bu bölgelerden uzaklaşırken, kütle çekiminin etkisiyle, kırmızıya kayıyorlar; yani enerji kaybediyorlar. Bu da ışımanın sıcaklığını düşürüyor.

Evren genişlerken, yüksek yoğunluğa sahip bölgeler, giderek daha da fazla kütleli topladılar ve bu şekilde devasa galaksi kümelerini oluşturdular. COBE, gökyüzünde birbirine 10 dereceden daha uzak noktalardaki fon ışımasındaki dalgalanmaları ölçerek, bugünün evreninde, dev galaksi kümelerini oluşturan etkilerin tohumlarını buldu.

Bu fon ışıması dalgalanmalarının en fazla merak konusu olan yanı, evrenin başlangıcından, son saçılma ânına kadar geçen zaman içerisinde ışığın onları nasıl katetmiş olduğudur. Bu, ortaya paradoks olarak kabul edilecek bir sonucu çıkartıyor. Bugün, patlamadan beri süregelen hiçbir yöntem, onların oluşmasına yetecek kadar uzun değil.

Bu bilmeceye bir açıklama, COBE tarafından keşfedilen ve kendilerini

vakum ortamındaki kuantum dalgalanmalarıyla belli eden bu yoğun bölgelerin, evrenin, ilk anlarında olağanüstü aşırı bir hızla genişlemesidir. Buna göre ışığın katedebileceği küçük bir bölge, bu genişleme sonucunda, çok daha büyük bir boyuta uzamış oluyor. İşte COBE'nin gözlediği de, oluşumun ilk dakikalarında gerçekleşen bu genişleyen yapılar olabilir.

MAP ve COBRAS/SAMBA kozmik dalgalanmaları COBE'den çok daha küçük ölçeklerde gözleyecekler ve son saçılma anında gerçekten neler olduğunu dair daha geniş fikir verecekler. Daha küçük ölçeğin görüşümüzü ne kadar ileriye götürebileceğini görmek için, hayali bir küre düşünelim. Hubble Küresi olarak adlandırılan kürenin çapı, evrenin olduğu andan herhangi bir zamana kadar geçen süre içinde ışığın katettiği yol kadar olsun. Örneğin, evren bir saniye yaşıdayken, Hubble Küresi bir ışık saniyesi (ışığın bir saniyede katettiği mesafe) çapındaydı. Hubble Küresi'nin çapından daha yakın mesafede gerçekleşen olaylar birbirini etkileyebilir; ancak, daha uzak mesafedekiler etkileyemez.

Son Saçılma

Son saçılma sırasında, Hubble küresi 300 000 ışık yılı çapındaydı. Bu gökyüzünde, yaklaşık bir derecelik açısal bir mesafeye denk geliyor; yani, Ay'ın görünür büyüklüğünün yaklaşık iki katı bir açıklık. Ancak, bu mesafe,

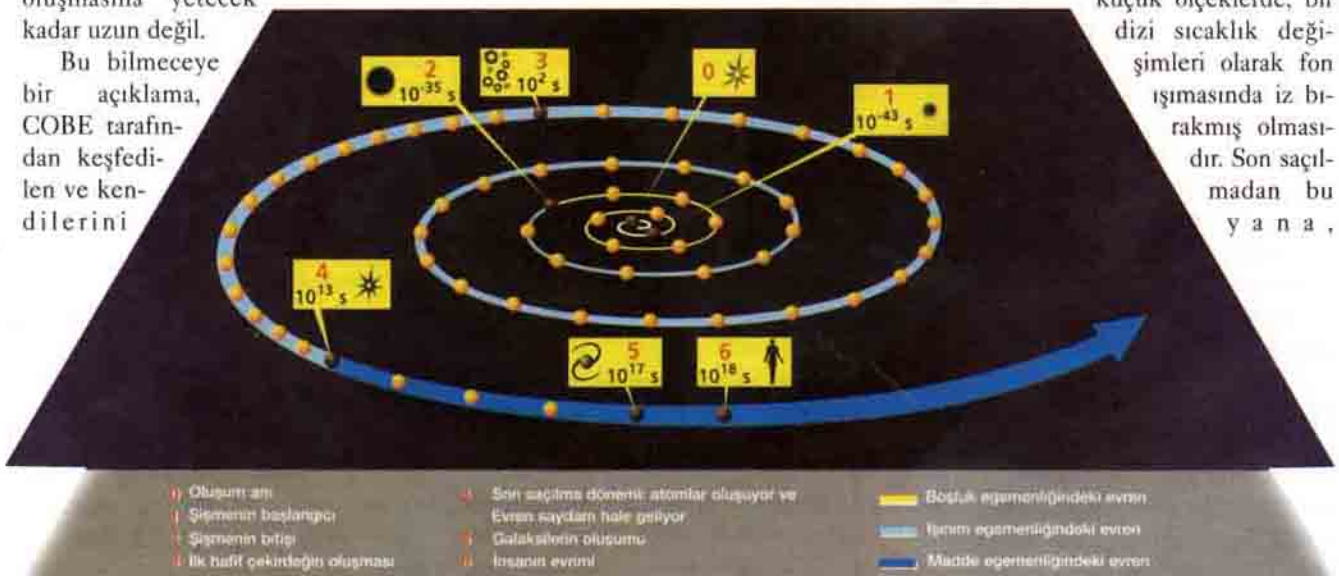
COBE'nin ölçeğinden çok daha küçük. MAP ve COBRAS/SAMBA, bir dereceden daha küçük ölçeklerde gözlem yapabilecekler ve fon ışımasının maddeden kurtulduğu anda neler olduğunu açıklamaya çalışacaklar.

MAP ve COBRAS/SAMBA, o zamanlar evrende olup biteni görme şansına sahip olacaklar. Ondan önce, fotonların elektronlar tarafından saçılmalarıyla ve maddeyle radyasyonu birbirleriyle etkileştirerek, fotonlardan ve baryonlardan (protonlar ve helyum çekirdekleri gibi ağır parçacıklar) meydana gelmiş bir gaz oluşturdular. Fotonların yarattığı basınç o kadar fazlaydı ki, bazı yerlerde daha yoğun olan normal maddenin kendi kütleçekimiyle çökmesini önleyebildi.

Bununla birlikte elektronlar atom çekirdekleri tarafından bir kere yakalandıklarında, fotonların yarattığı basınç yok oldu. Hubble Küresinin içerisindeki madde yığınları, serbestçe çökmeye başlayarak bugünkü evrenin yapısını oluşturdu. Bu andan önce, teoriye göre, daha yoğun olan bölgelerdeki kütleler çökerek, yeniden genişleyerek tekrar çökerek; bir çeşit kararsızlık aşaması yaşamış olmalı.

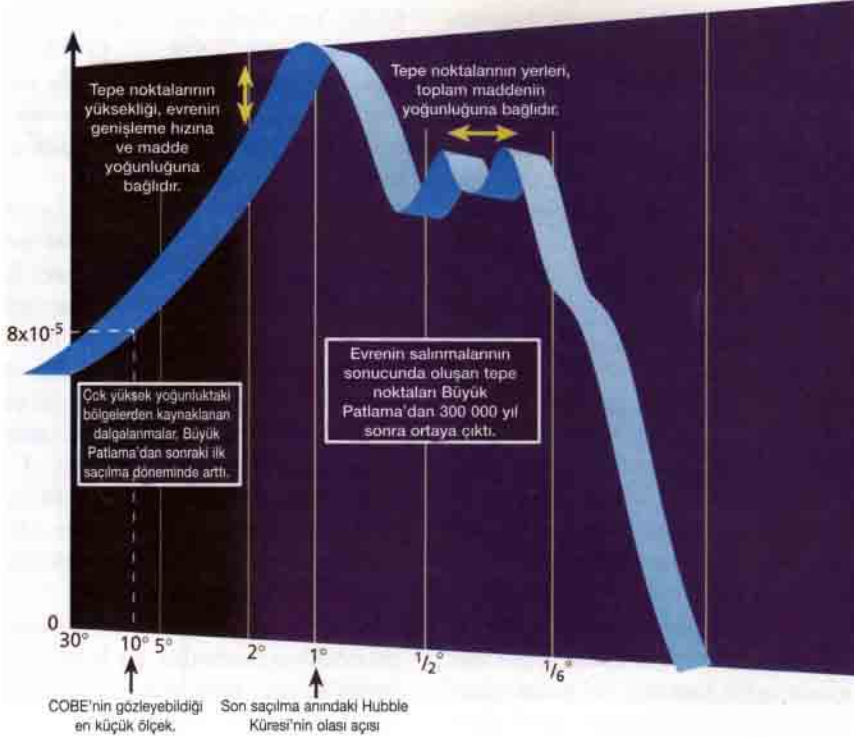
Bu, son saçılma anından hemen önce, foton-baryon gazının bir havuzda ileri geri sallanan su gibi davrandığı anlamına geliyor. Karmaşık tepe ve çukur noktalarında sahip durağan dalgalar, evren boyunca uzanıyor. Buradaki dikkati çeken nokta, bu dalgaların, COBE'nin algılayabileceğinden çok daha

küçük ölçeklerde, bir dizi sıcaklık değişimleri olarak fon ışımasında iz bırakmış olmasıdır. Son saçılmadan bu yana,



Zamanın kısa tarihçesi. Yeni uydular, Büyük Patlama'dan sonra evrenin saydam hale geldiği son saçılma dönemini inceleyecekler.

Esnek Madde



Kozmik dalgalar: COBE uydusu, mikrodalga zeminde, ilk saçılma döneminden kalan yoğunlaşma dalgalanmalarına karşılık gelen büyük ölçekli tepe noktaları keşfetti. İki yeni uydü, Büyük Patlamadan 300 000 yıl sonra oluşan, maddenin dalgalanmaları sonucunda ortaya çıkan küçük ölçekli tepe noktalarını gözleyecekler.

Hubble küresinin içine sığacak en büyük durağan dalga, ilk tepe noktası için gerekli olacak, bu en büyük açısal ölçektekidir. Hubble küresindeki birçok tepe ve çukur noktasıyla birlikte, daha küçük durağan dalgalar, çok daha küçük ölçeklerde görüleceklerdi.

Asıl ilginç olan, ilk tepenin açısal ölçeğidir. Bu, Hubble Küresi'nin son saçılma sırasındaki boyutlarına bağlıdır; yani ışık hızının, evrenin son saçılma anındaki yaşıyla çarpımına. Buna karşın, gerçek açı, teorik saptamalardan farklı olabilir. Çünkü, son saçılmadan bu yana, ışık, izlediği yol boyunca, uzay-zamanın eğriliğinden etkilenmiş olmalıdır. Eğrilik ise, evrendeki toplam madde miktarıyla ilgili olup, evrenin yoğunluğunun onu genişlemekten alıkoyacak kritik yoğunluğa oranı olan ve Ω (omega) ile gösterilen evrensel parametre ile bağlantılıdır.

Eğer Ω , 1'den küçükse, evrenin yoğunluğu, kritik değerinin altında demektir. Bu durumda, evrendeki tüm maddenin yaratacağı kütleçekimi, onun genişlemesini durdurmak için yeterli değildir. Yani evren sonsuza dek genişleyecek, ölmekte olan galaksiler, gittikçe genişleyen bu uzay denizinde tek başlarına kalacaktır. Eğer, Ω 1'den büyük

ise, evrendeki maddenin kütle çekimi genişlemeyi durdurarak tersine çevirecek ve bu çökme büyük çökmeyle sona erecek. Bunu, büyük patlamadan, genişlemenin duruşuna kadar olan sürecin tersi olarak düşünebiliriz. Bu durumda, bütün madde yeniden çok küçük bir hacme sıkışacak. Üçüncü bir olasılık ise, Ω 'nın tam olarak 1'e eşit olmasıdır; evren, çökme ve sonsuza dek genişleme arasında bir denge durumundadır. Bu durumda, genişleme, zamanla yavaşlayacak ve sonsuzda duracaktır.

Her ne kadar Ω değeri ilk tepe noktasının açısal boyutuyla belirlenecek olsa da, eğer boş uzayın itici etkisi varsa (evrensel sabit) bu bazı çürüklükler yaratır. Bu aynı zamanda, büyük patlamadan kaynaklanan ve bize doğru gelen fotonların yollarından sapmalarına neden olacaktır. Ayrıca, ilk tepe noktasının yüksekliğinde yani genişliğinde birçok bilgi saklı. Birincisi, evrenin genişleme hızı; hızlı genişleme sırasında evren foton-baryon gazı ile doluydu. Gözlenen genlik ne kadar büyükse, genişleme hızı da o kadar büyük olmalıdır. Bu, Hubble Sabiti olarak adlandırılan, evrenin genişleme hızının bugünkü değeriyle ilgilidir.

İlk tepe noktasının genliği, aynı zamanda her salınımında ne kadar sektiğine; yani foton-baryon akışkanının "sertliğine" ya da "esnekliğine" bağlıdır. Sertlik, bu akışkanın içindeki madde ve ısıya miktarına bağlıdır. Aslında, ısımanın katkısı olduğu sonucu günümüzdeki kozmik fonda ne kadar kütle enerjisi olduğuna ve geçmişte ne kadar olduğu tahmin edilerek çıkarılabilir. Buradan da şu sonuç çıkıyor: İlk tepenin genliği, evrende ne kadar madde olduğunu bulmamıza yarayabilir.

Birçok ilginç kozmolojik parametrenin birbirine bağlı olması, yeni uydulardan gelecek verilerin çözülmesini zorlaştırabilir. Ancak, ilk tepe noktasının saptanması, MAP ve COBRAS/SAMBA'nın sağlayacağı yararlardan sadece birisi. COBRAS/SAMBA, diğer tepe noktalarından yaklaşık 2000 değer ölçebilecek; MAP ise birkaç yüz tane. Bu iki uydü ile evrenin yapısının anlaşılması için gerekli olan 15 anahtar parametrenin değerlerinin bulunacağı ümit ediliyor. Genişlemenin sonucunda ortaya çıkan yapının düzenli aralıklarla olmayan kuantum dalgalanmalarının yarattığı tepe noktaları, birbirinden tam anlamıyla ayrılmış olmayabilir. Bir diğer olasılık ise, bu yapının ilk tohumları, uzay-zamandaki birtakım "bozukluklardan" kaynaklanıyor olması. Bu olaydan sonra evrenin bir faz değişimine uğraması, doğadaki kuvvetli ve zayıf güçleri ayırmış olabilir.

Faz değişimi sırasında oluşan bozukluklar, sıfır boyutlu "global monopoller", bir boyutlu " kozmik sicimler" ya da üç boyutlu "yapılar" olarak ele alınabilir. Bu bozukluklar, evrende rasgele dağılmış oldukları için, izleri bir dizi, aralarında çok düzensiz boşluklar bulunan tepe noktaları şeklinde olacaktır.

Evrendeki yapılanmanın tohumlarının genişlemenin sonucunda oluşan kuantum dalgalanmalarından ortaya çıkıp çıkmadığını kimse bilmiyor. MAP ve COBRAS/SAMBA projeleri, bize kesin cevabı sağlayabilir. Eğer Dünya'nın yörüngesinde dönecek olan bu "gözlemcileri" bekleneni verirlerse zamanın ve uzayın başlangıcıyla ilgili, gökbilimcilerin hayallerindeki bu en büyük soruları yanıtlayacak.

Chown, M., *New Scientist*, 19 Ekim 1996
Çeviri: Alp Akoglu

KEPEĞE KARŞI DAHA ETKİLİSİ YOK!



İşi Uzmanına Bırakın