

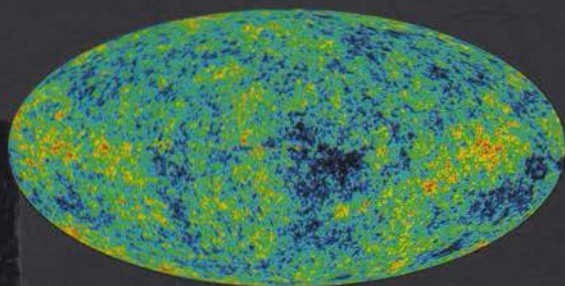
Biraz Kuantumdan Zarar Gelmez kitabının yazarı

MARCUS CHOWN

ULUS-
LARARASI
ÇOKSA-
TAR

BÜYÜK PATLAMANIN IŞIĞI

Zamanın Başlangıcından Gelen Mesaj



ALFA | BİLİM

Biraz Kuantumdan Zarar Gelmez kitabının yazarı

MARCUS CHOWN

BÜYÜK PATLAMAMANIN IŞIĞI

Zamanın Başlangıcından Gelen Mesaj

Büyük Patlamanın Işığı, Büyük Patlamadan artakalan ışının hikâyesini anlatıyor. Bu ışının izlerini bugün hâlâ bulmak mümkün. TV'yi açıp kanallar arasında dolaştığınızda ekranınızdaki akımın yüzde biri Büyük Patlamadan gelen ışıdır. TV anteni tarafından yakalanmadan önce, uzayda 13,7 milyar yıldır yol almaktadır ve dokunduğu son şey Büyük Patlama'daki ateş topudur.

Geçen yüzyılın en büyük evrenbilimsel keşfi olan Büyük Patlama ışınımını bulan kişilerin ve bunu görüntülemek için 1992'de inşa edilen NASA'nın Evrensel Ardaan Gezginini (COBE) uydusunun hikâyesini anlatan kitabın yazılmasını tetikleyen, COBE'nin çektiği, evrenin olağandışı bebeklik fotoğrafıdır. Stephen Hawking bunu "Yüzyılın, hatta tüm zamanların keşfi" olarak tanımlar. COBE'den iki bilim insanı John Mather ve George Smoot 2006'da Nobel Ödülü'ne layık görüldü.

Hawking'in *Zamanın Kısa Tarihi*'nden sonra en çok okunan bilim kitabı olan *Büyük Patlamanın Işığı* kâşiflerinin ağzından Büyük Patlama ışınının keşfini anlatan tek kitap.



ALFA

Ticarethane Sokak, No: 53
Cağaloğlu 34110 Fatih / İstanbul
Tel: 0212 513 34 20 (Pbx) Faks: 0212 519 33 00
www.alfakitap.com info@alfakitap.com

BİLİM EVREN

ISBN 978-605-106-6



Büyük Patlamanın Işığı

MARCUS CHOWN

New Scientist'in kozmoloji danışmanı olan Marcus Chown, kariyerine California Institute of Technology'de radyo astronom olarak başlar. Popüler bilim dalında birçok ödüle sahip olan İngiliz yazar, ülkemizde Alfa Yayınları'ndan çıkan *Biraz Kuantumdan Zarar Gelmez* kitabıyla tanınmaktadır. *The Universe Next Door*, *The Magic Furnace* isimli birçok kitabın yazarı olan Chown evren, kozmoloji ve kuantum gibi zor konuları geniş kitlelere aktarmak gibi zor bir işi başarmıştır.

BAŞAK ÇİĞDEM ÇEVİRİM

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi'nden mezun olduktan sonra Prag'da Tipografi ve Grafik Tasarımı üzerine yüksek lisans yaptı. Asıl alanı görsel sanatlar üzerine olan Başak Çiğdem Çevrim'in sinema ve seyahat üzerine yazıları çeşitli dergilerde yayımlandı, yabancılar için Türkçe dersleri verdi. Halen Prag'da yaşamakta, kitap, dergi ve kurumsal kimlik tasarımı üzerine çalışmaktadır.

Büyük Patlamamanın Işığ

© 2011, ALFA Basım Yayın Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Afterglow of Creation

© Marcus Chown, 1993, 2010

Kitabın Türkçe yayın hakları Onk Ajans aracılığıyla Alfa Basım Yayın Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne aittir. Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında hiçbir yöntemle çoğalınmaz

Yayıncı ve Genel Yayın Yönetmeni M. Faruk Bayrak

Genel Müdür Vedat Bayrak

Yayın Yönetmeni Mustafa Küpüşoğlu

Dizi Editörü Kerem Cankocak

Kapak Tasarımı Ferah Perker

Grafik Uygulama Mürüvet Durma

ISBN 978-605-106-674-5

1. Basım: Ocak 2013

Alfa Basım Yayın Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Ticaretane Sokak No: 53 34410 Çağaloğlu-İstanbul

Tel: 0(212) 511 53 03 (pbx) Faks: 0(212) 519 33 00

www.alfakitap.com - info@alfakitap.com

Sertifika no: 10905

Baskı ve Cilt

Melisa Matbaacılık

Çiftehavuzlar Yolu Acar Sanayi Sitesi No: 8 Bayrampaşa-İstanbul

Tel: 0(212) 674 97 23 Faks: 0(212) 674 97 29

Sertifika no: 12088

MARCUS CHOWN

BÜYÜK PATLAMANIN IŞIĞI

Zamanın Başlangıcından Gelen Mesaj

Çeviri
BAŞAK ÇIĞDEM ÇEVİRİM

ALFA | BİLİM

Anneme ve babama...
Kimsenin ailesi daha fazlasını yapamazdı.

İçindekiler

Önsöz.....	9
Giriş: Mikrodalga Gözlüklerden Dünyayı İzlemek	17

I. KISIM

BİLİMDEKİ EN ZOR ÖLÇÜM

1. Büyük Patlama.....	25
2. Hareketli Evren	33
3. İlkel Ateştopu	45
4. Evrenin Ateşini Ölçmek	56
5. 4080 Megahertzteki Hayalet Sinyal	68
6. İki Telefon Görüşmesinin Hikâyesi	78
7. Varoluşun Işınımı	91
8. Bilimdeki En Zor Ölçüm.....	105
9. Tümsek ve Eşitlik	116

II. KISIM

EVRENBİLİMİN ALTIN ÇAĞI

10. Atmosferin Üzerindeki Göz.....	127
11. Dokuz Dakikalık Tayf	140
12. Kozmik Dalgalanmalar	148
13. Abartı ve Histeri	155
14. COBE'ye Göre Evren.....	166
15. Evrenbilimin Altın Çağı	176
Sonsöz: COBE'nin Oğlu	185
Teşekkür.....	203
Sözlük.....	205
Dizin	223

Önsöz

Oluşumun en eski fosilidir

•

Üzerinde evrenin bebeklik fotoğrafını taşır

•

Evrendeki ışığın yüzde 99,9'nun kaynağıdır

•

*Etrafınızdaki havadadır, şu anda bulunduğunuz odada bile
sizinledir*

•

*Kâşifleri onu güvercin dışkısının ışımasıyla karıştırdılar
(Yine de Nobel Ödülü'nü kaptılar)*

Büyük Patlamadan artakalan ısının hikâyesini anlatan *Büyük Patlamanın Işığı* ilk defa 1993'te yayımlandı. Bu ısının izlerini bugün de bulmak mümkün. TV'yi açın ve kanallar arasında dolaşın. Ekranınızdaki akımın yüzde biri Büyük Patlamadan gelen ışıınımdır.¹ TV anteni tarafından yakalanmadan önce, uzayda 13,7 milyar yıldır yol almaktadır ve dokunduğu son şey Büyük Patlamanın ateştopudur.

1 Kitapta çok sık geçen radyasyon terimi yerine Türkçe karşılığı olan "ışınım"ı kullanacağız -yn.

Büyük Patlamanın Işığı, geçen yüzyılın en büyük evrenbilimsel keşfi olan Büyük Patlama ışınımını bulan kişilerin ve bunu görüntülemek için 1992’de inşa edilen NASA’nın Kozmik Ardaan Kaşifi (COBE)² uydusunun hikâyesini anlatır. Kitabın yazılmasını tetikleyen, COBE’nin çektiği, evrenin olağandışı bebeklik fotoğrafıdır. Stephen Hawking bunu “Yüzyılın, hatta tüm zamanların keşfi” olarak tanımlamıştı. COBE’den George Smoot, “Tanrı’nın yüzünü görmek gibiydi” dediğinde kıyamet koptu. Hikâye tüm dünyada TV ve gazetelerde yer buldu ve söylentiye göre Smoot, sonradan *Wrinkles in Time* [Zamanda Çizgiler] adını alacak kitabı için 2 milyon dolar avans aldı.

Ben bu aşamada devreye girdim. Londra’da *New Scientist* için çalışan bir bilim haberleri editörü olarak konuyu takip ediyordum. Üniversite günlerimden Büyük Patlama ışınımıyla ilgili bir şeyler de hatırlıyordum. Bir iş arkadaşım: “Neden bu konuda bir kitap yazmıyorsun?” diye sordu. Ben de, “Evet, deneyebilirim” diye düşündüm. İki sayfalık bir taslak hazırlayıp birçok yayıncıya gönderdim. Pek çok red cevabından sonra taslak, Jonathan Cape’den Neil Belton’un eline geçti. Neil, “Harika” dedi “Neden olmasın?” (Eklemeliyim ki, fiyat 2 milyondan oldukça düşük bir rakamdı.)

Bu anda midemde bir düğüm hissettim. Daha önce hiç popüler bilim kitabı yazmamıştım. Yapabileceğimi bilmeden “Yapabilirim.” demiştim. Hikâyenin yarısını bile bilmiyordum. Gidip NASA’dakilerle ve COBE’de çalışanlarla konuşup tüm verileri toplayabileceğimi umuyordum. Sonra da oturup tutarlı, anlaşılır, merak uyandıran ve sohbet tarzında bir kitap yazmam gerekiyordu. Daha önce yazdıklarımın çok daha uzun bir şey. Başarabilir miydim?

Neredeyse tam zamanında yetiştirdim. Kitap basıldı ve bir sürü harika şey oldu. Örneğin *Focus* dergisi 200.000 kopya istedi ve tanıtım için dergiyle birlikte verdi. Muhtemelen bu nedenle *Büyük Patlamanın Işığı* en çok satın alınan olmasa da, Hawking’in *Zamanın Kısa Tarihi*’nden sonra en çok okunan popüler bilim kitabı oldu. Buna ek olarak Rhône-Poulenc Bilim Kitap Ödülü’nde de ikincilik aldı.

1992'nin üzerinden uzun zaman geçti. Ancak *Büyük Patlamanın Işığı* kâşiflerinin ağızından Büyük Patlama ışınımının keşfini anlatan tek kitap olmaya devam etti. Süreçte rol alan herkesle konuştum, bazıları artık hayatta değil; bu nedenle kitap, bilim tarihindeki önemli bir bölümün eşsiz bir metni olarak görülebilir.

Bunun da ötesinde konu güncel kalmaya devam etti. Sadece oluşumun ışınımı gizemlerini açığa vurmaya devam ettiği için değil, üstüne COBE'den iki bilim insanı John Mather ve George Smoot 2006'da Nobel Ödülü'ne layık görüldü. Yeni bir baskı hazırlamak için zamanın geldiğini düşündüm, şimdiki yayınevime Faber & Faber de aynı fikirdeydi. Jonathan Cape'de kitabı onaylayan Neil Beiton o kadar iyi bir editördü ki, Faber'de kurgu-dışı edebiyat bölümünün başına geçtiğinde peşinden gitmiştim.

Kitabın yayımlanmasından sonra pek çok gelişme oldu, en önemli ikisini kitaba ekledim: 2001'de COBE'nin vârisi NASA'nın Wilkinson Mikrodalga Anizotropi Uzay Roketi'nin (WMAP) fırlatılması ve 1998'de evrenin en büyük kütle bileşenin keşfi. *Kara enerji* görünmezdir, tüm uzayı doldurur ve itici kütleçekimi evrenin genişlemesini hızlandırır. Yine de bunun ne olduğunu henüz kimse bilmemektedir.

WMAP evrenbilimin kesinlik çağına öncülük etti; evrenin tam olarak 13,7 milyar yaşında olduğunu ve sadece yüzde 2'sinin görünür olduğunu keşfetti (Yüzde 23'ü görünmez kara madde, yüzde 73'ü görünmez kara enerjidir ve geri kalanın henüz sadece yarısını görüntülenmiştir.) Buna ek olarak Büyük Patlama ışınımında evrenin muhtemelen bir başka evrenle çarpıştığını kanıtlayan anormallikler vardı.

Büyük Patlamanın Işığı babama adanmıştır. Tuhaf bir rastlantıyla bugün, ölümünün onuncu yılında kendimi bu güncel baskıya önsöz yazarken buldum. Bugün muhtemelen yıldönümünde ne yapacağımı şaşırmış duruyor olacaktım, babam hakkında yazmaktan daha iyi bir fikir olamazdı.

Sekiz yaşındayken Noel hediyesi olarak bana Dr. H.C. King'in *Gökbilim Kitabı*'nı alan babamdı. Televizyonda Ay'a inişi izlemek için beni yataktan kaldıran da babamdı. Kuzey

Londra'da üst kattaki dairemizde pencereden uzattığım, kuzey karayolunun ışıldayan turuncu sisi üzerinden Venüs'ün hila-li ve Saturn'ün halkalarının gergin görüntülerini izlediğim ufak teleskopu alan yine babamdı. Bende hayatım boyunca sü-recek yıldız tutkusunu ateşleyen gökbilim kitabını neden al-mıştı? Hâlâ şansım varken sormayı istediğim sorulardan biri de budur.

Diğer bir gizem de babamın bana olan inanılmaz, bazı za-manlar neredeyse saçmalık derecesindeki güveniydi. Bir kere-sinde bir arkadaşımın bilim kitabı ödülü aldığını söylediğim-de ilk tepkisi, "Marc, ödülü sen almalıydın" olmuştu.

"Ama baba, yarışmaya katılmadım ki!"

"Ondan çok daha iyisin Marc."

"Ama bu yıl konuyla ilgili bir kitap bile yazmadım."

"Söylediğim gibi, ödülü sana vermelilerdi."

"Ama baba..."

Sonunda tartışmayı bıraktım. Gözden kaçmış olmam fikrin-den cayması mümkün değildi.

Ne yaparsam yapayım babam o konuda mükemmel olaca-ğımı inanıyordu. Pasadena Caltech'e gittiğimde, babam Nobel Fizik Ödülü alacağımdan ve NASA uzay programını yönetece-ğimden emindi. Araştırmayı bırakıp İngiltere'ye dönüp gazete-ci olmaya çalıştığımda Pulitzer Ödülü'nü alacağımı öngördü. Bugüne kadar hâlâ hayret ettiğim ve bir türlü anlayamadığım şeydu ki, babama göre *her şeyi* yapabilirdim ben.

Hayatımın çoğunda babamın bu güveni hep oradaydı, solu-duğum hava gibiydi; ama ben neredeyse hiç fark etmiyordum. Fark edecek kadar ciddiye almamıştım. Herkesin başına geldi-ği gibi, ben de ancak babam gidince bunların ayırdına vardım ve meraklandım: Bu sarsılmaz inancı nereden geliyordu? İlk günden beri, ben boş bir kutu, önemsiz pembe bir su kabarcı-ğırken bile orada olduğuna göre, bende kendinde olan bir şey görmüş olmalıydı.

Babam Londra'nın kuzey banliyölerinde, Muswell Hill'in genişleyen belediye yerleşkelerinden Coldfall Estate'te doğdu. Sadece bu bile onu bazı olasılıklardan mahrum bırakmaya ye-terdi ki, üstüne bir de doğduğu yılla da kısıtlanmıştı: 1934.

Berlin veya Stalingrad'da doğan yaşlılarından daha şanslı olsa da, yine de Coldfall Okulu'ndan dışarı ilk adımını attığında patlak veren İkinci Dünya Savaşı'nın bir kurbanıydı.

Savaşın eğitimi engellemesinin en belirgin etkisi öğrenimi baltalayan Alman hava saldırılarıydı; fakat görünmez etkisi, enerjik öğretmenlerden erkeklerin askere alınması, kadınların fabrika veya tarım alanlarına çalışmaya gönderilmeleriydi. Yerlerini, ulusal acil durum nedeniyle emekliliklerinden çağrılan ve çocukların şımarıklıklarına hedef olan antikalasmış öğretmenler alıyordu.

Savaş sona erip gençler geri dönmeye başladığında işler biraz düzeldi. Fakat Coldfall Okulu'nun temel sınırlamalarından kaçış yoktu. 5'ten 15'e her çocuğun devam ettiği, herkese tek tip eğitim sunan bu kurum kötü bir okul değildi; ama başarı odaklı da değildi. Bir kız çocuğu için beklentilerin zirvesi sekreterlik meslek yüksekokulu, erkek çocuğu içinse kolay bir mühendis çıraklığı, mesleki ehliyet için çalışma şansı sunan, tek serbest gün modelli teknik yüksekokulda okumaktı. On beşinci yaş gününde babam, postanede çıraklık yapmak üzere okuldan ayrıldı.

Postanedeki işini biliyor olmalıydım; fakat ne zaman lafı geçse dikkatimi vermeden dinlediğim konulardan biriydi ve bir gün gelip hayat hikâyesini böyle merak edeceğimi hiç düşünmemiştim. Tele-yazıcıda çalıştığını hayal meyal hatırlıyorum. On sekiz yaşında vatani görev çağrısı geldiğinde Royal Signals'a atanmasının nedeni de bu olmalı. Babamın bana olan olağandışı güveninin kaynağının bundan sonraki yıllarda yattığını sanıyorum.

Etkili ve ufku genişleten bir deneyimdi, pek çok yönden benim için üniversiteyle karşılaştırılabilir, her ne kadar babamın deyimiyle ben "gübre ve kurşunların içinde çalışmak" zorunda kalmasam da. Savaş sırasında İngiliz sahillerini ziyaret etmek imkânsızdı; ama şimdi babam, masmavi Akdeniz üzerinden Kıbrıs'a uçakla gidiyordu, ki 1952'de bu son derece sıradışı bir deneyimdi. Yine de üzerinde derin bir etki bırakan, gördüğü yabancı yerler değil, içine karıştığı insanlardı.

Herkesin bildiği gibi ordu çok değişik geçmiş ve statüden gelen insanları bir araya getirir. Bunun etkisi göz ardı edile-

mez. Babam hayatında ilk defa, kendi sınıfından kişilerde asla rastlanmayan, gerçek üniversitelerde okumuş insanlarla karşılaştı. Yorkshire Catterick'teki altı haftalık zahmetli temel eğitimde, sonra Episkopi'deki radyo dinleme görevinde ilk öğrendiği şey hiç de aptal olmadığıydı. Tam tersine, mors alfabe-sini en hızlı kaydeden bir avuç operatörden biriydi.

Böylece zaten bildiği bir şey desteklenmiş oldu. Küçükken *Define Adası, Otuzdokuz Basamak, Kral Süleyman'ın Madenle-ri* gibi macera klasiklerini doymak bilmeden okumuştı. Buna ek olarak, Hornsey Kurulu'nda bir dekoratör ve boyacıdan öte olmayan kendi babasının nasıl kıvrak zekâlı olduğunu da biliyor-du. Ailedeki bir söylentiye göre, küçük bir devlet okulunun giriş sınavlarını kazanmış; fakat muhtemelen ekonomik nedenlerle gidememişti. Bu şanslılıklar, bir de Batı Cephesi siperlerinde ge-çirdiği yıllar olmasa büyükbabam daha başka yerlerde olabilirdi.

Bence babam için ordu bir kendine güven kaynağı oldu. Bir beyni olduğunu keşfetti veya doğruladı. Fakat 1950'lerin sert ortamında işçi sınıfından bir ailede büyüyen biri olarak bir yerlere gelme olanağı yoktu; ama kendi kızı ve oğlu bunu ba-şarabilirdi.

Haziran 1959'daki bir sıcak hava dalgası sırasında dünya-ya gelmişim. Hayatımın ilk altı ayında ailem, Doğu Finchley sıra evlerinden birinde, tek odada sefil koşullarda yaşıyordu. Finchley'in yeni parlamento üyesi, bölgeye *müdahalelerde* bulunmaya başlayınca, ailem onlara yaşayacak daha iyi bir yer bulacağı konusunda umutlandı. Buldu da. Üç hafta sonra, daha modern bir mülkte iki odalı bir eve taşınmalarını teklif eden bir mektup geldi. Mektupta: "Parlamento üyesi olarak ilk başarıım bu" yazıyordu. "İmza: Margaret Thatcher."

Şans babamdan yana olmamıştı; ama benim tarafımdaydı. Londra'nın varlıklı kıyı ilçelerinden Barnet'te iyi okullar vardı ve ailemin bireyleri para kazanmak için on beş yaşında okul-dan ayrılmakla neler kaçırdıklarının farkındaydı. Beni ve kız kardeşimi her konuda desteklediler, bizi kütüphanelere götü-rdüler, kitaplar getirdiler.

Benim haberim olmasa da 1960'ların ortalarında okula başladığımda İngiliz üniversiteleri eşi benzeri görülmemiş

bir genişleme sürecinden geçiyordu. Önceden sadece bir avuç şanslı kişi üniversitelere burs alabilirken, şimdi pek çok öğrenciye burslar veriliyordu. Ben eğitim sisteminde ilerlemeye devam ederken kapılar sürekli açılıyordu; ama bunu fark etmiyordum bile.

Ailede üniversiteye ilk giden ben oldum, ardından da kardeşim. Mezun olunca Caltech'e doktora yapmaya gittim, burada Nobel Ödüllü Richard Feynman gibi kişilerden ders almaya başladım. Babam Londra'ya yağan uçan bombaların şarapnellerini toplarken, Feynman New Mexico çöllerinde ilk atom bombasının inşasına yardımcı olmuştu.

Artık galiba babamın bana olan güveninin nedenini anlıyorum. Başka bir yerde başka bir zamanda doğsa neler başarabileceğinin farkındaydı. Bu sadece kendi kanaati de değildi, 1919'da Somme ve Rusya'da hayatta kalan büyükbabam da aynı görüşteydi. Babamın potansiyeli, kazara doğduğu yer ve zaman nedeniyle açığa çıkamamıştı. Benim potansiyelimse tam da bu nedenle ortaya çıkabilmişti.

Büyük Patlamanın Işığı benim ilk popüler bilim kitabımdı ve bundan sonra biri çocuk kitabı olmak üzere altı kitap yazdım. Ailemdaki diğer nesillerin yapamadığını yapmış, başarımları mümkün olmayanı başarmıştım. Bunun için aileme minnettarım.

Babam başarılarımın çoğunu göremedi; fakat bunun bir önemi yok. Görmesi gerekmiyordu. Her zaman biliyordu. İnanıcı vardı. Mutfak masasında birer fincan kahveyle otururken şöyle dediğini hatırlıyorum: "En çok satanlar listesine girecek sin Marc."

"Ama baba..." diye itiraz ettim. O zamanlar teslim tarihi yedi yıl geçmiş bir kitabı bitirmeye çalışıyordum, yani biraz sinirliydim.

Çok değerli bir öğüt veriyormuş gibi, sanki bir milyon kopyasının satıldığı bir kitap yazmak tereyağından kıl çekmeye benzermiş gibi, "Hayır Marc, sana söylediğim gibi." diye tekrarladı, "çok satanlar listesine girmek istiyorsun."

Babam on yıl önce öldü; ama hâlâ bana olan güvenini içimde taşıyorum. Bazı zamanlar onun hâlâ beni kolladığını

hissediyorum. Londra Bilim Müzesi'ndeki bir imza gününden birkaç gün önce telefon çaldı, arayan o zamanki yayıncımdı. Bir önceki hafta kitabın iyi sattığını bildiğim için, "İmza için yeterince kitap var değil mi?" diye sormuştum.

"Evet meraklanma, depoda bayağı var."

Telefonu açtığımda, "Çok üzgünüm" dedi, "Ama şimdi baktım, depoda hiç kitap kalmamış. Ofisi eşeleyip ne bulabileceğimize bakacağız."

"Ne! Peki biraz daha basamaz mısınız?"

"Ne yazık ki büyük bir sipariş almadan olmaz."

"Ne zaman olur?" diye sordum, oysa imza gününden önce olmayacağından emindim.

"Kahretsin!" diye düşündüm. "Kahretsin. Kahretsin. Kahretsin!"

Akşama yayıncım tekrar aradı. "Ne?!" diye cevapladım, hâlâ sinirliydim.

"Hiç inanmayacaksınız. Aylardır büyük sipariş gelmemişti; ama şimdi damdan düşer gibi iki sipariş aldık!"

Saate baktım, babamın iki yıl önce öldüğü gün, öldüğü saatteydik.

İmza günü çok başarılı geçti. Daha sonra, eşim Karen'la o zamanlar oturduğumuz Worcestershire'a geri dönüyorduk. Sabahın erken saatleriydi, Moreton-in-Marsh ile Broadway arasında terk edilmiş bir yoldaydık. Birden gökyüzünde bir ateştopu belirdi ve önümüzde ikiye ayrıldı. Göz göze geldik. Karen: "Baban" diye anlatıyor. "Süpermen gibi. Şimdilik hoşça kal diyor, bana tekrar ihtiyacın olana kadar..."

Marcus Chown

Serpentine Gölü kıyısında
bir ağacın altında otururken

Hyde Parkı, Londra

2 Mayıs 2009

Giriş: Mikrodalga Gözlüklerden Dünyayı İzlemek

Büyük şehrin ışıklarından uzakta berrak bir gece. Parlak bir dolunay ağaç dallarından süzülüyor. Yıldızlar kapkara gökyüzünde pırlantalar gibi göz kırptıyor.

Oysa gökyüzü hiç de gece görüldüğü gibi değildir...

Gözlerimizle algıladığımız görünür ışık, evrende devinen ışığın sifıra yakın ölçüde ufak bir bölümüdür. Uzaydan Dünya'ya aralıksız bir görünmez 'ışık' sağanağı yağar.

İnsanlık tarihinin çoğunda bu ışığa karşı tamamen kördük; fakat son yıllarda gökbilimciler gözlerimizi açtı. X-ışınları, kızılötesi, mikrodalga ve diğer tüm görünmez ışık türlerini tespit edebilen yeni teleskoplar inşa edildi. Şimdi ilk defa evrenin muazzam güzelliklerinin farkına varıyoruz.

Gökbilimcilerin gördüğünü sadece bir çift 'sihirli' gözlük takarak görebildiğinizi farz edin. Farklı ışık türlerine göre ayarlayabilmek için de çerçevedeki bir düğmeyi çevirmeniz yeterli olsun. Artık kör değilsiniz. Kızılötesi, radyo dalgaları, ultraviyole, gama veya X-ışınlarını görebilen gözleriniz var.³

3 Kesin konuşmak gerekirse, bu sihirli gözlükleri kullanmak için uzağa çıkmamız gerekir; çünkü görünmez ışığın çoğu atmosfer tarafından emilir. Fakat fazla dert etmeyin, bu sadece bir hikâye.

Bu ileri derecede geliştirilmiş lenslerle ne görebilirsiniz?

Önce hiçbir şey değişmiyor gibidir. Sonra ayın solmaya başladığını fark edersiniz, yıldızların çoğunun da. Ay neredeyse görünmez olur, yıldızlar tek tek sönmeye başlar. Fakat onlar kayboldukça, önceden hiçbir yıldızın görünmediği noktalarda yenileri belirir. Yeni yıldızların bazıları, beyaz bir sisin içine gömülmüş gibidir.

Bu, ultraviyole gökyüzüdür. Gözlükleriniz, kumsalda çok uzun süre kaldığınızda cildinizi yakan türdeki görünmez ışığı kaydetmektedir. Yalnızca en sıcak yıldızlar ultraviyole ışıkla parlalar.

Düğmeyi çevirin.

Yıldızlar yine değişiyor. Artık gökte tanıdık hiçbir şey yok. Gökyüzünü işaretleyen yoğun parlaklıktaki iğne delikleri, yıldızların diğer yıldızlardan parçalar çaldığı ve kızgın gazın ka-faüstü kara deliklere daldığı yerleri belirtiyor. Maddenin yüz binlerce sıcaklığa kadar ısındığı her yer, X-ışınlarıyla parlalar.

Çevirmeye devam edin.

Şimdi her şey soluyor. Hayal edilebilecek en şiddetli olaylarla oluşan, evrendeki en yüksek enerjili ışık olan gama ışınlarına geldik. Gökyüzü simsiyah.

Fakat ufak, göz kamaştırıcı bir ışık parıltısı var. Bakmak için kafanızı çeviriyorsunuz; oysa görececek hiçbir şey yok. Siyah gökyüzü bomboş. Büyük bir sabırla gama gökyüzünü birkaç gün boyunca hiç durmadan izlerseniz, gökyüzünün tamamen farklı bir noktasında başka bir göz kamaştırıcı ışık görebilirsiniz ve ondan birkaç gün sonra başka bir ışık. Gökbilimciler bunları *gama ışını patlaması* olarak adlandırır. Evrendeki en kuvvetli patlamalardır ve evrenin uçlarında belirirler. Ne olduğu tam olarak bilinmemekle birlikte, bir ihtimal kara deliklerin doğum çığlıkları olabilirler.

Kara ve daha fazla kara dışında, artık görülecek başka bir şey yok. Düğmeyi diğer yöne doğru çevirin, X-ışını ve ultraviyole gökyüzünden sonra Ay ve tanıdık yıldızlarla dolu bilinen gökyüzüne geri dönün; fakat durmayın, çevirmeye devam edin.

Şimdi kızılötesi ışığı görüyorsunuz. Evrenin sıcak nesneleri yerine, artık göreceli olarak soğuk olanlar parlıyor. İnsanlar bile kızılötesi ışın yayar. Deprem kurtarma ekipleri göçük altında kalmış kişileri tespit etmek için bu tür bir ışık kullanır.

Ay gökyüzünde tekrar belirdi. Fakat yansıyan Güneş ışığıyla ısıtıl ısıtıl parıldamak yerine, kendi yavan iç ışığıyla solukça parlıyor. Gökyüzü tanıdık olmayan yıldızlarla dolu. Soğuk yıldız közleri. Ölüm sancıları içinde kabarmış kızıl devler ve meydana geldikleri titreşen gazla çevrelenmiş yeni doğmuş yıldızlar.

Kızılötesi gökyüzünü de geride bıraktınız. Artık mikrodalga fırınlarda yemek ısıtmak için veya radarlarda kullanılan mikrodalgaları görüyorsunuz. Gözlükleriniz iyi çalışıyorsa, şimdi çok garip bir şey olacak; gökyüzü aydınlanacak. Sadece bir kısmı değil, tamamı.

Bir ufuktan diğerine tüm gökyüzü tekdüze bir beyazlıkta parlıyor. Mikrodalga bölgesinde düğmeyi daha ileri çeviriyorsunuz, daha da aydınlanıyor. Sanki uzayın tamamı parlıyor. Dev bir ampulün içinde gibisiniz. Bu gördüğünüz son derece gerçektir. Evreni oluşturan dev ateştopu Büyük Patlamanın kalıntı ışıınıdır. İnanılmaz bir biçimde, patlamadan 13,7 milyar yıl sonra bile uzayın her noktasına nüfuz etmektedir.

Bu 'Kozmik Mikrodalga Ardalanı'nda, tüm yıldızların görünür ışıklarının toplamından daha fazla enerji vardır. Dahası şu anda evrende ilerleyen ışık parçacıklarının yüzde 99,9'undan Büyük Patlama ışıını sorumludur.

Mikrodalgaları tespit eden teknoloji İkinci Dünya Savaşı sırasında radar için geliştirilmiş olsa da 1965'e kadar kimse *oluşumun bu ışıını* fark etmedi. O zaman bile kazara keşfedildi. Işıınma rastlayan iki gökbilimci keşiflerinin en az bir yıl sonrasında bile bulduklarının kozmik kökenine inanmamalarına ve hatta başlangıçta güvercin dışkısının ışımasıyla karıştırmalarına rağmen Nobel Ödülü aldılar.

Büyük Patlamadan gelen kalıntı ışıının keşfinin sıradışı hikâyesi, bu kitabın temelini oluşturur. Dolambaçlı dönüşleri, kazaları ve kaçırılan fırsatlarıyla bilimin nasıl ilerlediğinin mükemmel bir örneğini sunar.

Kozmik mikrodalga ardalanı evrenin en eski *fosilidir*. Doğrudan Büyük Patlamadan gelmekte ve 13,7 milyar yıldır uzayda seyahat etmektedir. Ateştopunda soğuyan madde tarafından yayılmıştır ve Büyük Patlamadan hemen sonrasındaki evrenin damgasını taşır. Mikrodalga gökyüzüne bakarken aslında evrenin 13,7 milyar yıl önceki bir fotoğrafını görürsünüz.

Erken evren herhalde son derece sıkıcı bir yerdi, diye düşünüyor olmalısınız. Sonuçta baktığınız mikrodalga gökyüzünün hiçbir özelliği yok. Fakat bu özelliksiz, tekdüze evrenin güzelliği, karmaşık bir evrene kıyasla bilim insanları için anlaşılmasının çok daha kolay olmasıdır. Kozmik ardaan ışıınının eşitliği, erken evrende maddenin son derece eşit dağıldığını gösterir. İşte büyük soru burada yatmaktadır. Günümüz evreninde madde eşit dağılmaktan oldukça uzaktır. Tam aksine, evren yıldızlarla doludur, yıldızlar galaksiler şeklinde kümelenmiş, galaksiler ise dev zincir ve kümeler halinde uzayda yol almaktadır. Bu galaksi grupları arasında muazzam büyüklükte dev uzay boşlukları bulunur. Eşitlikten son derece uzak olan günümüz evreni, delikli İsviçre peynirini andırır.

Peki nasıl oldu da pürüzsüz ve basit bir başlangıçtan böyle pütürlü ve karmaşık bir evren ortaya çıktı?

Şüphesiz bir noktada evrendeki maddeler, sütun kesilmesi gibi bir araya gelmeye başladı. Yani kozmik mikrodalga ardalanı gözle görülür biçimde eşit görünse de tamamen pürüzsüz olamazdı. Çok yakından bakacak olursak, Büyük Patlamadan hemen sonra kütleçekimin etkisiyle bir araya gelmeye başlayan evrenin ilk yapılanmalarının işaretlerini görebilirdik.

Keşiften sonra gökbilimciler kozmik mikrodalga ardaanını yirmi beş yıldan fazla dikkatle gözlediler. Fakat ne kadar uğraşsalar da parlaklığında hiçbir değişim göremiyorlardı.⁴ Daha sonradan Samanyolu gibi galaksileri oluşturacak madde öbeklenmelerinin hiçbir işareti yoktu. Kozmik mikrodalga ardala-

4 Bu tam olarak doğru değil. 1970'lerin sonunda, gökbilimciler mikrodalga ardaanının, Dünya'nın hareket ettiği doğrultuda, geriye kıyasla daha sıcak olduğunu keşfetti. Fakat bu, mikrodalga ardaanındaki hareketimizden kaynaklanmaktadır ve ışıınının doğasından bağımsızdır.

nından gelen kanıtlar, bilinen belki en değerli fikirle, bizim ve dünyamızın varoluşu gerçeğiyle çelişiyordu!

1989'da NASA, ateştopu ışıınımı üzerine çalışmak için Dünya yakınında bir yörüngeye COBE isimli (*co-bee*, yani yardımcı arı olarak okunan) küçük bir uydu yerleştirdi. Atmosfer mikrodalgalarla ısı ısı parladığı için araştırmayı dünyadan yürütmek son derece zordu.⁵ COBE'nin duyarlı aletleri, 13,7 milyar yıl önce evrenin genişlemesini başlatan kozmik patlamanın ses-siz fısıltılarını dikkatle dinledi. Uydu, iki yıldan uzun bir süre hiçbir şey bulamadı. Bilim insanları arasında gergin söylentiler dolaşmaya başlamıştı.

Fakat Nisan 1992'de COBE turnayı gözünden vurdu. *Kozmik ardaalan ışıınımında dalgalanmalar* bulmuştu. Kimi bölgelerde ardaalan ışıınımı, ufacık bir farkla, diğerlerine göre daha parlaktı. Çok küçük bir etkiydi. Gökyüzündeki *sıcak noktalar, soğuk noktalara* kıyasla bir derecenin 100.000'de biri kadar daha sıcaktı; fakat bilim insanları arasında benzeri görülmemiş bir rahatlama gözlendi. COBE takımından bir bilimci, "Tanrının yüzünü görmek gibiydi" diye açıklıyor. Fizikçi Stephen Hawking ise: "Tüm zamanların değilse, yüzyılın keşfi" diye iddia etti.

Çoğu kişi bu yorumları abartılı görse de COBE'nin erken evrendeki galaksilerin *tohumlarını* bulduğu bir gerçektir. Büyük Patlama sonucunda evren genişlerken, diğerlerinden hafifçe daha yoğun olan bu alanlar, kütleçekimleri zamanla daha fazla madde çekerek git gide büyümüşü. Nihayetinde, bugün gördüğümüz galaksi kümeleri ve süper kümeleri haline geleceklerdi. COBE, Tanrı'nın yüzü değilse de evrendeki en geniş ve en eski yapıları görmüşü.

Keşiften sonra dünya basını çıldırdı. Haber, tüm gezegenin TV ekranlarında ve gazetelerin ilk sayfalarında yer aldı. Muhtemelen başka hiçbir bilimsel haber basında böyle büyük yer edinmemişti.

5 Aslında zemin de, binalar, ağaçlar, insanlar ve hatta uzayda gezinen hidrojen bulutları gibi, mikrodalgada parlar. Birbiriyle yarışan bu mikrodalgalar ateştopu ışıınımının tekdüze parlaklığını tespit etmeyi zorlaştırır. Ateştopu radyasyonu bu nedenle 1965'e kadar keşfedilmemiştir.

Bu mütevazı ve belli bir kesime hitap eden haber için neden bu kadar çok kişinin deliye döndüğü başka bir hikâyedir, bunları kitabın geri kalanında anlatmaya çalıştım. Fakat bütün bu yaygaranın nedenini anlamadan önce, kozmik ardaanın geçmişini biraz bilmeniz, özellikle de Büyük Patlama hakkında bilgi edinmeniz gerek.

Hikâye yirminci yüzyılın ilk yıllarında başlıyor, ilk nesil dev teleskoplarla donanmış gökbilimciler, uzayın uzak derinliklerini araştırmaya ve ilk defa nasıl bir evrende yaşadığımızı keşfetmeye başladığında...

I. KISIM

BİLİMDEKİ EN ZOR ÖLÇÜM

BÜYÜK PATLAMA

Böyle Acayip Bir Fikre Nasıl Oldu da İnadık?

Aralık 1924'te tüm dünyadan gökbilimciler, 33. Amerikan Gök-bilim Derneği toplantısı için Washington D.C.'de bir araya geldi. Sıradan ve önemsiz bir toplantıydı. Son günün akşamına doğru, katılımcıların bazıları evlerine giden trenleri yakalamak için yollara düşmüşken, bir adam yarı dolu toplantı salonunda ayağa kalktı, boğazını temizledi ve bilimsel bir makale okumaya başladı. Makale, bu zahmetli yolculuğu yaparak toplantıya katılamamış olan 35 yaşında Güney California'lı bir gökbilimci tarafından yazılmıştı.

Yazı bitip okuyucu sahneyi terk ettiğinde pek çok izleyici salonda soğuk bir rüzgâr estiğini fark etmiş olmalı. İnsanoğlu sonunda, içinde kaybolduğu evrenin ölçülerini anlayabilmişti ve bu ölçüler kimsenin hayal etmediği kadar büyüktü.

Orada bulunmayan California'lı gökbilimci, gökyüzünü öğrenmek için gelecek vaat eden hukuk kariyerinden vazgeçen eski atlet ve boksör Edwin Hubble'dır. 1923'te, dünyanın en güçlü teleskopu olan, Pasadena'da yükselen Wilson Dağı üzerine yeni inşa edilmiş 2,5 metrelik bir reflektörü, geceleyin isli ve beyaz bir leke olarak görünen Andromeda galaksisindeki Büyük Bulutsu'ya yönlendirdi. Görünmezliğin sınırlarında belli belirsiz salınan bulutsunun dış kısımlarında bulunduğu sadece yıldızların ufak zerrelerydi.

Bunun bizim evren algımızı niçin değiştirdiğini anlamak için Hubble'ın gözleminin zamanında pek çok gökbilimcinin

Andromeda'yı yıldızlar arasında dolaşan akkor halinde bir gaz bulutu olarak varsaydığını bilmek gerekir. Hubble bu te-
orinin yanlış olduğunu gösterdi. Andromeda bir bulutsu de-
ğildi. Devasa mesafe nedeniyle bize sönük gelen yıldızlardan
oluşmuştu. Uzayın derinliklerinde asılı kalan yıldızlardan
meydana gelmiş görkemli bir adaydı.

Gizemli Sarmal Bulutsu

Hubble uzak yıldızları keşfetmekle, 20. yüzyılın ilk dönem-
leri boyunca sürecektir olan ateşli bir gökbilimsel tartışmayı baş-
latmış oldu. Konu, Andromeda'nın en geniş ve teleskoplarla en
rahat incelenen türü olduğu *sarmal bulutsuların* doğasıydı.

Sarmal bulutsular, teleskop kullanan ilk gökbilimciler nesli-
nin, aletlerinin gökyüzünde kullanımı konusunda ciddi şekilde
uğraş verdiği 18. yüzyılda keşfedilmişti. Bu ilk gökbilimcilerin
tutkusu kuyruklu yıldız avıydı, bu nedenle gökyüzündeki pek
çok bulanık ışık beneğinin kuyruklu yıldızla karıştırılabileceği-
ni fark ettiklerinde sınırları bozuldu. 1784'te Fransız gökbilimci
Charles Messier bu *gök parazitlerinin* en parlaklarının konum-
larını katalog olarak yayımlayarak kuyruklu yıldız avcısı arka-
daşlarına değerli bir hizmette bulunacaktı.

Messier'in özgün kataloğu çoğu sarmal formda olanlardan
oluşan 103 bulutsu nesne içerir. Listenin 31. sırasında Androme-
da'daki Büyük Bulutsu vardır. Messier'in listesinde kuyruklu yıl-
dızla en az benzeyen bu bulutsu, nereye bakacağınızı bildiğiniz
takdirde çıplak gözle dahi görebileceğiniz, aydan yaklaşık altı kat
daha büyük, bulanık bir göksel nesnedir. Bugüne kadar gökbilim-
ciler onu Messier-31 ya da kısaca M-31 diye adlandırdılar.

Sarmal bulutsuların doğası hakkındaki ateşli tartışma evre-
nin büyüklüğü konusuna ayrılmaz bir biçimde bağlıdır; çünkü
sarmal bulutsular pek çok gökbilimcinin iddia ettiği gibi kızgın
gaz bulutları iseler, Dünya'nın yakınlarında bulunmaları gere-
kir. Kızgın gaz, büyük uzaklıklardan görülebilecek kadar par-
lamaz. Diğer gökbilimciler, sarmal bulutsuların Dünya'dan çok
çok uzaklarda bulunan devasa adalar olduğunu iddia ediyordu.
Kızgın gaz bulutu gibi görülmelerinin nedeni, aradaki uzaklığın
yıldızları bulanıklaştırmasıydı.

O zamanlar dahi, Güneş'in Samanyolu isimli bir yıldız sistemine dahil olduğu bilinmekteydi. Samanyolu, şekli CD'yi andıran düz ve yuvarlak bir yıldız kümesidir. Geceleri gökyüzüne gerilmiş sisli bir şeride benzer; bunun sebebi de galaksiyi içerisinde bulduğumuz konumdan görüyor olmamızdır. 20. yüzyılın başlarında pek çok gökbilimci, Samanyolu'nun tüm evren olduğuna ve sınırları ötesinde hiçbir şey bulunmadığına inanıyordu. Sarmal bulutsular Samanyolu'nun dışındaysa bu iddia çürütülecekti.

Hubble, Andromeda'da yıldızların bulunduğunu keşfettiğinde, ona bunlar Samanyolu sınırlarının ötesindeymiş gibi göründü; ama tam uzaklıklarını hesaplamadan kesin konuşması mümkün olmayacaktı.

Neyse ki Hubble, Andromeda yıldızları arasında Sefe adı verilen ve zor bulunan bir yıldız türü tanımlamıştı; bu da sorunu tamamen çözmesini sağlayacaktı.⁶

Bir gökbilimci için Sefe bulmak, uçsuz bucaksız bir sahilde gezerken kumda parlayan bir avuç dolusu mücevher bulmaya benzer; çünkü herhangi bir yıldızın uzaklığını hesaplamak imkânsızken Sefe'ler için bu her zaman mümkündür. İki yıldız görürseniz ve biri diğerinden daha parlaksa, birinin diğerinden daha mı parlak, yoksa bize daha mı yakın olduğunu söylemek imkânsızdır. Fakat Sefelerin gerçekte ne kadar parlak olduğunu söylemek mümkündür. Yani gökbilimci biri diğerinden daha parlak iki Sefe görürse, parlak olanın bize daha yakın olduğunu kesin olarak söyleyebilir.

Evrenin Yapıtaşları

Hubble, Andromeda'da bulduğu Sefe'leri Samanyolu'ndakilerle karşılaştırdı ve gerçekten muazzam bir uzaklıkta olduklarını keşfetti. Andromeda milyarlarca yıldızın Samanyolu'nun sınırlarının çok ötesinde yüzdüğü engin bir ada, ayrı bir galaksiydi.

6 Sefe'ler (Cepheid) düzenli aralıklarla parlayıp sönen değişken yıldızlardır. 1908'de Henrietta Leavitt değişim aralığı süresinin yıldızın parlaklığına bağlı olduğunu keşfetti. Yani bir Sefe'nin gerçek parlaklığını bulmak için parlama döneminin süresini ölçmek yeterliydi.

Andromeda başka bir galaksiyse Hubble'a göre bunun anlamı açıktı; Samanyolu da bir galaksi olmalıydı. Bizim baktığımız yerden düz bir yıldız diski olarak görünse de, o da bir sarmal galaksi, uzayda hantalca dönen dev bir ateşli fırlaktı.

Ayrıca Andromeda bir galaksiyse, gökyüzünde dağılmış diğer tüm sarmal bulutsular, yani evrenin derin karanlığında yanan dev yıldız fenerleri de birer galaksi olmalıydı. Bunun da ötesinde Samanyolu, uzaya serpilmiş milyarlarca yıldız takımından yalnızca biriydi. Gökyüzümüzde geniş ve parlak görünen Andromeda gibi galaksiler Samanyolu'na yakın, küçük ve soluk galaksilerse çok uzaktaydı.

Hubble böylece evrenin tahmin edilenden ne kadar büyük olduğunu ispatladı. Evrenin yapıtaşları olan engin girdaplar ve yıldız kümeleri tanımladı.

Galaksiler en büyük teleskopların görüntüleyebileceğinden daha geniş sınırlara yayılır ve gitgide küçülerek ışık zerreciklerine dönüşür. Bugün teleskoplardan görebildiğimiz evren milyarlarca metre genişliğindedir. Bu büyüklük başınızı ağrıttıysa, evreni bir kilometre yarıçapında bir küre olarak düşünün. Bu daraltılmış evrende bizim Galaksi,⁷ yaklaşık 200 milyar yıldızdan oluşan Samanyolu, küre merkezinde bulunur ve aşağı yukarı bir aspirin büyüklüğündedir.

Fakat Samanyolu yalnız değildir. Galaksiler kümeler şeklinde toplanma eğilimindedirler ve bizim Samanyolu da istisna değildir. Yerel Grup isimli küçük bir küme içerisindedir. Küme dahilindeki birkaç düzine galaksiden sadece Andromeda galaksisi oldukça büyüktür. Andromeda, uzayda yüzen ve bizden sadece 10 cm uzaklıktaki başka bir aspirindir.

Bizimkine en yakın başka bir galaksi kümesiyse yaklaşık 200 galaksiden oluşan Virgo Kümesi'dir. Bu cüce evrende, Virgo Kümesi bir futbol topu büyüklüğünde ve yaklaşık 3 metre uzaklıktadır. Daha uzak diğer kümeler aspirin büyüklüğünde binlerce galaksi içerebilir ve bizden birkaç metre uzakta olabilir. Galaksi kümeleri de kendi içinde *Süper Küme* adı verilen kümeler oluş-

7 Gökbilimciler bizim galaksiyi diğerlerinden ayırmak için cümle içinde büyük G harfiyle Galaksi olarak belirtir.

turur. Aspirin büyüklüğündeki galaksiler uzayda ölçülebilir evrenin bir kilometre ötesine kadar toplanmıştır.

Kaybolan Bulutsu

Hubble evrenin ana bileşenleri olan galaksileri tanımlamayı başardı ve evrene bir genişlik algısı sağladı. Yine de asıl keşfini henüz yapmamıştı. Sonraki numarasında Hubble, evrenin pek çok gökbilimcinin inandığı üzere her zaman var olmadığını, bir başlangıcının olduğunu gösterecekti.

Hubble'm buluşunun altyapısını oluşturan kişi, Flagstaff Arizona'da Lowell Gözlemevi'nden bir gökbilimci olan Velmo Melvin Slipher'dır. 1912'den beri henüz kimse galaksileri bilmezken Slipher titizlikle sarmal bulutsulardaki ışık desenlerini ölçüyordu.

Güneş ışığında olduğu gibi bulutsulardan gelen ışık da karışık renklerden oluşur. Her renk belli bir ışık dalga boyuna karşılık gelir; en uzununu kırmızı, en kısası mordur.⁸ Üçgen şekilde kesilmiş camdan oluşan bir prizma yardımıyla renkleri tayf olarak bilinen dizilere ayırmak mümkündür.

19. yüzyılda gökbilimciler, Güneş ve bulutsuların gökkuşağı görünümüyle tayflarının çirkin siyah çizgilerle bölündüğünü gözlemlediler. Renkler kaybolmuştu. Kısa zaman sonra kayıp renklerin atmosferlerindeki gazlar tarafından kaldırıldığı veya emildiği fark edildi. Kara çizgilerin desenlerinden emilimi yapan helyum, nitrojen veya oksijen gibi gazları saptamak mümkündü.

Slipher'ın büyük başarısı, sarmal bulutsular gibi son derece belirsiz nesnelerin tayflarının fotoğrafını çekebilecek bir yöntem geliştirmek olmuştu. 1917'ye gelindiğinde, bunlardan 15 tanesini Flagstaff'ın teleskopuyla gözlemlemiş, bulduklarına çok şaşırmıştı.

Güneş ve Samanyolu'nun diğer yıldızlarının tayflarındaki kara çizgilerin pozisyonları, dünyadaki laboratuvarlarda ışık

8 Işık, su dalgası gibi bir dalgadır. Ve aynı su dalgası gibi, tepe ve çukur noktaları vardır. Su dalgası veya ışık dalgası da olsa bir dalganın dalga boyu, iki tepe noktası arasındaki uzaklığa eşittir.

aynı gazlardan geçirildiğinde oluşan siyah çizgilerin pozisyonlarına çok benziyordu. Ama Slipber bulutsularda genelde tayfın sonuna doğru, dalga boyunun uzun tarafında ışığın daha kızıl olduğu bölgede çizgilerin yer değiştirdiğini fark etti. Gözlemlediği 15 bulutsudan yalnızca 2'sinde tayfın mor tarafındaki çizgilerde değişiklik vardı.

Slipher dalga boyundaki değişimleri Doppler Etkisi'yle açıkladı; polis araçlarının siren seslerinin araç ilerledikçe değiştiğini fark eden herkesin aşına olduğu bu etki nedeniyle araç bize yaklaşırken ses hızlanır, uzaklaşırken yavaşlar.

Ses dalgası uzaklaştıkça hava önce sıkışır, sonra genişler. Zaten ses dalgası da budur: havanın ardışık olarak sıkışma ve genişleme serisi. Dalga boyu uzadıkça, iki sıkışma arasındaki uzaklığa bağlı olarak perde aralığı daralır. Bize doğru yaklaşan sirenin ses dalgalarının dalga boyu kısalmış ve perde aralığı yükselir, uzaklaşan sirenin dalga boyu esner, perde aralığı daralır.

Diğer yandan, ışığın dalga boyu değiştiğinde, fark perde yerine renkte gözlenir. Yani bize doğru gelen bir cisimde Doppler etkisi ışık dalgasını kısar, özgün renk desenini tayfın mavi yönünde değiştirir, cisim uzaklaşırken de aynı etki ışık dalga boyunu çekip uzatır, desendeki değişim kızıl yönüne kayar.

Doğanın tayfında kara çizgiler meydana getiren atomlar oluşturduğu için şanslı sayılırız. Tüm renkler birden değişseydi bunu fark edemezdik; ışık tayfı bize yine aynı görünürdü. Bu durum 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 sayı dizisini alıp bir basamak sağa kaydırmaya benzer. 1, 2'yle yer değiştirir, 2, 3'le, ama sayı dizisi yine 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 olarak kalacaktır.

Fakat bu çizgiler sayesinde her tayfta belirgin desenler görülür. Tayf bir süpermarket barkoduna benzer, değişince hemen anlaşılır.

Slipher'in 15 bulutsusundan 13'ünde kızılıklar gözlenmesi, 13 bulutsunun bizden uzağa doğru yol aldığı, 2'sinin bize yaklaştığı anlamına gelmektedir. Fakat bu açıklama mantıklı görünmüyordu. Bulutsular gökyüzünde değişik konumlarda bulunur ve birbirlerine bağlı değildir. Bu nedenle rasgele yönere ilerliyor olmaları gerekir. Olasılık yasalarına göre, bulut-

suların tahminen yarısı uzaklaşırken, diğer yarısı yaklaşmalıdır. Vektörel hızlarında bir düzen olmasının nedeni ne olabilir?

Uzaklaşan sarmal bulutsuların kıvrıl çizgilerinde başka bir tuhaflık daha vardı. Samanyolu'ndaki alışılmış yıldızlarınkilerle kıyasla çok daha genişlerdi. Bu durum bulutsuların saniyede binlerce kilometre hızla uzaklaştığı anlamına geliyordu. Bu hız 1923'te, Hubble sarmal bulutsuların galaksiler olduğunu bulduğunda kısmi olarak açıklanmış oldu. Samanyolu'yla hiçbir ilişkileri olmadığından, Samanyolu yıldızları gibi hareket etmeleri için hiçbir neden de yoktu. Fakat çizgi genişliklerini gözardı da etsek, çoğu sarmal bulutsunun bizden uzaklaşıyor olmasının mantıklı bir nedeni hâlâ yoktu.

Hubble'ın Mount Wilson'da asistanı, vaktiyle dağda traktör şoförüken kendi kendine gökbilimci olmayı öğrenen Milton Humason'du. Hubble'ın önerisiyle Humason, Slipher'in öncülük ettiği işi devam ettirmeye başladı. En uzak ve bu nedenle en sönük olan ve 2,5 metrelik teleskopla görüntülenebilen galaksilerin vektörel hızlarını ölçtü ve kısa zamanda Slipher'in tamamen haklı olduğunu doğruladı. Tayfını ölçtüğü her bir galaksi, bizden saniyede on binlerce kilometre hızla uzaklaşmaktaydı.

Asistanı tayfları fotoğraflarken Hubble da boş durmadı. Titizlikle, hepsinin aynı parlaklıkta olduğu ve soluk olanların parlak olanlardan daha uzakta olduğunu varsayarak Humason'un galaksilerinin uzaklıklarını ölçtü.

Zamanın Başlangıcı

Hubble 1929'da, galaksilerdeki kıvrıl çizgilerin hiç de rasgele olmadığını birden fark etti. Bir düzen mevcuttu; galaksi ne kadar uzaktaysa boşluğun içinde o kadar hızlı savruluyordu. Hatta galaksilerin vektörel hızları uzaklıklarına bağlı olarak artıyordu. Bir diğerinin iki kat uzağında bulunan bir galaksinin ilkinden iki kat fazla vektörel hızla bizden uzaklaştığı ortaya çıktı, üç kat uzakta olan da üç kat hızla uzaklaşıyordu.

Bu ilişki Hubble kanunu olarak bilinir.

Bu buluşun en basit ve sade açıklaması şu şekilde yapılabilir: Uzak bir geçmişte, evrende, Dünya'nın merkezde olduğu şiddetli bir patlama gerçekleşti. Galaksiler dışı doğru patladı, bu nedenle bugün gözlemlediğimizde onları doğal olarak patlama merkezinden uzaklaşırken görüyoruz. Patlamadan sonra görelî olarak yavaş hareket eden galaksiler asgari uzaklıkta bulunurken, en hızlı başlayanlar bizden en uzağa gitti.

Böylece Hubble 20. yüzyılın en gözde gökbilimsel buluşuna imza attı. Evren genişliyor, yapıtaşları olan galaksilerse kozmik şarapnel parçaları gibi boşlukta savruluyor. Bu durumda şu yargıya varabiliriz: Evren genişliyorsa, geçmişte şimdikiinden daha ufak olmuş olması gerekir. Genişlemenin ilk başladığı bir an olmalıdır: Evrenin Doğuş Anı.

Hubble'ın buluşunun gerçek anlamı budur. Evrenin genişlediğini bulmakla, zamanın bir başlangıcı olduğunu da öngördü; evren yaşlı olmasına rağmen her zaman var olmamıştı. Gökbilimciler genişlemenin tersten oynatılan bir film gibi geriye sarıldığını farz ederek, evrenin Büyük Patlamayla 13,7 milyar yıl öncesinde oluştuğu sonucuna vardılar. Böylece bilim insanları ilk defa bütün galaksileri, yıldızları ve yaşayan canlılarıyla evrenin nereden geldiği ve nereye gittiği sorularını sorabileceklerdi: Bilimlerin en cesuru olan Evrenbilim doğmuştu.

HAREKETLİ EVREN

Einstein Kendi Denklemlerindeki Mesajı Nasıl Kaçırdı?

Ashında Edwin Hubble'ın evrenin devasa bir patlama sonucu genişliyor olduğuyula ilgili keşfinin kimseyi şaşırtmaması gerekirdi. Diğer bilim insanları bunu daha önceden zaten tahmin etmişti, yayımladıkları bilimsel makalelere herkesin ulaşması mümkündü. Fakat Hubble dahil biç kimse bu kişileri ciddiye almadı.

Nasıl bir evrende yaşıyor olduğumuzu ciddi şekilde sorgulamamızı mümkün kılan kişi Albert Einstein'dır. 1915'te bir kütlenin diğerlerini nasıl çektiğini açıkladığı Kütleçekim Kuramı'nı yayımladı⁹ ve bilimdeki önemli sorunlardan kaçınmayan biri olarak bu kuramı düşünebildiği en büyük maddeler topluluğu olan evren üzerine uyguladı. Bu süreçte Einstein, içinde yaşadığımız evrenin doğasıyla, nereden gelip nereye gittiğiyle ilgilenen Evrenbilim'i ortaya çıkardı.

Einstein'ın kuramına göre, bir madde diğerine doğrudan değil, yalnızca uzay aracılığıyla etki eder. Ünlü selefi Isaac Newton'la evren konusunda en can alıcı fikir ayrılıkları da budur. Newton'a göre uzay, kozmik tiyatronun yalnızca arka perdesidir; fakat Einstein'ın kuramında çok daha etkin bir rol alır.

Einstein'ın fikrine göre uzaya kolaylıkla şekil verilebilir, maddenin varlığıyla eğrilip bükülebilir. Bükülmüş bir uzayı

9 Genel Görelilik Kuramı olarak da bilinir.

tasavvur etmek kolay değildir; bunu tam olarak gözümüzün önüne getiremesek de en önemli niteliklerini anlayabilmek için bükülebilir yumuşak bir plastik plakayı uzay olarak düşünebiliriz. Bu plakaya ağır bir bilye yerleştirilirse etrafında bir çukur oluşur.

Aynı şekilde Dünya gibi iri bir cisim de etrafındaki uzayda bir çukur meydana getirir.

Plastik plakaya ikinci bir bilye bıraktığınızı düşünün. İlk bilye plakada oluşturduğu çukura yerleştiği için diğeri de doğal olarak ona doğru yuvarlanacaktır.

Aynı şekilde ufak cisimler de Dünya etrafındaki bükülmüş boşluğa doğru ilerler.

Dünya kendi kütleçekim gücüyle diğer cisimleri kendine çeker diye biliyoruz; ama gerçekte Dünya uzayı bükerek ve bu bükülmüş uzay diğer cisimleri çeker. Kütle çekimi budur; eğilip bükülmüş uzay.

Bu görüş tek cümlede özetlenebilir: "Madde uzaya nasıl büküleceğini söyler, bükülmüş uzay da maddeye nasıl hareket edeceğini." Bütün bunlar tavuk ve yumurta hikâyesine benzerse de Einstein 1915'te kütleçekim kuramını ortaya attığından beri pek çok gözlem bu görüşü doğrulamıştır.

Einstein'ın Kör Noktası

1917'de Einstein kütleçekim kuramını tüm evrene uyguladığında, evrenin genişlediğini de aynı zamanda ortaya çıkarmış olmalıydı. Bu bulgu kendi denklemlerinde açıkça görünmekteydi. Fakat 20. yüzyılın en büyük fizikçisi bunu gözden kaçırdı veya aksine gördü; fakat göz ardı etti.

Önyargı Einstein'ın gerçeği anlamasını engelledi. Evrenin nasıl olması gerektiğine çoktan karar vermişti, kendi fikriyle rekabet eden tüm olasılıkları yok saymaya hazırды.

Evrenin durağan oluşuyla ilgili köklü inancına göre, tüm galaksiler hareketsiz bir şekilde uzayda asılıydı. Bazı galaksilerin evrende biraz gezinmesi mümkündü; fakat toplam yoğunluğu değiştirecek kadar değil. Bu daima sabit kalmalıydı.

Durağan bir evren fikri Einstein'e cazip geldi; çünkü bu durum işleri basitleştiriyordu. Durağan bir evren sizi şaşırtamaz. Zaman içinde hep aynı kalır. "Evren nereden geldi, nereye gidiyor?" gibi tatsız sorulara cevap bulmanız gerekmez. Bir başlangıç yoktur. Bir son da yoktur. Evrenin şu anki şekliyle varoluşunun nedeni, hep bu şekilde var olmuş olmasıdır.

Fakat Einstein kütleçekim kuramını evrene uyarladığında, galaksilerin hareket etmek için bitmez tükenmez bir hareket ihtiyacı duyduklarını gördü. Nedeni basitti: Kütleçekimin etkisiyle her galaksi bir diğerine doğru çekiliyordu, sonunda tüm galaksilerin bir araya toplanması gerekirdi.

Bu durum Einstein için bir sorun gibi de görünse, evrenin sabit olduğuna olan inancı o kadar büyüktü ki, bu fikrin peşini o kadar kolay bırakmayacaktı.

Evreni sabitlemek kolay bir iş olmadı. Durumu kurtarmak için Einstein son çare olarak kıymetli denklemlerini değiştirdi. Denklemlere gizemli bir kozmik itme kuvveti dahil etti. Bu kuvvet, galaksileri acımasızca birbirine doğru çeken kütleçekim kuvvetini etkisiz hale getiriyordu. Sadece çok büyük uzaklıklarda hissedilebilirdi, bu nedenle onu daha önce fark edememiştik.

Böyle özel bir kuvvetin varlığını ispatlayacak bir kanıt yoktu; fakat Einstein şöyle düşündü: Var olsaydı, tüm varlıkları birbiri üzerine çökmekten kurtarabilirdi. Durağan evren de bu erken ölümden kurtarılırdı.

Kozmik itme kuvveti uyduruk gibi görünüyorsa, öyle olduğu içindir. Doğrusu Einstein'ın denklemlerinden çıkarılacak daha gerçekçi çözümler vardı; fakat bunlar başkalarının keşfetmesi için bir kenara bırakıldı.

Evrinleşen Evren

Einstein'ın kütleçekimi kuramını ilk kabul eden kişilerden biri, Hollandalı gökbilimci arkadaşı Willem de Sitter'dir. 1917'de o da kuramı tüm evrene uyguladı. Fakat Einstein'ın aksine evrenin yoğunluğunun her zaman sabit kalması gerektiği konusunda ısrarcı davranmadı. Bunun yerine, denklemlere biraz daha açık fikirle yaklaştı.

De Sitter, Einstein'ın denklemlerine uyan; fakat tamamen farklı bir evren modeli keşfetti. Bir taraftan, maddeden yoksun olduğu için içinde yaşadığımız evrene taban tabana zıttı. Diğer taraftan bizim evrene kayda değer biçimde benzer başka bir özelliği vardı: Bu evrende de uzay genişliyordu.¹⁰

İki parçacık bu boş evrende bir yere yerleştirilirse, aralarındaki boşluk genişlediği için sürekli olarak ayrı yönlere ilerlerler. Daha fazla parçacık bu evrene serpilirse, evrenin genişlemesiyle her birinin diğerine olan uzaklığı sürekli olarak artacaktır. Hubble'ın genişleme kanunu de Sitter'in evreninde doğal olarak uygulanmaktaydı.

Genişleyen bir evrende, uzak galaksilerden yayılan ışığın kırmızıya kayması kolayca açıklanabilir. Kırmızıya kayma, uzak galaksilerden gelen ışık dalgaları bize doğru yol alırken evrenin genişlemesiyle esnedikleri için oluşmaktadır, Doppler etkisi nedeniyle değil. Bir balon yüzeyine eğri bir çizgi çizdiğinizizi düşünün, sonra balonu şişirin. Işık dalgası da bu şekilde esneyerek uzar veya kırmızıya kayar.

Bu ilginç genişleme kuralı dışında, de Sitter'in evreninde başka da bir şey yoktu. Neticede maddeden yoksundu. 1922'de Petrograd Üniversitesi'nden Rus gökbilimci Aleksandr Friedmann bu durumu düzeltecekti. Friedmann, Einstein'ın denklemlerine uyan ve gerçek evren gibi madde parçacıkları bulunduran bir grup evren modelleri buldu.

Friedmann kendi evrenlerinin kesinlikle durağan olmadığına, zamanla genişleyerek ya da daralarak değiştiklerini gördü. Genişleyen evrenlerde madde parçacıkları Hubble'ın kanununa kendiliğinden uymaktaydı.

Gökbilimciler zaman içinde değişen evrenleri durağan olanlardan ayırt edebilmek için "evrimleşen evren" olarak isimlendirirler. Friedmann'ın evrimleşen evrenleri, ondan beş yıl sonra, Katolik bir rahipken gökbilimci olan Belçikalı Georges Lemaître tarafından yeniden keşfedildi.

Friedmann ve Lemaître'in evrenlerindeki ayırt edici özellik, küçük ve sıkıştırılmış bir durumdayken Büyük Patlama

10 Komik olan şu ki, de Sitter, Einstein'ın denklemlerine uyan; fakat onunkinden daha gerçekçi bir durağan evren bulmaya çalışıyordu.

benzeri şiddetli bir genişlemeyle ortaya çıkmalarıdır. Madde parçacıkları hareket halindeyken oluşur ve o zamandan beri birbirlerinden ayrılmaktadırlar.

Lemaître evrenin doğuşundaki patlamaya nelerin neden olabileceği hakkında tahminlerde bulundu. Kararsız bir atom çekirdeğinin bozunarak büyük miktarda enerji açığa çıkara-bileceğinden, yani radyoaktivite olgusundan haberdardı. Doğal olarak evrenin ilk çağlara ait dev bir atomun parçalanarak tüm cisimleri binlerce parçaya bölmesiyle oluştuğunu farz etti. Bu teori için çok az delili vardı; ancak daha iyi bir fikir bulamamıştı.

Einstein'ın En Büyük Hatası

Hubble evrenin genişlediğini keşfettiğinde, Friedmann ve Lemaître'nin yıllardır söylediklerini haklı çıkarmış oldu. Yaşadığımız evren gelişmektedir. Büyük Patlama sonucu ortaya çıkmıştır ve o zamandan beri genişlemektedir. Bu yeni bulgu nedeniyle "Büyük Patlama nedir, ondan öncesinde neler oldu?" gibi cevaplaması zor sorularla karşılaşsak da bunlarla yüzleşmemiz gerekir. Bu bulgunun olumlu yönüyle, sonsuz bir hareketsizlikle donmuş durağan bir evrene kıyasla, daima değişen bir evrenin çok daha fazla yeni olasılıklar içermesidir.

Einstein, Hubble'ın keşfini öğrendiğinde, kozmik itme gücü konusunda ne kadar yanlış olduğunu fark etti. Bu teorisinden "hayatımın en büyük hatası" diyerek vazgeçti.

Doğrusu, İngiliz gökbilimci Artbur Eddington'ın 1930'da ispatladığı gibi, Einstein'ın durağan evreninin aslında hiç çalışmaması gerekirdi. Durağan bir evren doğasında kararsızdır, daralma ve genişleme arasında tehlikeli bir şekilde dengededir. En ufak bir hareket bu yönlerden birine kaymasına neden olur.

Einstein'ın savunmasına göre, 1917'de kütleçekim kuramını evrene uyguladığında, evrenin ana bileşenlerinin galaksiler olduğu bile henüz bilinmiyordu. Bu alışılmadık yanlışlığı bu nedenle affedebiliriz.

Büyük Patlama Arka Bahçemizde mi Gerçekleşti?

Safça Büyük Patlamayı galaksilerin kozmik şarapneller gibi etrafa dağıldıkları Dünya merkezli devasa bir patlama olarak tasavvur ettik. Fakat Friedmann ve Lemaître'in denklemleri bundan biraz daha farklı bir senaryo sunmaktadır. Büyük Patlama bildiğimiz patlamalardan çok daha farklıydı.

Bir kere bir bomba patladığında şarapneller etrafı saran havaya, yani zaten var olan bir boşluğa doğru savrulur. Fakat Büyük Patlamadan önce böyle bir boşluk yoktu. Hiçbir şey yoktu. Her şeyi Büyük Patlama oluşturdu; boş uzay, madde, enerji ve hatta zaman da buna dahil. Patlamadan hemen sonra da evren genişlemeye başladı.

Bunu hayal etmekte zorlanıyorsanız meraklanmayın. Büyük Patlama eşsizdi. Yalnızca bir kere gerçekleşti. Günlük hayatımızda karşılaştırabileceğimiz bir örnek yok; sözcükler ifade etmeye yetersiz.

Bilinen bir patlamayla Büyük Patlama arasındaki bir başka büyük farksa, Büyük Patlamanın her yerde aynı anda gerçekleşmesidir. Herhangi bir bombanın patladığı yeri belirleyebildiğimiz gibi Büyük Patlamanın merkezini göstermemiz imkânsızdır. Yaklaşık 13,7 milyar yıl önce, madde parçacıkları diğer bütün parçacıklardan uzaklaşmak üzere bu şekilde harekete geçmiştir.¹¹

Uzayda her yerde aynı anda olan bir patlamanın önemli bir sonucu vardır. Evrendeki tüm gözlemcilerde patlama merkezinde oldukları yanılgısına neden olur. Oysa diğer tüm galaksilerin bizden uzaklaştığını gözlemliyor olmamız, evrenin merkezinde özel bir konumda olduğumuz anlamına gelmez.

Bunun nedenini anlamak için evreni kabaran bir kek gibi düşünün, kuru üzüm de galaksiler olsun. Bu görüntü tam olarak doğru değil elbette, örneğin kekin bir sınırı vardır, fakat evren sonsuza kadar uzanır.

Kek kabardıkça kek hamuru kuru üzümleri birbirinden uzaklaştırarak her yöne doğru genişler. Herhangi bir üzümün açısından bakacak olursak, diğer üzümleri sürekli uzaklaşırken

11 13,7 milyar evrenin yaşının modern bir tahminidir.

görürüz. Aynı şekilde Andromeda'da veya en güçlü teleskopların görebildiği en uzaktaki galakside yaşasak da, Samanyolu'nda olduğu gibi galaksileri bizden uzaklaşırken görürdük. Yani genişleyen bu evrende herkes aynı görüntüye bakıyor, herkes kendini evrenin merkezinde sanıyor.

Gökbilimciler, evrendeki bu "hiçbir yerin diğerinden daha özel olmaması" durumunu Evrenbilimsel İlke¹² olarak adlandırdılar. Bu, 16. yüzyılda ünlü Polonyalı gökbilimci Nicolaus Copernicus'un belirlediği ilkelerin bir uzantısıdır. *Dünya merkezli bir evren* gibi Antik Yunan teorilerinin yıldızının hâlâ parladığı dönemde yaşayan gökbilimci, Güneş'in Dünya etrafında değil, Dünya'nın Güneş etrafında döndüğünü kanıtladı. Kopernik fikresi şu şekilde özetlenebilir: Evrendeki yerimiz o kadar da özel değildir. 16. yüzyıldaki "Evren, Güneş ve gezegenlerden oluşur" fikrinin doğal bir uzantısı olan 21. yüzyıl Evrenbilimsel İlke'ye göre "Kozmoz galaksilerle doludur."

Hubble Kanunu Niçin Doğru Olmak Zorunda?

Görünüşe göre Hubble kanunu, Evrenbilimsel İlke'nin uygulandığı genişleyen bir evrende yaşamanın doğal bir sonucudur. Uzaklaşan bir galaksinin hızının uzaklıkla doğru orantılı olmaktan başka şansı yoktur.

Bunun nedenini anlayabilmek için tek sıra halinde dizilmiş A, B ve C galaksilerini düşünün. Diyelim ki A ile B arası uzaklık, B ile C arası uzaklığa eşit olsun. Şimdi B'nin A'dan saniyede 100 km hızla uzaklaştığını varsayalım. Bu durumda C de B'den saniyede 100 km hızla uzaklaşıyor olmalıdır; çünkü Evrenbilimsel İlke'ye göre evren her yerden aynı görünür.

Peki C, A'dan hangi hızla uzaklaşır? Saniyede 100 km'ye saniyede 100 km'yi eklersek, 200 km/sn eder. Yani A'dan B'ye göre iki kat uzakta olan C, aynı zamanda ondan iki kat hızla uzaklaşmaktadır.

Bu tümevarımı evrendeki tüm galaksilere uygularsak, biri diğerinden üç kat uzakta olan bir galaksinin, ondan üç kat hızla uzaklaştığını görürüz vs. Bu tam olarak Hubble'ın 1929'da

12 Cosmological Principle -yn.

keşfettiği genişleme kanunudur. Evren genişliyorsa ve bâlâ her noktadan aynı şekilde görünüyorsa, genişleme kanunu doğru olmak durumundadır.

Geceleri Gökyüzü Neden Karanlıktır?

Einstein evrenin durağan ve sonsuz olmasını istese de kanıtlar evrenin her zaman var olmadığını gösteriyor. Aslında bu durum, geceleri gökyüzünün karanlık oluşu gibi basit bir gözlemle dahi kanıtlanabilir.

Evren kademe kademe dizilmiş yıldızlarla sonsuza kadar uzanıyorsa, dünyadan bakılan her yönde yıldızlar görmemiz gerekirdi. Parlak yıldızların arasında solgun yıldızlar, onların aralarında da daha soluk olanlar, bu şekilde gökyüzünün dolması ve yıldızlar arasında hiçbir boşluk bulunmaması gerekirdi. Dünyadan yukarıya herhangi bir açıdan her bakış eninde sonunda bir yıldızla sonlanacağından, şimdi gözlenenden farklı olarak, geceleri gökyüzünün ortalama bir yıldız yüzeyi kadar parlak olması gerekirdi.

Bu bariz çelişkiye ilk defa gezegenlerin Güneş etrafındaki hareketlerini kontrol eden kanunları keşfetmekle meşhur Alman gökbilimci Kepler tarafından 1610'da dikkat çekildi. Ünlü kuyruklu yıldız adını veren Edmund Halley dahil olmak üzere diğer gökbilimciler de kuram ve gözlem arasındaki bu ikilemi onaylıyor olsalar da bu fikir Alman gökbilimci Heinrich Olbers sayesinde 19. yüzyılın ilk yarısında yaygınlaşmıştır. Bugün bu kuram Olbers Paradoksu olarak bilinir.

Evreni bir soğanın katları gibi tekmerkezli uzay katmanları olarak düşünün. Büyük mesafeler, uzak katmandaki yıldızların yakın yıldızlara göre daha solgun görünmelerine neden olacaktır. Bu yıldızlar gerçekte daha solgun olabilirler, ama sayıları çok daha fazla olacaktır; çünkü en uzak katmanın yüzeyi daha geniştir. Yani katman ne kadar uzak olursa olsun, yıldız adedi solgunluk dereceleriyle denkleşecek ve ardışık her katman aynı miktarda ışık yayacaktır. Sonsuza kadar uzanan bir evrende sonsuz sayıda katman olacağından, gökyüzünün parlaklığının da sonsuz olması gerekir!

Aslında bu tam olarak doğru değil. İğne deliğinden daha büyük görünmeseler de yıldızlar gerçekte çok ufak disklerdir ve hiçbir teleskop onları ayırt edecek kadar güçlü değildir. Bu nedenle yakın olanlar, arkalarında kalan daha uzak yıldızların ışığını engelleyecektir. Bu etki dikkate alındığında daha doğru bir sonuç elde edilir: Geceleri gökyüzü sonsuz bir parlaklıkta olmasa da en azından ortalama bir yıldız kadar parlak olmalıdır.

Evrendeki pek çok yıldız, yani yaklaşık yüzde 70'i bizim Güneş'imizden biraz daha soğuk olan Kızıl Cüce olarak bilinen türdendir. Sonsuza kadar uzanan bir evrende geceleri gökyüzü, kızıl bir cücenin yüzeyinde yaşıyormuşuz gibi tamamen kırmızı görünmelidir. Gerçekteyse bundan binlerce milyon kez daha solgundur.

Bu önemsiz gözlem, yani gökyüzünün geceleri karanlık oluşu, evrenin sonsuza kadar ilerleyen yıldızlarla dolu ve durağan olamayacağını gösterir.

Büyük Patlamaya maruz kalmış bizimki gibi bir evrende iki apaçık neden gökyüzünün geceleri parlak olmasını engeller: Evren genişlemesi nedeniyle, çok uzak galaksilerden gelen ışınlar devamlı olarak daha fazla kırmızıya kayar. Kıymızı ışık mora göre daha az enerji taşıdığı için bunun etkisi uzak mesafelerden gelen ışığın enerjisinin azalması olarak görülür. Sonuç olarak, genişleyen bir evrende uzak mesafelerdeki galaksiler, durağan bir evren alternatifine oranla, geceleri gökyüzünün parlaklığına daha az katkıda bulunurlar.

Fakat Büyük Patlama evreninde geceleri gökyüzünün karanlık olmasını sağlayan çok daha önemli başka bir etken gözlenir: Evrenin bir başlangıcı vardır; o, her zaman var olmamıştır. Bunun anlamı, Kepler, Olbers ve diğerlerinin varsaydığı gibi baktığımız her yönde bir yıldızın olmayışıdır.

Bunun nedenini anlamak için uzak bir galaksi veya yıldızı yalnızca ışıklarının bize ulaşması için Büyük Patlamadan beri yeterli zaman geçtiyse görebildiğimizi bilmemiz gerekir; yoksa onları göremeyiz.

Bütün iş, günlük standartlara göre son derece hızlı olsa da sınırsız olmayan ışık hızında biter. Işık, saniyede yaklaşık

300.000 veya yarım saatte bir milyar km hızla ilerler. Parınak-larınızı şıklatın. Bunu yaparken harcadığınız zamanda bir ışık ışıını Avrupa-Amerika arasını 30 kere turlayabilir.

Ama ışık ne kadar hızlı olursa olsun, evren de çok geniş bir yerdir. Güneş'ten gelen ışınların Dünya'ya ulaşması yaklaşık 8 dakika, en yakın yıldız Alfa Centauri'den 4 yıldan uzun bir zaman, en uzak galaksilerdense milyarlarca yıl sürer. Güneş şimdi sönse, ancak 8 dakika sonra haberimiz olurdu. Şüphesiz, uzak galaksiler ışınları bize ulaşana kadar değişir, çoktan ölüp ölmediklerini bile bilemiyoruz. Işığın sınırlı hızının anlamı şu-dur: Uzayda daha ilerilere baktıkça, cisimleri daha da geçmiş-teki halleriyle görüyoruz.

Başlangıcı olan bir evrende sınırlı hızdaki ışınların bir başka sonucu da şudur: Yıldızlar çok uzaklara uzansa da bi-zim görüş alanımızı sınırlayan bir ufuk vardır. Açıkçası evren, bu uzak yıldızların ışınlarının bize ulaşabileceği kadar yaşlı değildir. Bu ufuk, denizdeki bir geminin etrafındaki ufka ben-zer. Kaptana göre bu sınır denizin sonu değil, sadece görebil-diği en uzak mesafedir.

Yıldız ve galaksileri yalnızca belli bir ufuk dahilinde görebiliyor olmamız, gökyüzünün geceleri karanlık olmasının önemli bir nedenidir. Rasgele yönde attığımız bakış bir yıldızla kesişmeden önce kuramsal olarak ufkun uzaklık sınırını aşmaktadır.

Sonuçta, Büyük Patlama evreninde evrenin genişliyor oluşu ve daha önemlisi, sınırlı yaşı nedeniyle gökyüzü geceleri karanlıktır. Hatta Büyük Patlama evreninin güzel yönü de bu iki özelliğin birbirini tamamlıyor oluşudur. Genişleme, evrenin görece olarak yakın zamanda Büyük Patlamayla başlamasının sonucudur.

Burada bir dipnot düşmek gerekir: Kepler, Olbers ve diğerle-ri geceleri gökyüzünün karanlık oluşunun ilginçliğini vurgular-ken, Büyük Patlama teorisiyle açıklandığı üzere haklı da olsalar, gökyüzünün ortalama bir yıldız kadar aydınlık olması gerektiği konusunda hatalılardı. Yıldızların ömürlerinin sınırlı oluşunu hesaba katmamışlardı. Yıldızların benzini genelde 10 milyar yıl içinde bitir ve sönerler. Fakat gök fizikçisi Ed Harrison'un 1964'te belirttiği gibi, evrendeki yıldızların gökyüzünü geceleri ortalama bir yıldız yüzeyi kadar parlak yapacak kadar ışıyım

yayabilmeleri için yaklaşık 100.000.000.000.000.000.000.000 yıl geçmesi gerekir. Yani Olbers Paradoksu aslen gerçek bir paradoks değil, şaşırtmacalı bir soruydu.

Yine de bu problem, sonsuz ve durağan bir evrenin varlığı konusunda fikir yürütülmesine yol açtı, bu sayede böyle bir evrenin var olamayacağı sonucuna varıldı. Einstein kendi kütleçekim denklemlerinde bu noktayı atlamıştı: Zamanın bir başlangıcı olmalıydı ve daha sonra uzay genişlemeliydi; başka türlü bir evren mümkün değildi.

Büyük Patlama Durağan Evrene Karşı

Fakat evrenin daimi olarak var olduğu fikri hâlâ günceldi. Bu kuram başlangıçta Einstein'ın, evreni uzay ve zaman içinde değişmemeye zorlayan kozmik bir itme kuvveti ortaya atmasına yol açacak kadar çekiciydi. Diğer fizikçiler de durağan evren fikrini ayakta tutmak için fizik kanunlarını esnetmeye hazırdılar.

1948'de İngiliz gökbilimciler Fred Hoyle, Hermann Bondi ve Thomas Gold, Mükemmel Evrenbilimsel İlke olarak bilinen bir fikre dayanan bir durağan evren kuramı önerdiler. Bu ilke, Evrenbilimsel İlke'deki fikri bir adım ileri götürüyordu; buna göre nereden ve ne zaman bakarsanız bakın, evren aynı görünür.

Hoyle ve yandaşları, evrenin sabit bir oranda genişlediği ve geride kalan boşluğu doldurabilmek için sürekli olarak yeni maddelerin oluştuğunu öne sürdü. Buna göre, boşluktan var olan madde, genişlemeyi telafi etmek ve evrenin yoğunluğunu sabit tutmak için tamı tamına yeterlidir.

Yine de ne Hoyle ne Bondi ne de Gold, maddenin nereden geldiğini bulamadı. Fakat zaten Büyük Patlamada oluşan maddenin nereden geldiğini de kimse açıklayamamıştı. Sonraki on beş yıl boyunca Büyük Patlama ve durağan evren teorileri arasındaki birebir yarış devam etti.¹³ 1960'larda Büyük Patlama arayışına başlamıştı.

13 İşin ilginç yanı, 1949'daki bir BBC radyo programı sırasında durağan evren kuramına alternatifleri tanımlarken, Büyük Patlama (*Big Bang*) ismini bulan kişi Hoyle'dır.

İngiltere Cambridge Üniversitesi'nde gökbilimci Martin Ryle, ışık dalgalarına fiziksel olarak benzer, fakat milyon kat daha uzun yoğun ısınım dalgaları oluşturan radyo galaksileri üzerine bir araştırma yapmaktaydı. Daha uzaklarda, Samanyolu çevresine kıyasla çok daha fazla radyo galaksiler olduğunu gözlemledi. Radyo dalgalarının uzak galaksilerden Dünya'ya varması milyarlarca yıl sürdüğünden, Ryle, bu nesnelerin eski zamanlarda şimdiye oranla daha yaygın olduğu sonucuna vardı. Diğer bir deyişle, durağan evren kuramına ters düşecek şekilde, evren zamanla değişiyordu.

İLKEL ATEŞTOPU

Elementleri Sıcak Büyük Patlamada Pişirmek

1931'de yirmi yedi yaşındaki Rus fizikçi George Gamow New York'ta gemiden inip yeni evine yerleştiğinde Hubble'ın genişleyen evren keşfi beş yaşına ulaşmış, fakat bilim çevresi tarafından henüz sindirilmemişti. Pek çok bilim insanı Hubble'ın evrenin milyarlarca yıl önce devasa bir patlamayla başladığı kuramını kabul etse de, kimse bilimin Büyük Patlama sırasında tam olarak neler olduğu sorusunun cevabını vermesini beklemiyordu ki bunu düşünmek bile sıradışıydı.

Fazla cesurca olmayan bu yaklaşım oldukça yaygındır. Bilim insanları kara tahtaya gizemli denklemlerini korkusuz bir coşkuyla yazsalar da derinlerde, doğanın gerçekten kendi derme çatma denklemleri etrafında dans ettiğine inanmakta güçlük çekerler. Hele Einstein örneğinde olduğu gibi bu denklemler, tüm evrenin doğuşu ve evrimini tasvir ediyorsa, bunu ima etmek bile cesaret gerektirir.

George Gamow cesur biri olduğunu gösterecekti.

ABD'ye göç etmeden önce Gamow, Petrograd Üniversitesi'nde Aleksandr Friedmann'ın öğrencisi olarak gökbilim okumuştur. Cambridge'de nükleer fizik biliminin öncülerinden Ernest Rutherford'la, Kopenhag'daysa modern atom algımızı oluşturan Niels Bohr'la çalıştı. Gamow'un ilgi alanı çok genişti, yıldız teorisinden biyolojiye ve popüler bilim yazılarına kadar uzanı-

yordu.¹⁴ Fakat özellikle evrenbilimde yaptığı çalışmalarla adı anılacaktı.

Gamow hemen hemen her konuda yanılrsa da çok önemli bir iş başardı; Büyük Patlamayı gerçekten ciddiye alarak varoluşun başlangıç anlarını kestirmek için nükleer fiziği kullanan ilk kişi oldu. Yıllar sonra diğerleri de onun yolundan giderek Büyük Patlamanın ilk saniyelerini tahmin etmeye çalışacaktı.

Görünüşe göre Gamow'un Büyük Patlama hakkındaki tahminlerinin zamanın başlangıcında gerçekleşen patlamayla hiçbir alakası yoktu. 1930'larda Gamow, kimyasal elementlerin başlangıç noktalarını açıklamaya çalıştı. Oksijen ve karbon, demir ve altın nereden geldi, diye meraklandı. Bu elementlerin atomları vücudumuzu, Dünya'yı ve yıldızları, yani evrendeki her şeyi oluşturuyordu, peki ama bunlar nasıl meydana gelmişti?

Gamow bunları düşünmeye başladığı sırada gökbilimciler önemli bir ipucu yakalamıştı. Yıllarca, binlerce yıldızın tayfları dikkatle incelenmişti. Gökbilimciler her tayfta eksik olan renk desenlerinden hangi elementlerin ışığı soğurduğunu tespit edebilmişlerdi. Bu bulgu evrenin değişik noktalarında hangi elementin daha yaygın olduğunu ölçmelerine yardımcı oldu.

Bu sayede elementlerin evrende aşağı yukarı eşit dağıldığını keşfettiler. Bu durum evrendeki tüm elementlerin ortak bir süreç sonucu ortaya çıktığının açık bir işaretiydi. Gamow evrenin esasında çok basit malzemelerden oluştuğunu, diğer tüm elementlerin de bu içerikten ortaya çıktığını öngördü. Bu fikri ilk ortaya atan Gamow değildi; ama bunu bir adım ileriye götürecekti.

Atomun Dünyası

Gamow araştırmasına başladığında, en hafifleri olan hidrojenen en ağır uranyuma kadar tüm elementlerin proton, nötron ve elektron isimli üç küçük ana maddeden oluştuğu biliyordu. Tüm atomlarda sıkı bir proton ve nötron kümesi olan

14 Gamow, DNA'daki kısa nükleik asit dizilimlerinin vücudumuzdaki proteinlerin kopyasını oluşturan bir şifre olabileceğini tahmin eden kişiler arasındadır. Francis Crick, James Watson ve Maurice Wilkins onun hakkı olduğunu kanıtlayarak 1962'de Nobel Ödülü aldılar.

bir çekirdek bulunur. Bu çekirdek, ekseninde çılgınca dönen bir elektron bulutunun ortasında duran bir Güneş'e benzer.

Bir hidrojen atomunu örneğin karbon veya uranyum atomlarından ayıran, çekirdeğindeki proton sayısıdır ve bu sayı yörüngesindeki elektron sayısına eşittir. Hidrojen'de 1 proton 1 elektron, karbondaysa 6 proton ve 6 elektron bulunur. Diğer yandan uranyum çekirdeği 92 proton içeren ve etrafında dönen 92 elektron dumanının ortasında bekleyen bir canavardır.

Proton ve elektronlar elektrik kuvvetiyle birbirlerine bağlıdır. Elektronlar eksi, protonlar artı elektrik yüküne sahiptir. Kimse elektrik yükünün tam olarak ne olduğunu bilmez, sadece elektron ve proton gibi zıt akımlara sahip parçacıkların birbirini çektiği, aynı akımlı parçacıkların da birbirini ittiği bilinir.

Nötronların elektrik yükü yoktur, yani elektrik kuvvetinden etkilenmezler. Protonları birbirlerinden ayrı tutarlar, böylece çekirdek içinde birlikte var olabilirler. Hidrojenin nötrona ihtiyacı yoktur; çünkü yalnız 1 protonu vardır, fakat uranyum çekirdeğinde barışı sağlayabilmek için 150 nötron gerekir. Bunlar olmadan, artı elektrik akımına sahip protonlar arasındaki elektrik kuvveti çekirdeğin parçalanmasına neden olacaktır.

Elbette elektrik kuvvetini de dengeleyen başka bir kuvvet vardır, yoksa atomlar hiç var olamazdı. Yeğin *nükleer* kuvvet, çekirdek içindeki nötron ve protonları birbirine bağlayan bir tutkal görevi görür.

Elektrik kuvvetinin aksine, nükleer (çekirdek) kuvvetinin çok kısa bir etki alanı vardır. Proton ve nötronlar bu alana girmek için birbirlerine çok yaklaşmalıdırlar; ama bir kez yeterince yakınlaştıklarında bu kuvvet onları sıkıca bağlar.

Nükleer kuvvet çok büyük de olsa, karşı koyulmaz değildir. Çekirdeğin içindeki yapıtaşları kendilerini yeniden düzenleyebilir. 20. yüzyılın başlarında, bunun bazı radyoaktif atomlarda doğal olarak gerçekleştiği keşfedildi. Çekirdekleri kararsız olan bu atomlar bazen nötron ve protonlarını kendiliğinden dışarı fırlatıyor ve bu süreçte başka atomlara dönüşüyordu. Fizikçiler, doğanın yapabildiğini yapmayı kısa sürede öğrendi. 1932'de İngiliz fizikçi John Cockroft ve E.T.S. Walton atomu parçaladı.¹⁵

15 Hatta Cockroft ve Walton'a atomun parçalanmasının mümkün ola-

Kozmik Kek Karışımı

Atomların, ana elementleri olan proton ve nötronları ekleyerek veya çıkararak değiştirilebilecekleri fikri, Gamow'a kimyasal elementlerin kökleri üzerine yaptığı araştırmada önayak oldu.

Gamow evrenin proton, nötron ve elektronlardan oluşan bir karışımla yola çıktığını ve tüm elementlerin bunlardan meydana geldiğini düşünüyordu. Bir çalışma arkadaşı bu karışıma *ylem* ismini verdi. Ylem yeterince yoğun ve sıcaksa, proton ve nötronlar hafif elementleri meydana getirmek üzere çarpışmaya ve birleşmeye başlamalı, hafif elementler de birbiriyle çarpışarak ağır elementleri oluşturmalıydı.

Elementlerin oluşumu için düşünülebilecek pek çok değişik tepkime modeli vardır. Fakat bunlar başlangıçtaki karışım belirlendiğinde, bilinen fizik kanunları yardımıyla saptanmalıdır. Tüm yapmamız gereken hesaplamaları yapmak ve bunların sonucunda günümüzde var olan elementlerin elde edilip edilmediğini görmektir.

Bu biraz da tarif olmadan meyveli kek yapmaya benziyordu. Bunun bir yolu, muhtemel bazı malzemeleri karıştırmak ve fırına atmaktır. Sonrasında ortaya çıkan keki pastaneden alınanla karşılaştırabilirsiniz. Bu ikisi benzer değilse, malzemeler değiştirilip kek tekrar pişirilir. Pek çok deneme yanılmadan sonra sonuç, mükemmel bir meyveli kek olabilir.

Gamow proton, nötron ve elektronlarla başlayarak, evrende şimdi gördüğümüz elementlerin tam tarifini bulmaya çalışıyordu. Ylemin çok sıcak olması gerekirdi, bu kadarı çok netti. Çekirdek sadece çok büyük bir hızda çarpışırsa birbirine yapışır, bu da yüksek bir sıcaklık demektir.¹⁶ Düşük bir hızda, her bir çekirdek içindeki protonlar arasındaki elektrik itim gücü, çekirdek kuvvetine kapılacak kadar yaklaşmadan çok önce onları birbirlerinden ayırırdı. Yüksek sıcaklıkta ki Gamow bu-

bileceğini söyleyen kişi Gamow'dur. İki bilim insanı 1951'de, başarılı nedeniyle Nobel Ödülü'ne layık görüldüler.

16 Sıcaklık tam olarak budur: bir cismi oluşturan mikroskobik parçacıkların hareket hızı.

nun milyarlarca derece olması gerektiğini fark etti, iki çekirdek birbirine öyle büyük bir şiddetle çarpmalıydı ki ortak elektrik kuvvetlerinin etkisinden çıkıp çekirdek tarafından yakalanacak kadar yakınlaşabilmeliydiler.

Fakat milyarlarca derece sıcaklık evrende nerede bulunabilir? Bu sıcaklığa ulaşacak doğal bir fırın bulmak ve tüm kimyasal elementleri burada pişirmek biraz abartılı bir istektir.

Sihirli Fırın

Gamow'un kuvvetli sezgisine göre, erken zamanlarda tüm evren tam da böyle bir fırın olmalıydı.

Evrenin genişlemesini bir film gibi geriye doğru oynatmak mümkün olsaydı, tıpkı bisiklet pompasındaki havanın sıkıştırıldıkça ısınması gibi, evrenin de yoğunlaştıkça sıcaklığının arttığını gözlerdik. Gamow, Büyük Patlamanın sıcak bir Büyük Patlama olduğunu fark eden ilk kişiydi.

Gamow ilk zamanlar evrenini kaynayan bir proton, nötron ve elektronlar kütesinin ufacık bir hacimde sıkışmış hali olarak tasavvur etti. Bir etki elementleri oluşturan ana bileşenler arasında çekirdek tepkimeleri yaratarak, bu kütleyi birden soğuması ve genişlemesi için tetiklemişti. Tüm bunların Büyük Patlama başladıktan birkaç dakika sonra, yani genişleyen ateştopunun nükleer reaksiyonların gerçekleşmeye devam etmesi için gereğinden fazla seyrelmesi ve soğumasından hemen önce olması gerekirdi.

Gamow birkaç değişik karışımla elementleri pişirmeyi denedi. Örneğin fikirlerinden biri, *ylemin* proton ve nötronlardan oluşan *aşırı yoğun* bir nesne olduğuydu. Bu nesne daha sonra dağıldı ve Georges Lemaître'in 1931'de ileri sürdüğü ilkel atom gibi, çok büyük miktarda bir enerji açığa çıkararak karışımın sıcaklığını milyarlarca dereceye kadar yükseltti.

Gamow'a göre ylem kendiliğinden ayrıştığında Büyük Patlama gerçekleşti. Ylemin nereden geldiği veya dağılmasını neyin tetiklediği konusundaysa hiçbir fikri yoktu. Diğer bütün bilim insanları gibi, bir seferde tek bir soruya cevap bulmaya çalışıyordu.

İlk Ateştopu

Gamow'un ilk fark ettiği, ylemde yalnızca parçacıkların bulunmadığıydı. Madde her sıcaklıkta ışıınım yayar ve sıcaklık arttıkça ışıının enerjisi de artar. Milyarlarca derecede madde şiddetli gama ışınları, yani görünür ışıktan daha kısa dalgalı çok yüksek enerjili bir ışıınım yayacaktır.

Bu nedenle evren erken zamanlarda ışııl ışııl parlayan bir ateştopu olmalıydı.

Böyle bir ateştopunda ışığın ışıınımı, bugünün evreninde olduğu gibi kayda değer bir uzaklığa ulaşamaz. Ateştopu, gelişimini engelleyen büyük miktarda serbest elektron içerecektir. Serbest elektronlar ışıınımı soğurmak, saptırmak veya *saçmak* konusunda oldukça başarılıdır.

Işığın özgün bir özelliği de boşlukta ilerlerken dalga gibi hareket etse de maddeyle etkileşime girdiğinde kurşun benzeri parçacık sağanağı gibi davranmasıdır.¹⁷ Yani bu ateştopunda foton adıyla bilinen ışık parçacıkları sürekli elektronlardan sekmektedir.¹⁸

Bir foton bir elektrondan saçıldığında fotonun enerjisi daha fazlaysa, genelde enerjisini elektrona aktarır. Motorsiklete çarpan bir araba düşünün. Genellikle arabanın motorsiklete göre daha fazla enerjisi olduğu için net enerji aktarımı arabadan motorsiklete doğru gerçekleşir. Diğer yandan, foton kendinden fazla enerjisi olan bir elektrondan saçılırsa, bu elektrondan enerji alır. İki elektron çarpıştığında da benzer bir durum gözlenir. Enerjisi fazla olan genelde diğerine aktarım yapar.

Hareketli parçacıklardaki daha az enerjili parçacıklara doğru enerji aktarımı eğiliminin önemli bir sonucu vardır. Parçacıkların etkileşime girecek yeterli zamanı varsa, sonuçta toplam enerjiyi eşit şekilde paylaşacaklardır.

Büyük Patlamada olan da tam olarak buydu Evren hızla ge-

17 Işığın dalga/parçacık doğasında oluşu, bilimin büyük muammaları arasındadır. Gerçekte ışık, parçacık veya dalga değildir, bilinen hiçbir sözcükle açıklanamayan bir şeydir.

18 Işığın dalga boyu kısalıdıkça fotonların enerjisi yükselir. Örneğin mavi ışığın enerjisi, kırmızı ışıktan daha fazladır.

nişlese de fotonlar ile elektronlar ve elektronlar ile elektronlar arasındaki etkileşim daha hızlı gerçekleşiyordu; sonuçta genişlemenin her ânında enerji parçacıklar arasında eşit olarak paylaşılmaktaydı.

Bir sistemde parçacıkların bu şekilde istikrarlı bir eşit durumda olmasına *termal denge* denir. Burada dengede olma durumu, her bir parçacığın enerjisinin sabit kaldığı anlamına gelmez. Parçacıklar bu alışverişe yine devam eder. Sabit kalan, herhangi bir enerji aralığındaki parçacık sayısıdır. Parçacıklar enerji aralığından çıktıkça yerine yenileri gelir, sonuçta denge korunur.

Bilim insanlarının kalbinde termal dengenin özel bir yeri vardır; çünkü anlaşılması kolaydır. Tüm sistemin niteliklerini kestirmek için rasgele hareket eden trilyonlarca ayrı parçacığın enerjisini hesaplamaları gerekmez. Termal denge durumunda parçacıkların istatistiksel nitelikleri tahmin edilebilir. Enerji basit bir şekilde dağılmıştır ve sadece sıcaklığa bağlıdır, bunu da fizikçiler kolayca hesaplayabilir.¹⁹ Parçacıkların altın atomu ya da proton, nötron olması fark etmez. Herhangi bir sıcaklıkta termal dengeyi koruyorlarsa, enerji dağılımları belli bir şekilde gerçekleşecektir. Doğanın karmaşıklığı dışarıda kalır.

Gerçekte maddeyi mutlak bir termal dengede bulmak çok kolay değildir; çünkü bu hale gelmeleri için parçacıkların uzunca bir süre hareketsiz beklemeleri gerekir. Bu sürede enerji dışarı sızar veya içeri girerse dengeye ulaşmak güçleşir. Yani termal denge için parçacık grubunun çevre koşullarından yalıtılmış olması gerekir.

Bu durum gerçek anlamında doğada zor bulunur olsa da yaklaşık olarak gözlenebilir. Örneğin Güneş'in iç kısmı neredeyse termal dengededir. Derinlerde serbest elektronlar tarafından savrulan fotonlar dev bir kutuda hapsedilmiş gibi saçılırlar. Sadece göreceli olarak ufak bir kısmı yüzeye sızarak Dünya'yı aydınlatır. Termal denge durumunun en iyi örneği Büyük Patlama ateştopudur. Ne de olsa evrende kapalı kaldığı için enerjinin dışarı veya içeri sızması mümkün değildir.

19 Kesin konuşmak gerekirse, sıcaklık yalnızca ısı dengesi durumundaki bir cisim için tanımlanabilir.

Termal dengedeki ışıınım ile madde arasında özel bir durum vardır. Madde parçacıklarının yalın bir enerji dağılımı, ışıınım parçacıkları yani fotonların yalın bir dalga boyu dağılımı vardır. Bu *termal ışıınımının* tayfı fizikçilere Albert Einstein'ın yüzü kadar tanındıktır. Bu tayfın şekli yalnızca maddenin sıcaklığına bağlı olan evrensel bir denklemle tanımlanmıştır ve ışıınımın etkilediği maddenin karakterinden bağımsızdır.

Buna çok benzeyen bir tayfı olan başka bir ışıınım da üzerine düşen tüm ışığı emen siyah bir yüzey tarafından yayılır, bu nedenle bu termal ışıınımına *kara cisim ışıınımı* denir. Bu talihsiz bir adlandırmadır; çünkü *kara cisim* terimi kara delikleri çağrıştırdığı için kafa karıştırır. Nihayetinde Güneş ve yıldızlar iyi huylu kara cisimlerdir; ama tüm fizikçiler bu terimi kullandığı için bizim de kullanmaktan başka şansımız yok.

Termal veya kara cisim tayfının kendine özgü tümsekli bir şekli vardır. Herhangi bir dalga aralığında dalga boyu arttıkça enerji dikine doğru yükselir, zirveye ulaşır ve tekrar aşağı iner. Kara cisim ne kadar sıcaksa zirvenin olduğu dalga boyu o kadar küçüktür. Güneş'te zirvenin bulunduğu yer yeşil ışığın dalga boyuna denk gelir.

Bir kara cisim tayfının çok büyük dalga boylarında alçalma nedeni kolayca açıklanabilir. Termal ışıınımın ışık geçirmez bir kutuya kapatıldığını düşünün. Kutunun boyutlarından uzun dalga boyları dahil olmaz; çünkü kutuya sığmazlar. Kısa dalga boyu tayfındaki alçalmanın açıklanabilmesi için ışıınımın foton doğasına başvurmak gerekecektir. Foton dalga boyu ne kadar kısaysa o kadar enerji içerir. Yani çok kısa dalga uzunluklarında fotonların enerji ihtiyacı çok yüksektir.

Ateştopu Işıınımı

1946'da Gamow, Ralph Alper isimli bir araştırma öğrencisini yanına aldı. R. Alpher, elementlerin ana maddesi olan yüksek ışıınım enerji denizinde birbirine girmiş ilkel nötron, proton ve elektron karışımına *ylem* adını veren kişidir.

Gamow, Alpher'den, soğuyan ateştopunda üretilen atomların miktarını hesaplamasını ve dünyada ölçülenlere uyup

uymadığını karşılaştırmasını istedi. Projenin erken aşamalarında aralarına Princeton mezunu Robert Herman da katıldı.

Alpher ve Herman hesaplamaları yaparken ateştopu ışınımı hakkında da fikir yürütmeye başladılar. Gamow gibi onlar da kara cisim tayfının karakterinde olması gerektiğini düşünüyorlardı. Elektronlar durmadan foton soğurup yaydıkça, ışık ve madde arasında sürekli enerji akışı oluyordu. Ateştopu genişlese de kara cisimsel tabiatını koruyacak, fotonları daha uzun dalgalar halinde esnetecek ve soğutacaktı. Bu durumda tayf tümseğinin zirvesi, daha uzun dalga boyuna doğru kayacaktı.

Fakat Alpher ve Herman, Gamow'un atladığı bir şeyi fark ettiler: Günümüz evreni, genişlemeyle oldukça soğumuş olan ateştopunun ısı kalıntılarıyla dolu olmalıydı.

Büyük Patlamadan yaklaşık 380.000 yıl sonra, genişleyen ateştopunun sıcaklığı 3000 derece kadar düştüğünde, evrende son derece kayda değer bir şey oldu. O zamana kadar evren, Büyük Patlama sonrası birkaç dakikada biçim almış kaynayan bir elektron ve atom çekirdeği külesiydi; fakat artık sıcaklık elektronların çekirdeklerle birleşip atomları oluşturmaya yetecek kadar düştü. Bu sayede evrendeki tüm serbest elektronlar çabucak temizlenecekti.

Bunun ateştopu ışınımı üzerine çarpıcı bir etkisi oldu. Elektronlar gidince ateştopunun fotonlarını dağıtan hiçbir şey kalmadı ve hızla soğuyan ateştopu saydamlaşdı.

Fizik diliyle fotonlar "yürümeyi" bırakıp "uçmaya" başladı. Yürümekten kastedilirse, foton yörüngelerinin bir sarhoşun yürüyüşünü andırmasıdır. Fotonlar bir elektronla karşılaşp başka bir yöne savrulmadan önce, kısa bir süre için düz bir çizgide ilerliyordu.

Büyük Patlamadan 380.000 yıl sonra her şey değişmişti. Atomlar tüm elektronları topladı, böylece fotonlar evrende engelsiz ilerleyebileceklerdi.²⁰

20 Güneşte de çok benzer bir süreç gözlenir. Merkezde nükleer reaksiyonlar sırasında üretilen fotonlar yüzeye çıkmaya çalışırken sürekli olarak dağıtılır. O kadar çok engellenirler ki yüzeye ulaşmaları yaklaşık 30.000 yıl sürer; fakat bir kere serbest kalınca, Dünya'ya ulaşmaları sadece 8 dakikalarını alır. Bundan dolayı güneş ışıkları yaklaşık 30.000 yaşındadır.

Elektrona çarpmadan kısa bir süre bile düz gidemeyen fotonlar, *Son Saçılma Evresi*'nden sonra birden engelsizce uçabilmeye başladılar. O zamandan beri de evren genişledikçe azar azar enerji kaybederek özgürce ilerliyorlar.

Birbirine sıkıca bağlı olan madde ve ışık, bu evreden sonra birbirlerinden ayrıldılar. Ateştopu ışıınının fotonları son 13,7 milyar yıldır hiçbir parçacığa rastlamadan evrende rahatça dolaşıyor.

Evren genişlemeye devam ederken esneyip soğuyan ışıının şimdi sadece zayıf bir ışıltı halinde kalmış olmalıydı. Alpher ve Herman'ın tahminlerine göre bugün sıcaklığının -268°C , yani mutlak sıfır noktasının 5 derece üzerinde olması gerekirdi.²¹ Ardalan ışıınının sıcaklığı uzun zaman önce evrenin sıcaklığıydı; fakat evrenin artan genişlemesi nedeniyle sıcaklık oldukça düşmüştü.

Alpher ve Herman bu tahminlerini 1948'de uluslararası bilim dergisi *Nature*'da yayımladılar. Gamow bu fikri önce önemsiz buldu. Ona göre evren, Büyük Patlama ateştopu ışıınınının kalıntılarıyla dolu olsa da pratikte bunu Dünya'dan görmek, yıldız ışıkları ışıının kalıntılarıyla aynı yoğunlukta enerji taşıdığı için de bu ikisini ayırt etmek mümkün olamazdı.

Zamanla Gamow da Alpher ve Herman'ın görüşüne katılmaya başladı. Yanıldığını farketti ve ateştopu ışıınınının yeterince duyarlı bir teleskop tarafından ayırt edilebilen kendine özgü bir izi olabilir diye düşündü.

Uzak bir Tahmin

Buna rağmen herkes Alpher ve Herman'ı unutmuş gibi görünüyordu. Bu öngörüler neredeyse yirmi yıl kadar bilimsel görüşlerin dışında kaldı. Bunun bir nedeni, Alpher ve Herman'ın 1940'lı yıllarda, dünyada Büyük Patlamadan artakalan soğu-

21 Mutlak sıfır, ulaşılabilen en düşük sıcaklıktır, bu nedenle fizikte özel bir yeri vardır. Bir cisim soğutulduğunda atomları git gide daha yavaş hareket etmeye başlar. Santigrat ölçeğinde -273°C 'ye denk gelen mutlak sıfır, atomların hareket etmeyi tamamen bıraktıkları noktadır.

muş ışıınımlı ölçecek kapasitede bir teleskop bulunduğundan habersiz olmalarıydı. 1950'lerin ortalarında iş arkadaşları James Follin, Ulusal Araştırma Laboratuvarı ve Ulusal Standartlar Bürosu'ndan gökbilimcilere ışıınımlı kalıntıları aradıklarını anlatıyor. Cevap olarak günün teknolojisinin böyle zayıf bir ışıınımlı tespit etmeye yeterli olmadığı söylendi ki bu yanlış bir bilgiydi.

Fakat bu tahminlerin göz ardı edilmesinin en önemli nedeni, Gamow'un ağır elementlerin oluşumuyla ilgili teorisinin yanlış oluşuydu. Teori hidrojen den sonraki en basit element olan helyum için geçerli göründü. Buna göre Büyük Patlamayla ortaya çıkan elementlerin yüzde 25'i helyum olmalıydı. Bu tahmin, gökbilimcilerin yıldızları araştırırken yıldızlararası boşlukta buldukları gazlarla karşılaştırılınca son derece geçerliydi.

Fakat konu diğer ağır elementleri üretmeye gelince teori başarısız oldu. Evren ilk zamanlarda, karbon ve demir gibi elementleri üreten peş peşe termonükleer reaksiyonlar oluşurabilecek kadar uzun süre sıcak ve yoğun kalmamıştı.

Fred Hoyle ve çalışma arkadaşlarının 1950'lerin sonunda kanıtladığı gibi, Büyük Patlamadan bu yana helyumdan ağır tüm elementler, yıldızların sıcak iç kısımlarındaki tepkimeler sırasında oluşmuştur.

EVRENİN ATEŞİNİ ÖLÇMEK

Ateştopu Işınımının Peşinde

George Gamow'un evrenin ağır atomlarının çoğunun sıcak Büyük Patlama sırasında oluştuğunu ileri sürerek çıkmaz bir yola girdiği doğrudur. Fakat 1960'ların başında Princeton Üniversitesi'nden bir fizikçi de evrenin erken dönemlerde çok sıcak olduğu sonucuna vardı. Gamow'un çalışmalarından habersizdi ve aynı sonuca tamamen farklı bir nedenle ulaştı. Elementleri oluşturmaya değil, onları parçalamaya çalışıyordu.

Bob Dicke sıradışı biçimde üretken bir bilim insanıydı. Atom fizikçisi olarak eğitim görmesine rağmen, Einstein'ın kütleçekim teorisine bir alternatif üretti ve Newton'un kütleçekim kanununun benzeri görülmemiş bir kesinlikte olduğunu kanıtlayan deneyler yaptı. İkinci Dünya Savaşı sırasında Dicke, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü Radyasyon Laboratuvarı'nda ilk radarın geliştirilmesine katkıda bulunan kilit kişiler arasındaydı.

Dicke aynı zamanda evrenbilimle de ilgileniyordu; fakat Büyük Patlama teorisi, özellikle de evrenin milyarlarca yıl önce durup dururken ortaya çıkıp kendi kendine genişlemeye başlaması savı onu tedirgin ediyordu. Büyük Patlamadan önce neler olduğunu öğrenmek istedi. Pek çok bilim insanı bu soru sorulduğunda omuzlarını silkip bilimin buna asla cevap bulamayacağını söylese de Dicke'ye göre bu sadece kaytarmaydı. Daha tatmin edici ve geleneksel Büyük Patlamaya göre daha az eksikleri olan bir kuramın peşine düştü. Sonunda salınan veya *seken* evren kuramını benimsedi.

Dev Bir Kalp

Dicke'ye göre evren, sonsuzlukta şişip kasılan dev bir kalbe benziyordu. Tüm galaksilerin bizden uzaklaşıyor gibi görülmesinin nedeni, insan soyunun evrenin genişlediği çağlardan birinde ortaya çıkmasıydı.

Fakat böyle bir anda genişleme, her bir galaksinin diğerleri üzerindeki kütleçekimi etkisi nedeniyle frenlenmekteydi. Dicke'ye göre, gelecekte genişleme durana kadar yavaşlayacak, sonra da daralma süreci başlayacaktı. Var olan her şey, madde mümkün olan en yüksek yoğunlukta sıkışana kadar kontrolsüz bir biçimde çökmeye başlayacaktı. Dicke, evrenin tam da böyle bir sıkışmış halden başlayarak tekrar genişlemekte olduğunu iddia etti.

Salınan evrenin en büyük cazibesi, yaratılış eylemiyle ilgili tedirginlik verici tüm soruları geçersiz kılmasıydı. Büyük Patlama eşsiz değildi. Zamanın derinliklerine yayılmış uzun bir patlamalar serisinin içinden yalnızca biriydi.

Salınan evren, durağan evren örneğindeki gibi, Büyük Patlama öncesinde neler olduğu gibi sevimsiz bir konuda kolayca yan çizabiliyordu. Başka bir Büyük Patlama olmuştu. Ondan önce de bir başkası. Bir başlangıç yoktu. Evren, sonsuzluğa doğru atan bir kalpti.

Yine de Dicke'nin çözmesi gereken bir sorun vardı. Gamow'un başarısız olduğu Büyük Patlamada elementleri oluşturma girişiminden sonra, Fred Hoyle ve çalışma arkadaşları evrenin ağır elementlerinin yıldız derinliklerindeki fırınlarda hidrojenden meydana geldiğini kanıtlamıştı. Hangi elementlerin sık, hangilerinin az rastlanır olacağı konusundaki kuramları o kadar kuvvetliydi ki pek az kişi doğruluğu konusunda şüpheye düştü. Hatta 1960'ların başında gökbilimciler yaşlı yıldızların gençlere oranla daha az ağır element içerdiğini gözledi, bu durum zaman geçtikçe yıldız derinliklerinde daha fazla ağır element üretildiğini kanıtlar gibiydi.

Fakat evren çoğunlukla hidrojenden oluştuysa ve sonradan yıldızlar diğer ağır elementleri meydana getirdiyse, evrenin bir önceki genişleme ve daralma döngüsü sırasında oluşan

ağır elementlere ne olmuştu? Daralma evresinin sonundaki Büyük Sıkışma ve bir sonraki genişlemenin başlangıcı olan Büyük Patlama arasında, evrenin tüm ağır elementlerini parçalayan bir süreç gerçekleşmiş olmalıydı.

Dicke, aşırı yüksek ısının bu işi güzelce halledebileceğini fark etti. Daralma sırasında evren çok sıcak, en azından bir milyar derece olmalıydı. Böyle bir sıcaklıkta ağır atomların vahşice çarpışması, hidrojene ayrışmalarıyla sonuçlanıyordu. Böylece evrensel tarihin son kalıntıları da siliniyor; evren bir sonraki döngüye ağır elementler olmadan başlıyordu.

Erken evrenin sıcak aşamasının kaçınılmaz bir sonucu da yoğun ışıınım olmalıydı. Böylece kendinden önceki Gamow gibi Dicke de, evrenin erken zamanlarda müthiş parlaklıkta bir ateştopu olması gerektiği sonucuna vardı.

Kozmik Mikrodalga Ardalanı

İronik olarak Gamow ağır elementleri inşa etmeye, Dicke parçalamaya çalıştı. Hatta durum iki kat ironikti; çünkü iki- si de ateştopu ışıınının varlığı konusunda yanlış nedenlerle haklıydı. Gamow gibi Dicke de ateştopu ışıınımına ne olduğu konusunda meraklandı. Genişleyen evrenin zamanla ışıınımı soğuttuğunu, foton dalga uzunluklarını sürekli esnettiğini ve enerjisini azalttığını fark etti. Ateştopu kalıntılarının milyarlarca derece yerine, şimdi mutlak sıfır derecenin biraz üzerinde hafif ılık bir parıltı olması gerekirdi. Gama ışınları gibi değil, kısa radyo dalgaları gibi görünmeliydiler.

Fakat Dicke, Gamow, Alpher ve Herman'ın atladığı bir şeyi fark etti, evrende bu dalgaların izini bulmak mümkün olabilirdi.

Princeton'da Dicke'nin "kütleçekim grubu"nda çalışan David Wilkinson ve Peter Roll isimli iki genç fizikçi vardı. Wilkinson, "Bir gün Dicke laboratuvara daldı," diye anlatır, "ve dedi ki: Beyler farkında mısınız, evrende gerçekten de ışıınım kalıntıları olabilir."

Büyük Patlamadan artakalan ışıınım üzerine bir araştırma yürütme olasılığı Wilkinson ve Roll'un merakını uyandırdı. Bu kalıntının özgün ve öne çıkan iki önemli özelliği olmalıydı: Ev-

renin her gözeneğine sindiği için gökyüzünde aynı anda her yerden gelmeli ve kara cisim tayfına sahip olmalıydı.

Büyük ihtimalle ışıınım şimdiye kadar soğumuştur. En parlaklarının 1 santimetre ile 1 metre arasında kısa radyo dalga boylarında olması gerekirdi. Bunlar *mikrodalga* olarak bilinir. Her yerden birden geliyor oldukları için ve ışıınımı görmek için çok büyük bir teleskopa ihtiyaç yoktur. Yani "evrenin ateşini ölçmek" için tek gereken, küçük bir radyo teleskopudur.

Bir santimetre dalga uzunluğunu algılayabilecek duyarlılıkta ilk radyo alıcıları radar yapımında kullanmak için savaş sırasında üretilmişti. Radar donanımının uçağa sığabilecek büyüklükte olması gerekiyordu, bu nedenle kısa mikrodalga uzunluklarında çalışabilmesi için ayrıca bir çaba gösterilmişti. 1946'da gökyüzündeki mikro dalgaları ölçmek üzere standartlaşan bu aleti yapan kişi ise Dicke'di.²²

1964 baharında Wilkinson ve Roll, artık *ilkel ateştopu* olarak adlandırdıkları kahntıları aramak için buna benzer bir cihaz yapmaya başladılar.

Çığ Gibi Büyüyen Fikir

Wilkinson ve Roll Büyük Patlama ışıınımını bulmak üzere işe giriştiği sırada Dicke, Çinli bir teorisyeni, ateştopunun şimdiki sıcaklığının nasıl bulunabileceğini düşünmek üzere görevlendirdi.

Jim Peebles Manitoba Üniversitesi'nden geldiğinden beri Princeton'da parçacık fizik üzerine çalışıyordu. Kendinden bir yıl üstte olan diğer bir Manitoba'lı Bob Moore'la yaptığı bir konuşma fikrini değiştirmeseydi, herhalde bu alanda devam ederdi. Peebles: "Bob bana, yanında çalıştığı Bob Dicke isimli bir fakülte araştırmacısının seminerlerinin benim uğraştığım işlerden daha ilginç olduğunu söyledi" diye anlatıyor. "Bazılarına katıldım; Bob tamamen haklıydı."

Peebles çabucak Dicke'nin kuramını kavradı; evren ilk zamanlarda yakıcı sıcaklıkta bir ateştopuydu ve bunun ölçülebi-

22 Gökbilimciler bu aleti "Dicke radyometresi" olarak adlandırır.

lir sonucu ancak geride kalan ışıınının tespit edilmesi olabildi. "İyi bir fikirdi" dedi Peebles, "... ve tüm iyi fikirler gibi bir düşünceler zincirini harekete geçirdi."

Peebles hemen Büyük Patlamanın çok sıcak olması durumunun olası etkileri üzerine çalışmaya başladı. Fark ettiği ilk şey, helyum ve diğer birkaç elementin Büyük Patlama sırasında üretilmiş olması gerektiğiydi. Kısa zamanda yaklaşık ne kadar helyum üretildiği ve bu miktarın evrenin bugünkü sıcaklığına olan etkisini hesapladı.

Peebles, evrenin toplam kütlelerinin yüzde 25'inin helyum olması gerektiğini buldu. O sırada bunun, gökbilimcilerin pek çok yıldızda bulunduğu helyum oranının aynısı olduğunu bilmiyordu. "Gökbilimle ilgili bildiklerim çok sınırlıydı" diye açıklıyor. Fakat önceden Jüpiter'in yapısıyla ilgili yazdığı bilimsel bir makalede kütlelerinin yüzde 25'inin helyum olması gerektiğini belirtmişti. Güneş için yaptığı hesaplamalarda da bu değer aynı olması gerektiğini buldu. "Büyük Patlamayla ilgili bulduğum verilerin Güneş Sistemi'ndeki değerlerle uyumlu olması şüphelerimizi giderdi" diye belirtiyor.

Aslında astrofizikle ilgili çözülmemiş önemli bir sorunun, evrende neden bu kadar çok helyum olduğunun cevabını bulmuştu. Fred Hoyle ve arkadaşları pek çok elementin yıldız merkezlerinde oluştuğunu kuşku bırakmayacak bir şekilde kanıtla da helyum bir soru işareti olarak kalmıştı. Yıldızların Büyük Patlamadan beri evrenin kütlelerinin yüzde 25'ini helyuma çevirmesinin hiçbir yolu yoktu. Hoyle bile sonunda şöyle bir çözüm önerisinde bulunmak durumunda kaldı: Ağır elementleri yıldızların oluşturduğu kesindi; ama helyum gibi hafif elementler başka bir yerde üretilmiş olmalıydı.

Bildiğimiz gibi Gamow bu yeri önceden tespit etmişti: evrenin başlangıcındaki ateştopu. Fakat bu kuram diğer ağır elementlerin üretimini kanıtlayamadığı için çürütülmüştü. Görünüşe göre doğayı böyle basitçe açıklamak mümkün değildi. Elementler Büyük Patlamada veya yıldızlarda oluşmuştur diyemeyiz; çünkü her ikisinde de üretilmişlerdi. Yani Gamow'un kuramı bir kenara bırakıldığında, kaş yaparken göz çıkarılmıştı.

Sıcak Büyük Patlamayla ilgili yapılan ilk kolokyumda Peebles dinleyicilere, her şey birbirini tutarsa kalıntıların sıcaklığının mutlak sıfır noktasının 10 derece kadar üstünde olması gerektiğini anlattı ve ekledi: "Alpher ve Herman'ın aynı sonuca benzer bir akıl yürütmeyle on altı yıl önce vardığını fark etmemiştim."

Peebles, Dicke'nin fikri için büyük bir gayretle çalışsa da Wilkinson ve Roll'un Büyük Patlama ısınımını bulacakları konusunda büyük umutları yoktu. Peebles "Asla iyimser değildir" diye anlatıyor. "Sıcak Büyük Patlama sadece ilginç bir konuydu. Sanırım hiçbir şey bulamayacaklarını düşündüm ve olumsuz bir sonucun doğuracağı etkiler üzerine kafa yormaya başladım."

Güvercin Kümesindeki Teleskop

Peebles teorilerini oluştururken Wilkinson ve Roll da Büyük Patlama ateştopunun soğumuş ısınımını bulmak üzere teleskop inşası üzerine çalışıyorlardı. Üç santimetre dalga boyundaki ışı-nımı aramaya karar verdiler. Donanımın bulunması çok kolaydı; çünkü aradıkları X-bandı isimli yaygın bir radar dalgasıydı. Bu dalga uzunluğunun avantajı, atmosferdeki su buharının etkisinin hissedilmemesidir. Ayrıca galaksiyi çevrelediği bilinen ve gökyüzünün büyük kısmının ardalan parıltısına neden olan ince gaz halesi de fazla engel olmayacaktı.

Wilkinson ve Roll aleti fazla pahalıya kaçmadan inşa etti, gereken parçaların çoğunu Princeton'dan 45 dakika uzaklıktaki Philadelphia ordu malzemeleri dükkânlarından buldular. İşle-rinden elektrik geçince parlayan vakumlu borular bile kullan-dılar. Wilkinson, "Bir dönemin sonuydu" diye anlatıyor. "Transistörler henüz ortada yoktu. Ne Peter ne ben mikrodalgalar hakkında fazla şey biliyorduk; ama Dicke çok şey biliyordu. Onunla biraz konuşur, gider laboratuvarında bir şey yapar, sonra gelip ona gösterirdik."

"Temelde, benim savaş sırasında Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde üzerinde çalıştığım aletin aynısını yapıyorlardı" diyor Dicke. "Onlara önerilerde bulundum; ama bütün lehim iş-lerini kendileri yaptılar."

İki fizikçi deney alanı olarak Princeton Jeoloji Binası Gaut Hall'ın çatısında karar kıldı. "Bizim hedefimiz için iyi bir noktaydı çünkü birkaç kule dışında çatı dümdüzdü" diyor Wilkinson. Anteni kullanılmayan bir güvercin kümesinde bir parça kontraplak üzerine inşa etmeye başladılar.

Donanımın merkezi bu antendi. Gökyüzündeki radyo dalgalarını toplayamaya yarayan tüm aletlere *anten* denir. Örneğin televizyon anteni TV vericisinden gelen radyo dalgalarını toplar. Başka bir örnek de gökbilimciler tarafından kullanılan ve uzak galaksilerden gelen radyo sinyallerini ölçen dev çanaklardır.

Radyo dalgaları bir anteni etkilediğinde, metal iskeletinde ufak elektrik akımları oluşur. Radyo teleskopu bu akımları kaydederek radyo dalgalarının gücünü ölçer.

Mikrodalgaları toplayan en iyi anten türü, *boynuz* olarak bilinen basit bir metal hunidir. Wilkinson bunu birbirine lehimlediği dört tabaka bakırdan yaptı. Daha çok iki metrelik kare bir trampete benziyordu. Mikrodalgalar yaklaşık bir metre kare büyüklüğündeki delikte toplanıyor, boynuzdan kayarak radyo dalgalarını tespit eden karmaşık bir elektronik yapı olan alıcılara geliyordu. Tüm TV'lerin içinde alıcılar bulunur. Wilkinson ve Roll'un alıcıları parlayan vakumlu tüplerin ulaştığı yerd.

Deneyde antenin tasarımının önemi büyüktü. Tüm antenler gökyüzündeki ufak bir alandan gelen radyo dalgalarını almak, diğer yönlerdekilere engellemek üzerine kuruludur. Örneğin bir TV anteni, yönlendirildiği TV vericisinden gelen radyo dalgalarını almalı, diğer TV vericilerinin dalgalarını dışarıda bırakmalıdır.

Antenin aldığı çoğu radyo dalgası yönlendirildiği yerden gelenler olsa da diğer yönlerden gelenler her zaman bir şekilde içeri sızmayı başarır. Antene girebilmelerinin nedeni, ses dalgaları gibi kıvrımlı köşeleri dönebilmeleridir.²³ Bu örnekte köşe, boynuzun açık kısmının keskin metal kenarlarıdır. İstenmeyen radyo dalgaları yüzeyden, Dünya atmosferinden ve radyo teleskopunun kendi parçalarından gelebilir. Mutlak sıfır noktasının üzerindeki her cisim kendiliğinden radyo dalgaları üretir. Ortak noktaları elektronlardır. Buz küpleri dahil her maddenin içinde titreşen ve radyo dalgalarını yayan elektronlar vardır. Hatta

23 Ses dalgaları köşeleri, örneğin binaları dönebilir, böylece göremesek bile bağırın birini duyabiliriz.

cismin sıcaklığı arttıkça elektronların titreşimi ve buna bağlı olarak yaydığı radyo dalgalarının gücü artar.

Radyo gökbilimcilerinin karşısına çıkan önemli bir sorun, uzaydan gelen sinyaller ile diğer istenmeyen kaynaklardan gelenleri ayırt edebilmektir.

TV anteni için bu büyük bir sorun değildir, istenmeyen radyo dalgaları vericiden gelenlere oranla çok daha zayıftır. Fakat Wilkinson ve Roll evrendeki en soğuk şeyi ölçmeye çalışıyorlardı, bu nedenle etraftaki daha sıcak cisimlerden gelen dalgaları yakalama ihtimali en büyük dertleriydi.

Büyük Patlama ışınımının sıcaklığı mutlak sıfır noktasından sadece birkaç derece yüksek olacağı için deney civarındaki her şey en azından birkaç yüz derece daha sıcaktı.²⁴ Antene bu cisimlerden yeterince radyo dalgası gelirse, arkadan gelecek olan zayıf ateştopu sinyallerini boğacakları kesindi.

Büyük Patlama ışınımı, evrende dolanan ışınımın yüzde 99,9'unu oluştursa da mikrodalga uzunluğunda Dünya'nın yaydığı ısıdan 100 milyon kere zayıf durumdaydı. Çok duyarlı ve yerden yansıyan ışığı engelleyen mikrodalga gözlükleriniz varsa onları görebilirsiniz; ama bu, altınızdaki zemin ve etrafınızdaki tüm nesneler bembeyaz parlarken gökyüzünden gelen zayıf bir parıltıyı algılamaya çalışmaya benzer.

Wilkinson ve Roll'un önünde zor bir görev vardı: Antenlerini gökyüzüne doğrulttuğunda zeminden ve etraftaki diğer sıcak nesnelerden gelen ışınımı mümkün olan en az düzeyde algılayacak şekilde tasarlamaları gerekiyordu. Trampet şekilli mikrodalga boynuzu iyi bir fikirdi; ama yeterli değildi. İki fizikçi bunu anteni çevreleyen ters bir metal etekle desteklediler. Bu *zemin kalkanı*, etraftaki sıcak nesneler ve özellikle zeminden gelen dalgaların antene nüfuz etmesini engelleyecekti.

Soğuk Yük

Doğru tasarlanmış bir anten dışında deney için çok gerekli başka bir şey daha vardı: *soğuk yük* olarak bilinen bir aygıt. Anten evrendeki en soğuk şeyi tespit etmeye çalışıyordu; fakat

24 Oda sıcaklığı, mutlak sıfırın yaklaşık 300 derece üstündedir.

geleneksel bir radyo teleskopu gibi çalışan hiçbir anten bunu başaramazdı.

Peki, geleneksel bir radyo teleskopu nasıl çalışır? Temelde, bir yıldız veya galaksiden gelen radyo dalgaları alıcıda radyoda kanal değiştirirken duyulan cızırtı gibi bir *statik yük* oluşturur. Ne yazık ki, diğer pek çok uyarıcı da alıcıda benzer bir akım üretir. Örneğin Dünya atmosferinden gelen radyo dalgaları, alıcının elektronikleri veya antenin metal çanağında titreşen elektronlar buna neden olabilir.

Gökbilimciler bu sahte akımla gökbilimsel akımı nasıl ayırt ederler? Bunun için çok basit bir hileye başvururlar. Önce antenlerini ilgilendikleri uzak yıldız veya galaksiye yönlendirip radyo dalgalarının gücünü bir kenara yazarlar. Sonra anteni yakınlardaki bir parça gökyüzüne yönlendirip sonucu yine not alırlar. Her iki seferde anten, alıcı ve atmosferden kaynaklanan istenmeyen akım aynı olacaktır. İkinci sonuç ilkinden çıkarılırsa, geriye sadece yıldız ya da galaksiden gelen radyo dalgalarının gücü kalır ve böylece istenmeyen akım başarıyla etkisiz bırakılır.

Elbette radyo gökbilimcilerin ölçtüğü, yıldız veya galaksinin ardalandaki gökyüzünden ne kadar daha parlak olduğudur; fakat gerçekte ardalandaki uzay neredeyse hiç radyo dalgası yaymaz, bu nedenle de hesaba katılmaz.

Bu "kaynak dışı, kaynak dahili" yöntemi, gökbilimciler örneğin bir yıldız veya uzak bir galaksi gibi gökyüzünde çok ufak alan kaplayan bir kaynaktan gelen radyo dalgalarını görmeye çalıştığında çok işe yarar. Böyle bir durumda anteni kaynaktan uzak gökyüzüne çevirmek yeterlidir; ama Wilkinson ve Roll, bütün evrenden gelen radyo dalgalarını ölçmeyi planlıyordu. Büyük Patlama ışınımı tüm gökyüzüydü, bu nedenle de onun dahil olmadığı bir yere anteni doğrultmak mümkün olmayacaktı.

Büyük Patlama ışınımını gökyüzüyle karşılaştırmak mümkün değilse, karşılaştıracak başka bir şey bulmak gerekiyordu. Wilkinson ve Roll 'soğuk yük' isimli yapay bir radyo dalgası yaratmaları gerektiğini fark ettiler. Böylece antenlerini gökyüzüne doğrultup radyo dalgalarının gücünü not alabilir, sonra bu yapay kaynağa dönüp ikinci bir okuma yapabilirlerdi. Soğuk

yükten gelen rakamları gökyüzünden gelenlerden çıkarınca gökyüzünün ne kadar sıcak olduğunu bulacaklardı.

Ancak yapay kaynaklarının sıcaklığını tam olarak bilirlerse Büyük Patlama ışıınının tam sıcaklığını bulabilirlerdi. Mesleki terminolojiye göre, yapay kaynak *mutlak* bir ölçüm yapabilmelerini, yani çoğu radyo gökbilimcisi gibi radyo dalgalarını sadece gökyüzüyle kıyaslamak yerine, tam olarak aradıkları şeyin sıcaklığını ölçebilmelerini sağlayacaktı.

İdeal olarak yapay radyo dalgalarının sıcaklığı Büyük Patlama ışıını için öngörülene yakın olmalıydı: mutlak sıfır noktasının 3 ila 10 derece üstü. Bu nedenle iki fizikçi ev yapımı kaynaklarını mutlak sıfırın 4,2 derece üstü olan -269 °C'de kaynayan sıvı helyumla soğutmaya karar verdi. Yapay radyo dalgaları kaynağının 'soğuk yük' adını almasının nedeni budur.

Günümüzde sıvı helyuma kolayca ulaşılabilir ve nasıl kullanılacağı konusunda deneyim sahibiyiz; ama bu 1964'te alışılmamış bir maddeydi.²⁵ Soğuk yükün tasarlanması ve inşası görevini Peter Roll üstlendi. Önemli nokta, üzerine düşen tüm radyo dalgalarını emdiğinden ve hiçbirini yansıtmadığından emin olmaktı; çünkü anten ona doğrultulduğunda soğuk yükün sıcaklığının mutlak sıfır noktasının tam olarak 4,2 derece üzerinde olması gerekiyordu; ama herhangi bir radyo dalgasını yansıtırsa, antenin metalinden yayılan radyo dalgaları soğuk yükü antene geri gönderirdi. Anten soğuk yükle beraber kendi yansımaları da ölçerse, bu Roll ve Wilkinson'ın sıcaklığı farklı ölçmesine yol açardı. Soğuk yükün kendi sıcaklık referanslarına dayanarak 4,2 derece olduğunu düşündüler; fakat bu durumda sıcaklık daha yüksek, örneğin 6 derece olabilirdi. Bunu Büyük Patlama ışıınıyla karşılaştırdıkları için onun da sıcaklığını yanlış ölçerler ve bütün deney mahvolurdu.

Tasalanmak için anlamsız bir konu gibi görünebilir, ama evrendeki en soğuk şeyi ölçmeye çalışıyorsanız istenmeyen her radyo dalgası kaynağını hesaba katmak gerekir ve doğası ge-

25 Sıvı helyum muhtemelen doğadaki en acayip sıvıdır. *Süperakışkan* olarak adlandırılan madde gibi bir davranış sergiler; yukarı doğru ilerleyerek kütleçekime karşı durabilir veya hiçbir sıvının giremediği deliklere sızabilir.

reği var olan her şey ondan daha sıcaktır. Dicke'e göre "kullandığınız aletin her detayını anlamanız gerekir."

Roll soğuk yükü yansıtmaz yapabilmek için gümüş kaplı bir X-bandı frekans yönlendiricisi, yani basitçe kare kesitli içi boş metal bir boru kullandı. Bu, sıvı helyum dolu vakumlu bir kaba batırılmıştı. Sonuçta anten soğuk yüke çevrildiğinde tam olarak 4,2 derecede radyo dalgaları algılayacaktı.

Wilkinson ve Roll, aletlerini çok hızlı bir şekilde önce gökyüzüne, sonra soğuk yüke ve sonra tekrar gökyüzüne bakacak şekilde ayarladılar. Bunu *Dicke düğmesi* isimli bir cihaz sağlıyordu. Görünüşe göre mikrodalga gökbiliminde neredeyse her şeyi Dicke icat etmişti.

Gerçekten de Dicke 1946'da radyo dalgalarının parlaklığını eşdeğer sıcaklıklar açısından ölçmeye yarayan standartları belirleyen kişiydi. Yani radyo gökbilimcileri teleskoplarını gökyüzünde bir nesneye çevirip örneğin mutlak sıfır noktasının 100 derece üstünde bir sıcaklığı ölçtüklerinde, aslında bundan kasıt, aletlerinin 100 derece sıcaklığında bir cisim antenin önünde belirmiş gibi bir sinyal kaydettiğidir. Bu durum işleri kolaylaştırıyordu. Wilkinson ve Roll kozmik ışının mutlak sıfır noktasının 5 ila 10 derece üzerinde olacağını öngörmüştü.

Benzeri Olmayan Bir Teleskop

Wilkinson ve Roll, Princeton Jeoloji Binası'nda çalışmaya devam ederken aşağıdan geçen pek az kişi 2 metrelik bir trompetin evrenin başlangıcındaki ateştopunu incelemek için kafalarının üzerindeki bir güvercin kafesinden uzandığını fark etti. Wilkinson o günleri, "Deneyimiz kampüste fazla ilgi uyandırmadı. Ama biz de insanlara neler yaptığımızı açıklamak için fazla çaba harcamadık," diye anlatıyor.

Zaman zaman Wikinon ve Roll da biraz çılgınca davrandıklarını düşünüyorlardı. "Başlangıçta yaptığımız işin birkaç yılımızı harcamaya değer olup olmadığı çok da açık değildi," diyorWilkinson, "O günlerde hâlâ pek çok kişi Büyük Patlamadan çok durağan evren teorisini destekliyordu." Ama diğer za-

manlarda Wilkinson araştırma konusunda oldukça iyimserdi. "Başarmak için yüzde 50 şansımız olduğunu düşünüyordum," diye anlatıyor.

İnşa edilen bu teleskopun kendine özgü iki özelliği vardı: soğuk yük ve zeminden gelen radyo dalgalarını engellemek üzere tasarlanmış bir anten. Dünyadaki başka hiçbir alet Büyük Patlamadan kalan mikrodalga zemin ışınlamalarını tespit etmeye yetecek duyarlılıkta değildi; en azından Wilkinson ve Roll böyle sanıyordu.

4080 MEGAHERTZ FREKANSINDA HAYALET SİNYAL

Dondurma Külahlı Antenle Sorunlar

1964 yazında Dave Wilkinson ve Peter Roll çıkır açacak bir keşfin kıyısında; fakat Princeton Jeoloji Binası'nın çatısında evrenin ateşini ölçecek olan anteni kurmaya uğraşırlarken, 1 saat uzaklıkta başka bir anten, her yerden birden gelen tuhaf ve ısrarcı radyo dalga hışırtılarını kaydetmeye başlamıştı bile.

Holmdel'de Bell Telefon Şirketi'ndeki kafası karışmış iki genç radyo gökbilimci için bu gizemli hışırtı, zamanların çoğunu evreni gözlemek yerine antenlerinden güvercin pisliği temizlemekle geçirdikleri en sinir bozucu yılın başlangıcında ortaya çıkmıştı.

Otuz bir yaşında hareketli bir New York'lu olan Arno Penzias, Nazi Almanyası'ndan ABD'ye göçmüştü. Robert Wilson ise Pasadena Caltech'te lisans öğrenimini tamamladıktan sonra doğuya yerleşen yirmi sekiz yaşında sessiz sakin biriydi. Bu iki kişi 1963'te, Bell Laboratuvarı'nın Kuzey New Jersey'deki Holmdel yerleşkesinde inşa ettiği sıradışı anten üzerine çalışmak üzere bir araya geldiler.

Uydu iletişimi için tasarlanan bu anten, dümdüz New Jersey kırsalında ağaçlı bir yükselti olarak göze çarpan Crawford Tepesi'nde kurulmuştu. Alışılmış antenlere pek benzemiyordu, neye benzediğini anlatmaksa pek kolay değildi. Birinin dediğine göre "yük vagonu büyüklüğünde bir boruya" benziyordu; ama gerçekte yan yatmış dev bir dondurma külahım andırdığını da söyleyebiliriz.

Külâhın yan tarafına, dondurmanın bulunması gereken yere yaklaşık 7 metrekare büyüklüğünde bir delik açılmıştı. Gökyüzünden gelen mikrodalgalar bu açıklıkta toplanıyor, külâhın ucunda dar ahşap bir kabine yerleştirilmiş çok duyarlı bir radyo alıcısına doğru ilerliyordu. Kabinde insanlar çalışıyor, kayıt çizelgesinde antenin algıladığı radyo sinyallerini gösteren kırmızı izi izlerken alıcının elektroniğiyle vakit geçiriyorlardı. Anten iki ayrı yörüngede çevrilebiliyordu, böylece 7 metrekarelik delik gökyüzünde herhangi bir yere yönlendirilebilirdi.

Uzayda Dev Gümüş Bir Plaj Topu

Alışılmadık görünüşüne rağmen, Crawford Tepesi'ndeki anten standart bir mikrodalga boynuzdu. Dave Wilkinson'ın Princeton'da üzerinde çalıştığı antenin daha büyük versiyonuydu. Bell Laboratuvar'ı tarafından Echo 1 uydusundan gelen radyo sinyallerini iletmek için 1960'ta inşa edilmişti. Echo 1, bugün dünyamızı küçülten uyduların atası olan bir çeşit taş devri iletişim cihazıdır. Yaklaşık 30 metre çapında gümüş bir plaj topuna benzeyen bu uydu, parlak yapay bir Ay gibi uzayda asılıydı.

Minik bir uydudan gelen zayıf radyo sinyallerini algılamak aşılması zor bir sorundu. Bell Laboratuvarı'ndaki mühendisler birkaç derecelik sıcaklık farklarını dahi ölçebilecek kapasitede çok duyarlı bir radyo alıcısı üretmek, bir de üstüne çok özel bir anten tasarlamak zorundaydılar.

Karşılaştıkları temel sorun, gökyüzünde iğne deliği kadar yer kaplayan bir uydudan gelen radyo sinyallerinin, zemin gibi çok yakın kaynaklardan gelen sinyaller nedeniyle tamamen kaybolmasıydı. Bell Laboratuvarı mühendislerinin, uydu yönünden gelenler dışındaki tüm radyo sinyallerini engelleyecek bir anten tasarlaması gerekiyordu. Rastlantıya bakın ki bu tam da, ateştopu ışınlamı peşindeki Wilkinson ve Roll'un üstesinden gelmesi gereken sorundu.

Bell Laboratuvarı'nda bunu dondurma külâhı tasarımıyla çözdüler. Holmdel anteni gökyüzünde bir kaynağa yönlendi-

rildiğinde, zeminden gelen radyo dalgalarının 7 metrekairelik açıklıktan içeri süzülmesi neredeyse imkânsızdı.

Echo l'in yerini Telstar isimli daha sofistike bir iletişim uydusu aldığıında, doldurma külahı anteni Telstar'dan gelen mikrodalga sinyallerini alıp aktarmak üzere ayarlandı. Telstar projesi devam ederken Bell Laboratuvarı bu özel antenle gökbilim çalışmak üzere işe iki radyo gökbilimcisi almaya karar verdi. Radyo gökbilimcileri radyo dalgaları tespit etme teknolojisini geliştirmek üzere çalıştıklarına göre, şirket bundan kârlı çıkacağını düşündü.

Mükemmel Ortaklık

Arno Penzias 1962'de işe alındı. Columbia Üniversitesi'nden geliyordu ve lazerin atası olan maserin mucidi Charles Townes'in öğrencisiydi.²⁶ Bir yıl sonra Bell Laboratuvarı Robert Wilson'u işe aldı. Wilson daha önce Caltech'te, radyo gökbiliminin öncülerinden biri olan Avustralyalı John Bolton'la çalışmıştı.

Wilson Caltech'te tezini yazarken, Bell Laboratuvarı'ndan Bill Jakes'le tanıştı. Jakes radyo gökbilimcileriyle konuşmak için düzenli olarak Caltech'e uğrayıp Holmdel'deki 7 metrekairelik antenle çalışmak üzere işe girmeyi düşünen kişileri soruşturuyordu.

Wilson'un Bell Laboratuvarı'yla ilgili iyi bir izlenimi vardı, Caltech'in Kuzey California'daki Owens Vadisi radyo gözlemevinde buradan birkaç kişiyle çalışmıştı. Şirket Caltech'e radyo teleskopları için bazı deneysel aletler ödünç vermiş, Wilson da bunların inşasına yardım etmişti.

Tezini bitirdikten kısa süre sonra Wilson dev antenle çalışmak üzere işe başvurdu. "O zamanlar hayatıma henüz gökbilimci olarak devam etmek istediğimden emin değildim," diye açıklıyor Wilson. "Bell Laboratuvarı'daki iş, gökbilimle uğraşırken şirkette üzerinde çalışılan ve ilgimi çeken diğer konularda bilgi sahibi olmak için iyi bir fırsattı."

Wilson işi aldı ve Mart 1963'te Bell Laboratuvarı'na yerleşti. Kısa zamanda Arno Penzias'la güçlerini birleştirmeye karar

26 Townes maseri'n keşfi nedeniyle 1964'te Nobel almıştır.

verdiler. Wilson o günleri "Şirketteki tek radyo gökbilimcileri ikimizdik, birlikte bir ekip oluşturmamız oldukça doğaldı," diye anlatıyor.

Mükemmel bir takım arkadaşlığıydı. Sadece teknik konularda değil, kişilik açısından da birbirlerini tamamlıyorlardı. Wilson sakin ve tedbirli, Penzias atılgan ve konuşkandı. Görünüşte birbirlerinden son derece farklı gibi de dursalar, başarılarını güvenceleyen bir konuda benzeşiyorlardı: Konu bilime geldiğinde ikisi de titiz ve özenliydi.

Galaksiyi Çevreleyen Hale

Arno Penzias bir yıldır Bell Laboratuvarı'nda olmasına rağmen dev antenle çalışmayı başaramamıştı; çünkü anten hâlâ Telstar için kullanılıyordu; fakat Wilson'la ekip oluşturunca durum değişti. Wilson durumu "Telstar'dakiler biraz gökbilim çalışmamızı kabul ettiler," diye anlatıyor.

Penzias ve Wilson anteni hemen gökbilim için hazırlamaya başladı. Wilson'a göre "Anten eşsizdi" ve "istenmeyen radyo sinyali çok az ürettiyordu, ayrıca bu sinyallerin büyüklüğünü ve kaynağını bulmak son derece kolaydı."

Bu özelliği, antenin *kesin ölçümler* yapmasını kolaylaştırıyordu, yani gökyüzü ardalانىyla karşılaştırmaya gerek kalmadan radyo dalgalarının geldiği kaynağın gerçekte ne parlaklıkta olduğunu ölçmek mümkündü. Elbette Penzias ve Wilson anteni bu amaçla kullanmak isterlerse, herhangi bir gökbilimsel kaynakla karşılaştırmak için yapay bir radyo dalgası kaynağına ihtiyaçları vardı.

Böylece Penzias bir soğuk yük inşa etmeye başladı. Oluşturduğu alet, Peter Roll'un biraz ilerde, Princeton'da yaptığı alete kayda değer biçimde benziyordu. Her ikisinde de bir parça frekans yönlendiricisi ve soğutmak için mutlak sıfır noktasının 4,2 derece üzerinde sıvı helyum kullanılmıştı. Bell Laboratuvarı'nın bu tasarımının can alıcı bir unsuru da gökyüzü ile soğuk yükün sıcaklığını hızla karşılaştırmaya yarayan bir düğmeydi.

Güvenle söyleyebiliriz ki, 1964'te dünyada sadece iki tane sıvı helyum soğuk yükü vardı. Büyük bir rastlantı sonucu, tamamen birbirinden habersiz iki grup bilim insanı tarafından, birbirlerinden yalnızca 50 kilometre uzaklıkta inşa edilmişlerdi.

Soğuk yükle donanan Holmdel anteni, gökten hafif bir ardalın sinyali toplamak için artık hazırды. Penzias ve Wilson da bunu planlıyordu.

Wilson, Caltech'teki John Bolton'la olan tezi için Samanyolu'nun mikrodalga boylarında bir haritasını çizmişti. Samanyolu'nu çevreleyen yıldız diskinin radyo dalga boyunda parlayan geniş bir gaz balesi olduğundan şüpheleniyordu, ama bunu kanıtlayamamıştı. Bunun nedeni, haritayı oluşturmak için Samanyolu parlaklığını ardalandaki gökyüzüyle karşılaştırdığı standart bir yöntem kullanmasıydı. Bu yöntemle, ardalın gökyüzü etkisi uyandıran hafif parlak Samanyolu halesinin parlaklığını ölçmek mümkün değildi.

Gökyüzündeki zayıf ardalın alanlarından radyo dalgaları ölçebilme yeteneğiyle 7 metre karelik anten, Samanyolu halesindeki zayıf ışıınımı ölçmek için ideal bir araçtı. Penzias ve Wilson, 21 santimetrelik dalgaları aramaya karar verdiler. Hale parlıyorsa, dalga boyu 21 cm olmalıydı; çünkü bunun bu boyda dalga yayımlayan nötr hidrojen gazından kaynaklandığını düşünüyorlardı.

Fakat iki bilim insanı, bu boyda bir haleyı aramanın zorluğunun farkındaydı. Hale muhtemelen çok solgundu ve sadece 1 derece sıcaklık farkıyla belirecekti. Anten, alıcı ve atmosferden gelen istenmeyen diğer sinyaller çok daha kuvvetli olacaktı. Yani ölçümlere başlamadan önce Penzias ve Wilson'un anteni çok iyi tanınması, bütün istenmeyen radyo sinyallerinin kaynağı ve büyüklüğünü tam olarak anlaması gerekiyordu.

4080 Megahertz Frekansta Hayalet Sinyal

Telestar çalışanları antende 7,35 cm dalga boyuna veya 4080 megahertz frekansa ayarlanmış bir alıcı bırakmışlardı. Penzias ve Wilson bundan faydalanmaya ve 21 santimetreye

duyarlı başka bir alıcı inşa etmeden önce aletin bu dalga boyunda nasıl çalıştığını anlamaya karar verdiler.

Görünen o ki, gökyüzünü 7,35 cm'de gözlemlemek, sıcaklığını ölçmek için iyi bir test olacaktı, çünkü bu dalga boyunda Samanyolu'nun halesi görünmezdi. Yani gökyüzüne çevrilip tüm istenmeyen akımlar hesaba katıldığında, anten sadece kendisinden gelen sinyalleri kaydetmeli ve sonuç sıfıra yakın olmalıydı. Yani Penzias ve Wilson antenlerini gökyüzüne çevirip hesaplamalarını yaptıklarında geride hiçbir sinyal kalmazsa, sorun çözülmüş demektir.

İki gökbilimci bunu Haziran 1964'te gerçekleştirdi. Sıfır derecede bir gökyüzü sıcaklığı ölçmeyi bekliyorlardı; fakat bir şeylerin yanlış gittiği hemen anlaşıldı. Antenleri beklediklerinden daha fazla radyo akımı oluşturunuyordu. Tüm istenmeyen kaynaklardaki dalgaları hesaba kattıkları halde alet yine de fazladan bir sinyal alıyordu. Bu tam olarak, mutlak sıfır noktasının 3,5 derece üzerinde bir cisim tarafından üretilbilecek bir sinyaldi.

Wilson, "Bu ölçümü gördüğümüzde Arno'nun ilk tepkisi 'Çok iyi bir soğuk yük yaptım' oldu," diye anlatıyor. Soğuk yük antene radyo dalgası yansıtıyor olsaydı, sıcaklığı 4,2 dereceden daha yüksek gözlenir ve Penzias ve Wilson'un tüm hesaplamaları mahvolurdu.

Soğuk yükün doğru bir şekilde çalıştığı konusunda tatmin olduktan sonra, iki gökbilimci Kuzey New Jersey kentsel alanından insan yapımı bir radyo sinyali aldıkları konusunda kuşkuya düştüler. Wilson, "Radyo gökbilimi üzerine çalışmak için en uygun yer, tüm radyo etkileşimlerinden uzak, yalıtılmış bir vadidir," diye anlatıyor. "Fakat Holmdel anteni uydu iletişiminde kolaylık sağlaması açısından bir tepenin üzerine kurulmuştu."

Bu tuhaf sinyal insan üretimi ise, kaynağı 50 km kuzeydeki New York olmalıydı. Fakat antenlerini o tarafa çevirdiklerinde, çizelgelerinde ölçülen sinyal yükselmedi. Hatta 4080 megahertz'teki hayalet sinyal, aletlerini ufukta hangi yöne çevirirlerse çevirsinler sabit kaldı.

Israrıcı Problem

Görünüşe göre Penzias ve Wilson bu özel sinyal sorunuyla ilk karşılaşanlar değildi. 1961'de aynı antenle çalışan ve bir mühendis olan Ed Ohm da aletin gökyüzüne çevrildiğinde beklenenden fazla sinyal kaydettiğini fark etmişti. Ohm, Echo uydusundan gelen sinyallerden istenmeyen radyo akımlarını çıkardığında, antenin hesaplarından 3 derece daha fazla kayıt yaptığını belirledi.

Ohm bu fazladan sıcaklığın üzerinde durmadı: çünkü hesapları kesin değildi, 3 dereceden de fazla sapabilirdi. Soğuk yük olmadan bu akımın nereden geldiğini bulmak imkânsızdı. Yine de Ohm bu sonuçları *The Bell System Technical Journal*'da yayımladı.

Penzias ve Wilson sinyali anfi devrelerinin üretebileceğini düşündüler. Tüm radyo alıcılarında anfi bulunur. Antendeki radyo dalgaları tarafından üretilen elektrik akımları o kadar küçüktür ki genellikle normal dedektörler tarafından kaydedilemezler. Bunun yerine akımlar, anfi tarafından dedektöre ulaşmadan önce elektronik olarak artırılır.

İki gökbilimci anten soğuk yüke yönlendirilmişken ve yönlendirilmemişken gelen sinyalleri karşılaştırdı. Anfi devrelerinden gelen sinyal her iki durumda da aynı olacağından hesaba katılmayacaktı. Geri kalan sadece Holmdel anteninin ürettiği sinyaldi. Bildikleri kadarıyla bu, antenin metal iskeleti, Dünya atmosferi ve antenin doğrultulduğu yönden gelen tüm gökbilimsel kaynakların yaydığı radyo dalgalarının toplamıydı.

Belirgin nitelikleri sayesinde atmosferden gelen akımı sap-tamak kolay olacaktı; anten atmosferin en yoğun olduğu yer olan ufka yönlendirildiğinde gelen cızırtı çok yüksek, atmosferin en seyrek olduğu noktada yani anten tam yukarı çevrildiğinde ise çok düşük olmalıydı.

Elbette bu olağandışı radyo sinyali gerçek de olabilirdi. Fakat bu olasılık, üzerinde kafa yormak için fazla mantıkdıştıydı. Bir kere Güneş veya Samanyolu'ndan geliyor olamazdı; çünkü bu kaynaklar tüm gökyüzünü kaplamıyorlardı ve sin-

yal kesinlikle her yerden geliyordu. Diğer ihtimal de sinyalin tüm evrenden geldiğiydi. Fakat gökbilimciler böyle sürekli bir radyo sinyali üretecek bir kaynaktan habersizdiler. Sonuç olarak antende Penzias ve Wilson'un fark ettiğinden fazla akım üretilmesine yol açan bir hata olmalıydı. Antenin çok az akım üretmekte olduğundan emindiler. Bu, Holmdeİ anteninin çok zor algılanan kozmik halenin ölçümlerini yapabilmeye uygunluğu konusunda onları ikna eden en önemli özelliğiydi. Fakat ikisi de çok titizdi, anteni iyice incelemeye karar verdiler.

Bilim için Öldüler

Dondurma külâhının içinde, tam ahşap kabine açıldığı yere tünemiş bir çift güvercine gözleri takıldı. Wilson, "Antenin içi, bizim sıcak kontrol odamıza açıldığı için çok rahattı," diye açıklıyor.

Rahat olabilirdi, ama yuva kurmak için ideal değildi. Bu nedenle birkaç günde bir Penzias ve Wilson antenlerini çevirip güvercinleri boşaltıyordu.

Ama güvercinler dev dondurma külâhının içine belirgin bir iz bırakmışlardı. Su katılmamış bir radyo mühendisi olan Penzias'a göre bu, *beyaz yalıtkan bir madde* olsa da biz kısaca güvercin dışkısı diyebiliriz.

"Şimdiye kadar bunlarla sorunsuz çalışıyorduk," diye anlatıyor Wilson. "Çok kalın bir tabaka değildi, çünkü anteni çevirdiğimizde hiçbir şey dökülmüyordu."

Peki antenin içini kaplayan güvercin dışkısı gizemli akımın nedeni olabilir miydi? Mutlak sıfırın üzerindeki her şey radyo dalgası yaydığına göre, güvercin dışkısının da mikrodalga hoyunda parlıyor olması gerekirdi. Penzias ve Wilson bunu dahi hesaba katacak kadar çaresiz durumdaydı.

Güvercinleri çıkarmaya karar verdiler; ama bu kolay bir iş değildi. Bir hırdavatçıdan güvercin kapanı aldılar, alıcılarından bir kısmının yerini değiştirip kapanı antenlerinin ucuna yerleştirdiler. Kapan, iki ucunda birer kapak olan telden bir silindirdi. Silindir ortasındaki kaba yiyecek konulduğunda, bir hayvan veya kuş içeri girip kabı oynatırsa kapaklar kapanı-

yordu. Kapan mükemmel çalışıyordu. Wilson, "Bir gün birini yakaladık, ertesi gün diğerini," diye anlatıyor.

İki güvercini postaya koyup Holmdel'in 65 km kuzeybatısında Bell Laboratuvarı'nın diğer bir New Jersey yerleşkesi olan Whippany'ye yolladılar. Wilson, "Şirket postasıyla gönderebileceğimiz en uzak yer orasıydı," diye açıklıyor. Whippany'den biriyle güvercinleri postadan alıp salıvermesi üzerine anlaştılar.

Güvercinler gönderildiğinde Penzias ve Wilson dışkıları temizlemeye girişti. Ellerinde süpürgelerle antenin kasvetli iç kısmına indiler. "Zor bir iş değildi," diye anlatıyor Wilson. "Bir saat içinde her şeyi temizledik."

Güvercinleri son defa gördüklerini düşündüler, ama yanılmışlardı. "İki gün sonra antene geri dönmüşlerdi," diye anlatıyor Wilson. "Bu onların son şansıydı. Tornacıda güvercinlerle ilgilenen biri bize bunların değersiz olduğunu, kaygılanmamamızı söyledi. Bir gün tüfeğini getirdi ve onları öteki dünyaya yolladı."

"Garip ama" dedi Wilson, "bu ikisinden sonra hiçbir güvercin antene yuva yapmadı."

Güvercinler kesin olarak gittikten sonra Penzias ve Wilson anteni tamamen temizlediler. Anten, alüminyum kolonlarla perçinlenmiş alüminyum levhalardan oluşmuştu. Perçinlerin parazit sinyale neden olabileceğini düşünerek üzerlerini alüminyum bantla kapattılar. O kadar dikkatle çalıştılar ki, bantın yapışkanının yaydığı ışıının bile göz ardı edilebilir miktarda olduğundan emin oldular. Şimdi kesinlikle her şey tamamdı. Sonunda biraz gökbilim çalışabileceklerdi.

Penzias ve Wilson 7 metre karelik antenlerini gökyüzüne çevirdiklerinde istenmeyen sinyalin azalmadığını görünce dehşete düştüler. Hiçbir yere gitmemişti. Antenleri hâlâ mutlak sıfırın 3,5 derece üstünde anormal bir sıcaklık kaydediyordu.

Neredeyse bir yıldır bu fazladan sinyalle uğraşıyorlardı, Penzias ve Wilson'un gördüğü kadarıyla tüm yönlerde aynı şiddetteydi ve mevsimlere göre değişmiyordu. Hatta radyo dalgalarını üretebilecek iki olasılığı daha ortadan kaldırmayı başarmışlardı. Güneş sistemi değildi, çünkü Dünya Güneş'in etrafında döndükçe kaynak gökyüzünde yer değiştirmeliydi.

Nükleer bir deneyden dolayı da olamazdı. 1962'de yüksek irtifa bir nükleer patlama Dünya'nın üzerinde Van Allen ışınım kemerlerine iyonlaşmış parçacıklar yerleştirmişti. Fakat bu kaynaktan gelecek herhangi bir ışınım patlamadan bir yıl sonra gözle görülür şekilde azalmış olmalıydı.

Penzias ve Wilson daha fazla açıklama üretemiyorlardı. Bu ufak, ama ısrarcı sorun galaksi halesini inceleme planlarını altüst etmişti. Ne yapacaklarını bilemez durumdayken Penzias bir telefon görüşmesi yaptı...

İKİ TELEFON GÖRÜŞMESİNİN HİKÂYESİ

Ateştopu Işınımı Nasıl Bulundu?

20. yüzyılın en büyük bilimsel keşiflerinden biri telefonda bulundu desek yalan olmaz. Hatta bir değil, iki telefon görüşmesiyle.

Nisan 1965'te Arno Penzias, Washington DC Carnegie Enstitüsü Yerküre Manyetizması Bölümü'nden tanınmış Amerikan radyo gökbilimci Bernie Burke'ü aradı. 7 metre karelik antenle karşılaştıkları sorunlardan bambaşka bir nedenle telefon açmıştı; Burke laf arasında Crawford Hill'deki deneyin nasıl gittiğini sormasa, can sıkıcı akımdan bahsetmezdi bile. Bunun üzerine Penzias, bu sinir bozucu sinyalin ortadan nasıl kaybolmadığı ve kaynağı bulmaya çalışırken nasıl yoruldukları konusunda şikâyete başladı.

Burke sandalyesinde doğruldu. İş arkadaşlarından Ken Turner, böyle bir sinyali aramak üzere Princeton'da devam eden bir araştırmadan bahsetmişti. Penzias ve Wilson'un yakaladığı sinyal bu olabilir miydi?

Turner'ın söylediklerini hatırlamaya çalıştı. Turner bir önceki ay, Princeton'daki lisansüstü öğrencilik günlerinden arkadaşları Jim Peebles'ın bir konuşmasına katılmıştı (Turner'ın danışmanı Bob Dicke'den başkası değildi). Peebles'ın konuşması Amerikan Fizikçiler Birliği'nin New York Columbia Üniversitesindeki toplantısında yer almıştı. Burke'ün, Turner'ın anlattıklarından hatırladığı kadarıyla konuşma, sıcak bir Büyük Patlamanın kaçınılmaz sonucu olan ateştopu ışınlımla

ilgiliydi. Peebles, evrendeki helyum Büyük Patlama sırasında üretildiyse, günümüz evreninin mutlak sıfır noktasının yaklaşık 10 derece üzerinde mikrodalgalarla dolu olması gerektiğini savunmuştu. Oluşumun bu ilk ışınımı, günümüz teknolojisiyle tespit edilebilirdi. Hatta Dicke'nin Princeton'daki takımı bunun için bir araştırma başlatmıştı.

Burke hemen bu anormal sinyalin Büyük Patlamadan artakalan ışınım olma ihtimali konusunda Penzias'ı uyardı. Söyledikleri Penzias'ın kulaklarını okşuyordu. O anda 3,5 derecedeki bu sıcaklığın varlığını anlatabilecek herhangi bir açıklamaya muhtaçtı. Hemen Dicke'yi aradı.

"Beyler, Birileri Bizden Önce Davrandı!"

Princeton'daki ofisinde telefon çaldığında Dicke yalnız değildi. Kahve ve sandviçler eşliğinde üç öğrencisi Wilkinson, Roll ve Peebles'la oturuyordu. Wilkinson, "Her hafta, öğle yemeği paketlerimizle deneyin nasıl gittiği ve bir sonraki adımda ne yapmamız gerektiği konusunda tartışmak üzere buluşurduk," diye anlatıyor. "Arno bu toplantılardan birinde aradı."

Dicke'nin telefon görüşmesi oldukça tek taraflıydı. Çoğunlukla dinliyor, arada sırada onaylıyor ve ofistekilerin aşına olduğu kelimeleri tekrarlıyordu. Wilkinson, Dicke'nin "boynuz anteni" diye mırıldandığını duydu.

Peebles konuşmayı net bir şekilde hatırlıyordu: "Güvercin dışkısı gibi gizemli konulardan bahsediliyordu."

Princeton grubundan kimse Arno Penzias veya Robert Wilson'u tanımıyordu, ama Bell Laboratuvarı'nın Echo projesi için Holmdel'de inşa ettiği 7 metre karelik anten oldukça iyi biliniyordu.

Roll ve Wilkinson deneylerine başlamadan önce mikrodalga dergilerini tararken anteni öğrenmişlerdi. Wilkinson, "Bell Laboratuvarı'nın civardaki en iyi antene sahip olduğu çok netti," diye anlatıyor.

Roll ve Wilkinson, Ed Ohm'un *The Bell System Technical Journal*'daki yazısına denk gelmiş ve dikkatle okumuşlardı. 7 metrelik antenin gökyüzünden alışılmadık sinyaller topladı-

ğı sonucuna vardılar; fakat Ohm'un soğuk yükü yoktu. Bu olmadan kozmik ardaan ışınlamı mı, yoksa sadece daha dünyevi bir kaynaktan sahte radyo sinyalleri mi topladığını söylemek mümkün değildi.

Telefonda Dicke alışılmış mikrodalga terimleri tekrarlamaya devam ediyordu. Birden *soğuk yük* dedi, "Bu kelimeleri duyar duymaz planın suya düştüğünü anlamıştık," dedi Wilkinson.

Dakikalar sonra Dicke telefonu kapattı, Peebles, Roll ve Wilkinson'a döndü ve "Beyler," dedi, "birileri bizden önce davrandı!"

İki Adet Birinci Sınıf Gökbilimci

Ertesi gün Dicke, Roll ve Wilkinson, Bell Laboratuvarı'nın cihazını görmek için 50 km uzaklıktaki Holmdel'e gitti. Crawford Hill'de onları Penzias ve Wilson karşıladı.

İki grup gökbilimci daha önce hiç karşılaşmamış olmalarına rağmen, Penzias ve Wilson, Dicke'yi ismen tanıyordu. "Çok saygı duyduğum biriydi," diyor Wilson. "Mikrodalganın en büyük ustasıydı."

Tanışma faslı bittikten sonra Penzias ve Wilson ziyaretçileri dev antenlerine götürdü ve tanıtmaya başladı. Wilson, "Olağanın üstünde meraklı değillerdi," diye anlatıyor.

Fazla meraklı değillerse bunun nedeni, Dicke'nin gerekli çoğu soruyu bir önceki gün telefonda sormuş olmasıydı. Wilkinson, "Bell Laboratuvarı'na gitmeden önce Büyük Patlama ışınlamını bulduklarından emindik," diyor. "Görüyorsunuz ya, doğru aletleri kullanırsanız ışınlamı gözlemek için yapılacak deney oldukça basittir. Gereken yarım düzine işlem vardır, sonra ardaan sıcaklığı beliriverir."

Dicke'nin grubunun az soru sormasının başka bir nedeni de pek çok cevabı zaten biliyor olmalarıydı. Bell Laboratuvarı'nın anteni, Roll ve Wilkinson'ın Princeton'da inşa ettiğine gözle görülür şekilde benziyordu. Özellikle Penzias'ın helyum soğuk yükü Peter Roll'un tasarladığının tıpatıp aynısıydı. Wilkinson, durumu "Bu benzerlikler durumu hemen kavramamızı sağladı," diye açıklıyor.

Dicke'nin grubu Penzias ve Wilson'un birinci sınıf bilim insanları oldukları konusunda ikna olmuşlardı. "Araştırma konularıyla doğrudan ilgili olmayan bir sorun üzerinde bu kadar kafa yormuş olmalarından çok etkilendim," diye hatırlıyor Wilkinson. "Sorunu gerçekten anlamak istemişlerdi. Bir yıldır bunun üzerine çalışıyor, endişeleniyor ve peşini bırakmıyorlardı. Bu kafa karıştırıcı sinyalin akla gelen tüm açıklamalarını hükümsüz kılmak için büyük bir titizlikle çalışmışlardı."

Princeton grubu istenmeyen radyo sinyallerinin zeminden bir şekilde antene girebilme ihtimali konusunda endişeliydi. Wilkinson, "Anten çok büyüktü, bu nedenle zeminden perdelemek imkânsızdı," diye anlatıyor; fakat Penzias ve Wilson, onları Holmdel anteni gökyüzüne yönlendirildiğinde dondurma külahının 7 metrelik açıklığından çok az zemin ışınlamının sızabildiği konusunda ikna etti.

Wilkinson ve diğerleri, Penzias ve Wilson'un kayıt cihazının kırmızı eğri çizgilerindeki verileri incelediler. Gördüklerinden memnun kalmışlardı. Wilkinson, "Penzias ve Wilson hiçbir sinyalin gözlenmemesi gereken dalga uzunluklarını ölçüyorlardı, bu nedenle sonucun kozmik aralan olduğu konusunda ikna olmuştuk," diye açıklıyor.

Ölçtükları sıcaklık çok düşüktü, birkaç dereceden fazla değildi. Dünya üzerindeki başka herhangi bir alet bunu gözardı ederdi, fakat Holmdel anteni zayıf bir aralan sinyalinı güçlü olandan ayırt edebilmek üzere özel olarak inşa edilmişti. Kayıt cihazında görülen, zamanın başlangıcından gelen gizemli mesajdı.

Zamanın Başlangıcından Gelen Mesaj

Haklılarsa, bu 1929'da Edwin Hubble evrenin genişlediğini bulduğundan beri evrenbilimde yapılan en büyük keşif olacaktı. Evrenin her gözeneğine yayılan ılık ışınlam, evreni oluşturan dev ateştopundan artakalan ışınlımdı. Holmdel anteni tarafından yakalanmadan önce ışınlam, boş uzayda 13,7 milyar yıldır dolaşıyordu. Penzias ve Wilson, oluşumun hemen sonrasındaki evrenin damgasını taşıyan yaradılışın en eski fosiline rastlamıştı.

Bu ardalan ışıınının sıcaklığı çok uzun zamanlar önce evrenin sahip olduğu sıcaklığı, fakat evrenin genişlemesi nedeniyle oldukça düşmüştü. Işınım maddeden ayrıldığında, evrenin sıcaklığı 3000 derece kadardı.²⁷ Fakat uzayda serbestçe dolaşırken evren bin kat genişlemiş, ışıınının sıcaklığı da aynı oranda düşmüştü. Günümüzdeyse bu sıcaklık mutlak sıfır noktasının sadece birkaç derece üstündedir.

Mutlak sıfır noktasının yaklaşık 3 derece üstü evrenin sıcaklığıdır. Yıldızlar sayıca fazla ve oldukça sıcak da olsalar, evrenin sıcaklığına katkıları göz önüne alındığında uzaydaki ortalamaları ateştopu ışıınıyla karşılaştırılamayacak derecede küçüktür.

Kozmik ardalan ışıını, evren atomların oluşmasına yetecek kadar soğuduğu zamanlardan kalmaz. Bu anda, yani Büyük Patlamadan yaklaşık 380.000 yıl sonra, hızla soğuyan ateştopu birden şeffaflaştı. Ateştopu sisinde parçacıktan parçacığa seken fotonlar birden serbestçe hareket edebilmeye başladı ve o andan beri, evren genişledikçe enerjilerini kaybederek ilerlemeye devam ediyorlar.

Kozmik ardalan ışıınının Dünya'ya şimdi, yani Büyük Patlamadan 13,7 milyar yıl sonra ulaşması garip görünebilir. Sonuçta biz de Büyük Patlamadaydık (veya en azından sonradan Dünya'yı oluşturacak madde parçacıkları oradaydı) ve ateştopu ışıını etrafımızdaydı. Şimdiye kadar bizi çoktan geçmiş olması gerekmez miydi?

Doğru, Büyük Patlama sırasında etrafımızdaki maddeler tarafından yayılan ışıınım zaten geçip gitti. Büyük Patlamadan beri evrenin oldukça genişlediğini bir kenara bırakırsak, bizden 13,7 milyar yıl uzakta yayılan ışıınının Dünya'ya şimdi vardığı söylenebilir.²⁸ Diğer yandan 9 milyar ışık yılı uzaktakilerin Büyük Patlamadan 9 milyar yıl sonra varması gerekirdi; tabii

27 3000 dereceye kadar düşen sıcaklıkta kayda değer bir başka olay daha gözlemlendi; evrendeki radyasyon veya fotonların enerji yoğunlukları maddenin yoğunluğunun altına düştü. Bu noktadan sonra evren, maddenin ve maddeyi etkileyen çekim kuvvetinin etkisi altına girecekti.

28 Işık yılı, ışığın bir yıl içinde aldığı mesafedir.

Güneş ve Dünya'nın 4,6 milyar yıl önce oluştuğunu hesaba katmazsak.

Evrenin genişlemesi işleri biraz karıştırıyordu; çünkü Dünya'ya bugün ulaşan Büyük Patlama ışınımının fotonları maddeden ayrıldığında, evren şimdiki büyüklüğünün yaklaşık binde biriydi. Fotonların gerçekte 13,7 milyar ışık yılı genişliğindeki uzaklığı alması 13,7 milyar yıl sürmüştü. Bu, 100 metrelik bir sürat koşusunda pistin siz koşarken bin kat uzamasına benzetilebilir.

Penzias ve Wilson'un evrenin ardalan ışınımını tespit etmesi Büyük Patlamanın zaferi anlamını taşıyordu. Cambridge'de Martin Ryle'in radyo galaksiler üzerine çalışmaları durağan evren kuramının dengesini bozduysa, oluşumun bu ışınımının keşfi nakavt etmişti.

Tarihte ikinci defa, Holmdel'de Bell Laboratuvarı bilim insanları şans eseri büyük bir bilimsel keşif yapıyorlardı. 1931'de radyo parazitinin olası kaynaklarını araştıran Carl Jansky isimli yirmi altı yaşında bir Bell Laboratuvarı fizikçisi, Samanyolu'ndan geliyor gibi görünen zayıf bir akım tespit etmiş ve böylece radyo gökbilimini icat etmişti.

Pek Çok Harika Şeyin Başlangıcı

Haklı olarak Dicke'nin grubu bu duruma biraz bozulmuş olmalıydılar; ama Wilson'un izlenimi bu değildi. "Hatırladığım kadarıyla gururları kırılmış gibi görünmüyorlardı" diyerek devam ediyor, "Bize hiç öyle gelmedi."

"O zaman bizim keşfimizi gerçekleştirmeleri beni rahatsız etmedi," diye anlatıyor Wilkinson: "Peter ve ben deneye fazlasıyla meşguldük. Ayrıca daha çok gençtim. Bu bana kariyerim boyunca başıma gelecek pek çok harika şeyin başlangıcı gibi görünmüştü. Fakat elbette, böyle keşifler sadece yüz yılda bir yapılır."

İronik olarak, dünyada ateştopu ışınımını tespit edebilecek tek alet olarak 7 metrelik anteni gördükleri halde, kullanmak için Bell Laboratuvarı'na danışmak Wilkinson ve Roll'un aklına bile gelmemişti. Wilson: "Gelip sorsalardı, eminim Bell

Laboratuvarı onlara izin verirdi," diye anlatıyor. "Arno ve ben kenarda bekletilirdik."

Peebles, Dicke ve diğerlerinin Bell Laboratuvarı'ndan dönüşlerinde gördükleri karşısında nasıl etkilendiklerini hatırlıyordu. "Keşifle ilgili çok heyecanlandığımı veya Princeton ilk olmadığı için hayal kırıklığına uğradığımı söyleyemem. Henüz bunun Büyük Patlama ışınlamı olduğu kesin değildi. Her an Dünya kaynaklı olduğu ortaya çıkabilirdi."

"Sonunda Biraz Gerçek Bilimle Uğraşabiliriz"

Penzias ve Wilson gizemli sinyalin kozmik kaynağını kabul etmek konusunda yavaş davrandılar. Peebles'a göre, "Güvercin dışkısı gibi dünyevi açıklamalarla o kadar uzun zaman harcamışlardı ki, ne kadar büyük bir keşif yaptıklarını anlamaları biraz zamanlarını aldı."

Hatta iki gökbilimcinin bu tuhaf sinyalin Büyük Patlamadan geldiğini kabul etmeleri bir yıl sürdü. "Doğru olduğunu düşündüğümüz bir ölçüm yapmıştık," diyor Wilson, "fakat evrenbilime bu şekilde yansıyacağından emin değildik."

Wilson'un işleri ağırdan almak için başka bir nedeni daha vardı. "Durağan evren teorisini destekliyordum," diye açıklıyor. Kazara çürütülmesine yardımcı olmuştu.

Büyük Patlama teorisi konusunda şüpheli de olsalar, ikisi de sonunda kendilerini uzun süredir rahatsız eden sorunun çözümünü buldukları için çok memnundu. Peebles, "Biz devreye girdiğimizde tamamen kaybolmuşlardı," diye anlatıyor. "Bir duvara toslamış gibi hissediyorlardı kendilerini."

Wilkinson'a göre "Anteni radyo gökbiliminde kullanmak için sabırsızlanıyorlardı."

Bu durum Penzias'ın Princeton kuramına ilk tepkilerinde belliydi. Peebles'ın anlattığına göre başlardaki telefon görüşmelerinde Penzias: "Üzerimizden büyük bir yük kalktı," diyor-du: "Sonunda nedeni bulduk. Şimdi bunu unutup gerçek bilim yapabiliriz!" Fakat gerçekte, unutulması bu kadar olanaksız görünen çok az buluş vardır.

Yirminci yüzyılın diğer evrenbilimsel keşiflerinde de aynı paralellik göze çarpar. Evrenin genişlemesini de, ateştopu ışımasını da bulan kişiler keşiflerinin öngörülerinin kendilerinden yıllar önce bilimsel dergilerde yayımlandığından habersizdirler. Bu durum bilim insanlarının bilimsel makaleleri okuyup okumadığı konusunda şüphe duymamıza neden oluyor.

Dünya Keşfi Öğreniyor

Princeton ve Bell Laboratuvarı grupları, bulgularını *Astrophysical Journal Letters*'ta yan yana yer alan iki makale halinde yayımlamaya karar verdiler. Baskıdan iki hafta önce Wilson, keşfin büyüklüğünü fark etmeye başladı. Crawford Tepesi'nde telefon çalmıştı ve telefonun diğer ucunda *The New York Times*'tan Walter Sullivan vardı.

Sullivan, *Astrophysical Journal Letters* ofisini aradığında bambaşka bir hikâyenin peşindeydi. "Bir nedenle bizim yazımızı ona sızdırmışlar," diyor Wilson. Sullivan, Penzias'ı 7 metrelik antendeki çalışmayla ilgili soru yağmuruna tuttu.

Bu sırada Wilson'un babası Teksas'tan ziyarete gelmişti. Erken kalkmayı alışkanlık haline getirmiş biri olarak ertesi gün oğlundan önce uyanarak eczaneye gitti. Döndüğünde elindeki *The New York Times*'ı uykulu oğlunun yüzüne dayadı. Kapakta 7 metrelik antenin bir fotoğrafıyla birlikte *Astrophysical Journal Letters*'taki açıklamaları vardı. Wilson, "İlk defa Dünya'nın bunu ciddiye aldığı izlenimine kapıldım," diye anlatıyor.

Artık emekli olmuş olan George Gamow, hikâyeyi *The New York Times*'ta okudu. Korktuğu gibi, ne kendi ne de Ralph Alpher ile Robert Herman'ın adının geçmediğini fark etti. Bunu takip edecek olan bilimsel makalelerin basılmasını büyük bir ilgiyle beklediğini söylersek haksız sayılmayız.

Makaleler zamanında basıldı. Penzias ve Wilson'un başlığı hiç açık vermiyordu. "Excess Antendeki Saniyede 4080 Megahertz'teki Ölçüm." Böyle önemli bir bilimsel keşfin bu kadar iyi gizlendiği nadir görülür.

Bell Laboratuvarı gökbilimcileri şöyle yazmıştı: "Holmdel New Jersey Crawford Tepesi'ndeki 7 metrelik antende geçerli parazit zirve sıcaklığı saniyede 4080 megahertz'te beklenen- den 3,5 derece daha yüksek olarak tespit edilmiştir."

Penzias ve Wilson'un söylediği sadece buydu. Makalenin hiçbir yerinde ölçtükleri ışınının sıcak Büyük Patlamadan gelme ihtimaline değinilmemişti. Şöyle bir not düşmüşlerdi: "Ölçülen bu fazladan parazit sıcaklığın mümkün bir açıklaması bu sayıdaki ilgili yazıda belirtilmiştir."

Wilkinson, "Bence gereğinden fazla tedbirlilerdi," diye belirtiyor, Dicke ise "Yazı öyle bir yazılmıştı ki buldukları, herhangi bir şey olabilirdi," diyordu. Wilkinson, "Bunun tam tersi, bizim grup gerçekten riske girmişti," diye anlatıyor. "Yazıda tek bir mikrodalga ölçümünü Büyük Patlama ışınınının kanıtı olarak gösteriyorduk."

Dicke, "Hatta biz bir yazı yazdığımızı söyleyene kadar Penzias ve Wilson'un böyle bir niyeti dahi yoktu," diye açıklıyor.

Wilson'a göre, yazılarında ölçülen ardalan ışınının Büyük Patlamayla ilgisine yer vermemelerinin nedeni bu araştırmayla dahil olmamış olmalarıydı: "Bizim ölçümümüzün bu kuramdan bağımsız olduğunu ve daha uzun ömürlü olacağını düşündük." "Antende beliren gizemli parazitin özellikle evrenbilimsel etkileri olan bir açıklaması olduğu için memnunduk. Bu tedbirli, fakat olumlu ruh halimiz bir süre devam etti."

Gamow Sorunu

Bu bilimsel makaleler yayımlanır yayımlanmaz Gamow doğruca kütüphanesine koştu. Gözleri iki yazı arasında gidip gelirken gitgide daha da sinirleniyordu. Hiçbir yerde 1940'lardaki çığır açan çalışmalarından bahsedilmemişti. Gamow, Alpher ve Herman sadece sıcak Büyük Patlama hesaplamalarının sonuçlarını *Physical Review*'da teknik makaleler olarak seri halinde yayımlamamış, ayrıca sayısız popüler rapor da yazmışlardı. Örneğin Gamow 1952'de sıcak Büyük Patlamada helyumun üretimi ve bunun evrenin sıcaklığıyla ilgisini anlattığı *The Creation of The Universe* [Evrenin Oluşumu] adlı bir

kitap yayımlamıştı. Bundan dört yıl sonra fikirlerini *Scientific American* dergisinde de anlatmıştı.

Fakat Princeton'da Dicke'nin grubu bütün bu raporları kaçırmıştı. Wilkinson: "Gamow'un çalışmalarından hiç habermiz yoktu," diyordu: "Jim Peebles'la birlikte şimdiye kadar yapılanları görmek için bilimsel makaleleri tararken sadece mikrodalga dergilerini okumuştuk, yani Gamow'un işlerini hiç görmedik."

Sorunun bir kaynağı da Penzias ve Wilson evrenin ardalan ışınlamını keşfetmeden önce evrenbilimin ayrı bir alan olmamasıydı. Wilkinson, "Evrenbilime özgü dergiler yoktu," diyor. "Sayıca fazla olmayan bilimsel makaleler neresi olursa orada yayımlanmıştı. Şimdi hâlâ evrenin ardalan ışınlamıyla ilgili varlıklarını hiç bilmediğim makaleler buluyorum."

Wilkinson ve Peebles'ın Gamow'un çalışmalarını gözden kaçırmaları anlaşılır olsa da Dicke'nin nasıl atladığını anlamak biraz zordu. Kendisi birkaç yıl önce Princeton'da Gamow'un sıcak Büyük Patlama sırasında elementlerin oluşumuyla ilgili bir konuşmasına katılmıştı. Dick: "Gamow, soğuk bir nötron kütlesiyken Büyük Patlamada birden patlayan bir evrenden bahsetti" diyor. "Fakat söyledikleriyle ilgili tüm hatırladıklarım bunlar."

Dicke ile Gamow'un arasındaki bağlantı burada bitmiyordu. Görünüşe göre, George Gamow'un sıcak Büyük Patlamayla ilgili 1940'lardaki ilk makalesini içeren *Physical Review*'da Dicke'nin de bir yazısı vardı. Bu büyük bir rastlantı gibi görünmüyor olabilir, ama Dicke yazısında evrendeki mikrodalga ardalanı varlığının olasılığına değiniyordu.

Hafıza Kaybı

Savaş sırasındaki radar çalışmaları için Dicke ve çalışma arkadaşları, nemli atmosferde su buharından kaynaklanan radyo dalgalarını ölçmek üzere Florida'ya gitmişlerdi. Dicke bir yandan gökyüzünün mikrodalgalarla benzer şekilde parlayıp parlamadığını merak ediyordu. Böyle değişmez bir parlama mevcutsa, tüm evrenden geliyor olması gerekirdi; çünkü

Samanyolu gibi yakın kaynaklar gökyüzünün yalnızca bir kısmını kaplıyorlardı.

Dicke, bunun kendi ölçebileceği bir ışıınım olamayacağı sonucuna vardı. Hatta *Physical Review*'daki yazısında özellikle "koz-mik bir maddeden gelen ışıının sıcaklığı"nın mutlak sıfır nok-tasının 20 dereceye kadar üstünde olması gerektiğini belirtti.²⁹

Dicke evrenin ardalan ışıınımını ölçmeye çalışan ilk kişiy-di; ama diğer herkes gibi kendisi de bunu tamamen unutmuş-tu. Wilkinson, "Mikroalga dergilerini okurken bu bilgiye Jim rastladı" diye açıklıyor. Görünüşe göre, evrenin oluşum ışıınımı alanında insanlar sadece diğerlerinin değil, kendi çalışmalarını da görmezden gelmeye meylediyorlardı.

Fakat bu tarz bir unutkanlık Gamow, Alpher ve Herman'ı ikna etmekten uzaktı. Komik olan, en son istedikleri şeyin Gamow'u kızdırmak olmasıydı. O, Princeton ve Bell Laboratuvarı'ndaki genç radyo gökbilimcileri arasında bir idol sayılıyordu.

"Gamow benim kahramanlarımdan biriydi," diyor Wilkin-son. "Lisede tüm popüler kitaplarını okumuştum. Muhtemelen bilime ilgi duymamın ilk nedeniydi." Wilkinson bu konuda yal-nız değildi. Robert Wilson da Gamow'un popüler kitaplarını okuyarak bilim öğrenimine karar vermişti.

Hepsi, Gamow'un 20. yüzyılın sezgileri en güçlü ve yaratıcı fizikçilerinden olduğu konusunda hemfikir. Peebles: "En ka-rışık fizik problemlerinin ana bileşenlerini arayıp bulmak gibi bir yeteneği vardı," diye anlatıyor; "Büyük Patlama ve ateştopu ışıınımı sorununu ele alırken bu yeteneğini kullanmıştı."

Peebles ve diğerleri kuramlarında Gamow'un takımının adını anmadıkları için suçlu hissediyorlardı. "Ödevimizi tam yapmamıştık," dedi ve ekledi: "Tüm makaleleri taramalı ve bu konudaki tüm göndermeleri bulmalıydık. Bunu tamamlamayı ancak birkaç yıl önce başardık." Bu hataları Gamow, Alpher ve Herman'ın uzun süre gücenik kalmasına neden oldu.

"Gamow'u hikâyeye dahil edebilmek için elimden geleni yaptım," diyor Wilkinson. 1965 baharındaki bu olaylardan he-

29 Dicke'nin o dönemde kullandığı yöntem ve 1940'larda mevcut olan alicılar, mutlak sıfırın 3 derece yukarısındaki soğuklukta bir rad-yasyonu tespit edebilmek için yeterli değildi.

men sonra, Peebles'la birlikte *Physics Today* dergisine keşifle ilgili bir makale yazmaya karar verdiler. İşe başlamadan önce dönüp Gamow, Alpher ve Herman'ın tüm yazılarını okudular. Fakat makale taslak aşamasını hiç geçemedi. "Alpher ve Herman yorumumuzu beğenmedi," diye anlatıyor Wilkinson. "Bize sert bir mektup yazdılar. Biz de sonunda makaleyi geri çektik ve hiç yayımlamadık."

Belki de Princeton'dan biri Gamow'a telefon açsa ve takımın tam olarak ne zaman ve ne üzerinde çalıştığını sorsa, tüm bu yanlış anlamalar önlenebilirdi.

Arno Penzias, Gamow'la durumu yumuşatmak için elinden geleni yaptı, fakat duygular fazla şiddetliydi. Wilson devam ederek: "Bence Gamow, Dicke ve grubunu hiç affetmedi," diye anlatıyor. "Bizimle ilgili, ne düşündüğünü hiç bilmiyorum."

Gamow, kendi savunduğu sıcak Büyük Patlamanın tam olarak kanıtlanmasından üç yıl sonra, 1968'de ölümüne kadar kırgın kaldı. Wilson'a göre: "Alpher ve Herman da bunun üstesinden hiç gelemedi."

İki Kat Haksızlık

Alpher ve Herman belki de haklıydılar, çünkü iki kat haksızlığa uğramışlardı. Başlangıçta ne kendilerinin ne de Gamow'un adı projeye ilgili anılmıştı; fakat daha sonra insanlar kozmik aralan ışınlamını öngören kişi olarak yalnızca Gamow'u gösterdiler. Bu durum özellikle küçük düşürücüydü, çünkü ilkel ateştopunun sonuçları arasında Gamow özellikle bunu göz ardı etmişti; Alpher ve Herman da bu kuramı 1948'de *Nature*'da kendi başlarına yayımlamışlardı.

Öncü olması gereken Gamow'un da bu tartışmanın çözümünde fazla yardımı dokunmadı; daha sonradan ateştopu ışınlamıyla ilgili yazdığı makalelerde Alpher ve Herman'ın adı hiç geçmiyordu. İki gökbilimci kendilerine ait olan çalışmaların Gamow'un adıyla anılmasına sinirlenirken, bilim çevresinde bu kanıyı uyandırdığı için aslında Gamow da suçluydu.

Alpher ve Herman astrofizikçiler tarafından niçin göz ardı edildikleri üzerine çok fikir yürüttüler. Bunun bir nedeni, sek-

törün dışından olmaları olabilirdi. İkisi de bilimsel kariyerlerinin büyük kısmını üretimde geçirmişlerdi. Alpher 1955-1986 arasında General Electric'te, Herman ise 1956-1979 arasında General Motors'ta çalışmıştı. Bu dönem tam da evrenbilimin ayrı bir bilim alanı sayılmaya ve kamunun ilgisini çekmeye başladığı zamanlardı.

Başlangıçta gözardı edilmelerinin nedeni ne olursa olsun, artık Alpher ve Herman'ın adı tarih kitaplarında yer alıyor. Sonunda eski yaralar kapanmaya başladı. Wilson'un anlattığına göre: "Artık evrenbilimsel toplantılara katılıp konuşma bile yapıyorlar."

VAROLUŞUN IŞINIMI

Neden Kimse Daha Önce Ateştopu Işınımını Bulamadı?

Kozmik mikrodalga aralanının keşfi, bilimin nasıl ilerlediğinin iyi bir örneğidir. Ders kitabı yazarları ve çoğunlukla bilim insanlarının kendileri, bilimin birbiri ardına sakince alınmış bir seri mantıklı karar sonucunda geliştiğine bizi inandırmaya çalışıyor ki durum açıkça bundan farklıdır. Düzenli olmak şöyle dursun, bilimin ilerlemesi daha çok bir sarhoşun yolda oraya buraya çarparak iç adım ileri iki adım geri yürümesine benzer. Ateştopu ışınımının nasıl ortaya çıktığını düşünün...

1940'ların sonlarında George Gamow ve çalışanları, evren Büyük Patlamayla başlıyorsa, erken evrenin yoğun bir ışınlamayla dolması ve bunun sönük parıltısının 13,7 milyar yıl sonra hâlâ burada bulunması gerektiğini tahmin ettiler (Yanlış bir nedenle de olsa haklıydılar). Ateştopu ışınımını araştırma yolları aradılarsa da, radyo gökbilimcilerinden bunun saptanamaz olduğunu öğrendiler. Gamow'un ana teorisi çürütülünce, herkes bu kalıntı ışınımını bir kenara bıraktı. On beş yıl sonra Bob Dicke tamamen farklı nedenlerle ateştopu ışınımını tekrar keşfetti. Oluşumun sönük ışınımını gözlemenin mümkün olabileceğini düşündü ve iki genç radyo gökbilimcisini bunu aramakla görevlendirdi. Fakat tam araştırmalarına başlamışken, ki hikâye burada biraz saçmıyor, bir saat uzaklıktaki başka iki gökbilimci ışınımına tamamen kazara rastladı ve kaynağının güvercin dışkısı olduğunu sandı.

Ateştopu Işınımı Neden Daha Önceden Keşfedilmedi?

Bu garip bir hikâye ve şimdi daha da garipleşiyor. Şöyle düşünün: Evrenin mikrodalga ardalanı neden daha önceden keşfedilmedi? Sonuçta ilk tahminler Bell Laboratuvarı'nda Arno Penzias'ın Princeton'daki Bob Dicke'yi aramasından tam on yedi yıl önce yapılmıştı.

Bu soru Dave Wilkinson'u uzun süre meşgul etti: "Nasıl olup da kimsenin on yedi yıl boyunca iki ile ikiyi toplamadığını merak ettim," diyordu. "Yalnızca mikrodalga radyometre radyo gökbiliminde kabul edilmiş bir alet olduğu için değil, üstüne Gamow'un grubu evrende birkaç derece sıcaklıkta mikrodalga ışıınımı bulunması gerektiği tahminlerini yayımlamışlardı. Hatta Gamow, *Scientific American*'a popüler makaleler de yazmıştı. Işınımı bulmak için gereken iki şey vardı: iyi bir mikrodalga anteni ve bir soğuk yük."

Robert Wilson'a göre kalıntı ışıınımı üzerine kimsenin araştırma yürütmemiş olması da çok şaşırtıcıydı: "Alpher ve Herman tahminlerini yaptıktan hemen sonra kontrol edilebilirlerdi." Wilson'a göre: "Bob Dicke ateştopu ışıınımını aramak isteseydi, İkinci Dünya Savaşı aletlerini kullanabilirdi. Hatta Wilkinson'ınki gibi bir radyo alıcısı savaştan hemen sonra inşa edilebilirdi."

"Elbette Alpher ve Herman gidip radyo gökbilimcileriyle konuştu ve ölçümün imkânsız olduğu yanıtını aldılar. Fakat eminim Dicke araştırmak isteseydi, bunu kolaylıkla başarırdı."

Oysa Dicke'nin aklına bile gelmemişti. Bugün hâlâ bu nedenle kendine kızıyor. "Savaş sırasında ve sonrasında mikrodalga alıcısıyla ilgi çekici gökbilimsel gözlemler yapmak için fırsatlarım olmuştu," diye açıklıyor ve sürdürüyor: "...ama hepsini kaçırdım. Biraz salaktım galiba. O zamanlar gökbilimin ne olduğunu tam olarak algılayamamıştım. Bu konuda sadece bir tek derse girmiştim."

Alpher ve Herman'ın tahminlerini herkes gözardı etmemişti. Sovyetler Birliği'nde iki gözü açık gökbilimci Andrei Doroshkevich ve Igor Novikov ikiye ikiyi neredeyse toplamak üzereydi. Wilkin-

son: "Alpher ve Herman'm ateştopu ışıınımı tahminlerinden haberdarlardı," diyor: "ve Bell Laboratuvarı'ndaki antenin dünyada bunu tespit edebilecek tek anten olduğunu düşünüyorlardı."

1964'te, Princeton'daki meslektaşları gibi, Doroshkevich ve Novikov da Ed Ohm'un *Bell System Technical Journal*'daki yazılarını inceliyorlardı (Görünüşe göre Ruslar, Amerikan bilimsel makalelerini Amerikalılardan daha ayrıntılı biçimde takip ediyor.) Dikkatlerini Ohm'un gizemli radyo hışırtısından ilk defa bahsettiği 1961'deki yazısına yönlendirmişlerdi.

Neredeyse yapbozun tüm parçalarını yerine koymuşken Doroshkevich ve Novikov oldukça üzücü bir hata yaptılar: Ohm'un yazısını yanlış anlamışlardı.

Ohm "gökyüzü" sıcaklığını 3 derecenin biraz üzerinde gözlediğini belirtmişti. Bununla kastettiği, 7 metrelik anteni gökyüzüne yönlendirip istenmeyen tüm radyo dalga kaynaklarını hesaptan çıkardığında, hâlâ 3 derecelik tanımlanamayan bir kalıntı ölçtüğüydü. Rus gökbilimciler ise, Ohm'un gökyüzü sıcaklığını ölçtükten sonra atmosfer sıcaklığını çıkarmadığını düşündüler. Rastlantıya bakın ki bu da yaklaşık 3 dereceydi, yani iki gökbilimci sonuçtan gökyüzü sıcaklığını çıkardıklarında, ellerinde hiçbir şey kalmadı. Bu nedenle evrende fark edilebilecek derecede bir ardaalan ışıınımı olmadığı sonucuna vardılar.

Wilkinson, "Aynı yazıya biz baktığımızda, ateştopu ışıınımının bulunabilme şansının çok yüksek olduğunu düşündük," diye anlatıyor. "Fakat Doroshkevich ve Novikov bunun tamamen zıttı bir sonuca varmışlardı."

İki Rus gökbilimci, sonuçları, dünyanın en tanınan evrenbilimcilerinden olan kıdemli meslektaşları Yakov Boris Zel'dovich'e aktardılar. O da bunu, sıcak Büyük Patlamanın yanlış bir teori olduğu şeklinde yorumladı ve 1965'te bu görüşü savunan bir makale yayımladı.

İronik olarak, diğer bir seçkin evrenbilimci Fred Hoyle bundan bir önceki yıl, evrenin uzak bir geçmişte mutlaka çok sıcak bir dönemden geçmiş olması gerektiği sonucuna varmıştı. Hoyle'm bu çıkarımı özellikle kayda değerdi, çünkü Gamow'un sıcak Büyük Patlama teorisinin çürütülmesine neden olan "elementlerin yıldızlarda üretildiği" kuramını oluşturan da kendisiydi.

Fakat 1960'ların başlarında Hoyle, kuram evrende gözlenen elementlerin çoğunun varlığını başarıyla açıklasa da, fazla helyum miktarının nedensiz kaldığını fark etti. Evrenin başlangıcından beri yıldızların bu kadar helyum üretebilmesi için yeterince zaman geçmemiştir.

Hoyle ve meslektaşı Roger Tayler, helyumun ya Büyük Patlama sırasında üretildiği ya da evrenin her yerindeki küçük patlamalarla ortaya çıktığı sonucuna vardı. Doğanın işleyişi basitçe açıklanamaz. Elementler sadece tek bir yerde değil, yıldızların içinde ve evrenin geçirdiği sıcak yoğun dönem sırasında üretilmişlerdi. Hoyle ve Tayler, böyle yoğun ve sıcak bir dönemin açık bir sonucunun ateştopu ışıınımı olacağını ve bunun soğumuş kalıntısının günümüzde gözlenmesi gerektiğini fark ettiler.³⁰

O andan itibaren Dünya üzerinde, evrene nüfuz etmiş bir mikrodalga ardalanı olduğunu düşünen üç grup bilim insanı vardı artık.

Fakat 1964'te Hoyle ve Tayler evrendeki helyumun kaynağıyla ilgili sundukları makalede, bir nedenle kozmik ardalan ışıınımını konu dışında bıraktılar, oysa tahminleri ilk taslaklarında yer alıyordu.

Gördüğünüz gibi bu hikâyede, kuramsal olduğu kadar gözlemsel açıdan da kaçırılan fırsatlar olmuştu.

Nobel Ödüllü fizikçi Steven Weinberg, 20. yüzyılın en önemli keşiflerinden olan kozmik ardalan ışıınımının nasıl olup da sistematik bir araştırma sonucu değil de kazara bulunduğu üzerine en çok kafa yoran kişilerdendir. Büyük Patlama üzerine yazdığı *İlk Üç Dakika* isimli harika kitabında bu durumu üç nedenle açıklıyor: Birincisi diyor, ateştopu ışıınımı üzerine ilk tahmin, sonradan çürütülen bir teori dahilinde yapıldı. 1950'lerde, elementlerin George Gamow'un öne sürdüğü gibi Büyük Patlama sırasında üretilmiş olmadıkları kanıtlandı. İkincisi Büyük Patlama ışıınımını ilk tahmin eden kuramcılar, radyo gökbilimcilerinden bunun tespit edilemez olduğunu öğrenmişlerdi. Fakat Büyük Patlama teorisinin ateştopu ışıınımı

30 Hoyle ve Tayler, Alpher ve Herman'ın ateştopu ışıınımı tahmininden haberdardı. Kendi helyum miktarı iddiaları da onları aynı sonuca ulaştırmıştı.

araştırmasıyla sonuçlanmamasının en önemli nedeni, diyor Weinberg, 1965'ten önce bir fizikçinin erken evrenle ilgili herhangi bir kuramı ciddiye almasının çok güç olmasıydı. Bu durum hayal gücü eksikliğiyle açıklanabilir. Evrenin ilk birkaç dakikasında maddenin sıcaklığı ve yoğunluğu günlük deneyimlerimizden o kadar farklıdır ki, bu halin var olabileceğini kabul etmek oldukça güçtür. Weinberg'e göre, fizikçilerin hatası kuramları gereğinden fazla ciddiye almak değil, yeterince ciddiye almamaktır.

Yıldızlararası Termometreler

Bu hikâyedeki gariplikler henüz bitmedi. Görünüşe göre Büyük Patlama ışınımı Penzias ve Dicke arasındaki o can alıcı telefon konuşmasından daha önce tahmin edilmiş ve hatta gözlenmişti. Kozmik ardaan ışınımının yirmi beş yıldan fazla bir süredir kanıtları bulunuyordu. Bilimsel makalelerde de yayımlanmıştı, fakat kimsenin dikkatini çekmedi.

1938'de, Alpher ve Herman ateştopu ışınımının varlığını tahmin etmeden on yıl önce, Güney California'daki Mount Wilson Gözlemevi'nin yöneticisi Walter Adams, teleskopunu Ophiuchus (Yılanca) takımyıldızındaki yakın bir yıldızla yönlendirdi. Yıldız tayfında alışılmamış bir çukur gördü. Bu, ışığın bir kısmının siyanojen isimli gaz molekülleri tarafından emilmesi halinde görülmesi beklenen bir çukurdu.

Moleküller narindir. Alışılmışın üzerinde sıcaklıklarda kolaylıkla parçalanırlar, bu nedenle yıldızların etrafında fazla görülmezler. Adams, gördüğü siyanojen moleküllerinin yıldızla Dünya arasında bir yerde asılı kalmış görünmez bir yıldızlararası gaz bulutu olduğu sonucuna vardı.

Güneş gibi yıldızların doğum yerleri olan buna benzer bulutlar galaksinin her yerine saçıldıkları için, bu yakın yıldız etrafında birine rastlamak büyük bir sürpriz değildi. Fakat siyanojen emiliminin görünümü şaşırtıcıydı. Adams'ın gördüğü kadarıyla moleküllerin çoğu evrende sürüklenirken ufak atomik güller gibi üst üste taklalar atarak dönüyordu.

Fakat bu mümkün değildi. Yıldızlararası uzay son derece soğuktur, mutlak sıfır noktasına yakın sıcaklık nedeniyle, tüm hareketler durma noktasına kadar yavaşlar.

Bir güç siyanojen zerrelerinin dönmesine neden oluyor olmalıydı. Kanada Dominion Gözlemevi'nden Andrew McKellar bunun ne olabileceğini hesapladı. Mutlak sıfır noktasının 2,3 derece üzerinde sıcaklıkta ve 2,64 milimetre dalga boyunda bir ışıınım olmalıydı; fakat bunun ne olduğu ve nereden geldiği hakkında hiçbir fikri de yoktu.

Siyanojen moleküllerinin normalden daha hızlı hareket ettiği gözlenen birkaç yıldız daha bulundu. Demek ki molekülleri hırpalayan ışıınım galaksiye veya evrene yayılmıştı.

Diğer gökbilimciler bu tuhaflığı uğraşmaya değer bulmadı, henüz zamanı gelmemiş tüm keşifler gibi bu konu da unutuldu. Bu durum 1965'e kadar böyle sürdü. Sonra birden Rus gökbilimci Iosef Schlovski dahil birkaç kişi Adams ve McKellar'ın çalışmalarını hatırladı. Moleküllerin uzayın ölü soğuşunda dönüyor olmalarının bir anlamı yoktu, dediler, Büyük Patlama ışıınımından etkileniyor olmalıydılar ve uzayda sakince durup evrenin sıcaklığını ölçen yıldızlararası termometreler gibiydiler.

En azından siyanojen moleküllerinin sırrı çözülmüştü.

"Bu Adam Boşu Boşuna Riske Giriyor"

Haziran 1965'te Jim Peebles New York'taki Amerikan Fizik Topluluğu toplantısında ateştopu ışıınımıyla ilgili bir seminer verdi. Bu konuşma, ilk defa ona tek bir gözlem üzerinden Büyük Patlama ışıınımının varlığını kanıtlama iddialarının ne kadar büyük bir risk olduğunu gösterecekti.

Peebles konuşma için Penzias ve Wilson'un 7,5 santimetredeki tek bir ardaan ölçümünü gösteren bir slayt gösterisi hazırlamıştı. Büyük Patlama ışıınımının dalga boyuna göre değişimini belirtmek için diğer tarafına da bir kara cismin kendine özgü kambur eğrisini çizmişti. Peebles görüntüyü ekrana yansıttığında aldığı tepkiye oldukça şaşırdı; çünkü seyirciler gülüşmeye başlamışlardı.

Kaşlarını çatarak ekrandaki grafiğe baktı. Birden çizimi diğerlerinin gözünden gördü, ani bir şokla nasıl saçmaladığını fark etti. Büyük bir kendine güvenle, tek bir veriden yola çıkarak karmaşık bir eğri çizmişti. Ortada yalnızca bir nokta olduğu halde noktaları birbirine bağlamıştı. Okul çocukları bile tek bir noktadan pek çok çizginin geçeceğini ve sonucun hep doğru çıkacağını bilirdi.

Peebles, "İnsanlar grafiği görür görmez saçmalığını fark ettiler" diye açıklıyor. "Muhtemelen, bu adam boşu boşuna riske giriyor diye düşünüyorlardı."

"Bu ölçümün ardalan ışıınımı olduğunu düşünmenin son derece spekülatif olduğunu biliyordum; fakat tahminlerimizin büyüklüğünü ve hata payının ne kadar yüksek olabileceğini daha yeni fark ediyordum."

Yine de kendisi, Wilkinson ve diğerleri gerçekten riske girmişlerse bile Peebles bunun çok da fazla cesaret gerektirdiğini düşünmüyordu. Ona göre: "Hatalıysak bu bizi hiç etkilemezdi."

"Bilim yaparken cüretli tahminler yapılır. Bu, boynu giyotine uzatmak gibi bir cüretkârlık değildir. Sonradan yanlış olduğu anlaşılan tahminleri gereğinden fazla üretmediğiniz sürece, saygınlığınızın tehlikede olması söz konusu değildir."

Peebles'ın haklı olup olmadığını görmek için jüri hâlâ beklemekteydi. Karar, daha fazla veri toplandığında verilecekti. Gülüşen seyircilerin de gösterdiği gibi, Penzias ve Wilson'un tespit ettiği sinyalin Büyük Patlamadan geldiği kesinleşene kadar daha çok kanıt toplanması gerekiyordu.

Rahatlama ve Hayal Kırıklığı

İnşa etmeye başladıktan bir yıl sonra, Aralık 1965'te, Wilkinson ve Roll çatıdaki antenlerini çalışır duruma getirince Büyük Patlama ışıınımı ilk büyük sınavını vermiş oldu. Penzias ve Wilson'un ölçümüne mükemmel bir benzerlik içinde, 3,2 dalga boyunda ve mutlak sıfır noktasının 3 derece kadar üzerinde bir gökyüzü sıcaklığını başarıyla ölçtüler.

Wilkinson: "Bu sonuçla birlikte içimiz rahatladı, çünkü aldığımız risk büyüktü," diye anlatıyor. "*Astrophysical Journal*

Letters'a yazdığımız yazıyla çok dalga geçilmişti. Pek çok kişi yorumumuzu oldukça abartılı buldu, sonuçta ortada yalnızca tek bir ölçüm vardı."

Fakat rahatlama, sonunda ölçümü yaptıklarında Wilkinson'ın hissettiği tek şey bu değildi: "İtiraf edeyim ki biraz da hayal kırıklığına uğradım," diyordu.

Kuskusuz Bell Laboratuvarı, Princeton'un coşkusunun bir kısmını çalmıştı. Peebles, önceki bahar Penzias ve Wilson son anda önlerine geçtiği için hiçbir hayal kırıklığı yaşamamıştı. Fakat şimdi, Princeton grubunun Büyük Patlama yorumunda haklı oldukları anlaşılıp ilk bulanın kendileri olabileceği fark edilince durum değişmişti. Peebles: "Bu noktada keşke Dave ve Peter'dan önce davranmasalardı diye düşünmeye başladım," diye anlatıyor.

Eşitlik Ölçümü

Artık mikrodalga ardalanı için iki dalga boyunda iki ayrı gözlem vardı. Yetmezdi, ama iyi bir başlangıçtı. İkisi de Büyük Patlamadan gelen ışıınımdan beklendiği gibi tek bir sıcaklık-taydı ve kara cisim tayfı özelliklerine uyumluydu.

Fakat ışıınının gerçekten Büyük Patlamadan geldiğini anlamak için geçilmesi gereken bir sınav daha vardı. Kara cisim tayfına benzerliğinin yanında, gökyüzünün tüm yönlerinde aynı parlaklıkta olmalıydı. Peebles'e göre "ölçümün gökyüzünde eşit şekilde dağılmış olması gerekiyordu, yoksa tüm çalışma boşa giderdi."

Princeton grubu kozmik ardaan ışıınının ikinci ölçümünü yapar yapmaz, Dicke aletleri modifiye edip ışıınının gökyüzünde ne şekilde dağıldığını bulmanın iyi bir fikir olduğuna karar verdi. Wilkinson'ın şimdi yeni bir takım arkadaşı vardı.

1965 yazında Peter Roll hâlâ çatıdaki deneyle uğraşırken Dicke, Bruce Partridge adında genç bir fizikçiyi işe almıştı. Partridge'in Oxford'daki kütleçekim grubuna katıldığında ilk görevi, üzerinde çalışmak için bir deney seçmek olmuştu. Dicke ona iki seçenek sundu:

İlki Güneş'in basıklığını ölçmek üzere bir deneydi. Bu, Dicke'nin diğer bir fikriydi. Güneş'in yukarıdan hafifçe basık olduğu kanıtlanabilirse, bu Dicke'nin kendi kütleçekim teorisi üzerine en az Einstein'ın Merkür yörüngesi üzerine açıklamaları kadar etkili olacaktı.

Fakat Partridge Güneş basıklığı deneyini gördüğünde dehşete düştü. "Aşırı derece karmaşık görünüyordu," dedi, "Her yerde yığınla elektronik parçalar vardı." Umutsuzca diğer deneyi görüp göremeyeceğini sordu. Dicke onu Wilkinson ve Roll'un mikrodalga ardalanı deneyine götürdüğünde rahat bir nefes aldı. "Çok daha basit gibiydi," diye anlatıyor. "Sonuçta bu deneyi seçtim."

Böylece Bruce Partridge, mikrodalga ardalanının dağılımını ölçmek üzere Dave Wilkinson'a katıldı.

Bu ölçüm için anteni gökyüzünde değişik noktalara yönlendirmek ve sıcaklıkları karşılaştırmak gerekiyordu. Ardalan ışıınımını kendisiyle karşılaştırmamanın kimi avantajları vardı. Öncelikle istenmeyen radyo dalgaları konusunda fazla endişelenmeniz gerekmiyordu, çünkü anten iki ayrı yöne bakarken bu değerler genelde benzerdi. Ölçülen bir sıcaklık diğerinden çıkarıldığında istenmeyen sinyaller kendiliğinden devre dışı kalırdı.

Penzias ve Wilson, antenleri yön değiştirdikçe ardalan ışıınının sıcaklığının yüzde 10'dan daha az değiştiğini zaten göstermişti. Partridge: "Bundan çok daha iyisini yapmamız gerektiğinin farkındaydık," diye açıklıyor.

Wilkinson: "Anteni çatıdan indirmedik bile" diyor: "Sadece, dümdüz yukarı bakan doğrultusunu 45 derece değiştirdik."

Plan, trampet şekilli boynuzu *Gökyüzü Ekvatoru*'na çevirmektir. Bu, gökyüzüne doğru yükseltildiği takdirde Dünya ekvatorunun olacağı yerdeki hayali bir çemberdir. Dünya'nın dönüşü, antenin 24 saatte bir tam bir çember çizecek şekilde salınmasını sağlayacaktı. Ardalan ışıınımı bu çember dahilinde değişiyorsa, antende ölçülen sıcaklık da 24 saat içinde yavaşça değişmeliydi.

Kolay gibi görünse de bazı zorluklar vardı. Dış kaynaklı bazı etkiler Wilkinson ve Partridge'in anteninde ölçülen sıcak-

lığın gün içinde değişmesine neden olabilirdi. Örneğin gündüzleri Güneş anteni ısıtabilir, bu da geceye göre daha fazla istenmeyen radyo dalgası oluşmasına neden olabilirdi. Bir şekilde bu sıcaklık değişimini kozmik ardaan ışıınının gerçek etkisinden ayırmaları gerekiyordu.

Başlarda Wilkinson ve Roll bu istenmeyen etkileri, anteni sabit sıcaklıktaki yapay bir radyo dalgası kaynağına, yani soğuk yüke çevirerek uzaklaştırmayı başarmışlardı; fakat bu çözüm eşitlik dağılımı ölçümü için uygun değildi. Wilkinson ve Partridge bunun yerine antenin önüne düzenli aralıklarla dikey metal bir ayna kaydırdı, böylece anten gökyüzü ekvatoru yerine, *göksel kuzey kutup* olarak bilinen bir noktaya bakıyordu.

Özetle bu nokta, Dünya'nın kuzey kutbu yukarı doğru yükseltilse gökyüzünde belireceği yerdedir. Göksel kutup asla yer değiştirmez, gökyüzünü bütün gece seyredecek sabrınız varsa, tüm yıldızların bu nokta etrafında yavaşça döndüğünü gözleyebilirsiniz.

Eşitlik ölçümü deneyi sırasında Wilkinson ve Partridge sürekli gökyüzü kutbunda ölçtükleri sıcaklıktan gökyüzü ekvatorununkini çıkardılar. İki durumda da gündüz-gece sıcaklık farkından kaynaklanan sinyal değişikliği aynı olduğu için bu istenmeyen etki devre dışı bırakılıyordu. Ayrıca iki durumda da anten aynı büyüklükte bir alanı inceliyordu, böylece atmosferden gelen istenmeyen sinyaller de etkisiz hale getiriliyordu.

Yine de gökyüzü kutbu yönüne bakmanın en büyük avantajı, ardaan sıcaklığının burada sabit olmasıydı. Yani bu gökyüzü parçası soğuk yük gibi çalışıyordu. Ekvator ve kutup noktalarını sürekli karşılaştırarak, Wilkinson ve Partridge gökyüzü ekvatoru çevresindeki gerçek sıcaklık değişimlerini haritalamayı başardılar.

İki gökbilimci 1966'da gökyüzü ekvatoru etrafında ardaan ışıınının sıcaklığının yüzde 0,1'den daha az değişiklik gösterdiğini buldu. Partridge: "Penzias ve Wilson'un bulguları neredeyse yüz kat geliştirilmişti," diye açıklıyor.

Böylece kuram ikinci büyük sınavını başarıyla vermiş oldu. 1966 teknolojisinin söyleyebildiği kadarıyla, ışıının tüm yönlerden eşit şekilde geliyordu.

Erken Evren Saygınlık Kazanıyor

Kozmik ardaan ışıının keşfinden sonra insanlar erken evreni ciddiye almaya başladı. Gamow, Büyük Patlamadan birkaç dakika sonra, sıcaklık milyonlarca dereceyken evrende neler olduğunu anlamak için nükleer fizik bilgisinin nasıl kullanılacağını göstermişti. Peki ya bundan da erken zamanlarda, sıcaklık daha yüksek ve şartlar daha da ağırken ne oluyordu? Bu uzak zamanları öngörmek ancak çok küçük ile çok büyüğün biliminin birleşimiyle gerçekleşebirdi; parçacık fiziği ve evrenbilim.

Parçacık fizikçileri maddenin nasıl oluştuğunu bulmak istiyorlardı. Önce cevabın atom olduğunu düşündüler, fakat sonra atomların da proton, nötron ve elektron isimli daha ufak parçalardan oluştuğunu keşfettiler. Sonra da, korktukları gibi proton ve nötronların da kuark isimli parçacıklardan meydana geldiğini gördüler. Henüz kimse kuarkı parçalamadı, kimse de bu parçacıkların sıranın sonu olduğundan emin değil. Belki de madde parçaları matruşka bebekler gibidir, biz açtıkça içlerinden yenileri çıkacaktır.

Erken evren ve parçacık fiziği birbirine sıkıca bağlıdır, çünkü Büyük Patlama sırasındaki yüksek sıcaklıklarda parçacıklar o kadar hızlı hareket ediyorlardı ki çarpıştıklarında bileşenlerine ayrışıyorlardı. Parçacık fizikçileri bu olayı, dev parçacık hızlandırıcıların içinde maddenin mikroskobik bileşenlerini büyük bir hızda döndürüp birbirine çarparak kopyaladı. Kısacık bir an için Büyük Patlamadan hemen sonraki ilk andan beri evrende var olmamış bir fiziksel durumu tekrarlayabilmışlerdi.

Gamow, milyonlarca ve milyarlarca derece sıcaklıkların fiziğini, yani nükleer fiziği erken evrene uyguladı. Bugünün bilim insanları trilyonlarca derece ve daha yüksek sıcaklıkların fiziğinden haberdar. Gamow Büyük Patlamadan birkaç dakika sonra olanları araştırmışken günümüz fizikçileri saniyenin ilk binde birini güvenle öngörebiliyor. Hatta biraz daha az güvenle de olsa, çok daha gerilere gidebiliyorlar.

Oturduğumuz yerden evrenin böyle uzak bir zamanda neye benzediğini bildiğimizi iddia etmek fazla cüretkâr görülebilir.

Sonuçta Büyük Patlama teorisi temelde üç gözlemsel kanıtı dayanmaktadır: Evrenin genişlemesi, ateştopu ışınımının varlığı ve evrendeki yüksek helyum miktarı. Böyle ahkâm kesebilmemizin nedeni erken evrenin basitliğidir. Geçmişe doğru gittiğimizde, öngörülebilir şekilde sıcaklık yükselir. Herhangi bir an için tek bilmemiz gereken şey sıcaklıktır, tüm evreni bunun üzerinden anlayabiliriz. Bu sıcaklıkta var olabilecek parçacıkları da fiziğe eklediğimizde her şeyi açıklamış oluruz.

Sorun şu ki, eninde sonunda parçacık fiziğiyle ilgili bildiklerimiz çatırdayıp dünya ortamında benzer sıcaklıkları üretmemizin imkânsız olduğu bir noktaya dayanıyor. Bilinmeyen bir ülkede yolumuzu bulmaya çalışıyoruz; ama en azından artık elimizde bir yol haritası var. Parçacık fiziği ve evrenbilimin birlikteliği, bu ikisinin birbirine bağlılıklarını ve Büyük Patlamanın ilk anlarıyla ilgili bilinmeyen pek çok şeyin parçacık fiziğiyle ortaya konabileceğini gösterdi. Hangi fizik kuramını kullanırsak kullanalım, evren ölçeğinde gökbilimcilerin etrafımızda gözlemediklerine karşıt oluşturacak sonuçlara sahip olamazlardı.

Gamow'un mirası budur. Artık evrenin nereden geldiğiyle ilgili temel soruların yalnızca parçacık fiziğiyle yanıtlanabileceğini biliyoruz.

Saygınlığın Son Kanıtı

George Gamow kendi fikirlerinin aklandığını göremeden 1968'de vefat etti. Arno Penzias ve Robert Wilson 1978'de kozmik ardaalan ışınımı keşifleri için Nobel Ödülü aldıklarında, kuram kesin olarak onaylanmış oldu.

Wilson ödülle ilgili ilk tüyoları 1978'in başında almaya başlamıştı. "Sanıyorum *Omni* dergisinde biri gelecek Nobel Ödüllerıyla ilgili tahminlerini yayımlamıştı, listede biz de vardık," diyor: "Fakat yazdıklarının çoğunda yanlışmıştı, bu nedenle Arno pek ciddiye almadı." 1978 yazında, Avrupa'ya dönmeden önce Bell Laboratuvarı'nda çalışmış olan İrlandalı Jerry Rickson'dan başka bir ipucu geldi. İsveç ziyareti sırasında, ülkenin önde gelen radyo gökbilimcilerinden biri Rickson'ın

yakasına yapışmıştı. Wilson: "Jerry bana, Arno ve benimle ilgili pek çok soru sordu," diye anlatıyor. "Kim ne yaptı, bunun gibi şeyler..."

Sonra, Wilson'ın İsviçreli iş arkadaşı Martin Schneider daha da açık bir tüyo verdi. Schneider, Wilson'a bir deneyle ilgili raporu iletmekte gecikmişti, bir gün koridorda karşılaştıklarında Wilson raporu hatırlattı ve ertesi gün masasına bırakıp bırakamayacağını sordu. Schneider beklenmeyen bir şekilde dokümanı vermeyi reddetti. Keyifle: "Yarın raporla uğraşamazsın," dedi, "çünkü Nobel alıyorsun."

Wilson: "İtiraf edeyim ki çok ciddiye almadım," diye anlatıyor. Fakat ertesi sabah 7'de çalan telefonla uyanacaktı. Arayan Bell Laboratuvarı'ndan bir başka iş arkadaşıydı. WCBS radyo haberlerinde duyduklarının doğru olup olmadığını soruyordu: Gerçekten Nobel almışlar mıydı?

Wilson emin değildi; fakat sonunda İsveç Kraliyet Bilim Akademisi'nin 1978 Nobel Fizik Ödülü'nün 3 derecelik kozmik aralan ışıınımı keşfi nedeniyle Penzias ve kendisine uygun görüldüğünü söyleyen bir telgraf geldi. Wilson: "Bunca ipucundan sonra çok da şaşırmamıştım" diye ekliyor.

"Hâlâ Schneider'ın nereden öğrendiğini bilmiyorum; ama böyle şeyleri hep bulup çıkarır. Son yıla kadar hiç haberimizin olmaması çok iyiydi. Bence insanlar yıldan yıla: 'Seneye Nobel alacaksınız' demediği için şanslıyız."

Nobel Heyeti, ödülü aralan ışıının varlığını öngören değil, keşfedenlere atfetmeye karar vermişti. Bu sayede ilk tahminleri kimin yaptığı sorunundan kaçınmış oldular.

Peebles: "Bob Dicke ödüle dahil edilmediği için büyük hayal kırıklığına uğradım" diye anlatıyor. "Bence Penzias ve Wilson ile Dicke'yi de ödüle layık görmek iyi bir çözüm olurdu." Nobel'in önemli bir kuralı sadece yaşayan kişilere verilmesidir, oysa Gamow 1968'de ölmüştü. "Bence Nobel Heyeti ödül konusunda zaman zaman yarı keyfi kararlar almak zorunda kalıyor. Mikrodalga Aralanı konusunda da böyle yaptılar."

Heyetin göz önüne aldığı bir başka faktör de deney sonuçlarının kuramlara göre daha somut oluşudur. Örneğin yüksek ısılı süperiletkenleri keşfeden iki fizikçi birkaç yıl içinde ödüle

layık görülmüşken, 20. yüzyıl biliminin en büyük zaferlerinden biri olan görelilik kuramı için Einstein hiçbir ödül almamıştır.

Wilkinson; Penzias ve Wilson'un hangi nedenlerle ödüle layık görüldüğü konusunda çok netti. "Evren hakkında çok önemli ve temel bir şeyi keşfettiler," diyordu, "Ayrıca ikisi de birinci sınıf deneycilerdir."

İki fizikçi, 1960'ların sonunda başka bir önemli gökbilimsel keşif yaptıklarında bunu tekrar kanıtladılar. Uzay boşluğunda salınan büyük miktarda karbonmonoksit molekülü olduğunu keşfettiler. Böylece moleküler hidrojenden sonra, karbonmonoksitin evrendeki en yaygın ikinci molekül olduğu kanıtlanmış oldu.

BİLİMDEKİ EN ZOR ÖLÇÜM

Talihsiz Deneylerle Geçen Yirmi Beş Yıl

1967 baharında Dave Wilkinson ve Bruce Partridge kiralık kamyonlarının yönünü Arizona Yuma'daki ABD askeri üssüne çevirdiler. Princeton'da Büyük Patlama ışınımının dağılımını ölçme deneyleri New Jersey atmosferindeki su buharı nedeniyle engellenmişti. Aletlerini yeni baştan kurduktan sonra ABD'nin en güneşli yeri olduğunu belirledikleri güneybatı yönüne doğru ilerlemeye başladılar.

Partridge: "ABD ordusu bize çölde etrafı yüksek çitlerle çevrili bir arazi tahsis etti," diye anlatıyor. "Hatta rütbe dahi verdiler, böylece kaldığımız sürede askeri kantini kullanabildik. Dave yüzbaşı, bense teğmendim."

Burası Princeton takımının kullanımı için idealdi. Güneşli ve kuruydu, ayrıca çitler etraftaki hayvanların aletleri ezmesini engelliyordu. Mekânın tek bir dezavantajı vardı: Ordu, sınır gazı bombalarının çöl ortamında sızdırıp sızdırmayacağını burada test ediyordu.

Masmavi gökyüzü altında, etrafları Güneş'te yavaşça kızaran sınır gazı bombalarıyla çevriliyken Wilkinson ve Partridge aletlerini kurmaya başladılar. İkisi de tehlikeyi fazla önemsememişti. Partridge, "Tehlike belirtileri görürsek, bize maskelemizi takıp oradan hızla uzaklaşmamız söylenmişti" diyor.

Deney için gereken elektronik araçlar Sears-Roesbuck'tan aldıkları bir bahçe kulübesine yerleştirildi. Mikrodalga antenleri zemine bakacak şekilde çölde yükseliyordu. Partridge:

"Anteni yukarı yöneltirsek kısa zamanda içi ölü böcekler ve buğudan kaynaklanan suyla dolacaktı," diye açıklıyor. Antenin altına, gökyüzünden gelen radyo dalgalarının girişe yönelmesini sağlayan metal bir ayna yerleştirildi.

Birkaç hafta boyunca Partridge ve Wilkinson proje bütçesinden aldıkları bir motorsikletle çölde gezinerek sinir gazı bombalarının arasında çalıştı. Partridge: "Motorsiklet kiralık arabadan çok daha ucuzdu," diyerek ekliyor: "Böylece bütçeden tasarruf ettik." Deney otomatik işleyecek biçimde tasarlanmıştı. Aletleri kurduktan sonra çölde kendi kendine işleyecek şekilde bırakıp döndüler.

Fakat işler iyi gitmedi. Partridge: "Yuma deneyi bir yıl devam etti," diyor: "...ama tam bir fiyaskoydu."

Görünüşe göre, ayna anteni gökyüzünün bir noktasından diğerine yönlendirdiğinde, anten sorunsuzca farklı sıcaklıklar ölçüyordu; fakat bu sıcaklık değişimi kozmik mikrodalga ışıınımdan kaynaklanmıyordu. Çok daha bölgeseldi. Gökyüzünde farklı noktalar farklı miktarlarda su buharı içerir ve bu eşitsizlik, zamanın başlangıcından gelme ihtimali olan ışıınımdaki değişimleri tamamen alt edecek etkidedir.

Partridge: "Princeton'da Dave'le oturup hava durumu kayıtlarını incelediğimizde Arizona'da Yuma, Amerika'nın en güneşli yeri gibi görünmüştü," diye anlatıyor. "Tamamen haklıydık, gerçekten de güneşliydi; fakat havada hâlâ bol miktarda su buharı vardı, sadece bulut şeklinde görünmüyorlardı."

Yuma deneyi, kalın atmosfer örtüsü altından kozmik arda lan ışıınımlı deneyleri yapmanın ne kadar zor olduğunu kanıtlamıştı. Partridge: "Büyük Patlamayı araştıran deneylerimiz doğanın inatçılığı yüzünden sürekli bozguna uğruyordu," diye anlatıyor. Bu durum sonraki yirmi yıl boyunca daha da iç karartıcı bir hal alacaktı.

Atmosfer Üzerinden Bakış

Havada asılı görünmez nem, kozmik arda lan deneyleri için bir felakete dönüştü. Birkaç milimetre gibi kısa dalga boylarında yapılan gözlemlerde bu durum özellikle can sıkıcıydı. Su

buharı, kıymetli ardalan ışıınımını alt edecek kadar yoğun bir şekilde parlıyordu. Ne yazık ki gökhilimciler tam da bu uzunluktaki radyo dalgalarının peşindeydiler.

Bunun nedeni, mutlak sıfır noktasının yaklaşık 3 derece üzerindeki bir kara cismin tayfında yaklaşık 1 milimetre dalga boyu dolaylarında bir tepe noktası bulunmasıdır. Gökhilimcilerin kozmik ardalan ışıınımının doğrudan Büyük Patlamadan geldiğini kanıtlayabilmeleri için ışıınım tayfının kara cisim benzeri olduğunu göstermeleri gerekliydi. Yani bir tepe noktasını bulmalı ve bundan hemen sonra tayfın ani bir düşüşe geçtiğini göstermeliydiler.

Yaklaşık 1 milimetrelilik dalga boyunda, atmosferdeki su buharı ve diğer moleküller güçlü bir şekilde parlar. Tepe noktasının altında, milimetrenin altındaki dalga boylarında durum daha da kötüdür. Su buharı aşırı şekilde parlarken kozmik ardalan ışıınımı hızla zayıflar. Ardalandaki zayıf sinyal yok olma noktasına gelir.

Tepe noktası ve ötesindeki ardalan ışıınımını gözlemeye çalışmak oldukça zor bir görevdi. Tek çözüm, ekipmanı yükseklere çıkararak atmosferin rahatsız edici etkisinden mümkün olduğunca uzaklaşmaktır. Dağcılık yapan herkesin bildiği gibi, yukarı çıkıldıkça sıcaklık düşer. Yeterince yükseğe çıkarsanız, havadaki su buharı donar ve dolu gibi üzerinize yağar.³¹

Atmosferi alt etme görevleri sırasında araştırmacılar çöllerden dağ zirvelerine, balonlardan casus uçaklarına ve roketlere kadar pek çok yerde çalışmalar yaptılar. Hatta sonunda bir gün uzaya bile çıkacaklardı.

Zirve ve Ötesi

Yuma fiyaskosundan sonra Wilkinson ve Partridge dikkatlerini yeniden ardalan ışıınımının tayfını ölçme ve kara cisim benzeri olduğunu teyit etmeye yönlendirdi. Güneybatı Arizona

31 Aslında Dünya üzerinde, zemin düzeyinde ve atmosferde neredeyse hiç su buharı olmayan bir yer vardır: Antartika. Burada hava, su buharının var olabilmesi için fazla soğuktur.

çöllerinde iyi bir ders almışlardı. Aynı hatayı tekrarlamamaları gerekiyordu.

Yeni deneyleri için Kuzey California'da White Mountain zirvesini seçtiler. Burası, 3810 metre yükseklikte ABD'nin en kuru noktasıydı.

Bunu tek fark eden kendileri değildi. Partridge: "White Mountain'a vardığımızda mikrodalga anteni olan şüpheli bir aletle karşılaştık," diyor: "Bernie Burke ve MIT'den birkaç kişi, tam da bizimle aynı nedenle zirveye çıkmıştı!" Bu durum erken zamanlarda, işler zorlaşmadan önce, ardaalan ışıınımı ölçümle-
rinin ne kadar popüler olduğunu gösteriyor.

Wilkinson ve Partridge'e şimdi yeni biri daha katılmıştı: Bob Stokes. Yanlarında farklı dalgalarda çalışan üç mikrodalga anteni getirmişlerdi. Plan bir taşla üç kozmolojik kuş vurmaktı: Kozmik ardaalan tayfında üç nokta tespit edeceklerdi.

Penzias ve Wilson'un keşfinin ardından, uygun radyo teleskoplarına erişimi olan dünyadaki tüm gökbilimciler kozmik ardaalan ışıınımını ölçmeye girişmişti. 1966'nın ortalarında 3 dereceye yakın sıcaklıkta ve 21 santimetre ile 2,6 milimetre arasında, neredeyse 100 kat fazla bir alanı kapsayacak dalga boylarında ölçümler yapılmıştı.

Fakat bunların tümü, tümsekli tayfın yalnızca tek bir tarafından, görece olarak daha uzun dalga boylarını kapsayan yönden yapılmıştı. Princeton takımı ise üç mikrodalga antenle tayfı hem tepe noktasında hem de kısa dalga boyu yönünde ölçmeyi planlıyordu. Bir buçuk ay boyunca karınca gibi çalıştılar ve bu sefer başarıyı yakaladılar. Partridge: "Tepe noktasından sonraki düşüşün belli belirsiz ilk kanıtını görüntülemiştik," diye anlatıyor.

Fakat bu, geleneksel mikrodalga teknolojisiyle gelinebilecek son noktaydı. Bir milimetre dalga boyu uzunluğunda mikrodalga alıcıları inşa etmek mümkün değildi. Su buharı, kısa radyo boylarında sık rastlanan bir sorun kaynağıydı. Gökbilimcilerin ilk olarak tayfın uzun dalga boyundaki ölçümleri yapmalarının nedeni, denenmiş ve test edilmiş radyo alıcılarını kullanabilecek olmalarıydı. Tayfın uzun dalga boyu yönü, işin kolay tarafıydı.

"Kolay bölümü bitirdik," diyor Partridge, "Geriye zor kısım kaldı." Çalışmada, ilk coşkudan sonra inişe geçilen bir dönem olur. Partridge: "En azından Princeton'dakiler başka işlerle uğraşmaya başladılar," diyerek kendisi de daha geleneksel radyo ve optik gökbilimine yönelecekti.

70'lerin başında çok az yol katedildi. İlerleyebilmek için 1 milimetre ve altındaki dalga boylarındaki ışıınımı tespit edebilecek yepyeni bir teknoloji gerekiyordu.

Ardalan Hastalığı

Bu zor zamanlarda yılmadan çalışmalarına devam eden tek bir kişi vardı: Dave Wilkinson. 1965'te Bob Dicke laboratuvara dalıp evrenin oluşumdan gelen ışıınımla dolu olabileceğini ilan ettiğinde kaderi belirlenmişti. Wilkinson ardalan hastalığına yakalanmıştı ve hayatının sonuna kadar da bu virüsü taşıyacaktı.

Wilkinson yalnız da değildi. Kozmik ardalan deneyinde çalışan herkes konuya son derece bağlıydı. Kariyerlerinin sonuna kadar bu alanda kalma eğilimindeydiler. Başka projelerle uğraşmaya başlayan Partridge bile ardalan ışıınımına tekrar tekrar geri dönecekti.

Partridge'e göre bunun nedeni açıktı: "Bence cevap çok net," der: "Basitlik. Işıınımı ölçmek için yapılan deneyleri anlamak ve açıklamak son derece basit. Zaten ışıınımın kendisi de basit; gökyüzünde her yönde eşit sıcaklıkta ölçülen kara bir cisim. Bu iki özelliği saydığınızda, ışıınımla ilgili her şeyi söylemiş oluyorsunuz."

Bob Dicke'e göre "Kozmik ardalan ışıınımının basitliği çok önemli bir şeyin, yani erken evrenin gözle görülür biçimde karmaşadan uzak bir yapıda olduğunun kanıtı. Bu, evrenin başlangıcını anlamak için tek yol."

Wilkinson buna katılsa da evrenbilim, onun bağıllık nedeinin sadece bir parçasıydı. Doğayı alt edecek deneyler tasarlama fırsatı onu baştan çıkarıyordu. Wilkinson "Bunlar tam da benim sevdiğim türden deneyler," diye anlatıyor. "Zor, fakat önemliler. İstenmeyen etkiler üzerine çok kafa yormanız gerekir, deneylerde bir yaratıcılık ve zekâ parıltısı vardır."

Bu çocukluğundan beri böyleydi. Kendisini için "Ben tamirciyim," diyor. "Bu bana babamdan miras. Babam liseden sonra okumadı, ama elektroniğe meraklıydı. Mahzende bir atölyesi vardı. Çocukken hep arabaları ve elektronik araçları tamir ederdim."

Wilkinson'ın ilgisinin nedenleri burada bitmiyor. Onun için önemli olan başka bir yön daha vardı. "Yalnız başına, sadece bir lisansüstü öğrencisiyle önemli bir deneyi yürütebilirsiniz," diyordu, "Deneyde tam olarak kontrol edersinizdir. Bu, küçük ölçekli ve idare edilebilir bilimdir."

Günümüzde bilimin çoğunlukla geniş ölçekli ele alındığı ve yüzlerce bilim insanını içeren uluslararası gruplarla uygulandığını düşünürsek, ardalan çalışmasının neden daha çekici olduğu kolaylıkla anlaşılabilir.

Balonlar, Roketler, Uçaklar

1970'lerin başında Wilkinson, yeni gelişmekte olan helyum balonları teknolojisini kullanmaya başladı. Partridge'e göre, "Yuma deneyinin başarısız olması Dave'i atmosferdeki su buharı üzerine balon kullanarak geçmeyi düşünmeye yönlendirdi."

Balonlar, ekipmanı olağanüstü yüksekliklere, belki Everest'in üç veya dört katı kadar yukarı çıkarabilir. Böyle bir yükseklikte hava o kadar incedir ki, aletler uzayda gibidir. Belki on saat, çok sert bir rüzgâr balonu deniz üzerine ya da menzil dışına sürükleyene kadar, aletler evrenden engelsiz bir ölçüm alabilir.

Fakat deneyi balonla havaya yükseltmek çok daha karmaşık ardalan deneyleri inşa etmek anlamına geliyordu. Her şey uzaktan kontrol edilebilmeliydi. Antenin önüne soğuk yük yerleştirmek gibi basit bir operasyon bile otomatik olarak yürütmesi gerektiğinde pek çok soruna yol açıyordu.

"Balon deneyleri masaüstü deneyleri gibi değildir," diyor Wilkinson. "Normalde bir sorun çıkarsa, deneyi ayarlar ve tekrarlırsınız; ama yılda bir kaldırılacak bir balonla bu şekilde çalışmanız imkânsızdır."

Yerden 30-40 km yükseklikteki şartlarda beklenmeyen şeylerin olması olasıdır. Bir kere hava inanılmaz derecede soğuktur. Buz, aletleri dondurabilir. Zemindeyken tamir etmesi çok kolay, ama uzayın sınırında uçan bu deneyi mahvedebilecek terslikler çıkabilir.

Balon mücadelesi sırasında Wilkinson'ın gizli bir silahı vardı: babası. Emeklilikten sonra balonların kalktığı yer olan Teksas'a yerleşen babası sık sık yardıma geliyordu. Tek birli-sansüstü öğrencisiyle çalışan Wilkinson babasına minnettar-dı. Kalkışa hazırlık için yapılması gereken çok iş vardı.

Balonlar, atmosfer üzerine çıkmak için bilinen yollardan yalnızca biridir. Ölçümler için bazı gökbilimciler uçakları kul-landı, bazıları sondaj roketlerini. Kalem kalınlığındaki roket fırlatıcıları meteorolojistler tarafından atmosferin üst kat-manlarını gözlemek amacıyla kullanılıyordu.

Bunlar birkaç yüz kilometre yüksekliğe kadar çıkıyor, ben-zinleri bitince de hemen aşağı iniyorlardı. Uzayda oldukları birkaç dakika içinde, taşıdıkları aletler evrenin net bir görün-tüsünü alıyordu. Fakat bu birkaç dakika içinde işlerin çok iyi yürümesi gerekiyordu, yoksa yılların çalışması çöpe giderdi.

Yeni Gökbilim

1970'lerde bu konuyu canlı tutan, mikrodalga ardaianı so-rununu çözebilmek için yeni teknolojiler geliştirmeye çalışan araştırmacıların uğraşlarıydı. 80'lerin başında, detektör tekno-lojisinde çığır açan bir gelişme oldu. Gelen ışıının sıcaklığına tepki veren *bolometre* isimli yeni detektörler icat edildi. Çok kü-çük miktarda ısı, dirençlerini büyük miktarlarda elektrik akımı-na dönüştürebiliyor, bu da araştırmacılar tarafından kolaylıkla ölçülebiliyordu.

Bolometreler, birkaç milimetrik kısa dalga uzunluğundaki solgun ışıını tespit etmek konusunda radyo alıcılarına göre çok daha başarılıydı. Radyo alıcılarını kurmanın mümkün ol-madığı daha da kısa dalga uzunluklarında bile işe yarıyorlardı. En iyi sonuç içinse, bolometrelerin neredeyse mutlak sıfır nok-tasına kadar soğutulmaları gerekiyordu.

Kozmik mikrodalga alanına bolometre kullanımı konusunda uzmanlaşan yeni bilim insanları katılmıştı. Boston MIT'de Ray Weiss ve çalışma arkadaşları, 1970'lerin başında bolometreyi ilk kullananlar arasındaydı. Londra Queen Mary Üniversitesi'nde John Beckman'ın liderliğinde bir grup da bu alanda bir atılım yaptı. İçlerinde Paul Richards, John Mather ve George Smoot'un bulunduğu bir başka grup ise Berkeley California Üniversitesi'nde işe koyuldu. İki Amerikan takımı bu alana önemli katkılarda bulunacaktı.

Fakat bolometrelerle yapılan ilk gözlemlerde kozmik arda- lan ışınlı dalganın boyu, kara cisime benzer şekilde ölçülmedi. Wilkinson'a göre, deneyleri uygulamak son derece zordu.

Bolometreler, radyo alıcılarında olduğu gibi bir tek dalga boyunu değil, aynı anda tüm dalga boylarını algılıyordu. Tek bir dalga boyunda ölçüm yapabilmek içinse, detektörün ucuna bir filtre takmak gerekiyordu. Filtre istenen dalga boyunun geçme- sine izin verirken diğerlerini emiyordu.

Bilinen bir filtre örneği kırmızı selafondur. Kırmızı ışığı ge- çirir, diğer tüm renkleri engeller. Benzer şekilde mavi filtre de yalnızca mavi ışık için geçirgendir.

Kozmik arda- lan ışınlı dalgasının ölçümü için Ray Weiss gibi birçok bilim insanı bolometreyi birkaç değişik filtreyle birlikte kullandı- lar. Artık mikrodalga alıcılarıyla imkânsız olan ölçümleri yapmak mümkündü, fakat bolometrelerin yol açtığı başka sorunlar vardı.

Örneğin filtreler ışınlı emiyordu ve emilim yapan her şeyin yayılım yapması gerekir, yoksa akkor haline gelene kadar ısınırlar, yani filtreler gökbilimcilerin uğraşması gereken bir başka ışınlı kaynağıydı.

Filtrelerle ilgili diğer bir sorun, büyük miktarda kıymetli ar- dala- lan ışınlı engelleyip geriye yalnızca belli bir dalga boyunu bırakmalarıydı. Bu büyük bir savurganlıktı. 1970'lerin sonunda bu alanda bir başka gelişme oldu. Kısa dalga boyu deneylerinin ikinci neslinde tüm dalga boylarının aynı anda algılanmasını sağlayan yeni bir alet kullanılmaya başlandı.

Michelson interferometresi, 1880'lerde Amerikalı fizikçi Al- bert Michelson tarafından icat edilmişti.³² Bu aletin tek yaptı-

32 1907'de Nobel alan Albert Michelson bu ödüle layık görülen ilk Amerikalıdır.

ğı, ışığı iki eşit parçaya ayırıp sonra tekrar birleştirmekti. Bu anlamsız bir iş gibi görünebilir; ama ışık ayrıldıktan sonra, çoğunlukla iki farklı aynaya çarpıp sekerek farklı yönlere yol alır. Bu yön, aynalardan biri yavaşça çevrilerek sürekli olarak değiştirilebilir.

Michelson interferometresine gelen ışık, birbirine karışmış çok sayıda değişik boylarda dalga içerdiği için ışık tekrar birleştiğinde her dalga boyu kendi diğer yarısıyla bir araya gelir. Tek bir dalga boyu için iki yarının tepe noktaları farklı yönlerde ilerledikleri halde tekrar birleşiyorsa, birbirlerini desteklerler. Fakat bir dalganın ön ucunun diğerinin çukur noktasıyla birleşmesi durumunda, birbirlerini etkisiz hale getirirler.

Yol farkları değiştikçe birbirini destekleyen ve etkisiz hale getiren dalgalar da değişecektir. Yani bir bolometre dedektörüne tekrar birleşmiş bir ışık düştüğünde, dedektörün algıladığı parlaklık değişiklik gösterecektir. Yol farkı nedeniyle parlaklığın değişmesi *interferogram* olarak bilinir. Teoride interferogram farklı dalga boylarındaki ışığın parlaklığını, yani ışık tayfını eşzamanlı olarak tespit etmeye yarayan tüm bilgileri içerir. Pratikteyse tayfı tutturabilmek için biraz matematiksel manipülasyon gerekir.

Bunun detayları şu anda önemli değil. Önemli olan, Michelson interferometresinin hiçbirini boşa harcamadan tüm dalga boylarını aynı anda algılayabiliyor olmasıdır. Üstelik, bu aletin kozmik ardaalan ışıınının tayfını en iyi şekilde ölçebilmesine yarayan başka bir özelliği daha vardı: Gökyüzü ve soğuk yü kü sürekli olarak karşılaştırabiliyordu. Yani aleti bir gökyüzü, bir soğuk yüke çevirerek kıymetli ışığın yarısını harcamaya gerek yoktu.

1970'lerin sonunda Michelson interferometreleri, ardaalan ışıını tayfını ölçme sanatının geldiği noktayı temsil eder biçimde, sıvı helyumla soğutulmuş bolometre ve soğuk yüklerle donatılmıştı. 80'lerde deney son bir adım daha attı. Az miktarda sıvı helyum yerine, çok büyük miktarlarda kullanıldı. Vakumlu geniş kaplarda anten de dahil tüm ekipmanlarını helyuma batarıldılar. Böylece aletleri mutlak sıfır noktasının birkaç derece üstüne kadar soğudu ve ekipmandan gelecek ışıınım gözle görülür biçimde azaltılmış oldu.

En Zor Hesaplama

Tüm avantajlarına rağmen kozmik ardañan ışıñımını ölçmek hâlâ zordu, çünkü evrendeki en düşük sıcaklıktı. Her şey ondan daha sıcaktı; zemin, gök ve hatta ölçümü yapan alet bile. Yani insanlar ne zaman bu ölçüme kalkışsa, önlerine diğerk elementler çıkıyordu. Bu çaba, parlak ışık gözünüzü alırken zayıf bir yıldız aramak gibiydi.

Sonunda ardañan deneyleri doğru hesaplamaya kalmıştı. Bir sıcaklık ölç, sonra tüm kafa karıştırıcı etkileri hesapla ve miktarlarını tahmin et, daha da iyisi, dışarı çık ve bunu da ölç. Kozmik ardañan ışıñımı, her şey hesaplanıp çıkarıldıktan sonra geri kalandır.

Teoride her şey çok basitti. Partridge bu nedenle deneylerin anlaşılmasının ve açıklamasının kolay olduğunu söylemişti. Fakat uygulamaya gelince işler karışıyordu. "Sorun şu ki, gerçekten her şeyi düşündüğünüzden emin olamıyorsunuz," diyor Wilkinson. "Bu, tuhaf bir alandır. Birinin sonuçlarını görürsünüz ve her şeyi sorgulamanız gerekir."

Her Zaman Bir Şey Atlanır

Tüm sahte ışıñım kaynaklarını düşünmek neredeyse imkânsızdı. Her zaman bir şey atlanıyordu. Bazı gökbilimciler yanlışlıkla aletlerinin gökyüzüne baktığı plastik pencerenin sıcaklığını ölçtüler; diğerkleri deney aletlerini taşıyan balonun sıcaklığını.

Partridge, Norveçli çalışma arkadaşlarıyla Kuzey Norveç'te yaptıkları bir deneyi hatırlıyor. Kuzey kutup dairesinin 400 km üzerindelerdi. "Kutbun üzerinde yeterince yükselirsek, uzaya gitmişiz gibi olur diye düşünmüştük," diye anlatıyor. "Soğuk, karanlık ve güneş olmadığında sabit sıcaklıktaydı."

Yanlış düşünmüşlerdi. Partridge: "Büyük başarısızlıktı," diye anlatıyor. "Atmosfer bizi bozguna uğrattı." Sovyet platolarından Norveç sahili boyunca gelen soğuk hava dalgasını hesaba katmamışlardı. "Sonunda bu fırtınanın ortasında ölçüm yapmaya çalıştık. Görünüşe göre, gidilmesi gereken yer güney

kutbuydu, kuzey değil. Güney kutbu yüksek ve kurudur ve hava yerinde durur, çünkü atmosfer sabittir."

Başka bir seferde ise Partridge ve arkadaşları bir balonda ardalan ışıınımını ölçmeye çalışırken balona bağlı bazı kabloların sıcaklığını ölçmüşlerdi. Deneyde balonun altında dönen bir anten vardı. Partridge'in takımının bilgisi dışında balonun göbeğinden kablolar sarkmıştı, yani altı adet kauçuk kaplı kablo alıcının önünde sallanıyordu.

Partridge: "Önce, ekipmanı balona bağlayan dört metal kabloyu kafaya taktık," diye açıklıyor. Bu kablolar dikkatle yalıtıldı. "Ama kimse bizi sonradan olacaklar konusunda uyar-mamıştı. Anten her döndüğünde kablolardan gelen yüksek miktarda ışıınımı ölçüyordu. Kayıt aletlerimizde dev bir ışıınımı izleyen yavaş bir düşüş kaydediliyordu. Alet kendine gelemeden anten tekrar dönüyor ve kabloyu tekrar ölçüyordu!"

Tüm bu sorunlara rağmen araştırmacılar yılmadı. Sonuçta ardalan ışıınımı evrenin başlangıcına açılan tek pencereydi. 1970'lerin sonunda zorlu çalışmalar meyve vermeye başlamıştı.

TÜMSEK VE EŞİTLİK

Kozmik Ardalan Bazı Sorulara Yol Açıyor

1979'da Berkeley California Üniversitesi'nden Dave Woody ve Paul Richards, 120 metre çapında bir balonla, yerden 43 kilometre yükseklikte bir bolometre deneyi yaptı. Balondan 650 metre aşağıda sallanan ekipmanları, güçlü rüzgârlar balonu Meksika Körfezi'ne savurmadan önce, üç saat boyunca kozmik ardalan ışınlamını gözlemledi. Bu süre boyunca Woody ve Richards'ın ekipmanı, Büyük Patlama ışınlamı tayfının o zamanına kadar olan en iyi ölçümünü yaptı.

Deney, en güncel aletlerle donatılmıştı. Işık gökyüzünden, etraftaki sıcak nesnelerden gelebilecek ışınlamı engelleyecek biçimde tasarlanmış trampet şekilli bir boynuz antenle toplanıyordu. Dünyadan gelen ışınlamı engelleyen bir *dünyaışıltısı kalkanı*yla desteklenmişti. Boynuz anten Helyum-3 kullanılarak, ışığı mutlak sıfır noktasının 0,3 derece üzerine kadar soğutulmuş hassas bolometre detektörleriyle tamamlanan bir Michelson interferometresine gönderiyordu.³³ Gökyüzü sıcaklığını sıvı helyumla soğutulmuş yapay bir kara cisimle karşılaştırıyorlardı.

Woody ve Richards ekipmandan gelen ışınlamı azaltabilmek için ışığı toplayan anten de dahil tüm aleti vakumlu bir kapta sıvı helyuma batırdılar. Bu kap, balondan gelen istenmeyen ışınlamın ölçülme ihtimalini en aza indirmek için balonun 650 metre altında asılıydı.

33 Helyum-3 dahi düşük sıcaklıkta kaynayan bir helyum türüdür.

İki gökbilimci ateştopu ışıınının mutlak sıfırın 2,96 derece üzerinde bir sıcaklıkla kara cisme yakın olduğu sonucunu buldular. Dave Wilkinson: "Tam olarak inandığım ilk tayf buydu," diye anlatıyor.

Fakat Woody ve Richards'ın ölçtüğü tayf ile kuramsal 2,96 derecelik eğim arasında önemli bir fark vardı. Uzun dalga boylarında Woody ve Richards'ın ölçümleri 2,96'lık kara cisim eğimine oldukça benzer olsa da tayf zirvesinin ötesindeki kısa dalga boylarında benzerlik çok da net değildi. Kısa dalga boylarında çok fazla ışıınım vardı. Kozmik ardaan ışıınııı tayfında bir tümsek görünüyordu.

Bruce Partridge: "Bu, sürekli tekrarlanan bir durumdu," diye anlatıyor. "Büyük Patlama ışıınınının tayfı ne zaman ölçülse, 1 milimetre altındaki kısa dalga boylarındaki ölçümler hep kafa karıştırıcı bir sonuç gösteriyordu."

Gökbilimcilerin bir kısmı balon deneyleriyle devam ederken, diğerleri sondaj roketlerine monte edilmiş aletleri gökyüzüne fırlatmayı denedi. Bu tarz deneylerde uzmanlaşan kişilerden biri Vancouver British Columbia Üniversitesi'nden Herb Gush'tır. 1970'lerde birkaç deneyi yerden yüzlerce metre yukarı göndermiş, kısa dalga boylarındaki Büyük Patlama ışıınıını ölçmüştü. Fakat Gush'ın deneylerinde hep sorunlar çıkıyordu; örneğin roket egzozundan gelen gazlar sürekli ekipmanın evrenden aldığı görüntüleri engelliyor, sonuçlarını kuşku hale getiriyordu.

1988'de Berkeley'den Paul Richards, Nagoya Üniversitesi'nden Tsubio Matsumoto liderliğinde bir Japon grupla birlikte çalışmaya başladı. Beraber gerçekleştirdikleri roket deneyinde bu alandaki pek çok kişinin inandırıcı bulduğu bir ardaan tayfı elde ettiler. Bu sonuçta da yaklaşık 1 milimetrelik dalga boylarında bir tümsek olması kuramcıların ilgi odağı oldu ve açıklamalar üretilmeye başlandı.

Sıcak Büyük Patlamada ateştopu ışıınııı mükemmel bir kara cisim tayfında üretildiği için tayftaki tümsek Büyük Patlama sonrası bir süreçte oluşmuş ve evrene inanılmaz ölçüde bir enerji akımına neden olmuş olmalıydı. Pek çok olasılık vardı. Örneğin galaksilerde veya aralarındaki boşluklarda büyük miktarlarda ılık toz asılı olabilir, bu tozun ışıınııı kozmik ardaan

tayfindaki tümseğe yol açabilirdi. Fakat buradaki sorun, tozu 1 milimetre dalga boyunda kayda değer miktarda parlayacak şekilde ısıtmanın yolunu bulmaktır. Ardalan ışınımının her yönden geldiği bilindiğine göre, toz evrende neredeyse her yere dağılmış olmalıydı. Tozu ısıtmak için muazzam miktarda bir enerji gerektiği açıktı.

Kuramcılar pek çok olasılık üzerinde durdular. Örneğin Büyük Patlamadan hemen sonra yüksek miktarlarda yıldız oluşmuş, yaşam döngülerini tamamladıktan sonra dışarı büyük miktarda enerji vererek patlamış olabilirlerdi. Diğer bir olasılık da erken evrende bilimin habersiz olduğu *egzotik* mikroskobik parçacıklar bulunmasıydı; bunlar sonradan büyük miktarda enerji açığa çıkararak dağılmış olabilirlerdi.

Fakat ne yazık ki bu kuramların hepsi başarısız oldu. Böyle muazzam miktarda tozu ısıtmak için gereken enerji gereğinden fazla büyüktü. Kuramcılar buna yol açacak hiçbir fiziksel açıklamada bulunamadılar.

Sonrasında diğerleri başka bir olasılık üzerine durdu. Ateş-topu ışınımı sırasındaki bir aşamada enerji tekrar dağılarak uzun dalga boylarında bozulmalara, 1 milimetre civarındaki dalga boylarında ise birikmelere neden olarak tayftaki bu tümseğe yol açabilirdi.

Bu kurama göre, ardalan ışınımındaki fotonlar uzayda 13.7 milyar yıl boyunca engelsizce hareket etmek yerine galaksiler arasındaki kızgın gaz bulutları içinden geçiyordu. Böyle kızgın bir gaz, gaz atomlarından kopan hızlı elektronlarla doludur. Ardalan fotonları bu elektronlarla çarpışırsa, onlardan enerji alarak kendi enerjilerini arttıracak, bu da dalga boylarını kısaltacaktır. Sayısız çarpışma, ardalan ışınımında, uzun dalga boylarından enerji alınarak zirveden kısa tüm dalga boylarında birikim yapılmasıyla sonuçlanacaktır. Bu şekilde de Berkeley-Nagoya deneyinde gözlenen tümsek oluşabilir.

Bu fikirde de bazı sorunlar vardı. Bir kere evrende böyle kızgın bir gazın varlığı bilinmiyordu. Fakat bu kuramla ilgili en büyük sorun, toz kuramıyla aynıydı. Bir şekilde galaksiler arasındaki kızgın gazın ısıtılması gerekiyordu ve kimse böyle muazzam bir enerjinin nereden gelebileceğini bulamıyordu.

Kuramcıların kafası karışmıştı. Kozmik ardaan ışınlmasını ölçen deneyler ortaya çözümünü olmayan bir sorun çıkarmıştı.

Ardalan Işınımı Dünya'nın Hareketini Ortaya Çıkartıyor

Kuramcıları tek şaşırtan, ardaan ışınlmasının tayfını ölçmek üzere gerçekleştirilen deneyler değildi. Eşitlik ölçümleri de kafalarını karıştıırıyordu.

Yine de 1970'lerin sonunda yapılan bir deney beklentilere uygun çıktı; Dünya'nın ardaan ışınlımı içinden geçişi nedeniyle gökyüzünden gelen ışınlım ters yöne oranla daha sıcaktı.

Wilkinson: "Keşif kademeli olarak yapıldı," diye anlatıyor. "Bizimki dahil yerden yapılan bir seri deney belli belirsiz bir ölçüm yaptı, sonra Berkeley grubu bir U-2 casus uçağıyla tam ölçümü gerçekleştirdi."

Phil Lubin ve Berkeley'den George Smoot'un 1977'de bulduğu, gökyüzünün Leo takımyıldızı yönünde, karşı yöne oranla yüzde 0,1 daha sıcak olduğuydu. Bu, bir derecenin 3000'de 1'dir. Sonuca ulaşmak için on yıldan fazla uğraşılmasına şaşmamak gerek.

Samanyolu Galaksisi, kozmik ardaan ışınlımı içinden Leo takımyıldızı yönüne saniyede 370 kilometre hızla ilerliyorsa, bu sıcaklık farkı açıklanabilirdi. İlerlediğimiz yöndeki ışınlımın enerji ve sıcaklığı Doppler etkisi nedeniyle artacak ve doğal olarak maviye kayacaktır Diğer yandan, arkada kalan ışınlımın sıcaklığı azalacak ve kızıl yönüne kayacaktır.

Wilkinson: "Penzias ve Wilson Büyük Patlama ışınlımını bulmadan önce, Jim Peebles bana böyle bir olasılıktan bahsetmişti," diye açıklıyor. Peebles, ardaan ışınlımının evrendeki her cismin hızının ölçülebileceğı bir *referans noktası* olduğunu fark etmişti. Hatta Samanyolu gibi tipik bir galaksinin hızını bildiğı için bu etkinin yaklaşık büyüklüğünü de hesaplayabilmişti.

Gökbilimciler, gökyüzünün yarısının diğer yarısından daha sıcak olması durumunu *çift kutup etkisi* olarak adlandırdılar.

Wilkinson: "Çift kutbu görmek içimizi rahatlatmış," diyerek ekliyor: "Bulunamasa idi, bu herkes için büyük bir utanç kaynağı olacaktı."

Galaksilerin Doğuşu

Utanç kaynağı olacak olan gözlem, *çift kutup* değişimine rağmen, kozmik ar dalan ışı nımının gökyüzünde tamamen eşit dağılıy or oluşuydu. Jim Peebles: "Iş ınımın eşit olması gerektiğini biliyorduk," diye anlatıyor. "Fakat tamamıyla eşit olması gerektiği de açıktı, çünkü evren günümüzde topaklıdır."

Erken evrende eşit olarak dağılan madde bir noktadan sonra, galaksi ve galaksi kümelerini oluşturmak üzere yığılmalar yapmıştı ve bu durum kozmik ar dalan ışı nımında bir düzensizlik olarak gözlenmeliydi.

1965'te Bob Dicke kendisini sıcak Büyük Patlama fikriyle ilk defa tanıştırdığında, Peebles ateştopu ışı nımının Samanyolu gibi galaksilerin kökenleriyle bağlantı olduğunu düşündü. "Iş ınımın galaksilerin şekillenmesinde büyük etkisi olduğu belliydi," diyordu.

Büyük Patlamadan sonraki ilk 380.000 yılda ateştopu ışı nımı evrende tamamen baskındı. Her madde parçacığına karşılık 10 milyar foton vardı ki bu oran evrende bugüne kadar sabit kalmıştır. Günümüzde fotonlar soğumuş ve evrenin genişlemesiyle seyrelmiş de olsa, erken evrende son derece sıcak ve birbirlerine oldukça yakındılar. Bu nedenle erken evrenin her santimetreküpünde fotonların toplam enerjisi madde parçacıklarının enerjisinden çok daha büyüktü. Madde yalnızca ikincil sıradaydı. Erken evrende fotonların sözü geçiyordu.

Bunun anlamı, galaksilerin Büyük Patlamadan 380.000 yıl sonrasında daha önce oluşmaya başlayamayacak olmalarıdır. Bir araya gelebilen tüm parçacıklar, ateştopu ışı nımı fotonları tarafından ayrılacaktır. Fakat 380.000 yıl sonra atomlar oluşunca, ateştopu ışı nımından gelen fotonların etkileşerek maddeyi etkilediği serbest elektronları topladı. Evren, fotonlar için geçirgenlik kazandı ve bu andan itibaren madde ve ışı nım kendi yollarına doğru ilerledi.

Rastlantı eseri bu olay, evrendeki ışınımın enerji yoğunluğunun maddeye göre daha az olduğu bir zamana denk geldi. Bunun nedeni, evrenin genişlemesiyle dalga boyları uzayan fotonların enerjilerinin seyrelmesidir. Fakat madde parçacıklarının enerjisi seyrilemez, çünkü her parçacığın kaybolmayan ve *durgun enerji* olarak adlandırılan bir zemini vardır.³⁴

Yani Büyük Patlamadan yaklaşık 380.000 yıl sonra madde evrene hâkim oldu. Işınımın zorbalığından kurtulan madde, kütleçekimin gücü altında kümelenmeye başladı. Bundan sonra evrenin baskın kuvveti ışınım değil, kütleçekimdi.

Bu sırada maddeyle en son etkileşime geçen kozmik arda lan ışınımının fotonları olduğu için maddenin evrende nasıl dağılacığını bunlar belirlediler. 1968'de kuramcı Joseph Silk arda lan ışınımının sıcaklığı haritalanırsa Büyük Patlamadan 380.000 yıl sonra, tam galaksi oluşumu başlarken madde kümelerinin *gözlenebileceğini* öne sürdü.

Peebles: "Evrendeki kümelenmeler çok ilginç olmalıydı; bu baştan beri belliydi," diye anlatıyor.

Erken evrende madde çevresinden daha yoğun olduğundan fotonlar daha güçlü bir kütleçekime maruz kalmışlardı. Bu nedenle enerji kaybederek kızıl yönüne kaymalıydılar. Einstein'ın 1915'te öngördüğü yerçekimsel etki, bir *soğuk nokta* yaratmalıydı; yani gökyüzünde kozmik arda lan ışınımının diğerlerine göre daha soğuk olduğu bir alan. Benzer olarak *sıcak noktalar*, erken evrende ortalamaya göre daha az madde yoğunluğu olan bölgelere işaret etmeliydi. Yani ışınım, evrenin Büyük Patlamadan hemen sonraki halinin damgasını taşımalıydı.

Delikli Peynire Benzeyen Evren

Wilkinson: "Büyük Patlama ışınımının dağılımını ölçen deneylerin rağbet görmesi uzun zaman aldı," diye anlatıyor: "İlk on yıl, Bruce Partridge ve ben hariç kimse bir şey yapmadı."

34 Bir kütlenin durgun enerjisi olan m , Einstein'ın ünlü $E=mc^2$ formülünde belirtilmiştir, burada c ışık hızıdır.

Sonunda diğer gökbilimciler işe koyulduğunda, eksiksiz bir pürüzsüzlükten sapmalar aradılar. Yanlış alarmlar oldu. Francisco Melchiorri'nin yönettiği İtalyan bir grup ardalan ışınımında sıcak noktalar bulduklarını ilan etti. İngiltere Jodrell Bank'ten Rod Davis'in yönettiği bir grup da öyle. Kanarya Adaları'nda bir dağ zirvesinde yürüyen bir deneydi. İki grup da yanlış yaptıklarını itiraf ederek bulgularını geri çektiler.

Dave Wilkinson bile böyle hatalardan kendini koruyamadı. "İtalyanlarla aynı zamanda biz de bir şeyler bulduğumuzu bildirdik," diye anlatıyor. "Fakat galaksiden gelen radyo ışımaları bizi aldatmıştı."

1989'da, neredeyse yirmi yıllık zahmetli gözlemlerin sonunda, gökbilimciler hâlâ Dünya'nın hareketi sonucu gerçekleşen fark dışında Büyük Patlama ışınımı sıcaklığında herhangi bir değişim tespit edememişti. Bu durumun gösterdiğine göre, Büyük Patlamadan yaklaşık 380.000 yıl sonra ışınım açığa çıktığında, evrende madde tamamen eşit biçimde dağılmıştı. Günümüzdeyse maddenin dağılımı son derece heterojendir. Bu durum oldukça önemli bir soruya yol açıyordu: Galaksiler ve galaksi kümeleri nasıl şekil almıştı?

1980'lerin sonunda bu soru, kuramcılarda ciddi baş ağrılarına neden olmaya başlamıştı. Sadece deneyciler kozmik ardalan ışınımının ve dolayısıyla erken evrende maddenin gözle görülür biçimde eşit dağıldığını buldukları için değil. Eşzamanlı olarak, galaksilerin evrende dağılımını haritalayan gökbilimciler, günümüz evreninin tahminlerden daha da düzensiz dağıldığını gözlemliyordu.

Bu gökbilimciler, CCD³⁵ olarak bilinen hassas elektronik ışık dedektörleriyle çalışıyorlardı. 1970'lerde bu aletlerin kullanılmaya başlanması, basının manşetlerine yansımaya da gökbilimde büyük bir devrim yaratmıştı. CCD'ler, gökbilimcilerin evreni araştırmak için teleskoplarında geleneksel olarak kullandıkları fotoğrafik levhalardan çok daha üstündü. Fotoğrafik levhalar teleskop aynasının ışık fotonlarının yaklaşık yüzde 1'ini toplarken, CCD'ler fotonların neredeyse tamamını toplatabiliyordu. Bir teleskopun duyarlılığı sadece fotoğrafik levhaları

35 Charge-coupled devices: Yük-bağlaşık aygıt -yn.

CCD'lerle değiştirerek 100 kat arttırılabilirdi. Yani artık daha uzaktaki solgun galaksileri incelemek mümkündü.

CCD'lerle donanmış teleskopları kullanarak gökbilimciler evrenin geniş bir kısmındaki galaksilerin dağılımını haritaladılar. Bu süreçte evrenin oldukça karmaşık yapılarla dolu olduğunu gördüler. Delikli İsveç peynirine benzer bir yapıda, galaksiler muazzam zincirler ve katmanlar halinde kümeleniyor ve etrafları, içinde bir galaksi bulunmayan çok geniş boşluklarla çevreleniyordu.

Bu küme ve boşlukların kökeni evrenbilimin en büyük sorunlarından biriydi. Bu durum, ardalan ışıınımıyla belirlenen erken evrenin şaşılacak derecede eşit dağılımlı olduğu bilgisıyla uyuşmuyordu. Böyle bir sadelikten bu derece bir karmaşıklık nasıl ortaya çıkmıştı? Kozmik ardalan ışıınımından gelen kanıtlar, Samanyolu'nun aslında var olmaması gerektiğini söylüyordu.

CCD'lerle uzayın derinliklerini araştıran diğer gökbilimciler, bizden çok uzakta cisimler keşfettiler. Bunlar *kuasarlardı*, yani yeni doğan galaksilerin şiddetle parlayan çekirdekleri. Gücünü maddenin *süperyoğunlukta* kara deliklere dönüşene kadar emilmesinden alan yıldızsı gökcisimleri çok büyük uzaklıklardan bile tespit edilebiliyordu. 1990'ların başında o kadar uzaklarda yıldızsı gökcisimleri tespit edildi ki bunların ışıklarının bize ulaşması evren tarihinin büyük kısmını almıştı. Hatta bazılarını yalnızca Büyük Patlamadan yaklaşık bir milyar yıl kadar sonraki halleriyle görebiliyorduk.

Yine bu gözlemler, kozmik ardalan ışıınımından gelen kanıtlarla uyuşmuyordu. Ateştopu ışıınımı hiçbir değişim belirtisi göstermezken, yıldızsı gökcisimleri nasıl olup da soğuyan ateştopundan bir milyar yıl sonra oluşabilirdi?

Atmosferin Üzerindeki Göz

Ardalan ışıınımı ortaya iki şaşırtıcı sorun çıkardı: Her yerde eşit ölçülüyordu ve tayfında kuramcıların açıklayamadığı bir tümsek vardı. Bu noktaya gelmek için yirmi beş yıl harcanmıştı; süreç son derece yavaş ilerliyordu. Bu ikiz sorunun çözüle-

bilmesi için atmosferin üzerine çıkılması gerekecekti. Atmosfer, bir elmanın kabuğuyla karşılaştırılabilecek kadar ince bir tabakaydı; yine de gökbilimciler ile evrenbilimin büyük bilmececi arasında duruyordu. Herkes, ateştopu ışınımı bilmecesini çözmek için atmosfer üzerine bir göz atmak gerektiğini düşünüyordu. Uzayda bir deney yapmak gerekiyordu.

II. KISIM

EVRENBİLİMİN ALTIN ÇAĞI

ATMOSFERİN ÜZERİNDEKİ GÖZ

NASA Sorunu Kesin Olarak Çözmeye Karar Veriyor

NewYork'ta Goddard Uzay Bilim Merkezi, romantik bir yer olmaktan oldukça uzaktır. Fakat 1974'te bir yaz günü, yukarı Manhattan'daki bu kasvetli ofis bloğu, içinde biraz romantizm barındıran bir toplantıya ev sahipliği yapıyordu. O gün bir araya gelen yedi kişi, evrenbilimin kutsal kâsesini bulmak için bir keşfe çıkmayı tartışıyordu.

Toplantıyı ayarlayan, doktorayı bitireli henüz altı ay olmuş, uzun boylu, zayıf, genç bir gökbilimci olan John Mather'dı. New York'a gelmeden önce evrenbilimi Berkeley'de Paul Richard'la yaptıkları balon deneylerinde öğrenmişti. Goddard'da toplantı düzenlemek üzere onu harekete geçiren, NASA'nın yeni uzay uçuşları önerileri talep ettiği AO6G-7 Fırsat İlanı'ydı.

Toplantıdaki yedi gökbilimciden bir diğeri olan Dave Wilkinson: "Hepimizin bildiği gibi, ardalan ışıınımını gözlemek için bir uydu göndermenin araştırmaya çok büyük katkıları olacaktı," diye anlatıyor. Yalnızca ekipmanlar evreni atmosferin üzerinden gözetleyebileceği için değil, devamlı yörüngede kalarak değerli ardalan ışıınımı fotonlarını durmaksızın inceleyebilmelerini sağlayacaktı. "Uydu bu sorunu kesin olarak çözebililirdi," diye düşünüyordu.

Birkaç ay boyunca, Wilkinson ve MIT'den Ray Weiss'in de dahil olduğu Mather'ın takımı, Dünya yörüngesinde dört bağımsız deneyi yürütebilecek bir uydu teklifine şekil vermek

üzere çalıştı. Planlanan deneylerden biri, Büyük Patlama ışığını tayfını şimdiye kadar mümkün olamamış bir kesinlikle ölçmek; diğeri, tüm mikrodalga göğünü tarayarak eşitlik ölçümünde ufak da olsa bir sapma yakalamak üzerineydi.

Mather: "Teklif üzerine çalıştığımız sırada sadece yirmi sekiz yaşındaydım, yani projeyi gerçekten ciddiye aldığımı söyleyemem," diye anlatıyor. "Fakat bir şeyin farkındaydım; deneyin arkasındaki fikir gerçekten çok sağlamdı."

Vakti Gelen Fikir

NASA'ya yüzlerce uzay teklifi yağsa da Mather'ın takımı şanslıydı. NASA'nın kendi bilim kurullarından birkaçı, evrenin doğuşunu gözleyen bir uzay deneyini ajansın yürütmesi gereken türde bir proje olarak tanımlamıştı. Bu deneyleri yeryüzünde yapmak imkânsızdır, sadece uzaydan sonuç alınabilir. Tüm zamanlarını en büyük patlamasıyla başlayan evrenin kökenlerini araştırmak ise bilimin gelişimi için önemli bir adımdır.

Ayrıca NASA, böyle bir projenin kamunun ilgisini toplama-çağını görecektik kadar ileri görüşlüydü. Mather, "Evrenin nasıl oluştuğunu herkes merak ediyor," diye açıklıyor. "Bu da bizim cevaplamayı umduğumuz soruydu."

Fakat Mather ve takımı bilmese de Büyük Patlamaya göz koyan başkaları da vardı. NASA'ya ulaşan bir sürü teklifin içinde oluşumun solgun ışınımını araştırmak üzere eksene bir uydu yerleştirmeyi öneren iki proje daha vardı. Biri Pasadena Jet Propulsion Laboratuvarı'ndan Samuel Gulkis'ten, diğeri Berkeley California Üniversitesi'nden Luis Alvarez'den geliyordu.

Nobel Ödüllü Alvarez efsanevi bir fizikçiydi; savaş sırasında atom bombası ve radarın geliştirilmesi üzerine çalışmıştı. Farklı alanlarda ürünler verdiği kariyeri sırasında uzaydan gelen X-ışınlarını kullanarak Kefren Piramidi'nin keşfedilmemiş odalarını araştırmış ve değişik odaklı kontakt lensler üreten bir şirket kurmuştu.³⁶

36 Alvarez 1980'de, 65 milyon yıl önce dev bir göktaşının dinazorları yeryüzünden sildiğinin kanıtlarını bulduğunu iddia ederek tüm dünya gazetelerinin manşetlerinde yer almıştı.

Alvarez çapında bir bilim insanının Büyük Patlama ışınımını ölçmeye yönelmesi, çalışmanın bilimin gelişimi açısından önemini vurguluyordu.

Alvarez ve Gulkis, mikrodalga ardalanının eşitlik dağılımındaki mikro sapmaları araştırmak istiyordu, oysa bu Mather'ın önerisindeki maddelerden sadece biriydi. Mather: "Çakışacağı-mız oldukça açıktı," diye anlatıyor.

NASA rakip kozmik ardalan tekliflerinden birini seçmek durumunda kalınca, zekice bir çözüm bulundu. Bu üç gruptan seçilecek kişilerden oluşan bir araştırma takımı kurulacaktı.

Bu noktada Alvarez geri çekildi. Proje şimdi başta öngördüğünden daha iddialıydı ve altmış beş yaşında bu sürecin sonunu görebileceğinden emin değildi.³⁷ Kendi yerine genç Berkeley araştırmacısı George Smoot'u aday gösterdi.

Smoot, takımın en tartışmalı karakteri olacaktı.

Kozmik Ardalan Kaşifi

Kozmik Ardalan Kaşifi (COBE) olarak adlandırılan uydu ve esas olarak Mather'ın projesi, can sıkıcı atmosferin üzerinden üç deney yürütecekti. Onları Güneş ve Dünya'dan gelen ışık ve ısıdan koruyacak, elektrik enerjisi sağlayacak ve verileri Dünya'ya iletecekti.

Mather'ın Berkeley'deyken balonlarla yaptığı deneylerin neslinden Uzak Kızılötesi Kesin Spektrofotometre³⁸ (FIRAS) isimli alet, Büyük Patlama ışınımı tayfının kara cisim benzeri olup olmadığını daha öncakilere göre yüz kat daha iyi ölçebilecekti.

Geniş Kızılötesi Ardalan Deneyi (DIRBE) adlı diğer bir alet, Büyük Patlama sonrasındaki soğuyan gazdan oluşan ilk galaksilerin kızılötesi ışınımını arayacaktı.

George Smoot, Phil Lubin ve Dave Wilkinson'ın kullandığı aletlerin neslinden gelen Ayrımcı Mikrodalga Radyometresi³⁹ (DMR) adlı üçüncü bir aletse, olağanüstü bir duyarlılıkla koz-

37 Alvarez haklıydı. 1988'de, COBE'nin fırlatılışından bir yıl önce vefat etti.

38 Far Infrared Absolute Spectrophotometer –yn.

39 Differential Microwave Radiometer –yn.

mik mikrodalga ardalının ışımasını haritalayacak, bir eşitsizlik belirtisi arayacaktı.

1976'da NASA, Goddard Uzay Uçuş Merkezi'ni devam eden araştırmalar için merkez olarak belirledi. Bundan sonraki on beş yıl Washington DC'nin hemen dışında Greenbelt'teki bu tesis, COBE projesinin odak noktası olacak ve buranın çalışanları da projeye büyük katkılarda bulunacaklardı.

1982'de, bir dizi fizibilite çalışmasından sonra, NASA sonunda takıma COBE'nin inşası için izin verdi ve fırlatma tarihi de 1989 olarak belirlendi.

COBE'nin yörüngesini belirlemek kolay değildi. Hassas aletlerin mümkün olduğunca Güneş'ten uzak tutulmaları, fakat yıl boyunca gökyüzünün tamamını görebilmeleri gerekiyordu.

Goddard mühendisleri uyduyu bir kutuptan diğerine yönlendirecek, daima gündüz ve gece arasındaki sınırdaki tutacak bir *kutup yörüngesinde* karar kıldı. Yörünge aşamalı olarak sürükleniyordu, böylece aletler gökyüzünün tamamını görebileceklerdi.

Ayrıca mühendislerin uzayda ilerleyen uydunun yönünü kontrol edecek bir yöntem bulmaları gerekiyordu. Duyarlı aletler Güneş veya Dünya tarafına bir kere bile dönerlerse görüşleri kararırdı. Bunun asla gerçekleşmemesini garantileyecek *davranış kontrolü sistemi*, Goddard mühendisliği için büyük bir yetenek gösterisiydi; öyle ki takım bunu "dördüncü deney" olarak adlandırmaya başladı.

Uzay Mekiği Oyunları

COBE'nin kutup yörüngesine oturtulacağı kararı verilince, sıra uydu fırlatıcısını seçmeye geldi. NASA'nın Delta isimli, bu iş için birebir, çok güvenilir ve gözden çıkarılabilir bir roket fırlatıcısı vardı. Wilkinson'a göre "Bizim deney için gereken Delta'ydı."

Fakat NASA'nın başka planları vardı. 1980'lerde ajans kararlı bir şekilde uzay çalışmaları için mekiklerin tekrar kullanımını desteklemeye başlamıştı. COBE takımına 1984'te

katılan araştırmacı Charles Bennett: "Bizim için sadece uzay mekiği öneriliyordu," diye anlatıyor. Takımın itirazlarına rağmen NASA, COBE'yi bir uzay mekiğinde fırlatmakta ısrar etti. Wilkinson: "Ajans, kenara bırakılan mekiklerden kaynaklanan bir rekabetten kaçınmaya çalışıyordu," diye açıklıyor.

O zamanlar mekik, Florida'nın ucunda Canaveral Burnu'ndan fırlatılıyordu, fakat orada kutup yörüngesine yerleştirmek üzere mekiğe bir yük eklemek olanaksızdı. Bunun üzerine NASA, Güney California çöllerindeki Vadenberg Hava Üssü'nde ikinci bir fırlatma tesisi kurmayı planladıklarını açıkladı. Vadenberg'ten kutup yörüngesine uydu atışı mümkün olacaktı.

Kalkışlarının hâlâ çizim aşamasında olan bir fırlatma tesisinden planlanıyor olması takım için kaygı vericiydi; fakat proje için 60 milyon dolar ödeyen NASA kararını vermişti bile. Mather'ın takımı teslim oldu ve COBE'yi uzay mekiğiyle fırlatmak üzere tekrar tasarlamaya koyuldu.

Uyduda yapılacak değişiklikler oldukça fazlaydı. Wilkinson: "NASA'nın mekik kullanmaya zorlaması bizim için sarımsı oldu," diye anlatıyor. Şimdi, mekiğin kargo bölmesinden yörüngeye itilebilmesi için uyduya bir roket bağlanması gerekiyordu. Mekik Dünya'dan 300 km yükseğe kadar kendiliğinden çıkabilirdi, ama COBE'nin kutup yörüngesi 900 km yükseklikteydi.

Mekik kalkışı başka kaygılara da neden oldu. Örneğin kargo bölmesindeki gazlar uyduya bulaşabilir ve istenmeyen ışı-nım, kozmik ardalandan gelen zayıf hışırtıyı yok edebilirdi. Fakat 1983'te NASA, Gökbilimsel Kızılötesi Uydusu'nu başarıyla fırlatınca takımın morali yükseldi. Mather, "IRAS sırada bizden önceydi, tahmin edersiniz ki bu uydunun gidişini dört gözle bekliyorduk," diyor.

IRAS'ın başarısını istemelerinin bir nedeni daha vardı: COBE gibi IRAS da aletlerini soğutarak duyarlılığını arttırmak için sıvı helyum dolu dev bir vakumlu kap taşıyordu. Mutlak sıfır noktasının 4,2 derece üstünde, yani -269 °C'de kaynayan sıvı helyum, en iyi şartlarda bile idare etmesi güç bir madde-dir. Mather: "Daha önce kimse sıvı helyumu uzayda kullanma-

mıştı," diye açıklıyor. "Bu nedenle herkes teknolojinin çalışmama ihtimaline karşı korku içindeydi."

Challenger'la Gelen Güçlükler

Bunlara rağmen IRAS uydusu; yeni doğan yıldızlar, büyük gaz perdeleri, uzayda asılı toz gibi var olan en soğuk nesnelerin etkileyici fotoğraflarını naklederek büyük bir başarıya imza attı. Mather: "Sıvı helyum teknolojisi en zor sınavını vermişti," diye anlatıyor: "Hepimiz rahat bir nefes almıştık."

1986'da COBE büyük ölçüde tamamlanmıştı. Fakat 28 Ocak'ta Challenger uzay mekiği, mavi Florida göğünde ilerlerken binlerce ateşli parça halinde patlayarak gemideki yedi gökbilimcinin ölümüne neden oldu. Kazanın korkunç fotoğrafları dünyadaki tüm televizyonlara yansırken COBE projesi mahvolmuş görünüyordu. NASA tüm uzay projelerini belirsiz bir tarihe kadar askıya aldı ve California'daki ikinci fırlatma üssü planlarını önce rafa kaldırdı, sonra da iptal etti. Wilkin-son: "Hepimiz için sarsıcı zamanlardı," dedi, "Goddard mühendisleri COBE donanımının çoğunu kurmuştu bile."

Fakat takımın tüm umutları sönmemişti. Challenger'den sonra ABD hükümeti, NASA'nın hâlâ uydu fırlatmayı becerebildiğini göstermek için çalışmaların devam etmesi kararını aldı.

Bennett: "Sırada bekleyen bir sürü uydu projesi vardı," diye anlatıyor. "Herkes, önce kendi deneylerinin fırlatılmasını istiyordu."

NASA'yı zorlu bir görev bekliyordu. Bennett: "Sınırlı bir bütçesi, pek çok projesi ve alması gereken korkunç kararlar vardı," diye anlatıyor. "Örneğin hangi projeleri süresiz olarak ertelemeliydiler? Hangilerini tamamen durdurmalıydılar?"

COBE takımı, fırlatma için alternatifler aramaya başladı. Bennett: "Uyduyu mekikten çıkarmazsak asla fırlatılmayacağı oldukça açıktı," diyor. Fransız Ariane Roketi'yle gitmeyi, hatta Ruslarla konuşmayı bile düşündüler. Bennett: "O zamanlar bu, bugünkü kadar kolay bir iş değildi," diye belirtiyor.

Sonunda orjinal fikirleri olan sadık Delta Roketi'ne geri döndüler. Durumları komikti: Önce COBE'yi Delta'yla fırlat-

mak üzere tasarlamışlar, sonra uzay mekiğiyle fırlatmak için tekrar tasarımını değiştirmişlerdi, şimdi yine Delta için çizimleri değiştiriyorlardı. İsyan etmek için yeterli sebepleri vardı.

1986'nın sonunda Mather'ın takımı yeni bir plan hazırladı. Uydunun ağırlığını yarısı kadar azaltacak ve uzay gemisindeki her şeyi katlanabilir hale getireceklerdi; böylece her şey Delta'ya sığacaktı. Bennett: "NASA'ya gidip COBE'yi tekrar inşa ederek kısa sürede Delta'yla fırlatabileceğimizi söyledik," diye anlatıyor. "Elbette diğer pek çok proje aynı teklifle geliyordu. Kıran kırana bir mücadeleydi."

Ağırlığı azaltmak, COBE takımının karşılaştığı en zor görevlerden biriydi. Bennett, "Elimizde mekik için tasarlanmış 4800 kiloluk bir uzay gemisi vardı ve Delta roketi 2300 kg'dan fazlasını fırlatamıyordu," diye ekliyor.

COBE'yi Delta'ya uyarlabilmeleri bir mucize olacaktı. Bennett: "Neyse ki NASA, Hubble Uzay Teleskopu'yla birlikte COBE'yi öncelikli projeleri olarak belirledi," diye anlatıyor. "Ajansa göre bu araştırma güvenilir ve gerçekten heyecan vericiydi. Sıklıkla, konuyu çekici bulduklarını ve kamunun ilgisini çekeceğinden emin olduklarını söylüyorlardı. Bir de işi çabucak bitireceğimize inanıyorlardı."

1987'nin başlarında NASA, COBE'ye bir şartla yeşil ışık yaktı: Uydu iki yıl içinde kalkışa hazır olmalıydı. Bennett: "İki yıl, tekrar tasarlamak, inşa etmek ve gemiyi test etmek için çok kısa bir zamandı," diye anlatıyor.

Sabaha Kadar Yanan Işıklar

COBE takımı sevinç içindeydi. Tek kuşku, uydudaki tüm değişikliklerin zamanında yapılıp yapılamayacağıydı. Wilkinson: "Goddard mühendisleri, uydunun dönüştürülmesi sırasında inanılmaz bir iş başardı," diyor. "Onlar olmasa, proje çöpe giderdi."

Mekiğin kargo bölümünden uyduyu itmek için kullanılacak itki sistemine artık ihtiyaç yoktu. Bu aletten hemen kurtulabilirlerdi. Bennett: "Tek hamlede 900 kg hafiflemiş olduk," diye anlatıyor.

Fakat geri kalan fazla kilolardan kurtulmak büyük sorundu. Neyse ki, sıvı helyum dolu 600 litrelik dev vakumlu kap ve üç duyarlı alet, Delta'ya sıkıştırılabilir boyuttaydı. Elektroniklerin olduğu kutular da içeriye sığıyordu, fakat uzay gemisinin iskeletinin tamamen baştan inşa edilmesi gerekiyordu.

Aletlerin içine monte edilebildiği geniş bir metal parçası olan eski iskeletin başkasının işine yarayabileceğini düşündüler. Böylece mekik onu, kullanmayı planlayan bir başka projeye satıldı.

Aletlerin bazıları, uzayda açılmaya hazır olarak, katlanabilir şekilde inşa edilmeliydi. Örneğin COBE'yi Dünya'dan gelen ısı, radar ve televizyon sağanağından uzak tutmak için altına ters çevrilmiş bir şemsiye asılması gerekiyordu. Bu *zemin kal-kanı*, yörüngede harekete geçirilebilmeliydi; fakat bunu uzayda açmak son derece riskliydi. Bennett: "Açılmazsa işiniz bitiktir, kolayca uzaya çıkıp tamir edemezsiniz" cümlesini ekliyor.

Uydunun tekrar inşası, iki buçuk yıl boyunca Goddard'daki temel faaliyet oldu. Mühendis ve teknisyenler uzay gemisinin uyarlanması için çift vardiyalarla ve hafta sonları dahil çalıştılar, öyle ki Greenbelt'in ışıkları çoğu zaman gece boyunca yanıyordu. Bennett: "Herkes bu projeyi övünç kaynağı olarak görüyordu," diye devam ediyor sözlerine.

Başlangıçtan bitişe kadar sadece 50 kişi projeyi takip etse de 1000'den fazla kişi COBE'ye bir şekilde katkıda bulunmuştu. Bennett: "Bir parçayı diğerine yapıştırmak için nasıl bir tutkal kullanacağınıza karar vermeniz gerektiğinde, yapıştırıcılar konusunda uzman biri gelip projede bir rol aldı," diye belirtiyor.

COBE'nin her detayı için gösterilen özen olağanüstüydü. Bennett: "İki saat süren bir toplantımızı unutamıyorum," diye anlatıyor. "Tek bir cıvata üzerine tartışıyorduk. Ne uzunlukta olmalı? Bir dönüşü kaç santim olmalı? Hangi yöne dönmeli?"

"COBE'de çalışmaya başlamadan önce, uzay deneylerinde çalışan insanların önemsiz detaylar üzerine gereğinden fazla kaygılandıklarını düşünürdüm. Fakat bir roket 60 milyon dolara mal oluyor. *N* büyük bir sayı ise gidip *n* sayıda roket fırlatamazsınız. Bu işler gerçekten de karmaşıktır. Her şeyin çalışıp çalışmayacağı büyük merak konusudur."

Soğuk yük, deney için hayati önem taşıyordu. Gökyüzünün kara cisme benzerliğini sadece bununla ölçebilirlerdi. Takım, sonunda metal bir levhaya sarılıp vakumlu kapta sıvı helyuma batırılmış siyah bir hunide karar kıldı.

COBE'nin başarısına katkıda bulunacak başka bir faktör de mühendisler ile bilim insanları arasındaki diyalogdu. Mather ve Bennett dahil bazı bilim insanları Goddard mühendisleriyle gündelik kararları sürekli tartışıyordu. Bennett: "COBE projesinin küçük ölçekli oluşu böyle bir etkileşime izin veriyordu," diye açıklıyor ve ekliyor: "Büyük uzay projelerinde bilim insanları bir *beklentiler listesi* yazar, mühendisler de buna göre uzay gemisini inşa eder."⁴⁰

COBE'ye yardımcı olan diğer bir etken, Mather ve Bennett gibi bilimcilerin projeye bağlılığıydı. Diğer tüm çalışmalarını bir kenara bırakıp sadece bu projeye yoğunlaşıyor olmaları, Dave Wilkinson gibi diğerlerinin kendi deneylerinde çalışabilmeleri için serbest kalmalarını sağladı. Böylece Wilkinson ve diğerleri, kozmik aralan deneylerinin güçlükleri hakkında daha çok bilgi edinerek hızla gelişen bu alanın ön saflarında kalabiliyorlardı. Wilkinson: "Deneyleri sürekli güncelliyorduk," dedi: "COBE bunun faydasını görecekti."

Her zaman kozmik aralan ışınımından gelen zayıf sinyali örten umulmadık şeyler çıkıyordu. Bir keresinde Wilkinson, bir yüksek lisans öğrencisiyle, ufacık bir metal düğmenin mahvettiği bir balon deneyi yapmıştı. Balon rüzgârda sürüklendikçe düğme, yapay bir elektrikakımına sebep olarak, Dünya'nın manyetik alanıyla etkileşiyordu. Buradan alınan dersle, COBE'nin düğmeleri manyetik olarak yalıtıldı.

Wilkinson için balon deneyleri, COBE sırasında uğradıkları hüsranslar ve verdikleri ödünlerden sonra aldığı rahat bir nefesti. Her şey kendi kontrolündeydi. Mather: "Dave, COBE'ye gündelik olarak katılmaktan uzak durdu," diye anlatıyor. "Yılda birkaç kere toplantılara gelir ve karar sürecine yardımcı olurdu, fakat bunların gerçekleştirilmelerine katılmazdı." Projeye tam olarak dahil olan Mather gibi kişiler için COBE sürekli bir uğraştı.

40 Bu yöntem, 1988'de yörüngeye yerleştirilen, fakat şaşı bir teleskobu olan Hubble Uzay Teleskobu'nun sorunlarının kaynaklarından biri sayılabilir.

Salla, Çalkala, Yuvarlan

Her şey inşa edildiğinde sıra denemelere geldi. Ekipman sadece fırlatma sırasındaki kasılmalardan değil, uzayın sert ortamından da sağ çıkmalıydı.

Roket atışları son derece şiddetli geçer. Roketin üzerine bir yük yerleştirmek, altına bir bomba koymak gibidir. Delta roketlerinin değişik noktalarda *ivme ölçerleri* vardır, böylece mühendisler fırlatma sırasında roketin hangi bölümünün ne kadar sarsıldığını tam olarak bilebilir.

Goddard'da, ekipmanı gerçek bir roketteymiş gibi sarsabilecek bir masası olan bir bina vardı. Bennett: "Bizim kalın bir pencere arkasından seyretmemiz gerekiyordu," diye anlatıyor: "Aynı odada bulunamazdık, gürültü kulaklarımızı tahrip ederdi."

Takım sahte aletler kurarak test masasına monte etti. Emin olabilmek için masayı gerekenden daha hızlı salladılar. Hiçbir şey düşmeyince masaya gerçek ekipmanları koyarak dua etmeye başladılar. Bennett: "İzlemesi çok korkunçtu," diye anlatıyor. "İnanılmaz derecede duyarlı aletler inşa ettikten sonra canlanımı çıkarana kadar sarsıyorduk."

Aletler sınavı geçmişti. Sırada uzay gemisi vardı. Takımdan bazıları izlemekte zorluk çekti. Dudaklarını ısırıp bir şeylerin ters gideceğinden emin olarak, dehşete düşmüş şekilde ortada dikiliyorlardı. Bennett: "Hiçbir şeyin böyle sallandıktan sonra çalışmaya devam edeceğine inanamazdınız," diyor. "Televizyonunuzu böyle sarsarsanız, çöp yığınına dönerdi."

COBE sınavı başarıyla geçti. Bennett: "Sarsıntı testi çok önemliydi," diye anlatıyor. "Tekrar inşa edilen gemi, titreşim konusunda özellikle korunmasızdı, çünkü başta planladığımızdan çok daha hafifti."

İkinci büyük sınav, Goddard Solar Environmental Simulator'da yapılacak olan ısı testiydi. Gemi, uzay benzeri vakumlu bir odaya kondu ve üzerine Güneş'i temsilen sıcak ve parlak bir ısı kaynağı yansıtıldı. Aletler bu fırlanlamaya dayanmalı ve doğru şekilde çalışmalıydı.

Isı testi bütün ay sürdü. Bennett: "O ay çoğumuz fazla uyumadı," diye belirtti. Önceden, eşitlik ölçümü testlerinin progra-

mını hazırlamıştı. Bu, örneğin uydu pillerinin veya durum kontrol sisteminin doğru çalıştığını kontrol etmek için önemliydi.

COBE takımı test programını mümkün olc'uğunca sıkıştırdı, fakat zaman zaman anlaşılamayan bir so.nuç alıyor ve daha fazla zamana ihtiyaç duyuyorlardı. Bennett sürekli programı gözden geçirmek zorundaydı. "Solar Environmental Simulator'dan bir kere çıkınca geri dönmeniz mümkün değildir," diye anlatıyor. "Analizleri hızla yapmanız gerekir, bu işlemin ne kadar yorucu olduğunu anlatamam."

Yapılması gereken diğ.er bir işlem, COBE'nin aletlerinin "birbirleriyle konuşmadıklarından" emin olmaktı. Uyduda, Dünya'ya veri göndermek için bir radyo vericisi olması zorunluydu. Wilkinson: "Düşünün, son derece duyarlı aletlerin ortasında birkaç wattlık bir verici duruyordu!" diye anlatıyor. Fakat görünüşe göre vericiden gelen güç aletlere sızmıyordu. Her şey yolundaydı.

Neticede COBE, tüm testleri sorunsuz atlattı, fakat takımın sınanması henüz sona ermemişti. Fırlatma tarihinden birkaç ay önce sorunlar başladı. FIRAS spektrometresinin trampet şekilli antenine soğuk yükü getirip götüren mekanik kol çalışmıyordu.

Vakumlu dev kap süper soğuk sıvı helyumla doldurulmuştu bile. Yapacak tek bir şey vardı: Kapağı açmak, soğuk yükü dışarı çıkarmak, yeni bir elastik elektrik kablosu döşemek, hepsini yerine koymak ve tekrar soğutmak. "Tüm bunlar birkaç ayımızı aldı," diye anlatıyor Mather.

"Eyyvah, Patladı!"

İki buçuk yıl durmaksızın süren çalışmalar sonunda her şey hazırıldı. COBE'yi inşa etmek 1600 insan yılı ve 60 milyon dolar tutmuştu.

Uydu katlandığında yaklaşık 2 metre çapında, 3,5 metre boyunda ve davul şeklindeydi. Uzayda güneş panelleri açıldığında 6 metreye kadar yayılıyordu.

Fırlatma tarihi 18 Kasım 1989 olarak belirlendi. Bir gece önce takımın çoğu Los Angeles'ın 160 km kuzeyindeki Vanden-

berg Hava Kuvvetleri Üssü'ne uçtu. Bennett: "Bizi gece 03.00 gibi uygunsuz bir saatte uyandırıp otobüse bindirdiler," diye anlatıyor. "Hava buz gibiydi. Otobüste ısınmaya çalıştığımı hatırlıyorum."

Otobüs onları fırlatma rampasının 1,5 kilometre kadar uzağında bir alana bıraktığında, şafağa daha çok zaman vardı. Bennett: "Bizi alana erkenden getirdiler, kalkışa daha 1 saat vardı," diye söylüyor. "Tabii fırlatmanın ertelenip ertelenmeyeceği de belli değildi."

Alanda bir sürü kişi toplanmıştı, herkes çok heyecanlıydı. Dave Wilkinson da oradaydı. Başlangıçtan beri orada olmuştu. Kozmik ardaalan ışıınımı ölçümlerinin tüm tarihinde orada bulunan tek deneyci oydu. Yanında "gizli silahı" duruyordu. Wilkinson: "Sanırım, COBE'nin gidişine üzülen tek kişi babamdı," diyor. "Bu, balon seferlerinin sona ermesi anlamına geliyordu, artık yardıma gelemeyecekti."

Ayrıca kalabalıkta, ayaklarını birbirine sürterek ısınmaya çalışan Ralph Alpher ve Robert Herman da bulunuyordu. Mat-her onları davet ederek taşı gedğine koymuştu. Artık herkes 1948'de Büyük Patlama ışıınımını tahmin eden ilk kişiler olarak onları kabul ediyordu.

Bennett: "Kalkışı beklemek, hepsinin içinde en gergin andı," "Hayatımızdan birkaç yılı bu proje için harcamıştık," diye anlatıyor. Fırlatma araçları içinde en iyileri Delta roketleriydi, ama bazen onlar bile başarısız oluyordu.

Wilkinson: "Şans üstüne şans diliyorduk," diye devam ediyor. "Pek çok şey ters gidebilirdi. Uyduda 600 litre sıvı helyum vardı. Çok yüksekteki zorlu bir yörüngeye yerleşmesi gerekiyordu. Yönünü bulmalı ve eğimini ayarlamalıydı. Kpak açılmalı, zemin kalkanı dışarı çıkmalıydı..."

Şafak sökerken açık gökyüzünde olağanüstü parlaklıkta bir ışık alevlendi. Bennett derin bir nefes aldı. Önce yüksek bir gürültü duymayı beklemişti: "İlk olarak, 'Eyvah, patladı!' diye düşündüm." Fakat her şey yolundaydı. "Sanırım bunu sık görenler için gayet normaldi."

Parlak ışık gökyüzüne yükselmeye başladığında herkes rahatladı. On beş yıllık çalışmanın sonunda COBE en azından

yoldaydı. Bennett: "Roketin göğre doğru yükselmesi harika bir görüntüydü," diye anlatıyor.

Orada zaman kaybetmedi. Roket ortadan kaybolurken hemen bir arabaya yöneldi. "Goddard'a dönmem lazımdı," diye belirtiyor. "Eşitlik ölçümü deneyini başlatmam ve kontrol etmem gerekiyordu."

Bennett çölde yol alıyordu. "Durum komikti. Los Angeles'a gidiyor ve radyoda COBE'den haberleri dinliyordum. Tek bilgi kaynağım buydu. Radyo başarılı bir kalkış olduğunu bildirdi. Sonra, havaalanına varmadan hemen önce, başarıyla yörüngeye girdiğini ve güneş panellerinin çalıştığını duydum."

Bennett, havaalanında ankesörlü telefonda Goddard'ı aradı. Kontrol odasına ulaştığında, her şeyin yolunda olduğunu söylediler. COBE, Dünya'dan 900 kilometre yukarıdaki yörüngesine oturmuştu. Şimdi Dünya etrafını günde 14 defa dolanan, kendi ekseninde her 72 saniyede döndükçe parlayıp sönen ufaklık avare bir yıldızdı. Gece gökyüzünde gün batımından hemen sonra güneyden kuzeye, şafaktan önce kuzeyden güneşe giderken görülebilirdi.

Böylece COBE uyandı ve gözlerini mikrodalga evrenine açtı.

DOKUZ DAKİKALIK TAYF

COBE'ye Ayakta Alkış

John Mather anıye girdiğinde, kendisini karşılayanları görünce afalladı. Konuşma için elli kişiden fazlasını beklemiyordu, fakat binden fazla kişi salonu doldurmuştu.

Tarih 13 Ocak 1990'dı ve COBE altı haftadır uzaydaydı. Amerikan Gökbilim Derneği, Virginia Crystal City'de toplanıyordu ve Mather, COBE'nin ilk sonuçlarını sunmak için gelmişti: sadece 9 dakikalık bir gözleme dayanan mikrodalga aralanı tayfı.

Mather sakin kalmaya kararlıydı. Hazırladığı 5 dakikalık konuşmaya başladı; amaçlarını açıkladı ve deneyi tarif etmeye girişti. Sonra tepegöze saydamları yerleştirdi, ekranda görüntü belirdi:

"İşte gözlediğimiz tayf. Küçük kutular ölçülen noktalar, şu aralarından geçen ise kara cisim eğrisi. Gördüğünüz gibi tüm noktalar eğrinin üzerinde yer alıyor."

Bruce Partridge: "Başlangıçta salonda iğne düşse duyulacak gibiydi," diye anlatıyor. "Sonra seyircilerden fısıltılar geldi ve birden alkışlar başladı. İnsanlar ayağa kalkıyor, cılgınca, şevkle alkışlıyorlardı."⁴¹

Charles Bennett: "Bilimsel bir toplantıda böyle bir şeyi hiç görmedim," diye anlatıyor. "Ne bundan önce, ne de sonra."

41 O zamanın ABD başkan yardımcısı Dan Quayle, Crystal City toplantısında NASA'nın uzay politikasından bahsetti. Fakat ne dinleyicilere ne de aldığı alkış bu kadar etkileyiciydi.

Ekranada, görülmüş en mükemmel kara cisim tayfı duruyordu. Ölçülen hiçbir nokta, ortalarına çizilen eğriden yüzde 1'den fazla sapmamıştı.

Partridge: "Harika bir andı, tayf kesinlikle olağanüstüydü. Etkileyici olacağı üzerine söylentiler vardı, fakat COBE takımı ser verip sır vermemişti." diye sürdürüyor.

Mather'ın ilk tepkisi memnuniyet değil, mahcubiyet oldu: "Beni alkışladıklarını sandım. Bunu yalnız başıma başarmadığımı söylemek istedim. COBE bir takım çalışmasıydı. Benim de bir rolüm vardı, ama diğer binlerce kişi de gece gündüz çalışmıştı. Sırf bu proje için ailelerini geride bırakmışlardı."

Fakat Mather'ın endişelenmesine gerek yoktu. Tebrik edilen yalnızca kendisi değildi. Bu olağanüstü deneyi alkışlıyorlardı; çünkü salondaki kimse, bir deneyden böyle mükemmel bir sonuç alındığını görmemişti. Doğa bu şekilde işlemez. Oldukça düzensizdir.

COBE, maddenin ötesine bakmıştı. Evrenin hayret verici karmaşıklığını çıkarıp atmıştı ve zamanın başlangıcında, kimsenin hayal etmediği güzellikte nefes kesici bir sadelik duruyordu.

Mather: "Alkışların çoğu rahatlama ifadesiydi," diye devam ediyor: "Bilim insanları, evren umdukları gibi çıktığı için rahatlamıştı."

Berkeley-Nagoya ekibi tarafından gözlenen tümsekten hiçbir iz yoktu. Bennett: "*Astrophysical Journal*'ın her sayısında tümseğin nedenlerini tahmin eden en az üç yazı vardı," diye anlatıyor. "Fakat bu karmaşık tahminlerden hiçbirisi gerçekleşmedi."

Işınım evrende mikroskobik parçacıkların bozulması veya ilk nesil yıldızların parçalanması yoluyla açığa çıkmış olamazdı. Kozmik ardaalan ışıınının çok büyük kısmı doğrudan Büyük Patlamadan geliyordu.⁴²

Erken evren karmaşık olabilirdi. Sıcaklık veya diğer özellikleri, bir noktasından diğerine çok büyük değişiklikler gösteriyor

42 Gerçekten de COBE, arkaplan spektrumunun mutlak sıfırın 2,726 derece üstünde ve mükemmel bir kara cisimden yüzde 0,03 farklı olduğunu bulacaktı. Bunun anlamı, kozmik ardaalan enerjisinin yüzde 99,7'sinin Büyük Patlamadan sonraki bir yıl içinde açığa çıkmış olduğudur.

da olabilirdi, ama böyle olmamıştı. Erken evren inanılmaz bir sadelikteydi. Tek bilmeniz gereken rakam sıcaklıktı, buradan her veriye ulaşabilirdiniz.

Projenin çalışanlarının hepsi Crystal City'deki toplantıda değildi. Örneğin Dave Wilkinson, Princeton'da COBE tayfı üzerine eşzamanlı bir konuşma yapıyordu. Kayda değer diğer bir eksiklik ise Robert Wilson'du.

Büyük Patlama ışınımını keşfeden kişilerden olan Wilson, toplantıya katılmış, fakat son günden önce dönmeye karar vermişti. COBE takımından kimse onu uyarmayı düşünemedi. Wilson nihayet tayfı gördüğünde, herkes gibi o da şaşkına dönmüştü. "Olağanüstüydü," diye anlatıyor. "Böyle mükemmel bir tayf görebileceğimi hiç düşünmemiştim. Benim için bu, ışınımın gerçekten erken evrenden gelip gelmediği tartışmasına bir nokta koymuştu."

Bir Sırrım Var

Aslında tayf aralık başlarında, uydur fırlatıldıktan kısa süre sonra tespit edilmişti. Fakat COBE takımı bunu bir sır olarak tuttu. Partridge: "Takımın üzerindeki baskı çok büyüktü," diye açıklıyor. "Her şey yolunda giderse, roket yerine ulaşarak ekipmanın kapağı açılınca tayfın neye benzediğini görmenin 10 dakika alacağını herkes biliyordu."

COBE çalışanlarının tayfı gizli tutmasının nedeni aldıkları bir karardı; herkes tamam ve hazır olana kadar kimse tayftan bahsetmeyecekti. Böylece hiçbir hata olmadığına kesinlikle emin olana kadar sonucu tekrar tekrar kontrol edebildiler. Ayrıca duyurudan önce, titizlikle yazılmış bir bilimsel makale hazırlamaya da zamanları oldu.

Dave Wilkinson tayfı ilk görüşünü hâlâ hatırlıyor. Princeton'da bir bilgisayar ekranındaydı. Tayfı ham veri halinden dönüştüren takım üyesi Ed Cheng, ona email olarak göndermişti.

Wilkinson: "Yirmi beş yıl boyunca bir seferde tek bir noktaya ulaşmaya çalıştıktan sonra tayfı görmek nefes kesiciydi," diye anlatıyor. "Noktalardan her biri, bir yüksek lisans öğrencisinin tezi oldu."

"Uyduda her şey mükemmel çalışıyordu. Balonlarla olan acı deneyimlerimizden sonra sonuç hayret vericiydi. Bu karmakarışık şey aslında işe yarıyordu!"

Wilkinson'ın Princeton'daki ofisi Peebles ve Dicke'nin hemen yanındaydı, fakat takımın duyuru ilkesi yüzünden bu müthiş tayfı onlara gösteremiyordu. Altı hafta boyunca Peebles ve Dicke'yle ağzındaki baklayı çıkaramadan kahve içti.

Wilkinson: "Sonunda resmi duyuru tarihinden birkaç gün önce Jim'e gösterdim," derken Peebles çok da şaşırmamıştı: "Dave günlerdir kanarya yutmuş kedi sırtışıyla etrafta dolanıyordu. Sonuçların çok iyi çıktığını tahmin etmişim" Çok iyi bir sonuç beklese de, yine de böyle bir tayfa karşılaşacağı Peebles'in hiç aklına gelmemişti. "Dave tayfı bir süredir cebinde taşıyordu," diye anlatıyor: "Sonunda çıkarıp gösterdiğinde: 'Şuna bir bak!' diye bağırıştık."

Hayatınızın sonuna kadar hatırlayacağınız o nefis anlardan biri böylece gerçekleşiyordu.

"COBE takımı, kesinlikle emin olana kadar sonucu gizledi. Bu, bilim insanlarında görmeye alışkın olmadığınız türden bir tedbirlilikti. Genelde hemen yayımlamak için acele ederler."

Peebles böyle mükemmel bir tayf beklemediğini söylüyor. "Gerçek hayatta, doğada neyi ölçerseniz ölçün, her zaman hatalar çıkar. Sonuç, gerçeği andıran bir değerdir," diye açıklıyor ve ekliyor: "Tayfta nefes kesici olan, sapmaların çok küçük olmasıydı."

Wilkinson tayfı ilk gördüğünde, mükemmeliyeti onu da çok şaşırtmıştı. "Çoğumuz Berkeley-Nagoya sapmasını görmeyi bekliyorduk," diye anlatıyor. Berkeley'de Paul Richards'la çalışan Andrew Lange'i biraz sorguladı, fakat ekibin yaptığı herhangi bir hata bulamadı.

Partridge "Berkeley-Nagoya çok dikkatli çalışmışlardı, fakat doğanın tuzağına düştüler" diye anlatırken, Wilkinson "Bu sapmayı temellendirmek hiç kolay değildi. Haklılarsa, yeni bir fizik bilimi oluşturmak veya evrenin tarihine oldukça dramatik bir bölüm eklemek gerekecekti" diye ekliyor.

Peebles, Berkeley-Nagoya sapmasına hiç inanmamıştı. COBE'den hemen önce mikrodalga ardalanı üzerine bir toplan-

tıda, bu sapma uzun uzadıya tartışılmıştı. "Fakat toplantıda ki hiçbir kuramcının bu etki üzerine ikna edici bir açıklaması yoktu," diye anlatıyor. "Bu iyi bir şey bence, çünkü ortada böyle bir etki de yoktu."

Kimse, kurulan bütün bu teorilerin boşa gittiğini düşünmedi. Wilkinson: "Sapma iddiası, nedenleri konusunda pek çok fikir üretilmesine sebep oldu," diye açıklıyor. "Çok yararlı bir alıştırmaydı."

Partridge de buna katılıyordu: "Durağan evren kuramına benzer bir rol oynadı,"

Mather'ın deneye ve doğaya daha fazla güveni vardı. "Tayf aşağı yukarı beklediğim gibiydi," diye anlatıyor. "Ardalan ışınımı erken evrende gerçekten de baskındı. Her maddeye karşılık 10 milyar ışık parçacığı vardı. Mükemmel olmasalardı, her bir madde parçacığı birden fazla görev almak zorunda kalırdı. Bunun nasıl olabileceğini düşünmek oldukça güç."

Görölmüş En İyi Kara Cisim

COBE tayfı, doğada görölmüş en iyi kara cisim olarak adlandırıldı. Fakat COBE takımı henüz bu kadar ileri gitmeye hazır değildi. Wilkinson: "COBE'nin tek yaptığı gökyüzünü *yapabildiğimiz* en iyi kara cisimle kıyaslamaktı," diye açıklıyor. "Tek kanıtladığımız, evrenin *bizim* kara cismimize benzer oluşuydu."

Aynı zamanda, COBE takımının sonuıtan bu kadar emin olmasının nedeni de buydu. "Deneyde yanlışlar olsaydı, gökyüzünün soğuk yüke benzer olmaması gerekirdi," diye anlatıyor. "Benzer olsalardı ve ikisi de kara cisim olmasaydı, bu gereğinden fazla büyük bir tesadüf olurdu!"

COBE takımı bir sapma belirleseydi, o zaman durum değişirdi. Bennett: "Kamuya açıklamak için daha uzun süre beklerdik ve şöyle düşünürdük: Bu gerçekten de gökyüzü sıcaklığı mı, yoksa soğuk yükte bir terslik mi var? Fakat gökyüzü ile soğuk yükün kazara benzer olması ihtimali çok düşük olduğu için tayfa güvenimiz tamdı."

COBE takımı, Büyük Patlama ışınımı tayfını eksiksiz biçimde ölçmeye devam etti. Wilkinson: "Şu âna kadar yüzde 1'in

30'da birinden daha yüksek bir sapma gözlemedik," diye anlatıyor. Kozmik ar dalan ışınımı, mutlak sıfır noktasının 2.725 derece üzerinde, tepe noktasında yüzde 1'in 30'da birinden daha yüksek bir sapma yapmayan gerçek bir kara cisimdi.

Bir Ay Geciken Adam

COBE takımının tayfın doğruluğuna güveni tam da olsa, başka bir deneyle ispatı gerekiyordu. Görünüşe göre bu ispat British Columbia Üniversitesi'nden Herb Gush, Mark Halpern ve Ed Wishnow tarafından beklenenden daha önce gerçekleştirilecekti.

Bruce Partridge: "Gush, kozmik ar dalan alanının tanınmayan kahramanıdır," diye anlatıyor. "Sadece birkaç kişi ve sınırlı bütçeyle yıllarca çalıştı."

Daha önce bahsedildiği gibi Gush 1970'lerde, sondaj roketleriyle kozmik ar dalan deneyleri yapmak için bir yöntem geliştirmişti. Roketler birkaç yüz kilometre yükseğe fırlıyor, yakıtları bitince geri düşüyorlardı. Böylece ekipmanları uzayın kıyısından evrene birkaç dakikalığına göz atıyordu. Prensipte Dünya atmosferi dışındayken, 10 saat boyunca rüzgârda sürüklenen balon deneylerine kıyasla daha iyi sonuç alınması gerekirdi.

Gush, roketlerle tayf ölçülmesinde öncülük yaptı. İlk uçuşları 1970'lerin başındaydı, fakat pek çok sorun çıktı ve en ciddi sorunlar da roket egzoz gazından kaynaklanıyordu.

Roketler, egzozlarından her türlü karmaşık molekülleri püskürten pasaklı makinelerdir. Wilkinson: "Çok dikkatli olmazsanız, sonunda evrene yoğun bir duman bulutu arkasından bakarsınız," diye açıklıyor.

Gush egzoz sorununu çözdüğünü düşünüyordu. Ekipmanına bir *itiş koltuğu* ekledi. Bu aletin, doğru yüksekliğe geldiğinde ekipmanı roketten ayırması gerekiyordu, fakat işler umduğu gibi yürümedi.

1978'de Gush'ın 4. roket fırlatışı sırasında *itiş mekanizmasının* çok zayıf olduğu görüldü. Gush: "Yük roketten sorunsuz ayrıldı," diye anlatıyor. "Fakat roket havada ilerlerken son ya-

kıtıyla onu geçti." Deney atmosfer üzerinde olduğu 7 dakika boyunca, parlak egzoz dumanı arasından ardalan ışınımını gözledi.

Üç yüz kilometre yükseklikten, büyük ölçüde kara cismi andıran bir tayf iletildi, fakat 1 milimetre dalga boyunda büyükçe bir tümsek görünüyordu. Tümsek gerçekten de ardalan ışınımına mı aitti, yoksa roketin parlak egzozundan mı geliyordu? Bunu söylemek zordu.

1980'de beşinci roketini tasarlamaya başladığında, Gush'ı yine kötü şans ve bir düş kırıklığı bekliyordu. Şimdiye kadar roketlerini Churchill Manitoba'daki bir atış platformundan fırlatmıştı. Tesis ABD'yle ortak işleten Kanada hükümeti, 1980'de parasını geri çekmeye karar verdi. Yeni bir roket fırlatana kadar Gush'ın neredeyse on yıl beklemesi gerekti. Bu sefer atışı Kanada'dan değil, Kuzey New Mexico çöllerinden yapacaktı.

Eylül 1989'da, COBE'nin fırlatılışından iki ay önce Gush, Halpern ve Wishnow hazırды. Önce ekipmanlarının roket atışının şiddetli sarsıntısına dayanabileceğinden emin olmaları gerekiyordu. Aleti Winnipeg'deki Bristol Hava Sahası'na sarsıntı testine götürdüler, sonuç başarısızdı.

Gush: "Sonradan Bristol Hava Sahası'ndaki mühendislerin ekipmanı gereğinden kuvvetli sarstığını öğrendik!" diye anlatıyor. Bazı parçalar kırılmıştı. Vancouver'e geri dönüp hasarı onarmaktan başka çare yoktu. "Bu fazladan iş, beş ayımıza mal oldu," diyor Gush. Onlar bununla uğraşırken, COBE fırlatılmış ve ardalan ışınımını ölçmeye başlamıştı.

Gush, Ocak 1990'da artık atışa hazırды. Ekipmanı, ABD donanması ve ordu tarafından işletilen New Mexico'daki White Sands füze deney atış yerine götürdü.

Fırlatma üssünde 12 metre yükseklikte duran iki aşamalı roket sabah Güneş'inde parlıyordu. Gush'ın ekipmanı, roketin 1 metre boyunda 43 santimetre çapındaki silindirik ucuna tıkmıştı.

Gush geri sayımı, fırlatma kulesine yakın bir yeraltı sığınağından izliyordu. Burası, roket patlarsa gökyüzünden yağacak yanan metal ve benzinden korunmak amacıyla inşa edilmişti.

Geri sayım sona erdiğinde, roket arkasında bir alev sütunu bırakarak mavi New Mexico göğünde ilerledi. Dakikalar sonra 300 kilometre yüksekliğe erişti ve aletler başarıyla dışarı atıldı. Sıvı helyumla mutlak sıfır noktasının üçte bir derece kadar üzerinde soğutulmuş hassas detektörler, Büyük Patlamadan gelen ışınlam içlerine nüfuz ederken hayata geçti.

Her şey mükemmeldi. Yirmi yıl süren talihsiz deneylerden sonra Gush sonunda başarmıştı.

Roket sahasından dönüşte Mark Halpern, mikrodalga ardalaniyla ilgili bir toplantının sürdüğü Aspen Colorado'ya uğradı. Mather'ın Crystal City'de ayakta alkışlanmasının üzerinden sadece birkaç hafta geçmişti.

Wilkinson: "Halpern müthiş bir kara cisim tayfıyla geldi," diye anlatıyor. "Nefes kesiciydi."

Gush'ın ekibi, 1965'te Penzias ve Wilson ardağan ışınlamını keşfettiğinden beri, diğer tüm deneycilerin deneyip başaramadığını yapmıştı ve bu, COBE vurgunu yaptıktan yalnızca birkaç hafta sonra gerçekleşmişti. Wilkinson, "COBE olmasaydı, ayakta alkışlanan Gush'ın tayfı olacaktı," diye anlatırken, Mather: "Tekrar tekrar denediler, sonunda başardılar," diye belirtirken Peebles ise: "Herb Gush adına çok üzıldüm," diye yorumluyor.

Wilkinson: "Sanırım yalnızca tek bir uçuş şansları kaldığının farkındaydılar, bu nedenle çok dikkatli çalıştılar," diyor. Peebles: "Bu iki deney neredeyse on yıldır devam ediyordu, rastlantı eseri tamamen aynı zamanda sonuca ulaştılar," diye ekliyor; "Tayfı ilk ölçen olabilseydi, bu Herb için inanılmaz bir zafer olacaktı. Fakat tabii bir ölçümün diğerinden önce yapılması, ikincisinin de bunun ispatı olması gerekiyordu."

Durum, Roll ve Wilkinson'ın hikâyesini anımsatıyordu. 1965'te onlar da çığır açan bir ölçüm yapmışlardı, fakat bir adım geriden geliyorlardı.

Yine de herkes Gush'la gurur duyuyordu. Peebles: "Bence önemli olan, sonucun COBE tayfını ispatlamasıydı," diyor. Artık kimse, zamanın başlangıcından gelen ışınlamın mükemmel bir kara cisim olduğundan şüphelenmiyordu.

Israr ve istikrar için bir Nobel olsaydı, Herb Gush ödülü alırdı.

KOZMİK DALGALANMALAR

COBE Galaksilerin Tohumlarını Buluyor

Ardalan ışınımının tayfını ölçmek, COBE'nin hedeflerinden yalnızca biriydi. Bu iş tamamlandıktan sonra dikkatlerini evrenbilimin kutsal kâsesi olarak adlandırılan Büyük Patlama ışınımında pürüzlülük belirtileri aramaya yönlendirdiler.

Fırlatıştan hemen sonra COBE takımı gökyüzünün bir kısmına göz atmıştı, fakat kesintisiz bir benzerlikten başka bir şey görememişti.

Nisan 1991'de COBE tüm gökyüzünü incelemişti. Uzayda aldığı yol nedeniyle galaksinin yarısının diğer yarısından küçük bir farkla daha sıcak olduğunu doğruladılar. Fakat bu etki göz ardı edildiğinde, mikrodalga ardalanında başka hiçbir farklı sıcaklıkta nokta yoktu. COBE takımı, Büyük Patlamadan 380.000 yıl sonra, evrenin hiçbir bölgesinin, diğerinden 10 binde 1'den daha yoğun olmadığı sonucuna vardı.⁴³

Partridge ve Wilkinson'ın Büyük Patlama ışınımında sapmaları ilk arayışları üzerinden otuz yıl geçmesine rağmen hiçkimse, galaksinin hareketinden kaynaklanan hariç, en ufak bir değişiklik bulamamıştı. Erken evrenin yığılmalarının izi neredeydi? Büyük Patlama sonrası şekil alan Samanyolu gibi galaksilerin tohumları neredeydi?

43 Aslında bu kitapta kullanılan 380.000 yıl modern bir tahmindir. COBE'nin zamanında Son Savrulma Evresi'nin, evrenin başlangıcından 300.000 yıl sonra gerçekleştiği kabul edilmekteydi.

Oluşumun etkisiyle ortaya çıkan madde, uzaya müthiş bir eşitlikle yayılmıştı; buna rağmen galaksi ve yıldızlarla dolu evren gözle görülür şekilde kümelenmişti. Kozmik ardalan ışıının eşitliği, var olduğumuz gerçeğiyle büyük bir çelişki içindeydi.

Büyük Patlamanın yanlış olduğuyla ilgili söylentiler yayıldı. Fakat gökbilimciler bu kadar da ileri gitmemeyi tercih ettiler. Galaksilerin ortaya çıkışıyla ilgili algımızda bir yanlışlık olmalıydı. Bu konunun Büyük Patlamaya bağlı olduğu düşünülüyordu. Fakat aslında bu, önemli de olsa bir eklentiden öte bir şey değildi. Büyük Patlamanın varlığı apaçık ortadaydı. Sonuçta, evrenin genişlediği ve kalıntı ışıınıyla dolu olduğu inkâr edilemezdi. Bu gözlemler, uzak bir geçmişte evrende devasa bir patlamanın gerçekleştiğine işaret ediyordu.

Sonuç olarak, bilim çevrelerinde tedirginlikler baş gösterdi. Dave Wilkinson: "COBE milyonda birini araştırır ve gökyüzünü hâlâ tamamen homojen olarak ölçerse, Büyük Patlama kuramlarının başı büyük derde girecekti," diye anlatıyor.

Cihaz

COBE'de Ayrımcı Mikrodalga Radyometresi (DMR) adlı cihaz, ardalan ışıının olası eşitsizliğini arıyordu. DMR, 1970'de Princeton ve Berkeley gruplarının, Dünya'nın uzayda ilerlediği yönde mikrodalga ardalanının bir dereceden çok daha az sıcak olduğunu ölçmek üzere kullandıkları cihazın neslinden geliyordu.

DMR karmaşık bir alet değildi. Bir elektronik demeti dışında sadece "V" şeklinde yerleştirilmiş bir çift mikrodalga anten içeriyordu. "V" 60 derece açıyla konumlandırılmıştı; yani antenler, 60 derece aralığında bir gökyüzü parçasına doğrultulmuştu. Her bir gökyüzü parçası 7 derece genişliğinde ve Ay çapının 14 katına eşdeğerdi.

Elektronikler her bir anten tarafından toplanan sinyalleri karşılaştırıyordu. Bu sayede iki gökyüzü parçası arasındaki en küçük sıcaklık farklarını ölçmek mümkün oluyordu. DMR çok hassastı, bir derecenin 0,00001'i kadarlık sıcaklık farkını dahi tespit edebiliyordu.

Gökyüzünde iki ayrı alandaki sıcaklık farkını ölçmek, uzayın tamamının sıcaklık farklarını haritalamaktan çok uzaktır. Fakat COBE hareket halindeydi. Kendi ekseninde döndüğü için antenler bir daire etrafındaki gökyüzü parçalarını gözlemliyor, ayrıca uydu Dünya etrafında da dönüyordu. Yörüngenin kademeli olarak değişmesi sayesinde, ikiz antenler yıl içinde sadece iki değil, milyonlarca gökyüzü parçasının sıcaklık farklarını ölçebiliyordu.

İlk İpuucu

DMR, Aralık 1991'de, yani çalışmaya başladıktan bir yıl sonra, gökyüzünün tamamının ilk haritasını tamamladı. Her bir anten 70 milyon ölçüm yapmıştı. COBE takımı, parlaklık ölçümlerinde dalgalanmalar aramaya başladı.

Her bir ölçüm, devasa bir yapbozun tek bir parçası gibiydi. Gökyüzünün sıcaklık haritasını oluşturmak üzere tüm parçaları yerine koyduklarında, bir desen ortaya çıkmaya başladı. İşin bu zor kısmı sadece güçlü bir bilgisayar yardımıyla gerçekleştirilebilirdi.

İlk ipuçlarını bulan kişi Ned Wright'tı. Bu sırada Goddard bilgisayarını hâlâ verileri tarıyordu. Fakat Wright'ın sabrı taşıtı ve verilere göz atmanın bir yolunu buldu. Kabataslak bir harita hazırladı ve takıma sundu. Haritada sıcak ve soğuk lekeler vardı. Bu gerçekten Büyük Patlamadan 380.000 yıl sonrası evreninin görüntüsü müydü?

Başlangıçta herkes çok tedbirli yaklaştı. Wilkinson: "Bu sinyale yol açabilecek, ardalan ışıınımı dışında onlarca neden vardı," diye anlatıyor.

En büyük endişeleri, sinyalin mikrodalga ardalanından değil, Samanyolu'ndan geliyor olma ihtimaliydi. Galaksinin mikrodalga boylarında parladığı bilinmektedir; COBE takımı, bu ışıının parlaklığını tahmin etmeli ve ölçümden çıkarmalıydı. Bu nedenle DMR'a bir değil, üç çift mikrodalga anteni koymuşlardı.

Bu çiftler 3,3-5,7 ve 9,5 milimetre olmak üzere üç farklı dalga boyunu gözlemliyordu. Her dalga boyu için birbirinden bağımsız alıcılar vardı, böylece gökyüzünün altı haritasını çı-

karabileceklerdi. COBE, Samanyolu'ndan tüm bu dalga boylarında kafa karıştırıcı sinyaller alıyordu. Fakat Samanyolu, en uzun dalga boyunda parlıyordu. COBE takımı bu gözlemleri, daha kısa olan iki dalga boyundan oluşturdukları haritalardan, galaksinin ışınmasını çıkarmak için kullandı.

Galaksinin etkisi çıkarıldığında takım gerçekten de sıcak ve soğuk lekeleri olan bir harita elde etti. COBE'nin gördüğü şekliyle tüm gökyüzünün renkli bir fotoğrafını aldılar. Leylak rengi alanlar ortalamadan daha sıcak, maviler daha soğuk bölgelerini belirtiyordu.

Bazıları bunu "evrenin bebeklik fotoğrafı" olarak adlandırdı. Aslında tam olarak 13,7 milyar yıl öncesi evrenini resmetmiyordu. Lekelerin çoğu mikrodalga ardalanı değil, son derece duyarlı dedektörlerinde elektronların hareketi nedeniyle oluşmuştu.

Bütün bu olağanüstü çabalardan sonra takımın elinde lekelerinin bir kısmı gökyüzünün kendisi, bir kısmı ise dedektörler nedeniyle oluşmuş bir harita vardı ve bunlardan birini diğerinden ayırt etmek mümkün değildi.

Yine de COBE takımı umudunu kesmedi. Durumu başından beri biliyorlardı. Sonuçta, son çeyrek yüzyılda onlarca gökbilimcinin çabalarına kafa tutan, bilimdeki en zorlu ölçümlerden birine kalkışmışlardı.

Sıcak ve soğuk lekelerin gerçek olup olmadığını anlamanın tek yolu, 3,3 ve 5,7 milimetre dalga boylarındaki haritaları karşılaştırmaktı. Üst üste gelmeleri için haritaları aynı ekrana yansıtılar. Sonra da sırayla kapatıp açtılar. Ne yazık ki çoğu leke değişiyordu. Gerçekten bu evrenin kendisinden kaynaklanıyorlarsa, aynı yerde kalmaları gerekirdi. Fakat alıcılardaki elektronlar nedeniyle oluşmuşlarsa, tamamen rasgele dağılmalı ve farklı haritalarda değişim göstermeliydiler. Böylece COBE takımı gördüklerinin dedektörlerdeki elektronlar nedeniyle oluştuğu sonucuna vardı.

Yine de vazgeçemediler. Kolay olmayacağını biliyorlardı. Bilgisayar yardımıyla iki haritayı dikkatle incelediler. 3,3 ve 5,7 milimetre dalga boylarındaki haritaların büyük oranda benzer olduğunu gördüler. Şans eseri olamayacak kadar çok benzerlik vardı.

COBE takımı sonunda erken evrende eşitsizlik kanıtları yakalamıştı.

Ne yazık ki tam olarak nereden kaynaklandıklarını söyleyemiyorlardı. Herhangi bir lekeyi gösterip: "Bu, gerçekten erken evrenden gelmektedir," demek mümkün değildi. Bunun yerine bir istatistikçi yardımıyla farklı ölçeklerdeki dalgalanma veya yayılmaların büyüklüğünü söyleyebildiler; ama yine de parlak alanları kesin olarak belirten bir harita üretemiyorlardı.

Parlak alanlar, ortalama sıcaklıktan bir derecenin 30 milyonda biri kadar daha sıcaktı. Her ölçekte beliriyorlardı; COBE'nin tespit edebildiği en küçük alan olan Ay'ın yarıçapının 14 katı veya en büyük olan gökyüzünün çeyreği.

Sovyet Relict I deneyi, 1983'te Prognoz-9 uydusunu yörüngeye yerleştirdiğinde onları kıl payıyla kaçırdı. Fakat bir şeyler bulabilmiş olsaydı bile sonuçlarının güvenilirliği tartışılırdı. Relict I'in dedektörleri sadece 8 milimetre dalga boylarında çalışıyordu ve kötü yalıtımı nedeniyle Dünya'dan gelen istenmeyen ışınım da ölçümlerine karışıyordu.

COBE ölçümlerine parazit sinyallerin karışıyor olma ihtimali de hâlâ vardı. Dokuz ay boyunca her ihtimali göz önünde bulundurdular. Birer birer hepsini elediler. Diğer hiçbir sinyal, Wright'ın belirlediği sinyalin 10'da birinden fazla katkıda bulunmuyordu.

Wilkinson: "İlkbahar boyunca tartıştık," diye anlatıyor. Sonunda, COBE takımı Nisan 1992'de, veride hiçbir casus sinyal olmadığından emin oldu. Bir duyuru yapmanın vakti gelmişti.

Duyuru

Hazırlanan basın açıklaması taslağı bir süre COBE takımı ve NASA basın ofisi arasında gidip geldi. Sonunda herkes tatmin olmuştu.

Duyuruya bir de fotoğraf ekleme kararı aldılar. Bu, ortalama sıcak alanların leylak, soğuk alanların mavi lekeler şeklinde belirtildiği, gökyüzünün tamamının fotoğrafıydı.⁴⁴

44 Bkz. Kapak fotoğrafı -yn.

Duyurunun yeri ve zamanı belirlendi. 24 Nisan 1992'de Amerikan Fizik Derneği'nde yapılacaktı. Konuşmayı George Smoot yürütecek, Ned Wright, Charles Bennett ve Al Kogut da sahnede deneyin değişik yönlerini anlatacaktı.

O gün salon alışılmadık biçimde doluydu. Herkes çok heyecanlıydı. Bilim insanları beklentili bir gerginlik içindeydi. Son altı aydır COBE'nin bir şeyler bulduğuyla ilgili söylentiler doluşuyordu, bazılarına göre Büyük Patlama teorisinin başı dertteydi.

Salonun alışılmamış şekilde dolu olmasının bir nedeni daha vardı. Berkeley'de California Üniversitesi tarafından işletilen Lawrence Berkeley Laboratuvarı da bir basın açıklaması hazırlamıştı. COBE takımının bilgisi dışında, hikâyeyi dört gözle bekleyen önemli gazetelere NASA'dan önce yollamışlardı.

George Smoot çalışmayı 20 dakikalık bir konuşmayla özetledi. Sonuçlarını sundu ve ne anlama geldiğini açıklamaya çalıştı. Seyircilerden biri bunun ne kadar önemli olduğunu sorduğunda: "Dindar biriyseniz, Tanrı'nın yüzünü görmek gibiydi," diye cevapladı.

Evrenin Sırrı mı?

Hikâye Dünya'ya ışık hızıyla yayılırken kimse bundan sonra olacaklara hazırlıklı değildi.

İngiltere'den *The Guardian*'ın bilim muhabiri Tim Radford, diğer gazetecilerin dönüşümüne şahit oluyordu. "Ofiste bilimden biraz olsun anlayan anlamayan herkes çılgın gibi koşuşturuyor, bunun duydukları en harika hikâye olduğunu söylüyorlardı," diye anlatıyor.

Başlangıçta Radford ikna olmamıştı. "Fakat haberi yazmayı bitirdiğimde ben bile heyecanlanmaya başlamıştım," diye aktarıyor.

Haber dünyadaki tüm büyük gazetelerde manşetten yayımlandı. Her kanalda, bilim insanlarının evrenin sırrını çözdüğü konuşuluyordu.

Aslında gazetecilerin fazla abarttığı söylenemez, keşfi asıl abartan bilim çevresiydi. Tanınmış bilimciler gazı vermişti.

En ünlülerden İngiliz kuramsal fizikçi Stephen Hawking COBE bulguları için "Tüm zamanların değilse bile yüzyılın en önemli keşfi," dediğinde hikâye alıp başını gitti.

İngiltere'den *Independent* gazetesi, haberi ilk sayfada "Evren Nasıl Başladı?" başlığıyla verdi. Oluşumundan şimdiye kadar evrenin tüm tarihini gösteren bir şema sayfanın dışına taşıyordu, kayıp tek halka olan galaksilerin doğuşu ise COBE'yle doldurulmuştu.

İngiliz gökbilimci George Efstathiou sadece büyük felaketler ve Prenses Diana'nın evliliğinin medyada benzer yankı uyandırdığını söyledi.

Chicago Üniversitesi'nden Michael Turner: "Evrenbilimin kutsal kâsesini buldular," diye betimledi.

Hawking, *The Daily Mail*'de: "Evrenin genişlemesi veya ardalan ışıınının bulunmasına eşit önemde bir keşif yapıldı," diye yazdı: "Bir Nobel Ödülü hak ediyor."

COBE takımı afallamıştı. Wilkinson: "Medyanın ilgisinden şaşkına dönmüştüm," diye anlatıyor. "Biraz ilgi çekmeyi bekliyorduk, ama bu kadarını değil."

Robert Wilson da şaşkınlığını belirtti: "Arno'yla ışıını keşfettiğimizde bile bu kadar ilgi uyandırmamıştı."

ABARTI VE HİSTERİ

COBE Bulguları Nasıl Birinci Sayfadan Yayımlandı?

Evrenin başlangıcındaki dalgalanmalar nasıl oldu da dünya basınında böyle büyük yankılar uyandırdı? COBE'nin bulguları gerçekten de Stephen Hawking'in iddia ettiği kadar önemli miydi?

Jim Peebles: "Hawking *yüzyılın keşfini* yaptığımızı iddia ettikten sonra, diğer alanlarda çalışan bilim insanlarının dikkatlerini üzerimize çektik," diye belirtti. "Evet, müthiş bir şey bulmuştuk, fakat *yılın keşfinden* öte değildi."

Peebles'a göre, COBE'nin galaksilerin kökenleri bulgusu, Hubble'ın evrenin genişlemesi keşfi veya Penzias ile Wilson'ın başlangıcın sönük ışınlamaya rastlaması kadar önemli değildi.

Fakat abartılı değerlendirmeler yapan tek kişi Hawking değildi. Peebles: "Diğer bilim insanları da Nobel Ödüllük bir çalışma olduklarını konuşuyorlardı," diyor ve ekliyor: "Birbirlerinin coşkusundan beslenmeleri dışında, bütün bunları neden söylediklerini bilemiyorum."

Ashında pek çok bilim insanı, COBE'den gelen en önemli bulgunun, mükemmel kara cisim tayfı ölçümü olduğunu düşünüyordu. Erken evrenin çoğu kişinin umduğundan daha sade olduğunu göstermişti. Fakat bilim insanlarından gelen coşku lu alkış dışında, tayf çok az yankı uyandırdı.

Tayf, bilimsel açıdan daha önemli ve teknik bakımdan daha etkileyiciydi. Kozmik aralan ışınlamadaki sıcak noktaları bu-

labilmek için COBE'nin DMR'sinin dünyada yapılan herhangi bir deneyden iki kat daha duyarlı olması yeterliydi. Diğer yandan COBE'nin tayf ölçümü, önceden ulaşılmış sonuçlardan 30 kez daha iyiydi.

Aslında COBE, ateştopu ışınlımındaki sıcaklık farklılıklarını bulamasaydı, çok daha büyük bir haber olacaktı. Galaksilerin oluşumu büyük bir gizeme dönüşecek ve gökbilimcilerin Büyük Patlama teorisiyle ilgili fikirlerin çoğunu baştan düşünmesi gerekecekti.

Tüm Dünyada Yankı Uyandırmak

COBE'nin tanıtımından en büyük menfaati olan organizasyon elbette NASA'ydı. Robert Wilson: "Hubble Uzay Teleskopu ve Galileo İnsansız Uzay Roketi'nden kaynaklanan sorunlardan sonra, ajansın büyük bir başarıya ihtiyacı vardı," diye anlatıyor.

Peebles: "Eminim NASA, COBE'nin tanıtımından hiç şikâyetçi değildi," diye ekliyor. "Fakat haberlerin yayılmasında rol oynadılar mı bilemiyorum."

Peebles NASA'nın, istese bile bir medya gösterisi yaratabileceğinden emin değildi. "Kimsenin, işlerin bu şekilde yürümesini sağlayacak kadar yetkin olduğunu sanmıyorum," diye anlatıyor. "Müthiş bir keşif duyduğunuzu ve tüm dünyada yankı bulmasını istediğinizi düşünün, nasıl yapılacağını biliyor musunuz?"

O zaman haber dünyada nasıl yankılandı? Bunda birkaç faktör rol oynamıştı. Muhtemelen en önemlisi, bilim insanlarının saf heyecanıydı. COBE yörüngeye yerleştiğinden beri nefesler tutulduğu halde, mikrodalga ardaında uzun süre hiçbir değişiklik belirtisi bulunamamıştı.

Peebles: "COBE'nin fırlatılmasından eşitlik ölçümü sonucunun duyurulmasına kadar iki yıl geçmişti," diyerek açıklamasını sürdürüyor: "Bir gerginlik oluşması için yeterli bir zaman. Duyuruya çok sayıda kişinin katılmasının bir nedeni de buydu."

Bilim çevresinde spekülasyonlar dönüyordu. Peebles: "Dalganmaların duyurulmasından en az altı ay önce bir şeyler

bulunduğuna dair söylentiler dolaşmaya başladı," diye anlatıyor. "Bilim muhabirleri beni Princeton'dan arayıp bir şey bilip bilmediğimi kibarca soruşturuyordu. Neyse ki sağduyulu davranmaya çalışmam gerekmedi, gerçekten de hiçbir şey bilmiyordum."

Sonunda duyuru yapıldığında gerginlik son noktaya ulaşmıştı. Dave Wilkinson: "Herkes inanılmaz derecede rahatladı," derken Peebles: "Bence insanlar birbirlerinin coşkusundan besleniyordu," diye belirtiyordu. "Ortada bir çeşit psikolojik heyecan takviyesi vardı. Sonunda bu, bütün medyada tanıtım patlamasına yol açtı. Benim teorim bu."

"COBE'nin fırlatılışı ve sonuçlar içinde daha önemli olarak gördüğü tayfın ortaya çıkışı arasında sadece bir buçuk ay vardı," diye belirtiyor. "Heyecanın oluşması ve kuvvetlenmesi için yeterince zaman geçmemişti."

Büyük Patlamanın Sonu Üzerine Zamanından Önce Bildiriler

Bunların tamamı masum heyecan değildi. Bazı bilim insanları, medyanın bu ani ilgisinden yararlanmıştı. Charles Bennett: "Basına, COBE sonuçlarının Büyük Patlamayı doğruladığını söylediler," diye anlatıyor. "Fakat bu gerçeklikten biraz uzaktı." Aslında Büyük Patlama teorisi asla ciddi biçimde şüphe altında olmamıştı. COBE sonuçları sağlam bir temel üzerindeki bir başka tuğlaydı.

Ancak bir önceki yıl, galaksilerin evrende nasıl kümelendiğini araştıran birkaç grup gökbilimci, *soğuk kara madde teorisinin* kabul edilmiş versiyonunun galaksi kümelenmesini açıklayamadığını fark etti. Hikâyenin gidişatı açısından, bu ikinci teorisinin Büyük Patlamanın bir uzantısı olduğunu belirtmemiz şimdilik yeterli.

Bennett: "Basın hatalı bir şekilde, soğuk kara madde teorisindeki sorunları Büyük Patlamanın yanlışlanması olarak aktardı," diye anlatıyor. "Bilim çevresindeki pek çok kişi Büyük Patlamanın bu kuramdan farklı ve bağımsız olduğunu söyle-

yerek bu izlenimi düzeltmeye çalıştı." Kimse onları dinlemiyordu. "Fakat bizim sonuçlarımız duyurulduğunda, pek çok bilimci önceki yanlış bildirimleri düzeltmek ve Büyük Patlama teorisinin hâlâ hayatta olduğunu tekrar doğrulamak üzere bundan yararlandı."

İşte bu yüzden bazı bilim insanları Büyük Patlamanın doğruluğunu tekrar belirtmekte ısrarcıydı. Herkesin nedeni rahatlama veya heyecan değildi. Bazıları sadece eski bildirimleri düzeltmeye çalışıyordu.

Berkeley Basın Açıklaması

Başka faktörler de işlerin kızıışmasında rol oynadı. Bunlardan biri kesinlikle Berkeley California Üniversitesi'nin basın açıklamasıydı. Bennett: "COBE hikâyesi, NASA'nın basın toplantısından bir gece önce basıma hazırды," diye anlatıyor. "Yani bizim haberimiz olmasa da medyanın bilgisi vardı."

John Mather: "NASA duyurusundan önce herkes COBE keşfinin neden harika olduğunu öğrenmişti," diyor. "Bu da basında fazlasıyla yer almamızı sağladı."

Berkeley basın açıklaması NASA'da şok etkisi yarattı. Bennett: "Ajans herkese adil davranmaya çalışıyordu," diye anlatıyor. "Fakat medyadan gelip 'Onlara o fotoğrafı verdin, bize neden bunu verdin' demeye başladılar."

Oysa NASA basın ofisinin hiçbir şeyden haberi yoktu. Biri NASA, diğeri Berkeley'den olmak üzere iki basın açıklaması olduğunu sonradan fark etmişlerdi.

Dave Wilkinson: "*Wall Street Journal* gibi bazı ayrıcalıklı basın organlarına öncelik verilmişti," diye anlatıyor.

Bennett: "NASA'da işler böyle yürümez," diye açıklıyor. "Basına adil davranılır, ayrıcalıklı medyaya öncelik verilmez. Fakat Berkeley'de tam tersidir. Bu prensipleri nedeniyle onları suçlamıyorum; ama bu konuda NASA'yla ters düşmüşlerdi."

Wilkinson: "Bazı gazeteciler diğerlerinden önce haberdar edildikleri için sadece NASA basın toplantısına gidecek olsalardı, yayımlayacaklarından daha detaylı ve renkli bir hikâye yazdılar," diye anlatıyor.

Bennett. "Hatta çoğu muhabir, yazılarını NASA'nın bir basın açıklaması olduğunu bile bilmeden yazmıştı," diye belirtti. "Berkeley'in açıklama yayımlamasında bir sakınca yoktu elbette. Sorun, takımın geri kalanına haber verilmemesiydi."

Bruce Partridge. "Berkeley'in halkla ilişkiler birimi inanılmaz iyiydi," diye belirtti.

Wilkinson: "George Smoot verileri incelerken çok stresli bir dönemden geçiyordu," diyordu. "Sanırım Berkeley basın ofisi açıklamayı biraz erken yapacaklarını söylediğinde, bunun anlaşmamızı ihlal ettiğini fark etmedi bile."

Smoot'a göre Lawrence Berkeley Laboratuvarı basın açıklaması, Associated Press haber ajansı da dahil olmak üzere sadece beş yere gönderilmişti. Ayrıca 23 Nisan Perşembe, yani NASA'nın basın toplantısı tarihine kadar yayımlanması yasaklanmıştı. Associated Press, bir gece önceden üzerine bu yasak mühürlenmiş şekilde haberin dağıtımını yaptı. Smoot: "Bildiğim kadarıyla kimse bu yasağı delmedi," diye anlatıyor.

Haksız Övgü

İhanete uğradıkları hissi dışında, COBE takımı Berkeley basın açıklamasının içeriğinden de rahatsızdı. Mather: "Haksız yere Berkeley üzerine yoğunlaşmıştı," derken Bennett, "İşlerin çoğunu yapan kişilerden neredeyse hiç bahsetmemişlerdi," diye yorumluyordu.

Wilkinson: "Televizyonu açıp deneyi Berkeley takımının gerçekleştirdiğini duyduğumda çok rahatsız oldum," diye anlatıyor. "Gerçek tamamen çarpıtılmıştı. COBE'de çoğu iş Goddard ekibi, John Mather ve diğerleri tarafından yapılmıştı, oysa Berkeley basın açıklamasında hiçbirine hak ettiği şekilde yer verilmemişti."

Bruce Partridge, "John Mather, takımdaki herkesin adının geçmesi için elinden geleni yaptı," derken Wilkinson: "Projede büyük emeği olan pek çok gençten hiç bahsedilmiyordu," diye anlatıyor. "Çok kızgınlardı."

Bennett, "John Mather oldukça alçakgönüllüdür," diye anlatıyor. "Mather ve Smoot'un kişilikleri bu konuda taban tabana zıttı."

Smoot, resmi basın toplantısından bir ay önce NASA merkezine gidip açıklamanın yazılmasına yardımcı olmuştu. Bu, eşitlik deneyi üzerine NASA'nın ikinci duyurusu olacaktı. Berkeley'deyken, müdürü ve laboratuvarın yöneticisine NASA açıklamasından bahsetmişti. Smoot'a göre, Berkeley'dekiler ilk duyuruda Goddard'ın fazlasıyla övüldüğü, Berkeley'den ise fazla bahsedilmediği düşüncesindeydiler. Berkeley de bir duyuru hazırladı. Smoot, "Ortak bir açıklama göndermeyi önerdim," diyor: "İlk övgüyü NASA hakke diyordu."

COBE takımı, Berkeley basın açıklamasının yol açtığı kötü atmosfere hazırlıklı değildi. Şimdiye kadar herkes uyum içinde çalışmıştı. Wilkinson, "Takım dağılmadan sorunu çözmemiz gerekiyordu," diye anlatırken. Bennett, "Smoot hata yaptığını kabul etti," diye anlatıyor. "Takımdan özür diledi."

Mather'se "George işleri yoluna koymak için elinden geleni yaptı," diye açıklıyor.

Fakat kamunun gözünde George Smoot COBE'yle özdeşleşmişti. Wilkinson, "Ne yazık ki sonuç buydu," diye belirtti.

Smoot'a göre medya bir haber yayımlandığında böyle durumlar sık sık yaşanır. Kaçınılmaz olarak bir kişi ilgi odağı olur. Smoot, "İlk gün haberlerde oldukça eşittik; Ned Wright, ben ve NASA basın toplantısı sırasında sahnedeki diğer kişilerden alıntılar yapılmıştı," diye açıklıyor. "Fakat ilerleyen günlerde git gide daha fazla Smoot alıntıları kullanılmaya başlandı."

Fakat Smoot, Berkeley basın açıklamasının olumlu sonuçları olduğu kanısındaydı. "Projeyi çok büyük bir habere çevirdi," diye anlatıyor.

Aslında COBE takımı da tamamen masum değildi. Berkeley suları bulandırdıysa, takım da evrenin fotoğrafını yayımlayarak aynı suçu işlemişti. Leylak rengi lekelerin sıcak, mavi lekelerin soğuk noktaları gösterdiği gökyüzü fotoğrafı, dünyadaki tüm gazete ve dergilerde tekrar tekrar basılmıştı ve herkes gerçekten de 13,7 milyar yıl öncesi evreninin madde kümelenmesine baktığını düşünüyordu.

Wilkinson, "Fotoğraf dikkatleri üzerine çekti," diyor ve "fakat aslında insanları yanıltıyordu" cümlesini de ekliyor.

Peebles, "Görüntü, erken evrenin gerçek yapısı ile aletlerden gelen *parazitin* bir karışımıydı," dedi, "fakat kesinlikle Tanrı'nın yüzü falan değildi."⁴⁵

Wilkinson "Bu sorunu bekliyorduk," diye anlatıyor. "Fotoğraf, takım içinde pek çok tartışmaya yol açmıştı; kullansa mıydık, kullanmasa mıydık?"

Bennett, "Fotoğrafın tüm gerçeği yansıtmadığını biliyoruz," dedi, "fakat takımın genel isteği, fotoğrafı göstermek ve insanlara gördüklerinin bir kısmının evrenden, diğer kısmının da aletlerden kaynaklandığını söylemek üzerinedir."

Bennett'in anlattığına göre takım, fotoğrafı açıklamak üzere bir analogi üretti, fakat hiç kullanmadı. Örnek olarak televizyon ekranındaki parazit veya *karlanmayı* göstereceklerdi. Bennett: "Vericiden uzaktaysanız televizyonu açtığınızda ekranda bir karlanma görünür," diye açıkladı: "Fakat bu parazitin ortasında, görüntünün taslağını hâlâ hayal meyal seçebilirsiniz. Yayımladığımız erken evren fotoğrafındaysa, oldukça fazla karlanma vardı diyebiliriz."

Fakat yalnızca bir kişi, fotoğrafın neyi gösterdiğini anlatmanın çok da kolay olmayacağını düşünüyordu. Wilkinson: "Fotoğrafı hiç yayımlamama yanlısıyım," diye anlatıyor. "Medyanın fotoğrafın yarı parazit, yarı gerçek olduğunu açıklamakla zaman kaybedeceğini düşünmüyordum."

Bennett: "Fakat takımda, insanlara tüm gökyüzünü incelediğimiz fikrini verebilmek için fotoğrafı gösterme isteği hâkimdi" diyor, "Ne yazık ki parazit uyarısı kaybolup gitmişti."

"Belki de takımdakiler, haberlerin medyaya nasıl yansıdığı konusunda biraz saftı," diye devam ediyor; "Açıklamasıyla birlikte bir fotoğraf gönderirsiniz; fotoğraf yayımlanır, açıklama kaybolur gider..."

45 *Parazit*, bir malzemenin içindeki elektronların rasgele titreşmesi için kullanılan teknik terimdir.

Tanrı'nın Yüzü

Fakat takımdaki çoğu kişiye göre bu yanıltıcı fotoğraf, George Smoot'un NASA basın toplantısı sırasında yaptığı *Tanrı'nın yüzü* yorumunun yanında önemsiz kalmıştı.

Bennett: "George'un bu çıkışı hepimiz için büyük sürpriz oldu," diye anlatıyor.

NASA basın toplantısı'ndan önce, COBE takımı neler söyleceklerini kararlaştırmıştı. Bennett: "Tek tek her kelimeye karar vermedik," diyor, "...ama genel olarak tartıştık, bilimsel terminolojiyi sadeleştirdik, bunun gibi şeyler. Kimse Tanrı'mn yüzünden bahsetmedi."

Smoot: "Bu yorum o anda aklıma geldi," diye anlatıyor. COBE keşfini Tanrı'yla bağdaştırmak değil, bilimle ilgisi olmayanlara keşfin önemini vurgulamak istemişti. Söylediği şuydu: "Dindar biriyseniz, Tanrı'yı görmek gibiydi."

Bob Dicke: "Bence biraz aşırıya kaçmıştı," diye yorumladı.

Bennett: "George hepimizin hissettiği heyecan ve coşkuyu yansıtmak istemişti, bu da oldukça olumlu bir yaklaşımdı," dedi, "fakat dinsel bir bağ kurması, tehlikeli bir yanıştı."

Smoot, metaforun harfî harfîne anlaşılabileceğini hiç düşünmemişti. Bazı gazeteler bu şekilde yorumladı ve okuyucularına, COBE araştırmacılarının uzayın derinliklerinde Tanrı'nın izlerini buldukları mesajını verdi.

Bennett: "George'un dışadönük bir yapısı vardı," diye anlatıyor. "Basın karşısında, bilimsel bir kurula asla söylemeyeceği şeyler söylüyordu."

Bunu bilimin Tanrı hakkında neler söyleyip neler söylemeyeceği üzerine bir tartışma izledi. Konunun artık COBE'yle ilgisi yoktu. Böylece bilimsel sular iyice bulandı ve insanların, uydunun tam olarak ne bulduğunu anlaması daha da zorlaştı.

İngiltere'de *The Daily Telegraph*: "Gökbilim Tanrıbilime Karşı" başlığı altında gökbilimciler ve rahiplerden COBE keşfini yorumlamalarını istedi. Televizyon programlarında da yapay bir dinsel bağ kuruluyordu. ABD'de NBC kanalı Bennett'e, sabah programlarına bağlanıp COBE keşfinin dinsel yönlerini tartışma önerisinde bulundu. Bennett: "Asla olmaz!" diye yanıtladı.

Bilim üzerine öne sürülen iddiaların çoğunun geçersiz oluşu bilim insanlarında paniğe yol açtı. Çoğu bilim insanı, bilimin, evrenin *nasılıyla* ilgili soruları yanıtlamaya çalıştığı, fakat evrenin oluş *nedeniyle* ilgili hiçbir ilgisi olmadığı konusunda hemfikir. Bu konu dinin alanına girer.

Mather: "George'un söyledikleri yüzünden bir sürü bilim insanından azar işittik," diye anlatıyor.

Smoot, Berkeley'de aktif olarak yaptığı gibi, kamuya bilim-den bahsetmenin kendisi için çok önemli olduğunu söyledi. "Bu yorum insanların gökbilimle ilgilenmelerine neden oluyorsa, bence bu olumlu bir sonuç," diyordu. "Her neyse, bir kere ağzımdan çıktı, artık geri alamam."

Fiziğin Indiana Jones'u

Berkeley basın açıklaması ve *Tanrı'nın yüzü* yorumu, George Smoot'un adını COBE'yle özdeşleştirdi.

Dalgalanma duyurusundan kısa süre sonra, yayın dünyasının en önemli ajanslarından birinin sahibibi John Brockman, Smoot'u aradı.⁴⁶ Japonya'da iş gezisinde olan Brockman, Tokyo havaalanında bir ankesörlü telefondan arıyordu. Yolda, evren algımızda büyük atılım yapıldığını ilan eden bir gazete haberi görmüştü ve haberde Smoot'un adı göze çarpıyordu.

Brockman California'da Smoot'a ulaştığında, söylentiye göre şöyle demiş: "Evrende büyük işler dönüyor, bundan nasıl bir hikaye çıkartabiliriz?" Brockman'ın parası tükenmeden önce, Smoot'u bir kitap taslağı hazırlayıp New York'taki ofisine faks-lamaya ikna etti, böylece on üç saat sonra ofise vardığında kitabı okuyabilecekti.

Brockman, Smoot'un ilgisini çekmeyi başarmıştı. "COBE duyurusundan önce bile gökbilimle ilgili bir kitap yazmayı istiyordum," diye açıklıyor.

46 Bundan sonra anlatılanlar, 13 Aralık 1992'de İngiltere *Sunday Times*'ta Michael White'in John Brockman'la yaptığı söyleşiye dayanmaktadır.

Brockman NewYork'a dönüp kendisini bekleyen faksı buldu. Sonraki yirmi dört saat boyunca metnin üzerinde çalıştı. Japonya'daki gazete haberini gördükten iki gün sonra, Brockman 12 ülkedeki 60 yayıncının ofisine tasarımı ulaştırmıştı. Bir hafta içinde New York, Londra, Münih, Milano, Barselona ve Paris'te, söylentiye göre, bağımsız anlaşmalar da dahil edildiğinde yaklaşık 2 milyon dolarla, bilim yayıncılığı tarihindeki en yüksek fiyata kitabı pazarladı.

Smoot artık çok ünlüydü. Talk Show ve TV programlarına çıkıyordu. Hakkında dergilerde yazılar yazılıyordu. 15 Kasım 1992'de *Boston Globe* dergisinde kapaktan haber yapıldı. Derginin yazarı Mitchell Zuckoff kendisini "gezegenin en ünlü astrofizikçisi" olarak adlandırıyor ve bir bilim insanı ile film yıldızı arasında biri olarak betimliyordu. Zuckoff, "Indiana Jones arkeolog yerine fizikçi olsaydı, George Smoot olurdu," diye yazmıştı.

Ödüldeki Gözler

COBE'nin başarılarının Nobel hak ettiğine dair dedikodular dönmeye başladı. Kim bu olasılığı göz ardı edebilirdi ki? Sonuçta Arno Penzias ve Robert Wilson'un kozmik aralan keşifleri, 1978'de Nobel'le ödüllendirilmişti.

Nobel Heyeti, tedbirli oluşuyla ün salmıştı, önemli bir keşif yapanları onurlandırmak için yıllarca, bazen on yıllarca bekliyordu.⁴⁷ Fakat COBE için tedbire gerek yoktu. Uydunun her iki önemli keşfi de zeminden yapılan deneylerle ispatlanmıştı, yani Nobel Heyeti'nin bir yıl sonra duman olup uçacak bir keşfi desteklemek gibi bir tehlikeye atılıyor olması söz konusu değildi.

Fakat COBE'nin çabaları nihai bir şekilde onurlandırılacaksa, ödülü kim alacaktı? Sonuçta uydu bir takım çalışmasıydı; son yirmi yıldır yüzlerce insan projeye dahil olmuştu. İlk aklı gelen isim John Mather'dı: 1974'te COBE fikrini öne atan kişi. Sadece projeyi bitimine kadar desteklediği için değil, ayrıca uy-

47 Albert Einstein kabul görmek için on altı yıl beklemiş ve hatta sonunda İzafiyet Kuramı değil, *fotoelektrik etkisi* üzerine çalışmaları nedeniyle ödül almıştır.

dudaki en başarılı ekipmandan da Mather sorumlu kişi olduğu için. Fakat Mather Nobel alacaksa ödülü kiminle paylaşacaktı?

Pek çok olasılık vardı, fakat bir kişi kendini gruptan ayırmayı başarmıştı: George Smoot.

COBE'YE GÖRE EVREN

Galaksi Oluşumu, Kara Madde ve Şişen Evren

Bütün bu medya telaşının ortasında, COBE'nin ne bulduğunu söylemek çok zor, keşfin ne anlama geldiğini söylemekse imkânsızdı. *Kozmik dalgalanmalar* duyurusu sırasında televizyon karşısında olan çoğu kişi, karmakarışık evrenbilimsel açıklamalardan şaşkına dönmüştü. Uydu gerçekten çok önemli bir keşif mi yapmıştı, yoksa sadece abartı mıydı, karar veremediler.

Bir şey kesindi: COBE, bazı gazetelerin yazdığı gibi evrenin sırrını çözmüş değildi. Fakat uydu, modern gökbilim kuzuramında eksik olan çok gerekli bir bağlantıyla ilgili oldukça önemli bir veriyi keşfetmişti. COBE, kozmik ardalan ışınlımının sıcaklığının farklı yönlerde az farkla da olsa değiştiğini kanıtlamıştı. Gökyüzünde, dalgalanma olarak adlandırılan sıcak ve soğuk noktalar vardı. Sıcak noktalarda, gökyüzünün ortalama sıcaklığından yalnızca derecenin 30 milyonda biri kadar bir fark vardı, bu nedenle keşif için çeyrek yüzyıldan fazla uğraşılması oldukça doğaldı. Dünya'nın uzayda yol almasının etkisi bile bundan 100 kat daha fazlaydı.

Sıcak noktalar, erken evrende ortalamadan daha az yoğun bölgeleri işaret ederken, soğuk noktalar daha yoğun bölgeleri veya *madde öbeklerini* belirtiyordu. Bu öbekler 100 ila 2500 milyon ışık yılı genişliğinde, muazzam büyüklüklerdeydi. Günümüz evrenindeki dev galaksi kümelerinin tohumları, evrendeki en eski ve en büyük yapıları.

En azından var olduğumuz kanıtlanmıştı.

COBE Bulgularının Diğer Açıklamaları

Elbette gökbilimciler COBE sonuçlarını yorumlarken kozmik ardalan ışıınının fotonlarının maddeyle son temasının, Büyük Patlamadan 380.000 yıl sonra, atomlar oluştuğunda gerçekleştiğini varsayıyordu. Fakat ya ışıının fotonları Dünya'ya doğru olan uzun yolculuklarında madde parçacıklarıyla etkilere girdiyse? Evrenin başlangıcındaki öbeklenmelerle ilgili hiçbir iz taşıyor da olabilirlerdi.

Bunun bir yolu, son 13,7 milyar yılın bir döneminde, evrenin binlerce dereceye kadar tekrar ısınmasıdır. Elektronlar atomlardan ayrılarak ardalan fotonlarını dağıtabilirdi. Isınma örneğın galaksilerin oluşumundan önce, zamanın şafağında alevlenen ilk nesil yıldızlardan kaynaklanabilirdi. Böyle bir ilk nesil yıldız oluşumu gerçekleştiyse, ardalan ışıını 13,7 milyar yıl öncesi evreninin fotoğrafı yerine, bu daha geç dönemin izini taşımalıdır.

COBE takımı, ateştopu ışıını ı tayfını git gide daha büyük bir kesinlikle ölçmeye devam ederken, bu olasılık daha az muhtemel görünmeye başladı. Evren son 13,7 milyar yılda tekrar ısındıysa, bu durum ateştopu tayfta bir bozulma olarak gözlenmeliydi. Oysa tayfta mükemmel bir kara cisimden hiçbir sapma gözlenmiyordu, bu da doğrudan Büyük Patlamadan geldiğının bir kanıtıydı.

Bazı kuramcılara göre, ışıının Dünya'ya doğru yol alırken *kozmik sicimlerin* çekim gücünden etkilenmiş olabilir. Bir kısım kuramcı tarafından icat edilen ve donan buzun içinde beliren çatlaklara benzeyen bu tuhaf nesneler, Büyük Patlama sonrası soğuma sırasında uzay dokusunda belirmişti. Kozmik sicimler, evren soğurken sıcak kalan uzay parçalarıdır. Aynı zamanda oluşumun ilk anlarında hüküm süren muazzam bir yoğunluk taşır. Bu sicimler evrene dağılmışsa, yanlarından geçen her ardalan ışıını ı fotonu bu yoğun çekim gücünden kurtulabilmek için enerji kaybedecektir.

Fakat kozmik sicimlerin COBE'nin gökyüzünde bulduğu soğuk noktalara neden olması kuramında açık noktalar vardı. Evrende böyle tuhaf nesneler gerçekten varsa, uzak galaksile-

rin görüntülerini bozmaları gerekirdi. Gökbilimciler şimdiye kadar böyle bir etkiye rastlamamıştı.

Hatta kozmik ardañan ışıñını doğrudan Büyük Patlamadan geliyorsa bile madde öbeklenmelerinden başka etkiler de onun üzerinde iz bırakmış olabilir. Örneğın sıcak ve soğuk noktalar, Büyük Patlamadan hemen sonraki saniyenin küçük bir kesirinde şiddetli çarpışmalardan kaynaklanan uzay dokusundaki kütleçekimsel dalgaların sonucu olabilir. Amerikalı fizikçi Craig Hogan, gökyüzü sıcaklığındaki farkların çok büyük uzaklıklardaki gök cisimleri nedeniyle oluşmuş olabileceğini söylüyordu. Sayılarının çok yüksek olması durumunda ışıkları birleşip COBE'nin gördüğü bulanık sinyale neden olabilir. Fakat Charles Bennett'e göre bu kuram göz ardı edilmeliydi. "Galaksi dışındaki uzak nesnelerin veritabanlarıyla korelasyon oluşturduğumuzda, aldığımız sinyalin büyük çoğunluğunun bu şekilde açıklanamayacağını gördük," diye anlatıyor.

Bennett'e göre, COBE sonuçlarını izah etmenin birden fazla yolu olabilir. Yine de bu alternatiflere pek ihtimal vermiyordu. "COBE takımına göre, değişimlerin en basit açıklaması, erken evrendeki madde yoğunluk farkıydı," diye açıklıyor.

Görünmez Evren

COBE sonuçlarının etkileri, galaksi oluşumunun ötesine kadar uzanıyordu. Bir kere sonuçlar, evrenin çoğunun görünmez *kara* maddeden oluştuğı kuramını destekliyordu. Bunun nedeni, COBE'nin erken evrende bulduğı madde öbeklerinin Büyük Patlamadan günümüze geçen 13,7 milyar yılda oluşmuş galaksi ve galaksi kümelerini bir araya getirmek için yeterli büyüklükte kütleçekimine sahip olmamasıydı. Yüksek miktarlarda *kara* maddenin yardımına ihtiyaçları vardı.

Evrendeki maddenin çoğunun görünmez oluşu fikrinin kökleri 1930'lara dayanır. Bu yıllarda, İsviçre asıllı Amerikalı gökbilimci Fritz Zwicky, galaksi kümeleri içinde galaksilerin ne hızla hareket ettiğini araştırırken tuhaf bir şey fark etti: Çoğu galaksi gerekenden daha hızlı hareket ediyordu. Buna göre, ana

kümelerinin çekim kontrolünden uzun zaman önce kurtulmuş ve evrenin geri kalanına doğru yelken açmış olmalıydılar.

Galaksilerin henüz neden *yelken açmadığı* konusunda Zwicky'nin tek açıklaması, ana kümelerinin teleskobunda gör-
düğünden daha fazla madde içeriyor olmasıydı. "Görünen ga-
laksileri kendi kümeleri içinde hapseden," dedi Zwicky, "bu gizli
veya kara maddenin ortak kütleçekimidir."

Zwicky bu çözümle zamanının biraz ilerisine gitmişti; gök-
bilimciler cemiyetinin aynı yargıya varabilmesi için uzun yıllar
geçmesi gerekecekti. 1980'lerde, Zwicky'nin bulduğu aykırılığın
kolayca örtbas edilemeyeceğini herkes kabul etmişti.

Kara maddenin kanıtları su götürmezdi. Gökbilimciler ev-
rende nereye baksalar görünmez varlığının izlerini buluyor-
lardı. Samanyolu'nun bile görünen yıldızlarına göre daha ağır
basan kocaman küresel bir kara madde içine gömülü olduğu
bulunmuştu. Gökbilimciler, evrendeki maddelerin yaklaşık yüz-
de 85'inin *ışık saçmayan* kara madde formunda olduğunu dü-
şünüyordu; tespit edilebilmesinin nedeni, kütleçekim sayesinde
görünen yıldız ve galaksilerin yörüngelerinin eğilmesi idi.

Bu beklenmedik keşif, gökbilimcileri utanç içinde bıraktı.
Son dört yüz yıldır teleskoplarıyla inceledikleri her şey, gerçe-
kte olan bitenin ufacak bir zerresiydi. Bilim insanlarının anlamak
için kendilerini adadıkları *alışılmış madde*, yani gezegenler, yıl-
dızlar ve vücudumuzun ana maddesi, evrende ikincil bir kirleti-
ci unsurdan fazlası değildi.

Daha da utanç verici olan, gökbilimcilerin kara maddeyi ne-
yin oluşturduğuyla ilgili hiçbir iyi fikri olmamasıydı. Önerilerin
ardı arkası kesilmiyordu. Örneğin kara delikler gibi çökmüş yıl-
dızlar, hatta teleskoplarla zorlukla seçilebilen solgun sönmüş
yıldızlar olan kahverengi cücelerden oluşmuş olabilir. ⁴⁸ Şim-
diye kadar keşfedilmemiş atom altı parçacıklarından da mey-
dana gelmiş olabilir. Fizikçiler bu varsayımsal parçacıklara
nötralino, aksion ve gravitino gibi isimler verdi, fakat kimse
gerçekten var olduklarından tam olarak emin olamıyordu. ⁴⁹

48 Çok iri bir yıldız kendi kütleçekimi altında büzüldüğünde geride
bir kara delik kalır. Bu süreçte kendi kütleçekimi o kadar güçlüdür
ki, ışık bile kaçamaz, *kara* delik oluşlarının nedeni budur.

49 Günümüzde pek çok fizikçi bu parçacıkları bulmak için, eski ma-

COBE'nin erken evrendeki öbeklenmeler keşfi, gerçekte ne olursa olsun kara maddenin evrende yüksek miktarda bulunuşu kuramını destekliyordu. Yoksa galaksi kümeleri şekil alamazdı.

Kabul edilen galaksi oluşumu kuramına göre, erken evrende maddenin diğerlerine göre daha yoğun olduğu alanlar, diğer alanların zararına oluşmuştur. Kütleçekim kuvvetleri etrafa göre daha büyük olduğu için kendilerine doğru sürekli madde çekmişlerdir. Fakat COBE'nin bulduğu öbeklerdeki sorun, etraflarına göre sadece belli belirsiz miktarda yoğun oluşlarıydı. Galaksi kümelerini oluşturan maddeyi kütleçekim kuvvetleriyle bir araya toplayabilmeleri için evren tarihindeki 13,7 milyar yıldan çok daha uzun zaman geçmesi gerekirdi.

Fakat evrende yüksek miktarda kara madde varsa bu işleri hızlandırırdı, çünkü Büyük Patlamadan sonra kısa sürede kümelenebilirlerdi. Bunun nedeni, ışıınımdan etkilenmemeleridir. Işığı soğurmuyorlar veya yaymıyorlar, başka hiçbir biçimde ışııkla etkileşmiyorlardı. Bu, ateşstopu ışıınıımı fotonlarının sürekli tahrip ettiği alışıılmış maddeyle aralarındaki belirgin bir farktı.

Oluşan her kara madde kümesi, etrafına güçlü bir kütleçekimi uyguluyordu. Fakat alışıılmış madde doğrudan doğruya bu kümelere yönelmeyecekti, ateşstopu ışıınıımının basıncı maddenin eşit dağılımını sabit tutuyordu. Buna rağmen madde dağılımı tamamen homojendi denilemez. Alışıılmış madde, görünmez kara madde kümeleri etrafında, belli belirsiz de olsa kümelenemişti.

Sonunda, Büyük Patlamadan 380.000 yıl sonra atomlar şekil aldığıında, madde ışıınıımın zorbalığından kurtuldu, artık bir araya gelmeye başlayabilirdi. Kurama göre bu anda, her kara madde kümesinin etrafındaki alışıılmış madde, evren ortalamasına göre 1 milyonda 10 birim kadar daha yoğundu. Bu oran, COBE'nin erken evrendeki madde öbeklerinde ölçtüğü yoğunluk farkına son derece yakındır.

Atomlar oluştuğunda evren ışıınııma geçirgenlik kazandı ve alışıılmış maddeyi kara maddenin çekim etkisinden ayıracak hiçbir güç kalmadı. Madde hızla, galaksi ve yıldızları oluşturmak üzere bir araya geldi. Kara maddenin yardımıyla galaksi

denlerin dibinde veya dağ tünellerinde araştırmalar yürütmektedir.

oluşumu ivme kazandı ve bu sayede Büyük Patlamadan beri geçen zamanda süreç tamamlanabilmişti.

Sıcak ve Soğuk Kara Madde

Şimdiye kadar üzerinde konuştuğumuz kara madde, kuramcılar tarafından *soğuk kara madde* olarak bilinir. Burada *soğuk*, içinde çok ağır hareket eden parçacıklar bulunduğu anlamına gelmektedir. Bu tür parçacıklar kütleçekim kuvveti tarafından kolayca yola getirilebilir ve alışılmış madde gibi kümelenme eğilimindedir. Jim Peebles: "Galaksilerin oluşumu için soğuk kara madde modeli mükemmel bir fikirdi," diye anlatıyor. "Bunu net olarak söyleyebilirim, çünkü bulanlardan biri de benim!"

Soğuk kara madde galaksilerin oluşmasını hızlandırmış olsa da bazı sorunlar vardı. Gökbilimciler tüm galaksi oluşumu sürecini bilgisayarda simule ettiğinde, teleskoplarında gözlediklerinden biraz daha değişik galaksi kümeleri oluştuğunu gördüler.

Son yıllarda gökbilimciler, evrende, muazzam galaksi zincir veya duvarları gibi, düşündüklerinden çok daha büyük dev yapılar olduğunu bulmuşlardı. Soğuk kara madde, evrendeki göreceli olarak daha küçük yapıları açıklamaya yardımcı olsa da konu dev galaksi ve galaksi kümeleri olduğunda yeterli olmuyordu.

Aslında soğuk kara maddenin bu yapıları açıklayamadığı kesin değildi, çünkü gözlem ve kuramda belirsizlikler vardı. Yine de Peebles dahil, destekçileri biraz endişelenmeye başlamıştı. Peebles: "Soğuk kara madde modeli galaksi oluşumunun başı fena dertte," diyordu.

Fakat kuramcılarını tasarladığı bir kara madde türü daha vardı; bazıları da galaksilerin kümelenmesini açıklamak için buna başvuruyordu. *Sıcak* kara madde olarak bilinen bu türü oluşturan parçacıklar, Büyük Patlamadan ışık hızına yakın büyük bir hızla çıkmıştı. Kütleçekimiyle bu parçacıkların yola getirilmesi çok güç olduğundan, soğuk kara maddeye oranla evrende dağılımları çok daha eşitti.

Sıcak kara maddenin kütleçekimi, alışılmış maddenin uzayda dağılmasına yol açtı. Küçük ölçek yapıların oluşmasından sorumlu olan soğuk kara maddenin tersi olarak sıcak kara madde, büyük ölçekli yapıların ortaya çıkmasını sağlayacaktı.

Kimi kuramcılar, evrende her iki tür kara maddenin gerekli olduğunu savunmaya başladı. Elbette hiç kimse evrenin basit kalması ve tek çeşit kara madde olması gerektiğini söylememiştir.

Büyük Olandan Önceki Patlama

Kara madde kuramını dışında, COBE'nin bulduğu sıcak noktalar, *şişen evren*⁵⁰ olarak bilinen, erken evren üzerine bir başka kuramı da destekler nitelikteydi. Buna göre, sıcak noktalar farklı boyutlarda ve büyüklükleri ne olursa olsun eşit sıcaklıkta olmalıydılar ve COBE'nin bulduğu da buydu. Aslında iddialarda biraz aşırıya kaçılmıştı, çünkü bunu tahmin eden tek kuram şişen evren değildi; ama bilim insanları umutsuzca bunun doğru olmasını istiyordu. Jim Peebles'ın sözleriyle: "Şişen evren yanlışsa, Tanrı iyi bir numarayı kaçırmıştı!"

Bunun kuramcılara çekici gelmesinin nedeni, en azından bir evrenbilimsel bilmeceyi çözmesi ve aynı zamanda da Büyük Patlamanın ne olduğunu açıklayabilmesiydi. Peebles: "Şişen evren çok güzel bir fikirdi," dedi, "fakat yine de doğanın kullanmamaya karar verdiği pek çok güzel fikir vardı, yani yanlış çıkarsa fazla şikâyet etmemeliydik."

MIT'den Alan Guth'un 1980'de öne sürdüğü şişen evren kuramına göre, Büyük Patlamadan önce bir dönem olmuştu. Yalnızca saniyenin çok küçük bir kesiri kadar sürse de evren aniden inanılmaz şiddette bir genişlemeye uğramış, yani *şişmişti*.

Genişlemenin ne şiddette olduğunu tasvir etmek mümkün değildi. Bazıları bunu nükleer bir patlama, Büyük Patlamayı da yanında bir el bombasına benzetti. Diğerleri şişme sırasında evrenin protondan daha ufak bir hacimdeyken, bir anda günümüz evreninden daha geniş bir hacme ulaştığına parmak

50 Inflationary universe - yn.

bastı. Sayısal terimlerle, genişleme evrenin çapını 10^{50} kat artırdı; 10^{50} , 1'in yanında 50 sıfırın matematiksel ifadesidir.

Şişme, evren saniyenin 1 milyonda-milyonda-milyoda-milyonda-milyonda biri yaşındayken gerçekleşmiş ve sona ermişti. Bundan sonra evren çok daha ağır bir hızla genişledi. Bu ağırbaşlı genişleme, Gush bu kuramı öne sürene kadar herkesin en şiddetli patlama olarak gördüğü Büyük Patlamaydı.

Evrenin genişlemesini sağlayan enerji, uzay boşluğundan⁵¹ geliyordu. Hatta genişleme tasarımına göre, başlangıçta sadece uzay boşluğu vardı. Teknik olarak *sunı uzay boşluğu* olarak da bilinen itici kütleçekimle garip bir durumda kitlenen uzay boşluğu genişlerken daha fazla itici kütleçekim üretti, bu da daha büyük hızla genişlemesine yol açtı. Şurada burada, tamamen rasgele olarak suni boşluk sıradan boşluğa doğru ayrılmaya başladı. Bu biraz, bir sıvının içinde oluşan hava kabarcıklarına benziyordu. Bizim evrenimiz, sayısız diğer evren arasında böyle bir kabarcıktı. İçeride, uzay boşluğunun muazzam enerjisi başka şekiller alıyor, maddeyi meydana getiriyor ve onu müthiş yükseklikteki sıcaklıklara kadar ısıtıyordu. Kısaca, sıcak Büyük Patlamayı oluşturuyordu.

Bilim insanlarının COBE sonuçlarının şişen evren kuramını doğruladığını söylemek konusunda çok hevesli olmalarının bir nedeni, oluşumun ilk zamanlarındaki evrenin yoğunluğundaki ufak değişimleri ve uydunun görebildiği büyüklüğe ulaşabilmelerini açıklamak için kuramın çok doğal bir yol önermesiydi.

Kuram şuydu: Şişme evresinde uzay boşluğu, kuantum dalgalanmalarıyla sarsılıyordu. Fırtınalı bir deniz yüzeyi düşünün. Denizin yüksek olduğu yerlerde daha fazla enerji vardır. Şişen uzay boşluğunda da bu böyleydi. Boşluktaki yüksek enerjili alanlar, evrenin müthiş derecede genişlemesi nedeniyle, dev gibi büyüyordu. Nihayetinde normal uzay boşluğuna dönüşüp maddeyi oluşturduklarında, etraftaki boşluğa oranla biraz daha fazla madde ortaya çıkardılar. Bu şekilde, COBE tarafından görülen madde öbekleri meydana geldi.

51 Vacuum çn.

Bu durumun olası anlamı, şişen evren kuramı kadar ür-kütücüydü. Kuram doğruysa, COBE'nin gördüğü 100 milyon ışık yılı uzaktaki dev galaksi zincir ve duvarları, yeni doğmuş evrende atom çekirdeğinden daha küçük ufacık kuantum dal-galanmaları olarak ortaya çıkmıştı. Çok ufak ve çok büyüğün fiziği arasında daha dramatik bir bağ düşünülemezdi.

Ufuk Sorununun Çözümü

Şişen evren, COBE'nin gördüğü madde öbeklerinin boyutla-rını tahmin eden tek kuram değildi. Fakat kuramda eşsiz olan, kozmik ardalan ışınlamının en büyük bilmecelerinden olan sı-caklığının tüm yönlerde neredeyse eşit oluşu sorununu çok do-ğal bir yolla çözmesiydi.

Sorun şuydu: Gökyüzünün farklı yönlerinden gelen ateştopu ışınlamı, erken evrenin Büyük Patlamadan 380.000 yıl sonrasın-da birbiriyle temas halinde olmayan bölgeleri tarafından yayıl-mıştı. Buna rağmen, soğuduktan sonraki sıcaklıkları *yalnızca* temas halinde olmaları halinde görülecek şekilde benzerlik ta-şıyordu.

Bunun nedenini anlamak için yan yana konmuş iki kupa sıcak kahve düşünün. Birincisi diğerinden biraz daha çabuk soğursa, ısı ikinci kupadan birinciye doğru akar ve iki kupa hemen aynı sıcaklığa ulaşır.⁵² İkinci kupa diğerinin önüne geçerse de aynı durum yaşanır. İki kupa aynı oranda soğur, böylece hep aynı sı-caklığı paylaşırlar. Diğer yandan iki kupa temas halinde değilse, örneğin odanın başka noktalarında duruyorlarsa, farklı oranlar-da soğumaları için hiçbir engel yoktur. Örneğin biri cereyanda kalmışsa, sıcaklığı diğerine göre çok daha çabuk düşecektir.

Aynı şekilde, erken evrenin iki bölgesi soğurken aynı sıcaklı-ğı paylaştıysa, aralarında ısı akışı olmalıydı. Fakat bunun ger-çekleşme hızında bir sınır vardır: ışık hızı. Yani evrenin başlan-gıcından beri iki bölge yalnızca ışığın aralarında dolaşabileceği kadar yakınlarsa aynı sıcaklıkta kalabilirdi.

52 Isı daima sıcak bir cisimden soğuk olana doğru akar, fizikçiler bu kuralı termodinamiğin ikinci kanununda kutsal kabul ederler.

Kozmik ardalan ışınlamıyla ilgili sorun burada başlıyordu. Gökbilimciler gökyüzünde zıt yönlerden gelen ateştopu ışınlamına baktıklarında, evrenin başlangıcından beri geçen 380.000 yılda hiçbir etkiyle temas halinde olamayacak kadar birbirlerinden uzak galaksilerden yayılan ışığı gözlüyorlardı. Aslında yalnızca aralarında iki dereceden az, yani Ay çapının dört katı büyüklüğünde uzaklık olan bölgeler temasta bulunabilecekleri için aynı sıcaklıkta olabilirlerdi.

Fakat evren gerçekten bir şişme evresinden geçtiyse, *ufuk sorunu* olarak da bilinen bu sorunun çok doğal bir çözümü olacaktı. Şöyle ki: Evren atom çekirdeğindeki protondan daha ufak bir bölge halindeyken bir anda şişti. Şişme sırasında bu bölge o kadar küçüktü ki evrenin başlangıcından beri ışığın hareketi için yeterince zaman oldu. Yani erken evrenin bugün gökyüzünün zıt noktalarında gördüğümüz bölgeleri, şişme evresi başlamadan önce çok yakın temas halindeydi. Ortak bir sıcaklığa ulaşmaları için yeterince zamanları vardı.

COBE'nin gördüğü sıcak noktalar o kadar genişti ki evrenin başlangıcından beri ışık içlerinden geçmiş olamazdı. Bu, Büyük Patlamadan 380.000 yıl sonra madde ve ışınlam kendi yollarına ilerlemeden önce birbirlerine bağlı olduklarının en güçlü kanıtıdır; ama yine de bu bağın şişen evren kuramının gerektirdiği gibi evrenin ilk zamanlarında gerçekleşmiş olduğunun kanıtı değildir.

COBE sonuçlarının tamamen uzlaşma içinde olduğu şişen evren kuramı doğruysa; bunun, içinde yaşadığımız evren için anlamı oldukça büyüktür. Bu durumda teleskoplarımızla gözleyebildiğimiz uzay, tüm evrenin neredeyse sifıra yakın derecede ufak bir bölümüdür. Evrenin bir köşesinde bir protondan daha ufak bir bölgeden genişleyen minicik bir uzay kabarcığından daha fazlası değildir. Asla ulaşamayacağımız başka yerlerde, uzaya okyanustaki köpükler gibi yayılmış, sonsuz sayıda genişleyen evren kabarcıkları olabilir.

EVRENBİLİMİN ALTIN ÇAĞI

COBE'den Sonra Yaşam

COBE'nin mikrodalga aralanındaki sıcak noktalar keşfiyle ilgili en şaşırtıcı olan, çoğu bilim insanının sonuçlara hemen inanmaya hazır oluşuydu. Jim Peebles: "İnanılmaz derecede zor bir ölçümdü ve COBE takımı yalnızca belli belirsiz bir tespit yapmıştı," diye belirtti.

Peki sıcak noktalar gerçek miydi? Geçmişte evrendeki en soğuk şeyi ölçmeye çalışan araştırmacılar, Dünya veya galaksiden, kendi ekipmanlarından, roketlerinin egzozlarından ve sayısız başka kaynaktan gelen parazit ışınımı ölçmüşlerdi. Peki COBE sıcak noktaları gerçekten de zamanın başlangıcından gelen ışıma mühürlenmiş miydi, yoksa COBE takımı Dünya'ya ait bir kaynakla aldatılıyor muydu?

Dave Wilkinson: "Hâlâ gecenin bir yarısı uyanıp 'Her şeyi hesapladık mı?' diye düşünüyorum," diye anlatıyor. "COBE'yle ilgili en büyük endişem bu: gereken her şeyi ölçmemiş olma ihtimalimiz."

Wilkinson'ın endişelendiği bir konu, Dünya'dan gelen parazit ışınının bir şekilde uydunun Dünya kalkanından geçip duyarlı aletlerine sızmasıydı. COBE bilimcilerinin bu etkiyi ölçmeleri mümkün değildi, kuramsal olarak tahmin etmeleri gerekiyordu. Basit olması açısından hesaplarında, metal kalkanın keskin bir kenarı olduğunu öngörmüşlerdi, fakat Wilkinson'ın belirttiği gibi yakından bakılacak olursa, kenarın pütürlü olduğu görülebilirdi. Yanıtlanmayan soru şuy-

du: COBE takımı, hesaplamalarını yalınlaştırmaya çalışırken ekipmanlarının gördüğü Dünya kaynaklı ışınlam miktarını azımsamış mıydı?

Charles Bennett'in başka bir endişesi vardı. Samanyolu'ndan gelen parazit ışınlamı kendi sinyallerinden doğru bir şekilde çıkarıp çıkarmadıkları konusunda kaygılıydı. "Kendimi, gördüğümüz sinyale dahil olmadıkları konusunda tatmin olmaya adadım," diye anlatıyor.

Samanyolu'ndan gelen ışınlam karmaşıktır. Parıldayan gazlardan ve elektronların galaksinin manyetik alanı çizgileri boyunca kıvrılarak giderken yaydığı radyo dalgalarından kaynaklanır.⁵³ Takım, farklı ışınlam türlerinin dalga boylarına göre nasıl değiştiği üzerine kuramsal bir model oluşturmaları ve kendi ölçümlerinin modele uyduğundan emin olmalıydı. Bennett'in endişesinin nedeni sadece üç dalga boyunda hazırlanmış olmalarıydı. Fakat sonunda, her şeyin yolunda olduğu konusunda tatmin oldu. "Samanyolu için hangi modeli seçerseniz seçin, aldığımız hemen hemen hiçbir sinyalde yer almıyordu," diye anlatıyor. "Böylece galaksiden hiçbir ışınlam ölçmediğimize ikna oldum."

Elbette COBE takımı hâlâ aldaniyor olabilir. Bennett, "Doğa kötü niyetliyse, galaksinin halesini üç derecelik tozla doldururdu," diyor. "Bu da bize kozmik ardaan ışınlamı gibi görünürdü!"

Fakat COBE takımından olmayan pek çok bilim insanı, sonuçların doğruluğunu kabul etmeye hazır. Peebles: "İddia ederim ki COBE sonuçları gerçek ve doğru bir şekilde ölçüldü," diye anlatıyor. "Her şeyden önce, Dave Wilkinson gibi proje çalışanlarını gözlemledim, altı aydan fazla bir zamandır en küçüğüne kadar her ayrıntının peşine düştüklerine eminim."

Peebles ayrıca takımın sunduğu kanıtları da güvenilir buluyordu: "Elbette sonuçlar sadece istatistiksel, ellerinde Tanrı'nın yüzünün iyi bir fotoğrafı yok, fakat bulgularının istatistiksel testleri var ve kontrol ettiklerim son derece doğru görünüyor."

53 Bunlar daha çok, demir tozları bir çubuk mıknatısa serpiildiğinde oluşan manyetik alan çizgilerine benzer.

"İddiaya giderim ki sonuçlar doğru," diye devam etti. "Milyonda bir olmasa da üçe bir bahse girebilirim."

Tuhaf bir rastlantıyla, COBE'nin tespit ettiği sıcak noktalar zeminden yapılan deneylerle tespit edilebilme düzeyinin hemen altındaydı. Dave Wilkinson: "İlk ölçümü biz yaptığımız için aslında şanslıydık," diye anlatıyor.

Peebles, "COBE bir-iki yıl geç fırlatılsaydı, sıcak noktaları bir başkası keşfedebilirdi," diye açıklıyor.

Son model dedektörlerle donanmış zemin deneylerinin, uydunun sıcak noktalarının gerçekte var olup olmadığını çok yakında tespit edeceği açıktı. Peebles: "COBE sonuçlarını yerde kimin önce kontrol edeceği üzerine bir yarış başladı," diye anlatıyor.

Bennett: "Hiçbir şey bulunamazsa çok büyük talihsizlik olacaktı," diyerek devam ediyor. "Herkes hangi deneyin doğru, hangisinin yanlış olduğunu tartışacaktı. Mesele uzayıp girdi. İşin kalitesinden oldukça emindim, ama bir hata yaptıysak, bir an önce bulunmasını tercih ederim."

Görünüşe göre Bennett'in fazla beklemesi gerekmeyecekti.

Balon Onayı

Aralık 1992'de Princeton Üniversitesi, MIT ve Goddard'dan bir grup gökbilimci kozmik ardalan ışınlamında sıcak noktalar tespit etti. COBE'nin sekiz ay önce duyurduğu noktalara her yönden benziyorlardı.

Aslında projedeki bilim insanları Lyman Page, Stephan Meyer ve Ed Cheng, sıcak noktaları COBE'den de önce bulmuştu. Fakat etki o kadar küçüktü ki gördüklerinin ekipmanlarından gelen sahte bir sinyal gibi dünyevi kaynaklardan değil de Büyük Patlama ışınlamından geldiğini doğrulamaları üç yıllarını aldı.

Kozmik ardalan ışınlamını büyük bir kuvvetle özümseyen atmosferin üzerinde araştırma yürüten COBE'nin üstünlüğü tartışılmazdı. Page'nin araştırma bütçesi, COBE'nin 60 milyon dolarının yanına bile yaklaşamazdı. Bir balonun altında göğe yükselen ekipmanlarıyla evreni gözlemeleri gerekiyordu.

Balon deneyi, COBE'nin 1980'lerin başlarından kalma teknolojisine kıyasla 25 kat daha duyarlı bolometre dedektörleri kullanıyordu. Yani uydudan 625 kat daha büyük bir hızla ölçüm yapabilirlerdi. Page: "COBE'nin bir yılda yaptığını, biz 6 saatte tamamlayabilirdik," diye belirtti.

Wilkinson, COBE'de kullanılan dedektörlerin antika olduğunu kabul ediyordu. Fakat COBE, yetersizliğine rağmen başarmıştı, çünkü yörüngeye oturup bir yıl boyunca her gün, durmak bilmeden ardalan ışıınımını gözetlemişti. Balonlarla yükseltilem aletler, rüzgâr onları denizin veya dağların üstüne sürüklemeyden önce, en fazla 10 saat gözlem yapabiliyordu.

Page ve çalışma arkadaşları deneylerini 1984'te gerçekleştirmeye başladı. Fakat 1988'de balonu ilk defa uçurduklarında bir felaketle karşılaştılar. Page: "Balonumuz patlamıştı," diye açıklıyor. Buna rağmen Ekim 1989'da takım, ekipmanlarını New Mexico, Fort Sumner'da bir fırlatma tesisine götürdü. Page: "Bu sefer her şey harikaydı," diye anlatıyor.

Balon 40 kilometre yüksekliğe ulaştı ve burada 10 saat kaldı. Bu sürede duyarlı aletleri Büyük Patlama ışıınımını 6 saat boyunca inceledi ve gökyüzünün çeyreğinde ufak sıcaklık değişimleri araştırdı.

Page: "Veriler geldiğinde küçük bir sıcaklık değişimi görüldüğü çıktı," diye anlatıyor. "Sorun şu ki, değişimin ışıınımında mı, yoksa daha yerel bir kaynağa mı ait olduğundan emin olamıyorduk." Samanyolu'ndan, atmosferden veya ekipmanın kendisinden geliyor olabilirdi.

Page: "Birer birer tüm olasılıkları eledik," diyor. Ekipman COBE'den bir fazla olmak üzere dört dalga boyunda ölçüm yaptı, böylece Princeton'da Ken Ganga, tozdan kaynaklanan galaksi ışıınımını saptayarak sinyalden çıkardı.

Sonunda, düşünebildikleri her şeyi elemişlerdi. Aralık 1992'de Berkeley'de gerçekleşen bir seminerde sonuçlarını sundular.

Bulunan noktalar, ortalama gökyüzü sıcaklığından, derecenin 14,5 milyonda biri daha sıcaktı, yani COBE'nin sonuçlarına göre, derecenin 17 milyonda birinden daha sıcak. Fakat COBE'nin gökyüzü haritasındaki gibi, sıcak noktalar her öl-

çekte görülmekte ve Ay çapından yedi kat büyük veya çeyrek gökyüzü büyüklüğündeydi.

Page ve çalışma arkadaşları kendi gökyüzü haritalarını COBE'ninkiyle karşılaştırıp öbekleri kıyasladı. Benziyorlardı. Page: "Muntazam bir sonuçtu," diye anlatıyor. "Çok memnunduk."

Meyer ve Cheng, COBE'de de çalışmıştı. Uyduda çalışan diğer birkaç kişi de bağımsız olarak aynı kıyaslamayı yapıp benzerlikleri onayladı. Page, "COBE takımı da çok memnundu," diyor.

Bu yeni sonuçlar COBE'dekinden çok farklı bir aletle elde edildiği için güven vericiydi. Balon deneyinde, 45 derece açıyla dikey bir eksen etrafında dönen tek bir anten kullanılmıştı. Bu şekilde gökyüzünde bir daire etrafındaki sıcaklıkları karşılaştırabiliyordu. Deneyin sürdüğü 6 saat süresinde Dünya altlarında dönüyordu, böylece anten, örtüşen daireler çizerek gökyüzünün çeyreğini taramayı başarmıştı.

Farklı bir alet kullanmasının yanında, Page'in deneyi COBE'ye göre biraz daha kısa dalga boylarında, 0,44 ve 1,8 milimetrelerdeydi. Galaksiden yayılan sinyal çıkarıldığında, geride kozmik ardalan ışıınımı kaldığı için bu fark önemliydi. Balon deneyindeki kısa dalga boylarında galaksiden gelen ana sinyal sıcak tozken, COBE'nin ölçtüğü galaksi yayılımı manyetik alan çizgilerinde dönen elektronlardandı.

Deneylerde en büyük belirsizlik kaynağı galaksi yayılımıydı. Bu nedenle, biri toz diğeri elektron yayılımı olmak üzere birbirinden tamamen farklı iki model kullandıktan sonra, balon ve uzay deneylerinin kozmik ardalanda tamamen aynı sıcak noktaları görmeleri, olağanüstü bir rahatlamaya neden oldu.

Böylece COBE sonuçları aklanmıştı.

John Mather: "1974'te o kadar müthiş bir işe koyulduk ki kuramcılar ne derse desin tüm verilere sahiptik. Evrendeki kolumuzun belirlediği sınırlara ulaşmıştık," diye anlatıyor.

"Samanyolu dışına uzay roketi gönderemezsiniz. Güneş sisteminin dışına bile gönderemezsiniz, ama biz bulunduğumuz konumdan elimizden geleni yapacağımızı söyledik. Sonunda başardık da."

Küçük Ölçek

COBE'nin her iki keşfi de artık onaylandığına göre, sıra Büyük Patlama rasyasyonunun gökyüzündeki değişiminin daha iyi bir ölçümüne gelmişti. COBE'nin erken evrende gördüğü en ufak öbekler bile gökbilimcilerin günümüz evreninde gözlediği en büyük galaksi topluluklarından çok daha büyüktü. Fakat erken evrendeki madde öbekleri farklı boyutlarda olmalıydı. Yani gökyüzünün ufak bölümlerine odaklanılırsa, Samanyolu gibi ufak galaksilerin tohumlarını görmek mümkün olabilirdi. Amaç, gökyüzünde yarım derece kadar küçük, yani ay çapı büyüklüğünde ve COBE'nin belirlediği en ufak noktadan 14 kat daha küçük sıcak noktalar belirlemektir.

Bu büyüklükteki madde öbekleri, COBE'nin bulduklarından potansiyel olarak daha önemliydi. Çapraz olarak bir uçtan diğere, Büyük Patlamadan 380.000 yıl sonra ışığın geçebileceğinden daha genişlerdi, bu nedenle de bu süreçte evrende gerçekleşen hiçbir işlem den etkilenmiş olamazlardı. Herhangi bir evreyle ilgili bilgi içeriyorlarsa, daha erken, örneğin evrenin ilk zamanlarından geliyor olmalıydı. Diğer yandan iki dereceden daha küçük öbekler, Büyük Patlamadan 380.000 yıl sonra gerçekleşen bir süreçten etkilenecek kadar küçüktü. Potansiyel olarak, evrende galaksi oluşumlarının başladığı döneme ayna tutabilirlerdi.

Hatta bu ölçekteki sıcak noktaların COBE'nin bulduklarından daha sıcak olması gerekirdi. Çünkü madde COBE'nin sıcak noktalarına ateştopu fotonları üzerindeki kütleçekimsel etkiyle dolaylı bir biçimde neden olmuştu. Fakat küçük ölçekte, kuramcılar, elektronların ateştopu ısınımı üzerindeki doğrudan etkisini görmeyi bekliyordu. Atomları oluşturmak üzere protonlarla birleşmeden önce elektronlar fotonlarla çarpışarak enerjilerini arttırmış ve sıcaklıklarını yükseltmiş olabilirlerdi.

Evrenbilimin Altın Çağı

COBE'nin ardından oluşumun ısınımına büyük ilgi doğdu. Artık erken evrenin hikâyesinin gökyüzüne yazılı olduğunu biliyorduk ve hikâyeyi okumaya daha yeni başlamıştık.

COBE'nin yardımıyla, var olan en duyarlı mikrodalga göz-lüklerle evreni görme şansımız oldu. Ateştopu başlangıçta bölünmez bir beyazlıkta görünürken, sonradan karmaşık bir ışık ve gölge desenine dönüşmüş, bize zamanın başlangıcında dev galaksi kümelerinin doğuşunu anlatmaya başlamıştı.

COBE keşfinden cesaret alarak, mikrodalga gözlükler takmış yüzlerce kişi şimdi Büyük Patlama ışınlamını daha da yakından izliyordu. Samanyolu benzeri özgün galaksilerin tohumlarını bulmak umuduyla gökyüzünde daha ufak alanlara yoğunlaşıyordu.

Şimdiye kadar evrenin doğası hakkındaki ana bilgilerin sadece yüzeyini kazımayı başarmıştık. Fakat kozmik arda lan ışı nı nı bu bilgiyi büyük ölçekte arttırma potansiyeli taşıyordu. Şimdiden, ateştopu ışınlamının sıcaklığı, evren hakkında bildiğimize en kesin veriyi sağlamıştı ve oluşumun bu en eski fosilinin şifresini çözmeye daha yeni başlıyorduk. John Mather: "Açılacak daha çok kapı var," diye açıklıyor.

Ardalan Işınımının Geleceği

Kozmik arda lan ışı nı nı nın sırlarını ortaya çıkarmak uzun zaman aldı, ama yine de şanslıydık. Oluşumun bu ışı nı nı son derece sönük olmasına rağmen galaksi sınırları dahilinde tespit edilebilmesi yine de mümkündü. İnsanlar evren tarihinde çok daha ileri bir zamanda evrilseydi, bu hikâye farklı şekilde gelişecekti...

13,7 milyar yıl sonra, evrenin durmak bilmeyen genişlemesi, galaksileri bugünkü konumlarından iki kat uzağa itecekti.⁵⁴ Ardalan ışınlamının fotonları daha geniş dalga boylarına gerilecek ve daha da fazla seyrelecekti. Evren 3 derece yerine, mutlak sıfırın yalnızca 1,5 derece üzerinde ışı nı mla dolacaktı. Samanyolu gibi bir galaksinin içinden COBE'nin bulduğuna benzer dalgalanmaları tespit etmek oldukça zorlaşacaktı. Bu yine de imkânsız sayılmazdı ve çok daha fazla sabırlı gözlemlerle tespit edilebilirdi.

54 Sayıları basit tutmak adına, evrenin genişlemesinin hızlandığı gerçeğini göz ardı ettim. Bunun nedeni *kara enerjidir* ve itici çekim de gücü galaksileri birbirinden uzaklaştıran ve uzayı dolduran görünmez maddedir. Kara enerji, henüz 1998'de keşfedilmiştir.

Fakat evren şimdiki yaşının üç katına geldiğinde, kozmik ardalan sıcaklığı şimdinin üç katı daha az; evren şimdinin dört katına ulaşınca da, çeyreği kadar daha az olacaktır. Büyük Patlamadan 137 milyar yıl sonra, ateştopu ışıınının kalıntısı mutlak sıfırın 0,3 derece üstünde bir sıcaklıkla neredeyse kaybolup gidecekti. Günümüzden 137 milyar yıl sonra hâlâ zeki canlılar olacaksa, onlar bizim kadar şanslı olmayacaklar. Evrenlerinde oluşumun ışıını tespit edilemeyecek ve taşıdığı sırlara ulaşamayacaklar.

Ateştopu ışıınının uzak gelecekteki kaderi, evrenin genişlemesinin bir gün sona erip gerilemeye başlayıp başlamamasına da bağlıdır. Bu asla gerçekleşmez ve evren sonsuza kadar genişlerse, ölen galaksiler uzayın sürekli büyüyen okyanusunda ıssız adalara dönüşecek ve ışıını seyrelerek yok olacaktır.

Diğer yandan, evren genişlemeyi durdurur ve kontrolden çıkmış bir çöküşe doğru yol almaya başlarsa, kalıntı ışıını böyle yüz kızartıcı bir sondan kurtarılmış olur. Evren durdurulamaz bir şekilde var olan her şeyin ufak bir hacme sıkıştığı Büyük Patlamanın aynadaki ters görüntüsü olan Büyük Çöküş'e doğru büzülmeye başlarsa, ardalan ışıını daha kısa dalga boylarına doğru daralacağından, ısınmaya başlar. Artık radyo dalga boylarında birkaç derece değil, kızılötesinde onlarca derecede ölçülecektir. Sonra kavrulmuş galaksi devleri ezildiğinde, evren tekrar görünür ışııkla alev alacak, binlerce derece sıcaklığa ulaşacaktır.

COBE'nin araştırdığı devrin aynadaki ters görüntüsü budur. Atomlar ilk defa şekil almak yerine parçalanırlar. Evren ışıınıma geçirgen bir duruma gelmek yerine tamamen matlaşır. Maddenin milyarlarca yıllık egemenliği sona erer ve ışıını yine egemen olur.

Büyük Çöküş'ten önceki son dakikalarda var olan her şey öfkeli bir cehenneme dönüşür. Ateştopu ışıınının acımasız ışığı, atom çekirdeklerini proton ve nötron bileşenlerine ayırır, böylece maddenin tüm izleri evrenden sonsuza kadar silinir.

Ateştopu ışıını geldiği yere geri döner. Artık oluşumun ışıını değildir; yıkımın ölümcül atmosferine dönüşmüştür.

SONSÖZ

COBE'nin Oğlu

Chuck Bennett, tüm sorumluluğun kendine kaldığını anladığı ânı net bir şekilde hatırlıyordu; milyonlarca dolarlık bir NASA uzay uçuşunun başarısından veya başarısızlığından sadece kendisinin sorumlu olduğu o an. Projeye yeşil ışık yakıldığı haberleri henüz gelmişti ki birileri ceketinin yakasından yakalayıp: "İşte başardın," dediler. "Sakın mahvetme!"

COBE 1992'de kozmik dalgalanmaları keşfedince, onu takip eden bir uçuşun gerekliliği herkes tarafından kabul edilmişti. Bu fikir, kozmik ardaan cemiyetini canlandırdı. Gökyüzündeki sıcaklık değişimleri tam tahmin edildiği gibi tespit edilince, bir sonraki adım, her uzunluk ölçeğinde ne büyüklükte olduklarının ölçülmesi olmalıydı. Böylece ateştopu ışıınımı, zamanın başlangıcıyla ilgili taşıdığı son kıymetli bilgi kırıntısını da bize sunacaktı.

Görevin, COBE büyüklüğünde ve karmaşıklığında bir uzay uçuşu gerektirmediği açıktı. Kozmik dalgalanmaları *tanımlamak* için, Ayrımcı Mikrodalga Radyometresi ölçümlemlerini geliştirmek yeterliydi, COBE'nin taşıdığı diğer iki alete ihtiyaç

yoktu. Yine de Bennett bir sorun görüyordu: "NASA'nın ufak bir uyduyu fırlatacak aracı yoktu."

Ayrıca NASA sadece büyük uzay uçuşlarıyla ilgilenmek istiyordu. Daha büyük olan, daha önemli kabul ediliyordu. Şan şöhret burada yatıyordu. Bir de daha büyük, daha karmaşık ve daha pahalı uçuşlar, NASA için daha çok iş demektir. Böylece daha çok kişiye iş sağlanıyordu.

Bennett bu yaklaşımı değiştirmek gerektiğini fark etti. Yalnızca basit bir deneyle yetinebileceklerini bildiği için değil. Sabrı taşıyordu. "Daha küçük bir deney, daha hızlı olacaktır," diye anlatıyor. "COBE, gökyüzündeki hazinelerin varlığını saptamıştı ve biz bunlara sahip olmak için yıllarca beklememeyi tercih ediyorduk."

Böylece Bennett, alçakgönüllü uzay uçuşlarının akıllıca olduğunu NASA'ya inandırabilmek için dil dökmeye başladı. "Sadece kozmik aralan ışıınımı değil," dedi, "daha ufak, daha ucuz ve daha hızlı projelerle, diğer pek çok bilimsel soru da yanıtlanabilir."

Görünüşe bakılırsa, NASA'dan beklenen fazla bir şey yoktu. Ajansın COBE'yi de fırlatan başarılı Delta-2 roketi, itiş gücünü GEMS olarak bilinen dokuz adet belden bağlamalı ek motordan sağlıyordu. Ufak bir yükü fırlatmak için tek gereken, hızlandırıcılardan birkaçını devre dışı bırakmaktı. Bennett: "Üç dört tanesi yeterdi," diye belirtti. Basit ve anlaşılır bir değişiklikti. "Fakat sorun roketlerin değiştirilmesi değildi," diye devam etti. "Sorun, fikirlerin değiştirilmesiydi. NASA'nın körü körüne inandığı değerlerden vazgeçerek biraz yön değiştirmelerini sağlamaktı."

Zaman, azim ve kararlılık gerekiyordu ve sonunda bunu başardılar. NASA 1994'te, 2300 kiloluk COBE'nin çeyreği kadarını taşıyacak Orta Sınıf Gezginini, yani MİDEX programını onayladı. Böylece COBE'nin Oğlu'nun fırlatılmasında önemli bir engel ortadan kalkmıştı. Şimdi tek gereken, NASA'nın MİDEX atışı için onay vereceği bir görev planı oluşturmaktı. Tabii bunu söylemek yapmaktan kolaydı.

COBE'nin Oğlu

Başlangıçta farklı grupların, sıradaki kozmik ardaan görevi için farklı fikirleri vardı. Birkaç ay boyunca Princeton Üniversitesi'nden Lyman Page ve Dave Wilkinson tarafından yürütölen bir takım, NASA'nın Pasadena, California'da Jet Propulsion Laboratuvarı'ndaki bir başka grupla iletişimde kaldı. Ancak bir orta yol bulamadılar. Cesareti kırılan Princetonlular, uzay uçuşları hakkındaki teknik sorularına yanıt bulabilmek için Goddard Uzay Uçuş Merkezi'ni ziyaret ettiler. Bennett: "Buluşma çok olumlu geçti," diye anlatıyor. "Bizimle işbirliği yapmaya karar verdiler, projenin yürütücüsü de ben olacaktım."

Başlangıçta John Mather de takımdaydı, fakat sonradan Hubble Uzay Teleskopu'nun vârisi *James Webb Uzay Teleskopu*'nun inşasını ve fırlatılmasını yürötmek üzere çağrıldı. Bu, COBE'nin başarısı ve NASA'nın göğünde Mather'ın yıldızının parlamışının bir göstergesiydi.

Bu noktada takım, beklentiden çok umutla uzay uçuşunun gerçekleşeceğini düşünüyordu, yine de deneyin tüm detaylarıyla nasıl yüröyeceğini planlamaya başladılar. 1995'in başında, öneriler için yeşil ışık yakıldı. NASA, ilk iki MİDEX görevi için bir "Fırsat Duyurusu" yayımladı.

Henüz hiçbir şey kesin değildi. Bennett'in takımı MİDEX atışı için diğeri bilimsel deneylerle rekabet ediyor, bir de üstüne iki farklı kozmik ardaan deneyiyle yarışyordu.

Artık en azından deneylerinin bir adı vardı: MAP, yani Mikrodalga Anizotropi Uzay Roketi. MAP ismi mantıklıydı, çünkü hedefleri, gökyüzünün tamamının bir sıcaklık haritasını çıkarmaktı. Fakat *anizotropi* başka bir konuydu. Bennett: "Böyle bir kelimeyi neden kullandığımızı bilmiyorum," diye anlatıyor. "Delirmiş olmalıyız. Bu kamuoyuna hiçbir şey ifade etmiyordu."

COBE gibi MAP da mikrodalga toplayan anten çiftleri taşıyacaktı. Her çift, iki farklı yöndeki gökyüzü sıcaklıklarını karıştıracaktı. COBE ile MAP arasındaki bir fark, antenlerin üç yerine beş dalga boyunda çalışacak olmasıydı. Diğeri farksa,

antenlerin gökyüzüne doğrudan değil, bir *teleskop* büyütecisi, yani içbükey bir radyo çanağı üzerinden bakacak olmasıydı. COBE'nin görüşü bulanıktı. Çektiği *evrenin bebeklik fotoğrafı*nda, en berrak sıcak ve soğuk noktalar bile 7 derece genişliğinde, yani ay çapının 14 katı büyüklüğünde, dev sıcaklık lekeleriydi. MAP'nin amacı, daha yüksek bir hassasiyetle, Büyük Patlama ışınımının daha keskin ve canlı bir görüntüsünü almaktı.

Yedi derece genişliğinde ve daha büyük sıcak ve soğuk noktalar, evrenin ilk zamanlarından sonra içlerinden hiçbir sinyalin geçemeyeceği kadar geniş olduklarından, son savrulma evresindeki kozmik bölgelere daha iyi bir şekilde karşılık geliyorlardı. Evrenbilim dilinde, birbirlerinin *ufkunun* dışındaydılar. Işık tarafından kurulan evrensel hız limiti ısıyı da sınırlandırdığı için ısı bölgeleri arasında seyahat edemiyordu. Bu nedenle COBE'nin sıcak ve soğuk noktaları, evrenin ilk ânından itibaren bu süreçler sonucunda değişime uğramış olamazdı. Şişme evresi sırasında uzayda iz bırakmış, zamanın başlangıcından gelen *fosiller*di. Bennett: "Oysa, yaklaşık iki derecelik bir ölçekte her şey değişiyordu," diye açıklıyor.

Bunun nedeni, daha ufak sıcak ve soğuk noktaların, başlangıçtan itibaren içlerinden ışık sinyali geçmiş olabileceği için, son savrulma evresindeki bölgelere işaret etme ihtimalleriydi. Zamanın başlangıcından beri faaliyette bulunan süreçlerle değişebilecekleri için evrenin sadece 380.000 yaşında olduğu zamana bir *pencere* açabilirlerdi. Bennett: "Plan, MAP'nin tüm gökyüzünü taraması ve en fazla 0,2 derece genişliğinde detayları, COBE'den 15 kat daha net biçimde göstermesiydi," diye anlatıyor.

Kendilerini kozmik ardalet görevi için sunulan diğer önerilerle rekabet içinde bulan Bennett'in takımı, geliştirilmiş bir performans sergileyecek bir proje üretme ihtiyacı hissetti. Fakat asıl tercih ve sorumlulukları, işleri basit tutmak üzeri-neydi ve hızlı, fazla pahalı olmayan, düşük riskli bir projeye yoğunlaştılar. Bennett: "Biri belli bir teknolojik parçanın geliştirilmesinin altı ay süreceğini söylüyorsa, bunu kabul etmiyorduk," diye ekliyor. "Deneyim, insana her şeyin tahminlerden çok daha uzun zaman aldığını öğretiyor."

Hatta detektörleri soğutmak için kullanılan hantal ve pahalı sıvı helyum termosunu bile ortadan kaldırdılar. Bennett: "COBE için büyük bir sorun ve masraf kaynağıydı bu," diye anlatıyor. "Bunun yerine, ısıyı uzaya iletecek metal paletler kullanarak aletleri pasif olarak soğutma kararı aldık."

Takımın tek silahı basitlik değildi. Bir gizli numaraları daha vardı: Geceler ve hafta sonları boyunca uzun saatler çalışarak NASA'nın gördüğü en detaylı teklifi üretmişlerdi. Bennett: "Teklife hayatımı koymuştum, çoğu zaman sabah 2'de uyuyor ve 6'da uyanıp işe koyuluyordum," diye aktarıyor. "Bittiğinde 10 santim kalınlığında, ayrıntı dolu bir dosyaydı."

Aralık 1995'in sonlarına doğru, Bennett ve sistem mühendisi Clifton Jackson, teklifi NASA Goddard'ın yakınında bir fotokopiciye götürdü. "İçeri girdiğimizde tüm hızıyla bir yeniyl partisi sürüyordu, kimse çalışmıyordu," diye anlatıyor. "İçeri sızmak, makineyi kullanmayı öğrenmek ve tüm fotokopileri kendimiz çekmek zorunda kaldık."

Bu da halloldu. Bennett ve Jackson, şehre gidip teklifi NASA merkez ofisine teslim ettiler ve şimdi, NASA kararı için dört ay beklemeleri gerekiyordu. Bu süre işkence gibi gelebilirdi, fakat Bennett, zamanı COBE verilerini incelemek ve kamuya projenin bilim ve mühendisliğini her yönüyle anlatan geniş kapsamlı bir MAP web sitesi kurmakla geçirdi. Sonunda, Nisan 1996'da telefon çaldı. NASA, MAP'i *kesinlik çalışması* için seçmişti. İşte bu konuşmadan sonra Bennett, yakasından kavrıp: "Sakin Mahvetme!" diye uyarıldı. Bennett: "Baskı büyüktü," diyor. "Projenin yürütücüsüydim ve sürecin kolay geçmeyeceği belliydi."

Projenin erken zamanları oldukça stresli geçti. "Her akşam eve midemde bir düğümle gidiyordum. Her gün başka bir sorun çıkıyordu, her gece yatağa konuyu kafamda çevirerek giriyordum." Bennett, bir süre sonra her sorunun çözüldüğünü fark etti. Çözülür çözülmez yerini bir başka sorun alıyor ve ardından o da çözülüyordu: "Biraz rahatlamayı, soğukkanlılıkla yaklaşıp tek bir seferde bir sorunu ele almayı öğrendim."

Bununla birlikte, eşi Renee ve oğulları Andrew ile Ethan, Bennett'den "deli köpek" diye bahsetmeye başladı. Renee: "Bize

karşı tavırları yüzünden değil, aksine evde çok sevecendir," diye açıklıyor. "Daha çok, sorunlara vahşice saldırması, görevin kalitesini düşürecek tehditlere veya programın sarkmasına izin vermemesi ve uydusuna deli gibi korumacı davranması nedeniyle. Çoğu zaman gayet mutlu biridir, fakat kötü verilmiş karar ve uygulamalar hissettiğinde son derece korkutucu olabilir."

Deli köpeğin stres düzeyini düşürebilen bir etken, MAP takımıydı. "COBE projesi sırasında, çalışanların yaklaşık yüzde 20'sinin, işin yüzde 80'ini yaptığını fark ettim," diyerek ekliyor: "MAP için çalışacak kişileri özellikle bu yüzde 20'lik kesimden seçmeye çalıştım." Bennett ayrıca, birlikte çalışmak kolay değilse, dünyadaki en zeki insanı işe almanın anlamsız olduğunu fark etmişti.

COBE'yle kıyaslanınca MAP takımı çok ufaktı; bilim insanları ve mühendislerden oluşan 100 kişilik çekirdek takım, önceki ardaan görevine göre birkaç kat daha azdı. Bennett: "Bunun sonucu olarak, hepimiz deliler gibi çalıştık," diye anlatıyor. Diğer yandan, birlikte uyum içinde çalışabilen bir takım kurmuştu. "Savaş deneyimi gibiydi. Kardeş gibi olmuştuk. O zamanlar bazıları iş yoğunluğundan şikâyet etti, fakat sonraları neredeyse herkes bunun hayatlarında yaptıkları en iyi iş olduğunu itiraf etti."

Neyse ki küçük bütçeli olması nedeniyle, NASA takıma geniş tolerans tanımıştı. Yine de merkez ofisten temsilciler MAP'nin bir toplantısına katılıp kaygı verici biçimde: "Sizinle arada görüşmemiz gerek," dediğinde endişeler oluştu. Toplantının geri kalanında Bennett konsantre olmakta zorluklar yaşıadı. "Tanrım! Başımız dertte sanıyorlar zannediyordum" diye anlatıyor. Mola zamanı geldiğinde, derin bir nefes aldı ve en kötü ihtimali beklemeye başladı. "Merkeze yeterince eşantiyon göndermediğimizi söylediler: NASA'nın her görevde kullandığı yapışkan etiketler, kalemler falan!"

Sonunda, 30 Şubat 2001'de MAP'nin kalkış günü geldi. Bennett: "Takımın bir kısmının izlemeye gelememesi üzücüydü, Goddard gözetleme ekipmanının başında durmak zorundaydılar," diye açıklıyor. Kendisi Florida'da, Canaveral Burnu'nday-

dı. Hatta son üç haftadır oradaydı. Sorunlar bitmek bilmiyordu. "Kalkıştan saatler önce bile gemi yükleri sahilden uzak bölgedeydi," diye anlatıyor. "Hepsinin boşaltılması gerekti."

Bennett'in eşi ve çocukları fırlatma tesisinde kalkışı izliyordu. Dave Wilkinson da. Fakat Bennett göremedi, kontrol odasında bilgisayar ekranına yapışmış mühendislik verilerini izliyordu. Delta roketini mavi gökte ilerlerken, beyaz duman sütununun üzerinden bir an görebildi. Renee: "Duyulduğum için ağladığımı hatırlıyorum," diye anlatıyor. "Roket havaya yükseldi. Herkes çok neşeliydi. Kaybolana kadar gözlerimizi ayıramadık."

Bennett'in manzaramın tadını çıkaracak vakti yoktu. Kutlama partisi başladı, herkes onunla konuşmak istiyordu. Fakat Bennett bir arabaya atladı ve bilgisayar aracılığıyla MAP ekipmanından uzaktan ölçüm alacak başka bir binaya doğru yol aldı. Ekranda, her şey yolundaysa yeşil, bir hata varsa kırmızı yananak bir seri kutucuk vardı. Bennett: "Ben izlerken birer birer yeşile döndüler," diye anlatıyor. "Çok rahatlamıştım."

Fakat rahatlamanın henüz zamanı değildi ve kiraladıkları dairede geçirilen bir geceden sonra, Bennett ertesi sabah Washington DC'ye uçtu ve doğrudan Goddard'a gitti.

4 Temmuz, Bennett'in uzun zamandır geçirdiği ilk tatil günüydü. Fakat o gece sırtındaki korkunç bir acı yüzünden uyu-yamadı. Önce, Renee'yi telaşlandırmamaya çalışarak yataktan kalktı ve yere uzandı. Bir fark yoktu. Kaslarını gevşeterek acıyı yok etme umuduyla egzersiz aletine geçti. İşe yaramıyordu. Acı daha da arttı. Sıcak bir duş almaya çalıştı. Hâlâ çok kötüydü. Sonunda Renee'yi uyandırdı, doktoru aradılar. Doktor Bennett'in kalp krizi geçiriyor olabileceğini söyledi, hemen acile gitmeleri gerekiyordu.

Renee artık telaşlanmıştı. Bennett yolcu koltuğunda ikiye katlanmış otururken arabayı acile doğru sürdü. Bennett: "Fakat tüm kırmızı ışıklarda duruyordu," diye anlatıyor. "Hayatı boyunca tüm kurallara uymuştur." Sonunda acıyla bağırdı: "Saat sabahın 3'ü! Yolda hiç araba yok! Geç şu ışıkları!"

Hastanedeki testler safra kesesi taşı gösteriyordu; bilinen en büyük acı kaynaklarından biri. Muayene eden doktor: "Uya-

ricı sinyalleri fark etmiş olmalısınız," derken. Bennett: "Hiçbir şey fark etmedim," diye yanıtladı.

Doktor dehşet içinde bakakaldı. "Derdiniz neydi?!" Bennett daha az acı içinde olsaydı açıklayabilirdi.

Sorunlu safra kesesi alındıktan sonra, hastaneye yatırılmış ve gözyuvalarına kadar ağrı kesicilerle uyuşturulmuş Bennett ciddi bir roket yangınına kaçırıldı. (Sorun sonradan çözülecekti.) Fakat başka şansı da yoktu; MAP projesinde beklediğinden daha ardalanda kalacaktı.

Renee: "Bennett'in bir safra kesesi aldırması bana yetmiş," diye anlatıyor. "Bilim için kurban edeceği son organının bu olduğunu söyledim."

Bennett'in diğer kaygısı uzay aracının yörüngesiydi. COBE mühendislerinin karşılaştığı en büyük sorunlardan biri, duyarlı ekipmanlarını Dünya'nın yakıcı ısısından korumaktı. Uydu alçak bir Dünya yörüngesindeydi, gezegen gökyüzünün neredeyse yarısını kaplıyordu. Bu sorundan kaçınmak ve MAP'ye COBE'den daha düşük sıcaklık farklarını ölçme yeteneği kazandırmak için Dünya-Güneş sisteminde *Lagrange-2* noktasına yerleştirilmesi kararı alınmıştı.

L2, Güneş'i Dünya'ya bağlayan çizginin uzantısında, Dünya'nın 1,5 milyon kilometre ötesindedir. 18. yüzyıl Fransız matematikçi Joseph Louis Lagrange tarafından keşfedilen bu nokta, bir cisim üzerindeki kütleçekimi kuvveti ile merkezkaç kuvvetinin denge halinde olduğu bir alandır, böylece cisim kütleçekimsel bir Sargossa denizinde hareketsiz kalır. Bennett: "Daha önce kimse L2'ye uydu yerleştirmemişti," diye anlatıyor. "Her şeyi kontrol edebilirdim, fakat bu kontrolüm dışındaydı."

Bennett'in tasalanmasına gerek yoktu. Ağustos 2001'de, bir dizi roket yangınının ardından MAP, L2'ye yumuşakça oturdu.

MAP'ın Yeni Adı

MAP, gökyüzünün farklı yönlerinden gelen radyo parazitlerinde çok ufak değişimler arıyordu. Anten ve elektronikler, radyo parazitinin ürettiği ufak sinyalleri, titreşen elektronlar içermeleri sayesinde tespit edip yükseltiyordu. Ekipmanları

gökyüzüne ne kadar uzun bakarsa, yani ne kadar fazla veri toplarsa, sinyalle kafa karıştırıcı parazit arasındaki fark daha da artacaktı. MAP verilerini, ekipmanlar gökyüzünden bir yıla ait veri topladıktan sonra inceleme kararı aldılar.

Takım 2002'de verilerin incelenmesiyle ilgilenirken kötü haber geldi. Dave Wilkinson, kozmik ardaan deneylerinin büyükbabası, MAP takımındaki çoğu kişinin çalışma arkadaşı ve dostu, vefat etmişti. COBE projesinin sonlarına doğru kanser teşhisi konmuştu, fakat o bundan bahsetmemiş, ortalığı telaşa vermeden çalışmaya devam etmeyi tercih etmişti.

1965'te Arno Penzias ve Robert Wilson, Wilkinson'u solla-mış, daha sonra da kozmik ardaan ışıınımı keşfi nedeniyle Nobel Ödülü'ne layık görülmüşlerdi. Wilkinson o zamanlar yenilgiyi önemsememiş, bunu, kariyeri sırasında başına gelecek pek çok harika şeyden biri olarak görmüştü.

Gençliğin masumiyetiyle, bu önemdeki keşiflerin ne kadar nadir gerçekleştiğini düşünememişti. Wilkinson daha sonra hem COBE hem de MAP'te çalıştı, iki uzay deneyinde de tam zamanlı çalışmıyor, eşzamanlı olarak küçük ölçek kozmik ardaan deneyleri yapmayı tercih ediyordu. Bennett: "Ölümü bizi yasa boğdu," diye anlatıyor. "Dave tam bir centilmendi, gerçekten dü-rüst, sevilesi biriydi."

Lyman Page, MAP'ı Wilkinson'ın adıyla onurlandırmayı önerdi. Bennett: "Hepimiz aynı fikirdeydik, sorun, NASA'yı ikna etmekte."

NASA aslında uzay uçuşlarını yeniden adlandırmaya karşı değildi. Tam tersine, ajans bunu sık sık yapıyordu. Bennett: "Sorun şuydu ki, fikri bir kere ortaya attığımızda, uçuşu tamamen başka biriyle adlandırmaya karar verebilirlerdi," diye anlatıyor.

MAP takımının değişik taktikler üretmesi gerekti. Ama sonunda, NASA'nın Uzay Bilimleri Yönetimi⁵⁵ çalışmanın ilk zamanlarından beri tutarlı ve sadık destekçisi Ed Weiler'in yardımlarıyla hedeflerine ulaştılar. 11 Şubat 2003'te, ilk yılın sonuçlarının açıklandığı basın toplantısında, MAP resmi olarak Wilkinson Mikrodalga Anizotropi Uzay Roketi, yani WMAP ola-

55 Associate Administrator for Space Science - yn.

rak sunuldu. Bennett: "Dave'in eşi ve çocukları çok mutluydu, eminim Dave de çok sevinirdi," diye anlatıyor.

Proje dışındakilere göre, WMAP'ın ateştopu ışınlamını incelediği ilk yılının sonu ile Ağustos 2001 ve Ağustos 2002 arasında toplanan sonuçların açıklandığı zaman aralığı çok uzundu. Bennett veri analizlerinin, Ağustos 2002'den Şubat 2003'e yalnızca altı ay sürdüğünü belirtti. "Bu inanılmaz bir hızı," diye anlatıyor. "Hemen hemen her gece ve tatil günlerinde bile çalıştık."

Verilerin kalitesini düşürecek her türlü sistematik hata olasılığını araştırmaları gerekiyordu. Verileri kalibre edip kullanılmaması gereken zaman aralıkları olup olmadığını görmeliydiler. Samanyolu'ndan gelen radyo salınımını modelleyip sinyalden çıkarmalıydılar. On binlerce evrenbilimsel model oluşturup verilerine en uyumluları seçmeliydiler. Sonuçları ayrıntıyla anlatan, verilerden nasıl elde edildiğini belirten, diğerlerinin kontrol edebilmesi için neden güvenilir olduklarını açıklayan kalın bilimsel makaleler yazmak zorundaydılar. Bennett: "Bu veri grubu üzerinde, canımız çıkana kadar çalıştık," diye anlatıyor.

Fakat buna değerdii. Bennett: "Bilim tarihindeki en çok incelenen makaleleri ürettik," diye açıklıyor.

MAP Ne Buldu?

Renee, 11 Şubat 2003'te WMAP sonuçlarının sunulduğu basın toplantısını "müthiş derecede heyecan verici" olarak hatırlıyor: "Çocukları okuldan alıp metroyla NASA merkez ofisine gittim. Chuck, mikrodalga ardalanı kesinlik ölçümleri sonuçlarının önemini bana daha önce yeterince anlatmıştı."

WMAP, COBE'den farklı olarak, son savrulma evresinde gerçekleşen süreçlere odaklanmıştı. Bu dönemde evreni dolduran atom ve çekirdekler, küvette sıçrayan sıvı gibi davranıyordu. Bir küvette suyun sıçramasının pek çok yolu olabilir. Örneğin küvetin ortasına büyük bir kütle olarak düşebilir, iki tümsek, hatta su yüzeyinde ufak halkalar şeklinde küçülen daha ufak üç tümsek yaratabilir. Banyo için geçerli olan, erken evren için de geçerlidir. Büyük tümsekler kozmik ardaan ışınlımında, büyük sıçrama benzeri sıcak ve soğuk noktalar olarak kendini gösteri-

yordu, ufak halkalar ise sıcaklık haritasında önemsiz benekler olarak belirliyordu. Her sıçrama tipinin kendine özgü bir sıcaklık artış durumu vardı. Bazıları ortalama sıcaklıktan daha sıcak veya soğukken, diğerleri hiçbir değişiklik göstermeyebiliyordu.

WMAP, bazı ölçülerdeki sıcak noktalarda büyük, diğer ölçülerde ise küçük sıcaklık artışları gözdledi. Kareli kâğıda çizilen, sıcak nokta ölçülerinin soldan sağa büyüdüğü sıcaklık *güç tayfı*, değişen zirve ve vadileriyle sıradağlara benziyordu. Bu dağ sırası, evren hakkında inanılmaz miktarda bilgi içeriyordu. Bennett: "Define sandığı gibiydi," diye anlatıyor. "İçinde, çok uzun süredir hayalini kurduğumuz hazineler saklıydı."

1970'te ünlü Amerikalı gökbilimci Allan Sandage, gökbilimin "iki sayının aranması" üzerine olduğunu söylemişti: Evrenin genişleme oranı olan *Hubble sabiti* ve genişlemenin kütleçekimi tarafından frenlenme ölçümü olan *yavaşlama parametresi*. Bennett: "WMAP sonrası evrenbilim artık sayı skorları üzeri-neydi," diye anlatıyor.

Her zirve ve vadinin konum ve yüksekliği, evren hakkında paha biçilmez bilgileri şifrelemişti. Örneğin ilk zirvenin konumu, evrenin yaşı ve uzayın eğim derecesiyle, yüksekliği ise evrendeki atom sayısı ile ilişkililiydi. Bennett ve çalışma arkadaşları, evreni niteleyen kritik rakamların çoğunu tanımlayabilmişti; dünyanın en büyük teleskoplarıyla yıllarca süren titiz ölçümlerden sonra bile bu rakamlar şimdiye kadar ya hiç bilinmiyordu ya da kabaca biliniyordu. Bennett: "WMAP, evrenbilimin standart tablosunu belirledi," diye açıklıyor.

Bu tabloda birkaç temel öge vardı. İlki, evrenin ilk zamanlarında gerçekleştiğine inanılan ve temasta bulunamayacak kadar birbirinden uzak olan evrenin değişik noktalarının günümüzde nasıl aynı sıcaklığı paylaştığını açıklayan yüksek hızlı genişleme modeli, yani şişen evren kuramıdır. Evren kimsenin hayal etmediği kadar ufak bir hacimdeyken şiştiği için önceden her şey her şeyle temas halindeydi.

Şişme ışıktan bile hızlıydı, bu nedenle evrenin ufkı daraldı ve etkin bir biçimde, gözlenebilir evrenin ötesindeki dev sıcaklık lekelerine neden oldu. Sonunda şişme sona erdiğinde ufuk tekrar büyüdü, böylece sıcaklık lekeleri evrene geri döndü. Ben-

nett: "Sıcaklık güç tayfında WMAP, şişme kuramının öngördüklerini gösteriyordu," diye anlatıyor. "Yani kuramın güçlü bir kanıtını sundu."

Evrenbilimin standart resminin ikinci ögesi, kara madde dir. Erken evrende madde kümelerinin oluşabilmesi için kara maddenin kütleçekimi gereklidir, böylece Büyük Patlamadan sonra geçen göreceli olarak kısa sürede Samanyolu gibi galaksiler oluşabilmiştir. WMAP, yüzde 4 oranıyla beni, sizi, gezegen ve yıldızları meydana getiren alışılmış maddeye karşılık, evrenin kütle enerjisinin tam olarak yüzde 23'ünün kara maddeden oluştuğunu tespit etti.

Yüzde 23'e yüzde 4'ü eklediğimizde yüzde 27 yaptığını hesaplamış ve geri kalan yüzde 73'ün ne olduğunu merak ediyorsanız, bu ilginç ve sıradışı bir hikâyedir diyebiliriz. Evrenin sonsuza kadar genişleme ile bir gün büzülme arasında dengede durabilmesi için *kritik yoğunluk* olarak adlandırılan çok özel bir madde miktarı içermesi gerekir. Bu, evrenin şişen evren kuramında öngörülen yoğunluğudur. Bununla birlikte 1980'lerde, evrenin görünen ve kara madde içeriğinin kritik yoğunluğun sadece yüzde 30'una denk geldiği belirlendi.

Gökbilimci Neta Bahcall, şişme gerçekleşmediyse, evrenin kuramsal olarak herhangi bir yoğunluğa sahip olabileceken kritik yoğunluğa nasıl bu kadar yaklaşabildiğini açıklamanın oldukça zor olduğunu belirtti. Diğer yandan, şişme gerçekleştiyse, evrenin kütle enerjisinin kritik yoğunluğa denk gelebilmesi için geri kalan yüzde 70'inin başka bir şekilde ortaya çıkması gerekirdi.

1917'de Einstein değişmeyen *durağan* bir evren düzenlemeye çalışırken boş uzayın acayip bir itici enerjisi olabileceğini öne sürmüştü. Daha sonra Edwin Hubble evrenin genişlediğini keşfettiğinde: "Hayatının en büyük hatası" olduğunu söyleyerek bu fikrinden vazgeçti. Fakat boş uzay bir enerji içeriyorsa, kütleli bir eşdeğeri olmalıdır. Bu sayede evren kütlesi, şişme kuramı için gereken kritik yoğunluğa ulaşabilir.

1998'de, iki bağımsız takım tarafından yapılan bir keşifle bilim çevresi şaşkına döndü. Her iki takım da çok uzaktaki "Ia cinsi" süpernovaları inceliyordu. Benzer özelliklerdeki beyaz cü-

celerin patlamasıyla oluşan bu süpernovalar, aynı iç parlaklıktaki "standart kandiller" olarak bilinir. Bu özellikleri sayesinde evrende uzaklıkları belirlemek için kullanılırlar.

Bu iki takım en uzak süpernovanın kıızıl değişimlerinden tespit edilen tahmini uzaklıklarına kıyasla daha solgun olduğunu keşfetti. Işığı Dünya'ya doğru yol alırken, bir şey süpernovayı beklenenden daha uzağa itmişe benziyordu. Bu şey yalnızca evrenin genişlemesi olabilirdi. Yani tüm tahminlerin aksine genişleme, yıldızlar uzun zaman önce patladığından beri hız kazanmıştı.

Bu durum beklenenin tam tersiydi. Geniş ölekte, evrendeki tek kuvvetin kütleçekimi olduğuna inanılıyordu. Esnek bir ağ gibi galaksileri bir araya getiriyor ve birbirlerinden aceleyle kaçışlarını frenliyordu. Galaksilerin daha büyük bir hızla uzaklaşıyor olması ise, evrende, Einstein'ın önce tasarlayıp sonra reddettiği kozmik itiş kuvveti veya *evrenbilimsel sabit*⁵⁶ gibi bir başka kuvvetin iş başında olduğunu gösteriyordu. Evrenin ana kütle bileşeni olan bu kuvvete *kara enerji* adı verildi. Bu 1998'e kadar bir şekilde gözden kaçırılmıştı.

Kara enerji, şişen evren kuramını kurtardı. Evrenin kütle enerjisinin yüzde 73'üne açıklama getirerek, kritik yoğunluğa ulaşmasını sağladı. Fakat diğer yandan, fizikteki duyarlı çalışmaların hassas çarkına çomak sokuyordu. Fizikte bilinen en iyi kuram, deney sonuçlarını büyük hassaslıkla tahmin eden kuantum kuramıdır. Fakat uzay boşluğunun enerji yoğunluğunu kestirebilmek için kuantum kuramı kullanıldığında, 1'in ardından 120 sıfırın geldiği bir sonuçla, aşırı bir tahmin ortaya çıkarıyordu. Bilim tarihinde, tahmin ile gözlem arasında bu büyüklükte bir çelişki görülmemişti.

Bu soruna rağmen çoğu gökbilimci kara enerjiyi göreceli olarak çabucak benimsedi. Yine de WMAP'nin fırlatıldığı tarihlerde varlığından şüphe duyan pek çok kişi vardı. Kuşkuçular: "İa cinsi süpernovaları ne kadar iyi tanıyoruz ki?" diye soruyordu. Belki de hepsi benzer değildir. Belki standart kandiller değildir. Bennett: "WMAP bunu değiştirdi," diye açıklıyor. "Zirve ve vadiler, tam yüzde 73 kara enerji içeren bir evrenle bağdaşıyordu."

56 Cosmological constant -ya.

Amerikan dergisi *Science*, 2003'teki *Yılın Buluşları* başlıklı yazısında şöyle belirtti: "Kara enerjinin varlığı ve evrenin bileşimi konusundaki kuşkular, WMAP uydusu kozmik mikrodalga ardalanının en ayrıntılı fotoğrafını çektiğinde dağılmış oldu."

Artık en azından evrenin bileşimi tam olarak biliniyordu: yüzde 73 itici kütleçekimine sahip gizemli görünmez bir madde olan kara enerji, yüzde 23 normal kütleçekim gücüne sahip gizemli görünmez bir madde olan kara madde ve yüzde 4 alışılmış madde. Aslında gökbilimciler, yüzde 4'ün sadece yarısından biraz azını teleskoplarla gözleyebilmişti, geri kalanı muhtemelen galaksiler arası ince gaz veya kara delikler halinde bir yerlerde saklıydı.

Belki de en ilginç, çoğu çok gizemli olan bu kuvvetler hakkında bu kadar kesin konuşabiliyor olmamızdır. Sonuçta şaşırtıcı bir şekilde evrenin kütlesinin yüzde 98'i hakkında neredeyse hiçbir şey bilmediğimiz formlardan oluşuyor.

Evrenbilimin standart modelini oluşturmada WMAP'nin katkıları bundan ibaret değildi. Bir zamanlar evrenin 9 ile 15 milyar yaşında olduğu söyleniyordu. WMAP, yüzde 1'lik bir hata payıyla bunun 13,7 milyar yıl olduğunu tespit etti ve bu rakam tüm evrensel tartışmalarda standart hale geldi. Bennett: "Hatıta 'evrenin yaşının en iyi saptaması' olarak *Guinness Rekorlar Kitabı*'na bile girdik," diye anlatıyor.

Bir zamanlar son savrulma evresinin, kızıla kayma faktörünün "yaklaşık 1000" olduğu söyleniyordu. WMAP, yüzde 1'lik bir hata payıyla bunun 1089 olduğunu tespit etti⁵⁷. Bir zamanlar Büyük Patlamadan sonra ilk yıldızların ne zaman oluştuğu bilinmiyordu. WMAP evrendeki hidrojenin, oluşum anından 400 milyon yıl sonra, ilk yıldızların ultraviyole ışığıyla tekrar iyonlaştığının kanıtlarını buldu. Aceleci yıldızlar, evrene beklenenden daha da erken dağılmışlardı.

Aslında evrenbilimde kesinlik çağı, COBE'nin ardalan ışı-nımı sıcaklığını tam olarak 2,725 derece olarak ölçmesiyle başlamıştı. Fakat bu rakamla yapılacak pek fazla şey yoktu.

57 Bu faktörün 0 olması günümüz zamanını belirtir; 1089 olması ise kırmızı kaymanın Büyük Patlamadan 380 bin yıl sonra olduğunun ölçümüdür -yn.

Evrenbilimde kesinlik çağına gerçekten öncü olan, kozmik dalgalanmaların hayret verici nitelenmesiyle WMAP'ydi. Bennett: "*Standart model* fikrini, şişen evren, kara madde ve kara enerjiyle biz oluşturmamak," dedi: "...fakat gereken tüm rakamları kesin olarak biz ölçtük."

Eşi Renee: "Evrenle ilgili son derece ufak sıcaklık değişimlerinden çıkardıkları bilgiler bence inanılmazdı, hâlâ da öyle," diyordu.

WMAP verilerinin ilk yılından sonra, ikinci, üçüncü ve dördüncü yıllarda devam ettiler, her geçen yıl verilerin kesinliği artıyordu. Deney tüm beklentilerin üstündeydi. Bennett: "Bu verileri elde etmeyi elbette bekliyorduk," diye açıklıyor: "...fakat sayıların kesinliğine bizim bile ağzımız açık kalmıştı."

Bennett için tüm bu yoğun çalışma, stres, hatta safra kesesi taşı bile sonuca değermişti. Bir çocuğun doğumu gibi, sonradan gelen sevinçle acı unutulmuştu. "Hayatta yapmayı tercih edeceğim başka hiçbir şey yok," diye anlatıyor. "Bu projede bu insanlarla çalışmak bir ayrıcalıktı."

Bennett ve çalışma arkadaşları bilinen evren tablosunu on yılda, tüm insanlık tarihinde gelinen noktadan çok daha fazla değiştirdi. İlk defa evren hakkında temel sorular sormak ve yakın bir gelecekte cevaplarını alabilecek olmak mümkündü. Büyük Patlama neydi? Büyük Patlamaya ne neden olmuştu ve muhtemelen en önemli soru: Neden hiçbir şey yerine *bir şeyler* var? Evrenbilim hiç bu kadar formunda olmamıştı.

Veya bize öyle geldi.

WMAP, evrenbilimin standart modelini desteklerken ortaya pek çok bilmece de atmıştı. Bennett: "Henüz bu soruların önemli olup olmadıklarını bilmiyoruz," diye açıkladı: "...fakat gözden çıkarılmaları da mümkün değil."

Kozmik ardaalan ışınımındaki sıcak ve soğuk noktalar, erken evrende maddenin ortalamadan biraz daha yoğun veya seyrek olduğu bölgeleri işaret ediyordu. Daha önce belirtildiği gibi bunlar, günümüzde görülen dev galaksi kümelerinin *tohumları*ydı. Şişen evren kuramına göre bu tohumlar, evrenin varoluşunun ilk zamanındaki uzay-zaman kasılmaları, yani *kuantum dalgalanmaları* sonucu oluştu. Bir atomdan daha

ufakken, şişmenin inanılmaz kuvveti sayesinde, devasa boyutlara ulaştı.

Bu tablo şöyle bir öngörüye yol açıyordu: Kuantum dalgalanmaları doğasında rasgele olduğundan, gökyüzündeki sıcak noktalar, boyutları ne olursa olsun tamamen rasgele dağılmıyordu.

Fakat görülen bundan farklıydı. Teknik olarak *dört kutuplu* ve *sekiz kutuplu* anlar olarak adlandırılan en büyük sıcaklık lekeleri rasgele değil, birbirleriyle hizalanmış şekilde görünüldü. Fizikçi João Magueijo bu hiza yönünü *şeytan eksen*i olarak adlandırdı, bu isim üstlerine yapıştı.

Erken evrende fotonlar ve atom çekirdeğinin çalkalanması, küvetteki suyu anımsatıyordu. Küvet veya evren, bir yönde diğerine göre daha uzunsa, çalkalanma modları yönlendirilir ve bir sıra halinde dizilmelerine neden olur. Bazıları evrenin üç değil iki yöne doğru genişlediğini, düz bir CD'ye benzediğini öne sürdü. Bir başkasıysa Büyük Patlama modellerinin yanlış olabileceğini iddia etti.

Sıradışı taleplere, sıradışı kanıtlar gerekir. Bennett: "Doğrusu şu ki, şeytan ekseninin ne düzeyde sıradışı olduğunu bilemiyoruz," diye anlatıyor: "Şanseseri oluşmuş bile olabilir."

WMAP'nin neden olduğu birkaç bilmece daha vardı, fakat belki de en ilginç, kozmik aralan haritalarında, gökyüzünün güneyinde beliren dev soğuk noktadır. Bazı radyo gökbilimcileri bunun, etraftaki uzaya oranla hiç galaksi içermeyen dev bir boşlukla örtüştüğünü iddia etti. Fakat bu tartışmalıydı. Dev bir boşluğa işaret ediyorsa, bu durum evrenbilim için büyük bir sorun yaratıyordu. Şişme kuramına göre az yoğun bölgeler, çok yoğun bölgeler gibi kuantum dalgalanmalarının sonucudur. Fakat ufak dalgalanmalar çok muhtemelken, geniş kozmik boşluklara neden olacak büyük dalgalanmalar daha az mümkündür. WMAP haritasında gözlenen dev boşluk ise, olasılık dahilinde bile değildir.

Akıllara durgunluk veren bir olasılık, şişen evrenle ilişkiliydi. Kurama göre, başlangıçta hızla büyüyen, fakat enerji dışında hiçbir şey içermeyen şişen uzay boşluğu vardır. Boşlukta, orada burada rasgele bozunmalar başlar, şişen boş-

luğun her yerinde ufak kabarcıklar patlak verir. Kabarcıklar normal boşluktan oluşur, fakat içlerinde boşluğun dev enerjisi, maddeyi oluşturmak ve çok yüksek sıcaklıklara kadar ısıtmak üzere sıkışmıştır. Böylece aynı bizimki gibi bir Büyük Patlama evreni ortaya çıkar.

Böyle bir şişmenin kilit özelliği, asla durmaması, sonsuza dek sürmesidir. Boşluk o kadar çabuk büyür ki oluşumu, bozulan kabarcıklardan daha hızlıdır. Böylece her Büyük Patlama evreni hızla diğerlerinden uzaklaşır ve hiçbir şeyin engin denizinde sonsuza dek yalıtılır. Peki ya şişen boşlukta iki veya daha fazla kabarcık birlikte oluşursa? Ya birbirlerinden uzaklaşmadan önce çarpışırlarsa? Birbirleri üzerinde iz bırakabilirler mi? Bir damga? Kozmik bir parmak izi?

Anormal WMAP soğuk noktası bu olabilir miydi? Bizden ötede bir başka evrenin varlığının ilk kanıtı olması mümkün müydü? Bennett: "Doğal olarak, son derece tedbirliyimdir," diye anlatıyor. "Diğer yandan böyle bir damga, şişme kuramının ve diğer evrenlerin varlığının bir kanıtı olabilirdi."

2006'da Bennett ve çalışma arkadaşları için çok memnuniyet verici gelişmeler yaşandı. Nobel Heyeti, 2006 Nobel Fizik Ödülü'nün "Kozmik arda lan ışınımının kara cisim form ve anizotropisinin keşfi nedeniyle" John Mather ve George Smoot'a verilmesini uygun gördü. Bennett, "COBE'de çalışan herkes son derece gururluydu," diye anlatıyor. "Ödülün tüm takımın bilimsel başarısı için uygun görüldüğünü düşündük."

Yine de titizlenenler oldu. COBE uzayda üç deney yürütmüştü, yani üç ana araştırmacı vardı, üçüncü ise Mike Hauser'dı. Bennett: "Üçüne birden ödül verilse daha iyi olurdu," diye anlatıyor. "COBE'nin lideri ve 1974'te her şeyi başlatan John Mather'ın ödülü alması gerektiği kesindi."

Artık Smoot'a yönelik bir düşmanlık kalmamıştı. COBE 1992'de dünya manşetlerine düştüğünde, 1965'te kozmik arda lan ışınımını keşfedenlere olduğu gibi, kâşiflerinin Nobel'e uygun görüleceği bekleniyordu. Projenin babası olarak Mather'ın alacağı besbelliydi. Fakat genellikle ödül birden çok kişiye verilir. COBE'de oldukça fazla kişi çalışmıştı, ödülü Mather'la kim paylaşacaktı? Elbette Smoot. Bennett: "Başlangıçtan beri

George kendini gruptan ayırmak için çok büyük çaba harcadı," diye anlatıyor. "Bu konuda kuşku yok. Nobel Ödülü'nü almak için uzun süre zorlu bir uğraş verdi."

Bu konuda Bennett'in tavrında net bir fark vardı. 2003'te ilk WMAP sonuçları zaferle Dünya'ya duyurulduğunda, daha sonra *Zamanda Çizgiler* adını alacak olan kitabı için Smoot'a söylentiye göre 2 milyon dolar avans veren yayıncı John Brockman'dan telefon geldi. Brockman: "Bennett bir kitap yazmak ister mi?" diye soruyordu.

Bennett, bu sayede tüm dikkatin kişisel olarak kendine yöneleceğini biliyordu. "Tek yapmam gereken, WMAP hakkında bir kitap yazmak ve sonraki birkaç yılı Smoot gibi kendi reklamımı yaparak Dünya'yı gezerek geçirmektir," diyor. Fakat Bennett, Brockman'ın teklifini reddetti ve daveti takımın geri kalanına yönlendirdi. "Sonunda bilim yapmamaya başladım," diye anlatıyor. "Ve benim tercih ettiğim iş bilimdir."

Bennett, bir şans daha verilse, WMAP'i baştan tekrar yapacağını söylüyor. "Hayatım boyunca çok şanslı oldum, çoğu kişi tek bir uzay uçuşunda bile çalışmıyor, ben iki tanesinde bulundum," diyor ve ekliyor: "Ve en önemlisi, işi mahvetmedim!"

Teşekkür

Bu kitabı yazmamda pek çok kişinin yardımı oldu, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığım araştırma gezisi sırasında, kendi zamanından fedakârlık yapan herkes. Bilhassa Princeton Üniversitesi'nden Dave Wilkinson, Jim Peebles ve Bob Dicke; Holmdel New Jersey AT&T Bell Laboratuvarı'ndan Robert Wilson; Philadelphia Haverford Üniversitesi'nden Bruce Partridge ve Greenbelt, Maryland'da NASA Uzay Uçuş Merkezi'nden John Mather ve Chuck Bennett.

Ayrıca, kozmik ardalan ışınımı üzerine tüm dosyalarını bana ödünç veren, o zamanlar Londra Queen Mary Üniversitesi'nden Derek Martin, Berkeley'de California Üniversitesi'nden George Smoot, Austin'de Texas Üniversitesi'nden Robert Herman; Princeton Üniversitesi'nden Lyman Page; Vancouver Üniversitesi'nden Herb Gush ve Michael Rowan-Robinson, John Beckman, John Gribbin, Andy Mckillop, Ken Croswell, Nigel Henbest, John Emsley, Jeff Hecht ve Michael White.

İyi bir iş yapacağıma inanan Neil Belton olmasa, bu kitap asla ortaya çıkmazdı ve Henry Volans olmadan, güncel baskı basılamazdı. İkinize de samimiyetle teşekkür ederim. Ayrıca kitaba ilk onay geldiğinde temsilcim olan Murray Pollinger, şu

anki temsilcim Felicity Bryan ve editörüm Ian Bahrami'ye de teşekkür ederim.

Ve hepsinden ötesi, yazmak için her gün benimle seher vaktinde uyanmaya katlanan, her bölümdeki eleştirel yorumlarıyla açıklamalarımın anlaşılması zor olmadığı konusunda bana güven veren eşim Karen'a teşekkür etmek istiyorum.

Yukarıda adı geçen kişilerin yaptığım hatalardan sorumlu olmadığımı da belirtmek isterim.

Sözlük

Alfa Centauri Güneş'e en yakın yıldız sistemi. Üç yıldızdan oluşur ve 4,3 ışık yılı uzaklıktadır.

Andromeda Yaklaşık 2,5 milyon ışık yılı uzaklıkta, Samanyolu'na en yakın büyük galaksi. Andromeda ve Samanyolu, Yerel Grup olarak bilinen ve en azından 40 galaksiden oluşan bir küne-deki baskın ve büyük galaksilerdir.

Anten Serbest uzay elektromanyetik dalgalarını güdümlü elektro-manyetik dalgalara çevirebilen her alet. Örneğin delik bir metal boyunca ilerleyen tek kanallı *dalga yönlendiricisi*.

Antropik İlke Evrenin şu anki gibi oluşunun nedeninin, aksi halde bunu fark etmek üzere burada bulunamayacağımız olduğ-u-nu savunan fikir. Başka bir deyişle, varoluşumuz önemli bir bilimsel gözlemdir.

Ateştopu Işınımı *Bkz.* Kozmik Arıalan Işınımı.

Atom Tüm normal maddelerin yapıtaşı. Atom, etrafında elektron bulutu dönen bir çekirdeğe sahiptir. Çekirdeğin artı yükü elektronların eksi yüküyle denge halindedir. Atom çapı, 1 milimetrenin 10 milyonda biri kadardır.

Atom Altı Parçacığı Elektron veya nötron gibi, atomdan küçük parçacık.

Atom Çekirdeği Atomun merkezinde sımsıkı kenetlenmiş proton ve nötron kümesi. (Hidrojen çekirdeği yalnızca bir proton içe-rir.) Atom kütesinin yüzde 99,9'unu çekirdek oluşturur.

Belirsizlik İlkesi Bkz. Heisenberg Belirsizlik İlkesi.

Beyaz Cüce Yakıtı biten ve kütleçekimiyle yaklaşık Dünya büyüklüğüne inene kadar sıkıştırılan yıldız. Bir beyaz cüce, elektron dejenerasyon basıncı nedeniyle daha fazla sıkışmamak üzere desteklenir. Kesme şeker büyüklüğünde beyaz cüce malzemesi, bir araba ağırlığındadır.

Büyük Patlama 13,7 milyar yıl önce gerçekleşmiş, evrenin doğuşuna neden olduğu düşünülen dev patlama. Aslında, Büyük Patlama aynı anda her yerde gerçekleştiği ve önceden var olan evrenin patlayarak ortaya çıkabileceği bir boşluk olmadığı için *patlama*, yanlış bir tabirdir. Zaman, uzay ve enerji kavramlarının tamamı Büyük Patlamayla ortaya çıkmıştır.

Büyük Patlama Teorisi Evrenin 13,7 milyar yıl önce süper yoğun ve süper sıcak bir halde ortaya çıktığını ve o zamandan beri genişleyip soğuduğunu açıklayan teori.

Birleştirme Aşırı derecede yüksek enerjide doğanın dört temel kuvvetinin bir olduğu, tek bir kuramsal çerçevede birleştiği fikri.

Bulutsu Uzayda kızgın gaz bulutu. Gaz, içinde genç ve sıcak yıldızlar gömülüyse parlar. Bunun dışında, daha uzak yıldızların ışığını örten siyah lekeler olarak görünebilirler.

Büyük Çöküş Evrende yeterince madde oluşursa, kütleçekimleri bir gün evrenin genişlemesini durdurup geriye çevirerek, büyük bir çöküşe doğru büzülüp Büyük Patlamanın aynadaki ters görüntüsünü yaratacaktır.

Çekirdek Bkz. Atom Çekirdeği.

Çekirdek, Radyoaktif Kararsız ve ihtiyaç fazlası enerjiyle kaynayan çekirdek. Radyoaktif parçacıklar yayarak fazla enerjisinden kurtulur veya bozunur.

Çoklu Evren Çok sayıda ve birbirinden farklı evrenlerden biri kendi evrenimiz olacak şekilde kâinatın varsayımsal olarak genişletilmesi. Evrenlerin çoğu ilginç olmaktan uzaktır veya ölüdür. Fizik yasalarına göre sadece ufak bir bölümünde yıldızlar, gezegenler ve yaşamın oluşma ihtimali bulunur.

Dalga Boyu Tam bir salınım devrinde bir dalganın aldığı uzaklık.

Durağan Evren Kuramı Evren genişleyip galaksileri birbirinden uzaklaşmasına rağmen yeni maddelerin uzay boşluğundan galaksiler oluşturarak boşlukları doldurması sonucunda ev-

renin her zaman aynı görüldüğü fikri. Evrenin başlangıcı ve sonu yoktur. Büyük Patlama ışıınının keşfi bu kuramı, en azından en basit halini çürütmüştür.

Einstein'ın Kütle Çekimi Kuramı Bkz. Genel Görelilik Kuramı.

Elektrik Akımı Bir iletkenin akan, genelde elektronlardan oluşan yüklü parçacıklar nehri.

Elektrik Yükü Mikroskobik parçacıkların artı ve eksi olarak ikiye ayrılan niteliği. Elektronlar eksi, protonlar artı yük taşıyor. Aynı yüklere sahip parçacıklar birbirini iter, zıt yüklere sahip olanlar çeker.

Elektromanyetik Dalga Belli aralıklarla azalan ve artan bir manyetik alanla değişen, belli aralıklarla artan ve azalan bir elektrik alandan oluşan dalga. Elektromanyetik dalga, titreşen bir elektrik yükü sayesinde oluşur ve uzayda ışık hızıyla ilerler.

Elektron Genelde atom çekirdeği etrafında rastlanan eksi yüklü atom altı parçacığı. Bilindiği gibi temel bir parçacıktır ve bölünemez.

Element Kimyasal yollarla daha fazla azaltılamayan madde. Belli bir elementin tüm atomları, çekirdeğinde aynı sayıda proton taşır. Örneğin hidrojenin tüm atomlarının 1 protonu, klorinin tüm atomlarının 17 protonu bulunur vb.

Element, Ağır Büyük Patlamadan itibaren yıldızların iç fırınlarından oluşan, helyum ve lityumdan ağır her element.

Element, Hafif Evrenin başlangıcından 1 ila 10 dakika sonra Büyük Patlama ateştopunda oluşan hidrojen, helyum ve lityum benzeri her element.

Enerji Tanımlanması neredeyse imkânsız olan nitelik. Enerji yoktan var edilemez, vardan yok edilemez, yalnızca bir halden diğerine dönüştürülebilir. Bilinen pek çok türü arasında ısı enerjisi, hareket enerjisi, elektrik enerjisi, ses enerjisi vardır.

Enerjinin Korunumu Enerjinin asla yoktan var, vardan yok edilemeyip yalnızca bir halden diğerine dönüştürülebileceğini ifade eden ilke.

Evren Var olan her şey. Bu esnek terim bir zamanlar şu anda Güneş sistemi olarak adlandırdığımız alan için kullanıldı. Daha sonra da şu anda Samanyolu olarak adlandırdığımız çevre için. Günümüzdeyse, gözlenebilir evrende 100 milyar

kadar olduğu bilinen tüm galaksilerin toplamı için kullanılmaktadır.

Evren, Çarpışan Şişen evren senaryosu dahilinde, şişen uzay boşluğunda yanımızda bulunan, Büyük Patlama içeren başka bir hava kabarcığının bizimle çarpışması ihtimali. Böyle bir çarpışma, kozmik ardalan ışınımında bir iz bırakmış olmalıdır. Buna benzer bir izin varlığı üzerine iddialı kanıtlar bulunmaktadır.

Evren, Durağan Galaksilerinin uzayda hareketsizce asılması nedeniyle daima aynı kalan evren.

Evren, Genişleyen Büyük Patlama sonrasında galaksilerin birbirinden uzaklaşması.

Evren, Gözlenebilir Evren ufkunda görebildiğimiz her şey. Evren yalnızca 13,7 milyar yıl önce doğduğu için bir ufku vardır. Buna göre yalnızca ışığının bize ulaşması 13,7 milyar yıldan daha az süren galaksi ve yıldızları görebiliyoruz. Diğer tüm cisimler, gözlenebilir ufkun dışındadır.

Evren, Salınan Büyük Patlamanın, önceki bir daralma evresinde bir büyük çöküşle büzülmesinden sonra, tekrar yeni bir genişleme evresine sıçramasıyla başlamış olduğu fikri. Buna göre büyük patlama ve büyük çöküşler, sonsuzluğa kadar sırayla tekrarlamaktadır. Bu fikir, birkaç ölümcül hatası olduğu için artık geçerli bir olasılık olarak sayılmamaktadır.

Evren, Sıçrayan Bkz. Evren, Salınan.

Evrenbilim Son bilim. İnceleme konusu evrenin kökeni, evrimi ve kaderi olan bilim dalı.

Evrenbilimsel İlke Evrenin nereden bakarsanız bakın aynı görüldüğü düşüncesi; buna göre evren her yerde ve her yönde aynı, yani homojen ve eşyönlüdür. Bu düşünce, Einstein'ın evrene uygulanan kütleçekimi denklemlerinin sadeleşmesini sağlar, böylece Büyük Patlama çözümleri sunarlar.

Evrenbilimsel İlke, Mükemmel Evrenin nereden ve ne zaman bakarsanız bakın aynı görüldüğü fikri. Bu fikir, Einstein'ın evrene uygulanan kütleçekimi denklemlerinin sadeleşmesini sağlar, böylece durağan evren çözümleri sunarlar.

Evrenbilimsel Sabit (kozmozik sabit) Boş uzay tarafından uygulanan itiş kuvveti. Başlangıçta Einstein tarafından evrenin zamanla değişmesini önleyebilmek veya sabit kalmasını sağlamak üzere evren denklemlerine dahil edildi. Einstein

daha sonra bunu en büyük hatası olarak adlandırdı. Buna rağmen evrenin genişlemesinin hızlanışının muhtemel bir açıklaması olarak bu düşünce sonradan tekrar doğmuştur.

Evrenin Yaşı Bilinen en iyi tahmin Wilkinson Anizotropi Roketi tarafından elde edilmiştir ve 13,7 milyar yıldır.

Frekans Bir dalganın yukarı ve aşağı salınma hızı. Frekans birimi hertz'dir (Hz). 1 Hz, saniyede bir salınım demektir.

Frekans Bandı Frekans aralığı.

Foton Işık parçacığı.

Galaksi Evrenin yapıtaşlarından biri. Galaksiler büyük yıldız adalarıdır. Bizim adamız olan Samanyolu, sarmal şeklindedir ve yaklaşık 200 milyar yıldız içerir.

Galaksi Kümesi Ortak kütleçekimleri altında bir araya gelmiş bir grup galaksi. Kümeler, bizim Yerel Grup gibi 100'den az galaksi içerebilirken, yüzlerce hatta binlerce galaksiden de oluşabilir.

Galaksi Süper Kümesi Ortak kütleçekimleri altında bir araya gelmiş bir grup galaksi kümesi.

Gama Işını Işığın en yüksek enerjili formu. Genellikle, bir atom çekirdeğinin yeniden düzenlediği zaman yayılır.

Gaz Bir arı kolonisi gibi uzayda uçuşan atom kümeleri.

Genel Görelilik Kuramı Kütleçekiminin uzay-zaman bükülmelerinden ibaret olduğunu gösteren Einstein'ın kütleçekimi kuramı. Bu kuram, Newton'un kütleçekimi kuramında olmayan birtakım düşünceler içerir. Bunlardan biri, hiçbir şeyin, kütleçekiminin bile ışıktan hızlı hareket edemeyeceğidir. Diğer, tüm enerji türlerinin bir kütlesi olduğudur, bu sayede kütleçekimi uygulayabilirler. Bunun yanında kuram, kara delikleri, evrenin genişlemesini ve kütleçekiminin ışığın yönünü değiştirebileceğini öngörmüştür.

Genişleyen Evren Bkz. Evren, Genişleyen.

Görelilik, Genel Kuramı Einstein'ın genelleştirdiği özel görelilik kuramı. Genel görelilik, kendisine göre ivme kazanan birine bakan bir kişinin gördükleriyle ilgilidir. Çünkü eşdeğerlik ilkesine göre, ivme ve kütleçekimi ayırt edilemez. Genel görelilik aynı zamanda bir kütleçekimi kuramıdır.

Görelilik, Özel Kuramı Einstein'ın, kendisine göre sabit hızda ilerleyen birine bakan kişinin gördüklerini açıklayan kuramı. Hareket eden kişinin ilerleme yönünde küçülüp zamanının yavaşladığını, ışık hızına yaklaştıkça da bu etkilerin belirlenmesini açıklar. Göreliliğin bir sonucu olarak zamanın ve uzayın birleştiğini açıklar.

Güneş En yakın yıldız.

Güneş Sistemi Güneş'in gezegen, Ay, kuyruklu yıldız ve diğer çeşitli göktaşlarından oluşan ailesi.

Heisenberg Belirsizlik İlkesi Bir parçacığın yeri ve hızı gibi, eş zamanlı olarak kesinliği bilinmeyen nicelik çiftleri olduğunu belirten bir kuantum kuramı ilkesi. Belirsizlik ilkesi, bu tür nicelik çiftlerinin sonuçlarının ne derece doğru olarak bilinebileceğine bir sınır koyar. Pratikte bu, bir parçacığın hızı tam olarak biliniyorsa, konumunun asla tam olarak bilinmeyeceği anlamına gelir. Tam tersine, konum tam bir kesinlikle biliniyorsa, parçacığın hızı bilinemez. Bilebildiğimiz şeyleri sınırlayan bu ilke, doğaya bir *bulanıklık* yükler. Yakından bakacak olursak, gazete fotoğraflarının noktalara ayrılarak dağılması gibi, her şey bulanıklaşır.

Helyum Doğadaki en hafif ikinci ve Dünya'dan önce Güneş'te keşfedilen tek element. Tüm atomların yüzde 10'unu oluşturan helyum, hidrojenden sonra evrendeki en yaygın ikinci elementtir. Helyumun çoğu Büyük Patlama sırasında üretilmiştir.

Helyum, Sıvı Kaynama noktası en düşük sıvı. Helyum, 4,2 derecenin (mutlak sıfır noktasına göre) altında sıvı hale geçer. 2,17 derecenin altındaysa, yukarı doğru çıkabilme ve imkânsız derecede ufak deliklere sızabilme yeteneği kazanarak süpersıvıya dönüşür.

Helyum-3 Daha hafif veya izotop halindeki helyum. Yaygın Helyum-4'teki gibi iki nötron iki proton değil, tek bir nötron ve iki proton içerir.

Hidrojen Doğadaki en hafif element. Hidrojen atomu, tek bir proton etrafında dönen tek bir elektron içerir. Evrendeki atomların yaklaşık yüzde 90'ı hidrojendir.

Hubble Kanunu Galaksilerin birbirlerinden vektörel uzaklaşma hızının aralarındaki mesafeyle doğru orantılı olması. Bir diğerinden iki kat uzakta bulunan bir galaksi iki kat, üç kat uzaktaki bir galaksi üç kat hızla uzaklaşır vb.

Hubble Sabiti Büyük Patlama modellerinde evrenin şu anki genişleme hızını açıklayan sayı.

Isı Işınımı *Bkz.* Kara Cisim Işınımı.

Işık Elektromanyetik dalga olarak da bilinen, değişen elektrik ve manyetizma dalgası.

Işık Hızı Saniyede yaklaşık 300.000 kilometreyle, kozmik hız limiti.

Işık Ufku, Kozmik Evrenin, denizdeki bir geminin ufkuna benzer bir ufku vardır. Bunun nedeni, ışığın sınırlı bir hıza sahip olması ve evrenin sınırlı bir süredir varoluşudur. Yani sadece Büyük Patlamadan beri geçen sürede ışıkları bize ulaşabilen cisimleri görebiliyoruz. Dolayısıyla gözlenebilir evren, merkezi Dünya olan bir kabarcığa benzer; ufuk ise bu kabarcığın yüzeyidir. Evren her gün bir gün daha yaşlanır, yani ufuk her gün dışa doğru biraz daha genişler, deniz ufkunda gemilerin belirmesi gibi, her gün yeni şeyler görünür.

Işık Yılı Evrendeki uzaklıkları ifade etmek için kullanılan birim. Işığın bir yılda aldığı mesafedir ve 9.46 trilyon kilometreye denk gelir.

Işıklılık Yıldız gibi bir gök cismi tarafından her saniye uzaya yayılan ışığın toplamı.

Işınımın Baskın Olduğu Dönem Erken evrende ışıınım, yani ışığın enerji yoğunluğunun maddeden fazla olduğu dönem. Rastlantısal olarak, son savrulma evresinden hemen önce sona ermiştir.

İyon Yörüngesinde dönen elektronlardan bir veya daha fazlasından kurtularak artı elektrik yükü sahip olan atom veya molekül.

İzotop Bir elementin olası formlarından biri. İzotoplar farklı kütleleriyle birbirlerinden ayrılırlar. Örneğin klorun, kütleleri 35 ve 37 olan iki farklı izotopu vardır. Kütle farkı, çekirdeklerindeki nötron sayılarından kaynaklanır. Örneğin Klor-35'te 18, Klor-37'de 20 nötron bulunur. (Elementin kimliğini belirlediği için her ikisi de aynı sayıda, yani 17 proton içerir.)

Kara Cisim Üzerine düşen ısının tamamını emen cisim. Isı atomlar arasında, yaydığı ısı ışıınımı cismin olduğu malzemeden bağımsız olarak yalnızca sıcaklığına bağlı olarak dağılır. Kendine özgü ve kolayca ayırt edilebilir bir formu vardır. Isı ışıınımı olarak da bilinir. Yıldızlar, yaklaşık kara cisimlerdir.

Kara Delik Kütleçekimi büyük bir cismin bir noktaya kadar küçülmesine neden olduğunda artakalan, çarpıtılmış uzay-zaman. Kara deliğin karanlığından hiçbir şey, ışık bile kaçamaz. Evrende en az iki tür kara delik vardır; çok büyük yıldızlar kendileri ezmeğe çalışan kütleçekimlerini dengeleyecek kadar iç ısı üretemediklerinde ortaya çıkan *yıldız boyutu* kara delikler ve dev kara delikler. Çoğu galaksinin merkezinde bir dev kara delik bulunur. Büyüklükleri, Güneş'in kütesinin milyonlarca katından, en güçlü kuasarların güneş kütlelerinin milyarlarca katına kadar çeşitlilik gösterir.

Kara Enerji İtiş kütleçekimine sahip gizemli *madde*. 1998'de beklenmedik bir şekilde keşfedilmiştir, görünmezdir, tüm uzayı doldurur ve galaksileri birbirinden ayırarak evrenin genişlemesini hızlandırır. Yüzde 4 atomik olağan maddeyle karşılaştırıldığında, evrenin kütle enerjisinin yüzde 73'ünün sorumlusudur. Tam olarak ne olduğu bilinmemektedir.

Kara Madde Hiçbir görünür ışık yaymayan ve varlığı, yıldız ve galaksiler gibi görünür maddeler üzerine uyguladığı kütleçekiminden anlaşılan madde. Evrende, alışılmış maddenin altı katı kadar kara madde vardır. Henüz keşfedilmemiş atom altı parçacıklardan meydana gelmiş olma ihtimali bulunur.

Kara Madde, Sıcak Işık hızına yakın hızla hareket eden atom altı parçacıklardan oluşan görünmez kara madde. Kütleçekimiyle yola getirilemez ve evrende her yere eşitçe dağılma eğilimi vardır.

Kara Madde, Soğuk Işık hızından çok daha düşük hızla hareket eden atom altı parçacıklardan oluşan görünmez kara madde. Kütleçekimiyle yola getirilebilir ve madde öbekleri oluşturma eğilimi vardır.

Karbonmonoksit Bir oksijen atomuna bağlı bir karbon atomundan oluşan CO, yıldızlararası uzayda moleküler hidrojen H₂'den sonra en sık rastlanan moleküldür.

Karşıt Madde (Anti Madde) Yüksek miktarda bir karşıt parçacık yığını için kullanılan terim. Karşıt proton, karşıt nötron ve pozitronlar, karşıt atomu oluşturmak üzere bir araya gelebilir. Prensipde karşıt yıldızlar, karşıt gezegenler ve karşıt yaşamın var olma olasılığını göz ardı etmemiz için hiçbir neden yoktur. Fiziğin en büyük gizemlerinden biri, fizik kanunları yarı yarıya madde ve karşıt madde karışımı öngörüyorken

nasıl olup da yalnızca maddeden oluşan bir evrende yaşıyor olduğumuzdur.

Karşıt Parçacık Her atom altı parçacığının, elektrik yükü gibi tamamen zıt özelliklere sahip bir karşıt parçacığı vardır. Örneğin eksi yüklü elektron ile pozitron isimli artı yüklü bir parçacık eşleşir. Bir madde ile karşıt maddesi karşılaştığında, kendilerini yüksek enerjili bir ışık parıltısı veya gama ışını içinde imha ederler.

Kızılötesi Sıcak cisimler tarafından yayılan görünmez ışık.

Kozmik Arda lan Kaş ıfı Uy dusu (COBE) Gökyüzünde kozmik arda lan ışı nı nı mı, yani Büyük Patlama ateş topu sıcak lı ğ ı nı nı harı tala mak üzere 1989'da fırlatılan uydu. COBE, ışı nı mı nın orta lama sıcak lı ğ ı nı d a, evrenin doğ umundan 380.000 yıl sonra ö beklenen madde tarafından oluşturulan ufak de ğ iş i mler tespit etti. Bu ö bekler, günümüz evrenindeki dev galaksi sü per kü melerinin *tohum*larıdır.

Kozmik Arda lan ışı nı mı Büyük Patlama ateş topunun ard ı n d a b ı rak tı ğ ı ışı nı m. -270 °C sıcak lı ğ ı n d a k i bu ılık mikrodalga ışı nı mı, inanılmaz bir biçimde, patlamadan 13,7 milyar yıl sonra bile tüm uzayı kaplamaktadır.

Kozmik Arda lan ışı nı mı, Anizotropi Kozmik arda lan ışı nı mı sıcak lı ğ ı nı n gökyüzünde farklı bölgelerdeki çok ufak de ğ iş i mleri. Bunlar, evrenin baş langıc ı n d a n 380.000 yıl sonra, son sav rulma evresindeki madde ö beklenmelerine karş ılı k gelmek tedir.

Kozmik Arda lan ışı nı mı, Ç ı ft Kutuplu Anizotropi Büyük Patlama ışı nı mı sıcak lı ğ ı nı n Güneş 'in hareketine ba ğ lı de ğ iş i m i. Bu durum ışı nı mı n, hareket yönünde çok ufak bir farkla daha sıcak, ters yönde ise daha so ğ uk olmasına neden olur.

Kozmik Arda lan ışı nı mı, Güç Tayf ı Kozmik arda lan ışı nı mı n d a k i sıcak noktaların sıcak lı ğ ı nı n noktaların büyüklü ğ ü ne göre davranış ı. Sıcak noktaların büyüklüğünün soldan sa ğ a azal dı ğ ı kareli bir kâ ğ ı tta, bir da ğ ve vadi sırası gibi görünür. Her da ğ ın konum ve yüksekli ğ i, evreni karakterize eden ev renbilimsel rakamları ş ifrelemektedir.

Kozmik ışı nlar Uzayda ço ğ u protondan oluşan yüksek hızda atom çekirdekleri. Düş ük enerjili olanlar Güneş 'ten, yüksek ener jililer büyük ihtimalle sü pernovalardan gelir. Dünyamızda günümüzde ü retebilece ğ imiz her şeyden milyonlarca kez

daha yüksek enerjili parçacıklar *aşırı yüksek enerjili kozmik ışınlar* olarak adlandırılır ve gökbilimin çözülme bekleyen büyük bilmecelerindendir.

Kozmik İtme Kuvveti Evrenin genişlemesini hızlandıran ve tüm uzayı dolduran görünmez kara enerjinin itici kütleçekimine bağlı olan kuvvet.

Kozmik Mikrodalga Ardalanı Bkz. Kozmik Ardalan Işınımı.

Kozmik Tekrar İyonlaşma Wilkinson Mikrodalga Anizotropi Uzay Roketi'ne (WMAP) göre Büyük Patlamadan yaklaşık 400 milyon yıl sonra başlayan, hidrojen atomlarının kendini oluşturan proton ve elektronlarına ayrılması işlemi. Muhtemel nedeni, çok büyük ve çok sıcak oldukları düşünülen ilk yıldızlar tarafından uzaya yayılan yoğun ultraviyole ışınlarıdır.

Kütle Bir cisimdeki madde miktarı ölçüsü. Kütle, enerjinin en yoğun halidir. Tek bir gram, 100 ton dinamitle aynı miktarda enerjiye sahiptir.

Kütle-Enerji Bir cismin kütlesi sayesinde sahip olduğu enerji. Fizikteki en bilinen $E=mc^2$ formülüyle hesaplanır, burada E enerji, m kütle ve c ışık hızıdır.

Kütle Çekimi Bkz. Kütleçekimsel Kuvvet.

Kütleçekimsel Kuvvet Doğadaki dört temel kuvvetten en zayıfı. Kütleçekimi, Newton'un evrensel kütleçekimi yasasında yaklaşık olarak açıklanmış olsa da Einstein'ın genel görelilik kuramı daha kapsamlı bir açıklama sunar. Genel görelilik, bir kara deliğin merkezindeki ve evrenin doğuşundaki eşsizliği yıkmaktadır. Günümüzde fizikçiler, kütleçekimi için daha iyi bir tanım aramaktadır. Şimdiden *kuantum kütleçekimi* olarak isimlendirilen bu kuram, kütleçekimini graviton isimli parçacıkların değişimi açısından açıklayacaktır.

Kopernik İlkesi Evren, uzay ve zamandaki konumumuzun hiçbir özel yanı olmadığını savunan düşünce. Kopernik'in, Dünya'nın Güneş sisteminin merkezinde özel bir konumda yer almadığı, Güneş'in etrafında dönen gezegenlerden yalnızca biri olduğu anlayışının geliştirilmiş durumudur. Ayrıca bkz. Evrenbilimsel İlke.

Kozmik Dalgalanmalar Bkz. Kozmik Ardalan Işınımı, Anizotropi.

Kozmos Evren kelimesinin eşanlamlısı.

Lagrange-2 Noktası Dünya-Güneş sisteminde, bir cisim üzerinde ki kütleçekimsel ve merkezci kuvvetlerinin dengede olduğu,

böylece cismin potansiyel olarak sabit kalabileceği beş noktadan biri. L2, Dünya'dan Güneş'e uzanan çizgide 1.5 milyon kilometre uzaklıktadır.

Madde Enerjinin en yoğun hali.

Madde, Atomik Evrenin azınlık bileşeni. Sizi, beni, yıldız ve gezegenleri oluşturuyor da olsa, evrenin kütle-enerjisinin sadece yüzde 4'ünden sorumludur, gerisi ise kara enerji ve kara maddedir.

Maddenin Baskın Olduğu Dönem Maddenin enerji yoğunluğunun ışığa oranla yüksek olduğu evre. Evrenin genişlemesi ışığın enerji yoğunluğunu maddeye göre daha hızlı seyrelttiği için bu sonuç kaçınılmazdır. Şu anda maddenin baskın olduğu dönemde bulunmaktayız.

Manyetik Alan Miknatıs veya manyetik bir malzemenin etrafını saran kuvvet alanı.

MAP Bkz. WMAP.

Mikrodalga Birkaç santimetre ile onlarca santimetre arasında dalga boyu ölçülen elektromanyetik dalga türü.

Mikrodalga Boynuzu Gökyüzünden mikrodalga toplayan huni şeklinde anten.

Molekül Elektromanyetik kuvvetlerle birbirine bağlı atom topluluğu. Karbon atomu, kendini ve diğer atomları birbirine bağlayarak çok sayıda molekül oluşturabilir. Bu nedenle kimyagerler karbon bazlı molekülleri organik, diğerlerini inorganik olarak sınıflandırır.

Molekül, Yıldızlararası Uzayda dolaştığı tespit edilen 100 çeşit molekülden biri. Etil alkol ve amino asit gliserin de bunlar arasındadır. Her biri teleskoplarla gözlenebilen kendine özgü bir tür ışık yayar.

Mutlak Sıfır Ulaşılabilen en düşük sıcaklık derecesi. Bir cisim soğurken atomları git gide daha ağır hareket etmeye başlar. Celsius ölçeğinde-273,15 dereceye denk gelen mutlak sıfırda ise tüm hareketler tamamen durur. (Aslında, Heisenberg Belirsizlik İlkesi mutlak sıfır noktasında bile ufak bir titreşim olduğunu gösterdiği için bu bilgi tamamen doğru değildir.)

NASA Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Ajansı.

Newton'un Evrensel Kütle Çekimi Yasası Tüm cisimlerin uzayda, kendi kütlelerine ve aralarındaki uzaklığın ters karesine bağlı olarak birbirlerini çektikleri fikri. Diğer bir deyişle, cisimler arasındaki uzaklık iki katına çıkarsa, kuvvet dört kat zayıflar, üç katına çıkarsa, dokuz kat zayıflar vb. Newton'un kütleçekimi kuramı gündelik uygulamalar için mükemmeldir, fakat yalnızca gerçeğe yaklaşık bir tahmin olduğu görülür. Einstein, genel görelilik kuramı kapsamında bu fikri geliştirmiştir.

Nova Yıldızlardan birinin süper yoğun bir beyaz cüce olduğu ikili yakın yıldız sistemi. Diğer yıldızdan emilen madde, sarmal hareketlerle beyaz cüceye doğru ilerler ve yeteri kadar toplandığında ısı açığa çıkaran bir nükleer reaksiyonlar zinciri veya bir patlamaya yol açabilir.

Nötrino Çok ufak bir kütle ile ışık hızına yakın bir hızda hareket eden nötr atom altı parçacığı. Nötronlar maddeyle nadiren etkileşime girer. Ancak sayıca çok bulunmaları halinde, süpernovalarda olduğu gibi bir yıldızı parçalayabilirler.

Nötron Atom çekirdeğinin iki temel yapıtaşından biri. Nötron, protonla aynı kütleye sahiptir, fakat elektrik yükü taşımaz. Çekirdek dışında kararsızdır, on dakika içinde dağılır.

Nötron Yıldızı Kendi kütleçekimi altında, içerdiği maddelerin çoğu nötronlarına ayrışacak ölçüde ezilen yıldız. Genellikle yalnızca 20-30 kilometre genişliğindedir. Nötron yıldızından küp şeker büyüklüğünde bir parça, tüm insanlığın toplam ağırlığı kadar çeker.

Nükleer Füzyon İki hafif çekirdeğin bir araya gelip nükleer bağlayıcı enerji açığa çıkararak daha ağır bir çekirdek oluşturma süreci. İnsanoğlu için en önemli füzyon işlemi, Güneş'in merkezinde hidrojen çekirdeklerinin yapışarak helyum elde edilmesidir, yan ürünü olarak güneş ışığı ortaya çıkar.

Nükleer İstatistiksel Denge Bir çekirdeği oluşturmaya çalışan nükleer reaksiyonların çekirdeği yok etmeye çalışanlar kadar hızlı olmasıyla ortaya çıkan şiddetli durum. Kargaşaya rağmen sıcaklık ve niteliklerine bağlı olarak çekirdekler sabit kalır.

Nükleer Reaksiyon Bir atom çekirdeğinin bozunarak başka bir atom çekirdeğine dönüştüğü tüm süreçler.

Nükleosentez Büyük Patlama sırasında veya yıldız içlerinde hafif elementlerden yavaş yavaş ağır elementler oluşması.

Nükleosentez, Büyük Patlama Evrenin başlangıcından sonra 1 ila 10 dakika içinde hafif elementlerin oluşması. Evrendeki helyumun çoğu bu şekilde oluşmuştur.

Nükleosentez, Yıldızlar Arası Yıldız içlerindeki fırınlarda karbon ve demir gibi ağır elementlerin oluşması.

Olay Ufku Bir kara deliği çevreleyen tek taraflı zar. Madde veya ışık, içinden geçen hiçbir şey bir daha dışarı çıkamaz.

Olbers Çelişkisi 19. yüzyılda Alman gökbilimci Heinrich Olbers'in yayımladığı, aslında kara olmasına rağmen, evren sonsuza kadar ilerliyorsa geceleri gökyüzünün bir yıldız yüzeyi kadar parlak olması gerektiğini belirten çelişki. İlk defa 1610'da, Alman gökbilimci Johannes Kepler tarafından öne sürülmüştür.

Oluşumun Işınımı *Bkz.* Kozmik Ar dalan Işınımı.

Plazma İyon ve elektronlardan oluşan elektrik yüklü gaz.

Pozitron Elektronun karşı parçacığı.

Proton Çekirdeğin iki temel yapıtaşından biri. Proton, elektronla aynı miktarda, fakat zıt olarak artı elektrik yükü taşır.

Pulsar Deniz feneri gibi yoğun bir radyo dalgası ışını yayan, büyük bir hızla dönen nötron yıldızı.

Radyo Dalgası Bir santimetreden daha uzun dalga boyuna sahip elektromanyetik dalga türü.

Radyoaktif Bozunma Kararsız ağır atomların daha kararlı ve hafif atomlara dönüşmesi. Süreç sırasında, alfa parçacıkları, beta parçacıkları veya gama ışınları yayılır.

Radyoaktivite Radyoaktif bozunmaya uğrayan atomların özelliği. **Samanyolu Galaksimiz.**

Sefe Değişkeni Belli aralıklarla şişen ve büzülen çok parlak bir sarı yıldız. Değişim süreci, yıldızın iç ısıtısına bağlıdır. Yani bir Sefe'nin parlaklığı, şişme aralıklarından hesaplanabilir. Görülen parlaklığıyla yapılan kıyaslama ise uzaklığını belirler. Sefe'ler, Andromeda gibi yakın galaksilerin uzaklıklarını ölçmede kilit rol oynamışlardır.

Sıcaklık Bir cismin sıcaklık derecesi. Kendisini oluşturan parçacıkların hareket enerjisine bağlıdır.

Sicim Kuramı *Bkz.* Süper Sicim Kuramı.

Siyanojen Bir karbon atomu ile bir nitrojen atomunun birleşiminden oluşan molekül (CN). Yıldızlararası siyanojen molekülleri ufak güller gibi döner, kozmik aralan ışıınımı fotonlarına çarpmaları nedeniyle dönüşleri beklenenden hızlıdır.

Soğuk Yük Gökyüzü kaynaklı radyo dalgalarının gerçek sıcaklığının *mutlak* bir ölçümünün yapılabilmesi için karşılaştırılacak bir dayanak standartı. Kozmik aralan ışıınımı için mutlak sıfırın 4,2 derece üzerindeki sıcaklığıyla 2,725 derecelik ardalana yakınlığı nedeniyle, çoğunlukla sıvı helyum soğuk yükü kullanılmıştır.

Son Savrulma Evresi Büyük Patlama ateştopunun elektronlar ve çekirdeklerin bir araya gelerek ilk atomları oluşturmaya yetecek kadar soğuduğu, evrenin başlangıcından yaklaşık 380.000 yıl sonraki dönem. Serbest elektronlar, fotonların tekrar yönlendirilmesi veya *savrulmasına* neden oldukları için bu dönemden önce ışık düz bir batta ilerleyemiyordu ve evren ışık geçirmez bir durumdaydı. Elektronlar atomlar tarafından temizlendikten sonra, fotonlar elektronlara çarpmadan dümdüz ilerleyebilmeye başladı ve evren şeffaflaştı. Günümüzde bu dönemden kalma, evrenin genişlemesi nedeniyle büyük ölçüde soğumuş *kozmetik aralan ışıınımı* adı verilen fotonlara maruz kalıyoruz.

Spektral Çizgi Atom ve moleküller, ışığı kendilerine özgü dalga boylarında emer ve yayarlar. Göksel bir cisim ışığı yaydığından daha fazla emerse, bu, tayfında siyah bir çizgi olarak belirir. Tersine, emdiğiinden fazla yayarsa, parlak bir çizgi olarak gözlenecektir.

Standart Kandil Kendine ait standart bir parlaklığı olduğuna inanılan göksel cisim türü. Gökbilimciler birinin diğerinden daha az parlak olduğunu görürse, daha uzakta olduğu sonucuna varır. Sefe değişkenleri ve Ia türü süpernovaların standart kandiller olduğuna inanılır.

Su Buharı Uzak kızılötesini büyük bir kuvvetle emdiği için evreni aralan ışıınımına neredeyse geçirmez hale getiren molekül. Diğer yandan, Dünya'yı donmaktan kurtardığı için esas *sera gazı*dır.

Süper Kuvvet Evren Büyük Patlama sonrasında soğurken, doğanın dört temel kuvvetinin *donmasıyla* oluşan varsayımsal kuvvet.

Süper Küme Bkz. Galaksi Süper Kümesi.

Süper Sicim Kuramı Evrenin temel bileşenlerinin incecik madde sicimleri olduğunu farz eden kuram. Sicimler, on boyutlu bir uzay-zamanda titreşir. Bu fikrin en büyük faydası, kuantum kuramı ile genel görelilik kuramını birleştirebilecek veya bütünleştirebilecek olmasıdır.

Süpernova Bir yıldızın tufan benzeri patlayışı. Bir süpernova, kısa bir süre için 100 milyar yıldızlı bir galaksiden daha fazla parlayabilir. Gerideyse yüksek miktarda sıkıştırılmış bir nötron yıldızı bıraktığı düşünülmektedir.

Süpernova, Ia Türü Komşu bir yıldızdan boşalan maddenin tetiklediği bir beyaz cüce yıldız patlaması. Bu tür süpernovalar temelde aynı yıldız çeşidinden ortaya çıktığı için iç parıltılarının eşit olduğu düşünülmektedir. Bu sayede gökbilimsel bir uzaklık bildirgeci olarak kullanılırlar. Diğerinden daha soluk bir Ia türünün, daha uzakta olduğu varsayılır.

Şeytan Ekseni Wilkin'son Mikrodalga Anizotropi Roketi tarafından gözlenen, kozmik ardaan ışınlamındaki dev sıcaklık lekelere anormal şekilde sıralanmasına verilen isim. Teknik olarak bu hiza, *dört kutuplu ve sekiz kutuplu* sıcaklık değişimleri arasında bulunur. Bu tür bir hizanın, evrenbilimin standart şişme kuramına bağlı olarak gerçekleşmesi olasılık dahilinde değildir. Bu anormalliğin dikkate değer olup olmadığı henüz bilinmemektedir.

Şişme Kuramı Evrenin, doğuşunun ilk zamanlarında inanılmaz hızla bir genişleme yaşadığı fikri. Bir bakıma şişme, geleneksel Büyük Patlamadan daha önce gerçekleşmiştir. Büyük Patlama bir el bombasıysa, şişme hidrojen bombası etkisindedir. Şişme kuramı, Büyük Patlama teorisindeki ufuk sorunu gibi bilmecelere çözüm getirir.

Şişme, Daimi Şişmenin bir özelliği. Şişen veya *sunî* uzay boşluğu, Büyük Patlama evrenleri oluşturarak normal boşluğun içinde kabarcıklar halinde ayrışsa da bozunmasından daha büyük bir hızla büyür. Bu nedenle bir kez başlayan şişme durdurulamaz.

Tayf Işığın bileşenleri olan gökkuşağı renklerine ayrılması.

Temel Kuvvet Tüm olayların altında yattığına inanılan dört temel kuvvetten her biri. Bunlar kütleçekim kuvveti, elektromanyetik kuvvet, yeğın kuvvet ve zayıf kuvvettir. Bilim insanları, bu dört kuvvetin aslında tek bir süper kuvvetin değişik yönleri olduğundan kuşkulıdır. Hatta yapılan deneyler elektromanyetik ve zayıf kuvvetin, aynı madalyonun iki yüzü olduğunu göstermektedir.

Temel Parçacık Maddenin temel yapıtaşlarından her biri. Günümüzde fizikçiler, 6'şar adet farklı kuark ve lepton olmak üzere toplam 12 temel parçacık olduğunu düşünmektedir. Kuarkların leptonun değişik bir yüzü olduğu umut edilmektedir.

Termodinamiğin İkinci Kanunu Entropinin asla azalmayacağı hükmü. Isının asla soğuk bir cisimden sıcak olana doğru akmayacağı şeklinde de anlaşılabilir.

Ufuk, Işık Bkz. Işık Ufku, Kozmik.

Ufuk Sorunu Evrenin, Büyük Patlama sırasında bile temas halinde olamayacak kadar birbirinden uzak bölgeleri arasında, yoğunluk ve sıcaklık gibi niteliklerinin benzer olmasından doğan sorun. Teknik olarak her zaman birbirlerinin ufkunun ötesindeydiler. Şişen evren kuramı, bu bölgelerin Büyük Patlama sırasında temasta bulunabildikleri bir yol sunarak ufuk sorununu potansiyel olarak çözme olanağı sağlar.

Ultraviyole Çok sıcak cisimler tarafından yayılan görünmez ışık. Güneş yanığının nedenidir.

Uranıyum Doğal olarak ortaya çıkmış en ağır element.

Uzay Boşluğu, Kuantum Boş evrenin kuantum tablosu. Boş olmak şöyle dursun, evren, Heisenberg Belirsizlik İlkesi'nin izin verdiği ölçüde var olup yok olan çok kısa ömürlü mikroskobik parçacıklarla dolup taşar.

Uzay Boşluğu, Suni Yeterince negatif basınçla, itiş kütleçekimi üreten uzay boşluğunun olağan olmayan hali. Bu durumun evrenin başlangıcında var olduğu ve şişmenin yüksek hızdaki genişlemesine neden olduğu düşünülmektedir.

Uzay Boşluğu, Şişen Bkz. Uzay Boşluğu, Suni.

Uzay-Zaman Genel görelilik kuramına göre uzay ve zaman temelde aynı şeydir. Dolayısıyla tek bir varlık, yani uzay-zaman olarak ele alınır. Kütleçekimi, uzay-zamanın bükülmesidir.

X-Işınları Yüksek enerjili ışık türü.

Yavaşlama Parametresi Büyük Patlama modellerinde, kütleçekiminin evrenin genişlemesi üzerindeki frenleme etkisini gösteren sayı.

Yeğın Nükleer Kuvvet Atom çekirdeğinde proton ve nötronları bir arada tutan kısa menzilli yeğın kuvvet.

Yıldız Uzayda kaybettiğı ısıyı, çekirdeğinde üretilen nükleer enerjiyle yenileyen dev gaz topu.

Yıldızlararası Ortam Yıldızlar arasında süzölen seyrek gaz ve toz bulutu. Güneş'in yakınlarında her 3 cm² bir hidrojen atomu içeren bu gaz, dünyada elde edilecek her şeyden daha iyi bir uzay boşluğu oluşturur.

Yıldızlararası Uzay Yıldızlar arasındaki boşluk.

Yoğunluk Bir cismin kütesinin hacmine bölümü. Havanın düşük, demirin yüksek yoğunluğu vardır.

Zayıf Nükleer Kuvvet Atom çekirdeğinde proton ve nötronları etkileyen ikinci kuvvet. Diğerı yeğın nükleer kuvvettir. Zayıf nükleer kuvvet bir nötronu protona çevirek beta bozunmasına uğramasına neden olur.

Dizin

A

- Adams, Walter 95, 96
 Alfa Centauri 42
 Alpher, Ralph 52, 53, 54, 58, 61,
 85, 86, 88, 89, 90, 92, 93, 94,
 95, 138, 223, 231
 Alvarez, Luis 128, 129
 Amerikan Gökbilim Derneği 25,
 140
 Amerikan Fizik Derneği 153
 Anfiler 74, 140
 Andromeda: Büyük Bulutsu (M31)
 25-29
 Antartika 114
 antenler 61-2
 Associated Press 159-60
 atmosfer: kalınlık 74
 atomlar
 bileşim 46-8
 oluşum 53
 çekirdek 46-8
 bölünme 47-8
 Ay 19
 Ayrımcı Mikrodalga Radyometre-
 si *bkz.* DMR

B

- Bahcall, Neta 196
 balonlar, yüksek irtifa 109-11,
 116, 135, 177-81
 Beckman, John 112, 203
 Bell Laboratuvarı 68-77, 79-81,
 83, 97-8
 Belton, Neil 10, 11, 203,
 Bennett, Andrew
 Bennett, Charles
 ve COBE 130-39
 COBE Nobel Ödülü üzerine
 201-202
 COBE tanıtımı üzerine 156-63
 COBE sonuçları üzerine 140,
 144, 153, 167-69
 COBE sonuçlarının güvenilir-
 liği üzerine 177-78
 soğuk kara madde kuramı
 üzerine 157-58
 safra kesesi ameliyatı 191-92
 Wilkinson'ın ölümü üzerine
 193
 ve WMAP 185-96, 197-202
 Bennett, Ethan
 Bennett, Renee
 Büyük Patlama
 öncesi 56-9, 172-75
 nedenler 37, 172-74
 ilk saniyesinin binde birinde-
 ki koşullar 101-102
 soğuma evresi 53-55
 tanımı 38
 keşif 28-32, 36
 sıcaklığı 46-47
 kalıntı ışınımı *bkz.* kozmik
 ardalet ışınımı
 salınan veya sıçrayan evren
 kuramı 56-59
 Büyük Çöküş 57, 183
 Bohr, Niels 45
 Bolometreler 111-12, 113-14, 116,
 178-79

Bolton, John 70, 72,
Bondi, Hermann 43
British Columbia Üniversitesi
117, 145-47
Brockman, John 163, 164, 202,
bulutsular, sarmal 26-8, 29-31
ayrıca bkz. galaksiler
Burke, Bernie 78, 79, 108,

C

California Üniversitesi, Berkeley
Berkeley-Nagoya sapması
117-18, 143-44
ve COBE 128-29
ve COBE tanıtımı 153, 157-62
diğer aralan ışınını deneye-
ri 111-12, 116-17, 119
Cambridge Üniversitesi 43-5
Canaveral Burnu 130-31, 190-91
CCD'ler 122-23
Challenger uzay mekiği 132
Cheng, Ed 142, 178, 180,
Chown, Marcus
kitapları 10-11, 15-6
çocukluğu ve eğitimi 12-15
babası 11-16
büyükbabası 14-15
Churchill, Manitoba 146
COBE (Kozmik Aralan Kaşifi)
uydusu
davranış kontrol sistemi
130-31
soğuk yük 134-35
destekleyen deneyler 177-81
maliyet 137-38
"Tanrı'nın yüzü" yorumu 153,
162-63
fırlatılış 137-39
roket fırlatıcı 130-37
Nobel ödülü 164-65, 200-202
yörünge 129-31
planlama ve inşa 127-35
tanıtım sonuçları 10, 155-65

sonuçlar 12-21, 140-45, 148-51
sonuçların açıklanması 166-75
sonuçların güvenilirliği 176-78
büyüklük ve şekil 137-38
deneme 135-38
Cockroft, John 47
Crick, Francis 46

Ç

çekirdek bkz. atomlar, çekirdek
çoklu evren 200-201

D

Daily Telegraph 162
Davis, Rod 122
Delta roketleri 130-33, 136, 138-
39, 186
Dicke, Bob
özgeçmiş 56
ve COBE 142-43, 162
deney ve kuramları 56-9, 87-8,
91-3, 98-9
lisansüstü öğrencileri 78
Gamow'la bağlantıları 86-8
ve ölçüm eğilimleri 66
ve Nobel Ödülü 103-104
ve Penzias ile Wilson'un çalış-
maları 78-81, 83-4, 86-9
Dicke düğmesi 66
DIRBE (Geniş Kızılötesi Aralan
Deneyi) 129-30
DMR (Ayrımcı Mikrodalga Radyo-
metresi) 129-30, 149-50, 156
DNA 46
Doppler etkisi 30
Doroshkevich, Andrei 92, 93
durağan evren kuramı 42-4
Dünya hareketi 119-20

E

Echo I uydusu 69
Eddington, Arthur 37

Efstathiou, George 154

Einstein, Albert

madde ve enerji üzerine

211-12

Nobel Ödülü üzerine 103-104

ve durağan evren 34-7, 196,

197

görelilik kuramı 33-4, 56

elektrik yükleri 46-8

elektrik akımları 74, 111-12, 135

elektronlar 46-7, 50-1, 53, 62-3,

167, 177, 181-82

elementler: oluşum 46-55, 57-8,

60-1

enerji

ve ışığın rengi 41

korunumu 50-52

ve kozmik ardalan ışıınımı 52-

3, 58-9, 82, 117-18

ve kozmik dalgalanmalar 121-

22, 181-82

ve kozmik sicimler 167-68

kara enerji 10-11, 196-98, 212

ve şişen evren kuramı 172-74

ve galaksilerin hareketi 119

kökləri 38

ve foton dalga boyları 52-3

Büyük Patlamayla ortaya

çıkan 19-20

radioaktiviteyle ortaya çıkan

37

durağan enerji 120-21

ve termal denge 50 2

evren

yaş 10-11, 28-32, 38, 197-99

başlangıç bkz. Büyük Patlama

merkez 38-9

COBE keşifleri hakkında

166-75

çarpışma 11-2

bileşim 195-98

kritik yoğunluk 196

madde dağılımı 19-21, 119-22

Einstein'ın sabit evren üze-

rine çalışmaları 34 6, 37,

196, 197

genişleme 31-2, 35-7, 39-40

genişlemenin hızlanması 197

sonu olması 39-43

geleceği 182-83

gözlenebilir 10-11

salınım 56-9

şekil 200

büyükölük 25-9

durağan evren kuramı 42-4

sıcaklık 54, 61, 82

WMAP keşifleri üzerine 10-12,

194-201

evrenler, diğerlerinin varlığı

200-201

evrenbilimsel sabit 34-6, 197

Evrenbilimsel İlke 38-40

F

filtreler 112

FIRAS (Uzak Kızılötesi Kesin

Spektrofotometre) 129-30,

137-38

Follin, James 55

Fort Sumner 179

fotonlar

ve Berkeley-Nagoya çarpıklığı

118

ve kozmik dalgalanmalar 120-

22, 167-68, 181-82

ve kozmik sicimler 167-68

tanım 50

son savrulma evresi 53-4, 82

elektronlarla etkileşim 50-1

evrenin olası tekrar ısıtılması

167

madde parçacıklarına göre

fotonların oranı 119-21

ve termal denge 51-3

dalga boyu ve enerji 52-3

Friedmann, Aleksandr 36, 37, 38,

45

G

galaksiler

keşif 26-8

oluşum 20-1, 119-23, 148-54,

166-76, 181-82, 195-98,

199-201

radyo galaksiler 43-4

dağılımlarının eşitsizliği

122-23

vektörel hız 29-32, 39-40

galaksi kümeleri 28-9

galaksi süper kümeleri 28-9

gama ışınları 18-50

Gamow, George

özgeçmiş 45-4

ölümü 102

deney ve kuramları 45-7, 91,

92, 101, 102

bir idol olarak 87-9

Dicke'yle bağlantıları 86-8

ve Penzias ile Wilson'un çalış-

maları 85-9

ve atomun parçalanması 205

Ganga, Ken 179

gece karanlığı 39-43

Geniş Kızılotesi Ardalan Deneyi

bkz. DIRBE

Goddard Uzay Uçuş Merkezi

ve COBE 129-39, 149-51,

159-60

ve Page'in deneyi 177-80

Solar Environmental Simula-

tor 136-37

ve WMAP 187-90

Goddard Uzay Bilim Merkezi 127

Gold, Thomas 43

gökyüzü ekvatoru 99-100

göksel kuzey kutup 99-100

görelilik kuramı 33-4, 56

Guardian 153

Gulkis, Samuel 128, 129,

Gush, Herb 117, 145, 146, 147,

173, 203

Guth, Alan 172

Güneş

Güneş ışınının yaşı 210

iç 51-2

şekil 98-9

ısı tayfı 52-3

ışığın Dünya'ya ulaşması için

gereken zaman 42

H

Halley, Edmund 40

Halpern, Mark 145, 146, 147

Harrison, Ed 42

Hauser, Mike 201

Hawking, Stephen 10, 21, 154, 155,

helyum 54-5, 60, 93-4

sıvı 64-6, 113-14, 116-17, 131-

32, 188-89

Helyum-3

Herman, Robert 53, 54, 58, 61, 85,

86, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95,

138, 203

Hogan, Craig 168

Hoyle, Fred 43, 55, 57, 60, 93, 94,

Hubble, Edwin 25, 26, 27, 28, 29,

31, 32, 33, 36, 37, 39, 45, 81,

133, 135, 155, 156, 187, 195,

196, 210, 211,

Hubble sabiti 194-95, 211

Hubble Uzay Teleskobu 187,

210-11

Hubble kanunu 210

Humason, Milton

hidrojen 46-7, 57-8

I-İ

IRAS uydusu 131-32

Independent 154

ısı ışıınımı 51-3

ışık

gece karanlığı 39-43

bızı 41-2

türleri 17-20

dalga/parçacık doğası 50
 dalga boyu ve uzaklık ölçümü
 29-31, 36
 dalga boyu tanımı 206
ayrıca bkz. kozmik arda-
 lanişını; fotonlar; tayf
 ışık ufku, kozmik 42
 ışınımın baskın olduğu dönem
 120-21, 211
 İngiliz Hava Sahası, Winnipeg
 145-47

J

Jackson, Clifton 189
 Jakes, Bill 70
 James Webb Uzay Teleskobu 187
 Jansky, Carl 83
 Jet Propulsion Laboratuvarı 128,
 187
 Jodrell Bank 122

K

kara cisimler
 kara cisim tayfı 51-53
 COBE tayfı 140-45
 Gush'ın tayfı 145-47
 Penzias ve Wilson'un tayfı
 96-7
 kara cisim tayfının önemi
 51-3, 58-9, 98, 106-107,
 117-18
 Woody ve Richards'ın tayfı
 117
 kara delikler 18, 123, 169, 212
 kara enerji 10-11, 196-98, 212
 kara madde 10-11, 168-72, 195-98
 soğuk 157-58, 170-72
 sıcak 171-72
 kahverengi cüceler 169
 Kanarya Adaları 121-22
 karbon 46-7
 karbonmonoksit 103-104
 Kefren Piramidi 128-29

Kepler, Johannes 40, 41, 42, 217
 kızıl cüceler 41
 kızıl devler 19
 Kızılötesi 18
 kızıl yönüne kayan 30, 36
 Kogut, Al 153
 Kopernik İlkesi 38-9
 Kuzey kutbu 114
 kuantum dalgalanmaları 199-201
 kuantum kuramı 197-98
 kuantum uzay boşluğu 173-74
 kuarklar 101
 kuasarlar 123-24
 kütleçekimsel dalgalar 167-68
 kütleçekimi 33-4, 56, 120-21, 197
 kızılötesi 19
 Kozmik Arda-
 lan Kaşifi Uydusu
bkz. COBE
 kozmik arda-
 lanişını
 Adam'ın fark etmediği keşfi
 95-6
 anizotropi 21, 148-54, 177-82,
 187-89
 COBE tayfı 140-45
 deneylerle ilgili zorluklar
 113-15
 çift kutuplu anizotropisi
 119-20
 keşif 58-9, 61-90
 ve Dünya'nın hareketi 119-20
 gelecekte 182-83
 keşif için Nobel Ödülü 102-
 104
 diğer deneyler 96-101, 105-
 104, 116, 117-18, 135
 önemine genel bakış 19-22
 güç tayfı 194-96
 varlığı ve özellikleri üzerine
 tahminler 54-5
 dört kutuplu ve sekiz kutuplu
 anlar 200
 bilim insanlarının hayranlığı
 109-110
 eşitlik 119-24

tayf ta tümsek sorunu (Berkeley-Nagoya çarpıklığı) 116-18, 143-44
sıcaklık 54, 61, 81-2, 198-99
neden daha önce keşfedilmedi 91-5
WMAP bilmeceleri 199-201
WMAP sonuçları 194-6, 197-201
ayrıca bkz. COBE
Kopenhag Üniversitesi 45-6
kozmik tekrar iyonlaşma 198-99
kozmik itiş 34-6, 197
kozmik dalgalanmalar 148-54, 177-82, 197-89
kozmik sicimler 167-68

L

Lagrange-2 noktası 192-93
Lange, Andrew 143
Lawrence Berkeley Laboratuvarı 153, 157-62
Leavitt, Henrietta 27
Lemaitre, Georges 36, 37, 38, 49
Lowell Gözlemevi, 29
Lubin, Phil 119, 129

M

McKellar, Andrew 96
Magueijo, João 200
MAP *bkz.* WMAP Roketi
Maserler 70-1
Massachusetts Teknoloji Enstitüsü *bkz.* MIT
Mather, John
görünüm ve özgeçmiş 127
bolometre deneyleri 112
ve COBE'de adı geçenler 159-60
ve COBE planlaması 127-29, 131, 132, 134-35, 137-39
ve COBE tanıtımı 157-60, 162-63

ve COBE sonuçları 140-41, 144
ve COBE'nin başarısı 180-81
Gush'ın tayfı üzerine 147
ve James Webb Uzay Teleskobu 187
daha fazla araştırma gereksinimi üzerine 181-82
kazandığı ödüller 164-65, 200-201
veWMAP 187
Matsumoto, Toshio 117
madde
ve Büyük Çöküş 57
bileşim 101
ve kozmik ardalan ışıınımı 82
uzayda dağılımı 19-21, 119-22
ve son savrulma evresi 54
ve kütleçekimi 33-4
kökler 36, 38, 43-4, 95
ve ışıınım 50
fotonlar ile madde parçacıklarının oranı 119-21
ve termal denge 51-2
ayrıca bkz. kara madde
maddenin baskın olduğu dönem 120-22, 215
Melchiorri, Francisco 122
Messier, Charles 26
Meyer, Stephan 178, 180
Michelson, Albert 112, 113, 116
Michelson interferometreleri 112-14, 116
mikrodalga antenler 61-3, 69-70
mikrodalgalar
tanım 19, 58-9
tespit 58-9
ayrıca bkz. kozmik ardalan ışıınımı
MIDEX (Orta Sınıf Gezgini) programı 186-87
MIT (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü) 107-108, 111-12, 128, 177-80

Moore, Bob 59
 Mount Wilson Gözlemevi 25, 30-1,
 95
 mutlak sıfır: 215
 Mükemmel Evrenbilimsel İlike 42-4

N

Nagoya Üniversitesi 117
 NASA (Ulusal Havacılık ve Uzay
 Ajansı)
 ve COBE 127-39, 152
 ve COBE tanıtımı 156-60
 Jet Propulsion Laboratuvarı
 128, 187
 ve WMAP 185-90, 93
 nötronlar 46-9, 52-3, 86-7, 101
 Newton, Isaac 33, 56, 209, 214,
 216
 Novikov, Igor 92, 93,
 nükleer kuvvet 47-8

O

Ohm, Ed 74, 79, 80, 93,
 Olbers çelişkisi 40-3
 Orta Sınıf Gezgini programı *bkz.*
 MIDEX

P

Page, Lyman 178, 179, 180, 187,
 193, 203,
 parazit 9, 64-6, 74
 parçacık fiziği 101-102
 parçacıklar
 keşfedilmemiş atom altı 169
ayrıca bkz. elektronlar;
 nötronlar; protonlar;
 kuarklar
 Partridge, Bruce
 Berkeley-Nagoya çarpıklığı
 üzerine 143-44
 ve COBE sonuçları 140-42,
 158-59

deneyler 98-101, 105-109, 114-
 15, 121-22
 Gush üzerine 145
 kısa dalga boylarında deney-
 ler üzerine 117

Peebles, Jim

özgeçmiş 59
 COBE tanıtımı üzerine 156-
 57, 161
 COBE sonuçları üzerine 142-
 44, 155, 176
 COBE sonuçlarının güvenilir-
 liği üzerine 177-78
 soğuk kara madde üzerine
 170-72
 Samanyolu'nun ardalan
 ışınımı içindeki hareketi
 üzerine 119-20

deneyler 59-61

Gush'ın tayfı üzerine 147

Gamow'un çalışmaları ko-
 nusundaki bilgisizliği
 üzerine 86-9

şişen evren kuramı üzerine
 172-73

Penzias ve Wilson'un Nobel
 Ödülü üzerine 103-104

Penzias ve Wilson'un çalışma-
 ları üzerine 79-80, 83-4,
 86, 96-8

yaptığı konuşmalar 78-9, 96-7

Penzias, Arno 68, 70, 71, 72, 73,
 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81,
 83, 84, 85, 86, 87, 89, 92, 95,
 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103,
 104, 108, 119, 147, 155, 164,
 193

Petrograd Üniversitesi 36, 45

Princeton Üniversitesi

Dicke, Wilkinson ve Roll'un
 çalışmaları 56-67, 97-8

Guot Binası 61-2

Page'in deneyi 177-80

Wilkinson ve Partridge'in
çalışmaları 105-109
ve WMAP 187
Prognoz-9 152
Protonlar 46-9, 52-3, 101

Q

Quayle, Dan 140
Queen Mary Üniversitesi, Londra
112, 203

R

radar 56, 59
Radford, Tim 153
radyo gökhilliniir keşif 83
radyo galaksiler 43-4
radyo teleskoplar 64-5
radyo dalgaları 62-3, 64, 87-8
ayrıca bkz. mikrodalgalar
radyoaktivite 37, 47-8
radyometreler 59
Relict I 152
durgun enerji 120-21
Richards, Paul 112, 116, 117, 143
Rickson, Jerry 102
Roll, Peter 58, 59, 61, 62, 63, 64,
65, 66, 67, 68, 69, 71, 79, 80,
83, 97, 98, 99, 100, 147
Rutherford, Ernest 45
Ryle, Martin 44, 83

S

Samanyolu
ve kara madde 169
pek çoğunun arasında yalnız-
ca bir galaksi olmasının
keşfi 26-8
hale 72-4
hareket 119-20
ışınım 150-51, 177, 180
Sandage, Allan 195
Schlovski, Iosef 96

Schneider, Martin 103
Science 193, 198
Sefe değişkeni 26-8
sıcaklık 218
sıcak kara madde bkz. kara
madde
Siyanijen 95-6
Silk, Joseph 121
Sitter, Willem de 35, 36
Slipher, Vesto Melvin 29, 30, 31
Smoot, George
ve COBE 128-29
ve COBE tanıtımını 10, 153, 158-
60, 162-63
deneyler 112
COBE tanıtımından kaynakla-
nan şöhreti 162-65
ve Nobel Ödülü 164-65, 200-
202
ses dalgaları 30
soğuk kara madde bkz. kara
madde
soğuk yükler 64-66, 71-74, 100-
101, 113-14, 134-35
son savrulma evresi 53-4, 82, 187-
89, 194-95, 198-99
sondaj roketleri 110-12, 117-18,
145-47
Sovyetler Birliği 152
standart kandiller 197
Stokes, Bob 108
Sullivan, Walter 85
süper kümeler bkz. galaksi süper
kümeleri
süpernovalar, Ia türü 197-98

Ş

şeytan eksenini 200
şişen evren kuramı 171-75, 195-
97, 199-201

T

- Tayler, Roger 94
 tayf
 kara cisim tayfı 51-3
 COBE tayfı 140-45
 açıklama 29
 Gush'ın tayfı 145-47
 evrenbilim için önemi 29-31
 tayfta tümsekler 116-18
 WMAP tayfı 194-98
 tayf çizgileri 29-31
 televizyon
 antenler 61-3
 parazit 9
Telstar 70, 71
 Thatcher, Margaret 14
 termal denge hali 51-2
 Townes, Charles 70
 Turner, Ken 78, 154
 Turner, Michael

U

- ufuk *bkz.* ışık ufku, kozmik
 ufuk sorunu 174-75
 Ulusal Standartlar Bürosu 54-5
 Ulusal Araştırma Laboratuvarı
 54-5
 uranyum 46-7
 uydular
 ve iletişim 68-70
 IRAS 131-32
 Relict 1 152
 ayrıca *bkz.* COBE; WMAP
 uzay doğası 33-34
 uzay mekiği 130-32
 uzay boşluğu 172-74, 197-98
 sunî uzay boşluğu 173-74
 şişen uzay boşluğu 200-201
 kuantum uzay boşluğu 173-74

V

- Van Allen ışınlamı kemerleri 76-7
 Vandenberg Hava Kuvvetleri Üssü
 130-31, 137-39
 Virgo Kümesi 28-9

W

- Walton, E.T.S.
 su buharı 87-8, 105-108
 Watson, James
 dalgalar *bkz.* kütleçekimsel
 dalgalar,
 ışık; mikrodalgalar; radyo
 dalgaları, ses dalgaları
 Weiler, Ed 193
 Weinberg, Steven 94, 95
 Weiss, Ray 112, 127
 White, Michael 163, 203
 White, Mountain 108, 146, 163,
 203
 White Sands füze deney atış yeri
 146-47
 Wilkins, Maurice
 Wilkinson, David
 Berkeley-Nagoya çarpıklığı
 üzerine 143-44
 bolometre deneyleri üzerine
 112
 ve COBE 127-28, 130-31, 133-
 35, 137, 138, 139
 COBE tanıtımı üzerine 156-61
 COBE sonuçları üzerine 141-
 45, 149-54
 COBE sonuçlarının güvenilir-
 liği üzerine 176-78
 COBE dedektörleri üzerine
 178-79
 ölümü 192-93
 Doroshkevich ve Novikov
 üzerine 92-4
 Dünya'nın hareketinin ar-
 dalan ışınlamına etkisi
 üzerine 119

- deneyleri 58-68, 97-101, 109-11, 121-22, 135
- Ardalan ışınımına merakı 109-10
- Gush'in tayfı üzerine 147
- Gamow'un çalışmalarından habersiz oluşu üzerine 86-9
- Ardalan ışınımı keşfinin geç oluşu üzerine 92
- Ardalan ışınımı deneylerinde-ki sorunlar üzerine 114
- Penzias ve Wilson'un Nobel Ödülü üzerine 103-104
- ve Penzias ile Wilson'un çalışmaları 79-81, 83-5, 86
- ve WMAP 187, 191
- ve Woody ile Richards'ın deneyi 117
- Wilson, Robert
- ve Alpher ile Herman 90
- özgeçmiş 68
- karbonmonoksit keşfi 103-104
- COBE üzerine 141-42, 154, 156
- Ardalan ışınımının keşfi 70-77, 79-81, 83-6
- üzerinde Gamow'un tesiri 88-9
- Ardalan ışınımı keşfinin geç oluşu üzerine 92
- Nobel Ödülü 102-104
- Wishnow, Ed
- WMAP (Wilkinson Mikrodalga Anizotropi Roketi)
- veri analizleri 192-94
- kalkışı 190-91
- fırlatma roketi 185-87
- yörünge 191-93
- asıl ismi 187-88
- plan ve inşaa 187-90
- neden olduğu bilmece 199-201
- yeniden adlandırma 192-93
- sonuçlar 10-12, 194-96, 197-201
- takım 190
- Woody, Dave 116, 117
- Wright, Ned 150, 152, 153, 160
- X**
- X-ışınları 18
- Y**
- yavaşlama parametresi 194-95
- yeğin nükleer kuvvet 47-8
- yıldızlar
- ve elementlerin oluşumu 57-8
- ilk oluşumları 198-99
- ömürleri 42-3
- yıldızlararası gaz 95-6
- yıldızlararası uzay 96
- Yerel Grup, 28-9
- ylem 47-9, 52-3
- Yuma 105-108
- Z**
- Zel'dovich, Yakov Boris
- Zuckoff, Mitchell
- Zwicky, Fritz