

# BÜYÜK PATLAMA

**Evrenin genişliyor oluşu, kuşkusuz insanoğlunun kendi kökeniyle ilgili keşfettiği en önemli gerçeklerden biri. Eğer evren genişlemiyor olsaydı, bu günkü yapısına kavuşamayacaktı. Ne gezegenimiz ne de biz var olmayacaktık. İşte evrenin genişliyor oluşu onun bir başlangıcının olduğu gerçeğini de su yüzüne çıkarıyor. Bu başlangıç için ortada duran en geçerli kuram da “büyük patlama”. Bu kurama göre evren, 13,7 milyar yıl önce bu patlamayla ortaya çıktı.**

Gezegenimiz, uzaktan bakıldığında mavi bir bilye gibi görünür. Ancak, binlerce yıl önce, insanların Dünya'yı bu şekilde görmeleri olası değildi. O sıralar, yeryüzünün bile çok az bir bölümü keşfedilmişti ve onun düz olduğunu, kenarına fazla yaklaşıldığıdaysa aşağı düşüleceğini düşünenler vardı. Yunan filozof Aristotle, yaptığı bazı basit gözlemlerle Dünya'nın yuvarlak olması gerektiğini düşünmüştü. Bundan neredeyse 2000 yıl kadar önce Batlamyus (Ptolemy), “Dünya merkezli evren” modelini ortaya attı. Buna göre, evrendeki her şey Dünya'nın çevresinde dolanıyordu. Batlamyus, aynı zamanda bir matematikçiydi ve bu nedenle gezegenlerin gökyüzündeki hareketini kendi modeline uydurmakta zorlanmıştı. Ancak, gezegenlerin yörüngelerinde dolanırken aynı zamanda küçük çemberler üzerinde dolandıklarını düşündü. Bunun gibi birta-

kım başka açıklamalarla gezegenlerin Dünya çevresinde yaptıkları hareketleri açıklamaya çalıştı. Batlamyus'un bu modeli, yaklaşık 1400 yıl boyunca kabul gördü.

1500'lü yıllarda Kopernik, evrenin merkezine Güneş'i koydu. Her ne kadar Yunanlı gökbilimci Aristarkhus bu modeli ondan 1500 yıl önce öngördüyse de bu düşüncesi yaygın olarak kabul edilmişti. Kopernik'in modeli, gezegenlerin gökyüzündeki hareketini açıklayan en basit modeldi. Buna göre, gezegenler Güneş'in çevresinde, çember biçimindeki yörüngelerde dolanıyorlardı. Kepler, Kopernik'in Güneş merkezli evren modelini daha da geliştirdi. Gezegenlerin yörüngelerinin tam olarak çember değil, elips biçiminde olduğunu öne sürmekle kalmayıp, onların bu elips biçimindeki yörüngelerde nasıl hareket ettiğini açıkladı.

1900'lü yılların başlarında yapılan

gözlemler, gökadalara (o zamanlar “sarmal bulutsu” olarak adlandırılıyorlardı) Dünya'dan uzaklaştığını gösteriyordu. 1927'de Belçikalı bir bilim adamı olan Georges Lemaitre, Einstein'ın genel görelilik kuramındaki denklemlerinden yararlanarak “ilk atom” varsayımını ortaya attı. Bu, “büyük patlama” dediğimiz olayın ilk dile getirilişiydi. Edwin Hubble, iki yıl sonra Lemaitre'nin kuramını destekleyen gözlemlerde bulundu. Uzaktaki gökadalara bizden uzaklaşma hızı, bize uzaklığıyla orantılıydı. İşte, uzay zamanının nasıl oluştuğunu, maddenin nasıl genişlediğini açıklayan büyük patlama kuramı böyle doğdu.

## Genişleyen Evren

Henüz gezegenimizin düz mü, yuvarlak mı olduğunun bilinmediği dönemde yaşadığımızı düşünelim. Eğer

bir gittiğiniz yere daha sonra yeniden gittiğinizde ve bu yolculuğunuz her seferinde öncesine göre daha uzun sürüyorsa bundan nasıl bir sonuç çıkarırız? Hızımızın değişmediğini varsayarsak, bir yüzeydeki iki noktanın birbirinden uzaklaşması, o yüzeyin genişlediği anlamına gelir. Örneğin, 1 km uzağımızda bulunan bir meyve ağacı her gün evimizden 1 metre uzaklaşıyorsa 2 km uzaktaki bir ağaç her gün 2 m uzaklaşacaktır. Hangi yönde olursa olsun, yer yüzünün neresinde durursak duralım, genişleme hızı böyle olacaktır.

Evrenbilimciler evrenin genişlemesini anlatırken genelde şişmekte olan balon örneğini verirler. Üzerine gökadarlar çizilmiş bir balon düşünelim. Balon şiştikçe tüm gökadarlar birbirinden uzaklaşır. Evrende gözlenen de bu. Gökadarlar, uzaklıklarına orantılı olarak bizden uzaklaşırlar.

Gökadarlar, büyük patlamanın ardından evrende ortaya çıkan maddeyle oluştu. Ancak, büyük patlamayı evrenin merkezinde patlayan dev bir bomba gibi düşünmemek gerekiyor. Çünkü evren zaten bu patlamayla oluştu. Yani evrenin sınırlarıyla patlama sonucu genişleyen "balonun" sınırları aynı.

Balon örneğini çok da esnetmemek gerekiyor. Bizim dünyamızda, balonun genişlemesi içinde bulunduğu 3 boyutlu uzay sayesinde mümkün oluyor. Balonun yüzeyi genişledikçe, hacmi de çevresindeki havanın içinde genişliyor. Evreni de bu şekilde hayal ettiğimizde, 3 boyutlu bir nesnenin 4 boyutlu bir ortamda genişlediğini düşünebiliriz. Ama

bu yanlış olabilir. Einstein'ın genel görelilik kuramına göre, uzay dinamik bir yapıya sahip. Yani daha fazla boyutlu olan bir uzayın içinde olmadan da genişleyebilir, daralabilir, bükülebilir. Yaygın görüşe göre evren, bir bakıma kendi kendine yeter durumdadır. Bir merkezi ya da içinde genişleyebileceği bir ortama gereksinimi yoktur. Üç boyuttan daha fazlasının olduğunu öne süren sicim kuramı gibi bazı kuramlar var. Ancak, bizim üç boyutlu evrenimizin genişlemek için bu kuramların öne sürdüğü boyutlara gereksinim yoktur.

Evrende, balonumuzun yüzeyinde olduğu gibi, her şey bir birinden uzaklaşır. Büyük patlamayı uzayda gerçekleşen bir patlama olarak değil, uzayın kendisinin patlaması olarak düşünürsek patlamanın belli bir yerde olmadığı sonucu ortaya çıkar. Büyük patlama, her yerde aynı anda olmuştur. Eğer zamanı geri çevirebilseydik, evrendeki her şey zamanla bir araya gelecekti. Balon örneğini yeniden düşünersek, balonun yüzeyinin bir merkezinin olmadığını görebiliriz. Nerede durursak duralım, çevremizde gökadarları görürüz.

Evrenbilimciler olaya bazen şu şekilde yaklaşıyorlar: Evren bir zamanlar bir greyfurt büyüklüğündeydi. Daha doğrusu bizim gördüğümüz kadarı böyledi. Bize en yakın gökada olan Andromeda gökadasından bakıldığında, ya da çok daha uzaktaki bir gökadanın çevresindeki evrene bakan birileri olduğunu varsayalım. Onlar için de durum benzer. Yakınlarında başka gökadarları görseler de, çevrelerinde gördükleri evren

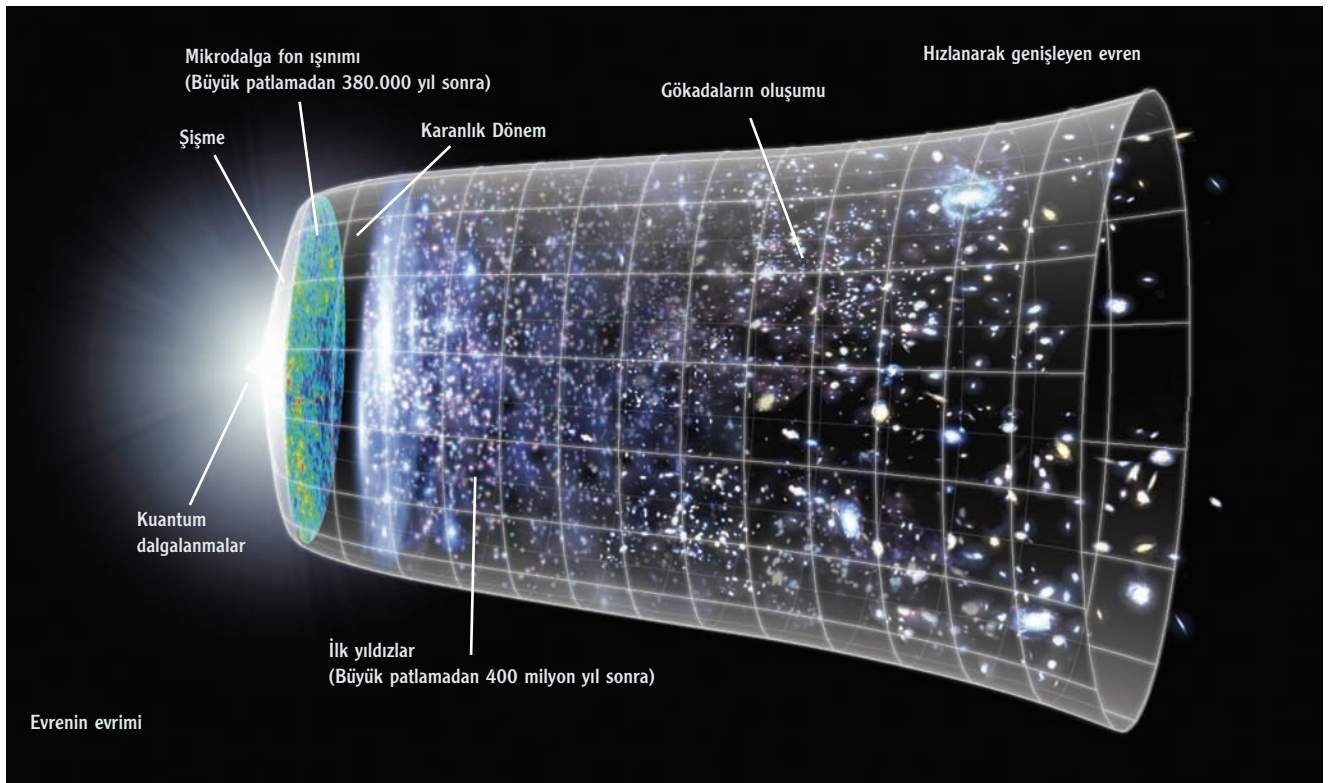
yine sonsuz ve benzer yapıda. Onların da gördükleri evren bir zamanlar bir portakal büyüklüğündeydi. Bu durumda, ilkel evreni birbiri içine geçmiş greyfurtlardan oluşan, sonsuz büyüklükte bir yığın gibi düşünebiliriz.

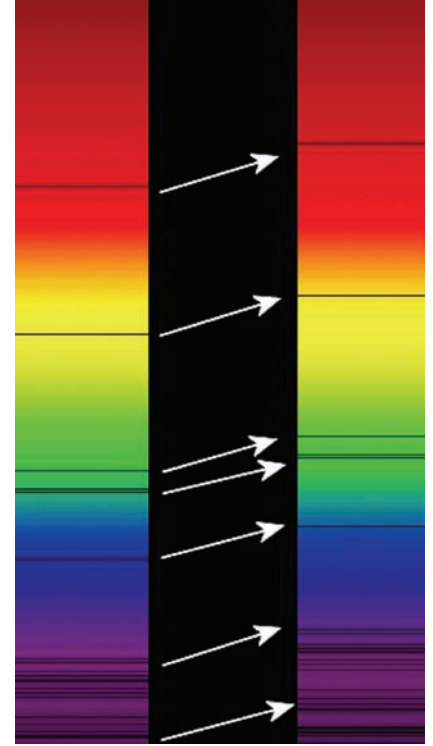
## Evrenin Yaşı

Evrenin yaşını bulmak için gökbilimciler onun ne kadar hızlı genişlediğini bulmaya çalışıyorlar. Bunu yapmanın yoluysa, gökadarların bizden ne kadar hızla uzaklaştığını ölçmek. Amerikalı gökbilimci Edwin Hubble, bunun bir düzene göre gerçekleştiğini buldu. Uzaktaki bir gökadanın bizden uzaklaşma hızı, bize uzaklığıyla doğru orantılıydı. Yani, bir gökada bizden ne kadar uzaksa o kadar hızlı uzaklaşıyordu. Hubble'ın formülüne göre gökadanın bizden uzaklaşma hızı ( $v$ ), uzaklığıyla ( $d$ ) Hubble sabitinin ( $H_0$ ) çarpımına eşit. ( $v=H_0d$ ). Bu basit formül, evrenin neresinde olursa olsun, uzayın ne kadar hızla genişlediğini gösteriyor.

Ancak, yakınımızdaki gökadalara baktığımızda, bu formülün işlemediğini görürüz. Çünkü aynı kümede yer alan gökadarlar birbirlerine kütleçekimiyle bağlıdır ve ortak bir kütle merkezi çevresinde hareket ederler. Hatta bize en yakın gökada olan Andromeda, bizden uzaklaşmak bir yana, doğruca üzerimize geliyor. Hubble yasası, gökadarların ortalama hareketini tanımlar.

Bu basit formülden çıkan basit ama önemli bir sonuç, daha önce değindiğimiz gözlemi doğruluyor. (Eğer yeryüzü





Hubble Uzay Teleskopu sayesinde evrendeki ilkel gökadalara görebiliyoruz. Bu gökadalara uzaklığı, ışıklarındaki kırmızıya kayma sayesinde hesaplanabiliyor. Kırmızıya kayma, uzayın genişlemesinden kaynaklanıyor. Uzay genişlerken, ışık dalgaları da genişliyor.

genişleseydi, ağaçlar bizden uzaklıklarıyla orantılı olarak uzaklaşacaklardı.) Bir gökada bizden saniyede 1000 km hızla uzaklaşıyorsa, onun iki katı uzaklıktaki bir gökada saniyede 2000 km hızla bizden uzaklaşır. Uzaklık arttıkça ortaya çıkan hız da artar. Ancak bu formüle göre, belli bir uzaklıktan sonra gökadalara ışık hızından daha hızlı hareket etmesi gerekir. Bu uzaklık yaklaşık 14 milyar ışık yılıdır. Ancak Einstein'ın özel görelilik kuramı, bunun mümkün olamayacağını, yani hiçbir şeyin ışıktan hızlı hareket edemeyeceğini söyler.

Peki bu durumda Hubble'ın yasası yanlış mı? Yoksa Einstein'ın özel görelilik kuramında mı sorun var? Aslında ikisi de yanlış değil. Olaya biraz daha farklı yaklaşmak gerekiyor. Gökadaların ışıktan daha hızlı uzaklaştığını görmemizin nedeni, uzayın kendisinin genişliyor oluşu. Yani, gökadalara buldukları yerde ışıktan hızlı ilerlemiyorlar. Dolayısıyla hiçbir şey ışıktan hızlı gitmiyor.

## Genişleme ve Soğuma

Büyük patlama kuramıyla birlikte öngörülen "mikrodalga fon ışınımı", evreni meydana getiren ilk atomların oluşmasıyla serbest kalan ışınımın günümüze yansımadır. İlkel evrende, atomlar oluşmadan önce ışınım sürekli soğutulup yeniden salınıyordu. Evren o sırada saydam değildi. Evren, soğumasıyla birlikte, elektronlar ve atom çekirdekleri birleşti ve evren saydam hale

geldi. Bu sayede ışınım serbest kaldı. İşte günümüzde gözlemleyebildiğimiz kozmik mikrodalga fon ışınması, büyük patlamadan 380.000 yıl sonra sıcaklığın 3000 Kelvin'e düşmesi ve bu sayede ilk atomların oluşmasıyla ortaya çıktı. Kozmik mikrodalga fon ışınmasını inceleyerek, evrenin yapısı hakkında önemli veriler elde edilebiliyor.

Kozmik mikrodalga fon ışınımının şu anda ölçülen sıcaklığı yaklaşık 3 Kelvin (-270°C). Oysa, bu ışınım yayıldığı anda evrenin sıcaklığı yaklaşık 3000 Kelvin'di. Demek ki, o zamandan bu yana evren 1000 kat genişlemiştir. Fotonların enerjisi de aynı oranda azalmıştır. Gökbilimciler, uzak gökadalardaki gazın sıcaklığını ölçebiliyorlar. Böylece, evrenin zamanla soğuduğunu doğrulayabiliyorlar.

Evrenin genişlemekte olduğu gerçeği, 1900'lerin başlarında anlaşıldı. Bunun en belirgin göstergesi, yıldızların ışığındaki değişimdir. Tayf ölçümünün (yıldızların ışınımının frekans dağılımının ölçümü) gelişmesiyle, uzaktaki gökadalara yaydığı ışınımın olması gerektiğinden daha düşük enerjili olduğu anlaşıldı.

Kırmızı renkteki ışık öteki renklerdeki ışığa göre daha az enerjiye sahiptir. Gökbilimciler, frekansı olduğundan daha düşük görünen ışığa "kırmızıya kaymış ışık" diyorlar. Kırmızıya kayma, uzayın genişlemesinden kaynaklanıyor. Uzay genişlerken, ışık dalgaları da genişliyor. Eğer bir ışık kaynağından yola çıkan ışık bize ulaştığında evrenin genişliği iki katına çıkmışsa, ışığın dal-

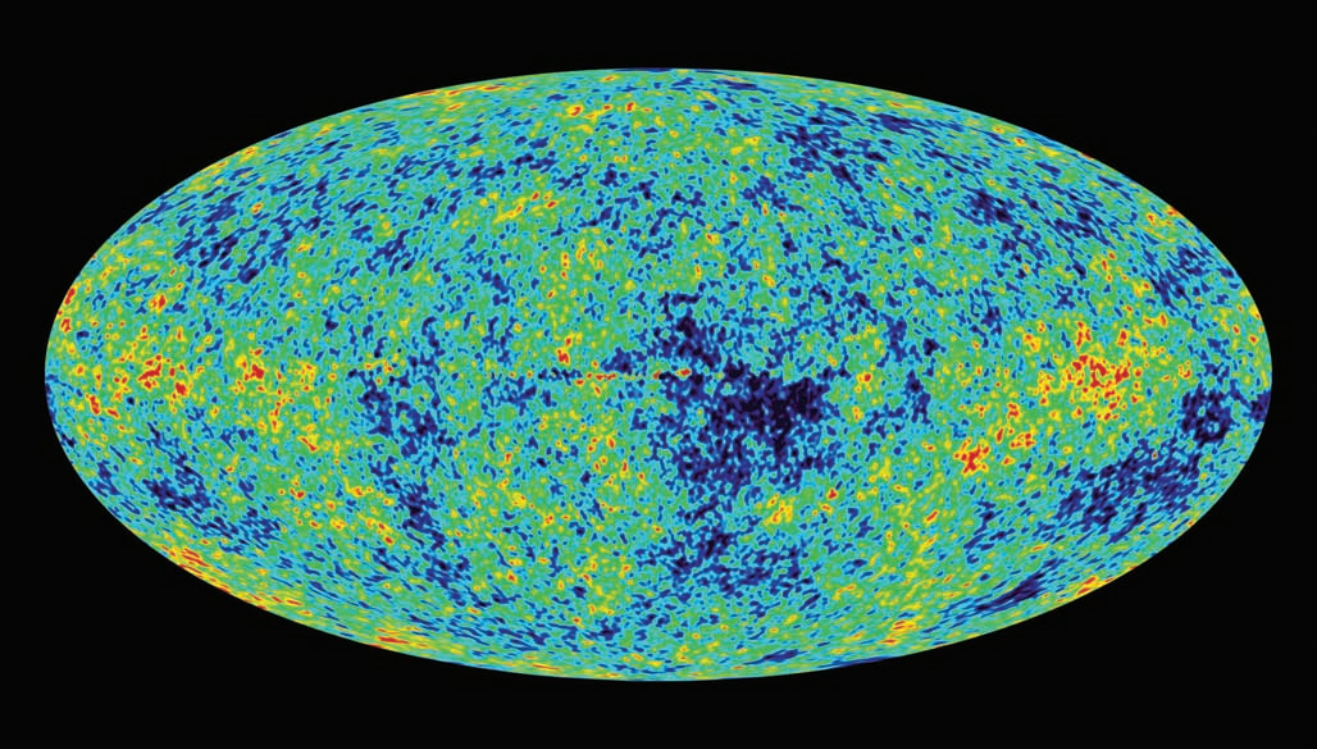
gaboyu iki katına çıkmış, enerjisi de yarıya düşmüştür.

Genişleme, sıcaklığın da düşmesine neden olur. Isı yayan bir cisimden kaynaklanan fotonlar enerjiye sahiptir. Bu enerji, cismin sıcaklığıyla orantılıdır. Yani, bir cismin sıcaklığını, yaydığı ışınım sayesinde ölçebiliriz. Fotonlar genişleyen uzayda yol alırken enerji kaybederler ve sıcaklıkları düşer. Bu durumda, evren genişledikçe sıcaklığının da düştüğünü söyleyebiliriz. Aslında, sıkıştırılmış bir gazın genişlerken sıcaklığının düşmesiyle benzer bir durum.

Evrenin genişlemesinden kaynaklanan kırmızıya kayma, sıklıkla Doppler etkisi nedeniyle oluşan kırmızıya kaymayla karıştırılır. Doppler etkisinde, ses kaynağı bizden uzaklaşıyorsa ses dalgalarının boyu uzar ve sesi olduğundan daha kalın duyarız. Benzer durum ışık dalgalarında da söz konusudur. Işık kaynağı bizden uzaklaşırken, ışığın dalgaboyu uzar.

Her ikisinin de benzer sonuçları olmasına karşın, kozmolojik kırmızıya kayma Doppler etkisiyle aynı şey değil. Doppler kayması, özel görelilikle ilgili bir kavram. Özel görelilik, uzayın genişlemesini hesaba katmaz. Kozmik kırmızıya kaymaysa genel görelilikle ilgilidir ve uzayın genişlemesini hesaba katar. Aslında, yakın gökadalara için her ikisi de benzer sonuçlar verirler. Yani, ikisinin de doğru olduğunu düşünebiliriz. Ancak, uzak gökadalarda Doppler etkisi tek başına geçerli değildir.

Doppler etkisine göre, hızı ışık hızına yaklaşan cisimlerin yaydığı ışınımın



Büyük patlama kuramıyla birlikte öngörülen “mikrodalga fon ışınımı”, evreni meydana getiren ilk atomların oluşmasıyla serbest kalan ışınının günümüze yansımalarıdır. Büyük patlamadan 300.000 yıl sonra sıcaklığın 3000 Kelvin’e düşmesi ve bu sayede ilk atomların oluşmasıyla ortaya çıktı. Kozmik mikrodalga fon ışınımı, evrenin yapısı hakkında önemli ipuçları veriyor.

kırmızıya kayması da sonsuza yaklaşır. Bu da dalgaboylarının gözlenemeyecek kadar uzadığı anlamına gelir. Eğer bu evrendeki en uzak cisimler olan uzakdaki gökadalara için doğru olsaydı, ancak ışık hızına yaklaşmış olabilirdi. Ancak, kozmolojik kırmızıya kayma farklı bir sonuç çıkarıyor. Şimdiki standart modelle göre, uzak gökadalara ışığı kırmızıya kayma sonucu normalden 1,5 kat uzun dalgaboyuna sahip. Bu gökadalara bize göre ışık hızından daha hızlı uzaklaşıyor. Kozmik fon ışınımı çok daha uzun bir yol kat etmiş durumda ve kırmızıya kayma katsayısı 1000. İlkel evrenin yaydığı bu ışınım, bizim bulunduğumuz bölgeden ışık hızının 50 katı hızla uzaklaşıyor.

Işık’tan hızlı hareket eden gökadalara göre bilme düşüncesi kulağa pek mantıklı gelmese de, genişlemenin hızının değişmesiyle mümkün olabiliyor. Hubble uzaklığı olan 14 milyar ışık yılından uzakta bulunan bir ışık kaynağını düşünün. Bu bölge bizden ışık hızına göre daha hızlı uzaklaştığı için, kaynaktan bize doğru gelmeye çalışan ışık, hiçbir zaman bize ulaşamayacaktır. Bu, yürüyen merdivende ters yönde ilerlemeye çalışmaya benziyor. Hubble uzaklığındaki fotonlarsa, oldukları yerde kalmayı başarıyorlar.

Bu bilgilere dayanarak, Hubble uzaklığından ötedeki ışığın hiçbir zaman bize ulaşamayacağı sonucu çıkarılabilir. Ancak, bu mesafe sabit değildir. Çünkü, bağlı olduğu Hubble sabiti de zamana göre değişkendir aslında.

Hubble sabiti küçülürken, Hubble mesafesi büyür. Bu olurken, önceleri Hubble mesafesi dışında kalan ışık, sınır genişlediğinde içeride kalabilir. Sınır içinde kalan fotonlar, kendilerini bize göre ışık hızından daha yavaş genişleyen bölgede bulurlar. Böylece bize doğru yol alabilirler.

Bu arada, ışığın kaynağı olan gökada, hala bize göre ışıktan hızlı hareket ediyor olabilir. Bu şekilde, bize göre ışıktan hızlı uzaklaşan ve uzaklaşmayı sürdüreceği olan gökadalara da görebiliriz. Bu durum, aslında Hubble mesafesinden ötede bulunan gökadalara da gözleyebileceğimiz anlamına geliyor. Yani, aslında Hubble mesafesi, gözlenebilecek evrenin sınırını oluşturmuyor.

Peki, gözlenebilen evrenin sınırını belirleyen nedir? Bu konuda tam bir netlik yok. Eğer evren genişlemiyor olsaydı, görebileceğimiz en uzak gökcismi 14 milyar ışık yılı uzakta olacaktı. Büyük patlamadan sonra, ışığın yol almış olabileceği en büyük uzaklık... Ancak evren genişlediği için, bir ışık fotonunun geçmekte olduğu uzay, yolculuk sırasında genişler. Bu nedenle, görebildiğimiz en uzak cisim, bunun yaklaşık 3 katı olan 46 milyar ışık yılı uzaklıkta.

Yakın zamanda, evrenin genişleme hızının da arttığı keşfedildi. Bu, durumu daha da ilginç ve karmaşık yapıyor. Önceden evrenbilimciler, genişlemesi yavaşlayan bir evrende yaşadığımızı sanıyorlardı. Böyle olsaydı, giderek daha fazla gökada görüş alanımıza girecekti. Oysa, genişleyen evrende, hiçbir zaman

göremeyeceğimiz bir “kozmetik olay ufku” bulunur. Işıktan daha hızlı uzaklaşan gökadalara görebilmemiz için, Hubble mesafesinin genişlemesi gerekir. Ancak, genişlemesi hızlanan bir evrende, bu genişleme durur. Kozmik olay ufkunun ötesindeki gökcisimleri bize doğru ışıklarını gönderse de, genişlemenin hızlanması nedeniyle bu ışık, hiçbir zaman Hubble mesafesini geçemez.

Genişlemesi hızlanan evren, bu durumda bir kara deliğe benzetilebilir. Bir karadeliğin olay ufkunun içinden bize ışık ulaşmadığı için arkasını göremeyiz. Kozmik olay ufkuna şu andaki uzaklığımız yaklaşık 16 milyar ışık yılı. Bu, rahatlıkla gözlemleyebileceğimiz sınırın içinde. Ancak, olay ufkunun ötesinde bulunan gökadalara gözlemlemek için hiç bir şansımız olmayacak. Şimdi 16 milyar ışık yılı karşılık gelen mesafede bulunan bölge çok hızlı genişleyecek. Bu bölgede bulunan olaylar, ufku geçmeden önce hala gözlenebilir durumdadır. Ancak, bir süre sonra sonsuza kadar gözden kaybolacaklar.

Peki, evren genişliyorsa onunla birlikte her şey de genişliyor mu? Uzayın genişliyor oluşu, bazılarımızın aklına yaşadığımız Dünya’nın da genişleyip genişlemediği sorusu gelebilir. Genişleme, madde üzerinde kuvvet yaratıyor. Ancak bu kuvvet, temel kuvvetlerle karşılaştırıldığında o kadar küçük ki, ihmal edilebilir.

Temel kuvvetler, üzerimizde önemli etkiye sahip. Örneğin, kütleçekimi biraz

daha güçlenirse, bizi yere daha kuvvetli şekilde çekecektir. Ama bu kuvvet dayanamayacağımız kadar artmadıkça, belki boyumuz biraz kılalacak ama bu kılalma bir yerde duracaktır. Yani, yeni duruma uyum sağlayacağız.

Daha önce de değindiğimiz gibi, birkaç yıl öncesine kadar evrenbilimciler genişleme hızının düştüğünü söylüyorlardı. Eğer durum böyle olsaydı, bu bizim üzerimizde kütleçekimine benzer bir kuvvet oluşturacaktı. Ancak bunun ihmal edilebilecek derecede küçük olduğunu da vurgulamak gerek. Ne var ki, genişleme hızlanıyor. Ve bu da kütleçekiminin tersine bir kuvvet yaratıyor. Ancak, bu da ihmal edilebilecek kadar küçük bir kuvvet ve buna uyum sağlamış durumdayız. Bu kuvvet yeryüzünde, kütleçekiminin çok küçük ( $10^{30}$ 'u kadar) kuvvetle yerçekimine karşı bir etki yaratır. Ancak, genişlemenin hızlanarak devam ettiği düşünülürse, bu etki uzun zaman içinde giderek artacak ancak, etkisi yine ihmal edilebilir düzeyde olacak.

Büyük patlama, evrenin genişlemesi, mikrodalga fon ışınması, kimyasal içeriği gibi verilere dayanılarak oluşturulmuş bir model. Tüm bilimsel düşünceler gibi, bu da sürekli bir değişim ve gelişim içinde. Bunun en önemli belirleyicisi, yapılan ölçümlerin ve gözlemlerin duyarlılığı. Bu duyarlılık arttıkça, evrenbilimciler birçok şeyi daha iyi yerine oturtuyorlar. Şimdilik, evrenin ortaya çıkışını ve günümüze kadar olan gelişimini en iyi açıklayan kuram. Ama yine de yanıtlanmamış bir sürü soru var.

## Evrenin Kısa Tarihi

Evrenin başlangıcından bu yana, kabaca üç aşamadan geçtiğini söyleyebiliriz. Saniyenin çok küçük bir dilimi kadar süren ilk aşamada evren çok sıcaktı ve çok yüksek enerjili parçacıklardan oluşuyordu. Bu aşamayı henüz pek anlamadığımızı söyleyemeyiz, bildiklerimiz daha doğrusu bildiğimizi düşündüklerimiz daha çok tahminlere dayanıyor.

Planck Dönemi olarak adlandırılan, büyük patlamadan sonraki ilk  $10^{-43}$  saniye içinde, dört temel kuvvetin (elektromanyetizma, zayıf ve güçlü çekirdek kuvvetleri ve kütleçekimi) aynı şiddette olduğu, hatta temel bir kuvvette birleştikleri düşünülüyor.

$10^{-43}$  ila  $10^{-35}$  saniyeler arası gerçek-

leşen büyük birleşme döneminde, evren genişledikçe ve soğudukça, kütleçekimi öteki temel kuvvetlerden ayrılmaya başladı. Artık doğada gözlediğimiz temel kuvvetler ortaya çıkmaya başlamıştır. İkinci aşama, temel parçacıklar olan elektron, proton ve nötronun, atom çekirdeklerinin ve nihayetinde de atomların oluştuğu dönem. Evrenin geçmişine ışık tutan ve hidrojenin oluşmasıyla ortaya çıkan "kozmetik mikrodalga fon ışınımı" bu dönemde yayıldı. Üçüncü aşamadaysa, evreni oluşturan yapılar ortaya çıktı. Bunlar ilk yıldızlar, gökadalalar, gökada kümeleri ve gökada süperkü-meleri.

## Şişme Kuramı

Büyük patlama kuramı, bilim adamlarının önüne iki farklı sorun çıkardı. Bunlardan biri, "ufuk sorunu". Buna göre, evrende hangi yöne bakarsak bakalım, her yer aynı görünüyor. Oysa büyük patlamadan bu yana, ışığın görebildiğimiz evrenin bir ucundan öteki ucuna gitmek için zamanı olmamış olmalı. Sorun, bilginin ışıktan daha hızlı iletilemeyeceği gerçeğinden kaynaklanıyor. Kozmik mikrodalga fon ışınması gözlemleri, evrenin iletişim halinde olamayacak kadar uzak olan bölgelerindeki sıcaklık ve yoğunluğun bu kadar benzer olması soru işaretleri bırakıyor. Peki, farklı ufuklar, birbirlerinden "haberleri" olmadığı halde nasıl bu kadar uyum içinde olabiliyorlar? Eğer evren Planck zamanından bu yana aynı şekilde geniş-

lediyse, bunu açıklayabilecek bir mekanizma yok.

İkincisi sorun, evrende gözlenen uzay zamanın "düz" olması. Evrenin düz olması, onun sonsuza değin genişleme ve genişlemenin durarak çökmenin başlaması arasında bir yerlerde olması anlamına geliyor. Evrenin açık, düz ya da kapalı olması, onun yoğunluğuyla ilgili. Çünkü evren ne kadar yoğunsa, genişlemeyi yavaşlatacak ya da durduracak madde o kadar fazladır. Eğer yoğunluk kritik değerinin altındaysa, evren sonsuza kadar genişleyecek demektir. Bu durumda evren "açık"tır. Yoğunluk bu değerinin üzerindeyse, genişleme gelecek bir zamanda duracak ve evren çökmeye başlayacak demektir. Bu durumda evren "kapalı"dır. Evrenin düz olması, onun ya gözleyebildiğimizden daha fazla maddeye yani çok miktarda "karanlık maddeye" sahip olması ya da "şişme" sayesinde düzleşmiş olması anlamına geliyor.

1980'li yıllarda ortaya atılan şişme kuramı, büyük patlamanın keşfinden sonra, kozmolojideki en önemli gelişme oldu. Şişme kuramı, büyük patlamadan çok kısa bir süre sonra evrenin yine çok kısa süreli ama çok hızlı bir genişleme sürecinden geçtiğini öne sürüyor. Bu sürede, evrenin boyutları, yaklaşık bir protonun boyutundan, bir greyfurtunkine kadar çıkmış. Bu kuram, ufuk sorunu ve evrenin nasıl düz olduğu sorusuyla kafası karışmış olan bilim adamlarına ilaç gibi geldi. Çünkü, her ikisini de açıklayan en iyi kuramdı.

Evren, tüm madde ve enerjisiyle bir kuantum kabarcığı olarak ortaya çıkmış olabilir. Normal koşullarda, bu maddenin neden olduğu kütleçekimi onun anında çökmesine yok açardı. Karadeliklerden bildiğimiz kadarıyla, böylesine yoğun bir maddenin ortaya çıktığı anda, kütleçekimi altında ezilip tekilliğe dönüşmesi gerekir. İşte bu noktada, evreni kurtarabilecek şey şişme olarak görülüyor.



## Patlama Anı

Büyük patlama anında tam olarak ne olduğunu bilemiyoruz. Çünkü kuantum fiziği, böylesine aşırı uç koşulların hüküm sürdüğü bir ortamda neler olduğunu anlamamıza izin vermiyor. Bunun yerine, neler olduğunu anlayabildiğimiz büyüklükten, Planck uzunluğu ( $10^{-35}$  m) genişliğinde bir bölgeden patladığını varsayalım. Evren bu büyüklükteyken, yoğunluk sonsuz değildi; “yalnızca” santimetreküpe  $10^{94}$  gram kütle düşüyordu! Bu, kuantum fiziğinin izin verdiği en küçük boyut ve aynı zamanda en büyük yoğunluk. Kuantum yasaları, aynı zamanda maddenin yoktan varolabileceğini de öngörüyor. Yani, evrenin ortada hiçbir şey yokken belirivermesi, “boşluktaki dalgalanmalardan” kaynaklanabilir.

Kuantum belirsizlik kuramı, geçici enerji kabarcıklarının ya da elektron pozitron çiftleri gibi çiftlerin ortaya çıkmasına olanak tanır. Bunlar hiç yoktan ortaya çıkabilir, ama kısa sürede kaybolurlar. Enerjileri ne kadar düşük olursa, o kadar uzun varolabilirler. New York Üniversitesi'nden Edward Tryon, 1970'lerde evrenin de bu şekilde hiç yoktan ortaya çıkmış olabileceğini öne sürmüştü. Tryon, bir kütleçekim alanındaki enerji negatif değere sahipken, maddenin içerdiği enerji pozitif değerde olduğuna dikkati çekerek, düz bir yapıya sahip olan bir evrende bu iki enerji birbirini sıfırlayacağını söylemişti.

Eğer evren bu şekilde, tüm madde ve enerjisiyle bir kuantum kabarcığı (Planck uzunluğu büyüklüğünde) olarak ortaya çıktıysa, bu maddenin neden olduğu kütleçekimi onun anında çökmesine yok açardı. Karadeliklerden bildiğimiz kadarıyla, böylesine yoğun bir maddenin ortaya çıktığı anda, kütleçekimi altında ezilip tekilliğe dönüşmesi gerekir. İşte bu noktada, evreni kurtarabilecek şey şişme olarak görülüyor. Tüm bu sorunlar, aşırı şiddetli bir kuvvetin maddeyi çok hızlı bir şekilde, çok daha büyük bir boyuta şişirmesiyle çözülebilir.

Böylesine küçük bir uzayda düzensizliğin olması pek olası değil. Bu nedenle her şey homojen dağılmış olacaktır. Bu arada, sinyaller bu küçük hacimli bölgede ışık hızıyla ilerleyeceğinden, ufuk sorunu ortadan kalkacak. Yani, evrenin her yanı birbirinden “haberdar” olacak.



Şişme kuramının geleneksel hali, evrenimizin şişen birçok kabarcıktan biri olabileceğini söylüyor. Bu evrenlerin içinde bulunduğu ortamı, şişesinin kapağı açıldığında içinde kabarcıklar oluşan gazozza benzetebiliriz.

## Ya Öncesi?

Büyük patlama kuramıyla ilgili yanıtlanmamış en önemli soru, tekillikten “önce” ne olduğu. Bu soruya verilen yanıt, genellikle bunu sormanın anlamsız olduğu şeklinde. Çünkü zamanın büyük patlamayla başladığı varsayılıyor. Ancak, yukarıda anlattıklarımız bu durumla çelişiyor. Çünkü, kuantum dalgalanmalarının “boşlukta” meydana gelebileceğinden söz etmiştik. Bu durumda bu tür dalgalanmalar bizim evrenimizde de olabilir. Hatta, bu şekilde başka evrenler de oluşabilir. Bu düşüncenin bir türü, karadeliklerden yeni evrenlerin tomurcuklanabileceğini varsayıyor. Buna “bebek evrenler senaryosu” deniyor.

Şişme kuramının geleneksel hali, evrenimizin şişen birçok kabarcıktan biri olabileceğini söylüyor. Bu evrenlerin içinde bulunduğu ortamı, şişesinin kapağı açıldığında içinde kabarcıklar oluşan gazozza benzetebiliriz. Fizikçi Andrei Linde ve çalışma arkadaşları, gazozz örneğindeki gibi, evrenimizin yoğun bir kozmik denizin içinde genişleyen bir delik olduğunu öne sürüyorlar. Bu denizin içinde her çeşit kabarcık evreni bulmak olası.

Elbette bu kuramlar kafalarımızdaki “evren” anlayışını değiştiriyor. Konağa geleneksel biçimde yaklaşacak olursak, evreni “çevremizde görebildiğimiz her şey” olarak tanımlayabiliriz. Biraz daha geniş düşünerek, uzay-zamanın hepsini kapsadığını varsayabiliriz. Eğer onu bir sonsuz bir denizin içinde yüzen kabarcıklardan biri olarak görürsek, evrenin her şeyi içerdiği düşüncesinden vazgeçmemiz gerekecek. Çünkü evrenimiz belki de hiçbir zaman iletişim kuramayacağımız ya da göremeyeceğimiz öteki evrenler arasında değerini biraz yitirecek. Tersinden düşündüğümüzdeyse, bu varsayım çok heyecan verici. Çünkü bu varsayım doğrulanırsa, tek bir evrenle sınırlı kalmayacağız; kendimizi sonsuz büyüklükte ve sonsuz sayıda evren içeren bir denizin içinde bulacağız.

Alp Akoğlu

Kaynaklar  
Dauber M.P., Muller R.A., *The Three Big Bangs*, Addison-Wesley, 1996  
Greene b., *The Fabric of the Cosmos*, Penguin Books, 2005  
Gribbin J., *Inflation for Beginners*, ([http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/John\\_gribbin/cosmo.html](http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/John_gribbin/cosmo.html))  
Lineweaver C.H., Davis M.D., *Misconceptions About the Big Bang*, Scientific American, Mart 2005  
<http://www.pbs.org/wnet/hawking/universes>