

Evrenin En Büyük Soruları

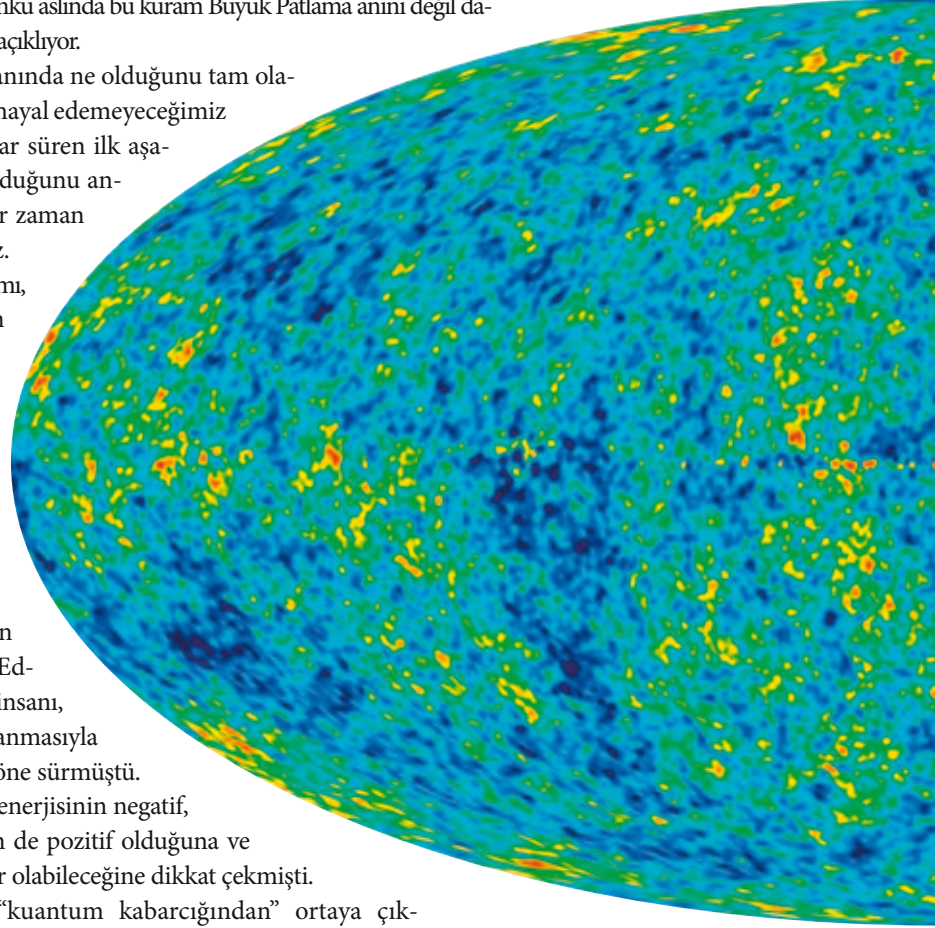
Evren Nasıl Oluştu?

Evrenin Büyük Patlama'yla oluştuğunu biliyoruz. Ancak Büyük Patlama'yı adının düşündürdüğü gibi "büyük bir patlama" olarak düşünmemek gerekiyor. Büyük Patlama'yı uzayda patlayan ve ortalığı darmadağın eden bir bomba gibi hayal edince işler karışıyor. Çünkü evrenin kendisi Büyük Patlama'yla oluştu. Yani uzay, zaman, madde ve enerji bu sırada oluştu. Evrenin ortaya çıkışını ve genişlemesini açıklayan Büyük Patlama kuramına belki de başka bir ad bulmak gerekiyor, çünkü aslında bu kuram Büyük Patlama anını değil daha sonrasında neler olduğunu aıkıyor.

Aslında Büyük Patlama anında ne olduğunu tam olarak bilemiyoruz. Saniyenin hayal edemeyeceğimiz kadar küçük bir dilimi kadar süren ilk aşamada ve öncesinde neler olduğunu anlayamıyoruz. Belki de hiçbir zaman tam olarak anlayamayacağız.

Kuantum belirsizlik kuramı, geçici enerji kabarcıklarının ya da parçacık-karşı parçacık gibi parçacık çiftlerinin ortaya çıkmasına olanak tanır. Fizikçiler bu tabiri sevmese de, bunlar "hiç yoktan" ortaya çıkabilir, ama kısa sürede kaybolurlar. Enerjileri ne kadar düşük olursa o kadar uzun süre varolurlar. 1970'lerde Edward Tryon adlı bir bilim insanı, evrenin de kuantum dalgalanmasıyla ortaya ıkmiş olabileceğini öne sürmüştü. Tryon, kütleçekim alanının enerjisinin negatif, maddenin içerdiği enerjinin de pozitif olduğuna ve bunların birbirini dengeliyor olabileceğine dikkat çekmişti.

Evren bu şekilde bir "kuantum kabarcığından" ortaya ıkıştıysa, karadeliklerden bildiğimiz kadarıyla, içerdiği aşırı derecede yoğun maddenin kütleçekiminin etkisiyle anında çökmesi beklenirdi. Bundan tek kurtuluş yolu, Büyük Patlama'dan çok kısa süre sonra evrenin büyük bir kuvvetle, çok hızlı bir şekilde daha büyük bir boyutta şişmesi olarak görünüyordu. 1980 yılında ünlü evrenbilimci Alan Guth'un ortaya attığı şişme Kuramı,



İnsanoğlu, tarihiyle kıyaslandığında çok kısa bir süre öncesine kadar evrenin merkezinde olduğunu düşünmüştü. Gökyüzündeki her şey onun çevresinde dönüyor görüldüğü için bu çok doğal bir yaklaşımdı. Ama bu yaklaşım evrenin ne kadar büyük olduğu konusunda bir fikir vermiyordu. Aslında o zamanlar Dünya'nın büyüklüğü bile bilinmiyordu. Hatta düz olduğunu, kenarına fazla yaklaşıldığında aşağı düşüleceğini düşünenler vardı.

1500'lü yıllarda Kopernik evrenin merkezinin Dünya değil Güneş olduğunu öne sürdüğünde yer yerinden oynadı.

Bugünse, Dünya'nın evrendeki yüz milyarlarca gökadan biri olan Samanyolu'ndaki milyarlarca yıldızdan biri olan Güneş'in çevresindeki bir gezegen olduğunu biliyoruz.

Bir yandan bu kadar büyük bir evrende ne kadar küçük olduğumuzu fark ederken, bir yandan da evrenin işleyişini anlamada özellikle son yüz yıl içinde çok büyük aşama kaydettik. Günümüzde evrenin oluşumu, yapısı ve evrendeki yerimizle ilgili birçok soru yanıtlanmış durumda. Ancak yanıtlanmayı bekleyen bir o kadar daha soru var. Bunlar arasından seçtiğimiz birkaçını ve yanıtlarını en basit şekilde sizlere aktarmaya çalıştık.

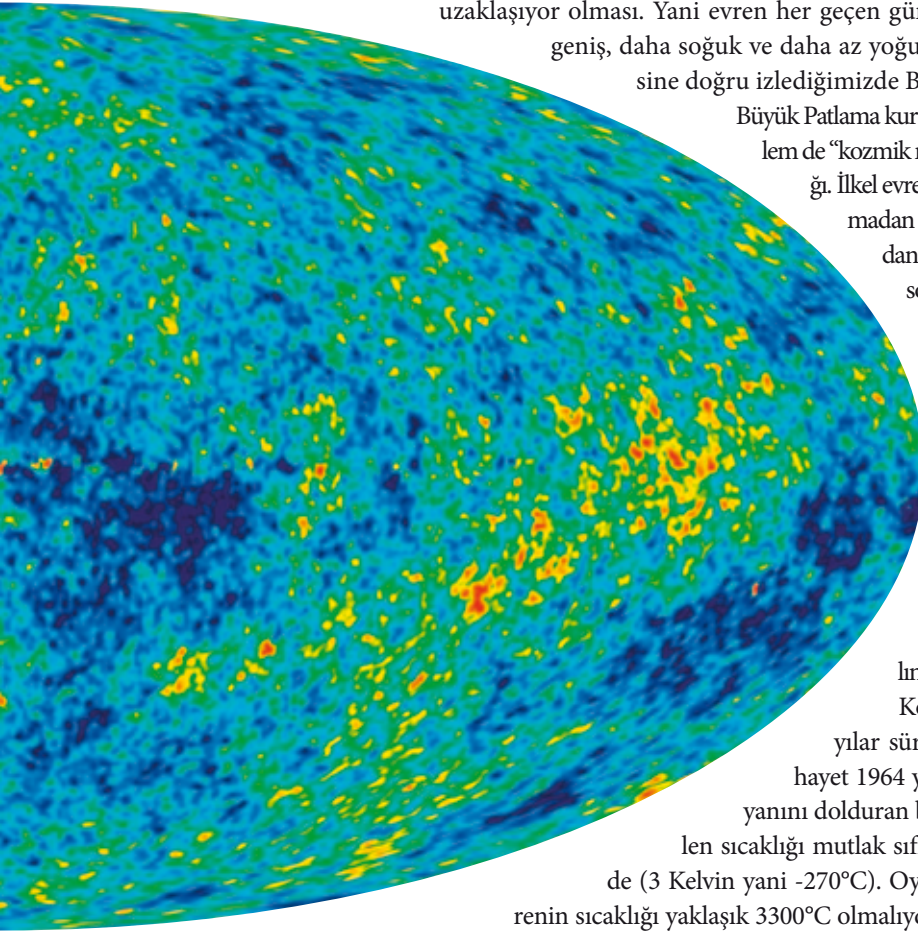
Büyük Patlama kuramıyla ilintili bu ve bunun gibi birçok soruyu ortadan kaldırdı. Bu kurama göre evren Büyük Patlamadan 10^{-36} saniye sonra aniden bir proton boyutundan greyfurt boyutuna büyümüştü.

Büyük Patlama kuramı denklemlerle ve gözlemlerle doğrulanıyor. Evrenin genişliyor oluşu kuramın en önemli kanıtı. Genişlemenin en önemli göstergesi de uzaktaki tüm gökadalardan bizden uzaklaşıyor olması. Yani evren her geçen gün bir önceki güne göre daha geniş, daha soğuk ve daha az yoğun hale geliyor. Bu süreci tersine doğru izlediğimizde Büyük Patlama'ya ulaşıyoruz.

Büyük Patlama kuramını destekleyen bir başka gözlem de "kozmetik mikrodalga fon ışınımı"nın varlığı. İlkel evren saydam değildi. Atomların oluşmadan önce ortam çok yoğun olduğundan ışınım yayılmıyordu. Evrenin soğumasıyla, Büyük Patlamadan 380.000 yıl sonra elektronlar ve atom çekirdekleri birleşti ve atomları oluşturdu. Bu sırada evren saydamlaştı ve ışınım yayılmaya başladı. Bütün bunlar Büyük Patlama kuramı ortaya atıldıktan sonra öngörülmüştü. Bu öngörü üzerine gökbilimciler mikrodalga fon ışınımının kalmalarını bulmak üzere yola çıktı.

Kozmik mikrodalga fon ışınımı yıllar süren çalışmaların ardından nihayet 1964 yılında keşfedildi. Evrenin her yanını dolduran bu ışınımın günümüzde ölçülen sıcaklığı mutlak sıfırın yaklaşık 3 derece üzerinde (3 Kelvin yani -270°C). Oysa bu ışınım yayıldığında evrenin sıcaklığı yaklaşık 3300°C olmalıydı. Demek ki evrenin sıcaklığı o zamandan bu yana yaklaşık 1100 kez azalmış. Yani evren bir o kadar genişlemiş.

Kozmik mikrodalga fon ışınımının büyük bir hassaslıkla ölçülmesiyle elde edilen sonuçlar bize daha da fazlasını anlatıyor. Bu ışınımın dalgaboyundaki yani evrenin sıcaklığındaki küçük değişimler, bize evrenin yapısıyla ve gökada kümelerinin nasıl oluştuğuyla ilgili önemli ipuçları sağlıyor.



Evren Kaç Yaşında?

20. yüzyıl boyunca evrenbilimcileri en çok meşgul eden sorulardan biri buydu. Günümüzde bu soruya verilen yanıt “13,7 milyar”. Bu yanıtın gerçeğe çok yakın olduğu düşünülüyor. Ancak evrenbilimciler evrenin yaşını daha da duyarlı bir şekilde belirleme çabasından vaz geçmiş değil.

Evrenin yaşını bulmak için gökbilimciler evrenin genişleme hızını bulmaya çalışıyor. Bunu yapmanın yoluysa, gökadalardan bizden hangi hızla uzaklaştığını ölçmek. Amerikalı gökbilimci Edwin Hubble, bunun bir düzene göre gerçekleştiğini bulmuştu. Uzaktaki bir gökadanın bizden uzaklaşma hızı bize uzaklığıyla doğru orantılıydı. Yani bir gökada bizden ne kadar uzaksa o kadar hızlı uzaklaşıyordu. Bu durum Hubble Yasası olarak bilinir. Hubble, bu ilişkiyi çok basit bir denklemle ifade etti. Hubble’in denklemine göre bir gökadanın bizden uzaklaşma hızı (v), uzaklığıyla (d) Hubble sabitinin (H_0) çarpımına eşit, yani ($v=H_0d$).

Peki, neden hep “uzaktaki gökadalardan” söz ediyoruz? Çünkü yakınımızdaki gökadalara bakarsak bu formülün işlemediğini görürüz. Aynı kümede yer alan gökadalarda ortak bir kütle merkezi çevresinde hareket eder. Bu hareket çok da düzenli değildir. Örneğin bize en yakın gökada olan Andromeda doğrudan doğruya üzerimize geliyor. Bunun için çok uzaktaki gökadalara bakmak gerekiyor.

Evrenin yaşını belirlemede kullanılan başka yöntemler de var. Ancak bunlar pek de duyarlı değil. Bu nedenle diğer yöntemler daha çok Hubble sabitine dayanılarak yapılan hesaplamaların doğrulanmasında kullanılıyor.

Yöntemlerden biri, radyoaktif elementlerin bozunmasından yararlanmak. Bu yöntem jeolojide çok işimize yarıyor ve Dünya ve Güneş Sistemi’nin öteki üyelerinin kayaçlarının tarihlendirilmesinde çok başarılı oluyor. Örneğin Dünya’daki en yaşlı kayaçların 3,8 milyar, en yaşlı göktaşlarının 4,6 milyar yaşında olduğunu bu sayede biliyoruz. Benzer bir yöntem en yaşlı yıldızlara uygulandığında, ortaya çıkan sonuçlar evrenin yaşınının 12 ila 15 milyar arasında olması gerektiğini gösteriyor.

Bir başka yöntem daha kullanan gökbilimciler en yaşlı yıldız kümelerindeki yıldızların yaşlarını ölçerek evrenin yaşını doğrulamaya çalışıyor. Uzak gökadalardaki küresel yıldız kümelerinin içinde bulunan parlak yıldızların yaşları yaklaşık 12 milyar olarak ölçülüyor.

Gökbilimciler, Güneş benzeri yıldızların ölümlerinden artakalan ve beyaz cüce denen gök cisimlerinin çok sıcak çekirdeklerinin yaşlarından yararlan-

arak da evrenin yaşını doğruluyor. Amaç en yaşlı ve en soğuk olanları bulabilmek. Elbette bu cisimler çok parlak olmadıklarından gözlemler ancak kendi gökadamız içindeki beyaz cücelere yönelik oluyor. Bunların ne kadar süredir soğudukları hesaplanarak yaşları belirleniyor. Bunun sonucunda da beyaz cüce olan yıldızın ne zaman doğduğu hesaplanıyor. En yaşlı beyaz cüceler Samanyolu’ndaki yıldızların yaklaşık 10 milyar yıl önce parlamaya başladığını söylüyor.



Samanyolu’nun da Büyük Patlamadan yaklaşık 2 milyar yıl sonra oluştuğu düşünüldüğünde, evrenin yaşının yaklaşık 12 milyar olması gerektiği sonucu ortaya çıkıyor.

Bu yöntemler geliştikçe ve gözlemlerin duyarlılığı arttıkça evrenin yaşı giderek daha da kesinleşecek. Ancak, başta da söylediğimiz gibi gökbilimcilerin neredeyse hepsi evrenin yaşını 13,7 milyar olarak kabul ediyor.

Evren Kaç Yaşında?

Evren Ne Kadar Büyük?

Bu soru evrenin yaşıyla bağlantılı olsa da yanıtı ulaşmak kolay değil. Evrenin genişlemekte olduğu 1900'lerin başlarında anlaşıldı. Bunun en belirgin göstergesi, yıldızların ışığındaki değişimdi. Tayf ölçümünün (yıldızların ışımalarının frekans dağılımının ölçümü) gelişmesiyle, uzaktaki gökadalara yaydığı ışınının olması gerektiğinden daha düşük enerjili olduğu anlaşıldı.

Evrenin genişlemesinden kaynaklanan kırmızıya kayma, sık sık Doppler etkisi nedeniyle oluşan kırmızıya kaymayla karıştırılır. Günlük yaşamımızda sıklıkla karşılaştığımız Doppler etkisinde, bir ses kaynağı bizden uzaklaşıyorsa ses dalgalarının boyu uzar, sesi olduğundan daha pes duyarız. Benzer bir durum ışık dalgaları için de geçerlidir; ışık kaynağı bizden uzaklaşırken ışığın dalgaboyu uzar.

ğunu düşünebiliriz. Ancak uzak gökadalarda Doppler etkisi tek başına geçerli değildir.

Hızı ışık hızına yaklaşan cisimlerin dalgaboyları Doppler etkisiyle gözlenemeyecek kadar uzar. Eğer bu, evrendeki en uzak cisimler olan uzaktaki gökadalara doğru olsaydı ışığın dalga boyu ancak ışık hızına yaklaşmış olabilirdi. Ancak, kozmolojik kırmızıya kayma farklı bir sonuç veriyor. Bu

gökadalar bizden ışık hızından daha hızlı uzaklaşıyor gibi görünüyor. Kozmik fon ışması çok daha uzun bir yol kat etmiş durumda ve bizim bulunduğumuz bölgeden ışık hızının 50 katı hızla uzaklaşıyor gibi görünüyor.

Peki, gözlenebilen evrenin sınırını belirleyen nedir? Bu konuda tam bir netlik yok. Eğer evren genişlemiyor olsaydı, görebileceğimiz en uzak gökcismi 13,7 milyar ışık yılı uzakta olacaktı. Büyük Patlamadan sonra, ışığın yol almış olabileceği en büyük uzaklık. Ancak, evren genişlediği için, bir ışık fotonunun içinden geçmekte olduğu uzay fotonun yolculuğu sırasında genişler. Bu nedenle, görebildiğimiz en uzak cisim, bunun yaklaşık 3 katı olan 46 milyar ışık yılı uzaklıkta demektir. Bu durumda soruya en azından şöyle bir yanıt verilebilir: Görülebilir evrenin genişliği

ğü yaklaşık 93 milyar ışık yılıdır.

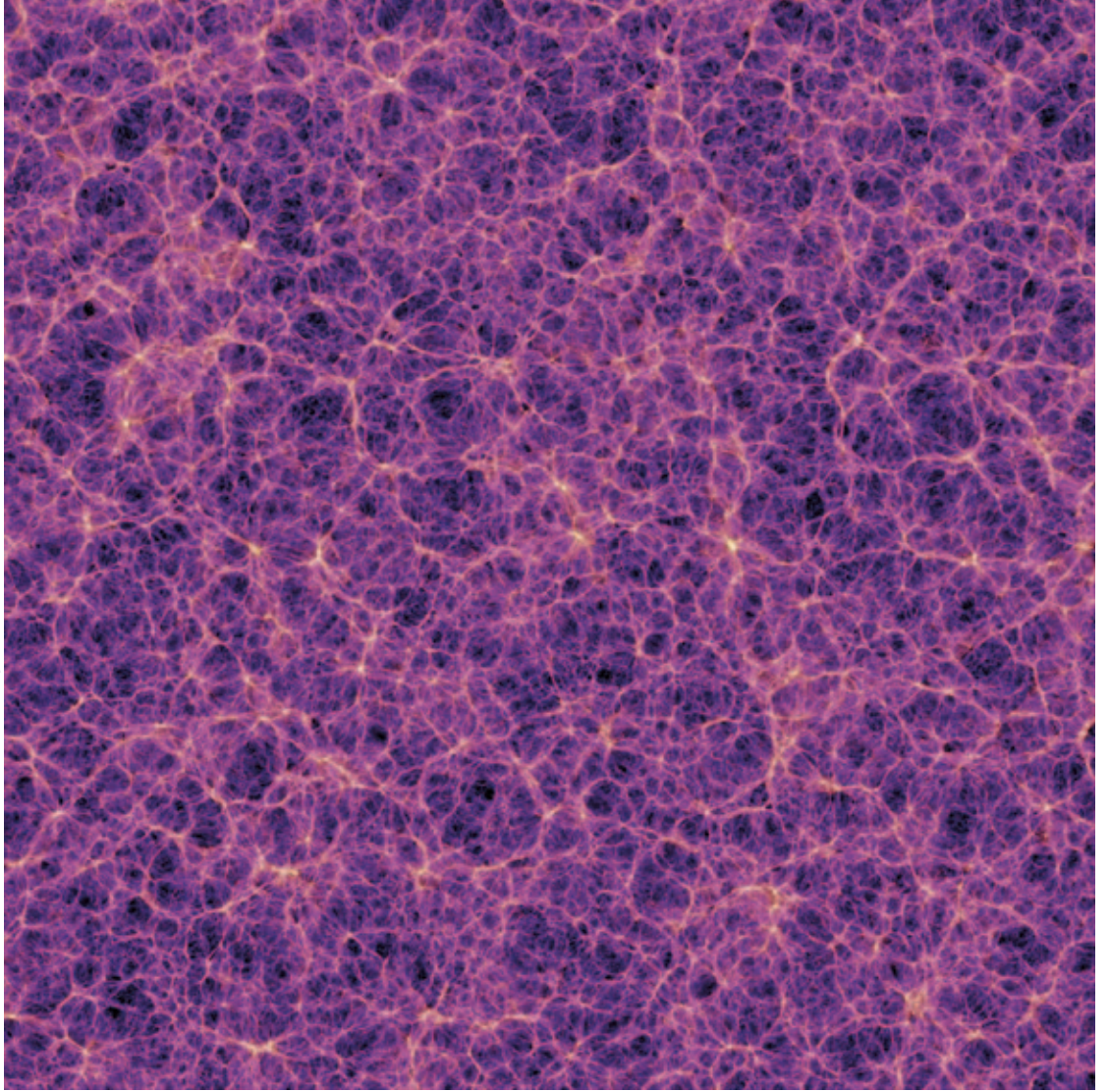
Yakın zamanda, evrenin genişleme hızının da arttığı keşfedildi. Bu, durumu daha da ilginç ve karmaşık yapıyor. Önceden evrenbilimciler genişlemesi giderek yavaşlayan bir evrende yaşadığımızı sanıyorlardı. Böyle olsaydı giderek daha fazla gökada görüş alanımıza girerdi. Oysa genişleyen evrende, hiçbir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

Gökbilimciler, dalgaboyu olması gerektiğinden daha uzun görünen ışığa "kırmızıya kaymış ışık" diyor. Kırmızıya kayma, uzayın genişlemesinden kaynaklanıyor. Uzay genişlerken ışığın dalgaboyu uzuyor. Eğer bir ışık kaynağından yola çıkan ışık bize ulaştığında evrenin genişliği iki katına çıkmışsa, ışığın dalgaboyu da iki katına çıkmış, enerjisi de yarıya düşmüştür.

Her ikisinin de benzer sonuçları olmasına karşın "kozmetik kırmızıya kayma" Doppler etkisiyle aynı şey değil. Doppler kayması özel görelilik kuramıyla ilgili bir kavram. Özel görelilik, uzayın genişlemesini hesaba katmaz. Kozmik kırmızıya kaymaysa genel görelilik kuramıyla ilgilidir ve uzayın genişlemesini hesaba katar. Aslında, yakın gökadalara için her ikisi de benzer sonuçlar verir. Yani, ikisinin de doğru oldu-



Evrenin Neresindeyiz?



Evrenin Neresindeyiz?

Hangi yöne bakarsak bakalım, en yakınımızdakiler dışında tüm gökadalardan bizden uzaklaştığını görüyoruz. Bu durum, bundan binlerce yıl önce insanların gökyüzünün kendi çevrelerinde döndüğü için Dünya'nın da evrenin merkezinde olduğunu düşünmelerine benzer bir kaniya varmamıza yol açabilir.

Gerçekten evrenin bilinen bir merkezi yok. Hatta ister burada isterse başka bir gökadamada olsun, evren genel anlamda bütün gözlemcilere aynı görünür. Bilim insanları bu kabule "kozmojik ilke" adını veriyor ve durumu çok basit bir örnekle, kabarmakta olan bir üzümlü kekle açıklıyorlar.

Pişerken kabarmakta olan bir üzümlü kek düşünün. Kek kabarmakta olan üzümler giderek birbirinden uzaklaşır. Tüm üzümlerin ortak görüşü aynıdır:

Diğer tüm üzümler kendilerinden uzaklaşmaktadır. Tıpkı bu örnekteki gibi, evrenin neresinde olursak olalım, tüm gökadalardan bizden uzaklaşmakta olduğunu görürüz.

"Evren Kaç Yaşında" başlığı altında Hubble yasasından söz etmiştik. Buna göre gökadalardan bizden uzaklaşma hızları uzaklıklarıyla doğru orantılıdır. Yani bir gökada ne kadar uzaksa, bizden o kadar hızlı uzaklaşır. Üzümlü kek de Hubble yasasına uyar! Üzümler birbirine ne kadar uzaksa birbirlerinden o kadar hızlı uzaklaşır. Üstelik tıpkı evrenin her yerinde olduğu gibi her üzümlü için bu durum geçerlidir.

Özetle, evrenin neresinde olduğumuzu bilmemiz olanaksız görünüyor. Çünkü her yer aynı görünüyor. Zaten evrenbilimciler evrenin bir merkezinin ya da kenarının olmadığını varsaymayı tercih ediyor.

Gökadalar Nasıl Oluştu?

Aslında bu soru görüldüğünden daha kapsamlı. Gökadaların oluşumu, gökadalalarla birlikte evrendeki diğer gökcisimlerinin nasıl oluştuğuyla da ilişkili. Evren bebeklik döneminde gaz ve karanlık maddeden oluşan, yoğun ve sıcak bir çorba gibiydi. Bu çorba taneli değildi, hayli homojen bir yapıdaydı. İlk yıldızların ve gökadalaların evren ancak yeterince soğuduktan sonra, yaklaşık 500 milyon yaşındayken oluştuğu sanılıyor.

Maddenin bir şekilde kütleçekiminin etkisiyle çökerek yıldızları ve gökadalaları nasıl oluşturabildiği modellerle açıklanabiliyor. Buradaki asıl sorun, ilk gökadalalar oluşurken bu homojen çorbanın nasıl olup da topraklanmaya başladığı. İşte tam bu noktada “kozmetik mikrodalga fon ışıması” yardımımıza yetişiyor.

Mikrodalga fon ışımasıyla ilgili ilk hassas ölçümler, 1989’da fırlatılan COBE uydusu sayesinde yapılabildi. Başlangıçta, bu ışınımın bütün yönlerde aynı sıcaklıkta olmasının en önemli özelliği olduğu düşünülüyordu. Ancak, COBE’nin ve ondan sonra fırlatılan WMAP’ın hassas ölçümleri sonucunda fon ışınımında küçük dalgalanmalar olduğu keşfedildi. Işımanın sıcaklığındaki bu dalgalanmalar bir derecenin yalnızca on binde ikisi kadar farklılık gösteriyordu. Bu fark çok küçük olsa da evrenbilimciler için çok büyük önem taşıyordu.

Mikrodalga fon ışınımındaki iniş çıkışlar, ilkel evrenin değişik bölgelerindeki madde yoğunluğundaki küçük farklılıklardan kaynaklanıyor. Yoğunluktaki bu küçük farklar evrenbilimcilerle evrendeki büyük yapıların, örneğin gökada kümelerinin ve gökadalaların kökeniyle ilgili yol gösteriyor.

Büyük Patlamadan kısa bir süre sonra, madde henüz atomaltı parçacıkların oluşturduğu bir çorba halindeyken, evrenin bazı bölgelerinde çok az da olsa daha yoğun hale geldi.

Bu da maddenin belli yapılar oluşturacak biçimde yoğunlaşarak gökadalalar oluşturmasını tetikledi.

Maddenin kütleçekiminin etkisiyle çökerek gökadalaları oluştururken nasıl bir yol izlediği tartışma konusu. Üzerinde durulan üç model var. Bunlardan biri, her bir gökadanın çöken bir gaz topağının önce sıkışmasıyla oluştuğunu öne sürüyor. Diğeriyse daha az miktarda kütle içeren gaz topraklarının çökerek “gökadacıkları”, onların da zamanla birleşerek günümüzün gökadalalarını oluşturduğunu öne sürüyor. Gelişmeler gökadalaların bu birleşmelerle oluştuğu varsayımını kuvvetlendiriyor. Hubble Uzay Teleskopu’yla çekilen derin uzay fotoğraflarında bu ilkel “gökadacıkları” andıran gökcisimleri görülüyor. Gökadaların gökadacıklardan oluştuğu düşüncesini benimseyen gökada uzmanlarına göre, Samanyolu 100 kadar gökadacığın birleşmesinden meydana gelmiş olmalı.

Üçüncü varsayım diğerlerinden biraz farklı. Buna göre evrende önce karadelikler oluştu. Karadelikler güçlü çekim etkileriyle yakınlarındaki gazı toplayıp buldukları bölgenin çevresinde yoğunlaştırarak gökadalaların oluşumunu tetikledi. Karadeliklerin bildiğimiz mekanizmalar dışında, doğrudan nasıl oluşmuş olabileceği bir bilmece olsa da bu da sağlam bir model. Çünkü birçok gökadanın merkezinde bir dev karadelik olduğunu biliyoruz. Hatta gökbilimciler büyük gökadalaların tümünün merkezinde birer dev karadelik olduğu düşüncesinde.

2014 yılında fırlatılması düşünülen James Webb Uzay Teleskopu’nun gökadalaların nasıl oluştuğuna ilişkin önemli ipuçları sağlayacağı düşünülüyor.



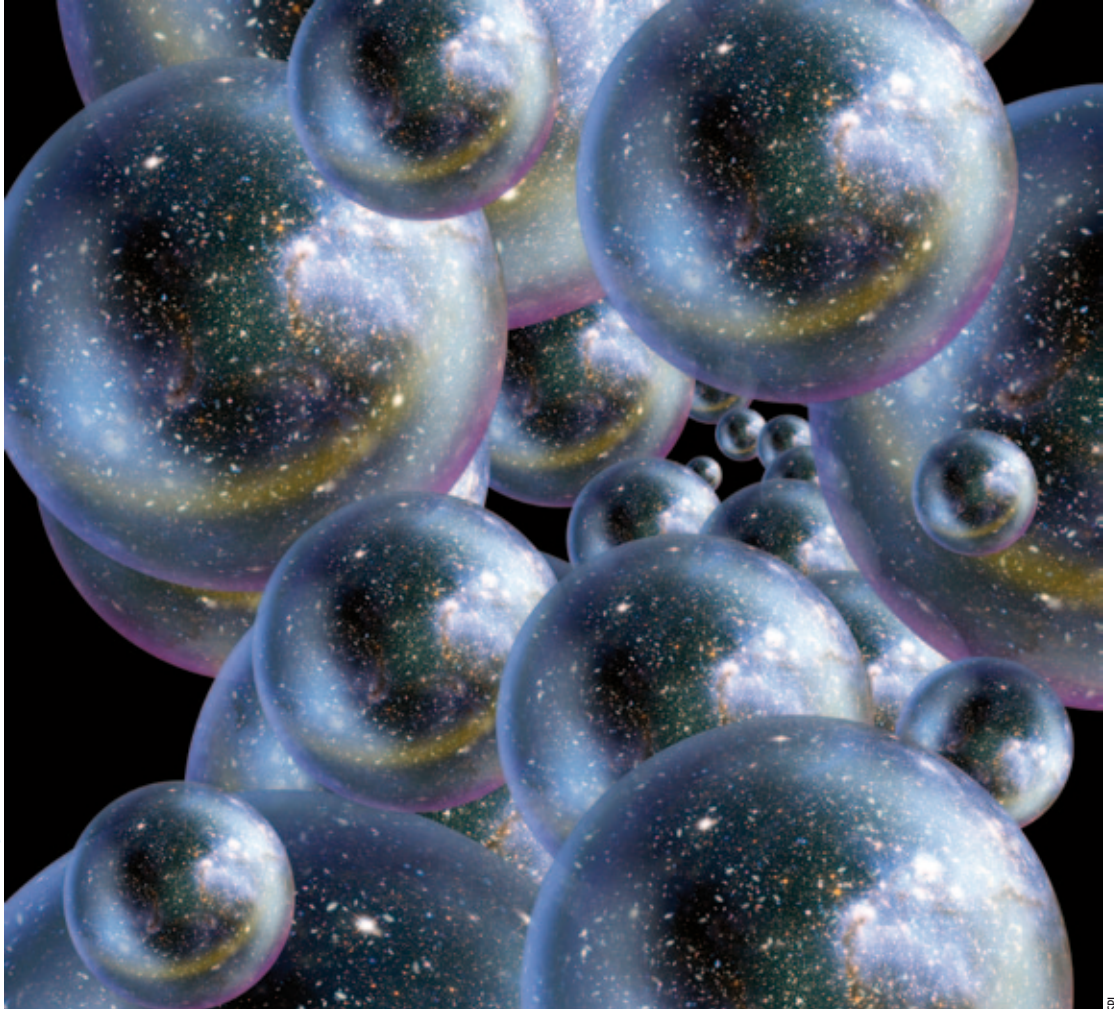
Büyük Patlama'dan Önce Ne Vardı?

Büyük Patlama kuramıyla ilgili yanıtlanmamış en önemli soru, öncesinde ne olduğu. Bu soruya verilen yanıt genellikle bunu sormanın anlamsız olduğu şeklinde. Çünkü zamanın Büyük Patlama'yla başladığı varsayılıyor. Ancak, diğer başlıklar altında anlattıklarımız bu durumla çelişiyor. 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 türevi, 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 gazozu benzetebiliriz. Evrenimiz yoğun bir kozmik denizin içinde genişleyen bir kabarcıksa, bu denizin içinde çeşit çeşit kabarcık evrenler bulunabilir.

Elbette bu kuramlar kafalarımızdaki "evren" anlayışını değiştiriyor. Konuya geleneksel biçimde yaklaşacak olursak, evreni "çevremizde görebildiğimiz her şey" olarak tanımlayabiliriz. Biraz daha geniş düşünerek, uzay-zamanın hepsini kapsadığını varsayabiliriz. Eğer onu 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.



Büyük Patlamadan Önce...



Karanlık Madde Nedir?

Karanlık madde kavramını ilk olarak Hollandalı gökbilimci Jan Oort 1930'larda ortaya attı. Yakın yıldızların hareketini inceleyen Oort'a göre, yıldızların gökada merkezinin etrafında savrulmadan dolanabilmeleri için görebildiğimizden çok daha fazla miktarda madde gerekiyordu. Oort Smanyolu'nda, Güneş'in yakınlarında görebildiğimiz maddenin en azından 3 katı kadar da "karanlık madde" bulunması gerektiğini hesapladı.

Sonraları gökbilimciler başka gökadalara inceledikçe karanlık maddeyle ilişkin sağlam kanıtlar elde etti. İlginç gözlemlerden biri, gökadalardaki yıldızların hem merkeze yakın olanlarının hem de kenara yakın olanlarının gökada merkezi çevresinde benzer sürelerde dolanmasıydı. Normalde, Newton yasalarına göre dolanma süresinin merkezden uzaklaştıkça belirgin biçimde uzaması gerekir. Güneş Sistemi işte bu olması gerekene çok güzel bir örnek. Güneş'e en yakın gezegen olan Merkür Güneş'in çevresinde yalnızca 88 günde bir tur atar. Buna karşın en uzak gezegen olan Neptün Güneş çevresinde 165 yılda bir kez dolandır.

Gökbilimciler, gökadalardaki yıldızların bu eşzamanlı dolanışlarını gökadalara küresel bir biçimde çevreleyen ve "hale" adı verilen bölgede bulunan büyük miktarda karanlık maddeye bağlıyor.

Gökada kümeleri, karanlık maddenin varlığı konusunda bize başka ipuçları da sağlıyor. Daha 1930'lu yıllarda, Amerikalı gökbilimci Fritz Zwicky, bizden 300 milyon ışık yılı ötedeki Coma gökada kümesinde çok miktarda karanlık madde olması gerektiğini öne sürmüştü. Zwicky'ye göre, kümenin içerdiği maddenin yalnızca onda biri görünür madde, geri kalanı karanlık madde olmalıydı. Günümüzde evrendeki toplam maddenin yaklaşık % 83'ünün karanlık madde olduğu hesaplanıyor.

Peki, nasıl bir şeydir bu karanlık madde? Kozmolojide yanıtlanmayı bekleyen en önemli sorulardan biri bu. Karanlık maddenin bir bölümünün fazla ışınım yapmayan gök cisimleri, örneğin karadelikler ve kahverengi cüceler olduğu, ancak çok büyük bölümünün de kütlesi olan ama herhangi bir ışınım yapmayan ve ışınım ile herhangi bir etkileşime girmeyen birtakım egzotik parçacıklardan oluştuğu düşünülüyor. Karanlık maddenin neden oluştuğunun anlaşılması için evrenbilimciler ve parçacık fizikçileri büyük bir gayretle çalışıyor.

Kaynaklar

Dauber M.P., Muller R.A., *The Three Big Bangs*, Addison-Wesley, 1996
 Eicher, D.J., Astronomy's 5 Big Questions, *Astronomy*, Mart 2010
 Greene B., *The Fabric of the Cosmos*, Penguin Books, 2005

Lineweaver C.H., Davis M.D., Misconceptions About the Big Bang, *Scientific American*, Mart 2005
 Kuresi, L., Cosmology, 5 Things You Need To Know, *Astronomy*, Mayıs 2007