

18 milyar yıl önce büyük patlama ile evren yaratıldı, böylece uzay ve zaman başladı.

Hemen genişleme başladı. Saniyenin küçük bir bölümü kadar bir sürede elektron hidrojene çekirdeği gibi atomlar maddeler ışımla yayılmaya başladı.

## EVREN "KAZILIYOR"

Geçen sayımızda Einstein'ın anısına gösterilecek en anlamlı saygının, onun bıraktığı bilimsel mirasın en iyi bir biçimde değerlendirilmesi olacağını belirtmiştik. Dört ana konu çevresinde toplayabileceğimiz bu miras üzerinde yapılan çalışma ve araştırmalar son bulmak bir yana giderek artan bir hızla sürüyor ve varisler kendilerine düşeni büyük bir coşkuyla ve fazlasiyle yapıyorlar. Çekim konusundaki uzmanlar genel göreceliği gittikçe netleşen bir çerçeve içinde incelerken çekim gücü ışığın bile kaçamayacağı şiddette olan kara delikler gibi şaşırtıcı şeylerle karşılaşılıyorlar. Evrenbilimcilerin karşılaştıkları en büyük soru, evrenin genel görecelikte öngörüldüğü üzere genişlemesini sürdürüleceği mi yoksa Büyük Patlama'daki yoğun ve sıcak haline geri mi dönüşeceği sorusu. Kuramcıların oluşturduğu diğer bir grup dört temel doğa kuvveti olan çekim, elektromanyetizma ile zayıf ve güçlü çekirdek etkileşimlerinin tek ve bütünleyici bir denklem takımında birleştirilmesi için çaba harcıyor. Düşünürler ve fizikçiler ise Einstein'ın, atomun ve temel parçacıkların davranışlarının şaştan çok nedensellik kurallarınca yönetildiği yolundaki ve onu diğer fizikçilerden ayıran görüşünü tartışıyorlar. Şimdi gelin, bu dört ana konuyu ayrıntılarıyla inceleyelim.

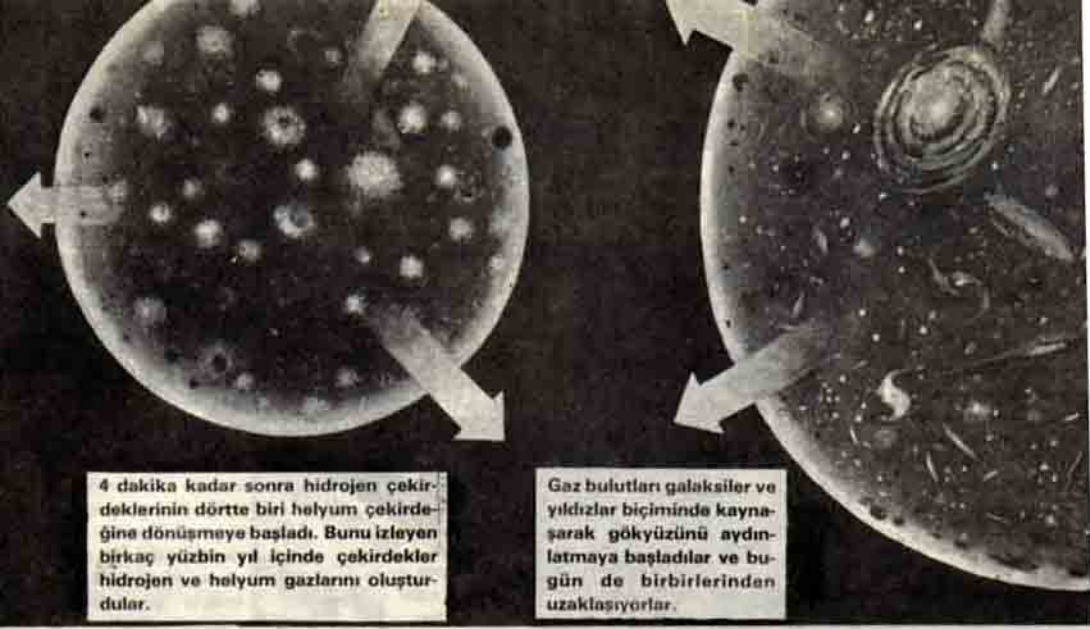
### 1. ÇEKİM

Einstein'ın hiçbir kuramı, çekim kavramına yeni boyutlar getiren GENEL GÖRECELİK denli şaşırtıcı ve etkili olmamıştır. 1916 yılında çoğunluğunu şaşkın gözlerin oluşturduğu bir kitleye sunulan kuram kuşku fizikçilerin tüm sınamalarını üstün bir başarıyla vermiş ve gökbilim alanında gerçekleştirilen tüm çalışma ve gelişmeler ışık tutmuştur.

Çekim konusundaki ilk bilgiler Sir Isaac Newton'un 17. Yüzyılda geliştirmiş olduğu kuramlara dayanıyor. Newton'un 1687 yılında yayınlanan "evrensel çekim yasası"na göre çekim, iki cismin birbirine doğru uyguladıkları kuvvettir. Etkisi evrenin her köşesinde görülen çekim yeryüzü ile uzak bir yıldız arasında ne denli etkili ise yine yeryüzü ile yere düşen bir elma arasında da o denli etkilidir.

Oysa Einstein Newton'u pek haklı bulmuyordu. Ona göre çekim gerçekte bir kuvvet değil manyetik alan gibi bir alandı. Manyetik alanı oluşturan mıknatısın çekim eşdeğeri, çevresindeki uzayı bozarak çekim alanı yaratan maddenin kendisinden başka birşey değildi.

Bu bozulma, lastik bir düzlem üzerindeki bir bilardo topunun bu yüzeyi çukurlaştırmasına benzer. Topun öte yanına kestirmeden gitmek



4 dakika kadar sonra hidrojen çekirdeklerinin dörtte biri helyum çekirdeğine dönüşmeye başladı. Bunu izleyen birkaç yüzbin yıl içinde çekirdekler hidrojen ve helyum gazlarını oluşturdular.

Gaz bulutları galaksiler ve yıldızlar biçiminde kaynaşarak gökyüzünü aydınlatmaya başladılar ve bugün de birbirlerinden uzaklaşıyorlar.

**Yazarlar:** David GELMAN, Peter GWYNNE, Mary HAGER, Sharon BEGLEY, (ABD), Allen J. MAYER (İngiltere), B. COPELAND ve Rachel MARK (ABD)

isteyen bir böcek doğrusal bir yol izleyemez, topun yakınında oluşan çukurluğun belirlediği bir eğri boyunca gitmek zorunda kalır. Böceğin izleyeceği yolun eğriliği maddenin miktarına bağlıdır; öyle ki böcek bilardo topu yerine bir bezelye tanesinin yanından geçerse daha az eğri bir yol izler.

Uzayın eğilmesi olayı, ışığın uzayda doğrusal bir yol izlediğine yüzyıllar boyu inanmış olan fizikçilere genel göreceliği sınamak için çok iyi bir fırsattı, çünkü bu kurama göre çok güçlü çekim alanları ışığın doğrusal yörüngesini eğitmekteydiler. 29 Mayıs 1919 yılında yapılan ve bu olayı, dolayısıyla Einstein'ın savlarını kanıtlayan deneylere geçen sayıda değinmiştik.

Bilim adamları Einstein'ın kuramını sınamaktan vazgeçmiş değiller. Örneğin 1964 yılında Massachusetts Teknoloji Enstitüsünden Irwin Shapiro daha önce gözden kaçmış bir olayı aydınlığa çıkardı: Işığın ve radyo dalgalarının yörüngelerini saptıran çekim alanları bunların, kaynaklarından çıkmaları ile yeryüzüne erişmeleri arasında geçen süreyi de uzatıyorlardı. Radar ve radyo dalgalarının güneşin yakınından geçişleri ile uydulara ya da uzay araçlarına gelişleri arasında geçen süre gerek Shapiro ve arkadaşları, gerekse başka araştırma grupları

tarafından ölçülmüş, böylece genel göreceliği % 2 gibi büyük bir kesirlikle doğrulamışlardır, Sonraları Richard Stramek ve Edward Fomalont bu kesinliği % 1'e değin arttırmayı başardılar.

Cünümüz gökbilimcilerinin uğraşları ise genel göreceliğin iki dev sonucu olan "çekim dalgaları" ve "kara delikler" olaylarını derinlemesine araştırmak. Uzayın dipsiz kuyuları olan kara deliklerin ayrıntılı bir incelenmesi Bilim ve Teknik'in 135. sayısında yer almıştı. Kısaca özetlemek gerekirse ölen bir yıldız büzüle büzüle son derece yoğun ve boyutları çok küçük bir çekirdek haline gelerek çevresinde korkunç şiddette bir çekim alanı yaratır ve bu çekim bölgesine giren ışık dahil hiçbir şey kaçamaz. Yine aynı varsayıma göre görünmeyen bu kara delik tarafından emilircesine bir geçit içine çekilen cisimler artık fizik kurallarının geçerli olmadığı "tekillik" adı verilen bu geçitte ya yok olacaktır, ya da şansları varsa geçidin öteki ucuna rastlayıp başka bir evrende yeniden ortaya çıkacaklardır. Geçidin diğer evrene açılan ucuna "Ak delik" denmektedir.

Ak deliklerin ve diğer evrenlerin saptanması olanak dışıdır. Kara delikler ise sadece görünmezdirler fakat varlıkları saptanabilir. Şöyle ki; bir kara deliği doğru çeken bir yıldız, tekillige



# KARA DELİKLER NASIL ÇALIŞIYOR



**Dev mavi yıldız.**  
Güneşten 30 kat büyük olan yıldız bir kara deliğin yörüngesine giriyor. Yıldızın yarıçapı kara deliğinkinin bir milyon katından fazla olduğu halde ağırlığı kara deliğinkinin sadece üç katıdır.

Kara deliğin çekim kuvvetinin yakaladığı yıldız parçalarını yazgılarına doğru hızla yol alır.

Yıldızdan gelen gaz kara deliğe doğru helinler çizerken sürtünme ile milyonlarca derece ısıya ulaşır ve astronomların saptayabileceği X ışınları yayar. İbu yayın bir kara deliğin "görülebilmesi için tek yoldur).

Madde ve ışık kara deliğin dönüşü olmayan noktasını geçince yok olur.

**KARA DELİK**

Tenillige lanan tutsu yıldız ev başka bir siminde bir başka e de tekrar çıkabilir.

Mavi büyük yıldızın yaydığı sıcak gazlardan bir kısmı kara deliğin çekimine yakalanır ve delik çevresinde oluşan bir çevriye çekilirler. Böylece yayılma diskine eklenerek ona güç katarlar.

**YAYILMA DISKI**

**TEKİLLİK**

geçmeden önce özel nitelikli X-ışınları yayınlıyor. İşte bu olgu bir kara deliğin varlığının en iyi kanıtıdır. Harvard Smithsonian Enstitüsü'nden Riccardo Giacconi 1967 yılında Kuğu yıldızlar topluluğundaki görünmeyen bir yıldızın dolayından gelen bu türde ışınlar saptadı. Bu gözlemlerden sonra da başka benzer gözlemlerde bulunuldu, ancak bugüne değin kara deliklerin varlıklarını kesin olarak kanıtlayan bir gözlem yapılmış değildir. Buna karşın fizikçiler şöyle diyor: "Madem ki kara delikler genel göreceliğin bir sonucudurlar, o halde bunların varlıklarını kabul etmekten başka yapacak birşey yok."

Çekim dalgalarına gelince: Genel görecelik uyarınca bunlar, bir cismin çekim etkisiyle diğer bir cisme doğru hızlandığı sırada oluşurlar. Ölçülmeyecek denli zayıf olan bu dalgaları saptamak son derece zordur.

Massachusetts Üniversitesi'nden Joseph Taylor başkanlığında bir araştırma grubu 1974'ten beri Arcicibo'daki 320 metrelik dev radyo teleskopla çok uzakta bulunan bir yıldız çiftini inceliyorlar. Bu çift, saat gibi düzenli aralıklarla

radyo dalgaları yayınlayan bir pulsar ile ona eşlik eden görünmez bir yıldızdan oluşuyordu. Genel görecelik kuramına göre çekim dalgaları sürekli olarak enerjisi yitirdiğinden sistem toplam enerjisi yavaş yavaş azalacak bunun da sonucu olarak çifti oluşturan yıldızlar giderek birbirlerine yaklaşacaklardı. Taylor, pulsar ışınlarına ilişkin gözlemlerinin sonucuna dayanarak geçtiğimiz Aralık ayında yayınladığı raporda tüm bu olayların aynen göreceliğin öngördüğü hızda gerçekleştiğini bildirdi.

Arcicibo gözlemi daha derin araştırmaların başlangıcı oldu. Çekim dalgalarını kuvvetlendirerek saptamağa yarayan alıcılar yapmak için çalışmalara başlayan ekiplerin sayısı onu geçti. Ayrıca güneşin geometrisini tüm ayrıntılarıyla belirlemek, ışığın eğrilmesini duyarlı bir biçimde ölçmek ve böylece genel göreceliği daha da kesin sınırlar içinde doğrulamak amacıyla başka gruplar da işe koyuldular.

Kuram ile deney böylesine bir uyuma içindeyken bu denli çaba harcamaya değer mi? Shapiro diyor ki: "Bu doğa kurallarını bize Tanrı

değil, Einstein vermiştir. İşte sırf bu nedenle onları doğrulamak için elimizden geleni yapıyoruz.”

## 2. EVRENBİLİM

Başlangıçta büyük patlama vardı. Enerji dolu, ateşten bir top patladı ve dışı doğru yayıldı. Ateşin soğumağa başladı. Yaradılıştan yüzde bir

galaksiler de evren genişledikçe birbirlerinden uzaklaşıyorlar.

Yaradılışın bu ilkel görüntüsü onbeş yıldan beri yapılagelen ve kuramsal görüş ve esinlenmelerin de büyük ölçüde yardımcı olduğu gökbilim gözlemleri sonucu ortaya çıkmıştır. Büyük patlama senaryosunun gerçekliğine inanan bilim adamı artık yok gibidir. Onlar ki genç evrenin daha pek az bir bölümünü tanıdıklarını itiraf



saniye sonra evrenin sıcaklığı yüz milyar santigrad derece yoğunluğu da suyunkinin dört milyar katı idi. Parçacıklar önce enerjiye, sonra yeniden maddeye dönüşerek yayıldı. Üç dakika kırkaltı saniye sonra bu parçacıklar hidrojen ve helyum çekirdeği oluşturacak denli sıkıştılar. Yarım saat sonra hidrojenin dörtte biri helyuma dönüştü ve böylece evrenin kimyasal yapısı tamamlanmış oldu.

Sonra yaradılış yavaşladı. 700.000 yıl sonra evrenin sıcaklığı 4000 dereceye düştü. Bu arada evren sürekli olarak genişledi. Çekirdekler ve elektronlar birleşerek kararlı helyum ve hidrojen gazları oluşturdular. Daha sonra gaz bulutları birleşip kaynaşarak yıldızları ve galaksileri oluşturdular. 15-20 milyar yıl sonra, yani günümüzde bu en eski ve ilkel nesnelere ürünleri olan ve her biri yaklaşık 100 milyar yıldız içeren 100 milyar galaksi gökyüzünü sarmış bulunuyor. Tüm bu

tan kaçınmamaktadırlar. Birçok gökbilimci, örneğin galaksilerin nasıl oluştuğu gibi gizemler için hâlâ çözüm aramakla uğraşırken diğerleri geleceğe bakmanın daha doğru ve uscu olacağına inanmışlar. Bu ikincilerin yanıt bulmağa çalıştıkları soru ise şu: Evren nasıl sona erecek?

Genişleme hızının sürekli azalması, ama hiçbir zaman sıfır olmaması koşuluyla evren sonsuza değin var olabilir. Ya da yeniden büzülmeğe başlayarak 100 milyar yıl sonra sonsuz yoğun ve küçük bir kümeğe dönüşebilir. Ne olabileceği konusundaki görüşler şu an için elbette varsayımdan öteye geçemiyor. Evren belki de bir anda yok olup gidecektir. Hatta daha sonra bugünkü ya da daha başka bir görünüm altında yeniden ortaya çıkması söz konusu olabilir. Yıllardır yapılagelmekte olan gözlemlere karşın evrenin nasıl bir yol izleyeceğini şimdiden kestiremiyoruz. Evrenin şu anda içinde bulunduğu durumu



Cambridge Üniversitesi'nden Stephen Hawking "Yok olma ve genişleme evrelerini ayıran sınıırn yakınında" diye son derece ilginç bir biçimde tanımlıyor.

Otoriteler evrenin kesin gidişini yüzyılımızın sonunda, belki de daha önce belirleyebileceklerini söylüyorlar. Bu amaçla insanoglunun, uzay ve zaman sınırları konusundaki görüşlerini büyük ölçüde genişleteceği umulan yeni birtakım aygıtlar geliştirilmiş ve geliştirilmekte. Şili de And Dağları'ndaki Las Campanas yakınlarında bulunan ve deniz yüzeyinden 2370 metre yükseklikteki 2,5 metrelik teleskop uzak galaksiler hakkında, California'nın Palomar tepesinde kurulmuş olan 5 metrelik benzerinden daha iyi görünüşler veriyor. 1983'te uzayda yörüngeye oturtulacak olan teleskop yeryüzündekilere oranla 7 kat uzağı gözleyebilecek ve 50 kat soluk cisimleri gösterebilecek. New Mexico'daki 27'lik sistem de içinde olmak üzere kurulan ve kurulmakta olan yeni radyoteleskop ağları yıldız haritalarındaki boşlukları dolduracak.

Ne var ki ölçmeler gökbilim bilmecelerinin çözümünde yalnızca yardımcı olurlar. Tam bir bilimin ortaya çıkması için bunlara bilim adamlarının yorumları eklenmelidir. California gök-fizikçilerinden James Gunn'un dediği gibi evrenin tümünün, görebildiğimiz kesimine benzediğini söylemek için yürek ister. Ama, Einstein döneminde ve onun ölümünden bu yana maddenin varlığına ilişkin olarak yapılmış ve yapılmakta olan ölçme ve deneyler, evrenin gerçekten tek-biçim olduğunu rahatlıkla söyletebilecek niteliktedir.

Büyük patlama kuramının taşlarını döşeyen Einstein'den başkası değildir. 1916 yılında GENEL GÖRECELİK'i yayınlamasından bir yıl sonra kuramın bünyesinde dinamik bir evrenin yattığını gördü, bu ise kendisi için hiç te doyurucu birşey değildi. Bu nedenlerle denklemlere, evrenin durağan ve değişmez olduğu olasılığını içeren bir "evrenbilim sabiti" getirdi. Ama günün birinde, bundan elli yıl önce California'daki Hale Gözlemevi'nden Edwin Hubble tüm galaksilerin gerçekten birbirlerinden uzaklaşmakta, yani bir başka deyişle evrenin genişlemekte olduğunu gösterince Einstein'ın kuramının evrenbilim sabitini getirmeden önceki biçimiyle doğruluğu kendiliğinden tanıtlanmış oluyordu.

Başka bir görüşe göre genişleyen bir evrenin büyük patlamayla başlamış olmasına gerek yoktur. Evren çok daha önceden beri sınırsız yeni

madde eklenmeleriyle genişlemekte olabilir. Bu "sürekli yaradılış" kuramı birçok evrenbilimci arasında uzunca bir süre egemenliğini ve geçerliliğini korudu. Sonra, bilimsel düşünüşü ilerleten rastlansal gözlemlerden birinde Bell Laboratuvarı bilginlerinden Arno Penzias ve Robert Wilson sorunun çözümünü açıkça ortaya koydular.

Her iki araştırmacı şu basit işin üstesinden bir türlü gelememişlerdi: Bir radyo antenindeki tüm gürültüleri ortadan kaldırmak. Aygıtı ne denli temizlesinler, ne gibi değişiklikler yaparlarsa yaparsınlar çok zayıf ta olsa yine de düzgün bir hisirtı vardı ve bunun önüne geçemiyorlardı. Sonunda fizikçiler bu sesin, evrenin ilk yıllarında oluşan ve sonradan uzaya yayılan bir ışınının kalıntısından kaynaklanması gerektiği sonucuna vardılar. Bu türden koşullar yalnızca bir başlangıç patlamasına özgü olabilirdi. 1965'te vardıkları bu sonuç Penzias ve Wilson'a 1978 FİZİK Nobel ödülünü kazandırdı.

Bu çözüm yeni gizemlerin kapısını açmıştı. 1963 yılında ilk kez radyo gökbilimciler tarafından gözlenmiş bulunan mavi bir yıldızdan gelen ışığı çözümlerken California Teknik Üniversitesi'nden Maarten Schmidt, bu yıldızın yeryüzünden yaklaşık 4 milyar ışık yılı uzaklığında olduğunu ortaya çıkardı. Bu cisim, güneş sisteminden çok az daha büyük olmasına karşın tüm samanyolu'nunkinden oldukça fazla enerjiye sahip görünüyordu.

Gökbilimciler buna "kuasar" adını verdiler. Böyle yüksek enerjili cisimlerin galaksi oluşturup oluşturmayacakları bugün bile tartışılmaktadır. Bu kuşuların kaynağı da, gözlenen kuasarların yeryüzünün çok çok uzaklarında bulunmaları. Örneğin 12-16 milyar ışık yılı ötede böyle bir kuasar gözlenmiş. Bu da evrenin, galaksilerin oluştuğu ilk dönemlerde böyle kuasarlar açısından oldukça zengin olması gerektiği anlamına geliyor.

Bilim adamları için bir başka bilmece de evrenin biçimi. Ortada iki olasılık var. Bunlardan birinde evren, şişirilen bir balonun yüzeyi biçiminde tasarlıyor. Yüzeyin görünür kenarları ya da merkezi yok, ama boyutları sınırlı. Bir uzay adamı bu yüzey çevresinde dolaşarak başladığı noktaya dönebilir. İkinci varsayıma göre evren, sonsuza değin her yöne uzanan bir semer yüzeyine benzetiliyor. Yine bir kenar ya da merkez yok, ancak bu kez uzay adamı evren çevresinde bir yolculuğa kalktığında başladığı noktaya geri dönemez.



Uzayın biçimi sorunu onun geleceği ile de yakından ilgilidir. Eğer evren semer gibi açık ise sonsuza değin genişleyecek, yok eğer sonlu boyutlara sahip kapalı bir yapıda ise bu kez genişlemesi duracak ve büzülme başlayacaktır.

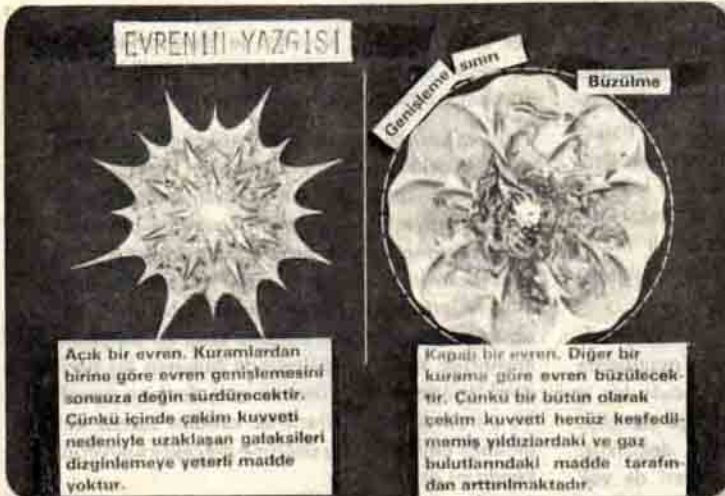
Uzmanlar evrenin yazgısını belirlemek için üç tip olaydan söz ediyorlar: Negatif ivme, yoğunluk ve ağır hidrojen (deuterium). Eğer genişleme hızının birim zamandaki azalmasından başka birşey olmayan negatif ivme için doğru bir değer bulunabilirse büyümenin sürüp sürmeyeceği konusunda kesin birşey söylenebilir. Eğer evrenin yoğunluğu gerçeğe yakın bir doğrulukla ölçülebilirse bu kez onun, galaksileri çekim kuvvetiyle dizginlemeğe yetecek kütleyle sahip olup olmadığı anlaşılabilir. Ve yine eğer yaratılışın ilk evrelerinde enerji ve maddenin birbirlerine dönüşümü sırasında ortaya çıkan ağır hidrojenin miktarı bilinirse evrenin o zamanki yoğunluğunun ve çekim gücünün ne olduğu anlaşılabilir.

Veri toplamak sıkıcıdır. Gökbilimciler örneğin negatif ivmeyi, zaman içinden geriye doğru bakarak inceliyorlar. Son yıllarda gözlenen yakın galaksilerin hızlarını, ışıkları milyarlarca yıl önce yeryüzüne doğru yolculuğa başlayan çok uzak kuasarların hızlarıyla karşılaştırıyorlar. Bu son derece uzun süre içinde genişleme hızındaki herhangi bir azalma açıkça görülebilecektir. Ancak gökbilimciler, örneğin yıldızların parlaklıklarının değişebilmeleri gibi birtakım olayları da göz-öndüne alarak çapraşık düzeltmeler yapmak zorundalar. Görece yakın bir galaksinin Hale Gözlemevi'nden Allan Sandage, Gustav Tammann ve Amos Yahil tarafından geçen yıl tamamlanan gözlem ve incelenmesi, evrendeki negatif

ivmenin ona son getirici bir değere sahip olmadığı görüşünü ortaya koyuyor. Ancak bu sonucun elde edilmesinde bilgilerin bugün için denemesi ya da kanıtlanması olanaksız olan dayanak noktası şu: Gözledikleri galaksilerdeki dağılım, evrenin tümündeki dağılıma hemen hemen eşit.

Evrenin yoğunluğunun ölçülmesi için de elimizde açık ve kesin yöntem ve olanaklar pek yok. Gökbilimciler, evrendeki galaksiler ve bunlara ilişkin gaz bulutları gibi bilinen cisimlerin yoğunluklarını hesaplamak için bunların birbirleri üzerine uyguladıkları çekim kuvvetinin ölçülmesinden yararlanıyorlar. Bu hesaplar sonunda ortaya çıkan yoğunluk, evreni çökertmek için gerekli olan miktarın üçte birinden bile daha küçük. Bununla birlikte evrende ışık vermeyen yıldızlar, "nötrino" denilen görünmez parçacıklar ve süper yoğun kara delikler gibi gizli birtakım cisimler de var. Kısa süre önce bir uzay uydusu, daha önce bilinmeyen miktarda sıcak ve gaza benzeyen bir maddenin uzayın dört bir köşesine yayılmış olduğunu bildirdi.

Ağır hidrojen ölçmelerine gelince: Bu iş o denli belirsiz değil. Şu an için geçerli olan çekirdek kuramı uyarınca gökyüzünde gözlenen ağır hidrojenin miktarı yalnızca açık bir evren içinde oluşturulmuş olabilir. Kapalı evren inancında olanlar ise ağır hidrojenin büyük bir bölümünün en eski zamanlardan kalma, belki de hidrojen ve helyumdan daha ağır tüm elementlerin oluştuğu yıldız çekirdeklerinde yaratıldığını savunuyorlar. Eğer bu doğruysa kapalı bir evrenin varlığı söz konusu olabilecektir. Ne var ki Penzies tarafından yapılan yeni ölçmeler bu görüşün ciddi kuşkuyla karşılanması gerektiğini ortaya





koyuyor. Bu konuda yazılan makalelere göre ağır hidrojen, yıldızların içlerinde oluşacak yerde tersine yokedilmektedir.

Böylece şimdilik evrenin açık olduğunu ve sürekli olarak sonsuza değin genişleyeceğini varsaymak yanlış olmayacaktır. Fakat gökbilimciler, ellerinde yeterli kanıt olmadığı sürece çalışmalarını bu varsayımdan devinerek sürdürmek istiyorlar. Önceleri yeryüzünün güneş sisteminin ortasında yer aldığı, daha sonra da güneşin bir galaksinin kenarında bulunan sıradan bir yıldız olduğu görüşlerini savunmuş olan biz insanlar neden kendimizi var olmuş ve de olacak olan biricik evrenin birer parçası kabul edelim? Bizimkinin ötesinde başka bir evrenin bulunabileceği düşüncesi zamanın başlangıcı ya da uzayın bitişi gibi bir düşünce olup insan beynini ister istemez bir ölçüde metafizik alana kaydırıyor.

### 3. BİRLEŞİK ALAN KURAMI

Yunan düşünürü Thales maddenin temel taşı olarak suyu görmekteydi. Çağdışı Pythagoras evrenin birkaç tam sayıya indirgenebileceği görüşündeydi. Evrendeki temel elementlerin araştırılması 2500 yıl öncelerine uzanır. Bugün ise bilim adamları evrendeki en küçük parçaların neler olduklarını araştırmaktan çok çalışmalarını dört ana kuvvet üzerinde yoğunlaştırmış bulunuyorlar. Bunlar; çekim, elektromanyetizma ve zayıf etkileşim ile güçlü etkileşim olmak üzere iki çekirdek kuvveti. Birçok fizikçi bu kuvvetlerin aynı temel ilkedен geldiklerini bildiğinden bir "birleşik alan kuramı" geliştirme çabası içindeler. Böylece bilimin belki de en derin ve görkemli girişimi başlatılmış oluyor.

Ancak hiçbiri fazla iyimser değil. Einstein bu sorunla 30 yıl uğraştıktan sonra altından kalkamamış. Tüm doğa kuvvetlerinin aynı temelden kaynaklandıkları yolunda birtakım meslektaşları gibi oldukça kuşkulu olan Avusturyalı fizikçi Wolfgang Pauli şöyle diyor: "Tanrı'nın ayırdığını hiç kimse birleştiremez." Bunun tersine inananlar bile Einstein'ın çalışma arkadaşı Banesh Hoffmann'ın dediği gibi "balta girmemiş bir matematik ormanında el yordamıyla yollarını bulmağa çalışıyorlar."

Ayaktopu, tenis, hokey ve satranç oyunlarına ortak kurallar getirmeğe benzeyen böyle bir iş gerçekten sersemletici bir karmaşıklığa sahiptir. Oyun alanları, takımlar ve ekipman değişiktir, fakat oyunların birbirini andırır yönleri de yok

değildir. Hepsi de yaratıcı gücü geliştirir niteliktedirler. Ara sıra kuramsal fizikçiler aydın bir oyuna girerler, parçacıklara renk, koku, güzellik, tuhaflik ve bunlara benzer sıfatlar yakıştırırlar. Lepton ya da kuark gibi garip buluşları da vardır.

Aslında bu kuvvetlerdeki ortak yanı anlamak kolay değildir. Çekirdek kuvvetlerinden güçlü olanı atom çekirdeğini kendi içinde kenetleyerek yıldızlara ve hidrojen bombasına güç veren korkunç tepkimeleri oluşturur. Çekim kuvvetinden  $10^{39}$  kez güçlüdür ve etkisini birbirlerinden 2,5 santimetrenin  $10^{12}$ 'de birinden daha küçük uzaklıklarda bulunan parçacıklar üzerinde gösterir. Çekirdek kuvvetlerinden zayıf olanı ise diğerinin yüzbinde biri büyüklüğündedir ve çekirdek artıklarından çıkan radyoaktivitenin bir bölümü ile yıldızlardaki enerjinin bir bölümünden sorumludur.

Diğer iki kuvveti hepimiz biliyoruz. Yalnızca elektrik yüklü parçacıklar üzerinde etkili olan elektromanyetik kuvvet, elektrik ampullerini yakan ve plak üzerinde gezinen iğneden hoparlöre ses getiren kuvvettir. Bu kuvvet, büyüklük bakımından iki çekirdek kuvvetinin arasında bir yerdedir. Çekim kuvveti ise günlük yaşamımızda belki de en çok karşılaştığımız kuvvet olmasına karşın birçok yönden bilgileri en çok uğraştırıcıdır. Dört kuvvet içinde en zayıf olması, etkisini sınırsız uzaklıklar içinde uygulamasına engel değildir. Diğer üçünden ayrımlı olarak her türlü madde üzerinde etkili olup yalnızca çekme özelliğine sahiptir.

Bir birleşik alan kuramı geliştirmek için yapılan çalışmalar Einstein'ın 1955'te ölmesiyle sona ermedi. Bir yıl sonra, önce Harvard'da çalışan, şimdi de UCLA'da görevli bulunan Julian Schwinger zayıf çekirdek kuvveti ile elektromanyetik kuvvetin, fizikçilerin "ayar kuramı" dedikleri bir yöntemle birleştirilebileceklerini söyledi.

Ayar kuramı Alman matematikçilerinden Hermann Weyl tarafından ortaya atıldı. Weyl, uzunluk ölçülmesinde yeni bir yöntem olmak üzere elektromanyetizma ile çekim kuvvetini birleştirmeyi denemiş, ancak başarılı olamamıştı. Fizikçiler Schwinger'in zamanında bu kuram için "Kuvvetlerin işlevlerini belirleyen daha genel bir açıklama" demişlerdi. Kurama göre iki parçacık arasındaki kuvvet, etkileşimde bulunan bu parçacıklar arasında bir ileri bir geri devinen temel bir parçacık gibi davranarak kendini somut bir biçimde belli eder. Bu değişme gerçekte kuvvetin kendisini oluşturur.

Schwinger'in öğrencilerinden Sheldon Glashow tarafından geliştirilen düşüncesine göre zayıf çekirdek kuvveti iye elektromanyetik kuvvetlerin etkisindeki parçacıklar, benzer özelliklere sahip iki ya da daha fazla parçacıktan oluşan gruplar halinde birleştirilebilir. Ancak ne bu yaklaşım, ne de başka fizikçilerin çabaları sonuç verdi. Sebebi elde edilen denklemler sonsuz olduğu tanıtılan anlamsız sonuçlar veriyordu.

Weinberg - Salam modelinde iki ana görüş yer alıyordu. Bunlardan ilki, zayıf kuvvete ilişkin olup daha önce bilinmeyen ve "zayıf nötr akım etkileşimleri" adı verilen özellikti. Bu etkileşimler söz konusu parçacıkların elektrik yüklerinde herhangi bir değişme yaratmıyordu. İkinci görüş ise elektronların demet halinde hidrojen atomlarına gönderilmeleri durumunda zayıf kuvvetin elektromanyetik kuvvetle girişim yapacağı



1967 - 1968 yıllarında şimdi Harvard Üniversitesinde görevli olan Steven Weinberg ve Abdus Salam Londra'daki Imperial College'de birbirlerinden bağımsız olarak yapmış oldukları çalışmalarda zayıf kuvvet ve elektromanyetik kuvvete ilişkin bir birleşik kuram önererek bunun, bünyesinde sonsuz büyüklükler içermeyeceğini söylediler. 1971'de de Utrecht Üniversitesinde Gerard Hofft ve Illinois'daki Fermi Laboratuvarı'ndan Benjamin Lee önermeyi matematik olarak kanıtladılar.

şundaydı. Son altı yıl içinde her iki görüş te gerçekleştiği için fizikçiler kuramın doğruluğuna ve zayıf kuvvet ile elektromanyetik kuvvetin aynı etkinin birer farklı görünümü olduğuna inanmış durumdalar.

Şimdi de bu iki kuvvet ile güçlü çekirdek kuvveti arasında bağlantı kurma umutları doğmuştu. 1961 yılında California Teknoloji Enstitüsü'nden Murray Gell-Mann "kuark" adını verdiği atomaltı parçacıkların varlığı varsayımını ileri sürdü. Ona göre kuarklar atom çekirdeğindeki proton ve



nötronların yapı taşlarıydı. Bugünkü anlayışa göre kuarklar güçlü çekirdek kuvveti tarafından yönetiliyorlar. Kuvvetin kendisi ise "gluon" denilen ve aynı şekilde görünmez olan büyüklükler tarafından taşınmaktadır. Gluonların etkisiyle kuarklar birbirlerine sıkıca bağlanmışlardır.

Hiçbir zaman bulunamamak ve görülemeyecek olan kuarkların varlığından fizikçilerin kuşakları yok. Fotonların, gluonlar tarafından güdülen kuarkların kuramsal betimlemelerine uyan noktasal büyüklükler olduklarını göstermek için atomaltı mermiler kullanıldı. Daha da ilginç, kuarklar ve gluonlar zayıf çekirdek kuvveti ve elektromanyetik kuvvet için geçerli olana benzer nitelikte bir "ayar kuramı"yla çok güzel uyuyorlar.

Kuvvetlerin bu yeni birleşimi, bilim adamlarının şu anki en önemli sorunu. Buna göre, eğer parçacıkların enerji düzeyi yeterince yüksek ise güçlü çekirdek kuvveti diğerleri kadar zayıf olabiliyor. Yine buna göre madde temelde kararsızdır. Uzun süre evrendeki değişmezliğin simgesi olan proton bile 10 yıl sonra parçalanabilecektir.

Çekim kuvveti her ne denli kendine özgü niteliklerini korumakta ise de araştırmacılar onu da diğer üçü ile birleştirebilmek için büyük çaba harcıyorlar. Ana araçları "süper çekim" kuramı. Bunun dayandığı nokta da çekim kuvvetinin diğer üç kuvvet gibi özel parçacıklar tarafından taşınması. "Graviton" adı verilen bu parçacıklar şimdiye değin gözlenmiş olmamalarına karşın fizikçilerce benimsenmiş durumda.

Süper çekim savunucuları gravitonları diğer parçacıkların oluşturdukları gruplara sokmağa çalışıyorlar. Ne var ki gravitonlar diğer parçacıklardan önemli bir özellikte ayrıldıkları için bu iş pek o denli kolay olmayacaktır. Fizikçiler bu özelliğe "spin" adını taktılar. Devrim sırasındaki dönmeyi simgeleyen bu özellik gravitonlarda diğer parçacıklarda olduğundan ayrımlı.

Ancak sorunlar bununla da bitmiş değil. Matematikçiler süper çekim denklemlerinde beliren sonsuz sonuçları ortadan kaldırmakta güçlük çekiyorlar. Ayrıca birleşik alan kuramındaki diğer parçacık gruplarıyla birleştirmek için değil graviton, ona pek az benzerlik gösteren bir parçacık bile bulmak hemen hemen olanaksız.

Ama fizikçiler bu iş için yeterince derine inmediklerini kabul ediyorlar, düşündüklerinin çoğunun da günün birinde yanlış çıkabileceği olasılığını gözden irak tutmuyorlar ve evrenin

temel işlevlerini anladıkları, yalnızca birtakım küçük ayrıntılar kaldığı savında olan 19. Yüzyıl meslekdaşlarının düşüktüğü yanlıgı yinelemek-ten kaçınıyorlar.

#### 4. NEDENSELLİK

Bilim, her zaman determinizmin güçlü kalesi olmuştur. Doğa yasalarının içine tüm bulgular yerleştirildiğinde olayların nasıl gelişeceği önceden kestirilebilir. Durumu böyle gören ve kendisi bilime adanmış olan Einstein "Ben ve biz, hepimiz bilim için." diyor ve insan kaptirisinin yerini atom kesinliğinin almasını istiyordu. Ancak ne tuhaftır ki çalışmaları evrenin çok değişik biçimlerde yorumlanmasına yol açmış, nedenselliğin kesin mekanizması evrensel bir kumar yaratmıştır.

Einstein 1905 yılında ışığın, dalga özelliği yanında zaman zaman parçacık özelliği de gösterdiğini açıklayınca ortalık yeniden karıştı. Aslında fizik bilimine göre ışığın dalga ve parçacık özellikleri birbirlerini bir paranın iki yüzü gibi tamamlamaktaydı. Yapılan deneyleri değerlendiren bilginler ışığın, tıpkı yere düşen paranın yazı ya da tura gelmesi gibi ya dalga, ya da parçacık niteliğinde olacağını söylüyorlardı. Ortalığı karıştıran da olasılığa dayanan bu belirsizlikti. Oysa Einstein her olayın kesin doğa yasaları çerçevesinde formüle edilebileceğini savunagelmekteydi.

Bu ikilemi çözümeğe çalışan bilim adamları kısa süre sonra determinizmin geleneksel sınırlarının dışına çıktılar ve ışık parçacığının belirli bir konumda bulunması olasılığının, sahip olduğu dalga karakterince belirlendiği sonucuna vardılar. Gerçekten de parçacık için şu ya da bu konumdadır, diye kesin bir yargıda bulunulamaz, yalnızca nerede bulunabileceğine ilişkin bir olasılık aralığı verilebilir.

Kuantum mekaniğinin atoma yeni bir görünüm kazandırması da aynen bu görüşler çerçevesinde olmuş, atom o zamana değin olduğu gibi bir çekirdek ve onun çevresinde dönen elektronların oluşturduğu küçük bir güneş sistemi olarak değil de elektronların nerede bulunabileceklerini belirleyen olasılık dalgalarının çevrelediği bir çekirdek olarak ele alınmağa başlamıştır. Böylece artık elektronun herhangi bir anda kesin olarak nerede olduğunu belirleme olanağı ortadan kalkmış oluyordu. Kendisi çok rahatsız eden bu durum karşısında Einstein'ın "Tanrı evrenle kumar oylamaz." diyerek Niels Bohr ile sonu gelmeyen





Atomun eski modeline göre elektron, yeryüzünün güneş çevresinde döndüğü gibi, çekirdek çevresinde döner (solda). Kuantum mekaniğinin getirdiği modele göre ise elektron dairesel yörüngesi üzerinde herhangi bir yerde olabilir. Yerini kesin belirlemek olanaksızdır (sağda).

### Bohr ve Einstein: Dünya determinizm ile mi yoksa atomun kaptısı ile mi yönetiliyor ?

bir tartışma ortamı içine girdiğine geçen sayıda değinmiştik.

Olasılık ve şans kavramları çağdaş fiziğin başka dallarında da karşımıza çıkmaktadır. Sözel radyoaktif bir maddeden saçılan parçacıklar üzerinde yapılan duyarlı ölçmeler bize yalnızca, bu maddenin belirli zaman aralıklarında ne oranda eksileceği konusunda bilgi verebilmektedir. Belirli bir atomun bu süre içinde eksilenlerden biri olup olmadığını anlamağa olanak yoktur. Bu, ölçme tekniklerinin yetersizliğinin yarattığı değil, yalnızca şansın rol oynadığı bir durumdur.

Atomlar arasında, hangilerinin eksileceğini belirleyen ince ayrımlar bulunması gerektiğini öne süren Einstein bu ayrımlara "gizli değişkenler" adını vermişti. Bu gizli değişkenler bilim adamları arasında bugün bile güncelliğini koruyan bir araştırma konusudur. Ama Harvard fizikçilerinden Costas Papaliolios'un dediği gibi araştırmacılar "ne bunların, ne de araştırdıkları şeyin gerçekte ne olduğunu biliyorlar." Bu arada metafizik çözüm arayanlar da yom değil. Bunlara göre A ve B gibi iki olayın olma olasılığı yüzde elli ise o zaman her iki olay da olur. Eğer bunlardan yalnızca A gözlenmişse B, başka bir ortamda, görünmeyen bir "Paralel acunda" olmuştur.

Ne var ki gerek gizli değişkenler, gerekse paralel acun insanlığın algılayamayacağı ya da deneysel olarak sınıyamayacağı etkenlere daya-

nıyorlar. Harvard'lı bilim düşünürü Hillary Putnam şöyle diyor: "Eğer determinizmin varlığı yalnızca bu gizli değişkenlere bağlı ise bu, son derece saçma ve Kant düşünüşünü yansıtan birşey olur; çünkü bu durumda gerçek, biri kendi içimizde var olan ve diğeri deneyle kanıtlanan diye ikiye ayrılmış olmaktadır. Bizim kurabileceğimiz ise bunlardan ikincisidir."

Texas Üniversitesinden fizikçi John Archibald Wheeler "aslında zor olan doğayı gözlemciden bağımsız devinen bir makine olarak görmekten vazgeçmektir. Bizim gerçek olarak algıladığımız, gözlemlerin oluşturduğu birkaç demir direktir. Bunların arasında ise daha çok hayalimizin ürünü olan kâğıttan yapılar yer almaktadır", diyor. Wheeler, gözlemcinin algıladığı gerçeği belirlemede kendisinin ne denli rol oynadığını göstermek için akıllıca bir düşünsel deney oluşturmuş bulunuyor.

Diyelim ki bir oyuncu odanın dışına çıktığında diğerleri onun bulması için bir sözcük seçtikleri 20 soruluk bir oyun oynuyoruz. Seçilen kişi dışarda beklerken odadakiler kuralları değiştirerek belirli bir sözcük seçecek yerde herkesin kendi kafasında seçtiği farklı bir sözcüğe göre soruları yanıtlamasına karar versinler. Dışardaki oyuncu içeri girerek kuşku duymadan sorulara başlar. Sonunda bir tahminde bulunsun ve seçtiğiniz sözcük "bulut" muydu diye sorduğunda odada