

# Evrendeki Görünmeyen Madde

## GÖLGE EVREN

Dennis OVERBYE

**D**raco takım yıldızları arasında sürüklenen, Dünyamızdan çeyrek milyon ışık yılı uzaklıkta, yine aynı isimle anılan, yamalı bohçayı andıran yıldızlardan oluşmuş cüce galaksi Draco'ya bir göz atalım. Samanyolu ile birlikte bir grup oluşturan bir düzine uydı galaksiden sadece biri olan bu galaksi, gece yıldızlara bakan filozoflara ilham verecek kadar muhteşem bir sarmal (*spiral*) değildi. Ama bu küçük, mütevazı Draco, 1983 yılında astronomlar arasında yoğun bir tartışma konusu olmuştu. Bu galaksi uzun zamandan beri üzerinde durulan, evrenin yapısı ve kaderi ile ilgili araştırmalara dayanak oluşturmuştu.

Marc Aaronson adlı genç bir astronom, içgüdüsel bir cesaretle ortaya atılmış ve Draco'da gözle görülenin dışında çok daha farklı bir şeyler olduğunu kanıtlarını bulduğunu açıklamış; bulunduğu şeyin, görülenden 10 kat daha fazla olduğunu ileri sürmüştür. Sayısı bir avuç kadar olan Draco'nun yıldızlarından gelen ışınların fotonlarını tek tek inceleyen Aaronson, evrende ağır ağır yol alan bu galaksinin hareketlerinin, kütlelesel, görünmez bir bağla kontrol edildiği sonucuna varmıştı. Neydi bu bağ, nasıl birşeydi?. Aaronson'un bu titiz gözlemlerini ancak birkaç uzman değerlendirebilirdi. Draco, "karanlık madde"nin etkisi altındaydı. Bu demek oluyor ki, şimdiye kadar evrenin yapısında ana maddeyi oluşturduğu sanılan "nötrino"lar, yerlerini karanlık maddeye bırakacaklardı.

Beş yıl öncesine kadar nötrinolar evrenin kütlelesiz, görünmez, hayalet binicileriydi. Bu parçacıklar ışık hızında milyonlarca kilometre yol kat edebiliyorlardı ve kütleleri öyle küçüktü ki, kenarı bir ışık yılı olan kübün içindeki tüm nötrinoların toplam kütlesi bile belli belirsizdi. Nötrino gibi garip bir varlığın evrenin temel maddesi olması durumunu beş yıl kadar sürdürmesi ve belki de sonradan ortaya çıkan tu-

tarsızlığı, bilim adamlarının şaşkınlık ve ümitle sarılacak bir dal aramasından kaynaklanıyordu. Soru çok basitti: Evreni oluşturan ana madde neydi? Bu sorunun yanıtını bulmak için harcanan çabalar karanlıkta dans eder gibiydi.

Evrenin sanki bir gölgesi vardı, onun için de bir sonu olmalıydı. Astronom Edwin Hubble'ın bir tanımlamasına göre, körlerin el yordamıyla tayin etmeye çalıştıkları ölçümlerde düştükleri hatalar gibi, uzun, dolambaçlı muhakeme ve yorumlar arasında astronomlar, isteksizce de olsa, evrenin gözle görülen silik film tabakası ardında, karanlık ve kütlelesel bir şeyin varlığını yavaş yavaş kabul ediyorlardı. Galaksiler, hatta evrenin kendisi bile, yıldızların ardında yüzen görünmez maddenin çekim gücü etkisi altındaymış gibi görülür. Bu madde tüm galaksi kümelerini birbirine bağlayan bir kavrama gibidir. Karanlık madde, ışık gönderemiyen ilkel madde olabilir; henüz dünyada keşfedilmemiş garip parçacıklardan biri olabilir; veya Büyük Patlama (*Big Bang*)'dan arta kalan kalıntılar, hatta henüz bilimsel bir kuramı bile bulunmayan madde ve enerji karşılığı birşey olabilir. Ama her ne ise, var olan herşeyin % 99'unu teşkil etmiş olabilir. Chicago Üniversitesinden Ardian Melott, "Karanlık Madde, gökbilimcilerinin yaşamında önemli bir rol oynuyor, acaba evrenin yaşamındaki rolü ne derece, bilemiyoruz" demektedir.

Karanlık Madde, evrenin görünür elemanları olan galaksilerin, üzerine yerleştirildiği bir şablon gibi düşünülebilir. Bu karanlık maddedeki evrene uzay - zaman eğriliği verir. Yeterince karanlık madde varsa, bir gün evrenin büyük bir ıhtişamla çökmesine neden olabilir.

Şimdi biraz genlere dönelim, astronom ve fizikçilerin kafalarında bulanıklık yaratan gözlemlere bir bakalım. Yıldızların incelenmesinde kullanılan, onların renkleriyle kütleleri arasında bilinen matematiksel bir ilişki vardır. Toplam yıldız ışığının parlaklığı ve renginin analizinden, galaksi hakkında bilgi edinilebiliyor. 1933'de, çok çok uzaklardaki bir demet galaksinin gözlenmesi sırasında, Fritz Zwicky adlı başarılı bir astronom, bazı bölgelerdeki galaksilerin öyle hızlı dolandıklarını keşfetmişti ki, eğer buldukları bölgeler görüldüklerinden on kat daha fazla kütleli olmasa, o hızla dışa doğru savrulmaları gerekirdi. Bu, astronomide bile büyük bir ayrıcalık teşkil ediyordu. Zwicky buna "kayıp kütle" ismini vermişti.

Kayıp kütle, 1960'larda bayan astronom Vera Rubin'e gelinceye kadar bir merak konusu olmaktan öteye gidememişti. Washington D.C. Carnegie Enstitüsü astronomlarının

### KAPAK KONUSU

İçinde bulunduğunuz engin boşluğun % 99'unu kapladığı sanılan görünmez ve esrarenegiz Karanlık Madde, galaksilerin oluşumunu ve evrenin kaderini gösterecek bir anahtar olabilir.

dan bayan Rubin, kuasar adı verilen gök cisimleri ile ilgili tartışma ve araştırmalar sırasında kendinden söz ettirmişti (*Kuasarlar, evrenin derinliklerinde anlaşılması karışık, güçlü ve çok kuvvetli radyo dalgaları gönderen yıldızsız gök cisimleridir*). Bayan Rubin, sarmal (spiral) galaksilerdeki hareket yörüngeleri üzerinde durdu. Galaksi merkezi etrafında dönen bir yıldızın hızı ne kadar fazlaysa, onu yörüngede tutabilecek merkezci çekim kuvvetinin de o denli güçlü olması gerekir. Bu çekim gücü, yıldız yörüngesinin merkezinde galaktik kütle tarafından sağlanır. Yıldızların yörüngesel hızları ile galaktik merkeze olan uzaklıkları arasındaki fonksiyon, yıldızın yörünge eğrisini tesbit eder, aynı zamanda galaksideki kütle dağılımını gösterir. Yıldızların yörüngesel hızları, galaksinin değişik bölgelerinden gelen ışınların Doppler etkisi ile kırmızıya ya da maviye kayma durumunun ölçülmesi ile anlaşılır. Doppler etkisine göre, hareketi dünyamıza doğru olan yıldızların ışınlarının dalga boyları maviye, dünyamızdan gittikçe uzaklaşanların ise kırmızıya kayar.

1960'larda geliştirilmiş teleskoplar Rubin'e, galaktik disklerden gelen zayıf ışınları da tahlil etme olanağı verdi. Birçok sıkıcı ve zor gözlemden sonra Rubin, W. Kent Ford, Norbert Thonnard ve David Burstein, Andromeda galaksisinin dönme eğrisini çizmeyi başardılar. Bu diskli, galaktik kütlelerin büyük bir olasılıkla düşmesi beklenen dış bölgelerinde, dönme eğrisinin de düşmesi gerekirdi. Gözlemler onu göstermedi. Bu durumda, yıldız ışığının azaldığı noktalarda dönme hızının sabit kalmasının tek yolu, görünen maddenin görünmez madde tarafından tamamlanması olacaktı. Bu gözlemlerden önce Princeton'lu astronomlardan Jeremiah Ostriker ve P.J.E. Peebles, sarmal galaksilerin görünmeyen madde halkaları içinde olabileceğinden söz etmişlerdi. Rubin'in yukarıdaki gözlemi belki de buna bir kanıttı.

Rubin, "uzman astronomlar, bu gözlem sonucunun birşey ifade etmediğini, bu durumun olsa olsa parlaklık derecesi yüksek galaksilere bakmanın bir etkisi olduğunu ileri sürmüşlerdi" diyor. Bunun üzerine Rubin ve yardımcıları yeniden teleskoplarına döndüler ve hem soluk galaksiler, hem parlak olanlar; hem sıkı sarmallar hem de gevşek olanlar üzerinde çalıştılar. Her çeşit yörünge eğrisi

incelendi. Her seferinde de karanlık maddenin varlığı hissedildi.

1970'lerin sonlarında, karanlık madde artık iş yerlerinde, konferanslarda başlık konusu olmaya başlamıştı. Rubin bir keresinde şöyle diyordu: "Evren hakkında çok az şey biliyoruz. Kişisel olarak onun tek düze ve her yerde aynı biçimde olduğuna inanmıyorum. Bu durum, dünyanın düz olduğunu söylemek gibi bir şeydir."

Son zamanlarda eliptik galaksiler üzerinde de gözlem çalışmaları yapılmış ve alınan sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar da galaksi içindeki gaz yığınlarını tutmak için görünenden en az on misli kütleli maddenin bulunması gerektiğini göstermektedir. Galaksi kümelerini saran karanlık halkalar, belki de kayıp maddeye karşılık gelen karanlık maddenin oluşmuştur. California Üniversitesi astro-fizikçileri, galaksi ve kümeler için karanlık maddenin, görünen maddeye oranının beşe bir ile onbeşe bir arasında değiştiğini öne sürmüşlerdi. Eğer bu konuda haklıysalar, bu göstermektedir ki, bu oran evrenin, Büyük Patlamayla ortaya çıkan başlıca özelliğini teşkil etmiş olacaktır.

Karanlık madde evrene hakim, hatta kaderini tayin edebilir nitelikte olabilir. Eğer evrenin bir başlangıcı olmasaydı, evrenin kaderi konusunda o kadar tedirgin olunmayacaktı. Başlangıcı Einstein'in genel bağımlılık kuramında da ortaya atılmış, daha sonra 1920'lerde Hubble, galaksilerin, patlayan bir bombanın parçaları gibi, birbirlerinden gittikçe uzaklaştıklarını bulmuştur. Böylelikle Einstein'in kuramını doğrulamıştı, ama bir tek önemli fark vardı. Bağımlılık kuramına göre bu kozmik parçaların yerleri temel olarak aynıydı; ama şişen bir balon üzerindeki noktaların birbirinden gittikçe uzaklaşmaları gibi, genişleyen evrende kozmik parçalar da bu nedenle uzaklaşıyor gibi görünüyordular. Halbuki bu kozmik parçalar, uzay ve zaman içinde hareket ediyorlardı. Bu konuda şüphesi olanlar, nihayet 1965'de radyo astronomların, uzayın, ilk patlama sırasında oluşan radyasyonun neden olduğu, düzgün mikro-dalgalarla dolu bulunduğunu keşfetmesinden sonra ikna edilebilmişlerdir.

Rus matematikçisi Aleksandr Friedman'ın 1922'de geliştirdiği matematiksel modele göre, evrensel tarihi iki sayı

*Kapalı evren, bir topun yüzeyi gibi birgün yeniden büzüşecektir.*



*Açık evren, bir hiperbolik paraboloid yüzeyi gibi olup sonsuzdur.*



*Düz evren, açık ve kapalı arasında kusursuz bir denge olup henüz bir çarpıklığı yoktur.*



# EVRENİ OLUŞTURANLAR

Harvard Nobel'in bir sözü vardır: "Biz kuramcılar evreni dolduracak her türlü süprütüyü düşünebiliriz." İşte bu çöplükteki çeşitlerden bazıları:

## 1. İlk Madde

Galaksiler ile galaksileri saran esrarlı ve görünmez karanlık maddenin en azından bir kısmını oluşturur. Hesaplara göre, galaksilerde görebildiğimiz aşağı yukarı 10 katı ilk madde olabileceği görülüyor. Ancak evrenin düz olabilmesi için, 10 kat daha fazla ilk maddeye gereksinim vardır.

## 2. Kara Delikler

Bunlar kendi içine çökmüş, adeta kendi kendini yutmuş, çevresindeki uzayı eğebilece kadar yoğun, çekim alanları güçlü kütlelerdir. Büyük Patlamadan sonra oluşan küçük kara deliklerin yanı sıra ölen yıldızların kalıntılarının oluşturduğu yıldızsız kara delikler vardır.

## 3. Nötrinolar

Nötrinoların varlığı, 1930 yılında, nötronların bozunması sırasında momentumun korunumu yasasına aykırı davranışları nedeniyle anlaşılmış ve kuramsal olarak ortaya atılmıştı. O zamanlar nötrinolar, ışık hızında, kütsüz parçacıklar gibi düşünülüyordu. Gerçek varlıkları 1956'da Güney Carolina nükleer reaktörünün izlenmesi sırasında ortaya çıkmıştı. Üç çeşit nötrinonun varlığı görülmüştü. 1980'de Fred Reines, nötrinoların kütsel özellikler gösterdiğini bulmuştu.

## 4. Fotinolar

Fotinolar, ışık saçan fotonların bir akrabasıdır. "Büyük Birleşik Kuramlar" dan biri olan "Süper Si-



Evreni çöplüğünün birkaç çeşidi.

metri'ye göre fotinolar, süper parçacıklarının en hafifidir. Nötrinolar gibi fotinolar da sahip oldukları zayıf nükleer ve çekim gücü kanalıyla evrenin tüm bölümleri ile ilişki içindedirler. Kozmik fotinolar, nadir toprak metallerinin bileşikleriyle varlıkları ortaya çıkarılabilir. Bunlardan biri olan Galyum Arsenit'e degen fotinolar absorbe edilir, dolayısıyla sahip oldukları enerji, detektörün sıcaklığını artırır. Bu artış kaydedilebilecek değerdedir. Böylelikle varlığını hissettirir.

oluşturmaktadır: Hubble sabiti olarak bilinen evrenin genişleme oranı ile evrendeki kütle ve enerji yoğunluğu. Sandage gibi astronomlar, genişleme oranını uzun tartışmalardan sonra iki olarak tespit etmişlerdir. Modern gök biliminin öteki kutsal sayısı omega diye anılmaktadır. Omega, evrenin yoğunluğunun kritik bir değere oranıdır. Bu kritik değer, aşağı yukarı bir metre küpte 3 hidrojen atomu olarak düşünülmektedir. Omega, 1'den büyükse; yani evren kritik değerden daha yoğunsa, o zaman galaksilerin toplam çekim gücü genişlemeyi yenecek ve evren bir gün kendi içine çökecektir ("Büyük Çöküş"). Matematik diliyle bu bir "kapalı" evrendir. Eğer omega, 1'den küçükse, evren açık sonsuz ve ebedidir. Son-

suza kadar genişleme devam edecek, yıldızların yaşamları bir müddet sonra sona erecek, galaksilerin karanlık köşeleri bir uçtan öbür uca gittikçe genişleyecek ve madde tümüyle enerjiye dönüşecektir. Bazı kuramcılara göre yaşam yavaşlayacak, ama devam edebilecektir. Matematiksel olarak ideal evren, omega sayısının 1'e eşit olduğu durumdur. Omega 1 olduğunda, evren, ne iç bukey ne de dış bukey yüzey özelliğini taşır. Genel Bağımlılık kuramında böyle bir evren dümdüzdür. Euclid geometrisi kurallarına uygundur.

Einstein ve Texas Üniversitesi'nden John Wheeler'in de dahil olduğu birçok kuramcı, kapalı bir evreni tercih ediyorlardı. Çünkü

"*Büyük Çöküş*" (*Big Crunch*), yeni bir "*Büyük Patlama*"'ya (*Big Bang*) olanak tanıyacak ve bu olay böylece sürüp gidecektir. Wheeler, bir keresinde kozmik ölüm konusunda şöyle demişti: "*Hiçbir resim çerçevesiz tamam sayılmaz*".

10 yıl önce iki grup astronom, kozmik birleşmenin yani Büyük Çöküş'ün olamayacağından söz etmişlerdi. Sandage ve meslektaşı Gustav Tammann, galaksilerin hareketleri üzerine sundukları raporda, kozmik çekim gücünün şimdiye kadar galaksileri yavaşlatmadığını, onun için evreni bir noktada toplamanın çok zayıf olacağını ifade etmişlerdi. Onların raporlarına göre, evren yalnız bir kere oldu. Sandage, "*bu, bizim için müthiş bir sürprizdir*" diyordu.

Bir grup genç astronom çalışmalarını belli bir hedefte birleştirmişler ve çok ilginç bir sonuca varmışlardı. Kayıp Kütle de dahil olmak üzere, omeganın değeri ancak 0,1'e ulaşıyordu. Bu demekti ki, evren şu anda açık evren niteliğini taşıyordu.

Bütün bunlar 1979'da Polo Alto'da bir gece içinde değişti. MIT Üniversitesinden Alan Guth, oturup, önündeki kağıtlara karaladığı denklemlerle yeni evren kurdu. Bir başka kozmolojik kuram ortaya çıkmıştı. Adına "*şişkinlik kuramı*" denildi. Guth'a göre evren, Büyük Patlama'dan hemen sonra kabarmıştı. Tıpkı sütün ısındığı zaman kabarması gibi, oluşumunun ilk birkaç milisaniyesinde evren, 10 ya da 20 milyon ışık yılı çapında büyük bir şişme göstermişti

(yani bir proton büyüklüğünden irtidat portakal büyüklüğüne erişmişti). Daha sonra da Hubble genişlemesi adı verilen sabit bir oranla genişlemesini sürdürmüştü. Bu kuram, tüm gök bilimini birkaç yıl meşgul etti. Kuramın ortaya koyduğu şey, omega'nın tam tamına 1'e eşit olmasıdır.

Şişkinlik kuramı, Büyük Birleşik Kuramlar (*GUTS = grand unified theories*) adı altında, doğanın var olan, farklı görünüşler taşıyan kuvvetlerini tek bir ilke etrafında toplamak üzere birleşen çalışmaların bir ürünüdür. Astronomlar, bu kuramdan yararlanarak evrendeki maddenin anti maddeye neden hakim olduğunu, zemini mikro - dalga olarak temsil edilen evrenin, bugün neden öyle düz göründüğünü açıklayabilirler. Nasıl ki çok şişirilmiş bir balon düz gibi görünüyorsa, bugün uzayın düz görünmesinin nedeni de şişkinliğin yeterince bir boyuta erişmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Yani omega değeri, neredeyse 1'dir. Bu demektir ki, evrende, gözlemcilerin Büyük Patlama'dan çıkardıkları, gözlemlerden buldukları daha 10 kat fazla bir şey vardır! Chicago Üniversitesi Astronomi Bölümü Başkanı Schramm, "*10 yıl önce söylenen şeyler doğruluğunu koruyor, şişkinlik kuramından önce, omeganın 1'e eşit olması gerektiği, felsefi ve teolojik nedenlere dayanıyordu; ama bugün elde kuramsal kuvvetli kanıtlar vardır. Bu, bize gözlediğimiz engin diyarların dışında bir başka madde olduğunu anlatıyor*" demektedir.



*Şişkinlik Kuramına göre evrenimiz mikroskobik bir tohumdan oluşmuş ve balon gibi şişmiştir. Teleskopların görebildiği alan bu balonun yalnızca küçük bir parçasıdır ve düzmüş gibi görünür. Şu anda bilgi alanımız dışındaki yaratılışın diğer tohumlarından flizlenen başka evrenler de bulunabilir.*

## EVRENİ OLUŞTURANLAR

### 5. Aksiyonlar

*Eğer Santa Barbara'daki kuramsal Fizik Enstitüsünden Frank Wilczek haklıysa, uzayın  $1 \text{ cm}^3$ 'ünde kuadrilyon (milyon kere milyar) adet bu parçacıklardan bulunabilir. Matematiksel olarak ortaya çıkarılmışlardır. Fotonlar gibi aksiyonlar da belirli bir güce sahiptirler, kütleleri ise yalnızca bir elektron - voltun birkaçta biridir. Fotinolar gibi aksiyonlar da soğuk ve karantlıktırlar, ayrıca kolaylıkla kümeleşebilirler. Henüz varlıklarını deneysel yolla hissedilmiş değildir. Bununla birlikte bir manyetik alan içinde aksiyonların, mikro dalgalı radyo enerjisine dönüştüğü öne sürülmektedir.*

### 6. Henüz Bilinmeyenler

### 7. Yasaların Değişimi

*Kayıp kütle olayı, Newton'un ikinci yasasının galaksi ve yıldızlara uygulanmasından kaynaklanıyordu. Eğer, galaksilerin uzak dış bölgelerinde çekim alanlarının zayıf olduğu bölgelerde, bu yasa biraz değişikliğe uğratılırsa o zaman belki tatmin edici sonuçlara ulaşılabilirdi. Bu sefer, momentumun korunumu kuralının dışında çıkılacağından, evrenin yoğunluğu kritik değerin çok altında da olsa, evrenin yeniden kendi içine çökmesi söz konusuydu.*

### 8. Diziler

*Evrenin görünümü belki de dizi şeklindeydi. Galaksiler rastgele oluşmamıştı. Mısır patlağı gibi diziler meydana getirmişlerdi. Rus fizikçi Alex Vilenkin, 1981'de bu dizilerin evrenin oluşumunun*



Evrenin dar ve ince uzun galaksi dizileri

*ilk anlarında meydana geldiğini öne sürmüştü. Büyük Birleşik Kuramlara göre bu olay, Higgs alanı olarak bilinen diğer bir olayın tamamlayıcısı olmuştur. Higgs alanı uzayın içine işleyip bir anlamda parçacıkların özelliklerini belirler. Higgs alanı soğuduğunda, uzayın değişik bölümlerinde, değişik değerler alır; Tıpkı su moleküllerinin bir buz parçasının değişik yerlerinde, değişik yönlerde kristalleşmesi gibi... Dizilerin birbirine sınır teşkil ettiği noktalarda Higgs alanı, dolayısıyla fizik yasaları tuzağa düşüyor.*

Rubin'in çalışması, karanlık madde problemlerinden birini somut şekle sokmuştur. Bu, görülmeyen, hissedilen; ama varlığına kuramsal bir yaklaşım getirilmemiş bir maddedir. Ancak şişkinlik kuramı, bir başka madde kavramını ortaya çıkarmıştır. "Conandrum" adı verilen bu maddenin varlığına kuramsal bir yaklaşım getirilmiş; ama henüz hissedilmiş ya da görülmüş değildir.

Kabul ediliyor ki, evren nötrinolarla kaplıdır. Nötrinolar görünmezdiler; nötrinolar kütesizdiler. Gerçekten öyle miydiler? California Üniversitesi araştırmacılarından Fred Reines, 1980'de nötrinoların küçük de olsa bir kütlesi olabileceğine dair dolaysız kanıtlar bulmuştu. Reines, Amerikan Fizikçiler Derneği'nde, "Eğer bu gerçekten doğru ise, evren hiç de bizim düşündüğümüz gibi değildir" demiştir. Bu sıralarda, Moskova'daki Kuramsal ve Deneysel Fizik Enstitüsü'nden bir ekip, nötrinoların kütlesini doğrudan ölç-

tüklerini bildirmişlerdi. Buna göre nötrinoların kütlesi 10 ile 16 elektron - volt arasında değerler taşıyordu (Bir elektronunun ağırlığı yarım milyon elektron - volt, bir protonunki ise 1 milyar elektron - voltur). Bu kütleyle ve korunuc sayıları ile nötrinolar, evreni bütünüyle sarmış olacaktı. Amerikalı bilim adamları, Sovyetlerin bulunduğu sonuca burun kıvrımışlardı; Amerikalılara göre onların vardığı değerler, kütesiz de olsalar pek değişmeyecekti.

Reines'in dünya'ya sarsan bildirimi, astrofizikçileri de harekete geçirmişti. Nötrinolar, evrenin yapı taşları ise o zaman mimari yapım tarzı nasıl olacaktı? Galaksilerin doğuşu ile ilgili, yumurta mı tavuktan, tavuk mu yumurtadan çıkar benzeri bilmece nasıl çözülecekti? Acaba önce galaksiler oluştu da sonradan kümelere mi ayrıldı, yoksa önce kümeler meydana geldi de sonradan galaksi denen parçalara mı ayrıldı?

İşte bu sıralarda Aaronson, Draco'da karanlık madde-

nin bulunduğunu açıklamıştı. Aaronson'un sonuçları, bu uzak galaksidedeki bir avuç yıldızın ölçülen aşırı hızlarına dayanıyordu. Ölçümler, Aaronson'un bilgisayarlı spektrografi (*taayf-ölçeri*) ile büyük bir sabırla, her fotonun saniyedeki hızını izleyerek yapılmıştı. Teleskopunun bulunduğu kontrol odasındaki bir sayaç, cihaz tarafından toplanan fotonların sayısını kaydediyordu. Ancak yine de bazı astronomlarca yapılan gözlemler, başka çüce galaksilerde karanlık madde belirtisine rastlanmadığını ortaya koyuyordu. Bu konuda Aaronson'un, birbiri etrafında dönen ikili yıldızların hareketlerini yanlış değerlendirmiş olabileceği veya Draco'yu, yanından geçen başka bir galaksinin etkilemiş olabileceği söylendi. Bunun üzerine Aaronson, Hopkins dağına yerleştirilen çok aynalı altı gözlü büyük teleskopun başına geçti.

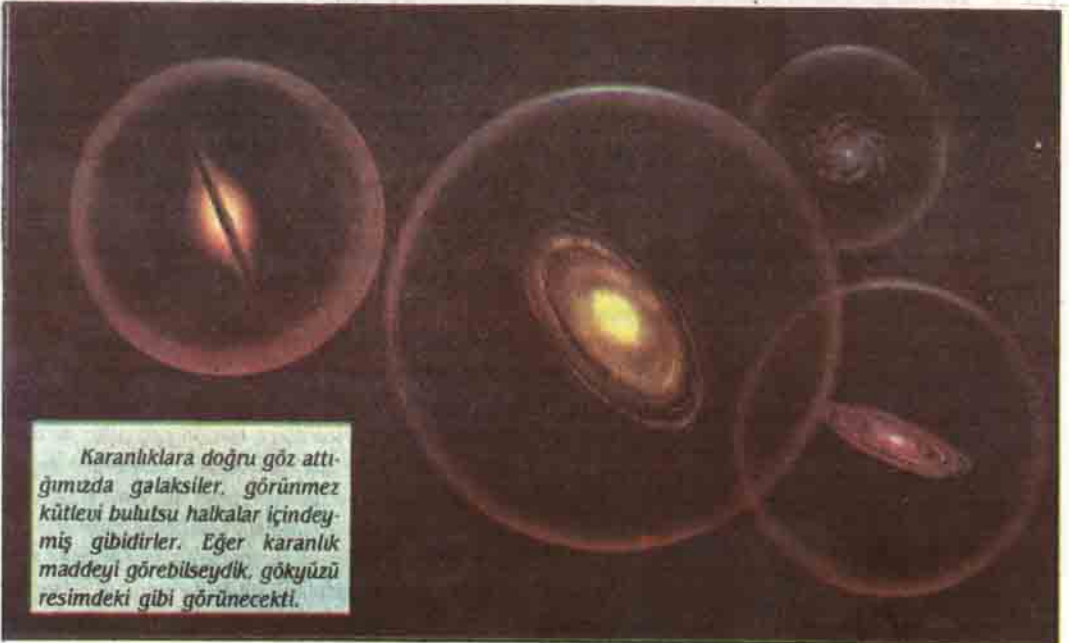
Bu arada Talinn'de Kimya, Fizik ve Biyofizik Enstitüsü'nde bir grup Sovyet araştırmacı, nötrinoların kütesinin 18 elektron - volt dolaylarında olduğunu bildirdi. Bu sefer astronomlar, evrenin daha kütesel, soğuk enerjisi düşük maddeciklerden meydana geldiğini düşünmeye başladılar. Soğuk karanlık maddenin tanımı basitçe, gözlenen bir ışık ya da enerji yaymayan, evrende ilişkisi çekim gücüne dayanan bir olgu şeklinde yapılıyordu. Bunlar, kara delikler veya gezegen büyüklüğündeki kaya veya gaz yığınlarının birer dilimi ya da nötrinolardan daha garip parçacıklar olabilirdi.

Fizik bilimi, kuramlar bakımından zengin ve cömert sayılabilir. Süpersimetri diye adlandırılan yeni bir kuram, Büyük Patlama sırasında meydana gelen çeşitli parçacıklar zincirini öngörüyordu. Bunlardan biri "*fotino*" idi. Bir başkası "*aksiyon*" adı verilen hafif ve yavaş parçacıklardır. Bütün bu

parçacıkların varlığı haklı nedenlere bağlı olarak çıkarılmıştı. Santa Barbara'daki Teorik Fizik Kurumu'nda çalışan Frank Wilczek, "*bütün bu parçacıklar, hissedilmesi bile zor, küçük, etkisiz parçacıklar gibi görünüyorsa da hemen hemen evrenin bütününe sahip gerçek darbicilerdi onlar..*" diyordu.

Evrenin başlangıcında, karanlık ve ışıklı madde birbirine karışmıştı. Evren genişlerken ise, karanlık madde topluluğu, ışıklı cisimleri bir tarafa iterek yığınlar meydana getirmişti. Bu yığınlar arasındaki ilkel madde zamanla soğumuş ve merkeze doğru çökmüştür. Elektromanyetik özelliği bulunmayan karanlık madde topluluğu, onun için kazanılan enerjiyi dışarı yayamadı. Karanlık parçacıklar, yıldızlar gibi çekim gücü ile birbirlerini hissedebiliyorlardı. Böylece ışıklı cisimlerin etrafında bulutsular oluşturdular.

Astronominin 5000 yıllık bir geçmişi olmasına rağmen, galaksilerin keşfedilmesinden bu yana 60 yıl geçmiştir. Uzağın sonsuz karanlığı bir esrar perdesi olma özelliğini sürdürüyor. Karanlık madde görünürde tüm evrenin yükünü taşıyor, ama gerçek yapısının ne olduğu konusu henüz açık. Evren kapalı mı, açık mı; omega 1 mi, yoksa farklı mı tartışmaları, yapılan gözlem ve araştırmaların değişik boyutlardan birbirine zıt ya da tamamlayıcı sonuçları ne derece bizi gerçeğe yaklaştırıyor veya uzaklaştırıyor bilinmiyor. Princeton'lı profesör Gott şöyle söylüyor: "*Eldede edilen bilgileri, sonuçları işimize geldiği gibi, yani bizim için ideal olabilecek, bizi tatmin edecek şekilde değerlendirme çabası göstermemeliyiz. Sonuçları olduğu gibi değerlendirmeliyiz. Einstein'ın alan denklemlerine göre, en mükemmel çö-*



*Karanlıklara doğru göz attığımızda galaksiler, görünmez kütleli bulutsu halkalar içindeymiş gibidirler. Eğer karanlık maddeyi görebilseydik, gökyüzü resimdeki gibi görünecekti.*

## EVRENİ OLUŞTURANLAR

Eren genişlerken, diziler geriliyor. Kütle kazanıyor, birbirini kesen diziler kenarlardan açılıyor ve yeniden bağlanarak bir çeşit döngüler oluşturuyor. Sonra çekim alanı dalgalanır şeklinde enerjilerini yayarken yavaşça büzülüyorlar. Böyle diziler galaksilerden süper kümelere kadar hem küçük hem büyük yapıları pekala oluşturabilirler.

Dizilerin, evreni ilginç kılan özellikleri de vardır. Uzak - zaman geometri dillerinden kesitleri biraz farklıdır. Örneğin bir dizinin etrafını tam olarak yürüyerek döndüğümüzü düşünelim; başlangıç noktasına geri geldiğimizde 360°'den daha küçük bir açı taramış olduğumuzu göreceğiz. Diziler mükemmel çekim alanı gözüklerine sahiptir. Çekim alanı dalgalanır uzak - zaman örtüsünü bir taraftan gerer, bir taraftan büzer.

### 9. Gölgeli Madde

Kurama göre evrende bir çeşit hayalet dolaşır duruyordu. Sanki gölgeden bir dünya. Dokunamıyor, göremiyor, işitemiyor, tadını ve kokusunu duyamıyoruz. Varlığı yalnızca çekim gücüyle belli oluyordu. Süper dizi kuramına göre evrendeki parçacıklar noktalar şeklinde değil de 10 boyutlu uzak - zaman içinde titreşen minik enerji döngüleri şeklinde tamamlanıyordu. Diziler, kuarkların (quarks) açıklanmasına yetmiyordu buna rağmen Schwarz onlar üzerinde çalışmakta kararlıydı. Belki gravitonların tanımı için iyi kaynak olabilirler. Gravitonlar, çekim gücü yaydığı varsayılan kuantum parçacıklarıydı. Şimdiye kadar çekim gücünü açıklamaya yarayacak tüm matematiksel girişimler sonuçsuz kalmıştı. Geçtiğimiz 5 yıl içinde Schwarz, Kraliçe Mary Kolejisinden Michael Green'in de işbirliğiyle yeni bir kuramı oluşturamaya çalışmıştır. Yalnızca iki kuramın, hem kuantum olgusunu, hem de doğa içinde var olan diğer kuvvetleri açıklama-



Kaya parçasını, gölgesiyle birlikte taşıyorsunuz.

ya yeterli olduğunu göstermişlerdi. Birçok fizikçi bu süper birleşik kuramları olabileceklerin en iyisi olarak görüyorlardı. Gölge madde olgusu işte bu gelecek vadeden süper dizi kuramından çıkıyordu. Süper dizi evrenindeki madde ve kuvvetlere hakim olan bu alan denklemlerinin üç bileşeni vardı. Bunlar, Büyük Patlama sırasında birbirlerinden ayrılıyor ve erimlerine bağımsız olarak devam ediyorlardı. Onun için aynı evren içinde birbirinden farklı iki takım parçacık ve kuvvet oluşturuyorlardı. Bu iki bileşen madde ve gölge maddenin birbiriyle ilişkisi çekim dalgalanır yoluyla olabiliyordu. Bu durumda örneğin içinde yaşadığımız güneş sisteminin bir gölgesi olmalıydı. Bünyesinde garip parçacıklar bulundurmaları birlikte, sanırız ki acayip insanların bulunduğu dünyalar yoktur. Ancak şurası gerçek ki, evrenin geometrisinde önemli rol oynamaktadır. Gölgemizin de bir kütlesi olabilir, bizimle karşılaşabilir, gök kubbemizde bize kucak açabilirdi.

DISCOVER'dan çev. M. UZUNOĞLU

züm evrenin sonsuzluğudur. Bu bize heyecanlı bir şey yapmaya götüren, kuramın getirdiği bir çekiciliktir. Kayıp maddeyi aramanın verdiği bir heyecandır bu." Amerikan Astronomi Derneği'nin galaksilerin başlangıcı konulu panelin sonunda Turner, Gunn'a dönerek "Omega nedir sence" diye sormuş, Turner'in yanıtı ise "Tam olarak 1'e eşit olmalı; ama doğrusunu istersen bu nasıl olacak bilemiyorum" olmuştur.

DISCOVER'dan çev. Mustafa UZUNOĞLU

**Bu gün insanlığın karşı karşıya olduğu en önemli sorunun yanıtını öğrenmeye sanırım benim ömrüm yetmeyecek: İnsanlar acaba kendi kurtuluşlarını sağlamayı başarabilecekler mi?**

WLIPMANN