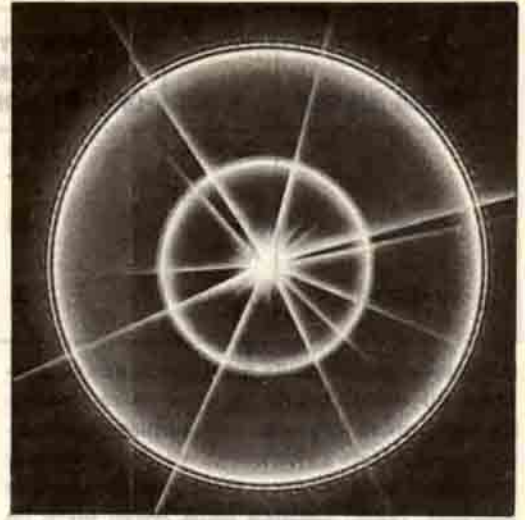


BAŞLANGIÇTAN ÖNCESİ

Mitchell WALDROP

Alan Guth'un, evrenin nasıl başladığı konusundaki varsayımı "büyük patlama = big bang" teorisinden daha da şaşırtıcıdır; ama uygulamada, bizi bu kuramın öngörebildiğinden daha ileri sonuçlara erişirmektedir.



Bugün genel görelilik kuramına dayanarak, evrenin ilk anlarında, onu oluşturan maddenin fevkalade sıcak ve yoğun bir halde bulunması gerektiğini biliyoruz. Nükleer fizik bilgileri bazı isabetli varsayım ve denklemler yardımıyla, evrenin büyük patlamadan üç dakika sonraki durumunu belirleyebilmişlerdir. Buna göre patlamadan üç dakika sonra protonlar ve nötronlar birbiriyle kaynaşarak, daha karmaşık atom çekirdeklerini oluşturmaya başlamışlardı. Evrenimizin kütlelerini bugün bile, en büyük oranda, hidrojen çekirdeği biçimindeki tek tek protonlar meydana getirmektedir. Evrendeki maddenin geri kalan bölümü, yaklaşık olarak ağırlığının yüzde yirmil dördü helyum (iki proton ve iki nötron) dan oluşmaktadır. Yıldızlarda bulunan diğer bütün daha ağır elemanlar, demir olsun; silisyum, oksijen karbon olsun, evren kütlelerinin yok denecek kadar küçük bir bölümünü oluştururlar.

Bu üçüncü dakikadan daha geriye gidersek, karşımıza temel parçacık fiziğinin esrarlı nötrino, kuvark, gluon ve bosonlarıyla karşılaşacağız. Parçacık fiziğinin varsayımları bize büyük patlamadan bir saniye kadar sonra, soğuyan plazmadan bir nötrino "sis"inin çıktığını gösteriyor. Daha da önce, büyük patlamadan sadece saniyenin bir bölümü kadar sonra, serbest kuvarklar protonlara ve nötrinolara dönüşmeye başlamışlardı.

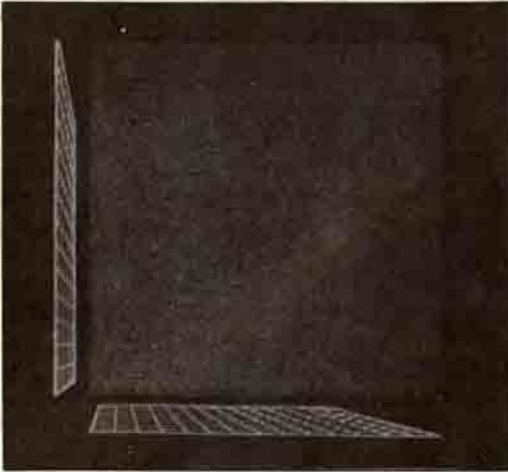
Peki deha daha önce ne oldu? Burada fizik bilgimiz tükeniyor, ama sıcaklığın, maddenin yoğunluğu arttıkça yükseldiğini ve trilyonlarca dereceye çıkması gerektiğini biliyoruz. Günümüzde bu şartları taklit edebilecek güçte parçacık hızlandırıcıları (akseleratörler) henüz yapılmamıştır, bundan dolayı isin ötesi kuramsal fizikçilere

Fizikçi Alan Guth'un zihnini uzun zamandan beri yoran sorun, evrenin nasıl başladığı idi. Evren; düzensiz, alabildiğine bir genişleme ile felaketsiz bir çöküş arasında, inanılmaz kıl payı bir dengedeymiş gibi görünüyordu. Bu kıl payı denge nasıl oluşmuştu? Guth, not defterini bir yığın denklemlerle doldurduğu halde, bir türlü işin içinden çıkamıyordu. Sonunda bir çözüm yolu buldu: Eğer denklemleri doğruysa, evrenin ilk anlarda "büyük patlama" modelinden çok daha üstün bir hızla genişlemiş olması gerekmektedir!

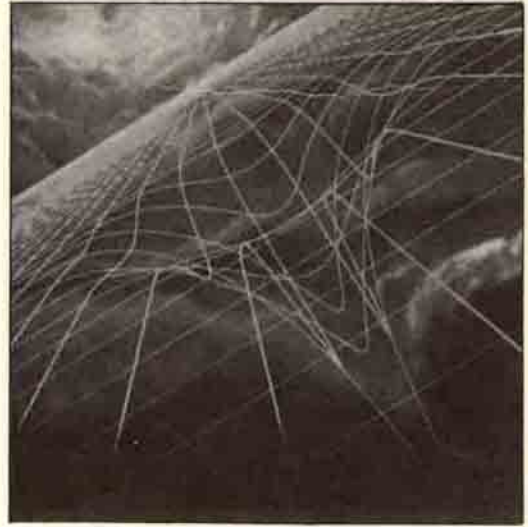
İsterseniz biraz geriye gidelim: Fizikçiler, daha on yedinci yüzyıldan itibaren kozmoloji sorunlarıyla uğraşmışlardır. 1920'lere geldiğinde sırada, onlara yardımcı olan başlıca veriler; Newton'un bulduğu çekim yasası, Einstein'ın görelilik kuramı ve parçacıkların kuantum kuramı idi. Ne var ki bütün bu yardımcı veriler, evrenin başlangıçtan günümüze kadarki gelişimini açıklamakta yetersiz kalıyordu. 1920'lerde Einstein, genel görelilik kuramını kozmolojiye uygulayınca hayretler içinde kaldı; çünkü denklemleri doğruysa, evrenin genişlemekte ya da daralmakta olması gerekiyordu. Einstein, durağan bir evrene inandığı için, denklemlerini, durağan bir evreni doğrulayacak biçimde zorla değiştirmeye çalıştı. Halbuki, birkaç yıl sonra Amerikalı astronom Edwin Hubble, evrenin gerçekten genişlemekte olduğunu kanıtlayarak, genel görelilik kuramının öngördüğü sonucu doğruladı!

kalmaktadır. Burada GUT (Grand Unified Theories) denen büyük birleşik teoriler imdadımıza yetişiyor. Büyük birleşik teoriler nedir? Bilindiği gibi, şimdiye kadar tabiatın dört temel kuvvetini belirlemiş bulunuyoruz. Bunlar a) taneciklerin birbirini itip çekmesi ve ışık yayımını ile ilgili olan elektromagnetizma, b) atom çekirdeğini bağlayan kuvvet, c) radyoaktif bozunmalara sebep olan zayıf kuvvet, d) çekim kuvvetidir. GUT kuramcıları çekim kuvvetinin açıklamasını şimdilik Einstein'ın genel görelilik kuramına bırakarak, diğer üç kuvveti birlikte çözümleyebilecek ortak kuramlar ileri sürmüşlerdir. Bu kuramlar kısaca GUT olarak adlandırılmaktadır. Bütün sorun şudur: Acaba anılan kuramlar ne ölçüde fiziksel gerçeğe uymaktadır? Her ne olursa olsun, kuramların söylediği; atomik parçacıkların dünyadaki en güçlü hızlandırıcıdan yaklaşık bir trilyon kere daha büyük bir enerjiyle birbiri ile çarpıştırıldıkları zaman, klasik fizikte alışılmışın dışında etkileşecekleridir.

GUT'ların en iyi tarafı, klasik kozmolojinin çaresiz kaldığı bir yerde, büyük patlamadan hemen biraz sonra, evrenin sıcaklığı milyar x milyar derece iken neler olduğunu gösterebilmeleridir. Örneğin önemli sorulardan biri şudur: Karşı maddeye ne oldu? Bilindiği gibi, her atomik parçacığın bir karşı parçacığı vardır. Elektronun karşı pozitron, protonun karşı antiproton gibi...



Genleşme modeli; evrenin bir sırrını, bütün galaksilerin uzayda nasıl sanki güneş ışığında yüzen toz tanecikleri kadar homojen biçimde dağıldıklarını açıklayabilmektedir.



Einstein'ın genel görelilik kuramında; bir elmanın düşüşünden tutun da Ay'ın yörüngesine kadar her şey, eğrilmiş zaman-mekân koordinatları içindeki harekete indirgenmiştir.

GUT'lerden önce, klasik parçacık fiziği kuramcılarının göre; madde yaratılırken onu oluşturan her parçacığa karşı, onun karşı parçacığının da birlikte yaratılması gerekiyordu. Bu doğrusuysa, büyük patlamadan sonra ortaya çıkan madde ve karşı maddenin birbirini yok etmesi kaçınılmaz olurdu. Bereket versin iş böyle olmadı, yoksa şimdi biz de olmazdık! Astronomik gözlemler, evrenimizin bildiğimiz normal maddeden yapıldığını ve karşı maddeden pek az iz kaldığını gösteriyor. Bu soruyu cevaplandırabilmek için, daha GUT'lar geliştirilmeden on yıl kadar önce, yani 1965'e doğru, Rus fizikçisi Andrei Sakharov protonların görüldüğü kadar durağan olmadıklarını, zamanla bozduklarını ileri sürdü. O takdirde denklemler, madde ile karşı madde birbirini yok etse bile, gene de ortada bir parça normal madde kalacağını gösteriyordu. Sonradan geliştirilmiş olan GUT'lar ve bilgisayar GUT modelleriyle yapılan hesaplar, Sakharov'un bu varsayımını doğrulamaktadır.

Diğer iki önemli soru, evrendeki maddenin başlangıçta nasıl oluştuğu ve nasıl olup uzayda çok homojen biçimde dağıldığıdır. Bilindiği gibi galaksiler uzaya fazla yoğunluk farkı olmadan serpiştirilmiş görünmekte ve büyük patlamadan arta kalan mikrodalga ışınımı, uzayda sadece 10.000'de 2 ila 3 oranında dalgalanma göster-

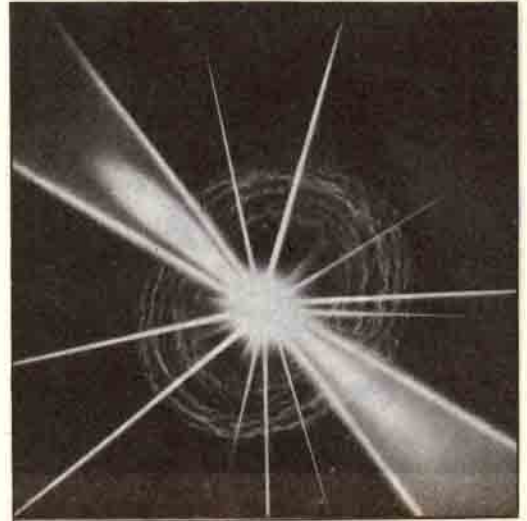


Atom fizikçi, bütün evrene nüfuz etmiş görünen zayıf mikro dalga ışınımını açıklayabilir. Bu, büyük patlamadan geri kalan ışınım artığıdır.

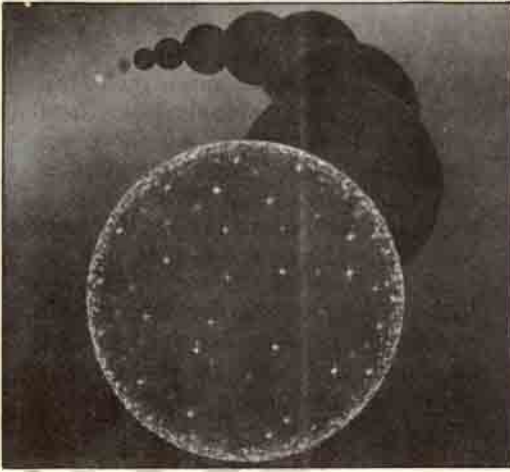
mektedir. Bu konularda, genel görelilik kuramı ile büyük patlama kuramı yeterli ipucu vermemektedir; çünkü genel görelilik kuramı denklemleri, maddeyle dolu evren kadar, boş evren için de geçerlidir. Büyük patlama kuramı ise sadece büyük patlamayı ve ondan sonrasını açıklamakla yetinir, büyük patlamadan öncesini açıklamaz. Guth'un modeli, evrenin nasıl bu büyük patlama durumuna geldiğini göstermektedir. Alan Guth, varsayımını şöyle anlatıyor: "Büyük patlamadan önce evrenin tam bir kargaşa (kaos) durumunda olduğunu düşünelim; bu "kozmi köpük" biçimindeki evren bir tarafta soğuyor, bir tarafta ısınıyor, bir yerde genişliyor, bir yerde daralıyordu. Esasen GUT kuramları da böyle bir karışık başlangıç-öncesi durumu varsaymaktadır. Ancak, bu ön-evrenin bir yerinde, hesaplara göre hiç olmazsa başlangıçta dokuz kilo kadar "madde" içeren bir bölümü, çok yüksek sıcak ve genişlemekte olmalıydı. Kozmik köpük içindeki bu ilkel "kabarcık" henüz sıcak kaldıkça öyle olağanüstü bir şey olmuyordu, ancak kabarcık genişledikçe sıcaklığı her genişleyen madde gibi ezilmeye başladı ve milyar x milyar x milyar dereceye düşünce büyük patlama için uygun şartlar doğdu. Nasıl donmakta olan su içinde buz kristalleri oluşursa, evrenin soğumakta olan bu bölümünde de yavaş yavaş elektronlar, kuvarlar ve nötrinolar oluşmaya başladı.

Donan suyun kabını çatlatması gibi, oluşan evrenin yarattığı güçlü enerji de kabarcığı, korkunç bir basınçla dışa doğru itmeye başladı. Önce tek bir protonun milyarda biri ölçüsünde küçük bir hacme sığmış olan evren köpüğü, birdenbire bir balon gibi şişmeye başladı. Hesaplarımıza göre evrenimizin, başlangıçta hemen hemen yok denecek kadar az maddeden ve inanılmayacak kadar kısa sürede yaratıldığı anlaşılıyor!"

Guth'un varsayımı evrenimizin yaratılışı kadar, evrendeki homojenliği de açıklıyor; çünkü başlangıçta erimiş, kaynaşmış ve noktasal bir alana sıkıştırılmış olan madde, tam olarak homojenleşmiş bulunuyordu. Varsayımın gösterdiği başka bir husus, evrenimizin tam deyimiyile bir "bıçak sırtı" üzerinde dengelenmiş olmasıdır. Eğer evren maddemizin yoğunluğu, başlangıçta bir parça daha fazla olsaydı, o zaman Einstein'ın genel görelilik kuramına göre evren, atomik parçacıkların birbirini çekme kuvvetleri dolayısıyla bir türlü genişleyemeyecek ve tekrar küçülerek bir noktacığa dönüşecekti. Eğer yoğunluk başlangıçta bir parça daha az olsaydı, o zaman evren son hızla genişleyecek; fakat bu takdirde atomik parçacıklar birbirini çekip yakalayamayacak ve yıldızlarla galaksiler hiçbir zaman oluşamayacaktı. Doğaldır ki biz de olmayacaktık! Yapılan hesaplara göre, evrenimizin başlangıç-



Sakharov, parçacık ve karşı-parçacık birbirini yok ettikten sonra geri kalan bir parça maddenin günümüzdeki galaksileri doğurduğunu varsaymıştır.



Genleşme modeli; ortaya çıkmış olan bütün boşluk (vakum) enerjisinin, elektron, foton, kuvark ve nötrinolardan meydana gelen kızgın ve yoğun bir kütleye dönüştüğünü açıklamaktadır.

taki gerçek yoğunluğu ile, ötesinde oluşması imkânı bulunmayan kritik yoğunluğu arasındaki fark, yüzde birin bir kuvadrilyonundan azdır. Bu, bir kalemî sivri ucu üzerinde bir milyar yıl sonra da durabilecek biçimde yerleştirmeye benzer. Üstelik, evren genişledikçe, bu denge daha da hassaslaşmaktadır.

Guth'un hesaplarına göre, evrenin ilk genişleme anı çok kısa, saniyenin trilyon x trilyon x trilyonda biri kadar sürdü. İlk safha sonunda kabarcığımız 10 trilyon kere trilyon oranında genişlemiş, bugünkü teleskoplarla ancak on milyar ışık yılı çapındaki bölümünü görebildiğimiz akıl almaz boyutlardaki evrenimiz, o sırada ancak on santimlik bir genişliğe erişmişti. Bununla birlikte, artık ilk yaratılış fırtınası geçmiş, henüz sıcak olan plazmada atomik parçacıklar oluşmaya başlamış bulunuyordu.

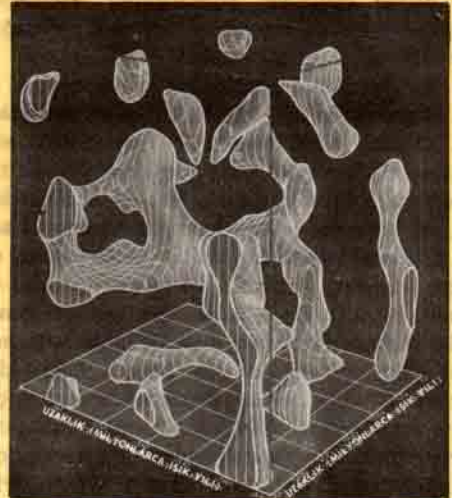
Guth'un yeni genişleme modeli basit olduğu kadar tabii görünüyor ve bazı temel kozmolojik problemlere çözüm getiriyor. Modelin başka bir avantajı, diğer kozmolojik modelleri zorlayan önşartların sayısını en aza indirmesidir. GUT'ların hiç olmazsa bir ölçüde gerçeğe uyduğunu varsayarak, bu yeni modelin evrenin ilk anından günümüze kadarki oluşumunu diğer modellere göre daha doyurucu biçimde açıkladığını kabul etmemiz gerekir.

**Science 84'ten özetleyerek çev:
Dr. Ergin KORUR**

BÜYÜK RESİM

Yıldızlar galaksilerin, galaksiler yıldız kümelerinin, yıldız kümeleri de süperyıldız kümelerinin içinde bir arada yer alırlar. Pe ki ama, bir bütün olarak evrenin görünümünün nasıl olduğunu hiç düşündünüz mü? Amerikalı iki kozmolog Joan Centrella ve Adrian Melot'a göre bu görünüm, tıpkı gravyer peynirine benziyor.

İki araştırmacı Şikago Üniversitesi'nde, nötrinoların (evrendeki tüm maddenin % 90'nın oluşturan atomik parçacıklar) davranışlarını esas alarak "Big Bang"den sonra evrenin var oluşunun matematiksel bir modelini başlattılar. Model, evrime matematiksel olarak işlerlik kazandırdığında, kütle çekim kuvveti, parçacıkları lifler ve düz biçimler halinde kümeleştiriyor. Yoğun madde bölgelerinin arasında ise uzay boşluğunun kabarcıkları bulunuyor. Evrenin ilk yıllarındaki "parçacık çorbası"nın, tıpkı bugünkü okyanuslarda olduğu gibi dalgalanması nedeniyle, madde bu formlara dönüşüyor. Araştırmacılar ilk zamanlar tüm evrende hareket halinde olan bu dalgalanmanın, maddenin bir araya gelerek sıkışmasına neden olduğuna, daha sonra bu maddenin süper yıldız kümelerini, galaksileri ve yıldızları oluşturduğuna inanıyorlar. Onlara göre, evrim sürdükçe, daha küçük dalgalar yok oluyor ve yerlerini süper yıldız kümelerinin oluşumuna yol açan uzun dalga boylarına bırakıyorlar.



Matematiksel bir evren modeli