

Gökbilimsel

Kuarklardan
Kuasarlara:
Uzay Biliminin
En Tuhaf Hali

TIM JAMES

ÇEVİRİ: EYLÜL İDEMEN DOĞRAMACI



BİLİNMEYEN ELEMENTLER

Evrenle ilgili bildiğimiz pek çok şey var, ancak bilmediklerimiz bildiklerimizden daha fazla. Hem de çok. Evrenin çoğu ya kayıp ya da bizim için tamamen bir gizemden ibaret ve *görebildiklerimiz*, aslında olanın sadece minik bir kısmından ibaret.

Modern astrofizikçilerin karşılaştığı en bariz sorunlardan biri, 'kozmozik lityum sorunu' olarak adlandırılıyor ve şöyle bir şey: Büyük patlama kuramı doğrusa, sonrasında oluşan atomlar mümkün olabilecek en küçük atomlar, yani hidrojen, döteryum, helyum-3 ve helyum-4 olmalı. Günümüz itibarıyla evrende her bir türden ne kadar miktarda bulunması gerektiğini hesaplayabiliyoruz ve incelememize devam ettiğimizde söz konusu sayıların öngörülerimize yakın değil, onlarla birebir olduğunu keşfediyoruz.

Aslında kuramla verilerin birbiriyle bu kadar bağdaşması tamamen şans eserdir; bu tıpkı Çin'in dört bir yanına dört adet dart tahtası yerleştirmeye ve bir uçaktan rastgele fırlattığımız dört adet dartla her bir tahtayı tam on ikiden vurmaya benziyor. Teknik olarak, dartlarımızın tam olarak tahtaların yerleştirildiği yerlere düşmesi bir tesadüf olabilir, ancak hesaplarımızın doğru çıkması çok daha mümkün görünüyor.

Ancak söz konusu sonraki en ağır atom olan lityum-7 olduğunda, tahminle gözlem arasında derin bir uyumsuzluk ortaya çıkıyor. Mevcut büyük patlama kuramımız, evrende gözlemlediğimizden üç kat daha fazla lityum-7 olması gerektiğini öngö-

rüyor ve henüz hiç kimse bu kadar lityum-7'nin nereye kaybolduğunu açıklayabilmiş değil (en azından bu kitap yazılırken).

Bu durum büyük patlama kuramının rafa kaldırılmasını gerektirmiyor; zaten bu kuramı destekleyen diğer kanıtlar şaşırtıcı derecede isabetli. Ancak lityum sorunu, daha yapacak çok işimiz olduğu konusunda önemli bir hatırlatıcı.

ORANTISIZ

Mevcut evren anlayışımızın karşı karşıya geldiği bir diğer sorun da maddeden yapılmış olduğuna ilişkin merak uyandıran gerçek. Şu anda aklınızdan geçeni biliyorum: *Hadi ama Tim... evren unicorn gözyaşlarından ve peri sümüklerinden başka neyden yapılmış olabilir ki?*

Mesele şu ki, parçacık fiziği yasalarına göre hareket edersek, evrenimizin mevcudun iki katı olduğunu söyleyebilir ya da olaya farklı bir bakış açısından yaklaşarak, ortada bir evren olmadığını iddia edebiliriz.

Elektronları düşünelim; bunlar atomların etrafında dönen ve doğada en bol bulunan parçacıklardandır. Elektronlar negatif elektrik yüklüdür, ancak nükleer patlama veya radyoaktif bozunum gibi sıra dışı koşullarda pozitif yüklü elektronlara rastlamak da mümkündür. Negatif elektronları 'normal madde', pozitif elektronları da 'antimadde' olarak adlandırıyoruz.

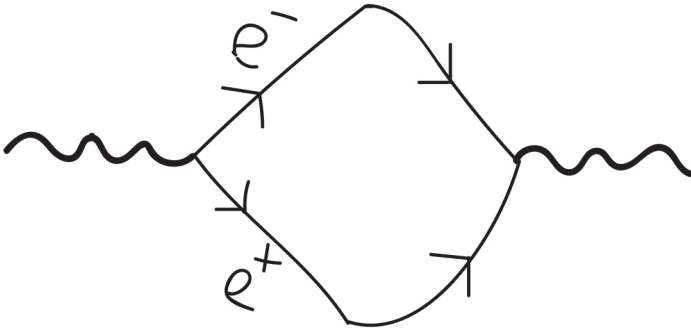
Ancak antimadde ikizi olan sadece elektronlar değil. Vücudunuzdaki tüm parçacıklar, elektronlar, protonlar, nötronlar vb. normal madde parçacıklarıdır, ancak bunların laboratuvar da sentezleyebileceğimiz potansiyel antimadde kopyaları da vardır. Buradaki mesele, olağanüstü miktarda normal madde varken, antimaddeye nadir rastlanması.

Antimaddenin varlığını pek uzun süre boyunca sürdürmemesinin nedeni, normal maddeye çekilmesi ve karşılaştıklarında birbirlerini yok ederek tüm enerjilerini foton olarak adlandırılan nötr ışık parçacıklarına dönüştürmeleridir (Not:

ışığın dalgalardan mı yoksa parçacıklardan mı oluştuğunu tartışmakta özgürsünüz; bu daha çok ruh halinizle ilgili. Fizik tam da böyle bir şey).

Dolayısıyla antimaddeyi korumak incelikli bir iştir, çünkü (dünyanın çoğunu oluşturan) normal maddeye herhangi bir şekilde yaklaşır yaklaşmaz, elektronlar birbirine kenetleniyor ve her şey bir anda yok oluyor.

Bunun tersi de mümkün. Işın demetleri kendiliğinden ortadan ikiye ayrılarak bir elektrona ve anti-elektrona (bazen pozitron olarak adlandırılan pozitif yüklü elektrona) bölünebiliyor ve bu iki yapı birbirlerine hızla çekilerek yeniden ışığa dönüşüyor. Aşağıdaki çizim, bir ışın demetinin sayfadan geçerken bölündüğü ve elektronla anti-elektronun yeniden birleşerek normal ışığı oluşturmadan önceki halini gösteriyor.



Asıl sorun da bu. Evrenin ilk zamanlarında, genişleme başladıktan hemen sonra, her şey ışıktan oluştu. Bu ışığın normal parçacıklara dönüşebilmesi için aynı anda anti-parçacıklar da oluşturması gerekiyordu... Sonra tüm bu anti-parçacıklar, normal maddelerle yeniden bir araya geldi.

Sadece maddeden oluşan bir evren mümkün olamaz, çünkü bu, aynı anda onu yiyip bitirecek bir anti-evrenin de oluşumunu gerektiriyor. Evren ışıktan oluşmuş olmalı, ancak

oluşmadı çünkü bir şekilde her şeyin orantısı bozuldu ve antimaddenin tamamı yok oldu. Peki, nereye gitti? Bu konuda hiçbir fikrimiz yok.

ÇOK HIZLI HAREKET EDİYORSUN

Uyduların gezegenlerin, gezegenlerin güneşlerin etrafında dönmesi gibi galaksiler de döner. Kütlesi olan iki cisim birbirine çekilerek kütlesi daha büyük olanın merkeze yerleştiği, daha hafif olanınsa dışarıda kaldığı dinamik bir düzen oluşur (teknik olarak ağır cisim tam olarak sabit kalmasa da çok yavaş döner).

Einstein'ın genel görelilik denklemleri, bu yörünge sistemlerinin nasıl görüldüğünü tanımlıyor ve kural basit: Bir şeyin ağırlığı arttıkça yörüngede kalabilmesi için hızının da artması gerekir. Bir gezegen yavaşlarsa, güneşinden gelen kütleçekim kuvveti ikisini birbirine yapıştırır ve güneşi gezegeni yutuverir.

Bu kural galaksiler için de geçerlidir. Galaksinin ağırlığı arttıkça merkezdeki kara delik tarafından emilmemek için dönme hızının da artması gerekir (bkz. sonraki bölüm); tıpkı bir gider deliğinin etrafında ümitsizce çırpınan fare gibi. Özetle ağır galaksiler hızlı, hafif galaksiler yavaş döner.

Ancak İsviçreli astronom Fritz Zwicky 1933'te galaksi kümelerinin dönüşlerini incelerken tuhaf bir keşfe imza attı. Çoğu galaksi, göründüklerinden de ağırmiş gibi, içerdikleri yıldız sayısına göre fazla hızlı dönüyordu. Zwicky galaksilerin ışık yaymayan, bu nedenle de saptanması zor bir madde içerip içermediğini merak etti ve yaratıcılığını kullanarak bu varsayımsal maddeye karanlık madde adını verdi.

Zwicky'nin karanlık maddesi, akademi camiasında ciddiyetle karşılandı, ancak olan bitene ilişkin pek çok alternatif açıklama da mevcuttu. Belki de bu galaksilerde zannettiklerinden daha fazla nebula vardı. Ya da cevap, her bir güneşin etrafında

pek çok ağır gezegenin dönüyor olması kadar basitti. Bu, uykuları kaçırarak kadar kafa yormayı gerektiren bir şey değildi ki.

Ancak astronom Vera Rubin 1976'da her şeyi değiştiren o keşfi yaptı. Galaksiler sadece çok hızlı değil çok, çok, çok, çok hızlı dönüyordu. Genel görelilikteki ufak bir sapma, fazladan gezegen ve nebulalarla açıklanabilirdi, ancak Rubin çoğu galaksinin mümkün olabileceğinden altı ila sekiz kat daha hızlı döndüğünü keşfetmişti. Bu ufak bir hesap hatası değildi; oldukça büyük bir şeydi.

Rubin'in yaptığı ölçümlere bakarak galaksilerin normalden hızlı dönüşlerini iki şekilde açıklayabiliriz. Ya Einstein'ın denklemleri yanlış ya da evreni dolduran ve tespit yöntemlerimizin hemen dışında süzülüp duran gizemli bir madde söz konusu.

BELKİ DE EINSTEIN YANILMIŞTIR?

Bazı fizikçiler karanlık madde tartışmasında taraflarını bu şekilde belirliyor ve Einstein'ın denklemlerinin yanlış olabileceğini düşünüyorlar. Bu kesinlikle saygıdeğer bir yaklaşım. Evrenin tamamen yeni bir tür maddeyle dolu olduğunu iddia etmek, cüretkâr bir hamle; dolayısıyla buna verilecek en basit cevap, 'Hayır, muhtemelen değil,' olabilir.

Evet, dediğimiz gibi, genel göreliliğin yanlış olduğunu iddia etmek de oldukça kışkırtıcı olur. Bir kuram olarak pek çok kez denendi ve her seferinde kesin sonuçlar verdi; üstelik sadece kütleçekimsel kırılma gibi şeylerde değil, galaksilerin oluşumu, kozmik mikrodalga arka planı, gezegenlerin güneşlerin etrafında dönmesi, GPS uydularının çalışması, kara deliklerin ve kütleçekim dalgalarının kestirilmesi (bkz. sonraki bölüm) gibi konularda da.

Üstelik bu, genel göreliliğe yapılan ilk saldırı değil. On yıllar boyunca, evrendeki normal (anti veya karanlık olmayan) madde miktarı, olması gerekenin yarısı kadar görünüyordu. Genel görelilik, belirli bir proton ve nötron –birlikte baryon olarak

anırlılar- miktarı öngörüyordu, ancak bu gerçekten görebildiğimiz iki katıydı.

Ancak 2018'de kayıp baryonlar bulundu ve sayıları en sonunda genel göreliliğin tespit ettiği seviyeye ulaştı.¹ Yüzlerce ışık yılı uzunluğunda ve galaksileri kozmik bir internet gibi birbirine bağlayan devasa köprülerde gizlendikleri ortaya çıktı. Onları hiç görmemiştik, çünkü galaksilerin içi yerine aralarındaki boşluklara bakmayı hiç akıl edememiştik. Genel görelilik sorgulanamaz bir kuram değil elbette, ancak şimdiye kadar giriştiğimiz tüm kavgalarda hep o galip geldi.

Karanlık maddenin lehine yapılan bir diğer önemli keşif de Kurşun Kümesi'dir. Carina takımyıldızının olduğu yönde gerçekten devasa bir şeyi, bu iki galaksi kümesinin çarpışmasını keşfettik. İki galaksi değil. İki galaksi *grubu*. Bu oluşumun resmî adı 1E 0657-558, ancak 'Kurşun Kümesi' kulağa daha havalı geliyor.

Bu iki devasa cisim uzayın ortasında birbirine karıştığından, tıpkı gezegenler ve güneşler gibi, ortak bir kütle merkezinin etrafında dönüyorlar. Ancak Kurşun Kümesi'ni ilginç kılan, etrafında döndüğü kütle merkezinin olması gereken yakınlıkta olmaması.

Kütle merkezini sadece yıldızlardan hareketle hesapladığımızda, merkezin asıl yerinden çok uzakta bir konum elde ediyoruz ve bu durumda tek uygun açıklama, bu galaksilerde onları yörüngelerinden çıkaran bir başka maddenin daha saklı olması olabilir.

Kurşun Kümesi'ni karanlık maddeyi hesaba katmadan açıklamak, hem genel görelilik kuramını hem de kütle ve kütle çekime ilişkin en temel bilgi ve verilerimizi yeniden gözden geçirmemizi gerektirecektir. Dürüst olmak gerekirse, bu incelemeyi yapmamak için herhangi bir nedenimiz yok; hiçbir kuram sorgulanamaz değildir. Ancak astronomların çoğu, Zwicky ve Rubin'le aynı fikirde. Karanlık maddenin gerçek olduğu varsayılıyor.

PEKİ... KARANLIK MADDE NEDİR?

Açıkçası, karanlık madde hakkında bildiğimiz iki şey var. 1) Bir madde olduğu. 2) Karanlık olduğu.

Görülebilir ışıkla etkileşim kurma isteksizliği, onu gözlemlemek için kullanabileceğimiz normal tekniklerin devre dışı kaldığı anlamına geliyor; dolayısıyla onunla ilgili yapabileceğimiz tüm çıkarımları, sahip olduğunu bildiğimiz tek özelliği, yani kütlesi üzerinden yapabileceğiz.

Şu anda nötrinolar, müonlar, tauonlar, kuarklar, fotonlar, glüonlar, zayıf bozonlar, Higgs'ler gibi bildiğimiz pek çok parçacık türü var ve hepsi de elektrik yükü, kütle, manyetik alan, dönme gibi bir dizi özelliğe sahip.

Ancak asıl şaşırtıcı olan, şimdiye kadar keşfettiğimiz tüm bu parçacıkların bir ortak noktaya sahip olması: Hepsisi de çok ama çok hafif. Özellikle de fotonlar. Aslında onlar ışığın ta kendisi (burada yanımdaki davulcu, konuşmanın can alıcı noktasında trampetle yapılan o şeyden yapıyor).

Bildiğimiz en hafif parçacıklar fotonlar ve glüonlardır; ikisinin de kütlesi yoktur. Sonra nötrinolar, elektronlar ve diğerleri gelir; bilinen en ağır parçacık ise üst kuarktır.

Parçacıkların kütlelerini genellikle eV'ler olarak adlandırılan birimlerle (elektriğin konumuzla hiçbir ilgisi olmamasına karşın açılımı 'elektronvolt'tur) ifade ederiz, çünkü kilogram çok büyük bir birim olduğundan parçacık kütleleri kilogram cinsinden belirtildiğinde çok komik görünüyor. Şöyle bir örnek vereyim; bir üst kuarkın kütlesi 0,0000000000000000000000031 kilogramdır, ki bu da tartıldığı en yüksek ağırlıktır.

Ancak bir parçacığın varsayımsal olarak ulaşabileceği en büyük ağırlık, başka bir mesele. Fizik yasaları parçacıkların kütlelerinin, adını kuantum fizikçisi Max Planck'tan hareketle Planck kütlesi olarak adlandırılan 0,02 miligrama kadar çıkmasına izin veriyor. Evrenin nasıl bir hız sınırı (ışık yılı) varsa, parçacıkların da aynı şekilde bir kütle sınırı var.

Planck kütlesi, yaklaşık olarak bir kum tanesine eş değerdir ve büyük insanlar olarak bize pek etkileyici gelmese de, bunu bilinen tüm parçacıkların ağırlığıyla kıyasladığımızda diğerlerine 10'un pek çok katı kadar fark atar.



Bu şekilde baktığımızda, evrenin sunması gereken tüm parçacık türlerini keşfettiğimizi söylemek mümkün değil. Bu tablonun bir yerlerinde ışıkla etkileşime girmeyen, ancak hatırı sayılır bir kütlesi olan parçacıklar olduğunu söylemek, daha makul bir tercih olabilir. Evrende pek çok böyle parçacık varsa, galaksilerin içinde toplanarak onları olduklarından da ağır göstermelerini beklemek de sıra dışı olmaz.

CERN'deki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (*Large Hadron Collider*, LHC) parçacık dedektörü, 2009'da göreve başladığından beri karanlık madde parçacıklarını araştırıyor, ancak bu kitabın yazıldığı tarihe kadar hiçbir şey bulamadı. Aslında LHC bu parçacıkları kendilerini göstermelerini sağlayacak kadar saracak büyüklükte değil (genel bir kural olarak; bir parçacık ne kadar ağır olsa, onu tespit etmek o kadar fazla enerji gerektirir).

CERN'in 100 kilometre çapında, yani LHC'nin çapının dört katı kadar bir parçacık dedektörü kurmak istemesinin nedenlerinden biri de bu. Bu devasa makinenin mevcut unvanı FCC (*Future Circular Collider*), yani Geleceğin Dairesel Çarpıştırıcısı, yani karanlık maddenin bizden saklanmak için sayılı günü kaldı. Şu anda içinden şunları geçiriyor olabilir:

Yani FCC varlığıma bir son verecek,
Ya da vermeyecek,
Beni görebilmek için.

Beni LHC ile tespit etmeye çalıştılar,

Ama bensiz her şey o kadar boş ki anlayamazlar.²

(Eminem'e... ve Eminem'in şarkı sözlerini bir parçacık fiziği şakası için kullanma iznim olup olmadığını soruşturmak zorunda kalacak olan hukuk birimine en içten özürlerimi sunuyorum).

BÜYÜK, ŞIŞMAN HATA

Einstein, genel görelilik denklemlerini kaleme aldıktan sonra üzerinde uzlaşılamayan bir şey ortaya çıktı. Denklemler aslında evrenin büzüşmekte olduğunu öngörüyordu. Kütleçekim maddeyi etkiliyor ve böylece her şey bir araya toplanıp bir küre oluşturarak evrenin varlığını olanaksız hale getiriyor olmalıydı. Kanıtlar evrenin olanaksız olmadığını gösterince, Einstein kuramını buna uyacak şekilde yeniden düzenlemek zorunda kaldı.

Denklemlerine kozmolojik sabit olarak adlandırdığı bir 'anti-kütleçekim' kuvveti eklemeye karar verdi. Hiç tespit edilmemiş olmasına karşın bu kuvvetin evreni dengede tutmak adına kütleçekime karşı koyduğu varsayıyordu.

Einstein'a evrenin çökmediği, çünkü halihazırda genişlemekte olduğu (kararlı halden veya büyük patlamadan dolayı) anlatıldığında, kozmolojik sabiti rafa kaldırdı ve arkadaşı George Gamow'a göre, bunu en büyük hatası olarak tanımladı.³ Bana kalırsa en büyük hatası, kayışlı gömleklerini satmak için ününü kullanmamasıydı. Ancak yine de dâhi olan o; ben değilim.

Anti-kütleçekim unutuldu; ta ki California'da birbirinden bağımsız olarak Saul Perlmutter ve Adam Riess liderliğindeki fizikçilerden oluşan iki ekip 1998'de bazı süpernovaların bunun tam olarak bir hata olmadığını kanıtlar şekilde davrandığını keşfedene dek.

Süpernovalar, ağır bir yıldızın sıra dışı koşullar altında ölmesi sonucunda oluşurlar. Küçük yıldızların büzüştüğünü, çekirdeklerini yeniden baskıladığını, yavaşça genişlediğini ve en sonunda paramparça olarak bir nebulağa dönüştüğünü konuşmuştuk (bkz. Bölüm Bir). Bir süpernovaysa kapsadığı yıldız sayısı on bire varabilen benzer bir süreçtir.

Dev bir yıldızın dış katmanları aynı şekilde büzüşür, ancak böyle bir hızda, iç çekirdeğe çarparak dışarı doğru sıçrar ve yıldızı patlatırlar; bu patlama, Güneş'in 10 milyar yıllık hayatında üretebildiği tüm enerjiyi birkaç saniyede yayabilecek kadar parlaktır.

Bu birkaç şekilde gerçekleşir. Tip 1 süpernovalar, bir yıldızın yakınlarındaki bir başka yıldızdan madde süzmesi sonucunda oluşur. Yıldız, komşusunun plazmasının bir miktarını bünyesine kattığında ağırlaşır ve çekirdeği ağırlığını kaldıramayacak hale gelince çöküş başlar. Tip 2 süpernovalar, yıldızların aşırı şişmanlaması sonucunda oluşur; çekirdek yakıtını tükettiğinde dış yüzeyi içine çekerek bir felakete sebep olur.

Süpernovalar ayrıntılarına hâkim olduğumuz fenomenlerdir ve uzun bir süredir inceleniyorlar. Süpernovalara ilişkin ilk kayıt, beşinci yüzyıla dayanıyor; Çinli tarihçi Yan Fe, MS 185'te gizemli bir şey olduğunu ve Çinli astronomların Centaurus ve Circinus takımyıldızları arasında yeni bir yıldızın belirişini gözlemlediğini yazmıştır. Bu 'misafir yıldız' o kadar parlaktır ki gündüzleri de görülebilmektedir ve tam sekiz ay boyunca gökyüzünde kalmıştır. Artık bu astronomların MS 185'te, 86 trilyon kilometre ötede gerçekleşen bir süpernovaya şahitlik ettiğini biliyoruz.

Süpernovalar her zaman aynı şekilde oluşur ve aynı miktarda ışık emerler, yani ne kadar uzakta olduklarını hesaplamak için parlaklıklarından yararlanabiliriz. Kırmızıya kaymalarını analiz ederek hareket hızlarını da saptayabiliyoruz ve bir kez daha çok hızlı hareket ettiklerini görüyoruz. Bu kez söz konusu sadece galaksi hareketleri değil; her şey.

Pearlmutter ile Riess, yakınlardaki ve uzaklardaki süpernovaların kırmızıya kaymalarına ve parlaklıklarına bakarak evrenin an itibarıyla ne kadar hızlı döndüğünü hesaplamayı başarmış ve elde ettikleri verileri geçmişteki dönüş hızıyla karşılaştırmışlardı. Bulguları, eskiden süpernovaların bugünkü kadar hızlı parçalanmadığını gösteriyordu. Yani evren sadece genişlemekle kalmıyor, nedense gittikçe hızlanıyordu da.

Kütlenin hızı değiştiriyorsa evreni etkileyen bir kuvvet olduğunu ve kuvvet uygulayabilme yetisine sahip bir şeyin enerjisinin de olduğunu söyleyebiliriz. Evrende büyük patlama sonucu oluşan enerjinin miktarını göz önüne alarak genişleme hızının ne kadar olması gerektiğini hesaplayabildiğimize göre, bir şeyler hızlanıyorsa bunda enerjisi olan bir şeyin parmağı olduğu sonucuna varmak mümkün.

Olağanüstü havalı bir şekilde ‘karanlık enerji’ olarak adlandırılrsa da bunun karanlık maddeden tamamen farklı bir fenomen olduğunu belirtmekte fayda var. Karanlık maddeyi açıklamak pek de zor değil; o, henüz bulamadığımız bir parçacık türü. Ya karanlık enerji? Bu çok daha çetrefil bir mesele.

Bu oldukça utanç verici bir gerçek olmasaydı, üzerinde durmaya değmeyecek küçük bir merak gibi görünebilirdi. Çünkü Einstein’ın $E = mc^2$ denklemi bize, enerji ve kütlenin birbirine dönüşebildiğini (bir anlamda aynı olduklarını) söylediğinden, hangi miktardaki kütlenin ne kadar enerjiye sahip olduğunu hesaplayabiliyoruz. Hesaplamalar araştırma ekiplerine göre biraz değişkenlik gösterse de karanlık enerji, evrenin kabaca %75’ini oluşturuyor. Evrenin %23’ü karanlık maddeden oluşurken, kalan %2’si ise görebildiğimiz diğer her şeyden –bütün galaksiler, nebulalar, baryon köprüleri, güneş sistemleri, yıldızlar, kuyruklu yıldızlar, asteroitler ve gezegenler– ibaret.

PEKİ... KARANLIK ENERJİ NEDİR?

Karanlık enerjiyi açıklamak, karanlık maddeyi açıklamaktan daha zor. Evrenin her yerine yayıldığını biliyoruz, ancak bu çok akışkan bir madde. O kadar akışkan ki, varlığını evrenin oluşumunun ilk 9 milyar yılı boyunca öyle ya da böyle fark edilmeden sürdürmeyi başardı.

Bu yıllar boyunca, büyük patlamanın hızı kütleçekim nedeniyle düştü, ancak yaklaşık 5 milyar yıl önce (kozmetik takvime göre ağustos sonlarında) kütleçekim o kadar zayıfladı ki kendilerini bir arada tutacak bir kuvvetle karşılaşmayan galaksiler daha da geniş alanlara yayılmaya başladı.

Özetle bu noktada kütleçekimin çekme kuvveti, karanlık enerjinin itme kuvvetine eşitlendi ve evren ne yavaşladı ne de hızlandı. Ancak karanlık enerjinin bir avantajı vardı; kütleçekim mesafeler arttıkça azalırken, o her yerde aynı kuvvetteydi. Bu ikisinin eşitlendiği noktaya geldiğimizde, kütleçekim artık karanlık enerjinin etkisine karşı koyamaz hale geldi ve evren hızlanmaya başladı.

Bazıları karanlık enerjinin kütleçekim, elektromanyetizma ve nükleer kuvvet gibi doğanın yeni bir kuvveti olduğunu öne sürüyor. Bazıları da bunun bizzat uzay-zamanın yeni bir özelliği olabileceğini ve Einstein'ın kozmolojik sabitinin yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini savunuyor. Diğerleri de bunun etrafımızdaki kuantum alanlarının bir sonucu olduğunu ve uzay boşluğunun enerjisinin zannedilenden çok daha fazla olduğunu iddia ediyor. Şaşırtıcı şekilde, hiç kimse bunun ne olduğunu veya geleceği nasıl etkileyeceğini bilmiyor.

NEREYE GİDİYORUZ?

Şu anda ne karanlık enerjiye ne de kütleçekimle etkileşimine ilişkin gelecekte bizi nelerin beklediğini söyleyebilecek yeterli bilgiye sahibiz. Nereye gittiğimize dair en yaygın şekilde tartışılan dört fikir var: