

Evren nasıl oluştu?

SON BİLGİLER IŞIĞINDA Büyük Patlama, sonrası ve öncesi neler oldu?

Yüksel Atakan

Dr. Radyasyon Fizikçisi, Almanya, ybatakan4@gmail.com

Uzak Geçmişe Bakış: Bilim insanları, Büyük Patlama'dan hemen sonra “Enflasyon Dönemi” (hızla genişleme- büyüme) yaşandığını öne sürüyor. Bu inanılmaz derecede kısa sürede—bir trilyon-da bir trilyonda bir saniyede—Evren 10^{26} kat büyüdü (10'un sağında 26 sıfır olan çok büyük bir sayı). Bu büyüme, bir bakterinin aniden Samanyolu Galaksisi büyüklüğüne ulaşmasına benzetilebilir.

Bu genişleme sırasında, kuantum dalgalanmaları Evren'in geniş ölçekli yapısının temelini attı. Evren'in bazı bölgeleri biraz daha fazla madde içerirken, bazılarında ise daha az madde konumlandı. Bu farklılıklar, Evren'in bugünkü yapısını belirleyen ilk izler oldu.

Evren genişletikçe, atom altı parçacıklardan oluşan sıcak plazma soğuyarak ilk atomları—hidrojeni—oluşturdu. Işık, ilk kez serbestçe hareket edebilir duruma geldi ve tüm Evren'e yayılan Kozmik Mikrodalga Arka Plan Işıması (CMB) oluştu. Bu, Evren'in yalnızca 380.000 yaşında olduğu zamandan kalan en eski gözlemlenebilir ışımadır.

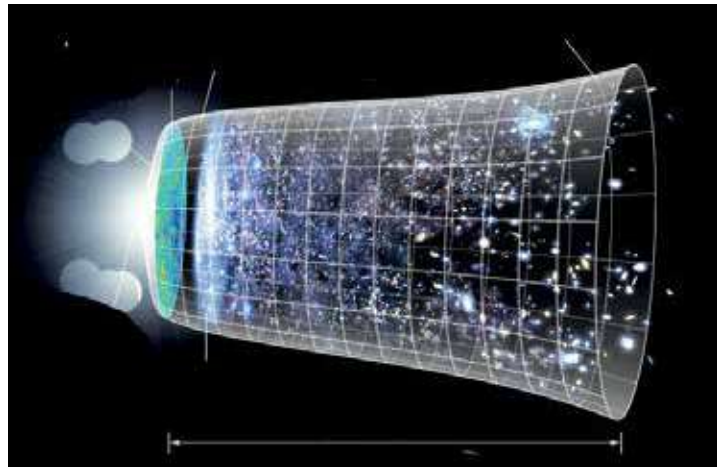
Büyük patlamadan sonra olanlar kısaca

1. İlk 1-10 Saniye – Gamma Fotonlarının Oluşumu

Büyük Patlama'dan hemen sonra (yaklaşık 10^{-43} saniye sonrası), evren aşırı sıcak ve yoğun bir durumdaydı.

İl birkaç saniyede, sıcaklık 10^{12} Kelvin'in üzerindeydi, yani tüm ısınım gamma ışınları bölgesindeydi.

Gamma fotonları, parçacıklarla sürekli çarpışarak madde ve antimadde çiftleri oluşturuyor ve sonra tekrar yok oluyordu (çift oluşumu ve yok oluşu).



Bu dönemde protonlar, nötronlar ve elektronlar da oluştu. Bu süreç Büyük Patlama Nükleosentezi olarak bilinir ve gamma fotonları burada önemli bir rol oynadı.

2. 380.000 Yıl Sonrası – Kozmik Mikrodalga Arka Plan Radyasyonu(CMB)

380.000 yıl sonra, evren ~3000 Kelvin'e kadar soğudu ve elektronlar ile protonlar birleşerek nötr hidrojen atomlarını oluşturdu (rekombinasyon dönemi). Bu süreçte fotonlar artık serbestçe hareket edebildi, çünkü daha önce ışığın sürekli saçılmasına neden olan, bir yönde hareketini önleyen serbest elektronlar artık atomlara bağlanmıştı.

Ancak bu fotonlar artık gamma fotonları değildi! Evrenin genişlemesi nedeniyle, o dönemde salınan fotonların dalga boyu uzadı (kırmızıya kayma / redshift).

Bu fotonlar bugün mikrodalga bölgesine kaymış durumdadır ve Kozmik Mikrodalga Arka Plan (CMB) olarak gözlemlenir. Bilim insanları, CMB'nin hâlâ Enflasyon'un izlerini taşıdığına inanıyor ve bu izleri inceleyerek Evren'in en erken anlarıyla ilgili ipuçları elde etmeye çalışıyor. BICEP3 gibi teleskoplar, bu radyasyonun karmaşık özelliklerini gözlemlemek ve Evren'in yapısını daha iyi anlamak için tasarlandı.

Enflasyon kuramı, şu an için en yaygın kabul gören modeldir, ancak Büyük Patlama'nın kökeni farklı bir mekanizma ile de açıklanabilir. Örneğin, bazı kuramlara göre Büyük Patlama, Evren'in önceki bir evresinin çöküşü—Büyük Çöküş (Big Crunch)—sonrasında gerçekleşmiş de olabilir.

Harvard & Smithsonian Astrofizik Merkezi'ndeki Teori ve Hesaplama Enstitüsü, hangi kuramın doğru olduğunu belirleyebilmek için astrofiziksel gözlemler ve deneyler önererek Büyük Patlama'nın kesin kökenini araştırmaya çalışıyor.

Erken Evren Çalışmaları Neden Önemli? Erken Evren'i incelemek, kendi kökenimizi ve Evren'in nasıl oluştuğunu anlamamıza yardımcı olur.

Harvard & Smithsonian Astrofizik Merkezi'ndeki bilim insanları, bu soruların yanıtlarını ortaya çıkarmak için öncü araştırmalar yürütmeyi sürdürüyorlar.

Büyük patlama kuramını başlatanlar

Rus bilim adamı **Aleksandr Friedmann**, Büyük Patlama Kuramı'na 1922'de yayınladığı makalesiyle ilk katkıyı sunmuş, Belçikalı Rahip ve Fizikçi **Lemaître'nin 1927'deki** yayınladığı makale ile Hubble, Penzias ve Wilson gibi başka bilimciler daha sonraki katkılarıyla, bugün “Büyük

Patlama Kuramı” olarak adlandırılan bu kavramın temeli oluşmuştur.

Yaygın bir benzetme, uzayın nasıl genişlediğini ve galaksileri de bununla birlikte taşıdığını açıklar; bu durum, şişirilmekte olan bir balon üzerindeki lekelerin (yıldızlar ve galaksilerin) birbirinden uzaklaşmasına benzetilebilir. Balon şişirildikçe bunların daha da uzaklaşmaları gibi. Aşağıdaki soldaki Şekil, düz bir evrenin bir bölümünün genişlemesini gösteren sanatsal bir algılamadır.

Görünür ışık nasıl ortaya çıktı?

Büyük Patlama'dan yaklaşık 380.000 yıl sonra, evrenin ilk ısınımı olan gama ışını (foton) ortaya çıktı. Bu döneme “rekombinasyon” dönemi deniyor. Bu fotonlar, Güneş'in merkez bölgelerinden dışa doğru ilerlerken birçok parçacıkla etkileşime girerek enerjilerinin bir bölümünü onlara aktarıp yitirdiler. Fotonlar giderek daha düşük enerjili fotonlara ve görünür ışık da-

Fizik tüm bunları nasıl açıklıyor ve nelere dayandırıyor? Büyük Patlama Kuramına göre: Yaklaşık 13,8 milyar yıl önce, aşırı yoğun ve sıcak bir noktada toplanmış olan evren, aniden patladı. Bu, “Büyük Patlama” (Big Bang) olarak biliniyor. Patlamanın hemen ardından, evren bir saniyenin çok küçük bir bölümü kadar bir sürede, ışık hızından daha hızlı olarak genişledi.

hil olmak üzere diğer enerji türlerine, mikro dalgalara, dönüştüler. O zamandan beri, bu fotonlar uzaya yayılmayı sürdürüyorlar.

Gitgide soğuyan evrende elektronlar ve protonların birleşerek nötr hidrojen atomları oluşturmalarına ve fotonların serbestçe hareket etmelerine olanak sağladı. 13,8 milyar yıl yolculuk yapan fotonlar, bize ulaştığında “arka plan radyasyonu” olarak bilinen ve bugün de gözlenebilen mikrodalga (CMB) ışınlamını doğurdu. Bu olaylar dizisi, yıldızların, galaksilerin ve evrenin büyük ölçekli yapısının oluşumunun temellerini attı.

Büyük patlamadan öncesi?

BÜYÜK PATLAMA ÖNCESİ İÇİN BİLİM NE DİYOR?

Bilim, “Büyük Patlama'dan önce ne oldu” ya da “tüm enerji neden bir noktaya sıkışmıştı” sorularına henüz kesin bir cevap vermiyor. Ancak bu soruları açıklamak için bilim insanlarının önerdikleri çeşitli kuramlar ve düşünceler bulunuyor. İşte ayrıntılı bir açıklama:

Tekillik Kavramı (Singularity)

Büyük Patlama teorisi, evrenin aşırı sıcak ve yoğun bir durumdan başladığını öne sürer, ancak bu durumun neden veya nasıl oluştuğunu açıklamaz. “Tekillik” terimi şunları belirtir:

• **Fizik yasalarının kırıldığı nokta:** Tekillik, yoğunluğun ve sıcaklığın sonsuz olduğu bir durumu gösterir. Ancak fizikçiler, bu sonsuzlukların fizik yasalarının eksik olduğunu gösterdiğini düşünmektedir.

• **Kuantum Kütleçekimi Gereklidir:** Bu erken durumu anlamak için kuantum fiziği ile kütleçekimin birleştiği bir kuram gereklidir. **Sicim kuramı** veya **döngüsel kuantum kütleçekimi** gibi kuramlar geliştirilmeye çalışılmaktadır.

BÜYÜK PATLAMA ÖNCE NE OLMUŞ OLABİLİR?

Büyük Patlama'dan önce ne olduğu konusunda çeşitli kuramlar öne sürülmüştür, ancak hiçbirisi kesin olarak kanıtlanamamıştır. İşte en popüler düşüncelerden bazıları:

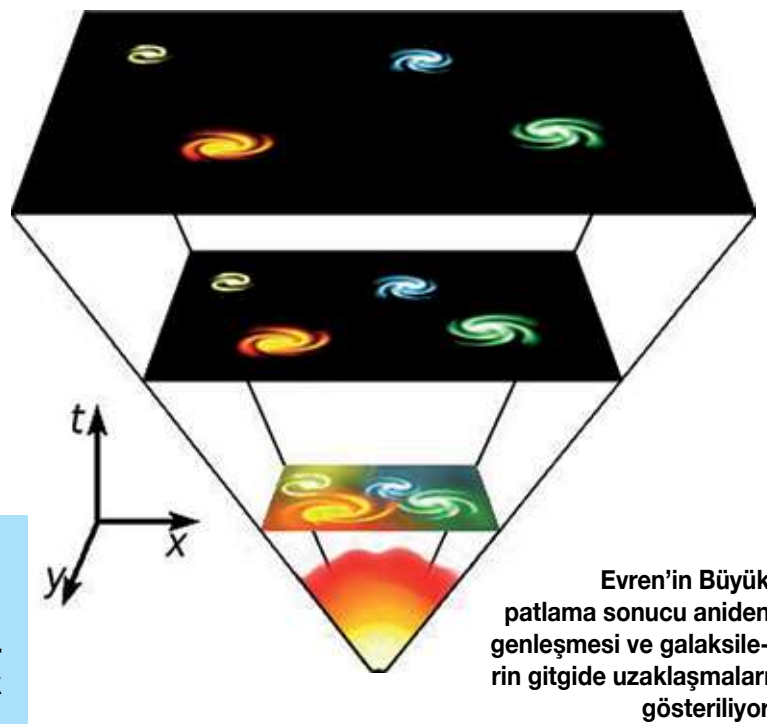
a. Döngüsel Modeller (Sonsuz Evrenler)

• **Döngüsel Evren Hipotezi:** Evren, genişleme ve büzülme döngüleri geçiriyor olabilir. Büyük Patlama, bu döngülerden yalnızca biri olabilir.

• Bu modelde, “başlangıç” diye bir kavram yoktur; evren sürekli olarak yeniden doğmaktadır.

b. Kuantum Dalgalanmaları

• Kuantum mekaniğine göre, boşlukta bile rastgele enerji dalgalanmaları meydana gelebilir. Evren, böyle bir kuantum dalgalanmasından ortaya çıkmış olabilir.



Bilim, Büyük Patlama'dan önce ne olduğunu ya da neden tüm enerjinin bir noktada toplandığını ise henüz kesin olarak açıklayamasa da, kuantum kütleçekimi, kozmik enflasyon ve çoklu evren gibi kuramlar bu sorulara yanıt aramaktadır. Gelecekteki araştırmalar ve gözlemler bu konuda daha net bir anlayış sağlayabilirler /1,2/.

Not: Evren nasıl oluştu? Büyük patlamadan sonraki süreçleri ve tarihçesiyle ilgilenenler, bu konuda portalımızda yayınlanan Yüksel Atakan'ın daha ayrıntılı yazısına bakabilirler.

Kaynaklar

1. NASA: Evrenin oluşum aşamaları ve Büyük Patlama'yla ilgili bilimsel açıklamalar.

2. Cambridge Üniversitesi: Kozmik enflasyon, kuantum dalgalanmalar ve evrenin büyük ölçekli yapısına ilişkin araştırmaların sonuçları.

Büyük Patlama Kuramı hangi bilimsel gerçekler ve denklemlerle doğrulandı?

Büyük patlama kuramı, daha önceki yazılarımızda ayrıntılarıyla bulunuyor (*). **Girişi:** Yaklaşık 13,8 milyar yıl önce, aşırı yoğun ve sıcak bir noktada toplanmış olan evren, aniden patladı. Bu, “Büyük Patlama” (Big Bang) olarak biliniyor. Patlamanın hemen ardından, evren bir saniyenin çok küçük bir bölümü kadar bir sürede, ışık hızından daha hızlı olarak genişledi.

Kanıtlar: Büyük Patlama Kuramı, evrenin nasıl oluştuğunu ve genişlediğini açıklayan en kabul gören bilimsel modeldir. Bu kuram, birçok bilimsel gözlem, denklem ve buluş ile doğrulanmıştır. İşte Büyük Patlama'nın kanıtları ve bilimsel temelleri:

1. Evrenin Genişlemesi (Hubble Yasası)

Buluş: 1929'da Edwin Hubble, uzak galaksilerin bizden uzaklaştığını ortaya çıkardı. Bu, evrenin genişlediğini gösterdi.

Denklem (Hubble Yasası)

• Evren genişliyorsa, geçmişte daha küçük olmalıydı. Bu, evrenin bir noktadan başladığını (Büyük Patlama) gösterir.

2. Kozmik Mikrodalga Arka Plan Işıması (CMBR)

Buluş: 1964'te Arno Penzias ve Robert Wilson, tüm evrenden gelen mikrodalga radyasyonunu buldular.

•Kuramsal Temel: George Gamow, Ralph Alpher ve Robert Herman, Büyük Patlama sonrası evrenin soğuyacağını ve bir ışıma bıraktığını tahmin etmişti.

• Denklem (Planck'in Kara Cisim Işıması Yasası):

• Bu ışıma, Büyük Patlama'nın güçlü bir kanıtıdır. Evrenin ilk zamanlarında çok sıcak olduğunu, zamanla soğuyarak günümüzde görülen mikrodalga radyasyonu bıraktığını gösterir.

3. Hafif Elementlerin Bolluğu (Nükle-

osentez)

• Gözlem: Hidrojen (%75), helyum (%25) ve lityumun evrendeki oranları, Büyük Patlama modelinin öngördüğü değerlerle birebir uyumludur.

• İlgili denklemler, evrenin ilk dakikalarında gerçekleşen nükleer tepkimeleri açıklar ve gözlemlerle uyumludur.

4. Genel Görellilik ve Friedmann Denklemleri

• Genel Görellilik (Albert Einstein, 1915): Kütle ve enerjinin uzay-zamanı nasıl eğip bükebileceğini açıklar.

• Friedmann Denklemleri (1922, 1924): Evrenin genişlemesini ve zamanla nasıl değiştiğini açıklayan matematiksel modellerdir.

• İlgili denklemler, evrenin geçmişte daha yoğun ve sıcak olduğunu gösterir, Büyük Patlama ile tutarlıdır.

5. Evrenin Büyük Ölçekli Yapısı

• Gözlem: Galaksilerin dağılımı, kütleçekiminin etkisiyle zaman içinde nasıl evrimleştiğini gösterir.

• Karanlık Madde ve Karanlık Enerji: Vera Rubin, galaksilerin hareketlerini inceledi ve görünmeyen bir madde (karanlık madde) olduğunu keşfetti. 1998'de süpernova gözlemleri, evrenin sadece genişlemediğini, ivmelenerek genişlediğini gösterdi (karanlık enerji kanıtlandı).

• Bu gözlemler, Büyük Patlama'nın tahmin ettiği yapıların nasıl oluştuğunu açıklıyor.

Bu nedenle Büyük Patlama Kuramı, evrenin başlangıcı ve evrimi için en güçlü açıklamadır. Bu çalışmalar, Büyük Patlama Kuramı'nın bilimsel temelinin oluşturan gözlemsel ve kuramsal kanıtları sağlamaktadır.

(*) Diğer yazımız **Not:** Denklemler yüksek matematik ve ileri fizik bilgileri gerektiriyor. Bu nedenle konuya yabancı olanları ilgilendirmeyeceğinden verilmemiştir.

Yüksel Atakan

Erken Evren'de ne oldu? Yeni çalışmaların sonuçlarına bakış

Yaklaşık 13,8 milyar yıl önce, Büyük Patlama (Big Bang) her şeyi, her yeri ve her zamanı ortaya çıkardı—bilinen tüm Evren'in başlangıcını oluşturdu. Büyük Patlama'yı ne tetikledi? Büyük Patlama'nın ilk anında neler yaşandı? İlk yıldızlar ne zaman oluştu? Bu soruların, yanıtlarını bugün bilim nasıl açıklıyor:

Erken Evren'i şekillendiren olaylar ve kuvvetler hakkındaki bilgimiz, aşırı uçlardaki koşulları anlama yeteneğimize bağlıdır. Bir yandan, Evren'in başlangıcı akıl almaz derecede küçüktü—şu anda bildiğimiz en küçük atom altı parçacıklardan bile daha küçük boyutlardaydı—ve ölçülemeyecek kadar kısa bir süre içinde tamamen değişti. Diğer yandan, yoğunluklar ve sıcaklıklar günümüz Evren'de var olan her şeyden çok daha aşırıydı.

Erken Evren'in doğuşunu incelemek için Harvard & Smithsonian Astrofizik Merkezi'ndeki bilim insanları, Dünya'nın en uzak gözlem noktalarından biri olan Güney Kutbuna gidiyor. Atmosferdeki su buharının düşük olması sayesinde, burası Kozmik Mikrodalga Arka Plan Işıması (CMB)'yi gözlemlemek için en uygun yerlerden biri. Amun-

dsen-Scott Güney Kutbu İstasyonu'nda bulunan BICEP3, Keck Dizisi ve Güney Kutbu Teleskobu, enflasyonun CMB üzerindeki izlerini aramak üzere tasarlanmıştır.

Hidrojen bulutları belirli bir frekansta radyo dalgaları yayar. Astronomlar, bu sinyalleri inceleyerek “yakın” galaksilerin kütlelerini ölçer ve uzaydaki hareketlerini belirler. Evren'in karanlık çağlarını araştırmak için LEDA (Large-aperture Experiment to Detect the Dark Age) adlı özel bir radyo teleskop, Büyük Patlama'dan sonraki 100 milyon yıl içinde yayılan hidrojen sinyallerini belirlemeye çalışıyor. Bu sinyal son derece zayıf olsa da, yapılan araştırmalar ilk büyük ölçekli yapılar ile ilk küçük ölçekli yapılar—yıldızlar ve kara delikler—hakkında bilgi verecek.

Harvard & Smithsonian Astrofizik Merkezi'nin Kuram ve Hesaplama Enstitüsü'ndeki bilim insanları, erken Evren'in simülasyonlarını çalıştırarak ilk yıldızların nasıl oluştuğunu anlamaya çalışıyorlar. Karanlık madde, önce kendi üzerine çökerek büyük hidrojen bulutlarını çekti. Bu bulutlar yeterince büyüdüğünde, yerçekiminin oluşturduğu ısı ve basınç hidrojenin nükleer füzyona girmesine neden oldu ve ilk yıldızlar ateşledi.

Simülasyonlara göre, bu ilk yıldızlar Güneşimizden yüzlerce kat daha büyük olabilir. Bu kadar büyük yıldızlar yakıtlarını hızla tüketerek süpernova patlamalarıyla sona erdi ve bazen geride bir kara delik bıraktı. Bu kara delikler, bugün büyük galaksilerin merkezlerinde bulunan süperkütleli kara deliklerin ilk tohumları olabilir.