

GECE NEDEN KARANLIK?

Bundan yaklaşık 100 yıl kadar önce bilim adamları gökyüzünün gündüz neden mavi olduğunu buldular. Ancak, bundan çok daha basitmiş gibi görünen "Gökyüzü gece neden karanlık?" sorusunun yanıtı, 20. yüzyılın ortalarına kadar gizemli kaldı. Artık bildiğimiz bu yanıtın ortaya çıkartılmasının uzunca bir öyküsü var.

Daha çok bir çocuğun aklına gelebilecek böyle bir soruyla karşılaştığınızda, hemen "Güneş gökyüzünde olmadığı için" gibi bir yanıt aklınıza gelebilir. Ancak, biraz ayrıntıya indiğinizde, bu sorunun yanıtını vermenin bu kadar kolay olmadığı ortaya çıkıyor.

Eğer evren sonsuz genişlikte olsaydı ve sonsuz sayıda yıldız içeriyor olsaydı, gece gökyüzü göz alıcı derecede parlak olurdu. Gökyüzünün neden karanlık oluşu sorusunun ilk ortaya çıkışı oldukça eskiye, 1500'lü yıllara dayansa da, bunun üzerinde ciddi anlamda ilk düşünen kişi Heinrich Wilhelm Olbers oldu. İşte kuramla gözlemsel verilerin bu denli farklı oluşu nedeniyle bu içinden bir türlü çıkılamayan duruma Olbers Paradoxu dendi.

19. yüzyılda yaşayan Olbers'in asıl mesleği doktorluktu. Olbers, Almanya'nın Bremen kentinde yaşıyordu. O sıralar Bremen, tüm Avrupa'nın kâbusu haline gelmiş koleraya karşı savaşı

kazanan kentlerden biriydi. Olbers, bu savaştaki rolüyle birçok övgü almıştı. Gündüzleri mesleğini yapan Olbers, geceleri yalnızca dört saat uyuyor, geri kalan zamanının önemli bir bölümünü gökyüzü gözlemlerine ayırıyordu. Olbers, birçok kuyruklu yıldız ve asteroidin keşfine de imza attı.

Olbers, 1823 yılında evrenle ilgili bir makale yazdı. Bu makalesinde, yıldızların evrenin her yerine dağılmış olduğunu varsayıyordu. Dünya'ya yakın olanların daha parlak görünmelerine karşılık bunların sayısı azdı. Çok daha uzakta bulunan yıldızlara daha sönük görünüyorlar ancak, aynı alana çok daha fazla yıldız düşüyordu. Bu çok mantıklı bir yaklaşım. Yıldızlara belli bir görüş açısıyla baktığınızda, aynı görüş alanına uzakta çok daha fazla yıldız düşer. Eğer evren sonsuzsa, gökyüzündeki her noktada bir yıldız olması ve gökyüzünün her yerinin Güneş'in yüzeyi kadar parlak olması gerekirdi.

Olbers, makalesinde bu konuyla ilgili şunları yazmış: "Dünya ne kadar şanslı ki, gökyüzünün her yanından yıldız ışığı gelmiyor. Eğer öyle olsaydı, gökbilim pek az gelişecekti. Yıldızları tek tek gözleyemeyecek, Güneş'i sadece üzerindeki lekeleri sayesinde tanıyabilecektik. Gezegenler ve Ay'sa, Güneş kadar parlak bir fondaki karanlık diskler olarak görünecekti."

O zamanlar, Olbers'in makalesi pek ilgi görmedi. Zaten, gökyüzünün geceleri karanlık oluşunu irdeleyen ilk kişi de o değildi. Bu konuda ilk olma onuru, bilindiği kadarıyla İngiliz Thomas Digges'e ait. 1576'da, babasının Dünya merkezli evrenle ilgili yazdığı bir kitaba Copernicus'un Güneş merkezli sistemini konu alan bir ek hazırladı. Digges, Copernicus'tan daha da ileri giderek, yıldızların evrenin her yerine dağılmış olduğunu yazdı. Hatta, bu yıldızların gece gökyüzünü neden aydınlatmadığını da açıklamaya çalıştı.

Digges, uzaktaki yıldızların çok sönük oldukları için görülemediklerini öne sürdü. Açıklaması anlamlı görünmekle birlikte yanlıştı. Her bir atomu, göremeyeceğimiz kadar küçük olduğu halde bu dergiyi nasıl görebiliyorsak, yıldızların toplam ışığı da ne kadar uzak olurlarsa olsunlar görünür olacaktır. Benzer biçimde, hiçbir yıldızını çıplak gözle ayırt edemediğimiz halde, 2 milyon ışık yılı uzaklıktaki Andromeda gökadasını rahatlıkla görebiliyoruz.

Digges'in sonsuz bir evreni benimsemiş olmasına karşın, aynı zamanda yaşamış olan ünlü Alman gökbilimci Johannes Kepler, onun düşüncesine karşı çıktı. Kepler, sonsuz bir evrende, Güneş'in öteki yıldızların ışığında kaybolacağını düşündü ve bu yıldızlarla aramızda onların ışığını engelleyen duvar gibi bir şey bulunabileceğini öne sürdü.

Yaklaşık yüz yıl kadar sonra, Edmond Halley de bu konuyu ele aldı. 1721'de, İngiltere Kraliyet Topluluğu'nun önünde konuşan Halley, bu konudaki iki ayrı olasılığı dile getirdi. İlk olarak, bir hesap hatası yaptı ve uzaktaki çok sayıdaki yıldızın toplam ışığının, daha az sayıda ancak yakında bulunan yıldızların ışığından çok daha az olduğunu öne sürdü. Halley'e göre ikinci olasılıksa, Digges'in düşündüğü'nün aynısı, yani, uzaktaki yıldızların ışığının bize ulaşmadığı şeklindeydi.

Karanlık gökyüzünü aydınlığa kavuşturma yolunda çaba gösteren bir başka isim de İsviçreli gökbilimci Jean-Philippe Loys de Chéseaux oldu. 1744 yılında Chéseaux, o yıl Dünya'nın yakınından geçen, altı kuyruğu olan bir kuyruklu yıldızla ilgili yazdığı kitabın ekinde bu konuyu ele aldı. Digges ve Halley'den farklı olarak, Chéseaux göremeyecek kadar uzaktaki yıldızların da evrene ışık saçtığı gerçeğini atlamadı. Gökyüzünün karanlık oluşunu, uzayın saydam olmayışına bağladı. Yani, uzaktaki yıldızlardan kaynaklanan ışık, bize ulaşmadan önce önemli ölçüde soğuruluyordu. 1823'te yazdığı makalesinde Olbers de bu konuya değinmişti.

Chéseaux ve Olbers, yanılmıştı. Uzayın tam anlamıyla saydam olmadığı doğru; ancak, ışığı soğuran maddenin varlığı gecemizin karanlık olması için yeterli değil. Gökbilimcilerin çok daha sonraları anladıkları bir gerçek, soğuran maddenin ısınarak, aldığı enerji kadar ışıma yapıyordu. Bu durumda,



Heinrich Wilhelm Olbers

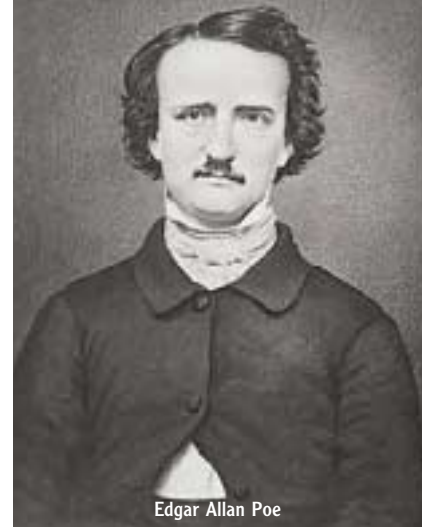
yıldızların ışığını soğuran madde de yıldızlar kadar parlak olacaktır.

İşte Çözüm

Şaşırtıcı ama, Olbers Paradoksu'na ilk doğru yaklaşım bir gökbilimciden değil, Amerikalı bir şair ve yazardan geldi. Bu kişi, eserlerinde korku ve doğaüstü konuları işlemesiyle tanınmış Edgar Allan Poe'ydu. Poe'nun zor ve kısa süren bir yaşamı olmuştu. Annesini daha iki yaşındayken kaybetmiş, genç yaşında kendini kumara ve içkiye kaptırmıştı. Poe'nun karısı da 20'li yaşlarında ölmüştü. Poe, 40 yaşında alkol komasına girdikten sonra öldü.

Karanlık, Poe'nun çalışmalarının ana konusuydu. Evrenbilimci Edward Harrison, Poe'nun Olbers Paradoksu'nu ölümünden bir yıl önce, 1848 yılında yazdığı "Eureka" adlı bir denemesinde çözdüğünü farkedene ilk kişi oldu. Olbers Paradoksu denemede şöyle anlatılıyor: "Yıldızların sayısı sonsuz olsaydı, gökyüzünün her yanı eşit derecede parlak, yani gökyüzünün her bir noktasında bir yıldız olurdu. Oysa, gökyüzüne teleskoplarla baktığımızda, hiçbir ışığın gelmediği boş bölgeler görebiliyoruz. Bu bölgeler, henüz ışığın bize ulaşmadığı yerlerdir."

Kısacası, Poe'nun söylemek istediği, uzaktaki yıldızların gecemizi aydınlatamayışının nedeninin, ışıklarının henüz bize ulaşacak kadar zaman geçmemiş olmasıydı. Evrenin yaşından daha uzak mesafeleri göremeyiz. Yani, evrenin yaşının yaklaşık 13 milyar yıl olduğunu varsayarsak, 13 milyar ışık yılından daha uzaktaki yıldızları göremeyiz. Karanlık gökyüzü, bir bakıma, ev-



Edgar Allan Poe

renin belli bir süre önce doğduğuna kanıt oluşturuyor.

Eureka'da bir Alman gökbilimci olan Johann Mädler'in adı sıkça geçer. Poe, gökbilime duyduğu ilgiyi çocukluk yaşlarında tanıştığı Mädler'e borçludur. Mädler, Ay'ın yüzeyini haritalamış, ve Popüler Gökbilim adlı bir de kitap yayımlamıştı. Altı kez basılan bu kitabın ilk basımlarında, gökyüzünün karanlık oluşu Olbers'in anlattığı biçimde yorumlanırken, 1858'de, Eureka'dan 10 yıl sonra basılan kitapta, Mädler'in açıklaması Poe'nunkini temel alıyordu.

Mädler'in açıklaması şöyle: "Işığın hızı sınırlıdır. Yaratılıştan bu yana geçen süre de sınırlıdır ve biz ancak bu sınırlı süre içinde ışığın ulaşabileceği kadar uzağı görebiliriz. Gecenin karanlık oluşu, bu şekilde başarıyla açıklanabildiğine göre, uzaktaki yıldızların ışığının soğurulduğu tezi geçersiz kalıyor. Uzaktaki yıldızların ışıklarının bize 'ulaşmadığı' değil, 'henüz ulaşmadığı' şeklindeki bir açıklama daha doğru olur."

İskoç matematikçi ve fizikçi Lord Kelvin, 1901'de bu tezin biraz daha ayrıntılı bir uyarlamasını yaptı. Kelvin'e göre, gecenin aydınlık olabilmesi için, yüzlerce trilyon ışık yılı öteyi görebiliyor olmamız gerekiyordu. Ancak, evren bundan çok daha genç olduğundan, gece karanlıktı.

Poe, Mädler ve Kelvin, gökyüzünü şimdi olduğu gibi değil, bir zamanlar olduğu gibi gördüğümüzü anladılar. Ne kadar uzağa bakarsak, o kadar eskiyi görüyorduk. Olbers Paradoksu ve ışık hızı gibi önemi anlaşılmış olaylarla ilgili yapılan çalışmalar, dini ve kültürel nedenlerden dolayı çok yavaş ilerliyordu. İncil, evrenin yalnızca 6.000 yaşın-

da olduğunu söylüyordu. Yani, yalnızca 6.000 ışık yılı öteyi görebilirdik. Ancak, hesaplamalar gerçekte evrenin çok daha yaşlı olması gerektiğini gösteriyordu.

Paradoksun Yeniden Keşfi

Olbers Paradoksu, yüzyıllar süren uzun bir öykü olsa da 1950'li yıllara değin ünlü olmadı. Olbers'in dönemindeki gökbilimcilere Olbers Paradoksu'ndan söz etseydiniz, muhtemelen neden bahsettiğinizi anlamayacaklardı bile.

Uzunca bir aradan sonra, Olbers Paradoksu 1952'de Hermann Bondi'nin "Evrenbilim" adlı kitabında yer aldı. Bondi, durağan evren modelinin savunucularından biriydi. Bu model, büyük patlamayı reddediyor, evrenin her zaman var olduğunu kabul ediyordu. Evrenin yapısı gerçekten böyle olsaydı, Poe'nun uzakdaki yıldızların ışığının bize ulaşacak zamanı olmadığı şeklindeki düşüncesi yanlış olurdu. Evren sonsuz yaşında olsaydı, gökbilimciler sonsuz sayıda yıldız görürlerdi.

Durağan evren modelini destekleyenlere göre, genişleme bu sorunu çözüyor. Evrenin genişlemesi, ışık dalgalarının genişlemesine, yani kırmızıya kaymasına yol açar. (Tayf üzerinde mavi den kırmızıya doğru ilerlerseniz ışığın dalga boyunun arttığını görürsünüz.) Evrende ne kadar uzağa bakarsanız, ışığın o kadar kırmızıya kaydığını görürsünüz. Işık kırmızıya kaydığında enerjisi azalır. Uzaklık çok arttığında, örneğin sonsuz bir evrende sonsuz deneyecek uzaklıkta ışığın enerjisi o kadar azalır ki, gökyüzü karanlık olur. Durağan evren modelini benimsemiş olan evrenbilimci Fred Hoyle, Gökbilimin Öncüleri adlı kitabında, gökyüzünün karanlık oluşunu basitçe şuna bağlıyor: "Gökyüzü gece karanlıktır, çünkü evren genişliyor."

Sadece durağan evren için geçerli olan bu açıklama, bu modelin artık geçerliliğini kaybetmesiyle anlamsız kaldı. Aslında, büyük patlamayla oluşan evren modelinde de genişleme gecenin

karanlığını bir miktar etkiler. Ancak, bu etki çok azdır ve evren genişlemeyi durdursa da gece karanlık kalır.

Evrenin Enerji Sorunu

Gökyüzünün, evrenin henüz çok genç oluşu nedeniyle karanlık olduğu konusunda gökbilimciler aynı düşüncüyü paylaşıyorlar. Harrison, 1964 yılında, görülebilen evrenin gökyüzünü aydınlatması için ne kadar enerji gerekeceğini hesaplamaya çalıştı. Ortaya çıkan sonuç, Harrison'u çok şaşırttı. Görülebilen evrendeki yıldızların yaydığı enerji çok azdı. Gökyüzünün Güneş'in yüzeyi kadar parlak olabilmesi için, Harrison'un hesaplarına göre, evrenin 10 trilyon kat daha fazla enerjiye sahip



olması gerekirdi. Yani, her bir yıldız olduğundan 10 trilyon kat daha fazla ışık yaymalıydı.

Güneş gibi yıldızlar, nükleer tepkimelerle kütlelerinin bir bölümünü enerjiye dönüştürürler. Bunun bir bölümü de gördüğümüz ışık olarak ortaya çıkar. Harrison, evrendeki bütün madde bu şekilde enerjiye dönüşerek ışık yaysa bile, gökyüzünün ancak Ay'lı bir gece kadar aydınlık olabileceğini hesapladı.

Evren genişledikçe, yıldız sayısının artacağını söyleyemeyiz. Buna bağlı olarak, evrendeki enerji miktarının da artması beklenemez. Ayrıca, yıldızların sonsuza kadar parlamadığını da unutmamak gerek. Güneş gibi ortalama bir yıldızın yaşam süresi yaklaşık 10 milyar yıldır. Evrendeki yıldız oluşumu, büyük patlamadan yaklaşık 3 ila 4 milyar yıl önce en yüksek hızına ulaştı. O zamandan bu yana, yıldız oluşum hızı giderek düştü, ilk oluşan yıldızların önemli bir bölümü artık parlamıyor bi-

le. Evrenin yaşı arttıkça, nükleer yakıtını tüketerek sönen yıldızların sayısı da artacak. Bununla birlikte yeni oluşacak yıldızların hammaddesi de giderek azalıyor. Eğer evren çok yaşlı olsaydı, yıldızlar yakıtlarını tüketmiş, çoktan sönmüş olacaktı.

Evrenin genişlemekte olduğu artık kesin. Yakın zamana değin, bu genişlemenin yavaşlayarak sürdüğü sanılıyordu. Çünkü, kütleçekiminin genişletmeyi yavaşlatması beklenirdi. Ancak, evrenin görebildiğimiz en uzak bölgelerinde gözlenen süpernovaların ışığındaki azalma, şaşırtıcı bir gerçeği ortaya çıkardı. (Özellikle, Tip 1a süpernovaların parlaklıkları birbirine yakın olduğu için, parlaklıktaki bu azalma saptanabiliyor.) Bu süpernovaların, gözlenenden daha parlak olmaları gerekiyordu. Ama, bir şekilde, evrenin bu

süpernovaların ışığını "kırmızıya kaydırmak" için daha çok zamana sahip olduğu anlaşıldı. Bunun için, artan bir hızla genişlemesi gerekiyordu. Bu şaşırtıcı gerçek, yani evrenin genişlemesinin hızlanması, görece yakınımızdaki gökadalara da hızlanarak bizden uzaklaştığı anlamına geliyordu. Buna bağlı olarak, yakın bir gelecekte değil ama milyarlarca yıl sonra - tabii bunu gözleyecek birileri kalırsa - gece gökyüzünün giderek daha da karanlık olacağını, teleskopların daha boş alanlara bakacağını söyleyebiliriz.

Gökyüzü, karanlık kalabilmesi için iki kez korunuyor: Evren henüz çok genç ve yıldızların yaydığı enerji, gökyüzünü aydınlatmak kadar yeterli değil. Gökbilimciler, gökyüzünün gece neden karanlık olduğunu artık bu şekilde açıklıyorlar. İşin ilginç yanı, Olbers Paradoksu'nu ilk çözen kişinin bir gökbilimci değil, kendini karanlıkla özdeşleştirmiş bir yazar olması. Bu, amatör bilim adamlarının da bazen profesyonel bilim adamlarının gözünden kaçan gerçekleri bulabileceklerini gösteriyor.

Alp Akoğlu

Kaynaklar
The Accelerating Universe
http://www.wheaton.edu/physics/au_WW.html
Observations and Some Implications
<http://www.astronomynotes.com/cosmology/>
Croswell, K., Wondering in the Dark, Sky & Telescope, Aralık 2001