

## Evrenin Sanılandan Daha Hızlı Genişlediği Yolunda Bulgular Var

# Yüksek Hubble Sabiti Direniyor

Evrenimiz sürekli genişliyor. Amerikalı gökbilimci Edwin Hubble'ın 1929 yılında uzaktaki gökadalaların, yakındakilere kıyasla çok daha hızlı bir biçimde bizden uzaklaştıklarını, tayflarındaki kırmızıya kaymayı ölçerek bulmasından beri kimse bundan kuşku duymuyor. Ancak genişlemenin hızı konusunda üzerinde herkesin anlaştığı bir sayı şimdiye kadar bulunamadı. Anlaşma şöyle dursun, bu konu gökbilimciler arasında hala zaman zaman yatışan, sonra yeniden alevlenen kavgalardan birisinin nedeni. Dahası, tartışmaların ortaya koyduğu bazı mantık problemlerinin aşılabilmesi için Genel Görelilik kuramının babası Albert Einstein'ın, hesapta olmayan bazı olguları açıklayabilmek için ortaya koyduğu ve daha sonra "en büyük yanlışım" diyerek terk etti-

ği "Kozmolojik Sabit" kavramından bile medet umuldu.

Gökadaların birbirlerinden uzaklaşması, kendilerinin bir zamanlar aynı noktada bulduklarını gösterir ve bir anlamda Büyük Patlama kuramına kanıt oluşturur. O halde gökadalaların uzaklaşma hızlarını ölçerek, büyük patlamadan zamanınıza kadar geçen süreyi, dolayısıyla da Evren'in yaşını çıkarabiliriz. Ama bu sanıldığı kadar kolay bir şey değil. Evren'in genişlediğini kanıtlayarak Yüzyılımızın en büyük keşiflerinden birine imza atan (ve ölümünden çok sonra ilk uzay teleskopuna adının konmasıyla ödüllendirilen) Hubble bile bu konuda büyük yanlışlara düşmüştü. Gerçekte bizden 2.2 milyon ışık yılı ötede bulunan dev Andromeda Gökadası'nın uzaklığını yanlış ölçen Amerikalı bi-

lim adamı, mekanizmasını kendisinin keşfettiği genişlemenin hızında da şaşmıştı. Hubble, Evren'in genişleme hızının her megaparsek için saniyede 500 kilometre arttığını ileri sürmüştü ki, bu günümüzün en hızlı genişleme modellerinin öngörülerinden bile 5-6 misli fazla. Hubble için bir başka mahcubiyet kaynağı ise, ileri sürdüğü genişleme hızının Evren'in yaşını yalnızca 2 milyar yıla indirmesiydi. Bu ise dünyamızın (ki Güneş gibi "ikinci kuşak" bir yıldızın çevresinde 4.5 milyar yıldır dönüyor) yaşının yarısından bile az!

Aslında bu "yaş krizi" günümüz gökbilimcilerinin de uzun süre cevap aradıkları bir soru oldu. Çünkü Hubble tarafından ortaya atılan sayının onda biri büyüklüklerde bile Hubble Sabiti (Evren'in genişleme hızının sayısal ifa-

desi) bu krize çözüm getirmiyor. Çünkü Samanyolu Gökadası'nın en yaşlı yıldız nüfusunu barındıran küresel yıldız kümelerinin Hertzsprung-Russell şemaları, bu kümelerin yaşı konusunda 15-16 milyar yıl arasında değişen önerilere temel oluşturuyor. Farklı gözlem sonuçları ve kuramsal çalışmalar bu hususta kuşku bırakmıyor.

Kuşkunun büyük rol oynadığı alan ise, Evren'in kendi yaşı. Bu da Büyük Patlama'dan bu yana ne hızla genişlediği anlamına geliyor. Gerçi Evren'in yaşı ile büyüklüğü tam çakışmıyor, çünkü gökadalardan gelen ışık, genişlemeyi bir miktar frenliyor. Ama gene de mantık, Evren'in, içinde barındırdığı yıldızlardan daha yaşlı olmasını gerektiriyor.

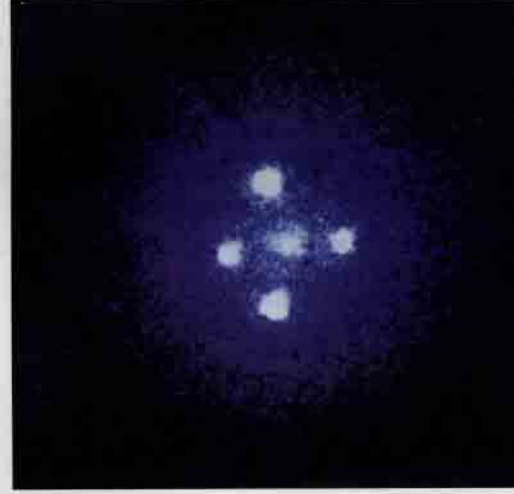
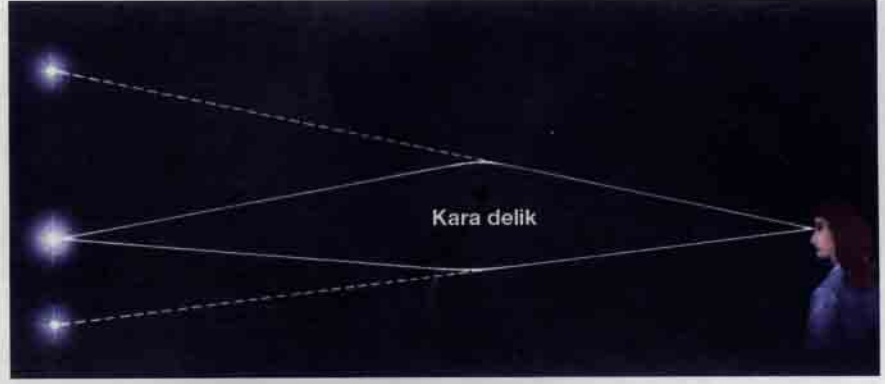
Bu zorunluluğa karşılık, hızlı ve yavaş genişleme konusundaki tartışmalar tam olarak kesilmiş değil. Her iki kutupta da gökbilimin dev isimlerinden bazıları yer aldığından tartışma kısa süre öncesine kadar bir bilimsel tartışmanın ötesinde bir prestij savaşı niteliği kazanmıştı.

"Yaşlı Evren" tezinin önde gelen militanlarından ABD'li bilim adamı Alan Sandage şöyle diyor: "Bu konu artık neredeyse siyasi bir tartışma haline geldi. Işın asıl şaşırtıcı yönü ise, her iki tarafın da tezlerini kanıtlarla destekleyebilmeleri."

Taraflardan birinin (Başlarını Sandage'in çektiği yavaş genişleme yanlıları) iddialarına göre Hubble Sabiti'nin değeri, gözlemlere ve kurama göre 50'yi aşmamalıydı. Dolayısıyla Evren'in yaşı rahatlıkla 15-16 milyar yıla çıkıyor ve yaş bunalımı kendiliğinden ortadan kalkıyordu.

Gel gör ki, Teksas Üniversitesinin Fransız asıllı gökbilimcisi Gerard de Vaucouleurs, uzun süre gözlemlendiği uzak gökadalardan, Sandage'in söylediğinin ancak yarısı kadar uzaklıkta olduğunu öne sürdü. Bu demekti ki Hubble Sabiti 100'e çıkıyor ve Evren'in yaşı da 11-12 milyar yıla, küresel kümelerden daha küçük bir yaşa iniyordu. Yani bir babanın çocuklarından daha genç olması gibi bir durum ortaya çıkıyordu.

Tartışma, taraflara katılan yeni araştırmacılarca sürdürüldü. "dinsizin hakkından imansız gelir türünden" pratik bir çözüm giderek taraftar toplamaya başladı: Einstein'ın



**Uzayda serap:**  
Büyük kütleçekim gücüne sahip gök cisimlerinin, arkalarındaki bir kaynaktan gelen ışığı bükmesi, hayali görüntüler ortaya çıkarıyor. Bu etkiye, gökadalardan gelen ışık gibi kara delikler de yol açabilir.

**Einstein Haçı:**  
Sekiz milyar ışık yılı ötedeki bir kuasarın ışığı, dünyamıza yalnızca 200 milyon ışık yılı uzaklıktaki bir gökadanın "kütleçekim merceği etkisi" nedeniyle bölünmüş görünüyor. Kütleçekim merceklerinin iyi birer "standart mum" olduğu kabul ediliyor.

Kozmolojik Sabit kuramı. Yüzyılımızın en büyük fizik dehası, bu kavramı o zaman statik olduğuna inanılan Evren'de, Genel Görelilik kuramının karşılaştığı bazı güçlükleri gidermek için ortaya atmıştı. Einstein, kuramın denklemlerini uzaya uyguladığında şunu gördü: O zamanlar yoğun olduğuna inanılan Evren'deki maddenin, kütleçekim nedeniyle yeniden kendi üstüne çökmesi gerekiyordu. Oysa o zamanlar varlıkları daha yeni yeni keşfedilen Samanyolu dışındaki gökadalardan hiç de böyle bir eğilim görünmüyorlardı. Kuramı için gereksiz yere bir savunma silahı arayışına giren Einstein, kütleçekimin tersi özelliklere sahip sınırlı bir itici gücün olduğunu varsayarak bunun çökmeyi önlediğini ileri sürdü. Sonra Evren'in durağan olmayıp genişlediğinin ortaya çıkması üzerine de varsayımının yanlış olduğunu itiraf ederek Kozmolojik Sabit kavramını denklemlerinden çıkardı.

Ancak yaşlı evren-geçen evren tartışmasında arada kalan bazı çağdaş bilim adamları, bu kavramın sorunu mucizevi bir biçimde çözdüğünü farkediverdiler. Çünkü yüksek değerli bir Kozmolojik Sabit, yapılan hesaplarla

göre Evren'in yaşını istenildiği kadar arttırıyordu. Hızlı genişleme yanlılarının kabul edebilecekleri en son değer olan 75'lik Hubble Sabiti esas alındığında ve Evrenin Gerçek yoğunluğunun  $\Omega$  0.15 olduğu varsayıldığında, eğer Kozmolojik Sabit yoksa, Evren'in yaşı 11.3 milyar yıl çıkar. Oysa aynı değerlere 0.85 değerinde bir Kozmolojik Sabit eklendiğinde Evren'in yaşı 15.1 milyar yıl oluyor. İşte size en alasından çözüm...

Ne var ki, Kozmolojik Sabit konusunda aranan ölçüde kanıt bulunamadı. Bilinen tüm öteki parametrelerin eşit olduğu varsayıldığında, yüksek değerli bir Kozmolojik Sabit, gökadalardan kırmızıya kayma değerlerinin gösterdiğinden daha uzakta bulunmalarını zorunlu kılıyordu. Öte yandan bir gökcismi ne kadar uzaktaysa, bizimle kendisi arasına girerek ışığını büküp çarpıtabilecek kadar büyük kütleli başka cisimlerin, bir başka deyişle "kütleçekim merceklerinin" girmesi olasılığı o kadar büyük olur. Bu da Kozmolojik Sabitin gerçek değerinin ölçülmesine imkan verebilir. Oysa bu kütleçekim merceklerinin sayısının pek de fazla olmadığı gözlemlendi. Bu da adı geçen sabitin, eğer varsa çok





**Yeni standart ışık kaynakları: Büyük Sarmal ve Eliptik gökadalardan "topaklı" ya da "düzgün" görünüşleri gökbilimcilere uzaklıklarını saptama konusunda yardımcı oluyorlar.**

küçük bir değere sahip olduğunu, daha yakın bir olasılıkla da sıfır olduğunu gösteriyordu.

Neyse ki son birkaç yıl içinde geliştirilen yeni gözlem teknikleri, varlığı kuşku götürmeyen araçlarla bile yaş krizinin çözülebilmesine olanak sağladı.

Özellikle Sandage'ın önderliğinde IA tipi süpernovalar incelenerek yapılan ölçümler, tarafları bir orta noktaya getirerek "hızlıların" savundukları her megaparsekte (bir megaparsek 3.26 milyon ışık yılı) saniyede 75-100 kilometre artışı öngören Hubble Sabiti'ni, 60 değerine kadar geri çekmişti. Bu da evrenin minimum yaşı konusundaki tahminler arasındaki tutarsızlıkları ortadan kaldırıyordu.

Günümüzde "yaş krizi" artık aşılmış bulunuyor. Çünkü biliyoruz ki, evrenimizdeki maddenin miktarı fazla değil. Dolayısıyla kütleçekimi Evren'in genişlemesini ancak sınırlı bir düzeyde yavaşlatabiliyor. Bu durumda "seyrek" bir evren, aynı Hubble Sabiti ile bile daha "yoğun" bir evrenden milyarlarca yıl daha yaşlı olabilir. Ama gökadalardan, özellikle de çok ötelede olanlarının uzaklıklarının güvenilir biçimde saptanması bir sorun olmayı sürdürüyor. Yakındaki gökadalardan uzaklıklarını saptamak kolay. Çünkü bunlar içindeki yıldızlar tek tek gözlemlenebiliyor. İçerindeki Cepheid türü değişken yıldızlar gözlemlendi mi sorun

çözülüyor. Çünkü bu tür yıldızlar (çoğunlukla sarı dev) her yerde aşağı yukarı aynı büyüklükte, dolayısıyla aynı sıcaklık ve tayfa sahipler. Böyle olunca da bilinen sabit parlaklığını, görünen parlaklığı ile karşılaştırdığınızda yıldızın, dolayısıyla içinde bulunduğu gökadanın uzaklığını saptayabiliyorsunuz.

Gel gelelim uzaktaki gökadalardan için durum bu kadar kolay değil. Çünkü çoğu kez, bırakın içindeki yıldızları, tüm gökadanın ışığı bile çok zor gözlemlenebiliyor. Bunun için uzak ya da yakın, her gökadanın uzaklığı için doğru tahmin yürütebilmemize yar-

dımcı olacak standart bir ışık kaynağı gerekiyor. Şimdiye kadar, standart ölçek için ileri sürülen adaylar arasında en dikkat çekenleri "kütleçekimsel mercekleme" ve IA tipi süpernovalar oldu. Bunlardan birincisi, çok uzaklarda bulunan ve aktif gökadalardan muazzam enerji yayan merkezleri olduğu sanılan bazı kuasarların ışıklarının üç ya da dört ayrı imaj halinde görünmesine yol açıyor. Bu etki, kaynaktan çıkan görünür ışık fotonlarının, yol üstünde bulunan ama bizim göremediğimiz büyükçe bir gökadanın kütleçekiminin etkisiyle bükülmeleriyle ortaya çıkıyor. Bu birbirinin tersi "ayna"







**Standart Bomba:** Gökadanın altında görünen 1A türü Süpernova, şimdiye kadar ideal standart ışık kaynağı kabul ediliyor ve yavaş genişleme kuramını destekliyordu.

görüntüleri arasında çok az da olsa farklılıklar görülüyor. Işığın hızı ise her zaman aynı olduğundan, bu farklılıkları inceleyerek kuasarin ve aradaki "mercek" gökadanın uzaklığını hesaplayabiliyoruz. Gene 1A türü süpernovalar da bize böyle bir kolaylık sağlıyor. Çünkü biliyoruz ki bunlar, "beyaz cüce" dediğimiz ve normal büyüklükteki yıldızların kalıntısı olan gökeisimlerinin üzerinde madde birikmesi ile meydana geliyorlar. Beyaz cücelerin kütleleri, aşağı yukarı hepsi için yaklaşık 0.6 güneş kütlesi kadar. Ama sıkışmış oksijen ve karbondan oluşan ve dolayısıyla kütle çekim güçleri yüksek bu beyaz cücelerden bazıları, özellikle ikili yıldız sistemlerinde yer alanlar, zamanla eşlerinden madde çalmaya başlıyorlar. Beyaz cüce üzerine bir aktarım diski aracılığıyla düşen gaz ve toz "Chandrasekhar Sınırı" denen 1.4 güneş kütlesini aşınca yıldız, güneşten milyarlarca kez daha parlak bir ışık saçan patlamayla yok oluyor ve uzaya dağılıyor. Bu patlamalar öylesine parlak oluyor ki, en uzak gökadalarda bile gözlenebiliyorlar. Demek ki 1A süpernovaları da işimiz için uygun birer standart. Peki bir süpernovanın 1A türü olup olmadığını nasıl anlayacağız? Basit. Çünkü bunları, büyük kütleli yıldızların yakıtlarını hızla tüketip çökmeleriyle oluşan tüm öteki süpernova tiplerinden (IB, IC ve II) ayıran temel özellik, bunların kısa sü-

re içinde demire düşen radyoaktif nikel ve kobalt halinde uzaya dağılmaları. Evrendeki demirin neredeyse tümü 1A türü süpernovalardan geliyor. O halde sorun ne? İşte size iki tane "demir gibi" standart kaynak... Sorun şu: Uzay boş olsa hesap basit. Bu tür süpernovaların yaydıkları ışık hepsi için aynı olacağına göre, görünen ışıklarındaki şiddet farklılığı bize uzaklıklarını verecektir. Ama uzay boş değil ki... Galaksiler arasında muazzam büyüklükte moleküler hidrojen bulutları var. Süpernovaların ışığı bunlar içinden geçip bize gelirken, bir kısmı soğuruluyor. Dolayısıyla ışık azalmasının uzaklıktan mı, yoksa soğurulmadan mı kaynaklandığını kesin olarak bilemiyoruz. Bu da ölçümlerin güvenliğini azaltıyor.

Son yıllarda ortaya çıkan yeni bir standart ışık kaynağı, giderek artan sayıda gökbilimciyi kendine çekiyor. Yeni yöntem, gökada kümelerinin en parlak üyelerini temel alıyor. Bu ise, 1980 yıllarında John L. Tonry ve Donald P. Schneider tarafından geliştirilen yeni bir yöntem dayanıyor. Bu iki bilim adamı eliptik gökadalarda yada sarmal gökadalarda merkezlerindeki kırmızı devler üzerinde yaptıkları gözlemlere dayanarak, bu tür devler nedeniyle yakın gökadalarda CCD imajlarının "topaklı" bir görünüm aldığını öne sürdüler. Çünkü değişik CCD imajlarının her birinde farklı sayıda

kırmızı dev yer almaktaydı. Buna karşılık uzak gökadalarda CCD piksellerine çok daha fazla sayıda kırmızı dev birden girdiği için bu gökadalarda görünümü daha "düzgün" oluyordu. Dolayısıyla gökadalarda yüzey parlaklığındaki bu farklılıklar, bize bunların uzaklığı konusunda bir anahtar sunmalydılar.

Astrophysical Journal dergisinin Haziran sayısında Tod R. Lauer (Kitt Peak Gözlemevi) ve John L. Tonry (Hawaii Üniversitesi), Hubble Uzay Teleskopunu kullanarak, her biri ayrı birer kümeye hakim 4 dev gökadanın yüzey parlaklığındaki farklılıkları nasıl incelediklerini anlattılar. Daha sonra bu gökadalara, uzaklıkları bilinen yakın gökadalara karşılaştırdılar.

Gerçi kümelerdeki en parlak gökadalarda başarılı bir standart ışık kaynağı olabileceği daha önce de Lauer ve Marc Postman (Uzay Teleskopu Bilim Enstitüsü) tarafından önerilmişti, ama gökadalardaki gerçek parlaklıklarının hesaplanması havada kalmıştı. İşte bu yeni araştırma, bu eksikliği gidererek yöntemin güvenilirliğini güçlendiriyor.

Ancak, tam da Hubble Sabiti konusunda bir orta nokta bulunmuşken, bu araştırma 89 (artı-eksi 10) gibi yüksek bir değeri yeniden kozmolojinin tartışma gündemine sokuyor. Daha şimdiden yeni bir tartışmanın alevleri ortalığı ısıtmaya başladı. Tonry'e göre Hubble Sabiti gerçekten yüksek, ve (daha düşük bir Sabiti öngören) 1A türü süpernova modeli fazla abartılı.

Buna karşılık Harvard-Smithsonian Astrofizik Merkezi'nden John P. Huchra, gözlem aletlerinin azizliklerinin yada aradaki boşlukta bulunan toz bulutlarının, imajlardaki gökadalardaki daha topaklı ve dolayısıyla daha yakın görünmelerine yol açabileceğini vurguluyor.

Huchra'ya göre, "gökada yüzey parlaklığı ölçümü tekniğinin" su geçirmez bir ölçüm yöntemine gereksinimi var, ve bunun için kendisi de Tonry ve Laura Ferrarese (Caltech) ile birlikte kolları sıvamış bulunuyor.

Raşit Gürdilek

**Kaynaklar**  
Crowell, K., *Alchemy of the Heavens*, New York, 1995  
*Nature*, 379 (11 Ocak 1996): 139-141  
*Sky and Telescope*, Kasım 1998-11-20: 24  
*Science*, c. 270 (24 Kasım 1995): 1295-1296  
*Science*, c. 271 (16 Şubat 1996): 957-961