

EVRENİN GENİŞLEMESİ VE HUBBLE YASASI

Worcester piskoposunun şapel papazı ve Newton'un da çağdaşı olan Peder Richard Bentley, 50 sterlin gibi yüksek bir ödenekle Tanrı'nın varlığını kanıtlayan ve "kötü üne sahip sadakatsizlerin" fikirlerini çürüten ayınlar yapması için görevlendirilmişti. Bu nedenle Bentley, Newton'a mektup yazarak, evrenin kendi kütle çekimi sonucunda çökmesinin ancak bir "Üstün Varlığın" müdahalesiyle mümkün olduğuna inanıp inanmadığını sordu. Newton'un Tanrı fikrine bir itirazı yoktu; fakat Bentley'e yazdığı cevapta evren sınırsız ve yıldızlar bu evrende düzgün olarak dağılmışlarsa, kütle çekim potansiyeli her yerde aynı olacağından evrenin çökmeden var olabileceğini belirtti.

Buna karşılık, Einstein'ın genel görellik kuramı farklı bir görüşü savunur. Alan denklemleri evrene uygulandığında, kütle çekiminin durgun bir evrenin dengesini bozup çökmesine neden olacağı sonucu çıkar. Öyleyse pek de genç olmayan evren neden hâlâ çökmedi?

1920'lere varıldığında, kuramcılar bu sorunun cevabını tahmin ediyorlardı ve bunlardan biri olan Belçikalı rahip Abbe Georges Lemaitre (1894-1966), o sırada Amerika'da yapılan ve daha sonra bu cevabın doğruluğunu kanıtlayacak olan gözlemlere dikkat çekti.

Genişleyen Evren

Vesto M. Slipher tarafından Arizona'daki Lowell Gözlemevi'nde yapılan bu gözlemler, adaların (ga-

laksilerin) dikine hızlarının ölçümüyü. Bu yüzyılın başlarında, gözlemevi müdürü Percival Lowell, Slipher'dan sarmal bulutsuların tayflarını gözlemesini istemişti. Lowell, bunların oluşum aşamasındaki Güneş sistemleri olabileceğini ve tayfsal özelliklerinin kendi Güneş sistemimizdeki gezegenlere benzeyebileceğini düşünüyordu. Böylece diğer gezegenler ve üzerlerinde yaşam olup olmadığı konusunda araştırmalar yapmak amacıyla kurulmuş olan Lowell Gözlemevi, evren bilimi (kozmojoloji) için çok büyük önem taşıyan bir çalışmayla ilgilenmeye başladı.

Slipher, ilk olarak 1912'de şimdi Andromeda gök adası adını verdiğimiz bulutsuyu inceledi ve bu "bulutsunun" 300 km/s gibi bir hızla Güneş'e yaklaşmakta olduğunu gördü (Bu hızın çoğu aslında Güneş'in kendi gök adamızdaki hızıdır). Lowell, bu şaşırtıcı sonucun önemli olduğunu farkına vararak, Slipher'in bir başka "bulutsuyu" daha gözlemesini ısrar etti, 1925'e kadar Slipher, 40'tan fazla "bulutsunun" hızlarını bulmuştu. Tabii ki, başlangıçta gözlediği cisimlerin öz yapısını bilmiyordu; fakat sonradan birer gök ada olduğu anlaşılan bu cisimlerin, çok büyük hızlarla hareket ettikleri görüldü. Bunlardan çok azının - bazı Yerel Grup gök adaları - yaklaşma hızı (negatif dikine hız) göstermesine karşın, Slipher, çoğunun 1800 km/s'ye varan hızlarla bizden uzaklaşmakta olduklarını gördü.

Kırmızıya Kayma Yasası

1920'lerin ortalarında, bulutsuların hızlarının uzaklıklarıyla bağıntılı olabileceği yolunda bazı ka-

nitler var gibi göründüyse de, uzaklıkların çok sağlıksız olarak bilinmesi, bu beklentinin sayılara dökülmesini engelledi. Fakat 1929'a gelindiğinde, Mount Wilson Gözlemevi'nde çalışmakta olan Edwin Hubble, hızları daha önce Slipher tarafından ölçülmüş olan birçok gök ada için yeni uzaklık değerleri belirlemişti. Hubble, bu çalışmaları sonunda gök adaların uzaklaşma hızlarının, uzaklıklarıyla gerçekten de orantılı olduğunu gördü.

Bu arada, yine Mount Wilson'da Milton L. Humason (1891-1972), 100 inç'lik teleskobuyla daha sönük gök adaların ve gök ada kümelerinin tayflarının fotoğraflarını çekiyordu. Humason ve Hubble, birlikte çalışarak 1931'de, uzak gök adaların tayfsal çizgilerinin uzun dalgaboylarına (kırmızıya) kaymasından hesaplanan uzaklaşma hızlarının, gök adaların uzaklıklarıyla doğru orantılı olarak artacağını kesinlikle saptadılar. Bu bağlantı, günümüzde Kırmızıya Kayma Yasası ya da Hubble Yasası olarak bilinir.

Araştırmalar ilerledikçe, daha büyük uzaklaşma hızlarına sahip, daha uzak galaksiler bulundu. 1975'ten beri birçok uzak gök ada kümesinin kırmızıya kayması gözlenerek bu kümelerin, ışık hızının yüzde 60'ına (180.000 km/s) varan hızlarla bizden uzaklaştıkları anlaşıldı. Dikine hızı (ya da kırmızıya kayması) bilinen kümelerin bağıntılı (rölatif) uzaklıkları, oldukça sağlıklı bir şekilde saptanabilir. Günümüzde yapılan gözlemlerin kesinliği çerçevesinde, bu kümeler uzaklıklarıyla doğru orantılı olarak değişen dikine hızlara sahiptirler. Bunu sayısal olarak $V = Hd$ biçiminde yazabiliriz. Burada V , km/s olarak dikine hız; d ise milyon parsek biriminde uzaklıktır (1 parsek = 3.26 ışık yılı). H 'la gösterilen hubble sabiti adı verilen sabitin, 40 ile 120 km/s/milyon parsek arasında bir değere sahip olduğu sanılmaktadır; birçok astronom, 50 km/s milyon parsek civarında bir değer almayı uygun görmektedir. Diğer bir deyişle, bir kümenin uzaklaşma hızı, bizden uzaklığının her bir milyon parsek'i için 50 km/s artış gösterir. Gök ada kümelerinin bu hız-uzaklık bağıntısı, şekil 1'de şematik olarak gösterilmiştir.

Kırmızıya Kayma Yasasının Açıklaması

Uzak gök adaların hepsinin bizden uzaklaşmakta olmaları, bizim bir şekilde, evrenin "merkezinde" bulunmamız gerektiğini düşündürülebilir; fakat durum böyle değildir. Bunu açıklamak için kullanılabilen en basit ve bilinen benzetmelerden bir tanesi, yüzeyi mürekkepli kalemle noktalanmış bir balondur. Balon şişirilirse, noktaların her biri birbirinden uzaklaşmaya başlar ve noktalarından herhangi biri üzerindeki bir böcek, diğer bütün noktaların kendisinden uzaklaştığını görecektir. Bu, noktalarından hiçbir "merkezde" olmamasına karşın balon üzerindeki tüm noktalar için doğru olacaktır.

Üç boyutlu bir benzetme olarak, şekil 2'deki üzümlü ekmeği düşünelim. Kabarmaya başlamadan



Şekil 1: Gökada kümelerinin hız-uzaklık bağıntısı.

önce ekmeğin çapı 12 cm'dir (a). Fakat açşı, yanlılıkla hamura çok fazla maya koymuş olmalı ki, bir saat içinde kabaran somunun çapı 24 cm olmuştur (b). Ekmeğin büyümesi sırasında, içindeki tüm üzümler birbirlerinin uzaklaşırlar. Şimdi ekmeğin merkezinde olmayan A üzümü üzerinde bulunduğumuzu ve diğer üzümlerin bizden uzaklaşma hızlarını ölçtüğümüzü varsayalım. Bir saatin sonunda, ilk başta bizden 2 cm uzaklıkta bulunan bir B üzümü uzaklığı 4 cm'ye çıkarmıştır ve tabii uzaklaşma hızı 2 cm/saat olmuştur. İlk başta 3 cm uzaklıkta olan C üzümü ise uzaklığını 3'ten 6 cm'ye çıkarmış ve dolayısıyla 3 cm/saat hızla uzaklaşmıştır. Bu örnekleri ekmeğin içindeki her bir üzüm için tekrarlayabiliriz. Bu verilerin grafiğini çizecek olsaydık, gök adalar için elde edilen grafiğe benzeyen çizgisel bir hız-uzaklık bağıntısının, ekmeğimizin içindeki üzümler için de geçerli olduğunu gördük. Bu sonuç, üzerinde olduğumuzu varsaydığımız üzümün yerinden bağımsız olurdu.

Şu anda evrenin büyüklüğü değişmekteyse -düzenli olarak genişliyor ya da büzülüyorsa-tıpkı üzümlü ekmeğin üzümlelerinde olduğu gibi evrendeki gök ada ve kümelerin hızlarıyla uzaklıkları arasında çizgisel bir bağıntı, veya orantı bulmayı umabiliriz. Genişleyen bir evrende gök adalar, uzaklıklarıyla orantılı bir hızla bizden uzaklaşacak, büzülen bir evrende ise yine uzaklıklarıyla orantılı bir hızla bize yaklaşacaklardır. Kırmızıya Kayma Yasası, evrenin genişlemekte olduğunu göstermektedir. Bu genişleme nedeniyle gök ada ve gök ada kümeleri birbirlerinden gittikçe uzaklaşmaktadır.

Fakat şuna da dikkat etmeliyiz ki, gök adaları "şimdi" buldukları yerlerde değil, bize gelen ışıkları yola çıktığı sırada bulunmuş oldukları yerlerde görüyoruz. Işık hızının sonlu olması nedeniyle, milyonlarca ışık yılı ötedeki gök adaların gözlemlenirken elde edilen uzaklıklar, gerçekte milyonlarca yıl önceki uzaklıklardır. Eğer ışık sonsuz hızla sahip olsay-

TÜBİTAK, İZMİR FUARI'NA KATILYOR

Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), 26 Ağustos-10 Eylül 1991 tarihleri arasında yapılacak olan Uluslararası İzmir Fuarı'na katılacaktır.

Türkiye Pavyonu içinde 100 m²'lik bir stantla Fuar'a iştirak edecek olan Kurumumuz, Fuar süresince, gerek direkt olarak yürüttüğü, gerekse yürütülmesine destek sağladığı bilimsel ve teknolojik çalışmalardan örnekler sergileyecektir.

TÜBİTAK'ın en önemli görevlerinden biri olarak gördüğümüz, üniversitelerle Türk Sanayi arasında köprü olma işlevini gerçekleştirmeye yönelik çalışmalar da bu yıl 60.'sı kurulan İzmir Fuarı süresince yürütülecektir.

di, bu cisimlerin çok daha uzakta olduklarını görürdük. Bunun gibi, şimdiki dikine hızları da gözlenen tayflarıyla belirlenenden farklı olabilir. Bu nedenle, çok uzaktaki cisimler için hız-uzaklık bağıntısının çizgiel olması gerekmez.

Evrenin genişlemesi gök adaların ve gök ada kümelerinin kendilerinin de genişlediğini göstermez. Verdiğimiz örnekte ekmeğin kabarması üzümlerin de boyutça büyümelerini gerektirmiyordu. Tıpkı bunun gibi, içlerindeki karşılıklı çekim kuvveti gök ada ve kümeleri birarada tutar ve bunlar evrenin büyümesiyle (aynı ekmekteki üzümler gibi) sadece birbirlerinden uzaklaşırlar.

Tabii ki, kümeleri oluşturan gök adaların, evrendeki genel genişlemeye ek olarak kendi bireysel hareketleri de vardır. Örneğin çift gök adalar, birbirleri etrafında dolanırlar ve kümeler halindeki de kümelerin içinde hareket ederler. Aslında yakınımızdaki grup ve kümelerde bulunan az sayıda gök adanın, kendi sistemleri içindeki bireysel hızları öyle büyük-tür ki, parçası oldukları kümeler bizden sürekli uzaklaştıkları halde bu gök adalar bize yaklaşmaktadırlar.

Kuram, Genişleyen Bir Evreni Öngörüyor

Zaman zaman evrenin, aslında genişliyor olabileceğinin savunulduğu tartışmalar duyarız ve bunu savunanlar kırmızıya kaymanın Doppler Etkisinden daha başka nedenleri olabileceğini söylerler. Fakat evren genişlemiyor olsaydı, onu anlamak çok zorsa-
şardı.

1916'da Genel Görelilik Kuramı'nı ortaya attıktan kısa bir süre sonra Einstein, bu yeni kuramı evren bilimine uygulamaya girişti. Evrenin geniş bölümleri alındığında, bunların homojen olduklarının varsayılabilirliğini-yani evrendeki maddenin boşluk içinde aşağı yukarı düzgün olarak dağıldığını düşündü. Fakat bu varsayım doğruysa, genel göreliliğin alan denklemlerine göre, evrendeki maddenin çekiminin, evrenin çökmesine neden olması gerekir. Tabii o sırada Hubble Yasası henüz keşfedilmemişti ve bu durumda yapılabilecek en doğal varsa-

yım, evrenin durgun olduğu idi. Einstein, evreni durgun hale getirebilmenin tek yolunun, alan denklemlerine kozmik itme sağlayan yeni bir terim eklemekle mümkün olduğunu gördü. Bu yeni terime "kozmo-
lojik sabit" adı verilir. Bunun pozitif bir değeri, uzak cisimler arasında bu cisimlerin birbirleri üzerindeki çekimlerini dengeleyecek bir itmenin varlığını gösterir. Einstein, kozmolojik sabite, evreni tam durgun yapacak değeri vermiştir.

Buna karşın, 1922'de Rus evren bilimci Alexandre Friedmann, alan denklemleri için bir kozmolojik sabit gerektirmeyen ve "genişleyen" bir evrene uyan, durgun olmayan çözümler buldu. 1927'de yu-
karıda da sözünü ettiğimiz Georges Lemaitre, bağımsız olarak genişleyen bir evrenin varlığını savundu ve gök adaların dikine hızları ve uzaklıkları arasında çizgisel bir bağıntı olduğunu öngördü. Lemaitre, daha önce Amerika'da bulunmuştu ve Slipher'in yaptığı, bu kuramı kanıtlayabilecek çalışmalardan haberi vardı.

Sonuç olarak Hubble Yasası, Görelilik Kuramı'ndan beklenmiş olanı vermiştir. Patlamanın kesin nedeni henüz tam açıklanmamıştır; fakat bugün, en azından fiziğin bilinen yasalarından yararlanarak, genişleyen bir evrenin varlığını sayısal olarak gösterebiliyoruz. Einstein'ın, orijinal alan denklemlerinde yaptığı değişiklik için "hayatımın en büyük hatası" dediği söylenir. Çoğu modern evren bilimci, "şimdilik" bir kozmolojik sabit olmadığını kabul ederler.

G.O.Abel'in "The Realm of the Universe"
kitabından çev.: Nur ENGİN

Aklın tüm sağlığı, gönlün tüm şenliği
şu üç sözcükte gizlidir:
sağlık, barış ve yetenek.

Alexander Pope