

# EVREN VE BİZ (II)

Doç. Dr. Osman DEMİRCAN\*

**E** vrenbilimde de diğer bilim dallarında olduğu gibi, biriken gözlemsel sonuçları sağlayan modeller kurulur. Fizik yasalarına dayalı olan bu kuramsal modellerden çıkarılan yeni sonuçlar, gözlemlerle denetlenir. Yeni gözlemler yeni modellerin kurulmasını, yeni modeller de yeni gözlemlerin yapılmasını öngörür ve ilgili bilim dalında daha doğru bilgiye bu yolla ulaşılır. Evrenbilimde önceki yazımızda da belirttiğimiz gibi, ne gözlemler istendiği gibi duyarlı, ne de fiziksel yasalar bu gözlemleri doğru yorumlayacak kadar gerçektir. Çünkü evrenbilimde, kütle sıcaklık, boyut, yoğunluk ve zamanın en uç noktalarında çalışılır. Bu nedenle, her zaman eksik olan evren bilgimiz, zamanla daha gerçeğe doğru sürekli yenilenmektedir. Bu yazımızda, evren bilgimize dayalı evren modellerinin tarih boyunca evrimi kısaca sergilenecek ve özellikle bugün doğruluğuna inanılan, genişleyen evren modelleri üzerinde durulacaktır.

Zamanla, evrenbilimin gelişimi, dört döneme ayrılabilir: (i) Eski Yunan'da İyonya ve Pisagor okulları kurulmadan önceki dönem. (ii) Eski Yunan'da klasik filozoflar döneminin ortaçağın sonuna kadar süren dönem. (iii) Ortaçağın sonundan 1916'ya kadar süren dönem ve (iv) 1916'da genel görecelik kuramının ortaya atılışından sonraki dönem.

İlk dönemde, daha çok Babilliler tarafından geliştirilen evren bilgisi, insanların varoluşuyla ilgili dini görüşlere dayalıydı ve bilimsel hiçbir dayanağı yoktu. İkinci dönemde evren bilgisi, matematiksel ve fiziksel temellere oturtulmuş filozofik görüşlerden ibarettir. Plato, Aristo ve Batlamyus gibi filozofların geliştirdiği bilgi, özellikle ilk zamanlar gözlemlerle denetlenememiştir. Bu dönemin inanılan evren modeli, Dünya merkezli, hemen Satürn gezegeni ötesinde son bulan, sonlu ve yıldızlardan başka, bilinen yedi

## EVREN MODELLERİ

gök cisminin oluşturduğu yedi katlı bir evrendir.

Üçüncü dönemin ilk yarısında kabul edilen Güneş merkezli ve önceki dönemde olduğu gibi, çok küçük boyutlu, sınırlı evren kavramı, gözlemlerin duyarlılığı ve teleskopların gelişimine bağlı olarak artıkça, zamanla yerini, Güneş'in ve hatta gökadamız Samanyolu'nun merkezde olmadığı, Samanyolu gibi çok sayıda gökadayı içeren oldukça büyük ve durağan bir evren modeline bırakmıştır. Bu dönemde inanılan evren modellerinin oluşturulmasında, Kopernik, Newton, Kant ve Merschel gibi astronomlar en önemli rolü oynamışlardır. Her şeye karşın, evren bilgisi üretilirken bu dönemde de mistik düşüncenin etkisinde kalınmıştır. Örneğin, İngiltere'de din adamı James Ussher 1658 yılında evrenin oluşum tarihini İncil'e dayanarak milattan önce 4004 yılı olarak belirlemiştir. Yine örneğin aynı görüşü paylaşan ve zamanın Cambridge Üniversitesi rektör yardımcısı John Lightfoot Adem'in dünyaya geliş zamanının, yine dini kaynaklardan, milattan önce 4004 yılı, 23 Ekim Pazar sabahı, Greenwich ortalama zamanıyla saat tam 9.00 olduğunu belirlemiştir. Asıl önemlisi Isaac Newton bile, mistik düşüncenin etkisiyle, 1723 yılında James Ussher'in iddia ettiği evrenin oluşum tarihi (MÖ 4004)'ni olduğu gibi kabul etmiş ve kendi bulduğu çekim kuvvetinin etkisiyle evrenin çökmesi gerektiğini kabul edemeyip, sonlu, küçük, durağan ve yaşı sadece 5.732 yıl olan bir evren modeline inanmıştır. Diğer taraftan, bu yanlış inanın yanında Newton, çekim kuvveti üzerine yaptığı çalışmalarla evrenbilimin gelişimine çok büyük bir katkıda bulunmuştur.

1916'da Einstein, genel görecelik kuramını geliştirdikten hemen sonra, yeni relativistik çekim kuvvetini evrenbilim için uyguladı. Bunun için bazı kabuller yapılmıştı: (i) Evrenin bizim içinde bulunduğumuz bölgesi özel değildir. Evrenin her köşesi birbirine benzer; yani yıldızlar, gaz ve toz bulutlarından oluşmuş gökadalara ve bir sürü gökadanadan oluşan gökada grupları. Evrende madde dağılımı büyük ölçekler için homojendir. (ii) Evren sadece üç boyutlu uzayda değil; fakat dördüncü boyut olan zamanın tüm değerleri için de homojenliğini korur; yani herhangi bir t anında, evrende büyük ölçekli madde dağılımı homojendir. Bu nedenle, ışık hızı sabit olduğu için evrenin uzak bölgelerine baktığımızda, oraların

\* ODÜ, Fizik Bölümü.



bugünkü durumunu değil, geçmişteki durumunu görürüz. Burada söylenmek istenen, aslında evrenin durumunun (örneğin herhangi bir yerde madde yoğunluğunun) zamana bağlı olduğu; fakat homojenlik ve izotropiklik özelliklerinin zamana bağlı olmadığıdır. Einstein durağan evren kavramıyla, evrenin durumunun da zamana bağlı olmadığını kabul etmiştir. (iii) Fizik yasaları evrenin her yerinde olduğu gibi geçerlidir. Evren modellerinin oluşturulmasında, bu kabuller bugün de yapılmaktadır. Öyleyse hemen belirtelim, geliştirilen modellerin doğruluğu, baştan temel alınan bu kabullerin doğruluğuna bağlıdır. Einstein'ın uygulaması sonunda, genel göreceliği alan denklemleri gösterdi ki, evrendeki madde, çekimsel olarak bir merkeze doğru çökmelidir. Bu dönemde, evrenin genişlediğini gösteren gözlemler henüz yapılmamıştı ve evrenin genişlediği bilinmiyordu. Einstein, Newton'un etkisinde kalarak durağan bir evrenin varlığına inandığından, alan denklemlerine birer terim ekleyerek onları, durağan evren modelini verecek biçimde düzeltti. Bu düzeltmeyle, uzak gök cisimleri arasında çekimsel gücü dengeleyen bir itme gücünün varlığı ileri sürülmüş oluyordu. Einstein, yaptığı bu düzeltmeyle yaşamının en büyük yanlışını yaptığını sonradan kabul etmiştir. Einstein'ın alan denklemlerinde yaptığı düzeltmeyle varlığı kabul edilen itme gücünün kapalı ve durağan bir evren oluşturabilmesi için, cisimler arasındaki uzaklıkla doğru orantılı olarak artması gerekiyordu ki, bu, bilinen tüm fizik kurallarına aykırıydı. Einstein'ın böyle bir zorlamayla oluşturduğu sonlu, durağan, kapalı ve küresel yapıdaki evren modeli, kırmızıya kayma gözlemlerini açıklayamamakta ve öncelikle boyut olarak çok küçük kalmaktadır.

Hemen hemen Einstein'la aynı yıllarda Willem de Sitter, alan denklemlerinin çözümünden sonsuz boyutlu bir evren modeli oluşturmuş; fakat model, evrende hiç madde olmamasını gerektirdiğinden tutunmamıştır.

1920'lerde Rus matematikçi Alexander Friedmann, Einstein'ın yanlışını anlamış ve düzelt-

me yapmaksızın, Einstein alan denklemlerinden ilk dinamik (zamanla değişen) evren modelini oluşturmuştur. Yine bu yıllarda, Slipher'in bizden uzaklaşan gökada gözlemlerinden haberi olan Belçikalı evrenbilimci Lemaitre, Friedmann'ın modelini daha da geliştirerek ilk, ayrıntılı, genişleyen evren modelini kurmuştur. Genişleme, bir ilk patlamayla çekim gücünün yenilip, maddenin saçılması olarak algılanmıştır. Yani, evrenin genişlemesinin, bir büyük patlamayla başladığı öngörülmüştür.

Büyük patlama hipotezi, evrenin sonlu yaşta olmasını gerektirir. Bu büyük patlamadan sonra geçen zamandır. Hubble sabitiyle ilgili olan bu değeri gözlemlerin duyarlılığı arttıkça farklı bulunmuş ve farklı modellerde farklı değerler kabul edilmiştir. İlk Lemaitre modelinin yaşı, gözlemsel Hubble sabitinin gerektirdiği evren yaşıdan çok büyük bulunmuştu.

Burada şunu da belirtelim ki, aslında kararsız olan Einstein evren modelinde uygun bir etki onu, gözlemsel olarak kanıtlamış olan, genişleyen evren modeli Friedmann-Lemaitre modeline dönüştürür. Bu da sürekli genişleme sonucu, de Sitter modeline ulaşır. Buredan alıyoruz ki, Einstein modeli evrenin başlangıcını, de Sitter modeli de, sürekli genişleme devam ederse, sonunu temsil etmektedir. Başka bir deyişle, başlangıçta Einstein'ın düşündüğü gibi olan evren sürekli genişlerse, de Sitter'in düşündüğü gibi olacaktır.

Genel görecelik kuramı ışığında elde edilen dinamik Friedmann-Lemaitre evren modelleri, üç ayrı özellikli evren modeli oluşturur: Bunlar (i) hiperbolik (açık) (ii) Öklidiyen ve (iii) genişleyip-büzülen (kapalı) evren modelleridir. Hiperbolik modelde büyük patlamayla başlayan genişleme, zamanla doğru orantılı olarak hiç değişmeden sonsuza dek devam eder. Bunun için evrendeki toplam maddenin, genişlemeyi durduracak ölçüde çekim gücüne sahip olmaması gerekir. Evren genişledikçe galaksiler arası uzaklıklar artar ve madde yoğunluğu düşer. Işık hızı sonlu olduğu ve evrenin genişleme hızı uzak-

### Relativistik evren modelleri

Adı	Yaşı (H=50 için)		Ort. Yoğunluğu (H=50 için)
1 — Hiperbolik (açık)	$T_1 < 13.3$	milyar yıl	$< 5 \times 10^{-30}$ gr/cm <sup>3</sup>
2 — Öklidiyen (basık)	$13.3 < T_2$	" "	$= 5 \times 10^{-30}$ "
3 — Genişleyip - büzülen (kapalı)	$T_3 = 13.3$	" "	$> 5 \times 10^{-30}$ "
4 — de Sitter (boş)	$T_0 = 19.5$	" "	$\sim 0$



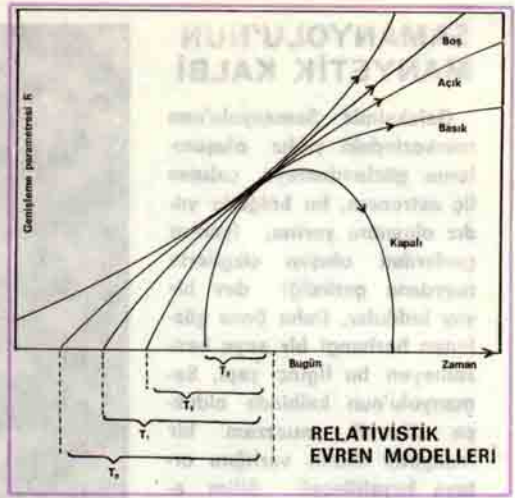
İlka orantılı olarak attığı için, bir sınırın ötesindeki gök cisimlerinin (ne kadar enerji yayarlarsa yaysınlar) göremeyiz. Bu sınır görünür evreni belirler; fakat bu evrenin sınırı değildir. Evrenin merkezi her yerde; fakat sınırı hiçbir yerdedir.

Öklidiyen modelde genişleme, zamanın  $2/3$ 'üncü kuvvetiyle doğru orantılı olarak, daha yavaş devam eder. Fakat genişleme, ancak evrenin ortalama yoğunluğu sıfıra gittiğinde durur. İçinde bulunduğumuz evren Öklidiyen ise, başlangıçtaki sonsuz yoğunluktan bugün tahmin edilen  $\sim 6 \times 10^{-30}$  gr/cm<sup>3</sup> yoğunluğu düşünmeye kadar 18 milyar yıl (Hubble sabitinin 55 değeri için) geçmiştir.

Genişleyip-büzülen evren modeline göre evren, sonsuz zaman içinde, sabit zaman aralıklarıyla, ard arda genişleme-büzülme hareketleri yapar. Bu modele göre evrenin maksimum çapı, içerdiği maddeye bağlı olarak sonlu bir değerdir. İçinde bulunduğunuz evren böyle bir evrense, genişleme-büzülme çevrimi 100 milyar yıl kadar tahmin edilmektedir. Bazı evrenbilimcilere göre böyle bir evren, birbirini izleyen çevrimlerde fiziksel olarak aynı yapıda olmayabilir.

Bir roket Dünya'dan, bir kritik hızın (11.2 Km/sn) altında ilk hızla atılırsa, bir müddet yol aldıktan sonra yerçekimi etkisiyle yavaşlar ve dünyaya düşer. Bu kritik hızla veya daha yüksek bir hızla atıldığında, yerçekimi roketi geri getirmeye yetmez ve roket Yer'den kurtularak boşluğa gidebilir. Aynı şekilde, büyük patlamayla genişlemeye başlayan madde miktarı yeterince fazlaysa, genişleme bir yerde yavaşlayıp, sonra büzülme olayı başlayacak, eğer çekim gücü genişlemeyi durduramazsa, evren sürekli genişleyecektir. Açık ve kapalı evren modelleri arasındaki kritik çözüm ise öklidiyen modeli oluşturmaktadır. Evrenin genişlemesi tüm doğrultularda yarıçapa göre simetrik ve eş hız yüzeyleri aynı merkezli küreler oluşturacak biçimdedir. Bu bakımdan, genişleme tek parametreyle ifade edilebilir ve bu parametre, herhangi iki gökada kümesi arasındaki uzaklık olarak alınabilir. R ile gösterilen bu parametrenin zamanla değişimi bize, evrenin geçmiş ve geleceği hakkında aradığımız bilgiyi verir. Ancak R parametresinin zamanla değişimi, Hubble sabitine ve evrenin içerdiği madde miktarına bağlıdır. Yukarıda sözünü ettiğimiz evren modelleri için R genişleme parametresinin değişimi şekilde gösterilmiştir.

Evrende maddenin varlığı, ışığın yolunu doğru olmaktan çıkarır. Yoğunluğu yüksek olan evrende, ışığın yolu kapalı bir eğridir. Böyle bir ev-



**T değerli, ilgili modellere göre evrenin yaşı (büyük patlamadan bugüne kadar geçen zamanı) göstermektedir. En üstteki eğri, genişlediği halde yoğunluğu değişmeyen bir evren modeline ilişkindir.**

rende, iki paralel ışık demeti, yol aldıkça birbirine yaklaşıyor. Bu evren kapalı evrendir. Açık evrende ise iki paralel ışık demeti, yol aldıkça birbirinden uzaklaşıyor.

Peki, genişlediği gözlemsel olarak kanıtlanmış olan içinde yaşadığımız evren, yukarıdaki modellerden hangisine uyuyor dersiniz? Yani, evren genişlemesine ne kadar devam edecek, bir yerde genişleme durup, yine büzülme mi başlayacak? İşte bu sorun, evrenbilimin çözüme uğraştığı en önemli bir sorundur ve bu makale yazıldığı sırada kesin yargı henüz bilinmemektedir.

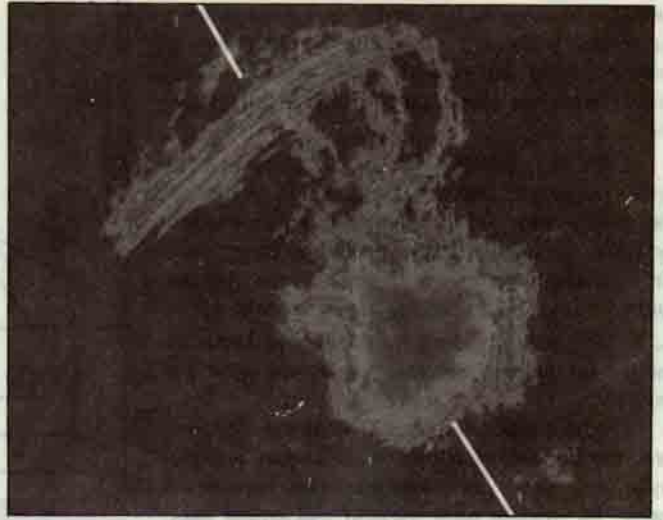
Aslında kesin yargı için, evrendeki çekim kuvvetini tahmin etmek yeterlidir. Bunun için toplam kütle, en azından görünen evrenin içerdiği kütle bilinmesi gereklidir. Galaksi sayımından bulunan ortalama evren yoğunluğu  $10^{-30}$  gr/cm<sup>3</sup>'ten az, belki de  $10^{-31}$  gr/cm<sup>3</sup>'e yakın bir değerdir. Bu yoğunluk ise genişlemeyi durduracak büyüklükte değildir. Diğer taraftan, gaz toz halindeki gökadalardan maddenin ve gökadalardaki yıldızlararası maddenin, hatta ısınım yapmayan keradelik gibi çökmüş cisimlerin toplam kütleyle etkisi dikkate alınmıştır. Bazı evrenbilimcilere göre, bu görünmeyen kütle, görünenin on katı kadardır. Hesaplara göre, görünen kütle beş kat daha büyük olsa, bu, evrenin genişlemesini



## SAMANYOLU'NUN MANYETİK KALBİ

Galaksimiz Samanyolu'nun merkezindeki yıldız oluşumlarını gözlemlemeye çalışan üç astronom, bu bölgede yıldız oluşumu yerine, iyonize gazlardan oluşan çizgilerin meydana getirdiği dev bir yay buldular. Daha önce gözlenen herhangi bir şeye benzemeyen bu ilginç yapı, Samanyolu'nun kalbinde oldukça düzenli, muazzam bir manyetik alanın varlığını ortaya koyabilecek. Bilim adamlarının şimdiye kadar ki inançları, galaksi merkezindeki manyetik alanın göreceli olarak zayıf ve yapılaşmamış olduğu yolundaydı.

ABD'de iki ayrı üniversiteden üç araştırmacının radyo teleskopla elde ettikleri galaksi merkezinin radyo ışınım görüntüleri, yedi, sekiz iyonize gaz demetinden oluşan kümenin, galaksi düzlemine dik olarak kademeli yay biçiminde yükseldiğini ortaya koyuyor. Her biri, yaklaşık 5 ışık yılı genişlik-



Astronomlar, Samanyolu'nun merkezinin radyo ışınım görüntüsünü veren bu resmin üst kısmındaki çizgilerin, manyetik alanın varlığını belirlediğine inanıyorlar. İpliklerin galaksi düzlemine dikliği beyaz çizgi ile gösterilmiş olup, galaksinin tam merkezi alttaki geniş alandır.

te ve 130 ışık yılı uzunlukta, görünüşe göre yüklü gaz partiküllerinden oluşan iplikler, manyetik alan çizgilerini çevreliyorlar. Astronomlar, iyi düzenli bir manyetik alanın dışında başka hiçbir şeyin, yıldızlararası gazı, böyle

uzun, kesiksiz ve paralel çizgiler halinde düzenlemiş olmayacağını söylüyorlar. Daha da ötesi yaydan yayılan radyo ışınımının türü, manyetik alan çizgileri tarafından yakalanan iyonların yaydıkları iyon tipik örneği.

durdurmaya yetecektir. Öyleyse kayıp kütle dikkate alınırsa, evren kapalı olacaktır. Görünmeyen kütlelerin büyük kısmı x ışınımı yaymaktadır. HEAO-1 ve HEAO-2 uydularından yapılan x ışınım gözlemlerine göre, bu kaynakların kütleleri de dikkate alınsa, evren yine açık olacak; yani sürekli genişleyecektir.

Evrenimizin açık olup olmadığını anlamanın bir başka yolu, yıldızlararası uzayda deteryum miktarının saptanmasıdır. Kuramsal çalışmalara göre evren başlangıçta çok yoğun idiyse, 15-20 milyar yıl sonra bugün deteryum oluşur oluşmaz hemen helyum'a dönüşmelidir. Buradan diyebiliriz ki, eğer evren başlangıçta çok yoğun idiyse, bugün ya hiç ya da çok az (başlangıçta oluşan) deteryum gözlenmelidir. Aksi halde, gözlenen deteryum miktarı çok fazla olmalıdır. Ayrıca biliyoruz ki, yıldızlar deteryum üretmiyorlar. 1972'den sonra yapılan, özellikle uydü gözlemlerine göre sonuç: Evren başlangıçta fazla yoğun de-

ğildi. Bu nedenle genişlemesine devam edecektir.

Son on yıldır yapılan daha birçok test açık evren modelini desteklediği halde, evrenin, (i) genişleme hızı, (ii) yoğunluğu, (iii) yaşı gibi gözlemsel parametrelerin yeterli ölçüde doğrulukla saptanamaması nedeniyle, evrenin sürekli genişleyip genişlemeyeceğini kesinlikle söyleyemiyoruz.

### DÜZELTME

"Evren ve Biz" adlı yazımızın geçen sayıdaki bölümünde 6'ncı sayfada yer alan Sekil 1'de yatay eksen ölçeği "Uzaklık x 10<sup>6</sup> (ışık yılı)", 7'nci sayfadaki şekilde gözden geçirilerek verilmeyen, galaksilerin bizden uzaklaşma hızları da üstten alta doğru 1.200 km/s., 1.500 km/sn., 21.600 km/sn., 39.300 km/sn., 61.000 km/sn. olmaktadır. Düzeltir, özür dileriz.