

GALAKSİLER VE KOZMOLOJİ

İlimboz Tektunalı, F., Tektunalı, H.G.
 İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi,
 Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü,
 34452 İniversite - İSTANBUL

ÖZET - Galaksilerin oluşumu ile ilgili teorilerin evren modelleriyle ne türlü ilgili olduğu, standart Friedmann modellerinden $\Lambda_0 = 1$ ve $\Lambda_0 = 0.1$ halleri için incelenmiştir.

Evrenin yapısıyla ilgili teorilerin amacı, halihazırda gözlenen aşırı inhomojenlikleri (galaksilerin büyülüklükleri ve şekilleri; grup, küme ve süperküme şeklinde hiyerarşik kümeleşmeleri) düzgün bir zemin yoğunluğunda, başlangıçta küçük pertürbasyonların gravitasyonel etkileşmelerinin bir sonucu olarak açıklamaktır.

Standart düşünce; galaksilerin ve galaksi kümelerinin, recombination epokunda meydana gelmiş küçük perturbasyonların doğurduğu gravitasyonel kararsızlıklarından itibaren oluşturukları şeklindedir.

Bu perturbasyonların meydana geldiği recombination epoku hangi epoktur? Evrenin evrimini geriye doğru takip edersek; Büyük Patlamaya geçiş, birbirine yakın iki zamanda meydana gelen, iki olayla belirlenir. Bunlardan ilki, radyasyonun artık uzayda serbestçe dolaşamayacağıdır. Bu, şundan dolayıdır: Neredeyse tamamen hidrojen ve helyumdan oluşan gaz, bu anda iyonize olabilmek için yeterli sıcaklığıdır. Bir kısım hidrojen atomu serbest proton ve e-lektronlara ayrılır ve serbest elektronlar, ışık ışınlarıyla etkileşir. Bu, yaşadığımız zamanda Büyük Patlamayı erken zamanlardaki haliyle göremememizin sebebidir: Radyasyon sürekli saçılığından, yoluna devam edemiştir. Büyük Patlamanın sonunda gaz rölatif olarak soğuktur ve sadece zayıf bir şekilde iyonize olmuştur. Bundan dolayı radyasyon uzayda engellenmeden yolunu sürdürmemeye başlamıştır. Gene bu esnada proton ve elektronlar hidrojeni oluşturmak

Üzere biraraya gelirler ve bu nedenle bu epok, recombination epoku olarak isimlendirilir. Geriye doğru gidildiğinde Büyük Patlamaya geçiş belirleyen ikinci olay ise, madde ve radyasyon yoğunluklarının eşit olmasıdır. Bu iki olay da Radyasyon Çağı olarak isimlendirilen safhanın sonunda, evrenin sıcaklığı birkaç bin Kelvin'e düşmüştür. Galaksilerin oluşumu ile ilgili teorilerde bu iki epok, çok önemlidir.

Standart Friedmann modelleri, iki parametreyle belirlenir: H_0 ve Λ_0 . Evrenin halihazırda genişleme oranı $\dot{v} = H_0 r$ ile ifade edilirse, buradaki H_0 , Hubble sabitidir. Halihazırda evrenin ortalama yoğunluğu ρ_0 ise, $\Lambda_0 = 8\pi G \rho_0 / 3H_0^2$ dir. Eğer $\Lambda_0 > 1$ ise evren tekrar büzülecek, $\Lambda_0 < 1$ ise genişleme ilânihaye devam edecektir. Burada iki model üzerinde durulacaktır: $\Lambda_0 = 1$ (Einstein-de Sitter hali) ve $\Lambda_0 = 0.1$ olduğu standart açık model. Standart açık modelin, galaksilerin kütte-parlaklı oranını, elementlerin ve küresel küme yıldızlarının yaşlarını ve kozmik döteryum bollugunu açıklayabilmek gibi avantajları vardır.

$\Lambda_0 = 1$ halinde evrenin genişlemesi; $0 < R < 10^{-4}$ (radyasyon hakim) için $R = (1+z)^{-1} \propto t^{1/2}$, $10^{-4} < R$ için $R \propto t^{2/3}$ (madde hakim) ile verilir. $\rho = 3H^2 / 8\pi G$ ve $1/2 < 1/t < 2/3$ olduğundan, $\Lambda_0 = 1$ halinde ufuk içerisindeinde kalan kütle M_H (gözlenebilen evrenin kütlesi), t epokuya orantılıdır: $M_H \propto \rho (ct)^3 \propto t \cdot (1+z_{eq})$ epokunda $M_H = 10^{17} M_\odot$ tir. Galaksiler ve galaksi kümele rinin küteleri büyülüüğündeki fluctuationlar, radyasyonun hakim olduğu çağ boyunca meydana gelmişler ve bunlar, recombinationa kadar yaklaşık başlangıç genliklerinde donmuşlardır, günümüz radyasyon akışkanı çok sıkıdır. Recombinationda Jeans kütlesi yaklaşık $4 \times 10^5 M_\odot$ e kadar düşer ve bundan büyük bütün ölüceklerde, lineer rejimdeki yoğunluk fluctuationları, recombinationdan şimdiki zamana kadar, bilinen gravitasyonel kararsızlığın gelişim moduna göre gelişir-

ler: $d\delta/\delta \propto R \propto t^{2/3}$. $10^{-4} < R < 10^{-3}$ için $M_{\text{Jeans}} \approx$ saat $\approx 10^{17} M_{\odot}$ tir ve bu durumda $10^{17} M_{\odot}$ ten büyük kütle ölçüğindeki fluctuationlar, $R = 10^{-4}$ te, $\delta\delta/\delta \propto R \propto t^{2/3}$ oranında gelişmeye başlayabilirler.

$\Lambda_0 = 0.1$ modeli için sonuçlar benzerdir. Dinamik olarak radyasyonun hakim olduğu bir evrende küçük madde fluctuationları meydana gelemeyeceğinden, $(1+z_{\text{eq}}) \approx (1+z_{\text{rec}}) \approx 10^3$ ten önce herhangi bir fluctuation gelişemez.

$\Lambda_0 = 0.1$ evreninde $0 < R < 10^{-3}$ (radyasyon hakim) için $R \propto t^{1/2}$, $10^{-3} < R < 10^{-1}$ (madde hakim) için $R \propto t^{2/3}$ ve $10^{-1} < R$ için de $R \propto t$ olduğu bilinmektedir. Son safha yoğunluğun, $3H^2/8\pi G$ kritik yoğunluk değerinden bir hayli aşağıda olduğu bir safhadır ve bu durumda madde Hubble genişlemesini yavaşlatamadığından, lineer genişleme kanunu geçerli olur. Recombinationda $M_{\text{Jeans}} \approx 10^6 M_{\odot}$, $M_H \approx 10^{19} M_{\odot}$ tir ve bu durumda, bu aralıktaki kütle ölçüğindeki perturbasyonların, $10^{-3} < R < 10^{-1}$ için $\delta\delta/\delta \propto R \propto t^{2/3}$ e göre gelişmesi mümkünür; fakat $10^{-1} < R < 1$ olduğunda lineer rejimdeki perturbasyonlar için $\delta\delta/\delta \approx \text{sabittir}$. Bu periyot boyunca madde, dinamik olarak önemli değildir; küçük yoğunluk fluctuationları ortalama Hubble akışkanını pertürbe etmez ve zemine nazaran gelişemez.

Zeldovich (1972), ilkel yoğunluk fluctuationlarını şekilde tartışırmıştır: Herhangi bir sıradan yoğunluk fluctuation spektrumu, ufuk içerisinde meydana gelen fluctuationların genlikleri cinsinden, ufuk içerisindeki kütlenin bir fonksiyonu olarak ifade edilebilimlidir: $(\delta\delta/\delta)_H = f(M_H)$.

Sözkonusu sahalar için, t evrenin yaşı olmak üzere, $M_H \propto t$ dir. Bu spektrum, mümkün en basit formda olmalıdır. Özellikle herhangi bir kütle büyüklüğünü tercih etmemelidir, çünkü aksi takdirde evrenin

li bir kütle büyüklüğü olur. Tercihli kütle büyüğünü olmadığı takdirde f bir kuvvet kanunu şeklinde olmalıdır: $f \propto M_H^x$. x pozitif olduğu takdirde evrenin zamanla giderek çok daha fazla kümeleşmesi gerekdir. Bu durumda $(\delta\rho/\rho)_H \leq 1$ olur ve evren Friedmann modelinden ayrılır.

Nalihazırda gözlenen evren homojen olduğundan (2.7 K lik radyasyonun izotropisinden), x 'in pozitif olması pek muhtemel değildir. Diğer taraftan x negatifse, evrenin erken safhalarda Friedmann modelinden çok fazla ayrılmış olması gerekdir. Friedmann modelleri doğru kozmolojik helyum ve döteryum bolukları verir ve bu elementler, ufuk içerisindeki kütle sadece birkaç yüz Güneş kütlesiyken meydana gelmişlerdir ki bu da bu safhada evrenin Friedmann modeline çok yakın olması gerektiğini gösterir. Bundan dolayı x , büyük bir negatif değerde olamaz. Zeldovich, $f = K = 10^{-4}$ değerini teklif etmiştir: $(\delta\rho/\rho)_H = K = 10^{-4}$. Zeldovich'in teklif ettiği $K = 10^{-4}$ değeri $\lambda_0 = 0.1$ için % birkaç galaktik kütle ölçüğünde izotermal fluctuationlar meydana getirebilir. Böyle bir başlangıç yoğunluk fluctuation spektrumu, gravitasyonel olarak bağlı galaksi protokümelerinin oluşmasını mümkün kılar. Bu türlü bir protoküme de galaksilere bölünür.

Peebles (1974); galaksilerin önce, ve galaksilerin istatistiksel kümeleşmelerinden itibaren de, galaksi kümelerinin daha sonra meydana geldiğini ileri sürmüştür. Aslında Peebles ve Dicke (1968), recombinationdaki Jeans kütlesine karşılık gelen küresel kümelerin evrende oluşan ilk cisimler olduğunu ve galaksilerin, bu ilkel cisimlerin biraraya gelmesiyle oluştuğunu teklif etmişlerdir. Bu, recombinationdaki Jeans kütle ölçüğine kadar uzanan bir izotermal yoğunluk fluctuation spektrumu gerektirir.

Bu tartışmada, Galaksiler ve Kozmoloji başlığı altında; galaksilerin oluşumu ile ilgili teorilerin evren modelleriyle ne türlü ilgili olduğu, standart Friedmann modellerinden $\lambda_0 = 1$ ve $\lambda_0 = 0.1$ halleri için incelenmiştir.

KAYNAKLAR

- Gott, J.R.III. 1977. Ann.Rev.Astron.Astrophys. 15:235
Peebles, P.J.E. 1974. Ap.J. 189:L51
Peebles, P.J.E., Dicke, R.H. 1968. Ap.J. 154:891
Zeldovich, Y.B. 1972. MNRAS 160:1P

H. KIRBIYIK: Omega'nın gözlemsel değerleri ne durumda acaba?

F. LİMBOZ TEKTUNALI: Bildiğim kadarı ile kimse kesin bir şey söyleyemiyor. Ama 0.1'i tercih ediyorlar.

H. KIRBIYIK: Yani mutlaka gözlemsel değerler var tabii.

F. LİMBOZ TEKTUNALI: Belli gözlem değerleri var ama gözlemlerde belli uzaklıklara kadar olan egriler bir arada. Egrilerin birbirinden ayrıldığı yerde sıhhatlı gözlemler lazım.

