

Yrd. Doç. Dr. Tahsin Çağrı Şişman

THK Üniversitesi
Centro de Estudios Científicos (Şili)

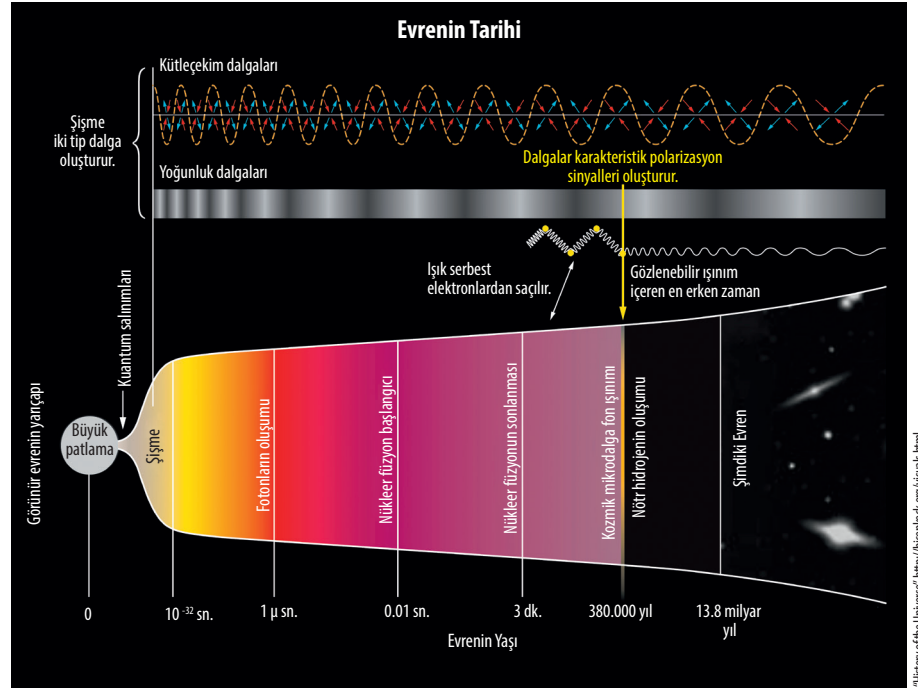
Şişme Kozmolojisinin Doğrudan İlk Kanıtı



Güney Kutup noktasına yaklaşık 1 km uzaklıkta olan Karanlık Sektör Laboratuvarı (The Dark Sector Lab) BICEP2 Teleskobu'na (solda) ve Güney Kutup Teleskobu'na (sağda) ev sahipliği yapıyor. (Steffen Richter, Harvard Üniversitesi)

17 Mart 2014'te insanoğlunun evreni anlama serüveninde çok önemli yer tutabilecek bir gözlem sonucu, BICEP2 deneyinde görevli bilim adamları tarafından başlıktaki ifade ile kamuoyuna duyuruldu. Sonuçlar evrenin ilk anlarına ait kütleçekim dalgalarının varlığına işaret ediyor. Evrenin başlangıcında uzay-zamanda meydana gelen ufak dalgacıklar olan bu kütleçekim dalgalarının bu gözlemlerle belirlenen nicelikleri ise şişme kozmolojisinin öngörülleri ile örtüşerek bu kurama doğrudan bir kanıt teşkil ediyor.

Şişme kuramının temel savı, evrenin Büyük Patlama'nın başlangıcından sonraki ilk 10^{-32} saniyelik zaman diliminde, evrende çok büyük ve hızlı bir uzaysal genişlemenin gerçekleşmiş olması. Bu savın öne sürülmesinin en önemli nedeni kozmik mikrodalga fon ışınımına dair gözlemler. Evrenin 13,8 milyar yıl olan yaşını da dikkate aldığımızda, evrenin ilk anlarındaki bu çok küçük zaman dilimine dair öngörülerde bulunmak, evrenin oluşumunu anlamakta insanoğlunun ne kadar ilerlediğinin bir göstergesi.



Şekil 1. Evrenin Tarihi: Şeklin alt kısmı evrenin boyutlarının zamanla değişimini ifade ediyor. Büyük Patlama'dan 380.000 yıl sonra nötr hidrojen atomu oluşmuştur. Bu andan önce, madde (elektronlar) ve ışık (fotonlar) arasındaki sürekli etkileşim evreni opak bir yapıya tutar. Bu andan sonra ise fotonlar serbestçe hareket etmeye başlar, bu durum kozmik mikrodalga fon ışınımı olarak adlandırılır. Madde dağılımındaki dalgalanmalar (konumdan konuma gözlenen farklılıklar) kozmik mikrodalga fon ışınımı üzerinde izler bırakır. Yoğunluk dalgalanmaları sıcaklık ve E-mod polarizasyon olarak gözlenirken, kütleçekim dalgaları kozmik mikrodalga fon ışınımı üzerinde B-mod polarizasyon şeklinde karakteristik bir iz bırakır. Yoğunluk ve kütleçekim dalgalarının ikisi de şişme sonucu büyütülmüş kuantum salınımlarından kaynaklanır ve kozmik mikrodalga fotonların salındığı zaman diliminde bulunur.

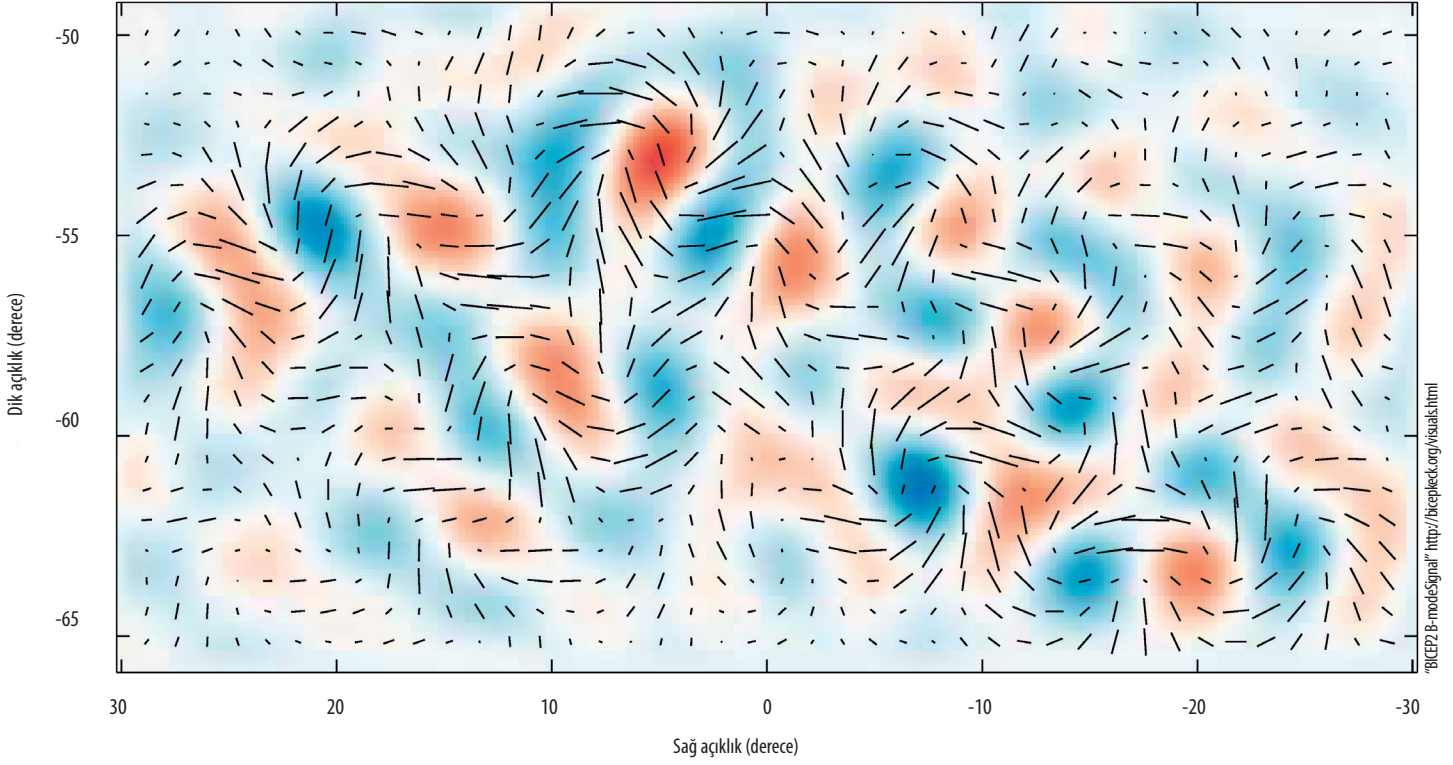
Kozmik mikrodalga fon ışınımı, 1964 yılında Arno Penzias ve Robert Wilson tarafından gözlemlendi ve bu gözlem 1978 yılında Nobel Ödülü'ne layık görüldü. Penzias ve Wilson, radyo astronomi ve uydu iletişimi üzerine deneyler yapmaya çalışırken, 2,7 Kelvinlik çok küçük bir sıcaklık değerine karşılık gelen bir mikrodalga fon ışınımı fark etti. Bu gözlem, evrenin oluşum sürecinden kalan mikrodalga düzeyindeki böyle bir ışımanın varlığını öngören Büyük Patlama kuramını doğrulamış oldu.

Kozmik mikrodalga fon ışınımının evrendeki her noktada neredeyse aynı değeri alıyor olması ise çözülmesi gereken bir problem olarak ortaya çıktı. Işımanın her yerde aynı değeri alıyor olması ancak bütün noktalar bir şekilde birbiriyle etkileşim halindeyse mümkün olabilecek bir durumdu. Öte yandan, bir etkileşim ışık hızından daha yüksek bir hızda iletmeyeceği için evrendeki birbirinden çok uzak noktalar için böyle bir iletişim mümkün olamazdı.

Şişme kuramı, birbiriyle etkileşimi mümkün gözükmeyen evrendeki bu noktaların, aslında evrenin ilk anlarında birbiriyle etkileşecek kadar yakınken, evrenin ilk anlarındaki çok büyük ve hızlı bir uzaysal genişleme ile birbirlerinden uzak konumlar aldığını söyleyerek bu probleme bir çözüm getirdi. Bu çözümü üreten kuramsal çerçeveyi oluştururken de Einstein'ın kütleçekim kuramına ek olarak Higgs alanına benzer bir inflaton alanının varlığını kabul etti. Kuram evrenimizin büyük ölçekteki yapısına, galaksilere, onların kümelerine, inflaton alanının kuantum salınımları üzerinden de bir açıklama getirdi.

BICEP2 deneyinde yapılan ise kozmik mikrodalga fon ışınımındaki, evrenin ilk anlarına ışık tutabilecek bir detayı gözlemeye çalışmak: B-mod polarizasyonları. Polarizasyon, ışınımın uzaydaki yönelimlerinin bir ifadesidir, eğer bu yönelimler burulmalı bir yapıya sahipse ışınım B-mod polarizasyona sahiptir. BICEP2 deneyi, kozmik mikrodalga fon ışınımının

BICEP2 B-mod sinyali



Şekil 2. Şişme evresine ait kütleçekim dalgaları, kozmik mikrodalga fon ışınında zayıf fakat ayırt edici, kıvrımlı bir desen oluşturur. Grafik gözlenen B-mod deseni aittir. Burada doğru parçaları polarizasyonu, kırmızı ve mavi renklendirmeler ise sırasıyla saat yönündeki ve saat yönünün tersindeki burulmaların büyüklüğünü ifade etmektedir.

da, büyük açılal ölçeklerde bulunmasından dolayı, nedeni sadece evrenin ilk anlarına ait kütleçekim dalgaları olabilecek B-modları gözlemiştir (bkz. Şekil 2).

BICEP2 deneyi gereken hassasiyeti sağlayabilmek için gözlemlerini Güney Kutbu'nda gerçekleştirmiştir. Grubun ana araştırmacılarından John Kovac bu zorunluluğu şu şekilde ifade etmiştir: "Güney Kutbu yeryüzünde olduğunuz halde uzay ortamına en yakın şartları elde edebileceğiniz yer. Dünya üzerindeki nem oranı en düşük, en net gökyüzüne sahip yerlerden biri. Büyük Patlama'dan kalan zayıf mikrodalga ışınımı gözlemek için çok uygun."

Her ne kadar BICEP2 gözlem sonuçları, evrenin ilk zamanlarına ait kütleçekim dalgalarına dair hassasiyeti yüksek, güçlü veriler sunsa da bundan sonraki süreçte sonucun kesinleşmesi için B-mod gözlemi yapan diğer grupların bu sonuçları doğrulayıp doğrulamayacağını beklemek gerekecek. Örneğin Avrupa Uzay Ajansı'nın *Planck* uydusunun da B-mod polarizasyon sonuçlarını bu sene içinde açıklaması bekleniyor.

Peki, bu sonuçların önemi nedir? İlk olarak şişme kuramı evrenin ilk anlarına ait kütleçekim dalgalarını öngören tek kuramsal çerçeve olduğu için, sonuçlar şişme kuramının doğrulanması bakımından çok büyük önem taşıyor. İkinci olarak sonuçlar şişmenin gerçekleştiği enerji ölçeklerine dair değerler sunuyor, ki bu da şişme kuramına imkân veren detaylı modellerden hangilerinin doğru olduğunun belirlenmesini sağlıyor. Son olarak, evrenin ilk anlarında gerçekleşen şişme fikrini ortaya atan fizikçilerden biri olan Alan Guth'un dile getirdiği şekliyle "... en önemlisi, bu yeni sonuç hikâyenin sonu değil, aksine yeni bir pencerenin açılması. Şimdi bu B-modları bulunmuş oldu ve BICEP2 grubu ve diğer birçok grup bunları incelemeye devam edecek. Bu çalışmalar da evrenin ilk anlarındaki davranışını, şişme sürecini anlamamız için yeni bir araç olacak."

Sonuçların açıklanma sürecindeki belki de en ilginç an, BICEP2 ana araştırmacılarından Chao-Lin Kuo'nun elde ettikleri sonuçları, BICEP2 sonuçlarıyla büyük oranda örtüşen şişme kuramı çeşidini or-

taya atan Andrei Linde'nin evine gidip ona özel olarak iletmesiydi. Linde ve yine bir fizikçi olan eşi Renata Kallosh'un tepkileri izlemeye değerdi. Linde'nin şişme kuramı fikri ve sonuçlar üzerine ifade ettiği üzere: "Bu, eğer doğruysa, insanı bütünüyle etkisi altına alan evreni kavrayışımızda büyük bir an. Umalım ki bu bir yanılgı olmasın."

Yinelenebilir deney ve gözlemlere dayandığı için, doğaya ait bilimsel bilgi birikimimizin çok sağlam, güvenilir temelleri var. Aynı şekilde, BICEP2 deney sonuçlarının da diğer bağımsız gözlemlerle doğrulanarak kesinlik kazanması gerekiyor. O zaman, Linde'nin dediği gibi "büyük bir an" olacak ve Guth'un dediği gibi "evrenin ilk anlarını gözleyeceğimiz yeni bir pencere" açılacak.

Kaynaklar

- <http://bicepkeck.org/>
- <http://www.cfa.harvard.edu/news/2014-05>
- <http://web.mit.edu/newsoffice/2014/3-q-alan-guth-on-new-insights-into-the-big-bang.html>
- <http://www.scientificamerican.com/article/gravity-waves-cmb-b-mode-polarization/>
- <http://blogs.scientificamerican.com/observations/2014/03/17/andrei-linde-learns-his-big-bang-theory-is-true-video/>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic_microwave_background
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Inflation_\(cosmology\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Inflation_(cosmology))