

Kozmik Artalan İşimasında

Karanlık Fotonlara Dair Bir İz Bulunamadı

Dr. Mahir E. Ocak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Bir grup fizikçi, kozmik artalan ışımasıyla ilgili verilerde karanlık fotonların izlerini aradı. Ancak karanlık madde arasındaki etkileşimlere aracılık ettiği düşünülen bu farazi parçacıkların var olduğuna dair herhangi bir bulguya ulaşamadı. Elde edilen sonuçlar, karanlık fotonların var olmadığına dair kesin kanıt sunmasa da karanlık fotonların kütlesinin belirli bir aralığın içinde olamayacağını gösteriyor.

Bilimsel çalışmalar, evrenin ışıkla (elektromanyetik kuvvet aracılığıyla) etkileşmediği için doğrudan görülemeyen bir tür karanlık madde ile dolu olduğuna işaret ediyor. Toplam madde miktarının yaklaşık %85'ini oluşturan karanlık madde, kütle çekimi aracılığıyla sıradan madde ile etkileşiyor ve gök adaların oluşumunda rol oynuyor.

Bugün için karanlık maddenin doğasının ne olduğu bilinmiyor. Yaygın kanı, karanlık maddenin bugüne kadar keşfedilememiş tek tür bir parçacıktan oluştuğu. Örneğin bugüne kadar öne sürülmüş hipotezlerden biri, karanlık maddeyi kısaca WIMP olarak adlandırılan, sadece kütle çekimi ve zayıf kuvvet aracılığıyla etkileşen parçacıkların oluşturduğunu iddia ediyor. Bir başka hipotez ise "axion" olarak adlandırılan WIMP'lere kıyasla çok daha hafif parçacıkların var olduğunu öne sürüyor.

Karanlık madde, bugüne kadar keşfedilememiş, birden fazla türde parçacıktan da oluşuyor olabilir. Hatta bu parçacıkların kendi aralarındaki etkileşimlere aracılık eden bugün bilmediğimiz kuvvetler de olabilir. Örneğin, karanlık madde parçacıkları arasında sıradan madde parçacıkları arasındaki elektromanyetik etkileşime benzer bir etkileşim olabilir. Eğer gerçekten de böyle bir kuvvet varsa fotonların elektromanyetik etkileşime aracılık etmesine benzer biçimde karanlık madde arasındaki elektromanyetik etkileşime aracılık eden bir "karanlık foton" da olmalıdır. Hatta nadiren de olsa bu farazi kuvvet parçacıkları ile sıradan fotonlar, birbirine dönüşebilir. Böyle bir durumda deneyler ve gözlemler yoluyla karanlık fotonları tespit etmek ve dolaylı olarak karanlık madde parçacıkları hakkında bilgi edinmek mümkün olabilir.

Geçmişte karanlık fotonları tespit etmek amacıyla laboratuvar ortamında çeşitli deneysel çalışmalar yapılmış ancak olumlu sonuç alınamamıştı. Cambridge Üniversitesinden bir grup araştırmacı ise karanlık fotonların izlerini aramak için gözlemsel verilere yöneldi. Fiona McCarthy ve arkadaşları, kozmik artalan ışıması ile ilgili verileri analiz ederek sıradan fotonların karanlık fotonlara dönüşümüne dair bulgulara ulaşmaya çalıştı.

Kozmik artalan ışıması, Büyük Patlama'dan arda kalmış ışıktır. Tüm evreni neredeyse homojen bir biçimde dolduran bu ışıma, ışık tayfının mikrodalga bölgesinde yer alır. Kozmik artalan ışımasındaki fotonlar da karanlık fotonlara dönüşebilir. Bu dönüşüm sürecinin gerçekleşme olasılığının

en yüksek olduğu bölgeler ise gök ada kümelerini çevreleyen elektron plazmaları. Şayet bu bölgelerde fotonlar karanlık fotonlara dönüşüyorsa galaksi kümelerinin olduğu yönlerden Dünya'ya gelen kozmik artalan fotonlarının miktarında bir azalma gözlemlenmelidir. Ancak belirli bir yönden gelen foton miktarının az olmasının tek nedeni karanlık fotonlar olmayabilir.

Kozmik artalan ışıması, tamamen homojen değildir. İlk olarak, Büyük Patlama'nın sonrasındaki kuantum salınımlarının izlerini taşır. Sıcaklık dağılımında yüz binde bir gibi küçük bir oranla da olsa salınımlar görülür. Ayrıca kozmik artalan ışımasındaki fotonlar, elektronlardan saçılarak enerji kazanabilir ya da kaybedebilir. Bunun yanında uzak gök adalardaki ivmelenen elektrik yükleri de mikrodalgalar

yayabilir. Dolayısıyla belirli bir yönden gelen kozmik artalan ışımasındaki foton miktarının düşük olmasının tek sebebi, fotonların karanlık fotonlara dönüşmesi olmayabilir. Yine tüm bu fiziksel süreçler, kozmik artalan ışımasının tayfında farklı izler bırakır.

Cambridge araştırmacıları, çalışmalarında 2009-2013 döneminde görev yapan Avrupa Uzay Ajansı'na ait Planck uzay aracının çıkardığı kozmik artalan haritasını ve 2010 yılından bu yılın başına kadar görev yapan NASA'ya ait WISE uydusu tarafından oluşturulan, içerisinde yarım milyondan fazla görüntünün yer aldığı gök ada kataloğunu kullandı. Sonuçta karanlık fotonların varlığına dair herhangi bir bulguya ulaşamadı. Elde edilen sonuçlar, karanlık fotonların var olmadığını kanıtlamıyor.

Ancak karanlık fotonların sahip olabileceği kütle değerlerini sınırlandırıyor. Analizler eğer varsa karanlık fotonların kütlelerinin elektronunkinin $0,2-2,0 \times 10^{-18}$ katı aralığında olamayacağını gösteriyor.

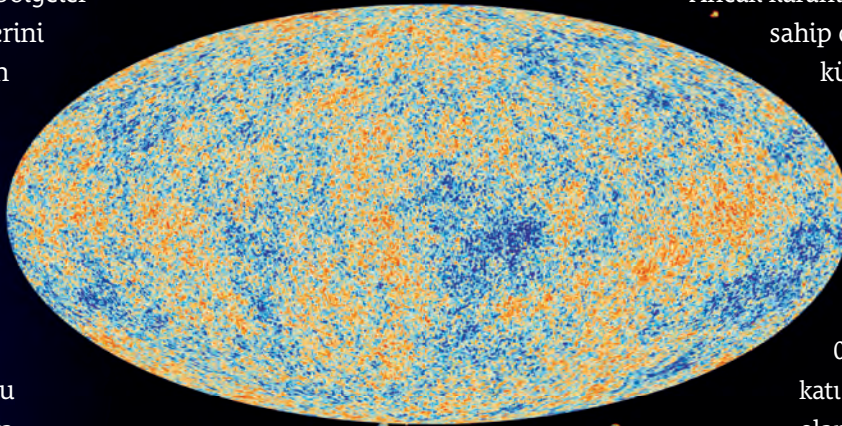
Analizlerin sadece belirli bir kütle aralığıyla ilgili bilgi vermesi, çalışmaya konu olan gök adaları çevreleyen elektron plazmasının yoğunluklarıyla ilgili. Dolayısıyla, gelecekte yapılacak benzer çalışmalarla farklı kütle aralıklarında karanlık fotonların izlerini aramak da mümkün. ■

Kaynaklar

McCarthy, F. ve ark., "Dark Photon Limits from Patchy Dark Screening of the Cosmic Microwave Background, *Physical Review Letters*, c. 133, s. 141003, 2024.

Cho, A., "No sign of ghostly dark photons in afterglow of Big Bang", *Science*, <https://www.science.org/content/article/no-sign-ghostly-dark-photons-afterglow-big-bang>, 2024.

European Space Agency/The Planck Collaboration / SPL



Planck uydusunun topladığı veriler kullanılarak hazırlanmış, kozmik artalan ışımasının sıcaklık haritası. Daha soğuk bölgeler maviyle daha sıcak bölgelerse kırmızıyla gösteriliyor.