

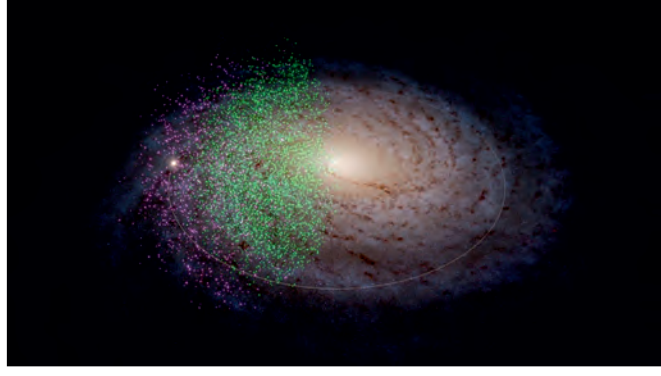
yaşanmış kaynaşmaların önemli rolü var.

İki gökada kaynaştığı zaman içerdikleri yıldızlar ve madde bulutları birbirine karışır. Ancak bir gökadamdaki yıldızların bileşimleri, enerjileri ve açısal momentumları gibi özelliklerinin incelenmesiyle

kökenlerinin geçmişte yaşanmış kaynaşmalar olduğunun tespit edilmesi mümkündür. Max Planck Astronomi Enstitüsünden Khyati Malhan ve Hans-Walter Rix, gökadamızın iç kısımlarındaki bazı yıldızların kökeninin uzak geçmişte yaşanmış kaynaşmalar olduğunu tespit etti. Araştırmacıların

*The Astrophysical Journal*'de yayımladıkları sonuçlar, günümüzden yaklaşık 12-13 milyar yıl önce iki ayrı gökadanın Samanyolu'nun ilkel haliyle kaynaştığını gösteriyor. Bu sonuçlar, araştırmacıların Shiva ve Shakti adını verdikleri gökadalardan, gökadamızın büyümesine katkıda bulunan en eski yapı taşlarından olduğunu gösteriyor.

Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar, Avrupa Uzay Ajansına ait Gaia Uzay Teleskobu'nun topladığı veriler ile Sloan Dijital Gök



Shiva ve Shakti gökadalalarıyla yaşanan kaynaşmalar sonucu Samanyolu'na katılan yıldızlar. Shiva yıldızları yeşil, Shakti yıldızları pembe renkle gösteriliyor.

Taraması kapsamında New Mexico'daki (ABD) Apache Point Gözlemevindeki teleskobun topladığı verilerin analiz edilmesine dayanıyor. ■

Khyati Malhan, K., Hans-Walter Rix, H.-W., "Shiva and Shakti: Presumed Proto-Galactic Fragments in the Inner Milky Way", *The Astrophysical Journal*, Cilt 964, s. 104, 2024, <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ad1885>

## Uzayda Eşdeğerlik İlkesi Testleri

Mahir E. Ocak

Einstein eşdeğerlik ilkesi, bir cismin bir kütleçekim alanındaki ivmelenmesinin cismin bileşiminden bağımsız olduğunu söyler. Günümüzde bu ilke doğru olarak kabul edilse de test edilmeye devam ediliyor. Eşdeğerlik ilkesinin doğru olmadığını gösteren herhangi bir deney; karanlık madde, karanlık enerji ve kuantum

kütleçekimi gibi araştırma alanlarında önemli gelişmelere yol açabilir.

Bir grup araştırmacı yakın zamanlarda Uluslararası Uzay İstasyonu'nda (ISS) eşdeğerlik ilkesini test etmek için deneyler yapmaya başladı. Kullanılan deney düzeneği henüz eşdeğerlik ilkesinin doğru olup olmadığı hakkında net sonuçlar verebilecek niteliklere sahip değil.

ISS'de 2020'den beri Bose-Einstein yoğuşmaları (maddenin mutlak sıfıra yakın sıcaklıklara soğutulması sonucu ortaya çıkan bir hali, BEC) üretilebiliyor. İlk başlarda sadece rubidyum atomları ile BEC'ler üretilebiliyordu. 2021'de yapılan iyileştirmelerden sonra ise potasyum atomlarıyla da BEC'ler üretilebilmeye başlandı.

ISS'de eşdeğerlik ilkesi üzerine yapılan çalışmalarda, rubidyum ve potasyum atomlarından elde edilen BEC karışımlarıyla atom girişim deneyleri gerçekleştiriliyor. Sonuçta ortaya çıkan girişim desenleri, yoğuştuğu içindeki farklı tür atomların aynı biçimde ivmelenip ivmelenmediği hakkında bilgi veriyor.

Dr. Ethan Elliott ve arkadaşlarının *Nature*'da yayımladıkları ilk sonuçlar, eşdeğerlik ilkesini doğrulamıyor. Ancak bu durum büyük olasılıkla deney düzeneğindeki kusurlardan kaynaklanıyor. Örneğin, uzay ortamındaki titreşimler, deney düzeneğini ve ortaya çıkan girişim desenlerini etkileyebiliyor. Araştırmacılar, gelecekte ISS'deki deney düzeneğini geliştirmeyi planlıyor. Böylece eşdeğerlik ilkesinin doğruluğu hakkında daha anlamlı sonuçlar elde etmek mümkün olacak. ■

Elliott, E. R., ve ark., "Quantum gas mixtures and dual-species atom interferometry in space", *Nature*, Cilt 623, s. 502, 2023.