

# Karanlık Yıldızlar

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

Üç gök bilimci, James Webb Uzay Teleskobu (JWST) tarafından keşfedilmiş ve daha önceleri gök ada olarak sınıflandırılmış üç gök cisminin aslında karanlık yıldızlar olabileceğini öne sürdü.

## Karanlık Madde

Evrenin büyük ölçekteki yapısı ile ilgili çeşitli veriler, bugün doğru olarak kabul edilen fiziksel kuramlarla açıklanamıyor. Bu soruna bir çözüm olarak öne sürülmüş hipotezlerden biri, evrenin ışıkla (elektromanyetik kuvvet aracılığıyla) etkileşmediği için görülemeyen bir tür karanlık madde ile dolu olduğu. Bugün karanlık maddenin gerçekten de var olup olmadığı, eğer varsa doğasının ne olduğu tartışma konusu.

Karanlık madde ile ilgili öne çıkan düşüncelerden biri; karanlık maddenin henüz keşfedilememiş, zayıf kuvvet aracılığıyla etkileşen, kütleli temel parçacıklardan (WIMP) oluştuğu.

Karanlık madde, kozmoloji ve astronomi ile ilgili gözlemleri açıklamak için öne sürülen bir madde türüdür. Karanlık madde parçacıkları, ışıkla etkileşmediği için doğrudan gözlemlenemez, ancak çevrelerinde sebep oldukları etkiler sayesinde varlıkları anlaşılabilir. Evrendeki toplam madde miktarının yaklaşık %84'ünün karanlık

madde olduğu düşünülüyor. Karanlık maddeyi oluşturan parçacıkların niteliği, günümüzde hâlâ tartışma konusudur. Pek çok araştırma grubu, doğrudan ya da dolaylı yöntemlerle, karanlık madde parçacıklarını belirlemek için çalışıyor.

Karanlık maddenin varlığına işaret eden pek çok gözlemsel veri var. Birincisi gök cisimlerinin içinde buldukları gökadalardan merkezleri etrafındaki dönme hızlarının gökadalardan merkezine olan mesafeye bağlı olarak değişiminin açıklanabilmesi için sadece ışıkla etkileşen madde

miktarı yeterli olmuyor. Kayıp kütle problemi olarak adlandırılan bu durumun sebebinin ışıkla etkileşmediği için doğrudan gözlemlenemeyen karanlık madde parçacıkları olduğu düşünülüyor.

Karanlık maddenin varlığına işaret eden bir diğer gözlemsel olgu, ışığın uzayda bükülmesi ile ilgili. Genel görelilik kuramı kütleli uzayı eğdiğini söyler. Işık ışınlarının uzayın eğriliğinden etkilenmesi, bazı gök cisimlerinin olduğundan daha büyük görünmesine neden olur. Merceklerin nesnelere olduğundan daha büyük göstermesine benzediği için

kütleçekimsel mercekleme olarak adlandırılan bu olgu sayesinde, bir sistemin sadece geometrisini inceleyerek içerdiği kütle miktarı hesaplanabilir. Gökada kümeleri ile ilgili gözlemler de karanlık maddenin varlığına işaret ediyor. Örneğin Abell 2009 gökada kümesindeki karanlık madde miktarının Güneş'in kütlelerinin 1014 katından daha fazla olduğu hesaplanıyor.

Karanlık maddenin niteliği hakkındaki tartışmalar ve araştırmalar hâlâ devam ediyor. Gözlemler ile sadece sıradan maddenin varlığına dayalı

kuramsal hesaplar arasındaki uyumsuzluğun bir kısmı, çok az ışık yaydığı için gözlemlenmesi çok zor olan sıradan maddelerden kaynaklanıyor olabilir. Ancak Büyük Patlama ile üretilebilecek sıradan madde miktarının bir üst sınırı var ve bu miktar gözlemleri açıklamak için yeterli değil. Newton'un ve Einstein'ın kütleçekim yasalarını değiştirerek verileri açıklamaya çalışan kuramlar olsa da karanlık madde hipotezinin fizikçiler arasında yaygın olarak kabul gördüğü söylenebilir. Var oldukları öne sürülen karanlık madde parçacıkları arasında diğer parçacıklarla sadece kütleçekimi

ve zayıf kuvvet (dört temel kuvvetten biri) aracılığıyla etkileşen parçacıklar ve aksionlar sayılabilir.

Karanlık madde parçacıklarını gözlemek ve niteliklerini belirlemek için pek çok araştırma yapılıyor. Bu çalışmalar, doğrudan gözlemler ve dolaylı gözlemler olarak ikiye ayrılabilir. Genellikle yeraltına inşa edilen laboratuvarlarda yapılan doğrudan gözlem araştırmalarında karanlık madde parçacıklarının detektörler içindeki atomlardan saçılmaları belirlenmeye çalışılır. Dolaylı gözlemlerde ise karanlık madde parçacıklarının bozunması ya da yok olması sırasında oluşabilecek ürünler araştırılır.

## Karanlık Yıldızlar

Sıradan yıldızların yaydığı enerjinin kaynağı füzyon tepkimeleridir. Güneş ve benzeri yıldızların çekirdeklerinde meydana gelen çekirdek tepkimeleri sırasında protonlar kaynaşarak alfa parçacıklarını (helyum atomu çekirdeklerini) oluştururken yüksek miktarda enerji açığa çıkar.

Douglas Spolyar, Katherine Freese ve Paolo Gondolo 2008 yılında Physical Review Letters'ta yayımladıkları bir makalede, evrende ortaya çıkan ilk yıldızlar arasında, birbirini yok ederek enerjiye dönüşen WIMP türü karanlık madde parçacıklarından

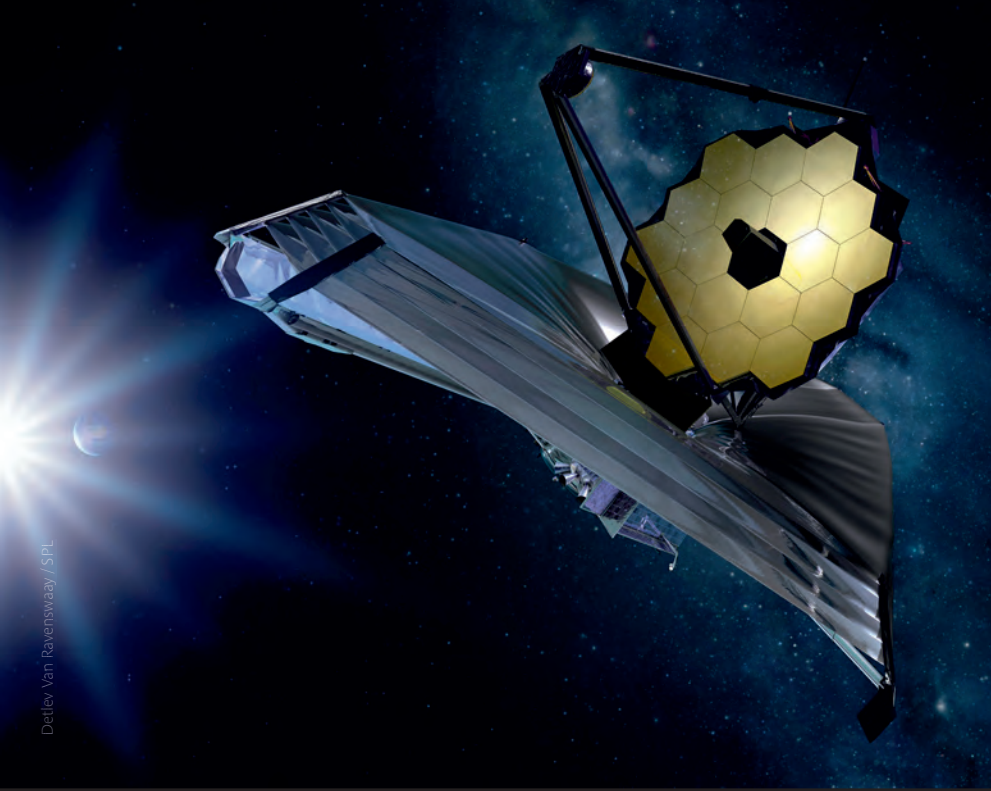
güç alan yıldızların da olabileceğini iddia ettiler. Araştırmacılar, makalelerinde bu yıldızların nasıl oluştuğu ile ilgili bir mekanizma da öne sürdüler. Özetle karanlık yıldızların oluşum süreci şöyle ilerliyor: Oluşmakta olan ilk gök adalarda hidrojen ve helyumun yanı sıra yüksek yoğunluklu karanlık madde topakları da vardı. Hidrojen ve helyum gazları soğuyarak küçük bir hacmin içine sıkışırken karanlık maddeyi de kendilerine doğru çekiyordu. Yoğunluk arttıkça karanlık madde parçacıkları daha sık bir biçimde birbirlerini yok ederek enerjiye dönüşmeye başladı. Ortaya çıkan yüksek ısı, gaz bulutunun füzyon

### Füzyon Tepkimesi Nedir?

Füzyon tepkimelerinde iki atom çekirdeği kaynaşarak daha büyük bir atom çekirdeği oluşturur. Füzyon tepkimelerinin tetiklenebilmesi için çok yüksek sıcaklıklar gerekir. Füzyon tepkimeleri, tepkimeye giren ve tepkimeden çıkan atom çekirdeklerinin enerjisine bağlı olarak enerji üretebilir ya da tüketebilir. Demir-56 izotoplarından daha hafif atom çekirdeklerinin oluştuğu füzyon tepkimeleri genellikle enerji yayar. Güneş enerjisinin kaynağı da füzyon tepkimeleridir. Güneş'in merkezinde meydana gelen füzyon tepkimeleri sırasında hidrojen çekirdekleri kaynaşarak helyum çekirdeklerini oluşturur.



Mark Garlick / SPL



Delley Van Ravenswaay / SPL

verilen bu gök cisimleri 2022 yılında keşfedilmiş ve gök ada olarak sınıflandırılmıştı. Bilimsel çalışmalar, bu gök cisimlerinin Büyük Patlama'dan 320-400 milyon yıl sonraki döneme ait olduğunu gösteriyor.

Gelecekte karanlık yıldızlar olduğu öne sürülen gök cisimlerinin özelliklerinin JWST ile detaylı bir biçimde incelenmesi planlanıyor. Elde edilecek sonuçların iddiayı doğrulaması, karanlık madde araştırmaları açısından çok önemli bir gelişme olacak. Ayrıca karanlık yıldızların varlığı bir başka sorunun çözümüne de yardımcı olabilir. JWST görev yapmaya başladıktan sonra elde edilen veriler, evrenin ilk dönemlerindeki büyük gök ada sayısının “kozmojinin standart modeli” kullanılarak yapılan tahminlerdekenden daha yüksek olduğunu gösterdi. Eğer daha önceleri gök ada olarak sınıflandırılan bu gök cisimlerinin bir kısmı karanlık yıldızlarsa, gözlemsel veriler kozmojinin standart modeli ile daha uyumlu hâle gelecektir.

Bu yazı TÜBİTAK'ın dijital popüler bilim yayını olan Bilim Genç'te yayınlanmıştır. ■



tepkimelerinin başlamasını sağlayacak kadar yoğunlaşmasını engelledi. Ancak gaz bulutu etraftan hidrojen, helyum ve karanlık madde yakalayarak büyümeye devam etti. Böylece karanlık madde parçacıklarının yok olarak enerjiye dönüşmesinden güç alan, sıradan yıldızlara kıyasla çok daha düşük yoğunluklu ancak çok daha parlak karanlık yıldızlar ortaya çıktı. Araştırmacıların tahminlerine göre karanlık yıldızların kütesinin Güneş'inin milyonlarca katına, parlaklıklarınınmsa Güneş'inin yaklaşık on milyar katına çıkması mümkün.

## Karanlık Yıldız Adayları

Cosmin Ilie, Jillian Paulin ve Katherine Freese yakın zamanlarda *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*'da yayımladıkları bir makalede, daha önceleri JWST ile yapılan gözlemlerle keşfedilen üç gök cisminin aslında karanlık yıldızlar olabileceğini öne sürdüler. JADES-GS-z13-0, JADES-GS-z12-0 ve JADES-GS11-0 adı

### Kaynaklar

<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2305762120>  
<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.100.051101>