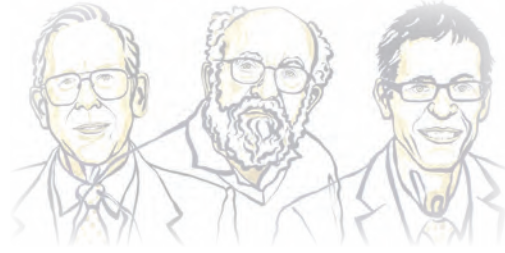


# Nobel Fizik Ödülü

## 2019



Çeviri ve Uyarlama: İlay Çelik Sezer [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

2019 Nobel Fizik Ödülü,  
yaptıkları çığır açıcı araştırmalarla  
evrenin yapısı ve tarihine ilişkin  
anlayışa yenilik getiren ve  
ilk defa Güneş Sistemimiz dışında  
Güneş benzeri bir yıldızın  
çevresinde yörüngede dolanan  
bir gezegen keşfeden  
üç bilim insanına verildi.

Bu üç bilim insanı,  
var oluşumuza ilişkin çok temel  
sorulara yönelik cevap arayışına  
önemli katkılarda bulundu.

Evrenin erken bebeklik döneminde  
ve sonrasında neler olmuştu?

Başka yerlerde başka  
güneşlerin çevresinde yörüngede  
dolanan başka gezegenler  
olabilir miydi?



### James Peebles

2019 Nobel Fizik Ödülü'ne 1/2'lik payla hak kazanan James Peebles 25 Nisan 1935'te Kanada'nın Winnipeg kentinde doğdu. Lisans eğitimini Manitoba Üniversitesinde, yüksek lisans ve doktorasını ise Princeton Üniversitesinde tamamladı. Akademik kariyerine Princeton Üniversitesinde devam eden Peebles, İleri Araştırmalar Enstitüsü bünyesindeki Doğa Bilimleri Okulunda farklı tarihlerde birkaç akademik yıl geçirdi. Nobel Fizik Ödülü'ne fiziksel kozmoloji alanındaki kuramsal keşifleri dolayısıyla layık görüldü.



### Didier Queloz

2019 Nobel Fizik Ödülü'nün 1/2'lik kısmını Michel Mayor ile paylaşan Didier Queloz, 23 Şubat 1966'da İsviçre'nin Cenevre kentinde doğdu. Yüksek lisans, ileri araştırmalar (DEA) ve doktora derecelerini Cenevre Üniversitesinden aldı. Akademik kariyerine Cenevre Üniversitesi ve 2013'ten itibaren de eş zamanlı olarak Cambridge Üniversitesinde devam etti. Nobel Fizik Ödülü'ne Michel Mayor ile birlikte ilk defa Güneş tipi bir yıldızın çevresinde yörüngede dolanan bir ötegezegeni keşfetmesi dolayısıyla layık görüldü.

### Michel Mayor

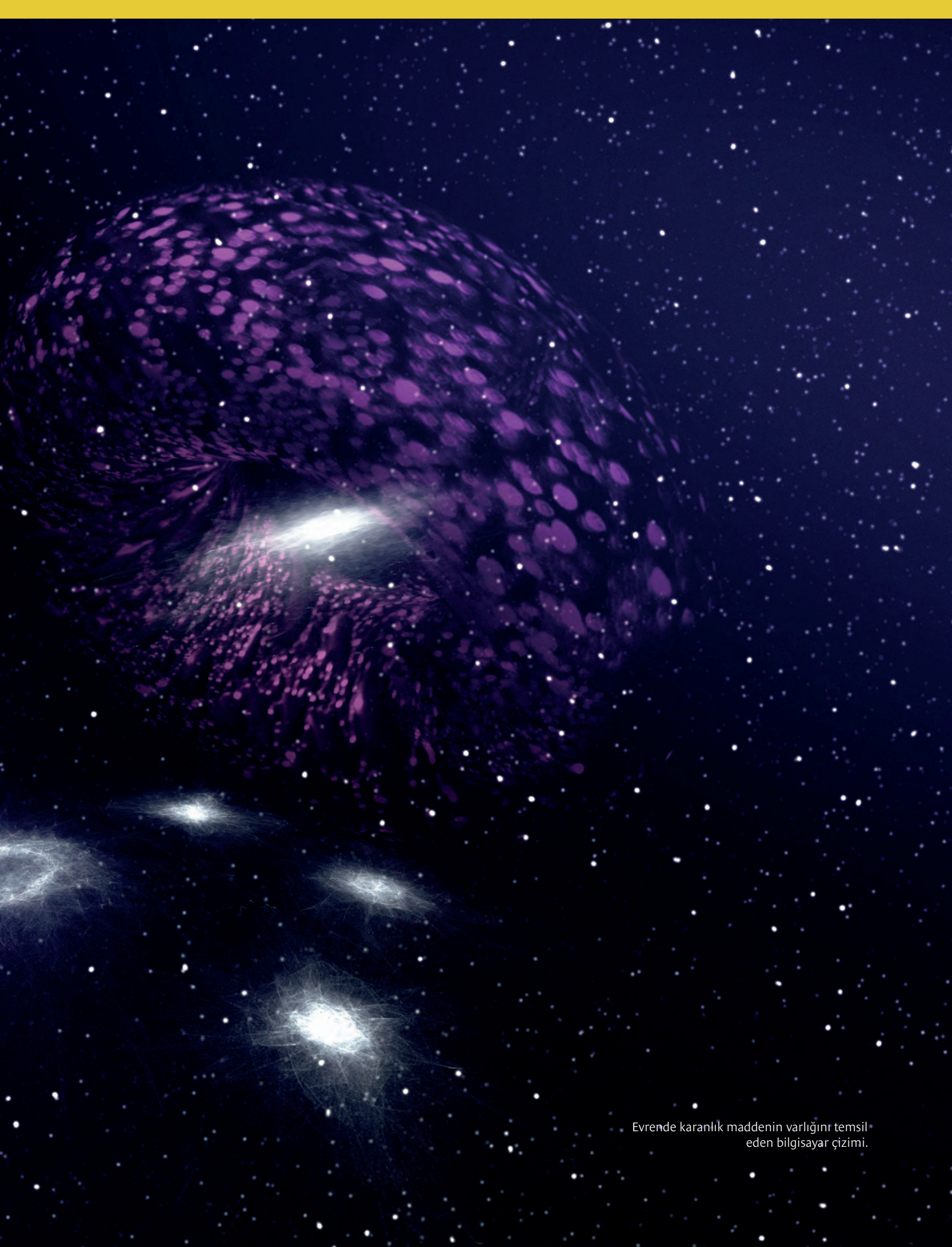
2019 Nobel Fizik Ödülü'nün 1/2'lik kısmını Didier Queloz ile paylaşan Michel Mayor, 12 Ocak 1942'de İsviçre'nin Lozan kentinde doğdu. Yüksek lisansını 1966'da Lozan Üniversitesinde, doktorasını ise 1971'de Cenevre Gözlemevi'nde tamamladı. Akademik kariyerine Cenevre Üniversitesinde devam etti. Nobel Fizik Ödülü'ne Didier Queloz ile birlikte ilk defa Güneş tipi bir yıldızın çevresinde yörüngede dolanan bir ötegezegeni keşfetmesi dolayısıyla layık görüldü.





James Peebles milyarlarca gökada (galaksi) ve gökada kümesiyle evreni araştırma işine soyundu. 1960'ların ortalarında başlayıp yirmi yıllık bir süre zarfında geliştirdiği kuramsal çerçeve, Büyük Patlama'dan günümüze, evrenin tarihine ilişkin modern anlayışımızın temelini oluşturuyor. Peeble'in keşifleri, bilinen maddenin evrende bulunan tüm madde ve enerjinin sadece yüzde beşini oluşturduğu kozmik çevremizle ilgili kavrayışımızı geliştirdi. Bizden gizlenmiş hâldeki %95'lik kısım ise modern fizik için büyük bir gizem ve çözülmesi gereken büyük bir problem teşkil ediyor.

Michel Mayor ve Didier Queloz ise bilinmeyen dünyalar aramak üzere içinde bulunduğumuz gökadayı inceledi. İkili 1995 yılında ilk defa Güneş Sistemimiz dışında, Güneş benzeri bir yıldızın çevresinde yörüngede dolanan bir ötegezegeni keşfetti. Bu keşif bu tuhaf dünyalara ilişkin düşüncelerimizi sorgulamamıza yol açarak gökbilimde bir devrim başlattı. Şimdiye kadar keşfedilen 4000'in üzerinde ötegezegen, biçimsel zenginlik açısından son derece şaşırtıcı bir çeşitlik sunuyor; zira bunların parçası olduğu gezegen sistemleri Güneş Sistemimize hiç benzemiyor. Bu keşifler araştırmacıları gezegenlerin oluşumundan sorumlu fiziksel süreçler konusunda yeni kuramlar geliştirmeye sevk etti.



Evrende karanlık maddenin varlığını temsil eden bilgisayar çizimi.

## Büyük Patlama Kozmolojisi Başlıyor

Son elli yıl, evrenin kökeni ve değişimine ilişkin araştırma alanı olan kozmoloji açısından bir altın çağ oldu. 1960'larda kozmolojinin spekülasyondan bilime dönüşmesini sağlayan bir temel oluşturuldu. Bu dönüşümde kilit öneme sahip kişi, belirleyici keşifleri kozmolojiyi sağlam bir şekilde bilimsel zemine oturtan ve tüm bu araştırma alanını zenginleştiren James Peebles idi. Peebles'ın ilk kitabı *Physical Cosmology* (1971) o dönemki yeni nesil fizikçilerin tamamına, kuramsal düşüncelerle olduğu kadar gözlemler ve ölçümlerle de bu konunun gelişimine katkıda bulunmak üzere ilham verdi.

Evrenin öyküsü, yani evrenin zaman içindeki değişimine ilişkin senaryolar, ancak son yüz yıldır anlatılabiliyor. Daha önce evren durağan ve sonsuz kabul ediliyordu ancak 1920'lerde gökbilimciler tüm gökadalardan birbirlerinden ve bizden uzaklaşmakta olduğunu keşfetti. Evren büyüyordu. Bugün, şu anki evrenin dünkünden farklı olduğunu ve yarınkinin de şu ankinden farklı olacağını biliyoruz.

Gökbilimcilerin gökyüzünde gördüğü şeyler Albert Einstein'ın 1916'da ortaya attığı genel görelilik kuramında öngörülmüştü. Bu kuram bugün, evrenle ilgili tüm büyük ölçekli hesaplamaların temelini oluşturuyor. Einstein, kuramının uzayın genişlemekte olduğu sonucuna doğru ilerlediğini gördüğünde denkleme kütleçekimin etkilerini dengeleyerek evreni durağan tasvir etmeyi sağlayacak bir sabit (kozmojik sabit) ekledi. On yılı aşkın bir süre sonra evrenin genişlediği gözlemlendiği zaman artık bu sabite gerek kalmamıştı. Sonraları Einstein bunu hayatının en büyük gafı olarak kabul etti. Kozmojik sabitin 1980'lerde, özellikle de James Peebles'ın katkılarıyla, muhteşem bir dönüş yapacağındansa bihaberdi.

## Evrenin İlk Işınları Her Şeyi Açığa Çıkartıyor

Evrenin genişlemesi bir zamanlar çok daha yoğun ve sıcak olduğu anlamına geliyor. 20. yüzyılın ortalarında evrenin doğuşu Büyük Patlama adını aldı. En başta gerçekten ne olduğunu kimse bilmiyor ancak erken dönem evreni, içinde ışık parçacıklarının yani fotonların oradan oraya sıçradığı yoğun, sıcak ve opak bir parçacık çorbası gibiydi.

Genişlemenin bu öncül çorbayı birkaç bin santigrat dereceye kadar soğutması 400.000 yıl gibi bir zaman aldı. Artık orijinal parçacıklar birleşip öncelikle hidrojen ve helyumdan oluşan saydam bir gaz oluşturabiliyordu. Fotonlar serbestçe dolaşmaya ve ışık uzayda yolculuk etmeye başlamıştı. İşte evren hâlâ bu ilk ışınlarla dolu. Uzayın genişlemesi görünür ışık dalgalarını uzatarak dalga boylarını gözle görülemeyen mikrodalga aralığına (birkaç milimetre) getirdi.



Evrenin doğuşundan gelen ışıltı, ilk olarak 1964 yılında radyo astronomi alanında çalışan iki Amerikalı gökbilimci tarafından yakalandı. 1978’de Nobel Fizik Ödülü kazanan Arno Penzias ve Robert Wilson adlı bu iki gökbilimci, antenlerinin uzayın her tarafından algıladığı sabit “gürültü”den bir türlü kurtulamıyordu. Bu yüzden, her zaman ve her yerde var olan bu ardalan ışınımı üzerinde kuramsal hesaplamalar yapmış olan James Peebles’in da aralarında bulunduğu başka bilim insanlarının araştırmalarını inceleyerek bu duruma bir açıklama bulmaya çalıştılar. Yaklaşık 14 milyar yıldan sonra bu ışınımın sıcaklığı mutlak sıfıra (-273 °C) yakın bir değere düşmüştü. Asıl büyük atılım ise Peebles’in bu radyasyonun sıcaklığının Büyük Patlama’da ne kadar madde oluştuğuna ilişkin bilgi sağlayabileceğini fark edip bu ışığın daha sonra maddenin bugün uzayda gördüğümüz gökadalara ve gökada kümelerini oluşturmak üzere nasıl topaklaştığı üzerinde belirleyici bir rol oynadığını anlamasıyla gerçekleşti.



Mikrodalga ışınımının keşfi modern kozmoloji için yönlendirici oldu. Evrenin bebekliğinden gelen kadim ışınım kozmologların merak ettiği neredeyse her konuya ilişkin cevaplar barındıran bir altın madeni hâline geldi. Evren kaç yaşındaydı? Akıbeti ne olacak? Evrende ne kadar madde ve enerji var?

Bilim insanları bu soğuk artçıl ışıltıda evrenin ilk anlarına ait izleri ve o ilk öncül çorba içinde ses dalgaları şeklinde yayılan küçük değişimleri bulabiliyor. Bu küçük değişimler olmasa evren soğuyarak sıcak bir ateş topundan soğuk ve tekdüze bir boşluğa dönüşmüş olacaktı. Bunun gerçekleşmediğini, uzayın sıklıkla gökada kümeleri biçiminde bir araya gelmiş gökadalara dolu olduğunu biliyoruz. Ardalan ışınımı ilk bakışta okyanusun yüzeyi gibi pürüzsüzdür, yakından bakınca ise okyanus yüzeyindeki dalgalar gibi erken dönem evrendeki değişimleri açığa çıkaran kırışıklıklar görülür.

James Peebles evrenin en erken çağından kalan bu fosil kalıntıların anlamlandırılmaya çalışıldığı pek çok araştırmaya liderlik etti. Kozmologlar ardalan ışınımındaki değişimleri ve bunların evrendeki maddeyi ve enerjiyi nasıl etkilediğini şaşırtıcı bir doğrulukla kestirmeyi başardı.

İlk önemli gözlemsel atılım, 1992 yılının Nisan ayında, Amerikan COBE uydu projesindeki başarılmacılar evrendeki ilk ışık ışınlarının bir görüntüsünü sunduğu zaman gerçekleşti ki bu başarı John Mather ve George Smoot’a 2006’da Nobel Fizik Ödülü kazandırdı. Amerikan WMAP ve Avrupa Planck uyduları zamanla genç evrenin bu portresinde iyileştirmeler yaptı. Tam da öngörüldüğü şekilde ardalan ışınımının sıcaklığı santigrat derecenin yüz binde biri kadar bir değişim gösteriyordu. Evrenin içerdiği madde ve enerji miktarına ilişkin kuramsal hesaplamalar gitgide artan bir hassasiyetle doğrulandı ve %95’in gözle görülemediği anlaşıldı.

# Karanlık Madde ve Karanlık Enerji- Kozmolojinin En Büyük Gizemleri

1930'lardan bu yana, gördüğümüz şeyin var olanın tamamı olmadığını biliyoruz. Gökadaların dönme hızlarına ilişkin ölçümler, görünmeyen maddeden kaynaklı kütleçekim tarafından bir arada tutulduklarına ve başka türlü parçalanacaklarına işaret ediyordu. Bu karanlık maddenin gökadaların ortaya çıkışında da önemli bir rol oynadığı düşünülüyordu.

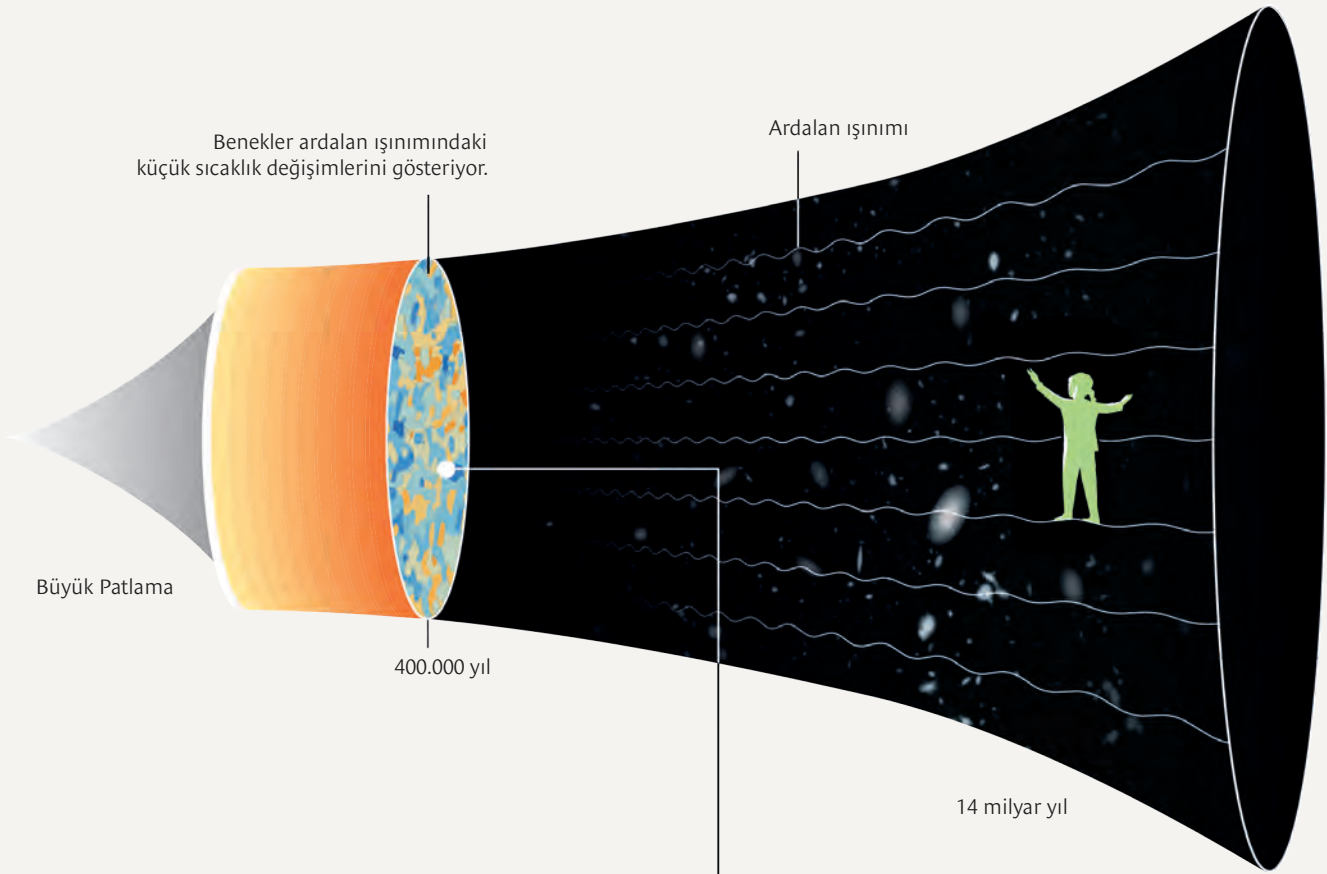
Karanlık maddenin bileşimi kozmolojinin en büyük gizemlerinden biri olmaya devam ediyor. Bilim insanları uzunca bir süre bu karanlık maddeyi oluşturan şeyin çoktandır bilinen nötrinolar olabileceğini düşündü ancak uzayı neredeyse ışık hızında kateden hayal edilemeyecek sayıdaki düşük kütleli nötrinolar maddenin bir arada tutulmasına yardım edemeyecek kadar hızlıdır. 1982'de Peebles bunun yerine soğuk karanlık maddenin bilinmeyen parçacıklarının bu işi görme ihtimalinin söz konusu olabileceğini öne sürdü. Bugün hâlâ soğuk karanlık maddenin, bilinen maddeyle etkileşmekten kaçınan ve evrenin %26'sını oluşturan bilinmeyen parçacıklarını arıyoruz.

Einstein'ın genel görelilik kuramına göre uzayın geometrisi ile kütleçekim birbiriyile bağlantılıdır - evren ne kadar madde ve enerji içerirse uzay o kadar bükülmüş hâldedir. Madde ve enerjinin kritik bir değerinden sonra ise evren bükülmez. İki paralel doğrunun asla kesişmeyeceği bu tip bir evren genellikle düz evren olarak adlandırılır. Diğer iki seçenek ise çok az madde içeren ve içindeki paralel doğruların sonunda birbirinden uzaklaşacağı bir evren modeli ile çok fazla madde içeren ve içindeki paralel doğruların sonunda kesişeceği bir evren modelidir.

Kuramsal düşüncelerin yanı sıra kozmik arda alan ışınımına ilişkin ölçümler bu konuda net bir yanıt sağladı - evren düzdü. Ancak içerdiği madde kritik değerinde sadece %31'ini sağlayacak kadardı- bunun da %5'i sıradan madde, %26'sı ise karanlık maddeydi. Kritik değerin %69'u yani çoğunluğu kayıptı. James Peebles bir kere daha radikal bir çözüm buldu. 1984 yılında, boş uzayın enerjisine karşılık gelen Einstein'ın kozmolojik sabitinin yeniden canlandırılmasına katkıda bulundu. Buna karanlık enerji adı verildi ve evrenin %69'u doldurulmuş oldu. Bu, soğuk karanlık madde ve sıradan madde ile birlikte düz evren fikrini desteklemek için yeterliydi.

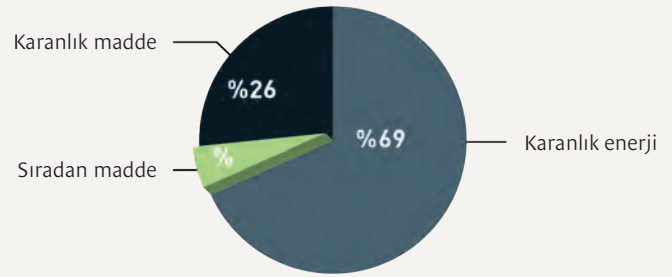
Karanlık enerji, 14 yıl kadar, 1998'de evrenin ivmeli biçimde genişlediği keşfedilinceye kadar (bu keşif 2011'de Saul Perlmutter, Brian Schmidt ve Adam Riess'a Nobel Fizik Ödülü kazandırdı) sadece bir kuram olarak kaldı. Bu giderek hızlanan genişlemeden madde dışında bir şey sorumlu olmalıydı - bilinmeyen bir karanlık enerji bu itkiyi sağlıyordu. Dolayısıyla Peebles'ın da katkıda bulunduğu kuramsal ilave birdenbire bir gerçekliğe dönüştü.

Hem karanlık madde hem de karanlık enerji bugün kozmolojinin en büyük gizemleri arasında yer alıyor. Her ikisi de kendilerini çevrelerindeki şeyler üzerindeki etkileri yoluyla gösteriyor - biri itiyor, öteki çekiyor. Bunun dışında haklarında pek fazla şey bilinmiyor. Evrenin bu karanlık tarafında hangi sırlar gizleniyor? Bilinmeyenin ötesinde nasıl bir yeni fizik gizleniyor? Uzayın gizemlerini çözmeye yönelik girişimlerimizde başka neler keşfedeceğiz?



### ARDALAN IŞINIMINDAKİ GİZEMLER

Evren ilk anlarında, yani Büyük Patlama sırasında aşırı derecede sıcak ve yoğundu. O zamandan beri evren sürekli genişleyip gitgide daha büyük ve soğuk bir hâle geldi. Büyük Patlama'dan yaklaşık 400.000 yıl sonra ilk ışınım uzayda yolculuk etmeye başladı. Bu ışınım hâlâ evreni dolduruyor ve barındırdığı şifrelerde evrenin pek çok sırrı gizleniyor. James Peebles kuramsal modellerini kullanarak evrenin biçimine ve içerdiği madde ve enerjiye ilişkin kestirimlerde bulundu (aşağıdaki eğri). Hesaplamaları ardalan ışınımına ilişkin daha sonra yapılan ölçümlerle uyum içindeydi.



- 1 İlk tepe noktası evrenin geometrik olarak düz olduğunu, yani iki paralel doğrunun hiçbir zaman kesilmeyeceğini gösteriyor.
- 2 İkinci tepe noktası sıradan maddenin evrendeki madde ve enerjinin sadece %5'ini oluşturduğunu gösteriyor.
- 3 Üçüncü tepe noktası evrenin %26'sının karanlık maddeden oluştuğunu gösteriyor.

Bu üç tepe noktasından evrenin %31'inin (%5+%26) maddeden oluştuğu sonucuna varılabiliyor, bu durumda düz evrenin gerekliliklerinin yerine getirilebilmesi için %69'un karanlık enerji olması gerekiyor.



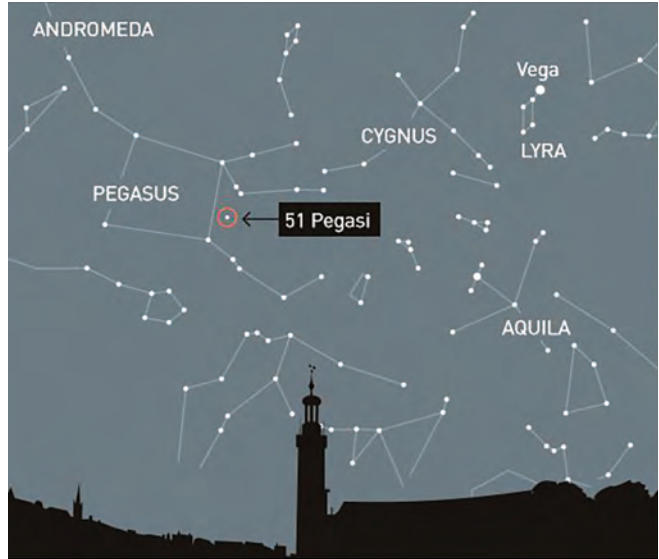
## Başka Bir Güneşin Çevresindeki Yörüngede Bulunan İlk Gezegen

Şu anda evrendeki maddenin ve enerjinin sadece yüzde beşi biliniyor olsa da bugün çoğu kozmolog, Büyük Patlama modelinin evrenin doğuşu ve gelişimine ilişkin doğru bir hikâye olduğu konusunda hemfikir. Bu küçük madde kesiti sonunda çevremizde gördüğümüz her şeyi oluşturmak üzere bir araya geldi. Acaba evreni seyreden sadece biz miyiz? Acaba uzayın başka bir yerinde, başka bir güneşin çevresinde yörüngede dolanan başka bir gezegende hayat var mı? Bunu kimse bilmiyor. Ancak Güneş'in, çevresinde dolanan gezegenlere sahip tek yıldız olmadığını ve gökadamızdaki birkaç yüz milyar yıldızın çoğunun kendilerine eşlik eden gezegenlere sahip olması gerektiğini biliyoruz. Bugün astronomlar 4000'in üzerinde ötegezegenin varlığından haberdar. Bizimkine hiç benzemeyen gezegen sistemlerinde tuhaf yeni dünyalar keşfedildi. Hatta ilk keşfedilen gezegen o kadar olağan dışıydı ki kimse gerçek olabileceğine inanmadı, gezegen yıldızıyla arasındaki kısa mesafeye göre çok büyüktü.

Michel Mayor ve Didier Queloz sansasyonel keşiflerini 6 Ekim 1995'te İtalya'nın Floransa kentindeki bir astronomi konferansında duyurdu. Bu, Güneş tipi bir yıldızın çevresinde yörüngede dolandığı kanıtlanan ilk gezegendi. 51 Pegasi b adlı bu gezegen, Dünya'dan 50 ışık yılı uzaklıkta bulunan 51 Pegasi adlı yıldızının çevresindeki yörüngesinde hızla hareket ediyor. Yörüngesini tamamlaması dört gün sürüyor, bu da yörüngesinin yıldızına çok yakın olduğu anlamına geliyor - sadece sekiz milyon kilometre.

Yıldız gezegenin sıcaklığını 1000°C'nin üzerine çıkarıyor. 51 Pegasi b'ye kıyasla Dünya'da hayat kayda değer ölçüde sakindir. Dünya kendisinden 150 milyon kilometre uzaklıktaki Güneş çevresindeki yörüngesini bir yılda tamamlar ve Dünya'da ortalama sıcaklık 15°C düzeylerinde seyrediyor.

Yeni keşfedilen gezegenin şaşırtıcı derecede büyük olduğu da anlaşıldı - Güneş Sistemi'nin en büyük gaz devi Jüpiter'le kıyaslanabilecek bir gaz topu idi. Dünya'yla kıyaslandığında, Jüpiter'in hacmi 1300 kat, kütlesi ise 300 kat fazladır. Gezegen sistemlerinin oluşumuna ilişkin önceki görüşlere göre, Jüpiter boyutlu gezegenler sıcak yıldızlardan uzakta oluşmalı ve sonuç olarak yörüngelerini uzun sürelerde tamamlamalıydılar.



Stokholm'de Ekim ayında yıldızlı gökyüzü. Güneş Sistemimiz dışında Güneş tipi bir yıldızın çevresinde yörüngede dolandığı keşfedilen ilk gezegen Pegasus Takımyıldızı'nda bulunuyor. Gezegen, çıplak gözle ancak çok karanlıkta görülebilen 51 Pegasi adlı yıldızın çevresindeki yörüngesinde doluyor. Pegasus Karesi'ni oluşturan dört yıldız ise çıplak gözle bile kolayca seçilebilir.



Paul Butler



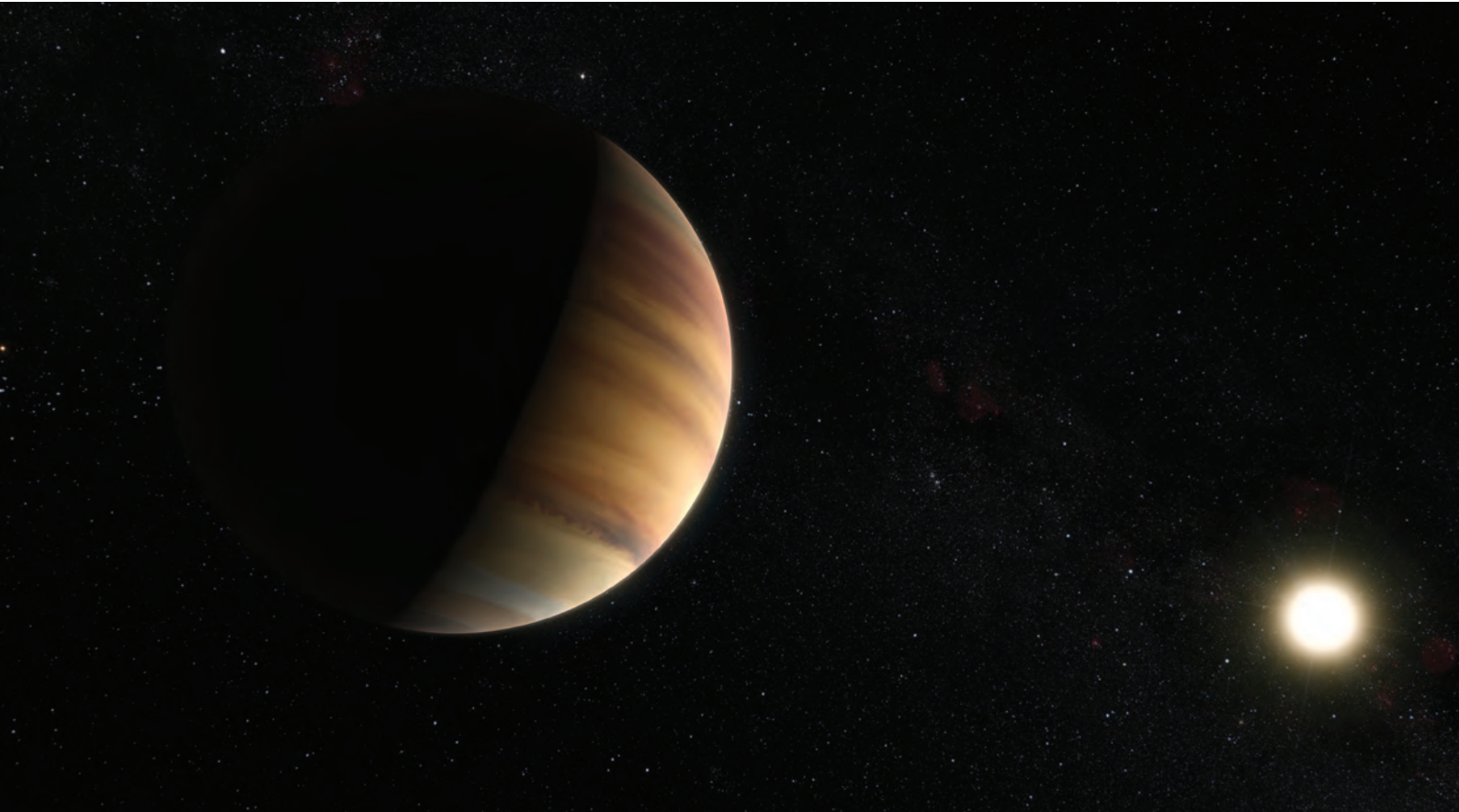
Geoffrey Marcy

Örneğin, Jüpiter Güneş çevresindeki bir dönüşünü yaklaşık 12 Dünya yılında tamamlar. Dolayısıyla, 51 Pegasi b'nin kısa yörünge periyodu ötegezegen avcıları için tamamen sürpriz niteliğindedir. O zamana dek gezegenleri yanlış yerlerde aramışlardı.

Bu keşfin hemen ardından Paul Butler ve Geoffrey Marcy adlı iki Amerikalı astronom teleskoplarını 51 Pegasi yıldızına doğrulttu ve kısa süre içinde Mayor ve Queloz'un çığır açıcı buluşunu doğruladı. Sadece iki ay sonra da Güneş tipi yıldızların çevresinde yörüngede bulunan iki yeni ötegezegen daha keşfettiler.

Bunların kısa yörünge periyotları astronomlar için kolaylık sağlayacak şekilde kısaydı, astronomlar gezegenlerin yörüngelerini tamamlaması için aylar ya da yıllarca beklemek zorunda değildi. Gezegenlerin peşpeşe turlarını izleyebilmek için bol bol zamanları vardı.

Peki, bu gezegenler yıldızlarına nasıl bu kadar yaklaşabilmişlerdi? Bu soru gezegenlerin kökenine ilişkin, büyük gaz toplarının nasıl yıldız sistemlerinin kenarlarında oluşup daha sonra spiral çizerek iç kısımdaki ev sahibi yıldızına doğru ilerlediğini betimleyen mevcut kuramların sorgulanmasına neden oldu.



## İyileştirilen Yöntemler Keşfe Götürdü

Bir ötegezegeni izlemek için gelişmiş yöntemler gereklidir - gezegenler kendileri ışık yaymazlar, sadece yıldız ışığını zayıf bir şekilde yansıtırlar ki bu parlak ev sahibi yıldızın parlak ışığı tarafından maskelenir. Araştırma gruplarının bir gezegen bulmak için kullandığı yönteme dikine hız yöntemi deniyor. Bu yöntemle gezegenin uyguladığı kütleçekimin ev sahibi yıldızın hareketi üzerindeki etkisi ölçülüyor. Gezegen yıldızının çevresinde dolarken yıldız da hafifçe kıpırıyor - her ikisi de ortak kütleçekim merkezleri etrafında hareket ediyor. Dünya üzerindeki gözlem noktasından bakıldığında, yıldız görüş doğrultusunda ileri geri bir yalpalama hareketi yapıyor.

Bu hareketin hızı, yani dikine hız, iyi bilinen Doppler etkisi kullanılarak ölçülebilir. Doppler etkisi ışık ışınlarının bize doğru gelirken daha mavi, bizden uzaklaşırken ise daha kırmızı oluşunu açıklayan olgudur. Ambulansın siren sesinin ambulans bize yaklaşırken daha tiz, uzaklaşırken daha pes duyulmasına neden olan etki de budur.

Dolayısıyla gezegenin etkisi yıldızın ışığının rengini dönüşümlü olarak daha kırmızıya ya da daha maviye döndürür. İşte, astronomlar, teleskoplar ve bunlara bağlı tayfçekerler ve alıcı kameralar yardımıyla ışığın dalga boyundaki bu değişimleri yakalar. Renklerdeki değişimler yıldız ışığının dalga boyları ölçülerek hassas şekilde belirlenebilir. Bu da yıldızın görüş doğrultusundaki hızı için doğrudan bir ölçüm sağlar. Bununla ilgili en büyük zorluk ise dikine hızların aşırı derecede düşük oluşudur.

Örneğin Jüpiter'in kütleçekimi Güneş'i Güneş Sistemi'nin kütleçekim merkezi çevresinde 12 m/s hızla kıpırdatır. Dünya'nun etkisi ise 0,09 m/s'lik bir hızdır. Bu da Dünya benzeri gezegenlerin keşfi için gerekli ekipmanın çok daha hassas olmasını gerektirir. Astronomlar hassasiyeti arttırabilmek için birkaç bin dalga boyunda eş zamanlı ölçüm yapar. Işık, bu tür ekipmanın en temel bileşenlerinden olan tayfçeker yardımıyla çeşitli dalga boylarına ayrıştırılır.

1990'ların başlarında, Didier Queloz, Cenevre Üniversitesinde araştırma kariyerine başlamış, Michel Mayor ise yıllardır yıldızların hareketleri konusunda çalışmalar yapmakta idi. Mayor başka araştırmacıların da yardımıyla kendi ölçüm aletlerini oluşturmuştu. 1977'de Mayor, Marseille'in 100 km kuzeydoğusunda bulunan Haute-Provence Gözlemevi'ndeki bir teleskoba ilk tayfçekeri yerleştirmeyi başarmıştı. Bu gelişme dikine hızla ilgili alt sınırı daha düşük bir seviyeye çekmiş ve hassasiyeti 300 m/s gibi bir değere düşürmüştü. Ancak yine de bu sınır bir gezegenin yıldız üzerindeki etkisini ölçebilmek için çok yüksekti.

Doktora öğrencisi Didier Queloz'dan araştırma grubuyla birlikte daha hassas ölçümler için yeni yöntemler geliştirmeleri isteniyordu. Queloz ve diğer araştırmacılar çok sayıda yıldızla hızla bakılıp sonuçların yerinde analiz edilmesini sağlayan pek çok yeni teknolojiye yararlandı. Optik fiberler yıldız ışığını bozmadan tayfçekere taşıyabiliyordu ve daha iyi görüntü algılayıcılar olan CCD'ler cihazın ışık hassasiyetini yükseltmişti

(Charles Kao, Willard Boyle ve George Smith CCD teknolojisini geliştirmeleri dolayısıyla 2009'da Nobel Fizik Ödülü kazandı.) Daha güçlü bilgisayarlar bilim insanlarının dijital görüntü ve veri işlemek için amaca özel yazılımlar geliştirmelerine olanak tanıdı.



Charles Kao

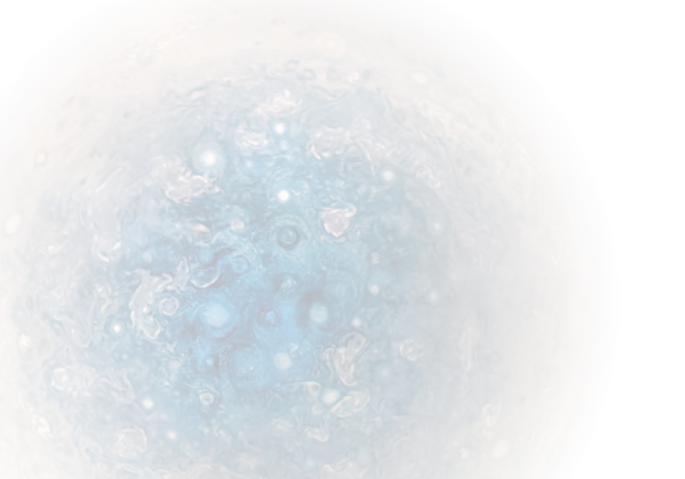


Willard Boyle



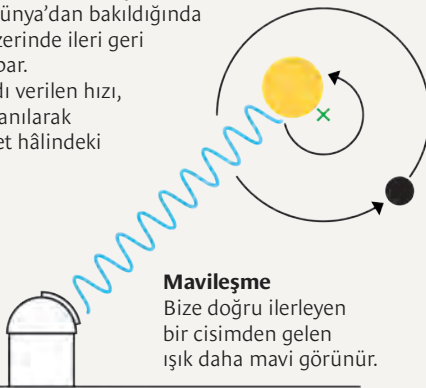
George Smith

Yeni tayfçeker 1994'ün ilkbaharında tamamlandığında dikine hız için alt sınır 10-15 m/s'ye kadar düştü ve ilk ötegezegenin keşfi artık bir an meselesi hâline geldi. O dönemde ötegezegen arayışı ana akım astronominin bir parçası değildi ancak Mayor ve Queloz keşiflerini duyurmaya karar vermişti. Sonuçlarını iyileştirmek için birkaç ay harcaduktan sonra 1995 yılının Ekim ayında ilk gezegen keşiflerini dünyaya ilan etmek için hazırđılar.

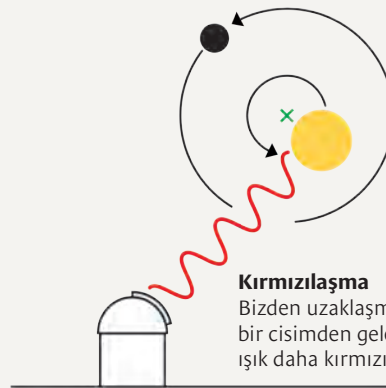


### Gezegenleri Dikine Hız Yöntemiyle Bulmak

Yıldız gezegeninin kütleçekiminin etkisiyle bir miktar hareket eder. Dünya'dan bakıldığında yıldız görüş doğrultusu üzerinde ileri geri bir yalpalama hareketi yapar. Bu hareketin dikine hız adı verilen hızı, Doppler etkisinden yararlanılarak hesaplanabilir; zira hareket hâlindeki bir nesneden gelen ışık renk değıştirik.

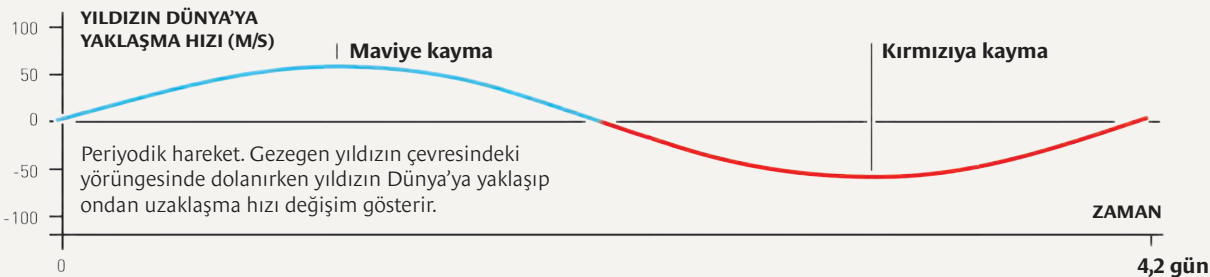


**Mavileşme**  
Bize doğru ilerleyen bir cisimden gelen ışık daha mavi görünür.



**Kırmızılaşma**  
Bizden uzaklaşmakta olan bir cisimden gelen ışık daha kırmızı görünür.

- Yıldız
- Ötegezegen
- × Kütle Merkezi



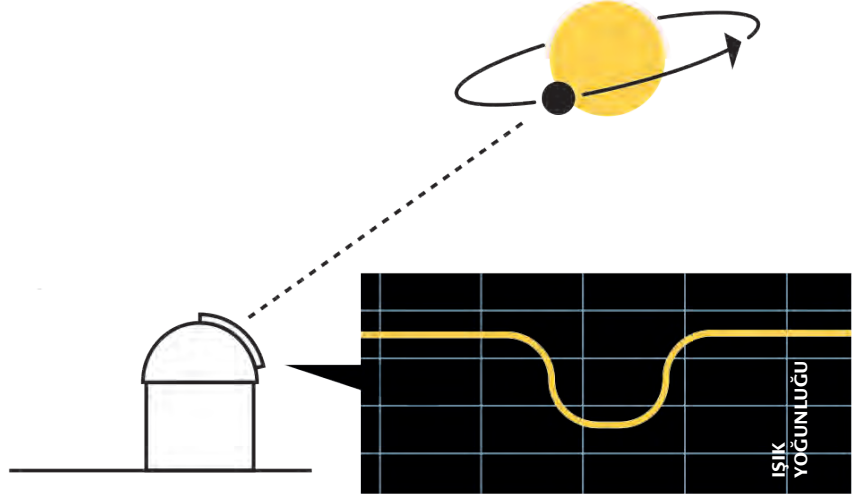
## Bir Sürü Dünya Keşfediliyor

İlk defa Güneş tipi bir yıldızın çevresinde yörüngede dolanan bir ötegezegenin keşfedilmesi astronomide bir devrim niteliğindedir.

Keşiften sonra binlerce bilinmeyen yeni dünya daha ortaya çıkarıldı. Bugün gezegen sistemleri sadece Dünya üzerindeki teleskoplarla değil uydularla da keşfedilebiliyor.

ABD'ye ait TESS adlı uzay teleskobu, Dünya benzeri gezegenler bulmak amacıyla bize en yakın konumda bulunan 200.000'in üzerindeki yıldızı tanyor. Daha önce de Kepler Uzay Teleskobu 2300'den fazla ötegezegen bulmuştu.

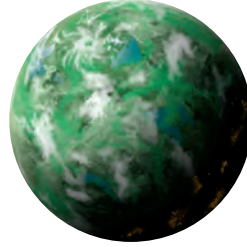
Bugün ötegezegen arama çalışmalarında dikine hızdaki farklılıkların yanı sıra geçiş ışıkölçüm yöntemi de kullanılıyor. Bu yöntemde bir gezegen yıldızının önünden geçerken, eğer bu görüş doğrultumuzda gerçekleşiyorsa, yıldızın ışığının şiddetindeki değişimler ölçülüyor. Yıldızın ışığının bir bölümü Dünya'ya gelirken ötegezegenin atmosferinden geçtiği için geçiş ışıkölçümü ayrıca astronomların ötegezegenin atmosferini gözlemlemesine de olanak tanyor. Bazen iki yöntem birlikte kullanılabilir; örneğin, geçiş ışıkölçümü ötegezegenin boyut bilgisini sağlarken dikine hız yöntemiyle ötegezegenin kütlesi belirlenebilir. Böylece ötegezegenin yoğunluğu ve dolayısıyla da yapısıyla ilgili hesaplamalar yapmak mümkün oluyor.



### Gezegenleri Geçiş Işıkölçümü Yöntemiyle Bulmak

Gezegen, görüş doğrultumuz ve yıldız arasından geçerken yıldızın ışık yoğunluğu azalır. Bu etki de Dünya'daki teleskoplarla gözlemlenir.

Şimdiye kadar keşfedilen ötegezegenler, biçimleri, boyutları ve yörüngeleri açısından olağanüstü bir çeşitlilik sergileyerek herkesi şaşırttı. Bu gezegenler, gezegen sistemleriyle ilgili peşin hüküm niteliğindeki görüşlerin sorgulanmasına neden oldu ve araştırmacıları gezegenlerin oluşumundan sorumlu fiziksel süreçlerle ilgili kuramları yeniden ele almaya sevk etti. Ötegezegenleri aramaya yönelik başlatılması planlanan çok sayıda projeye belki de sonunda Dünya dışında yaşam olup olmadığı sorusuna bir yanıt bulabileceğiz.



Bu yılın Nobel Fizik Ödülü'nü kazanan üç bilim insanı evrenle ilgili düşüncelerimizi dönüştürdü. James Peebles'ın kuramsal keşifleri, evrenin Büyük Patlama sonrasında nasıl bir değişim geçirdiğine ilişkin anlayışımıza büyük katkılar sağlarken Michel Mayor ve Didier Queloz da bilinmeyen gezegenler avlamak üzere kozmik çevremizde arayışa çıktı. Tüm bu keşifler Dünya'ya ilişkin algumuzu temelli değiştirdi. ■

#### Kaynak

Popular information. NobelPrize.org.  
Nobel Media AB 2019. Mon. 18 Nov 2019.  
<<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2019/popular-information/>>