

# Göreliliğin Etkisi

Albert Einstein özel ve genel görelilik kuramlarıyla, Newton ve Galileo'dan beri çok net bilindiği sanılan uzay, zaman ve kütleçekimi kavramlarına dair düşüncelerimizi kökten değiştirdi. Böylece evrenin yapısı ve bugünkü haline evrilişi hakkındaki kavrayışımız apayrı bir seviyeye ulaştı

## Hayal Edilmemiş Bir Evren Anlayışı

Einstein'ın 1905 yılında özel görelilik kuramını duyurduğu günden beri zaman ve uzay, sonsuz ve mutlak kavramlar olmaktan çıktı. Bunun yerine, uzay-zaman denilen dinamik bir dört boyutlu sürekliliğin içinde uzayıp kısalan elastik birer cisim gibi eridiler. Einstein 1916 yılında kendi kütleçekim kuramı olan genel göreliliği sunarak, kütleçekim etkisinin aslında uzay-zamanın bükülmesinin bir sonucu olduğunu iddia etti. Kurama göre ışığın izlediği yörünge, dev kütleli gök cisimleri tarafından bükülen uzay-zamanda sapmalara uğramalıydı.

## Büyük Patlama

Einstein'ın genel görelilik kuramını duyurması, evrenin büyük bir patlama sonucunda ortaya çıktığı ve kütleçekim etkisiyle kendi üzerlerine çöken yıldızlardan ibaret olan, kütleçekim etkilerinden ışığın bile kaçamayacağı (daha sonra karadelik olarak adlandırılacak) gök cisimlerinin varlığı hakkında yeni fikirlere kapı açtı.

## 1 Araştırmalar

1919 yılında bilimsel iki araştırma Einstein'ın kuramını doğrulamak için Güneş tutulmasına odaklandı: Eğer kuram doğruysa, Güneş'in arkasında kalan yıldızların ışığı birkaç derecelik sapmayla Dünya'ya ulaşacaktı.

**Ay'ın Gölgesi**  
Güneş tutulması sırasında Ay'ın gölgesi Güneş'ten gelen ışığı perdeler ve gündüz yıldızların görünmesi mümkün olur.

## Güneş'in Kütle

Güneş, devasa kütlesiyle uzay-zamanı kendi etrafında büküyor ve bu nedenle yıldızların ışıkları eğri bir yol izler. Bu eğrilik Dünya'dan gözlemlenebilir ve uzay-zamanın ne ölçüde büküldüğü belirlenir.

**Eğri Yörünge**  
Yıldızlardan gelen ışığın yörüngesi Güneş'in kütlesi yüzünden bükülür.

Yıldız 1'in Güneş olmadığı zaman, gece gözlemlenen konumu

**Geleneksel Algı**  
Klasik fizik anlayışına göre Güneş, her iki yıldızın görünmesini engellemeliydi.

Yıldız 2'nin Güneş olmadığı zaman, gece gözlemlenen konumu

## 3 Halka Duyuru

Londra'da gözlem sonuçları duyurulunca Einstein dünya çapında üne kavuştu.

## 2 Doğrulama

Güneş'in kütleçekim alanı yıldızların ışığını tam da Einstein'ın öngördüğü açıda büküdü.

## ışık Konisi

Matematikçi Hermann Minkowski (1864-1909) Einstein'ın uzay-zaman kavramını daha önce ışık konisi olarak adlandırılan koordinat gösterimi ile resimlemişti. Bir ışık ışınının zaman içindeki akışını bir grafikte görselleştirdi. Grafikte gözlemci koordinat eksenlerinin orijininde yer alıyor, uzaysal konular yatay eksenlerle, zamana akış yönü dikey eksenle temsil ediliyordu.

## Tamamen Konuyla İlgili

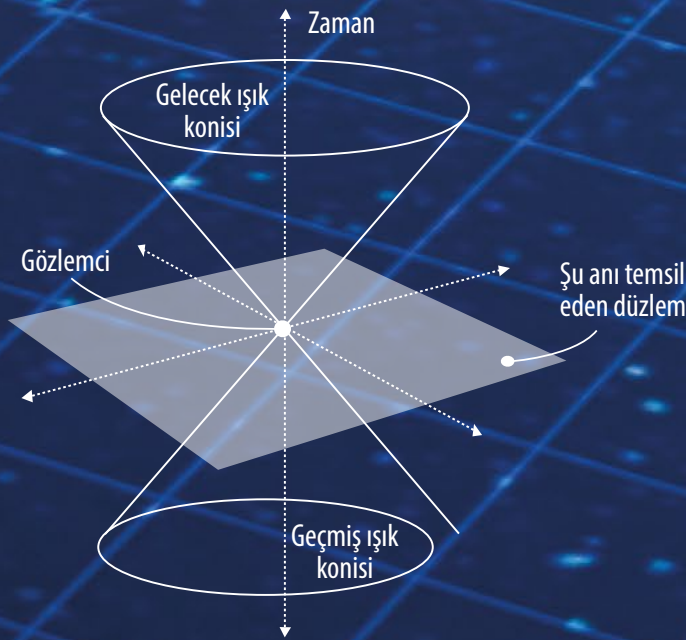
Gündüz yıldızların ışığı Dünya'ya doğrudan gelir, ama yıldızlar gece olunca yani güneş ışınları yokken gözlemlenebilir. Yıldızlar gün ışığı varken de görünseydi, Güneş'in kütleçekimi yüzünden konumları farklı görünürdü. Yıldızların konumunun gece ve gündüz farklı görüldüğü ilk defa 1919'daki gözlemlerle fark edildi.

## Gündüz

Yıldızların ışığı Güneş'in yakınından geçerken bükülür, ancak Güneş'in parlaklığı yüzünden bunu göremeyiz.

## Gece

Güneş batınca yıldızları görebiliriz, ancak gün ışığı olmadığı için ışığın izlediği yol bükülmez.



## Kozmolojide Dönüm Noktaları

**1919 Güneş Tutulması**  
29 Mayıs 1919'da iki araştırma ışığın Güneş yakınından geçerken büküldüğünü doğruladı. Gözlemlerden biri Brezilya'nın kuzeyinde, diğeri Afrika'nın batısında gerçekleştirildi.

**1922 Büyük Genişleme**  
Matematikçi A. Friedmann evrenin genişlediği tezini geliştirdi: Büyük Patlama düşüncesine giden yolda ilk adımı attı.

**1929 Edwin Hubble**  
Hubble, evrenin birbirinden uzaklaşan galaksilerden oluştuğunu ve Samanyolu'nun onlardan sadece biri olduğunu keşfetti.

**1974 Karanlık Madde**  
Sovyet bilim insanları evrenin çok büyük çoğunluğunun ışımayan karanlık maddeden oluştuğunu ispatladı. Bu, uzun zamandır öngörülen bir durumdur.

**1998 Karanlık Enerji**  
Süpernova gözlemleri sayesinde galaksilerin birbirlerinden hızlanarak uzaklaştığı anlaşıldı. Henüz ne olduğu bilinmeyen bir enerjinin galaksileri birbirinden uzaklaştırdığı ve evrenin ivmelenecek şekilde genişlediği keşfedildi.

**2015 Kütleçekim Dalgaları**  
Genel görelilik kuramının doğal bir sonucu olan kütleçekim dalgaları ilk kez doğrudan gözlemlendi. LIGO deneyi 1,3 milyar yıl önce çarpışan iki karadeliğin neden olduğu dalgaları gözlemledi.

**1916 Kuramsal Altyapı**  
Genel görelilik kuramı evreni betimleyen en net kuramsal yöntem olarak doğdu.



Sol: Kütlenin olmadığı uzay-zaman dokusu bu şekilde betimlenebilir. Sağ: Cisimlerin kütleleri nedeniyle uzay-zaman dokusu eğrilip bükülür.