



# Kozmik Mesafe Merdiveni: Uzaklıkları Nasıl Ölçüyoruz?

*“Işığın uzayda yol katetmesi zaman alır, gece gökyüzüne baktığınızda gördüğünüz yıldızlar aslında onların geçmişteki görünüşleridir, bazı yıldızlar o kadar uzaktadır ki ışıkları bize ulaştığında ölmüş olabilirler. Aslında gökyüzüne baktığımızda geçmişi görüyoruz.”*

Bu alıntının her astronomi tutkunu için ilgi çekici ve şaşırtıcı olması bir yana, kimileri için aynı zamanda manevi ve ruhsal bir deneyim denebilir. Bazıları için ise astronominin büyüleyici diyarları için açılan kapıdır. Yıldızların bize uzaklıklarını, bazılarının milyarlarca ışık yılı uzaklıkta olduğunu nereden biliyor ve nasıl hesaplıyoruz?

Her uzaklıktaki yıldızın mesafesini ölçebilen tek bir yöntem bulunmadığından çeşitli mesafeler için farklı yöntemler kullanılması gerekiyor ve burada kozmik mesafe merdiveni devreye giriyor. Merdivenin her basamağı, belirli menzildeki yıldızların uzaklıklarını belirlemek için bilgi sağlıyor. Basamak sayısı oldukça fazla olmasına rağmen (hatta bu yüzden astrometri adında yıldızların pozisyonlarını ve

*hareketlerini belirleyen bir astronomi dalı bile bulunmaktadır*) basamaklarda kullanılan yöntemler büyük farklılıklar göstermez. Bu yazımızda yüzeysel olarak bu yöntemlere değineceğiz.

## **Paralaks - Birkaç bin ışık yılı içerisindeki yıldızlar**

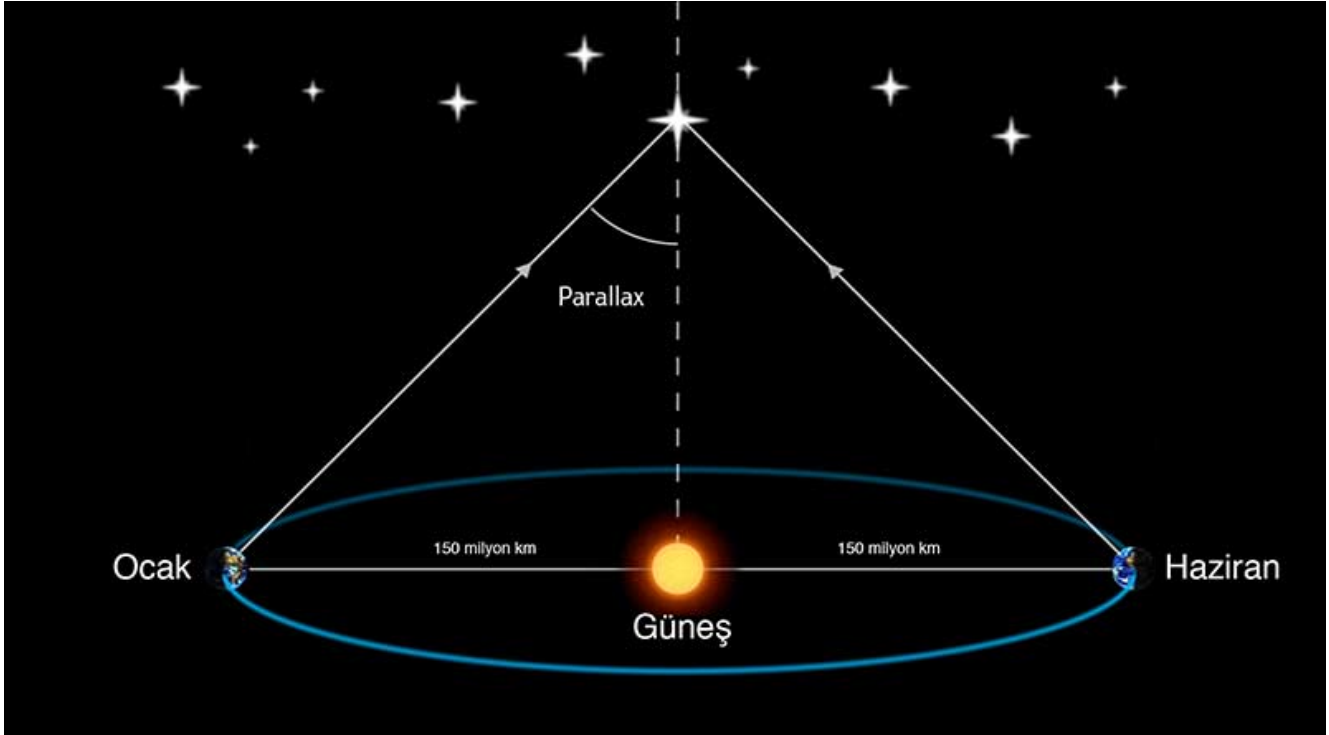
Kozmik mesafe merdivenindeki tek doğrudan ölçüm yöntemi olan paralaks, yakın yıldızların uzaklıklarını belirlemek için lise sıralarında görmüş olduğunuz trigonometriden yararlanır. Paralaksı anlamamanın en basit yolu, kolunuzu kırmadan önünüzde tutup baş parmağınızı gözlerinizin hizasına getirerek bir gözünüzü kapatıp bakmak ve ardından diğer gözünüzü kapatıp bakmaktan geçer. Bu süreçte parmağınız arka planda yer değiştirecektir, eğer kolunuzu kırıp suratınıza daha yakın konuma getirirseniz bu değişim artacaktır.



Peki bunu yakın yıldızlar için kullanabilir miyiz? Yapılan basit parmak deneyinde gözlem noktalarını iki gözümüz oluşturur, aralarındaki uzaklık görece az olduğundan astronomi değerlerinde uygulanması istenen sonucu vermeyecektir. Tamam, sorun değil, bu deneyi bahçenizde yapıyorsanız bahçenizin bir köşesinden diğerine hareket ederek gözlem noktaları arasındaki uzaklığı arttırabilirsiniz, gelgelelim bu da yeterli olmayacaktır. Ölçeği arttıralım, gezegenimizin bir ucundan diğerine hareket ettiniz, gözlem noktaları arasındaki uzaklığı Dünya'nın çapına yani yaklaşık 13 bin kilometreye çıkardınız, ancak bu bile yeterli olmayacaktır.

Bu yüzden astronomlar bu gözlem noktaları olarak Dünya'nın Güneş'in etrafındaki hareketini kullanırlar, günöte ve günberi noktalarında, Dünya Güneş'in etrafındaki yörüngesinde yarı yolunu tamamlamışken (yazın ve kışın) iki ayrı ölçüm yaparlar. Bu sayede iki gözlem noktası arası uzaklık yaklaşık 300 milyon kilometreye çıkmış olur ve nihayetinde

bir kaç bin ışık yılı içerisindeki yıldızlar için yeterli bir mesafedir. Paralaks metodu hakkında daha fazla bilgi almak için [şu yazımızı](#) okuyabilirsiniz.



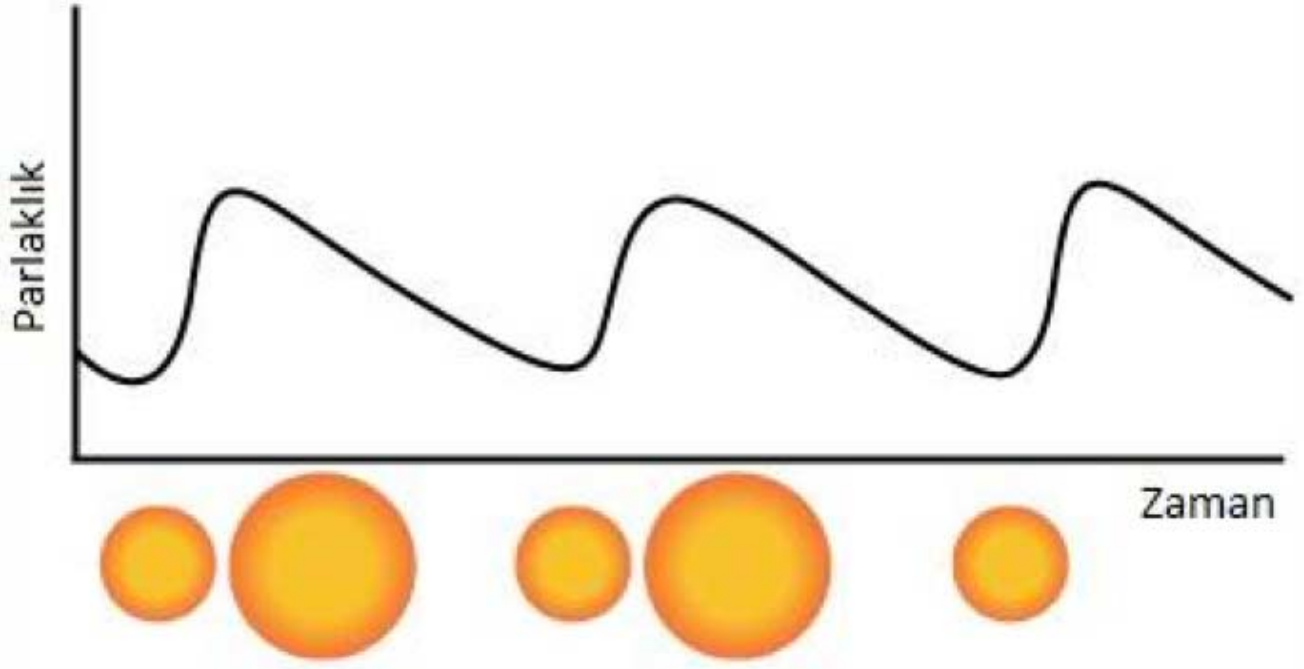
*Paralaks yönteminde, altı aylık aralıklarla yıldız gözlemlenir ve arka planındaki diğer yıldızlara göre ne kadar yer değiştirdiği hesaplanır. Bundan sonrası, lise sıralarında gördüğümüz basit trigonometri ile bulunacak kadar kolaydır.*

Fakat daha önce de bahsettiğimiz gibi bu yöntem yalnızca birkaç bin ışık yılı içerisinde geçerlidir, galaksimizin ötesinde mesafeler o kadar büyüktür ki başka yöntemlere ihtiyaç duyarız.

### **Sefeid (Cepheid) Yıldızları - 40 milyon ışık yılı uzaklığı içerisindeki yıldızlar**

Astronomide “standart mumlar” parlaklığını iyi bildiğimiz gök nesnelere için kullanılan bir tabirdir. Bunun yıldızların mesafelerini belirlememize nasıl katkısı olduğunu anlamak zor değil. Arkadaşınızın parlaklığını iyi bildiğiniz bir ışık kaynağını; örneğin bir mumu, sizden yavaşça uzaklaştırdığını düşünün. Ters kare kuralına göre parlaklık uzaklığın karesi oranında azalacaktır, bu sayede parlaklığı ölçümleyerek uzaklığı belirleyebilirsiniz.

Bu yöntemi astrometride kullanmak istiyorsanız parlaklığını iyi bildiğiniz bir gök cismine ihtiyacınız vardır. Bu noktada Sefeid Yıldızları (bkz: [Cepheid Değişkenleri](#)) devreye girer. Bu yıldızlar kararsız yapıda olmalarının sonucu olarak sürekli bir titreşimdedirler; yani durmaksızın şişer ve büzüşürler. Bu şişip büzüşme sırasında, yıldızın parlaklığında düzenli bir değişim meydana gelir.



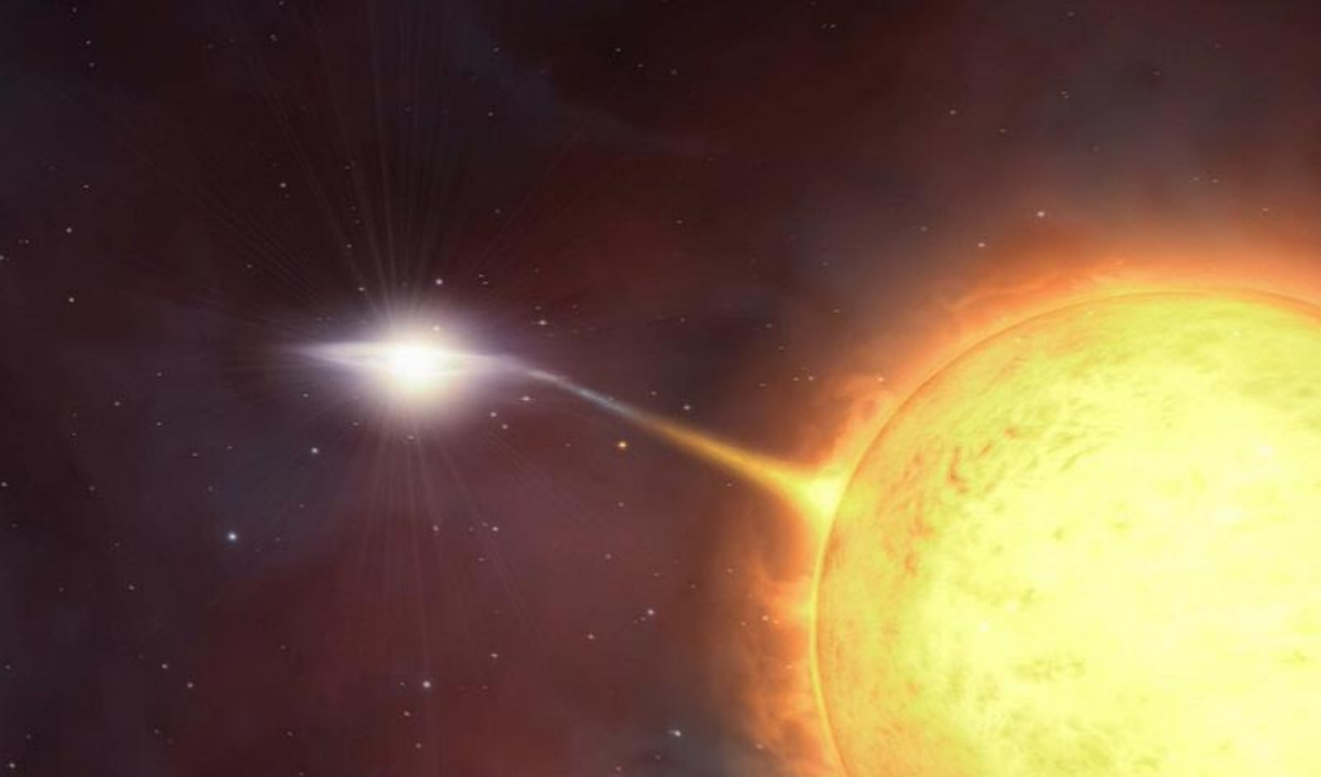
*Cepheid yıldızlarının parlaklık değişim grafiği. Bu yıldızların parlaklıklarındaki değişim çok düzenlidir ve bu sayede uzaklık ölçümü için kullanılabilir.*

Peki ama bu yıldızların titreşimiyle neden ilgileniyoruz? Uzaklığı belirlemek istiyorsak gök cisimlerinin parlaklığına ihtiyacımız vardır, titreşimlerine değil. 1900'lerin başında Henrietta Swan Leavitt isimli kadın astronom, bu yıldızların şişme ve büzüşme sürelerinin; yani titreşim periyotlarının yıldızların parlaklığı ile doğrudan ilişkisi olduğunu keşfetmiştir. Periyot ve parlaklık arasında ters orantı vardır, daha parlak Sefeid Yıldızları'nın parlaklık değişimi görece yavaş olacaktır. Bu da demek oluyor ki, bir Sefeid Yıldızı'nın periyodunu ölçmeniz, onun gerçek parlaklığını bulmanızı, gerçek parlaklığını yeryüzünden ölçülen parlaklıkla kıyaslamanız da yıldızın bizden uzaklığını bulmanızı sağlayacaktır.

Ne yazık ki Sefeid Yıldızları da yaklaşık 40 milyon ışık yılı uzaklığını aştıklarında üzerinde çalışılmayacak kadar belirsizleşiyorlar. Fakat neyse ki elimizde başka bir standart mum daha var.

### **Tip 1a Süpernova - Birkaç milyar ışık yılı uzaklığı içerisindeki yıldızlar**

Süpernova, enerjisi biten [büyük kütleli yıldızların](#) patlamalarına denir. Tip 1a Süpernova ise ikili yıldız sistemlerinde gerçekleşen bir süpernova türüdür. Burada, daha önce ölüp bir beyaz cüceye dönüşen yıldız, hala hayatta olan eşinden madde koparmaya ve üzerinde biriktirmeye başlar. Beyaz cüce madde kazandıkça kararsız hale gelir.



*Tip 1a süpernova (Type Ia supernova) patlamalarından, eş yıldızından kütle çalan bir beyaz cüce sorumludur.*

Toplam kütlesi 1.4 Güneş kütlesine erişen beyaz cüce, büyük bir süpernova patlamasıyla yok olur. Bu patlamalar o kadar parlaktır ki, meydana geldikleri galaksilerin parlaklığını gölgede bırakırlar. Bu yüzden galaksideki yıldızları göremesek bile süpernovaları görebilmek mümkün. Tüm Tip 1a Süpernova'lar aşağı yukarı aynı kütlede ve parlaklıkta gerçekleştiklerinden uzaklıklarını da belirleyebiliriz.

Tip 1a Süpernovalar'ın dezavantajları ise onların oluştuğu an ya da hemen sonra yakalanmak zorunda olmalarıdır, aksi takdirde gözden kaçacaklardır.

Ancak çok daha uzak, onlarca milyar ışık yılı ötedeki galaksilerin uzaklığını ölçmek için bu süpernova patlamaları da yeterli gelmez. Burada başka ölçüm metodları kullanılır. Büyük oranda galaksinin kırmızıya kayma hızıyla ilintili olan bu uzaklık ölçüm metodunu ise daha geniş biçimde başka bir yazımızda ele alacağız.

Canberk Köksal