

## **GÜNEŞ TUTULMASI ve İĞNE DELİKLİ KAMERAYLA GÜNEŞ GÖZLEMİ**

İğne delikli kamera, ilköğretim okulları, öğretmenler, öğrenciler ve her yaşta meraklılar için Güneş'i herhangi bir zamanda ve tutulma sırasında Güneşi izlemek için basit bir araç olarak kullanılabilir. Bu küçük rehber TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) web sayfasındaki kapsamlı Güneş tutulması bilgilerine iğne delikli kamera konusuna odaklanan bir ek katkı olarak hazırlandı. Daha ayrıntılı bir dokümana <http://fens.sabanciuniv.edu/astronomi> web adresinden ulaşabilirsiniz. Henüz yapım aşamasında olan bu web sayfasında fen eğitiminde kullanılmak üzere hazırlanmış çeşitli basit deney bilgileri, ve öğretmen ve öğrencilerin hazırladığı proje ürünleri de yer alacak.

Hazırlayanlar: M. Ali Alpar ve Defne Üçer, Sabancı Üniversitesi

[alpar@sabanciuniv.edu](mailto:alpar@sabanciuniv.edu)  
[ducer@sabanciuniv.edu](mailto:ducer@sabanciuniv.edu)

### **Gerekli olabilecek büyüklükler:**

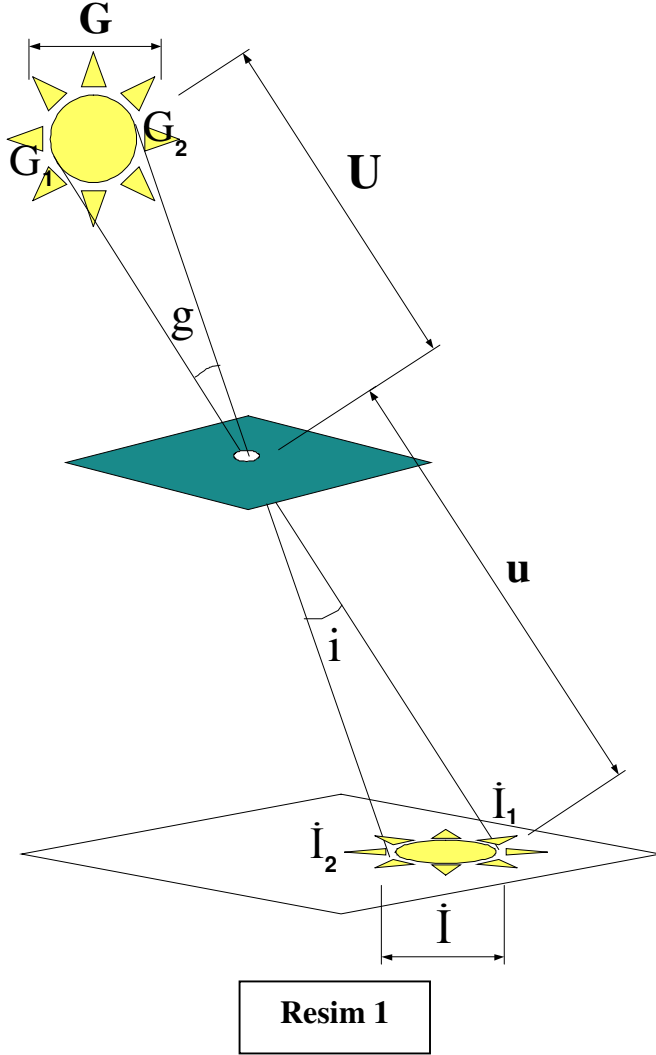
Dünyanın Güneş'e uzaklığı: 149,476,000 km (yaklaşık 150,000,000 km)

Güneş'in çapı: 1,390,000 km (yaklaşık 1,400,000 km)

## Güneş'i gözlemek için basit bir düzenek: İğne delikli kamera.

Önce Güneş'e doğrudan bakmadan Güneş'i izlemenin basit bir yolunu öğrenelim. Böylece yalnız tutulma sırasında değil her zaman Güneş'i izleyebiliriz.

Bir ışık kaynağının, mesela Güneş'in, görüntüsünü yansıtmak ve istediğimiz gibi büyütmek için kullanabileceğimiz en basit düzenek "iğne delikli kamera"dır.



Resim 1 de gördüğümüz gibi, bu basit düzenek ışığı geçirmeyen bir karton veya plastik parçası üzerine bir iğne deliği delerek yapılır. İğne deliğinden geçen güneş ışıkları kartonumuzun gölgesi içerisinde, tam iğne deliğinin karşısında Güneş'in yuvarlak şeklini oluştururlar.

Güneş'i gökte daire şeklinde görüyoruz. Güneş'in tam kenarında bir nokta ile onun karşısındaki kenardaki nokta arasında belli bir açı var. Buna g açısı diyelim. Bu açığı istersek basit bir araçla ölçebiliriz. Açının değeri 0.54 derece. Güneş'in çapı ile bize yani Dünya'ya uzaklığının oranı bu açığı belirler. Şimdi bizim bu deneyimizde önemli olan, Güneş'in genişlik açısı ya da açısal çapı dediğimiz bu g açısının, iğne deliğinin öbür tarafında da aynı açı olması. Resim 1 de gördüğümüz gibi, g açısı = i açısı. Güneş'in gökte gördüğümüz açısal genişliği (g = 0.54 derece), yerdeki gölge içinde beliren Güneş görüntüsünün de açısal genişliği (i = 0.54 derece). Güneş'in bir ucundan gelip iğne deliğinden geçerek görüntünün karşı ucuna giden ışık yolu (G<sub>1</sub> İ<sub>1</sub>) ile karşı uçlar arasındaki ışık

yolu (G<sub>2</sub> İ<sub>2</sub>), iğne deliği noktasında kesişen iki çizgi. Onun için iki taraftaki (g) ve (i) açıları eşit. Öyleyse, Resim 1 de gördüğümüz gibi, şu oranlar da eşit:

**Görüntünün çapı / kameradan "perde"mize olan uzaklık = Güneşin çapı / Dünyaya uzaklığı**

$$\dot{I} / u = G / U.$$

Elimizdeki kartonu Güneş'e bakar şekilde tutmamız lazım. Karton parçası yerine, bir karton tüpün dibine bir iğne deliği açabilir, ya da şeffaf olmayan bir kağıt veya plastik bardak alıp iğne ile bunun tabanının ortasına delik delebiliriz. Bardağın ya da tüpün ağzını Güneş'e doğrultarak, iğne deliğimizden görüntü oluşturabiliriz.

Şimdi elimizdeki iğne delikli kartonla (veya bardakla) biraz oynayalım. (Bu kartona kısaca "kamera" diyelim). Kameramızın yerdeki gölgesi içindeki Güneş görüntüsüne bakalım. Şimdi kamerayı yerden yükseltelim. Ne görüyoruz? Kamera ile Güneş görüntüsünü yansıttığımız "perde" (yani yer) arasındaki uzaklık arttıkça, oluşan Güneş görüntüsünün çapı büyüyor:

İğne deliği yerine kameramızda biraz daha büyük bir delik açarsak ne olur? Bunu denerseniz göreceksiniz ki belli uzaklıktaki perdede görüntümüzün büyüklüğü (açısal çapı) yine aynı oluyor, ama görüntü bu sefer iğne deliğinin verdiği görüntü kadar parlak olmuyor.

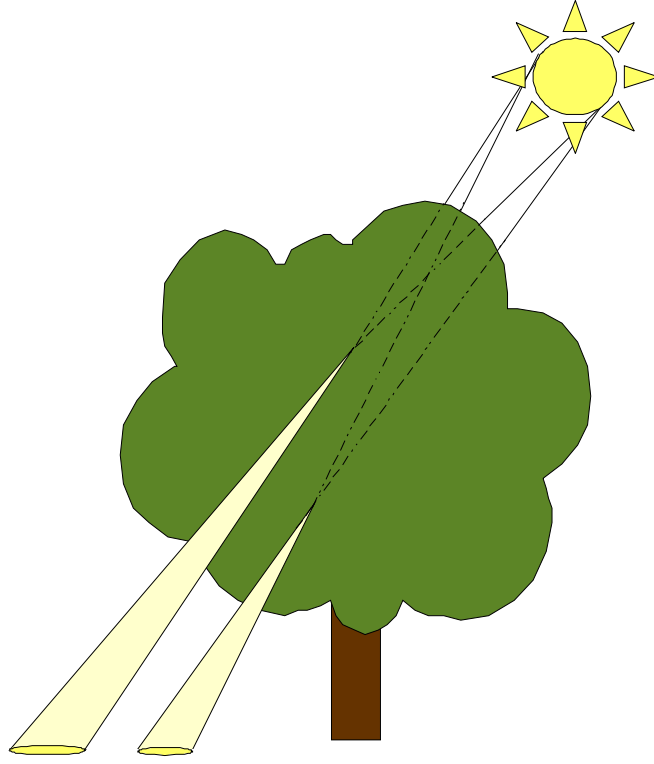
Güneş'i daha iyi incelemek için kameramızı yerden daha yüksekte tutmamız lazım. Mesela kamerayı 2 metre yüksekten düşürsek, görüntümüz ... santim çapında olacak. (Kaç santim? Deneyerek bulun. Hesaplayabilir misiniz?)

Kamerayı daha da yükseğe koymak zor. Fakat doğa bazen bize kendiliğinden oluşan bir sürü iğne delikli kamera sunar. Bunu görmek için güneşli bir günde yüksek ve bol yapraklı ağaçların yerdeki gölgelerine bakalım. (Resim 2 ve 3) . Gölgelerin içinde yer yer yuvarlak Güneş görüntüleri göreceksiniz. Neden? Çünkü ağacın yaprakları arasında bazı yerlerde bir iğne deliği kadar açıklık kalmış!



**Resim 2** Güneş tutulması sırasında bir ağacın yapraklarının oluşturduğu "iğne deliği kameralar"dan gelen Güneş görüntüleri.

(Alıntı: <http://ourworld.compuserve.com/homepages/hedemann/toledo.htm>)



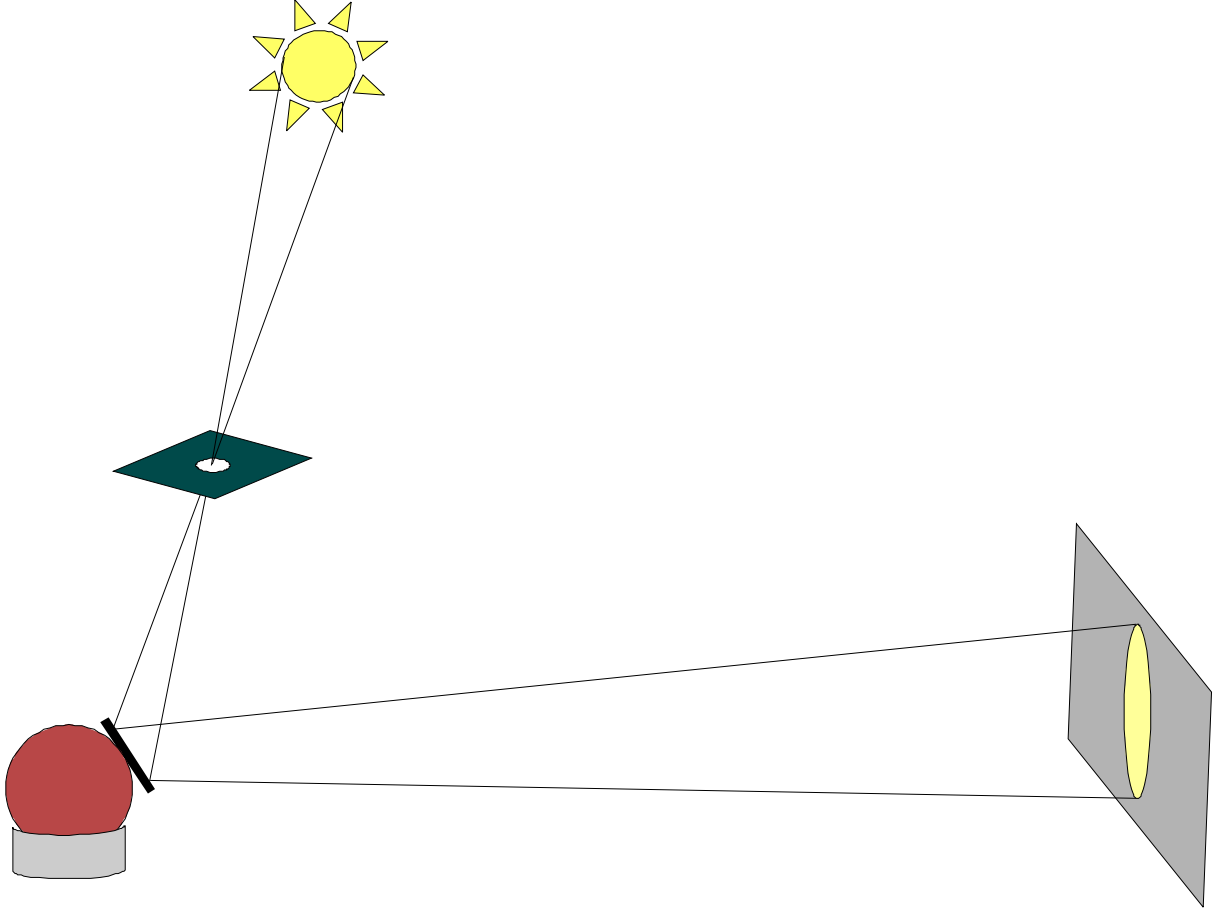
**Resim 3** Ağacın oluşturduğu Güneş görüntülerinin büyüklüğü “iğne deliği kamera”yı oluşturan yaprakların yüksekliğine göre değişir

Yerdeki Güneş görüntülerinin hepsi aynı büyüklükte mi? Ağacın yüksekliğini bu Güneş görüntülerine bakarak nasıl kestirirsiniz? Ağacın yüksekliği 10 metre ise yerdeki Güneş görüntülerinden en irilerinin çapı kaç santim olur?

Şimdi daha da büyük görüntüler oluşturmanın bir yolunu bulalım. Elimizde tuttuğumuz kamerayı, uzun boylu bir öğretmenimizin veya arkadaşımızın yardımıyla, en fazla yerden 2 metre yüksekte tutabiliriz. Şanslıysak 10 metrelik bir ağacımız varsa, eh o zaman birkaç santimetrelük Güneş görüntüleri elde ediyoruz. 10 metrelik bir ağacın gölgesinde oluşacak en büyük Güneş görüntüsünün çapı kaç santim olur, hesaplayabilir misiniz?

Daha büyük görüntü düşürmek için perdemizi yerden alıp kameranin deliğinden daha uzak bir tarafa taşıyalım. Bunun yolu bir küçük ayna kullanmak (Resim 4). Böylece Güneş'in görüntüsünü okulumuzun içinde bir duvara yansıtabiliriz. Aynadan yansıtarak uzattığımız ışık yolu okulun içindeki duvara kadar belki 20, 30 metre olabilir. Uygun bir perdeye yansıtma için Güneş'in gökteki yönü değiştikçe aynamızı ona göre çevirerek deneyeceğiz. Bunu yaparken sürekli olarak bir arkadaşımız aynayı tutmak zorunda kalmasın. Arkadaşımızın eli titredikçe perdedeki Güneş görüntüsü de oynar. Görüntüyü sabitleyebilmek için aynayı yerleştireceğimiz ayarlanabilir bir destek yapalım. Bir plastik top alalım. Küçük bir parçasını kesip oraya aynamızı yapışkan bantla monte edelim. Topu da yuvarlanmadan otursun diye silindirik biçiminde yapacağımız bir karton kasağa, ya da bunun hazır şekli, büyük boy bir yapışkan bant makarasına, veya kenarları uygun yükseklikte bir tabak veya çanak içine

oturtalım. Ya da topun her konumda düzgün durabilmesi için içine ağırlık olarak biraz kum koyalım. Topu ayna uygun konumda olacak şekilde ayarlarsak bir süre için sınıfımıza dönüp perdeden Güneş'i izleyebiliriz. Bütün bunları ayarlamak biraz zaman alacaktır. Tabii okulumuzda Güneş'in görüntüsünü aynayla yansıtabileceğimiz uygun konumda ve uzaklıkta bir duvar bulunması lazım.



**Resim 4** Bir ayna kullanarak Güneşin görüntüsünü büyütebiliriz.

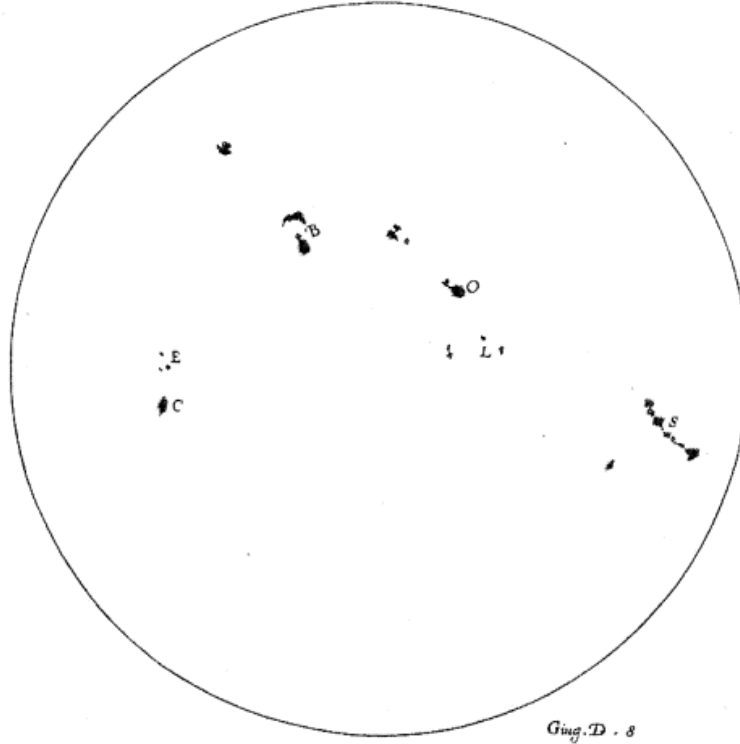
Bir süre sonra, Güneş gökyüzünde konumunu değiştirdikçe, görüntümüz de perdede yer değiştirir. Güneş'in gökteki konumu bir saatte kaç derecelik açıyla değişir? (Cevap: 15 derece – neden?) Demek ki şimdi Güneş'i bir süre sınıfta perdemizde rahat rahat izleyebiliriz, daha da uzun süre bakacaksak, arada bir topumuzla biraz oynayıp görüntünün perdenin ortasına düşmesini sağlarız.

Büyük bir Güneş görüntüsü elde etmenin bir yolu da iğne delikli kamerayı hiç kullanmadan, sadece küçük bir aynayla epeyce uzakta, 50-60 metre ötede bir gölgelik duvara veya perdeye Güneş'i yansıtmak. Aslında burada da yaklaşık olarak bir tür iğne delikli kamera var. Ayna perdeden yeterince uzaksa yansıttığı ışık perdeye göre neredeyse iğne deliği gibi bir nokta olarak görünecek.

Bu düzenlemelerin hiçbiri için uygun koşullar yoksa, parçalı tutulma sırasında Güneş'i iğne delikli bir kartonla yerde izleyip tam tutulma başlayınca doğrudan bakabiliriz.

### Her zamanki Güneş'i tanıyalım- tutulma yokken:

Diyelim ki yeterince büyük bir Güneş görüntüsü oluşturduk. Bu görüntü doğrudan bakamadığımız Güneş gibi parlak da değil. Şimdi perdemizde Güneş'i rahat rahat inceleyebiliriz. Perde kara tahta veya koyu renkli bir duvarda ise beyaz bir kağıt yapıştıralım. Güneş'in yüzeyinde lekeler olduğunu göreceğiz. Bunlara Güneş lekeleri deniyor.

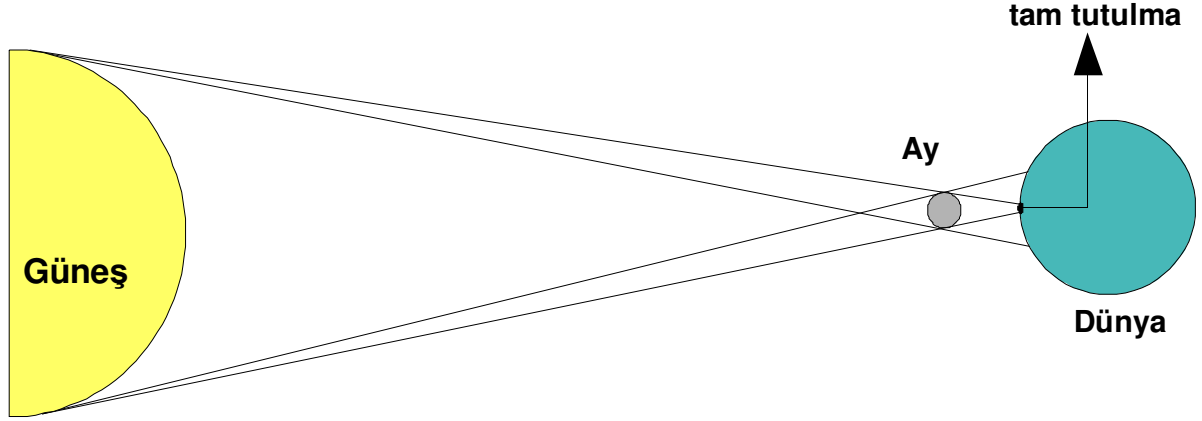


**Resim 5** 8 Haziran 1610'deki Güneş lekelerinin Galileo Galilei tarafından yapılmış resmi (Alıntı: [www.thursdaysclassroom.com](http://www.thursdaysclassroom.com))

Kağıda Güneş'in görüntüsünün üzerinden giderek yuvarlağını çizelim. Bunun üzerinde Güneş lekelerini de işleyelim. Resim 5 deki gibi bir çizim elde edeceğiz. Sonraki günlerde bu gözlemi tekrar yapıp her gün kağıda Güneş'in yeni bir resmini çizelim. Güneş lekelerine ne oluyor? Bunu izlersek lekelerin günden güne belli bir yönde kaydığını göreceğiz. Güneş kendi etrafında dönüyor! Bu gözlemlerden Güneş'in dönme yönünü, dönme eksenini de bulup işaretleyebiliriz. Bu hızla hareket ederlerse lekeler kaç gün sonra aynı konuma gelecekler? Yani Güneş kendi etrafındaki dönmesini kaç günde tamamlıyor? Güneş'in her tarafı aynı hızla mı dönüyor? Yoksa Güneş'in ekvatorundaki lekelerle başka enlemlerdeki lekeler farklı hızlarla mı dönüyorlar? Lekelerin biçimleri de bozuluyor mu? Bu nasıl olabiliyor? (Cevap: Lekeler bozulabiliyor, çünkü Güneş'in Dünyadaki karalar ve deniz dipleri gibi katı bir kabuğu yok, Güneş gaz halinde). Bu gözlemlerden Güneş'le ilgili çok şey öğrenebiliriz. Daha fazlasını (mesela Güneş lekelerinin ne olduklarını, nasıl oluştuklarını, Güneş'in yapısını vs) öğrenmek istersek, Güneş'le ilgili kitaplara, ansiklopedilere, internete başvurmamız lazım. Buralardaki bilgileri bilim insanları bizim iğne delikli kameradan daha karmaşık aletlerle, Güneş teleskopları ile ve uydularla Güneş'i gözleyerek elde ediyorlar. Bütün bu bilgiler, doğa ile ilgili tüm bilgilerimiz gibi, düzenli deney ve gözlemlerle elde ediliyor, sonra kitaplara geçiyor. Biz de çok basit bir araçla Güneş'i kendimiz gözleyerek ne çok şey öğrenebiliyoruz.

## Güneş Tutulması

Güneş tutulması nasıl oluyor? Ay Dünya ile Güneş'in arasından geçiyor. Ay'ın gölgesi Dünya'nın bazı yerlerinden bakıldığında bir süre için tam Güneş'in önüne geçiyor, oralarda o sıra tam Güneş tutulması oluyor (Resim 6). Bazı yerlerden de parçalı tutulma oluyor, çünkü oralarından bakış yönüne göre Ay Güneş'in bir kısmını örtüyor, tam Güneş'i ortalıyor.

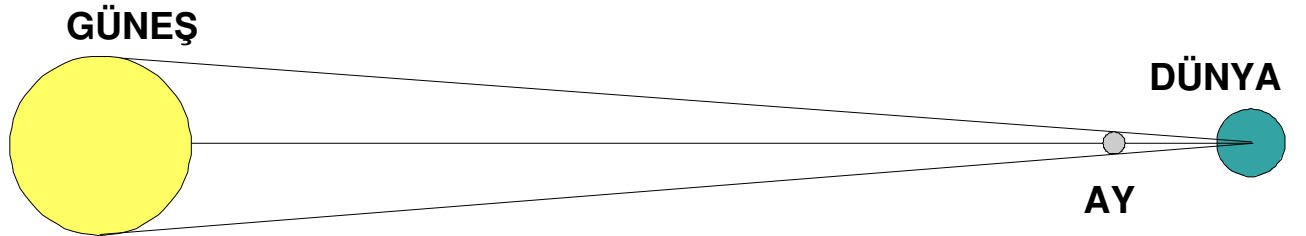


**Resim 6** Tam ve parçalı güneş tutulması görülen bölgeler

Tutulma yavaş yavaş başlıyor, Ay'ın hareketi ile en fazla örtme durumuna kadar geliyor, o yerden tam tutulma oluyorsa, en fazla örtme tam tutulma demek. Sonra Ay hareketine devam ettikçe yavaş yavaş Güneş tekrar gözüküyor. En sonunda Ay Güneş'in önünden tamamen çekilince tutulma da bitiyor.

Tam tutulma anında Ay Güneş'i hemen hemen tamamen örtüyor. Bunun sebebi, Ay'ın Dünya'dan görünen açısal genişliğinin Güneş'ininki ile neredeyse aynı olması (Resim 7). Yani:

$$\text{Ay'ın Çapı} / \text{Ay-Dünya uzaklığı} = \text{Güneş'in çapı} / \text{Güneş-Dünya uzaklığı}$$



**Resim 7** Tam tutulma anında Ay Güneşi nerdeyse tamamen örter.

Bu çakışma olmasa idi, tutulma farklı olurdu. (Ay daha küçük veya daha büyük olsaydı “tam” Güneş tutulması yerine nasıl bir olay görürdük?)

Bu çakışma bir tesadüf. Yaklaşık, ama tama yakın örtme söz konusu. Zaten tama yakın olan bu örtülme Dünya Güneş etrafındaki yörüngesinin neresindeyse ona da bağlı. (Neden: çünkü Dünya, Güneş’in etrafında daireye yakın bir elips biçiminde bir yörünge izler. Dünya-Güneş uzaklığı yörünge boyunca azıcık değişir. Güneş’in açılal büyüklüğü, yani Dünya’dan bakınca Güneş’i ne büyüklükte bir daire olarak gördüğümüz de azıcık değişiklik gösterir yıl boyunca.) Bu seferki tam tutulma sırasında Ay’ın açılal genişliği Güneş’inkinden birazcık daha büyük olacak. Böylece tam tutulma aslında tamdan da biraz fazla olacak. Güneş yüzeyinin biraz dışına kadar ince bir bölge de Ay’ın arkasında kalacak.

### **Not: Güneş tutulmasıyla depremin ilgisi yok!**

Ülkemizde 1999 Ağustos’unda hem büyük bir deprem felaketi hem de Güneş tutulması yaşandı. Bu nadir bir tesadüftü. Güneş tutulması ile deprem arasında hiç bir ilişki yok.

Depremler Dünyanın bir yerlerinde her zaman oluyor. Güneş tutulmaları ise çok seyrek olan olaylar. Depremlerin çok çok büyük bir çoğunluğu Güneş tutulması olan yerlerde ve tutulmaya yakın zamanlarda olmuyor.

Bizim mahalledeki bayiden bilet alan birine Milli Piyangodan büyük ikramiye çıkması, iki hafta sonra da mesela bu kişinin bir trafik kazası geçirmesi gibi bir şey bu. Yani böyle şeyler nadiren olabilir, ama arka arkaya aynı yerde yaşanan iki nadir olaydan birinin diğerinin sebebi olması gerekmez.

Zaten tutulmanın Dünya’ya etkisi nedir ki? Güneş ve Ay’ın uyguladıkları çekim kuvvetleri değişmiyor. Güneş ışığının birkaç dakika gölgelenmesi ile Dünya’nın bazı bölgelerine biraz az enerji gelmiş oluyor. Bu enerji azalması depremi tetikleyen ve deprem hareketinin taşıdığı hareket enerjisinin yanında çok çok küçük. Yani depremi yapmaya yetmez.