

GÜNEŞ TUTULMALARI HAKKINDA GENEL BİLGİ

Dr. Tamer Ataç

Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü

Astronomi Laboratuvarı

Giriş

Eski çağlara dönüp baktığımızda geçmişteki insan topluluklarının yazılı, yazısız kültür miraslarında Güneş ve Ay tutulmalarının nedeni hep doğüstü güçlerle açıklanmaya çalışılmıştır. Yapılan tasvirlerde tutulmalar sırasında ya bir tanrı, ya bir kötü ruh ya da uğursuz bir hayvan Güneş'i veya Ay'ı söndürmeye, yok etmeye çalışmaktadır.

Doğu Asya kültüründe gökyüzünden gelen bir ejderha Ay ve Güneş'i parçalayıp yemeğe çalışmaktadır, Çinlilerin tutulmaları tanımlamak için kullandığı en eski kelime "shih" de yemek demektir. Hint kültüründe Rahu ve Ketu olarak iki parçaya ayrılmış kötü ruh Vichnou, Ay yörüngesinin iki düğümüne (ekliptik düzlemini kestiği noktalara) yerleşerek yine Ay ve Güneş'i yok etmeye uğraşmaktadır. Maya kültüründe Güneş tutulması Güneş'i ısırarak bir yılanla tasvir edilmektedir. Mayalar hamile kadınlara Güneş tutulmalarını izlemeleri halinde sakat çocuklar doğuracaklarını söylerlerdi. Aztekler Güneş tutulması sırasında Tzitzimine adlı canavarın insanlığı yok etmek üzere yeryüzüne indiğine inanırlardı. Bu felaketten korunmanın tek çaresinin de insanları kurban etmek olduğu sanılırdı. Alman mitolojisinde Güneş ve Ay'ın Moongarm ve Fenris adlı iki kurt tarafından izlendiği, birbirleriyle kavgaya tutuştuklarında tutulmaların meydana geldiği yazılmıştır. Bu örneklerden de anlaşılacağı gibi tutulmalar mitolojik tasvirlerin hepsinde ya tehlikenin ya da uğursuzluğun simgesi olarak gösterilmiştir. Dünya üzerinde farklı kıtalarda gelişmiş farklı kültürlerin hemen hemen hepsi tutulmalar sırasında gelebilecek olası tehlikelerden korunmak için benzer inanışlar geliştirmişlerdir. Güneş tutulduğunda sürekli gürültü çıkartarak kötü ruhlar uzaklaştırılmaya çalışılmış, gökyüzünde görülmeyen canavara oklar fırlatılmış, korunmak için suya girilmiş, en korkuncu da insanlar tanrılara kurban edilmiştir.

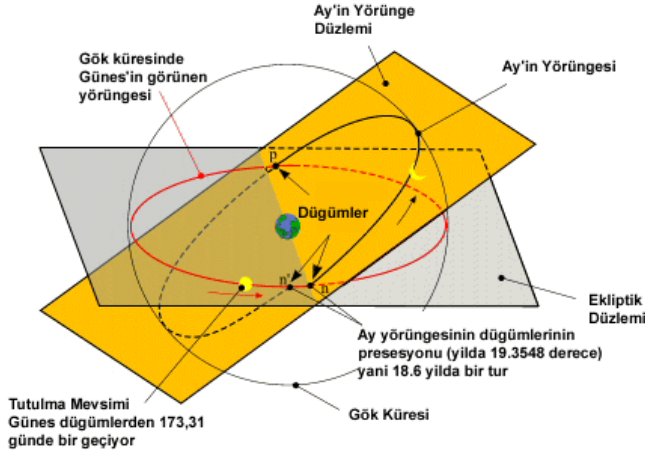


İlk insanların bu olağanüstü doğa olayı karşısında nasıl dehşete kapılmış olabileceğini güneş tutulmalarını ancak tam tutulma hattından izleyenler hissetmektedir. Bu insanların günlük yaşantılarındaki sıradan işleriyle ilgilenirken hiç beklemedikleri bir anda aniden günün geceye dönüşmesi, kapkara bir Güneş'in o güne kadar görmedikleri çok farklı bir biçimde parlamaya başlaması nesilden nesile taşınan büyük bir korku ve panik duygusu yaratmıştır. Yaşamları süresince belki sadece bir kez gördükleri böyle aniden gelen bu değişim karşısında akıllarından geçenler, o günlerde yaşadıkları veya daha sonra yaşayacakları tüm felaketlerin nedeninin bu olaydan kaynaklanması olmalıdır.

11 Ağustos 1999 tarihindeki tam güneş tutulmasından 6 gün sonra meydana gelen büyük depremin de Güneş tutulmasıyla ilişkilendirilmesi atalarımızın genlerimizde bıraktığı bu korkuların derin izleri mi yoksa bilimin aydınlığından yeterince yararlanamadığımızdan kendi felaketlerimizi kendimizin hazırladığının çok acı bir göstergesi miydi?

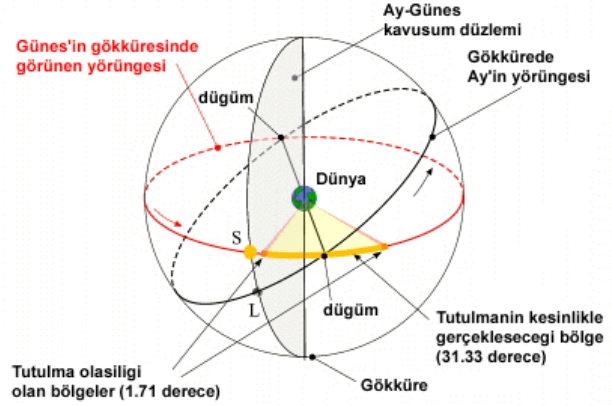
Güneş tutulmaları nasıl meydana gelir?

Dünya Ay'ın gölgesi ya da yarıgölgesinden geçtiğinde güneş tutulması meydana gelir.

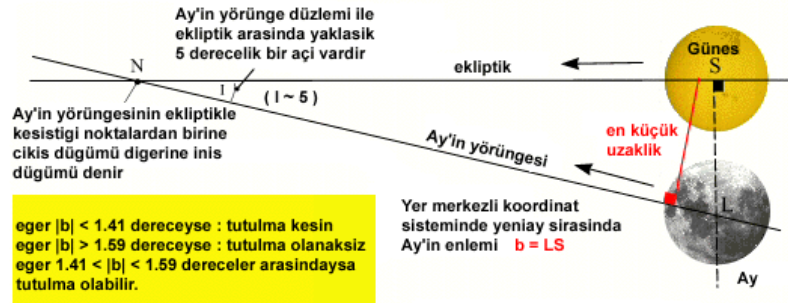


Bu sırada Güneş, Ay ve Dünya hemen hemen aynı doğrultuda sıralanmış, Ay'da yeniay evresine çok yaklaşmıştır. Eğer Ay'ın yörüngesi Dünyanın Güneş etrafında döndüğü yörüngeyi içinde bulunduran ekliptik (tutulum) düzlemi ile çakışık olsaydı, bu durumda her yeniayda bir Güneş tutulması olacaktı. Halbuki Ay'ın yörünge düzlemi ile ekliptik düzlemi arasında $5^{\circ} 17'$ lık bir açı olduğundan bu düzlemler kesişir.

Her iki düzlemin arakesitine düğümler çizgisi denir. Bu çizgiyi oluşturan doğrunun Güneş'in görünen yörüngesini kestiği noktaları da Ay yörüngesinin düğümleri olarak tanımlanmıştır. Düğümler çizgisi sabit değildir ve yılda 19.3548° olmak üzere dönemi 18.6 yıl süren bir presesyon (devinme) hareketi yapmaktadır. Buradan anlaşılacağı gibi bir tutulma olabilmesi için ilk şart, yer merkezli ekliptik koordinat sisteminde Dünya ve Güneş doğrultusunun yeniay evresi sırasında düğümler çizgisine yakın olmasıdır.



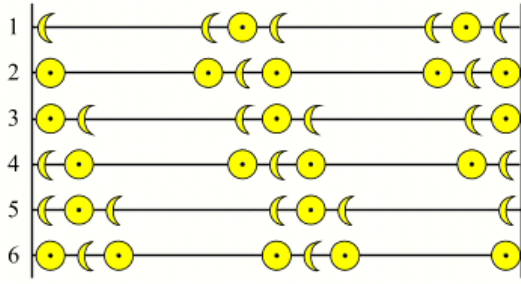
Güneş, bu iki düğümün her birinden düğümlerin presesyon hareketi de göz önünde bulundurulduğunda



173.31 günde bir geçmektedir. Bu geçiş dönemlerine tutulma mevsimi denilmektedir. Tutulma mevsimlerinde bazı özel şartlar yerine geldiği takdirde Güneş tutulması gerçekleşecektir. Yeniay

evresi sırasında yer merkezli ekliptik koordinat sisteminde Ay'la Güneş'in yermerkezli boylamları eşitlendiğinde, yani boylamsal kavuşum sırasında eğer Ay'ın yermerkezli enlemi 1.42° 'den küçükse tutulma gerçekleşir. Bu değer 1.42° ile 1.58° arasındaysa tutulma olasılığı vardır, fakat Ay merkezinin yermerkezli görünen enlemi 1.58° 'den büyükse tutulma hiç gerçekleşmez. Öte yandan boylamdaki kavuşum sırasında da Ay yörüngesinin düğümünün boylamıyla Güneş'in boylamı arasındaki fark 15.665° 'den küçükse tutulma gerçekleşecek, bu değer 17.375° 'den büyükse tutulma hiç gerçekleşmeyecek, eğer fark bu iki değer arasındaysa tutulmanın gerçekleşme olasılığı olacaktır.

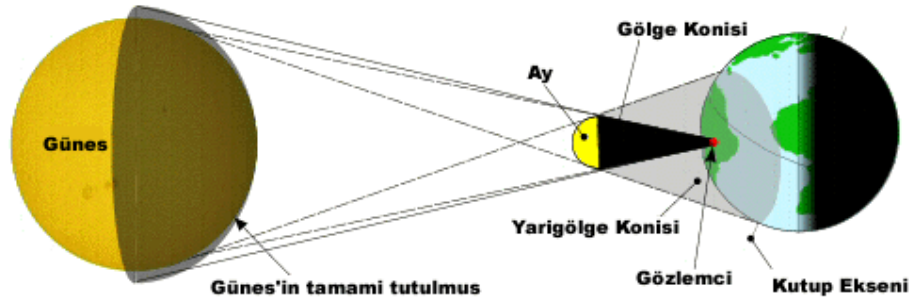
Her yıl kaç tutulma meydana geleceği, bunların hangi tip tutulma olacağı önceden



Bir takvim yılında görülebilecek en çok (7) tutulmanın olası tertibi

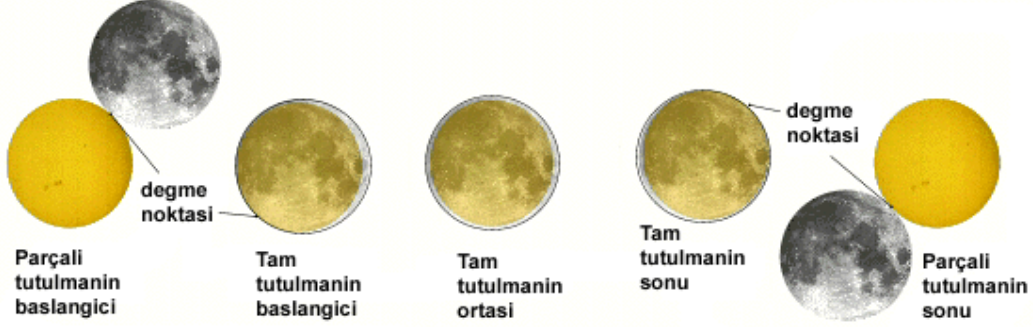
hesaplanabilmekte ve almanaklarda yayınlanmaktadır. Buna göre bir takvim yılında en çok 7 tutulma gerçekleşebilir, böyle bir durumda mutlaka 2 defa Güneş, 2 defa da Ay tutulması olmaktadır. Bazı yıllarda Güneş tutulmalarının sayısı 5'i bulabilmektedir. Bir takvim yılında görülebilecek maksimum 7 tutulmanın olası sıralanışı yandaki şekilde görülmektedir. Ay yörüngesinin presesyon hareketinden dolayı düğümler çizgisinin ekliptik üzerinde geriye doğru kaydığı bilinmektedir. **Saros** dönemi olarak isimlendirilen bu hareketin süresi 18.6 yıldır. Bir tutulmanın aynı şekilde tekrar meydana gelebilmesi için 6585.32 gün geçmesi gerekmektedir.

Güneş tutulması türleri : Tam Güneş Tutulması



Ay Güneş'ten yaklaşık 400 kere daha küçük, fakat bize Güneş'ten 400 kere daha yakın olduğundan gökyüzünde ikisi de aynı büyüklükte görülmektedir. Ay, Dünya çevresinde basıklığı az da olsa elips şeklinde olan bir yörüngede dolanmaktadır. Bundan dolayı Dünyaya olan uzaklığı her an değişmektedir. Eğer tutulma anında Ay Dünyaya yeteri kadar yakınsa, görünen büyüklüğü Güneş'in görünen büyüklüğünden daha fazla olduğundan Güneş diskinin tamamı örtülmekte ve tam tutulma meydana gelmektedir. Dünya Ay'la karşılaştırıldığında çok büyük olduğu için tam tutulma ancak gölgenin Dünya üzerine düştüğü yerlerden izlenmektedir. Gölge çapının büyüklüğü o sıradaki Dünya-Ay ve Güneş-Dünya uzaklıklarına bağlıdır. Bir tam tutulma sırasında bu çap en çok 268 km, halkalı tutulmada ise 375 km olabilmektedir. Ay'ın Dünya üzerine düşen yarı gölgesinin çapı 7000 km'dir, bu bölgelerden tutulma parçalı tutulma olarak görülecektir. Gölgenin Dünya üzerindeki hareketi sırasındaki hızı iki hareketin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bunlar Ay'ın Güneş'e göre olan hareketi ve Dünyanın kendi eksenini etrafındaki hareketleridir. Dünyadan bakıldığında Ay ve Güneş yıldızlara göre batıdan doğuya doğru gitmektedir, Ay Güneş'ten yaklaşık 13 kez daha hızlı ilerler. Eğer Dünya kendi eksenini etrafında dönmeseydi Ay'ın gölgesi Dünya üzerinde 1 km/s hızla hareket edecekti. Dünya da kendi eksenini etrafında batıdan doğuya doğru döndüğünden gölgenin Dünyaya göre hızı bu iki hareketin hızlarının farkına eşittir. Ekvatorda Dünyanın dönüş hızı 500m/s düzeyindedir. Buna göre hızların farkı da 500 m/s olur. Ekvatordan kutuplara doğru gidildikçe gölgenin Dünya üzerindeki hızı giderek artar ve kutuplarda tekrar

1 km/s değerine ulaşır. Buradan anlaşılacağı gibi tam güneş tutulmaları sırasında tam tutulma anı Dünya üzerinde hareket eden Ay gölgesinin geçtiği hat boyunca izlenebilmektedir ve bu hatta tam tutulma hattı denir. Tutulmaların süresi Ay'ın Dünyaya göre en uzak ve en yakın konumunda olmasına bağlıdır. Tutulma Ay en yakın konumda iken oluyorsa 5 saat 14 dakika, en uzak konumda iken oluyorsa 6 saat 15 dakika sürecektir. Tam tutulma anının ne kadar süreceği de tam tutulmanın Dünya üzerinde nereden izlendiğinin yanısıra Dünyanın Güneş'e, Ayın da Dünya'ya olan uzaklığına bağlıdır. Uygun şartlar yerine geldiğinde tam tutulma anı 7 dakikadan biraz daha fazla sürebilmektedir. Tam tutulma hattından bakıldığında tutulmanın evreleri aşağıdaki gibi görülür.

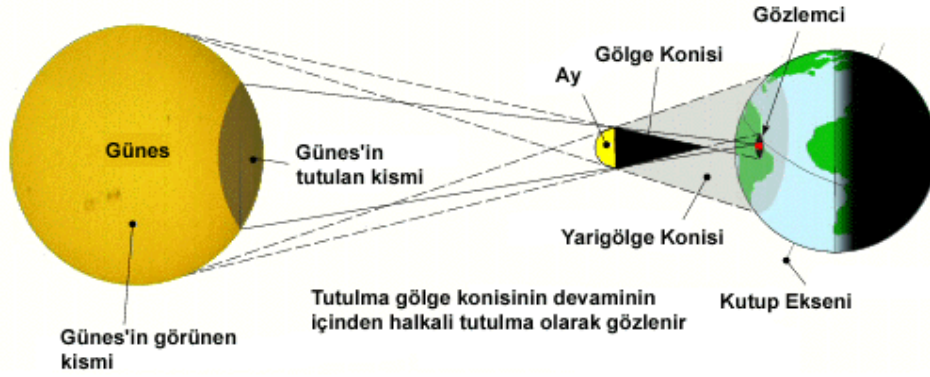


Tutulmanın farklı evreleri sırasında Ay tarafından örtülen Güneş'in daha iyi görülebilmesi için Ay görüntüsüne saydamlık verilmiştir. Tam tutulmanın ortasında Güneş diskinin tamamen örtülmesinin ardından aşağıdaki görüntü ortaya çıkmaktadır.

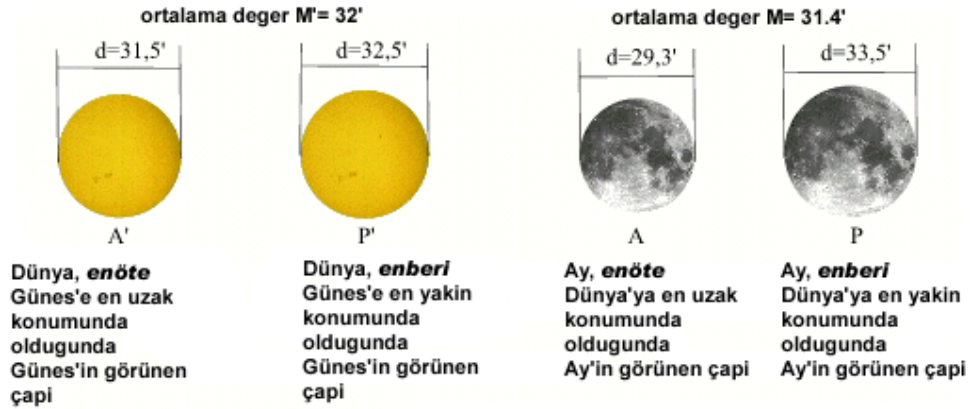


11 Ağustos 1999 tarihindeki tam güneş tutulmasının bu görüntüsü tutulma sırasında farklı poz süreleriyle elde edilen tutulma görüntüleri üst üste bindirilerek bir görüntü işleme programı yardımıyla bilgisayarda oluşturulmuştur. Tam tutulmanın bu görünümü o sırada sadece tam tutulma hattından görülen tam tutulma anındaki görüntüye çok yakındır.

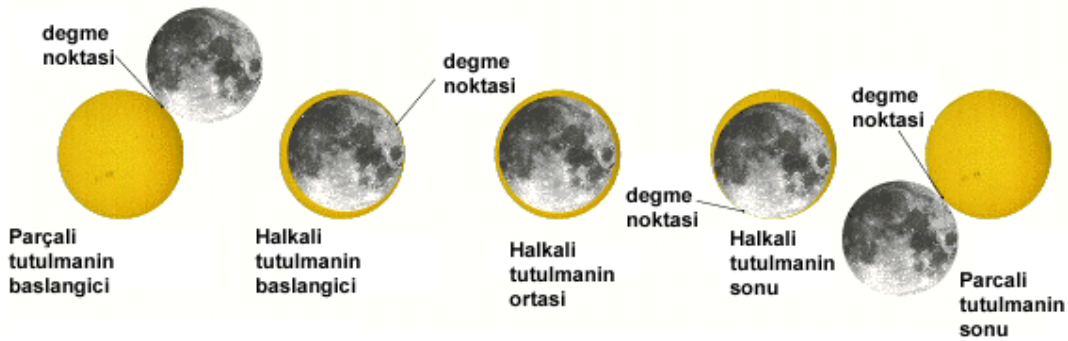
Halkalı Güneş tutulması



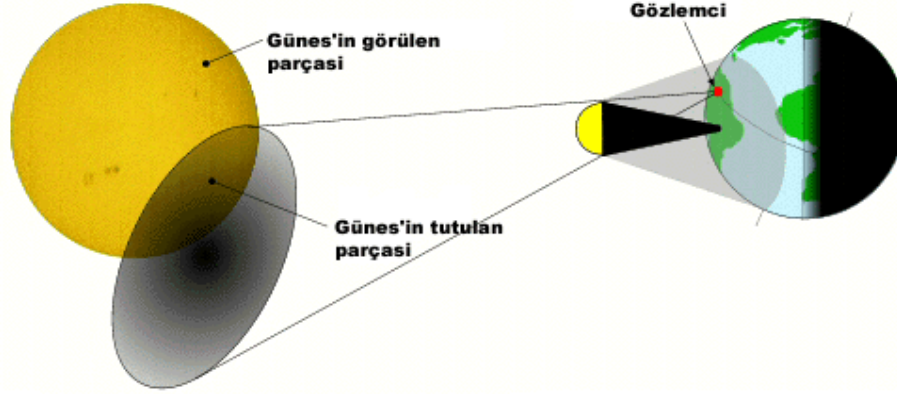
Örtülme Güneş'in görünen büyüklüğünün Ay'dan daha büyük olduğu zamana denk gelirse, şekilden görüldüğü gibi gölge konisinin devamının Dünya üzerine düştüğü yerlerden tutulma halkalı tutulma şeklinde görülmektedir. Güneş'in ve Ay'ın Dünyaya en uzak ve en yakın olduklarında görünen büyüklükleri yay dakikası cinsinden aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Bazı durumlarda tutulmanın başlangıcında Ay'ın görünen büyüklüğü Güneş'in görünen büyüklüğünden daha küçük olur. Tutulmanın ortasına doğru bunun tam tersi bir durum oluştuktan sonra tekrar başlangıçtaki duruma dönlür. Bu tür tutulmalara tam-halkalı (hybrid) güneş tutulmaları denir. Halkalı tutulmanın halkalı evresi en çok 12 dakika sürmektedir. Halkalı tutulma hattından izleyenler bu tür tutulmayı aşağıdaki evreleri ile görürler.



Parçalı Güneş tutulması



Tam gölge konisi veya uzantısının Dünya üzerine düşmediği durumlarda tutulmalar parçalı tutulma olarak görülmektedir. Tam veya halkalı tutulmalarda da gözlemci eğer yarıgölge konisinin düştüğü yerden tutulmayı gözliyorsa o da tutulmayı parçalı tutulma olarak gözleyecektir.

Güneş tutulmalarına tam tutulmaların *tam tutulma anı* dışında hiçbir şekilde çıplak gözle bakılmamalıdır. Güvenli gözlem için gerekli önlemler alınmadığında kalıcı göz hasarları ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bundan sonraki bölümde göz güvenliği için hangi önlemlerin alınması gerektiği özetlenmiştir.

Güneş tutulması gözlemlerinde alınması gereken önlemler

Güneş ışığı bir prizmadan geçirildiğinde bu ışığın mordan kırmızıya bir dizi farklı renkten meydana geldiği görülmektedir. Güneş ışınımı spektrumunun gözle görünen bölgesini bu renkler oluşturmaktadır. Mor rengin dalga boyu 400 nm (1 nanometre 1 milimetrenin milyonda biridir) kırmızının da 750 nm'dir. Güneş ışığının spektrumu yalnız görünen bölgeyle sınırlı değildir. Mor ötesi ve X ışınımına denk gelen daha kısa dalga boylarından kızıl ötesi ve radyo dalgalarına denk gelen daha uzun dalga boylarına kadar uzanmaktadır. Mor ötesi ışınımın dalga boyları 400 nm'den (görünen mor ışık), 15 nm'ye (X ışınımı) kadar yayılmaktadır. Mor ötesi ışınım aşağıdaki sınıflara ayrılmaktadır:

- UV C, 200 nm ve 280 nm dalga boyu aralığında olan bu çok zararlı ışınımı atmosfer geçirmemektedir,
- UV B, 280 nm ve 315 nm dalga boyu aralığında olan bu ışınım çok ciddi yaralara yol açabilmektedir,
- UV A, 315 nm ve 380 nm dalga boyu aralığında olan bu ışınım derinin bronzlaşmasına ve D vitamininin fotosentezine yaramaktadır.

Bu ışınımın hepsi çok güneşli bir günde göz sağlığı için zararlı olduğundan yaz aylarında çok kaliteli güneş gözlüğü kullanılması gerekmektedir.

Kızılötesi ışınımın dalga boyları 800 nm (gözle görülen kırmızı ışık) ile 1 mm (radyo dalgaları) arasında değişmektedir. Bu ışınımın taşıdıkları enerji sıcaklık olarak hissedilebilmektedir. Güneş ışığını bir yerde yoğunlaştırabilirsek çok yüksek sıcaklıklara ulaşabiliriz. Örneğin kağıt üzerinde bir mercekle yardımıyla odaklayacağımız güneş ışınımı kısa sürede kağıdın tutuşmasına yol açacaktır. Şimdi bu kağıt parçasının yerinde gözünüzün olduğunu düşününüz ! Hiç kimse bunu düşünmek bile istemeyecektir. Önceden özel güneş filtreleriyle donatılmamış mercekle ve ayna sistemli her türlü optik araçla (el dürbünü, teleskop, fotoğraf makinası) güneşe bakılması son derece sakıncalıdır. Aksi durumda bu

araçlar güneş ışığını gözünüzün içine odaklayabilmektedir. Hatta gözünüzde güneş gözlükleri de olsa uzun süre güneşe bakmamak gerekmektedir. Bu güneş gözlükleri çok kaliteliyse gözlerinizi ortamdaki mor ötesi ışımdan koruyacaktır ama Güneş'e doğrudan bakmaya kalkarsanız gözünüze gelen kızıl ötesi ışınımı hiçbir şekilde durduramayacaktır. Tutulmalar sırasında güneş diskinin % 99 'u örtülmüş olsa bile önlem alınmadan çıplak gözle Güneş'e bakıldığında güneş ışınımının zarar verdiği bilinmektedir.

Güneş tutulmaları sırasında hiçbir önlem almadan çıplak gözle Güneş'e bakabileceğimiz kısa süreli tek an tam tutulma anıdır.

Gerekli önlemleri almadan çıplak gözle Güneş'e bakarken gözbebeğimizde duyduğumuz acıyla başımızı çevirme güdüsü hayati önem taşımaktadır. Güneş tutulmaları sırasında kullanılacak kalitesiz bir filtre bu acıyı hissetmememize neden olabilmektedir. Böyle bir durumda göz dibinin acıya duyarlı olmaması nedeniyle kızıl ötesi ışınım gözümüzün retinasını hiç acı vermeden yakabilmektedir. Gözümüzde meydana gelebilecek hasarın onarılması olanaksızdır. Bir Güneş tutulmasını sağlıklı izleyebilmek için çok fazla önlem almak gerekmektedir. En eski yöntemlerden biri tutulmayı Güneş görüntüsünü bir ekrana düşürerek buradan izlemektir. Bunun için iki yaprak karton kağıttan yararlanılmalıdır; birincisine çok küçük bir delik delinip Güneş ışınımına dik doğrultuya yerleştirilmelidir. İkincisini de birinciden yeterli uzaklığa (yaklaşık yarım metre) yerleştirerek Güneş görüntüsü bu kağıdın üstüne düşürülmelidir.



Tutulmaları güvenli bir biçimde izleyebilmek için başka bir klasik yöntem de optik araçlardan (el dürbünü, dürbün, teleskop) yararlanarak güneşin görüntüsünü ekrana yansıtmaktır. Aşağıda görüntülerini gördüğünüz biçimde evlerdeki çift merceklili el dürbünlerinden yararlanılabilir. Bu yöntemle gözlem yaparken ikinci merceğin tamamen iptal edilmesine dikkat edilmelidir. Ayrıca çocukların dürbünden doğrudan bakmalarını önlemek için gerekli tüm önlemler alınmalıdır.



Tutulma gözlemlerinde güneş filtrelerinin kullanımı

Güneş gözlemi sırasında amatör ve profesyonel astronomların kullandığı çok çeşitli güneş filtreleri vardır. Bu filtrelerin, güneş ışığının şiddetini düşürmenin yanı sıra bu ışınımın gelen mor ötesi ve kızıl ötesi ışınımını da geçirmemek gibi iki temel görevi vardır. Bu filtrelerin yüzeyi alüminyum, krom veya gümüşten olmak üzere çok ince bir film tabakasıyla kaplanmaktadır. Bu metal tabaka kızıl ötesi ışınımın geçmesini engellemektedir. Bu filtrelerin yararlı olabilmesi için mutlaka teleskopların veya dürbünlerin objektiflerinin önüne yerleştirilmeleri gerekmektedir. Teleskopların objektiflerinin çapı büyüdükçe filtrelerin de çapı büyüyecek, fiyatları da ona göre artacaktır. Bazen teleskoplarla birlikte güneş filtresi olarak göz merceğinin arkasına koyulan filtreler satılmaktadır, **ancak bu tür filtrelerin kullanımı göz güvenliği bakımından son derece sakıncalıdır.** Teleskopun bütün merceği sistemini geçtikten sonra göz merceğinde odaklanan güneş ışınımı filtreyi ısıtarak kırılmasına neden olabilmektedir.

Daha ucuz bir güneş filtresi kullanmak için "Mylar" dan yapılmış bir filtre almak gerekmektedir. Mylar alüminyumdan yapılan çok ince metal bir yapraktır. Filtre gücü çok yüksektir, mor ötesi ve kızıl ötesi ışınımın geçmesine kesinlikle izin vermez. Işınım şiddetini

de çok yüksek oranda düşürmektedir. Tek olumsuz yönü çok ince olduğundan hasar görme olanağı çok yüksektir ve gerekli önlemler alınmazsa kaplama kısmı hemen çizilebilmektedir. Tabakalar halinde satılan Mylar'dan istenilen biçimde bir filtre yapmak için tabakaların katlanmamış olmasına dikkat etmek gerekmektedir. Alüminyum kaplı yüzeylerini koruyarak optik araçların önüne de yerleştirilebilmektedir. Güneş gözlüğü olarak üretilmiş olanlarını optik araçların önünde kullanmak sakıncalıdır.



Güneş tutulmalarını izlerken kullanılacak filtreler:

- Özel olarak imal edilmiş güneş filtreleri.
- Mylar filtreler.
- Kaynakçılarının kullandığı koruyucu cam gözlüklerin en kalın olanları.
- Emülsiyonunda metalik gümüş içeren önceden ışığa tutulup banyo edilmiş birkaç tabaka siyah beyaz film üst üste konularak elde edilen filtreler.

Bunların içinden en çok önerilebilecek olanlar birinci ve ikinci seçeneklerdir. Diğerleri kullanılabilir ancak her zaman risk olasılığı vardır.

Güneş tutulmalarını izlerken kesinlikle kullanılmaması gereken filtreler:

- Mum ışığına tutularak isle karartılan cam parçaları.
- Jelatinden yapılmış fotoğraf filtreleri.
- Işığı polarize eden filtreler.
- Eski röntgen filmleri.
- Emülsiyonunda gümüş içermeyen siyah beyaz filmlerle, bütün renkli filmler.
- Güneş gözlüğü camları.

Kaynaklar:

Patrick Rocher, Institut de mécanique céleste, Service des renseignements:

http://www.imcce.fr/fr/formation/cours/Cours_Rocher_Eclips/sommaire_soleil.php

Fred Espenak, NASA/Goddard Space Flight Center:

<http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/solar.html>

Exploratorium, Ron Hipschman

<http://www.exploratorium.edu/eclipse/how.html>