

11 Ağustos 1999...

Dünya Ay'ın Gölgesinde

Tam

Güneş

Tutulması





Bu günlerde pek çok kişi heyecanla 11 Ağustos'u bekliyor. Çünkü, o gün, en ilginç gök olaylarından birine tanık olacağız. Ay, Güneş'i yavaşça örtecek. Gün ortasında hava kararacak, yıldızlar belirecek. Bu bir tam Güneş tutulması. Bu, bin yılın son tam Güneş tutulması. Üstelik, bu tutulmanın en iyi gözlenebileceği ülkeler arasında Türkiye başta geliyor. Pek çok kişi, yaşamı süresince ancak bir kez tanık olur tam Güneş tutulmasına. Çünkü, Güneş tutulmaları, en iyi olasılıkla altı ayda bir gerçekleşir. Bunların çoğu da tam tutulma değildir. Ayrıca, bu tutulmalar Dünya üzerinde dar bir hatta gözlenebilirler. Bu nedenle, bir Güneş tutulmasının yakınımızda gerçekleşmesi düşük bir olasılıktır. Güneş Sistemi'nde, gezegenler de uyduları da, hemen hemen aynı düzlemde dolanırlar. Tutulmalar da bu nedenle oluşur. Tutulma, en yalın tanımıyla, bir gök cisminin ötekinden gelen ışığı kesmesidir. Dünya, Ay'la Güneş'in arasına girdiğinde, Ay'a ulaşan Güneş ışığını keser. Yani Ay, Dünya'nın gölgesinde kalır ve Ay tutulması oluşur. Ay, Dünya'yla Güneş arasına girdiğinde de Ay'ın gölgesi Dünya'nın üzerine düşer. Böylece, bu gölgenin düştüğü yerde Güneş tutulması olur. Ay tutulmaları, Ay dolunay evresindeyken, Güneş tutulmalarıysa Ay yeniay evresindeyken oluşabilir.

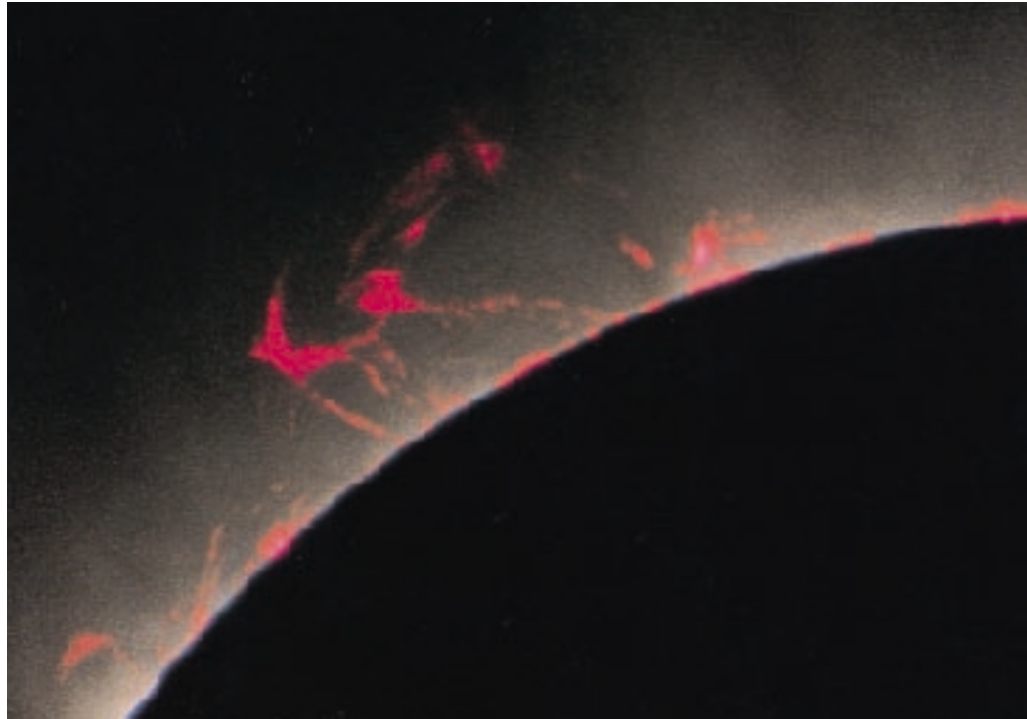
DÜNYA çevresindeki bir turunu yaklaşık bir ayda tamamlar Ay. Bu turu sırasında, bir kez yeniay evresinde, bir kez de dolunay evresinde bulunur. Yani Ay, ayda bir kez Güneş'le Dünya'nın arasından geçer. Benzer biçimde Dünya da ayda bir kez, Ay'la Güneş'in arasına girer. Eğer, Ay'ın yörünge düzlemi Dünya'ninkine göre biraz eğik (yaklaşık 5°) olmasaydı, ayda bir Ay tutulması, bir de Güneş tutulması olması gerekirdi. Ay genellikle tam Dünya ve Güneş arasından değil, azıcık altından ya da üzerinden geçer. Bazen de Ay'ın ya da Güneş'in yalnızca bir bölümü tutulur. Buna parçalı tutulma denir.

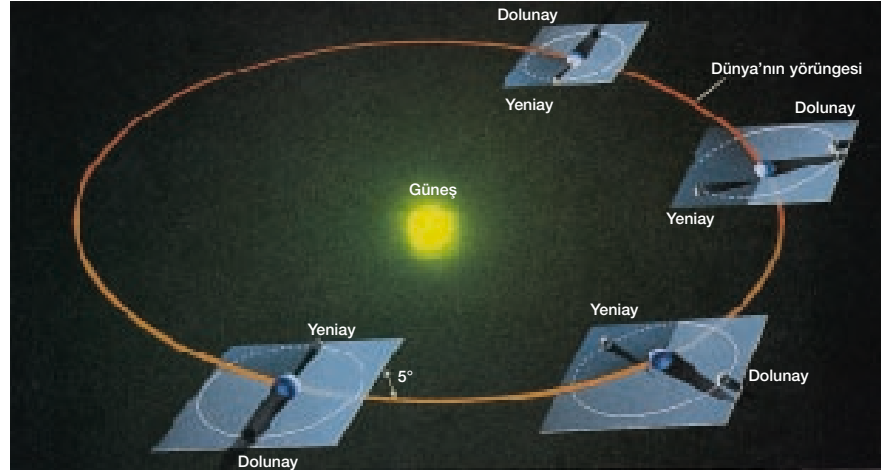
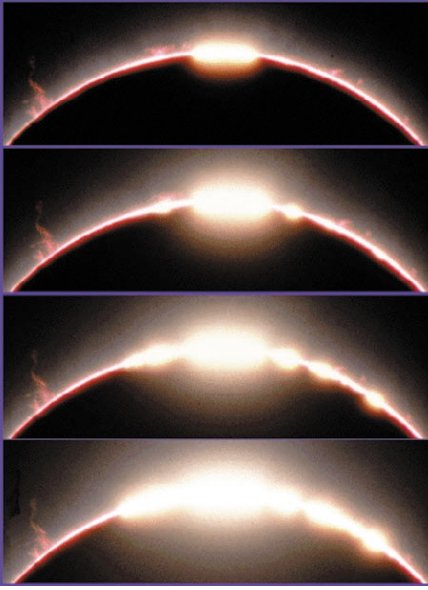
Ay ve Güneş, gökyüzünde hemen hemen aynı büyüklükte görünür. Aslında, Güneş'in çapı Ay'inkinin 400 katıdır. Böyleyken, bize aynı oranda, yani 400 kez uzak olduğundan aynı büyüklükte görünürler. Bu nedenle, bazen Ay, Güneş'i tümüyle örtebilir. Sadece Güneş'in korona ya da taç adı verilen atmosferi görünür. Bu, amatör gökbilimcileri için olduğu kadar, bilim adamları için de büyük önem taşır. Çünkü, Güneş'in parlak ışığından dolayı, çok daha sönük olan bu katmanı görmek olası değildir. Bu nedenle, tam Güneş tutulmaları, taçı incelemek is-

teyen bilim adamları için kaçırılmayacak bir fırsattır.

Her ne kadar bakarak ayırt edemesek de, gerçekte Ay'ın görünür büyüklüğü biraz değişir. Bunun nedeni, Ay'ın yörüngesinin tam bir daire biçiminde olmamasıdır. Ay'ın Dünya'ya uzaklığı 356 000 km ile 406 000 km arasında değişir. Bir Güneş tutulmasında bu değişim kolayca fark edilir. Ay, Dünya'ya yakın konumda bulunduğu sırada, görünür büyüklüğü, Güneş'inkinden biraz fazladır. Bu durumda bir Güneş tutulması meydana gelirse, tutulma tam olur. Yani, Güneş'in tümü örtülür, yalnızca taç görülür. Tutulma, Ay'ın Dünya'ya uzak olduğu sırada meydana gelirse, Ay, Güneş'in tümünü örtemez. Güneş, Ay tam ortasındayken, halka biçiminde görünür. Buna halkalı Güneş tutulması denir. Halkalı tutulmalarda da halkanın parlaklığından taç katmanını göremeyiz.

Tam Güneş tutulması sırasında, Ay'ın gölgesi, yeryüzünde dar bir şerit boyunca ilerler. Bu şeridin genişliği, en fazla 272 km olabilir. Buna, tam tutulma hattı denir. Ay'ın gölgesi, tam tutulma hattı boyunca, çok büyük bir hızla (saatte yaklaşık 3000 km) ilerler. Eğer, tutulmayı yüksekçe bir yerden izlersek, gölgeyi yaklaşırken ve uzaklaşırken görebiliriz. Tutulma hattı dı-





Ay'ın yörünge düzlemi Dünya'ninkine göre biraz eğiktir (yaklaşık 5°). Böyle olmasaydı, ayda bir Ay tutulması, bir de Güneş tutulması olması gerekirdi. Ay genellikle tam Dünya ve Güneş arasından değil, azıcık altından ya da üzerinden geçer. Bazen de Ay ya da Güneş'in sadece bir bölümü tutulur. Buna parçalı tutulma denir.

şında kalan bölgelerde tutulma ancak parçalı olarak görülebilir.

Güneş tutulmalarında, Ay, Güneş'i bir kenarından örtmeye başlar. Buna "ilk temas" ya da "parçalı tutulmanın başlangıcı" denir. Ay, giderek Güneş'i daha fazla örter ve bir süre sonra Güneş, hilâl biçimini alır. Eğer, bu bir tam tutulmaysa, ikinci temasa çok yaklaşıldığında, ışık kürenin son ışıkları bize ulaşır. Bu ışık, karanlık diskin kenarında tıpkı bir elmas gibi ışırdar. Bu nedenle, bu parlamaya "elmas halkası" denir. Elmas halkası, tam tutulmanın başlangıcından he-

men önce ve bitişinden hemen sonra gözlenebilir.

İlk temastan yaklaşık bir saat yirmi dakika sonra tam ya da halkalı tutulma başlar. Buna "ikinci temas" da denir. Tam tutulma sırasında Güneş tümüyle örtülür. Artık, ışık kürenin ışınları bize doğrudan ulaşamaz. Taç da çok sönük olduğundan Güneş filtresiyle hiçbir şey göremeyiz. Artık, Güneş'e (daha doğrusu Ay'ın örttüğü Güneş'e) çıplak gözle bakmak yeterince güvenlidir. Tam tutulma başladığında, taç katmanını birdenbire görünür hale gelir. Sıcaklığı yaklaşık 2 milyon dereceyi bulan

taç, gökyüzünü yaklaşık dolunayın aydınlatığı kadar aydınlatır. Yani, tutulma sırasında, hava gece olduğu kadar olmasa da kararır. Çevremize baktığımızda, ufku aydınlık olduğunu görürüz. Tam tutulma sırasında, parlak yıldızları ve gezegenleri de görebiliriz. Bir tam Güneş tutulması, en fazla 7 dakika 31 saniye sürebilir.

Tam tutulma sırasında, bitkiler ve hayvanlar, akşam olunca verdikleri tepkileri verirler. Bazı çiçekli bitkiler çiçeklerini kapatır; kuşlar şarkılarını kesip uykuya çekilirler. Elbette ki, birkaç dakika sonra hava yeniden ay-

Güneş

Gündüzleri gördüğümüz tek yıldızdır Güneş. Aslında, bizim yıldızımızın Samanyolu gökadamızdaki milyarlarca yıldız arasında, bize yakın olması dışında bir özelliği yoktur. Ancak, bizim için çok büyük önemi var. Güneş, gezegen sistemimizi yönetir; Dünya'da yaşamın oluşması ve sürmesi onun sayesinde.

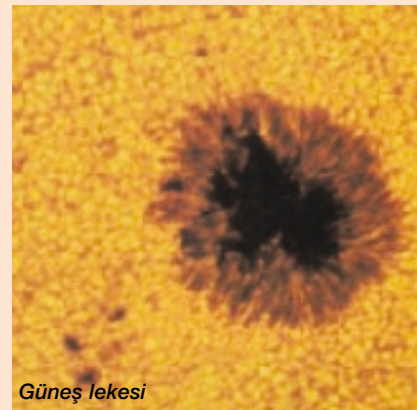
1930'lu yıllara değin, bir yıldızın nasıl parladığı bilinmiyordu. Ancak, bilinen bir şey vardı ki, bizim yıldızımız, en azından Dünya'nın yaşında, yani 4,5 milyar yaşında olmalıydı. Güneş'in bu kadar uzun süredir bunca enerjiyi nasıl çıkardığı ancak nükleer tepkimelerin anlaşılmasından sonra keşfedildi.

Güneş, kütleçekimi sayesinde boşlukta dağılmadan duran, kendi kendine oluşmuş bir "nükleer reaktör"dür. Tepkimeler, büyük oranda hidrojenin oluşan Güneş'in çok sıcak, yaklaşık 15 milyon derece sıcaklıktaki merkezinde gerçekleşir. Buradaki sıcaklık ve basınç, iki hidrojen atomu çekirdeğini kaynaştırarak, bir helyum çekirdeğine dönüştürebilecek düzeydedir.

Hidrojenin helyuma dönüştüğü tepkimelere "termonükleer tepkime" denir. Termonükleer tepkimelerde, yan ürün olarak büyük miktarda enerji ortaya çıkar. İşte Güneş bu enerji saye-

sinde parlar. Güneş, hem mekanik, hem de ısı bakımından dengededir. Mekanik denge, kütleçekiminin gaz basıncıyla dengelenmesiyle oluşur. Hidrostatik denge olarak da bilinen bu denge durumundaki yıldız ne kütleçekimi etkisiyle çöker ne de gaz basıncı etkisiyle genişler. Bu iki kuvvet birbirini dengeler.

Isıl dengeyse, en yalın tanımıyla, yıldızın parlamayı sürdürmesidir. Yıldızın merkezinde ortaya çıkan enerji, yıldızdan dışarı yayılan enerjiye eşittir. Yani yıldızın her bir katmanının sıcaklığı değişmez, ne yükselir ne de düşer.



Güneş lekesi

Güneş'in dış katmanlarından söz ederken, "yüzey" ve "atmosfer" terimlerini kullanılır. Aslında, Güneş'in bir yüzeyi olamaz; çünkü yapısı gazdır. Ancak, Güneş'in görünen katmanı olan ışık kürenin altındaki katmanları göremeyiz. Bu nedenle, ışık küre için yüzey terimi de kullanılır. Işıkküre, yaklaşık 5500°C sıcaklıktadır. Işıkkürenin üzerinde iki katman daha vardır. Bunlar, renkküre ve taçtır. Bu katmanları, ışık kürenin parlaklığı nedeniyle normal koşullarda göremeyiz. Renkküre, birtakım filtreler yardımıyla gözlenebilir. Ancak, ondan çok daha sönük olan ve hakkında pek de fazla bir şey bilmediğimiz taç katmanı, ancak tam Güneş tutulmalarında gözlenebilir.

Ay, ışık küre'yi tümüyle örttüğünde, renkküre ve taç ortaya çıkar. Renkküre, ışık kürenin üzerinde, gaz fıskıralarının gerçekleştiği katmandır. Taç tabakasıysa, belirgin bir biçime sahip değildir. Güneş'in yüzeyinden dışarıya, birkaç milyon km uzaklara uzanan ve ışık kürenin sadece milyonda biri parlaklığa sahip olan bir katmandır.

Güneş'in ışık küre katmanında manyetik alanın neden olduğu çalkantılar nedeniyle meydana gelen görece soğuk bölgelere güneş lekeleri denir. Bu bölgelerin sıcaklığı 4000-4500°C civarındadır. Bir Güneş filtresi yardımıyla yapılan Güneş gözlemlerinde bu lekeler kolayca fark edilir.

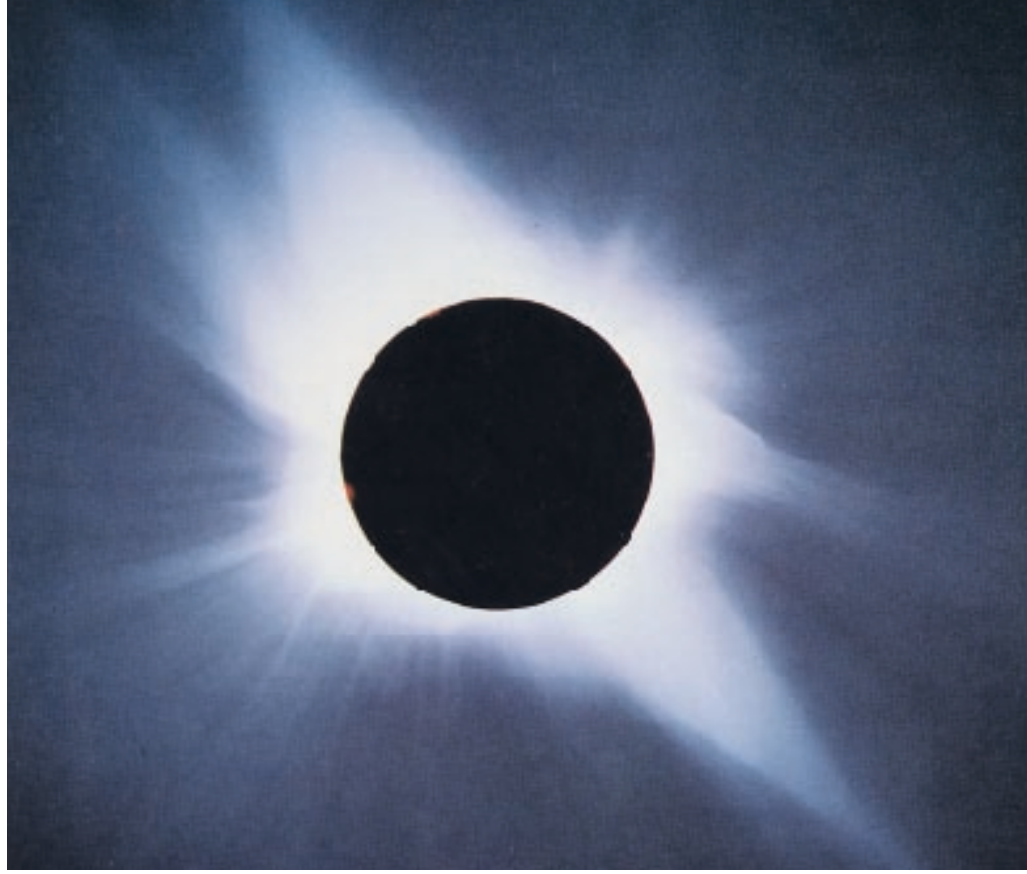
dınlanmaya başlar. Bu da onlar için epeyce şaşırtıcı olsa gerek.

Tam tutulma, üçüncü temasla sona erer. Güneş, Ay'ın arkasından çıkmaya başladığında elmas halkası yeniden oluşur. Artık, çıplak gözle bakmak güvenli değildir. Gökyüzü birdenbire aydınlanır. Ay, Güneş'in önünden yavaşça çekilir. Dördüncü temasla tutulma sona erer.

En İyi Nereden Gözlenecek?

Türkiye saatiyle 11:30'da Atlantik Okyanusu'nda başlayacak olan tam tutulma, İngiltere'nin güneyinde karaya ayak bastıktan sonra, Avrupa'da sırasıyla Fransa, Almanya, Avusturya, Macaristan ve Romanya'yı geçerek Karadeniz'e ulaşacak. Tam tutulmanın uzun süre gözlenebileceği ülke Romanya. Romanya'da tam tutulma 2 dakika 23 saniye sürecek.

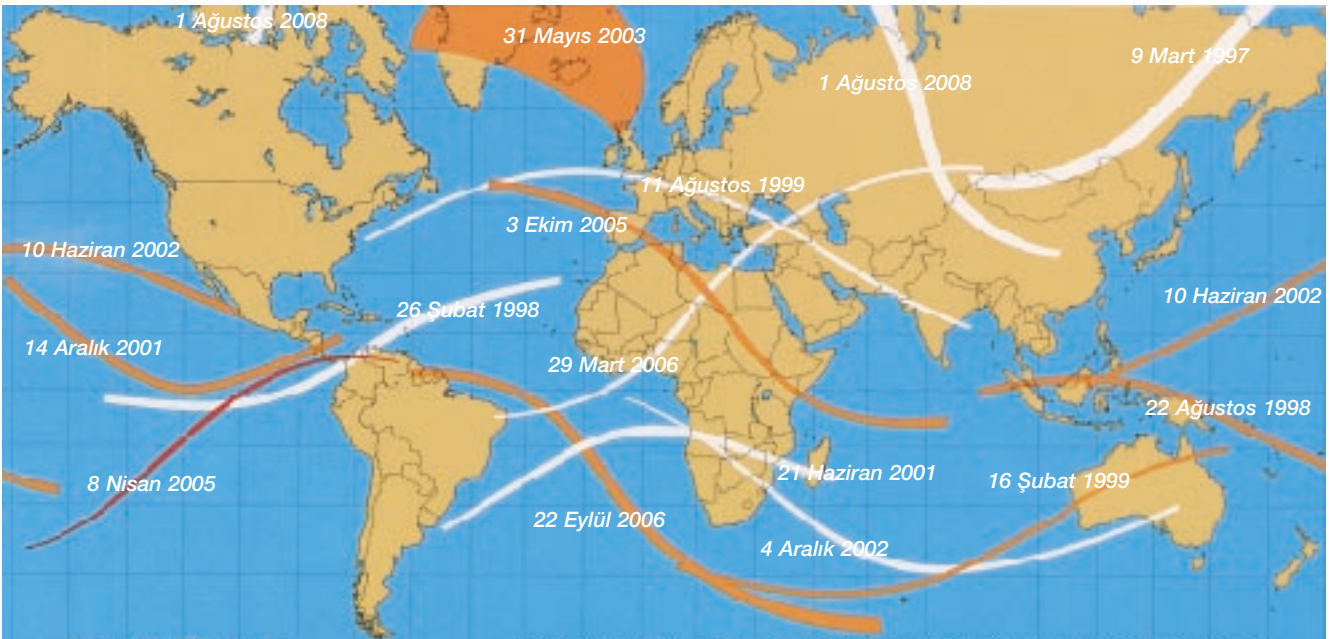
Tam tutulma Türkiye'de ilk olarak saat 14:21'de Cide'de gözlenecek ve 2 dakika 18 saniye sürecek. Tam tutulma, Cizre'ye kadar uzanan 110 km genişliğinde bir şerit üzerinde ilerleyecek ve Türkiye'yi terk ederken süresi yaklaşık iki dakikaya düşecek. Tam Güneş tutulmasını görmek için, tam tutulma şeridi üzerinde bulunmak ge-



rekiyor. Tutulma, parçalı tutulmanın başlangıcından bitişine kadar, yaklaşık iki saat kırk beş dakika sürecek.

Peki, tutulma bu şerit üzerindeki hangi noktada en iyi gözlenecek? Bu soruya yanıt vermeden önce, göz önünde bulundurulması gereken iki etken var. Tam tutulma süresi ve daha önemlisi bulutluluk. Örneğin, tutulma Cide'de 2 dakika 18 saniye gözlenebilecekken, Cizre'de bu süre iki dakikaya düşüyor. Güneydoğuya ilerledikçe

tutulma süresinin biraz azalmasına karşılık, kuzeybatıda havanın bulutlu olma olasılığı, güneydoğuya oranla daha yüksek. Kuşkusuz, gözlem için en önemli koşul havanın bulutsuz olmasıdır. Bu nedenle, Güneş'in tutulma sırasında bir bulutun arkasında kalma olasılığını en aza indirmek için Güneydoğu Anadolu Bölgesi tercih edilebilir. Ancak, tutulmadan bir gün önce edinecek hava tahmin raporu çok daha güvenilir bir gözlem yeri seçilmesinde



1998-2008 yılları arasındaki Güneş tutulmaları. Tüm Güneş tutulmalarının %35'i sadece parçalı, %32'si halkalı, %28'i tam, %5'i halkalı tam (halkalı başlayarak tam tutulmaya, sonra tekrar halkalı tutulmaya dönüşen tutulma) olur. Turuncu bantlar halkalı tutulmaları, beyaz bantlar tam tutulmaları, kırmızı bantlar halkalı tam tutulmaları gösteriyor. On yıllık dönemde oluşan Güneş tutulmalarının sayısı 8. Türkiye, bu tutulmalardan ikisinin en iyi gözlenebileceği ülkeler arasında yer alıyor. 29 Mart 2006'da olacak tam tutulma, ülkemizde, Antalya'dan Trabzon'a uzanan bir şerit üzerinde izlenebilecek. Ancak, martta Güneş'in bir bulutun arkasında kalma olasılığı yüksek.



Tam Güneş tutulmalarında, tam tutulma anına çok yakınlaşıldığında, ışık kürenin son ışıkları bize ulaşır. Bu ışık, karanlık diskin kenarında tıpkı bir elmas gibi ışıldar. Bu nedenle, bu parlamaya "elmas halkası" denir. Elmas halkası, tam tutulmanın başlangıcından hemen önce ve bitişinden hemen sonra gözlenebilir. Tam tutulma sırasında, taç katmanından daha parlak olan renkküre de belirgin hale gelir. Burada, Güneş yüzeyinin etkinliğine bağlı olarak Güneş parlamaları olabilir.



bize yardımcı olacaktır. İstatistiklere bakıldığında, Ağustos ayında Türkiye'deki bulutluluk oranı, Avrupa'dakine oranla çok daha düşük. Bu nedenle, tutulmayı izlemek isteyen pek çok kişi Türkiye'yi tercih ediyor.

Tam tutulma, tam tutulma şeridinin merkezinde en uzun sürer. Şeridin kenarlarına yaklaştıkça bu süre kısalır. Bu nedenle, şerit üzerinde merkez çizgisinde bulunursak tutulmayı şeridin o kesitinde en uzun süre gözleyebiliriz. Şeridin kenarını geçtikten sonraysa artık tam tutulma değil parçalı tutulma gözlenebilir. Tam tutulma sınırı dışında kalan bölgelerde, Güneş ince bir hilâl biçiminde görünür. Örneğin, Ankara'da, Güneş'in yaklaşık %97'si, İstanbul'daysa %95'i örtülecek. Yani, Güneş ince bir hilâl biçiminde görünecek. Parçalı tutulma sırasında, ağaçların yaprakları arasından yere sızan ışıklar da hilâl biçimini alır.

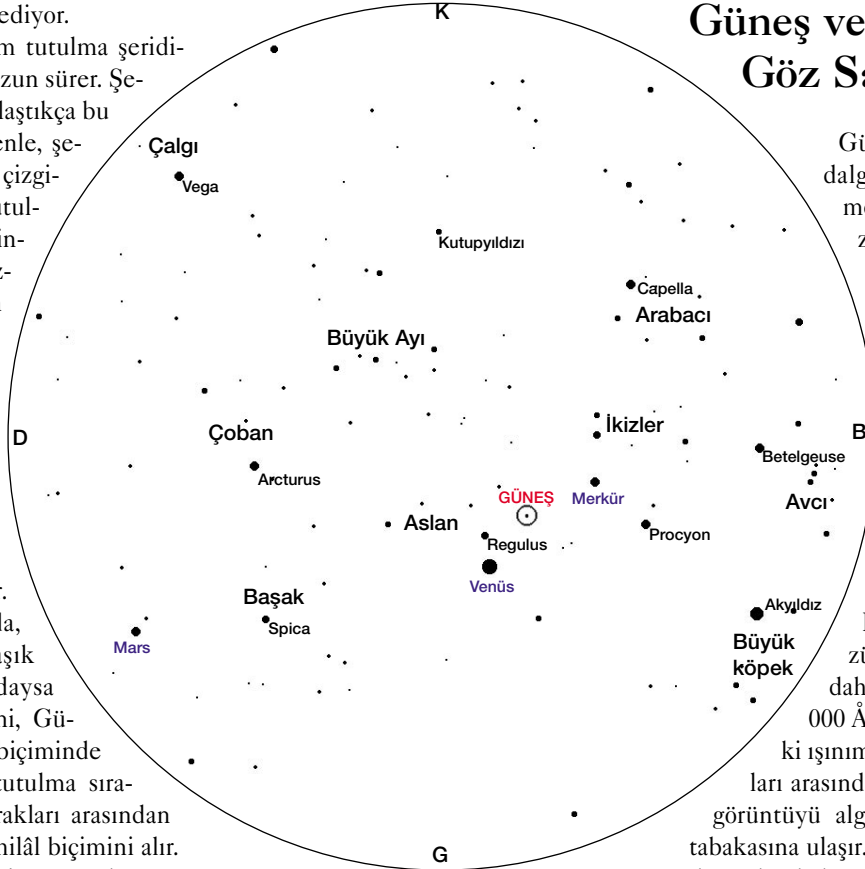
Tam Güneş tutulması, pek çoğumuz için, yaşam boyu belki de bir kez karşılaşıcağımız bir gök olayı. İnsanla-

rın sadece binde birinin bir tam Güneş tutulmasına tanık olduğu tahmin ediliyor. Pek çok amatör gökbilimci ve bilim adamı, tutulmaları izlemek için

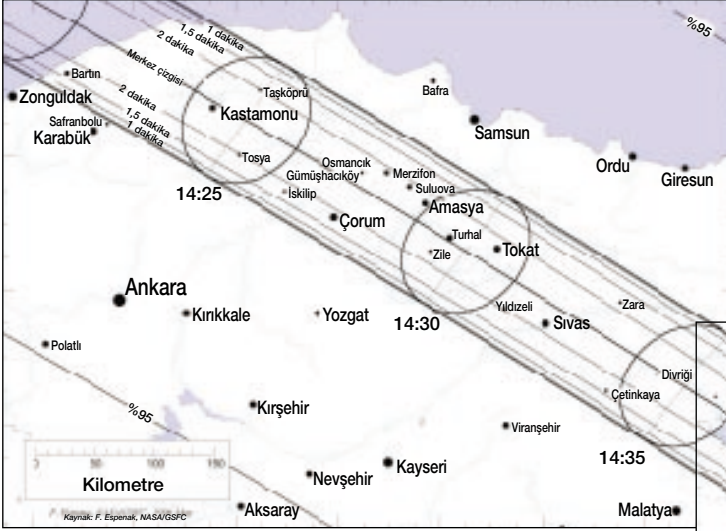
Dünya'nın dört bir yanına gidiyor. Hatta, okyanuslarda gerçekleşen tutulmaları gözlemek için gemi gezileri bile düzenleniyor.

Güneş ve Göz Sağlığımız

Güneş'in ışınımı, belli dalgaboyu aralığında atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır. Bu aralık 2900 Å (Angstrom 10⁻¹⁰m) dalgaboyundaki morötesi ışınım bölgesinden, radyo ışınımı bölgesine kadar uzanan geniş bir tayftır. Gözümüz, bu tayfta ancak 3800 ile 7800 Å arasındaki dalgaboylarını algılayabilir. Bununla birlikte, gözümüz, algıladığı tayfın daha genişini, 3800 ile 14000 Å dalgaboyları arasındaki ışınımı geçirir. Bu dalgaboyları arasındaki ışınım gözümüzün görüntüyü algılamasını sağlayan ağ tabakasına ulaşır. Güneş'in ışınımı, ona doğrudan bakamayacağımız kadar güçlüdür. Çok kısa süreli de olsa ona baktığımızda ciddi bir rahatsızlık duyarız.

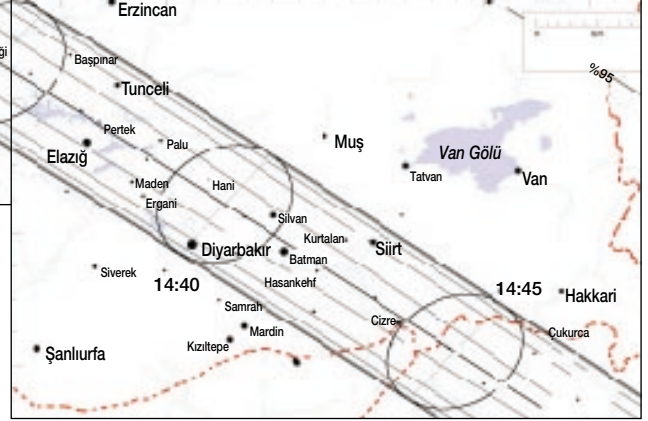


11 Ağustos'ta tam tutulma anında gökyüzü. Tutulma sırasında, parlak yıldızlar ve gezegenler gözlenebilecek.



Bazı yerleşim yerlerinde tutulma saatleri (PTB: Parçalı tutulmanın başlangıcı, TTB: Tam tutulmanın başlangıcı, TTS: Tam tutulmanın sonu, PTS: Parçalı tutulmanın sonu.)

	PTB	TTB	TTS	PTS
Bartın	12:55:31	14:20:42	14:22:23	15:41:28
Kastamonu	12:58:37	14:23:12	14:25:29	15:43:36
Çorum	13:01:48	14:26:36	14:28:28	15:46:22
Amasya	13:03:28	14:27:43	14:29:53	15:47:08
Tokat	13:05:16	14:29:23	14:31:33	15:48:29
Sivas	13:06:51	14:31:04	14:33:11	15:49:59
Elazığ	13:12:23	14:36:14	14:38:18	15:54:02
Diyarbakır	13:15:33	14:39:23	14:40:43	15:56:19
Batman	13:17:22	14:40:21	14:42:28	15:57:12
Cizre	13:20:13	14:42:49	14:44:55	15:59:03



Tam tutulma Türkiye'de ilk olarak saat 14:21'de Cide'de gözlenecek ve 2 dakika 18 saniye sürecek. Tam tutulma, Cizre'ye kadar uzanan 110 km genişliğinde bir şerit üzerinde ilerleyecek ve Türkiye'yi terk ederken süresi yaklaşık iki dakikaya düşecek. Tam Güneş tutulmasını görmek için, tam tutulma şeridi üzerinde bulunmak gerekiyor. Tutulma, parçalı tutulmanın başlangıcından bitişine kadar, yaklaşık iki saat kırk beş dakika sürecek.

Göz merceği, baktığımız bir cisimden gelen ışınımı ağ tabakası üzerinde odaklar. Bu sayede beynimizde bu cismin bir görüntüsünü oluşturabiliriz. Benzer olarak, Güneş'e baktığımızda, onun görüntüsü ağ tabakası üzerinde odaklanır. Bu güçlü ışınım, ağ tabakasının bu bölümünün yanmasına ve görme yeteneğimizin kaybına yol açabilir. Güneş'e, parçalı tutulma halinde olsa bile doğrudan bakılmamalıdır. Güneş'in ışınımı çok güçlüdür. Bu yüzden, kısa süreli de olsa ona doğrudan bakmak gözümüzün zarar görmesine yol açabilir. Güneş % 99 oranında örtülmüş olduğunda, hava, alacakaranlık olur. Bu durumda bile, Güneş'in ışınımı göze zarar verecek derecede güçlüdür. Bu nedenle, Güneş gözlemleri için birtakım önlemler almak gerekir.

Güneş gözlemleri için başlıca iki yöntemden yararlanılır. Bunlardan birincisi, Güneş'ten gelen ışınımı büyük oranda soğuran filtreler kullanmaktır. Güneş gözlemleri için tasarlanmış filtreler, yalnızca Güneş'in görünür ışınımını değil, aynı zamanda gözümüzün algılayamadığı ama ona zararlı morötesi ve kızılötesi ışınımı da soğurur. Özel hazırlanmış filtreler dışında, koyu renkli saydamlar da görünmeyen ışığı geçirebilir. Bu saydamlar, görünür ışığı büyük oranda geçirmeyerek rahat bir görüş sağlayabilir; ancak, bu onların

zararlı ışınımı geçirmediği anlamına gelmez. Kullandığımız filtrelerin yıpranmamış olmasına da dikkat etmeliyiz. Ayrıca, bu filtrelerle Güneş'e uzun süre aralıksız bakmamalıyız.

Güneş gözlemleri için sıkça kullanılan filtrelerden biri isli camdır. Özenle hazırlanmış isli cam, iyi koruma sağlasa da hem camı düzgün biçimde islemenin zorluğu, hem de is tabakasının çok kolay silinebilir oluşu nedeniyle kullanılması önerilmiyor.

Güneş gözlemleri için, ikinci, belki de en güvenli yöntem, bir kartona açılmış küçük bir delikten Güneş'in görüntüsünü düzgün, beyaz bir yüzeye, örneğin bir kâğıda düşürmektir. Böylece, hem Güneş'e doğrudan bakmamış oluruz; hem de onun büyücek bir

görüntüsünü elde ederiz. Bir Güneş göstericisi yapmak için, uzunca bir karton kutudan yararlanabilirsiniz. Kutunun bir ucuna açacağınız bir delikten, öteki ucuna yerleştireceğiniz beyaz bir kağıda Güneş'in görüntüsünü düşürebilirsiniz. Kutunun kapağına açacağınız bir pencereden Güneş'in görüntüsünü görebilirsiniz. Delik yerine, dürbün ya da teleskoptan gelen ışığı düzgün, beyaz bir yüzeye düşürürsek daha iyi sonuç alırız. Ancak, gözümüzde filtre olsa bile, Güneş'e dürbün ya da teleskopla bakmamalıyız. Bu filtreler çıplak göz için tasarlanmıştır. Dürbün ya da teleskoptan gelen güçlü ışığı kesmekte yetersiz kalırlar. Dürbün ya da teleskopla Güneş gözlemi yapmak için, bu iş için tasarlanmış, aygıtın önüne yerleştirilen filtreler kullanılmalıdır. Pek çok amatör gökbilimci, Güneş tutulmalarını izlemenin en iyi yolunun sadece bir filtre yardımıyla yapılan gözlem olduğunda birleşiyor. Yaklaşık iki dakika sürecek tam tutulma sırasında, yani Güneş tam olarak örtüldüğündeyse, taç katmanını görebilmek için, ona çıplak gözle bakmak güvenlidir.

Alp Akoğlu



Kaynaklar
 Chou, B.R., Solar Filter Safety,
<http://pegasus.skypub.com/eclipses/safety.html>
 Ressmeyer, R. H., The Great Eclipse, National Geographic,
 Mayıs 1992
 NASA Tutulma İnternet Sayfaları: <http://eclipse99.nasa.gov>,
<http://umbra.nascom.nasa.gov>