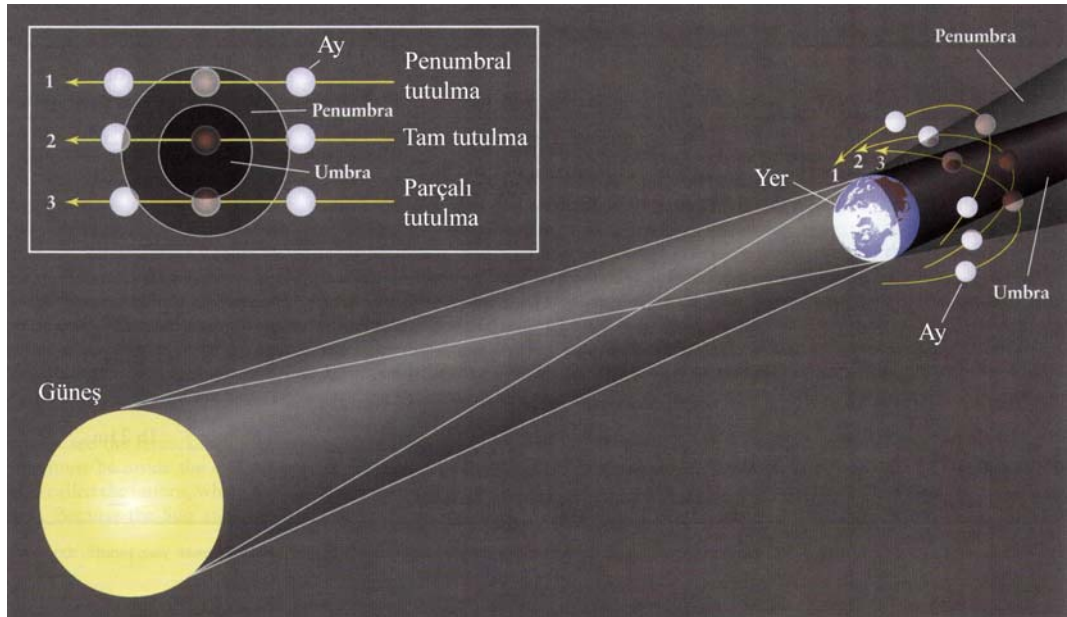


## AY TUTULMASI

Bir Ay tutulmasının genel karakteri, Ay'ın, Yer gölge konisi içinden geçiş yoluna bağlıdır. Şekil 16'dan da görüleceği gibi Yer'in gölge konisinin belirgin iki bölümünün var olduğunu görmüştük (tamgölge ve yarıgölge). Buna göre Ay tutulmalarının türleri, Şekil 16'nın sol üst tarafında gösterildiği gibi 3 ayrı durum ile ortaya çıkmaktadır. Ay, Yer gölgesinin yalnızca yarıgölge (penumbra) bölgesinden geçiş yaptığında (şekilde 1 ile numaralandırılan geçiş) bir "*penumbral Ay tutulması*" gerçekleşecektir. Penumbral tutulma boyunca, Yer, Güneş ışınlarının sadece bir kısmını engellediğinden, Ay'ın görünen yüzeyi tamamen kararmayacaktır. Ancak olağan dolunay evresindeki parlaklığından daha düşük bir parlaklıkta görülecektir. Ay'ın tamgölge (umbra) bölgesine tamamen girmesi halinde (şekilde 2 ile numaralandırılan geçiş) Ay yüzeyi hiç Güneş ışığı alamayacaktır ve bir "*tam Ay tutulması*" oluşacaktır. Ay'ın yalnızca belirli bir kısmının tamgölge bölgesi içinden geçmesi halinde ise (şekilde 3 ile numaralandırılan geçiş) bir "*parçalı Ay tutulması*" meydana gelecektir.



Şekil 16



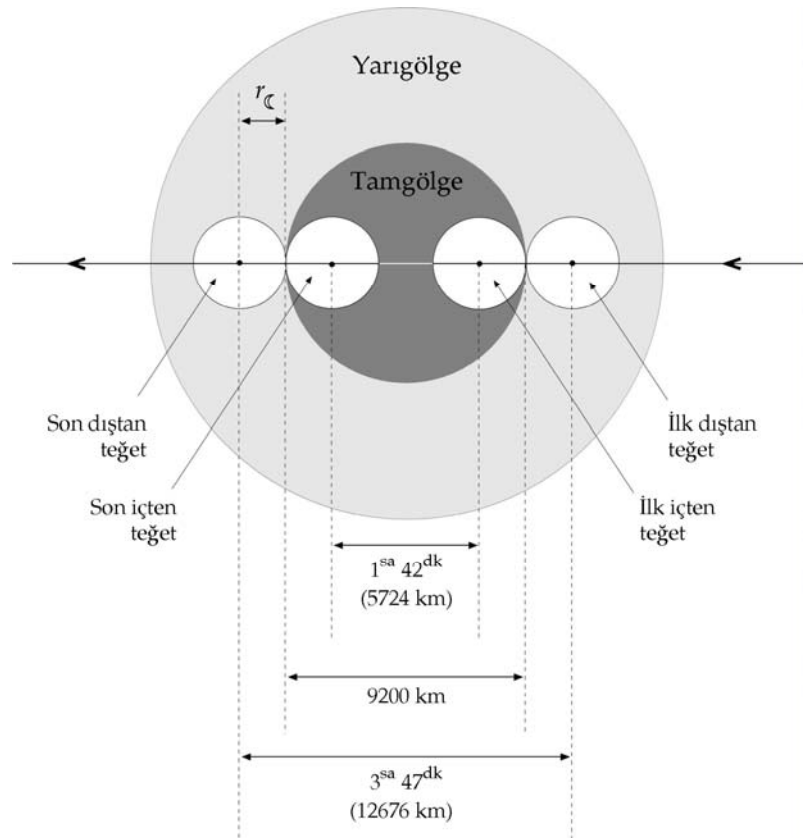
Şekil 17

Bir tam Ay tutulması sırasında, Ay'ın görünen yüzeyi tamamen kararmamakta ve Şekil 17'deki gibi sönük, bakır renginde görülmektedir. Bunun nedeni, az da olsa bazı Güneş ışınlarının Yer atmosferinde kırılarak Ay'ın bize dönük yüzeyine kadar ulaşabilmesindedir. Şekil 18'de görüldüğü gibi, Yer atmosferi, Güneş ışığındaki uzun dalgaboylu (kırmızı) ışığı kırarak geçirir ve tamgölge konisi içine bükerek Ay yüzeyine ulaşmasını sağlar. Buna karşılık kısa dalgaboylu (mavi) ışığı saçılmaya uğratar ve Ay'ın bize bakan yüzüne ulaşmasına büyük ölçüde engel olur. Bu nedenle bir tam Ay tutulmasında, Ay'ın bize dönük yüzü tamamen kararmak yerine kızıl bir renge bürünür. Bu kızarmış ışınımın analiziyle, Yer atmosferindeki anlık toz miktarı belirlenebilmekte ve ardışık tutulmalar boyunca kaydedilen değerleriyle uzun zamanlı olarak toz miktarının değişimi takip edilebilmektedir.



Şekil 18

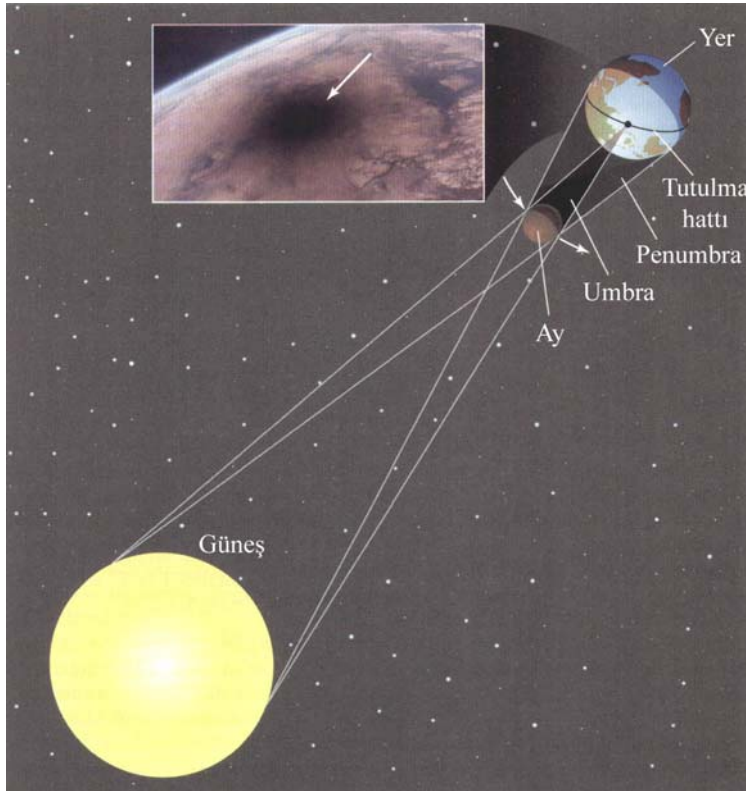
Yer'in tamgölge konisinin Ay yörüngesi civarındaki kesitinin çapı ortalama 9200 km'dir (bkz. Şekil 19). Ay'ın yörüngesinin elips biçiminde olması nedeniyle Yer-Ay uzaklığı değişkendir ve bu kesit çapı Ay'ın anlık uzaklığına bağlı olarak  $\pm 320$  km fark edebilmektedir. Ortalama 9200 km'lik kesit çapı, Ay'ın çapının yaklaşık 2.6 katıdır. Eğer tamgölge konisinin eksenini, yani tamgölge kesitinin merkezi, Ay merkezinden geçiyorsa, ilgili Ay tutulması "merkezi" bir tam tutulma olacaktır. Bu koşul altında Ay'ın ortalama yörünge hızı dikkate alınırsa, izlenecek tam tutulma süresi  $1^{\text{sa}}42^{\text{dk}}$  olacaktır. Bu değer, Yer'den izlenebilir bir tam Ay tutulması için en uzun tam tutulma süresidir. Yine bu koşullar altında, Şekil 19'da gösterildiği gibi, Ay'ın tamgölge konisi kesitine dıştan ilk ve son teğetler arasındaki süre ise yaklaşık olarak  $3^{\text{sa}}47^{\text{dk}}$  olmaktadır.



Şekil 19

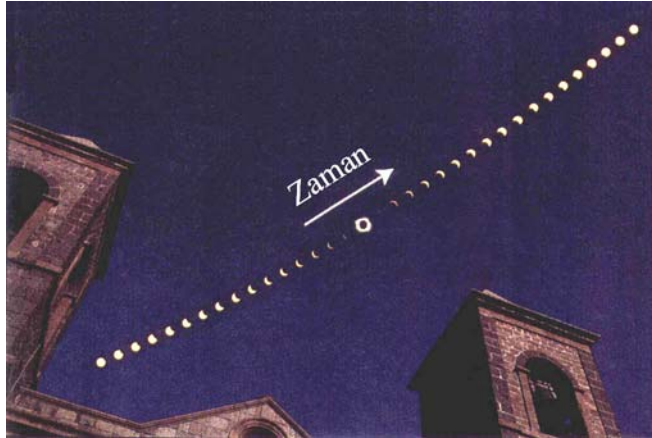
## GÜNEŞ TUTULMASI

Daha önce Ay'ın tamgölge konisi yüksekliğinin değişken bir uzunluğa sahip olduğunu ve ancak belli koşullar altında Yer yüzeyine kadar ulaşabildiğini görmüştük. Bir Güneş tutulmasının genel karakteri, Yer-Ay ve Ay-Güneş arası uzaklıklara bağlı olduğu gibi, Yer üzerinden izlendiği konuma da bağlıdır. Ay ve Güneş'in Yer'den izlenen açısal çapları neredeyse birbirine eşit ve ortalama 30 yaydakikasıdır ( $0.5^\circ$ ). Buna bağlı olarak bir Güneş tutulması sırasında, Yer Ay'ın tamgölge konisi içine tamamen girmemektedir. Halbuki bir Ay tutulmasında, Ay bir bütün olarak Yer'in tamgölge konisi içinde kalabilmekte ve bu tutulma Yer'in Ay'a bakan yüzündeki her noktadan izlenebilmektedir. Buna göre Ay'ın tamgölge konisinin Yer yüzeyine ulaşabildiği noktalarda bir "*Tam Güneş Tutulması*" izlenecektir. Şekil 20'de sol üstte bu koşulun sağlandığı, 11 Ağustos 1999'daki tam Güneş tutulması sırasında, Yer yüzeyine



Şekil 20

düşen Ay'ın gölgesinin MIR uzay istasyonundan çekilmiş bir görüntüsü yer almaktadır. Ok ile işaretlenmiş en karanlık kısım, Ay'ın tamgölge konisinin Yer yüzeyi ile arakesitidir ve karşılık geldiği konumlarda tutulma tam evrede izlenir. Bunun hemen dışında yer alan yarigölgeli konumlarda ise, Ay'ın Güneş diskini kısmen örttüğü "Parçalı Güneş Tutulması" izlenmektedir. Yer yüzünde tam tutulmanın izleneceği konumlarda, tutulmanın öncelikle parçalı evrelerde başlayıp sonra tam evreye gireceği ve ardından yine parçalı evrelerle sona ereceği açıktır. Şekil 21'de bu durumun açıkça izlendiği bir görüntü yer almaktadır. İlgili görüntü aynı fotoğraf karesi üzerine, her biri 5 dakika aralıkla toplam 35 ayrı poz çekilerek elde edilmiştir. Böylelikle tam tutulma öncesi ve sonrası parçalı evreler de görülebilmektedir. Bu fotoğraf karesinin elde edilmesi için toplamda yaklaşık 3 saat harcanmıştır.

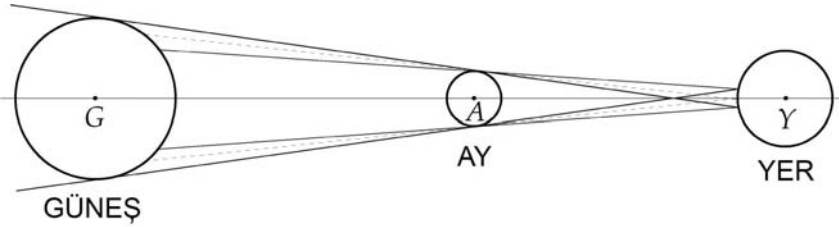


Şekil 21

Bir tam Güneş tutulması sırasında, Güneş fotosferinin tamamı örtülmektedir ve tutulma dışı zamanlarda görülemeyecek kadar sönük ve dağınık yapıda olan "kromosfer (renkküre)" ve "korona (taçküre)" tabakaları görülebilir hale gelmektedir (Şekil 22). Dolayısıyla tam tutulma zamanları, Güneş'in üst atmosfer katmanlarının Yer'den izlenebilmesi için çok önemli fırsatlar sağlamaktadır.



Şekil 22



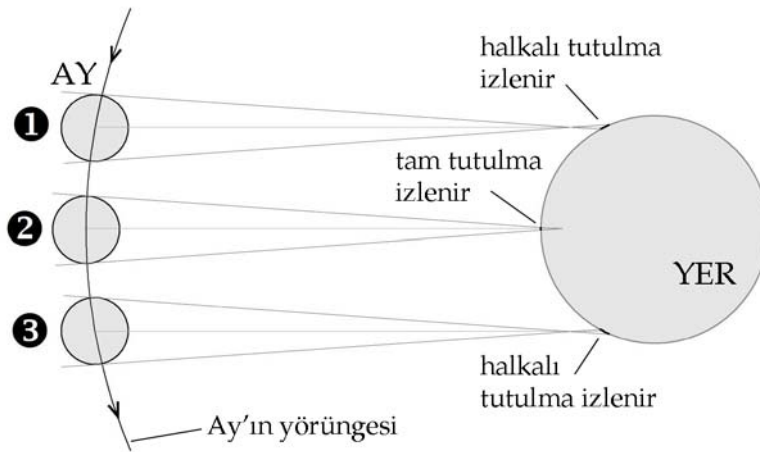
Şekil 23

Bazı durumlarda Yer-Ay-Güneş tam olarak bir doğru boyunca sıralanmasına rağmen, Ay'ın tamgölge konisinin tepe noktası Yer yüzeyine kadar erişemez. Bu durum, Ay'ın, yörüngesi üzerindeki apoge (enöte) noktasında veya yakınında yer alması halinde gerçekleşebilmektedir. Bu koşul altında, tutulma ortasında, Ay'ın görünen diskinin boyutları Güneş'in görünen diskini tam olarak örtemez ve Şekil 23'te geometrisi görülen bir "Halkalı Güneş Tutulması" oluşur. Bu geometriden de görüleceği gibi, Ay'ın tamgölge konisi uzantısının (anti-umbra) Yer yüzeyine ulaştığı noktalarda, Güneş'in görünen diskinin dış kenarı bir halka şeklinde halen görülebilmektedir ve karşımıza Şekil 24'te izlenen görüntü ortaya çıkmaktadır.



Şekil 24

Bazı kritik durumlarda ise Şekil 25’de geometrisi görülen ve halkalı tutulma ile başlayıp (❶ nolu konum) tam tutulmaya dönüşen (❷ nolu konum) ve yine halkalı tutulma (❸ nolu konum) ile sona eren nadir durumlar da ortaya çıkabilmektedir.



Şekil 25

Bilindiği gibi Yer, kendi eksenini etrafında batıdan doğuya doğru (prograt yönde) dönmektedir. Bir Güneş tutulmasının öncesinde Yer’den uzakta olan Ay’ın tamgölge konisi, Ay’ın yörünge hareketine devam etmesiyle Yer’e yaklaşır ve batı kenarından Yer yüzeyine değerek, tam tutulmanın öncelikle batı boylamlarından izlenmesini sağlar. Bu gölge, Ay’ın yörünge hızının ( $\sim 1000$  m/sn), Yer’in eksenini etrafındaki dönme hızından (ekvatorda  $\sim 500$  m/sn) daha büyük olması nedeniyle doğu boylamlarına doğru kayar ve Yer yüzeyini tarayarak bir "Tutulma Hattı" oluşturur. Bir örnek olarak 29 Mart 2006 tarihinde gerçekleşen ve ülkemizden de izlenebilen tam Güneş tutulmasına ilişkin tutulma hattı Şekil 26’da verilen tutulma haritalarında görülmektedir. Tutulma hattı boyunca yer alan konumlarda tam veya halkalı Güneş tutulması izlenir. Ekvator civarına düşen gölge Yer yüzeyini 500 m/sn (veya 30 km/dak) hızla tarar ve en fazla 270 km genişliğinde olabilir. Ekvatordan daha yüksek enlemlere çıkıldıkça Yer’in çizgisel dönme hızı