

değerleri elde edilir. Ay'ın ekliptikel boylamı λ_{ζ} ortalama olarak günde $360^{\circ}/27^{\text{gün}}08^{\text{sa}} \approx 13^{\circ} 11'$ kadar artmaktadır. Buna göre $\lambda_{\zeta}-\Omega$ 'nin limit değerleri zaman cinsinden de ifade edilebilir:

- Güneş tutulması için: $\frac{15^{\circ} 46'}{13^{\circ} 11'} = 1.196$ gün, $\frac{17^{\circ} 44'}{13^{\circ} 11'} = 1.345$ gün
- Ay tutulması için: $\frac{09^{\circ} 45'}{13^{\circ} 11'} = 0.740$ gün, $\frac{11^{\circ} 40'}{13^{\circ} 11'} = 0.885$ gün

Buna göre, D gün biriminde Ay'ın düğüm noktasına olan uzaklığını göstermek üzere (düğüm noktasına gelmeden önce veya düğüm noktasını geçtikten sonra);

a) Ay, yeniay evresinde iken;

- $D < 1.196$ gün ise kesinlikle bir Güneş tutulması oluşur,
- 1.196 gün $< D < 1.345$ gün ise bir Güneş tutulması oluşma ihtimali vardır,
- $D > 1.345$ gün ise bir Güneş tutulması oluşamaz.

b) Ay, dolunay evresinde iken;

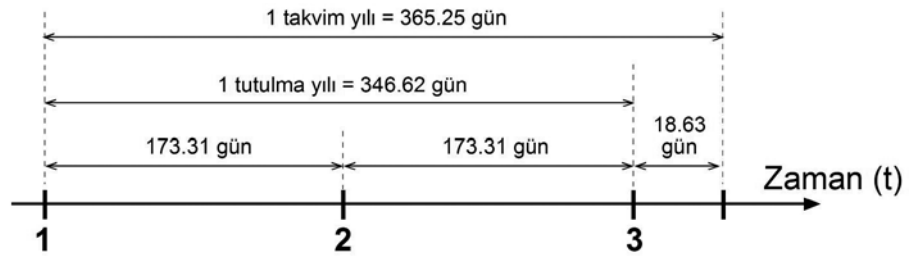
- $D < 0.740$ gün ise kesinlikle bir Ay tutulması oluşur,
- 0.740 gün $< D < 0.885$ gün ise bir Ay tutulması oluşma ihtimali vardır,
- $D > 0.885$ gün ise bir Ay tutulması oluşamaz.

BİR YILDAKİ TUTULMALARIN SAYISI

Genel olarak ifade edilecek olursa, 1 takvim yılı süresince (365.25 günde);

- 1) En az 2 tutulma oluşabilir. Bunların her ikisi de Güneş tutulmasıdır,
- 2) En fazla 7 tutulma oluşabilir. Bunlardan
 - a) 4 tanesi Güneş, 3 tanesi Ay tutulması olabilir veya
 - b) 5 tanesi Güneş, 2 tanesi Ay tutulması olabilmektedir.

Tutulmaların bir takvim yılı içerisindeki bu dağılımlarının nasıl gerçekleştiğini görelim. Şekil 32’de, bir zaman eksenini boyunca 1 takvim yılının ve 1 tutulma yılının süreleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Şekilde ayrıca 1 takvim yılı boyunca, aralarında $346.62/2=173.31$ gün bulunan 3 ardışık “*tutulma bölgesi*”nin de yer alabileceği gösterilmiştir. Bu bölgeler, Ay yörüngesine ilişkin düğümler doğrusunun, Güneş’e yöneldiği zamanları göstermektedir. Tutulmalar, daha önce ortaya koyduğumuz ekliptikal limitler süresince bu bölgeler civarında oluşabilmektedir.



Şekil 32

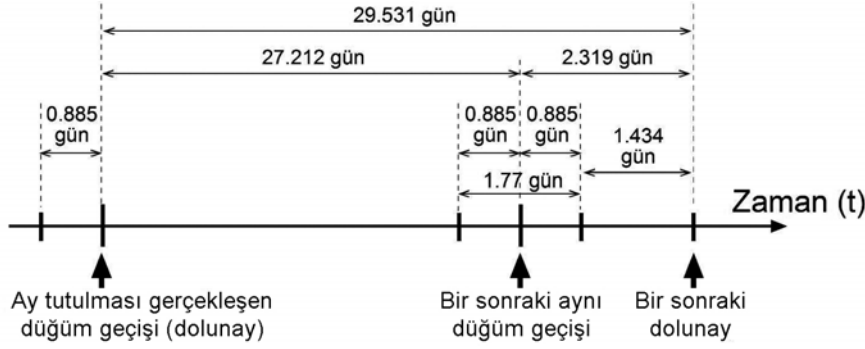
Zaman birimi olarak, süreleri birbirinden farklı “ay” tanımları olduğunu hatırlayalım:

- 1) *Yıldızıl Ay* (27.322 gün): Ay’ın yörünge dönemi. Yörüngesi üzerinde sabit bir noktadan ard arda iki geçişi için gereken süre.
- 2) *Kavuşum Ayı* (29.531 gün): Ay’ın ard arda iki defa aynı evreden geçmesi için gereken süre.
- 3) *Drakonitik Ay* (27.212 gün): Ay’ın aynı düğüm noktasından ard arda iki geçişi için gereken süre.

Ay’ın, yörüngesi üzerindeki düğüm noktalarından birinde yer alırken dolunay evresinde bulunduğu bir anı ve dolayısıyla bir Ay tutulmasının gerçekleştiği durumu göz önüne alalım. Bu tutulmayı takip eden bir sonraki aynı düğüm noktası geçişinde Ay dolunay evresinde olmayacaktır:

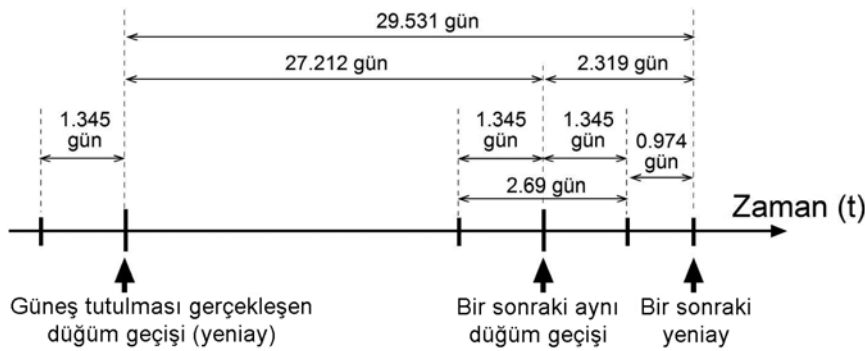
$$\begin{array}{r}
 \text{Kavuşum ayı:} \quad 29.531 \text{ gün} \\
 \text{Drakonitik ay:} \quad - 27.212 \text{ gün} \\
 \hline
 2.319 \text{ gün}
 \end{array}$$

Yani Ay'ın aynı evreye gelmesi için daha 2.319 gün geçmesi gerekmektedir. Aradaki bu fark değer, Ay tutulması için ekliptikel limite olarak ortaya koyduğumuz bir sonraki aynı düğüm geçişi civarındaki $2 \times 0.885 = 1.770$ günlük aralığın da dışına çıkmaktadır (Şekil 33).



Şekil 33

Şekil 33'den de görüleceği gibi, bir sonraki dolunay zamanının, hemen gerisindeki ekliptikel limite olan uzaklığı (1.434 gün), düğüm noktasının bu ekliptikel limite olan uzaklığından (0.885 gün) daha büyüktür ve bu nedenle ardışık iki aynı düğüm geçişinde de Ay tutulması oluşması imkansızdır. Benzer koşulları bir Güneş tutulması için irdelleyecek olursak Şekil 34'deki durum karşımıza çıkmaktadır.

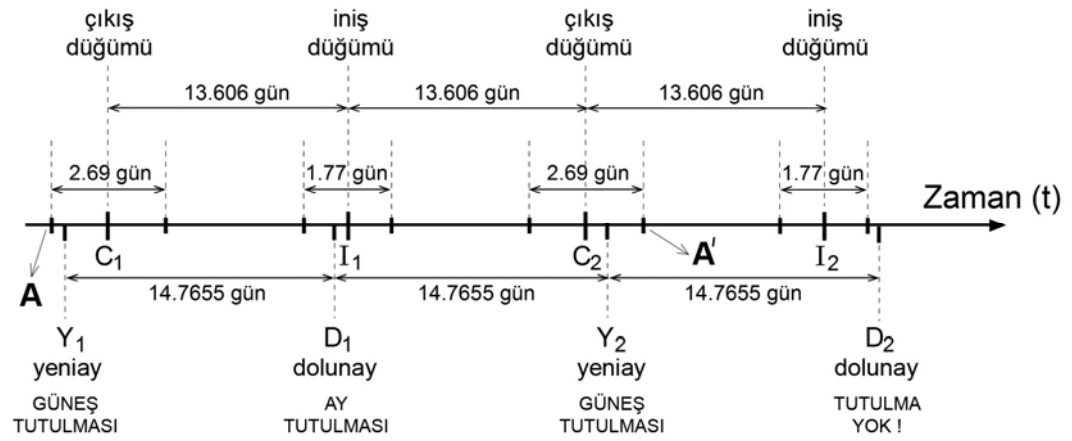


Şekil 34

Şekilden görüleceği gibi, bir sonraki yeniayın, hemen gerisindeki ekliptikel limite olan uzaklığı (0.974 gün), düğüm noktasının bu ekliptikel limite olan

uzaklığından (1.345 gün) daha küçüktür. Bu durumda ardışık iki aynı düğüm geçişinde de Güneş tutulması olma ihtimali vardır.

Ardışık iki aynı düğüm geçişini, Güneş ve Ay tutulmaları için ayrı ayrı ele aldığımız yukarıdaki durumları, bir zaman eksenini boyunca birlikte irdeleyecek olursak, ardışık olarak en fazla sayıda tutulmanın gerçekleşme olasılığını ortaya koymuş oluruz. Bu duruma ilişkin zaman diyagramı Şekil 35’de verilmiştir.



Şekil 35

Şekle göre Y_1 noktasında yeniay evresinde gerçekleşen bir Güneş tutulmasını, yarım kavuşum ayı sonrasında D_1 noktasında bir dolunay evresi takip etmektedir ve bu konum ekliptikel limitlerin içinde kaldığından bir Ay tutulması gerçekleşebilmektedir. Bunu takip eden Y_2 noktasında oluşan yeniay evresi de ekliptikel limitler içerisinde olduğundan bir Güneş tutulması daha oluşacaktır. Ancak bundan yarım kavuşum dönemi ilerdeki D_2 noktasında oluşan dolunay evresi ekliptikel limitlerin dışında kaldığından bir tutulma gerçekleşmeyecektir. Sonuç olarak ard arda gelen iki yeniay evresinde de birer Güneş tutulması oluşabilirken, ard arda gelen iki dolunay evresinden yalnızca birinde bir Ay tutulması oluşabilmektedir. Eğer ard arda gelen iki yeniay evresinde de birer Güneş tutulması oluşmuşsa, bunların arasındaki dolunay evresinde mutlaka bir de Ay tutulması gerçekleşecektir.

Şimdi bu bilgilerin ışığında, bir takvim yılı süresince oluşabilecek en fazla Ay ve Güneş tutulmalarının sayısını bulalım. Şekil 32'de görüldüğü gibi bir takvim yılı boyunca üç ayrı tutulma bölgesi oluşabilmektedir. Bir tutulma bölgesinin, Ay yörüngesine ilişkin bir düğüm noktası civarındaki açisal genişliği, bir Güneş tutulması için ortaya koyduğumuz ve Ay'ın ekliptikel boylamı cinsinden ifade ettiğimiz limit değerini iki katı kadar olacaktır:

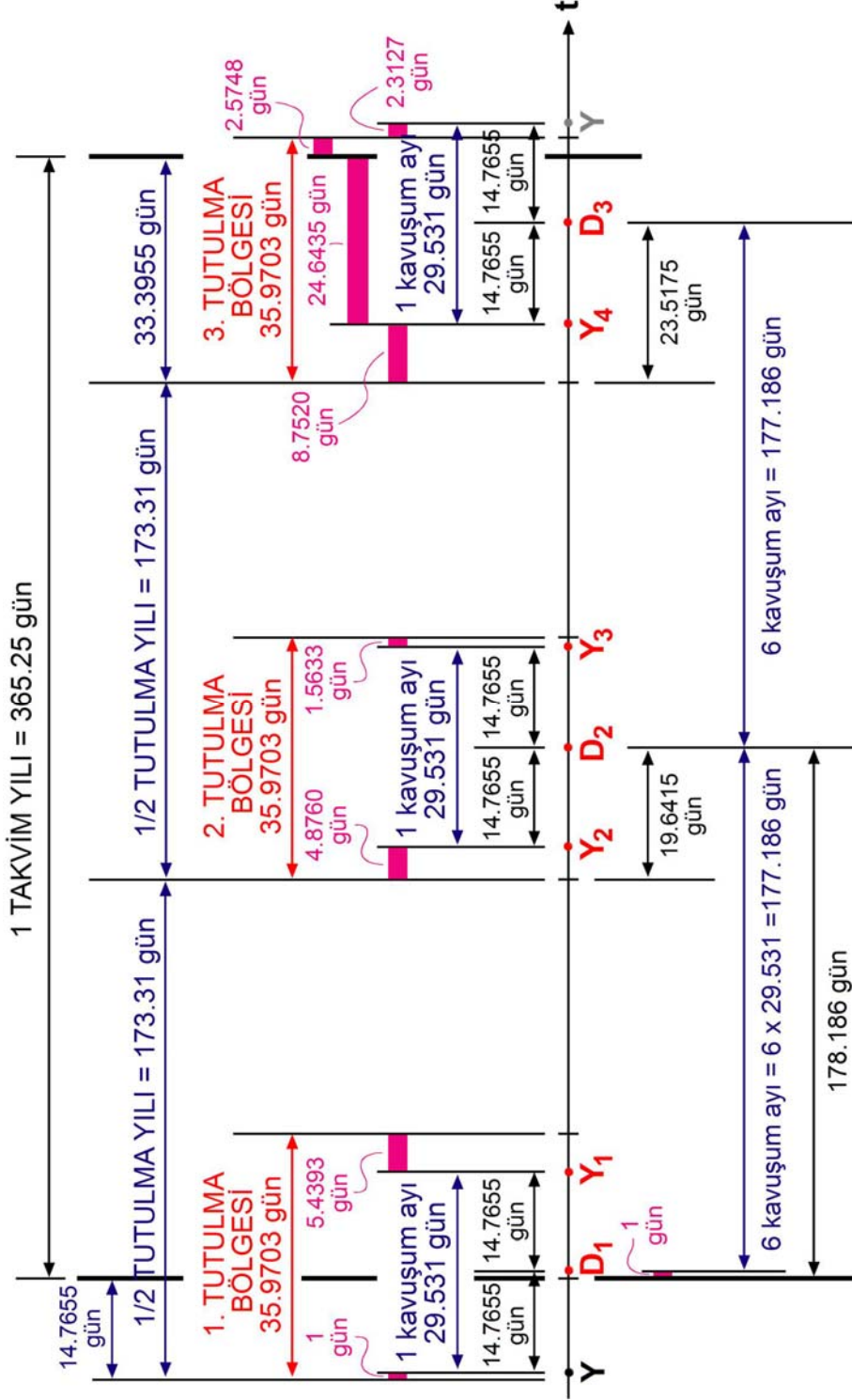
$$|\lambda_{\zeta} - \Omega| \times 2 = 17^{\circ} 44' \times 2 = 35^{\circ} 28'$$

Yer, ekliptik üzerinde bu açisal yolu (veya diğer bir ifade ile Yer'den bakıldığında, Güneş bu açisal yolu):

$$T = \frac{35^{\circ} 28'}{0.986 \text{ [}^{\circ} / \text{gün]}} = 35.9703 \text{ günde katedecektir. Burada } 0.986 \text{ [}^{\circ} / \text{gün]}$$

Yer'in yörünge açisal hızıdır.

Bu değer, bir tutulma bölgesinin zaman birimindeki genişliğidir. Şekil 35'de $C_1-I_1-C_2$ ardışık düğüm geçişlerini içine alan AA' aralığı bir bütün olarak yukarıda sözünü ettiğimiz bir tutulma bölgesinin içinde kalırsa (en fazla sayıda tutulma oluşma şartı), düğümler doğrusunun Güneş'e bir yönelişinde en fazla 2 Güneş ve 1 Ay tutulmasının gerçekleşebileceği açıktır. Eğer bu tutulma bölgesi, AA' aralığını bir bütün olarak kapsayacak şekilde bir takvim yılının başına denk gelirse Şekil 36'dan görüleceği gibi, o yıl içerisinde toplam 5 Güneş ve 2 Ay tutulması gerçekleşecektir. Eğer AA' aralığını kapsayan tutulma bölgesindeki dolunay evresi (yani Ay tutulması) takvim yılının başına denk gelirse, bu sefer o yıl boyunca 4 Güneş ve 3 Ay tutulması oluşacaktır (bkz. Şekil 37). 12 kavuşum ayı $12 \times 29.531 = 354.372$ gün olduğundan, tutulma bölgeleri her yıl Ay'ın belirli bir evresine göre $354.372 - 346.62 = 7.7520$ gün geriye doğru kayacaktır.



Şekil 37