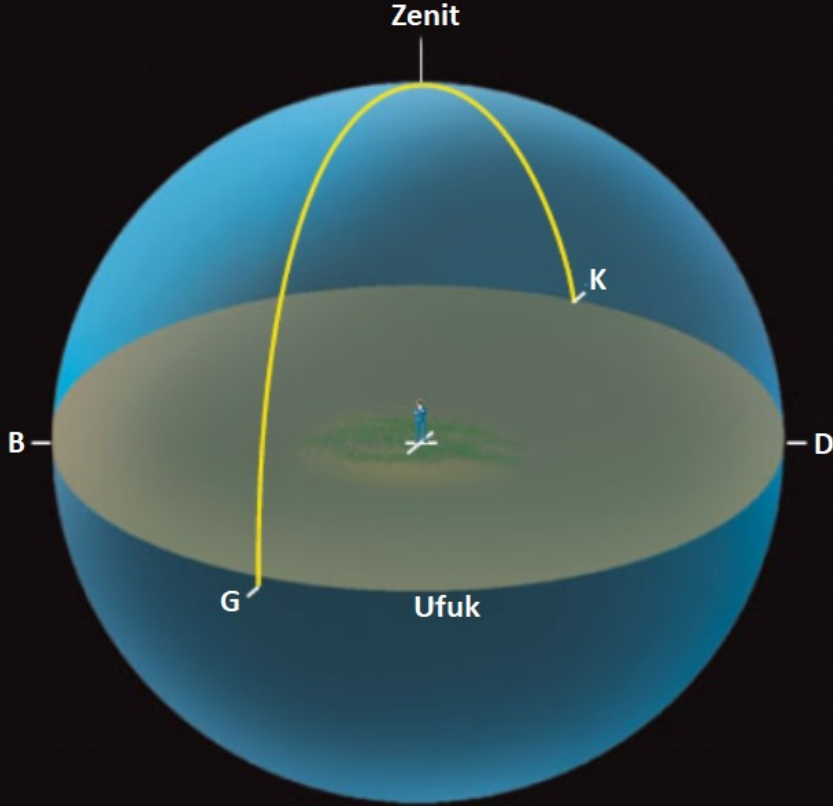


AST121 Astronomiye Giriş

Ders 3 : Astronomide Zaman
ve Tutulmalar



Astronomide Zaman



Dünyanın Güneş etrafındaki yörünge hareketi nedeniyle Güneş her gün yaklaşık 1 derece gökyüzümüzde hareket eder. Böylece konumu arka plandaki yıldızlara göre değişir. Bu hareket günde ~4 dakikaya karşılık gelir. Yani Güneş, gözlemcinin meridyenini o gün aynı sağ açıklığa sahip bir yıldızdan 4 dakika daha geç geçer!

Astronomide bir **Güneş Günü** Güneş'in gözlemcinin meridyeninden ardışık iki geçişi arasındaki zaman olarak tanımlanır.

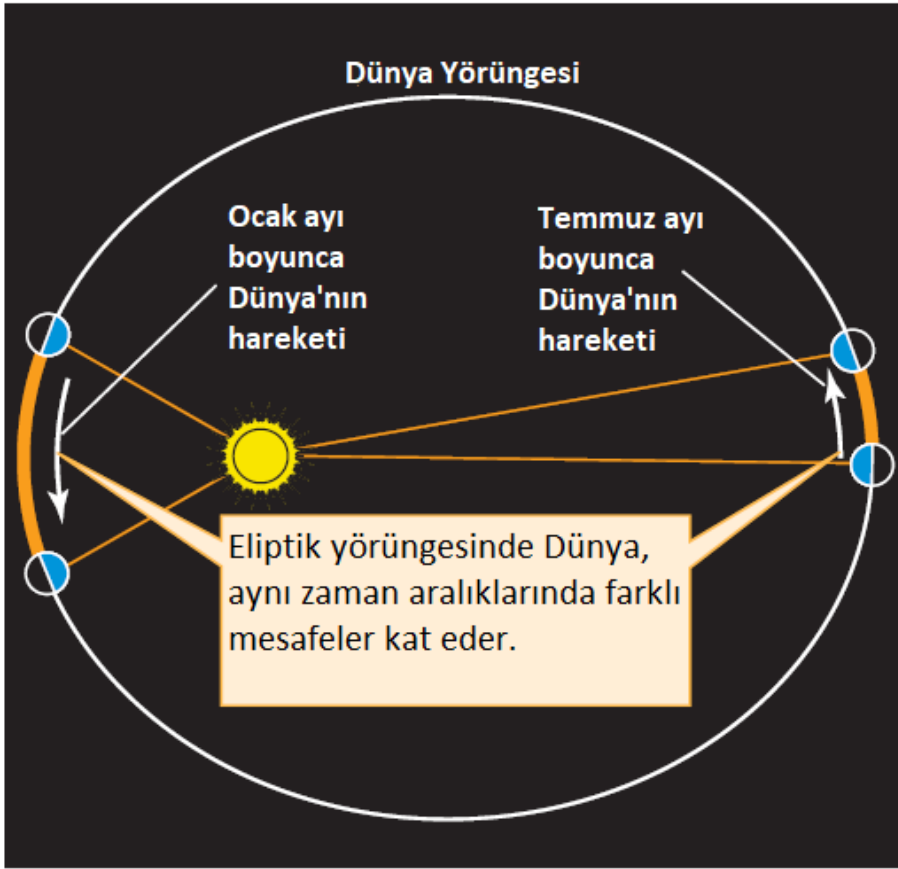
Yıldız Günü ise Koç Noktası'nın meridyenden ardışık iki geçişi arasındaki zamandır.

Her iki tanım da (**Gerçek Güneş Zamanı** ve **Yıldız Zamanı**) gözlemci merkezli olduklarından bir gözlemciden diğerine değişir. Bu nedenle her ikisi de "yerel" (local) zamanlardır.

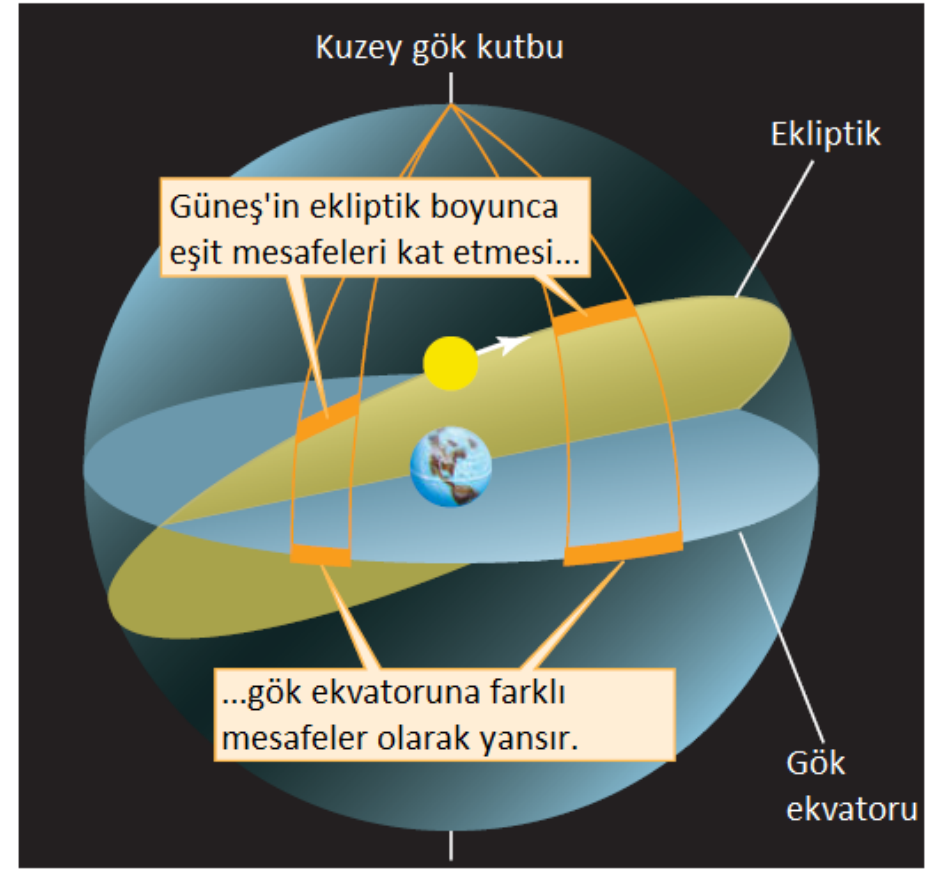
Yer'in yörünge hareketi nedeniyle, Güneş gökküre üzerinde her gün $\sim 1^\circ$ geri yönde hareket ettiğinden gözlemcinin meridyenine bir yıldızdan ~ 4 dakika sonra gelir*. Bu nedenle bir **Yıldız Günü**, bir **Güneş Günü'ne** göre yaklaşık 4 dakika kısadır!

* Güneş bir yıldızla göre meridyene her gün ortalama $360^\circ / 365.25 \text{ gün} = 0^\circ.9856 / 15(^{\circ}/\text{sa}) = 0^{\text{sa}}.0657 = 3^{\text{dk}}.9425 = 3^{\text{dk}} 56^{\text{s}}.55$ saniye daha geç gelir.

Güneş zamanlama için iyi bir referans değildir!



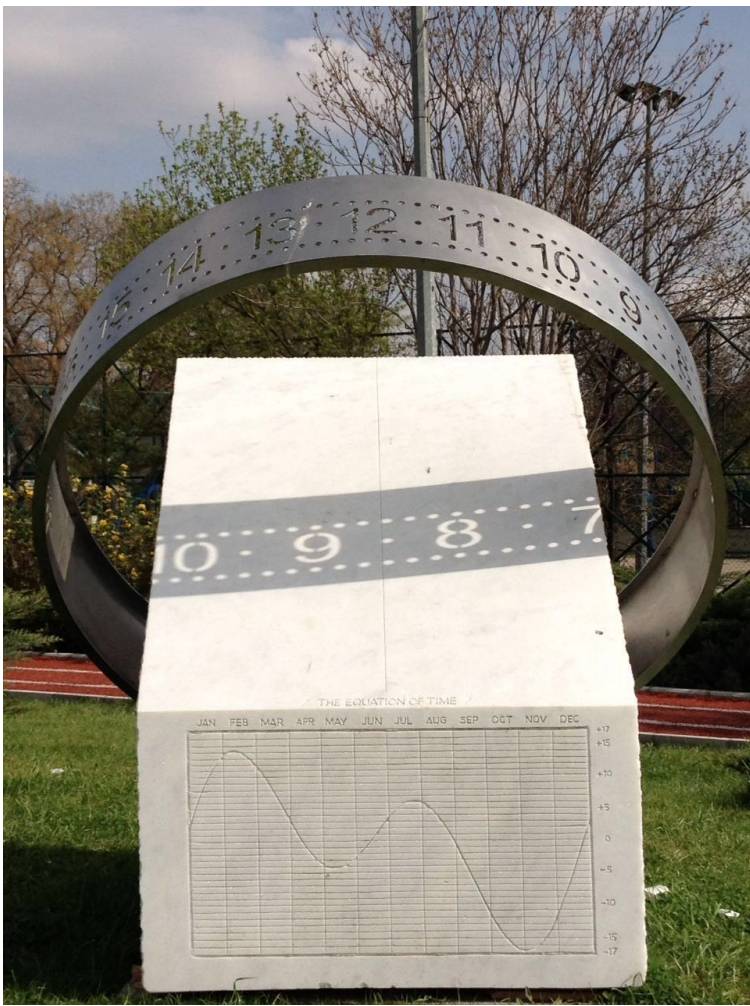
(a) Dünya'nın yörüngesindeki bir aylık hareketi



(b) Ekliptik boyunca Güneş'in günlük hareketi

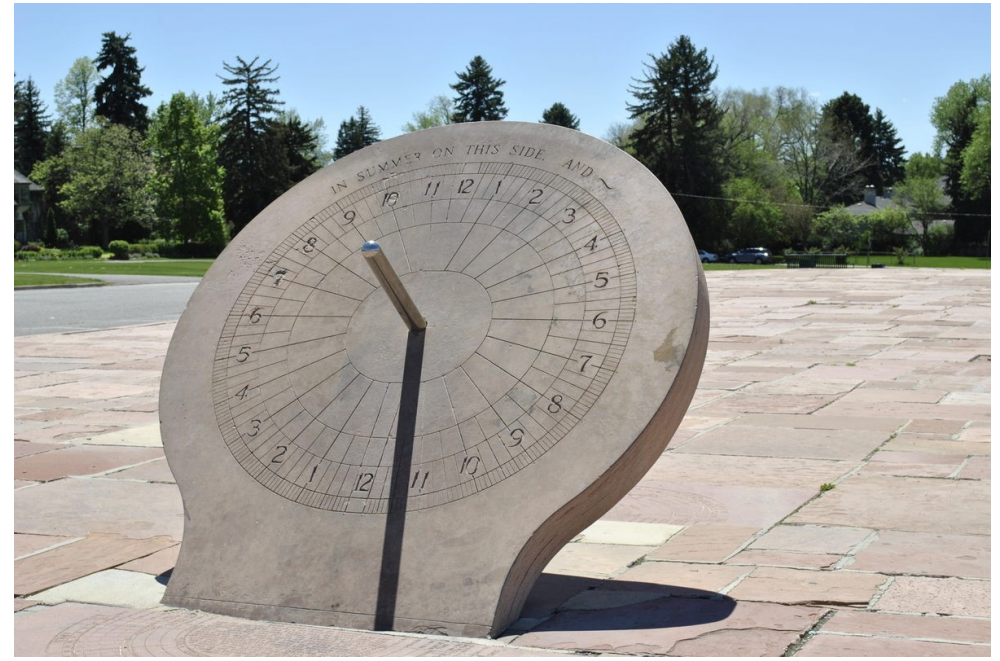
Figure 2-22

Güneş Günü'nün uzunluğunun değişmesinden kaynaklanan bu problemleri çözmek için **Ortalama Güneş**, gökküre üzerinde sabit hızla hareket eden ve yıllık hareketini 365.25 günde tamamlayan bir gök cisimi olarak tanımlanır. Yani ortalama **güneş günü**, bu "Ortalama Güneş'in" iki meridyen geçişi arasındaki süredir ve tam olarak 24 saat sürer! Ortalama Güneş (hayali bir yıldız) gözlemcinin meridyenindeyken ortalama güneş zamanı 12:00'dür! Gözlemcinin meridyeni üzerinden tanımlandığından bu da yerel bir zamandır (**Yerel Ortalama Güneş Zamanı**).

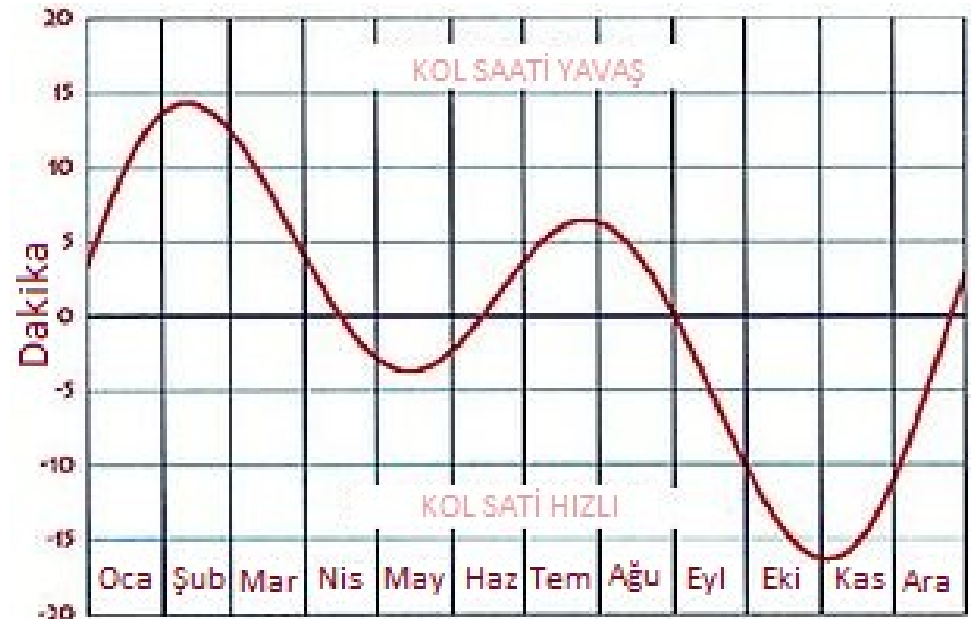


Güneş Meydanı Ankara Üniversitesi
Tandoğan Kampüsü

Zaman denklemi (sağda), **Gerçek (Yerel) Güneş Zamanı** (Gerçek Güneş'e göre) ile **Ortalama Güneş Zamanı** arasındaki farkı verir. Ortalama Güneş Zamanı için, Güneş Saati'nden okuduğunuz saate karşılık gelen farkı eklersiniz. (© Vikipedi)



Cranmer Park Güneş Saati, Denver / Colorado
<https://www.atlasobscura.com/places/cranmer-park-sundial>



Saatte anlaşabilmek için ülkeler belirli meridyenleri seçip Bölgesel Zamanlarını o saatlere göre ayarlarlar.

✓ Her ülke referans meridyenini kendi tanımlar.

✓ "Geniş" ülkeler birden fazla referans meridyen tanımlar.

✓ Böylece "Bölgesel Zaman" kavramı tanımlanmış olur.

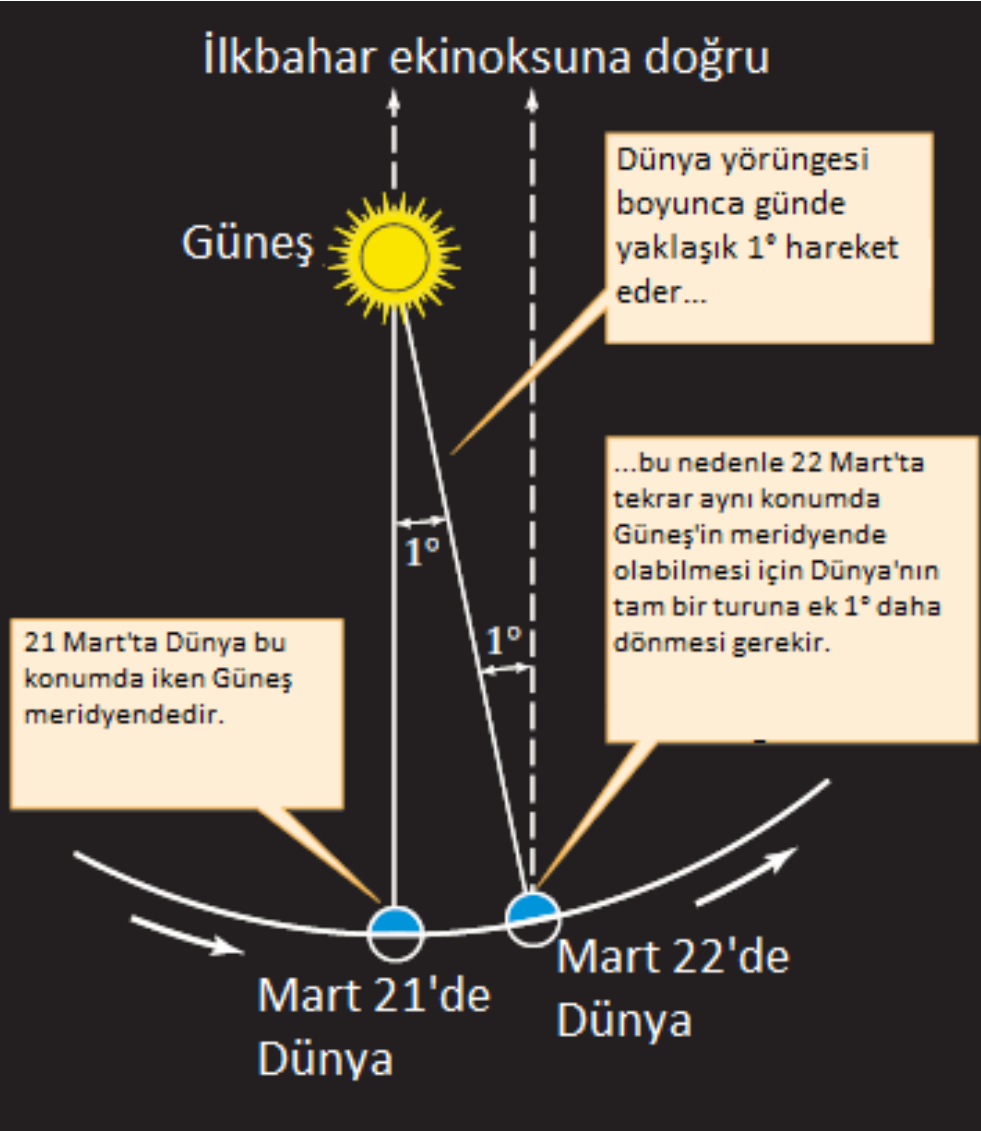
✓ Astronomlar bu bölgesel zamanlardan Greenwich (0°) meridyenini gözlemlerin koordinasyonu için referans olarak kullanır ve "Evrensel Zaman" (Universal Time : UT) olarak adlandırır.





Türkiye’de 8 Eylül 2016 tarihine kadar referans olarak 30° meridyenini, yaz saati uygulaması için ise 45° meridyenini kullanıyorduk. O günden bu yana yaz saati uygulamasından vazgeçtik ve tüm yıl referans olarak 45° meridyenini kullanıyoruz.

YILDIZ ZAMANI



✓ Bir yıldız günü Koç Noktası'nın (ya da herhangi başka bir yıldızın) gözlemci meridyeninden ardışık iki geçişi arasındaki süredir.

✓ 1 yıldız günü = $23^{\text{sa}} 56^{\text{dk}} 4.091^{\text{s}}$ (sa-dk-s) ortalama Güneş gününe eşittir. (360

✓ 1 yıldız günü günü de 24 saate bölündüğünden bir yıldız saati bir Güneş saatine göre daha kısadır!

→ Yıldız zamanını gösteren bir saat ile kol saatiniz (Bölgesel Ortalama Güneş Zamanına dayanır) aynı hızda ilerlemez!

Koç noktası ($\alpha = 0$, $\delta = 0^\circ$) gözlemcinin meridyeninden geçerken (üst geçiş) yıldız zamanı $0^{\text{sa}} 0^{\text{dk}} 0^{\text{s}}$ 'yi gösterir! (Aslında sağ açıklığı (0^{sa}) aynı olan tüm yıldızlar meridyeni aynı anda geçer; $\alpha = 1^{\text{sa}}$ olan yıldızlar ise meridyeni 1 saat sonra geçer...)

YILDIZ ZAMANI – SAAT AÇISI – SAĞ AÇIKLIK

- ✓ Sağ açıklık (RA, α): Gökküre üzerinde bir noktanın gökekvatoru üzerindeki izdüşümünün Koç noktasına olan açısal uzaklığıdır.
- ✓ Saat Açısı (SA) : Gökküre üzerinde bir noktanın gözlemcinin meridyenine olan açısal uzaklığıdır.
- ✓ Yıldız Zamani (YZ): Koç noktasının gözlemcinin meridyenine olan açısal uzaklığıdır.

Bu tanımlardan hareketle;

- 1) Yıldız Zamani, Meridyendeki herhangi bir yıldızın Sağ açıklığına eşittir!
- 2) Yıldız Zamani, Koç Noktasının Saat Açısına da eşittir!

Dolayısıyla tüm yıldızlar için herhangi bir andaki yıldız zamanı;

$$YZ = RA + SA$$

ifadesi ile belirlenebilir.

ÖRNEK: Parlak bir yıldız olan Spica'yı gözlemek istediğinizi düşünün. J2000 koordinatları $\alpha = 13^{\text{sa}} 25^{\text{dk}} 11.6^{\text{s}}$, $\delta = -11^{\circ} 9' 41''$ olduğuna göre bu yıldız en iyi ne zaman gözlenir?

Durum: Amacınız Spica'nın meridyeninizden üst geçiş zamanını bulmaktır. Burada yıldız maksimum ufuk yüksekliğine ulaşacağından en iyi bu anda gözlenecektir.

Temel Fikir: "Gök cismi meridyeninizde iken yıldız zamanı cismin sağ açıklığına eşit olur" fikrini kullanacağız.

Cevap: Spica'nın verilen sağ açıklığına göre konumunuzda yıldız zamanı 13:25:11.6 iken gözlem için en uygun konumda olur (yıldız zamanı 24 saatlik bir zaman dilimi üzerinden ölçülür).

Gözden geçirme: Cevabımız kol saatimize (ortalama Güneş zamanı) göre Spica'nın en iyi ne zaman gözleneceğini söylemiyor. Bu nedenle çoğu gözlemevinde yıldız zamanını gösteren bir saat bulunur.

Yıldız zamanı astronomide çok önemli olmasına karşın ortalama Güneş zamanı Dünya'ya bağlı işlerde zaman belirlemek için en iyi metottur. Bu kitaptaki tüm zaman ölçümleri aksi belirtilmediği taktirde ortalama Güneş'e göre verilmektedir.

$$\alpha = RA_{\text{Spica}} = 13^{\text{sa}} 25^{\text{dk}} 11.6^{\text{s}}$$

Gözlem için en iyi zaman:

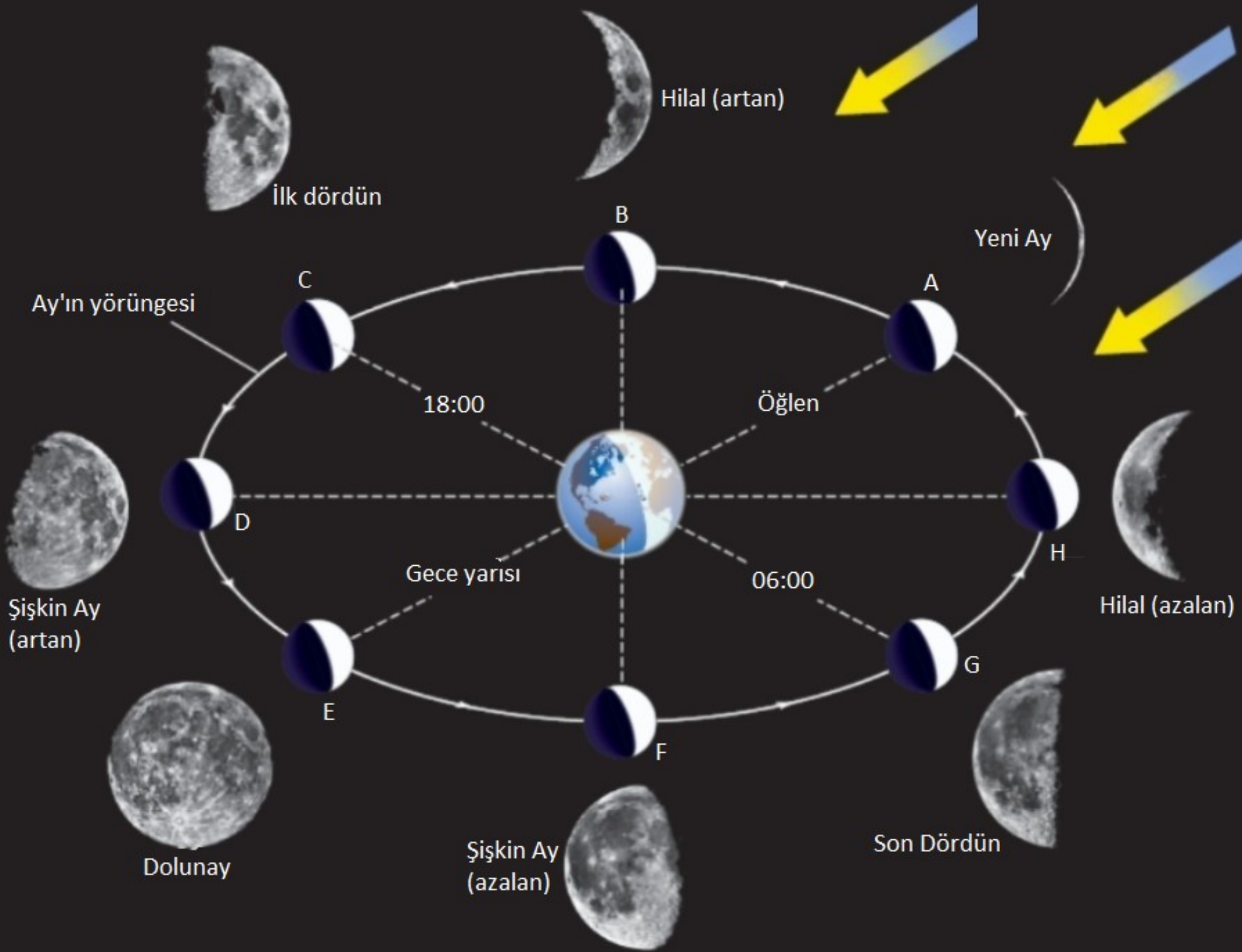
Cisim meridyende ve üst geçişteyken.

$$SA_{\text{Spica}} = 0^{\text{sa}} 0^{\text{dk}} 0^{\text{s}}$$

Çözüm:

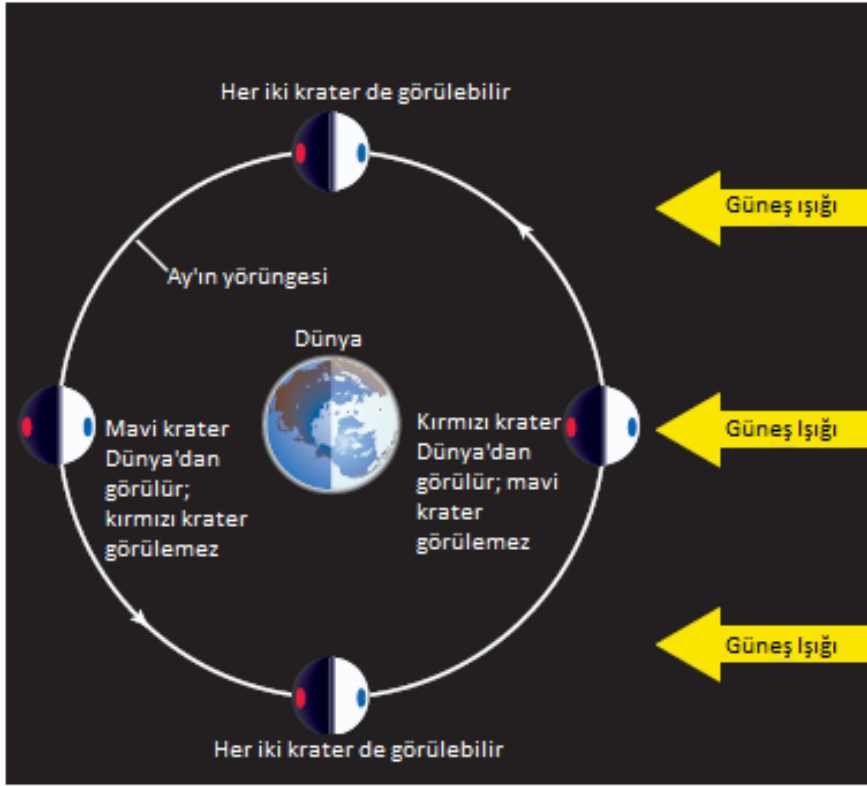
$$\begin{aligned} YZ &= RA_{\text{Spica}} + SA_{\text{Spica}} \\ YZ &= 13^{\text{h}} 25^{\text{m}} 11.6^{\text{s}} + 0^{\text{h}} 0^{\text{m}} 0^{\text{s}} \\ YZ &= 13^{\text{h}} 25^{\text{m}} 11.6^{\text{s}} \end{aligned}$$

Bu kol saatinizin gösterdiği zaman olmayıp, bu zamanı kol saatinizekine dönüştürmeyi AST211 Astronomi-I dersinde göreceksiniz!



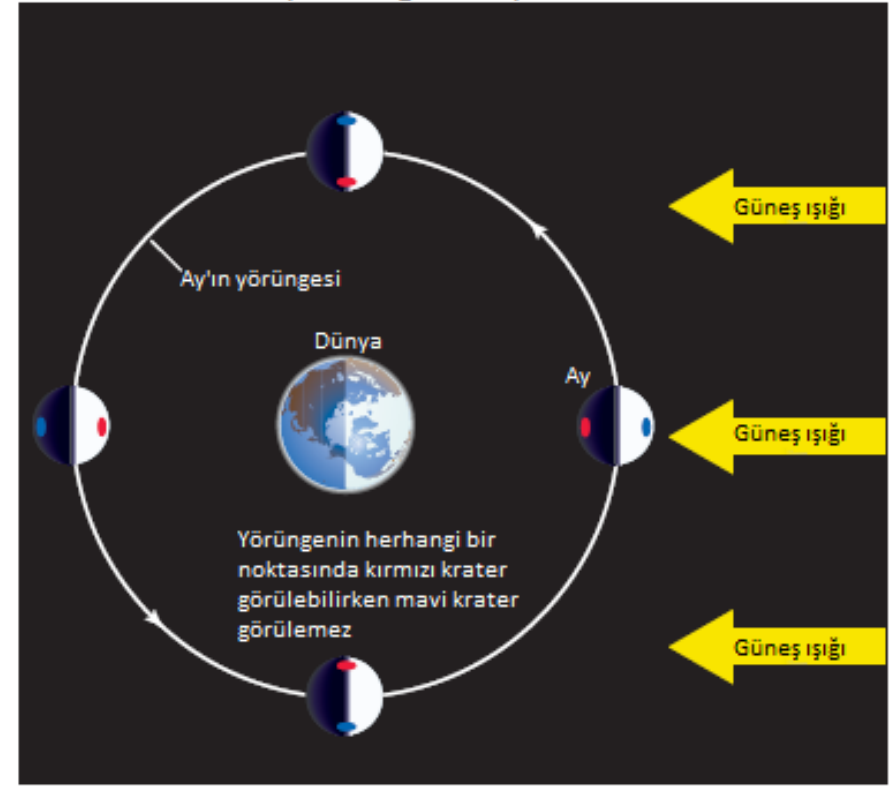
AY'IN SENKRONİZE DÖNMESİ

Eğer Ay dönmeseydi,
tüm yüzeyini görebilirdik



(a)

Ay döndüğü için sadece bir
yüzünü görebiliyoruz

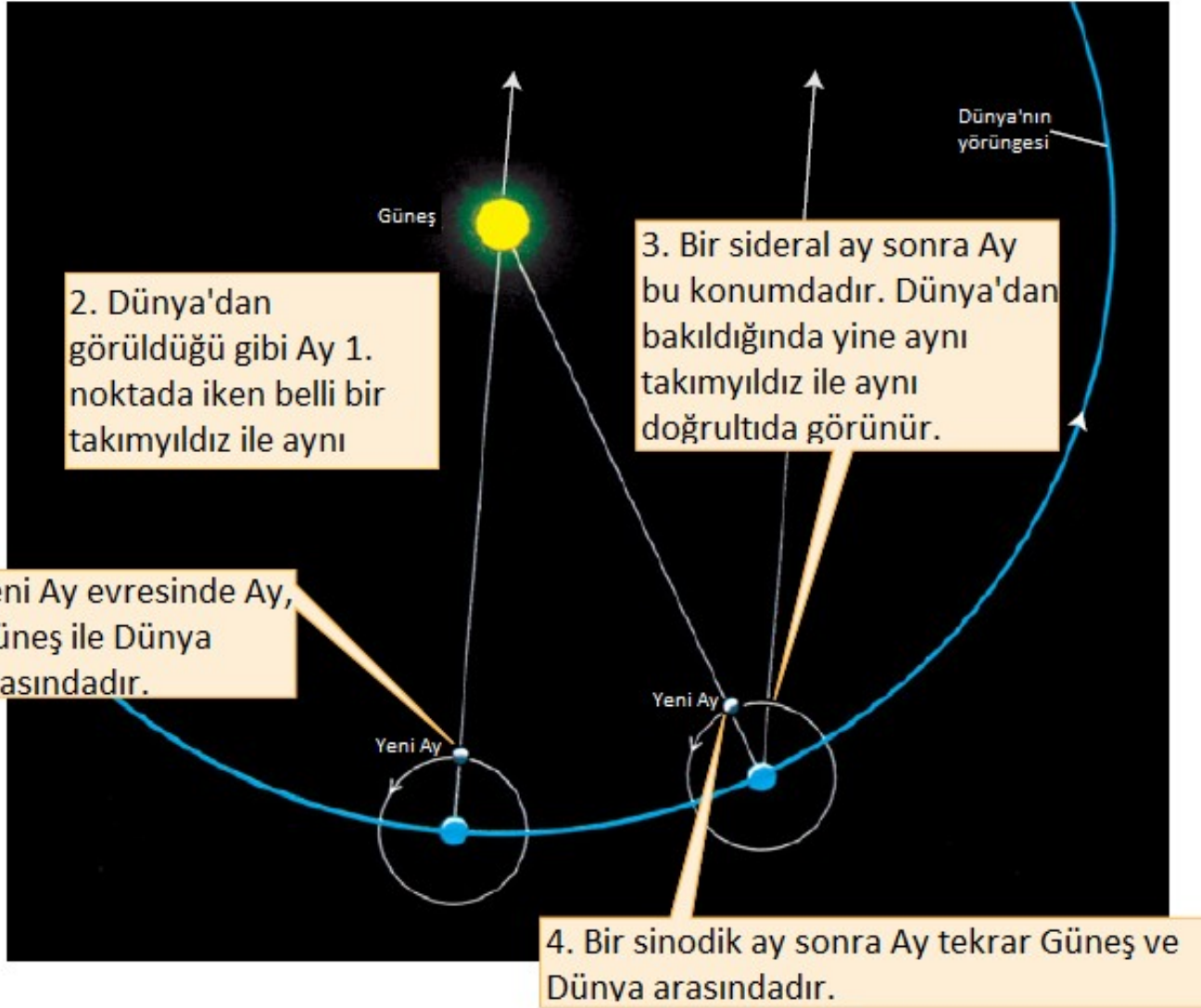


(b)

Figure 3-4

Sonuç: Ay'ın kendi eksenini etrafında dönme dönemi ile Dünya etrafında dolanma dönemi (yörünge dönemi) eşit olmalı ki, biz Dünya'dan hep aynı yüzünü görelim!

YILDIZIL AY – SİNODİK AY (KAVUŞUM AYI)



Ay yörüngesi üzerinde ilerlerken Dünya ile birlikte Güneş'in etrafında bir yörünge üzerinde de dolanır. Bu nedenle aynı evrenin (örneğin dolunay) ardışık iki kez gözlenmesi arasında geçen süre (**Sinodik Ay, Kavuşum Ayı**), yerden bakıldığında Ay'ın bir yıldızla aynı hizaya ardışık iki kez gelişi arasında geçen süreden (**Yıldızıl Ay**) daha uzundur. Bu dönem, Ay'ın yörünge hareketi sırasında bir arkaalan yıldızına göre aynı konuma gelmesi için geçen süre olduğundan aynı zamanda **yörünge dönemi** olarak da bilinir.

Yıldızıl Ay = 27.32 gün

Sinodik Ay = 29.53 gün

TUTULMALAR

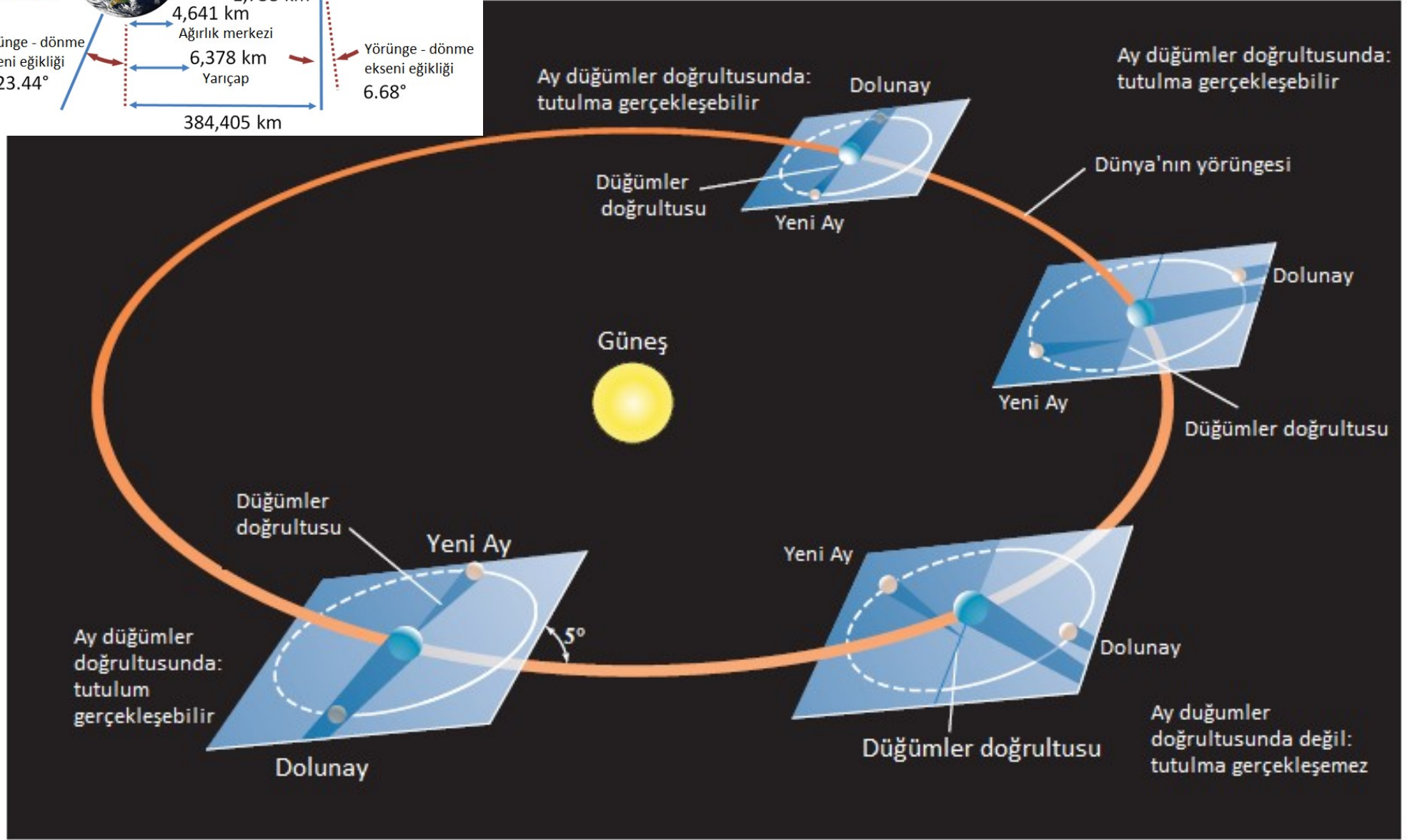
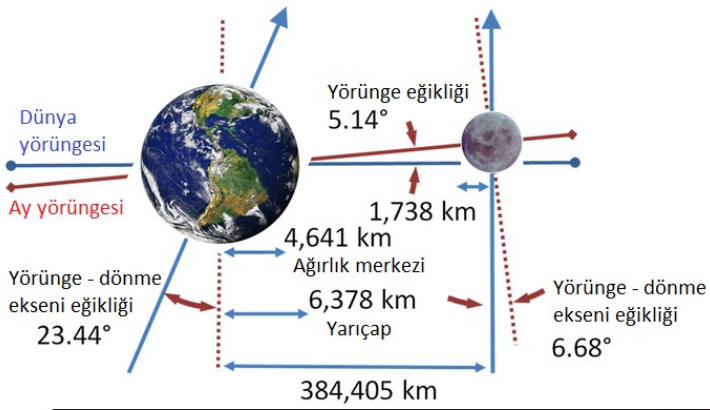
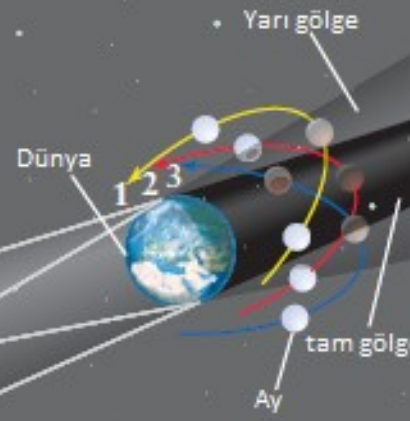


Figure 3-7



Ay Tutulması Türleri:

1) Yarı-gölge tutulması: Ay'ın Dünya'nın yarı-gölgesi (penumbra) içinde kaldığı türdür.

2) Tam Ay tutulması: Ay'ın Dünya'nın gölgesinin (umbra) tamamen içinde kaldığı tutulma türüdür.

3) Parçalı Ay tutulması: Ay'ın Dünya'nın gölgesinin (umbra) kısmen içinde kaldığı tutulma türüdür.

Bakır kırmızısı bu renk, Güneş ışığının kısa dalga boylu (mavi) bölümünün atmosferimizde saçılmasından kaynaklanmaktadır! Kırmızı en az saçılmaya uğradığı için yoluna devam edip Ay'a ulaşır!

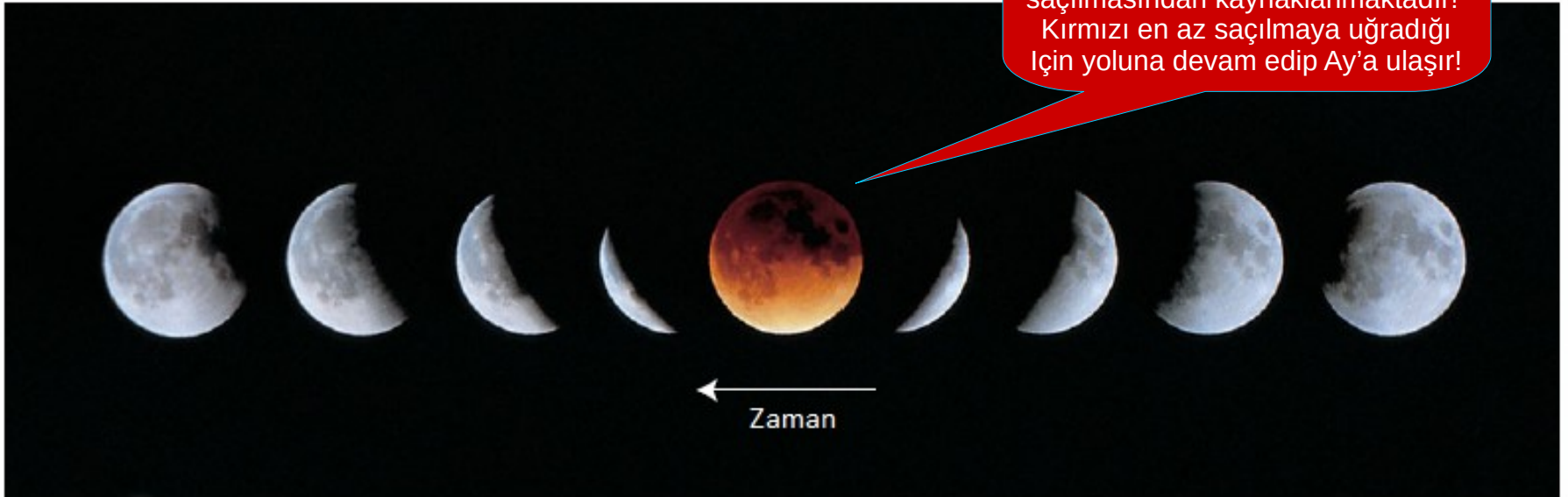


Figure 3-9

TAM GÜNEŞ TUTULMASI

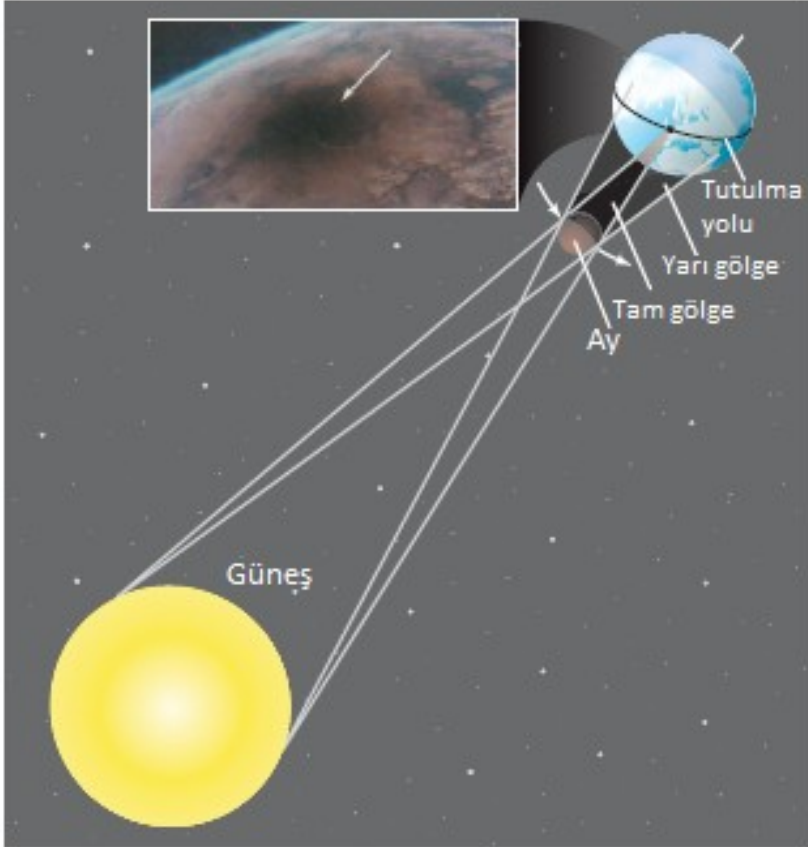


Figure 3-11 RIVUXG

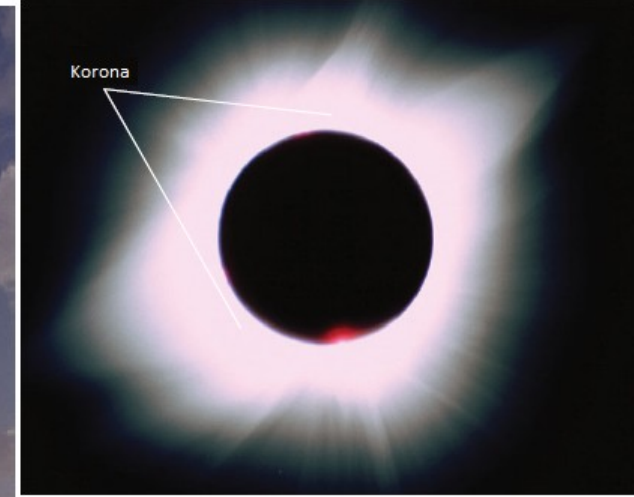
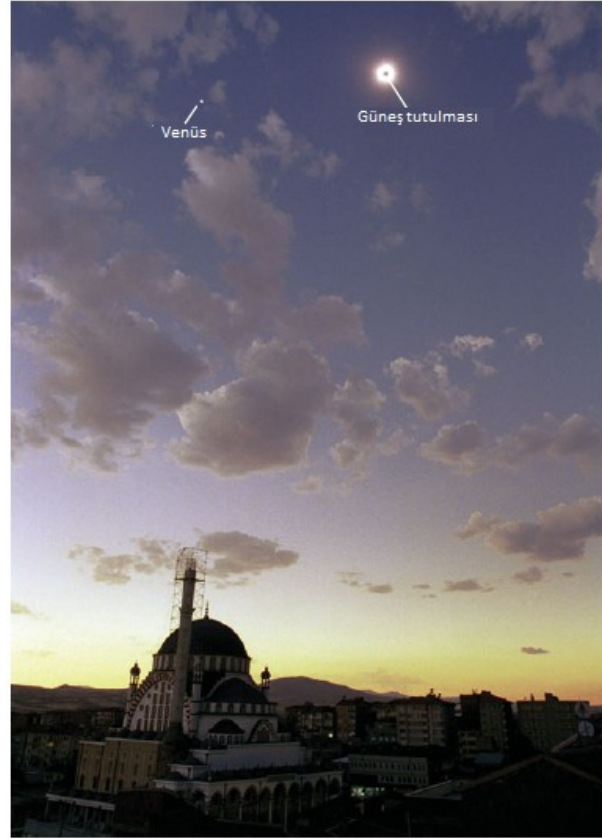


Figure 3-10 RIVUXG

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

Türkiye'den gözlenebilecek en yakın tam Güneş tutulması 30 Nisan 2060'da!

8 Nisan 2024'te ABD'nin neredeyse tamamından gözlenebilecek bir tam Güneş tutulması olacak.

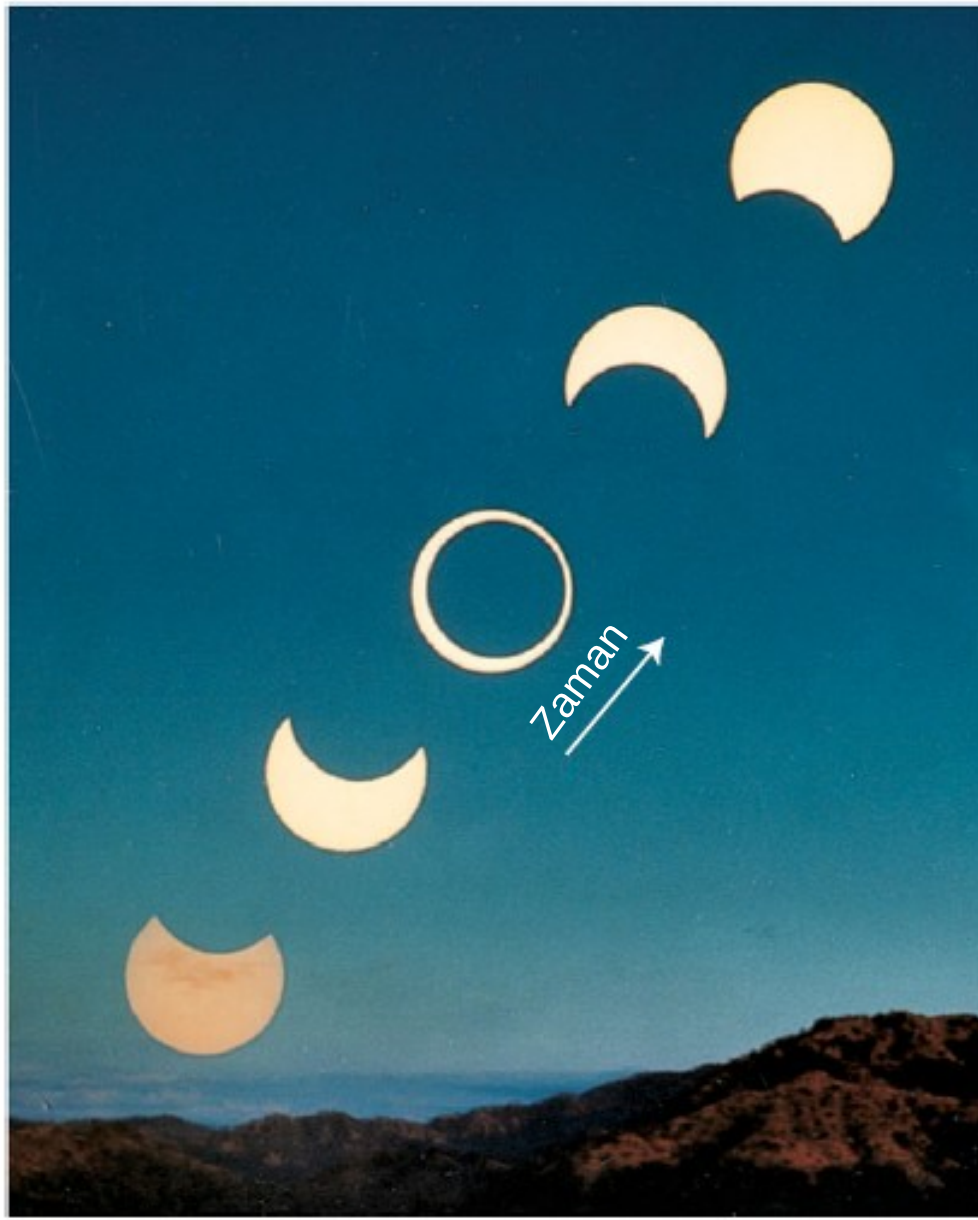


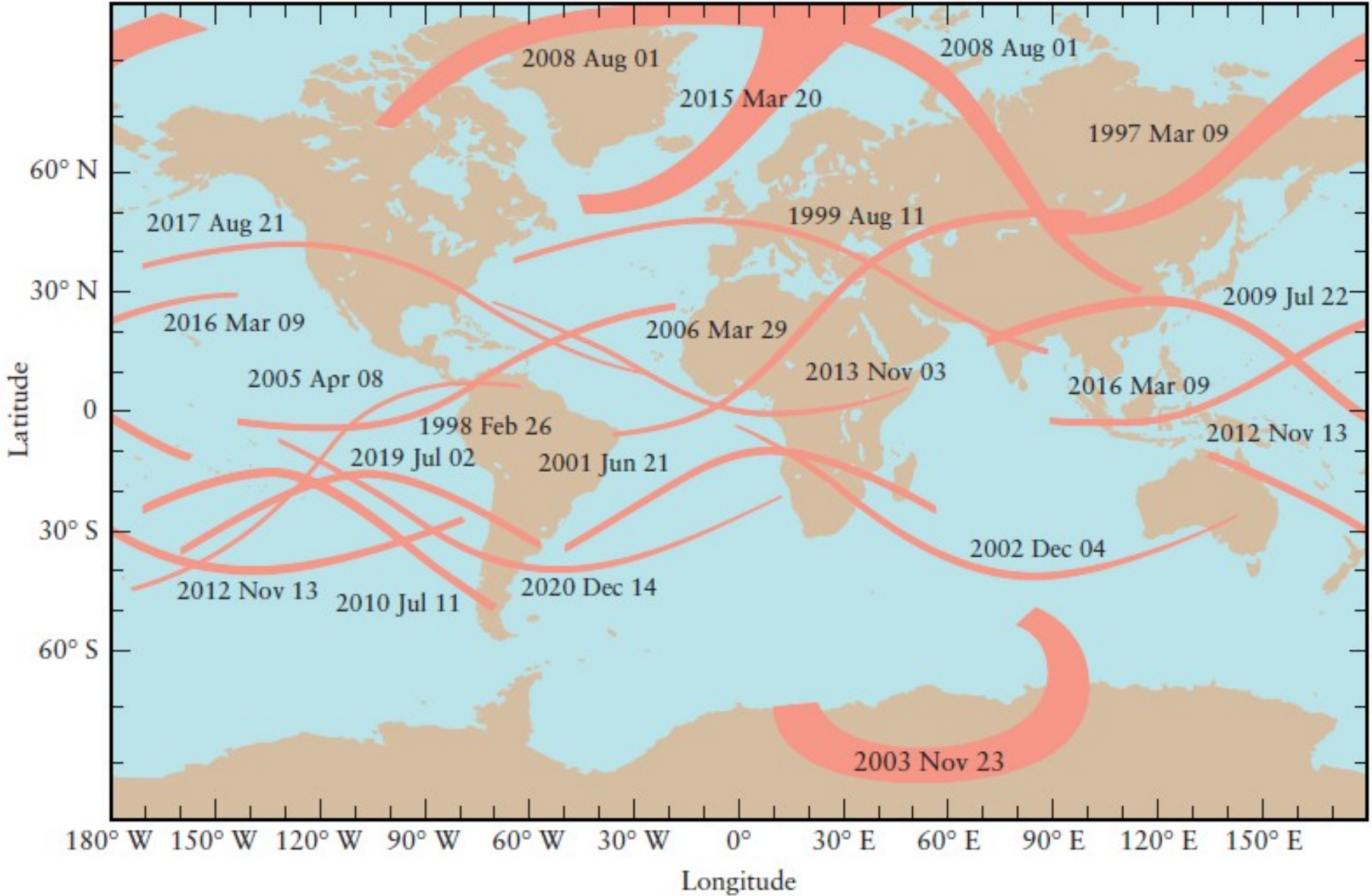
Figure 3-12 RIVUXG

Halkalı Güneş Tutulması: Hem Dünya'nın Güneş etrafındaki, hem de Ay'ın Dünya etrafındaki yörüngeleri basık (eliptik) olduğundan Ay'la Güneş'in gökyüzünde görünen boyutları bir miktar değişir. Ay bize biraz uzak, Güneş biraz yakinken gerçekleşen bir tutulma cisimlerin görelî büyüklükleri nedeniyle bir halkalı tutulma olarak gözlenebilir.

LIBRASYON

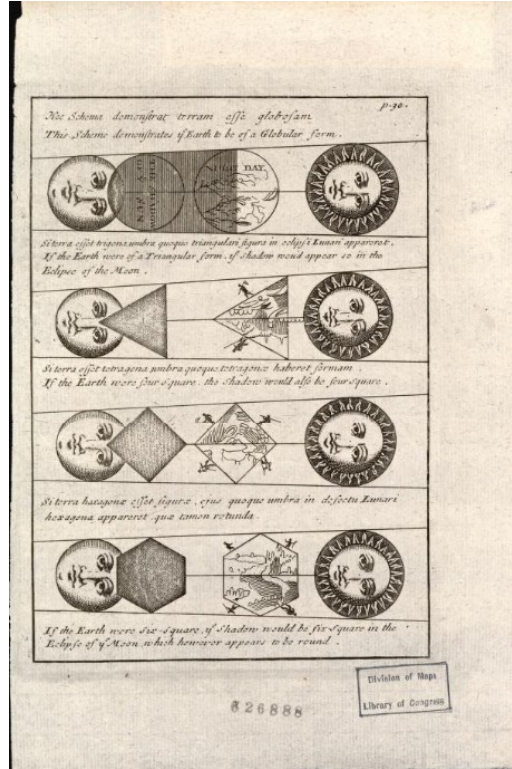


TAM GÜNEŞ TUTULMALARI



Ay'ın gölgesi Dünya yüzeyinde çok küçük bir alanı kapladığından, Güneş tutulmaları Dünya üzerindeki dar bantlardan gözlenebilir. Bu şekil 1997'den 2020'ye kadar olan tüm tam tutulmaların gerçekleştiği tutulma bantlarını göstermektedir.

Dünya'nın Şekli Batlamyus (Ptolemy) MS 100-170



İnsanlık çok uzun zaman önce dahi tam Ay tutulmaları sırasındaki Dünya'nın gölgesinin şeklini izleyerek küresel bir cisim olduğunu anlamıştır.

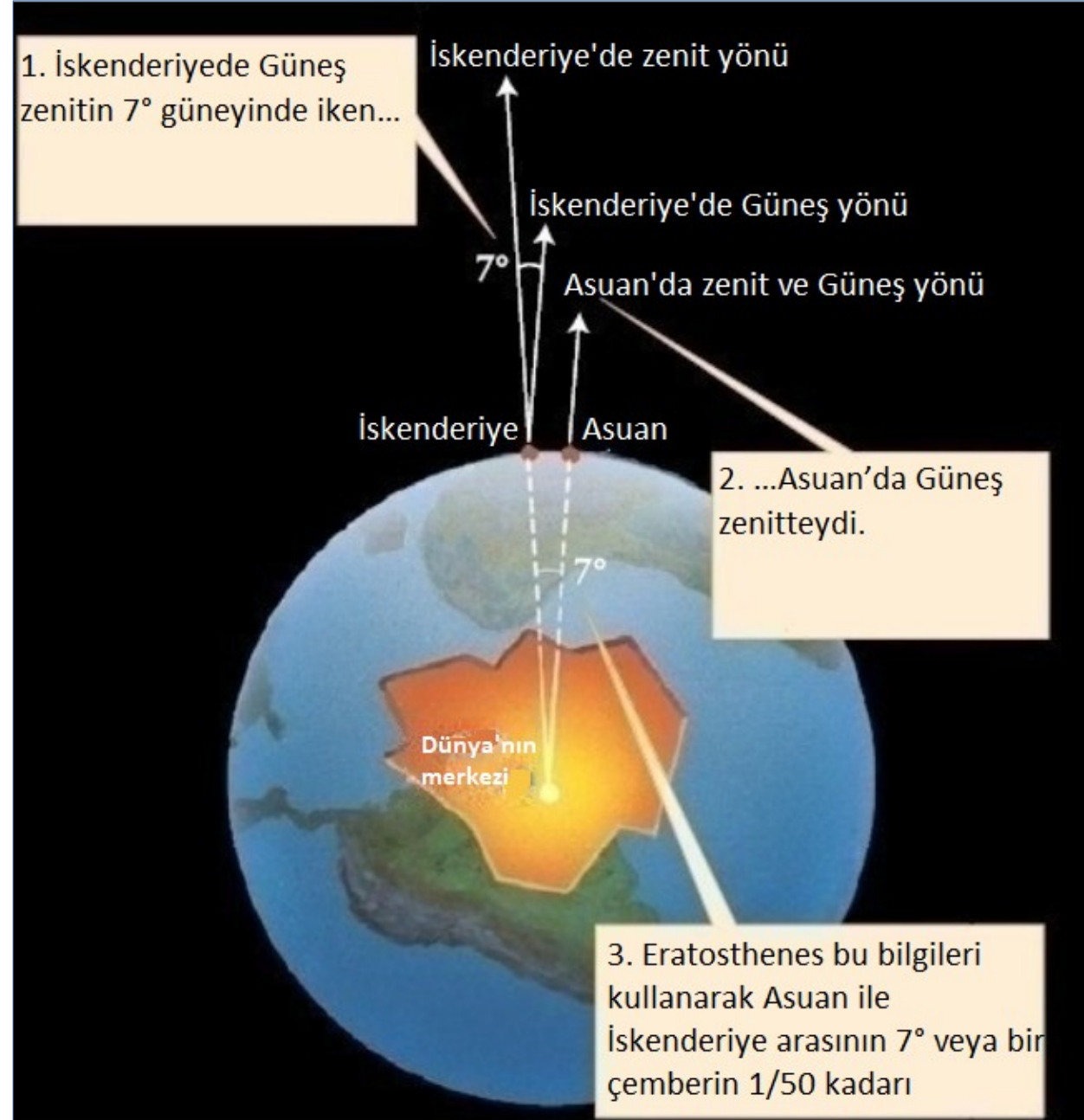
Justus van Gent ve Pedro Berruguete'nin Ptolemaios Portresi (1476) (solda), 1711'den farklı geometrik şekillerin tutulma sırasında neden olacağı gölgelerin şekilleri (Diagrams of solar eclipse, from Universal Geography) (sağda)

Eylül 20215 Tam Ay Tutuması (temsili) (International Olympiads of Astronomy and Astrophysics 2016, Hindistan)



Dünya'nın Büyüklüğü

Eratosthenes MÖ 200



Eratosthenes Güneş bugünkü Mısır'da Asuan şehri olarak bilinen yerde gözlemcinin meridyenindeyken, İskenderiye'deki gözlemcinin meridyeninin 7 derece güneyinde olmasından yola çıkarak, bu iki şehrin arasındaki mesafeyi gören Yer merkezindeki açının 7° olması gerektiğini düşünmüştür. Bu açı tam bir dairenin yaklaşık $1/50$ 'si kadardır. Eratosthenes bu iki şehir arasında 5000 stadia mesafe olduğu bilgisiyile, Dünya'nın çevresini $5000 \times 50 = 250000$ stad olarak hesaplamıştır. Bugün bir stadın kaç metre olduğunu kimse bilmemektedir. Ancak bunun $1/6$ km olduğu varsayılırsa, Eratosthenes'in hesabına göre Dünya'nın çevresi 42000 km olacaktır ve gerçek değere (ekvator çevresinde $40\ 075$ km) oldukça yakındır.

TABLO 3-3**Antik ve Modern Astronomik Ölçümlerin Karşılaştırılması**

	Antik (km)	Modern (km)
Dünya'nın çapı	13,000	12,756
Ay'ın çapı	4,300	3,476
Güneş'in çapı	9×10^4	1.39×10^6
Dünya - Ay arası uzaklık	4×10^5	3.84×10^5
Dünya - Güneş arası	10^7	1.50×10^8

Table 3-3*Universe, Tenth Edition*

© 2014 W. H. Freeman and Company

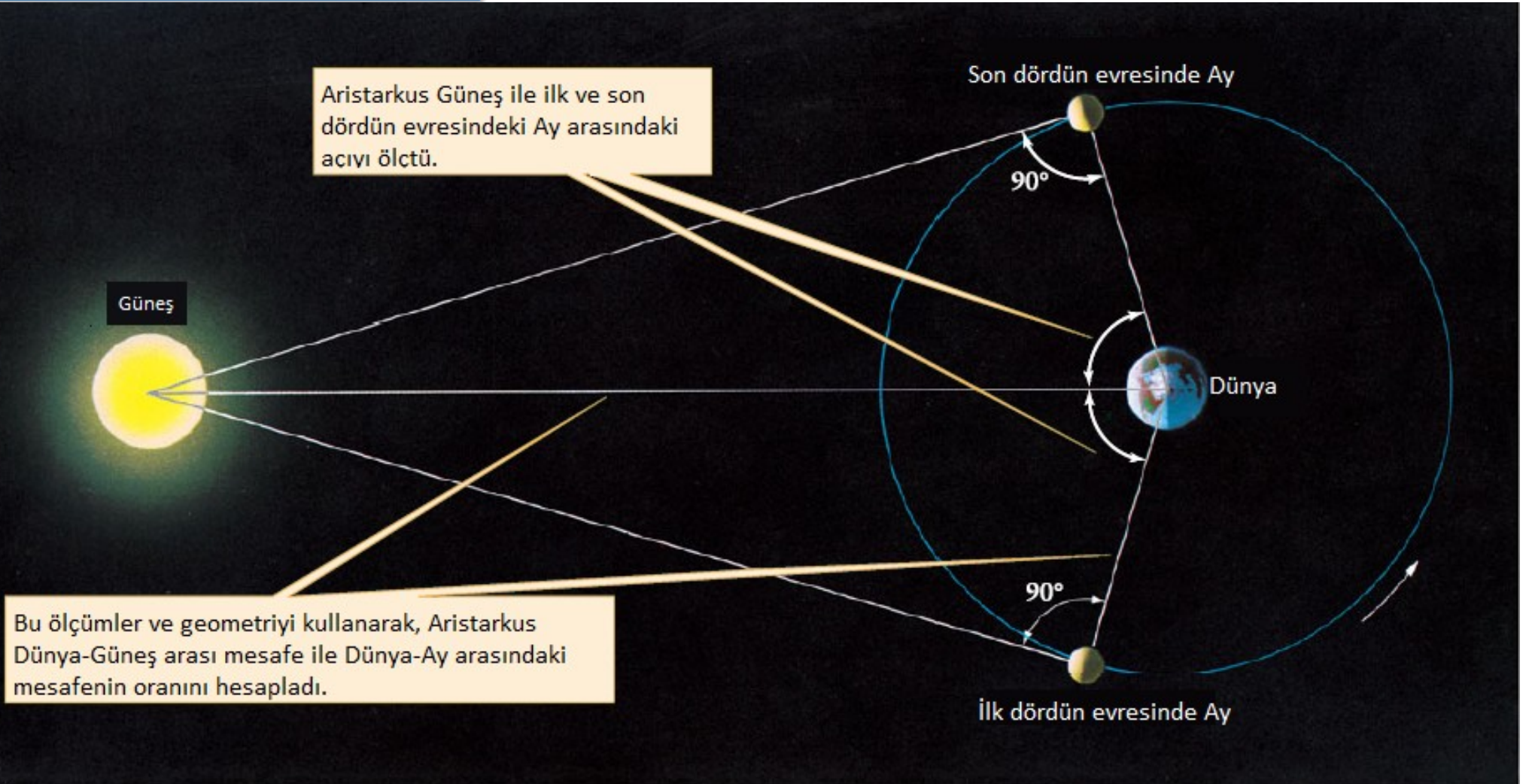
Yer-Güneş ve Yer-Ay Uzaklıkları Aristarchus MÖ 280

TABLO 3-3

Antik ve Modern Astronomik Ölçümlerin
Karşılaştırılması

	Antik (km)	Modern (km)
Dünya'nın çapı	13,000	12,756
Ay'ın çapı	4,300	3,476
Güneş'in çapı	9×10^4	1.39×10^6
Dünya - Ay arası uzaklık	4×10^5	3.84×10^5
Dünya - Güneş arası	10^7	1.50×10^8

Aristarchus ise bir Tam Ay Tutulması sırasında Ay'ın Dünya'nın gölgesinde kalması için geçen süreyi de kullanarak Dünya'nın çapının Ay'ın çapının 3 katı olması gerektiğini bulmuştur. Ayrıca Güneş ve Ay'ın gökyüzünde ortalama görünen büyüklüklerinin aynı ($\sim 1/2^\circ$) olması gerçeğinden yararlanarak büyüklüklerinin oranının, uzaklıklarının oranına eşit olması gerektiği sonucunu da çıkarmıştır (ölçümlerine göre $1/20$). Bu kadar küçük açılar ölçmek çok zor olduğundan bugün yaklaşık olarak 360 olduğunu bildiğimiz bu değer konusunda ise yanılmıştır.



Alıştırma Soruları

- 1) Ay, yörüngesi etrafında (a) aynı yönde fakat iki kat daha hızlı, (b) aynı hızda ama ters yönde hareket etse Ay evrelerinin sırası ve zamanlaması nasıl etkilenirdi? Cevaplarınızı açıklayınız.
- 2) Ay (a) yeni ay (b) ilk dördün ay; (c) dolunay; (d) son dördün olduğunda evrelerinde yaklaşık olarak hangi saatte doğar, ekvatordaki bir gözlemcinin başucuna yakın bir noktadan hangi saatlerde geçer?
- 3) Ay'da yaşasaydınız (a) Güneş'in doğuşunu ve batışını görür müydünüz? Yoksa gökyüzünde hep aynı yerde mi olurdu? (b) Dünya'nın doğuşunu ve batışını görür müydünüz? Yoksa gökyüzünde hep aynı yerde mi olurdu? (c) Dünya'nın evreleri olduğunu görebilir miydiniz? (d) Sizin için Dünya'nın karanlık bir tarafı olur muydu?
- 4) Eğer Dünya'ya Ay'ın Dünya'ya bakan tarafından bakıyor olarsınız (a) Bir Tam Ay Tutulması sırasında, (b) Bir Tam Güneş Tutulması sırasında ne görürsünüz? Cevaplarınızı açıklayınız.
- 5) 22 Eylül'de Güneş bir gözlemcinin meridyendeyken yıldız zamanı ne olur? Bu anda Güneş Ankara'da bulunan ($\phi = 40^\circ$) olan gözlemcinin ufkundan ne kadar yüksektedir?
- 6) Deneb yıldızının ekvatoryal koordinat sistemindeki koordinatları $\alpha = 20^{\text{sa}} 41^{\text{dk}} 25^{\text{s}}$ ve $\delta = +45^\circ 16' 49''$ 'dir. a) Deneb'in 21 Haziran'da gözlemcinin meridyenine ulaştığı vakit yıldız zamanı, b) o anda Deneb'in Ankara'da bulunan ($\phi = 40^\circ$) gözlemci için ufuk yüksekliği nedir?
- 7) Yıldız zamanı ve ortalama güneş ne zamanı birbirine ne zaman tam olarak eşit olur? Cevabınızı açıklayınız.
- 8) Aldebaran 15 Kasım 2023'te Yerel Ortalama Güneş Zamanı'na göre saat 22:40'da gözlemcinin meridyenine geliyor. Bu gözlemci Aldebaran'ı 10 Kasım'da gözlemiş olsaydı Aldebaran meridyenindeyken Yerel Ortalama Güneş Zamanı kaç olurdu?