

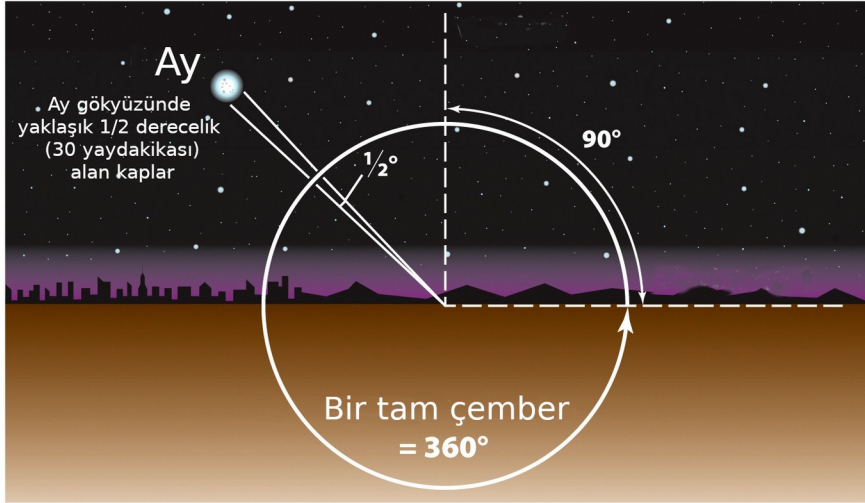
AST121

Astronomiye Giriş

Ders 2 : Göküre ve Koordinat Sistemleri



# Gökcisimlerinin Konumları, Görünen Büyüklükler, Açısal Uzaklıklar



Gökyüzünde Açı Ölçümü

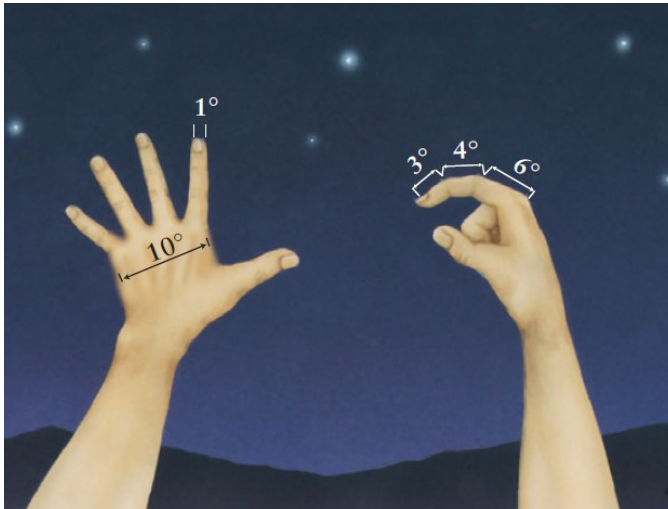
$$1^\circ = 60' = 3600''$$

Figure 1-11a  
Universe, Tenth Edition  
© 2014 W. H. Freeman and Company



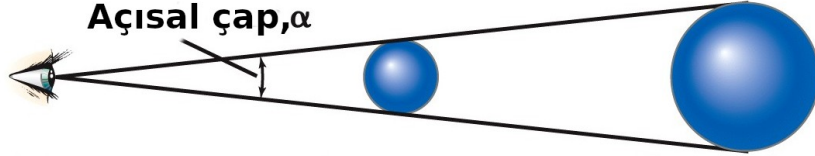
Açısal Uzaklık Ölçümü

Figure 1-11bc  
Universe, Tenth Edition  
© 2014 W. H. Freeman and Company



Elle yapılan açı ölçümleri

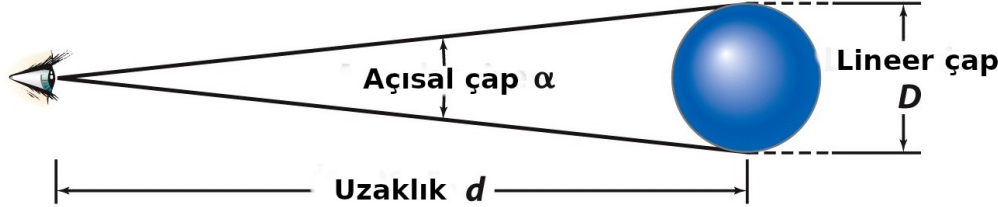
# Küçük Açı Yaklaşımı



a) Sabit bir açısal çap için, gökcismi ne kadar uzaksa o kadar büyük, ne kadar yakınsa o kadar küçüktür.



b) Sabit bir büyüklük için, gökcismi ne kadar uzaksa açısal çapı o kadar büyük, ne kadar yakınsa o kadar küçüktür.



Bir gökcisminin açısal ve lineer çapları (büyüklükleri) ile uzaklığı arasındaki ilişki

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D/2}{d} \rightarrow \frac{\alpha}{2} [\text{radyan}] = \frac{D/2}{d} \rightarrow \alpha [\text{rad.}] = \frac{D}{d}$$

$$1 [\text{radyan}] = 360 \text{ derece} = 360 \times 60 \times 60 \text{ yaysaniyesi}$$

$$1 \text{ radyan} = \frac{360 \times 60 \times 60 \text{ yaysn}}{2\pi} = 206265 \text{ yaysaniyesi}$$

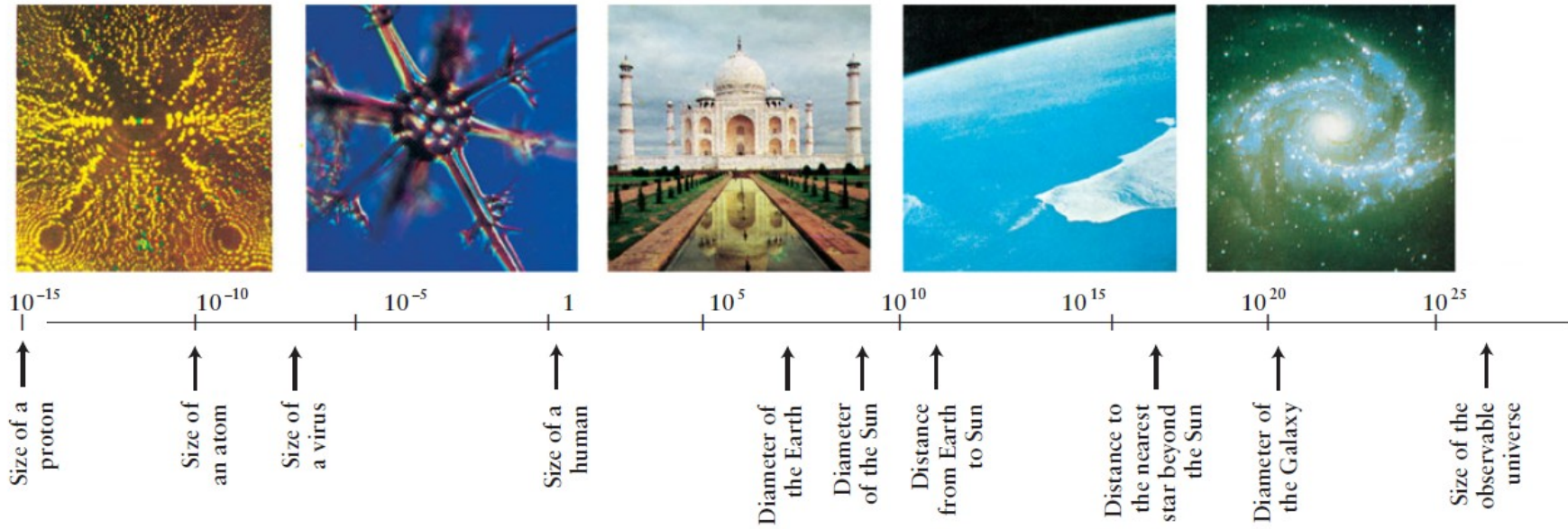
$$\alpha [\text{yaysn}] = \frac{D}{d} \times 206265$$

$$D = \frac{\alpha [\text{yaysn}] d}{206265}$$

D ve d (uzunlukları) aynı birimde seçilmelidir!



# Bilimsel Gösterim



**Figure 1-13**

**Examples of Powers-of-Ten Notation** The scale gives the sizes of objects in meters, ranging from subatomic particles at the left to the entire observable universe on the right. The photograph at the left shows tungsten atoms,  $10^{-10}$  meter in diameter. Second from left is the crystalline skeleton of a diatom (a single-celled organism),  $10^{-4}$  meter (0.1 millimeter) in size. At the center is the Taj Mahal, about 60 meters

tall and within reach of our unaided senses. On the right, looking across the Indian Ocean toward the south pole, we see the curvature of the Earth, about  $10^7$  meters in diameter. At the far right is a galaxy,  $10^{21}$  meters (100,000 light-years) in diameter. (Courtesy of Scientific American Books; NASA; and photograph by David Malin from the Anglo-Australian Observatory)

# “Astronomik” Büyüklükler

## Birimler ve Büyüklükler:

$10^{-12}$ F	→	1 pikofarad (pF)
$10^{-10}$ m	→	1 Angström (Å)
$10^{-9}$ s	→	1 nanosaniye (ns)
$10^{-6}$ Hz	→	1 mikrohertz (μHz)
$10^{-3}$ yaysn (")	→	1 miliyaysaniyesi (miliyaysn)
$10^{-2}$ m	→	1 santimetre (cm)
$10^3$ elektronvolt	→	1 kiloelektronvolt (keV)
$10^6$ ton	→	1 megaton
$10^9$ yıl	→	1 gigayıl (milyar yıl)
$10^{12}$ bytes	→	1 terabyte

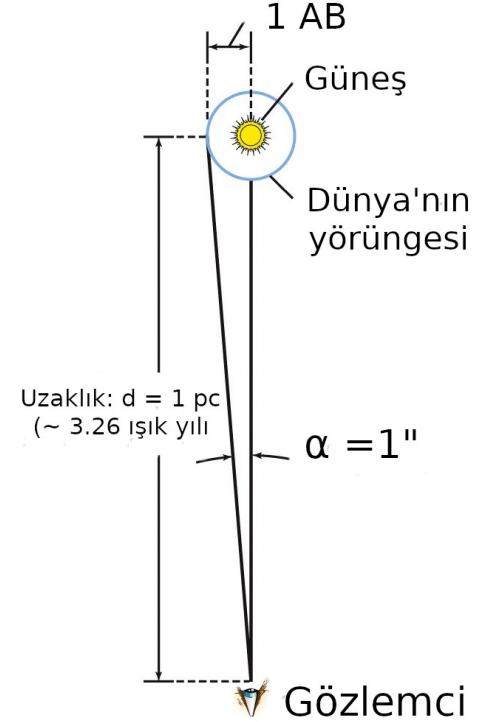


Figure 1-14  
Universe, Tenth Edition  
© 2014 W. H. Freeman and Company

## Astronomide Sık Kullanılan Bazı Birimler:

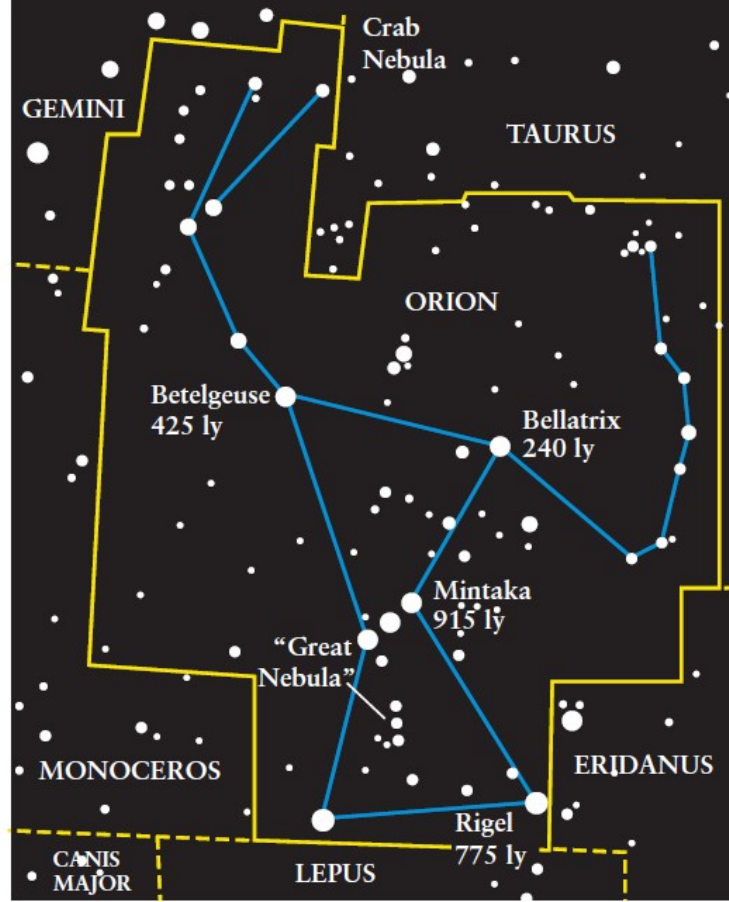
- 1 Astronomi Birimi (AB): Dünya'yla Güneş arasındaki ortalama uzaklıktır →  $\sim 149.6 \times 10^6$  km
- 1 ışık yılı (ıy): Işığın bir yılda aldığı yola verilen isimdir ( $c \approx 3 \times 10^8$  m/s) →  $\sim 10$  trilyon km
- 1 parsek (pc): 1 AB uzaklığın 1" altında görülebildiği uzaklık 1 pc'tir →  $\sim 3.09 \times 10^{13}$  km  $\approx 3.26$  ıy
- 1 kiloparsek = 1 kpc ( $10^3$  pc), 1 megaparsek = 1 Mpc ( $10^6$  pc)

1 Güneş Kütlesi ( $M_{\odot}$ ):  $1.99 \times 10^{30}$  kg, 1 Güneş Yarıçapı ( $R_{\odot}$ ):  $6.9634 \times 10^5$  km

# Takımyıldızlar



(a)



(b)

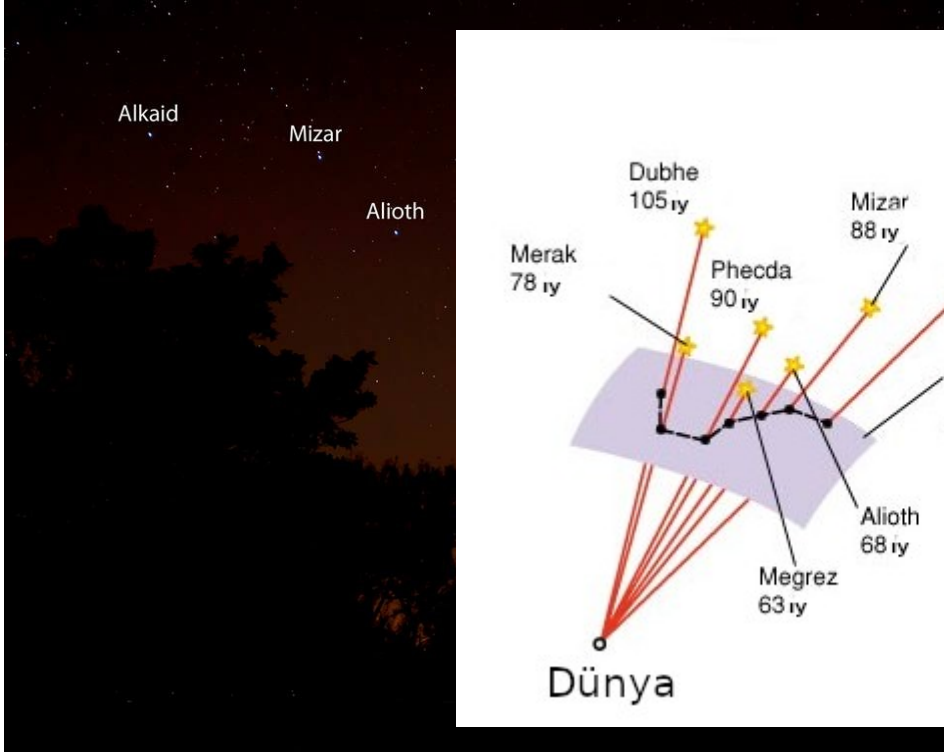


(c)

Orion (Avcı) takımyıldızının (a) Gökyüzündeki görüntüsü, (b) Haritası ve IAU tarafından tanımlanmış sınırları, (c) Bir görseli



# Asterizm $\neq$ Takımyıldız Büyük Cezve $\neq$ Büyük Ayı

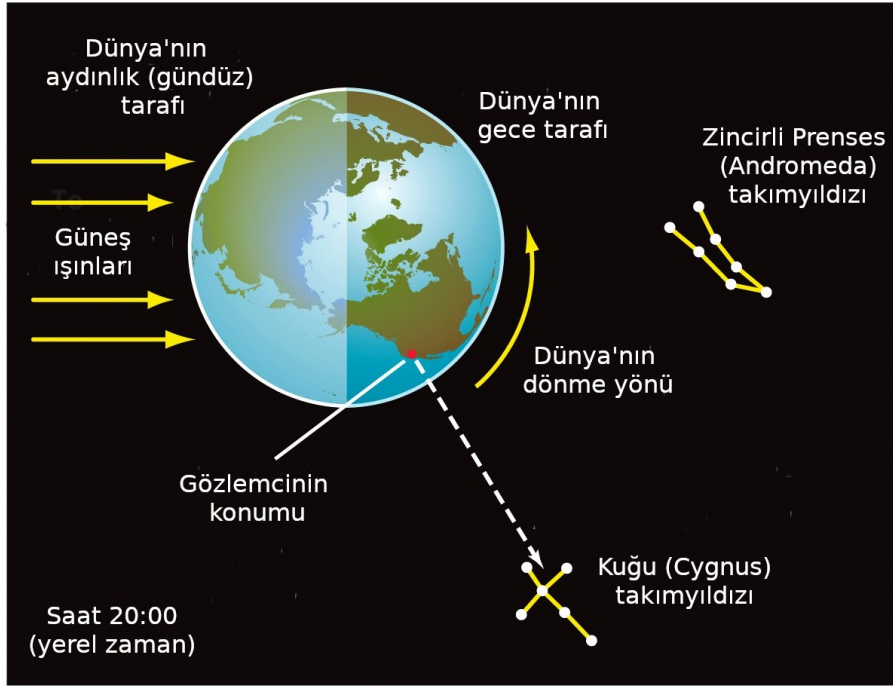


Büyük cezve (bir asterizm örneđi)



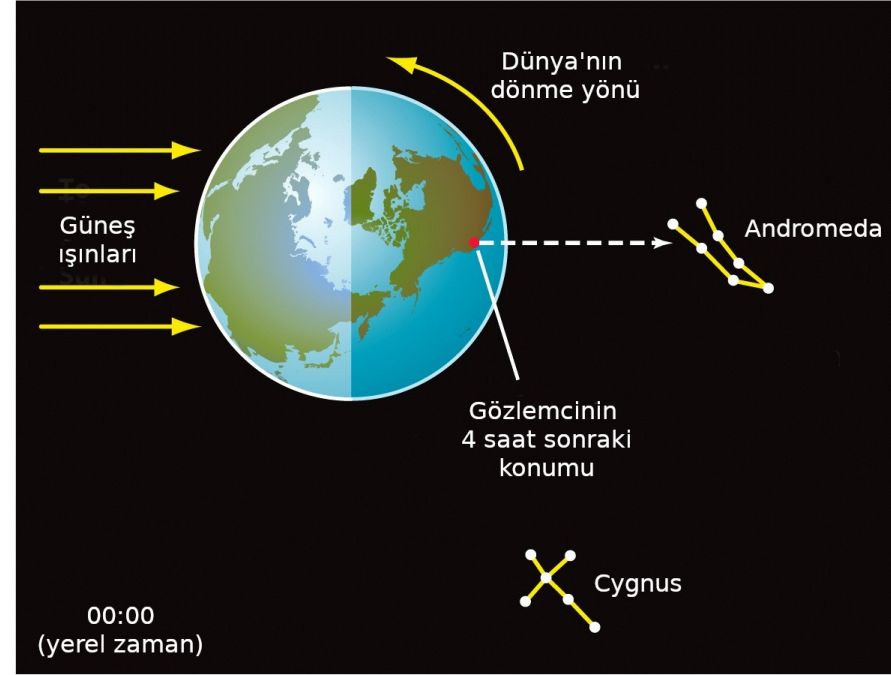
Büyük Ayı (bir takımyıldız)

# Günlük Hareket



Dünya'nın kendi etrafında dönmesiyle gözlemcinin gördüğü yıldızların değişimi Yerküreye bu şekilde kuzey kutup doğrultusundan bakılmaktadır.

Figure 2-4a  
Universe, Tenth Edition  
© 2014 W. H. Freeman and Company

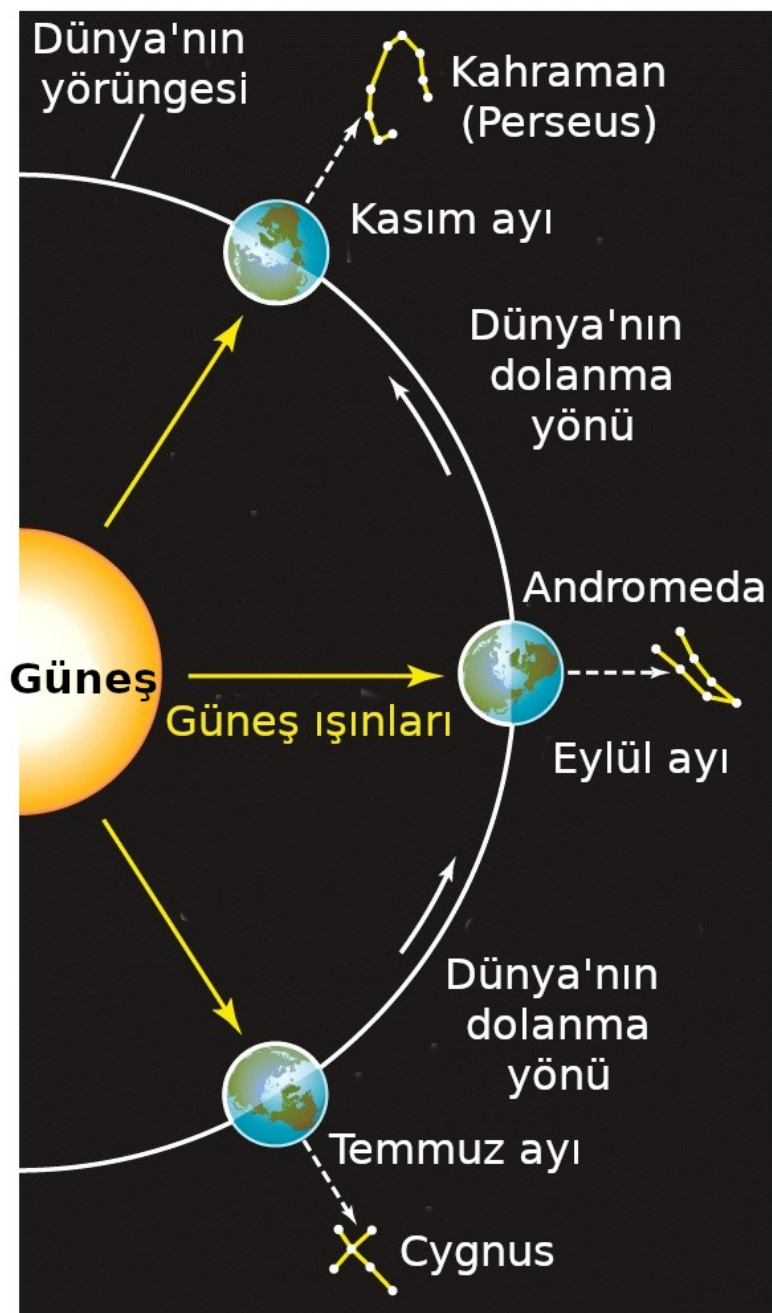


Dünya'nın dönüşüyle 4 saat sonra gözlemcinin gözlediği yıldızlar

Figure 2-4b  
Universe, Tenth Edition  
© 2014 W. H. Freeman and Company







## Yıllık Hareket

Dünya'nın Güneş'le ortak kütle merkezi etrafındaki yıllık hareketi nedeniyle gözlenebilen yıldızlar da değişir. Bazı mevsimlerde bazı takımyıldızlar Güneş doğrultusunda kaldıkları için gözlenemezken, diğerleri gözlenebilir. Aynı şekilde bazı mevsimlerde ancak sabaha karşı gözlenebilen takımyıldızlar ilerleyen aylarla birlikte geceyarısı ve öncesinde gözlenmeye başlar.

# Gökyüzüne Bakarak Yönümüzü Bulmak

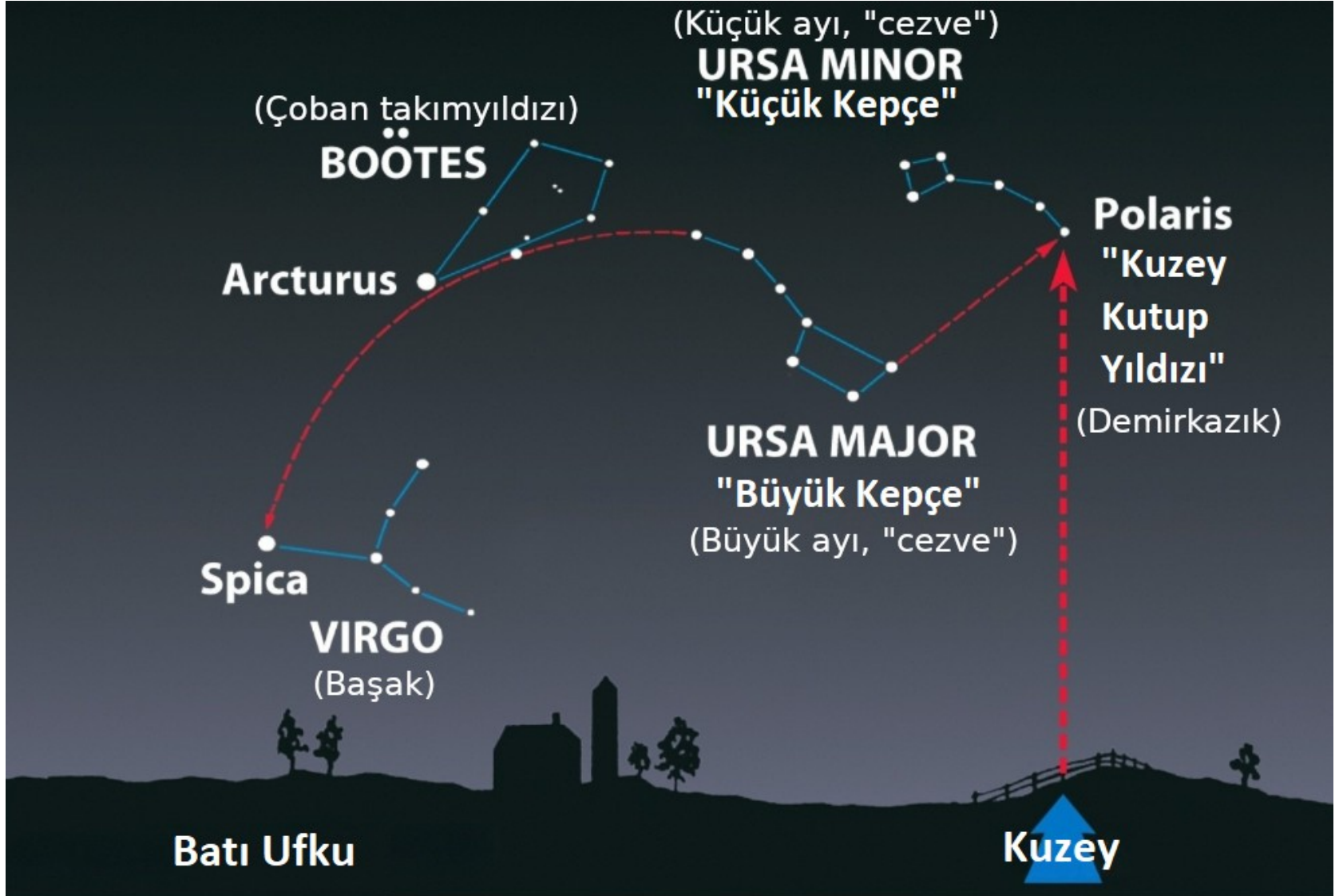
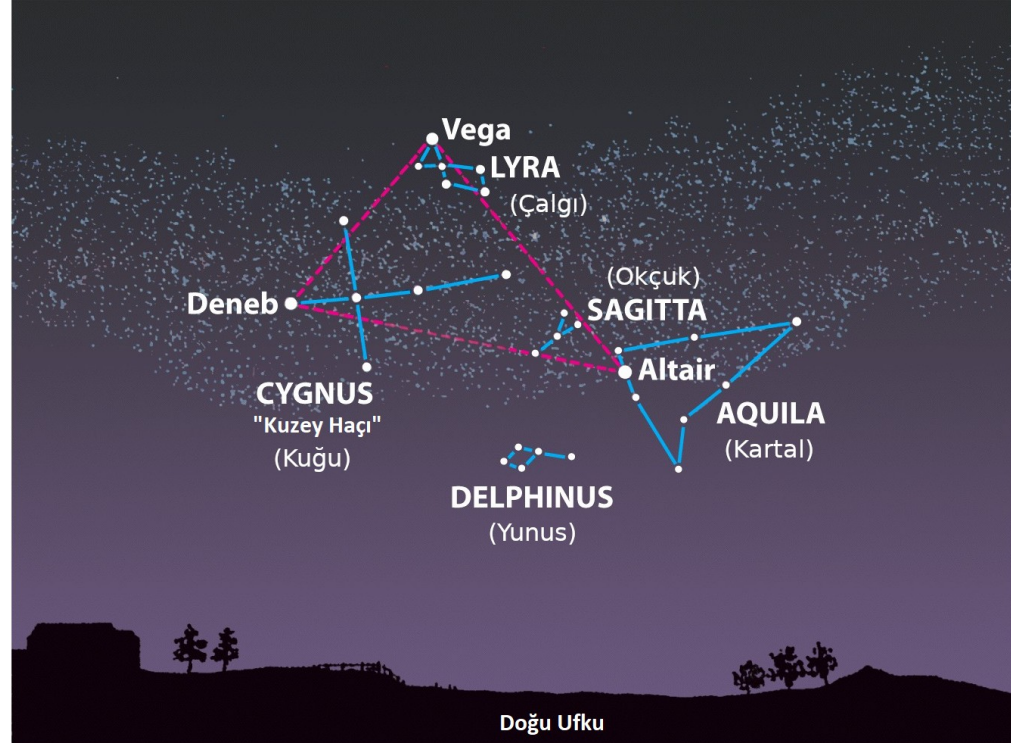
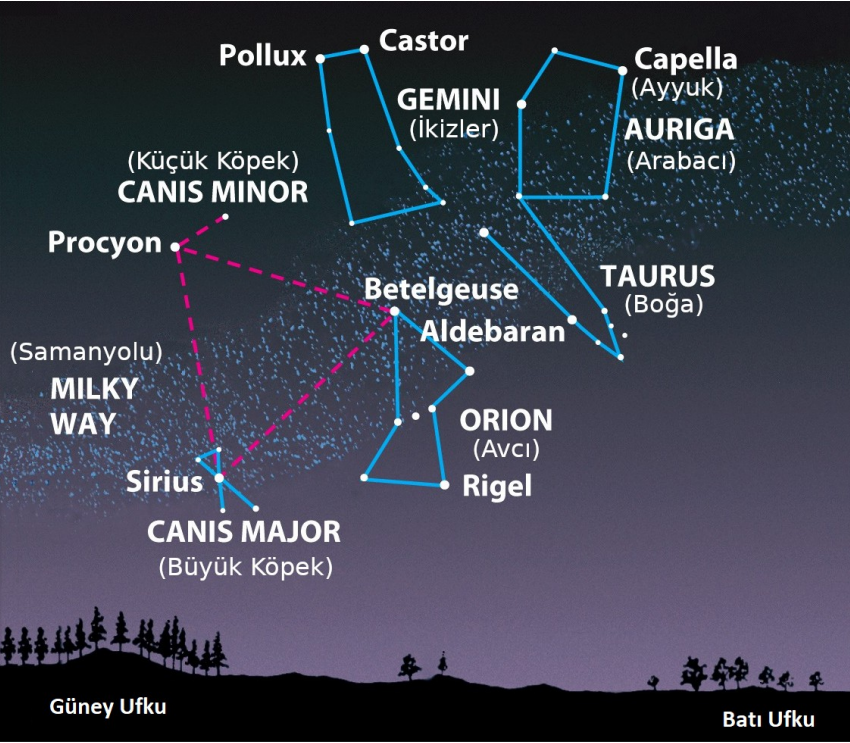


Figure 2-6  
Universe, Tenth Edition  
© 2014 W. H. Freeman and Company



# Kış ve Yaz Üçgenleri



Kış Üçgeni

Yaz Üçgeni

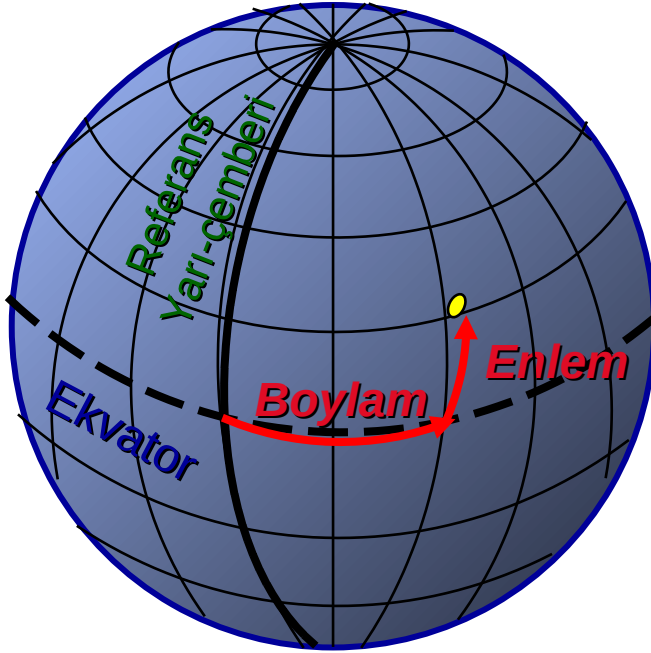
Figure 2-7  
Universe, Tenth Edition  
© 2014 W. H. Freeman and Company

Figure 2-8  
Universe, Tenth Edition  
© 2014 W. H. Freeman and Company

# Bir Küre Yüzeyinde Koordinat Sistemi Tanımlamak

Bir küre yüzeyindeki bir noktayı eşsiz olarak tanımlamak için 4 elemana ihtiyaç duyulur:

- 1) Temel düzlem
- 2) Referans yarı-çember
- 3) İki açı (enlem ve boylam)
- 4) Bu açıların ölçülme yönleri



**Örnek:** Coğrafi Koordinat Sistemi

## COĞRAFİ KOORDİNAT SİSTEMİ

**Temel Düzlem:** Yer ekvatoru

**Referans yarı-çember:** Yer'in dönme ekseninin kutuplarından ve keyfi seçilmiş bir noktadan (Greenwich) geçen yarı-çember

**Enlem ( $\phi$ ):** Yer ekvatorundan açısal uzaklık (derece biriminde)

**Boylam ( $\lambda$ ):** Greenwich'ten açısal uzaklık (genellikle saat biriminde)

**Ölçüm Yönü:** Enlem ekvatorдан kuzey yönünde pozitif ( $0^\circ - 90^\circ$  arasında), güney yönünde negatif ( $0^\circ - -90^\circ$  arasında) değer alır. Boylam referans yarı-çemberden başlayarak saat yönüne tersine (batıdan doğuya) ölçülür.

$$\Phi_{\text{Ankara}} = 39^\circ 56' 00''$$

$$\lambda_{\text{Ankara}} = 2^{\text{sa}} 11^{\text{dk}} 26^{\text{sn}}$$

# Derece – Saat Dönüşümü

**Soru:** Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'nin enleminin ( $\Phi_{\text{AUKR}} = 39^\circ 50' 37''$ ) saat cinsinden değeri kaçtır?

Öncelikle enlem değerini kesirsel biçimine dönüştürülür:

$$39^\circ + 50'/60 + 37''/3600 = 39.8436$$



Derece olan değer için dönüşüme gerek yoktur



Yay dakikası değeri 60'a bölünerek dereceye dönüştürülür



Yay saniyesi değeri 3600'e bölünerek dereceye dönüştürülür



$\Phi_{\text{ankara}}$  değerinin kesirsel gösterimi

360 derece = 24 saat ise  $\rightarrow$  1 saat = 15 derece

39.8436 değerinin saat cinsinden değeri  $\rightarrow 39.8436/15 = 2^{\text{sa}}.6562$

Saat – Dakika – Saniye gösterimi için kesirden sonraki sayılar dakika birimine, dakika değerinin kesirden sonra kalan kısmı saniye birimine dönüştürülür.

$$0^{\text{sa}}.6562 * 60 = 38^{\text{dk}}.372$$

$$0^{\text{dk}}.372 * 60 = 22^{\text{sn}}.32$$

Standart gösterim: **02<sup>sa</sup> 38<sup>dk</sup> 22<sup>sn</sup>.32**



# Saat - Derece Dönüşümü

**Soru:** Sirius yıldızının sağ açıklığının ( $\alpha = 06^{\text{sa}} 45^{\text{dk}} 08^{\text{sn}}$ ) derece cinsinden değeri kaçtır?

**Çözüm:** Öncelikle sağ açıklık değeri kesirsel birime dönüştürülür:

$$6^{\text{sa}} + 45^{\text{dk}}/60 + 8^{\text{sn}}/3600 = 6.7522$$

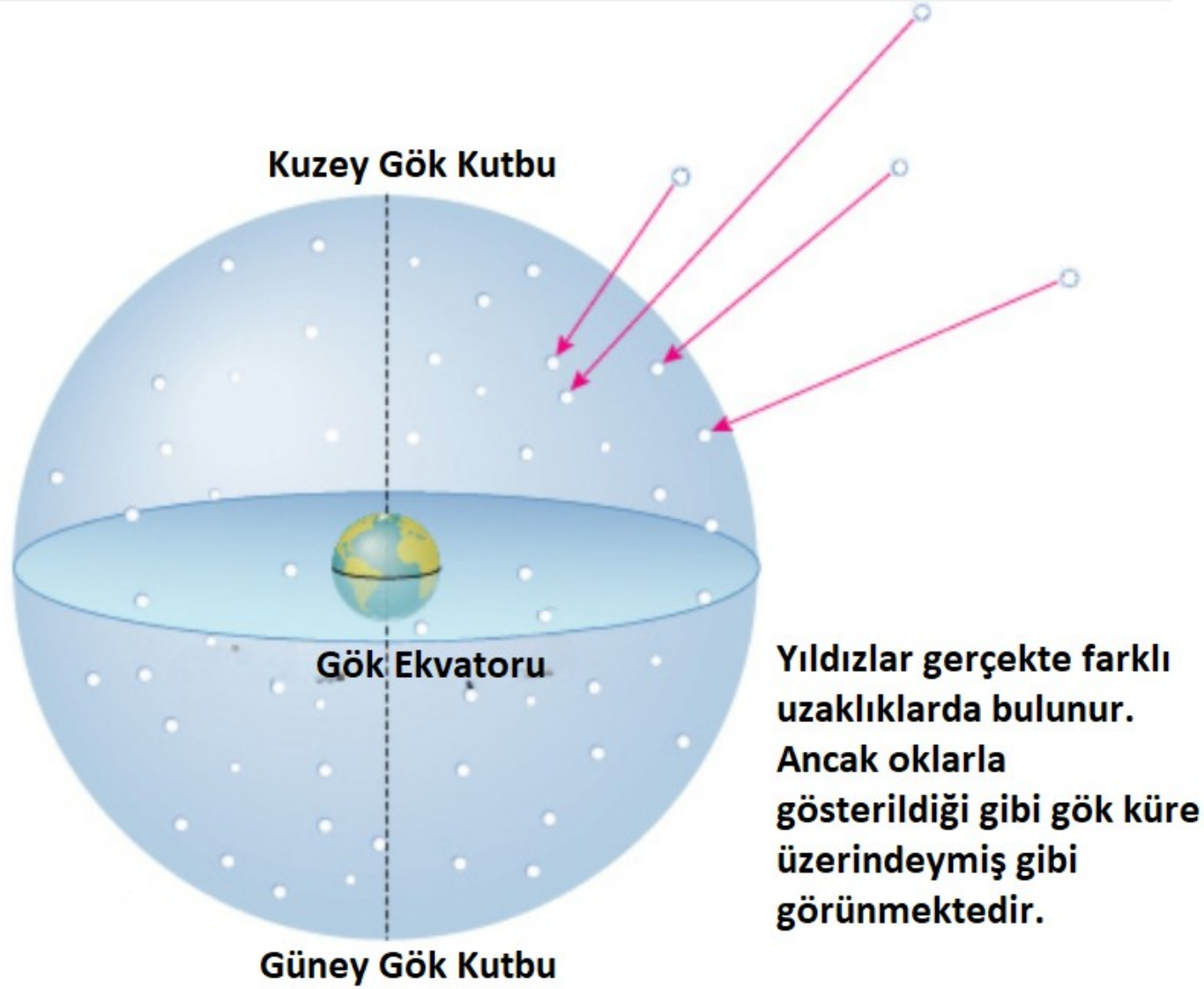
1 saat 15 derece ise  $6.7522 \text{ sat} \rightarrow 6.7522 * 15 = 101^{\circ}.283$  olur

Kesirsel olarak bulunan değer  $101^{\circ}.283$  derece - yay dakikası - yay saniyesine dönüştürülmesi:

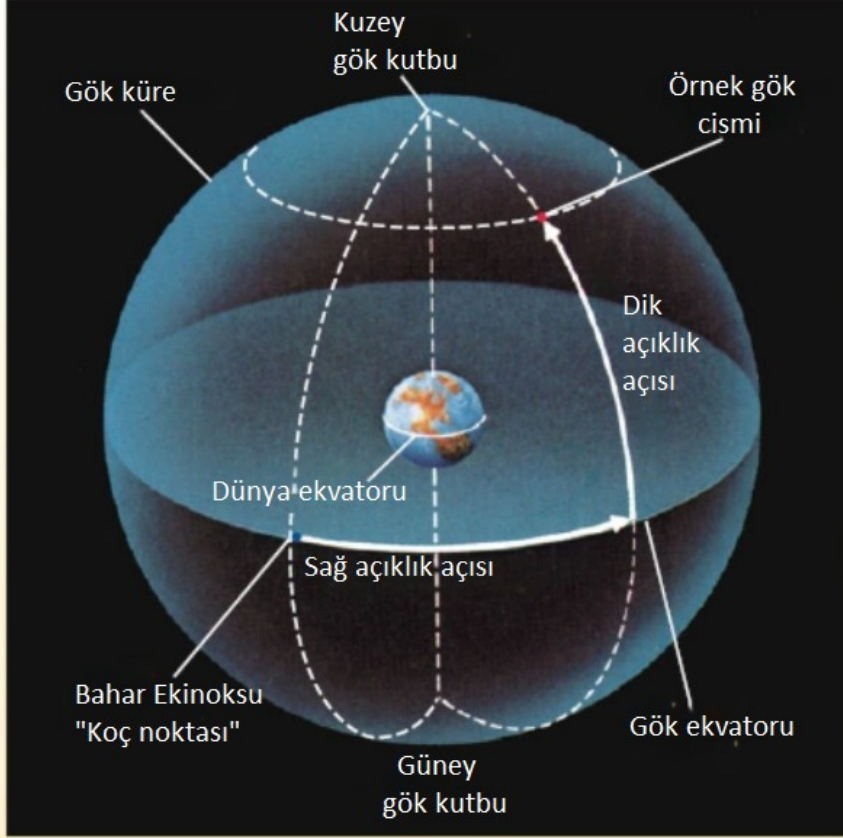
Değerin kesirsel kısmı 60 ile çarpılarak dereceden yay dakikasına dönüştürülür  $\rightarrow 0.283 * 60 = 16'.98$

Yay dakikası değerinin kesirsel bölümü 60 ile çarpılarak yay saniyesine dönüştürülür  $\rightarrow 0.98 * 60 = 58''.8$

Bu durumda  $101^{\circ}.283$  değeri  $101^{\circ} 16' 58''.8$  olarak gösterilebilir.



# Ekvator Koordinat Sistemi



**Temel Düzlem:** Gökkürenin ekvatoru

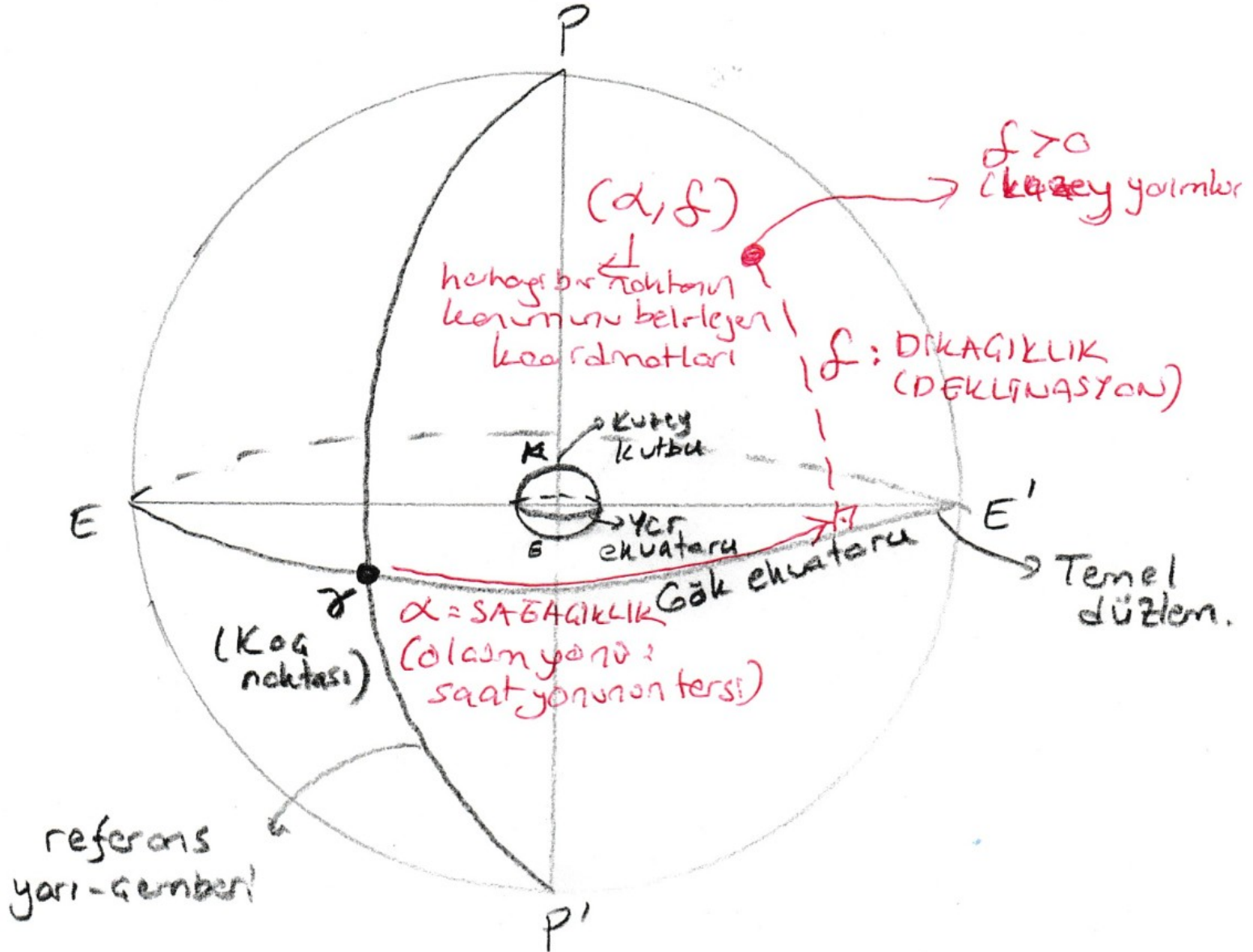
**Referans Yarı-çember:** Gökkürenin kutuplarından ve koç noktasından geçen yarı-çember

**Dik açıklık (Deklinasyon, DEC,  $\delta$ ):** Gökcisminin gök ekvatorundan açısal uzaklığıdır. Gökkürenin kuzey yarımküresindekiler  $0^\circ - 90^\circ$  güneyindekiler negatif değerler alır.

**Sağ açıklık (RA,  $\alpha$ ):** Gökcisminin koç noktasına olan açısal uzaklığıdır ve referans yarı-çemberden saat yönünün tersine ölçülür. Genellikle saat biriminde (0-24 saat) ifade edilir. Ancak derece biriminde de ( $0^\circ - 360^\circ$ ) ifade edilebilir.



# EKVATOR KOORDİNAT SİSTEMİ



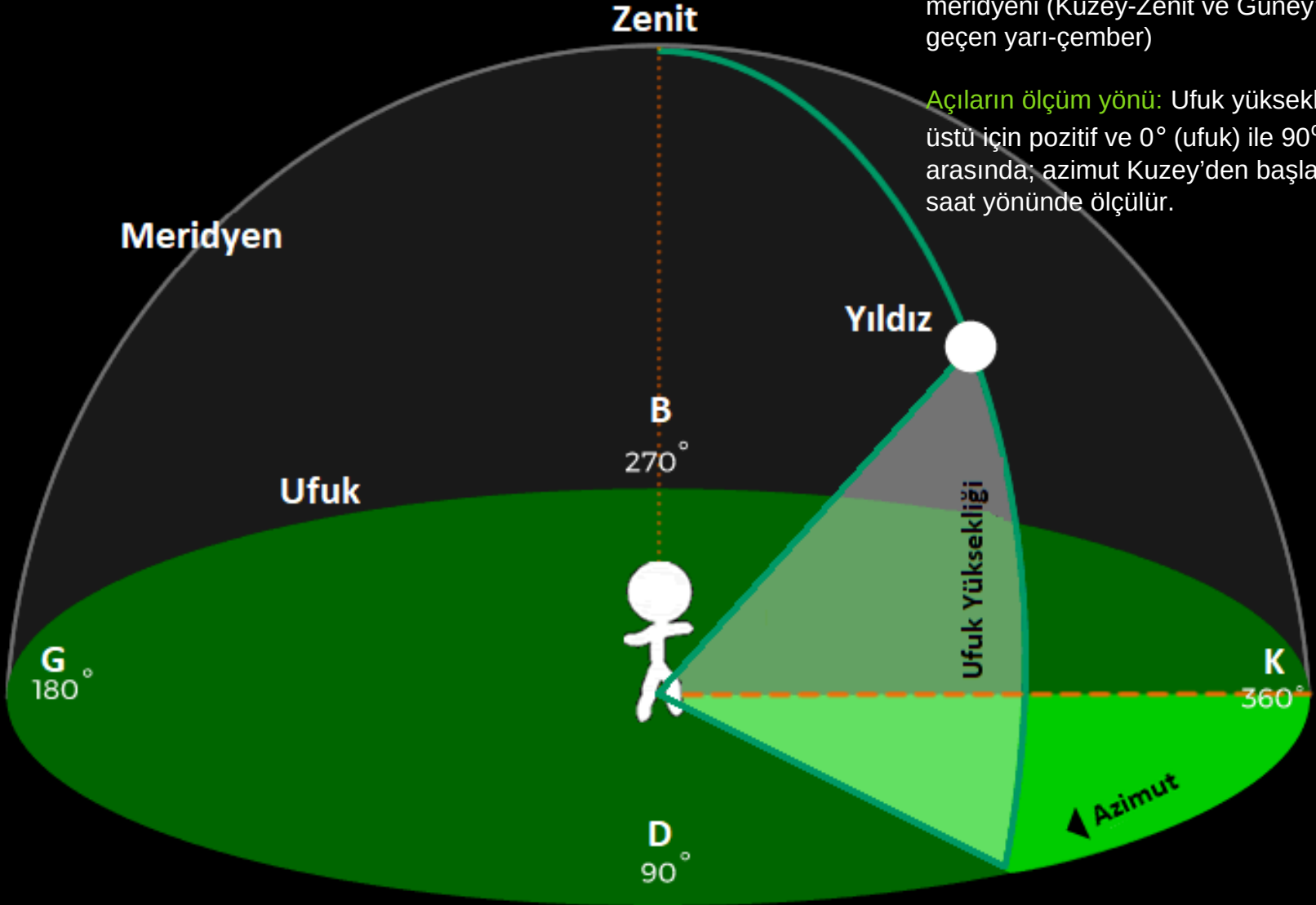
# Ufuk Koordinat Sistemi

## Ufuk Yüksekliği & Azimut

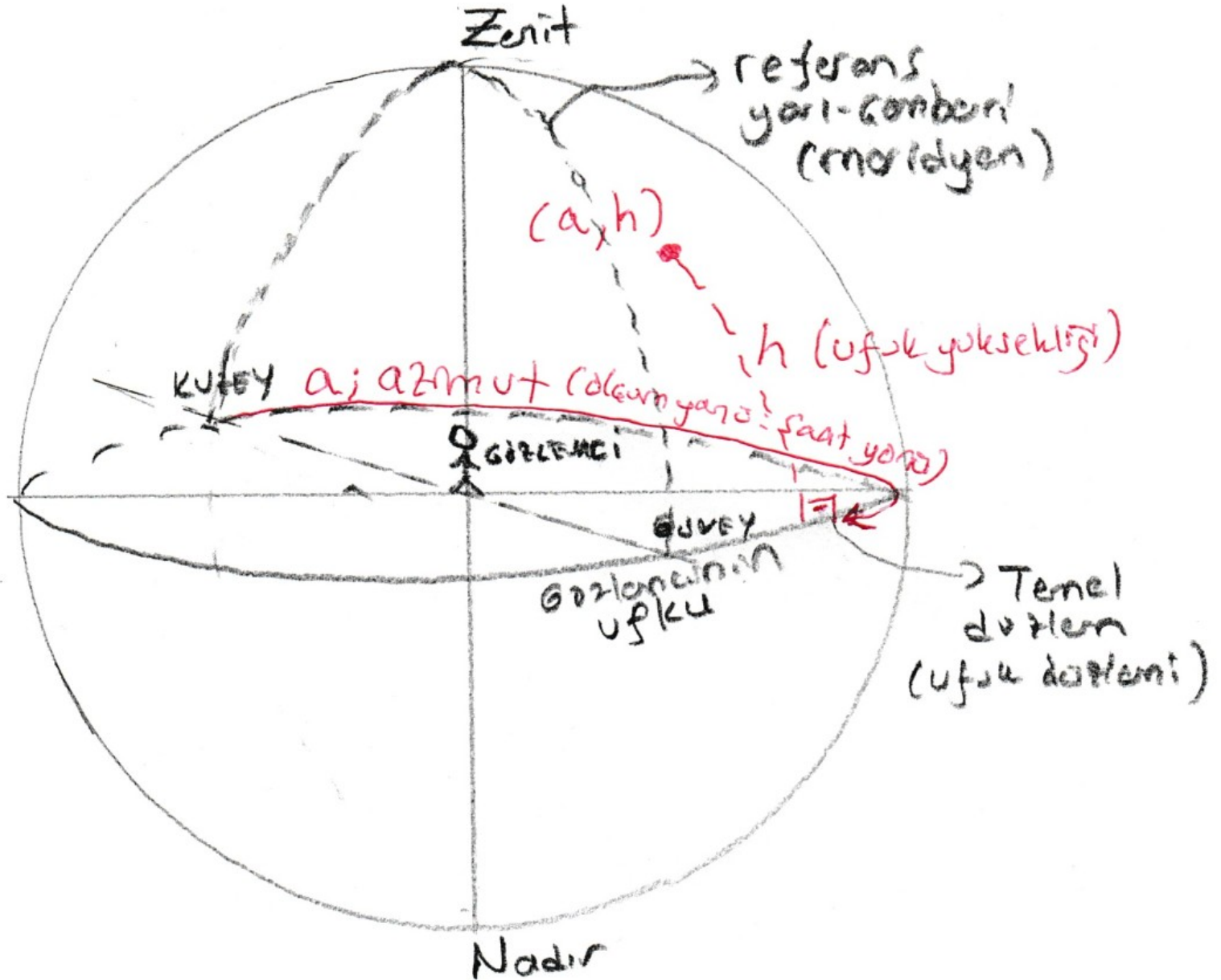
**Temel Düzlem:** Gözlemcinin ufku

**Referans Yarı-çemberi:** Gözlemcinin meridyeni (Kuzey-Zenit ve Güney'inden geçen yarı-çember)

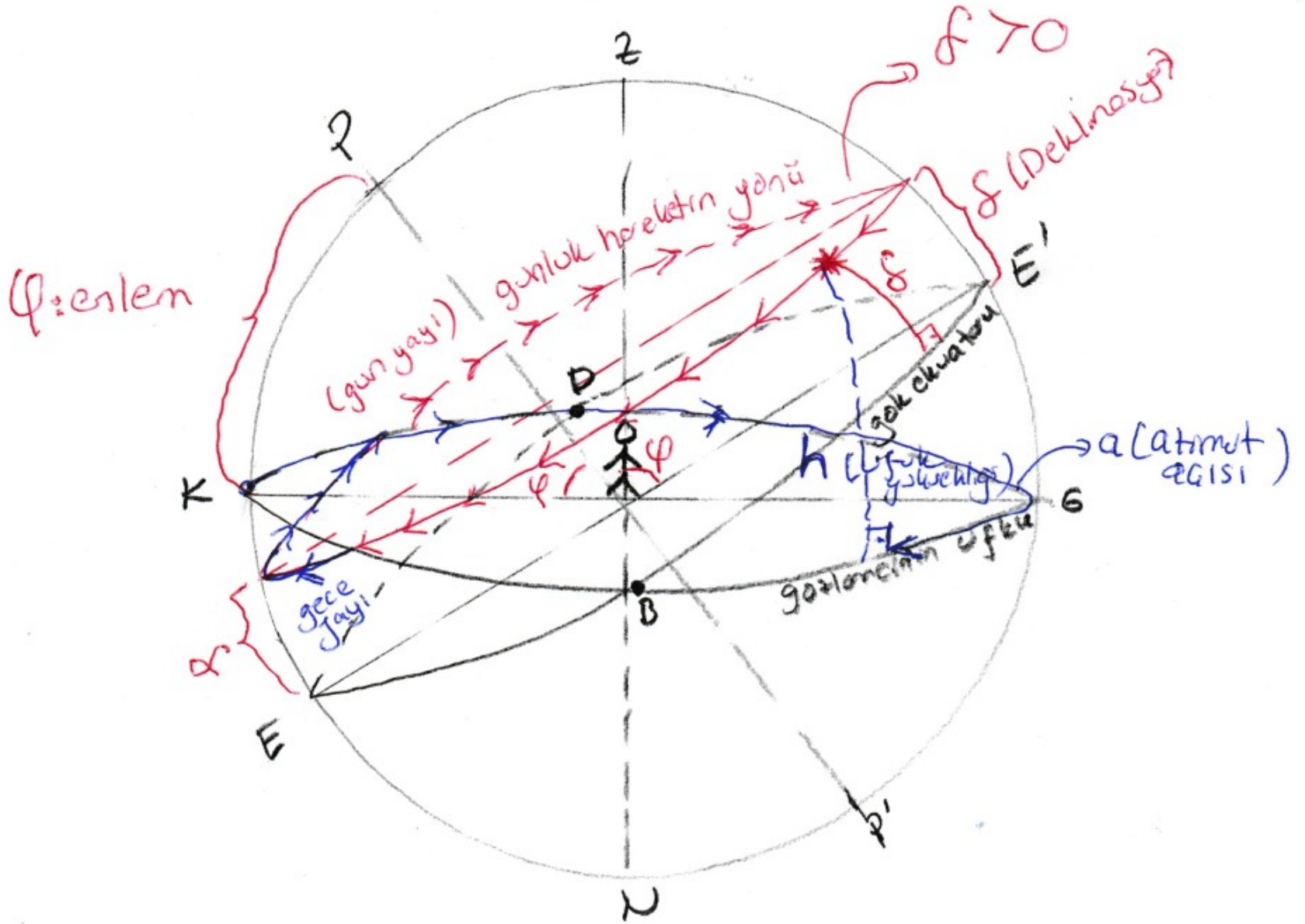
**Açıların ölçüm yönü:** Ufuk yüksekliği ufkun üstü için pozitif ve  $0^\circ$  (ufuk) ile  $90^\circ$  (zenit) arasında; azimut Kuzey'den başlayarak saat yönünde ölçülür.



# UFUK KOORDİNAT SİSTEMİ

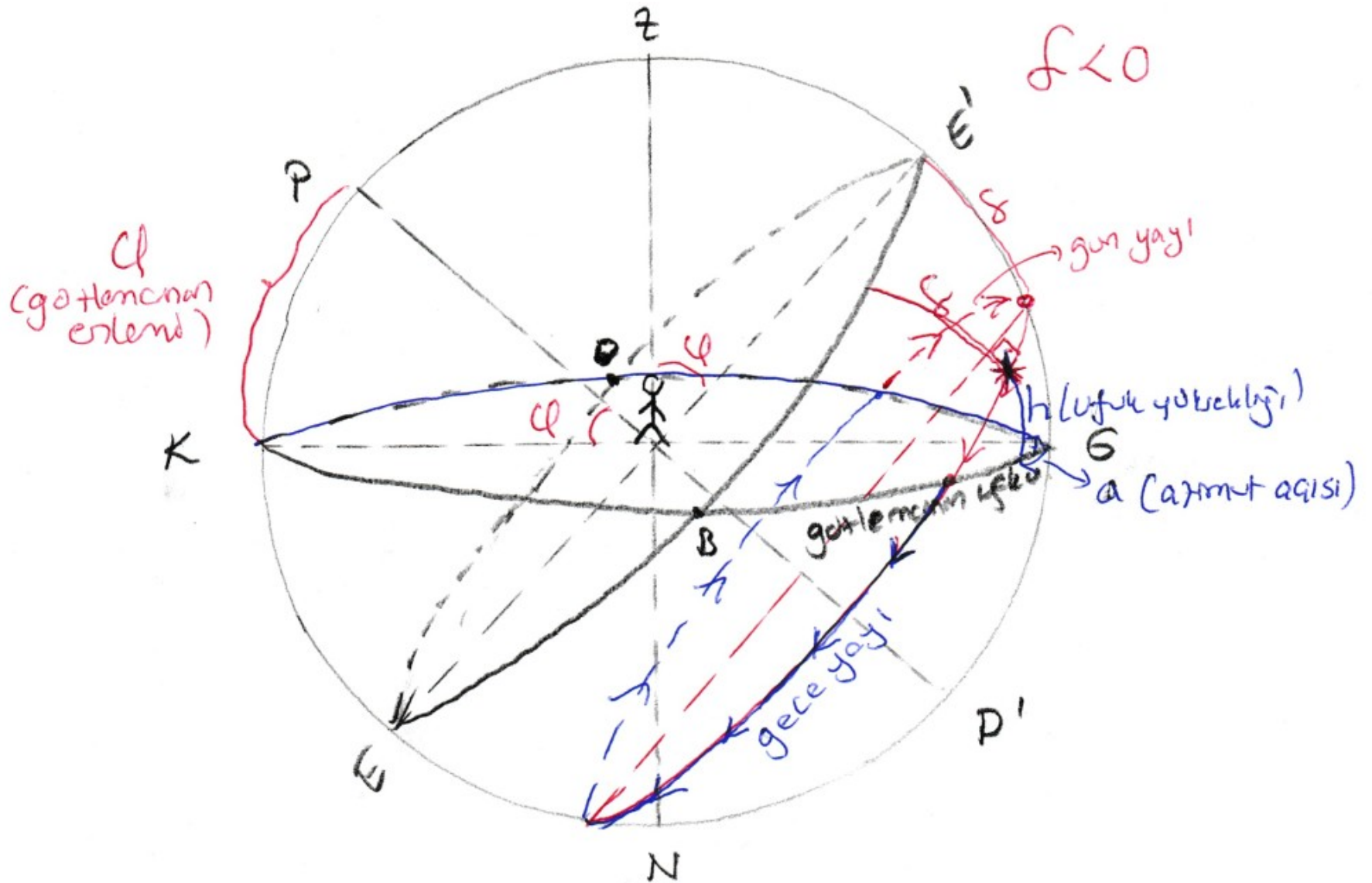


$0^\circ < \varphi < 90^\circ$  gözlemci için  $\delta > 0^\circ$  bir yıldızın günlük hareketi



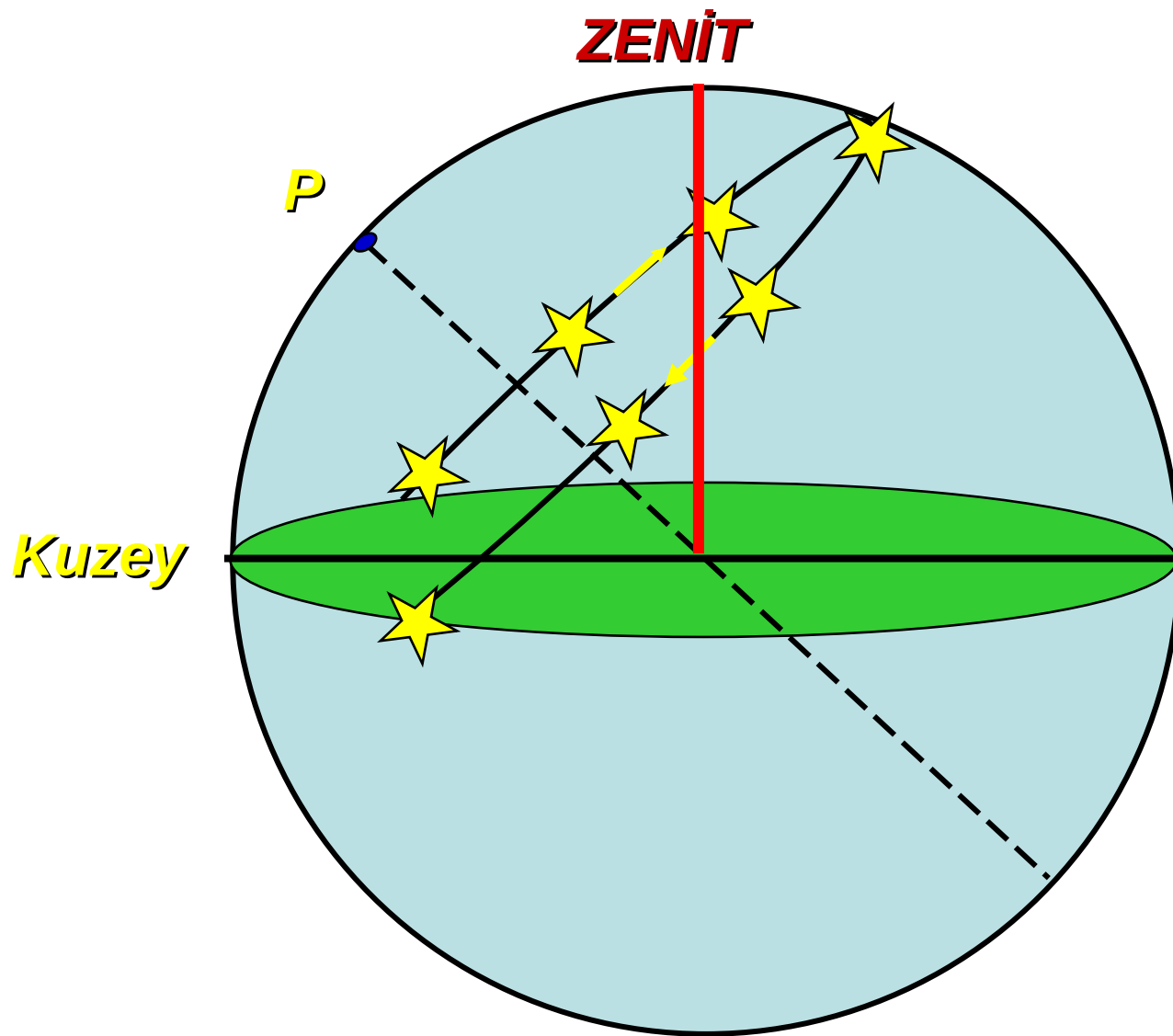


$0^\circ < \varphi < 90^\circ$  gözlemci için  $\delta < 0^\circ$  bir yıldızın günlük hareketi





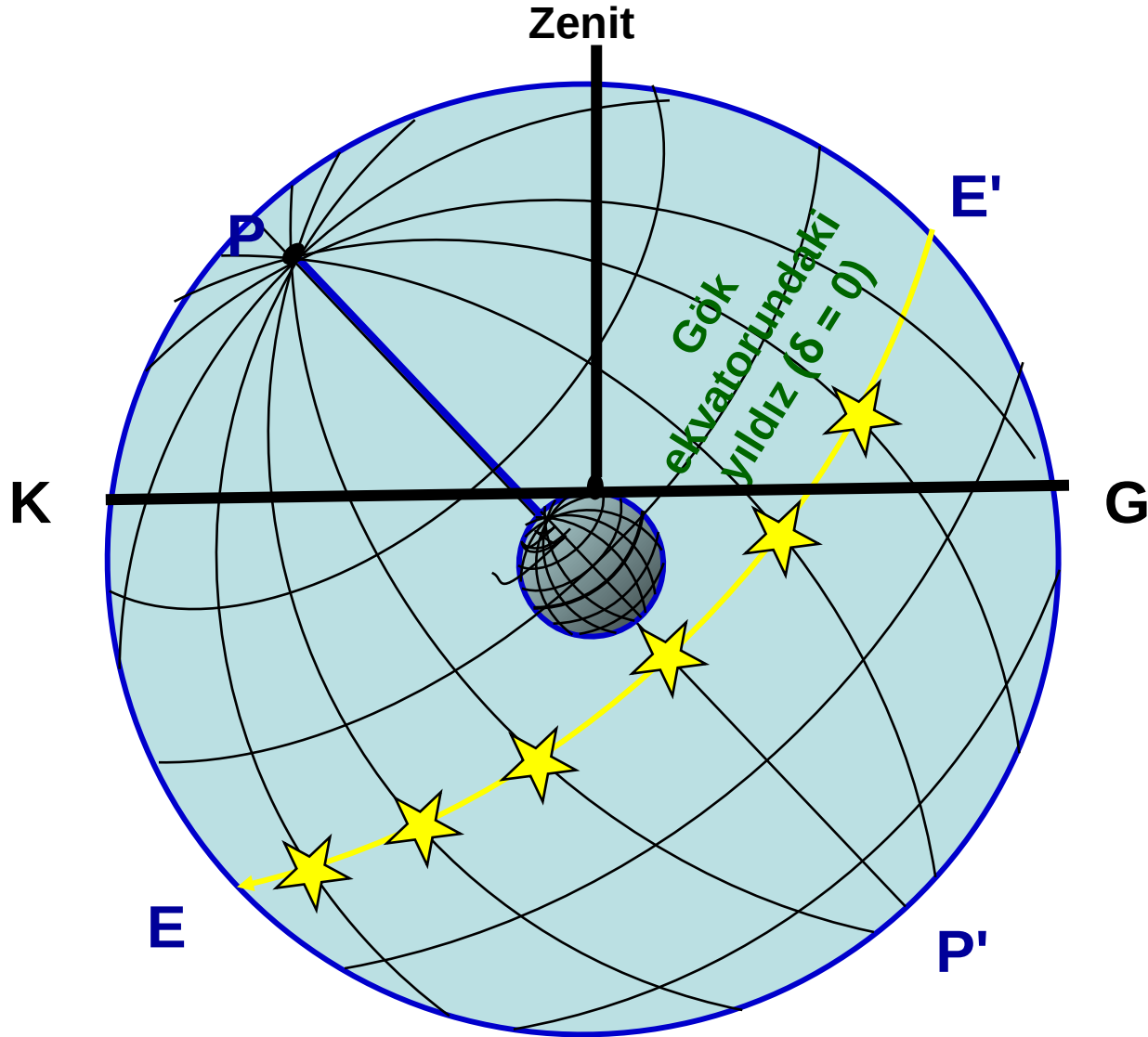


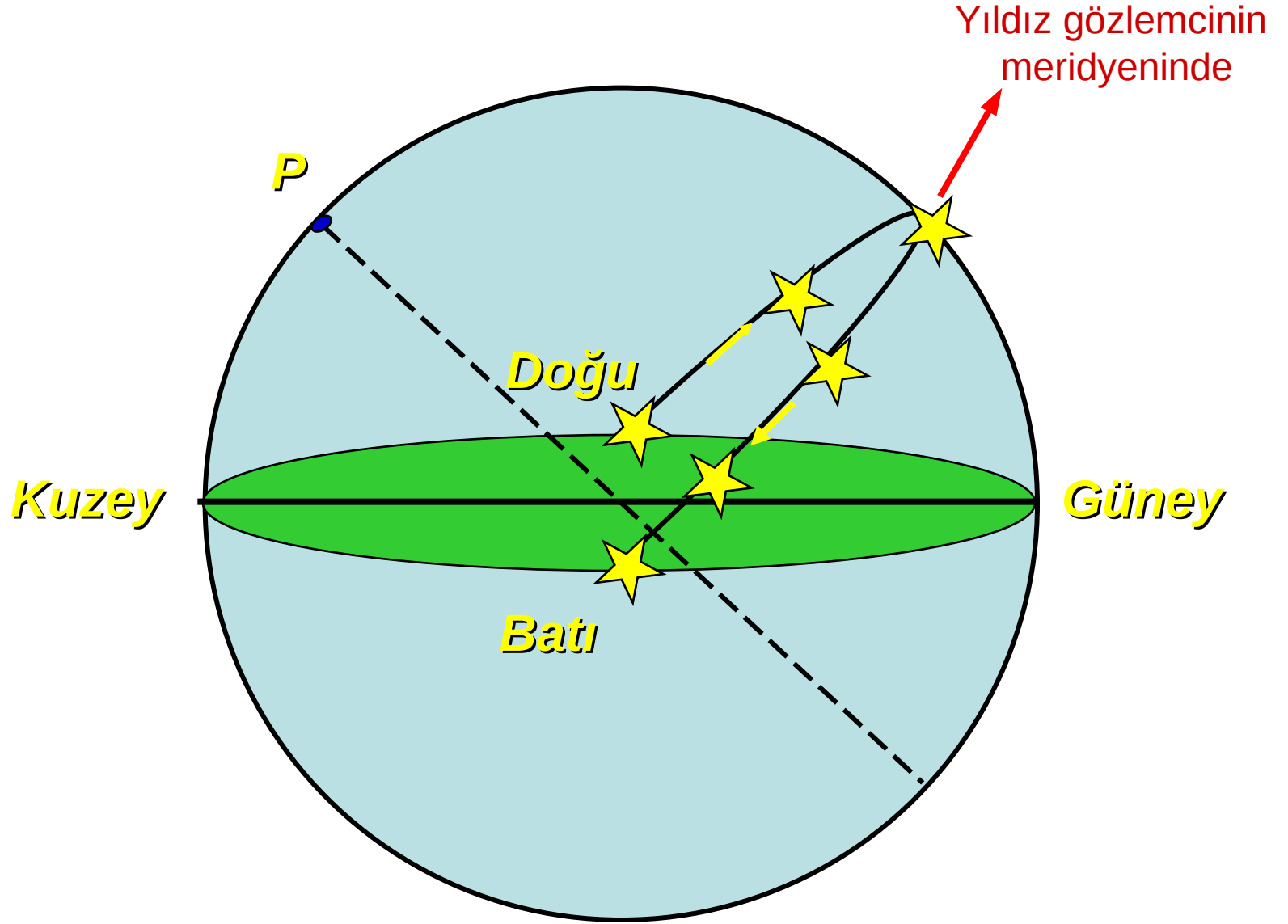


<http://astro.unl.edu/classaction/coordsmotion.html>



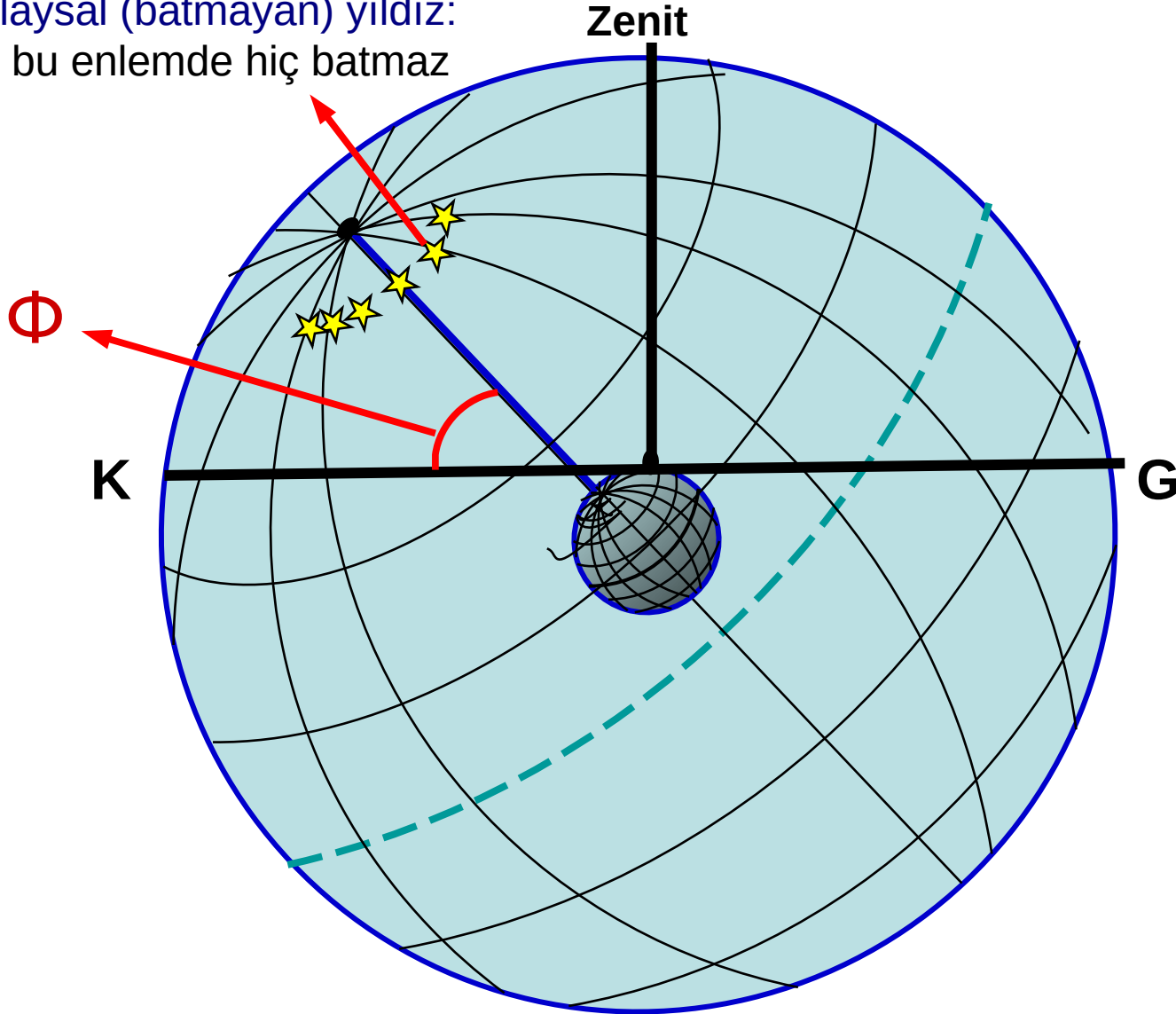
# Gök ekvatorunda bir cismin günlük hareketi ( $\delta = 0$ )

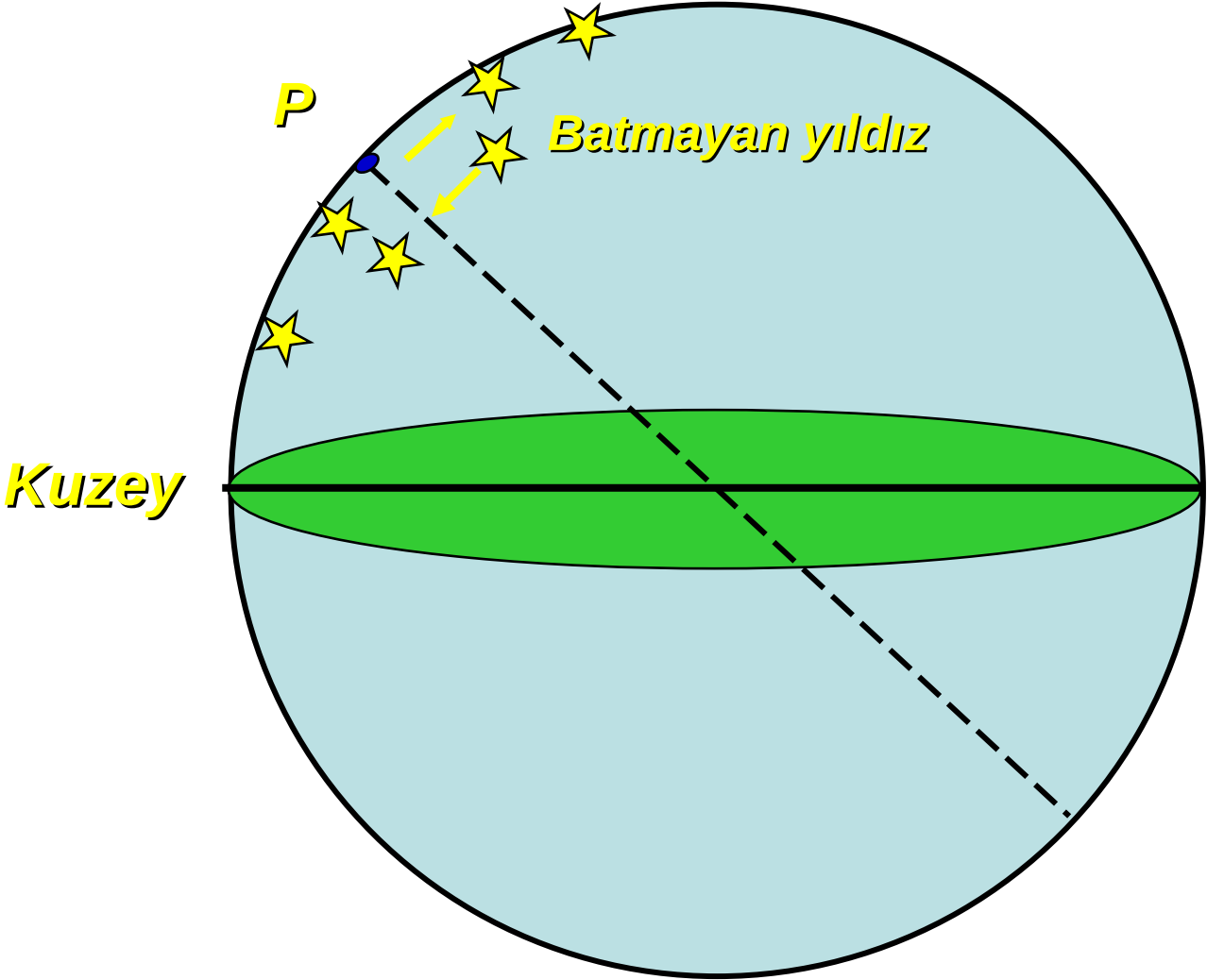




# Gök kutbuna yakın bir yıldız için ( $\delta > 90 - \Phi$ )

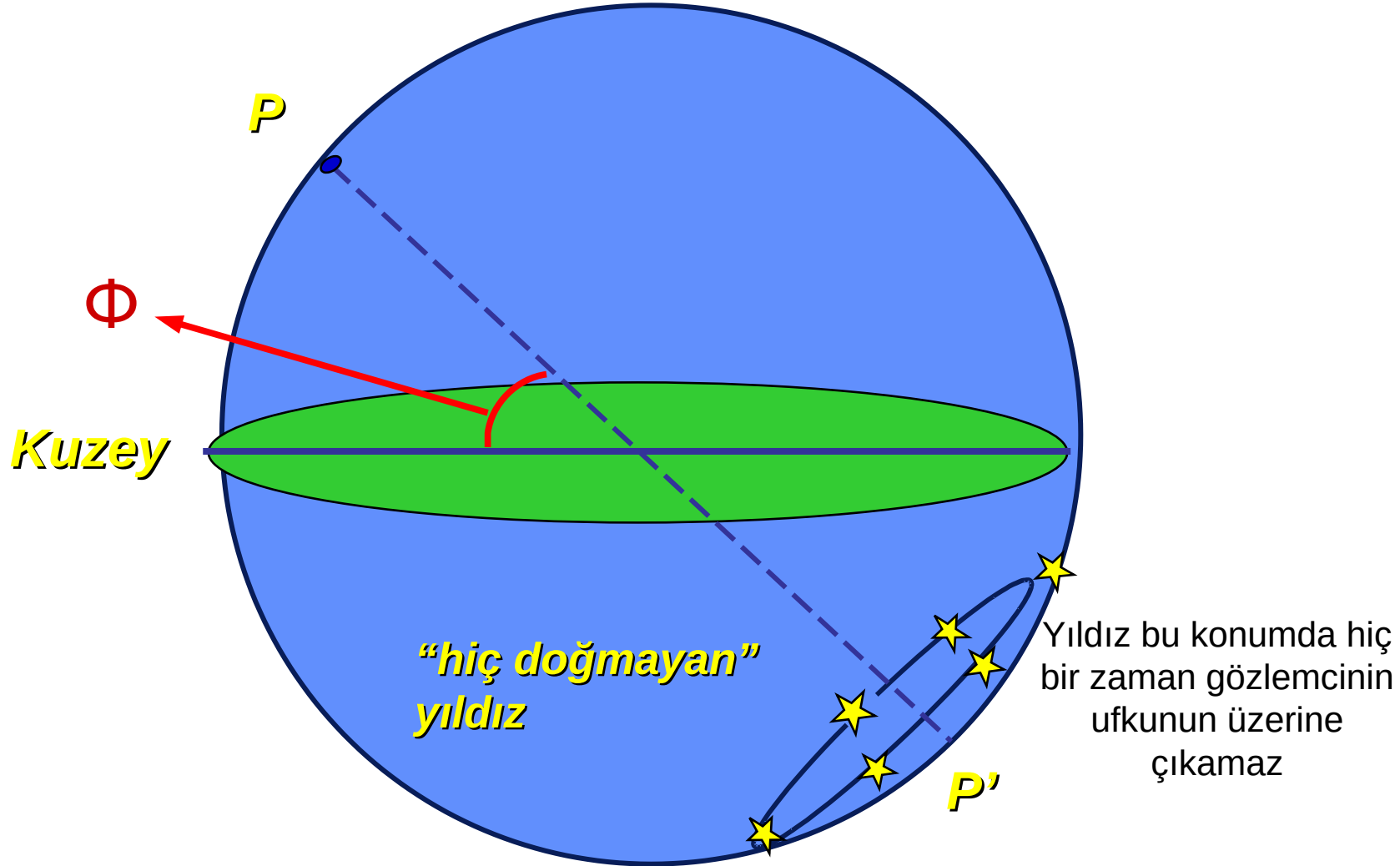
Kutup dolaysal (batmayan) yıldız:  
Bu yıldız bu enlemde hiç batmaz

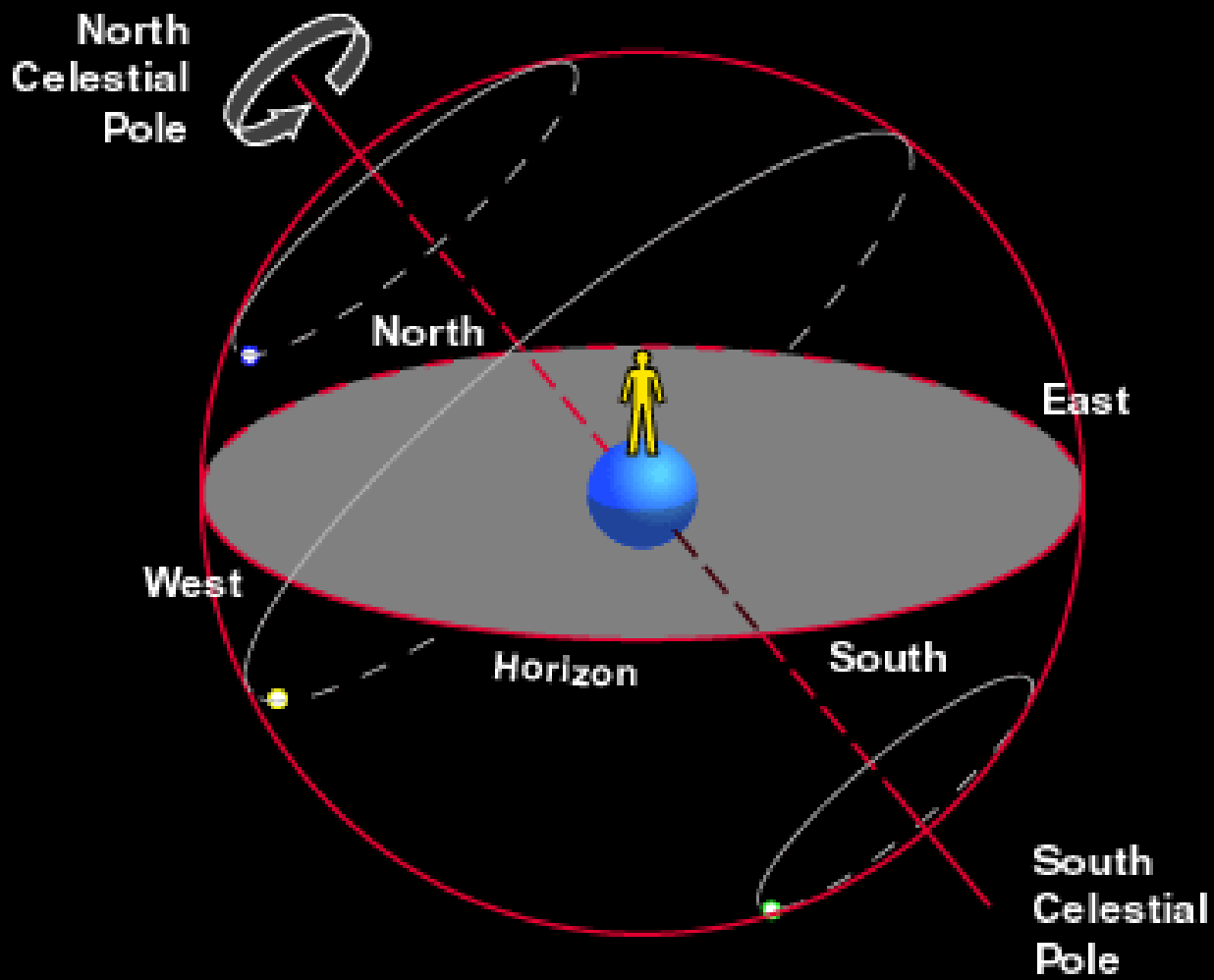


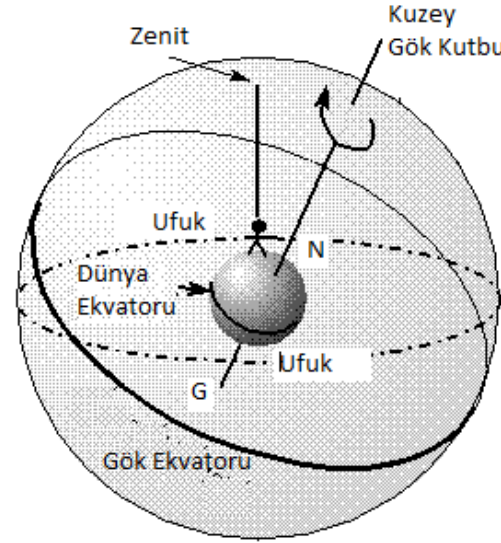




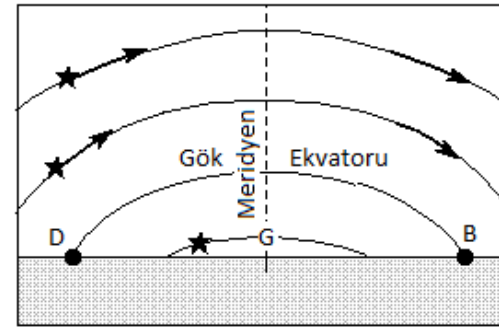
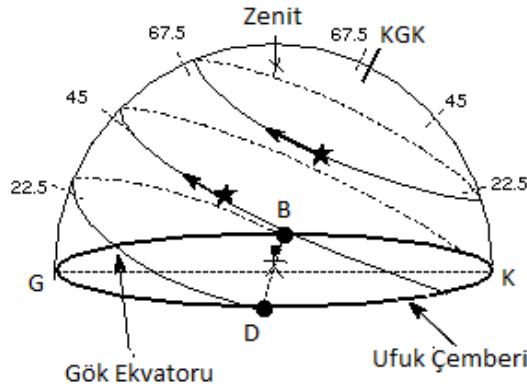
Diğer kutba yakın bir yıldız için ( $\delta < - (90 - \Phi)$ )





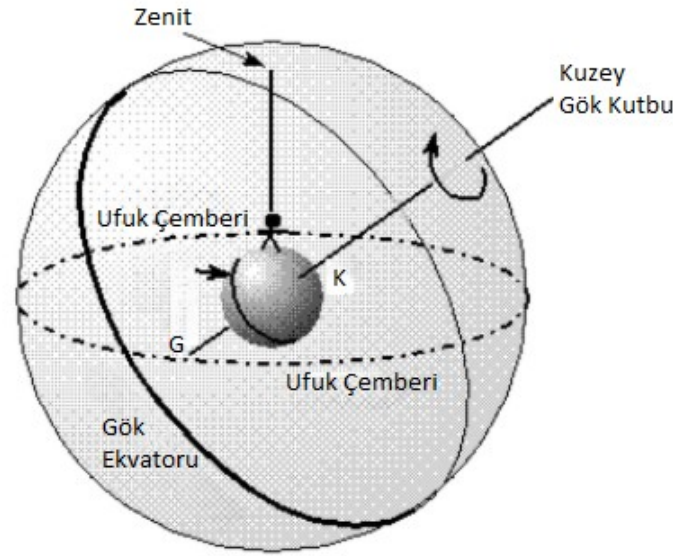


Kuzey'e yakın bir gözlemci için gökküresi. Gökkürenin kuzey kutbu artık gözlemcinin zenit noktasının altında iken gök ekvatoru ile gözlemcinin ufku birbirine eğiktir.

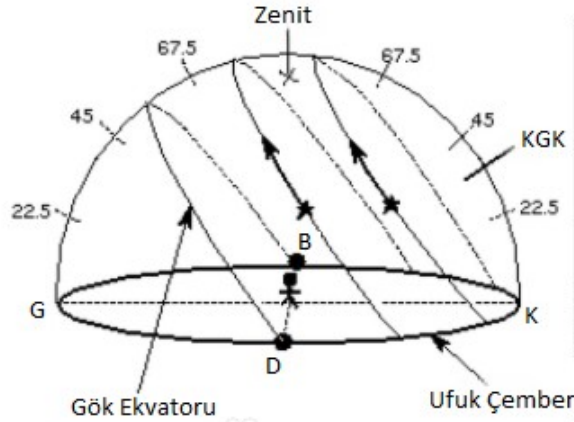


Kuzey Kutbu'na yakın gözlemci yıldızların gökyüzünde büyük yaylar çizdiğini ve doğup battıklarını gözleyebilir.

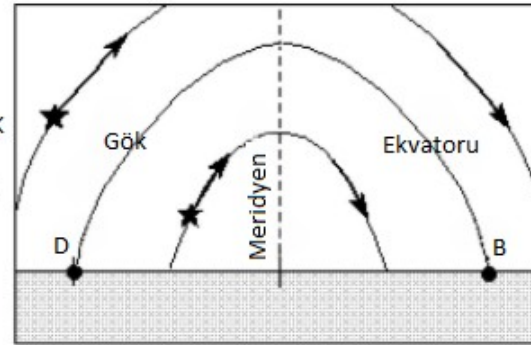
Yıldızların günlük görünen hareketi yine ekvatora paralelken, Kuzey'e yakın enlemlerdeki bir gözlemci için artık ufuk düzlemine paralel değildir.



Ekvatora daha yakın bir gözlemci için gökkürenin Kuzey Kutbu zenitten oldukça uzak ve gözlecminin ufuk düzlemine daha yakındır.

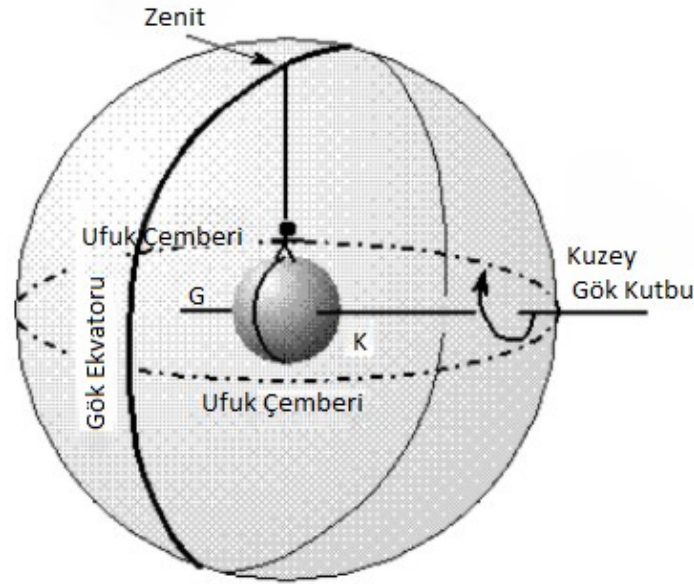


Her zaman ekvatora paralel olan yıldızların günlük hareketi, ekvatora yakın gözlemcilerin ufukuna daha dik çemberler üzerinde gerçekleşir.

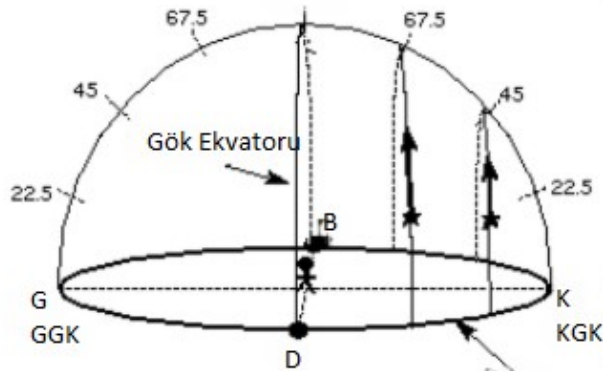


Ekvatora yakın gözlemci için günlük hareket ufka daha dik yaylar izlerken çok sayıda yıldızın doğuşu batışı gözlenir.

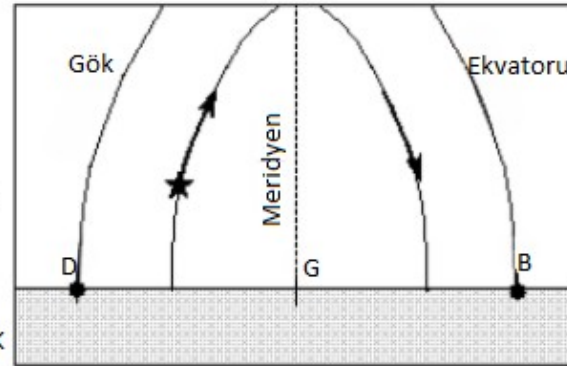




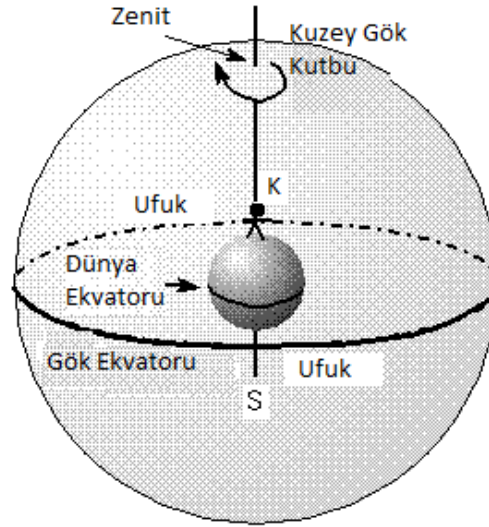
Yer ekvatorundaki bir gözlemci için Kuzey Kutbu ufuk düzlemi üzerindedir. Gökkürenin ekvatoru ise gözlemcinin başucu (zenit) noktasından geçer.



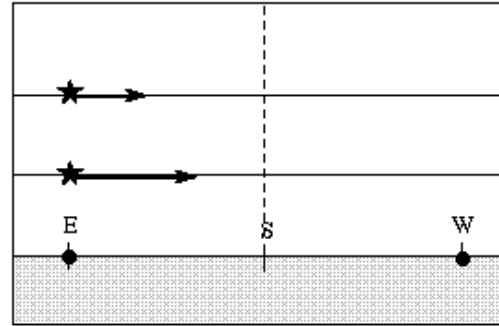
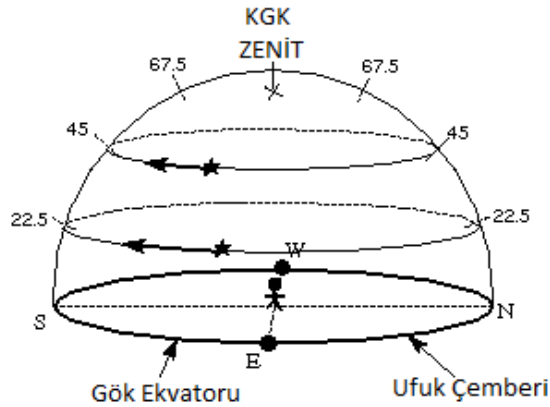
Gök ekvatoruna paralel gerçekleşen günlük hareket sırasında yıldızlar ufuk düzlemine dik çemberler üzerinde hareket ederler.



Yer ekvatorundaki gözlemci için tüm yıldızlar doğup batarken günlük hareket sırasında izledikleri yollar ufuk düzlemine diktir.



Kuzey Kutbu'ndaki bir gözlemci için gökküresi. Gökkürenin kuzey kubi gözlemcinin başucu (zenit) noktasında iken gök ekvatoru gözlemcinin ufuk düzlemiyle çakışıktır.



Kuzey Kutbu'ndaki bir gözlemci için yıldızların günlük hareketi. Dünya'nın dönmesiyle yıldızlar gök ekvatoruna paralel hareket ederken Kuzey Kubu'ndaki bir gözlemcinin ufkuna da paralel hareket ederler.

Kuzey Kutbu'ndaki bir gözlemci için günlük hareket ufuk düzlemine paraleldir.



(a) Orta Kuzey enlemlerinde



(b) Kuzey Kutbunda



(c) Ekvatorda



Figure 2-11

RI V UX G

Konu hakkında çeşitli animasyonlar ve sorular için aşağıdaki linki ziyaret edebilirsiniz:  
<http://astro.unl.edu/classaction/coordsmotion.html>

# Yerin Yıllık Hareketi

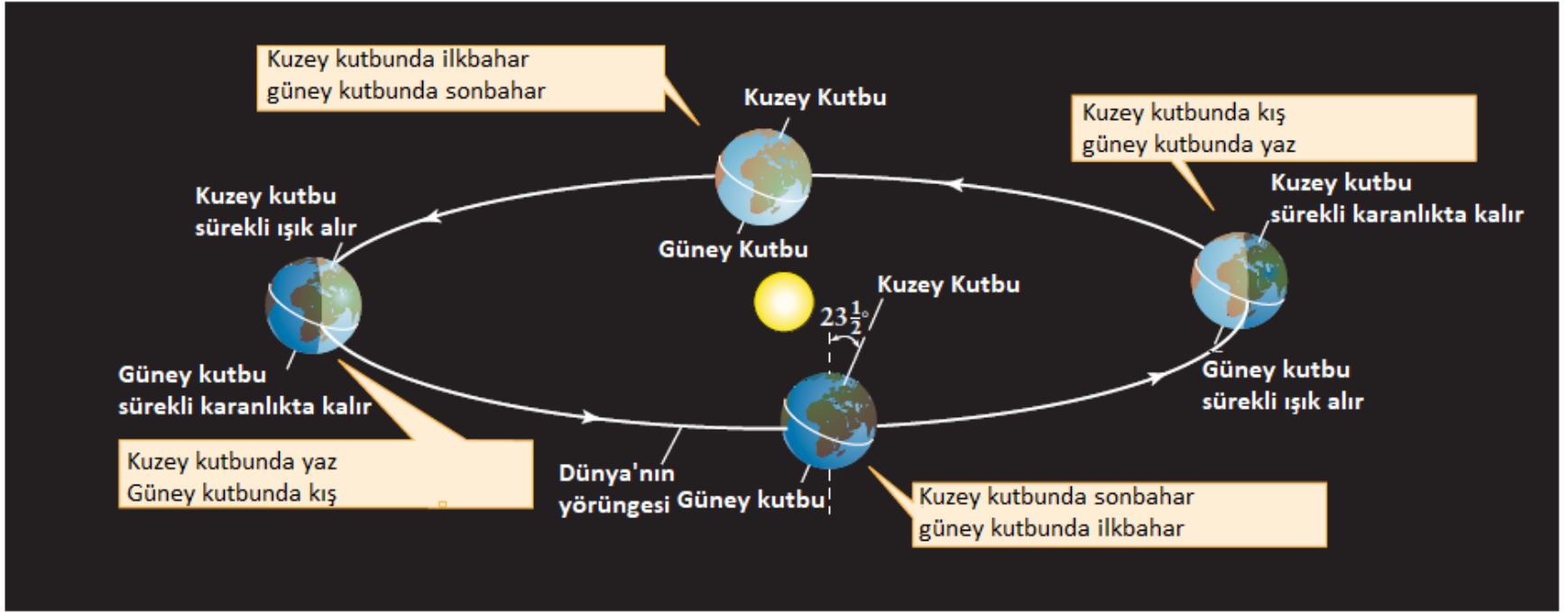


Figure 2-12

Bu dersle ilgili çeşitli animasyon ve uygulamalara <http://astro.unl.edu/classaction/coordsmotion.html> adresinden erişebilirsiniz...





(a) Yaz mevsiminde Güneş



(b) Kış mevsiminde Güneş

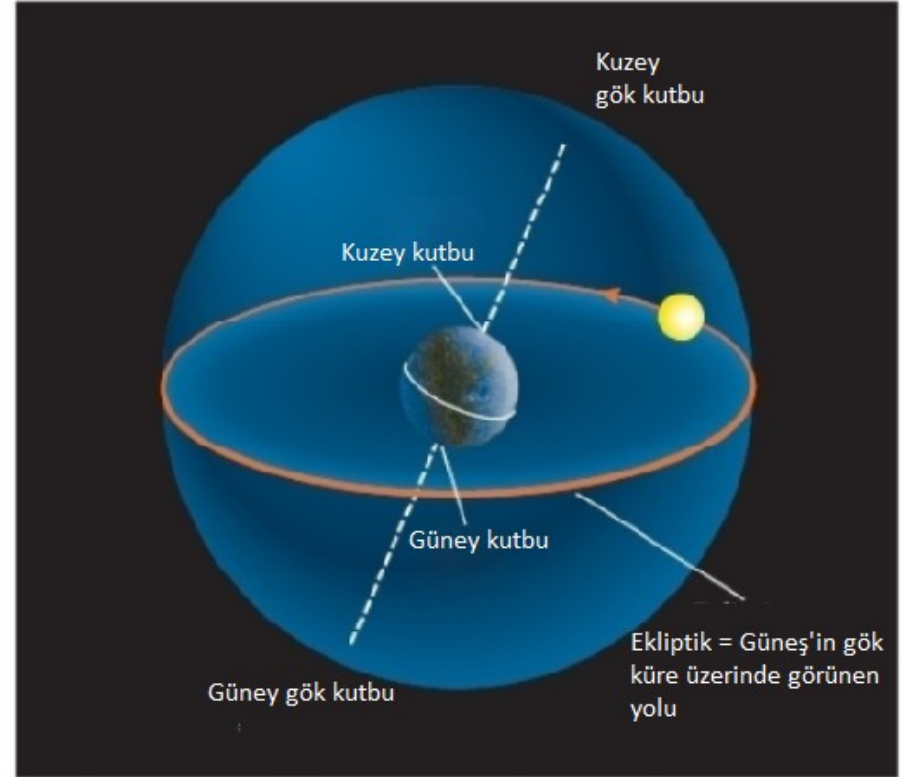


# Tutulum (Ekliptik) Düzlemi



(a) Gerçekte Dünya, Güneş etrafındaki yörüngesini bir yılda tamamlar

Figure 2-14



(b) Güneş bize göre Güneş, gök küresi etrafındaki hareketini bir

# EKİNOKSLAR ve DÖNENCELER



Figure 2-15

# Güneş'in Görünen Günlük Hareketi

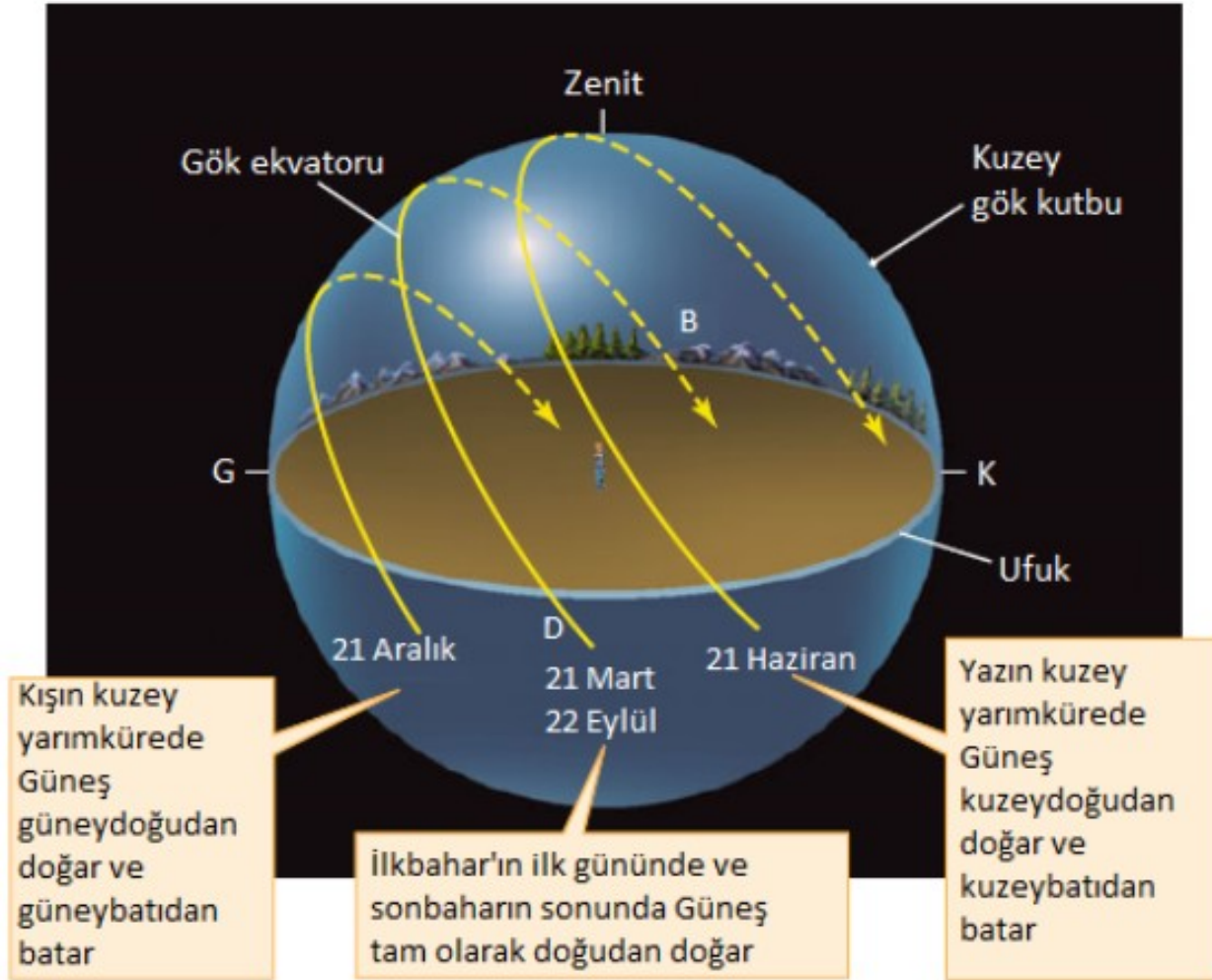
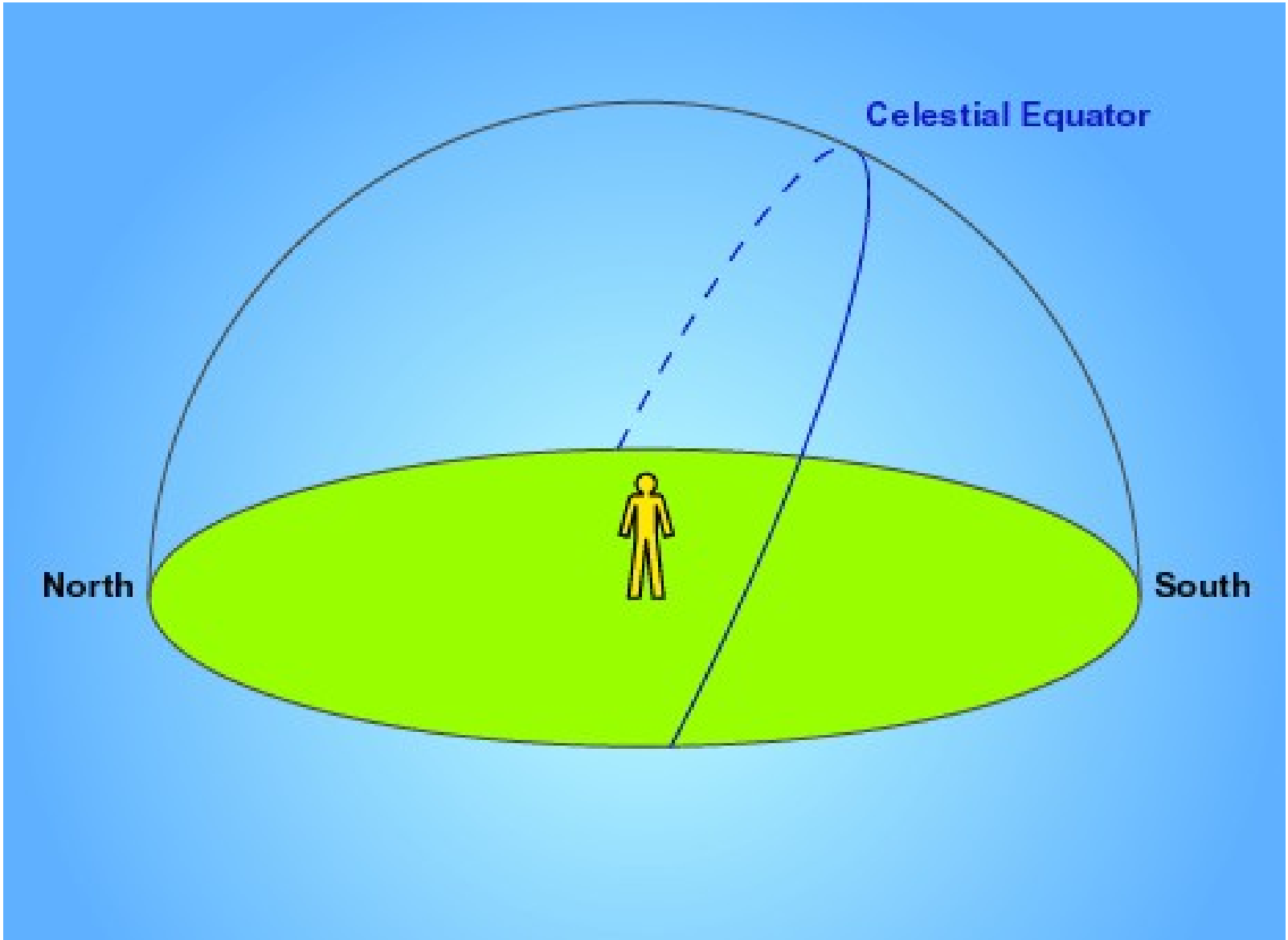
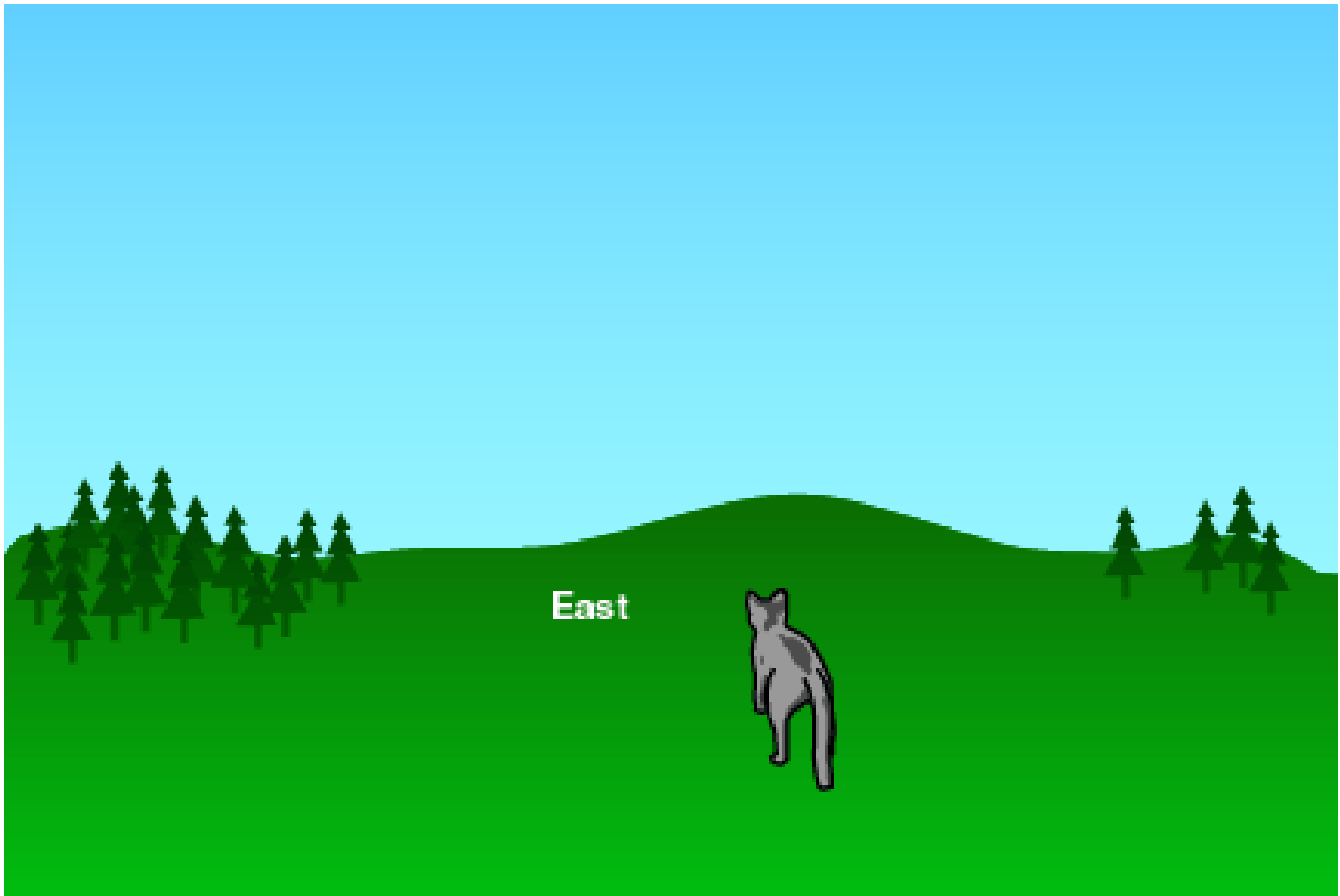


Figure 2-16

# Güneş'in Görünen Günlük Hareketi





<http://astro.unl.edu/classaction/coordsmotion.html> adresinden Sun's Position on Horizon



# GÜN DÖNÜMLERİ (DÖNENCELER)

## ARKTİK ve ANTARTİK ÇEMBERLERİ

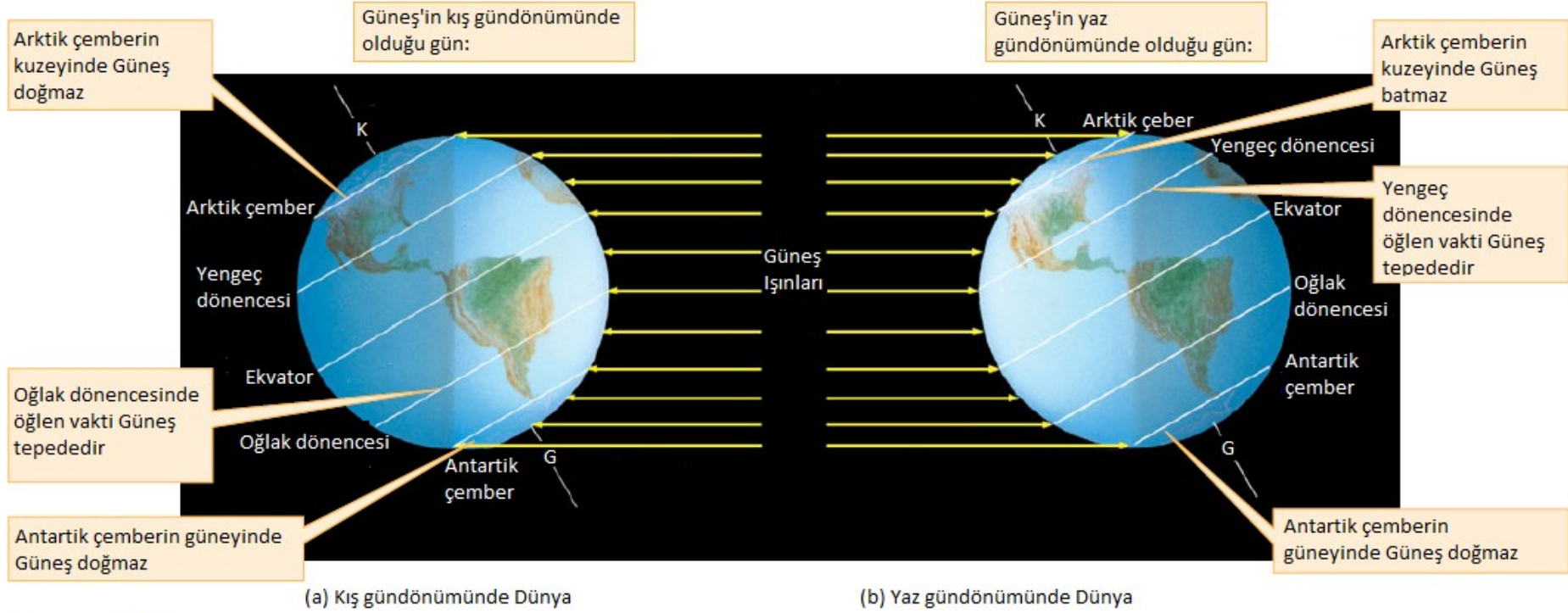


Figure 2-17



23:40

00:40

01:40

02:40

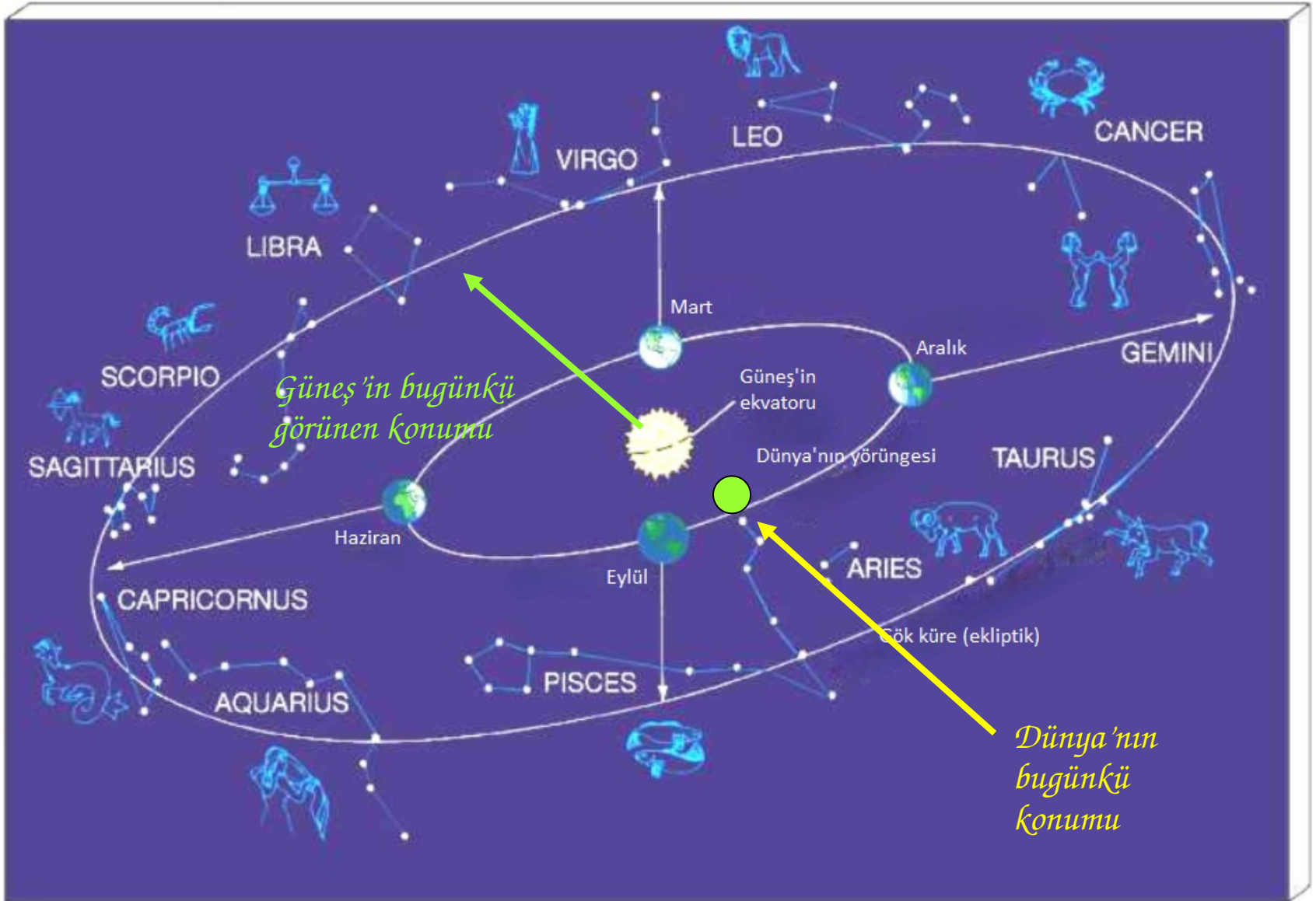
03:40

Figure 2-18 R I **V** U X G

Bu seri fotoğraf 19 Temmuz 1985'te Alaska'nın kuzeydoğusunda 69 derece enleminde çekilmiştir. Bu enlemden Güneş Mayıs ortasından Temmuz sonuna kadar sürekli olarak ufku üzerindedir, yani kutup-dolaysaldır. (Doug Plummer / Bilim Fotoğraf Laboratuvarı)

Geceyarısı Güneş'i

# Zodyak Kuşağı ve Burçların Anlamsızlığı



# PRESESYON

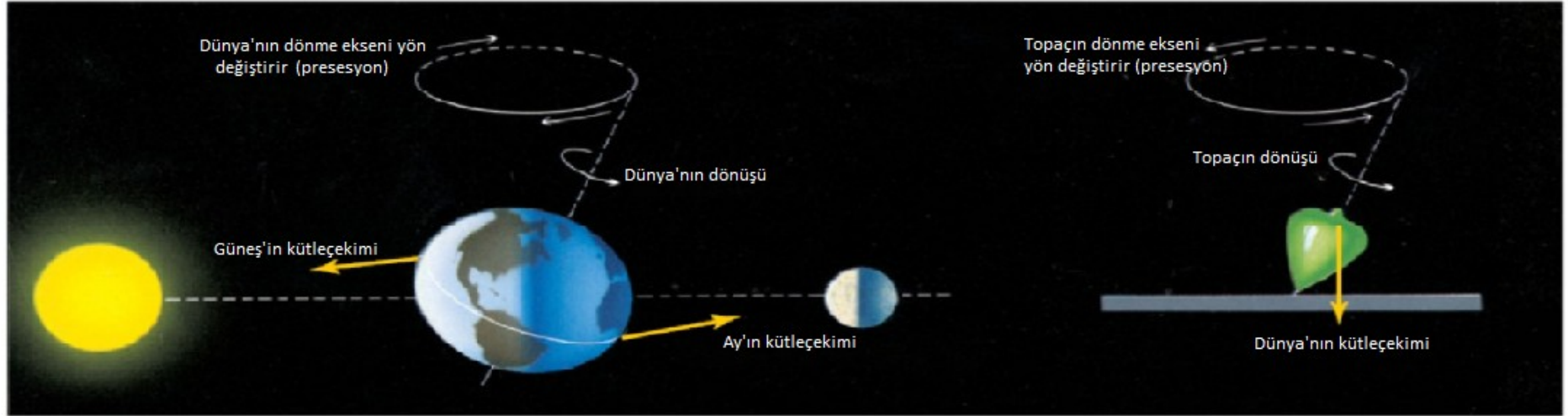


Figure 2-19

Dünyanın dönme eksenini yörünge düzlemine eğik olduğundan, Ay ve Güneş'in Dünya'nın ekvatoryal çıkıntısı ("karn") üzerindeki çekim kuvveti birlikte Dünya'nın dönme ekseninin presesyonuna (devinimine) neden olur. Presesyonla birlikte Dünya'nın dönme eksenini, tıpkı bir topağın dönme eksenini gibi yavaşça gökyüzünde bir daire çizer.





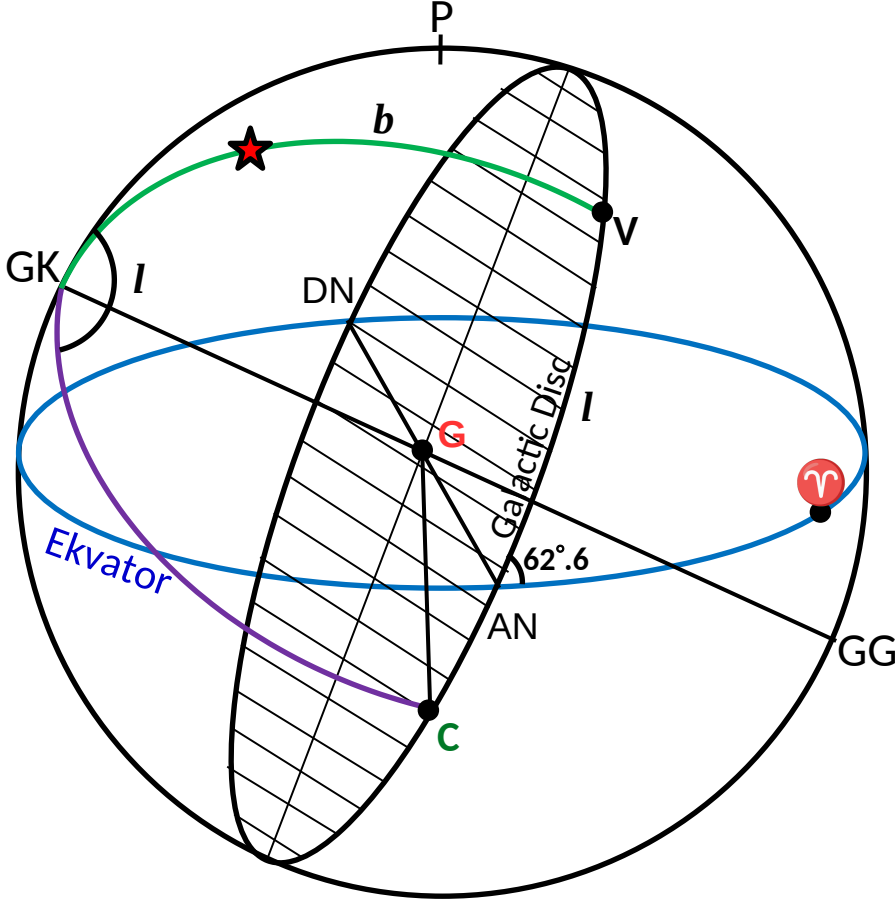
Figure 2-20

Dünya'nın dönme eksenini Kuzey Gökkutbu'na doğru ilerlerken yavaş yavaş kuzey takımyıldızları arasında bir daire çizer. Şu anda kuzey gök kutbu, kuzey yıldızı görevi gören görece parlak ve izole bir yıldız Polaris'in yakınındadır. Bundan yaklaşık on iki bin yıl sonra parlak yıldız Vega, kuzey yıldızı olacaktır.





# Galaktik Koordinat Sistemi



**Temel Düzlem:** Galaktik diskin orta-düzlemi

**Referans yarı-çember** Galaktik diske dik doğruyun kutupları (Gal.Kuzey:  $\alpha = 12^h$ ,  $\delta = 27^\circ.4$ , Gal.Güney:  $\alpha = 0^h 49^m$ ,  $\delta = -27^\circ.4$ ) ve koç noktasından geçen yarı-çember

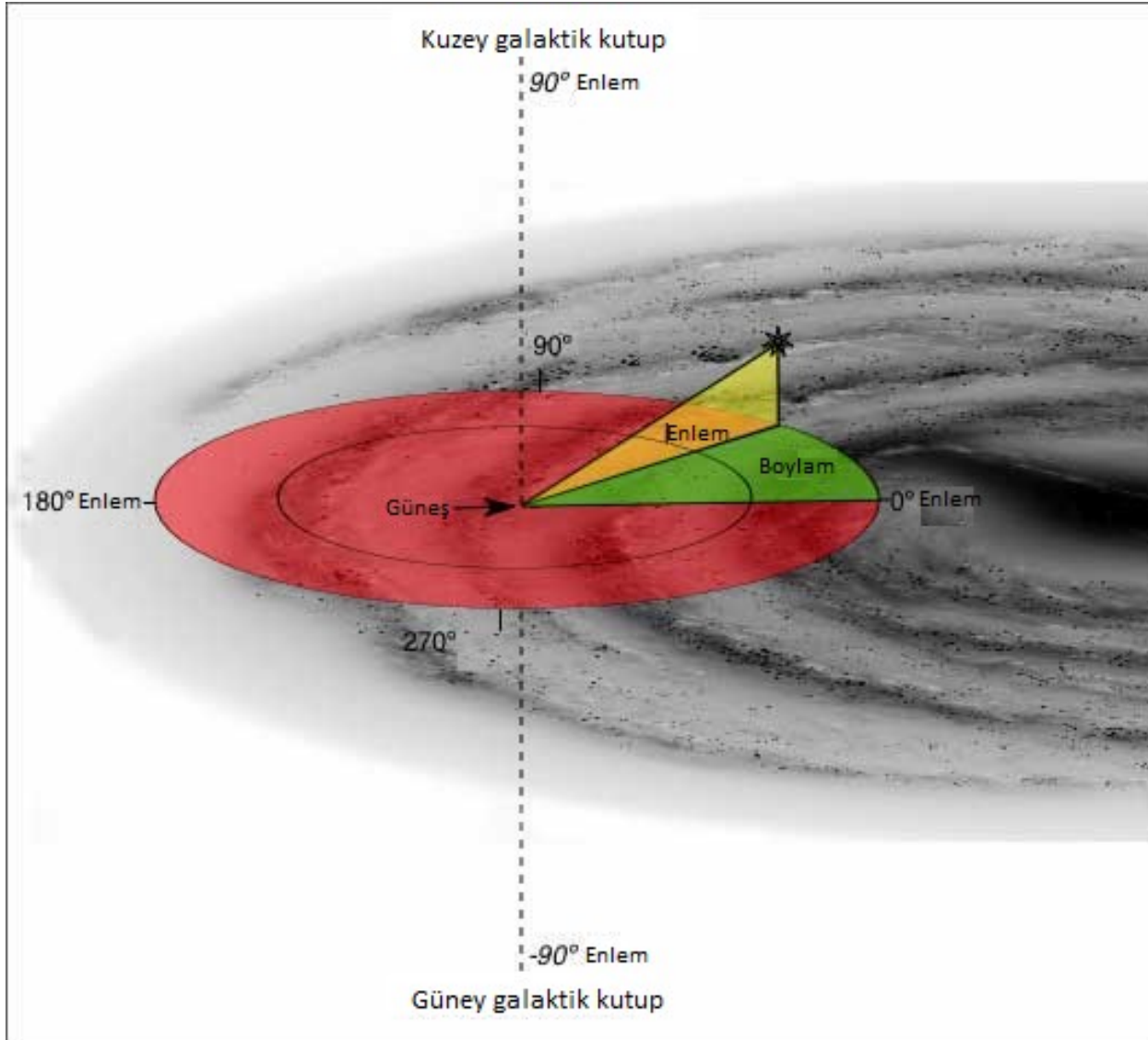
**Galaktik Enlem ( $l$ ):** Galaktik diskle cisim arasındaki açısal uzaklık

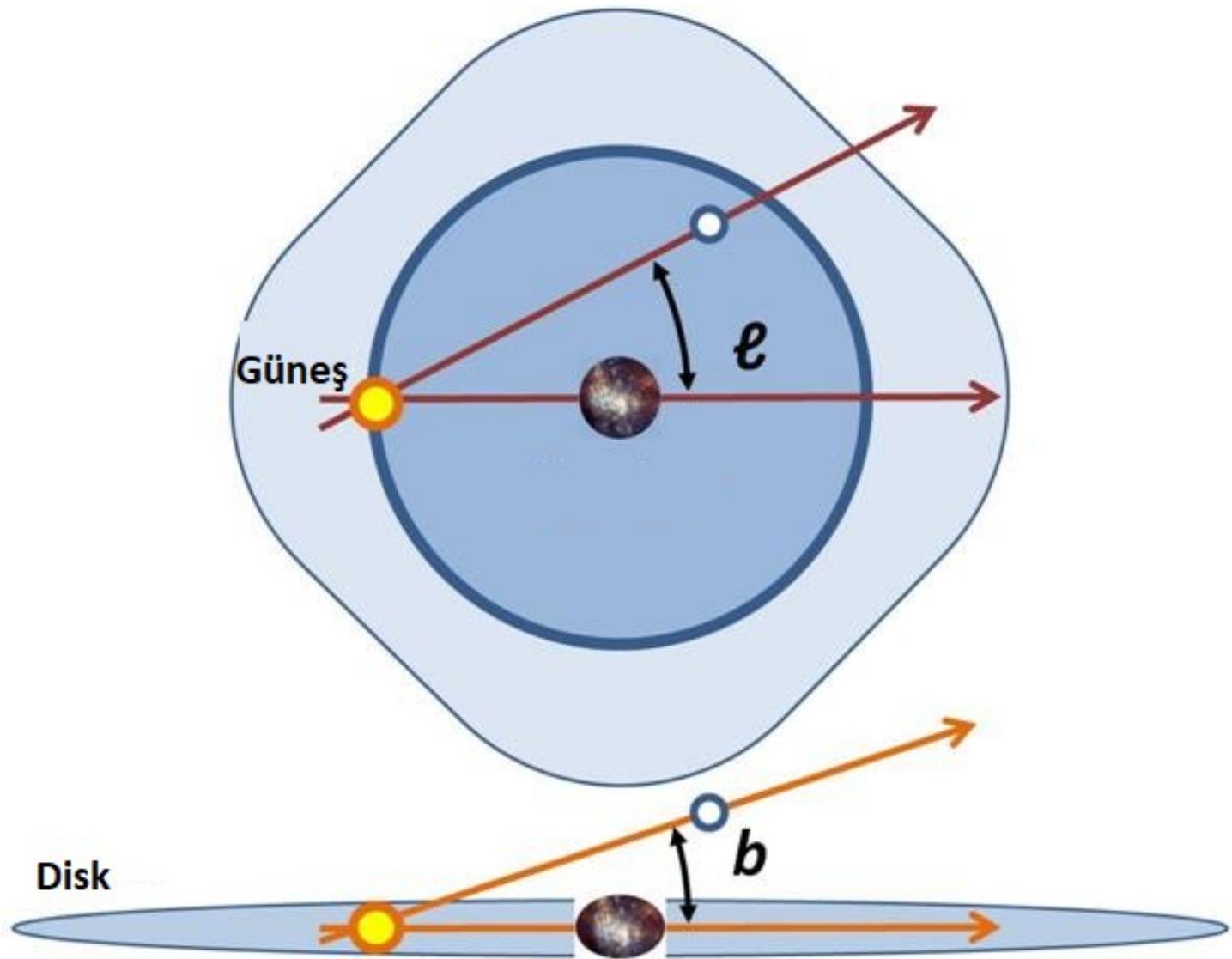
**Galactic Longitude ( $b$ ):** Cismin konumunun galaktik disk üzerine izdüşümü ile referans yarı-çember arası uzaklık

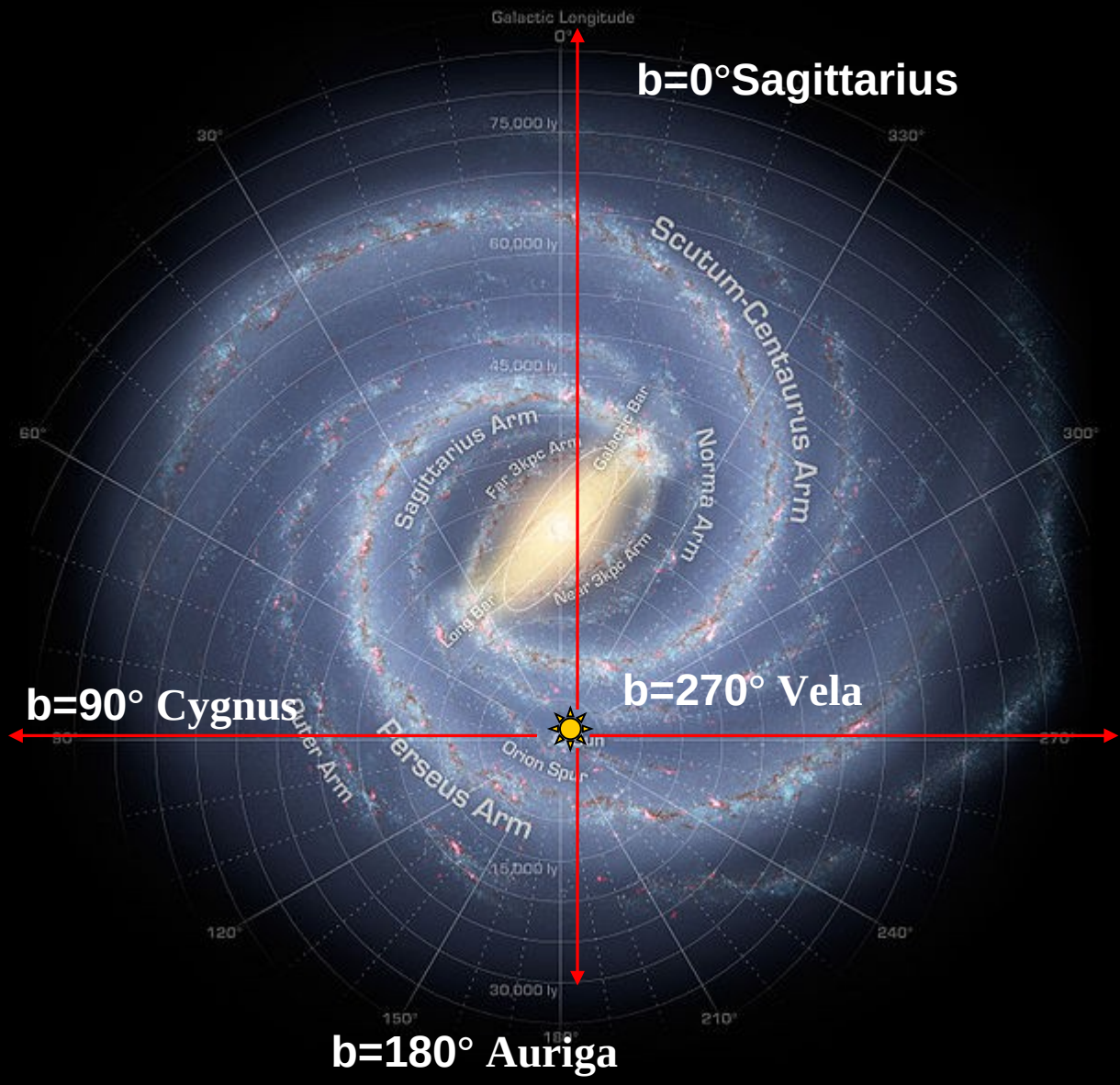
**G:** Güneş Sistemi'nin kütle merkezi

**C:** Galaktik merkez

Galaktik diskle gök ekvatoru arasındaki açı  $62.6$  derecedir.







**b=0° Sagittarius**

**b=90° Cygnus**

**b=270° Vela**

**b=180° Auriga**



# Alıştırma Soruları

- 1) Güneş'in çapı  $1.4 \times 10^{11}$  cm ve en yakın yıldız olan Proxima Centauri'nin uzaklığı 4.2 ışık yılıdır. Güneş ve Proxima Centauri'nin ölçekli bir modeli yapılmak istenmektedir. Bu modelde Güneş'in yerine 30 cm çapında bir top kullanılırsa Güneş ile Proxima Centauri arası mesafe kaç kilometre olur?
- 2) Işık hızının değeri  $3.00 \times 10^8$  m/s ise Güneş'ten gelen ışınların Dünya'ya ulaşması ne kadar sürer? Cevabı dakika olarak veriniz. Bu durumun sonuçlarını tartışınız.
- 3) Elinde 1 TL'lik madeni para (2.615 cm çapa sahiptir) tutan biri ne kadar uzakta durursa paranın görünür çapı (a)  $1^\circ$  (b) 1 yaydakikası (c) 1 yaysaniyesi olarak görünür? Cevabı metre biriminde veriniz.
- 4) Sağlıklı gözlere sahip bir kişi, 1 yaydakikası kadar küçük bir açıda bulunan detayları görebilir. Göz testi için kullanılan göz tablosunda birbirinden 2 milimetre uzakta iki tane karanlık çizgi bulunmaktadır. Bu kişi göz tablosundan en fazla ne kadar uzakta durursa bu iki çizgiyi ayrı olarak görebilir? Cevabı metre biriminde veriniz.
- 5) Orijinal Yıldız Savaşları (Star Wars) filminde Han Solo, kendi uzay mekiğinin hızıyla övünmek için "Bu uzay mekiği Kessel'i 12 parsek'ten daha kısa sürede gitti" demiştir. Bu ifadenin neden bariz bir yanlış bilgi olduğunu açıklayınız.
- 6) 18 Nisan 2006'da Venüs'ün dünyaya uzaklığı 0.869 AB idi. Venüs'ün çapı 12104 km olduğuna göre o tarihte Venüs'ün görünür çapı kaç yaydakikasıydı?

# Alıştırma Soruları

- 7) Dünya üzerinde Kuzey Gökkutbunun kuzey ufkunda görünebileceği bir yer var mıdır? Eğer varsa nerededir? Dünya üzerinde Kuzey Gökkutbunun batı ufkunda görünebileceği bir yer var mıdır? Eğer varsa nerededir? Her iki durum için cevaplarınızı gökküre üzerinde (önemli noktaları (P,P',E,E',yönler) ve açıları belirterek) çizerek açıklayınız.
- 8) Kuzey kutbunda yıldızların gece boyunca yaptıkları hareket nasıl görünür? Ekvatorda nasıl görünür? Orta enlemlerde (örn: Ankara) nasıl görünür? Bu üç farklı bölgeden izlenecek hareket neden farklıdır? Üç farklı durum için ilgili gökkürelerini (önemli noktaları ve gerekli açıları belirterek) çizerek cevabınızı ispatlayınız.
- 9) Dünya'nın neresinde Kuzey Gökkutbu başucu (zenit) noktasında görünür? Bu konumda Güneş'in maksimum ufuk yüksekliği kaçtır? Hangi tarihte Güneş'in maksimum ufuk yüksekliğine ulaştığı gözlenebilir?
- 10) Dünya üzerinde görünen tüm yıldızların gök kutuplarının etrafında döndüğünün gözlenebildiği bir yer var mıdır? Eğer varsa nerededir? Her iki kutba ilişkin durum için cevaplarınızı gökküre üzerinde (önemli noktaları ve açıları belirterek) çizerek açıklayınız.
- 11) Bahar ve güz ekinoksları nedir? Yaz ve kış gündönümleri (dönenceleri) nedir? Bu dört zaman ekliptik ve gök ekvatoru ile nasıl ilişkilidir? Ekinoks ve gündönümlerinde Güneş'in sağ açıklık ve dik açıklıkları kaçtır?
- 12) Eğer 20° güney enleminde bulunuyorsanız hangi gök kutbunu görebilirsiniz? Gök kutbunu görebilmek için hangi yöne bakmanız gerekir? Bu konumda yıldızlar saat yönüne mi yoksa saatin ters yönüne doğru mu hareket ederler? Cevabınızı gökküre üzerinde çizerek (önemli noktaları belirterek) gösteriniz.