

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İLK VE ORTA ÖĞRETİMDE ASTRONOMİ UYGULAMALARI

Sevda SAKALLI

ASTRONOMİ ve UZAY BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2008**

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Sevda SAKALLI tarafından hazırlanan “İlk ve Orta Öğretimde Astronomi Uygulamaları” adlı tez çalışması 30/10/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK

Jüri Üyeleri:

Başkan : Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK
Ankara Üniversitesi
Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Altan BAYKAL
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Fizik Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. O. Selim SELAM
Ankara Üniversitesi
Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Orhan ATAKOL
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İLK VE ORTA ÖĞRETİMDE ASTRONOMİ UYGULAMALARI

Sevda SAKALLI

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK

Gök cisimlerinin hareketini, doğasını daha geniş anlamda evrenin sırlarını araştıran Astronomi bu yönde doğru bilgilere Matematik, Fizik, Kimya ve Biyoloji gibi temel bilimlerin yardımıyla ulaşmaktadır. Bir başka ifadeyle Astronomi tüm temel bilimlerin en geniş uygulama alanıdır. Bu tez çalışmasında, ilk ve orta öğretim öğrencilerinin özellikle Matematik ve Fen Bilgisi (ve/veya Fizik) derslerinde gördükleri bazı kavramların daha iyi anlaşılabilmesine yönelik uygun astronomi problemleri belirlenmiştir ve bu problemler çözümleriyle birlikte ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bazı durumlarda problemin çözümüne yönelik bilgileri takiben çözüm öğrenciye bırakılmıştır. Bu problemler, bir doğrunun denklemi gibi soyut bir kavramın uygulamadaki karşılığının örnekleme olabileceği gibi öğrencilerin ilgili derslerde gördükleri diğer bazı olguların (örneğin gök kuşağının oluşumu: ışığın kırılması ve bu olayın irdelenmesiyle insanlığın ne türden bilgilere nasıl ulaştığı) ayrıntılı izahına yönelik de olabilmektedir. Kütle çekimini bilen bir öğrencinin, Dünya'nın kütlesi gibi bir niceliğin belirlenmesinin çok da zor olmadığını bizzat kendisi hesaplayarak görecektir. Daha açık bir ifadeyle ilk ve orta öğretim öğrencilerinin öğrenimleri süresince kendilerine aktarılmaya çalışılan bilgileri nasıl kullanabileceğine bir bakıma yardımcı olunmuştur. Bu amaçla tezde, ilk ve orta öğretim öğrencilerinin bilgi seviyelerine uygun astronomi problemleri oluşturulmaya çalışılmıştır ve açıklanacak çözüm yöntemi, ışığında uygulama bazı durumlarda öğrenciye bırakılmıştır.

EKİM 2008, 202 sayfa

Anahtar Kelimeler: Astronomi, Astronomi Eğitimi, Basit Astronomi Problemleri

ABSTRACT

Master Thesis

Astronomy Applications in Primary and High School Education

Sevda SAKALLI

Ankara University

Graduate School of Natuare and Applied Sciences

Department of Astronomy and Space

Supervisor: Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK

Astronomy, which is researching movements and nature of celestial bodies and secrets of universe in wider sense, reaches accurate information in this direction through the assistance of fundamental sciences as Mathematics, Physics, Chemistry and Biology. In other words, Astronomy is the widest application field of all natural sciences. In this thesis work there have been determined some appropriate astronomy problems to ensure primary and secondary education students to understand better some concepts which they encounter in Mathematics and Science (and/or Physics) lessons and these problems have been tried to be emerged together with their solutions. In some cases, the solution was remained for students following the information towards the solution of the problem. These problems can be either sampling for the answer of a abstract concept in the application as a linear equation as well as towards detailed explanations of some other elements which the students trace in their lessons (for instance, the creation of rainbow, light refraction and how people reach what kinds of information under the investigation of this case). A student who is aware of gravitation shall exclusively see by own calculation that it is not so difficult to determine a quantity such as mass of the Earth. More obviously, it is to say that assistance was provided for the primary and secondary education students about how they should use the information that they have been transferred during their education process. For this purpose, in this thesis, there have been tried to create appropriate astronomy problems for the levels of knowledge of primary and secondary education students and under the light of solution method to be explained, application was left for the initiative of students in some cases.

October 2008, 202 pages

Key Words: Astronomy, Astronomy in the Education, Simple Astronomy Questions,

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenciliğim süresince ve tezimin oluşması aşamasında bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK'a (Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı) teşekkür ederim.

Yüksek Lisans öğrenciliğim süresince ders aldığım hocalarım Doç. Dr. Fehmi EKMEKÇİ ve Doç. Dr. O. Selim SELAM hocalarımla destek ve ilgilerinden dolayı teşekkür ederim. Tez çalışmamda yardımlarından dolayı Araş. Gör. Aslı ELMASLI ve Araş. Gör. Tolgahan KILIÇOĞLU'na teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca, ailemin gösterdiği destek ve özveri için teşekkür ederim.

Sevda SAKALLI

Ankara, Ekim 2008

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. ASTRONOMİDE TEMEL KAVRAMLAR.....	3
2.1 Astronomi Birim.....	3
2.2 Derece, Yay Dakikası ve Yay Saniyesi	4
2.3 Parsek.....	4
2.4 Işık Yılı	5
2.5 Takımyıldızı.....	6
2.6 Gökküre.....	7
2.7 Zenit ve Nadir	8
2.8 Ufuk Düzlemi ve Ufuk Çemberi.....	9
2.9 Ufuk Yüksekliği (h).....	10
2.10 Azimut (a).....	10
2.11 Enlem ve Boylam.....	11
2.12 Gök Kutbu ve Gök Ekvatoru.....	13
2.13 Gök cisimlerinin parlaklığı – Kadir ölçeği	15
2.14 Ekliptik.....	17
2.15 Sağaçıklık (Rektasansiyon) ve Dikaçıklık (Deklinasyon).....	19
3. ASTRONOMİ UYGULAMALARI.....	21
3.1 Deneyisel Astronomi ölçümleri.....	21
3.1.1 Anlamlı sayılar.....	22
3.2 Gökyüzünü Tanıma	31
3.2.1 El ile derece ölçümü.....	31
3.2.2 Yön Tayini.....	32
3.3 Yıldızların Gökküresindeki Günlük Hareketi.....	42
3.3.1 Usturlab ile ölçüm.....	42
3.4 Ekvator ve Ekliptik.....	46
3.4.1 Ekvator ve ekliptiğin gökyüzündeki yeri.....	46
3.5 Yıldızların Parlaklığı.....	55
3.6 Yıldızların Rengi.....	56
3.7 Gezegenler.....	61
3.7.1 Gezegenlerin gökyüzündeki yeri.....	61
3.7.2 Bode Yasası.....	66
3.7.3 Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığının hesaplanması.....	68
3.8 Ay'ın Görünür Hareketi.....	71
3.8.1 Ay tutulması.....	73
3.8.2 Ay'ın yüzey şekilleri.....	77
3.9 Uydu.....	94
3.9.1 Gezegenlerin yörüngeleri ve dönemleri.....	95
3.9.2 Yörünge transferi	96

3.9.3 Hızlar	98
3.9.4 Dünya ile iletişim.....	99
3.9.5 Dönüş	99
3.10 Zaman.....	100
3.10.1 Paralel (Enlem).....	101
3.10.2 Meridyen (Boylam).....	102
3.10.3 Yerel saat.....	103
3.10.4 Ortak saat (Ulusal Saat).....	104
3.10.5 Tarih değiştirme çizgisi.....	105
3.10.6 Zaman kavramını anlayabilmek için bazı kavramlar	108
3.11 Mevsimler.....	115
3.11.1 Güneş ışığının miktarı ile ilgili bulgular, yaz ve kış gün dönümleri	115
3.11.2 Gezegenlerde mevsim oluşumu.....	125
3.12 Yıldızların Uzaklıklarının Hesaplanması.....	126
3.12.1 Görsel parlaklık (m_v).....	127
3.12.2 Mutlak parlaklık (M_v).....	127
3.12.3 Ters kare kanunu.....	129
3.13 Yıldızların Uzaklıklarının Belirlenmesi	133
3.14 Yer Çekim Kuvveti	141
3.15 Hertzsprung – Russell Diyagramı	142
3.16 Materyal Geliştirme.....	147
4. CEVAPLAR	150
4.1 Bölüm 3.1'in Cevapları.....	151
4.2 Bölüm 3.2'nin Cevapları	152
4.3 Bölüm 3.3'ün Cevapları	160
4.4 Bölüm 3.4'ün Cevapları	164
4.5 Bölüm 3.6'nın Cevapları	168
4.6 Bölüm 3.7'nin Cevapları.....	168
4.7 Bölüm 3.8'in Cevapları	173
4.8 Bölüm 3.9'nin Cevapları	182
4.9 Bölüm 3.10'nın Cevapları	185
4.10 Bölüm 3.11'nin Cevapları	188
4.11 Bölüm 3.12'nin Cevapları	192
4.12 Bölüm 3.14'nin Cevapları	195
4.13 Bölüm 3.15'in Cevapları	196
5. SONUÇ.....	200
KAYNAKLAR.....	201
ÖZGEÇMİŞ.....	202

SİMGELER DİZİNİ

M	Mutlak parlaklık
m	Görünür parlaklık
d	Yıldızın bize olan uzaklığı
$M_{\odot}$	Güneşin mutlak parlaklığı
M_b	Betelgeuse'nin mutlak parlaklığı
M_s	Sirius 'un mutlak parlaklığı
M_p	Polaris 'in mutlak parlaklığı
m_p	Polaris 'in görünür parlaklığı
m_s	Sirius 'in görünür parlaklığı
m_b	Betelgeuse 'in görünür parlaklığı
p	Yıldızın uzaklığı
pc	Parsec 3.09×10^{18} cm
π	Trigonometrik paralaks
P	Karacisim yayılan güç
δ	Stefan Boltzman sabiti
A	Karacisim yüzey alanı
T	Karacisim Kelvin cinsinden sıcaklığı
G	Evrensel çekimi sabiti
m	Metre
km	Kilometre
g	Yerçekimi ivmesi $9,80665 \text{ ms}^{-2}$
s	Saniye
sa	Saat
K	Kelvin (sıcaklık birimi)
$^{\circ}\text{C}$	Celcius (sıcaklık birimi)
$^{\circ}$	Derece
'	Dakika
$\square$	Saniye
R	Çap
r	Yarıçap
v	Çizgisel hız

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Bir Astronomi Birim (tr.wikipedia.org/wiki/Astronomik_birim).....	3
Şekil 2.2 Bir Parsek’in ifade ettiği uzaklık.....	5
Şekil 2.3 Yıldızların gök küresindeki görünümü.....	7
Şekil 2.4 Yer, Yer’in etrafını saran hayali küre ve bu hayali kürenin üzerinde takımyıldızlar.....	8
Şekil 2.5 Yeryüzünde bulunun bir kişinin Zenit ve Nadir doğrultuları gösterilmektedir..	9
Şekil 2.6 Ufuk, ufuk düzlemi ve ufuk çemberi.....	10
Şekil 2.7 Yükseklik ve azimut açıları.....	11
Şekil 2.8 Yerküre için enlem ve boylam çemberleri.....	12
Şekil 2.9 Ankara’nın enlem ve boylamını yerküre üzerindeki gösterimi.....	12
Şekil 2.10 Gözlemcinin bulunduğu yerin enlem açısı.....	12
Şekil 2.11 Gök küresi gök kutup noktaları ve gök ekvatoru.....	13
Şekil 2.12 Yıldızın günlük hareketi (ekvatora paraleldir.).....	14
Şekil 2.13 Yıldızın günlük hareketi (gök küresi üzerinde yıldızın görünen kısmı).....	14
Şekil 2.14 Hiç batmayan (sirkumpolar) bir yıldız için günlük hareket	14
Şekil 2.15 Hiç doğmayan bir yıldız için günlük hareket	15
Şekil 2.16 İki yıldız arasındaki parlaklık farkının gösterimi.....	16
Şekil 2.17 Ekliptik düzlemi üzerindeki takımyıldızlar (burada 12 tane takım yıldızı verilmiş).....	17
Şekil 2.18 Ekliptik üzerindeki 13 takımyıldızı da görülmektedir.....	18
Şekil 2.19 Ekliptik’in gök küre üzerinde gösterimi.....	18
Şekil 2.20 Gök küresi üzerinde ekliptik düzlemi ve buna ek olarak sağaçıklık ve deklinasyon da gösterilmiştir	20
Şekil 3.1 Emekli öğretmen aylık maaş bodrosu	25
Şekil 3.2 Gauss Dağılım Eğrisi.....	30
Şekil 3.3 Gök yüzünde uzaklıkları veya takımyıldızlarının büyüklüklerini, elimiz yardımıyla tanımladığımız açılarla belirleyebiliriz.....	32
Şekil 3.4 Büyük Ayı takımyıldızının elimizi kullanarak hesaplayabileceğimiz uzaklıkları.....	32
Şekil 3.5 Rüzgar Gülü.....	33
Şekil 3.6 Büyük Ayı dan yararlanarak Kutup yıldızının bulunması.....	34
Şekil 3.7 Kutup yıldızının yerinin belirlenmesi.....	35
Şekil 3.8 Büyük Ayı ve Küçük Ayının yıllık hareketi.....	36
Şekil 3.9 Güneş ve sapanın gölgesinden yararlanarak yön bulma (www.hkmo.org.tr/meslegimiz/harita_bilgisi_yon_bulma.php).....	37
Şekil 3.10 Orion Takımyıldızı.....	39
Şekil 3.11 Gökyüzünün en parlak yıldızı olan Sirius’un, Avcı takımyıldızı ile bulunması.....	40
Şekil 3.12 Avcı takımyıldızından yararlanarak diğer takımyıldızlarını bulmak.....	41
Şekil 3.13 Rubu tahtası.....	42
Şekil 3.14 Sekstant; Denizlerde gemicilerin, bulundukları yerin enlem ve boylamların belirlenmesi amacıyla, güneş ufuk düzlemi arasındaki açısal mesafeyi ölçen optik seyir cihaz.....	42
Şekil 3.15 Teodolit; hassas bir ölçüm aletidir.....	43
Şekil 3.16 Usturlab (Space (Make it Work! Science)).....	44

Şekil 3.17 Usturlab kullanımı.....	44
Şekil 3.18 Gök küre üzerinde yıldızın günlük hareketi; mavi renkli olan yıldız gözlemci tarafından görülebiliyor, gri renkli olan ise gözlemci tarafın görülemiyor. Çünkü ufuk düzleminin altında kalmaktadır.....	47
Şekil 3.19 Gök küre üzerinde Gök ekvatoru ile Kutup yıldızı arasındaki açı 90°	47
Şekil 3.20 Zodyak takımyıldızları ve konumları.....	49
Şekil 3.21 Avcı Takımyıldızı.....	50
Şekil 3.22 Avcı takımyıldızından yararlanarak İkizler ve Boğa takımyıldızlarının bulunması.....	51
Şekil 3.23 Büyük Ayı takımyıldızından yararlanarak İkizler ve Boğa takımyıldızını bulmak	52
Şekil 3.24 Güneşin ekliptik üzerindeki hareketi.....	52
Şekil 3.25 Procyon yıldızının gökyüzündeki konumu (http://www.usscouts.org/bbugle/bb0611/BB0611_files/image049.jpg).....	53
Şekil 3.26 Küçük Ayı takımyıldızındaki yıldızların parlaklıkları.....	55
Şekil 3.27 Işınım gücü ile yıldızın rengi arasındaki ilişki.....	57
Şekil 3.28 Betelgeuse ve Rigel yıldızlarının bulunduğu Avcı takımyıldızı	58
Şekil 3.29 Betelgeuse.....	59
Şekil 3.30 Aldebaran.....	59
Şekil 3.31 Arcturus.....	59
Şekil 3.32 Güneş.....	60
Şekil 3.33 Vega.....	60
Şekil 3.34 Rigel.....	60
Şekil 3.35 Metal levhalar ısındıkça rengi beyaza doğru kayar $T_a < T_b < T_c$	61
Şekil 3.36 Cüce Gezegenler; Ceres 1801’de, Plüton 1930’da ve Eris 2003, uydusu 2005’de keşfedilmiştir.....	62
Şekil 3.37 Dev Gezegenler.....	64
Şekil 3.38 Karasal Gezegenler.....	64
Şekil 3.39 Gezegenlerin renk sınıflandırmasına ait Kavram Haritası.....	66
Şekil 3.40 Kepler’in 1. kanunu.....	68
Şekil 3.41 Kepler’in 2. kanunu.....	68
Şekil 3.42 Kepler’in 3.kanunu.....	70
Şekil 3.43 Ay’ın görünür hareketleri.....	72
Şekil 3.44 Ay’ın yıl boyunca gökyüzünde yaptığı hareket yeşil çember ile gösterilmiştir.....	73
Şekil 3.45 Ay tutulması. Ay Yer’in gölge konisi içinden geçerken Yer’in gece tarafında bulunanlar bir Ay tutulması olayı izlerler.....	74
Şekil 3.46 Dolunay evresi ile düğüm noktaları arasındaki bağıntı.....	75
Şekil 3.47 Ay tutulması ile ilgili farklı bir gösterim.....	75
Şekil 3.48 Ay’ın görünür yüzeyindeki denizler.....	78
Şekil 3.49 Yerini belirlediğiniz objeleri yerleştirebileceğiniz harita (Introductory Astronomy Exercises).....	82
Şekil 3.50 Ay’ yüzeyinin yere dönük yarısının haritası (www.lpi.usra.edu/resources/mapcatalog/LMP/lmp1/preview.jpg).....	83
Şekil 3.51 Ay’ın yerden görülemeyen arka yarısının yüzey haritası (Introductory Astronomy Exercises).....	84
Şekil 3.52 Ay’ yüzey haritası (1. çeyreği) (Introductory Astronomy Exercises).....	85

Şekil 3.53 Ay' yüzey haritası (2. çeyreği) (Introductory Astronomy Exercises).....	85
Şekil 3.54 Çapı 2700 km olan Orientale Denizi(Introductory Astronomy Exercises)...	86
Şekil 3.55 Luna 3 uydusu ile çekilen 1500 km yükseklikteki Ay'ın arka yüzü (Introductory Astronomy Exercises).....	87
Şekil 3.56 Thebit Krater'i (Introductory Astronomy Exercises).....	87
Şekil 3.57 Güneş'in Ay yüzeyindeki gölge uzunluğu (Introductory Astronomy Exercises).....	88
Şekil 3.58 Archimedes Krater'i(Introductory Astronomy Exercises).....	89
Şekil 3.59 Tycho Krater'i(Introductory Astronomy Exercises).....	90
Şekil 3.60 Copernicus Krater'i(Introductory Astronomy Exercises).....	91
Şekil 3.61 Ay Nehirler'i(Introductory Astronomy Exercises).....	91
Şekil 3.62 Ay (Introductory Astronomy Exercises).....	92
Şekil 3.63 Gezegenlerin çap ölçümleri	93
Şekil 3.64 Dünya için enberi ve enöte noktaları.....	95
Şekil 3.65 Yörüngelerin Gösterimi.....	96
Şekil 3.66 Dünya ve Mars'ın kalkış ve varış günleri.....	97
Şekil 3.67 Dünya üzerinde bir yerin Enlem ve Boylamı.....	101
Şekil 3.68 Paralel ve Enlem kavramı.....	101
Şekil 3.69 Meridyen ve Boylam kavramı.....	102
Şekil 3.70 Türkiye'nin bulunduğu saat dilimleri.....	104
Şekil 3.71 Tarih Değiştirme Çizgisi.....	105
Şekil 3.72 Tarih ve Gün değişimi.....	106
Şekil 3.73 Tarih Değiştirme Çizgisi.....	107
Şekil 3.74 Tarih Değiştirme Çizgisi gece yarısı geçilir ise.....	108
Şekil 3.75 Gök küresi üzerinde yukarıdaki tanımlar çizilmiştir.....	110
Şekil 3.76 Dünya'nın Güneş çevresinde 23°27' eğiklikle ekliptik düzlem üzerindeki hareketi ve mevsimlerin oluşumu.....	117
Şekil 3.77 Güneş ışınları 21 Mart'ta Dünya' geliş açısı.....	117
Şekil 3.78 Güneş ışınları 21 Haziran'da Dünya' geliş açısı.....	117
Şekil 3.79 Güneş ışınları 23 Eylül'de Dünya' geliş açısı.....	118
Şekil 3.80 Güneş ışınları 21 Aralık'da Dünya' geliş açısı.....	119
Şekil 3.81 Kutuplarda ki güneşin günlük hareketinin resmi.....	120
Şekil 3.82 Saat Açısı ekvator düzlemi üzerindedir.....	121
Şekil 3.83 Azimut ufuk düzlemi üzerindedir.....	122
Şekil 3.84 Güneş ışınlarının farklı açılarla yeryüzüne düşmesi ve yeryüzünde kapladığı alan.....	123
Şekil 3.85 Gezegenlerin eksen eğiklikleri.....	126
Şekil 3.86 Mutlak parlaklık kavramı.....	127
3.87 Yıldızın ışınım gücü.....	130
Şekil 3.88 Ters kare kanunu.....	131
Şekil 3.89 Ters kare kanunu.....	132
Şekil 3.90 Bize yakın ve uzak olan bir cismin yanından geçerken, açıların değişimi.....	134
Şekil 3.91 Bir köprünün uzaklığının yanına gidilmeden ölçülmesi.....	135
Şekil 3.92 Paralaks yöntemi.....	136
Şekil 3.93 Sirius yıldızı ve iki referans yıldızının 6 aylık zaman farkı ile alınan örnek CCD görüntüsü.....	138

Şekil 3.94 Sirius yıldızı ve iki referans yıldızının 6 aylık zaman farkı ile alınan örnek CCD görüntülerinin üst üste bindirilmesi ile oluşturulan bileşke görüntü.....	139
Şekil 3.95 Sınıf tahtasına yerleştirilen, yıldız şeridi adını verdiğimiz, her bir birimi açısal değerleri veren cetvel.....	140
Şekil 3.96 Yıldızın uzaklığını hesaplayabilmek için oluşturulan sınıf ortamı.....	141
Şekil 3.97 H-R diyagramı üzerinde yıldızların parlaklık sınıflaması verilmiştir.....	144
Şekil 3.98 H-R diyagramı; şekil 3.96'nın farklı bir gösterimi. Anakol yıldızlarının alt kısmında kalan alt cüceler ve beyaz cüceler de görülmekte.....	145
Şekil 3.99 H-R diyagramında yarıçap değişimi.....	146
Şekil 3.100 Hareketli küp; takımyıldızlarının mitolojik öyküleri 1.....	148
Şekil 3.101 Hareketli küp; takımyıldızlarının mitolojik öyküleri 2.....	148
Şekil 3.102 Hareketli küp; takımyıldızlarının mitolojik öyküleri 3.....	149
Şekil 3.103 Hareketli küp; takımyıldızlarının mitolojik öyküleri 4.....	149
Şekil 4.1 Büyük Ayı takımyıldızı ve çıplak göz ile görülebilen en parlak yıldızları ...	152
Şekil 4.2 Güneş'ten yararlanarak yön bulma.....	154
Şekil 4.3 Pusula.....	155
Şekil 4.4 Kutup Yıldızının yüksekliği aynı zamanda gözlemcinin enlemidir.....	156
Şekil 4.5 Avcı takımyıldızı, mitolojik şekli ile birlikte.....	157
Şekil 4.6 Avcı takımyıldızı, mitolojik şekli ile birlikte (Gökyüzünü tanıyalım).....	158
Şekil 4.7 Avcı takımyıldızı.....	158
Şekil 4.8 Gök küresi üzerinde ekliptik düzleminin gösterimi.....	161
Şekil 4.9 Güneş'in 22 Haziran tarihindeki günlük hareketi.....	162
Şekil 4.10 Kuzey kutbunda bulunan bir gözlemci için 22 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde Güneş'in günlük hareketi.....	164
Şekil 4.11 Güneş'in maksimum yüksekliği.....	166
Şekil 4.12 Güneş'in minimum yüksekliği.....	167
Şekil 4.13 Dünyanın güneş etrafındaki hareketini gösteren grafik.....	170
Şekil 4.14 Tam Ay Tutulması.....	173
Şekil 4.15 Ay'ın evreleri	176
Şekil 4.16 Güneş sisteminin oluşumu.....	179
Şekil 4.17 Ay'ın yüzey şekilleri.....	180
Şekil 4.18 Açısal çap ve lineer çap kavramlarından yararlanarak, trigonometrik kavramlardan yararlanarak cismin gözlemciye olan uzaklığını bulma.....	181
Şekil 4.19 Bering Boğazı.....	187
Şekil 4.20 Gün çizgisinin ayırdığı ülkeler.....	187
Şekil 4.21 L / X değerlerinin grafiği.....	189
Şekil 4.22 Tan olayını anlatmaktadır.....	190
Şekil 4.23 Uranüs'ün kutuplarının bir yörünge dönemi boyunca Güneş'e yönelimi...	192
Şekil 4.24 H-R üzerinde sıcak ve soğuk yıldız grupları gösterilmiştir.....	197
Şekil 4.25 Verilen yıldızların parlaklık ve sıcaklıklarına göre grafiğe yerleştirilmesi.....	198
Şekil 4.26 Verilen bu yıldızların H-R de hangi yol üzerinde olduğunu göstermektedir.....	198

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Verilen yıldızların yüksekliklerini iki farklı yöntemle bulup, tabloyu doldurunuz.....	45
Çizelge 3.2 Verilen yüzey sıcaklıklarına göre yıldızlarının renkleri.....	58
Çizelge 3.3 Bode Yasasından yararlanarak gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıkları bulunacak.....	67
Çizelge 3.4 Belirlenen tarihlerde Güneş diskinin kağıt üzerinden ölçülmüş çapları verilmiştir.....	69
Çizelge 3.5 Venüs Dünya ve Jüpiter in uzaklıkları ve dönemleri.....	71
Çizelge 3.6 Ay yüzeyindeki Krater ve gölgelerinin ölçümleri (Introductory Astronomy Exercises)	89
Çizelge 3.7 Gökyüzündeki cisimlerin fiziksel özellikleri.....	94
Çizelge 3.8 Gezegenlerin yarı-büyük eksen uzunluğu ve dönemleri.....	96
Çizelge 3.9 Tarih Değiştirme Çizgisine göre belirleyeceğiniz tarihler.....	107
Çizelge 3.10 Saat açısı, Standart zaman ve Yıldız zamanının sonuçları.....	112
Çizelge 3.11 Standart zaman ve yıldız zamanı.....	113
Çizelge 3.12 Yerel Güneş zamanı.....	113
Çizelge 3.13 Güneş'in saat açısı.....	114
Çizelge 3.14 Mevsim değişimleri görülmektedir.....	115
Çizelge 3.15 Güneşin farklı yüksekliklerine karşı ölçülen X ve L değerleri.....	123
Çizelge 3.16 Sirius, Polaris ve Betelgeuse yıldızlarının görünür parlaklıkları ve uzaklıkları verilmiştir.....	128
Çizelge 3.17 Gezegen'lerin ışıınım gücünü ve gezegenin birim yüzeyine düşen enerji.....	132
Çizelge 3.18 Verilen tayf türlerine göre yıldızların sıcaklık ve renklerindeki değişim.....	144
Çizelge 4.1 Yıldızların gerçek sıcaklık değerleri	168
Çizelge 4.2 Gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıkları.....	169
Çizelge 4.3 Dünya-Güneş uzaklıklarını veren tablo.....	170
Çizelge 4.4 Ay ve Mars'ın fiziksel özellikleri.....	182
Çizelge 4.5 Gezegenlerin yarı-büyük eksen uzunluğu ve dönemleri.....	182
Çizelge 4.6 Tarih Değiştirme Çizgisine göre belirlenen tarihler.....	186
Çizelge 4.7 Güneşin farklı yüksekliklerine karşı ölçülen X ve L değerler	189
Çizelge 4.8 Sirius, Polaris ve Betelgeuse yıldızlarının mutlak parlaklık değerleri.....	193
Çizelge 4.9 Gezegen'lerin ışıınım gücünü ve gezegenin birim yüzeyine düşen enerjileri.....	194

1. GİRİŞ

İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü'nden Prof. Dr. Dursun KOÇER ve Doç. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN, yazmış oldukları makalelerde astronomi biliminin hem bilgisayar ve iletişim teknolojisindeki gelişmelere, hem de müspet bilimlerin gelişmesinde katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. 1973'te Fransa'da CLEA ve 1980'de ABD'de STAR programları astronomiden yararlanarak, öğrencilerin fen ve matematik derslerine karşı azalan ilgisini artırmıştır. Daha da önemlisi bu programlar, derslerin bilimsel yanının kavranmasında öncü rol oynamaya başlamıştır. Ülkemizde ise 1979'da astronomi dersi orta öğretim programının zorunlu ders statüsünden kaldırılmıştır. Temel bilimler eğitiminde “anlamak” yerine “ezberlemek” yöntemi uygulanırsa kritik etme ve bilimsel düşünme yetenekleri gelişemez. Temel bilimler eğitimi de insanın zihinsel gelişimi için en etkili araçlardan birisidir. İlkokul öğrencileri üç boyutlu kavramları hayal etmekte zorlanırlar. Onların merak ettikleri konular (evren, gezegen ve yıldızlar...) astronomiden yararlanarak zihinsel gelişimine uygun bir formatta öğretilabilir ve bu yolla onlara üç boyutlu kavramları algılama ve anlama yeteneği kazandırılabilir. Öğrencilere insanın doğa içindeki, dünya ve evrendeki gerçek yerini doğru olarak gösterebilecek ders astronomidir.

Günümüzde ise, eğitim sistemimizin yapılandırmacı öğrenmeye yerini bırakmasıyla yazılan milli eğitim kitaplarında, astronomi ile ilgili daha fazla bilgiye yer verilmeye başlanmıştır. Bu bilgileri seminerimde incelemiştim. Farklı sınıflarda, farklı derslere serpiştirilen bu astronomi bilgilerinin dışında uygulanabilecek astronomi uygulamalarının bir arada bulunduğu bir çalışma hazırladım. İleride Milli Eğitim programında uygulanabilecek düzeye getirmeye çalıştım.

Burada öncelikle öğrenciye tanımlar verilecek ve temel kavramlar öğretilecek (Bölüm 2), bu tanımlara ilişkin gökyüzünün laboratuvar olarak kullanıldığı bazı problemler verilerek bu kavramlar daha kalıcı bir şekilde öğrenciye aktarılacaktır (Bölüm 3). Böylece öğrenci hem matematik derslerinde gördüğü konuları, hem de fizik, kimya derslerinde öğrendiği

kavramların uygulama alanlarını görmüş olacaktır. Yapılan uygulamalar öğrenciyi hem araştırmaya hem de eleştirel düşünüp, problemleri çözebilme yeteneği kazandıracaktır.

2. ASTRONOMİDE TEMEL KAVRAMLAR

Bu bölümde, ilerideki uygulamalarda kullanılacak olan bazı temel astronomi terimlerinin anlamları verilmektedir. Bu kavramların doğru olarak öğrenilmesi, uygulamaların sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesi için önemli bir adımdır.

2.1 Astronomi Birim

Güneş'in merkezi ile Yer'in merkezi arasındaki ortalama uzaklığa (149,6 milyon km) 1 Astronomi Birim denir. (1 AB şeklinde gösterilir). Astronomi birimi, Güneş sistemimiz, diğer yıldızlarının etrafındaki gezegen sistemleri ve yakın çift yıldız sistemleri bileşenleri arasındaki uzaklıkları ifade etmekte kullanılır. Daha büyük uzaklıklar için ışık yılı veya parsek birimlerini kullanmak pratikte daha fazla kolaylık sağlamaktadır. Örneğin, Güneş sistemine en yakın yıldız sistemi olan α Centauri yıldızı Güneş sisteminden yaklaşık 4 ışık yılı uzaklıkta bulunmaktadır.

Yer, Güneş etrafında çember değil elips biçimli bir yörüngede dolanmaktadır. Bu nedenle 1 AB, Yer'in Güneş çevresinde çizdiği eliptik yörüngesinin büyük ekseninin yarısı yarı büyük eksen olarak dikkate alınır. $1 \text{ AB} = 149,597,870,691 \pm 30$ metredir. Şekil 2.1'de Güneş ile Dünya arasındaki uzaklığın 1 AB olduğu gösterilmektedir.



Şekil 2.1 Bir Astronomi Birimi; Dünya ile Güneş arasındaki uzaklık

2.2 Derece, Yay Dakikası ve Yay Saniyesi

Dakika ve saniye birimleri zaman ölçümünde kullanılmakla beraber aynı zamanda açı ölçümlerinde de yay dakikası ve yay saniyesi birimleri olarak kullanılırlar.

$$1^{\circ} = 60 \text{ yay dk (veya } 60' \text{ şeklinde gösterilir)}$$

$$1 \text{ yay dk} = 60 \text{ yay sn (veya } 60'' \text{ şeklinde gösterilir)}$$

Örnek: Ay'ın görünen açısal çapı (Ay'ın çapını yerden gören açı) 30' (yay dakikası) dır.

Bu değeri derece cinsinden hesaplayınız.

$$1^{\circ} \quad 60 \text{ yay dk}$$

$$\underline{x \quad 30 \text{ yay dk}}$$

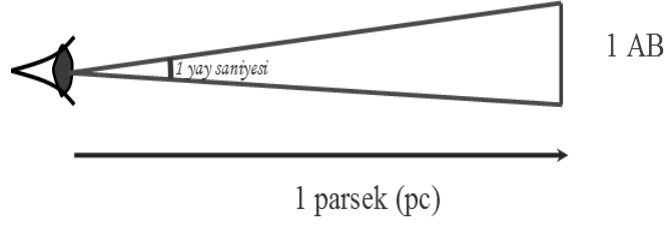
$$x = 0,5^{\circ} \text{ dir.}$$

2.3 Parsek

Bir diğer uzaklık birimidir. Çok büyük uzaklıkları ifade etmek için kullanılmaktadır. Yer ile Güneş arası uzaklığı 1 yay saniyesi (1") açı altında gören gök cisminin uzaklığına eşittir (bkz. Şekil 2.2). 1 yay saniyesi 1°'lik açının 3600'de birine eşittir.

$$1 \text{ parsek} = 3,086 \times 10^{16} \text{ metre}$$

$$1 \text{ parsek} = 206205 \text{ AB}$$



Şekil 2.2 Bir Parsek'in ifade ettiği uzaklık

2.4 Işık Yılı

Işık, boşlukta saniyede 300,000 km yol alır. Astronomi biliminde kullanılan ışık yılı (iy) ise ışığın bir yılda kat ettiği mesafeye eşdeğer olup, yaklaşık 10 trilyon kilometreye eşittir.

1 AB = $149,5 \times 10^6$ km ve 1 parsek = 3,26 ışık yılı

1 ışık yılı = 63271.5 AB ve 1 ışık yılı $\approx 946 \times 10^{10}$ km $\approx 10^{13}$ km

Örnekler:

i) Gökyüzünün en parlak yıldızı olan Sirius, bize 8,6 ışık yılı uzaklıktadır. Bu yıldızın bize olan uzaklığını km cinsinden hesaplayınız.

Cevap: $8,6 \times 149,5 \times 10^6 = 1.285.700.000$ km.

ii) Yer'e en yakın yıldız olan α Centauri bize 38.000.000.000 km uzaklıktadır. Bu yıldızın kaç yıl önceki halini gördüğünüzü hesaplayınız.

Cevap: $38.000.000.000 \text{ km} \times 1 \text{ ışık yılı} / 10^{13} \text{ km} = 3,8 \times 10^{13} \text{ km} \times 1 \text{ ışık yılı} / 10^{13} \sim 4 \text{ iy}$

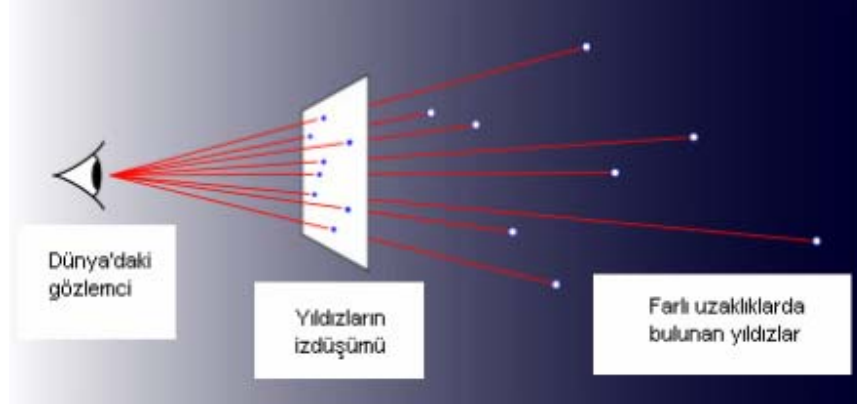
iii) Bize 2,60 pc uzaklıkta bulunan UV Cet yıldızının uzaklığını ışık yılı cinsinden hesaplayınız.

Cevap; $2,60 \times 3,26 = 8,476$ ıy

2.5 Takımyıldızlar

Gökyüzünde gördüğümüz yıldızları çağlar öncesinde yaşayan ve gökyüzüyle ilgilenen insanlar gruplara ayırmıştır. Birbirine yakın olan yıldızların oluşturdukları şekilleri, onlara en çok benzeyen başta hayvanlar olmak üzere, mitolojik kahramanlara veya tanrılara benzeterek isimler vermişlerdir. Bunların her birine takımyıldız denir. Oysa bugün onlara isim verecek olsaydık; bilgisayarlar, otomobiller, bisikletler, gökdelenler, trenler, uçaklardan esinlenerek takımyıldız isimleri verirdik.

Takımyıldızlar aslında gerçek bir takım değildirler. Yalnızca bakış doğrultumuza göre gökyüzünde aynı doğrultuda yer aldıkları için sanki birbirlerine yakınmış gibi gözüken yıldızlardan oluşan topluluklardır. Kısacası gökyüzünde birbirin ve bize farklı uzaklıkta bulunan gök cisimlerinin bir iz düşüm görüntüsünü görürüz. Çok büyük uzaklıklar için gözümüzün derinlik algılama yeteneği yoktur. Bu yüzden bütün gök cisimlerinin bize aynı uzaklıkta olduğunu sanırız. Şekil 2.3’de verilen örnekte, gördüğümüz gökyüzü beyaz bir düzlem ile gösterilmiştir. Şekildeki yıldızlar birbirlerine yakın bir grup oluşturmuş gibi gözükmelerine karşın, gerçekte birbirlerinden çok uzaktadırlar. İz düşüm etkisi onları sanki beraberlermiş gibi görmemizi sağlamaktadır.



Şekil 2.3 Yıldızların gök küresindeki görünümü; farklı uzaklıklar da olmalarına rağmen, bize aynı uzaklıktaymış gibi görünmektedirler

Gökyüzünü takımyıldızlara ayırmak, yıldızların isimlendirilmesi ve gökyüzündeki yerlerinin bulunması bakımından kolaylık sağlamaktadır. Günümüzde kuzey ve güney yarımkürede tüm gökyüzünü parsellemiş toplam 88 takımyıldızı bulunmaktadır.

2.6 Gök Küre

Gece gökyüzünde gördüğümüz gök cisimleri gerçekte çok farklı uzaklıklarda bulunmaktadır. Ancak gökyüzüne baktığımızda onları sanki bir kürenin üzerindeymiş gibi görürüz. Bu küre sonsuz yarıçaplı kabul edilen, Dünya'nın etrafını saran hayali bir küredir. Bu kavram birçok astronomik hesaplamalarda kullanılır. Şekil 2.5'de temsili bir gök küresi üzerinde takımyıldızlar gösterilmektedir.



Şekil 2.4 Yer, Yer'in etrafını saran hayali küre ve bu hayali kürenin üzerinde takımyıldızlar

2.7 Zenit ve Nadir

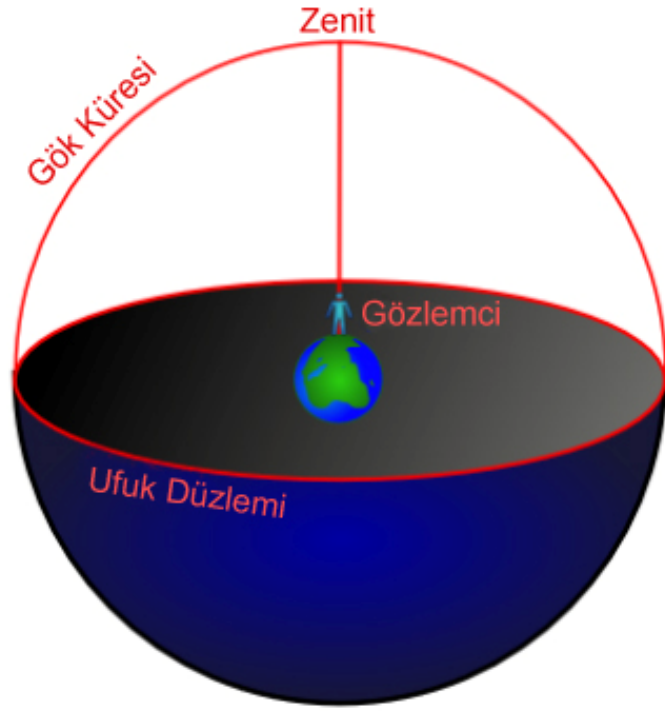
Yeryüzünde bulunduğumuz noktadaki çekül doğrultusu gökküresini iki noktada keser. Bunlardan biri tam tepemizde diğeri de ufukun altındadır. Gözlemcinin tam tepesinde, gök küre üzerinde bulunan noktaya Zenit (başucu noktası), gözlemcinin ayakucunu işaret eden ve ufukun altında kalan noktaya da Nadir (ayakucu noktası) denir. Şekil 2.4'de zenit ve nadir gösterilmektedir. Şekil 2.4'de belirtilen ufuk doğrultularından gerçek ufuk, halk dilinde de kullanılan, düz arazide veya açık denizde gök ile yerin birleştiği gibi görülen yere verilen addır. Astronomik ufuk ise bölüm 2.8'de ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. Astronomik ufuk ile gerçek ufuk hemen hemen aynı anlamdadır. Gerçek ufuk, gözünüzün doğrultusunda, astronomik ufuk ise zenit doğrultunuza dik olacak şeklindedir. Yer'in büyüklüğünden dolayı kişinin bulunduğu yerde gerçek ufuk ile astronomik ufuk doğrultuları aynı olacaktır.



Şekil 2.5 Yeryüzünde bulunan bir kişinin Zenit ve Nadir doğrultuları gösterilmektedir

2.8 Ufuk Düzlemi ve Ufuk Çemberi

Gözlemcinin bulunduğu noktadan Yer küresine çizilen teğet düzleme ufuk düzlemi denir (Şekil 2.6). Bir gözlemci, bu düzlemin altında kalan hiçbir gök cismini göremez. Bu düzlemin gök kubbesini kestiği noktalar ufuk çemberini oluşturur. Eğer bir cisim ufuk çemberinden aşağı doğru hareket ediyorsa batıyor, ufuk çemberinden yukarı doğru hareket ediyorsa doğuyordur.



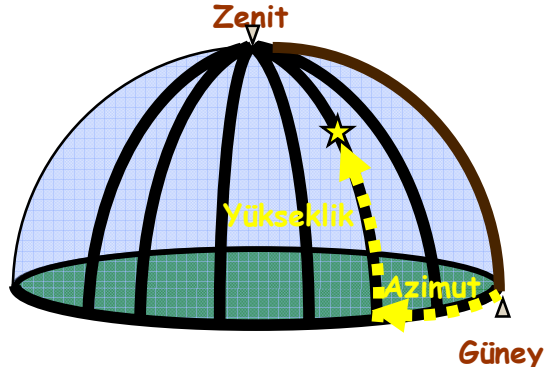
Şekil 2.6 Ufuk, ufuk düzlemi ve ufuk çemberi

2.9 Ufuk Yüksekliği (h)

Yıldızın ufuk düzlemi ile yaptığı açıdır (Şekil 2.7). Ufuk yüksekliği, -90° ile $+90^\circ$ arasında değerler alır. Eğer cisim Zenit noktasında ise yükseklik 90° , Eğer cisim ufuk noktasında ise yükseklik 0° dir. Negatif değerli yüksekliğe sahip olan cisim o an için gözlenemez.

2.10 Azimut (a)

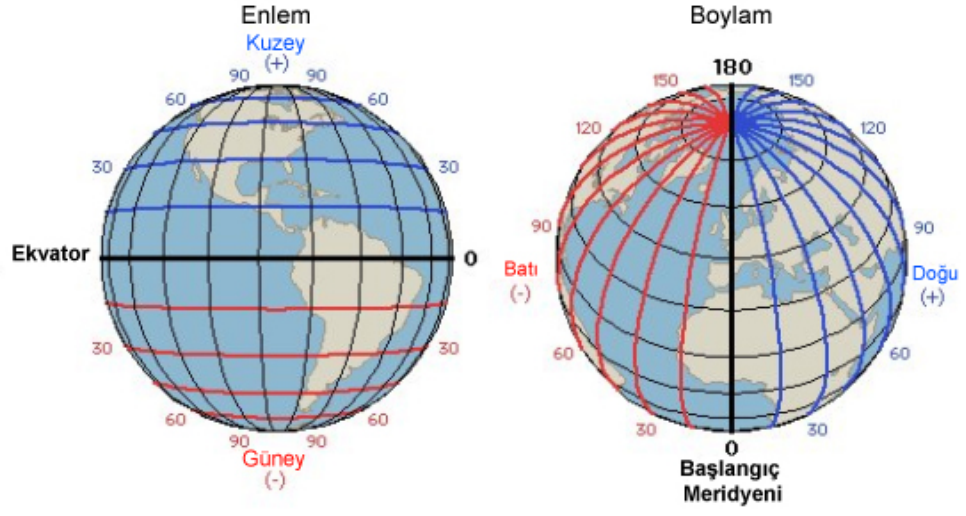
Gözlem yerinin meridyeniyle yıldızdan geçen ve ufuk düzlemine dik düzlem arasındaki yatay açıdır (Şekil 2.7). Güney noktasından itibaren negatif yönde 0° den 360° kadar ölçülür. Bir gök cisminin ufuk yüksekliği ve azimut değeri, gözlemcinin Dünya üzerindeki yerine (enlem ve boylamına) göre değişir. Bununla birlikte bu açılar zamana bağlıdır.



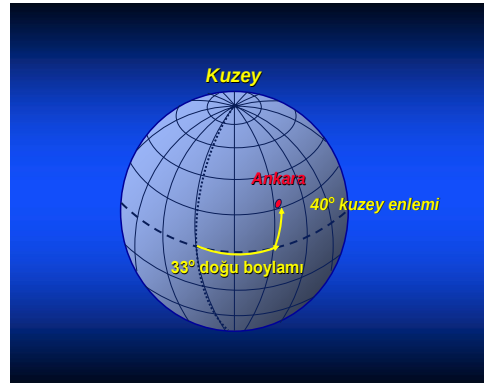
Şekil 2.7 Yükseklik ve azimut açıları

2.11 Enlem ve Boylam

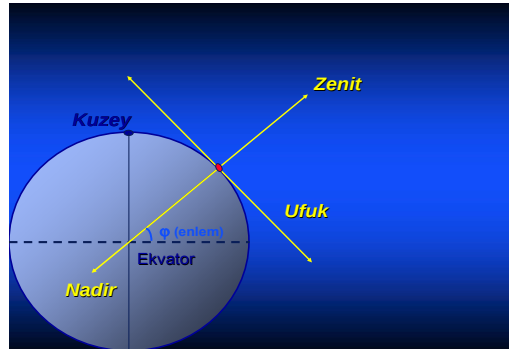
Enlem, Dünya üzerindeki bir yerin konumunu, onun ekvatordan olan açısal uzaklığı ile verir. Başka bir deyişle, ekvatordan gözlemcinin bulunduğu noktaya olan açısal uzaklıktır. Boylam; Yer üzerinde, Greenwich meridyenine göre doğu ya da batı doğrultusunda bulunan bir yerin başlangıç meridyenine olan açısal uzaklığıdır. 1884 yılından beri başlangıç meridyeninin Greenwich Gözlemevi üzerinden geçtiği kabul edilmektedir. Şekil 2.8’de hayali olarak var olduğunu kabul ettiğimiz enlem ve boylam çizgileri görülmektedir. Şekil 2.9’da Ankara’nın Dünya üzerindeki adresini belirleyen enlem ve boylamları gösterilmiştir. Yerküre üzerinde enlem’in açısal değeri de şekil 2.10’da gösterilmiştir.



Şekil 2.8 Yerküre için Enlem ve Boylam çemberleri



Şekil 2.9 Ankara'nın enlem ve boylamının yerküre üzerindeki gösterimi

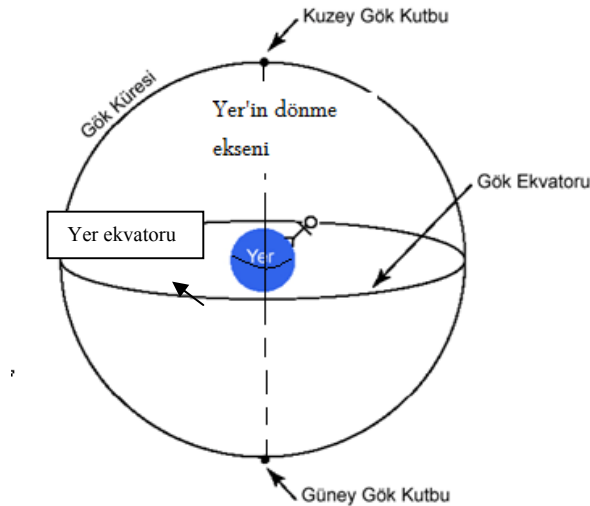


Şekil 2.10 Gözlemcinin bulunduğu yerin enlem açısı

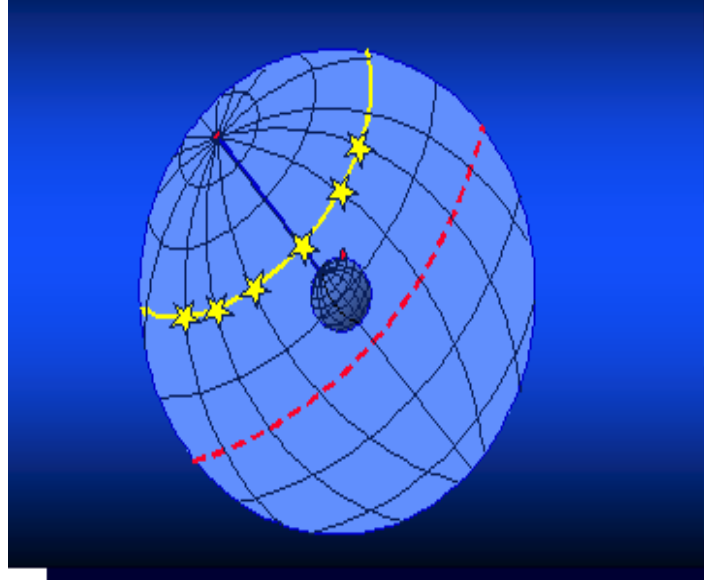
2.12 Gök Kutbu ve Gök Ekvatoru

Yer ekvatorunun belirttiği düzlem ile gökküresinin arakesiti gök ekvatorunu oluşturmaktadır. Gök küresinin kutup noktaları ise, yerin dönme eksenini uzantısının gök küreyi kestiği iki noktadır. Bu noktalar kuzey ve güney gök kutbunu oluştururlar. Gök kutupları, gök ekvatoru ile 90° 'lik açı yaparlar. Şekil 2.11'de yeryüzünde bulunan bir gözlemci için gök küresinin kutup noktaları ve gök ekvatoru gösterilmiştir.

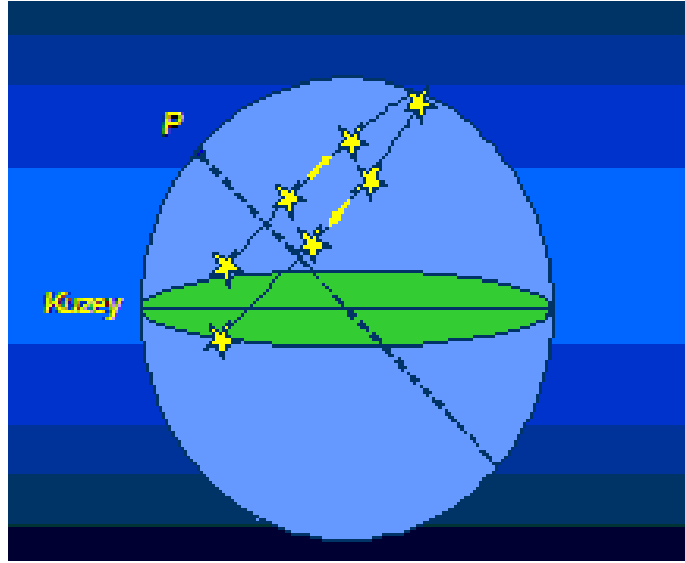
Yer'in kendi eksenini etrafında dönmesini, gözlemci gök küre üzerindeki gök cisimlerinin yer değiştirmesi olarak algılamaktadır. Bu yer değiştirme her zaman ekvatora paralel olarak gerçekleşmektedir. Şekil 2.12'de bir yıldızın günlük hareketinin ekvatora paralel olduğu görülmektedir. Şekil 2.13'de bir yıldızın gök ekvatoruna paralel hareketi boyunca bir gözlem yerinin ufkunun üstünde kalan kısmı da görülebildiği, altında kalan kısmında ise görülemeyeceği ifade edilmektedir. Şekil 2.14'de ise kutup noktasına çok yakın olan yıldızların günlük hareketi görülmektedir. Bu yıldızlar ufkun altına hiç inmediğinden her saat görülmektedir. Bu yıldızlar sirkumpolar yıldızlar (hiç batmayan) olarak isimlendirilmektedir. Şekil 2.15'de ise hiç doğmayan yıldızlar görülmektedir.



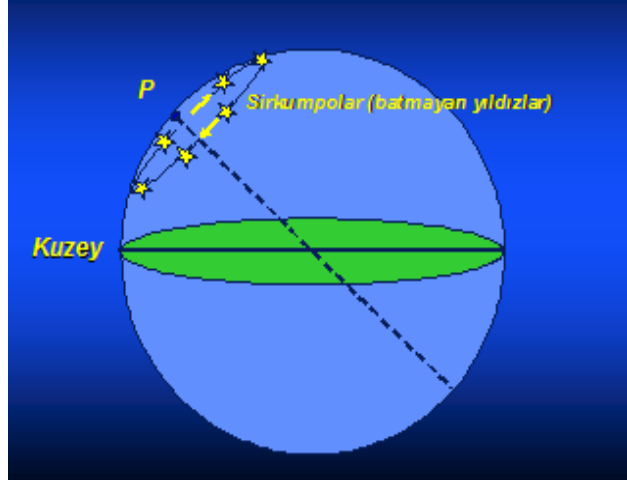
Şekil 2.11 Gök küresi gök kutup noktaları ve gök ekvatoru



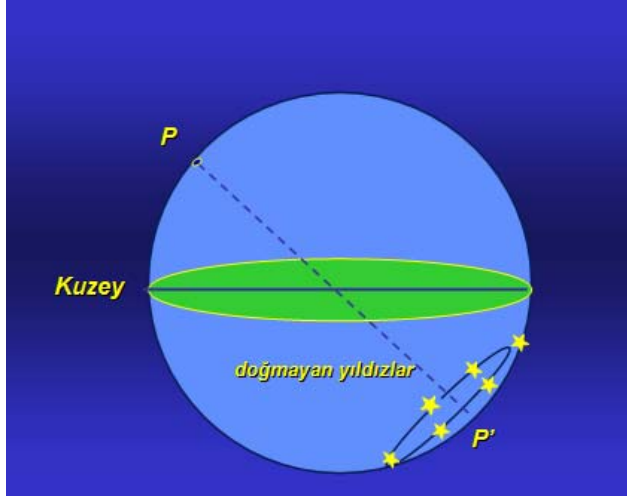
Şekil 2.12 Bir yıldızın günlük hareketi (ekvatora paraleldir.)



Şekil 2.13 Yıldızın günlük hareketi (gök küresi üzerinde yıldızın görünen kısmı)



Şekil 2.14 Hiç batmayan (sirkumpolar) bir yıldız için günlük hareket

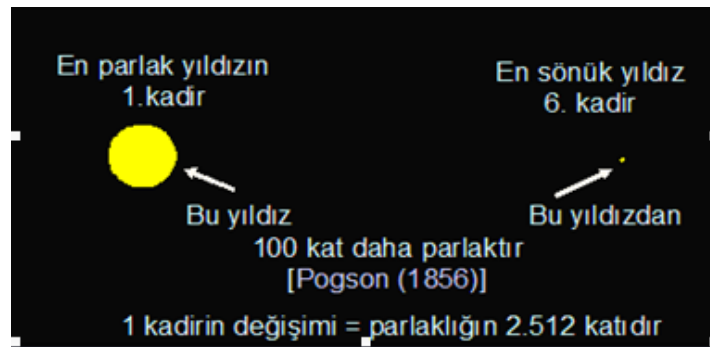


Şekil 2.15 Hiç doğmayan bir yıldız için günlük hareket

2.13 Gök cisimlerinin parlaklığı – Kadir ölçeği

Bir yıldızın ya da uzakta bulunan bir ışık kaynağının parlaklığı denilince, o cisimden gelen ışığın bir alıcı üzerinde uyandırdığı etki anlaşılmaktadır. Burada alıcı, göz, fotoğraf plağı, fotosel vb. olabilir. Bu etki, yani yıldızların parlaklığı, kadir adı verilen bir birim ile ölçülür. Parlaklığın ölçüsü olan rakamın üzerine (sağ üstüne) “m” harfi yazılarak gösterilir.

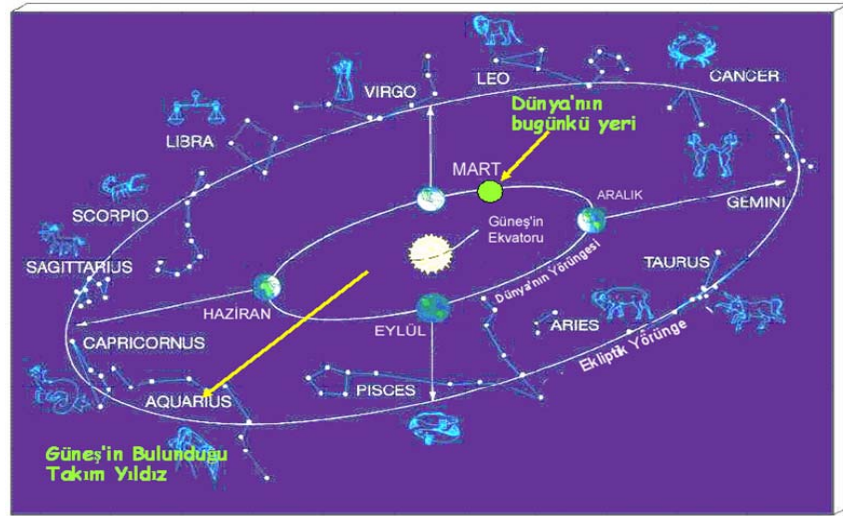
Kadir, bir yıldızın parlaklığını diğer yıldızlarla karşılaştırmalı olarak verir. Bu uygulama çok eski yıllardan beri kullanılmaktadır. Antik Yunan astronomlardan Hipparchus (M.Ö. 190-125) çıplak gözle görülebilen yıldızları 6 kadir sınıfına ayırmıştır. En parlak yıldızları birinci kadirten, çıplak gözle görülebilen en sönük yıldızları da 6. kadirten kabul etmiştir. Bunların arasında kalanları da parlaklık sırasına göre 2.,3.,4. ve 5. kadir sınıflarına koymuştur. Burada bahsedilen parlaklığın, yıldızların gözle görülen parlaklığı olduğu açıktır. Batlamyus ise bu sınıflandırmayı biraz daha ileriye götürmüştür. Batlamyus, her kadir sınıfını 3'e bölerek biraz daha sağlıklı bir ayırım yapmıştır. Daha sonra Argelander ve Schönfeld de kadirler arasını ondalık olarak bölerek yeni bir düzenleme yapmışlardır. Dürbünün keşfinden sonra ise yıldızları kadir sınıflarına ayıranlar, bunlarla görünen akı değerleri arasında herhangi bir bağıntı bulunup bulunmadığını araştırmışlardır. 1827 yılında Herschel, 46 cm çapında bir teleskopla zayıf yıldızların ışığını ve daha küçük çapta bir teleskopla ise parlak yıldızların ışığını gözledi. Bunları karşılaştırdı, 1. kadirten bir yıldızın bize 6. kadirten bir yıldızın 100 katı ışık göndermekte olduğunu gördü. 1854'de Pogson ise bazı çok sayıda yıldızın gözlemciler tarafından tahmin edilen kadir değerlerini karşılaştırdı ve şu sonuca vardı: Her kadir sınıfı, kendinden sonra gelenden yaklaşık 2,5 kat daha parlaktır. Örnek olarak parlak yıldızlardan Aldebaran ile Altair arasında 1 kadir fark vardır ve böylece Altair, Aldebarandan 2,5 kat daha parlaktır. Şekil 2.16'de 1. kadirten ve 6. kadirten iki yıldız arasındaki parlaklık derecelendirilmesi verilmektedir.



Şekil 2.16 Hipsrchus (M.Ö 120) ve Ptolemy (M.S 180) yıldızların parlaklıklarını belirten kadir ölçeğini belirlemişlerdir. İki yıldız arasındaki parlaklık farkının gösterimi

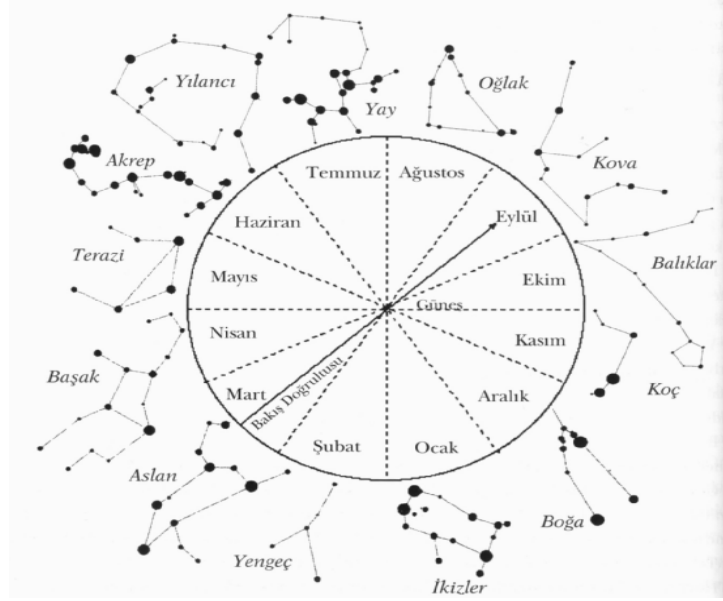
2.14 Ekliptik (Zodyak Kuşağı)

Güneş'in gökyüzündeki yıllık görünür hareketinin, gökküresi üzerinde oluşturduğu çembere verilen addır. Bu çember ilk olarak M.Ö. 2000 yıllarında tanımlanmıştır. Ay ve Güneş'in ekliptik düzlemi yakınında bulunması durumunda tutulmaların gerçekleştiği, daha o zamanlarda anlaşılmıştı. Yakınında zaman zaman Ay tutulması ve Güneş tutulması gerçekleştiği için ekliptik'e dilimizde tutulum çemberi de denilmektedir. Tutulum çemberi, Ekvator'a göre $23^{\circ}27'$ eğiktir. Şekil 2.17 ve 2.18'de Güneş'in görünür hareketinin gökyüzünde takip ettiği yol ve bu yol üzerindeki takımyıldızlar görünmektedir. Bazı şekillerde (Şekil 2.17 olduğu gibi) Yılanca takımyıldızı Akrep takımyıldızına dahil edilmesi ile 12 tane olarak gösterilmektedir. Aslında Zodyak kuşağı üzerinde 13 tane takımyıldızı vardır (bkz. şekil 2.18). Şekil 2.19'da ise ekliptiğin gök küresi üzerindeki yeri gösterilmiştir.

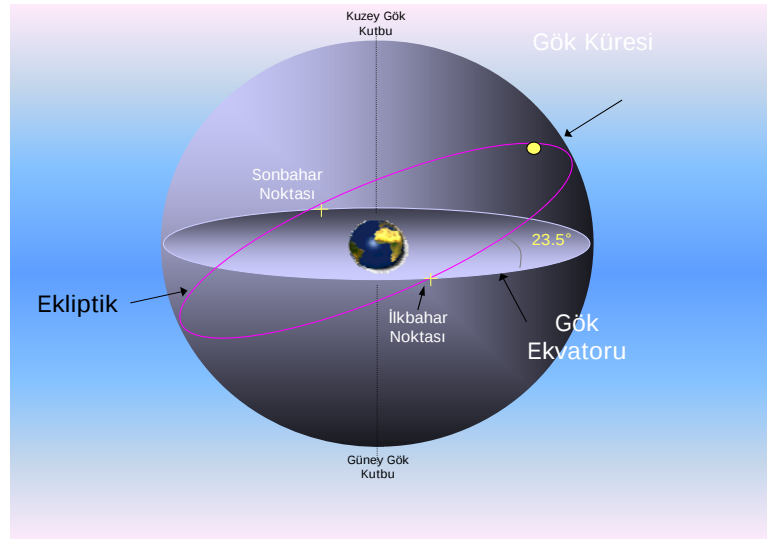


Şekil 2.17 Ekliptik düzlemi üzerindeki takımyıldızlar ve Dünya'nın mart ayında bulunduğu konumu ile Güneş'in mart ayında Yer'den üzerinden geçtiği görünen Arquarius (kova) takımyıldızı, (burada 12 tane takımyıldız verilmiştir)

Gök ekvatoru ile ekliptik dairesinin kesişim noktalarından biri ilkbahar noktası diğeri ise sonbahar noktasıdır. Dünya ve güneş bu konumda iken gece ve gündüz süreleri birbirine çok yakındır. Hatta 23 Eylül ve 21 Mart tarihlerinde gece ve gündüz süreleri birbirine eşittir.



Şekil 2.18 Ekliptik üzerindeki 13 takımyıldız da görülmektedir. Mart ayında Güneş'in Kova takımyıldızı hizasında hareket ettiği görülecek

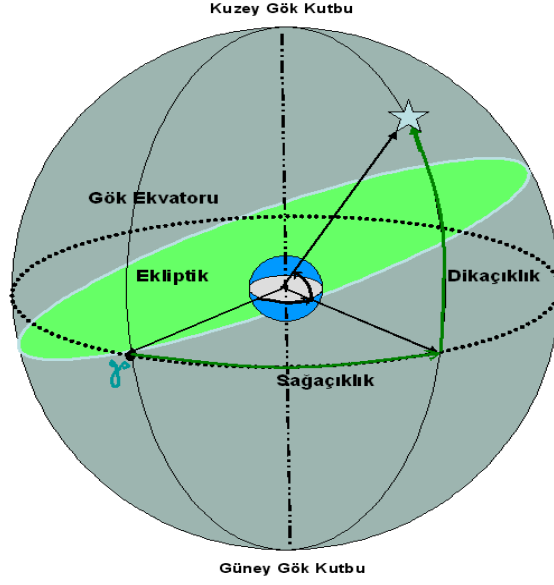


Şekil 2.19 Ekliptik'in gök küre üzerinde gösterimi

2.15 Sağaçıklık (Rektasansiyon) ve Dikaçıklık (Deklinasyon)

Yıldızın gök ekvatorundan olan açısal yüksekliğine dikaçıklık denir. Bu açı, gök ekvatorunun üstünde pozitif ve altında negatif açı değerleri alır. 0° (ekvator) ile 90° (kuzey kutup) ve 0° ile -90° (güney kutup) arasında ölçülmektedir. Günlük harekette, yıldız ekvatora paralel bir daire çizdiğinden, dikaçıklık sabit kalır.

Yıldızdan geçen büyük çemberin ekvator üzerinde ilkbahar noktasından (Koç noktası) olan uzaklığına sağaçıklık denir. Bu açı 0 ile 24 saat arasında ölçülmektedir. Günlük harekette, yıldızdan ve ilkbahar noktasından geçen büyük çember beraberce döndükleri için, iki çember arasında kalan sağaçıklık (α) açısı aynı kalır. Bu durumda, ekvator düzlemi ve ilkbahar noktası sabit kaldığı sürece, ekvator koordinatları (sağaçıklık ve dikaçıklık) da gök kürede sabit kalır. Sağaçıklık ve dikaçıklık değerlerinin gözlem yeriyle hiç bir ilgisi yoktur. Bu nedenle yıldız katalogları ve atlaslarında bu koordinatlar kullanılır. Ancak Koç noktasının, yerin dönme ekseninin presesyonu nedeniyle, yıldan yıla yaptığı çok küçük deviniminden dolayı (geriye kayma hareketi), bu koordinatlarda da küçük değişimler olur. Onun için, bir yıldızın sağaçıklık ve dikaçıklık koordinatları verilirken bunların hangi yıla ait oldukları ilgili kataloglarda belirtilmektedir. Şekil 2.20’de bir yıldızın ekvator koordinatlarının nasıl ölçüldüğü gösterilmektedir. Yeşil çember ile gösterilen düzlem ekliptik düzlemidir.



Şekil 2.20 Gök küresi üzerinde ekliptik düzlemi ve buna ek olarak sağaçıklık ve deklinasyon da gösterilmiştir

3. ASTRONOMİ UYGULAMALARI

Bir önceki bölümde verdiğimiz kavramların daha net olarak anlaşılabilmesi için öğrencilerin konuyu anlamalarını kolaylaştıracak bazı uygulamalar yapmaları yararlı olacaktır. Bu bölümde bazı temel astronomi uygulamaları verilmiştir. Bu uygulamalar sayesinde öğrenci, gök cisimlerinin günlük ve yıllık hareketlerini daha kolay anlayabilecektir. Astronomide kullanılan temel terimler böylece daha akılda kalıcı olacaktır. Böylece öğrenci, bu uygulamalar yardımı ile diğer bilim dallarının gökyüzü üzerinde kullanım alanlarını görerek analitik düşünme yeteneği kazanacaktır. Bu bilim dallarından biri olan Matematik derslerinin temel konularından birçoğunun kullanım alanlarını öğrenecektir. Bunlardan bazıları Astronomi biliminde çok kullanılan logaritma ve trigonometri konularıdır. Analitik düşünmenin yanında, öğrenci aynı zamanda çok büyük ve çok küçük sayılarla işlem yapma yeteneğini de kazanacaktır.

3.1 DeneySEL Astronomi Ölçümleri

Özellikle Astronomi biliminde kullanılan, çok küçük ve çok büyük sayılardan bahsedilecektir. Günlük hayatımızda da kullanılan Astronomik miktar cümlesi, sayılamayacak kadar çok büyük ya da çok küçük büyüklükleri anlatabilmek için kullanılmaktadır. Örneğin “Microsoft’un sahibi Bill Gates, astronomik miktarlarda para kazanıyor” cümlesinde olduğu gibi kazanılan paranın sayısının sayılamayacak kadar fazla olduğunu anlatmaktadır. Astronomide kullanılan birçok sayı 1 milyar’ın üzerindedir. Bu nedenle bu tür sayılara Astronomik Sayılar denir.

Dünya’mıza en yakın gök cismi gece bizi aydınlatan “Ay”dır. Yakın olduğunu söylüyoruz ancak bize olan uzaklığı yaklaşık 384.400 (Üç yüz seksen dört bin dört yüz) km’dir. 384.400 km’nin Dünya’ya olan uzaklığının ne kadar olduğunu kavramaya çalışalım. Ankara’dan İstanbul’a gittiğimizde yaklaşık 450 km yol alırız. Döndüğümüzde de bir o kadar yol alırız ve gidiş dönüş toplam $450 \times 2 = 900$ km yol tutar. Eğer 430 kere

Ankara'dan İstanbul'a gidip dönersek Yer - Ay uzaklığını kat etmiş oluruz. Veya Yer'in ekvator üzerindeki çevresi 40.000 km'dir. Bu uzaklığın 10 katı yaklaşık Yer-Ay uzaklığını vermektedir. Yani ekvator üzerinden 10 kere Dünya turu atmaya eşdeğerdir.

Şimdi de Güneş'in bize olan uzaklığını kavramaya çalışalım. Bu uzaklığın değeri 150 milyon kilometredir. Bu sayının büyüklüğünü aklımızda canlandırabilmek zordur. Güneş-Yer uzaklığı: 150.000.000 kilometre yani 3700 kez Dünya turu atmaya eşdeğerdir.

Yıldızların uzaklıklarını, Dünya'nın boyutlarını kullanarak açıklamamız imkansızdır. Onlar Yer'den Ay ve Güneş'e göre çok daha uzaktadırlar. Örneğin, α Centauri yıldızı bize Güneş'ten sonra en yakın olan yıldızdır ve uzaklığı 37.800.000.000.000 kilometredir. Oldukça büyük bir sayıdır. Bilim adamları bu sayıları kullanarak nasıl hesap yapmaktadırlar? Yukarıdaki sayı kısaca 3.8×10^{13} kilometre şeklinde yazabilmektedir. Astronomik sayıların özellikleri ve kullanımı aşağıdaki alt başlıklarda verilmektedir.

3.1.1 Anlamli sayılar

Bir fiziksel niceliğin ölçüm değerlerinin duyarlılığı, kullanılan anlamli sayıların adedi ile belirtilir. Anlamli sayılar, sayısal bir değerin güvenilirliğini gösterebilmek için geliştirilmiştir. Bir sayının anlamli basamakları, güvenle kullanılabilen basamaklardır. Kesin olarak bilinen basamak sayısına ek olarak bir de tahmin edilen basamak ilave edilir.

20,5	sayısının 3 tane anlamli sayısı vardır.
6,2	sayısının 2 tane anlamli sayısı vardır.

Birçok mühendislik probleminde 3 anlamlı basamak yeterli olur. Bu, 1000 de 1 hassasiyet demektir. Örneğin;

0,00346	sayısının 3 tane anlamlı sayısı vardır.
562	sayısının 3 tane anlamlı sayısı vardır.
380	sayısının 3 tane anlamlı sayısı vardır.

Anlamlı sayıların özellikleri;

- 1) Sıfır olmayan bütün basamaklar anlamlıdır (Örn. 568’de 3 anlamlı basamak).
- 2) İki anlamlı basamak arasındaki bütün sıfırlar anlamlıdır (Örn. 1008’de 4 anlamlı basamak).
- 3) Bir sayının önündeki sıfırlar anlamlı olmayıp sonundakiler yalnızca öyle olduğu belirtilirse anlamlıdır.
- 4) Bir sayının solundaki sıfırlar anlamlı sayı olarak kabul edilmez.(Örn. 0,042’de 2 anlamlı basamak)
- 5) Ondalıklı sayıların sağ ucunda yer alan sıfırlar anlamlıdır. (Örn. 0,0020300’de 5 anlamlı basamak, 3,200’de 4 anlamlı basamak)
- 6) π ve e gibi sayılar belirli değerleri temsil etseler de, sonlu sayıda basamakla tam olarak ifade edilemezler.
- 7) Bir sayının en az anlamlı rakamı en sağda olanıdır (Örn. 7,85 sayısı için en az anlamlı rakam 5 dir).

Sonuç olarak anlamlı rakamlar, sayının doğruluk ve kesinliğini gösterir.

Aşağıda anlamlı sayılar altı çizilerek gösterilmektedir.

a. <u>.0027</u>	c. <u>100.0</u>	e. <u>42,000</u>
b. <u>1.4003</u>	d. <u>1.43</u>	f. <u>.100</u>

Örnek: 67 inç boyundaki bir kişi kaç metre dir? (1 inç = 0,0254 m)

$$67 \text{ inç} = 67 \text{ inç} \times (0,0254) \text{ m/inç} = 1,7018 \text{ m}$$

Bu değer boy ölçüsünün bir karşılığı olduğundan ve boy 0,1 mm duyarlılıkta ifade edilmiş olur ki, bu tür verilişin bir anlamı olmayacaktır. Bu değer yuvarlanarak istenilen değer duyarlılık derecesini yansıtacak şekilde getirilebilir. $1,7018 = 1,70 \text{ m}$

Sayıları yuvarlarken yuvarlanacak sayıdan sonraki sayı 5 ve 5 den büyük ise rakam yukarı, 5 den küçük ise rakam aynen kalır.

Not: Sayıların iki farklı gösterimi vardır. Avrupa da 4.245,1 şeklinde kullanılır, ABD de 4,245.1 şeklinde kullanılır. İki gösterim de aynı anlama gelebilir.

Türkiye’de de 4.245,1 gösterimi kullanılmaktadır. Şekil 3.1’de 2008 yılı için emekli öğretmenin maaş bodrosu görülmektedir. Buradaki tam kısım lirayı, virgülden sonraki kısım ise kuruşu ifade etmektedir. Kuruş liranın 1/100’dür (yüzde biridir). Yani elimizde 5 lira ve 50 kuruşumuz varsa biz bunu; 5,50 lira yada 550 kuruş olarak ifade etmekteyiz. Şekil 3.1’de öğretmenin aylık maaşı 1.003,08 olarak verilmiş yani bin üç lira sekiz kuruş olduğunu ifade etmektedir.

EMEKLİ AYLIK BİLGİSİ GÖRME

Ünvan	ÖĞRETMEN	Derece/Kademe	1/3	Ek Gösterge	3000
Hizmet Süresi	25yıl-6ay	Kıdem Yılı	25yıl	Aylık Oranı	1/1
Temsil/Görev Gös.	-	Makam Göstergesi	-	---	
Aylık	964,50	Ek Ödeme tutarı (%4)	38,58	Aylık ve Eködeme tutarı	1.003,08
(9.ay-2008yıl) Aylık	964,50	(9.ay-2008yıl) Ek Ödeme Tutarı	38,58	Aylık ve Eködeme tutarı	1.003,08
Aylık farkı null	77,18	Ek Ödeme farkı	3,08	Aylık ve Ek Ödeme farkı	80,26
Net ödenen	3.007,59	Üç ayda bir maaş almaktasınız.	T. VAKIFLAR BANKASI T.A.O-DİKMEN/ANKARA		
		İlaç Katılım Payı Görme	Aylıktan Yapılan Kesintiler		

Şekil 3.1 Emekli öğretmen aylık maaş bodrosu

Uygulama 3.1a “Anlamlı sayılar”

1- Aşağıda verilen sayıların anlamlı kısmını altını çizerek belirleyiniz? (burada nokta ve virgül aynı anlamda kullanılmıştır. Örneklerde iki gösterimde kullanılmıştır)

- a. 1.0003 b. 1007.030 c. 12,03
d. 2.70 e. 2,700 f. .042

2- Toplama ve çıkarma işleminin anlamlı sayılarda nasıl yapıldığına bakalım.

Sonuç, toplanan sayılardan en az anlamlı sayı içeren büyüklüğüne yuvarlanmalıdır.

* Noktaları birbiri ile hizala

* Her sayıdaki en son anlamlı basamağı işaretle

* Cevabı hesapla

* En soldaki işaretlediğin sayı, cevapta tutulacak son anlamlı basamağı belirler.

↓ ↓ ↓

Örnek: $02.9 + 12.546 = 15.746 = 15.7$

Ondalıkli sayılarda yapılan toplama ve çıkarma işlemlerinin sonucunda elde edilen sayılar yuvarlanarak anlamlı hale getirilir.

Aşağıdaki örnekleri inceleyelim;

- a) $4.002 + 3.2 = 7.202 = 7.2$
- b) $.006 + 5.10 = 5.106 = 5.11$
- c) $120.0 + 10.21 = 130.21 = 130.2$
- d) $11.05 + .037 = 11.087 = 11.09$

Aşağıdaki işlemleri hesaplayıp, gerekli yuvarlamaları yapınız?

- a) $1400.3 + 70.1 =$
- b) $6007 + 2.74 =$
- c) $.0061 + .00037 =$

3- Çarpma ve Bölme işlemi

Sonuç hesaplamadaki en az anlamlı sayı içeren büyüklüğünki kadar olmalıdır.

* Her sayı için anlamlı basamak adedini belirle

* İşlemini yap

* Sonucu en az anlamlı basamağı olan sayının anlamlı basamak sayısına yuvarla (A = 2 anlamlı basamak ve B = 5 anlamlı basamak için AxB sonucu 2 anlamlı basamak olmalı)

Ondalıkli sayılarda yapılan çarpma ve bölme işlemleri sonucunda elde edilen sayılar yuvarlanarak anlamlı hale getirilir. Aşağıdaki örneği inceleyelim;

Örnek: $4.02 \times 2.1 = 8.442 = 8.4$

$$3.5 \times 2.08 = 7.28 = 7.3$$

Aşağıdaki işlemleri hesaplayıp gerekli yuvarlamaları yapınız?

a) $4.024 \times 2.14 =$

b) $4.020 \times 2.10 =$

c) $4.015 \times 2.05 =$

Uygulama 3.1b “ Bilimsel İşaretler”

Sayısal sonuçları daha iyi ifade edebilmek için bilimsel işaretler kullanıyoruz. Çok küçük ve çok büyük sayılar olarak ifade edilen bu sayısal sonuçlar özellikle astronomik hesaplamalarda elde edilir. Bu sonuçlarda daha kolay işlem yapmak için sayıları 10'un kuvveti şeklinde yazarız. Her zaman bir sayıdaki anlamlı sayıyı bulmak kolay olmayabilir, bu nedenle bilimsel notasyon kullanırız. Kullanılan bu gösterime üslü sayılar denilmektedir. Çok küçük ve büyük sayılar üslü sayı olarak ifade edilirken, ilk sıfır olmayan rakamı nokta izler, diğer rakamlar noktadan sonra yazılır ve değer 10'un katları belirtilerek yazılır.

$$10 = 10^1$$

$$10 \times 10 = 10^2 = 100$$

$$10 \times 10 \times 10 = 10^3 = 1000$$

$$10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^4 = 10000$$

$$0,1 = 10^{-1}$$

$$0,01 = 10^{-2}$$

$$0,001 = 10^{-3}$$

Şeklinde üslü olarak yazılabilmektedir. Örneğin, Güneş'in uzaklığını artık kolayca yazabiliriz: $150.000.000 = 1.5 \times 10^8$

Aşağıdaki örnekleri inceleyelim.

a) $0.004 = 4 \times 10^{-3}$

b) $24 = 2.4 \times 10^1$

c) $1.600.000 = 1.6 \times 10^6$

d) $0,00023 = 2,3 \times 10^{-4}$

e) $0,005658 = 5,658 \times 10^{-3}$ (4 anlamlı sayı)
 $= 5,7 \times 10^{-3}$ (2 anlamlı sayı)

Hesap makinesi kullanarak aşağıdaki işlemleri yapınız. Sonuçları anlamlı rakamlara dikkat ederek tekrar yazınız.

a) $2.4 \times 10.6 =$

b) $3.48 / 18 =$

c) $\sqrt{34} =$

d) $(10.2)^2 =$

1- Sınıftaki masanın uzunluğunu ölçüp, cm cinsinden kaydediniz ve 10'nun kuvveti şeklinde yazınız.

2- Sizin ölçümlerinizdeki ön görülebilecek hatayı tahmin ediniz ve ayrıntılı uzunluk ölçümlerinizdeki hata yüzdesi ne kadar büyüktür, hesaplayınız.

(Hata: ölçülen değer ile gerçek değer arasındaki farktır.)

3- Santimetre cinsinden ölçülen masanın uzunluğu metre, milimetre ve kilometre cinsinden yazınız. Virgüldeki değişimleri inceleyiniz.

4- Hesaplamalar; öğretmeniniz basit hesaplamalar için hesap makinesi kullanmasını gösterecektir.

5- Hatanın Normal Dağılım Eğrisi;

Aynı deneyin birçok kez tekrarlanması ile deneyin sonucundaki (gözlemciden kaynaklanan) hatalar azaltılabilir. Yapılan deneyde her bir tekrarın sonucunu kullanmak yerine bu sonuçların ortalama değerini kullanmak çok daha anlamlıdır. Böyle deneylerde işlemlerin sonuçları istatistiksel analiz tekniği kullanılarak çok daha iyi değerlendirilebilmektedir. Önceden belirlenen deneyin ölçüm sonuçlarının ortalama değeri $\bar{x}$ ile gösterilir. Bu ($\bar{x}$) değerin anlamı, deneyin tekrarlanan sayısal sonuçlarını toplayıp, tekrarlanan deney sayısına bölmektir. Aşağıda 4 kez tekrarlanan bir deneyin sonuçları santimetre cinsinden verilmektedir.

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. sonuç: 4.2 | 2. sonuç: 3.8 |
| 3. sonuç: 4.4 | 4. sonuç: 5.6 |

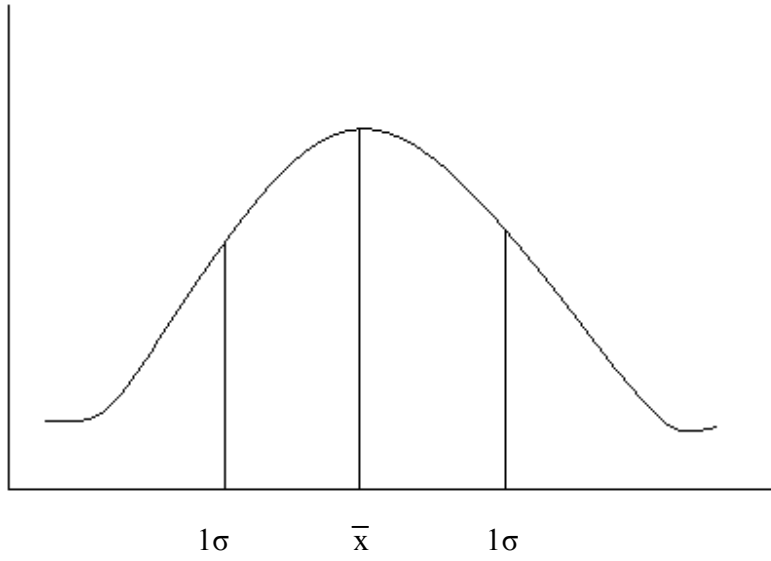
a) 4 kez tekrarlanan bu deneyin sonuçlarının ortalamasını bulunuz.

Birçok kez tekrarlanan bu deney sonuçları er geç Gauss ya da Normal Hata Eğrisi Dağılımını oluşturacaktır. Böyle bir eğri özel bir deneyin ölçüm (X) değerinin tekrarlanması ile oluşur. Ölçülen sonuçlar birbirinden farklı olup belirli bir değer çevresinde dağılım gösterir. Ölçüm sonuçlarında oluşan, kişi ve ölçüm aletinin göz algılamasına bağlı bu hatalar ölçüm sonuçlarından ayıklanamaz, ancak hata paylarının ve ölçülen büyüklüğün hangi sınırlar içinde anlamlı olduğunun belirlenmesi mümkündür. Bu tip hataların ölçüm sonuçlarına etkisi, aynı ölçümün çok sayıda yinelenmesi ve sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi ile azaltılabilir.

Koordinat sisteminde; x eksenine ölçülen deney sonuçları, y eksenine de ölçülen deney sonuçlarının kaç kere tekrarlandığını belirten numaralar yerleştirilir. Gauss eğrisinin genel şekli her zaman aynıdır. Şekil 3.1’de Gauss eğrisi gösterilmektedir. Eğrinin genişliği standart sapma tarafından karakterize edilmektedir. Standart sapma, tekrarlanan deneyin farklı ölçümleri ve $\bar{x}$ kullanılarak hesaplanmaktadır. Her bir farklı ölçümden, (ortalama

değer) $\bar{x}$ değeri çıkarılır. Bu farkların toplamalarının karesi ölçüm sayısına bölünür. Sonucun karekök değeri bize standart sapmayı verir. Standart sapma kullanışlı bir niceliktir, çünkü eğer ideal bir dağılım ise deneysel sonuçların %68 1σ . standart sapma ile $\bar{x}$ arasında kalan alan içinde bulunmaktadır (Şekil 3.2).

Frekans



Şekil 3.2 Gauss Dağılım Eğrisi

b) 5. alıştırmada ölçülen 4 deney sonucunun standart sapmasını hesaplayınız.

Standart sapma, tekrarlanan ölçüm sonuçlarının hangi sınırlar içerisinde değişebileceğinin saptanmasında basit bir yaklaşımdır.

c) Öğretmenin belirleyip getirdiği bir yıldız fotoğrafında deneysel ölçümleri santimetre cetveli kullanarak belirlenecektir. Bu ölçümlerin hangi yöntemle yapılacağını da öğretmen belirleyip anlatacaktır. Öğretmeninizin getirdiği yıldız ilgili bir deneyin, sınıfta elde edilen tüm ölçümleri kullanarak Gauss grafiğini çiziniz. Ölçümlerin %68 ini içeren yeterli genişlikteki bölümün standart sapmasını belirleyiniz. Astronomide pek çok gözlemsel

ölçüm Gauss dağılımı ile tanımlanır. Bir tayftaki salma ve soğurma çizgilerinin profili fotoğraf plağı ya da CCD görüntüsünde yıldızların parlaklık dağılımı normal dağılıma uyar.

3.2 Gökyüzünü Tanıma

Gece gökyüzünde birçok ışıklı yapı görürüz. Bunların belirgin olanlarının bir kısmı yıldız, bir kısmı ise gezegendir. Bu cisimleri tanıma ve yerlerini belirlemeyi bu uygulamada göreceğiz. Gökyüzünde bulunan cisimlerin yerlerini elimizi kullanarak ya da basit bir alet olan usturlab (usturlab uygulaması bölüm 3.3’de anlatılacaktır) yardımı ile yaklaşık olarak söyleyebiliriz.

3.2.1 El ile derece ölçümü

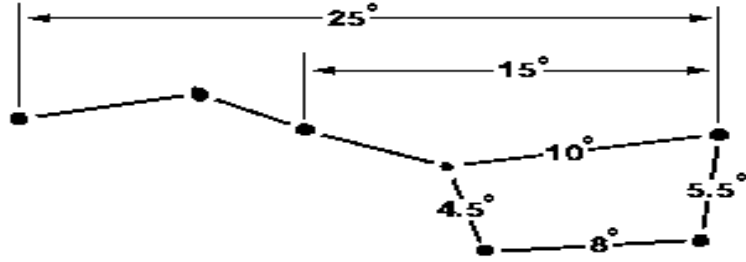
Astronomlar, gökyüzündeki uzaklıkları, takımyıldızların kapladıkları alanları ve cisimlerin gökyüzündeki büyüklüklerini “açı” cinsinden tanımlamaktadır. Gökyüzünü kolayca adresleyebilmek için gökbilimciler gökyüzünü çeşitli büyüklükte parsellere ayırmıştır ve bunlara mitolojik kökenli isimler vermişlerdir. Bu parsellerin her biri bir takımyıldız karşılık gelir. Gökyüzünde toplam 88 tane takımyıldız vardır.

Şimdi derecelendirmenin nasıl yapıldığına bakalım. Ufuktan başucu noktasına (zenit) kadar olan kısım 90° dir. Bu açının ölçümü için öncelikle elimizi yumruk şeklinde tutarak gökyüzüne doğru uzatırız. Burada yumruğunuzun gökyüzünde kapladığı yay yaklaşık 10° kadardır. Yumruğunuzun 10° ye ne kadar yakın olduğunu denemek için ufuktan itibaren yumruğunuzu biri diğerinin üzerine gelecek şekilde üst üste yukarıya doğru koymaya devam ettiğinizde dokuz yumruk sonra başucu noktasına yaklaşık olarak varmış olmanız gerekir. Kolunuzu gökyüzüne doğru uzattığınızda, parmaklarınızı da diğer açılar ifade etmek için kullanabilirsiniz. Bir parmağınızın ucu 1° genişlikte, karışınız ise 25° genişliktedir. Elin farklı durumları için gökyüzünde işaret ettiği açılar Şekil 3.3’de gösterilmektedir. Dikkat edilmelidir ki, bu ölçümler herkes için aynı değil, kişiden kişiye

küçük farklılıklar göstermektedir. Yaklaşık değerler vermesine karşın bazı gök cisimlerinin yerinin tespitinde oldukça hızlı ve etkili bir yöntemdir. Şekil 3.4’de de Büyük Ayı takımyıldızının gökyüzünde kapladığı alan ve yıldızlarının arasındaki açısal uzaklıklar görülmektedir.



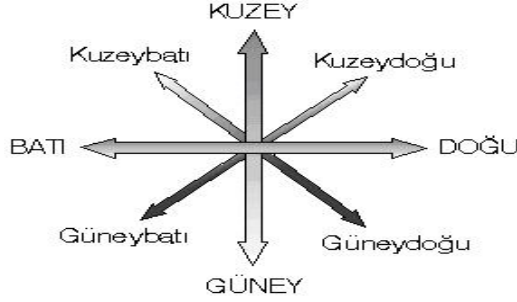
Şekil 3.3 Gökyüzünde uzaklıkları veya takımyıldızların büyüklüklerini, elimiz yardımıyla tanımladığımız açılarla yaklaşık olarak belirleyebiliriz



Şekil 3.4 Büyük ayı takım yıldızının elimizi kullanarak hesaplayabileceğimiz uzaklıkları

3.2.2 Yön tayini

Bulduğumuz noktadan diğer bir noktaya giderken, yürüdüğümüz yönü ve konumları rota olarak adlandırırız. İki nokta arasında birçok engeller, tepeler, ormanlar, göller ve nehirler yer alabilir. Önemli saydığımız bu engelleri aşarken rota dediğimiz yönümüzü kaybetmememizdir. Yapılan araştırmalarda bir kişi bilmediği bir arazide hareket ediyorsa bir müddet sonra yön duygusunu kaybettiği görülmektedir. Yönümüzü gökyüzünden yararlanarak bulabilmenin iki yolu aşağıda verilmiştir. Şekil 3.5’ de yönler rüzgar gülü üzerinde ifade edilmiştir.



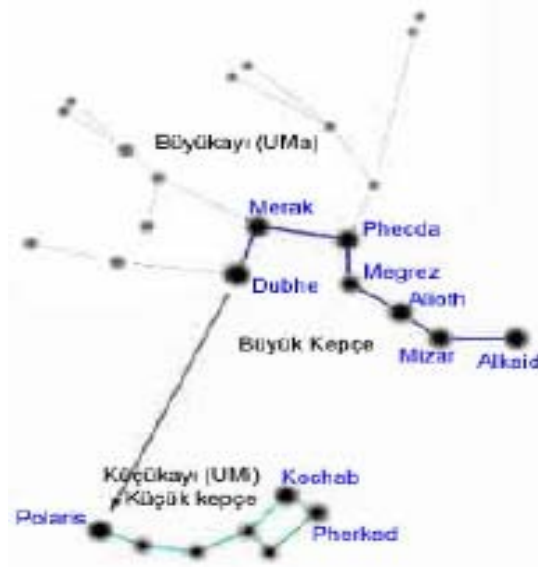
Şekil 3.5 Rüzgar Gülü

Uygulama 3.2a: “Kutup Yıldızı ile yön belirleme”

“Yönümüzü nasıl buluruz?” sorusunun yanıtını bu uygulama ile görelim İlkokul çağında size öğretilen kutup yıldızından yararlanarak yön bulmayı, adım adım takip edelim:

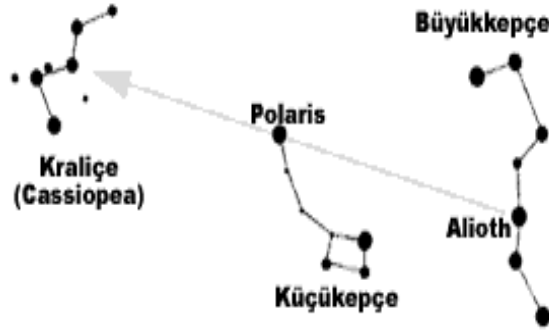
- 1- Gökyüzünde en rahat bulunabilen takımyıldızlarından biri “cezve” şeklinde görünen Büyük Ayı takımyıldızıdır. Büyük Ayı, yedi tane parlak yıldızdan oluşur. Öncelikle Büyük Ayı Takımyıldızını gökyüzünde bulunuz.
- 2- Büyük Ayı Takımyıldızından yararlanarak Kutup Yıldızı’nın yerini belirleyelim. Bunun için derecelendirme yöntemini kullanınız.

Büyük Ayı Takımyıldızı olarak adlandırılan cezvenin kasesinin ön ucundaki parlak iki yıldız Merak ve Duphe olarak adlandırılır. Bu iki yıldızın arasını elinizle ölçünüz. Kaç derece buldunuz? Bulduğunuz bu ölçüm değerinin 5 katı kadar, bu yıldızlar ile aynı doğrultuda cezvenin açık ağzına doğru ilerlediğinizde (Şekil 3.6), Polaris yani Kutup Yıldızı ile karşılaşacaksınız.



Şekil 3.6 Büyük Ayı'dan yararlanarak Kutup Yıldızının bulunması

3- Bulduğunuz yıldızın kesin olarak Kutup Yıldızı olduğundan emin olabilmek için başka bir takımyıldız olan ve içinde belirgin 5 tane yıldız barındıran Kraliçe (Cassiopea) takımyıldızından yararlanınız. Büyük Ayı Takımyıldızının kasesinin ağız kısmının karşısında, mevsime göre “M” veya “W” şeklin de görülen takımyıldızı Kraliçe'dir. Bu takımyıldızın tam ortasındaki Sih olarak adlandırılan 3. parlak yıldızından Büyük Ayı'ya doğru yaklaşık 25° ilerlediğinizde karşınıza çıkan yıldız yine Kutup Yıldızıdır. Aynı yönde ilerlemeye devam ettiğinizde (Kutup Yıldızı'ndan da yine yaklaşık 25° ilerlediğinizde) karşınıza Cezve'nin (Büyük Ayı Takımyıldızı) sapındaki en parlak yıldız olan Alioth isimli yıldızı çıkar (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Kutup Yıldız'ının yerinin belirlenmesi

4- Kutup Yıldızı bilindiği üzere “Kuzey” yönü göstermektedir. Yüzünüzü bu yıldıza doğru dönerek kollarınızı iki yana doğru açınız. Bu durumda, sağ eliniz, sol eliniz ve arkanız hangi yönleri göstermektedir?

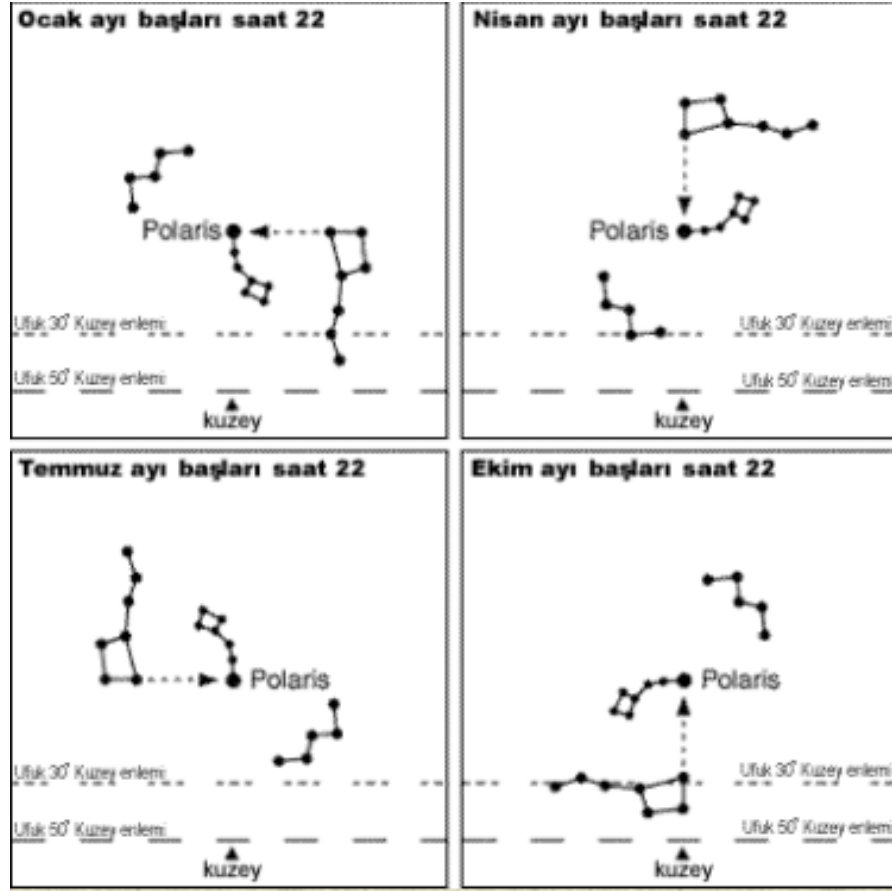
İpucu: (Yönleri bulmak için Türkiye haritasını gözünüzde canlandırınız).

5- Yön belirlemede neden Kutup Yıldızı kullanılmıştır? Güney Yarımkürede de Kutup Yıldızı konumunda bir başka yıldız var mıdır?

6-Kutup Yıldız'ının yerini belirlemede neden Büyük Ayı ve Kraliçe Takımyıldızları kullanılmıştır?

7- Yıldızların yerlerini belirledikten sonra bir kaç saat gökyüzünü gözleyip, yıldızların günlük harekete bağlı ufkunuza göre yer değiştirmelerini izleyiniz.

8- Bu üç takımyıldızı yıl boyunca gözleyip, konumlarındaki gözlenen değişimlerin nedenini açıklayınız. Ya da öğretmeninizin önerdiği bir gökyüzü bilgisayar programını kullanarak bu takımyıldızların konumlarındaki yıllık değişimi irdileyiniz. Şekil 3.8 bu üç takımyıldızın yıl boyunca konumlarındaki değişimi göstermektedir.



Şekil 3.8 Büyük Ayı ve Küçük Ay'ının belli tarihlere ilişkin gökyüzündeki konumları

9- Bu uygulamada sizin için zor gelen kısımlar neresidir?

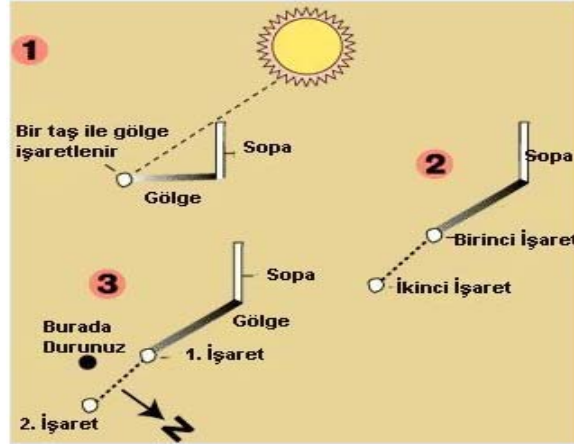
10- Bu uygulamanın sonucunda neler öğrendiniz?

Uygulama 3.2b: “Güneş’ten yararlanarak yön belirleme”

Yukarıdaki uygulamada Kutup Yıldızı’ndan yararlanarak yönünüzü bulmayı öğrendiniz. Bu uygulamada ise Güneş’ten yararlanarak yön bulmayı öğreneceksiniz.

1- Sağlıklı bir sonuç alabilmek için 10-15 cm uzunluğunda mümkün olduğunca düz bir sopa bulunuz.

- 2- Gündüz saatlerinde sopayı zeminle 90° açı yapacak şekilde yerleştiriniz.
- 3- Sopanın zemin üzerinde oluşturduğu gölgenin uç kısmını işaretleyiniz.
- 4- Bir müddet bekleyiniz. (Bu bekleme süresi gölgenin konumunun değişme süresi kadar olmalıdır.)
- 5- Sopanın zemin üzerinde oluşturduğu yeni gölgenin uç kısmını işaretleyiniz.
- 6- İlk işaret solunuza gelecek, ikinci işaret de sağınıza gelecek şekilde işaretlediğiniz noktalar arasında durunuz.
- 7- Bu konumdayken yüzünüz kuzey yönünü gösterirken, arka tarafınızda güney yönünüzü göstermektedir. Şekil 3.9’de yapacağınız düzenek görülmektedir.



Şekil 3.9 Güneş ve sopanın gölgesinden yararlanarak yön bulma

- 8- Yön bulmada kullanabileceğiniz başka yöntemler var mıdır? Araştırınız.
- 9- Bu uygulamada sizin için zor olan neydi?
- 10- Bu uygulamanın sonucunda neler öğrendik?

Uygulama 3.2c: “Kutup Yıldızını kullanarak enlemi bulma”

- 1-Gökyüzünde Kutup Yıldız’ının yüksekliğini belirleyiniz. (elinizi kullanarak derecelendirme yöntemi ile)

Yıldızın yüksekliğinin ufuk düzlemi ile yıldız arasında olan açısal uzaklık olduğunu hatırlayınız.

2- Bulunduğunuz konumun (Ankara'nın) enlemini bulunuz. (Coğrafya kitaplarından bulabilirsiniz.)

3- Derecelendirme yöntemi ile bulduğunuz, Kutup Yıldız'ının yüksekliği ile Ankara'nın enlemi arasında nasıl bir ilişki vardır.

4- Kutup Yıldızını kullanarak enleminizi nasıl bulabilirsiniz? Gök küresi üzerinde de gösteriniz.

6- Kutup Yıldızını kullanarak boylamınızı da bulabilir misiniz?

7- Kutup Yıldızından yararlanarak yönümüzü nasıl bulabiliriz?

8- Bulduğunuz bu yönleri pusula yardımı ile doğruluğunu görünüz?

9- Bu uygulamada sizin için zor gelen kısımlar neresidir?

10- Bu uygulamanın sonucunda neler öğrendik?

Uygulama 3.2d: “Avcı Takımyıldızı ve ona komşu bazı takımyıldızların gökyüzünde ki yerini belirleme”

Bu uygulama da el ile derece ölçümleri yaparak Avcı (Orion) takımyıldızını ve çevresindeki diğer bazı takımyıldızları bulmaya çalışacağız.

1- Öğretmeninizin size getirdiği takımyıldız resimlerini inceleyip dışarıya çıkınız. Sadece gördüğünüz bu resimdeki takımyıldızı gökyüzünde bulmaya çalışınız. Bulabildiniz mi?

2- Kış aylarında gökyüzünde yerini en kolay bulabildiğimiz takımyıldız Avcıdır. Gökyüzünde Avcının yerini belirleyiniz.

İpucu: Kış aylarında gece yarısından önce Avcı, güney ufku ile başucu noktamızın yaklaşık ortasında bir bölgede düşey bir dikdörtgen şeklindedir (Şekil 3.10). Dikdörtgen 20° uzunlukta ve 12° genişliktedir. Merkez bölgesinde çok düzgün dizilmiş üç parlak yıldız bulunur ve bu üçlüye mitolojide Avcının kuşağı denir. Kuşaktan aşağı doğru inen ve şehir ışıklarının olduğu yerlerde zor gözüken diğer daha sönük üç yıldız ise avcının kılıcıdır.

Dikdörtgenin sol üst köşesindeki parlak kırmızı yıldız avcının sağ omzu olup Betelgeuse olarak bilinmektedir. Bu yıldız Avcı takımyıldızının en parlak yıldızıdır (α Ori). Sağ alt köşedeki 2. parlak mavi yıldızın ismi ise Rigel'dir (β Ori).



Şekil 3.10 Avcı (Orion) Takımyıldızı

- 3- Avcı takımyıldızı üyesi belirgin yıldızlar olan Rigel, Betelgeuse, Tabit, Mintaka, Alnitak, Heka ve Saif'i gökyüzünde bulunuz.
- 4- Mitolojik şeklini gökyüzünde görmeye çalışınız (Avcının kuşağını ve kılıcını) (Şekil 4.6).
- 5- Kuşağı oluşturan üç yıldızdan doğrultuyu bozmadan güneydoğu'ya uzatılan bir çizgi, (yaklaşık 20°) bizi gökyüzünün en parlak yıldızı olan Sirius'a ulaştırmaktadır (Şekil 3.11). Bu yıldızı bulunuz (Sirius, Büyük Köpek Takımyıldızının bir üyesidir). Ayrıca Şekil 3.12'da gri ok ile gösterilmiştir.



Şekil 3.11 Gökyüzünün en parlak yıldızı olan Sirius'un, Avcı takımyıldızı yardımıyla bulunması

6- Yine Avcının kuşağından kuzeybatıya yapacağınız yaklaşık 21° uzatma, bizi Boğa Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı olan Aldebaran'a götürmektedir. Şekil 3.12'da mavi ok ile gösterilmiştir.

7- Avcı'nın omzundaki iki yıldızın doğrultusunu yaklaşık 25° doğuya uzattığınızda ise, Küçük Köpek takımyıldızının en parlak yıldızı olan Procyon'a ulaşmaktadır. Şekil 3.12'da yeşil ok ile gösterilmiştir.

8- Avcının başının üzerinde yaklaşık iki avcı boyu kadar giderseniz, (kemerin ortasından Avcı başına çizilen çizgiyi baş yönünde uzatarak) , Boğanın boynuzlarının ucundan geçerek Arabacı takımyıldızının en parlak yıldızı olan Capella yıldızına ulaşmaktadır. Şekil 3.12 pembe ok ile gösterilmiştir.

- 9- Rigel, üçlü kuşak ve Betelgeuse'dan geçen hat ise bizi İkizler takımyıldızının parlak iki yıldızı olan Castor ve Pollux'a götürmektedir. Şekil 3.12'da sarı ok ile gösterilmiştir.
- 10- Betelgeuse ile Castor-Pollux yıldızları arası kaç derecedir? Bulunuz.
- 11- Bu uygulamada kullanılan takım yıldızlarının mitolojik hikayeleri hakkında bilgi toplayınız.
- 12- Bu uygulamada sizin için zor gelen kısımlar neresidir?
- 13- Bu uygulamanın sonucunda neler öğrendik?



Şekil 3.12 Avcı takımyıldızından yararlanarak diğer takımyıldızları bulmak

3.3 Yıldızların Gök küresindeki Günlük Hareketi

Yıldızların günlük hareketlerinin incelenebilmesi için daha hassas açı ölçen aletlere ihtiyaç duyulabilir. Bu bölümde el ile derece ölçmenin yanı sıra usturlap diye isimlendirilen bir araç kullanarak gök cisimlerinin yüksekliklerini ölçeceğiz. Şimdi usturlabın ne olduğuna ve nasıl yapıldığına bir göz atalım ve ardından birkaç gözlem yapalım.

3.3.1 Usturlab ile Ölçüm

Usturlab, yıldızların konumlarını belirlemede kullanılmaktadır. Uluğ Bey Rubu tahtası olarak adlandırdığı aleti, Güneş gözlemleri yapmak ve namaz vakitlerini hesaplamak için geliştirmiştir. Gökyüzünde açı ölçmek için kullanılan Rubu Tahtası, Sekstant ve Teodolit'in icadına kadar en önemli gözlem aracı olarak kullanılmıştır. Şekil 3.13, Şekil 3.14 ve Şekil 3.15'de sırası ile geçmişten günümüze kullanılan gökyüzündeki cisimlerin yüksekliğini ölçmek için kullanılan aletler gösterilmektedir.



Şekil 3.13 Rubu tahtası



Şekil 3.14 Sekstant; Denizlerde gemicilerin, bulundukları yerin enlem ve boylamların belirlenmesi amacıyla, güneş ufuk düzlemi arasındaki açısal mesafeyi ölçen optik seyir cihazı



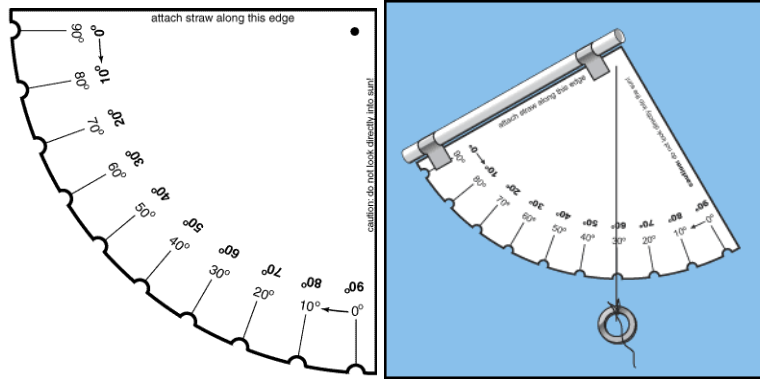
Şekil 3.15 Teodolit; hassas bir ölçüm aletidir

Uygulama 3.3a “Kendi usturlabınızı yapınız.”

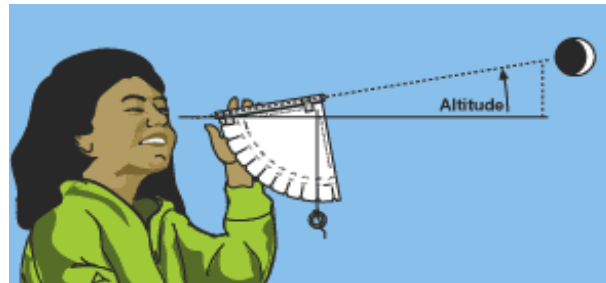
Gerekli malzemeler:

- Bir kopya usturlab çizimi
- Karton, mukavva veya plastik dosya arkası
- 30 cm uzunluğunda siyah tel veya ip
- Küçük bir ağırlık, metal bir halka gibi
- Plastik pipet veya içinden yıldızı görebileceğimiz bir boru
- Yapıştırıcı
- Makas
- Bant
- Delgeç

Usturlap çiziminizi kartona yapıştırınız. Usturlab'ın eğri yüzeyindeki uçları gösteren çizgilerin ucuna makas veya delgeç ile oyuklar açınız. Boruyu usturlab boyunca kesip, kenarına yapıştırınız. Usturlabın köşesindeki yuvarlak işaretten teli geçirip, ucunu mukavvanın arkasından düğümleyiniz veya bantlayınız. Küçük ağırlığı telin öndeki ucuna bağlayınız. Usturlab ile ölçüm yapabilmek için pipetin içinden cismin en tepe noktasına bakınız. Telin usturlab ölçeğini kestiği noktadaki değer, derece cinsinden yüksekliği göstermektedir. Biri pipetten bakarken diğer bir kişi usturlab üzerinden bu yüksekliği okur. Usturlab bir yıl boyunca Güneş'in yolundaki değişimi göstermek için yükseklik ölçümünde kullanılabilir. Bu değişimlerin sonucu kışın neden günlerin kısa yazın uzun olduğunu açıklamaktadır. Şekil 3.16 ve Şekil 3.17'de yapmanız istenen usturlab örneği görülmektedir.



Şekil 3.16 Usturlab



Şekil 3.17 Usturlab kullanımı

Bu uygulamada Güneş'e çıplak gözle bakılmaması gerekmektedir. Öğretmeninizin temin ettiği tutulma gözlüklerinden yararlanabilirsiniz.

Uygulama 3.3b “Yıldızların gece boyunca yer değişiminin usturlab ile izlenmesi”

- 1- Gökyüzünde kutup yıldızının yerini belirleyiniz.
- 2- Kasım ayında saat 21:00'da gökyüzüne baktığınızda doğu ve batı ufkunda, sırasıyla, Vega ve Capella yıldızlarını görürüz. Bu yıldızların yerlerini gökyüzünde belirleyiniz.
- 3- 15 dakika ara ile 2 saat bu iki yıldızı gözlemleyiniz ve aşağıdaki Çizelge 3.1'i oluşturunuz.

Çizelge 3.1 Verilen yıldızların yüksekliklerini iki farklı yöntemle bulup, tabloyu doldurunuz

		Usturlab ile yükseklik ölçümü	Derecelendirme ile yükseklik ölçümü
15 dakika	Vega		
	Capella		
30 dakika	Vega		
	Capella		
45 dakika	Vega		
	Capella		
60 dakika	Vega		
	Capella		
75 dakika	Vega		
	Capella		
90 dakika	Vega		
	Capella		
105 dakika	Vega		
	Capella		
120 dakika	Vega		
	Capella		

- 4- Bulduğunuz bu ölçüm sonuçlarını karşılaştırınız. Aynı değerleri bulabildiniz mi?
- 5- Bu ölçümler sonucunda yıldızların gün içindeki hareketini yorumlayınız.
- 6- Bu uygulamada sizin için zor gelen kısımlar neresidir?
- 7- Bu uygulamanın sonucunda neler öğrendiniz?

Uygulama 3.3c “ Gece-gündüz ayırımı”

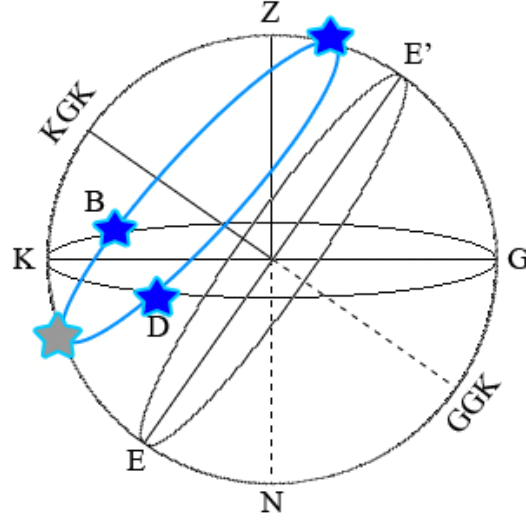
- 1- Bölüm 2’de verilen bilgilerden yararlanarak bir gök küresi çizin. Üzerinde zenit, gök kutbu, ufuk, ekvator ve ekliptiği çizerek gösteriniz.
- 2 - Güneşin günlük hareketini gök küresi üzerinde gösteriniz.
- 3- Kışın gündüzlerin kısa gecelerin uzun olmasının nedenini gök küresi üzerinde gösteriniz. Yazın gündüzlerin uzun gecelerin kısa olmasının nedenini gök küresi üzerinde gösteriniz.
- 4- Yukarıda verilen usturlab ile ilgili bilgide söylenen, bir yıl boyunca Güneş’in yolundaki değişim için kullanılan yükseklik ölçümlerinden yararlanarak, kışın günlerin kısa yazın uzun olduğunun nedenini açıklayınız.
- 5- Gök küresini kullanarak kutuplarda neden 6 ay gündüz, 6 ay gece olduğunu göstererek açıklayınız.

3.4 Ekvator ve Ekliptik

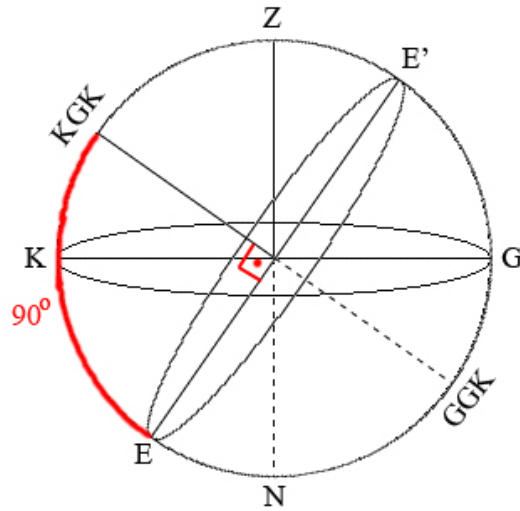
3.4.1 Ekvator ve ekliptiğin gökyüzündeki yeri

Dünya’nın dönmesinden dolayı yıldızlar gece boyunca gökyüzündeki konumlarını değiştiriyor gibi görünmektedir. Görünen bu hareket gök ekvatoruna paralel bir harekettir. Bize en yakın yıldız olan Güneş’in Yer etrafındaki hareketi de gök ekvatoruna paraleldir. Yıl boyunca Güneş’in izlediği bu yola ekliptik adı verilmektedir. Gök ekvatorunun yerini belirlemek için yıldızların gece boyu gökyüzündeki hareketlerini inceleyebiliriz. Şekil 3.18’de yıldızın bir gün boyunca hareketi gök küresi üzerinde gösterilmiştir. Gök

ekvatorunun yerinden kesin emin olabilmek için de gök ekvatorunun gök kutupları ile yaptığı açıdan yararlanabiliriz. Bu açı 90° 'dir. O halde kutuplar doğrultusuna 90° açı yapacak şekilde bir düzlem hayal edelim. Bu bize gök ekvatorunu verecektir (Şekil 3.19).



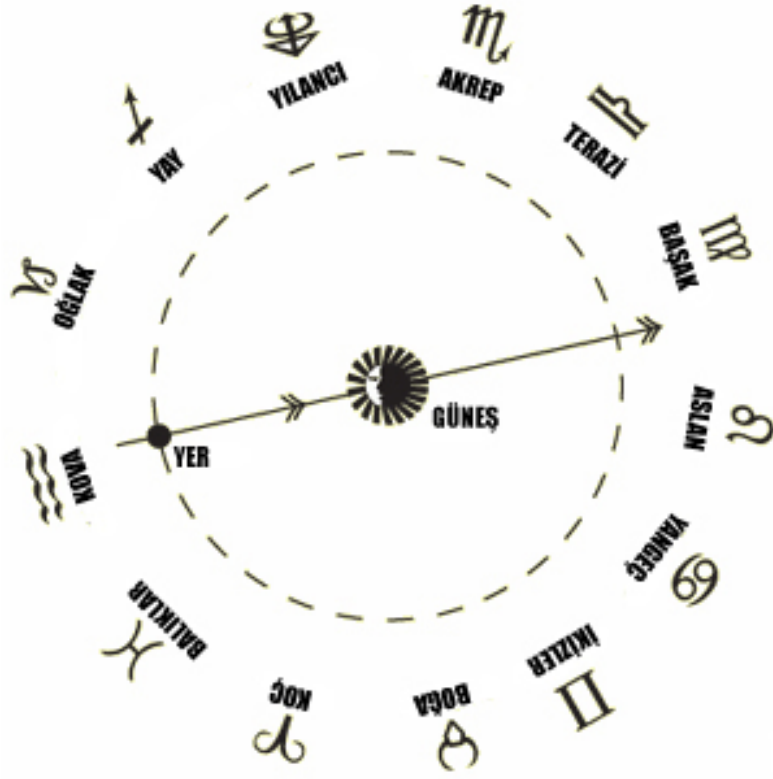
Şekil 3.18 Gök küresi üzerinde bir yıldızın günlük hareketi; yıldızın mavi renkli konumları gözlemci tarafından görülebiliyor, gri renkli olan ise gözlemci tarafın görülemiyor. Çünkü ufuk düzleminin altında kalmaktadır



Şekil 3.19 KGK (kuzey gök kutbu) ile ekvator düzlemi arasındaki açı 90° 'dir

Dünya'dan Güneş'e doğru ve oradan da takımyıldızlara doğru hayali bir çizgi çizdiğinizizi düşünün (Şekil 3.20). Dünya, Güneş etrafında dolandığından hayali çizgi yıl boyunca farklı takımyıldızlarını işaret eder. Yani Güneş'in görünen yıllık hareketinden dolayı farklı dönemlerde farklı takımyıldızları gökyüzünde görmekteyiz. Dünya, Güneş'in etrafındaki bir tam dolanımını bir yılda tamamlamaktadır. Bu süreç içinde Güneş, belli bir yol izlemektedir. Bu yol üzerinde sıralanmış takımyıldızlar olup, bu hayali çizginin işaret ettiği yıldızların hepsi Zodyak kuşağında bulunur. Buna bağlı olarak Güneş, gökyüzünde bir yıl boyunca farklı takımyıldız bölgelerinde görülmektedir. Güneş'in bulunduğu takımyıldız ve çevresindeki takımyıldızlar, o ay içinde gözlenemezler. Bunun nedeni bu takımyıldızlar gökyüzündeyken Güneş de gökyüzündedir, yani gündüzdür.

3000 yıl önce yaşayan Babilliler, Zodyak kuşağının 13 takımyıldızdan oluştuğunu gözlemişler fakat Yılancı Takımyıldızı'nı Zodyak Kuşağı'ndan çıkararak 12 Takımyıldız olarak kabul etmişlerdir. Şekil 3.20'de Zodyak kuşağı görülmektedir. Güneş Yay takımyıldızı doğrultusunda gökyüzünde İkizler takımyıldızı görülmektedir, Yay takımyıldızı görülmemektedir. (Zodyak kuşağı; bölüm 2.14'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.)



Şekil 3.20 Zodyak takımyıldızları ve konumları (13 takımyıldız bulunmaktadır)

Uygulama 3.4a “Gökyüzünde Ekvatorun yerinin belirlenmesi”

- 1- Çıplak gözle bakarak gökyüzünde ekvator düzlemini nasıl bulabiliriz?
Bir Gök küresi çizerek üzerinde gösteriniz.
- 2- Avcı takımyıldızının kuşağı yaklaşık ekvator düzleminin üzerinden geçmektedir. Bu özelliği Avcı takımyıldızının gökyüzündeki konumunu nasıl etkilemiştir?
- 3- Ekvator düzleminin yerini belirlemek için Avcı takımyıldızından yararlanabiliriz, neden?
- 4- Avcı takımyıldızı yerine başka bir takımyıldız da kullanabilir miyiz? Evet, ise hangi takımyıldızdır?
- 5- Bu uygulamada sizin için zor gelen kısımlar neresidir?
- 6- Bu uygulamanın sonucunda neler öğrendik?

Uygulama 3.4b “Zodyak Kuşağı’nın gökyüzünde bulunması”

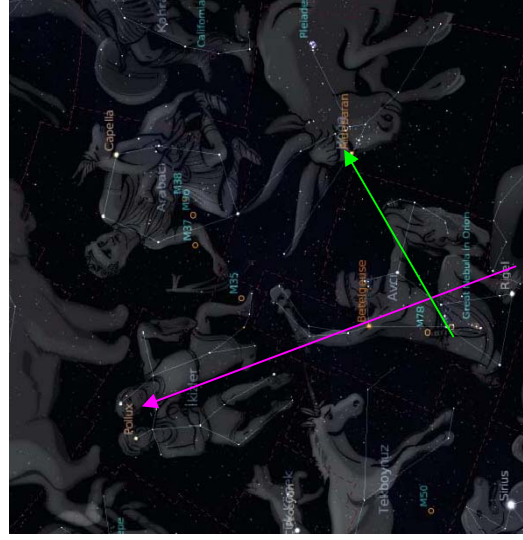
Zodyak’ın ne olduğunu öğrendikten sonra bu kuşağın yerinin takımyıldızlar yardımıyla gökyüzünde nasıl bulunduğuna bakalım.

1- Kış aylarının en belirgin ve parlak yıldızlarını içeren, Avcı (Orion) takımyıldızlarından yararlanınız. Önce gökyüzünde Şekil 3.21’de görülen Avcının yerini belirleyiniz.



Şekil 3.21 Avcı Takımyıldızı

2- Avcı’nın Rigel ve Betelgeuse yıldızlarını çapraz bir doğru ile birleştirip, bu doğrunun 2 katı kadar Betelgeuse’dan ileriye doğru gidildiğinde İkizler takımyıldızının en parlak yıldızlarından olan Pollux ve Castor ile karşılaşılacaktır. Böylece Zodyak üzerindeki takımyıldızlarından birini bulmuş oldunuz. Şekil 3.22’de pembe ok bize İkizler takımyıldızının nasıl bulunduğunu göstermektedir.



Şekil 3.22 Avcı takımyıldızından yararlanarak İkizler ve Boğa takımyıldızlarının bulunması

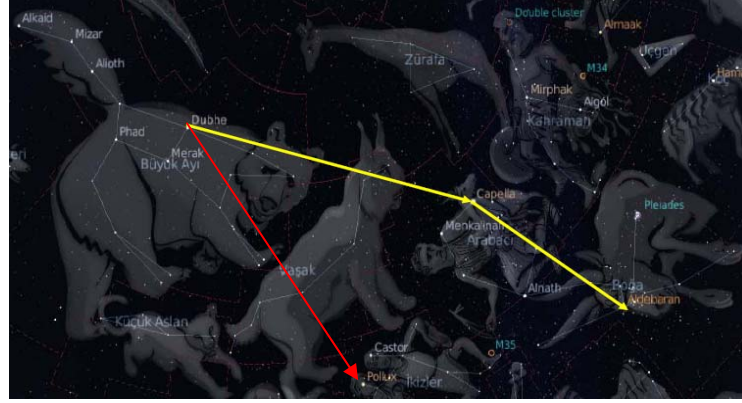
İkizler takımyıldızından bulunduğumuz konuma paralel olarak ilerlediğimizde Zodyak kuşağını oluşturan diğer yıldızlar ile karşılaşırız. İkizlerin bir yanında Yengeç diğer yanında ise Boğa takımyıldızı bulunmaktadır. Avcının kuşağından sağa doğru 15 derece ilerlediğimizde de Boğa takımyıldızı ile karşılaşırız. Gökyüzünde bu uygulamaları yapınız. Ve diğer Zodyak kuşağını oluşturan takımyıldızlarını da kendiniz gökyüzünde yerlerini belirleyiniz. Şekil 3.22’de yeşil ok bize Boğa takımyıldızının nasıl bulunduğunu göstermektedir.

3- İkinci bir yol olarak, Büyük Ayı takımyıldızından yararlanarak da Zodyak kuşağına ulaşabiliriz. Büyük Ayı takımyıldızından Şekil 3.23’deki gibi ilerlediğimizde Zodyak kuşağı yıldızları ile karşılaşırız. Uygulamayı gökyüzünde yapınız.

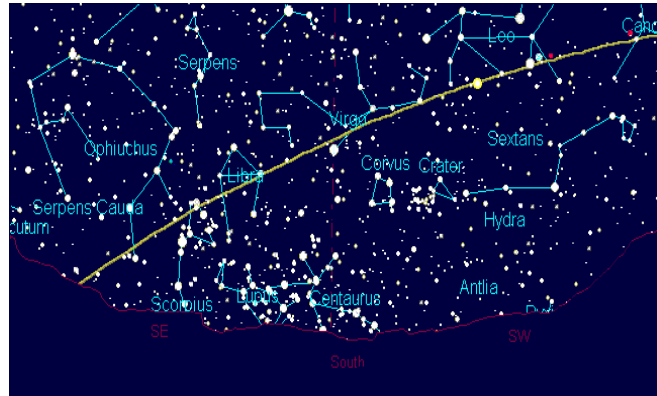
4-Verilen bu iki yoldan hangisi sizin için daha kullanışlı olmuştur?

5-Bu gözlemleri temmuz ayında yapmış olsaydık, yukarıda verilen yollardan hangisi kullanışlı olurdu? Kış aylarında yapılan bu gözlemlerde seçmiş olduğumuz bu Zodyak

kuşağı takımyıldızlarını yine görebilir miyiz? Şekil 3.24’de Zodyak kuşağının bir bölümü resmedilmiştir.



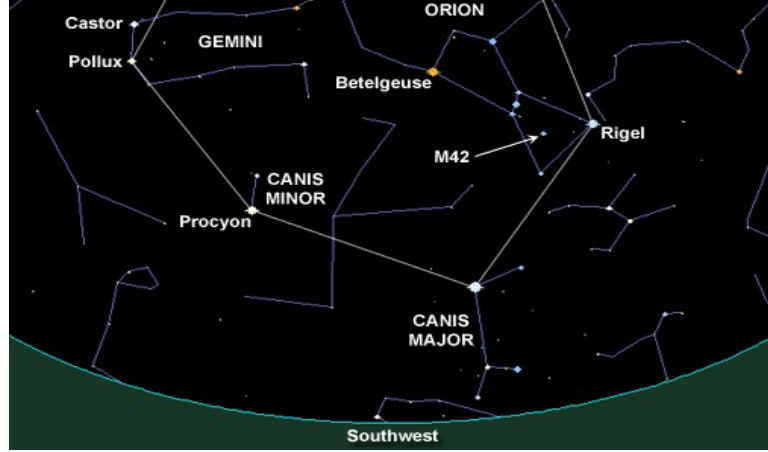
Şekil 3.23 Büyük Ayı takımyıldızından yararlanarak İkizler ve Boğa takımyıldızını bulmak



Şekil 3.24 Güneşin ekliptik üzerinde izlediği yol

- 6- Bir sonraki gün tekrar gökyüzünü inceleyiniz. İki gün arasındaki farklılıkları yorumlayınız.
- 7- Geçmişten gelen bazı inanışlara göre bu bölgede bulunan takımyıldızları insan kişiliklerini de parsellemiştir, astronomi ile astroloji arasındaki bilimsel yanılgının nedenini araştırınız.
- 8- Bu uygulamada sizin için zor gelen kısımlar neresidir?
- 9-Bu uygulamanın sonucunda neler öğrendik?

Uygulama 3.4c “Ekliptik ve Ekvator düzlemi arasındaki açının ölçümü”



Şekil 3.25 Procyon yıldızının gökyüzündeki konumu

Uygulama 3.4a’da gök ekvatoru ve ekliptiğin gökyüzündeki yerini belirledik. Şimdi ise bu iki düzlem arasındaki açıyı bulalım. Bu işlem için öncelikle gök ekvatoru ve ekliptik üzerinde iki yıldız belirlemeliyiz. Ancak bu iki yıldız, gök ekvatoru ve ekliptik arasındaki açının en büyük olduğu yerden seçilmelidir.

Bunu daha iyi anlamak için bir örnek verelim. Biz Güneş’i Eylül ayında Terazi takımyıldızında olduğunu söylemiştik, fakat Güneş’in yıllık hareketi de çok yavaş da olsa değişmektedir. 2009 yılında, Eylül aylarında Güneş, Başak takımyıldızındadır. Yaklaşık 23 Eylül tarihinde gece ve gündüz süreleri eşittir. Bunun nedeni Güneş’in gök ekvatoru ile ekliptiğin kesiştiği yerde bulunmasıdır. Buradan Başak takımyıldızının hem gök ekvatorundan hem de ekliptikten geçtiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla gök ekvatoru ve ekliptik üzerinden geçen iki yıldız Başak takımyıldızı komşuluğunda alırsak, 0’a yakın bir değer elde ederiz. Bu nedenle yıl boyunca gece ve gündüz süreleri arasındaki farkı yaratan $23^\circ 27'$ lık açıyı hesaplamak için, bu iki süre arasındaki farkın en büyük olduğu tarihlerdeki Güneş’in bulunduğu takımyıldızları kullanmalıyız. Bu tarihler, Güneş’in bulunduğu takımyıldızla beraber aşağıda verilmiştir:

21 Haziran	İkizler
21 Aralık	Oğlak

Dolayısıyla seçeceğimiz yıldızlar İkizler veya Oğlak takımyıldızlarının komşuluğunda olmalıdır.

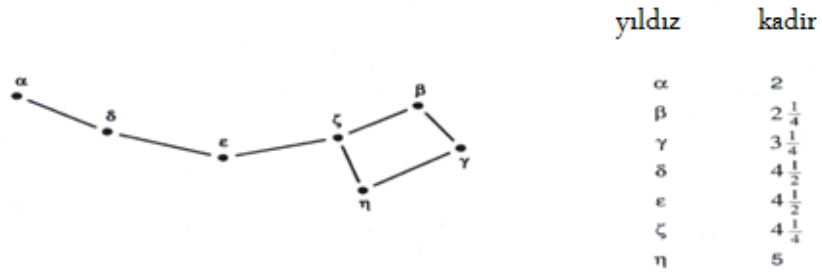
- 1- Gece bulunduğunuz gözlem yerinde zenit noktanızı ve ufuk düzleminizi belirleyiniz.
- 2- Kutup Yıldızının yerini belirleyiniz (Büyük Ayı takımyıldızından yararlanarak).
- 3- Kutup Yıldızından yararlanarak gökyüzünde gök ekvatorunun yerini belirleyiniz.
- 4- Bir önceki uygulamada olduğu gibi, Avcı takımyıldızını kullanarak İkizler takımyıldızını gökyüzünde bulunuz.
- 5- Ekliptiğin yerini belirleyiniz (Ekliptik düzlemi Zodyak takımyıldızlarının; İkizler, Aslan, Boğa, Başak vb.) üzerinden geçmelidir.
- 6- Daha sonra gökyüzünün en parlak yıldızı olan Sirius yıldızını bulunuz (bkz. Uygulama 3.2d).
- 7- İkizler takımyıldızının en parlak iki yıldızı (Castor ve Pollux) ile Sirius arasında yaklaşık 0 kadirlik oldukça parlak bir yıldız daha bulunmaktadır. Bu yıldızın ismi Procyon olup Küçük Köpek takımyıldızının en parlak yıldızıdır. Bu yıldızın yerini gökyüzünde belirleyiniz. Şekil 3.25' de Procyon yıldızı görülmektedir.
- 8-Procyon yıldızı Gök Ekvatoruna çok yakın bir konumda bulunur. İkizler takımyıldızı ise bir zodyak takımyıldızı olduğundan ekliptik üzerinde bulur. Buradan İkizler takımyıldızının parlak iki yıldızı ile Procyon arasındaki açıyı el ile derecelendirme yöntemiyle birkaç defa ölçerek ortalama alınız. Şekil 3.25' de Procyon yıldızı görülmektedir.
- 9- Bulduğunuz bu değerin kaç olmasını beklerdiniz ($23^{\circ}27'$)?
- 10- Ölçtüğünüz değer ile olması gereken değer arasındaki fark çok büyükse nedenini açıklayınız.
- 11- Bu uygulamada sizin için zor gelen kısımlar neresidir?
- 12- Bu uygulamanın sonucunda neler öğrendik?

Uygulama 3.4d “Ekliptik ve ekvator düzlemi arasındaki açının ölçümünü gök küresi üzerinde hesaplama”

- 1- Gök küresini çiziniz.
- 2- Gök küresi üzerinde Güneş’in yıllık hareketi olan ekliptik düzlemini gösteriniz.
- 3- Ekliptik üzerinde Güneş maksimum yükseklikte ve minimum yükseklikte iken günlük hareketlerini çiziniz.
- 4- Çizdiğiniz bu gök küresi üzerindeki Güneşin yüksekliklerini birbirinden çıkarınız. Çıkan sonucu yorumlayınız.
- 5- Sonucun yarısı bize hangi Astronomik değeri verir? Neden?

3.5 Yıldızların Parlaklığı

Bölüm 2.13’de parlaklık ve kadir kavramları ayrıntılı açıklanmıştır. Bir yıldızın ya da uzakta bulunan bir ışık kaynağının parlaklığı o cisimden gelen ışığın bir alıcı üzerinde yarattığı etki ile anlaşılır. Bu etki, yani yıldızların parlaklığı, kadir adı verilen bir birimle ölçülür. Kadir, bir yıldızın parlaklığını diğer yıldızlarla karşılaştırmalı olarak vermektedir. Şekil 3.26’de Küçük Ayı Takımyıldızının gerçek parlaklıkları kadir birimi kullanılarak verilmektedir. Bir takımyıldızının en parlak yıldızı için “ α ” kullanılmaktadır. Parlaklık sıralaması Yunan alfabesinin harfleri kullanılarak sıralanmıştır.



Şekil 3.26 Küçük Ayı takımyıldızındaki yıldızların parlaklıkları

Aşağıda bazı gök cisimlerinin görünür parlaklıkları kadir cinsinden verilmiştir.

-25	Güneş
-12.0	Dolunay
-5.0	Venüs
-1.5	Sirius
-0.0	Vega
4.5	Andromeda Galaksisi
6.0	Gözün görebileceği limit
7.0	Neptün
14	Plüton
25	4m yarıçaplı yer –tabanlı teleskopun limiti
29	Hubble Uzay Teleskopunun limiti

Uygulama 3.5a “Gökyüzündeki bazı yıldızların parlaklığını tahmin etme”

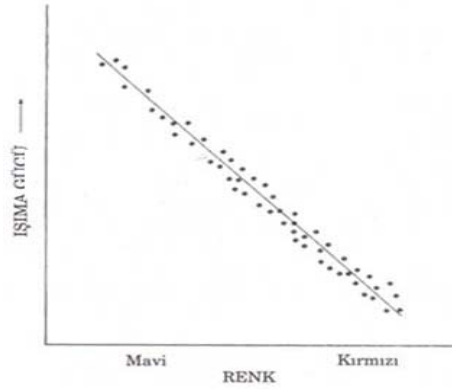
- 1- Gökyüzünde sönük bir yıldız belirleyiniz.
- 2- Yıldızın hangi takımyıldız üyesi olduğunu belirleyiniz ve etrafındaki yıldızlarla birlikte yıldızın bölgesini gösteren bir harita çiziniz.
- 3-Küçük Ayı takımyıldızındaki yıldızların parlaklıkları ile karşılaştırarak seçtiğimiz sönük yıldızın parlaklığını tahmin ediniz.
- 4- Sizin bulduğunuz değerler yıldızın gerçek parlaklığından neden farklı olmaktadır? Bu farklılığı meydana getiren faktörler nelerdir? Araştırınız.

3.6 Yıldızların Rengi

19. yüzyılda yakın yıldızların uzaklıkları doğrudan ölçüldüğünde, aynı uzaklıktaki bazı yıldızların birbirlerinden daha parlak görüldüğünü bulunmuş ve renklerinin de birbirinden farklı olduğunu görülmüştür. 1911 ve 1913 yıllarında birbirinden habersiz olarak Danimarkalı Ejdar Hertzsprung ve Amerikalı Henry Norris Russell adlı astronomlar yıldızlar

hakkında önemli bir gerçeği keşfetmişlerdir. Bu kişiler yakın yıldızları, bir eksenle renkleri, diğer eksenle ışınım güçleri olacak şekilde bir diyagrama yerleştirmişlerdir ve yıldızlarının çoğunun diyagonal bir bant boyunca yer aldıklarını görmüşlerdir. Yani yıldızların renkleri ile ışınım güçleri arasındaki ilişkiyi bulmuşlardır. Işınım gücü daha yüksek yıldızların renkleri daha mavimsidir (Şekil 3.27).

Yıldızların renklerine etki eden diğer bir faktör kütleleridir. Büyük kütleli yıldızlar daha mavimsi ve yüksek ısıma gücüne sahip, küçük kütleli yıldızlar ise daha kırmızımsı ve sönüktürler.



Şekil 3.27 Işınım gücü ile yıldızın rengi arasındaki ilişki

Renk, sıcaklıkla doğrudan ilişkili olduğu için önemlidir. Tüm sıcak cisimler, yıldızlarda dahil olmak üzere, elektromanyetik ışınım yaymaktadır ve bu ışınımın rengi cismin sıcaklığı tarafından belirlenmektedir. Örneğin, 7000 °K sıcaklık mor ışık, 3500 °K sıcaklık kırmızı ışık üretir (7000 °K daha yüksek sıcaklıklar mor-ötesi ışınım, X-ışınları ve gamma ışınları; 3500 °K daha düşük sıcaklıklar ise Kızılötesi ışınım ve Radyo dalgaları üretirler). Bir yıldızın rengini saptadığınızda onun yüzey sıcaklığını da saptamış olursunuz. Çizelge 3.2 verilen yüzey sıcaklıklarına göre yıldızların renkleri verilmektedir. Şekil 3.35’de de ısı ile renk arasındaki ayırım verilmiştir.

Çizelge 3.2 Verilen yüzey sıcaklıklarına göre yıldızlarının renkleri

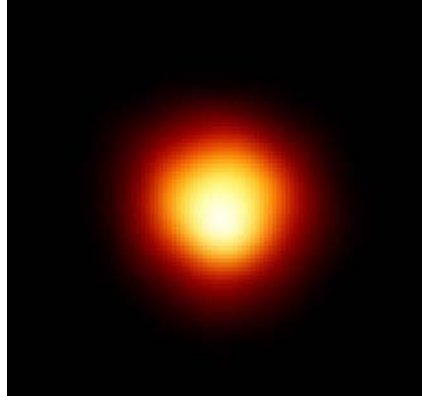
Yüzey sıcaklığı (°K)	Yıldızın Rengi
30000-60000	Mavi
10000-30000	Mavi – Beyaz
7500-10000	Beyaz
6000-7500	Sarı – Beyaz
5000-6000	Sarı
3500-5000	Turuncu
2000-3500	Kırmızı

Uygulama 3.6a “Yıldızların sıcaklıklarını bulma”

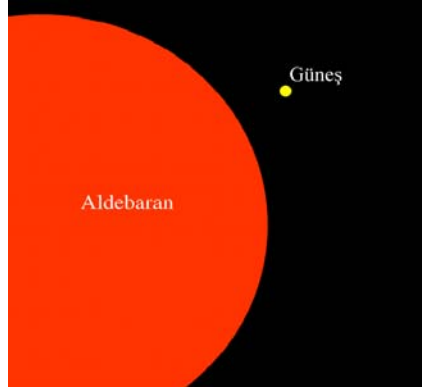
Yıldızların rengine bakarak sıcaklıklarını tahmin etmeye çalışınız. Bize en yakın örnek Güneş’tir ve yüzey sıcaklığı yaklaşık 6000°K ve rengi sarıdır. Gökyüzüne bakarak Betelgeuse, Rigel, Aldebaran, Acturus ve Vega yıldızlarının sıcaklıklarını tahmin etmeye çalışınız. Bunun için hem aşağıdaki şekilleri hem de gökyüzünde bu yıldızları bularak bu alıştırmayı yapınız. Gerçek değerleriyle karşılaştırınız. Aşağıdaki Şekil 3.28 - 3.34’den yararlanarak seçilen yıldızların renklerini daha iyi görebilirsiniz.



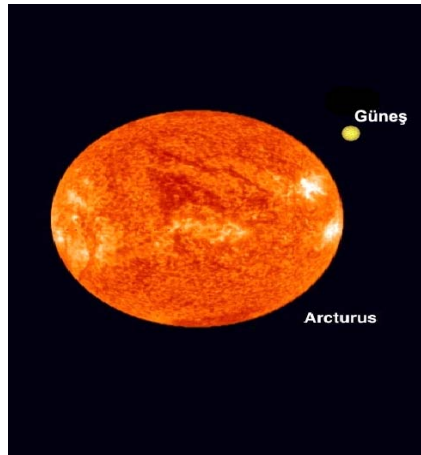
Şekil 3.28 Betelgeuse ve Rigel yıldızlarının bulunduğu Avcı takımıyıldızı



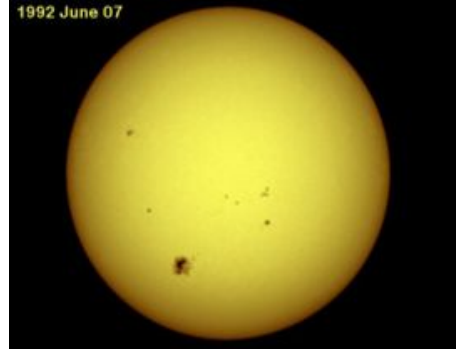
Şekil 3.29 Betelgeus



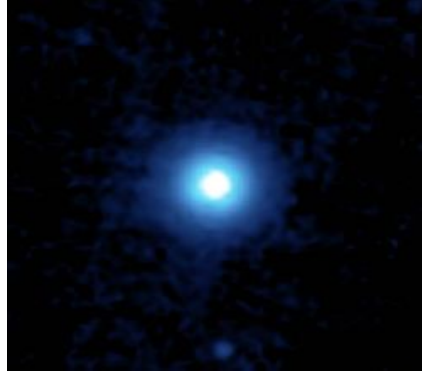
Şekil 3.30 Aldebaran



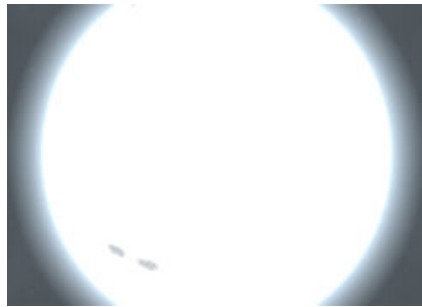
Şekil 3.31 Arcturus



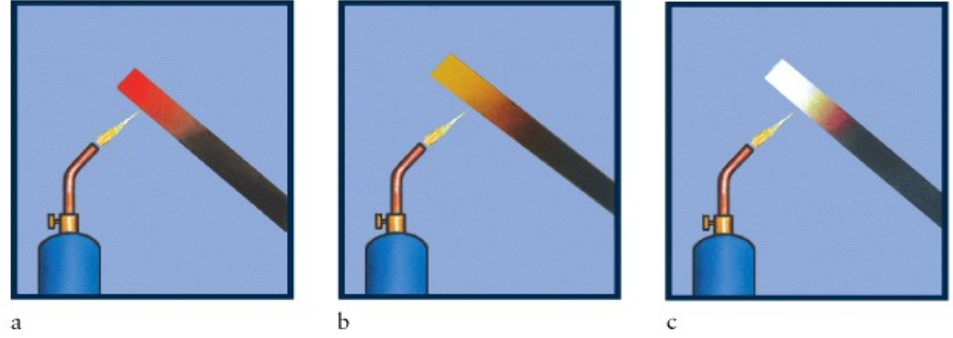
Şekil 3.32 Güneş



Şekil 3.33 Vega



Şekil 3.34 Rigel



Şekil 3.35 Metal levhalar ısındıkça rengi beyaza doğru kayar $T_a < T_b < T_c$

3.7 Gezegenler

3.7.1 Gezegenlerin Gökyüzündeki Yeri

Güneş sistemimiz 24 Ağustos 2006 tarihine kadar 9 gezegene sahip bir sistemdi. Ancak, bu tarihten sonra Güneş’e en uzak olan gezegen Plüton, “Cüce Gezegen” olarak sınıflandırıldığından Güneş sistemi artık 8 gezegen içermektedir. Plüton 76 yıldır gezegen olarak bilinmekteydi. Yeni tanımlanan cüce gezegen kavramının gezegen tanımından farkı, cüce gezegenlerin yörüngesinin çevresini temizlememiş olmasıdır.

Güneş sistemimizde üç tane cüce gezegen vardır. Bunlar Plüton, Ceres ve Eris’tir. Ceres’in hiç uydusu yoktur ve Asteroid kuşağında yer almaktadır. Eris’in 1 uydusu vardır. Plüton’un 3 uydusu vardır. Şekil 3.36’de Cüce Gezegenler görülmektedir.



Şekil 3.36 Cüce Gezegenler; Ceres 1801’de, Plüton 1930’da ve Eris 2003, uydusu 2005’de keşfedilmiştir

i-Gezegen: Güneş’in etrafında dolanan bir yörüngeye sahiptir. Hidrostatik denge durumunda kalabilecek kadar yeterince kütleye sahip ve hemen hemen yuvarlak şekillidir. Gezegen oluşma teorisine göre yörüngesini temizlemiş olan gök cisimidir.

ii-Cüce Gezegen: Güneş’in etrafında dolanan bir yörüngeye sahiptir. Hidrostatik denge durumunda kalabilecek kadar yeterince kütleye sahip ve hemen hemen yuvarlak şekillidir. Gezegen oluşma teorisine göre yörüngesini temizlememiş olan gök cisimidir. Uydu olmayan bir gök cisimine denir.

iii-Güneş etrafında dolanan uydular hariç tüm diğer gök cisimleri “Güneş Sisteminin Küçük Cisimleri” olarak isimlendirilir.

Yıldızlar enerji kaynakları olduğundan kendi ürettikleri ışığı yayarlar. Gezegenler ise yakınında bulunan bir yıldızın ışığını yansıtırlar. Güneş’in yapısı da yıldızlarla tamamen aynıdır. Yani diğer yıldızlar gibi Güneş de, kendi enerjisini kendisi üretir. Diğer yıldızlardan farkı bize çok yakın olmasıdır. Yer gibi diğer gezegenler de Güneş çevresinde dolanmaktadır. Güneş’ten gelen ışık ışınları bize 8 dakikada ulaşmaktadır. Bu da onun bize olan yakınlığını göstermektedir. Güneş etrafında 8 gezegen bulunmaktadır: Merkür, Venüs, Yer, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün. Bunlar, Güneş etrafında dolanma hareketi yaptıklarından, bir ay veya bir yıl gibi kısa bir zaman aralığında Yer’den

bakıldığında bir takımyıldızdan diğer takımyıldıza doğru hareket etmektedirler. Yıldızlar gökyüzünde her yere dağılmışlardır, gezegenler ise Güneş'in gündüz hareket ettiği yola çok yakın bir bölge içinde bulunmaktadır. Gezegenlerin ışığı gökyüzünde sabit görülmektedir. Yıldızların ışığında ise titreşmeler olmakta ve sanki yanıp söniyormuş gibi gözükmektedirler. Küçük bir teleskop ya da dürbünle bakıldığında büyük gezegenler disk biçiminde görülür, yıldızlar en büyük teleskoplarda bile "nokta" kaynaklardır. Yıldızlar binlerce yıl birbirlerine göre konumlarını korurken, gezegenler yıldızlara göre gökyüzündeki yerlerini gün içinde sürekli değiştirmektedir.

Güneş sistemindeki Gezegenler iki farklı şekilde sınıflandırılmıştır;

1- Güneş etrafındaki yörüngesine göre;

İç Gezegenler: Merkür, Venüs, Yer, Mars,

Dış Gezegenler: Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün,

2- Fiziksel, özelliklerine göre;

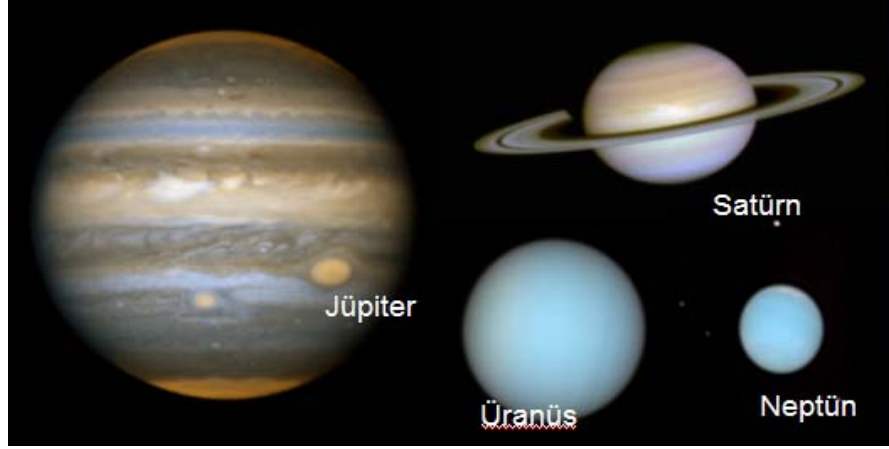
Dev (Gaz) Gezegenler: Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün

Karasal Gezegenler: Merkür, Venüs, Yer, Mars

İç Gezegenler: Bu gezegenlerin yörüngeleri Güneş etrafında daha dar bir bölge içine sıkışmıştır ve birbirlerine yakındırlar.

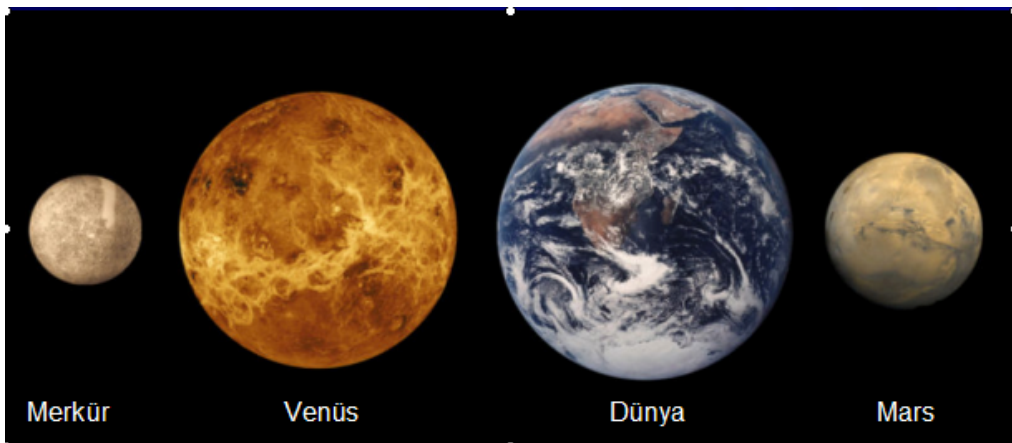
Dış Gezegenler: iç gezegenlere göre daha geniş bir alan içerisindeki uzaklıklara dağılmışlardır ve birbirlerine uzaktırlar.

Dev Gezegenler: Kütlesinin çoğu Hidrojen, Helyum gazından oluşan ve çekirdeği karasal veya metal olan gezegenlerdir. Güneş'e karasal gezegenlere göre daha uzaktır. Boyutları ve kütleleri daha büyük ortalama yoğunlukları daha düşüktür. Çok sayıda uyduları vardır. Hepsinin çevresel bir halkası vardır. Şekil 3.37 Dev Gezegenler görülmektedir.



Şekil 3.37 Dev Gezegenler

Karasal Gezegenler: Kütlesinin çoğunu silikat kayalar oluşturmaktadır. Karasal gezegenler hemen hemen aynı yapıdan oluşmaktadır. Bu gezegenlerde volkanlar, vadiler, ovalar, dağlar ve kraterler bulunmaktadır. Ortalama yoğunlukları diğer gezegenlere göre daha yüksektir, ancak kütleleri ve çapları düşüktür. Temel kimyasal bileşimlerinde ağır elementler (metal çekirdeğinde çoğunlukla demir) baskındır. Karasal Gezegenler Güneş'e Dev Gezegenlere göre daha yakındır. Uydu sayıları daha azdır. Halka yapısı yoktur. Şekil 3.38'de karasal gezegenler görülmektedir.



Şekil 3.38 Karasal Gezegenler

Güneş sisteminin gezegenlerinden dört tanesi (Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn) Yer’den çıplak göz ile kolayca görülebilmektedir. Diğer gezegenleri gözlemleyebilmek için teleskopa ihtiyaç vardır.

Uygulama 3.7a “Gökyüzünde Gezegenlerin izlediği yolun bulunması”

- 1- Gündüz bir saat aralıklarla gökyüzünde Güneş’in hareketini inceleyiniz.
- 2- Bir pusula yardımıyla Güneş’in takip ettiği bu yolun yönünü belirleyiniz.
- 3- Gece, gündüz saatlerinde belirlediğiniz bu yolu yine birer saat aralıklarla gözleyiniz.
- 4- Gözlenen bu yoldaki cisimlerin hangilerinin gezegen olduğuna, ışıklarındaki titreşimleri çıplak gözle inceleyerek karar veriniz.
- 5- Gözlemlerin sonucunda gezegenlerin gece boyunca gökyüzünde takip ettiği yol ile Güneş’in gökyüzünde takip ettiği yol arasında nasıl bir benzerlik vardır?
- 6- Bu uygulamada sizin için zor olan neydi?
- 7- Bu uygulamanın sonucunda neler öğrendik?

Uygulama 3.7b “Gezegenlerin sınıflandırılması”

Gece gökyüzüne baktığınızda gördüğünüz bir gezegenin hangi gezegen olduğunu anlayabilmeniz için bir kavram haritası yapılmıştır (Şekil 3.39). Bu yol haritasından yararlanarak aşağıdaki uygulamayı yapınız.

- 1- Öğretmeninizin belirlediği bir gecede gökyüzüne bakınız (gezegenlerin rahat gözlenebildiği bir geceyi belirleyiniz). Gördüğünüz gezegenlerin renklerine ve bulundukları konuma bakarak kavram haritası yardımıyla isimlerini tahmin ediniz. Eğer gezegen Güneş komşuluğunda bulunuyor ve ancak havanın tam karanlık olmadığı zamanlarda gözlenebiliyorsa, rengini tespit etmek için bir dürbün kullanabilirsiniz.
- 2- Gökyüzünde çıplak gözle görebildiğiniz bu gezegenlerin yıl içerisinde hangi saatlerde hangi yönde bulunduklarını araştırınız.



Şekil 3.39 Gezegenlerin renk sınıflandırmasına ait Kavram Haritası

3.7.2 Bode Yasası

Güneş sistemindeki gezegenler Güneş'in etrafında bir elips çizecek şekilde hareket etmektedirler. Gezegenler, Güneş'e olan uzaklıklarına göre sırasıyla; Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün şeklinde sıralanır. Bode Yasası, Gezegenlerin yaklaşık olarak Güneş'e olan uzaklıklarını Astronomi birimi cinsinden vermektedir.

$$R_N = \frac{N+4}{10} AB \quad N = 0,3,6,12,24,48,\dots \text{ (sayıların iki katı alınarak ilerlemektedir).}$$

Güneş'e en yakın olan Merkür için $N=0$ seçilir ve uzaklıkla doğru orantılı olarak sayılar büyütülür.

Uygulama 3.7c: “Gezegenlerin Güneş’ten olan uzaklıklarının hesaplanması”

1- Bode Yasasından yararlanarak aşağıdaki Çizelge 3.3’ü doldurunuz. (Bode Yasasında 5. Gök cismi Mars ile Jüpiter arasında büyük bir yer kaplayan Asteroitlerin bulunduğu kuşaktır). Bu numara, aynı zamanda Asteroit kuşağında yer alan gök cisimlerinden biri olan Ceres cüce gezegeninin numarasıdır. Bode Yasası Neptün için geçerli değil, cüce gezegen Plüton için ise geçerlidir.

Çizelge 3.3 Bode Yasasından yararlanarak gezegenlerin Güneş’e olan uzaklıklarının bulunması

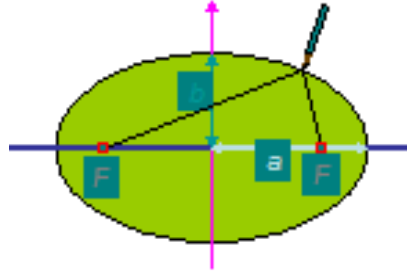
Gök Cismi	N	Bode Yasası (AB)	Gerçek Değerler
Merkür	0		0,39 AB
Venüs	3		0,72AB
Dünya	6	1AB	1,00AB
Mars			1,52AB
Ceres			2,88AB
Jüpiter			5,20AB
Satürn			9,53AB
Uranüs			19,2AB
Neptün	?	?	30,1AB
Plüton			39,5AB

2- Bulduğunuz değerleri gerçek değerleri ile karşılaştırınız. Sonuçlar çok farklı ise nedenini açıklayınız.

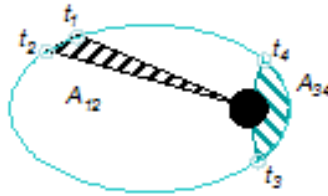
3.7.3 Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığının hesaplanması

Gezegenlerin görünen hareketlerinin nasıl olduğunu Kepler 1605 yılında yayımladığı kanunlar ile belirtmiştir. Bunlardan birincisi “Bütün gezegenler, güneş etrafında birer elips üzerinde hareket ederler. Güneş bu elipslerin odaklarından biri üzerinde bulunur”(Şekil 3.40).

Dünya'nın Güneş'e en yakın olduğu konuma enberi, en uzak olduğu konuma ise enöte denilmektedir. Dünya, yörüngesinin enberi noktası civarında iken daha hızlı hareket etmekte, enöte noktasında iken daha yavaş hareket etmektedir. Bunun nedeni de Kepler'in ikinci kanunu ile açıklanmaktadır. Yani, "Gezegeni Güneş'e birleştiren yarıçap vektörü eşit zamanlarda eşit alanlar süpürür" (Şekil 3.41)



Şekil 3.40 Kepler'in 1. kanunu



Şekil 3.41 Kepler'in 2. kanunu

Uygulama 3.7d: “Güneş’in Dünya’ya olan uzaklığı”

1- Aşağıdaki Çizelge 3.4’ü inceleyiniz. Yıl boyunca aşağıda belirtilen tarihlerde Güneş’in görüntüsü fotoğrafik plak üzerine düşürülmüştür. Oluşan görüntüdeki Güneş diskinin çapı cm biriminde ölçülmüştür.

Çizelge 3.4 Belirlenen tarihlerde Güneş diskinin kağıt üzerinden ölçülmüş çapları verilmiştir

<i>Tarih</i>	<i>Uzunluk</i>	<i>Tarih</i>	<i>Uzunluk</i>
12 Ocak	11.65 cm	12 Temmuz	11.20 cm
11 Şubat	11.60 cm	17 Ağustos	11.25 cm
26 Mart	11.50 cm	14 Eylül	11.40 cm
10 Nisan	11.40 cm	15 Ekim	11.40 cm
23 Mayıs	11.30 cm	15 Kasım	11.60 cm
15 Haziran	11.20 cm	15 Aralık	11.60 cm

2- Bu tablodaki bilgilerden yararlanıp, $150.000.000 \times (\text{uzunluk/uzunluklar ortalaması})$ işlemini gerçekleştirerek her bir tarihe karşılık gelen Yer - Güneş uzaklığını hesaplayınız.

3- Bulduğunuz bu değerlerin grafiğini çiziniz.

4- Grafiği yorumlayınız.

5- Hangi aylarda Güneş yere daha uzak konumda bulunmaktadır?

6- Hangi aylarda Güneş yere daha yakın konumda bulunmaktadır?

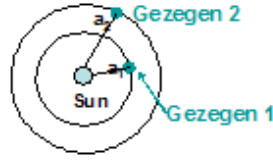
7- Yer’in Güneş’e olan uzaklığına göre mevsimlerin, kuzey ve güney yarımküre ile olan ilişkisini inceleyiniz.

8- Yazın Güneş’in görünen çapının, kışa nazaran farklı olmasını nasıl yorumlarsınız?

Uygulama 3.7e “Gezegenlerin Güneş etrafında dolanma hızları”

Bölüm 3.7.3’de Kepler’in 1. ve 2. kanunları verilmiştir. Kepler’in 3. kanunu ise ”Gezegenlerin dönemlerinin kareleri, Güneş’e olan ortalama uzaklıklarının küpleri ile orantılıdır” (Şekil 3.42) Yani;

$$\frac{P_1^2}{a_1^3} = \frac{P_2^2}{a_2^3} = \text{sabit} \quad \text{Formülü ile ifade edilir.}$$



Şekil 3.42 Kepler’in 3.kanunu

Gezegenlerin yörüngelerini birer daire kabul ederek, gezegenlerin Güneş etrafındaki ortalama hızlarını bulalım. Güneş’e ortalama uzaklığı a_1 ve a_2 olan iki gezegenin, Güneş etrafındaki yörüngelerinin uzunluklarını $2\pi a_1$ ve $2\pi a_2$ olarak alalım. Bu gezegenlerin dolanma müddetleri P_1 ve P_2 olursa, birim zamandaki hızları;

$$V_1 = \frac{2\pi a_1}{P_1} \text{ ve } V_2 = \frac{2\pi a_2}{P_2} \text{ dir.}$$

Buradan;

$$P_1 = \frac{2\pi a_1}{V_1} \text{ ve } P_2 = \frac{2\pi a_2}{V_2} \text{ formülleri elde edilir.}$$

P_1 ve P_2 değerlerini Kepler’in 3. kanunda yerleştirilirse

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\sqrt{a_1}}{\sqrt{a_2}} \quad \text{veya} \quad \frac{V_2^2}{V_1^2} = \frac{a_1}{a_2} \quad \text{formülleri elde edilir.}$$

1- Aşağıda gezegenlerin dönemleri ve Güneş'e olan uzaklıkları verilmiştir. Çizelge 3.5'den yararlanarak bu gezegenlerin hızlarını km/sa biriminde hesaplayınız.

Çizelge 3.5 Venüs Dünya ve Jüpiter in uzaklıkları ve dönemleri

	A (uzaklık, AB)	P (dönem, yıl)
Venüs	0.723	0.6152
Dünya	1	1
Mars	1.524	1.8809
Jüpiter	5.203	11.8622

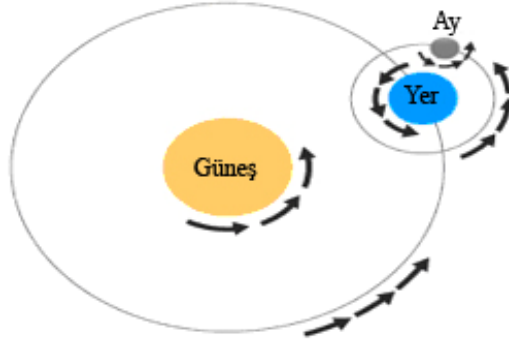
2- Hangi gezegenin Güneş etrafında dolanma hızı daha yüksektir?

3-Bulduğunuz bu hızların dönem ve Güneş'e olan uzaklıkları arasındaki ilişkileri yorumlayınız.

3.8 Ay'ın Görünür Hareketi

Ay, Dünya'nın tek doğal uydusu olup, geceleri gökyüzünü aydınlatmaktadır. Ay'da oksijen, su ve atmosfer yoktur. Ay çıplak gözle görülebilmektedir, ancak kendi başına bir ışık kaynağı değildir. Güneş'ten aldığı ışınları yansıtmaktadır. Ay'ın yapısında dağlar, tepeler, ovalar, kraterler ve küller vardır. Ay'ın toprağında demir, nikel gibi metaller ve kalsiyum bulunduğu ortaya konulmuştur. Ay'ın içyapısı tam bilinmemekle beraber, Dünya gibi katmanlı olduğu sanılmaktadır. Ay; kendi çevresinde, Dünya çevresinde ve Dünya ile birlikte Güneş çevresinde üç çeşit hareket yapmaktadır. Kendi ve Dünya çevresindeki hareketlerinin ikisini de yaklaşık 29,5 günde tamamladığından, yeryüzünden bakıldığında

Ay'ın hep aynı yüzü görülmektedir. Şekil 3.43'de Güneş, Ay ve Yer'in hareket yönleri görülmektedir.

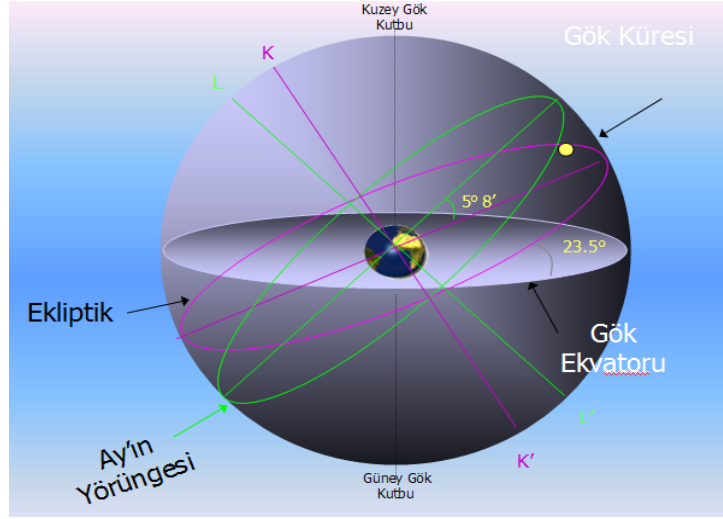


Şekil 3.43 Ay'ın görünür hareketleri

Güneş gibi Ay'da, günlük hareketi sırasında her gün yıldızlara göre bir miktar yer değiştirir (günde $13^{\circ} 11'$ geri kalmaktadır). Astronomide, Ay'ın bir yıldız ile birlikte ardı adına iki doğuşu arasındaki zaman farkına Yıldızlı Ay (Sideral Ay) denilmektedir. Bu özel hareketin (yani belirlenen yıldızla birlikte yaptığı) dönemi Güneş için 1 yıl olduğu halde, Ay için 27 gün 7 saat 43 dakika 11,47 saniye veya 27,32 gündür.

Ay'da birbirinin ardı sıra gelen iki aynı evre arasındaki zaman farkına “kavuşum ayı” denilmektedir. Ve bu bir yıldızlı ay'dan uzundur. Bir kavuşum ayı, 29 gün 12 saat 44 dakika 2,78 saniye veya 29,53 gündür. Bir aylık müddetten bahsedildiğinde, bir kavuşum ayına ait zaman aralığı anlaşılmalıdır. İslam takviminde de bir aylık zaman birimi bir kavuşum ayıdır.

Güneş'te yaptığımız gibi, herhangi bir gün Ay meridyende (kutulardan ve Zenit noktasından geçen düzlem) iken yanında bulunan bir yıldız seçilse ve bu yıldız her gün meridyene geldiğinde Ay'ın yerleri işaretlense, Ay'ın hareket düzlemi elde edilir. Yapılan gözlemlere göre bu düzlemin tutulma düzlemine (ekliptik) göre eğikliği ortalama $5^{\circ}8'$ 'dir. Şekil 3.44'de Ay'ın yörüngesi ve ekliptik ile yaptığı açı görülmektedir.



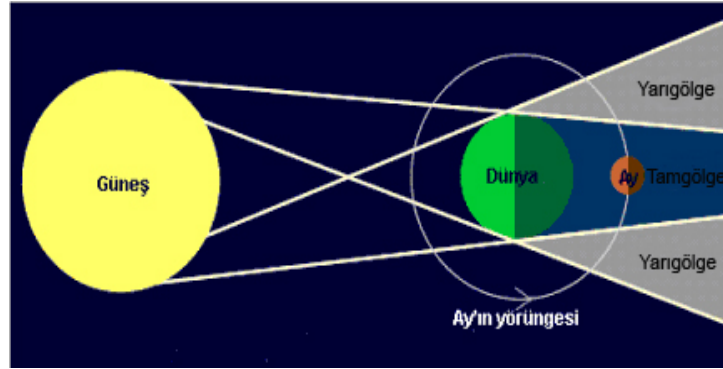
Şekil 3.44 Ay'ın yıl boyunca gökyüzünde yaptığı hareket yeşil çember ile gösterilmiştir

Her iki düzlemin kesim noktasına düğümler denir. Bunlardan, Ay'ın tutulma Ekliptik düzleminin güneyinden kuzeyine çıkmasına karşılık gelen düğüme çıkış düğümü ve diğerine de iniş düğümü denilmektedir. Güneş'in tedirginlik etkisiyle düğümler batı yönünde, günde 3' ve yılda 19° kaymaktadır. Bu kayma sebebi ile düğüm noktalarının tekrar aynı yere gelebilmesi için 18,6 yıl geçmelidir. Aynı zamanda düğüm noktalarının bu hareketlerinden dolayı, her yıl Ay'ın ufkun üstünde kalma süresi aynı tarihlerde aynı olmamaktadır. Örneğin Koç noktasında olan düğüm noktası bir yıl sonra 19° batıya yani ekvatorun altına inmiş olacaktır. O yüzden ay ufkun üstünde 12 saat'ten az kalacaktır. Yani her yıl aynı tarihlerde aynı evrelerin oluşması beklenmemektedir. Çünkü 12 kavuşum ayı 354 gün sürdüğüne göre 1 yılın tamamlanması için 11 gün daha gereklidir.

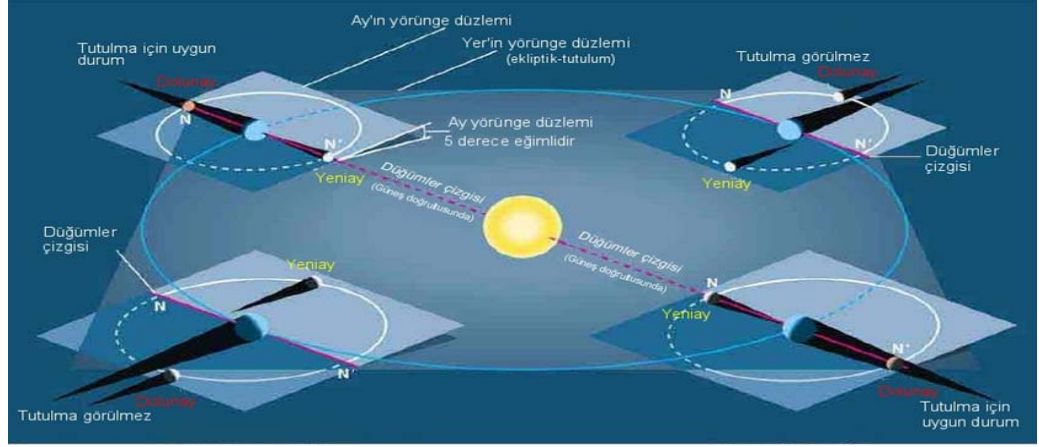
3.8.1 Ay tutulması

Ay dolunay evresindeyken Yer'in gölgesinin bir kısmından geçerse Ay Tutulması gerçekleşir. Yer'in gölgesi birbirine içine geçmiş iki huni benzeri bileşenden oluşur. Yer'in, Güneş'in ışığının tümünü değil de belirli bir kısmının Ay'a ulaşmasını engellediği bölgeye Penumbra veya Yarıgölge denir. Umbra veya tam gölge bölgesi ise Yer'in Güneş'ten Ay'a

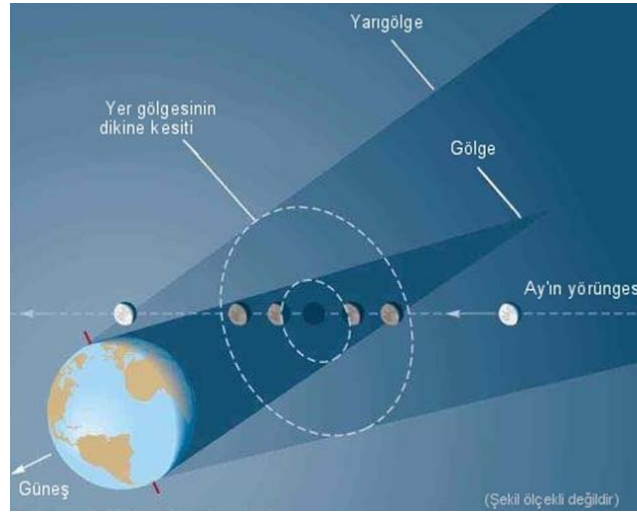
doğru gelen ışığı tamamen engellediği bölgedir (Şekil 3.45 ve Şekil 3.47). Tam, parçalı ve gölgeli olmak üzere üç tür Ay tutulması vardır. Ay'ın bir tutulma konumunda düğümlerden biri tam gölge konisinin ortasında bulunursa Ay bu gölgeye girer ve bir "tam tutulma" olur (Şekil 3.45). Eğer düğüm noktası tam gölge konisinin tam ortasında değil, biraz kenarında ise Ay bu koniyi kesip geçer ve bir parçalı tutulma olur. Düğüm noktası yarı gölge konisinin içinde olursa, Ay yalnız yarı gölgeden geçer. Buna gölgeli tutulma denir. Ay yörüngesinin Ekliptik düzlemine $5^{\circ}8'$ eğik olmasından dolayı, Ay tutulmasının gerçekleşebilmesi için Ayın dolunay evresinde ve düğümün yakınında olması gerekir. Şekil 3.46'de düğümlerle dolunay evresinin konumları görülmektedir. Tam Ay tutulması yaklaşık 1saat 40 dakika kadar sürmektedir. 2009 yılında 4 defa parçalı tutulma gerçekleşecektir. 2010 yılında ise bir parçalı bir de tam tutulma olmak üzere iki farklı tutulma gerçekleşecektir.



Şekil 3.45 Ay tutulması. Ay Yer'in gölge konisi içinden geçerken Yer'in gece tarafında bulunanlar bir Ay tutulması olayı izlerler



Şekil 3.46 Dolunay evresi ile düğüm noktaları arasındaki bağıntı



Şekil 3.47 Ay tutulması ile ilgili farklı bir gösterim

Uygulama 3.8a “Ay tutulmasında ilk gözlenen olgular”

1- İnsanlık önceleri Dünya’nın düz olduğunu zannediyordu. Çünkü sadece yaşadıkları topraklar hakkında bilgileri vardı, yani bir topa gözünüzü kapatarak parmağınızın ucu ile dokunduğunuzda topun yüzeyini dümdüz hissettiğinizi, ama parmağınızı topun üzerinde

hareket ettirdiğinizde yuvarlak olduğunu algılayabildiğinizden, Dünya düz olarak algılanıyordu. Şimdi ise biz Dünya'nın üzerinde hareket edebildiğimizden ve havaya çıkıp oradan dünyamıza bakabildiğimizden yuvarlak olduğunu anlayabiliyoruz. Peki, Ay tutulması, Dünya'nın yuvarlak olduğunu nasıl ispatlamaktadır? Bunun için öğretmeninizin belirlediği Tam Ay Tutulmasının olduğu bir gece, tutulmanın başladığı andan itibaren her 10 dakikada bir Ay'ı gözlemleyiniz. Tutulma bittiğinde gözlem sonuçlarınızı yorumlayınız. Bu yorumlar aşağıdaki 2. sorunun yanıtını bulmanıza da yardımcı olacaktır.

2- Ay tutulması, Dünya'nın bir atmosfere sahip olduğunun gözlemsel kanıtıdır. Neden?

3- Eğer Ay tutulması, sadece dolunay evresinde oluşuyor ise, neden her dolunay evresinde, bir Ay tutulması gerçekleşmemektedir? (Her 29,5 günde bir dolunay gerçekleşmektedir.)

4- Dünyamızın uydusu olan Ay olmasaydı, Dünya bundan nasıl etkilenirdi?

Uygulama 3.8b “Ay’ın evreleri”

1-Ay’ın kaç temel evresi vardır? Bu evreler nelerdir? Araştırınız.

Ay’ın evrelerini gözlemsel olarak görebilmek için, öğretmeninizin belirlediği gün gözlemlerimize başlayınız. Ay’ın yeniay konumundan başlayan bir gün seçilecektir. 30 gün boyu her gece belirlenen saatte, ayı gözlemleyiniz. Ay’ın görünümündeki değişiklikleri (şekillerini çizerek) not ediniz.

2-Ay’ın kendi ışığı olmadığı için, biz Ay’ı geceleyin Güneş’in ışığını yansıtmasından dolayı, farklı evrelerde görmekteyiz. Bazen gündüz başımızı gökyüzüne çevirdiğimizde de Ay’ın görüldüğünü fark edebilirsiniz, bunun nedeni nedir?

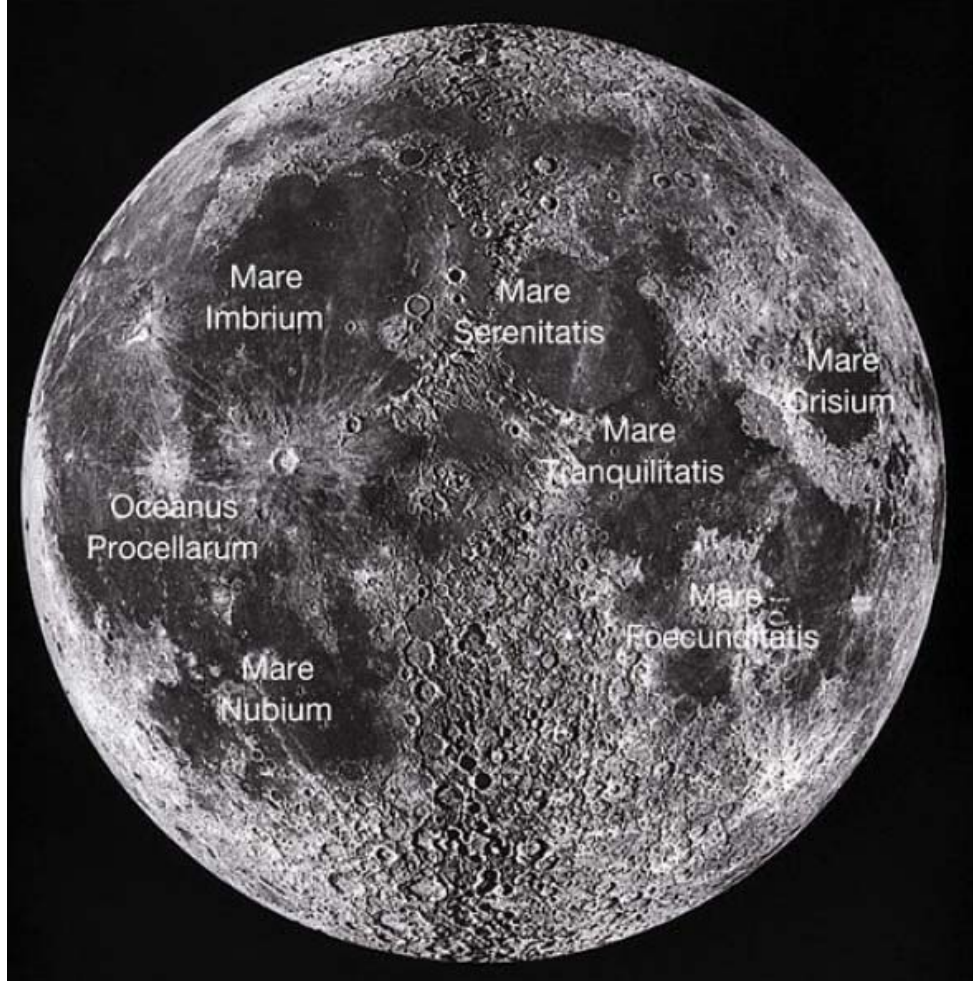
3- 10 Temmuz 2008’de, Ay yeniay evresini geçeli 3 gün olmuş ise 10 Temmuz 2009 tarihinde Ay hangi evrede olur?

4- Ay’ın hep aynı yüzeyinin görülmesinin sebebi nedir? 1. soruda dolunay evresi için yaptığınız gözlemlerde yüzey şekilleri, çıplak gözle tam seçilmese de, teleskoptan yardım alarak gözlemleyebiliriz. Hep aynı yerde karanlıklar ve parlaklıkların gördüğüne dikkat ediniz.

- 5- Ay'da yüzey çekim ivmesi Yer'dekinin altıda biridir. İlkokul yıllarımızda öğrendiğimiz bir bilgi, Dünya'da 60 kg gelen bir insan Ay'da tartılsaydı 10 kg gelecektir, bu yüzey çekim ivmesinin sonucudur. Yüzey çekim ivmesi Ay'ın atmosferini nasıl etkilemektedir.
- 6- Ay'ın Dünya'ya olan uzaklığı ne kadardır? Ay'ın yarıçapı ve oluşumunu araştırınız.

3.8.2 Ay'ın Yüzey Şekilleri

Ay Denizleri: Ay'ın karanlık gözüken kısımlarıdır. Büyüklüklerinden dolayı çıplak gözle bile rahatlıkla fark edilebilirler. Ay'ın denizleri elbette ki Dünya'dakiler gibi su ile dolu değildir. Görüntüleri nedeni ile antik çağ gökbilimcileri bu bölgelerin deniz olduğunu zannediyordu. Günümüzde de deniz sözcüğü bir alışkanlık olarak hala kullanılmaktadır. Ay'da koyu renkli bu alanlara Latince kökenli isimler verilmiştir. Latince Maria; denizler, Mare ise deniz demektir. Terrae; dağlar, Terra ise dağ demektir. Örneğin “Mare Tranquillitatis – Sakinlik Denizi”, “Mare Nubium – Bulutlar Denizi” ve “Mare Imbrium – Sağanak Denizi” dir. Güneş sisteminin oluşumunun son evrelerinde Ay yüzeyine çarpan büyük boyutlu (asteroid boyutlu) gezegenimsilerin Ay kabuğunu çatlatması ve içteki kızgın lavların yüzeye çıkıp çarpa kraterini doldurması ve soğuması ile oluşmuşlardır. Bazalt, demir, magnezyum, titanyum gibi ağır elementlerden oluşan, koyu renkli bir madde ile kaplıdır. Ay yüzeyine göktaşlarının ve kuyruklu yıldızların çarpması sonucu oluşan lav, krater düzlüklerini doldurup katılaşıp bazaltı oluşturmuştur. Ay yüzeyinin çekilmiş yakın görüntülerinden, deniz alanları içerisinde lav akıntılarından kalma kanallar izlenmektedir. Çevrelerine oranla daha az sayıda kraterleşme göstermeleri, denizlerin daha yakın zamanda şekillenmiş olduğuna bir delildir (Şekil 3.58'de Arşimet kraterinin yanında deniz görülmektedir). Buna bağlı olarak lav akıntılarının, Ay'ın Jeolojik geçmişinin son evrelerinde gerçekleştiği ortaya çıkmaktadır. Ay Denizleri çoğunlukla Ay'ın görünen yüzünde bulunup %31'lik alan kaplarlar. Ay'ın öteki yüzünün yalnızca %2'sinde birkaç dağılmış küçük düzlük bulunur. Şekil 3.48'de görülmektedir.



Şekil 3.48 Ay'ın görünür yüzeyindeki denizler

Ay Dağları: Ay'ın yükseltileri olup içerdiği maddeler nedeniyle parlak görünmektedirler. Ay'da bulunan dağlar genellikle volkanik bir kaya türü olan ve bazaltlara göre çok daha yavaş soğuyan lavların oluşturduğu Anortozitten meydana gelmektedir. Dağları oluşturan bu maddenin denizleri oluşturma göre farklı oranda soğuması, bu iki bölgenin farklı durumlarda olması anlamına gelmektedir. Dağların, Ay'ın görünen yüzeyinde, içleri bazalt ile dolu olan kraterlerin çevrelerinde oluşan yükseltilerin kalıntıları olduğu düşünülmektedir. Yükseltilerin yapısında silisyum, kalsiyum ve alüminyum gibi daha hafif elementler içeren “anortozif” benzeri kayalardır. Anortozit bazalttan daha açık renge sahiptir. Yükseltilerin denizlerden daha açık renkte görülmelerinin nedeni budur.

Kraterler: Ay'ın yüzeyine gök cisimlerinin çarpması sonucu oluşan birçok krater bulunmaktadır. Ay'ın Dünya gibi koruyucu kalın bir atmosferi olmadığından, yüzeyi çok sayıda meteor çarpmasına maruz kalmıştır. Kraterler, Ay'ın hemen her tarafında, hem dağlık bölgelerde hem de denizlerde bulunmaktadır. Birçok kraterin tam ortasında merkezi çıkıntılar vardır. Çapı 100 km'den büyük kraterler olduğu gibi çok küçükleri de bulunmaktadır. 17.yüzyıl'dan itibaren Ay'daki belirgin kraterlere ünlü bilim ve devlet adamlarının isimleri verilmiştir. Bazen birkaç kraterin iç içe olduğu görülmektedir. Kraterlerin, göktaşlarının Ay yüzeyine çarpması sonucu mu yoksa volkanik kökenli mi olduğu tartışılmıştır. Fakat kraterlerin Ay yüzeyinde düzensiz olarak dağılmaları bunların volkanik kökenli olmadıklarının bir göstergesidir. Kraterlerde izlenen en çarpıcı özellik, hepsinin dairesel şekillere sahip olmasıdır. İlk bakışta, yüzeye dik gelmeyen meteorların eliptik şekilli uzamış kraterler yaratması gerektiği düşünülmüştü. Ancak daha sonra meteor çarpması sonucu, çarpma noktasında “şok dalgalarının” olduğu ve bu dalgaların, meteor çarpma açısından bağımsız olarak dairesel görünümeleri yarattığı anlaşılmıştır. Çarpma sırasında açığa çıkan yüksek ısı, çarpma noktası civarındaki Ay kayalarının erimesine yol açmış ve oluşan şok dalgaları, sıvılarda yayılan dalgalar gibi ilerleyerek kraterlerin dairesel yapıları şekiller almasını sağlamıştır. Şok dalgaları, kendisini oluşturan meteorların boyutlarından çok daha büyük boyutlu alanlara yayılabilmektedir. Büyük çaplı kraterlerin ortasında görülen yapıya “merkez tepesi” adı verilmektedir. Bu yapılar çarpışma hızının çok yüksek olduğunun bir göstergesidir. Kraterler sabit bir oranda olduğu için birim alanda bulunan krater sayısı yüzeyin yaşını tahmin etmek için kullanılabilir. Eğer kraterleri meydana getiren olayların uzun bir süre devam ettiğini ve kuvvetli bir erozyon olmadığını varsayarsak, bilinen bir şey de Yer üzerinde izlenen tektonik hareketler Ay'da gerçekleşmemektedir. Atmosfer kökenli erozyon ve tektonik hareketlerin bulunmaması sonucu, Ay yüzeyi oluşumundan bu yana çok az değişim göstermiştir. Sonuç olarak milyarlarca yıl yaşa sahip kraterler, ilk oluştukları andan günümüze kadar hiç bozulmadan görünümelerini korumuşlardır. O halde hangi bölgede daha çok krater varsa o bölge diğerlerinden daha eski zamanda oluşmuştur, diyebiliriz. Yani, yüzeyi çok sayıda krater ile kaplı bir gezegen veya uydunun yüzeyi yaşlıdır. Ay denizleri gibi düz bölgeler dağlık ve

kraterli bölgelere oranla daha yakın zamanda meydana gelmiştir. Çünkü yüzey volkanik lavlar ile kaplanması sonucu düzleşmiştir.

Astronotların getirdiği Ay toprağının laboratuarda incelenmesi ile onların oluşum tarihi saptandı. En yaşlı kaya parçasının 4.4 milyar yıl (My) önce, en genç kayanın ise 3.1 My önce olduğu saptandı. Dağlık ve deniz bölgelerinden getirilen kayaların yaşları arasında belirgin bir fark bulundu. Dağlık bölgedeki kayalar 4.0 ile 4.3 My yaşlarında iken deniz bölgesi kayalar 3.1 ile 3.8 My yaşlarındadır. Bu sonuçlar toplandıkları bölgelerdeki krater sayıları ile birlikte analiz edildiğinde, yüzeye çarpan meteorların birim zamandaki sayısının zaman içerisinde değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yükseltelerde yer alan çok sayıdaki kraterlerin boyutları göreceli olarak daha küçüktür. Ay'ın küçük boyutlu meteorlar tarafından yoğun bombardıman altında kaldığı dönemleri yansıtmaktadır. Bu dönemler de Ay'ın oluşumunu takip eden ilk 800 milyon yıllık süredir. Bunu takip eden 1 milyar yıl içerisinde Güneş Sistemi'ndeki küçük parçacıklar birleşerek büyük boyutlu cisimleri oluşturmuştur. Buna bağlı olarak Ay yüzeyine düşen meteor sayısında ciddi bir azalma olmuştur. Ay denizleri ise sayıca az olan asteroit büyüklüğündeki bu parçaların yüzeye çarpması ile daha yakın zamanda meydana gelmişlerdir.

Ülkemizde Astronomi bilimini getiren ve bu bilimin ilerlemesine öncülük eden Prof. Dr. Egbert Adriaan KREIKEN'in (1896-1964) büyük gayretleriyle 26 Ağustos 1963'de Ankara Üniversitesine bağlı olan Gözlemevi görkemli bir törenle resmen açılmıştır. Astronomi alanındaki çalışmalarından dolayı 1973'te Uluslararası Astronomi Birliği (IAU), Ay'da bir kratere Prof. Dr. Kreiken'in adını vermiştir.

Uygulama 3.8d “Ay'ın yüzeyinde bulunan şekilleri tanıma”

1- Teleskop veya dürbün yardımı ile Ay'ı, dolunay evresinde iken gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi Şekil 3.49'daki gibi kağıda çiziniz. Kendi çiziminiz ile Şekil 3.48'i karşılaştırınız.

Şekil 3.50, Şekil 3.51, Şekil 3.52 ve Şekil 3.53'i inceleyiniz ve üzerindeki deniz, dağ ve kraterlere bakınız. Aşağıda ismi verilen yüzey şekillerini önce Şekil 3.50 ile karşılaştırıp, Şekil 3.48'e yerleştiriniz.

Procellarum Okyanus

Crisium Deniz

Nubium Deniz

Imbrium Deniz

Tranquillitatis Deniz

Serenitatis Deniz

Copernicus Krateri

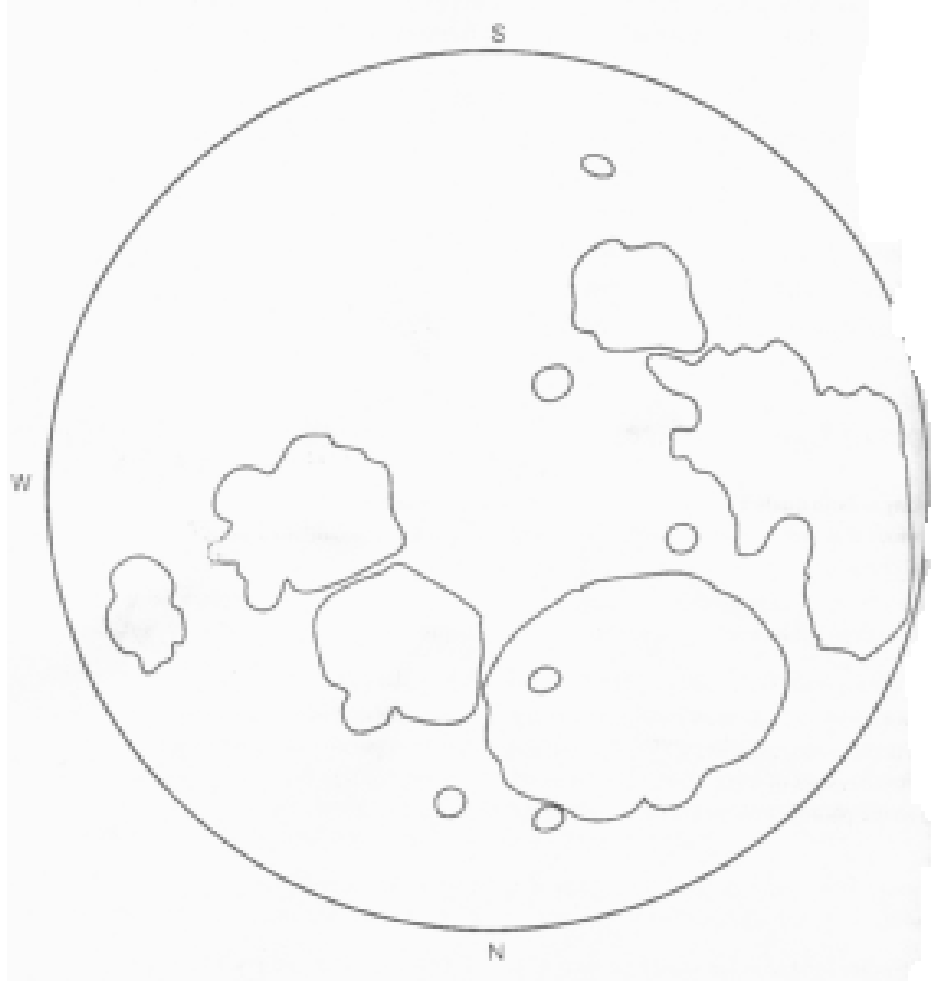
Tycho Krateri

Plato Krateri

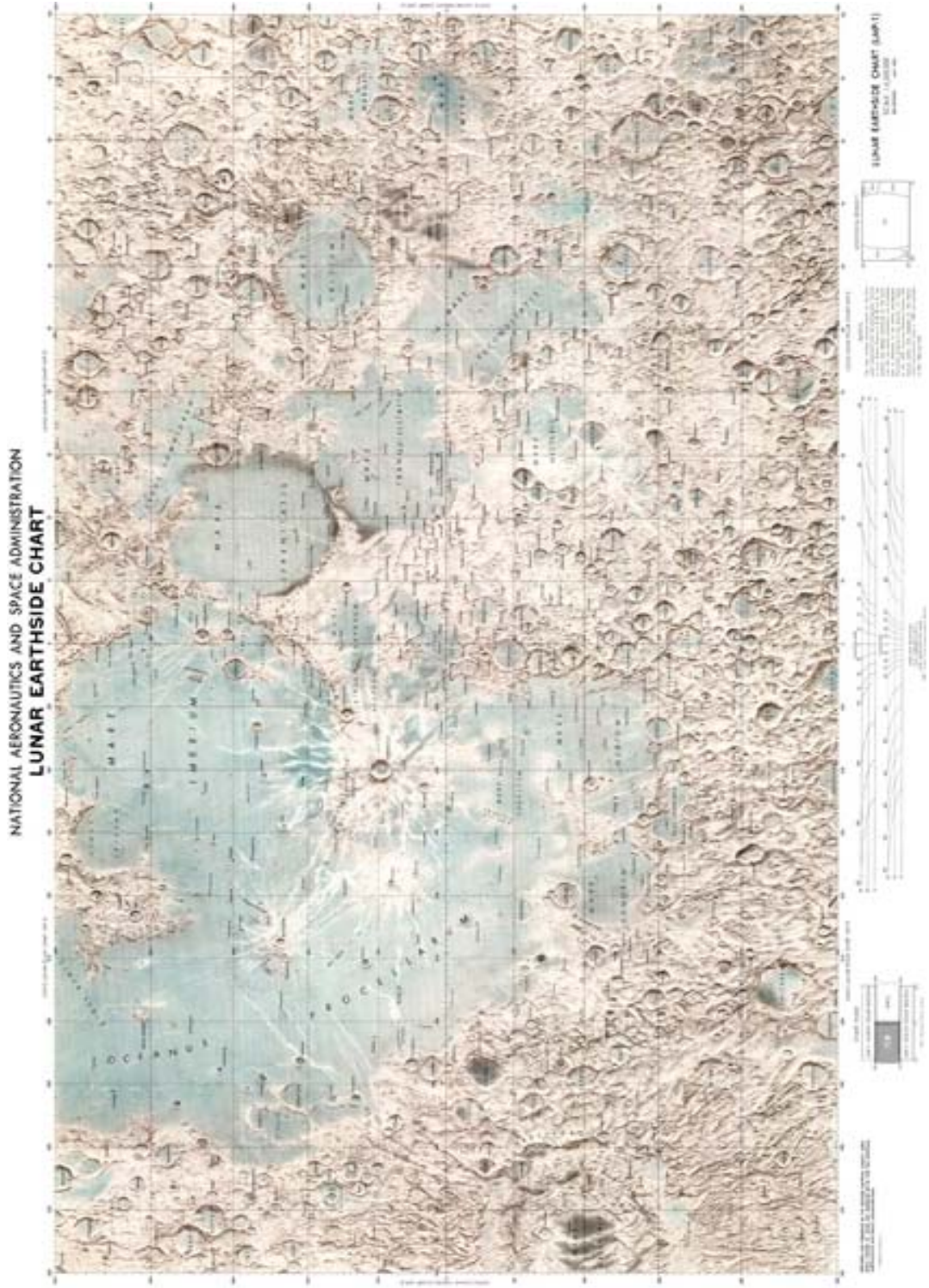
Archimedes Krateri

Ptolemaeus Krateri

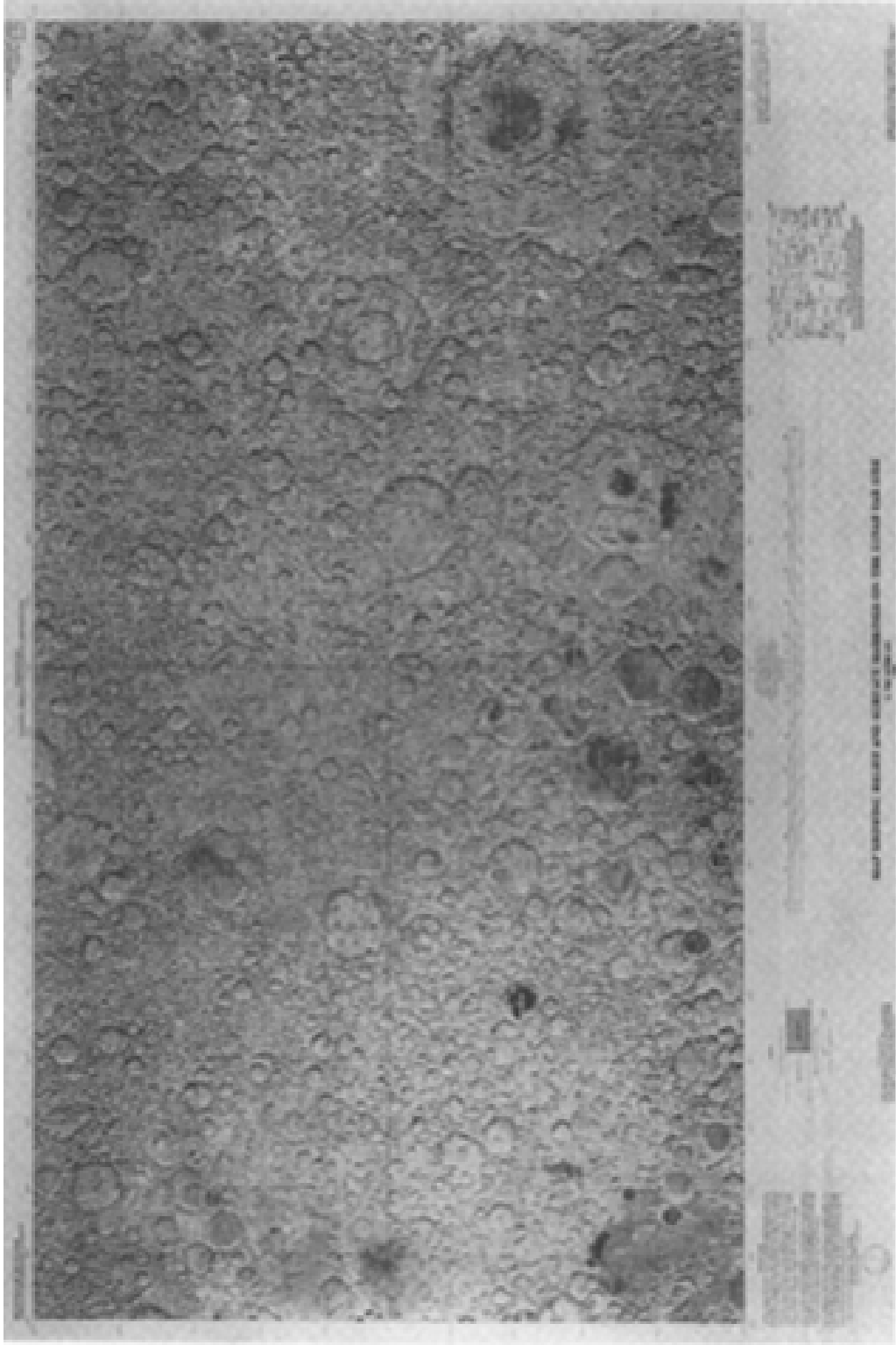
Aristoteles Krateri



Şekil 3.49 Ay yüzeyinde yerini belirlediğiniz yüzey şekillerini yerleştirebileceğiniz harita



Şekil 3.50 Ay' yüzeyinin yere dönük yarısının haritası



Şekil 3.51 Ay'ın yerden görülemeyen arka yarısının yüzey haritası



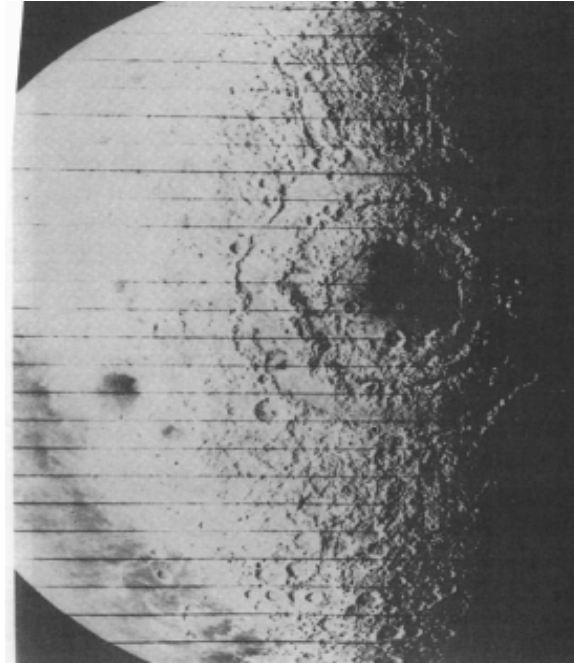
Şekil 3.52 Ay' yüzey haritası (1. çeyreği)



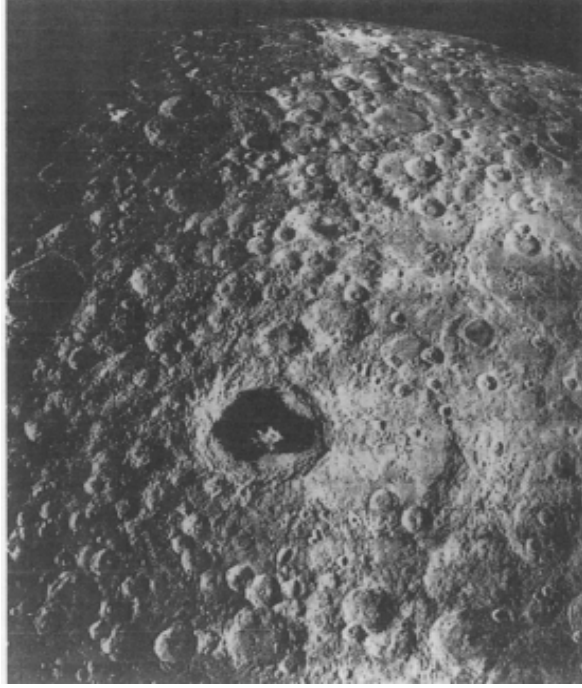
Şekil 3.53 Ay' yüzey haritası (2. çeyreği)

2- Kendi yarattığınız Ay haritası ile gerçek Ay haritası arasında hangi farklar gözükmemektedir. Kendi yarattığınız haritaya aktaramadığınız ancak gerçek haritada bulunan belirgin yüzey şekilleri var mıdır? Varsa bunların hangileri olduğunu tespit ediniz.

- 3- Eğer Ay'ın her yerinde aynı oranda kraterler oluşuyorsa, Ay'ın her iki yüzeyinin yüzey şekillerine bakarak yaklaşık yaşının ne olduğu, sonucuna varabilir misiniz?
- 4-Ay'ın çapı 3500 km'dir. Crisium Deniz'inin yaklaşık çapı nedir?
(ölçümlerinizi kuzeyden güneye yapınız)
- 5- Şekil 3.52'de Orientale Deniz'i görölmektedir. Orientale Denizi'nin yakınındaki diğer yapıları görebiliyor musunuz? Bu yapılar ile Deniz arasında bir ilişki var mıdır? Bu ilişkiler nelerdir?
- 6- Şekil 3.51'de bu benzer yapılar ve ilişkileri Imbrium Denizi'nde de görebilirsiniz. Bu yapılar nelerdir?
- 7- Şekil 3.55'de Ay'ın arka yüzü görölmektedir. Bu fotoğraf Luna 3 adındaki uydu tarafından çekmiştir. Bu fotoğraf yardımıyla Ay'ın ön yüzü ile arka yüzü arasındaki farklılıklar ve benzerlikleri karşılaştırınız.
- 8-Şekil 3.51 ve Şekil 3.56'deki üç kratere bakarak (A,L ve Thebit) hangisinin yaşlı hangisinin genç olduğunu belirleyiniz. Nedenini belirtiniz.



Şekil 3.54 Çapı 2700 km olan Orientale Denizi



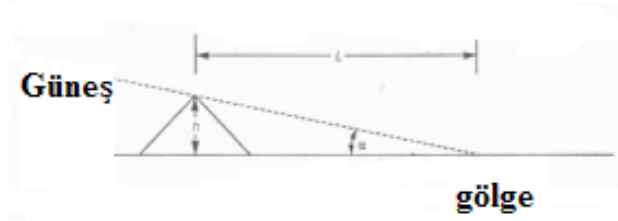
Şekil 3.55 Luna 3 uydusu ile çekilen Ay'ın arka yüzü



Şekil 3.56 Thebit Krater'i

Uygulama 3.8e “Ay yüzeyindeki şekillerin yüksekliğinin hesaplanması”

1- Yüksekliklerin hesaplanabilmesi için objelerin gölge uzunlukları ölçülmelidir. Aşağıdaki Şekil 3.57’de objenin yüksekliği (h), gölge uzunluğu (L) ve güneş’in yükseklik açısı (α) görülmektedir. Eğer L ve α biliniyorsa, h değerini hesaplayabilirsiniz.

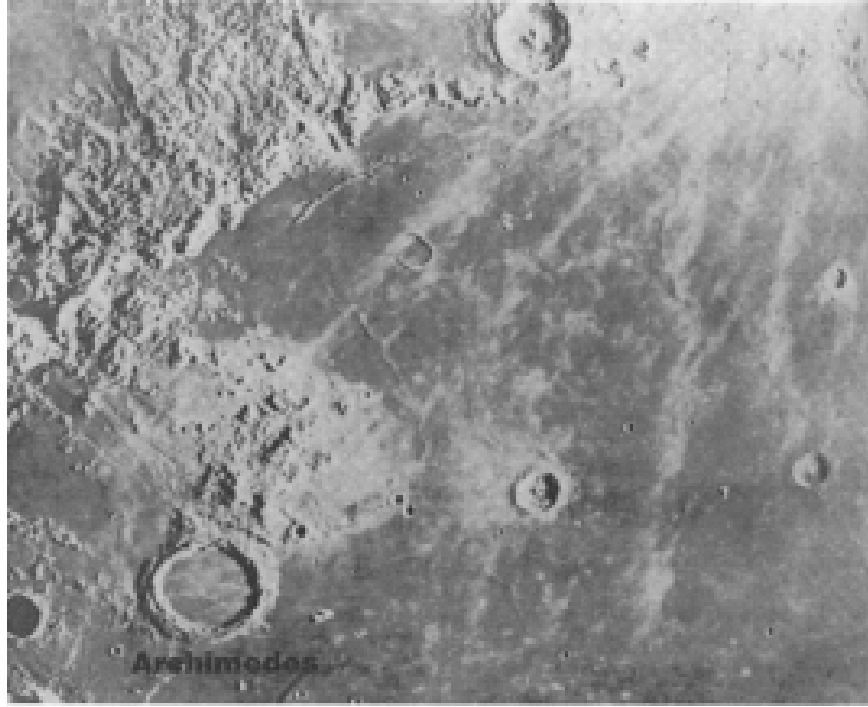


Şekil 3.57 Güneş’in Ay yüzeyindeki gölge uzunluğu

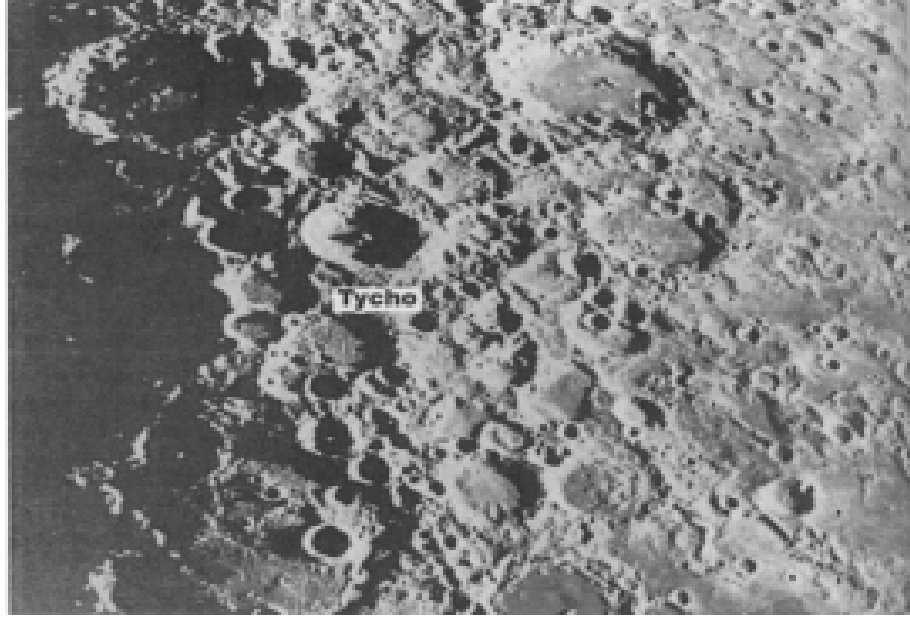
Eğer Ay’ın fotoğraflarının ne zaman çekildiğini biliyorsak, Ay’ın yüzeyindeki noktalar için Güneş’in yüksekliğini hesaplamak mümkündür. Fakat bu yöntem çok uğraştırıcıdır. Bundan dolayı her bir Ay yüzeyinin şekli için Güneş’in yükseklik açısı verilecektir. Şekil 3.58 ve Şekil 3.59’deki gölge uzunlukları için, objenin bulunduğu yerden gölgenin bittiği yeri ölçülecektir. Ve bu değerler santimetre olarak tabloya yerleştirilecektir. Ölçümleri kraterlerin ortalama duvar yüksekliklerine göre yapınız. Kraterlerin, anormal yüksek kısımlarının uzun gölgeleri ile kenarlardaki alçak kısımların kısa gölgelerini ölçmeyiniz. Daha sonra santimetre olarak bulduğunuz bu değerleri kilometreye çeviriniz. Tycho ve Archimedes kraterlerinin ikisinin de yaklaşık 85 km olduğunu biliyoruz. Şekillerdeki ölçüm sonuçları ile bu gerçek değeri oranlayarak bir ölçek oluşturunuz. Ve aşağıdaki Çizelge 3.6’yı doldurunuz.

Çizelge 3.6 Ay yüzeyindeki Krater ve gölgelerinin ölçümleri

Şekil	Güneş'in Yüksekliği	Krater'in Genişliği	Ay Yüzeyindeki Şekiller	Gölgenin Uzunluğu (cm)	Gölgenin Uzunluğu (km)	Yükseklik (km)
3.59	5°		Tycho-kenar			
3.59	5°		Tycho-tepe			
3.58	10,5°		Archimedes- kenar			



Şekil 3.58 Archimedes Krater'i



Şekil 3.59 Tycho Krater'i

- 2- Tycho ve Archimedes kraterleri arasındaki ana farklılık nedir?
- 4- Şekil 3.60'de ki Copernicus Krater'i, Archimedes'den yaşı ya da genç midir? Neden?
- 5- Ay denizlerinin büyük bir kısmı Yer'de de görülen küçük oluklar gibi görülmektedir. Şekil 3.61'de olduğu gibi. Bu küçük oluklar ile büyük denizler arasındaki farklılıklar nelerdir?
- 6- Küçük meteorlar tarafından Ay'ın yüzeyinde sürekli aşındırmalar oluşmuştur. Böylece genç kraterlerin kenarları henüz aşınmamış olduğundan keskin, yaşlı kraterler ise aşınmış olduğundan daha yuvarlak hatlara sahiptirler. Verilen bilgiye göre Şekil 3.59 ve Şekil 3.60'deki kraterlerin genç mi yoksa yaşlı mı olduğunu yorumlayınız.



Şekil 3.60 Copernicus Krateri



Şekil 3.61 Ay Nehirleri

7- Şekil 3.59'deki Tycho ve Şekil 3.60'deki Copernicus kraterlerini inceleyerek hangisinin genç, hangisinin yaşlı olduğunu söyleyiniz.

8- Şekil 3.62'de, Dolunay yüzeyindeki Tycho ve Copernicus'den parlak ışınlar çıkmaktadır. Bilim adamları bu ışınların, büyük kraterler oluştuğunda fırlatılan materyallerden kaynaklandığını düşünmektedir. Bu ışınların yapısı nasıldır.

9- Tüm kraterlerde bu parlak ışınlar görölmekte midir?

10- Copernicus ve Tycho gibi Parlak ışınlara sahip kraterler sizce yaşlı mıdır ya da genç midir?

11- Tüm kraterler ilk oluştuklarında ışın sistemine sahiplerdi. Fakat şu anda sadece büyük kraterlerde birkaç ışın sistemi vardır. Küçük kraterler bu ışın sistemleri görölmemektedir. Bu nedenle ışın sistemlerinin bazıları tahrip edilmiş olmalıdır. Işın sistemlerinin tahribi konusunda ne denilebilir?

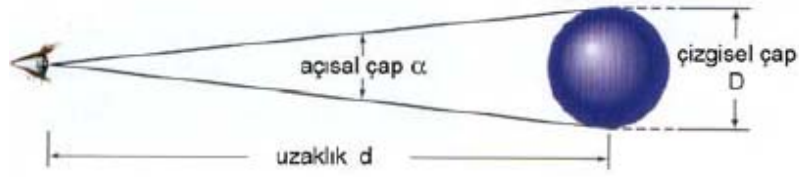
12- Astronomlar Ay yüzeyinin değişik bölgelerindeki büyüklü küçüklü kraterlerin göreceli sayısı incelendi. Bunu Ay'ın yüzeyindeki farklı bölgelerdeki tüm krater sayısı hesaplandı. Ay'ın oluşumundan beri yüzeyine hep aynı oranda meteor düştüğünü düşünelim. Bir deniz alanında sayılan kraterlerin yarısı, dağlık alandakilere eşit bulunduyorsa, dağın yaşı 4,6 milyar olarak alınırsa deniz kaç yaşında bulunur? Ay yüzeyine meteorların çarpma oranı zaman ile azalır ise, denizlerin yaşı daha mı büyük yoksa daha mı küçük hesaplanmaktadır.



Şekil 3.62 Ay

Uygulama 3.8f “Gezegenlerin gerçek çapı”

Güneş sistemindeki cisimlerin çapları, bu cisimlerin gözlenen tarihte Yer’e olan uzaklığının bilinmesi ve Yer’den görülen açısal çapının ölçülmesi ile bulunabilmektedir (şekil 3.63).



Şekil 3.63 Gezegenlerin çap ölçümleri

Dikkat edilmelidir, cismin bize olan uzaklığı ile cismin çapı aynı birimden olmalıdır. Ve ölçülen açısal çap da yay saniyesi cinsindendir. Yay saniyesini dereceye çevirip sonra sinüs değerini almak yerine, 206265 sayısı kullanılarak gerekli dönüşümler yapılmış olmaktadır. Yani trigonometrik ifade kullanmadan, aşağıdaki formülde, değerleri yerine yerleştirerek cismin çapını bulabilirsiniz.

$$D = \frac{\alpha d}{206265}$$

1-Ay dolunay evresinde iken, gökyüzünde Ay’ı gözlemleyiniz. Derecelendirme yöntemi ile Ay’ın gökyüzünde kaç derece yer kapladığını bulunuz.

2- Yukarıdaki formülden yararlanarak aşağıdaki Çizelge 3.7’yi doldurunuz.

Çizelge 3.7 Gökyüzündeki cisimlerin fiziksel özellikleri

	Açısal Çap	Lineer (çizgisel) Çap	Cismin Yer'e Uzaklığı
Ay			400 000 km
Mars			1,5 AB

3.9 Uydu

Mars'a gönderilen uzay araçlarından bir tanesi de Odyssey'dir. Odyssey, Mars gezegeninin mineral yapısını çözümlemek için gezegende 2,5 yıl kalarak yüzeyde su olup olmadığını incelemiştir. Odyssey 7 ay süren 450 milyon km lik seyahatini 24 Ekim 2001'de Mars'ın yörüngesine girerek tamamlamıştır. Odyssey robotunun motorları, Dünya'dan 14 milyon 300 bin km uzaklıktayken 82 sn boyunca ateşlenerek istenilen rota ayarı yapılmıştır. Odyssey'nin hızı böylece saatte 13 km değişmiştir. Böylece gerekli manevra verilerek aracın yakıt tasarrufu yapması sağlanmıştır. Odyssey'nin ana motorları ateşlenerek aracın hızı düşürülmüş ve Mars'ın çekim kuvvetinin onu yörüngeye oturtması sağlanmıştır. Eğer motorların ateşlenmesi sırasında herhangi bir aksilik olsaydı, araç ya yeteri kadar yavaşlayamayarak gezegenin yanından geçip gidecekti ya da gereğinden fazla yavaşlayarak çekim kuvvetine karşı koyamayacak ve gezegenle çarpışacaktı. Ancak, her şey yolunda gitti ve Odyssey yörüngeye planladığı gibi yerleşti. Odyssey, eliptik bir yörüngede dolanıp gezegen çevresinde 19 saatte bir tur atmaktaydı. 2002 yılında, Mars'ın kuzey kutbunda, buzulların bulunduğu bir bölge tespit etmiştir.

Bu çalışmada Mars'a hayali bir uydu göndereceğiz. Bu uydu ile Mars'ın yörüngesi, periyodu ve hızını ölçebilmek için bir dizi uygulama gerçekleştireceğiz.

3.9.1 Gezegenlerin Yörüngeleri ve Dönemleri

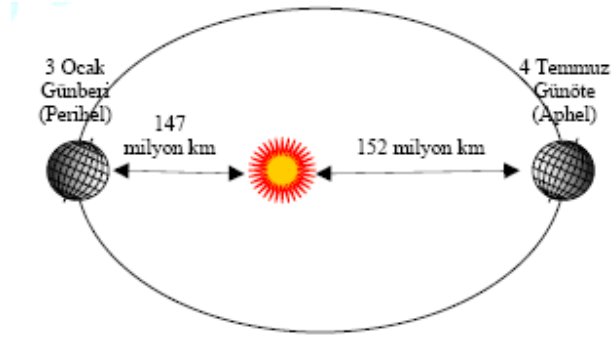
Aşağıda Yer'in Güneş etrafındaki yörüngesi çizilmiştir. Bu çizim Kepler'in 1. kanununu ifade etmektedir. Kepler'in 1. kanunu; “bütün gezegenler, güneş etrafında birer elips üzerinde hareket ederler ve Güneş, bu elipslerin odaklarından biri üzerinde bulunur” diye ifade edilir. Enberi ve Enöte uzaklıklarının ortalaması bize yarı büyük eksen uzunluğunu (a) yı vermektedir. (Şekil 3.64) Kepler'in 3. kanunu “gezegenlerin dönemlerinin kareleri, güneşe olan ortalama uzaklıklarının küpleri ile orantılıdır. Yani;

$$\frac{P_1^2}{a_1^3} = \frac{P_2^2}{a_2^3} = \text{sabit dir}''.$$
 Ayrıca,

Gezegenin dönem $P = \sqrt{a^3}$ formülü ile hesaplanır. Bu formüllerde

P = dönem [yıl]

a = yarı büyük eksen uzunluğu [AB] birimlerindedir.



Şekil 3.64 Dünya için enberi ve enöte noktaları

Uygulama 3.9a

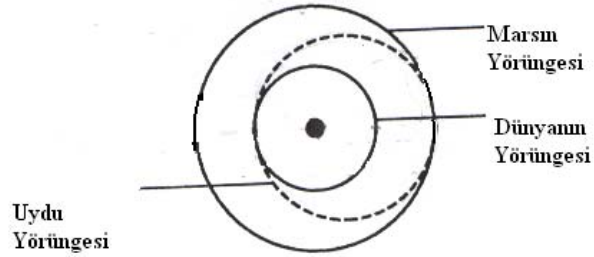
1- Aşağıda gezegenlerin enberi ve enöte uzaklıkları verilmiştir. Sizde AB cinsinden yarı-büyük eksen uzunluğunu ve yıl cinsinden dönem bulunuz. Çizelge 3.8'e yazınız. Bulduğunuz değerleri gerçek değerleri ile karşılaştırınız.

Çizelge 3.8 Gezegenlerin yarı-büyük eksen uzunluğu ve dönemleri

	ENBERİ (AB)	ENÖTE (AB)	A (AB)	P (YIL)
MERKÜR	.31	.47		
VENÜS	.720	.726		
DÜNYA	.98	1.02	1	1
MARS	1.38	1.66		
JÜPİTER	4.95	5.46		

3.9.2 Yörünge transferi

Mars'a yapılacak bu ziyarette yakıt tasarrufu sağlanabilmesi için; Mars'a gönderilecek hayali uydunun yörüngesi elips şeklindedir. Bu elipsin enberi noktası Dünya'nın yörüngesinden, enöte noktası ise Mars'ın yörüngesinden geçmektedir. Şekil 3.65'de Dünya ve Mars'ın yörüngeleri verilmiştir.



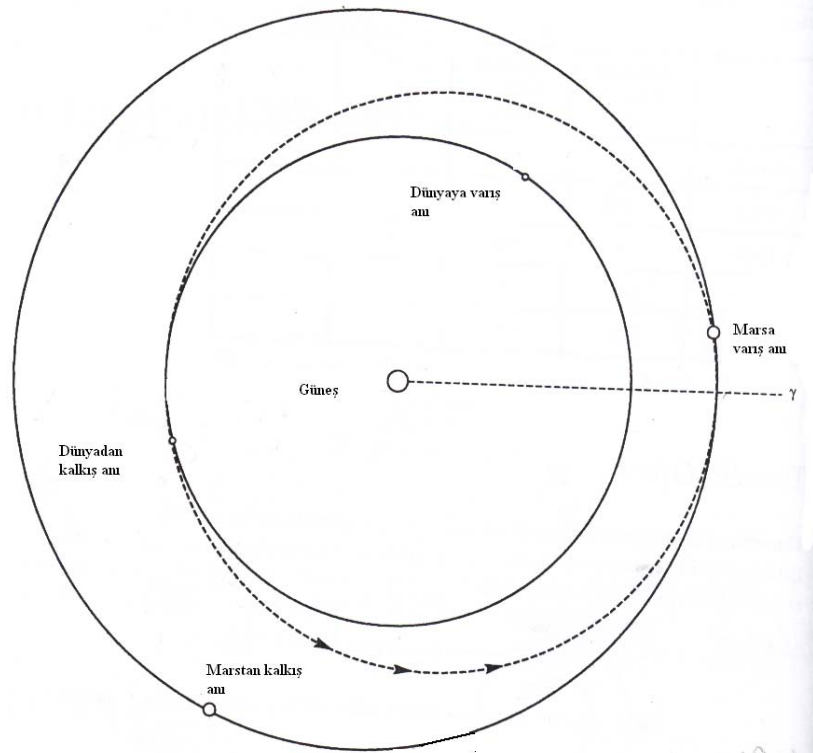
Şekil 3.65 Yörüngelerin Gösterimi

Uygulama 3.9b

1- Uydumuzu fırlattığımızı varsayalım. Uydu, Mars'a vardığında Mars'ın yörüngesi uydunun yörüngesinin enberi noktasında bulunmaktadır. Enberi ve Enöte uzaklıkları ne

kadardır? Uydumuzun yarı-büyük eksen uzunluğunu (a) ve dönemi (P) bulunuz (Dünyanın yörüngesini dairesel kabul ediniz) (Şekil 3.66).

2- Uydu, Yer'in Güneş etrafındaki yörünge döneminin yarısı kadar bir sürede Güneş'e gidebilir ve yine yarısı kadar bir sürede geri dönebilir. Mars'a gitmek kaç gün alır, bulunuz?



Şekil 3.66 Dünya ve Mars'ın kalkış ve varış günleri

3- Mars'a olan gezinin, 2016'da yapılmasına karar verilmiştir. Mars'a 27 Ekim'de vardığınıza göre (Enberi'ye varış gününü tahmin ediniz.) Dünya'dan hangi gün ayrılmanız gerekmektedir?

4- Enerji tasarrufu sağlayacak biçimde 27 Ekim 2016'da Mars ve Dünya'nın, Güneş'in çap doğrultusunda karşılıklı bulunamayacağı hesaplamalarla bulunmuştur. Bundan dolayı 27 Ekim yerine 1 Nisanda kalkış yapmaya karar verilmiştir. Bu tarihte Mars Güneş'ten

- 1.41 AB uzaklıkta bulunacaktır. Dolayısıyla Mars'a vardığımız zaman Mars enberide olmayacağından, Mars'a gidiş süresi bir önceki hesaplarımızdan ne kadar fazla olacaktır? (İma edilen uydunun enöte uzaklığının değiştiğidir.)
- 5- 1 Nisan da kalkış yapan uydunun Mars'a iniş tarihi hangi gün olacaktır?

3.9.3 Hızlar

Bir Gezegen'in yörüngesindeki hız formülü aşağıda verilmiştir.

$$V^2 = 30 \text{ km/sn} \times \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)$$

Burada;

V: hız (km/sn)

r: uzaklık (km)

a: yörüngenin yarı büyük eksen uzunluğu dur (km)

Uygulama 3.9c

- 1- Dünya'nın, dairesel kabul edilen yörüngesindeki hızı nedir?
- 2- Güneş'ten 1.41 AB uzakta iken Mars'ın hızı nedir?
- 3- Aşağıdaki formüllerden yararlanarak 1 AB uzaklıkta bulunan uydunun, Mars'a gidiş hızı hesaplanabilmektedir. Bu sayıdan Dünya'nın hızı çıkardığında uydunun Dünya'dan göreceli olarak ne kadar hızlı hareket ettiğini görebiliriz. O halde Uydunun Dünya'nın yerçekiminden kurtulur kurtulmaz. Mars'a ulaşması için hızı ne kadar olmalıdır?

$$V_{\text{bağıl}} = V_{\text{cisim}} - V_{\text{gezegen}}$$

4- 1.41 AB uzaklığına vardığımızda uydunun Mars'a göre bağıl hızı ne olacaktır?

5-Uydu Mars'a vardığında, uydunun hızının Mars'ın hızına eşit olması için, uyduyu hızlandırmaya ya da yavaşlatmaya ihtiyaç olacak mıdır?

3.9.4 Dünya ile iletişim

Uygulama 3.9d

1- Biz Mars'da iken Dünya'da yayın yapan bir radyoyu dinleyebilecek miyiz? Mars'ın Dünya'ya uzaklığı yaklaşık 2.66 AB ($1 \text{ AB} = 1.5 \times 10^{13} \text{ cm}$) ve Radyo sinyalleri $3 \times 10^{10} \text{ cm/sn}$ ışık hızında hareket etmektedir. Bizim radyo mesajımızın Dünya'da en uzak noktaya ulaşması ne kadar zaman almaktadır?

2- Dünyadaki yetkililerle Mars'da bulunan uydu arasında iletişim kurulmaktadır. Dünya'dan sorulan soruların cevabını duyabilmek için ne kadar süre beklenmesi gerekmektedir?

3.9.5 Dönüş

Geriye dönüş için Dünya, yörüngesinde uygun zamana gelinceye kadar beklememiz gerekmektedir. Yani yakıt tasarrufu için transfer yörüngesinde Dünya'nın yörüngesi üzerinde uygun bir pozisyona gelmesini beklemek zorundayız.

Uygulama 3.9e

1- Göndermiş olduğumuz bu uydunun geri dönüşü için de uygun zamanın gelmesini beklemek zorundayız. Hem Dünya'nın yörüngesinde uygun konuma gelmesi hem de Mars'ın yörüngesinde uygun konuma gelmesi gerekmektedir. (Bu aynı zamanda yakıt

tasarrufu için de gereklidir.) Uydunun Mars'ta bekleme süresi içinde bir üst limit vardır. Bu süreyi geçirmemek gerekmektedir. Uydunun bekleme süresine sinodik dönemi denir.

$1/P_{\sin} = (1/P_{\text{dünya}}) - (1/P_{\text{mars}})$ formülünü kullanarak sinodik dönemi bulunuz. (en uzun bekleme süresi)

2- Sonunda eve (Dünya) vardınız. Farz edelim ki Mars'tan ayrılmadan önce $\frac{3}{4}$ sinodik dönemi beklemektesiniz. Bu durumda seyahatin tamamının ne kadar zamanınızı aldığını hesaplayınız.

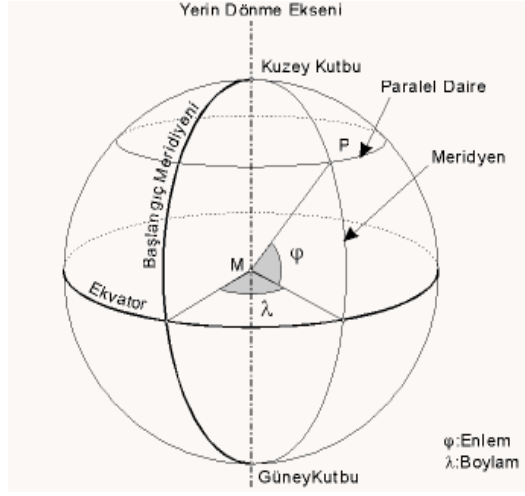
3.10 Zaman

Zaman kavramını anlatmadan önce coğrafi konumdan bahsedilecektir. Herhangi bir yerin Dünya üzerinde bulunduğu alana o yerin coğrafi konumu denir. Coğrafi konum, özel konum ve matematiksel konum olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Özel Konum; herhangi bir yeri diğer yerlerden ayıran, sahip olduğu kendine has özelliklerin tümüne denilmektedir. Ve insanları, çevreyi, ülkelerin ekonomik ve politik durumunu çok yönlü etkilemektedir. Bizi bu bölümde ilgilendiren kısım matematiksel konumdur.

Matematiksel Konum; herhangi bir yerin, Dünya üzerinde bulunduğu alanın, enlem ve boylam dereceleriyle belirtilmesine denilmektedir. Bir başka ifade ile Ekvator'a ve Greenwich'e göre konumudur.

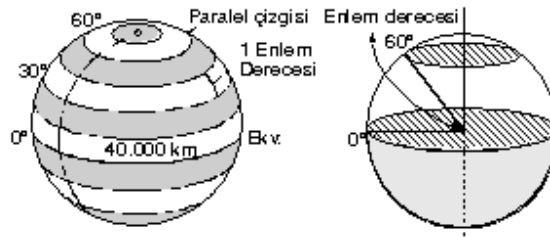
Örneğin: Türkiye $36^\circ - 42^\circ$ kuzey enlemleri (paralelleri) ile $26^\circ - 45^\circ$ doğu boylamları (meridyenleri) arasında bulunmaktadır. Şekil 3.67'da enlem ve boylam görülmektedir.



Şekil 3.67 Dünya üzerinde bir yerin Enlem ve Boylamı

3.10.1 Paralel (Enlem)

Ekvator'a paralel olarak çizildiği var sayılan hayali çemberlere paralel denir. Paralel çemberlerinin, Başlangıç paraleline (Ekvator) olan uzaklığının açı cinsinden değerine ise enlem denir. Enlem ve paralel birbirinin yerine kullanılabilir. Şekil 3.68'de görülmektedir.



Şekil 3.68 Paralel ve Enlem kavramı

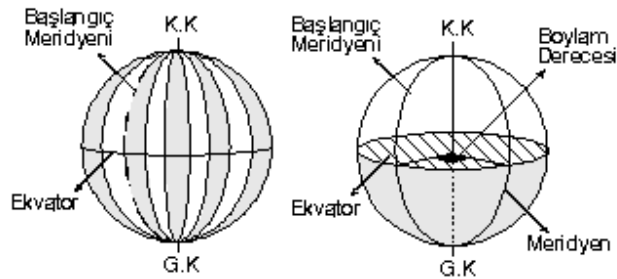
Özellikleri:

- 1- 0° paralel ekvator'dur ve en büyük paralel dairesidir.
- 2- Ekvator'dan kutuplara doğru gidildikçe paralellerin boyları kısalır. Buna karşılık paralel numaraları büyür. 90° paralelleri nokta halindedir.
- 3- Ekvator'un 90 tane kuzeyinde, 90 tane güneyinde olmak üzere, toplam 180 paralel bulunur. Paraleller doğu-batı doğrultusunda uzanır.
- 4- İki paralel arası uzaklığa bir enlem derecesi denir. Her paralel dairesi 60 dakikaya, her dakika 60 saniyeye bölünmüştür.
- 5- Ardışık iki paralel arası uzaklık yaklaşık olarak 111 km'dir. Bu uzaklıktan yararlanarak kuzey güney doğrultusunda ve aynı meridyen üzerinde bulunan iki nokta arasındaki uzunluk hesaplanabilir.

Enlem'in Dünya üzerinde birçok etkileri vardır. Bu tez'de bizi ilgilendiren kısmı ise, Güneş ışınlarının düşme açısının, gece ile gündüz arasındaki zaman farkına sebep olmasıdır.

3.10.2 Meridyen (Boylam)

Ekvatoru dik kesen ve kutuplarda birleşen hayali yarım çembere meridyen denir. Meridyenlerin, başlangıç meridyenine Greenwich'den olan uzaklığının açı cinsinden değerine ise boylam denir. Meridyen ve boylam birbirinin yerine kullanılabilir. Şekil 3.69' de gösterilmektedir.



Şekil 3.69 Meridyen ve Boylam kavramı

Özellikleri:

- 1- Başlangıç meridyeni İngiltere'nin başkentindeki Greenwich istasyonundan geçen meridyendir. Meridyen dereceleri Greenwich'ten doğuya ve batıya doğru gittikçe büyür.
- 2- Meridyenler kuzey-güney doğrultusunda uzanır ve bütün meridyenler kutuplarda birleşirler.
- 3- Başlangıç meridyenini 180 tane doğusunda, 180 de batısında olmak üzere, toplam 360 meridyen vardır.
- 4- İki meridyen arası uzaklığa bir boylam derecesi denir. Koordinatlarla bir yeri daha iyi belirleyebilmek için, her meridyen derecesi 60 dakikaya, her dakika 60 saniyeye bölünmüştür.
- 5- Ekvator üzerinde iki meridyen arası uzaklık 111 km'dir. Kutuplara doğru gidildikçe bu uzaklık azalır. Bütün meridyenlerin boyları birbirine eşittir.
- 6- Aynı meridyen üzerinde bulunan bütün noktaların (Güneş karşısından aynı anda geçtiklerinden) yerel saatleri aynıdır.
- 7- Ardışık iki meridyen arasındaki yerel saat farkı 4 dakikadır.

Boylamın Dünya üzerindeki en belirgin etkisi, yerel saat farkını oluşturmastır.

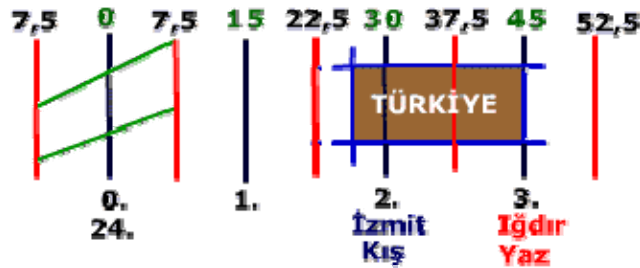
3.10.3 Yerel Saat

Bir yerin kendine özgü saatidir. Güneş'in ufuk çizgisindeki konumuna göre belirlenir. Güneş ufuk çizgisinde en yüksek konuma geldiğinde o yerin yerel saati 12:00'dir. (Öğle Vakti; Güneş'in en tepe olduğu ana ya da gölge boyunun en kısa olduğu ana denir). Dünyamız kendi eksenini çevresinde batıdan doğuya doğru döndüğü için doğudaki bir merkezde Güneş erken doğar, erken batar. Batıdaki bir merkezde ise geç doğar geç batar. Sonuçta doğudaki bir meridyenin yerel saati her zaman daha ileridir.

3.10.4 Ortak saat (Ulusal Saat)

Çalışma hayatında, yerel saatlerin hepsini kullanmak mümkün değildir. Ticari ve ekonomik ilişkilerin kolaylaştırılması, haberleşme ve ulaşım hizmetlerinin hızlı ve düzenli bir biçimde yapılabilmesi için, yerel saatten farklı olarak, ortak saat ya da ulusal saat uygulamasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle her ülkenin, kendine en uygun meridyenin yerel saatini bütün ülke sınırlarında geçerli hale getirmesi ile oluşan saate ortak saat adı verilmektedir. Bunun için Dünyamız 15°'lik meridyen yayları şeklinde 24 saat dilimine ayrılmıştır. Her saat diliminde de tam ortadan geçen meridyenin, yerel saati ortak kabul edilmiştir. Saat dilimlerinde de başlangıç olarak Greenwich'in 7,5° doğu ile 7,5° batı meridyenleri alınmıştır. Şekil 3.70'da saat dilimleri ve meridyenler görülmektedir.

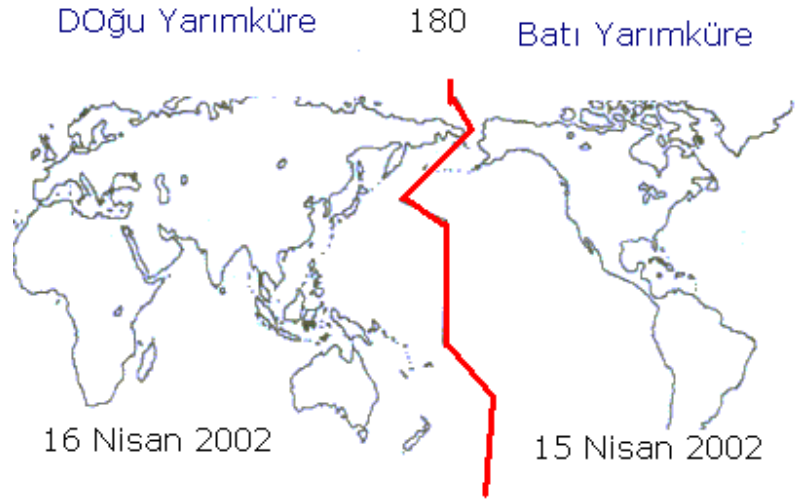
Doğu- Batı doğrultusunda geniş olan ülkeler (A.B.D, Kanada, Çin, vb.) ise aynı anda tek ortak saat kullanmaktadırlar. Türkiye'de 1978 yılına kadar, 2. saat diliminde yer alan 30° Doğu meridyeninin yerel saati ortak saat olarak kullanılmıştır. 1978 yılından sonra, güneş ışınından daha fazla yararlanarak enerji tasarrufu sağlamak amacıyla, ileri ve geri saat uygulamasına geçilmiştir. Yani, yaz döneminde 3. saat dilimine giren 45° doğu meridyeninin yerel saati esas alınarak ileri saat uygulamasına geçilmiştir. Kış döneminde ise 2. saat dilimine giren 30° doğu meridyeninin yerel saati esas alınarak geri saat uygulamasına geçilmiştir. Artık Türkiye'de de ortak saat uygulamasına geri dönülmesi düşünülmektedir. Bu geçerli olduğunda 37,5° dereceye karşılık gelen saat dilimi kullanılacaktır.



Şekil 3.70 Türkiye'nin bulunduğu saat dilimleri

3.10.5 Tarih değiştirme çizgisi

Dünya'nın doğu ve batı yarım kürelerinin uç noktalar arasında bir günlük zaman farkı vardır. Bu nedenle, başlangıç meridyeninin devamı olan 180° meridyeni, tarih değiştirme çizgisi olarak kabul edilmiştir. Tarih değiştirme çizgisi ve saat dilimleri ülke sınırlarına göre çizildiğinden meridyenlere tam uygun olarak uzanış göstermezler. Girinti-çıkıntı oluştururlar. Zaten aksi takdirde olsaydı aynı ada üzerinde bir taraf pazartesi gününü yaşarken bir taraf salı gününü yaşardı. şekil 3.71'de tarih değiştirme çizgisi görülmektedir ve 180° meridyeni üzerindedir.



şekil 3.71 Tarih Değiştirme Çizgisi

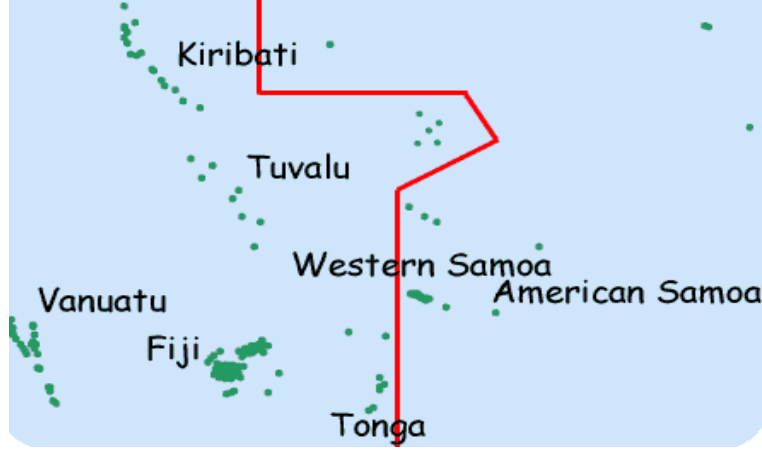
şekil 3.72'de hem gün değişimi hem de tarih değişimi Dünya üzerinde görülmektedir. Gece-gündüz değişimi ile tarih değişim çizgisi şekil 3.72'de görüldüğü gibi farklı konumlarda olabilir, aynı boylam üzerinde olmayabilir. Dünya ve Güneş'in hareketine bağlı olarak bu çizgilerin konumu sürekli değişmektedir.



Şekil 3.72 Tarih ve Gün değişimi

Uygulama 3.10a “Tarih değiştirme çizgisi”

- 1-Tarih değiştirme çizgisi nedir? Doğudan batıya geçerken ya da batıdan doğuya geçerken takvim yaprağı yırtılır mı yoksa yırtılan yapraktaki günün tarihi tekrardan kullanılabilir mi? Dünya’daki tüm ülkelerde aynı anda aynı takvim tarihi (örneğin; 22 Temmuz 2008) yaşanır mı?
- 2- Hangi ülkelerde gün ışığı uygulamasından yararlanılmaktadır?
- 3- Hangi yarı kürelerde tarih bir gün ileri veya bir gün geri olmaktadır?
- 4- Aşağıdaki Şekil 3.73’de tarih değiştirme çizgisi görülmektedir. Bu şekilden yararlanarak aşağıdaki Çizelge 3.9’u doldurunuz.

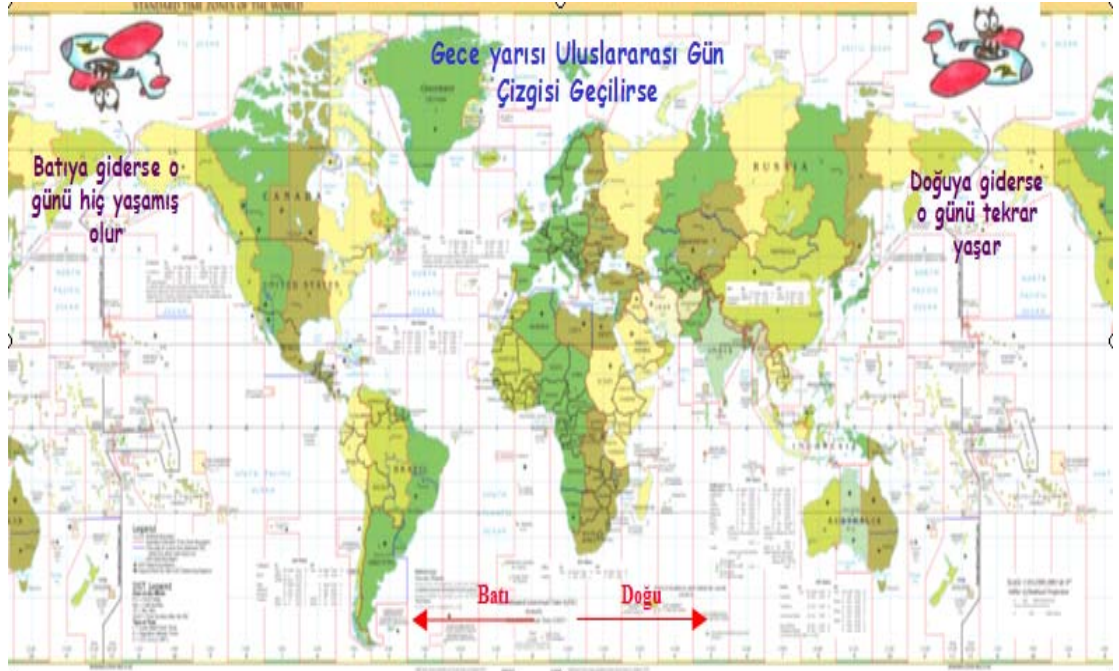


Şekil 3.73 Tarih Değiştirme Çizgisi

Çizelge 3.9 Tarih Değiştirme Çizgisine göre belirleyeceğiniz tarihler

Fiji ülkesinde tarih ve zaman	Tonga ülkesinde tarih ve zaman	Western Samoa ülkesinde tarih ve zaman
22 Ocak saat 04:09		

5- Bir kişi uçak ile doğudan batıya doğru tüm Dünyayı dolandığında, her 15° boylam için saatinden 1 saat çıkarmalıdır. Tarih değiştirme çizgisini bölge zamanı ile birlikte ele alması gerekmektedir. Cumartesi gecesi tam saat 00:00'da Kiribati'de bulunan bir kişi gün çizgisinin batısına geçerse 1 gün sonrasına geçer. Yani, Pazar saat 00:00 olur. Gün çizgisinin doğusuna geçerse 1 gün gerisine geçer. Yani, Cumartesi saat 00:00 olur. O halde bu kişi iki kere yılbaşı partisi kutlamak istiyor, gün çizgisinden nasıl yararlanabilir? Şekil 3.74'den yararlanabilirsiniz.



Şekil 3.74 Tarih Değiştirme Çizgisi gece yarısı geçilir ise

6- Gün çizgisinin bulunduğu yerdeki ülkeler, boğazlar ve okyanusları araştırınız. Nelerdir?

3.10.6 Zaman kavramını anlayabilmek için bazı tanımlar

Sağaçıklık (α): Bölüm 2.15’de sağ açıklık tanımı verilmiştir. Sağ açıklığın, yerküre için kullanılan boylamdan farkı değerlerinin derece değil, saat olarak verilmesidir. Bunun nedeni; gök koordinatları, hareketli değildir yani, Dünya’nın kendi etrafında döndüğü gibi, gökyüzü de kendi çevresinde dönmez. Buna karşılık biz, Dünya ile birlikte döndüğümüzden, gökyüzünü yeryüzünden gözlediğimizde, 24 saatlik periyotla döndüğünü görmekteyiz. Çünkü Dünya kendi eksenini etrafında 24 saatte bir dönmektedir. Sağ açıklık değerleri 0^{sa} ile 24^{sa} arasında değer almaktadır. Bundan dolayı Dünya, kendi çevresinde dönen dev bir saate benzetilebilir. Gökyüzü her saat sağ açıklığını bir saat değiştirir.

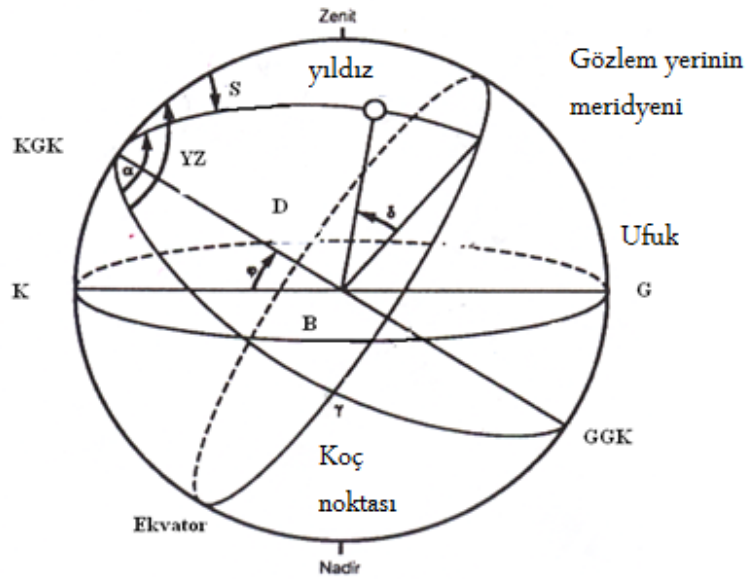
Koç Noktası (γ): Güneş'in görünen yıllık hareketinde 21 mart tarihinde gelmiş olduğu noktaya verilen addır. Bu nokta ekliptik ile gök ekvatorunun kesim noktalarından biridir. Bir gök cismi gözlemcinin meridyeninde bulunduğu zaman yıldız zamanı 0^{sa} dir. Güneş ilkbahar mevsiminin ilk gününde burada bulunur.

Yıldız Günü (Sideral Gün): Koç noktasının meridyenimizden ardı ardına iki geçişi arasındaki zaman aralığına denir (koç noktası yerine bir yıldız alınabilir.)

Yıldız Zamanı (Sideral Zaman): Koç noktasının saat açısıdır. Yıldız zamanı, Koç noktasının saat açısı sıfır iken, yani koç noktası üst geçişte iken başlar. Herhangi bir yıldızın sağa açıklığı ve bir gözlem yeri için saat açısı bilindiğinde o gözlem yeri için anlık yıldız zamanı bulunabilir. Dolayısıyla, yıldız zamanı gözlemcinin yerel boylamına bağlıdır.

$$YZ (\text{Yıldız Zamanı}) = s (\text{Saat Açısı}) + \alpha (\text{Sağ Açıklık})$$

Biliyoruz ki Yer eksenini etrafında bir tam dönüşünü 360° (veya 24 saatte) tamamlamaktadır. O halde bir yıldız 15° doğu boylamı gözlemcinin meridyeninde yer aldığı anda, saat açısı $s+15^\circ$ veya $s+1^{\text{sa}}$ olacaktır. 15° batı boylamı gözlemcinin meridyeninde yer aldığı anda ise saat açısı $s-15^\circ$ veya $s-1^{\text{sa}}$ olacaktır. ($1^{\text{sa}} = 15^\circ$)
Şekil 3.75'de bu tanımlar gösterilmektedir.



Şekil 3.75 Gök küresi üzerinde saat açısı ve yıldız zamanı kavramları

α = sağıklık (rektesansyon)

δ = dikaıklık (deklınasyon)

φ = enlem

s = saat açısı

YZ = yıldız zamanı

Gerçel Güneş zamanı: Güneş'in meridyenden ard ardına iki geçişi arasındaki zaman aralığına Görünen veya Gerçel Güneş Günü denir. Fakat bu zaman aralığı bir zaman birimi olarak kullanılmaz. Çünkü Yer Güneş etrafında eliptik bir yörünge çizmektedir. Bundan dolayı Perihel'de iken daha hızlı, Afel'de iken daha yavaş hareket etmektedir. Güneş'in daha hızlı ve daha yavaş hareket ediyor gibi görünmesinin diğer bir nedeni de Ekliptik'in Ekvator'a göre eğik olmasıdır. Bu nedenle de Güneş'in görünen hareketi düzgün değildir. Yani, gerçel Güneş günlerinin uzunlukları sabit değildir. Yıl boyunca değişmektedir.

Ortalama Güneş zamanı: Güneş'in anlatılan düzensiz hareketleri ve zamanın Ekvator üzerinde ölçülmesi astronomları gerçekte var olamayan bir Güneş tanımlamaya yöneltir. Bu teorik Güneş'in şu koşulları sağlaması istenir.

1- Ekvator üzerinde, gerçek Güneş'in ortalama açısal hızına eşit sabit bir hızla düzgün dairesel bir hareket yapsın.

2-Yıllık dolanımını gerçek Güneş'le aynı sürede tamamlasın. Bu şekilde tanımlanan ortalama Güneş'in saat açısına 12^{sa} ilavesi ile ortalama Güneş zamanı bulunur.

Bir yıl boyunca ortalama Güneş, gerçek Güneş'in gerisinde kaldığı gibi ilerisinde de bulunabilir. Ortalama Güneş'in saat açısına, Ortalama Güneş zamanı denir. Ortalama Güneş'in bir yerin meridyeninden art arda iki geçişi arasında kalan zaman, bir ortalama Güneş günüdür. Günlük işlerimizde ve kolumuzda kullandığımız saat ortalama Güneş zamanıdır.

Boylam Düzeltmesi: Ortalama Güneş zamanı aynı boylamda bulunan insanlar için Yerel ortalama bir zamandır. Standart zaman kolumuzdaki saatler tarafından gösterilen bulunduğumuz saat diliminin standart meridyenin ortalama Güneş zamanıdır. Ortalama zamanı, boylam düzeltmesini çıkartarak standart zaman haline getirebiliriz.

Boylam düzeltmesi için iki yöntem vardır.

- 1) Greenwich meridyenine göre düzeltme
- 2) Saat diliminin standart meridyenine göre düzeltme

Uygulama 3.10b

1- Listedeki yıldızların saat açısını teleskop kullanarak bulunuz. Gözlem sonuçlarını çizelge 3.10'a kaydediniz. Gözlemlenen yıldızın saat açılarını hesaplarken yıldızın meridyeninizin doğusunda ya da batısında olduğuna dikkat ediniz.

Çizelge 3.10 Saat açısı, Standart Zaman ve Yıldız zamanının sonuçları

Yıldız	Sağ Açıklık α (2010,0)	Deklinasyon δ (2010,0)	Standart Zaman	Saat Açısı (S)	Yıldız Zamanı (YZ)
Caph: β Cassiopeiae	00 ^{sa} 09 ^{dk} 44 ^{ss}	+59°12'			
Mirfak: δ Persei	03 ^{sa} 43 ^{dk} 37 ^{ss}	+47°49'			
Sirius: αCanis Majoris	06 ^{sa} 45 ^{dk} 33 ^{ss}	-16°44'			
Regulus: α Leonist	10 ^{sa} 08 ^{dk} 56 ^{ss}	+11°55'			
Spica: α Virginis	13 ^{sa} 25 ^{dk} 44 ^{ss}	-11°13'			
Antares: α Scorpius	16 ^{sa} 30 ^{dk} 01 ^{ss}	-26°27'			
Altair: α Aquilae	19 ^{sa} 51 ^{dk} 17 ^{ss}	+08°54'			

2- Denklemden yıldız zamanını bulunuz.

Yıldız zamanı = Saat Açısı + Sağ açıklık

$YZ = S + \alpha$

Sonuçları tabloya yazınız.

Ayrıca yukarıda verilen gök cisimlerinin meridyenden geçiş anında $S = 0$ olduğunu biliyoruz. Gök cismi bu konumda iken; $YZ = \alpha$ eşitliğinin gerçekleştiğini gösteriniz.

3- Standart Zaman ve Yıldız Zamanının ortalama değerini hesaplayın ve bunları izelge 3.11'a kaydediniz.

Çizelge 3.11 Standart zaman ve yıldıız zamanı

Standart Zaman	
YZ (Yıldıız Zamanı)	

4- Öğretmeniniz Astronomical Almanac (U.S Naval Observatory) adında yılda bir yayınlanan dergiden bugünün tarihi için Güneş'in α 'sını temin edecektir. Hesapladığınız yıldıız zamanlarını da (YZ) kullanarak Güneşin saat açısını (s) bulunuz. Yerel Güneş Zamanını tanımlayarak değerini bulunuz. Çizelge 3.12'e yazınız.

$YZ_{\odot} = S_{\odot} + \alpha_{\odot}$ formülünden $S_{\odot}$ bulunur ve Güneş zamanı = $S_{\odot} + 12^{sa}$ güneş zamanını bulmuş oluruz.

Çizelge 3.12 Yerel Güneş zamanı

Güneşin Sağ Açıklığı	
Yerel Güneş Zamanı	

Standart ya da Bölge Zamanı: Yukarıda tanımlanan ortalama Güneş'in saat açısına 12 saat ilave edilmesi ile Ortalama Güneş zamanı bulunur. Günlük hayatımızda biz ortalama Güneş zamanını kullanırız. O halde yıldıız zamanı ile ortalama Güneş arasındaki bağıntı aşağıdaki gibidir.

$$YZ = S_{og} + \alpha_{og}$$

Zaman Denklemi: Herhangi bir an için zaman denklemi, o ana ait gerçek güneş zamanı ile ortalama güneş zamanı arasındaki farktır.

$$E(t) = S_o - S_m \text{ (ortalama Güneş zamanı – gerçek Güneş zamanı)}$$

Bölge zamanının merkezi ve gözlemsel noktalar arasındaki farklılıklar için boylamsal düzeltme yapılır.

$$\text{Boylam Düzeltmesi} = (\text{Boylam} - \text{Bölge Zaman Merkezinin Boylamı}) / 15(^{\circ}/\text{sa})$$

Bu değer saat, dakika ve saniye için hesaplanacaktır.

5- Zaman denklemini düzeltilmiş boylamlara uygulayınız ve güneşin saat açısını bularak aşağıdaki çizelge 3.13'e yazınız.

Çizelge 3.13 Güneş'in saat açısı

Standart Zaman	
Zaman Denklemi	
Güneşin Saat Açısı	

6- Aşağıda verilen denklemden yararlanarak Standart Zamanı hesapla.

$$\text{Standart Zaman} = \text{Güneşin Saat Açısı} + \text{Boylam Düzeltmesi} - E(t) + 12^{\text{sa}}$$

7- Burada hesapladığınız standart zamanı 1. bölümde hesapladığınız standart zamanla karşılaştırınız. Hata değerlerini karşılaştırınız.

8- Hatanın nedenlerini tartışınız.

3.11 Mevsimler

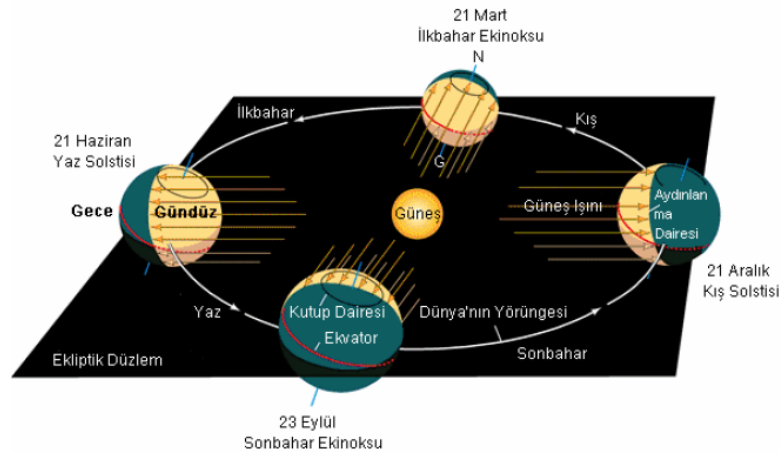
3.11.1 Güneş ışığının miktarı ile ilgili bulgular, yaz ve kış gün dönümleri

Yer'in iki farklı hareketi vardır. Bunlardan biri kendi etrafında dönmesi, diğeri ise Güneş etrafında dolanmasıdır. Yerin kendi eksenini etrafında yaptığı hareketine günlük hareket, Güneş etrafında yaptığı hareketine de yıllık hareket denilmektedir. Mevsimler bir yılın farklı astronomik ve iklimsel özelliklere sahip olan bölümleridir. ılıman iklim görülen orta paralellerde İlkbahar, Yaz, Sonbahar ve Kış olmak üzere diye 4 farklı mevsime ayrılırlar. Kutuplarda ve kutuplara yakın paralellerde bir yıl sadece Yaz ve Kış mevsimi diye ikiye ayrılır. Mevsimlerin oluşmasının temel sebepleri; Yer'in Güneş etrafında dönmesi ve Yer'in ekvatorunun yörünge düzlemine göre $23^{\circ}27'$ eğimli olmasıdır (Şekil 3.76).

Kuzey ve Güney yarım kürelerin farklı zamanlarda ısınıp soğumasının temel nedeni, Güneş ışınlarının yeryüzüne düşme açılarıdır. Dünya'nın Güneş'e en uzak olduğu aylar olan Haziran ve Temmuz aylarında kuzey yarımkürede yaz mevsimi yaşanır. Bunun nedeni Haziran ayında Güneş ışınlarının kuzey yarımkürede yere değme açısının büyümesidir. Kuzey yarımkürede Yaz yaşanırken, Güney yarımküre Kış'ı yaşamaktadır. Aynı şekilde birinde Sonbahar yaşanırken diğesinde ilkbahar yaşanmaktadır. Çizelge 3.14' de yarımküreler ile birlikte mevsimlerin değişimi görülmektedir.

Çizelge 3.14 Mevsim değişimleri

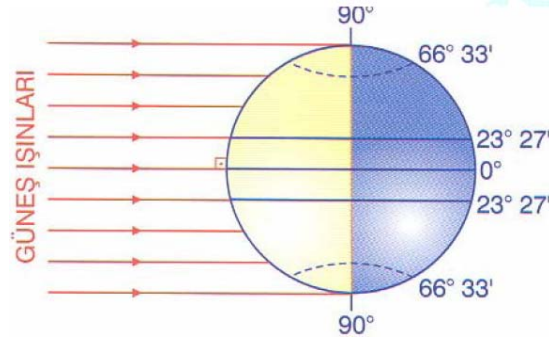
Kuzey Yarımküre	Güney Yarımküre	Mevsim Sınırları
İlkbahar	Sonbahar	21 Mart – 21 Haziran
Yaz	Kış	21 Haziran – 23 Eylül
Sonbahar	İlkbahar	23 Eylül – 21 Aralık
Kış	Yaz	21 Aralık – 21 Mart



Şekil 3.76 Dünya'nın Güneş çevresinde $23^{\circ}27'$ eğiklikle Ekliptik düzlemi üzerindeki hareketi ve mevsimlerin oluşumu

Dünya'nın dönme eksen eğikliği ve yıllık hareketine bağlı oluşan mevsimlerin başlangıçlarının özel adları vardır. 21 Mart ve 23 Eylül tarihlerine Ekinoks, 21 Aralık ve 21 Haziran tarihlerine ise gündönümü adı verilir. Gündönümü (Solstis) tarihleri gündüz sürelerinin uzamaya veya kısalamaya döndüğü tarihlerdir. Ekinoks tarihleri ise Güneş ışınların Ekvatora dik düştüğü ve bütün Dünyada gece ve gündüz sürelerinin eşit olduğu tarihlerdir.

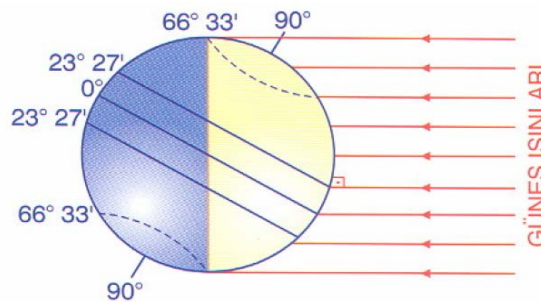
21 Mart (İlkbahar Ekinoksu): Bu tarihte Dünya'nın dönme eksen eğikliği etkisi ortadan kalkar ve Güneş ışınları Ekvatora dik gelir. Şekil 3.77'de Güneş ışınlarının 21 Mart'ta Dünya'ya geliş açısı gösterilmektedir. Bu tarihte $\alpha_{\odot} = 0^{\text{sa}}$ ve dikaçıklık 0° dir.



Şekil 3.77 Güneş ışınlarının 21 Mart'ta Dünya'ya geliş açısı

Bu tarihte Güneş ışınları öğle vakti ekvatora dik açı ile düşmekte ve Dünya'nın her yerinde gece ve gündüz süreleri birbirine eşit olmaktadır. Güneş her iki kutuptan da görülmektedir. 21 Mart'tan sonra ilerleyen günlerde ise kuzey yarımkürede gündüzler gecelerden; güney yarımkürede geceler gündüzlerden daha uzun olmaktadır. Kuzey yarımkürede ilkbahar, güney yarımkürede sonbahar başlangıcıdır. Gölge boyu ekvator'da 0, ekvator'la 45° enlemi arasında cismin boyu gölgesinin boyundan uzundur. 45° enlemlerinde cismin boyu gölge boyuna eşittir. 45° - 90° enlemleri arasında ise gölge boyu cismin boyundan uzundur.

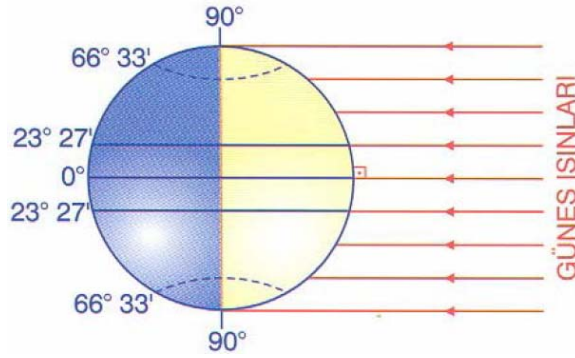
21 Haziran (Yaz gündönümü): Bu tarihte Dünya'nın yörünge eksen eğikliği kuzey yarımkürede Güneş'e yöneliktir ve Güneş ışınları, öğle vaktinde Yengeç dönencesine ($23^\circ 27'$ kuzey paraleline) dik gelmektedir. Şekil 3.78'de Güneş ışınlarının 21 Haziran'da Dünya'ya geliş açısı gösterilmektedir. Bu tarihte $\alpha_\odot = 6^{\text{sa}}$ ve $\delta_\odot = 23^\circ 27'$ dir.



Şekil 3.78 Güneş ışınlarının 21 Haziran'da Dünya'ya geliş açısı

Ekvator'dan Güney'e gidildikçe geceler uzar, gündüzler kısalır; Kuzey'e gidildikçe gündüzler uzar geceler kısalır. Bu tarih Kuzey yarımküre'de Yaz, Güney yarımküre'de Kış başlangıcıdır. Kuzey kutup dairesinin tamamı Güneş görürken, Güney kutup dairesinin tamamı karanlıkta kalır. Kuzey yarımkürede en uzun gündüz, en kısa gece; Güney yarımkürede en kısa gündüz, en uzun gece yaşanmaktadır. Bu tarihten sonrada Kuzey yarımkürede gündüzler kısaltmaya, geceler uzamaya; Güney yarımkürede gündüzler uzamaya, geceler kısaltmaya başlar. Bu tarihte Kuzey yarımkürede gölge boyu en kısa, Güney yarımkürede gölge boyu en uzun durumdadır. Bu tarihten sonra ise Kuzey yarımkürede Güneş ışınlarını geliş açıları küçülmeye; Güney yarımkürede büyümeye başlar.

23 Eylül (Sonbahar Ekinoksu): Bu tarihte Dünya'nın yörünge eksen eğikliğinin etkisi ortadan kalkar ve Güneş ışınları ekvatora dik gelir. Şekil 3.79'de Güneş ışınlarının 23 Eylül'de Dünya'ya geliş açısı gösterilmektedir. Bu tarihte $\alpha_{\odot} = 12^{\text{sa}}$ ve $\delta_{\odot} = 0^{\circ}$ dir.



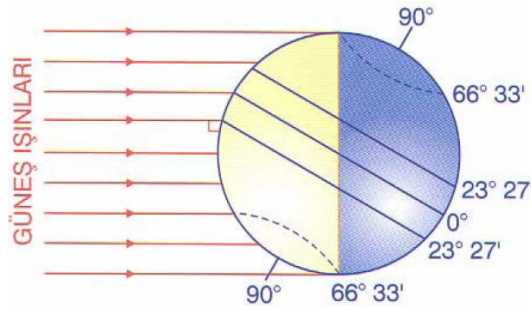
Şekil 3.79 Güneş ışınlarının 23 Eylül'de Dünya'ya geliş açısı

Bu tarihte Güneş ışınları öğle vakti Ekvatora dik açı ile düşmekte ve Dünya'nın her yerinde gece ve gündüz süreleri birbirine eşit olmaktadır. Güneş her iki kutuptan da görülmektedir. Kuzey yarımkürede Güneş daha erken batmaya, Güney yarımkürede ise daha erken doğmaya başlar. 23 Eylül'den sonra ilerleyen günlerde ise kuzey yarımkürede geceler

gündüzlerden; Güney yarımkürede gündüzler gecelerden daha uzun olmaktadır. Kuzey yarımkürede Sonbahar, Güney yarımkürede İlkbahar başlangıcıdır.

Gölge boyu Ekvator'da 0, Ekvator'la 45° enlemi arasında cismin boyu gölgesinin boyundan uzundur. 45° enlemlerinde cismin boyu gölge boyuna eşittir. 45° - 90° enlemleri arasında ise gölge boyu cismin boyundan uzundur.

21 Aralık (Kış gündönümü): Bu tarihte Dünya'nın yörünge eksen eğikliğinin etkisi ile Güney yarımküre Güneş'e yöneliktir ve Güneş ışınları Oğlak Dönencesi'ne dik gelmektedir. Şekil 3.80'de Güneş ışınlarının 21 Aralık'da Dünya'ya geliş açısı gösterilmektedir. Bu tarihte $\alpha_\odot = 18^{\text{sa}}$ ve $\delta_\odot = -23^\circ 27'$ dir.

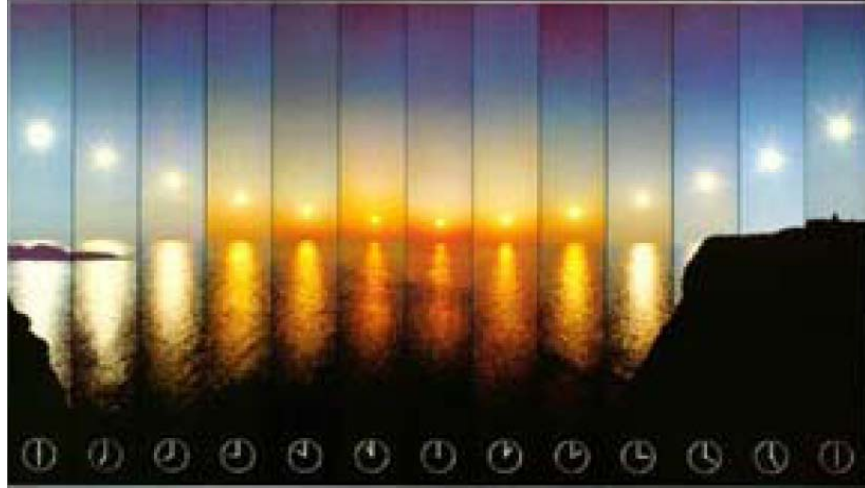


Şekil 3.80 Güneş ışınlarının 21 Aralık da Dünya'ya geliş açısı

Ekvator'dan kuzeye gidildikçe geceler uzar, gündüzler kısalır; güneye gidildikçe gündüzler uzar geceler kısalır. Bu tarih kuzey yarımkürede Kış, Güney yarımküre'de Yaz başlangıcıdır. Güney kutup dairesinin tamamı Güneş görürken, Kuzey kutup dairesinin tamamı karanlıkta kalır. Kuzey yarımkürede en kısa gündüz, en uzun gece; Güney yarımkürede en uzun gündüz, en kısa gece yaşanmaktadır. Bu tarihten sonrada Kuzey yarımküre'de gündüzler uzamaya, geceler kısaltmaya; Güney yarımkürede gündüzler kısaltmaya, geceler uzamaya başlar. Bu tarihte kuzey yarımkürede gölge boyu en uzun, güney yarımkürede gölge boyu en kısa durumdadır. Bu tarihten sonra ise kuzey

yarımkürede Güneş ışınlarının geliş açıları büyümeye; güney yarımkürede ise küçülmeye başlar.

21 Mart-23 Eylül tarihleri arasında kuzey kutup noktası civarında 6 ay gündüz, güney kutup noktasında ise 6 ay gece yaşanır. 23 Eylül- 21 Mart tarihleri arasında kuzey kutup noktası 6 ay gece, güney kutup noktasında ise 6 ay gündüz yaşanmaktadır. Şekil 3.81’de böylesi bir durumda Güneş’in gece yarısında batmadan gökyüzünde tekrar yükselişi görülmektedir. Gece yarısı anında Güneş’in gökyüzünde izlenebilir olduğu bu duruma “Geceyarısı Güneş’i” denir.



Şekil 3.81 Kutuplara yakın enlemlerde “Geceyarısı Güneş’i”

Uygulama 3.11a “Mevsimlerin oluşumu”

1- Yaşadığınız şehrin enlemi için bir gök küresi çizip, bu gök küresi üzerinde Güneş’in bir yıl içinde izlediği yolu (ekliptik) çizerek üzerinde Yaz gündönümünü gösteriniz? Yeryüzünde ufuk düzleminde bulunan kişinin bulunduğu noktaya dik olan doğrunun Ekvator düzlemi ile yaptığı açığa o noktanın coğrafi enlemi denildiği, ayrıca enlemin gök kutupları

doğrultusu (yani Yer'in dönme eksenini doğrultusu) ile ufuk düzlemi arasında kalan açı olduğunu da hatırlayınız.

2- Hangi tarihlerde Kuzey kutbunda 6 ay gece, 6 ay gündüz olmaktadır? Gök küresi üzerinde çizerek gösteriniz. Güney kutbu için de gösteriniz.

3- Güneşin doğuşundan batışına yarım saat zaman aralıklarında gök küresinde Güneş'in yüksekliklerini ölçünüz. (Yükseklik: yıldızların ufuktan olan uzaklığıdır.) Şekil 3.83'de görülmektedir. Meridyen'in simetri özelliğinden yararlanarak bulduğunuz yükseklikleri kaydediniz.

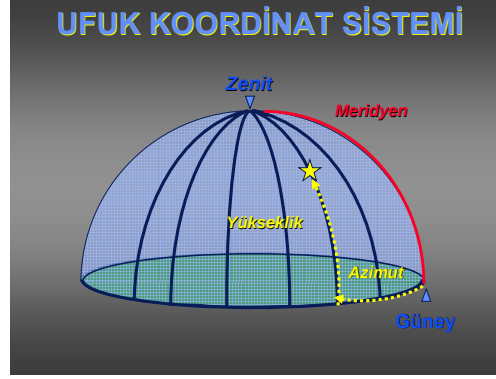
Güneş'in batışının Azimut ve Saat açısı değerlerini kaydediniz.

Azimut: Gözlem yerinin meridyeni ile yıldızın meridyeninin bulunduğu düzlem arasındaki açıdır. Güney noktasından itibaren negatif yönde (batı) 0° dan 360° ye kadar ölçülür. Gök cisminin ufuk koordinatları günlük hareket boyunca değişmektedir. Şekil 3.83'de görülmektedir.

Saat açısı: Yıldızdan geçen düşey dairenin saat yönünde, meridyenden olan açısal uzaklığıdır. Saat açısı Batı yönünde 0-24 saat arasında ölçülür. Gök cisminin Ekvator koordinatlarından saat açısı günlük hareket boyunca değişmektedir. Şekil 3.82'de görülmektedir.



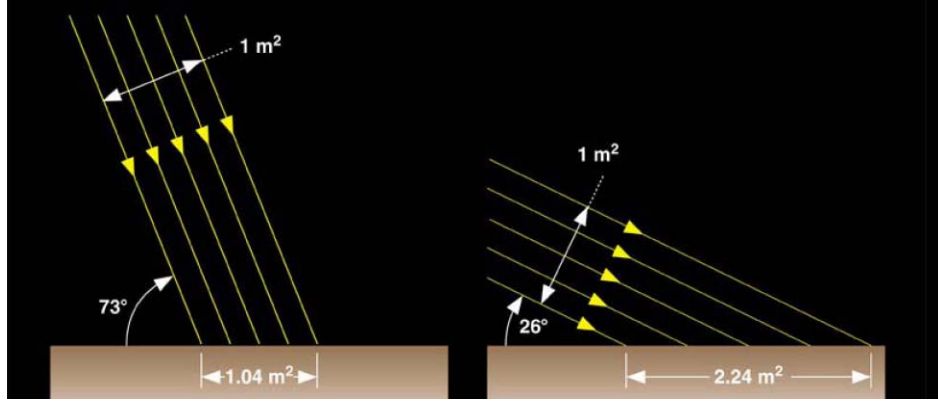
Şekil 3.82 Saat açısı Ekvator düzlemi üzerindedir.



Şekil 3.83 Azimut ufuk düzlemi üzerindedir.

Dünya sürekli Batı'dan Doğu'ya doğru dönmektedir. Güneş sabah doğu ufku civarında bir yerden doğar, gün boyunca ufuk üzerinde yükselir, gözlem yeri meridyeni üzerine geldiğinde ise en büyük ufuk yüksekliğine ulaşır. Bu noktadan sonra sürekli alçalarak doğu ufkunda doğduğu noktaya simetrik, Batı ufkundaki bir noktadan batmaktadır. Bu yükseklik değişimini yukarda yapmış olduğunuz gözlemler sonucunda görebilirsiniz. Esasen Güneş yerinde durmaktadır. Güneş'in doğup batması gibi bir olay yoktur. Doğup batma gibi görünen bu olay aslında Dünya'nın günlük hareketidir. Gözlem yeri ve mevsime bağlı olarak Güneş'in doğup battığı noktalar da değişiklik gösterirler.

4- Güneş'in hesapladığınız tüm yükseklikleri için Güneş ışınlarının yeryüzünde ne kadarlık bir alana yayıldığını bulunuz, Güneş'i tam tepemizde bulunduğundaki alan ile karşılaştırınız. Aşağıdaki Şekil 3.84'i inceleyiniz.



Şekil 3.84 Güneş ışınlarının farklı açılarla yeryüzüne düşmesi ve yeryüzünde kapladığı alan

Güneş ışınlarının Dünya yüzeyindeki kapladığı alanlar arasındaki ilişkiyi yorumlayınız. $0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ, 80^\circ, 90^\circ$ yükseklikleri için X ve L değerlerini cetvelle ölçüp, aşağıdaki gibi bir Çizelge 3.15'e yerleştiriniz (trigonometriden yararlanabilirsiniz).

Çizelge 3.15 Güneşin farklı yüksekliklerine karşı ölçülen X ve L değerleri

Yükseklik	X	L	L / X
0°			
10°			
30°			

L değerini sabit tutarak hesapladığımız X değerleri yani Güneş ışınlarının Dünya üzerinde kapladığı alanları kullanarak L / X (göreceli Güneş ışığı) değerlerini hesaplayıp. Çizelge 3.15'e yazınız.

$$L/X = \text{Eğik gelen Güneş ışığı} / \text{Zenit'ten gelen Güneş ışığı}$$

Güneş'in yüksekliğine karşı göreceli Güneş ışığının grafiğini çiziniz. Ve grafikteki değişimleri yorumlayınız.

Güneş tam tepemizde olsaydı bu oran ne olurdu?

5- Alıştırma 4’de grafiğini çizdiğiniz eğriyi kullanarak alıştırma 3’de kaydettiğiniz her bir Güneş yüksekliği için L/X ‘i elde ediniz.

6- Kış gün dönümünde Güneş’in pozisyonları için yukarıdaki tüm adımları tekrar ediniz.
(deklınasyon -23.5°)

7- Güneş ışınlarının Yaz gündönümü miktarının kış gündönümü miktarına oranını bulunuz?

8- Güneş ışınlarının Dünya’ya geliş açılarındaki bu eğikliğin mevsimlerin oluşmasına neden olduğunu yaptığımız uygulamayı da kullanarak açıklayınız.

9- Yaşadığınız yer için gündönümü ve ekinokslarda Güneş’in bulunduğu konumlardaki azimutları ve saat açılarını karşılaştırınız.

10- Güneş ufuktan 18° aşağıda iken; bu duruma özel bir isim verilmektedir. Astronomik Tan olarak tanımlayınız. Sizin bölgendeki en uzun kış ya da yaz gündönümü hangisidir? Yaz gündönümü nerede hiç bitmez?

Uygulama 3.11b “Güneş ışınlarının geliş açılarının hesaplanması”

Güneş ışınlarının geliş açılarının hesaplanması için aşağıda verilenleri sırası ile uygulayınız.

1- Güneş ışınlarının hangi enleme dik düştüğü bilinmelidir.

2- Düşme açısı sorulan yerin enlemi ile Güneş ışınlarının dik düştüğü nokta arasındaki enlem farkı bulunmalıdır.

3- Bulunan bu enlem farkı 90° den çıkartılmalıdır.

Örnek 1: Güney yarımkürede gündüzlerin kısaltmaya başladığı tarihte Türkiye’nin en kuzeyinde Güneş ışınları kaç derecelik açı ile düşmektedir?

Örnek 2: Güney yarımkürede gündüzlerin uzamaya başladığı tarihte Ankara’da Güneş ışınları kaç derecelik açı ile düşmektedir?

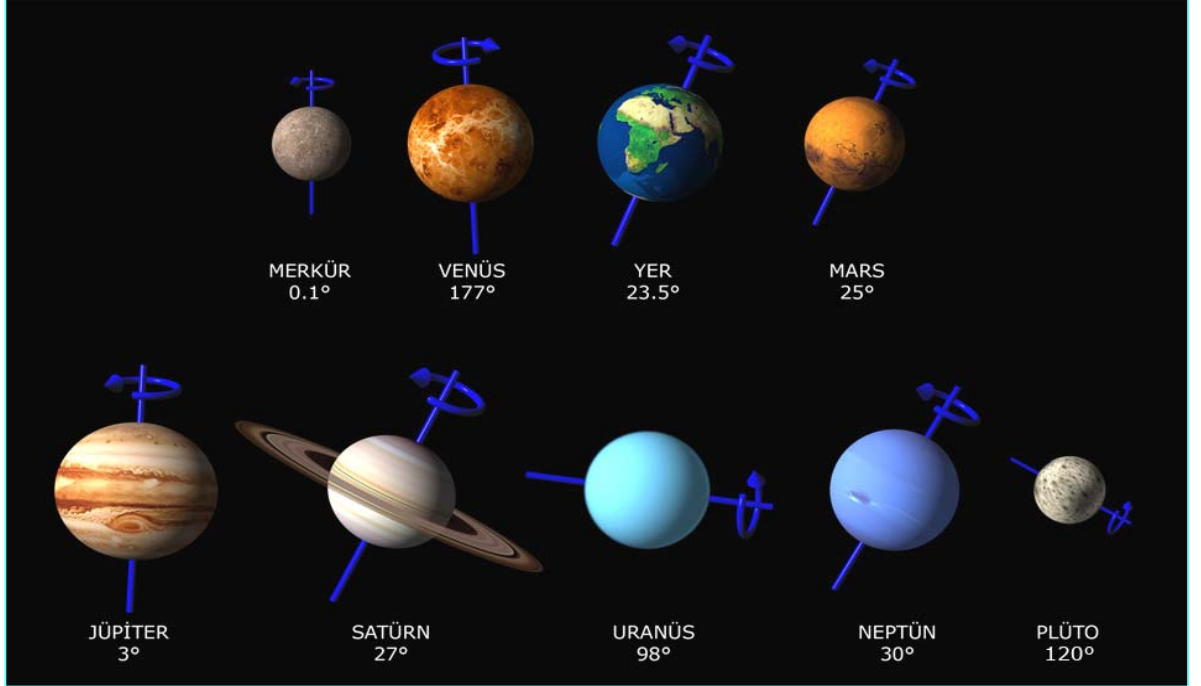
Uygulama 3.11c “Verilen enlemde cismin gölge boyunun hesaplanması”

Örnek 1: 21 Mayıs’ta yüksekliği 8 m olan bir telefon direğinin Ankara’da en küçük gölgesi kaç metredir? ($\delta_{\text{güneş}} = 20^\circ 7'$)

Örnek 2: Enlemi $\phi = 48^\circ$ olan bir yerde, Güneş’in deklinasyonu $\delta = 42^\circ$ iken 5,20 metre uzunluğundaki bir evin gölgesi kaç metredir?

3.11.2 Gezegenlerde mevsim oluşumu

İnsanlar mevsimlerin oluşma nedenini, Yer ile Güneş arasındaki uzaklığın değişmesi olduğunu düşünmektedir. Fakat bu düşünce doğru değildir. Bölüm 3.11’de açıklandığı gibi mevsimlerin oluşmasının nedeni Yer ekvatorunun Ekliptik düzlemiyle $23^\circ 27'$ lik bir açı yapmasıdır. Yer’in Güneş’e olan uzaklığı mevsimlerin oluşmasını etkilemiyor, sadece Yer’in dönme eksen eğikliği buna neden oluyor ise akla gelen “Güneş sistemimizdeki diğer gezegenlerde de mevsim oluşur mu?” sorusuna kolaylıkla yanıt verilebilmektedir. Güneş sistemindeki gezegenlerin eksen eğikliklerine bakalım. (Şekil 3.85)



Şekil 3.85 Gezegenlerin eksen eğiklikleri

Yer'in eksen eğikliğine yakın değerleri olan Mars, Satürn ve Neptün de Yer'deki benzer mevsim özellikleri görülür. Merkür ve Jüpiter'de ise mevsimler görülmez.

Uygulama 3.11d

- 1- Mars Gezegeninde görülen mevsimler kaç ay sürmektedir?
- 2- Venüs ve Uranüs gezegenlerinde mevsimler görülmekte midir? Araştırınız.

3.12 Yıldızların uzaklıklarının hesaplanması

Parsek ve ışık yılı kavramları bölüm 2.2 ve 2.3'de anlatılıp, bu birimlerin birbirine dönüştürülme formülleri verilmiştir. Şimdi yıldızın parlaklıklarından yararlanılarak,

yıldızların Yer'e olan uzaklığının nasıl bulunduğuna bakılacaktır. Bunun için görünür parlaklık ve mutlak parlaklık kavramları aşağıda açıklanmaktadır.

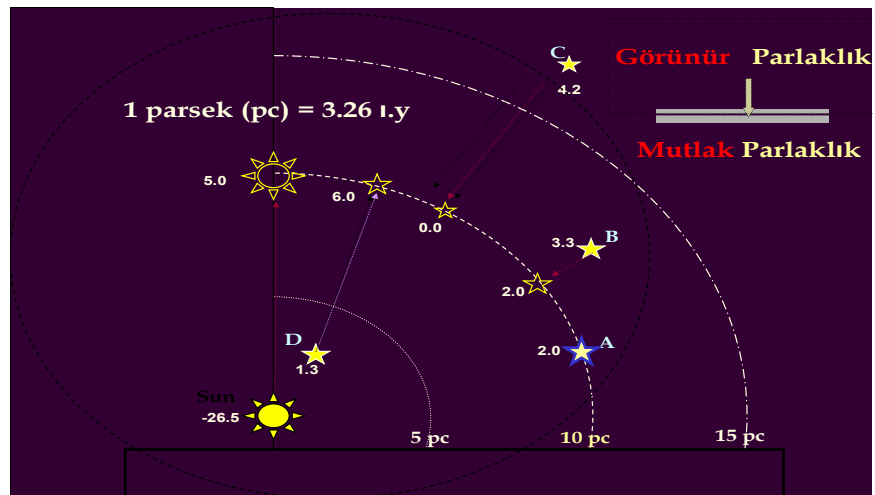
3.12.1 Görsel parlaklık (m_v)

Gözle tayin edilen parlaklıktır. Görsel parlaklığı bulabilmek için teleskop ve benzeri optik aletler kullanılmaktadır.

3.12.2 Mutlak parlaklık (M_v)

Yıldızların 10 pc uzaklığa getirildiği varsayıldığında, Dünya'dan ölçülen parlaklıklarına o yıldızın mutlak parlaklığı denilmektedir (Şekil 3.86). Örneğin Güneş'in görünen parlaklığı $m_v = -26,5$ kadirdir. Güneş'in mutlak parlaklığı ise $M_v = +4,6$ kadirdir.

Yani Yer - Güneş uzaklığı 1 AB ve Güneş'in görünen parlaklığı $m_v = -26,5$ kadirdir. Bu uzaklık 10 pc olursa Güneş'in görünen parlaklığı $M_v = +4,6$ kadir olarak hesaplanmaktadır (Şekil 3.86).



Şekil 3.86 Mutlak Parlaklık Kavramı

Bu parlaklık kavramlarından yararlanarak bir yıldızın uzaklığının nasıl bulunduğu aşağıdaki formüller ile verilmektedir.

$$m_v - M_v = -5 \log \pi'' - 5 \text{ veya}$$

$$m_v - M_v = +5 \log d(\text{pc}) - 5$$

(dikkat ediniz; formüllerden birinde uzaklık yay saniyesi cinsinden, diğerinde parsek cinsinden verilmiştir.)

Örnek: Güneş'in görünen parlaklığı -26.7^m dir. Mutlak parlaklığı kaç kadirdir?
($d = 1 \text{ AB} = 4.8 \times 10^{-6} \text{ pc}$)

Çözüm: $-26,7 - M_{\odot} = -5 + 5 \log (4.8 \cdot 10^{-6})$ ise $M_{\odot} = 4^m.87$ dir.

Uygulama 3.12a “Yıldızların mutlak parlaklıklarının hesaplanması”

1- Aşağıda verilen Çizelge 3.16'i inceleyiniz. Boşlukları formüllerden yararlanarak doldurunuz.

Çizelge 3.16 Sirius, Polaris ve Betelgeuse yıldızlarının görünür parlaklıkları ve uzaklıkları verilmiştir

	Mutlak parlaklık (kadir)	Görünür Parlaklık (kadir)	Uzaklık (parsec)
Sirius	?	-1,4	2,70
Polaris	?	2,0	200
Betelgeus	?	0,4	180

- 2- Görünür parlaklıklarına göre $m_S < m_B < m_P$ sıralaması doğru mudur? Neden?
- 3- İki yıldızın parlaklığını karşılaştırmak için yıldızları aynı uzaklığa getirmeliyiz. Yani mutlak parlaklık kavramından yararlanırız. Yıldızların mutlak parlaklıklarını küçükten büyüğe sıralayınız.
- 4- Uzaklığı 2500 pc ve mutlak parlaklığı -1,5 kadir olan bir yıldız çıplak gözle görebilir misiniz?
- 5- 100 pc uzaklıkta bulunan ve görünen parlaklığı 12^m olan bir yıldızın 9. kadirde bir yıldız gibi görülebilmesi için hangi uzaklıkta bulunmalıdır?
- 6- İki farklı yıldız için uzaklık bulma yöntemlerini gördük, Bunlardan biri; paralaks yöntemi, diğeri ise bu uygulamada parlaklıklardan yararlanarak kullandığımız yöntemdir. Bu uygulamalarda neden paralaks yöntemi kullanılmamıştır?

3.12.3 Ters kare kanunu

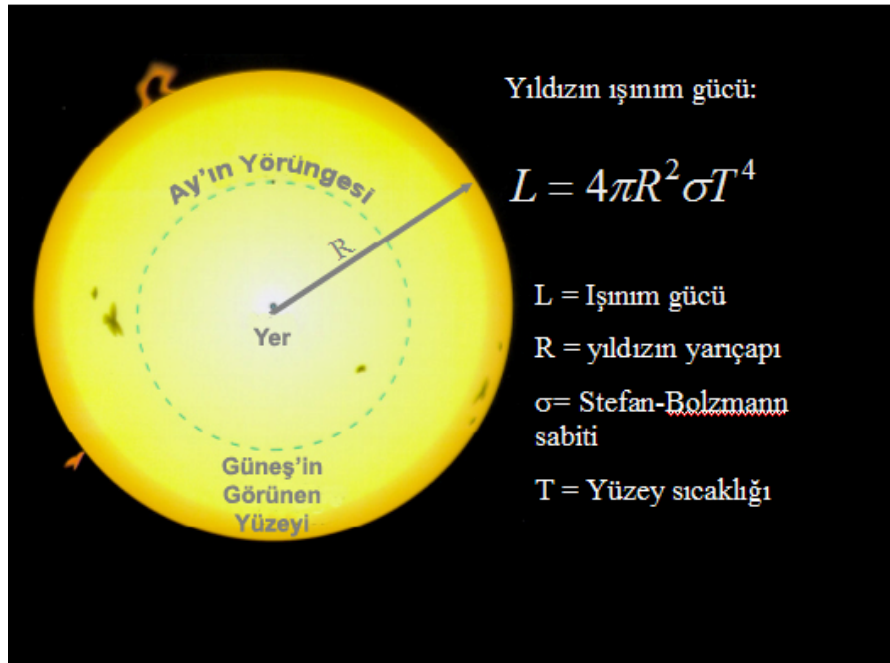
Yıldızların en önemli özelliklerinden biri yüksek sıcaklıklarıdır. Yıldızlar yüksek sıcaklıkları nedeni ile etrafına ışık verirler. Unutulmamalıdır ki yıldızlarda sıcaklık, yüzeyden içe doğru gidildikçe artmaktadır. Burada yıldızların yüzey sıcaklıklarını yani atmosferinin ortalama sıcaklığını kullanacağız.

Gezegenlerin, kendi enerjileri yoktur. Güneşten gelen ışınları yansıtmaktadırlar. Gezegenlerin sıcaklıkları da bu ışınlarla bağlı olarak değişmektedir. Mars, Venüs, Ay gibi yüzeyine inilebilen gezegenlerin sıcaklıkları doğrudan hesaplanırken, diğer gezegenler için ölçümler dolaylı yöntemler ile elde edilmektedir.

Gökyüzündeki cisimlerin birim yüzeyinden birim zamanda (saniyede) saldıgı toplam ışıınım onun yüzey sıcaklığının dördüncü kuvveti ile orantılıdır. (yani $E = \sigma T^4$). O halde yıldızın veya gezegenin yüzeyini küre olarak düşünürsek (Kürenin yüzey alanı $= 4 \pi R^2$), bütün yüzeyinden saniyede salınan toplam enerji $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ formülü ile bulunur (Şekil 3.87).

Burada $\sigma = 5,672 \times 10^{-5} \text{ [erg sn}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ K}^{-4}]$ Stefan Boltzmann sabitidir. Bahsettiğimiz cisim Güneş ise, buradaki $T_{\odot}$ değeri Güneş'in yüzey sıcaklığıdır [K]. $R_{\odot}$ [cm] ise Güneş'in yarıçapıdır. Güneş'in tüm yüzeyinden birim zamanda çıkan $L_{\odot}$, Güneş'in toplam ışıınım değeridir. "Güneş'in oluşturduğu ışıın miktarının ne kadarı Dünya veya diğer gezegenlerin üzerine etki etmektedir?" Bu sorunun yanıtı, Yer'de birim alana birim zamanda gelecek Güneş enerji miktarının ($E_{\odot}$) hesaplanması ile verilebilir ve Güneş'in toplam ışıınım gücü " $L_{\odot}$ " değerinin, " d " yarıçaplı kürenin yüzey alanına bölümü ile elde edilir (d = Yer – Güneş arası uzaklık, [cm]). Yani;

$$E_{\odot} = L_{\odot} / 4\pi d^2 = 4\pi R_{\odot}^2 \sigma T_{\odot}^4 / 4\pi d^2 = \sigma T_{\odot}^4 (R_{\odot} / d)^2 \text{ formülü ile hesaplanır.}$$



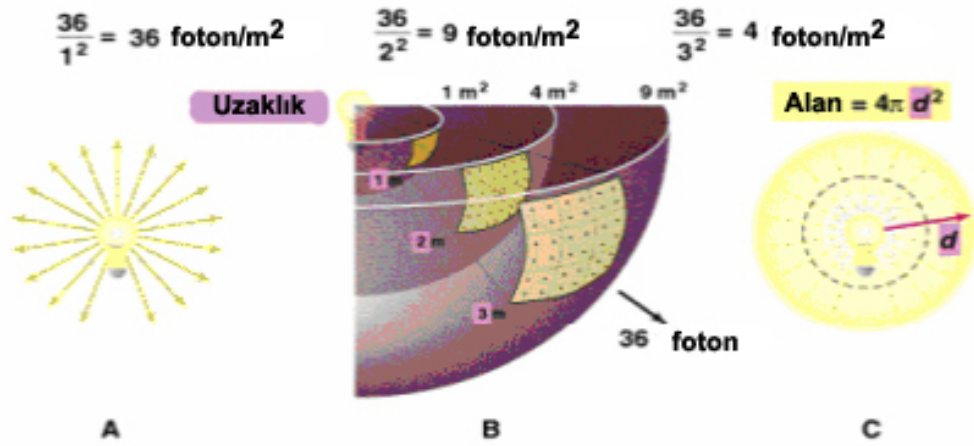
3.87 Yıldızın ışıınım gücü

Bir gezegen için, a yörünge yarı büyük eksen uzunluğu olmak üzere, gezegenin birim yüzeyine düşen Güneş enerji miktarı;

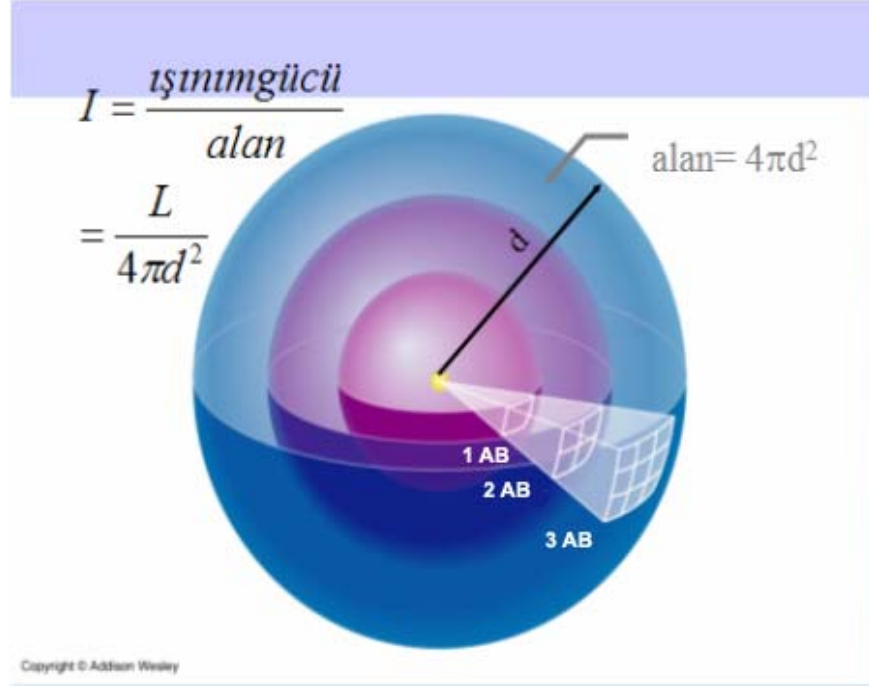
$E_g = 4\pi R^2 \sigma T^4 / 4\pi a^2 = \sigma T^4 (R / a)^2$ formüllü ile bulunur.

Yıldızlardan gelen, sabit ışık kaynağından gözlenen ışığın şiddeti, onun kaynağa olan uzaklığının artması ile azalmaktadır. Yani yıldızdan gelen foton sayısı, yıldızın bize olan uzaklığının karesi ile ters orantılıdır. (Şekil 3.88 ve Şekil 3.89). Şekil 3.88’de kürenin çeyreği alınmış ve merkezinden yayılan fotonların uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğu gösterilmektedir. Fotonların yayıldığı alan küre yüzeyi olduğundan alan $4\pi d^2$ olarak verilmiştir. Şekil 3.89’da da yayılan ışınım gücünün alana oranı yayılan ışık akısını vermekte olduğu görülmektedir.

Ters Kare Kanunu



Şekil 3.88 Ters kare kanunu



Şekil 3.89 Ters kare kanunu

Güneş için hesaplanan $E_{\odot}$ değeri Yer’den yapılan gözlemlerle elde edilebilen bir değer olup “Güneş Sabiti” olarak bilinir ve değeri $1,359 \times 10^6 \text{ [erg sn}^{-1} \text{ cm}^{-2}]$ dir. Bu durumda $R_{\odot}$ ve d değerleri de biliniyorsa Güneş’in yüzey sıcaklığı,

$$T_{e\odot} = \sqrt[4]{\frac{E_{\odot}}{\sigma} \left(\frac{d}{R_{\odot}} \right)^2}$$

formüllü ile bulunur.

Uygulama 3.12b “Gezegenlerin ışıınımgüçlerinin uzaklık ile ilişkisi”

1- Aşağıda Çizelge 3.17’da, Güneş’ e olan uzaklıkları verilen gezegenlerin ışıınımgücünü ve gezegenin birim yüzeyine düşen enerjiyi hesaplayınız? ($T_{\odot} = 6000 \text{ }^{\circ}\text{K}$ ve $R_{\odot} = 1,39 \cdot 10^6 \text{ km}$)

Çizelge 3.17 Gezegen'lerin ışınlm gücünü ve gezegenin birim yüzeyine düşen enerji

Gezegen	Güneş'e olan uzaklık	İşınım Gücü (L)	Gezegenin birim yüzeyine düşen enerji	Gezegenin tüm yüzeyine düşen enerji
Yer	1 AB			
Mars	1,5 AB			
Jüpiter	5,2 AB			
Satürn	10 AB			

Uygulama 3.12c

Yukarda Güneş Sabiti değeri verilmiştir. $E_{\odot} = 1,359 \times 10^6$ [erg sn⁻¹ cm⁻²] bu değerdn yararlanarak Güneş'in yüzey sıcaklığını hesaplayınız? ($R_{\odot} = 1,39 \cdot 10^6$ km ve $d = 1$ AB)

3.13 Yıldızların Uzaklıklarının Belirlenmesi

Yıldızların uzaklıklarının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden biri paralaks ölçümüdür. Paralaks, ele alınan belirli bir gökcisminin Dünya'ya olan uzaklığına eşit bir uzaklığın, bu gökcisminden hangi açı altında görüleceğini belirten açısal birimdir.

Bir araba ile yolda giderken size yakın olan nesnelerin yanından, uzaktakilere nazaran daha hızlı geçtiğiniz hissine kapılırsınız. Örneğin yolun hemen kenarındaki bir ağaç ve oldukça uzaktaki bir dağa bakarken, ağaç sanki yanımızdan hızla geçiyormuş, dağ ise hareket etmiyormuş gibi görülür (Şekil 3.90). Oysaki her iki nesne de hareketsiz durmaktadır. Bu nesnelerin yanından birbirinden farklı hızlarda geçtiğimizi hissetmemizin nedeni nedir?



Şekil 3.90 Bize yakın ve uzak olan bir cismin yanından geçerken, açıların değişimi

Soldaki şekilde gözlemciden ileriye çizilen doğru ile ağaca çizilen doğru arasındaki açı 10° 'dir. Dağa çizilen doğru ile ise 60° kadardır. Araç ileri doğru hareket ettiğinde ise, bu açılar büyür ve bir noktada ikisi de 90° olur. Şekillerden de görüldüğü gibi araç ilerledikçe açılardaki değişim ağaç için dağa göre daha hızlı olmaktadır. Ağaç ile dağ aynı doğrultularda oldukları halde açıların değişimindeki bu hız farkı, bizim ağacın yanından daha hızlı geçiyormuş gibi hissetmemizi sağlar. Açıların, cisimlerin uzaklıklarına göre böyle bir farklılık göstermesi, cisimlerin uzaklıklarını onların yanına gitmeden de ölçmemizi sağlayabilir.

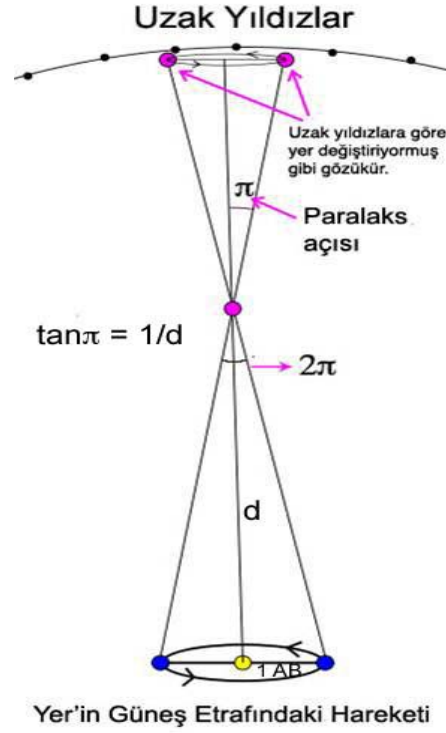
Bu yöntemle 1 açı saniyesi mertebesinde ve daha küçük açılar ölçülüyor. Yanına gidemediğimiz, oldukça uzağımızda bulunan cisimlerin bize olan uzaklığını bu yöntem ile hesaplayabilmekteyiz. Şekil 3.91'de olduğu gibi 2. noktada bulunan gözlemcinin köprüye olan uzaklığını, 1. noktada bulunan gözlemci yardımıyla hesaplayabiliriz. Burada ki 2. gözlemci bulunduğu noktadan bir kolunu 1. gözlemciye doğru diğer kolunu da belirlenen noktaya doğru uzattığında buradaki " a " açısını hesaplayabilir ve daha sonrada " π " açısına geçer ($90 - a = \pi$). Trigonometriden yararlanarak 2. gözlemcinin köprüye olan uzaklığı kullanılabilir ($\tan \pi = \text{Karşı dik kenar uzunluğu} / \text{komşu dik kenar uzaklığı}$).



Şekil 3.91 Bir köprünün uzaklığının yanına gidilmeden ölçülmesi

Paralaks yönteminin yıldız hesaplamalarında nasıl kullanıldığına bakalım;

Bir yıldızın 6 ay aralıklı iki gözlemini alarak, çok daha uzak olan yıldızlara nazaran kaç yay saniyesi yer değiştirdiğini hesaplayabilirsek, yıldızın uzaklığını $d \text{ (pc)} = 1 / \pi''$ formülünden bulabiliriz. Şekil 3.92’de görüldüğü gibi yıldız iki farklı konumda iken gözlemliyoruz. Yer değiştirmesinin açısal olarak değerinden yararlanarak yıldızın bize olan uzaklığını hesaplayabiliyoruz.



Şekil 3.92 Paralaks yöntemi

Paralaks yönteminde kullanılan bazı ayrıntılar vardır. Kullandığımız açılar çok küçük olduğundan bazı çevirmeler yapılır ve işlemler derece cinsinden değil yay saniyesi cinsinden [$d \text{ (pc)} = 1 / \pi''$] formülü kullanılarak yapılabilir.

Bu durumda;

$$\tan \pi = a / d \quad (a = 1AB \text{ ve } d = \text{yıldızın uzaklığı})$$

$$d = a / \pi \text{ (rad)}$$

$$(1'' = 1 / 206265 \text{ radyan})$$

$$(\pi = 1'' \text{ ise } d = 1 \text{ parsek})$$

$$(1 \text{ pc} = 206265AB)$$

$$d = 206265a / \pi''$$

$$d \text{ (pc)} = 1 / \pi''$$

Örnek: Paralaksı $\pi'' = 0'',76$ olan Proxima Centauri yıldızının uzaklığı kaç parsektir? Ve kaç ışık yılı uzaklıktadır?

Cevap; $d(\text{pc}) = 1 / 0'',76$
 $= 1,315 \text{ pc}$
 $d = 1,315 \times 3,26$
 $= 4,29 \text{ ışık yılı}$

Örnek: Paralaksı $\pi'' = 0'',38$ olan Sirius yıldızının uzaklığı nedir?

Cevap; $d(\text{pc}) = 1 / 0'',38$
 $= 2,6 \text{ pc}$

Örnek: $\pi'' = 0'',385$ olan UV Cet yıldızının uzaklığı nedir?

Cevap; $d(\text{pc}) = 1 / 0'',385$
 $= 2,60 \text{ pc}$

Örnek: Bir yıldız 250 pc uzaklıkta ise paralaksı ne olur?

Çözüm: $p'' = 1 / 250 \text{ pc}$
 $= 0'',004$

Örnek: Paralaksı $0'',012$ olan birinci yıldız mı, uzaklığı 83,40 pc olan ikinci yıldız mı Yer'e daha yakındır?

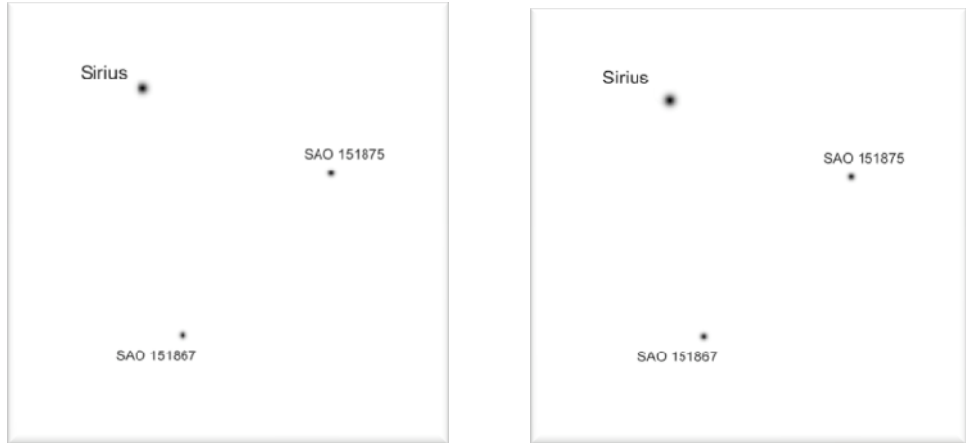
Çözüm: $d_1 \text{ (pc)} = 1 / 0,12$

$$= 83,33$$

$$d_2 \text{ (pc)} = 83,40$$

$83,40 > 83,33$ olduğundan birinci yıldız daha yakındır.

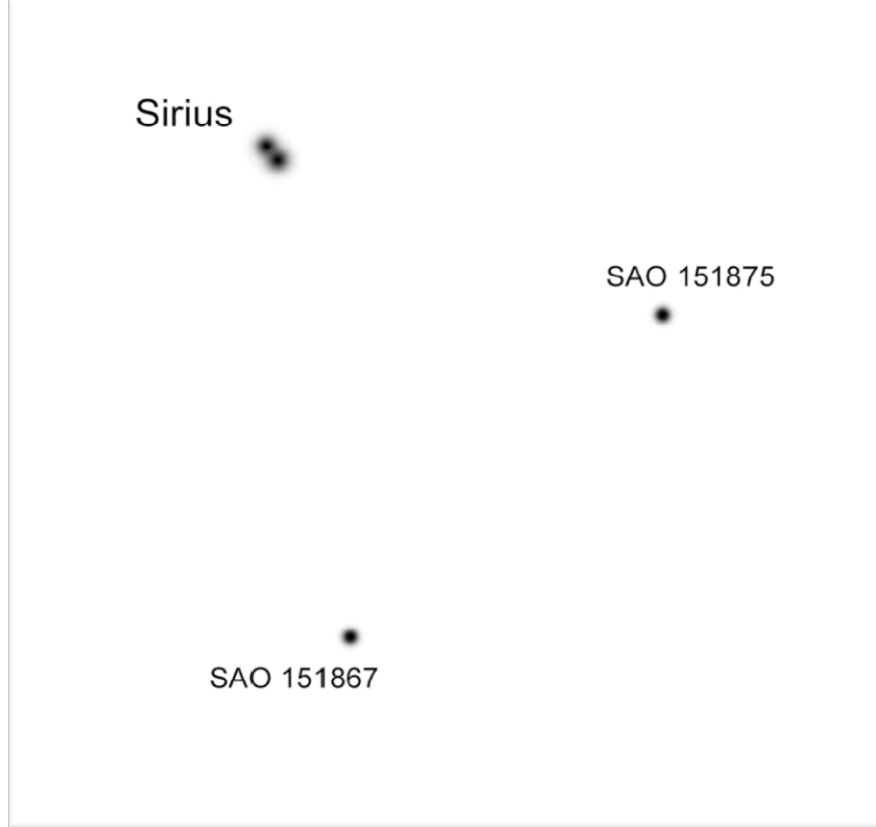
Paralaks yönteminden yararlanarak yıldızın uzaklığını bulmadan, eskiden fotoğraf plakları kullanılırdı. Gökyüzünün 6 ay aralıklı iki görüntüsü teleskop yardımıyla fotoğraf plağının üzerine düşürülür ve bu iki fotoğraf karşılaştırılarak paralaksı belirlenmek istenen yakın yıldızın ne kadar yer değiştirdiği bulunmaya çalışılırdı. Bir örnek üzerinde bu işlemin nasıl yapıldığını anlamaya çalışalım. Şekil 3.93’da Sirius yıldızının 01.09.2007 ve 01.03.2008 tarihlerinde alınmış iki temsili fotoğrafı yer almaktadır.



Şekil 3.93 Sirius yıldızı ve iki referans yıldızının 6 aylık zaman farkı ile alınan örnek fotoğraflar

Alınan bu fotoğrafları öncelikle üst üste bindirmeliyiz. Bu iki görüntüde Sirius paralaksını hesaplayacağımız yakın yıldız, diğer iki yıldız ise Sirius’a göre en az 100 kat daha uzakta bulunan, yerin hareketi ile yerini değiştirmediğini kabul ettiğimiz iki referans yıldızıdır. Resimleri üst üste bindirirken dikkat etmemiz gereken iki husus vardır. Aynı teleskop ve programla alınan iki görüntünün boyutu her ne kadar aynı da olsa, görüntünün yukarı-aşağı veya sağa-sola kayması muhtemeldir. Bu nedenle iki referans yıldızı tamamen üst üste

gelecek şekilde çakıştırma yapılmalıdır. Öteleme işlemlerinin yapılabilmesi için en iyi yol, referans yıldızlarını birebir üst üste akıştırmaktır. Örneğimizeki görüntülerdeki referans yıldızları çakıştırıldığında Şekil 3.94 elde edilir.

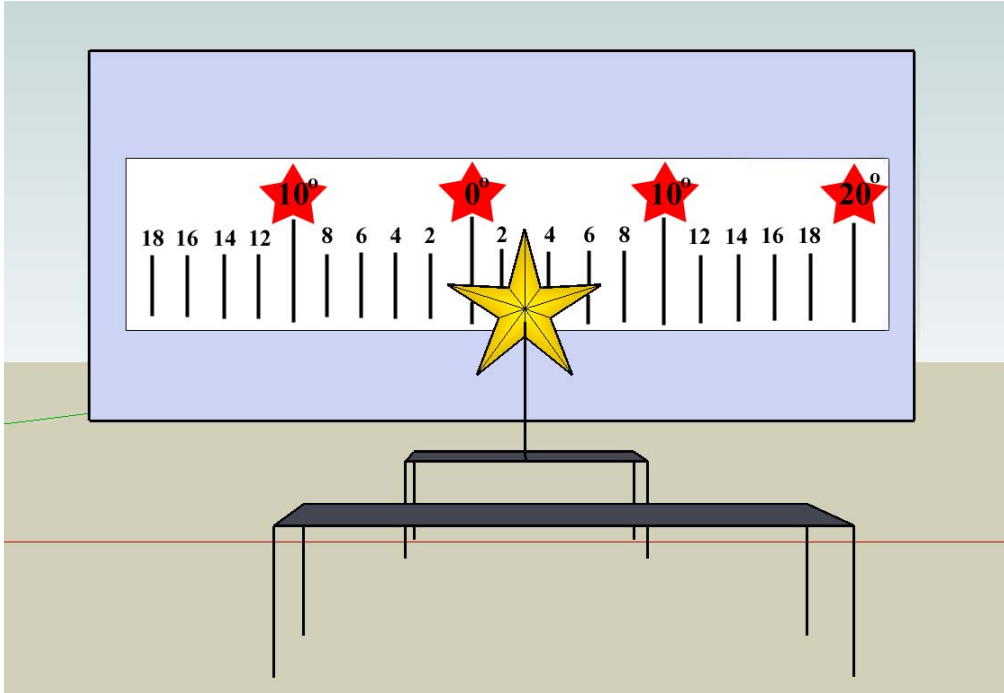


Şekil 3.94 Sirius yıldızı ve iki referans yıldızının 6 aylık zaman farkı ile alınan örnek fotoğraflarının üst üste bindirilmesi ile oluşturulan bileşke görüntü

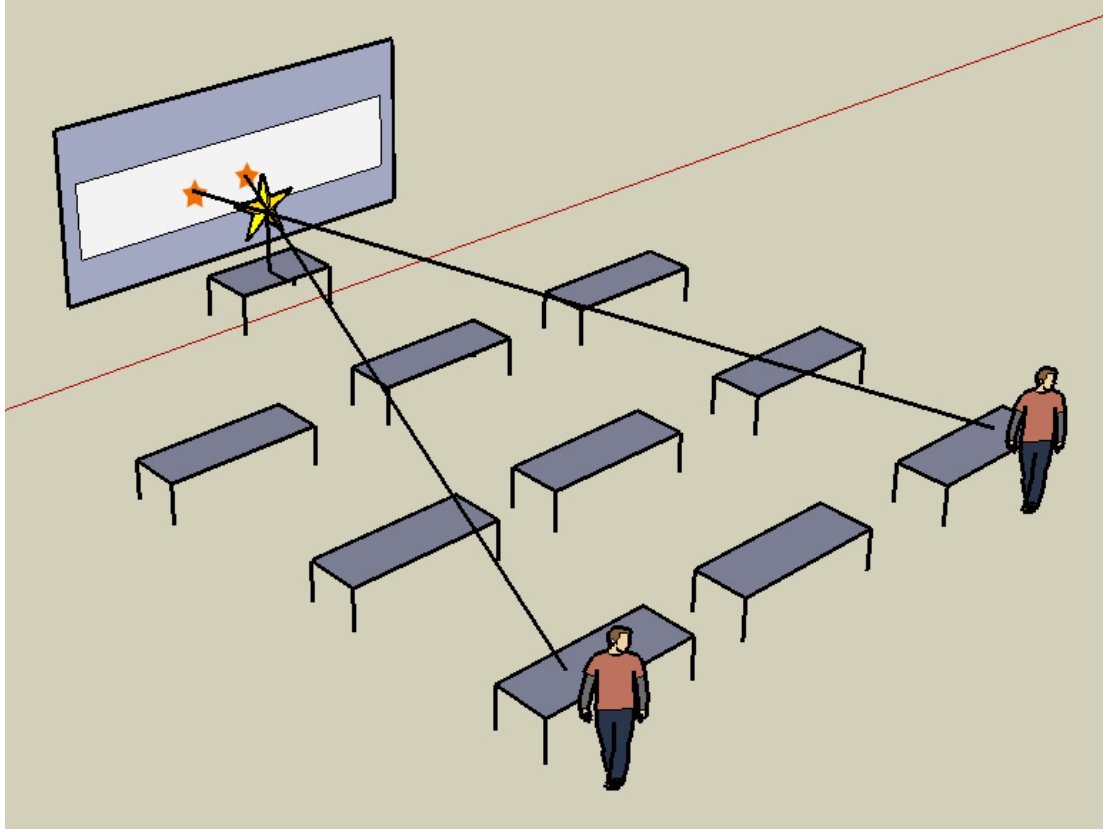
Bileşke görüntüden de görüleceği üzere Sirius yıldızı, hareket etmediğini varsaydığımız diğer iki referans yıldızına göre yer değiştirmiştir. Ağaç örneğini tekrar hatırlarsak, burada Sirius’u ağaç, referans yıldızlarını ise dağ gibi düşünebiliriz. Yıldızın bu görüntüde ne kadar yer değiştirdiğini bulursak, gökyüzünde de ne kadar konum değiştirdiğini yay saniyesi cinsinden bulabiliriz.

Uygulama 3.13a: “yıldızın bize olan uzaklığını bulma”

Şekil 3.96’de hayali bir ortam yaratılmıştır. Şekil 3.96’deki yıldızın gözlemciye olan uzaklığını hesaplayabilmek için, aynı doğrultuda iki gözlemci belirleyiniz. 1. gözlemci seçilen yıldız baktığında, yıldız şeridi üzerindeki yıldızlardan hangisinin üzerine yıldızın görüntüsünün düştüğünü belirleyiniz. Aynı işlemleri 2. gözlemci içinde yapınız. Şekil 3.95’de tahtaya yerleştirilen yıldız şeridi görülmektedir. Derecelendirilmiş bu şerit yardımı ile gözlemci bulunduğu konumdan yıldız baktığında yıldızın görüntüsünü Şekil 3.95’deki şerit üzerinde görecektir. Yıldız şeridi üzerindeki açısal değeri okuyunuz. Bu değer ve trigonometriden (paralaks yöntemi) yararlanarak yıldızın gözlemciye olan uzaklığını hesaplayınız. (iki gözlemci arasını mezro yardımı ile ölçebilirsiniz.)



Şekil 3.95 Sınıf tahtasına yerleştirilen, yıldız şeridi adını verdiğimiz, her bir birimi açısal değerleri veren cetvel



Şekil 3.96 Yıldızın uzaklığını hesaplayabilmek için oluşturulan sınıf ortamı

3.14 Yer Çekim Kuvveti

Cisimleri Dünya'nın merkezine doğru çeken kuvvettir. Yer çekimi kuvveti, Ay'ı Yer çevresinde yörüngede tutar ve Ay'ın yörüngeden kurtularak uzayda uzaklaşmasını önlemektedir.

Evrendeki galaksilerin, yıldızların birbirlerinin yörüngelerinde kalmalarının nedeni bu kuvvettir. Dünya'nın ve diğer gezegenlerin Güneş'in etrafında belirli bir yörüngede kalabilmelerinin nedeni de yine yerçekimi kuvvetidir. Bizler bu kuvvet sayesinde yeryüzünde yürüeyebiliriz. Bu kuvvetin değerlerinde bir azalma olursa yıldızlar yerinden kayar, dünya yörüngesinden kopar, bizler dünya üzerinden uzay boşluğuna dağılırız.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

F = Yer Çekimi Kuvveti

G = Yer Çekimi Sabiti [$6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$]

m_1 = Birinci kütlenin büyüklüğü

m_2 = İkinci kütlenin büyüklüğü

d = İki kütle arası mesafe

Uygulama 3.14a “Yer çekiminin depremler ile ilişkisi”

Güneş’in Dünya’ya uyguladığı yer çekim kuvvetinin haziran ayındaki değerleri aşağıda verilmiştir. Sizde aralık ayındaki Güneş’in Dünya üzerindeki çekim kuvvetini hesaplayınız.

$M_G = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$, $M_D = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$, Aralık ayında Dünya’nın Güneş’e olan uzaklığı;

d = 146 056 800 km

Haziran ayındaki yer çekim kuvveti $F = 3,38319 \times 10^{+22} \text{ N}$ (Dünya’nın Güneş’e en uzak olduğu konum)

Bu değerlerden yararlanarak, özellikle 11 Ağustos 1999’da meydana gelen depremden sonra ortaya atılan Güneş tutulması ile deprem arasında bir ilişki var mıdır? Araştırınız.

Ay’ın Dünya üzerine uyguladığı yer çekim kuvvetini Dünya’ya en yakın ve en uzak olduğu konumlarda iken hesaplayınız. Bu çekim kuvvetlerinin Dünya üzerinde olan depremler ile bir ilişkisi var mıdır?

3.15 Hertzsprung – Russell Diyagramı

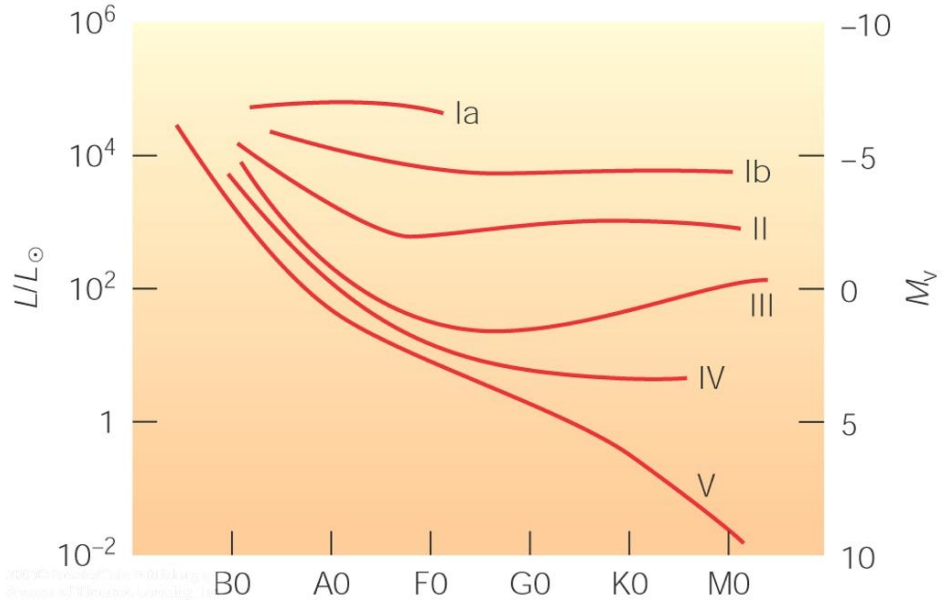
Bölüm “3.5’de yıldızların sıcaklıkları ile renkleri arasındaki ilişki anlatılmıştır. Danimarkalı Ejdar Hertzsprung ve Amerikalı Henry Norris Russell adlı astronomlarının çalışmalarından

bahsedilmiştir. Bu bölümde de bu astronomların oluşturduğu bu diyagramı daha ayrıntılı olarak göreceğiz. Önce Hertzsprung – Russell Diyagramı’nı tanımlayalım; Yıldızların tayf türlerine (veya renklerine ve etkin sıcaklıklarına) ve ışıyım güçlerine (veya salt parlaklıklarına) göre sınıflandırılmasının grafik gösterimidir. Bir yıldızın fiziksel özellikleri bu diyagramdaki konumuyla ilgilidir. Yıldızların evrimi diyagramda konum değişimiyle belirlenebilir. Tayf türü ise ışığın bir prizma ya da kırınım ağı yardımı ile yayıldığında oluşan renkli bantlara verilen isimdir. Aşağıdaki paragrafta daha ayrıntılı şekilde açıklanmaktadır.

Newton, Güneş ışığının prizma ile renklerine ayrıştırılabileceğini göstermiştir. Daha sonra 19. yy başlarında, önce bir yarıktan sonra da prizmadan geçirilen güneş ışığında karanlık boşluklar olduğu anlaşılmaktadır. Bunlara, bugün, soğurma çizgileri denir. Benzerlikleri ve farklılıkları anlamak için yıldızların tayfları sınıflara ayrılmaktadır. 1890’lara kadar Harvard Gözlem evin’de geliştirilen sınıflama bugün hala kullanılmaktadır. Tayf başta Hidrojen (H) çizgilerinin şiddetine göre sınıflandı. En kuvvetli olanlara A, sonra B, C... O’ya kadar. Daha sonra C, D, ...gibi bazı harflere gerek olmadığı anlaşıldı ve geriye hidrojen sıralamasına göre ABFGKMO sıralaması kaldı. Tayfta (Ca, Fe, TiO gibi) diğer element ve molekül çizgilerini de göz önünde bulundurarak yeniden sıralama yapınca, OBABFGKM dizisi ortaya çıkmaktadır. Bunun bir sıcaklık ve dolayısıyla bir renk sıralaması olduğu anlaşılmaktadır: O, B mavi; M kırmızı. Daha sonraki çalışmalar bunun kaba bir sınıflandırma olduğunu gösterdi ve her sınıf 10 alt sınıfa bölünmeli: B0, B1, B2, B3,...,B9; A0, A1, A2,...,A9 gibi. Çizelge 3.18’de yıldızlar için tayf türü, renk ve sıcaklık özellikleri ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

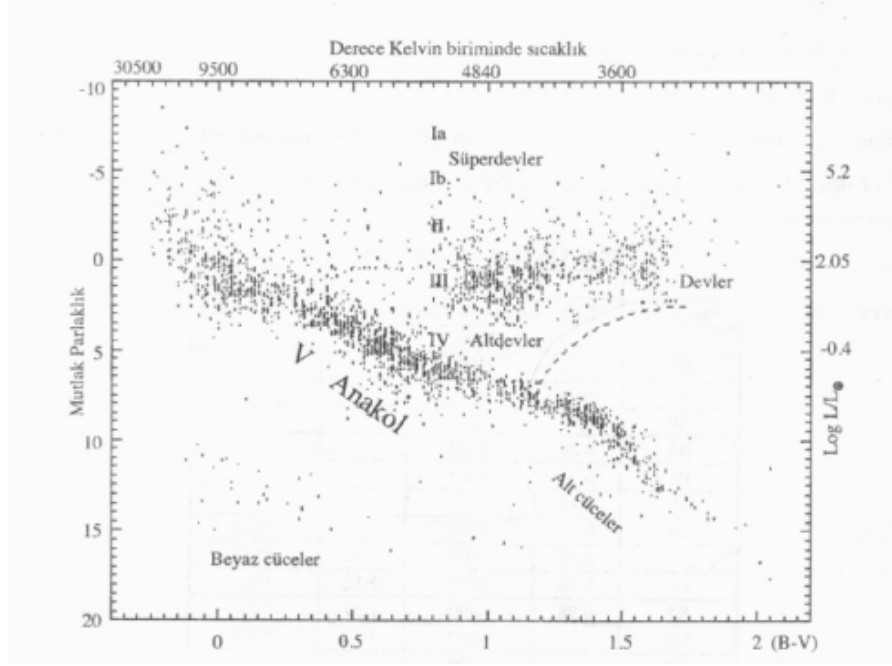
Çizelge 3.18 Verilen tayf türlerine göre yıldızların sıcaklık ve renklerindeki değişim

Tayf	Renk	Renk Ölçeği	Yüzey sıcaklığı (°K)	Örnek yıldız
O	Mavi	-0,3 ^m	28000-50000	ε Ori
B	Mavi – Beyaz	-0,2 ^m	10000-28000	Rigel
A	Beyaz	0,0 ^m	7000-10000	Vega
F	Sarı – Beyaz	0,3 ^m	6000-74000	Procyon
G	Sarı	0,7 ^m	4900-6000	Güneş
K	Turuncu	1,2 ^m	3500-4900	Arcturus
M	Kırmızı	1,5 ^m	2000-3500	Betelgeuse



Şekil 3.97 H-R diyagramı üzerinde yıldızların parlaklık sınıflaması verilmiştir

Şekil 3.97’de verilen bu parlaklık sınıflamasında bulunan yıldızları tanıyalım, bu yıldızlara verilen genel isimler aşağıda sıralanmıştır. Örneğin V numaralı gruba anakol yıldızları denilmektedir. Bu grafiğin farklı bir gösterimi Şekil 3.98’de verilmektedir.



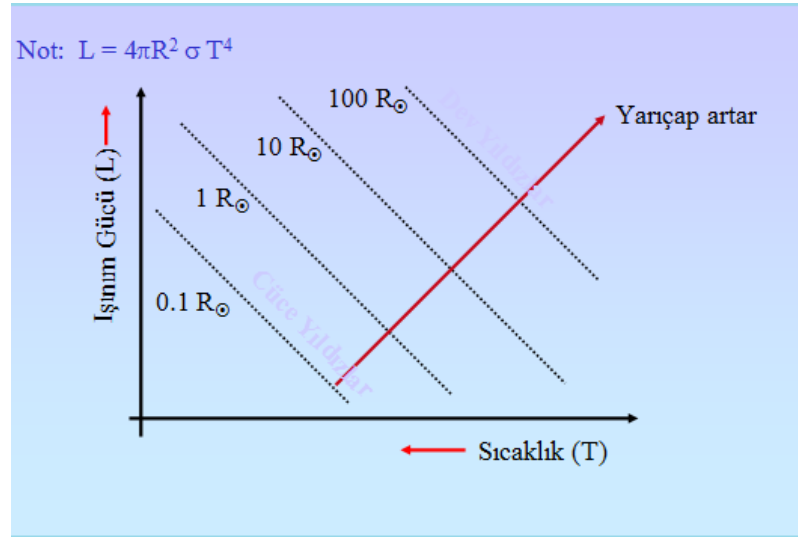
Şekil 3.98 H-R diyagramı; şekil 3.97'nin farklı bir gösterimi. Anakol yıldızlarının alt kısmında kalan alt cüceler ve beyaz cüceler de görülmekte

TÜR	ÖZELLİĞİ
Ia+	Çok parlak süperdevler (üst devler)
Ia	Parlak süperdevler
Ib	Sönük süperdevler
II	Parlak devler
III	Normal devler
IV	Alt devler
V	Anakol yıldızları (Normal cüceler)
VI	Alt cüceler
VII	Beyaz cüceler

Bu parlaklık türleri aynı zamanda yıldızların evrim aşamalarını ve buna bağlı olarak yıldızların yaşlarını da ifade etmektedir. Gaz ve toz bulutları yüksek sıcaklık ve bazı kimyasal olaylar sonrasında yeni doğmuş bir yıldız olarak anakolda yerini alır. Yıldızlar

yaşlandıkça H-R’de sağa doğru kayar. Yıldızlar yaşlandıkça, sıcaklıkları azalır ve yarıçapları artar.

H-R diyagramında yıldızların yarıçapları sol alt köşeden sağ üst köşeye doğru gittikçe büyümektedir (Şekil 3.99).



Şekil 3.99 H-R diyagramında yarıçap değişimi

Uygulama 3.15a “Etkinlik; H-R diyagramını oluşturmak”

Şekil 3.97 veya şekil 3.98’den yararlanarak H-R diyagramının bulunduğu bir yap-boz oyunu yapınız. Daha önceki uygulamamızda kullandığımız ve artık sizin de tanıdığınız yıldızlar olan Sirius, Vega, Altair, Rigel, Altair, Betelgeuse, Arcturus, α Centauri, Güneş’in özelliklerini araştırarak kendi oluşturduğunuz yap-boz, H-R diyagramına yerleştiriniz. Bunun için yıldızların yüzey sıcaklıkları ve ışıınım güçlerini bilmeniz gerekmektedir. Hazırladığınız bu yap-bozdan yararlanarak aşağıdaki sorulara yanıt arayınız. Kendiniz de sorular üretiniz. Bu soruları hazırladığınız yap-boz’un her bir parçasının arkasına yazınız.

Cevaplarını da bu parçaları yerleştireceğiniz kartona yazınız. Birebir eşleştirme sonucunda cevaplardan da yararlanarak yap-boz tamamlanabilmektedir.

Yap-bozunun da kullanacağınız sorular:

- 1- Yıldızların kütlesi artıkça yarıçapında nasıl bir değişim olur?
- 2- Yıldızın yaşı büyüdükçe yarıçapında nasıl bir değişim olur?
- 3- En büyük kütleli yıldızlar hangi tayf türündedir?
- 4- Barnard yıldızı H-R’de hangi kol üzerinde bulunur?
- 5- H-R diyagramı, yatay eksen yıldızların hangi fiziksel parametreleri ile temsil edebilir?
- 6- H-R diyagramı, dikey eksen yıldızların hangi fiziksel parametreleri ile temsil edebilir?
- 7- Kırmızı devler nerede bulunur?
- 8- Beyaz cüceler nerede bulunur?
- 9- En sıcak yıldızlar nerede bulunur?
- 10- En soğuk yıldızlar nerede bulunur?

3.16 Materyal Geliştirme

Bu uygulamada geliştirdiğimiz materyal yardımı ile öğrencilere bu ders daha eğlenceli ve öğretici konuma getirilmiştir. Bu materyal yardımı ile öğrenciler takımyıldızlarını ve onların mitolojik öykülerini zevkle öğreneceklerdir. Şekil 3.100’de görüldüğü gibi yapmış olduğumuz hareketli küp, değişik yönlerle açıp çevirerek üzerinde 12 zodyak kuşağında bulunan takımyıldızları görebilmektesiniz. Bu materyal gezegenlerin tanım ve özelliklerini öğretmek açısından da geliştirilebilir. Sizde gezegenlerin özellikleri ve resimlerinin bulunduğu materyali geliştiriniz. Şekil 3.100 - Şekil 3.103 ile numaralandırılmış 4 şekilde materyalin farkı açılardan fotoğrafları çekilmiştir.



Şekil 3.100 Hareketli küp; takımyıldızların mitolojik öyküleri 1



Şekil 3.101 Hareketli küp; takımyıldızların mitolojik öyküleri 2



Şekil 3.102 Hareketli küp; takımyıldızların mitolojik öyküleri 3



Şekil 3.103 Hareketli küp; takımyıldızların mitolojik öyküleri 4

4. CEVAPLAR

4.1 Bölüm 3.1'in Cevapları

“Deneyisel Astronomi Ölçümleri”

Uygulama 3.1a “Anlamli sayılar”

1- Aşağıda verilen sayıların anlamli kısmı altı çizilerek gösterilmiştir.

a. 1.0003

c. 1007.030

e. 12.03

b. 2.70

d. 2.700

f. .042

2- Verilen toplama işleminin sonuçları ve anlamli sayılar altı çizili olarak gösterilmiştir. Ayrıca gerekli yuvarlamalar da yapılmıştır.

a. $1400.3 + 70.1 = \underline{1470.4}$

b. $6007 + 2.74 = \underline{6009.74} = \underline{6009.7}$

c. $.0061 + .00037 = \underline{.00647} = \underline{.006}$

3- Aşağıdaki işlemler hesaplanıp, gerekli yuvarlamaları yapılmıştır.

a. $4.024 \times 2.14 = 8.61136 = 8.6$

b. $4.020 \times 2.10 = 8.442 = 8.4$

c. $4.015 \times 2.05 = 8.23075 = 8.2$

Uygulama 3.1b “ Bilimsel İşaretler”

1- Sınıftaki masanın uzunluğunu hayali olarak ölçölüp, cm cinsinden değerleri aşağıda verilmiştir.

$$120,70 \text{ cm} = 1,2070 \times 10^2 \text{ cm} = 1,21 \times 10^2 \text{ ve}$$

$$120,80 \text{ cm} = 1,2081 \times 10^2 \text{ cm} = 1,21 \times 10^2 \text{ değerleri arasındadır.}$$

2- $\text{Hata} = (120,80 - 120,70) / 2 = 0,05$

$$\text{En iyi değer} = 120,75 \pm 0,05$$

$$\text{Oransal hata} = 0,05 / 120,75 = 0,000414$$

$$\text{Yüzdesel hata} = 0,000414 \times 100 = 0,0414 = \% 0,0414$$

3- $120,75 \text{ cm} = 1,2075 \text{ m} = 1,21 \times 10^0 \text{ m} = 1,21 \times 10^{-3} \text{ km} = 1,21 \times 10^3 \text{ mm}$

4- Hesap makinesi kullanarak aşağıdaki işlemleri yapılmıştır ve sonuçlar yuvarlanarak yazılmıştır.

a. $2.4 \times 10.6 = 25,44 = 25,4$

b. $3.48 / 18 = 0,1933333 = 1,9$

c. $\sqrt{34} = 5,83095189 = 5,83$

d. $(10.2)^2 = 104,04 = 104,0$

5-

a) 4 kez tekrarlanan bu deneyin sonuçlarının ortalaması;

$$(4,2 + 4,4 + 3,8 + 5,6) / 4 = 4,5$$

b) 5. alıştırma da ölçülen 4 deney sonucunun standart sapmasının hesabı;

x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
4,2	-0,3	0,09
3,8	-0,7	0,49
4,4	-0,1	0,01
5,6	1,1	1,21

$$\Sigma (x - \bar{x})^2 = 0,09 + 0,49 + 0,01 + 1,21 = 1,80$$

$$\sigma = \sqrt{1,80 / 4} = 0,67082039 = 0,671$$

4.2 Bölüm 3.2'in Cevapları

“Gökyüzünü Tanıma”

Uygulama 3.2a “Kutup yıldızı ile yön belirleme”

1- Aşağıda Şekil 4.1’de Büyük Ayı takımyıldızı ve takımyıldızın en parlak yıldızları isimleri ile birlikte verilmiştir.



Şekil 4.1 Büyük Ayı takımyıldızı ve çıplak göz ile görülebilen en parlak yıldızları

2- Merak ve Duphe yıldızları arası 5° 'dir. Bu değerin beş katı kadar Duphe doğrultusunda ilerlediğinizde Kutup Yıldızı ile karşılaşılır.

3- Gökyüzünde Şekil 3.7'de görülmektedir. Ayrıca Şekil 3.8'de bu yıldızların yıllık hareket değişimi görülmektedir. Yaşanan mevsime göre Şekil 3.8'de ki konumlardan biri görülür.

4- Bilindiği gibi Dünya, kendi eksenini etrafında ve yörüngesi üzerinde dönmektedir. Gökyüzünde herhangi bir gecede, yönünüzü bulabilmek için yapılması gereken Kutup Yıldızı'nın yerini tespit etmektir. Bizde bunun için size gökyüzünde rahat bulunabilecek bir takımyıldız olan Büyük Ayı takımyıldızından yararlanarak Kutup Yıldızının yerini buldurduk. Bundan sonra yönümüzü belirleyebilmek için yapılması gereken Kutup Yıldızına arkamızı dönmek. Bu konumda iken sağımız batı, solumuz doğu, önümüz güney arkamız kuzeydir. Bu ana yönleri bulduktan sonra bunlardan yararlanarak kuzey doğu, güney doğu, kuzey batı ve güney batı yönlerinin de yerlerini belirleyebilirsiniz.

5- Bunun nedeni Kutup Yıldızı'nın gökyüzündeki konumudur. Dünyamızın ortasından geçtiği farz edilen eksen çizgisinin Yer'i deldiği noktalarına yerin kutupları, göğü deldiği noktalarına da göğün kutupları denilmektedir. Kuzey yarım küre ülkelerinden görülebilen bu noktaya kuzey kutup, diğerine de güney kutup noktası denilmektedir. Bunlardan biri, Demir Kazık olarak da bilinen Kutup Yıldızıdır. Yani, diğer yıldızların konumu Dünya'nın dönüşü sırasında değişmekteyken (Yıldızların gök küre üzerindeki hareketi gök ekvatoruna paraleldir.) Kutup Yıldızı'nın konumu sabit kalmaktadır. Ve Kutup Yıldızının yerini belirlediğiniz zaman kuzey yönünüzü bulmuş olursunuz. Güney yarım kürede Kutup Yıldızı'nın karşı konumunda belirgin, çıplak gözle görülebilen bir yıldız yoktur.

6- Büyük Ayı ve Kraliçe takımyıldızları sirkumpolar yıldızlardır. Yani hiç batmayan yıldızlardır. Bu takımyıldızlar, Kutup Yıldızı gibi gök kutup noktalarına yakın olduklarından, Kutup Yıldızı etrafında gök ekvatoruna paralel olarak hareket etmektedirler. Bu yıldızlar günlük hareketlerinde de hiç batmazlar. Yıllık hareketlerinde de hiç batmazlar yani her mevsim Kuzey yarım küreden görülmektedir.

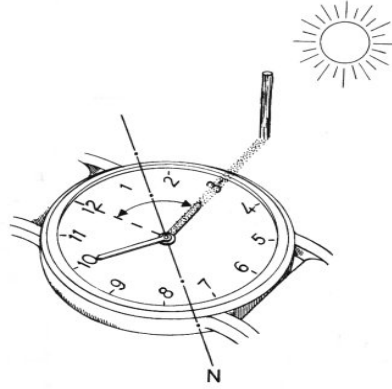
7- Yıldızların gök küre üzerinde gece boyunca hareketlerinin doğu'dan batıya doğru, Gök Ekvator Düzlemi'ne paralel olarak yer değiştirdiğini gözlemleyeceksiniz.

8- Şekil 3.8'de görülmektedir.

Uygulama 3.2b “Güneş’ten yararlanarak yön belirleme”

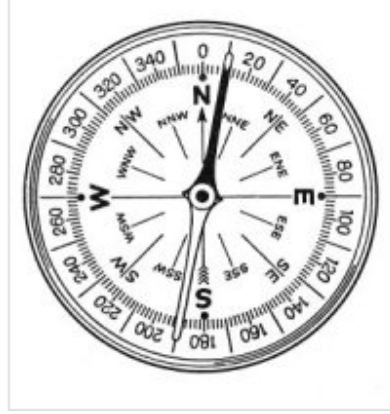
8- Yön bulmada kullanılan diğer yöntemler aşağıda sıralanmıştır.

i) Saat yöntemi ile yön tayini; Güneşli bir günde bileğinizdeki saat yardımı ile yön tayini yapabilirsiniz. Bunun için saatin akrebi Güneş’e doğru döndürülür. Saatin 12 rakamı ile akrebin oluşturduğu açının açıortayı güney-kuzey hattıdır. Güneş tarafı güney yönüdür. Aşağıdaki Şekil 4.2’ de olduğu gibi.



Şekil 4.2 Güneş’ten yararlanarak yön bulma

ii) Pusula yöntemi ile yön tayini; yönümüzü en kolay pusula yardımı ile saptayabilirsiniz. Pusula ibresinin koyu renkli ucu manyetik kuzeyi göstermektedir. Kuzeyin nerede olduğunu belirledikten sonra, hangi yöne gidilecek ise o yönde yer alan bir cisim (örneğin ağaç, iri kayalar gibi) hedef alıp oraya kadar gitmek ve o noktada gitmek istediğiniz yönde yeni bir cisim saptamak gerekmektedir. Bu yöntemle mümkün olduğu kadar düz bir çizgide yol alabilirsiniz. Şekil 4.3’de Pusula resminde N, kuzeyi ve S güneyi göstermektedir.



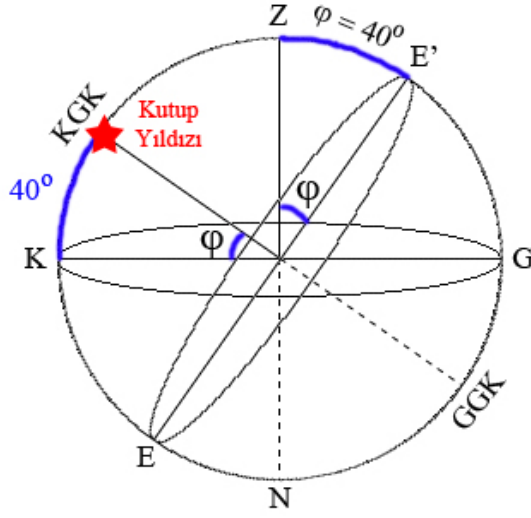
Şekil 4.3 Pusula

iii) Ayrıca yön bulmada kullanabileceğimiz diğer yöntemler de aşağıda sıralanmıştır.

Minare kapıları Güney istikametindedir. Müslüman mezar taşları Batı istikametindedir. Ağaçların yosunlu kısmı Kuzey istikametindedir. Karıncalar yuva yaparken çıkardığı toprağı yuvanın Kuzey istikametine yığmaktadırlar.

Uygulama 3.2c “Kutup yıldızını kullanarak enlemi bulma”

- 1- Kutup yıldızının yüksekliği de 40° dir.
- 2- Ankara’nın enlemi 40° dir.
- 3- Bu iki açısal uzaklık birbirine eşittir.
- 4- O halde Kutup Yıldız’ından yararlanarak enlemimizi bulabilir miyiz sorusunun yanıtı “evet” dir. Kuzey kutbu üzerinde nerde olursak olalım, Kutup Yıldızı’nın yüksekliğini (derecelendirme yöntemi ile kolayca 40° bulabilirsiniz) tespit ettiğimizde, enlemimizi de buluyoruz demektir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Kutup Yıldızı'nın yüksekliği aynı zamanda gözlemcinin enlemidir

- 6- Boylam; Yer üzerinde, Greenwich meridyenine göre doğu ya da batı doğrultusunda bulunan bir yerin başlangıç meridyenine olan açısal uzaklığıdır. Tanımı hatırladıktan sonra; Kutup Yıldızının konumu ile boylamımızın bir ilişkisi yoktur.
- 7- Uygulama 3.2a'da bu sorunun cevabı oldukça açık verilmiştir. Burada tekrarlamış oldunuz.

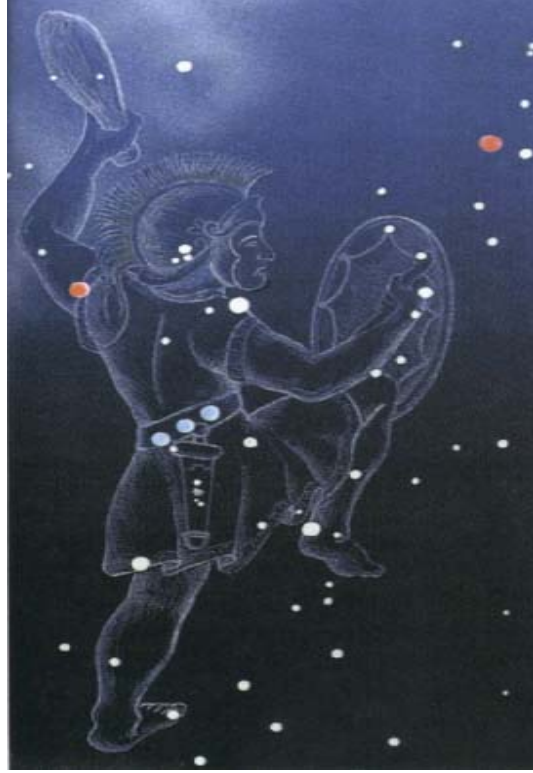
Uygulama 3.2d “Avcı Takımyıldızı'nın gökyüzünde yerini belirleme”

- 1- Avcı takımyıldızının farklı resimleri aşağıda Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7' de verilmiştir. Şekillerde görüldüğü gibi mitolojik şekillerde farklı olarak ifade edilebilmektedir.



Şekil 4.5 Avcı takımyıldızı, mitolojik şekli ile birlikte

Sadece bu resimlere bakarak Avcı takımyıldızı gökyüzünde bulunabilir. Çünkü çok parlak ve belirgin renklerde yıldızlara sahiptir. Ayrıca gökyüzünde büyük bir yer kaplamakta olduğundan kış aylarında oldukça dikkat çeken bir takımyıldızdır. Ama Avcı'nın yönünü bilirsek gökyüzünün hangi bölgesinde aramamız gerektiğini biliriz ve çok daha rahat bir biçimde Avcı'yı gökyüzünde bulabiliriz.



Şekil 4.6 Avcı takımyıldızı, mitolojik şekli ile birlikte



Şekil 4.7 Avcı takımyıldızı

- 3- Şekil 4.5'den yararlanarak ismi verilen yıldızları gökyüzündeki yıldızlar ile eşleştirebilirsiniz.
- 4- Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'den yararlanarak Avcı'nın mitolojik şeklini gökyüzünde görebilirsiniz.
- 5- Şekil 3.11 ve Şekil 3.12'de Sirius yıldızını nerede aramanız gerektiğine yardımcı olmaktadır.
- 6- Şekil 3.12 Aldebaran yıldızını nerede aramanız gerektiğine yardımcı olmaktadır.
- 7- Şekil 3.12 Procyon yıldızını nerede aramanız gerektiğine yardımcı olmaktadır.
- 8- Şekil 3.12 Capella yıldızını nerede aramanız gerektiğine yardımcı olmaktadır.
- 9- Şekil 3.12 Castor ve Pollux yıldızını nerede aramanız gerektiğine yardımcı olmaktadır.
- 10- Betelgeuse ile Castor-Pollux yıldızları arası 33° dir.
- 11- Takımyıldızlardan iki tanesinin mitolojik öyküsü aşağıda verilmektedir.

Gemini (İkizler) Takımyıldızı:

Olympos'un Ulu Tanrısı Zeus bir gece gönül verdiği güzel bir kızı elde etmek için, yakışıklı bir kuğu olup Taygetes dağının vahşi tepesine iner. Bu esnada Aetolia kralının kızı Leda, ölü bir kraliçe gibi uyumaktadır. İlahi kuğu kanatlarını birbirine çarparak etrafına güzel kokular yaydığında, Leda birden bire sıçrayarak uyanır. Kuğu kuşu ona "hiç birşeyden korkma" der. "Ben aydınlıklar tanrısıyım, istiyorum ki sen, biri diğerinin benzeri olacak iki meşhur çocuğun anası olasın. Onlar ay ve güneş gibi birbirlerini takip ederek yaşayacaklar. Birinin adı Kastor, diğerininki Polluks olacak. Onlar ölüm acısını hafifleterek insanlara iyilik edecekler." diye fısıldar.

Dokuz ay sonra Leda, ormanların içinde bir yumurta yumurtlar. Yumurtadan birbirine tamamen benzeyen iki çocuk çıkar. Onlar yumurtadan çıkar çıkmaz, parlak bir yıldız başlarından aşağı nur döker. Sonra ikisi de aynı ata binerek ve ellerinde mızraklarla dörtnele uzaklaşırlar.

Taurus (Boğa) Takımyıldızı:

Suriye’li genç ve güzel bir kızs olan Europe’nin parlak teni ve göz alıcı bakışları dillere destandır. Gezmeyi, eğlenmeyi seven Europe sabahları erken kalkıp arkadaşlarını çağırılmaktadır. Europa ve arkadaşları deniz kenarında bulunan bahçelerde çiçek toplarken, Zeus Europa’yı görür. Europa’nın parlak beyazlığı ve güzel gözleri çok hoşuna gider.

Zeus hem karısı Hera’ya fark ettirmemek hem de Europa’yı ürkütmemek için bir boğa şekline girer. Kızların çiçek topladıkları bahçenin etrafında dolaşmaya başlar. Europa bu beyaz muhteşem hayvanı görür. Boğa için çiçeklerden bir taç yapar ve boynuzlarının çevresine takar. Bu uysal görünümlü hayvanın üzerine biner, boğa aniden suya doğru ilerlemeye ve Girit’e doğru prensesi taşımaya başlar. Girit adasına vardığında, Zeus kıymetli yükünü bir çınarın gölgesine yerleştirir. Zeus tanrı şeklini alarak kendisini Europa’ya tanıtır. Europa, Zeus’un kolları arasında uyur ve bütün dünya krallarının ilki ve en iyisi olan Girit kralı Minos bu sevgiden doğar. Bu mutlu birleşmenin yapıldığı yere gölge saldığı için o günden beri çınar ağacı yapraklarını hiç dökmez.

4.3 Bölüm 3.3’in Cevapları

“Yıldızların Gökküresindeki Günlük Hareketi”

Uygulama 3.3b “Yıldızların gece boyunca yer değişiminin usturlab ile izlenmesi”

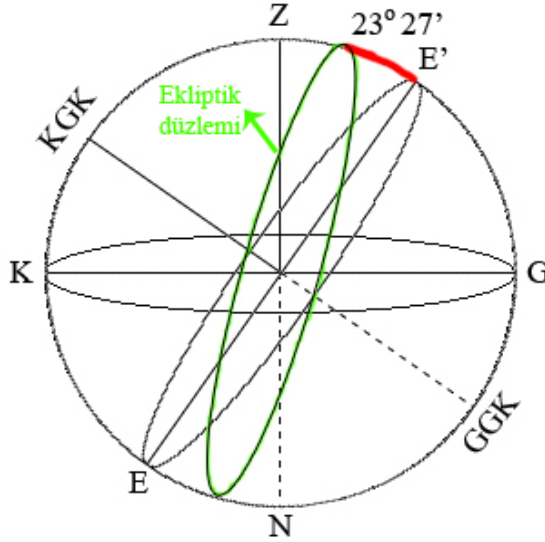
- 1- Uygulama 3.2a’da Kutup Yıldızı’nın yerini belirlemiştik. Bu uygulamadan yararlanarak Kutup Yıldızının yerini belirleyebilirsiniz.
- 2- Uygulama 3.2d’de Capella yıldızının gökyüzündeki yeri bulunmuştur. Capella ve Kutup Yıldızı’nın yerleri bulduktan sonra, Vega yıldızının yerini bulabilmek için Capella yıldızından yaklaşık 93° Kutup Yıldızı’nın doğrultusunda ilerlediğinizde veya Kutup

yıldızından da 50° uzaklıkta bulunan gökyüzünde kendini hemen belli edebilecek kadar parlaklıkta olan yıldızla karşılaşacaksınız. Bu yıldız Vega'dır. Parlaklığı 0 kadirdir. Vega yıldızı Çalgı takımyıldızının en parlak yıldızıdır. Aynı zamanda yaz üçgeni adı verilen yıldız gurubunun en parlak yıldızıdır. Yaz üçgeninin üyeleri; Çalgıcı takımyıldızından Vega, Kartal takımyıldızından Altair, Kuğu takımyıldızından Deneb'dir.

5- Yıldızların bu hareketleri incelendiğinde aldığı yolların doğu batı doğrultusunda olduğunu gözlemleyebilirsiniz. Ayrıca bu hareketlerin ekvator düzlemine paralel gerçekleştiğini de ölçümler sonucundan kavrayabilirsiniz.

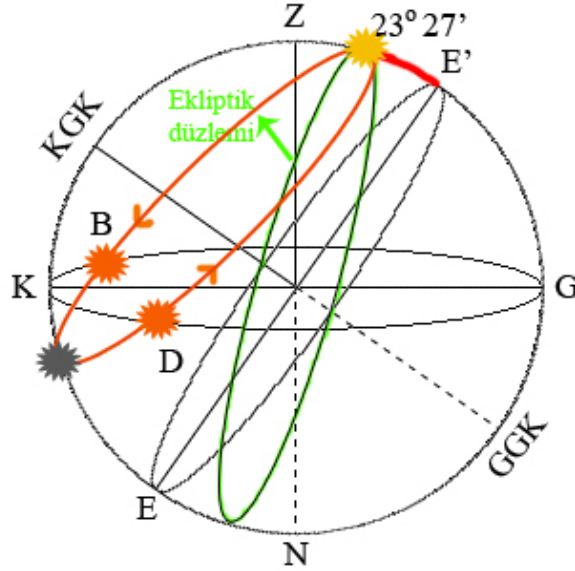
Uygulama 3.3c “Gece-gündüz ayırımı”

1- Şekil 4.8’de Güneş’in bir yıl boyunca gök küresi üzerinde aldığı yol olan Ekliptik düzlemi görülmektedir. Ekvator düzlemi ile meridyen üzerinde $23^\circ 27'$ açı yapmaktadır. 21 Mart ve 23 Eylül tarihlerinde ekvator düzlemi ile ekliptik arasındaki açı 0° dir. Yani bu tarihlerde gece ve gündüz süresi eşit olmaktadır.



Şekil 4.8 Gök küresi üzerinde ekliptik düzleminin gösterimi

2- Şekil 4.9'da Güneş'in 22 Haziran tarihinde gün içerisindeki hareketi görülmektedir. Güneş bu tarihte yıllık hareketini gösteren Ekliptik Düzlemi üzerinde ekvator ile $23^{\circ}27'$ açı yapacak şekilde meridyendedir. Güneş'in bu hareketi Ekvator düzlemine paraleldir, gökküre üzerinde bulunan tüm yıldızlarda olduğu gibi, yıldızların günlük hareketleri gök Ekvator'una paraleldir. Güneş, ufuk düzleminin üzerinde iken Kuzey yarım kürede gündüz yaşanmaktadır. Güneş ufuk düzleminin altında iken Kuzey yarım kürede gece yaşanmaktadır.



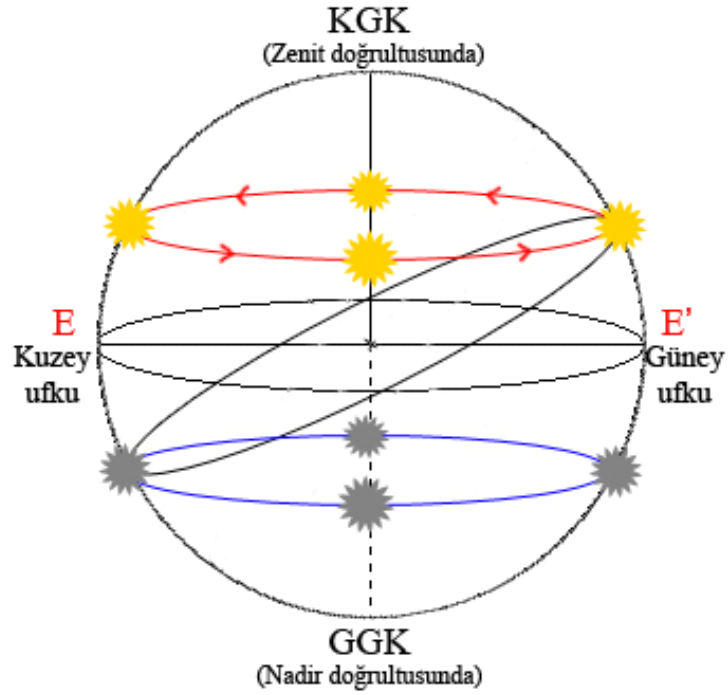
Şekil 4.9 Güneş'in 22 Haziran tarihindeki günlük hareketi

3- Güneş'in Ekliptik düzlem üzerinde 22 Haziran ve 21 Aralık'ta bulunduğu konumdan ekvatora paralel bir çember çizdiğimizizde, o tarihlerdeki Güneş'in günlük hareket çemberini göstermiş oluruz. Bu çemberin ufuk düzlemi üzerinde kalan kısmı gündüz saatlerini, ufkun altında kalan kısmı ise gece saatlerini gösterir. Şekil 4.8'de görüldüğü gibi 22 Haziran Güneş'in günlük hareket çemberinin ufkun üstünde kalan kısmı daha büyük olduğundan, yaz aylarında gündüzler gecelerden uzun olmaktadır. 21 Aralık Güneş'in günlük hareket

emberinin ufkun üstünde kalan kısmı daha küçük olduğundan, Kış aylarında geceler, gündüzlerden daha uzun olmaktadır.

4- Usturlap yardımı ile Güneş'in ufuktan yüksekliğini lebiliyorduk. Bu lmler sonucunda Yaz aylarında Güneş'in gündüz saatlerindeki yükseklik ölçümleri ile Kış aylarında Güneş'in gündüz saatlerindeki yükseklik ölçümleri karşılaştıralım. Sonuç olarak Yaz aylarında Güneş gökyüzünde kalma süresi Kış aylarındakine göre daha fazladır. Bu da Yaz'ın gündüzlerin gecelerden uzun olmasına neden olmaktadır.

5- Kuzey kutup bölgesinde bulunan bir gözlemci için 6 ay boyunca gündüz yaşınmaktadır. Şekil 4.10'da 22 Haziran tarihinde Güneş'in gün boyunca hareketi görülmektedir. Ekvator düzlemine paralel olan bu harekette görüldüğü gibi Güneş ufuk düzleminin altına inmemektedir, yani 24 saat boyunca gündüz yaşınmaktadır. Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül tarihlerinde sürekli gündüz, geriye kalan diğer aylarda ise sürekli gece yaşınmaktadır. Eylül ve Mart aylarında ise tam gece ve tam gündüz değil tan vakti yaşınmaktadır.



Şekil 4.10 Kuzey kutbunda bulunan bir gözlemci için 22 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde Güneş'in günlük hareketi

4.4 Bölüm 3.4'in Cevapları

“Ekvator ve ekliptikin gökyüzündeki yeri”

Uygulama 3.4a “Gökyüzünde ekvator’un yerinin belirlenmesi”

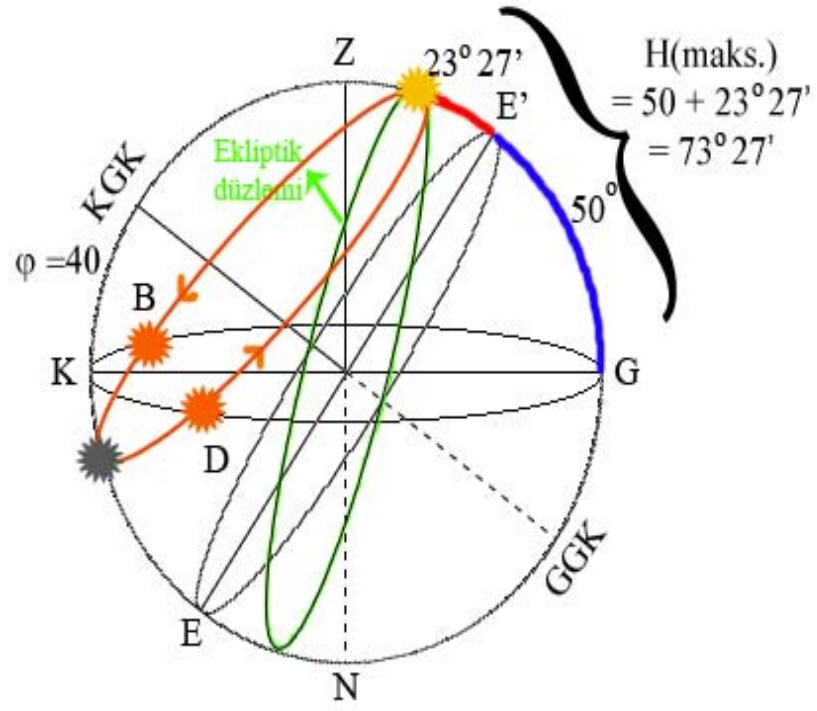
1-Gök Ekvatoru’nun yerini gökyüzünde bulabilmek için Gök Ekvatoru’nun gök kutupları ile yaptığı açıdan yararlanabiliriz. Bu açı 90° dir. O halde Kutup Yıldızın’dan 90° açı yapacak şekilde bir düzlem hayal edelim. Bu bize Gök Ekvatoru’nu verecektir. Şekil 3.16’da gösterilmiştir.

2- Bir arada bulunan çok parlak yıldızlara sahip olduğundan Avcı takımyıldızı, Kış aylarında rahatlıkla görülebilmektedir. Avcı, Ekvator üzerinde bulunduğu için de Dünya’nın her yerinden 12 saat boyuca görülebilmektedir.

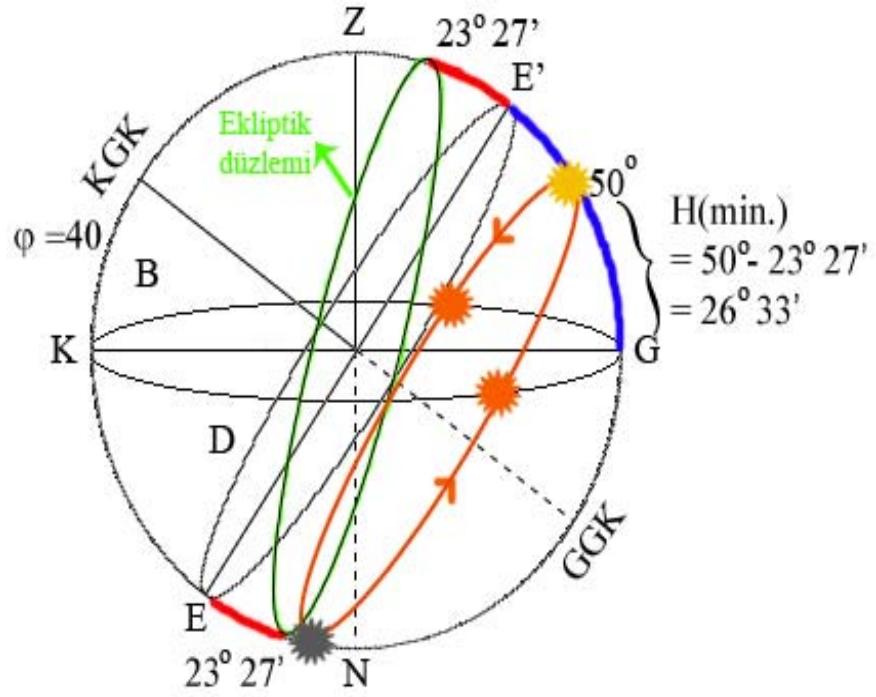
- 3- Avcı Takımyıldızı'nın kemeri yaklaşık Ekvator Düzlemi'nin üzerinden geçmektedir. Avcı'nın kemerini bulduğumuzda Ekvator Düzlemi'ni de buldunuz demektir.
- 4- Ekvator Düzlemi'ne dağılmış birçok yıldız vardır. Yalnız hiç biri Avcı kadar parlak yıldızlara sahip değildir. Bundan dolayı gökyüzünde tam olarak ayırt edilememektedir.

Uygulama 3.4d “Ekliptik ve Ekvator düzlemi arasındaki açının ölçümünü gök küresi üzerinde hesaplama”

- 2- Şekil 4.8'de görülmektedir.
- 3- Şekil 4.11'da Güneş'in maksimum yüksekliği gösterilmiş ve değeri hesaplanmıştır. Şekil 4.12'de ise Güneş'in minimum yüksekliği gösterilmiş ve değeri hesaplanmıştır. Güneş veya yıldızın yüksekliğinin, meridyen üzerinde yıldızdan ufuk düzlemine olan uzaklık olduğunu hatırlayınız. Güneşin minimum yüksekliğini hesaplar iken, Güneş'in 21 Aralık'daki konumu kullanılmıştır. Bu konumda iken güneş minimum yüksekliktedir.



Şekil 4.11 Güneş'in maksimum yüksekliği



Şekil 4.12 Güneş'in minimum yüksekliği

4- Güneş maksimum yükseklikte iken

$$h_{\max} = 50 + 23^\circ 27' = 73^\circ 27'$$

Güneş minimum yükseklikte iken

$$h_{\min} = 50 - 23^\circ 27' = 26^\circ 33'$$

$$5- 73^\circ 27' - 26^\circ 33' = 46^\circ 54'$$

$46^\circ 54' / 2 = 23^\circ 27'$ ekliptik ile ekvator arasındaki açıyı verir.

4.5 Bölüm 3.6'in Cevapları

“Yıldızların Rengi ”

Uygulama 3.6a “ Yıldızların sıcaklıklarını bulma”

Çizelge 4.1’de verilen yıldızların gerçek sıcaklık değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.1 Yıldızların gerçek sıcaklık değerleri

Betelgeuse	Aldebaran	Rigel	Acturus	Vega	Güneş
3600 °K	4100 °K	11000 °K	4300 °K	9602 °K	6000 °K

4.6 Bölüm 3.7'in Cevapları

“ Gezegenler”

Uygulama 3.7a ”Gökyüzünde Gezegenlerin izlediği yolun bulunması”

5- Güneş sisteminde; Güneş yerinde durup, tüm gezegenler Güneş etrafında dönüyor gibi görünmekte, bunun gök küre üzerindeki etkisi olarak gezegenlerde tıpkı güneş gibi Yer’in etrafında dönüyormuş gibi görülmektedir. Güneş’in izlediği yolu takip etmektedirler. Bu uygulamamızda da gezegenlerin gök küre üzerinde izledikleri yolun, Güneşin gök küre üzerinde izlediği yol ile yaklaşık olarak aynı olduğunu görmüş olduk.

Uygulama 3.7c “Gezegenlerin Güneş’ten olan uzaklıklarının hesaplanması”

1- Bode Yasası kullanılarak çizelge 4.2 oluşturulmuştur.

Çizelge 4.2 Gezegenlerin Güneş’e olan uzaklıkları

Gök Cismi	N	Bode Yasası (AB)	Gerçek Değerler
Merkür	0	0,4	0,39 AB
Venüs	3	0,7	0,72AB
Dünya	6	1AB	1,00AB
Mars	12	1,6	1,52AB
Ceres	24	2,8	2,88AB
Jüpiter	48	5,2	5,20AB
Satürn	96	10	9,53AB
Uranüs	192	19,6	19,2AB
Neptün	-----	-----	30,1AB
Plulo	384	38,8	39,5AB

2- Bode yasası yaklaşık değerler vermektedir. Bulduğumuz değerler de gerçek değerlerine oldukça yakın değerlerdir. N değeri büyüdükçe gerçek değerinden biraz daha fazla sapma olmuştur.

Uygulama 3.7d “Güneş’in Dünya’ya olan uzaklığı”

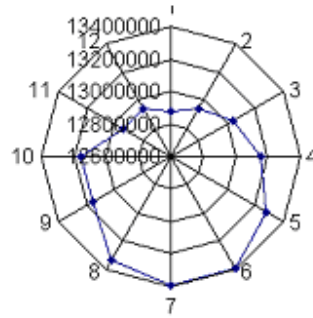
2- Bu sorunun cevabı için bir tablo oluşturulacaktır. Aşağıdaki Çizelge 4.3’de Güneş’in farklı tarihlerde hesaplanan Dünya’ya olan uzaklıkları verilmiştir.

Çizelge 4.3 Dünya-Güneş uzaklıklarını veren tablo

Ay	Dünya güneş uzaklıkları		Gerçek Dünya Güneş Uzaklığı
	Ortalama Dünya Güneş Uzaklığı	Fotografik Uzaklık	
Ocak	150000000	11.65	12875536.48
Şubat	150000000	11.6	12931034.48
Mart	150000000	11.5	13043478.26
Nisan	150000000	11.4	13157894.74
Mayıs	150000000	11.3	13274336.28
Haziran	150000000	11.2	13392857.14
Temmuz	150000000	11.2	13392857.14
Ağustos	150000000	11.25	13333333.33
Eylül	150000000	11.4	13157894.74
Ekim	150000000	11.4	13157894.74
Kasım	150000000	11.6	12931034.48
Aralık	150000000	11.6	12931034.48

3- Yukarıda bulduğumuz bu değerlerin grafiği aşağıdaki gibi çizilecektir.

Dünyanın Güneş Etrafındaki Hareketi



Şekil 4.13 Dünyanın güneş etrafındaki hareketini gösteren grafik

4- Aslında Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin daire değil bir elips olduğunu göstermektedir.

5- Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında Dünya Güneş'e daha uzaktır.

6- Aralık, Ocak, Şubat aylarında Dünya Güneş'e daha yakındır

7- Kuzey yarımkürede bulunan bir gözlemci, Dünya Güneş'e daha yakın olduğunda Yaz aylarının yaşanması gerekirken Kış aylarını yaşamakta, Dünya Güneş'ten uzak olduğunda Kış aylarını yaşanması gerekirken Yaz ayları yaşanmaktadır. Güney yarımkürede bunun tam tersidir. Demek ki Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığı ile mevsimlerin bir ilişkisi yoktur.

8- Ölçüm değerlerine baktığımızda, Yazın Güneş'in çapı Kış'a nazaran daha küçüktür. Yaz aylarında Dünya Güneş'e daha uzaktır, bundan dolayı Güneş'in görüntüsü fotografik plak üzerine düşürüldüğünde ve oluşan görüntüdeki çapı daha küçüktür.

Uygulama 3.7e “ Gezegenlerin Güneş etrafında dolanma hızları”

1- Venüs gezegeni için hız hesaplaması

$$V_1 = \frac{2\pi \cdot 0.723AB}{0.6152 \text{ yıl}}$$

$$0.723 \text{ AB} = 108,2 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$0.6152 \text{ yıl} = 224,7 \text{ gün} = 5392,8 \text{ saat}$$

$$V_1 = 126064,50 \text{ km / saat}$$

Dünya gezegeni için hız hesaplaması:

$$V_2 = \frac{2\pi \cdot 1AB}{1 \text{ yıl}}$$

$$1 \text{ AB} = 149,6 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$1 \text{ yıl} = 365,26 \text{ gün} = 8766,24 \text{ saat}$$

$$V_2 = 107225,51 \text{ km /saat}$$

Mars gezegeni için hız hesaplaması:

$$V_3 = \frac{2\pi 1.524 AB}{1.8809 \text{ yıl}}$$

$$1.524 AB = 227,9 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$1.8809 \text{ yıl} = 686,98 \text{ gün} = 16487,52 \text{ saat}$$

$$V_3 = 86849,80 \text{ km / saat}$$

Jüpiter gezegeni için hız hesaplaması:

$$V_4 = \frac{2\pi 5.203 AB}{11.8622 \text{ yıl}}$$

$$5.203 AB = 778,3 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$11.8622 \text{ yıl} = 4332,59 \text{ gün} = 103982,16 \text{ saat}$$

$$V_4 = 47029,25 \text{ km/saat}$$

2- Hesaplar sonucu bulunan hızlar $V_1 > V_2 > V_3 > V_4$ şeklinde bir sıralama gösterir. Hesaplamalar sonucunda en hızlı gezegen Venüs gezegenidir.

3- Buradan gezegenin yörüngesi Güneş'ten uzaklaştıkça hızını artırıyor şeklinde bir sonuç çıkartabiliriz. Bulduğumuz bu sonuç yukarıda Kepler'in 3. kanununda verilen bağıntıyı kanıtlamaktadır. Yani hız ile uzaklık arasında ters orantı vardır. Bize verilen formülleri incelersek, dönem ile hız arasında ters orantı olduğunu, dönemle uzaklık arasında da doğru orantı olduğunu görebiliriz.

4.7 Bölüm 3.8'in Cevapları

“Ay”

Uygulama 3.8a “Ay tutulmasında ilk gözlenen olgular”

1- Şekil 4.14'de görüldüğü gibi; Ay'ın önünden geçen gölge, Dünya'nın gölgesidir ve bu gölge Ay'ın üzerinde ilerlerken yuvarlak bir şekil alarak ilerlemekte ve Ay'ın yüzeyini tamamen kapatmaktadır. Ay'ın yuvarlak olduğunu gözümüzle görmekteyiz. O halde, Ay'ın yüzeyini kapatan, bu gölgenin sahibi olan cisim yani Dünya'nın, yuvarlak olduğunu anlamaktayız. Böylece, tam Ay tutulması Dünya'nın yuvarlak olduğunu kanıtlamaktadır.



Şekil 4.14 Tam Ay tutulması

2- Tam Ay tutulması esnasında Dünya, Güneş ışınlarının Ay'a ulaşmasını engellemektedir. Ay'a karşı olan Dünya yüzeyine çarpan Güneş ışınları Dünya'nın atmosferi tarafından kırıldığı için, Ay tutulmasında Ay tamamen kaybolmaz. Dünya etrafında kırılan ışıklarda mavi renk yutulduğu ve kırmızı rengi kırarak Dünya'nın gölgesinin içine geçirdiği için, Ay üzerinde kırmızı renkte bir aydınlık görülür. Bu güçsüz ışık kalıntıları görünürlüğü, bölgesel atmosferik şartlara bağlı olarak Ay'ı tuhaf bir bakır renginde ortaya çıkarır. Tam Ay tutulmasında Dünya'nın atmosferi, Güneş ışığını filtreleyip kıldığı için çok ilginç ve güzel bir görüntü oluşturmaktadır. Eğer Dünya'nın atmosferi olmasaydı o zaman tam Ay tutulması esnasında Ay siyah olurdu. Ancak tam tutulma süresince Ay, koyu kahverengi ve kırmızıdan parlak turuncu ve sarıya doğru bir renk dağılımına sahip olarak görülür.

Ay yüzeyindeki, görüntünün tam rengi Dünya atmosferinde ne kadar toz olduğuna bağlıdır. Büyük volkan patlamalarından sonra tam tutulmalar çok koyu renklerde gerçekleşir. Bunun nedeni patlama sonrasında Dünya'nın atmosferine çok fazla volkan küllerinin yayılmış olmasıdır. Aralık 1992 tam Ay tutulmasında Mount Pinatubo'nun tozları tutulma sırasında Ay'ın kıpkırmızı görülmesine neden oldu.

3- Bunun nedeni, Dünya etrafında dolanan Ay'ın, yörüngesinin, Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesine (Ekliptik) göre, 5°8' eğimli olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun anlamı, Ay, çoğu zamanını, Dünya'nın yörüngesinin ya altında ya da üstünde geçiriyor olmasıdır. Ay dolunay evresindeyken, Dünya'nın gölgesinin ya üstünden, ya da altından geçmesinden dolayı her zaman tam tutulma gerçekleşmez. Fakat yılda, iki ile dört kez arasında farklı tutulmalar görülebilir.

4- Ay olmasaydı, Dünya'nın eksenini, devamlı değiştirerek, içindeki yaşama zarar verecek; sert iklim değişikliklerini tetikleyecekti. Ay'ın kütle çekimi, bu tür salınımları, yok edip iklimleri dengelemektedir. Bir diğer etki, çekim gücü nedeniyle onun kendi etrafındaki dönüş hızını yavaşlatıp, bildiğimiz günlük periyoduna getirmesidir. Ay'ın olmaması Dünya'nın dönüş hızının artmasına, yaklaşık 15 saatlik bir gün süresinin oluşmasına sebep

olacak, günler kısalacak, canlılardaki biyolojik saat alt üst olacak, yaşam biçimleri ve yapıları farklılaşabilecektir. Gel-gitler Güneş Sistemi'ndeki benzerlerine göre, üç kez daha uzun olmaktadır. Dünya üzerindeki gel-git olaylarının yüzde 70'i Ay'dan, diğer yüzde 30'u ise Güneş ve gezegenlerden kaynaklandığı için Ay olmayınca, gel-git olayları da yüzde 70 azalırdı. Denizlerdeki gel-git olayı denizlerin yükselmesine sebep olmaktadır. Ay'ın etkisiyle yalnız denizler değil karalar da hareketlenir. Kara parçalarında saptanan en büyük yükselme ise 50 santimetre olacaktır. Neyi değiştireceği bilinmez ama Ay'ın yokluğunda artık Ay ve Güneş tutulmaları da olmazdı. Ay uzay boşluğunda başıboş gezen göktaşlarına karşı bir kalkan görevi yaptığından, yokluğunda dünya yüzeyine daha fazla göktaşı düşebilecektir. Ay olmayınca etkinliklerini geceleri Ay ışığında sürdürebilen birçok canlı türü de bunu yapamayacaklardı.

Uygulama 3.8b “Ay evreleri”

1- Yer'den bakıldığında, Ay'ın aydınlık görünen kısmının günden güne değiştiği görülmektedir. Ay, Güneşten aldığı ışığı yansıtmaktadır ve yer merkezli yörüngesi üzerinde hareket ettiği sürece, Güneş-Yer-Ay doğruları arasındaki açı sürekli olarak değişmektedir. Bu durum Ay'ın aydınlık görünen kısmının boyutlarının dönemli olarak değişmesini sağlamaktadır. Bu ışık değişimlerine Ay'ın evreleri denilmektedir. Güneş ışınlarının geliş yönüne göre Ay'ın Yer'den görülen 8 temel evresi vardır. 4 ana evre ise şöyle sıralanır:

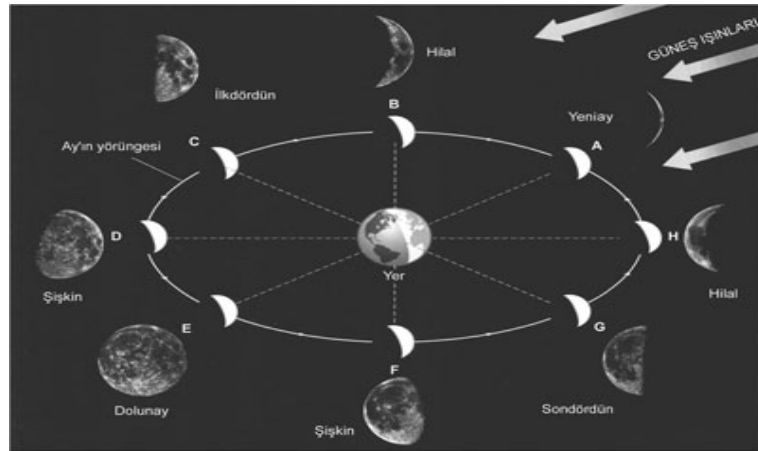
Yeniay; Güneş-Ay-Yer aynı doğrultu üzerinde bulunduğunda biz ayın karanlık yüzünü görmekteyiz. Bu evreye Yeniay denir. Bu evreden birkaç gün sonra, ay ince bir Hilal şeklinde görülmektedir. Hilal, günbatımı zamanında güneybatı yönüne bakıldığında görülmektedir.

İlkdördün; bir hafta sonra Ay ile Güneş arasındaki açı 90° olur. Ay bu evrede iken yarım daire olarak görülmektedir. İlkdördün, günbatımında güneye bakıldığında görülmektedir.

Dolunay; bir hafta sonra tekrar Güneş-Ay-Yer aynı doğrultu üzerinde bulunurlar. Bu konumda Ay karşılaşma pozisyonundadır. Dolunay, günbatımının hemen sonrasında doğu ufkunda görülmektedir. Bundan sonra ışıklı yüz küçülmektedir.

Sondördün; bir hafta sonra Ay ile güneş arasındaki açı 270° dir. Yine Ay bu evrede iken yarım daire olarak görülmektedir.

İlkdördünde ışıklı yarım daire sağda ve sondördün evresinde soldadır. Bundan bir hafta sonra Ay yine görünmez olur, yani yeniay evresine gelir. Şekil 4.15 de görülmektedir.



Şekil 4.15 Ay'ın evreleri

2- Ay'ın gündüz görülmesi; Ay sadece gece görülebilir diye bir şey yoktur. Gündüzleri de dönemine bağlı olarak Ay gökyüzünde görülebilmektedir. Ama Güneş'in atmosferimizde yansıyan ışınları onları görmemize engel olur. Atmosferimiz olmasaydı gökyüzü gündüzleri de karanlık olacak, Güneşle birlikte yıldızları da görebilecektik. Ay, Dünyamıza çok yakın olduğundan gökyüzünde görüntü olarak yıldızlardan çok büyük görünür. Eğer konumuna

göre Güneş'ten iyi ışık alabilirse gündüzleri de gökyüzünde rahatlıkla görünebilir. Gündüz Güneş'in havayı aydınlatması yıldızların parıltısını yok eder. Ama Ay'ın olduğu bölgede ışık yeterli ise geceki gibi çok parlak olmasa da onu görebiliriz. Hatta hava şartlarının ve Venüs gezegenin konumu uygun olduğu durumlarda hava aydınlıkken Venüs gezegenini de görebilmekteyiz.

3- Kavuşum ayı = 29,5 gün dür.

Bir yılda 12 ay vardır. O halde geçen süre $12 \times 29,5 = 354$ gün

Normalde bir yılda 365 gün vardır.

O halde $365-354 = 11$ gün yani bir yılın tamamlanması için 11 gün gereklidir.

10 Temmuz da Ay yeniay konumunda olsa idi ($10-11 = -1$) bir yıl sonra 29 Haziran'da yeniay konumuna gelmesi gerekecektir. Ay'ın yeniay konumunu geçeli 3 gün olduğuna göre 29 Haziran'da da yeniay konumunu geçeli 3 gün olacaktır.

4- Ay'ın kendi eksenini etrafında dönme süresi, yörüngesi üzerinde bir turunu tamamladığı yıldızıl dönem süresine eşittir. Bu nedenle yerden bakıldığında Ay'ın hep aynı yüzü görülmektedir. Bir gök cismi için dönme-dolanma durumlarının eşit olduğu bu duruma “eş dönme” denmektedir. Yerden bakıldığında da ayın yüzeyinin %59 ‘unu görebilmekteyiz.

5- Yüzey çekim ivmesinin Yer'dekinin altıda biri olması nedeni ile Ay yüzeyinde ki gaz moleküllerini tutabilecek güce sahip değildir. Bu nedenle Ay'ın atmosferi yoktur. Ve buna bağlı olarak yerdekine benzer bulutlar ve hava hareketleri oluşmamaktadır. Bu durum da Ay yüzey şekillerinin, Yer'den doğrudan izlenebilmesine olanak tanır. Ancak eş dönme özelliği nedeni ile Ay yüzey şekillerinin sadece bize bakan yüzüne ait olanları izleyebilmekteyiz. Ay'ın arka yüzüne ait yüzey şekilleri, 1950 yılların sonlarında insanlı ve insansız yapılan uzay uçuşları sonucunda izlenebilmiştir.

6- Ay, Dünyamıza 384.400 kilometre kadar uzaktadır. Bu uzaklık 100 kere Türkiye'nin bir ucundan diğerine gitmeye veya 10 defa ekvator üzerinde Dünya turu atmaya eşdeğer bir

uzaklıktır. Ay'ın yarıçapı 1750 km'dir. Bu değer Dünyanın yarıçapı olan 6400 km'nin yaklaşık dörtte biridir.

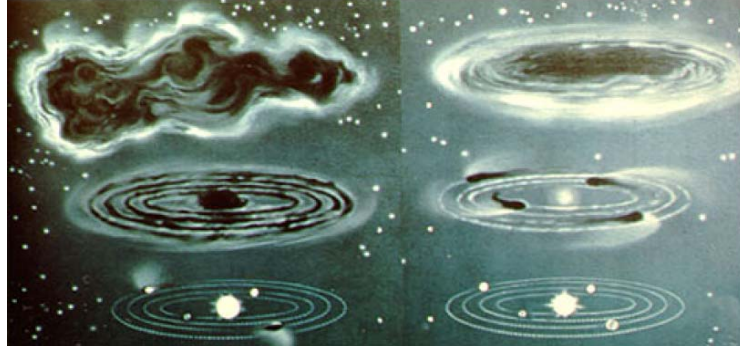
Ay'ın oluşumu ile ilgili 4 teori vardır.

1. Teori: Ay'ın ilk oluşum teorisi (George Darwin 1898, Parçalanma Kuramı) olup şuanda geçerliliğini yitirmiştir. Teoriye göre; Ay, Dünya'nın yakınında tıpkı Dünya gibi kendi başına oluşmuştur ve onun çevresinde dönmeye başlamıştır. Yani Ay bir anlamda Dünya'nın kardeşidir. Ancak Ay ve Dünya eğer kardeş olsalardı, Ay da Dünya ile benzer elementlere sahip olmalıydı. Bunun en iyi göstergesi Dünya da demir büyük oranda bulunurken Ay ise demir bakımından fakirdir.

2. Teori: Ay'ın Güneş sistemi içerisinde demirce fakir bir yerde oluştuğu daha sonra ise Dünya tarafından yakalanıp onun etrafındaki bir yörüngede dolaştığı söylenmektedir. Her ne kadar demir fakirliğini açıklayabilse de bu teoride yer'in izotop kompozisyonu Ay kayalarından alınan örneklerle aynı olduğundan Ay ve Dünya'nın farklı bölgelerde oluşmadığı anlamına gelir.

3. Teori: Dünya çok eskiden oldukça hızlı döndüğünden, yüzeyinden tıpkı ay büyüklüğündeki bir cisim fırlattığı düşünülmektedir. Bu cisim daha sonra küreselleşmiş, Dünya etrafında dönmeye başlamış ve Ay olmuştur. Bu teori Ay'ın, Yer mantosuna benzemesini açıklamaktadır. Fakat yapılan enerji ve momentum korunumu hesapları, eğer böyle bir durum gerçekleşiyse Ay'ın bulunduğu yerde olmaması gerektiğini göstermektedir. Bundan dolayı bu teoride geçerliliğini yitirmektedir.

4. Teori: Dünya 4,5 milyar yıl oluştuğunda, diğer daha küçük gezegenler oluşmaya devam etmekteydi. Şekil 4.16'de Güneş sisteminin oluşumuna ait bir resim verilmiştir. Önceleri gaz ve toz bulutu olan bir bulutsu yapının içindeki fizyolojik değişimlerden sonra aldığı şekil gösterilmektedir.



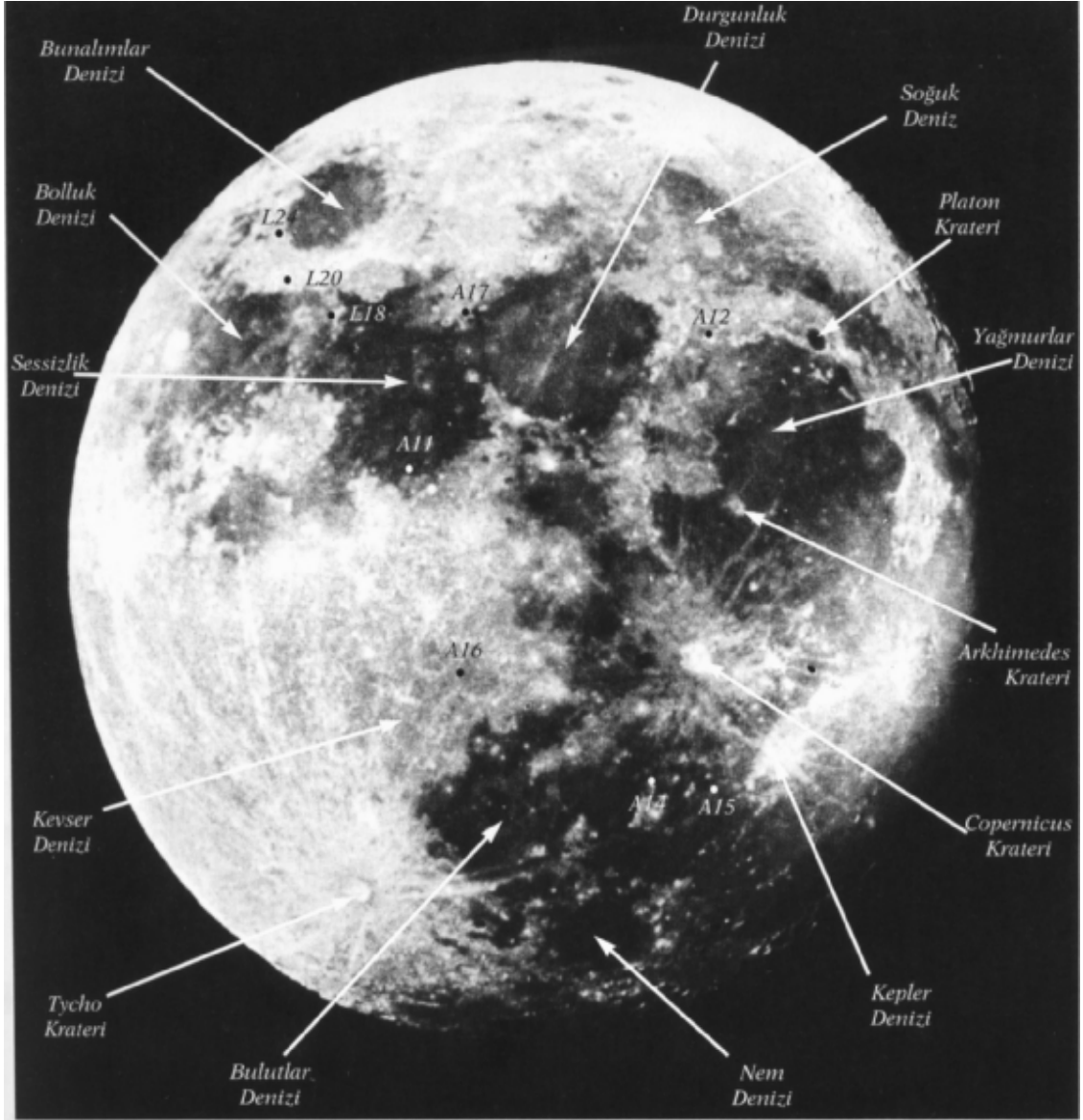
Şekil 4.16 Güneş sisteminin oluşumu

4. ve kabul gören kuram ”çarpma-fırlatma” kuramıdır.

Dünyanın oluşum sürecinin sonlarına doğru Mars boyutlarında bir ön gezegen Dünya’ya çarpmıştır ve çarpışma sonrasında Dünya’dan bir parça dışarıya doğru saçılmaya başlamıştır. Bu kayalık Dünya çevresinde bir yörüngeye oturmuş ve birleşmeye başlamıştır. Bu kayalık yavaş yavaş kendi üzerine çökerek Ay’ı oluşturmaya başlamıştır. Ay oluşum sürecinde gittikçe soğumaya başlamıştır ve bugünkü halini almıştır. Bu kuram Güneş sisteminin oluşum kuramıyla da uyum içerisindedir.

Uygulama 3.8d “Ay’ın yüzeyinde bulunan şekilleri tanıma”

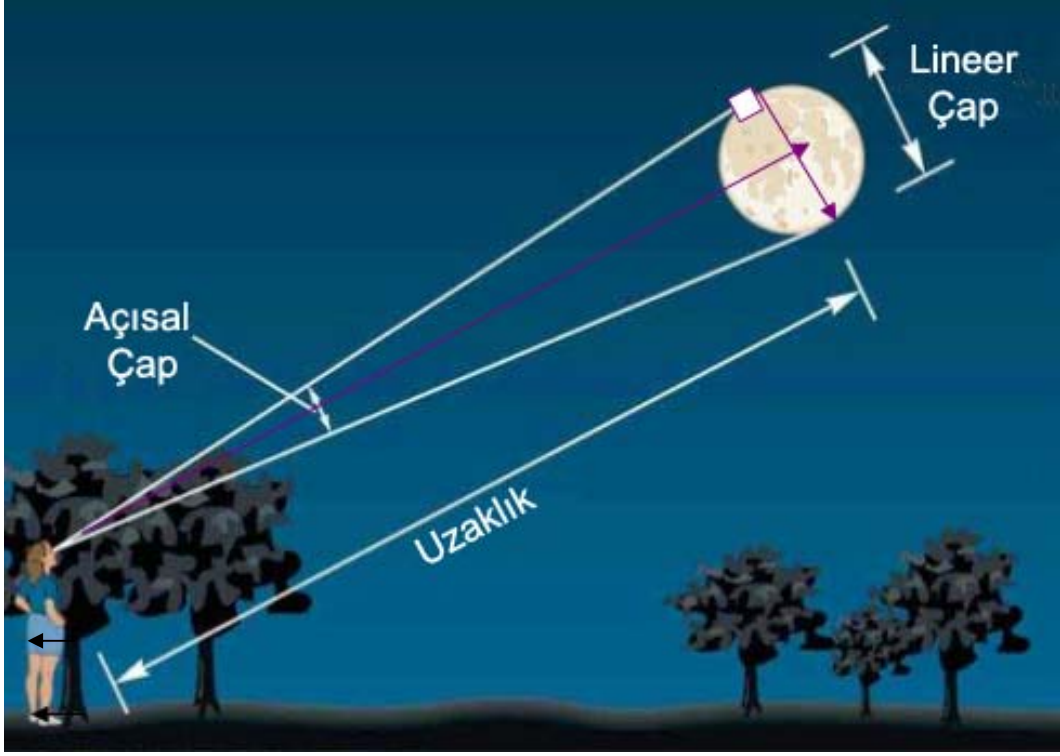
1- Şekil 4.17’de Ay’ın yüzey şekilleri isimleri ile birlikte verilmiştir.



Şekil 4.17 Ay'ın yüzey şekilleri

Uygulama 3.8f “Gezegenlerin gerçek apı”

1-



Şekil 4.18 Açısal ap ve lineer çap kavramlarından yararlanarak, trigonometrik kavramlardan yararlanarak cismin gözlemciye olan uzaklığını bulma

Burada bahsettiğimiz lineer çap kavramı Ay'ın gerçek çapıdır.

Bu uzaklıkları hesaplayabilmek için Şekil 4.18 üzerinde de görüldüğü gibi trigonometri den yararlanılabilir.

$$\sin(\alpha^\circ) = \frac{\text{Gezegen Yarı apı}}{\text{Gezegenin Gözlemciye Uzaklığı}} \quad (\alpha^\circ = \alpha'' / 3600)$$

Burada α 'yı dereceye çevirip, ondan sonra bu trigonometri formülünde yerine konulmalıdır.

Ya da hiç trigonometri kullanmadan, aynı anlama gelen şu işlem yapılabilir.

$$\alpha'' / 206265 = \frac{\text{Gezegen Yarı Çapı}}{\text{Gezegenin Gözlemciye Uzaklığı}} \text{ formülünden bulunur.}$$

Çizelge 4.4 Ay ve Mars'ın fiziksel özellikleri

	Açısal Çap (derecelendirme ile ölç)	Açısal Çap (yay saniyesi olarak)	Lineer (çizgisel) Çap	Cismin Yer'e Uzaklığı
Ay	0,5°	31'5"	3476,28 km	400 000km
Mars	0,25°	15"	6792,4 km	1,5 AB

4.8 Bölüm 3.9'in Cevapları

“Uydu”

Uygulama 3.9a

Çizelge 4.5 Gezegenlerin yarı-büyük eksen uzunluğu ve dönemleri

	ENBERİ (AB)	ENÖTE (AB)	a (AB)	P (YIL)
MERKÜR	.31	.47	0,39	0,24
VENÜS	.720	.726	0,723	0,61
DÜNYA	.98	1.02	1	1
MARS	1.38	1.66	1,52	1,87
JÜPİTER	4.95	5.46	5,205	11,87

Uygulama 3.9b

1- a_a = Marsın en beri uzaklığı: 1,38 AB

a_p = yer yörüngesini dairesel kabul edilirse: 1 AB

Uzay aracını enberi uzaklığı: $a_p: 1 \text{ AB}$

Uzay aracını enöte uzaklığı: $a_a: 1,38 \text{ AB}$

$$a_u = (1+1,38)/2 = 1,19$$

$$P_u = 1,298 = 1,3 \text{ yıl}$$

$$2- P_u / 2 = 0,65 \text{ yıl} = 0,65 \times 365,25 = 237,4 \text{ gün}$$

3- 27 Ekim 2016 dan 237,4 gün geriye gitmeliyiz, yani 8 ay 13 gün geri gitmeliyiz. Buda 14 Şubat 2016 tarihinde dünyadan ayrılmamız gerektiğini göstermektedir.

4- 1 Nisan 2016 için

$$a_a = 1,41 \text{ ve } a_p = 1 \text{ AB}$$

$$a_u = (1,41 + 1)/2 = 1,205 \text{ AB}$$

$$p_u = 1,322 \text{ yıl ise } p_u / 2 = 0,661 \text{ yıl} = 241,6 \text{ gün}$$

$$241,6 \text{ gün} - 237,4 \text{ gün} = 4,2 \text{ gün daha uzun sürdü.}$$

5- 1 Nisan 2016 + 241,6 gün

Yani 8 ay 17 gün eklemeliyiz, o halde 18 Aralık 2017 de Mars'a iniş yapılmalıdır.

Uygulama 3.9c

1- Yol = Hız x Zaman

$$2\pi R = V \times P$$

$$2\pi R / P = V$$

$$V = (2\pi \cdot 150 \text{ milyon km}) / (365,25 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ sn}) = 29,865 \text{ km/ sn} = 30 \text{ km/ sn}$$

$$2- V^2 = (30 \text{ km/sn})^2 [2/1,41 \text{ AB} - 1/1,52 \text{ AB}]$$

$$= 900 (0,7605) = 684,45$$

$$V = 26,16 \text{ km/sn}$$

$$3- V_{\text{bağ}} = V_{\text{uydu}} - V_{\text{gezegen}}$$

$$V_{\text{uydu}}^2 = 30^2 \left[\frac{2}{1} - \frac{1}{1,205} \right]$$

$$V_{\text{uydu}} = 32,45$$

$$V_{\text{bağ}} = V_{\text{uydu}} - V_{\text{dünya}}$$

$$= 32,45 - 30 = 2,45$$

$$4- V_{\text{bağ}} = V_{\text{uydu}} - V_{\text{gezegen}}$$

$$V_{\text{uydu}}^2 = 30^2 \left[\frac{2}{1,41} - \frac{1}{1,205} \right]$$

$$V_{\text{uydu}} = 23,015$$

$$5- V_{\text{bağ}} = V_{\text{uydu}} - V_{\text{mars}}$$

$$= 23,015 - 26,16 = -3,14$$

$V_{\text{uydu}} = 32,45$ ve $V_{\text{mars}} = 26,16$ bulundu. O halde uyduyu Mars'ın hızına erişebilmek için yavaşlatmalıyız.

Uygulama 3.9d

$$1- \text{Yol} = \text{Hız} \times \text{Zaman}$$

$$V = 3 \times 10^{10} \text{ cm/sn}$$

$$\text{Yol} = 2,66 \text{ AB} \times 1,5 \times 10^{13} \text{ cm} = 3,99 \times 10^{13}$$

$$t = \text{Yol} / \text{Hız} = 3,99 \times 10^{13} / 3 \times 10^{10} = 1,33 \times 10^3 \text{ sn} = 13300 \text{ sn}$$

$$2- \text{Yer} \text{-----Mars}$$

$$\text{Yol} \times 2 \text{ (gidilen yol tekrar geri dönülüyor)}$$

$$\text{Zaman} \times 2 \text{ (gittiği süreye eşit sürede tekrar dönüyor)}$$

$$t = 2 \times 13300 \text{ sn} = 26600 \text{ sn}$$

Uygulama 3.9e

1- $1/P_{\text{syn}} = 1/1 - 1/1,87$ ise $P_{\text{syn}} = 2,15$ yıl

2- Marsa gidiş 241,6 gün

Bekleme süresi $\frac{3}{4} P_{\text{syn}} = 2,15 \times \frac{3}{4} = 1,612$ yıl

$\frac{3}{4} P_{\text{syn}} = 1,612 \times 365,25 = 588,78$ gün

Dönüş = 241,6 gün (gidiş dönüş süreleri birbirine eşit)

Gidiş + Bekleme + Dönüş = 241,6 + 588,78 + 241,6 = 1071,98 gün

4.9 Bölüm 3.10'in Cevapları

“Zaman”

Uygulama 3.10a “Tarih değiştirme çizgisi”

1- Başlangıç meridyeninin doğusunda ve batısında 180'er meridyen bulunuyor. Dünya'nın bir küre olduğunu da hatırlarsak birbirine en uzak iki meridyen arasında $180 \times 4 = 720$ dakika zaman farkı vardır. Bu da 12 saate denk geliyor. 180. meridyen tarih değiştirme çizgisi olarak kabul edilir. Bu meridyenin doğu tarafında batı meridyenleri, batı tarafında ise doğu meridyenleri bulunmaktadır. Dolayısıyla, doğu meridyenlerinin olduğu batısında bir gün ileri, batı meridyenlerinin olduğu doğusunda ise bir gün geridir. Zaman gerçekte değişmese de yapay olarak üretilmiş zaman, takvim değişir. (Düz bir çizgi değildir. Adalara takımadalara geldiği durumda eğilir bükülür. 1995 yılına kadar çizgiye en yakın kara parçası Pitt Adası iken Kiribati Cumhuriyetinin isteği sonucunda çizgi yeniden düzenlendi ve Kiribatiler yeni günün Güneş'ini ilk gören kara parçası oldu. Bu çizginin yakınında bulunan bir adadan ayın 21 inde yola çıkıp, 20'sinde karşı adaya varmak mümkündür. Bir nevi mini zaman makinesidir.) Tüm ülkelerde aynı anda 22 Temmuz 2008

yaşanmamaktadır. 180. meridyenin doğu ve batısında tarih değişmektedir, yani takvim yaprağı yırtılmaktadır.

2- Türkiye Gün ışığı (yaz saati uygulaması) uygulamasından yararlanan ülkelerden biridir. Yaz saati uygulamasını ABD, AB'ne üye ülkelerin tamamı, Avustralya ve Rusya kullanıyor. Afrika kıtasının bir bölümü ve Uzakdoğu'daki bazı ülkeler ileri saati uygulamıyor. Çin, Japonya, Güney Amerika'nın büyük bölümü ve Orta Asya'daki birçok ülke ise önce uygulayıp sonra vazgeçmiştir.

3- Unutulmamalıdır ki Doğu ve Batı yarımküre kavramları ile Doğu'ya doğru, Batı'ya doğru ifadeleri farklı şeylerdir. Bu nedenle, “tarih değiştirme çizgisi Batı'dan Doğu'ya doğru aşıldığında tarih bir gün ileri, tarih değiştirme çizgisi Doğu'dan Batı'ya doğru aşıldığında tarih bir gün geri alınır” ifadesi yanlıştır.

180° boylamının batısına doğru gidildiğinde, doğu yarım küreye geçildiği için, tarih bir gün, ileridir. 180° boylamının doğusuna doğru gidildiğinde, batı yarım küreye geçildiği için, tarih bir gün, geridir.

4-

Çizelge 4.6 Tarih Değiştirme Çizgisine göre belirlenen tarihler

Fiji ülkesinde tarih ve zaman	Tonga ülkesinde tarih ve zaman	Western Samoa ülkesinde tarih ve zaman
22 Ocak Saat 04:09	22 Ocak Saat 05:09	21 Ocak Saat 05:09

5- Kiribati'de bulunan bir kişi önce gün çizgisinin batısına geçecek, orada yılbaşı partisine katılıp daha sonra gün çizgisinin doğusuna geçecektir. Doğusunda da yılbaşı partisine katılabilecektir. Böylece iki kez yeni yıl kutlamalarına katılmış olacaktır.

6- Bering Boğazı, Rusya ile ABD'yi ayırmaktadır. Şekil 4.19'de görülmektedir. Ve bu boğaz gün çizgisi üzerindedir. Fiji, Tonga, Western Samoa'da gün çizgisinin ayırdığı ülkelerdendir (Şekil 4.20).



Şekil 4.19 Bering Boğazı



Şekil 4.20 Gün çizgisinin ayırdığı ülkeler

4.10 Bölüm 3.11'in Cevapları

“Mevsimler”

Uygulama 3.11a “Mevsimlerin oluşumu”

1- Şekil 4.9’da Güneşin yıllık hareket düzlemi olan ekliptik düzlemi ve 22 Haziran günündeki Güneş’in günlük hareketi görülmektedir.

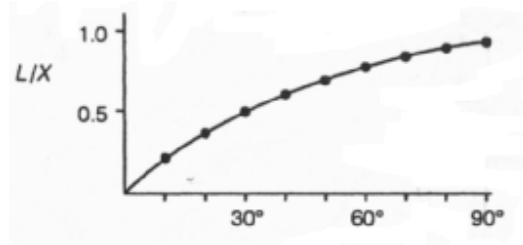
2- Kuzey kutup bölgesinde büyük buz kütlesi vardır. Ve bu buz kütlesi eridiğinde ortaya Dünya’nın petrol ve doğalgaz enerjisinin %25 i kullanmak üzere çıkartılabilir duruma gelecektir. Bu petrolerin paylaşımı için ABD, Rusya, Kanada, Danimarka ve Norveç ülkeleri kendi aralarında bir anlaşmaya varmışlardır. Kuzey kutup dairesinin geçtiği ülkeler Rusya’nın Murmansk, Norilsk ve Vorkuta kentleri, Norveç’in Tromse kenti, Finlandiya’nın Rovaniemi kenti. Bunun dışında Alaska (ABD), Kanada, Danimarka, İsveç’in de sınırları vardır. Güney kutup bölgesinde ise Antartika adı verilen çok büyük buzullar ile kaplı büyük bir kara parçası vardır. Güney kutbunda yeryüzünün en soğuk ve en fırtınalı iklimi egemendir. Bundan dolayı burada yerleşik bir yaşam yoktur. ABD’nin gözlem istasyonu bulunmaktadır.

Şekil 4.10’da kutuplarda bulunan bir gözlemci için 22 Haziran ve 21 Aralık tarihlerindeki günlük hareket çizgilerine bakarak 6 ay gündüz ve 6 ay gece olmasının nedeni görülmektedir.

4- Çizelge 4.7’de L / X değerleri hesaplanmış ve tabloya yerleştirilmiştir. Şekil 4.21’de ise L / X değerleri ile açı değerlerinin grafiği çizilmiştir. Güneş’in Dünya’ya geliş açıları arttıkça L / X (göreceli güneş ışığı) değerleri artmaktadır.

Çizelge 4.7 Güneşin farklı yüksekliklerine karşı ölçülen X ve L değerler

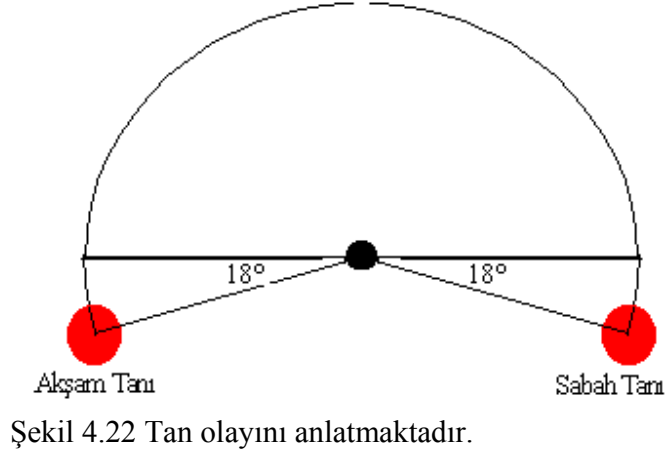
Yükseklik	X	L	L / X
0^0	-----	1	-----
10^0	5,76	1	0,17
26^0	2,24	1	0,45
30^0	2	1	0,5
40^0	1,56	1	0,64
50^0	1,30	1	0,77
60^0	1,15	1	0,87
70^0	1,06	1	0,94
73^0	1,04	1	0,96
80^0	1,02	1	0,98
90^0	1	1	1



Şekil 4.21 L / X değerlerinin grafiği

10- Atmosfer olmasaydı, Güneş'in batmasıyla doğmasına kadar devam eden bir karanlıktan söz etmek zorunda kalırdı. Fakat, Güneş doğmadan evvel etrafın yavaş yavaş aydınlanmakta ve battıktan bir müddet sonraya kadar da aydınlığın alaca karanlık biçiminde devam etmektedir. Yerin atmosferinde Güneş ışınlarının dağılmasından ötürü, Güneş doğmadan bir müddet önce ve Güneş battıktan sonrada ışığı atmosferi aydınlatmaya devam eder. Güneş'in doğmasından önce ve batmasından sonra meydana gelen, Güneş'in

ufuk düzlemi ile ufku altındaki 18° noktası arasında bulunduğu sürede olan olaya tan olayı (alacakaranlık) denilmektedir. Şekil 4.22’de görülmektedir.



Uygulama 3.11b “Güneş ışınlarının geliş açılarının hesaplanması”

Çözüm 1: Bu tarih 21 Aralıktır ve Güneş ışınları Oğlak dönencesine dik düşmektedir.

Türkiye’nin en kuzeyinin enlemi: 42° dir

Oğlak dönencesinin enlemi: -23° dir.

$$42+23= 65^\circ$$

$$90-65=25^\circ$$

21 Aralık tarihinde Türkiye’nin en kuzeyi olan 42° kuzey enlemine Güneş ışınları 25° lik bir açı ile düşmektedir.

Çözüm2: Bu tarih 21 Hazirandır. Güneş ışınları Yengeç dönencesine dik düşmektedir.

Ankara’nın enlemi: 40° dir

Yengeç dönencesinin enlemi: 23° dir

$$40-23=17^\circ$$

$$90-17=73^\circ$$

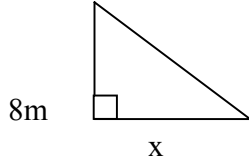
21 Haziran tarihinde Ankara’da (40° enlemine) Güneş ışınları 73° lik bir açı ile düşmektedir.

Uygulama 3.11c “Verilen enlemde cismin gölge boyunun hesaplanması”

Çözüm 1:

21 Mayıs’ta maksimum yükseklik için;

$$h_{\max} = (90 - \varphi) - \delta = (90 - 40) + 20^\circ 7' = 70^\circ 7'$$



$$\tan(70^\circ 7') = 8 / x$$

o halde $x = 8 / 2,765 = 2,89$ metre dir.

Çözüm 2:

$$h_{\max} = (90 - \varphi) - \delta = (90 - 48) + 42^\circ = 84^\circ$$

$$\tan(84^\circ) = 5,20 / x$$

o halde $x = 5,20 / 9,51$ için

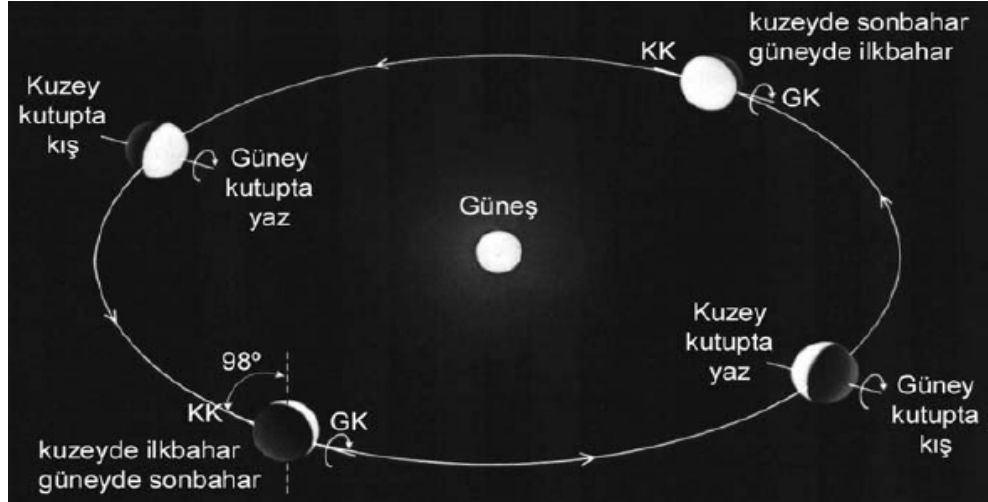
$$x = 0,55 \text{ metredir.}$$

Uygulama 3.11d “Mars ve diğer gezegenlerde mevsim oluşumu”

1- Marsın yörünge dönemi, Yer’in yörünge döneminden yaklaşık olarak iki kat daha uzundur (1.88 yıl). Dolayısıyla Yer, Güneş etrafındaki bir tam dönüşünü 12 ayda tamamladığına göre, Mars da Güneş etrafındaki bir tur dolanımını 24 ayda tamamlayacaktır. O halde Mars da mevsimler 6 ay sürmektedir.

2- Venüs’de mevsim gözlenmez. Uranüs’de ise dönme ekseninin bu büyük eğimi, 84 yıl süren yörünge dönemi boyunca, Kuzey ve Güney kutup noktasının ardışık olarak Güneş’e

yönlenmesine ve iki yarım kürenin ileri düzeyde mevsimsel etkiler altında kalmasını sağlamaktadır. Şekil 4.23’de Uranüs Gezegeniindeki mevsimler görülmektedir.



Şekil 4.23 Uranüs’ün kutuplarının bir yörünge dönemi boyunca Güneş’e yönelimi

4.11 Bölüm 3.12’in Cevapları

“Yıldızların Uzaklıklarının Hesaplanması”

Uygulama 3.12a “Yıldızların mutlak parlaklıklarının hesaplanması”

Çizelge 4.8’de verilen yıldızların mutlak parlaklıkları hesaplanarak tabloya yerleştirilmiştir.

1- Çizelge 4.8 Sirius, Polaris ve Betelgeuse yıldızlarının mutlak parlaklık değerleri

	Mutlak parlaklık (kadir)	Görünür Parlaklık (kadir)	Uzaklık (parsec)
Sirius	1.44	-1,4	2,70
Polaris	-4.5	2,0	200
Betelgeus	-5.88	0,4	180

2-Görünür parlaklıklarına göre $m_s < m_B < m_p$ sıralaması doğru değildir. Çünkü iki yıldızın parlaklığını karşılaştırmak için yıldızları aynı uzaklığa getirmeliyiz. Yani mutlak parlaklık kavramından yararlanınız.

3- $M_b < M_p < M_s$ olduğunu görülmektedir.

4- $m_v - M_v = + 5 \log d(\text{pc}) - 5$

$$m_v - (-1,5) = -5 + 5 \log 2500$$

$$m_v = 10,49 \text{ kadir}$$

Gözün görebileceği en sönük yıldız 6^m dir. O halde bu yıldız daha sönük olduğundan çıplak gözle göremeyiz.

5- $m_v - M_v = +5 \log d(\text{pc}) - 5$

$$12 - M_v = -5 + 5 \log 100$$

$$M_v = 7^m$$

$$9 - 7 = -5 + 5 \log d$$

$$\log d = 7/5 \text{ ise } d = 25 \text{ pc}$$

Yıldız 9^m görülebilmesi için 25 pc uzaklıkta olmalıdır.

6- Paralaks yöntemi belli uzaklıklardan sonra güvenilirliğini yitirmektedir. Bundan dolayı “ $m_v - M_v = + 5 \log d(\text{pc}) - 5$ ” formülünden yararlanılmıştır.

Uygulama 3.12b “Gezegenlerin ışınlam güçlerinin uzaklık ile ilişkisi”

Çizelge 4.9 Gezegenlerin ışınlam gücünü ve gezegenin birim yüzeyine düşen enerjileri

Gezegen	Güneş’e olan uzaklık	İşınım Gücü (L)	Gezegenin birim yüzeyine düşen enerji	Gezegenin tüm yüzeyine düşen enerji
Yer	1 AB	$1,5629210^{+30}$	552,7696	$1,13 \times 10^{12}$
Mars	1,5 AB	$1,5629210^{+30}$	244,8958	35495861061
Jüpiter	5,2 AB	$1,5629210^{+30}$	20,3778	
Satürn	10 AB	$1,5629210^{+30}$	5,527696	

Çizelge 4.8’da görüldüğü gibi Güneş Sistemi gezegenlerinin yüzeyine gelen ışınlar Güneş’ten uzaklaştıkça azalmaktadır. Yer ve Satürn’ün birim yüzeyine düşen enerji miktarlarına bakıldığında bu oran daha net bir şekilde görülmektedir. Satürn, Güneş’e Yer’in on katı kadar uzakta iken, birim yüzeyine düşen enerji miktarı Yer’e göre yüz katı kadar azalmaktadır. Ters kare kanunu yöntemini çok net bir şekilde açıklamaktadır. Yani gezegenlerin yüzeyine ulaşan, enerji miktarı uzaklığın karesi kadar azalmaktadır.

Uygulama 3.12c “Güneş’in sıcaklığı”

$$T_{\epsilon_{\odot}} = \sqrt[4]{\frac{E_{\odot}}{\sigma} \left(\frac{d}{R_{\odot}} \right)^2}$$

formüllün den yararlanalım.

$$T_{\odot} = \sqrt[4]{\frac{1,359 \times 10^6 \times (1,5 \times 10^{13})^2}{5,672 \times 10^{-5} (1,392 \times 10^{11})^2}} = 5,6850710^{+14}$$

4.12 Bölüm 3.14'in Cevapları

“Yer Çekim Kuvveti”

Uygulama 3.14a “Yer çekiminin deprem ile ilişkisi”

Güneş’in aralık ayında bulunduğu konudan Dünya’ya uyguladığı çekim kuvvetini hesaplayalım:

$$F = (6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}) \times (1,99 \times 10^{30} \text{ kg}) \times (5,97 \times 10^{24} \text{ kg}) / (147\,056\,800\,000 \text{ m})^2$$

$$F = 3,67103 \times 10^{+22} \text{ N}$$

Aralık ve Haziran ayında hesaplanan bu değerlerin Güneş Tutulması ile nasıl bir ilişki kurulmaktadır? Bu soru insanoğlunun aklına 17 Ağustos 1999 depreminden sonra gelmiştir. Çünkü depremden önce 11 Ağustos tarihinde gerçekleşen Güneş tutulması Türkiye’den tam tutulma olarak gözlenmişti. İnsanların aklına hemen aralarında bir ilişki mi var sorusu geldi. Şimdi böyle bir ilişki var mıdır bakalım. Güneş tutulması Ay’ın yörünge hareketi sırasında Dünya ile Güneş arasına girmesi ve Ay’ın Güneş’i kısmen veya tamamen örtmesi sonucunda gözlenen bir olaydır. Güneş tutulmasının gerçekleşebilmesi için Ay yeniay evresinde iken ve düğümlere yakın olması durumunda mümkündür. Bu da Güneş-Ay-Dünya sıralaması demektir. Dünya enberi konumunda iken yani Güneşe en yakın olduğu konum, Aralık ayında iken, çekim kuvveti; $3,67103 \times 10^{+22} \text{ N}$ dur.

Dünya enöte konumunda iken yani Güneş'e en uzak olduğu konum, haziran ayında iken, çekim kuvveti; $3,38319 \times 10^{+22}$ N dir. Haziran ayındaki çekim kuvveti, Aralık ayındakine göre daha azdır. Bu konumlarda iken, eğer Ay da yeniay evresine gelirse Güneş tutulması gerçekleşecektir. Tıpkı 11 Haziran'da olduğu gibi. 11 Haziran'daki deprem bu çekim kuvvetinden dolayı gerçekleştiyse eğer, Aralık ayında iken (daha büyük çekim kuvvetine sahip olan güneş) deprem olması gerekirdi. Bu hesaplanan çekim kuvvetine birde Ay'ın uyguladığı çekim kuvveti eklenmektedir.

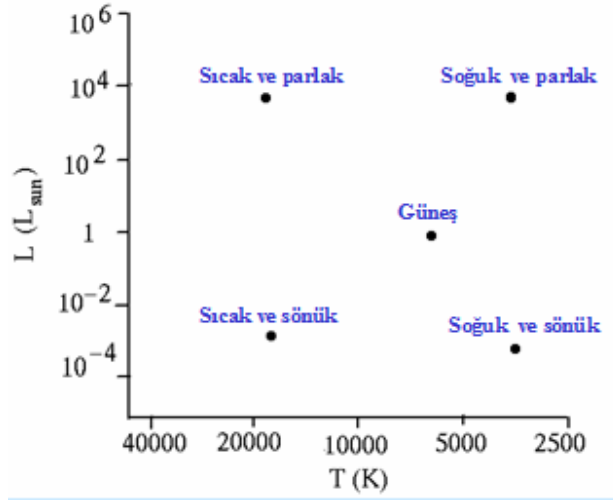
Güneş ve Ay'ın uyguladıkları çekim kuvvetleri bulundukları konumlara göre aynıdır, değişmez. Güneş ışığının birkaç dakika gölgelenmesi ile Dünya'nın bazı bölgelerine biraz az enerji gelmiş olur. Bu enerji azalması depremi tetikleyen ve depremin oluşmasına sebep olan hareket enerjisinin yanında çok küçüktür. Depremin oluşmasına neden olarak gösterilemez

4.13 Bölüm 3.15'in Cevapları

“H-R diyagramı”

Uygulama 3.15a “Etkinlik; H-R diyagramını oluşturmak”

Yıldızların konumu ile ilgili biraz daha bilgi verelim. Şekil 4.25'de yıldızlar sıcaklık ve parlaklıklarına göre H-R'nin neresinde yer aldığını göstermektedir.

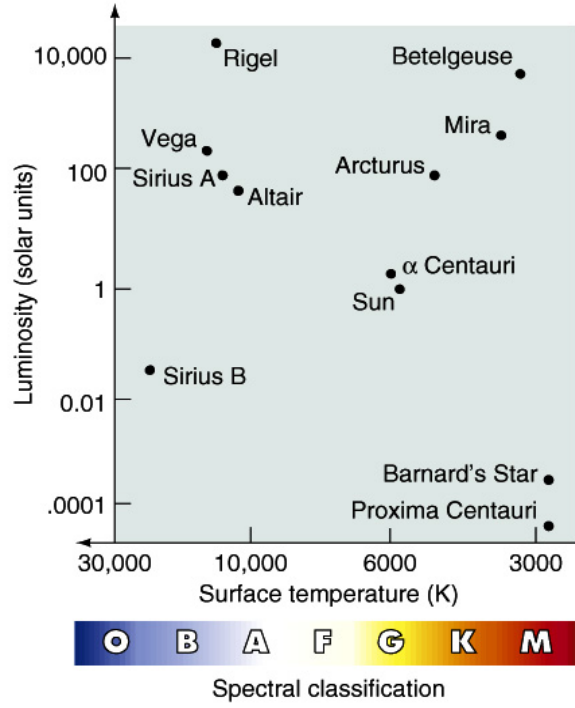


Şekil 4.24 H-R üzerinde sıcak ve soğuk yıldız grupları gösterilmiştir.

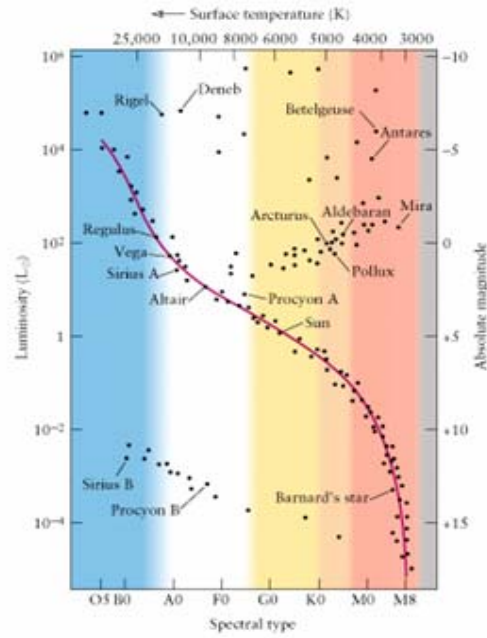
Bu grafik yardımıyla şöyle bir sonuca varabiliriz; Güneşten daha soğuk ve parlak olan yıldızlara kırmızı dev, Güneş'ten daha sıcak ve sönük olan yıldızlara beyaz cüceler denilmektedir. Aşağıda verilen bazı yıldızların tayf türü, kütle, ışınlam gücü ve yaşı verilmiştir. Bu bilgiler yardımı ile yıldızlar H-R'ye yerleştirilmiştir.

Yıldız	Tayf Türü	Kütle (M _G)	Merkezi Sıcaklık(x10 ⁶ K)	İşınım Gücü (L _G)	Hesaplanan Yaşı
Rigel	B8Ia	10	30	44,000	20
Sirius	A1V	2.3	20	23	1,000
α-Centauri	G2V	1.1	17	1.4	7,000
Sun	G2V	1.0	15	1.0	10,000
P-Centauri	M5V	0.1	5.0	0.00006	>1,000,000

Şekil 4.26 ve şekil 4.27'de verilen yıldızlar, bu özelliklerinden yararlanarak H-R'ye yerleştirilmiştir.



Şekil 4.25 Verilen yıldızların parlaklık ve sıcaklıklarına göre grafiğe yerleştirilmesi



Şekil 4.26 Verilen bu yıldızların H-R de hangi yol üzerinde olduğunu göstermektedir.

Yap-bozunuzda kullanacağınız soruların yanıtları:

- 1- Kütle büyüdükçe yıldızın üreteceği enerji fazla olacağından yarıçap büyümektedir.
- 2- Yarıçap artar
- 3- O tayf türündeki yıldızlar
- 4- Hidrojen yakan bir yıldız olduğundan anakol üzerinde bulunmaktadır.
Örneğin, Betelgeouse Hidrojen yakmayı bitirdiği için anakol üzerinde değildir.
Kırmızı devdir. Devler kolu üzerinde bulunur.
- 5- Yatay eksen yıldızların tayf türleri, renkleri ve etkin sıcaklıkları temsil etmektedir.
- 6- Dikey eksen ışıyım güçleri, salt parlaklıkları temsil etmektedir.
- 7- Anakolun üst kısmında ve H-R'nin sağ üst kısmında yer almaktadır.
- 8- Anakolun alt kısmında ve H-R'nin sol alt kısmında yer almaktadır.
- 9- H-R'nin sol sütununda yer alır.
- 10- H-R'nin sağ sütununda yer alır.

5. SONUÇ

Bu çalışma ile lise öğrencilerimiz, diğer pozitif bilim dallarının kullanım alanlarını öğrenmiş olacaklar. İçinde yaşadığımız evrenin bilinmeyenlerini öğrenmiş olacaklar; gökyüzünü tanımış olacaklar ve gök cisimleri hakkında bilgi edinmiş olacaklar. Bu uygulamaya dayalı çalışma sonunda öğrencinin analitik düşünme yeteneği gelişecektir. Uygulamalardan önce anlatılan ve uygulamayı yapmalarına yardımcı olan bilgiler sayesinde öğrenci hem konuyu anlayacak hem de uygulamayı yapabilecektir. Böylece astronomi biliminin diğer bilim dalları ile iç içe olduğunu görebilecektir. Diğer bilim dallarının kullanım alanlarını da öğrenecektir.

MEB'nin yeni uygulamaya koyduğu yapılandırmacı ve kavramsal öğrenmeye dayalı müfredat programında, özellikle matematik ve fizik derslerinde kitaplarına koyduğu etkinlikleri ile uygulamaya verdiği önemi göstermektedir. MEB'nin kitaplarında olduğu gibi konuların daha iyi anlaşılabilmesi ve kavranabilmesi için daha fazla uygulama ve gözleme ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmada MEB'nin bu uygulamasına ve beklentilerine önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmanın okullarda öğrencilere aktarılabilmesi ancak Astronomi eğitimi almış kişiler tarafından gerçekleştirilebilir. Böylece ülkemizde Astronomi bölümü mezunu arkadaşlarımız içinde bilgilerini aktarabilecekleri bir iş olanağı oluşacaktır.

KAYNAKLAR

- Albayrak, B. 2007. Genel Astronomi ders notları. Ankara Üniversitesi, 121, Ankara.
- Anonim. Astronomiye Giriş I ders notları. Ankara Üniversitesi, 126, Ankara.
- Atkinson, S., Alev, M. 2005. Astronomi. TÜBİTAK, 48, Ankara.
- David, G., Andrew, H., 2000. Space (Make it Work! Science.Two-Can Publishing, Princeton.
- Erev, M., Tanın, T. 1967. Astronomi Dersleri lise III. Osman Yalçın Matbaası, 121, İstanbul.
- Engin, S. 2000. Genel Astronomi I. Ankara Üniversitesi, 126, Ankara.
- Engin, S. 2000. Genel Astronomi II. Ankara Üniversitesi, 127, Ankara.
- Ferguson, P.C. 2001. Introductory Astronomy Exercises. Wardsworth Group, 326, USA.
- Gribbin, M., Gribbin, J. ve Tanrıöver, G. 2005. Zaman ve Uzay. TÜBİTAK, 64, Ankara.
- Özel, M. E., ve Saygaç, A. T. 2004. Gökyüzünü Tanıyalım. TÜBİTAK, 228, Ankara.
- Selam, S.O. 2008. Web sitesi. <http://dione.astro.science.ankara.edu.tr/selim/>. Erişim Tarihi: 28.08.2008.
- Anonymous. Web sitesi. www.ncsec.org/cadre2/team24_2/earth-sun%20distance.htm. Erişim Tarihi: 22.07.2008.
- Anonymous. Web sitesi. www.bilgilik.com/bilim/evren-ve-dunya. Erişim tarihi 28.07.2008.
- Anonymous. Web sitesi www.wikipedia.org. Erişim tarihi 04.07.2008-12.09.2008
- Anonymous. 2001 Web sitesi www.e-cografya.com. Erişim tarihi 15.08.2008

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Sevda SAKALLI

Doğum Yeri: Elazığ

Doğum Tarihi: 26/09/1979

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve yılı)

Lise	: Fatih Sultan Mehmet Lisesi: 1993-1997
Lisans	: Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü (1998 - 2003)
Yüksek Lisans	: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Astronomi ve Uzay bilimleri Anabilim Dalı (Şubat 2005 – Kasım 2008)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yılı

Çatı Dershanesi 2003-2007
Seviye Dergisi Dershanesi 2007-