

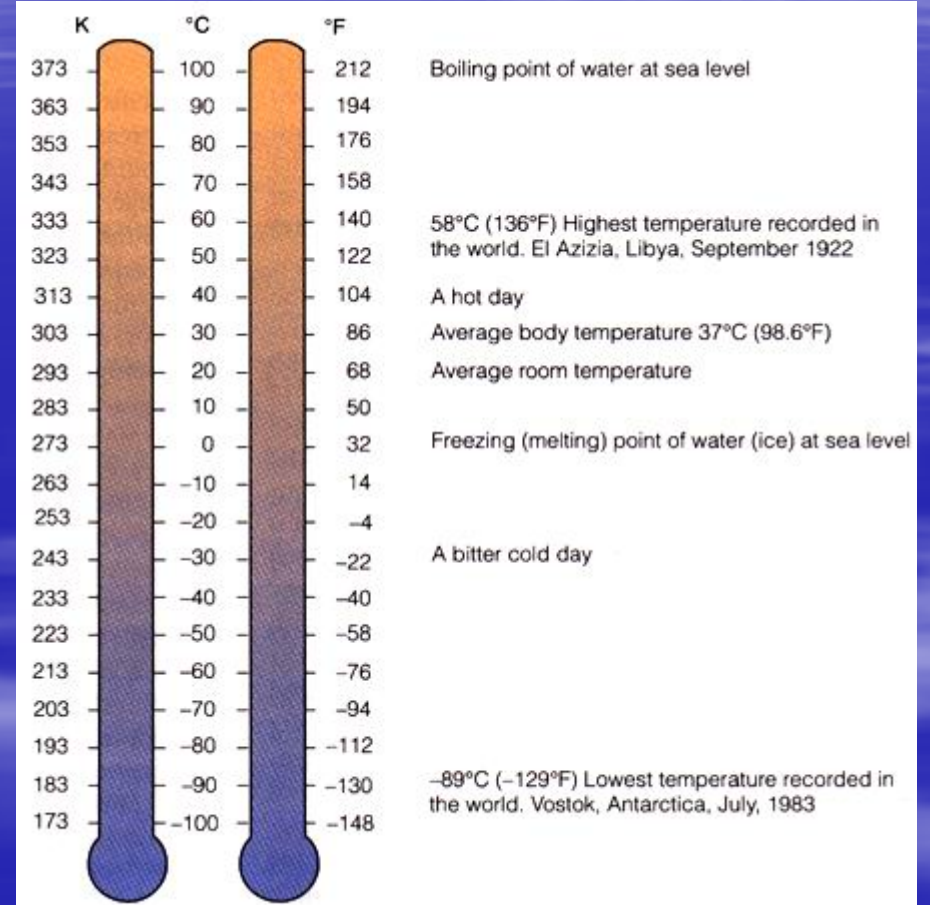
# Klimatolojinin Esasları

## Sıcaklık

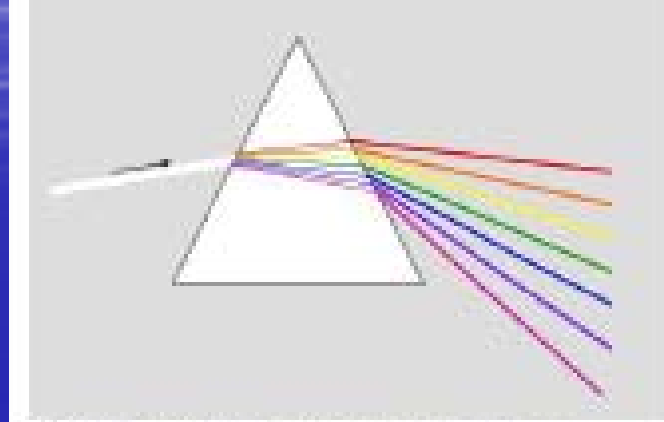
Prof. Dr. İhsan Çiçek

# HAVA SICAKLIĞI

- Isı ve sıcaklık
- Sıcaklık ısının görünür ve ölçülebilir halidir.
- Birimleri farklıdır.
- Isının birimi kalori (cal)
- Sıcaklığın birimi santigrat derece(°C)



# Elektromanyetik spektrum (sürekli güneş tayfı)



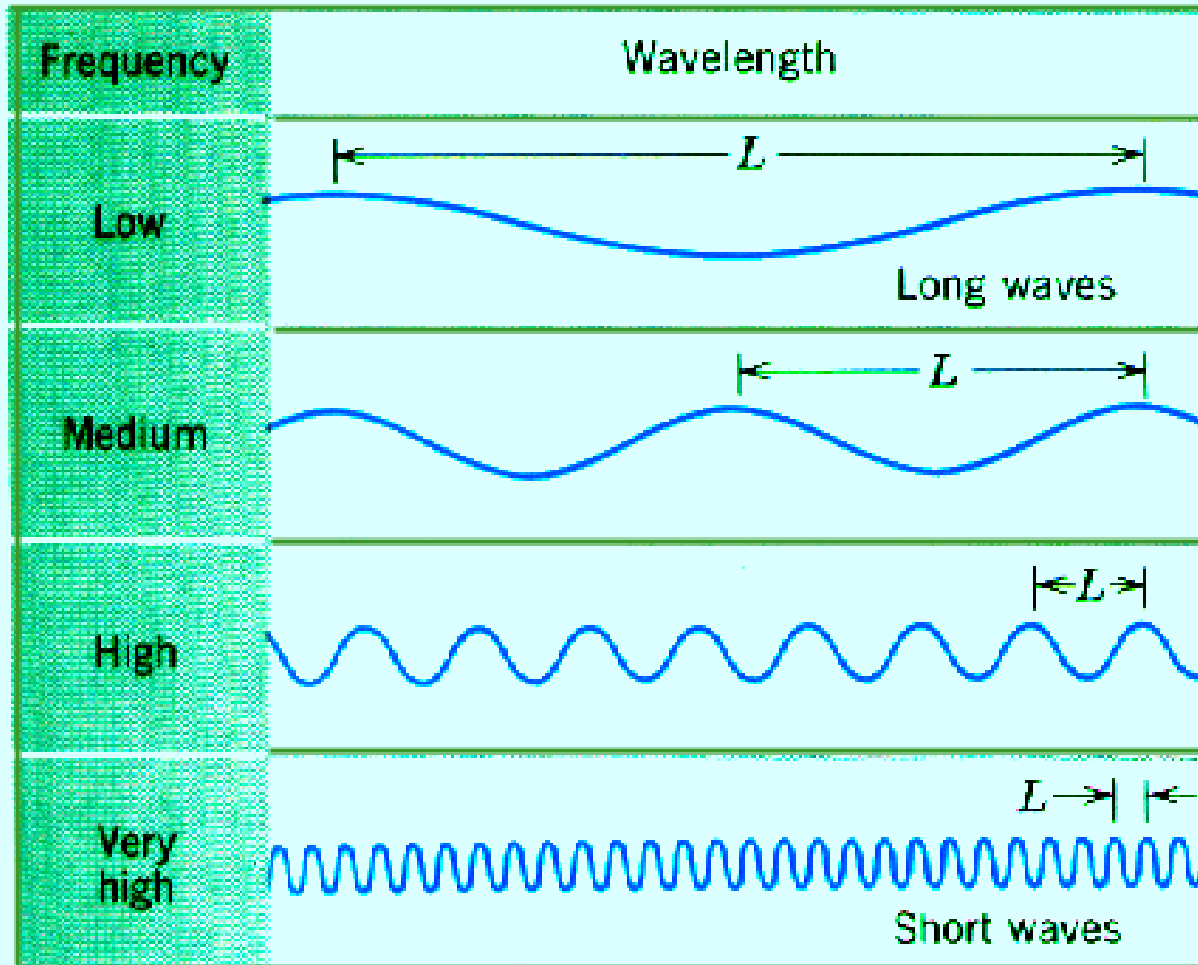
3. Light being refracted by a prism.



2. The sun colour spectrum. Source: NASA.

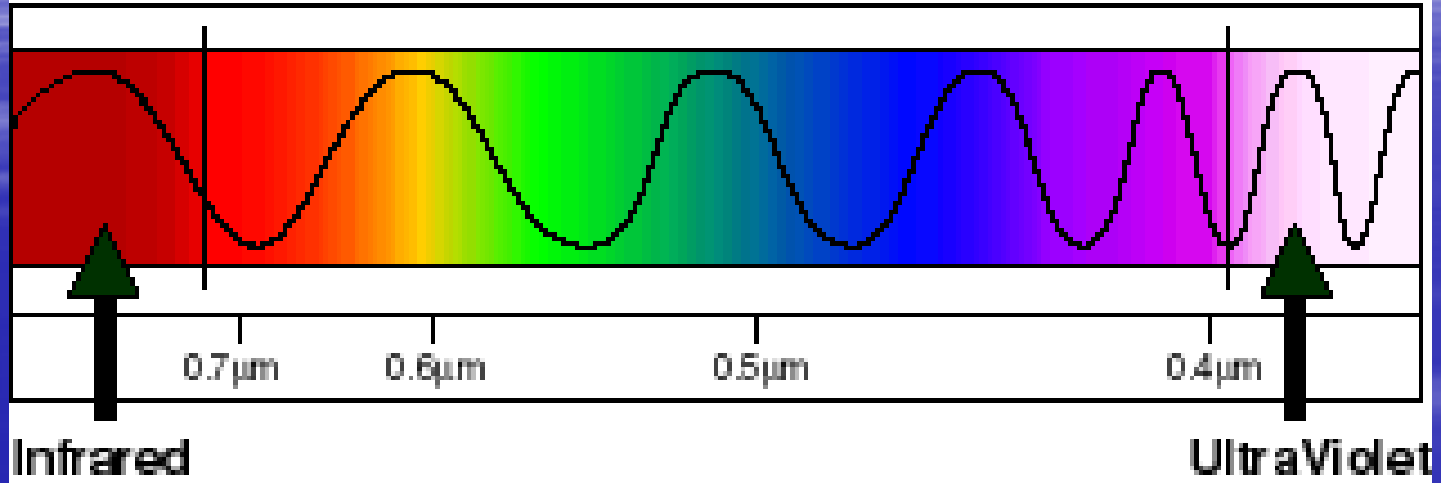
# Birimler

- 1 mikron =  $10^{-3}$  mm
- 1 Angstrom =  $10^{-3}$  mikron =  $10^{-6}$  mm
- Güneş ışınları daha çok 0.2 ile 3 mikron arasında dalga uzunluğuna sahiptir.



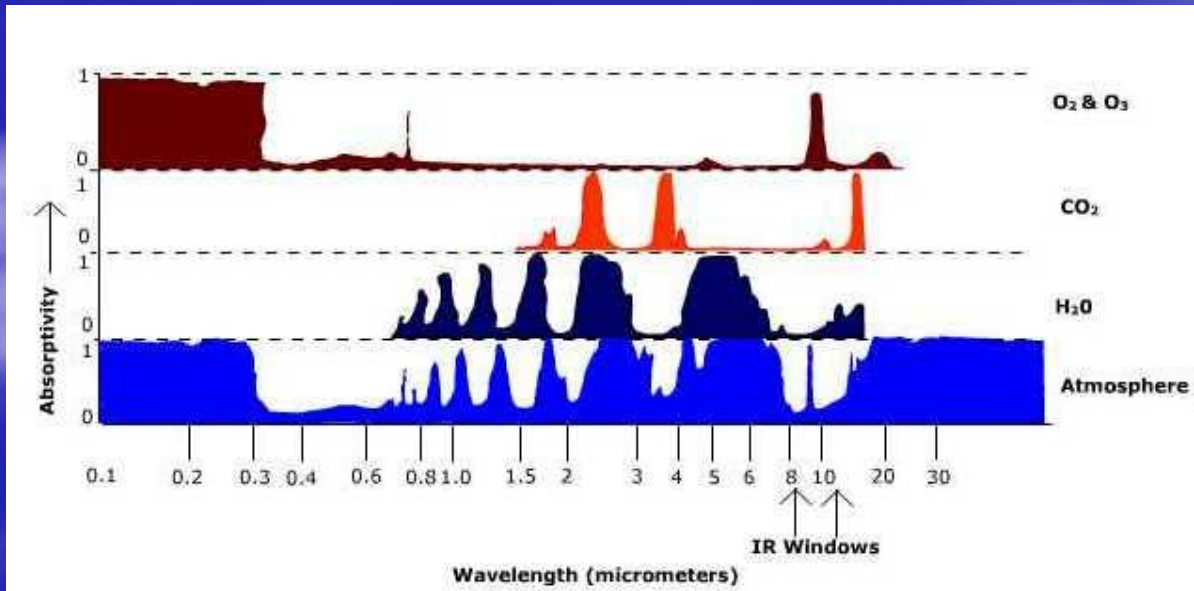
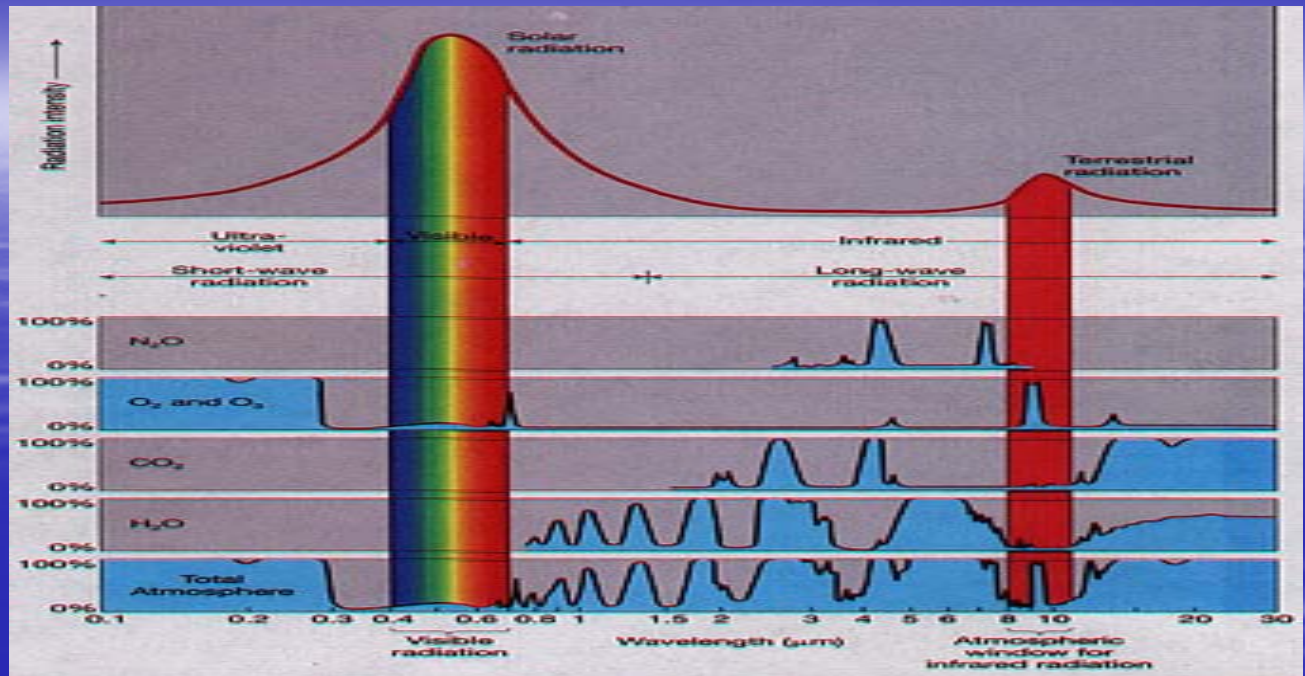
**FIGURE 3.2** Relationship of wavelength to frequency. (From A. N. Strahler, *The Earth Sciences*, 2nd ed., Harper & Row, Publishers. Copyright © by Arthur N. Strahler.)

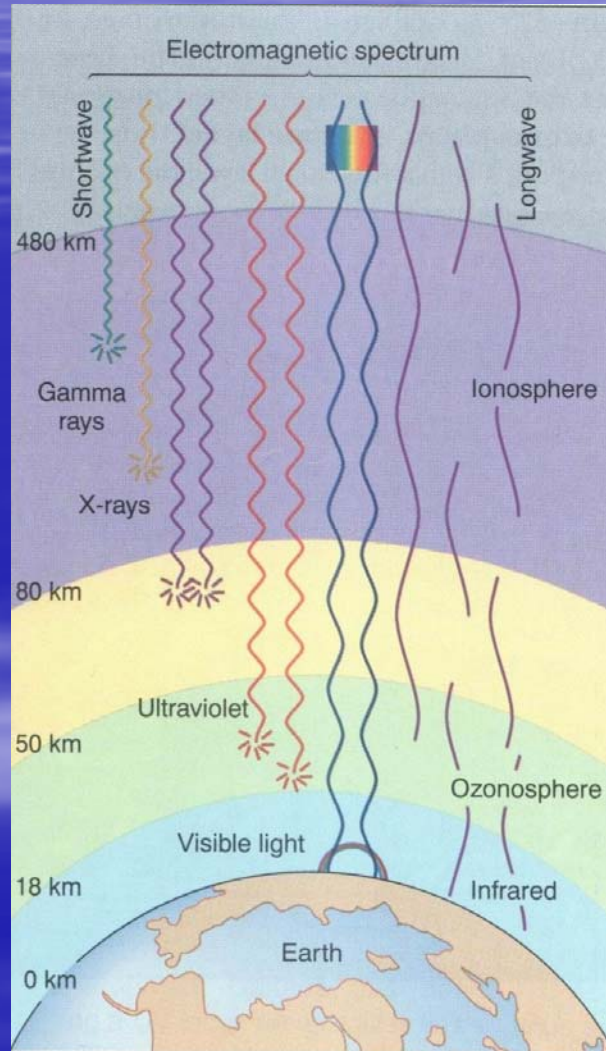
## Visible Light Region of the Electromagnetic Spectrum



Güneşten gelen ışınların % 10'unu UV ve % 40'ını ise infrared ışınlar oluşturur. Bu değer güneşten gelen ışınların yarısını oluşturur.





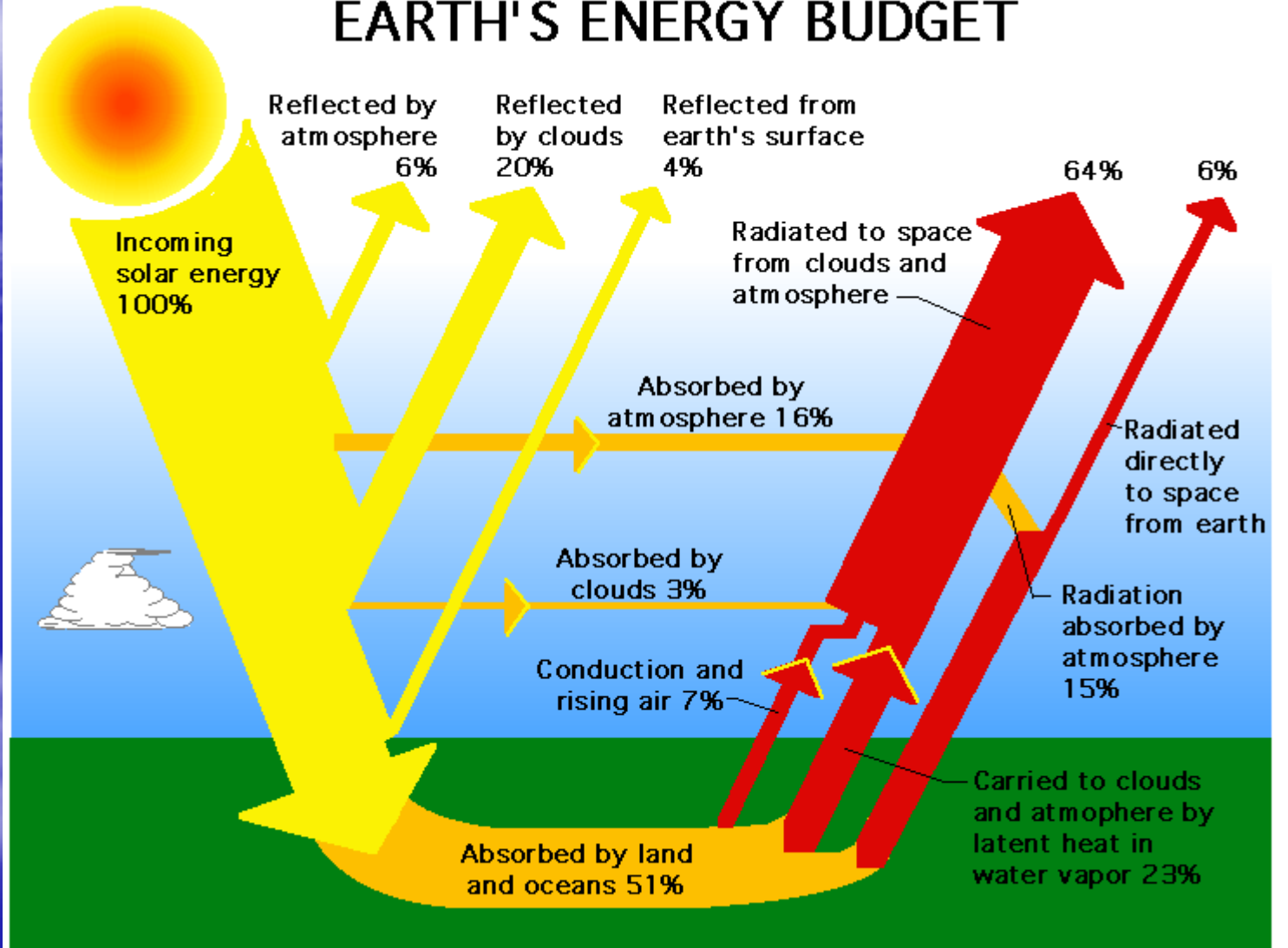


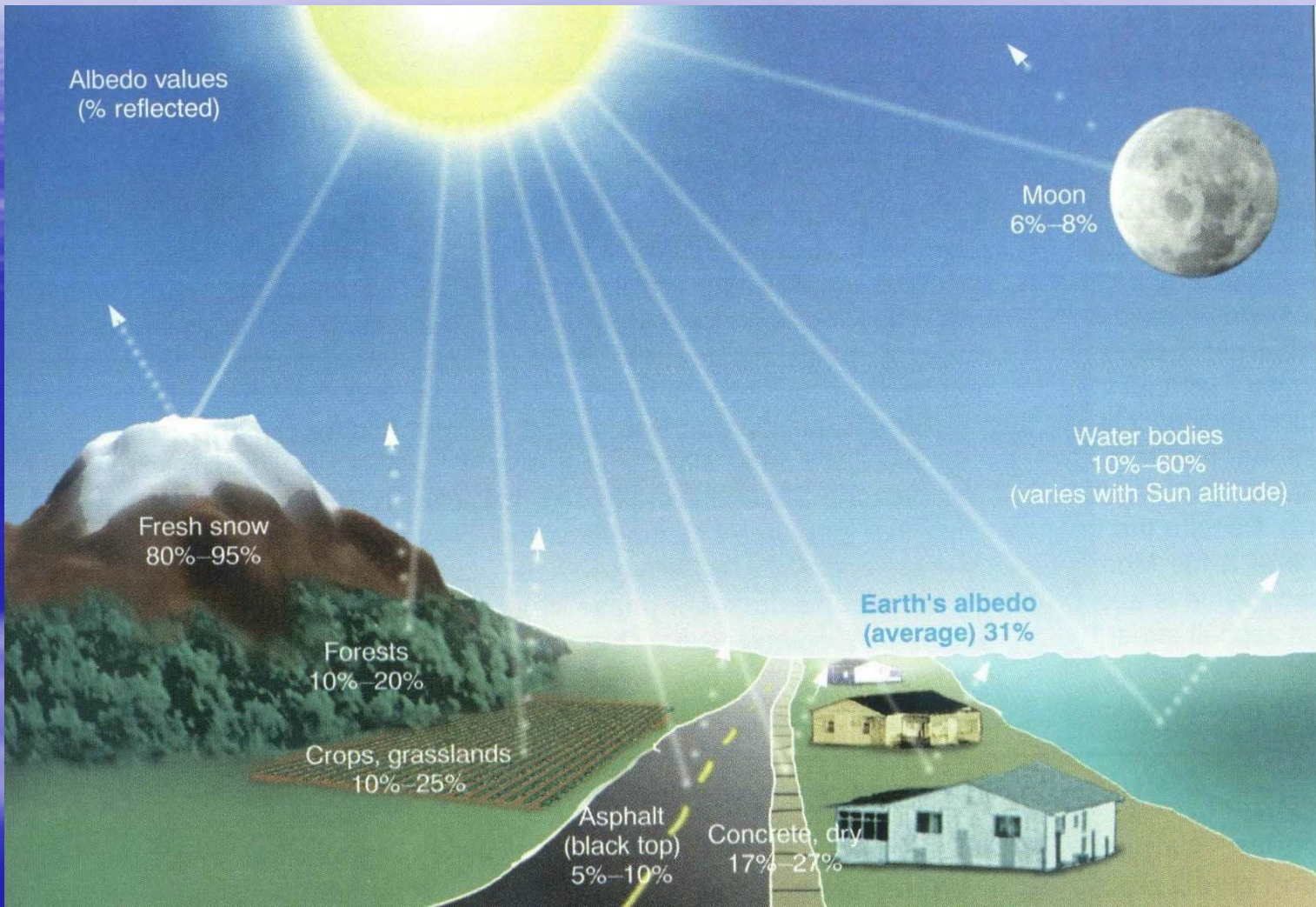


# Solar konstant

- Atmosferin üst sınırında 1 cm<sup>2</sup>'ye 1 dakikada gelen kalori miktarına solar konstant denir. Bu enerji güneşin yaydığı enerjinin  $2 \cdot 10^{-6}$ 'da birine eşittir.

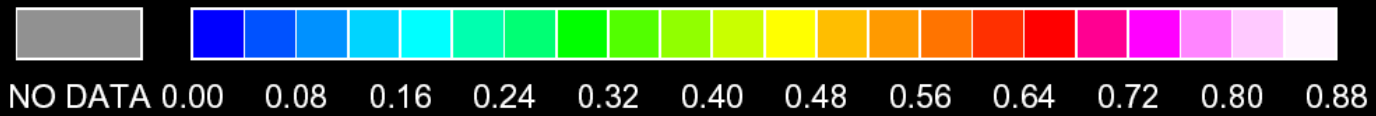
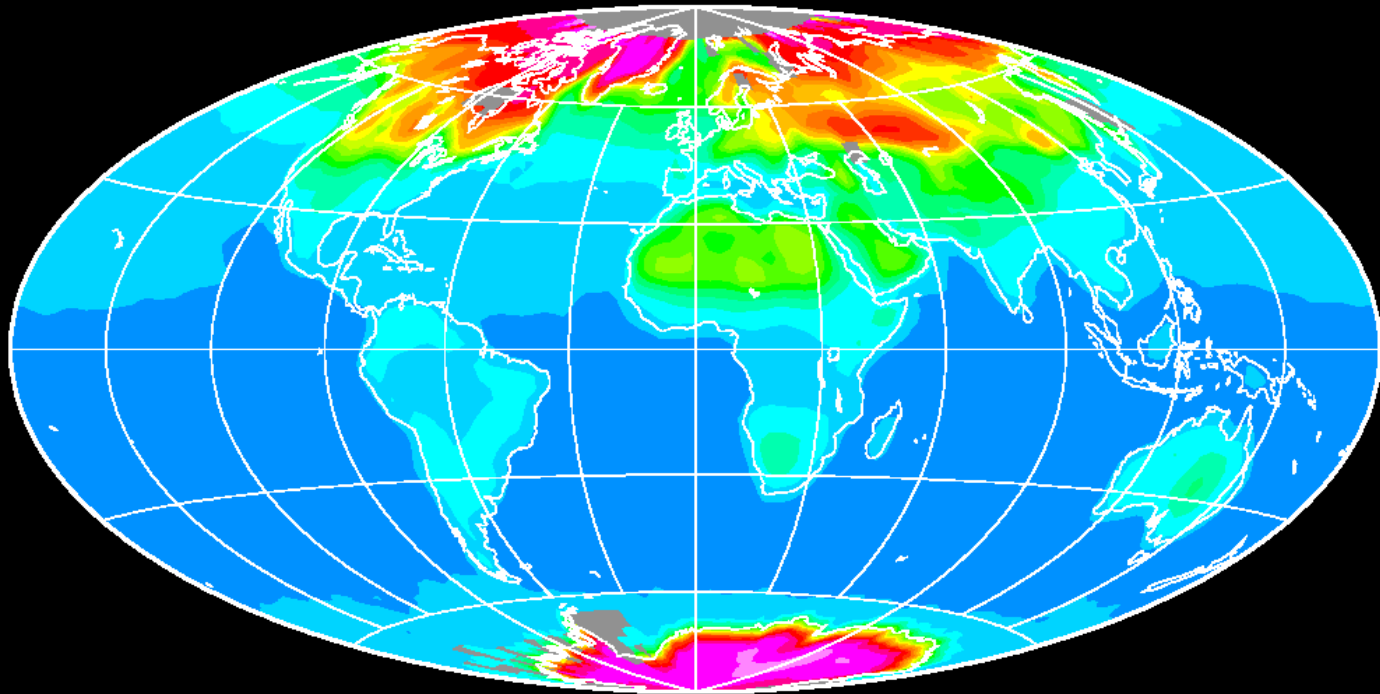
# EARTH'S ENERGY BUDGET







Albedo (Clear Sky)  
DJF 1985-1986



# Sıcaklık Etmenleri

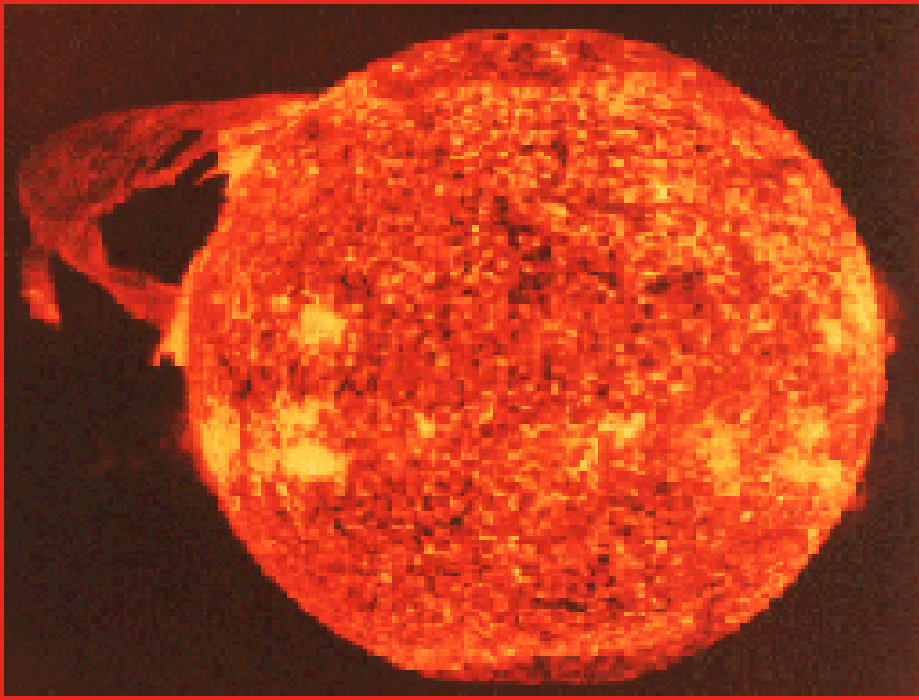
- Güneşe bağlı etmenler
- Planeter etmenler
- Atmosfere bağlı etmenler
- Yer koşulları bağlı etmenler

# Güneşe bağlı etmenler

- Güneş lekeleri
- İklimde 9-11 ve 33-36 yıllık değişimler güneş lekelerine bağlıdır.
- Güneşe bağlı uzaklığın yıl içindeki değişimi,



# Güneş lekeleri



## Solar Activity and Solar Wind

- Solar wind is clouds of electrically charged particles
- Sunspots are caused by magnetic storms
- Sunspots have activity cycle of 11 years

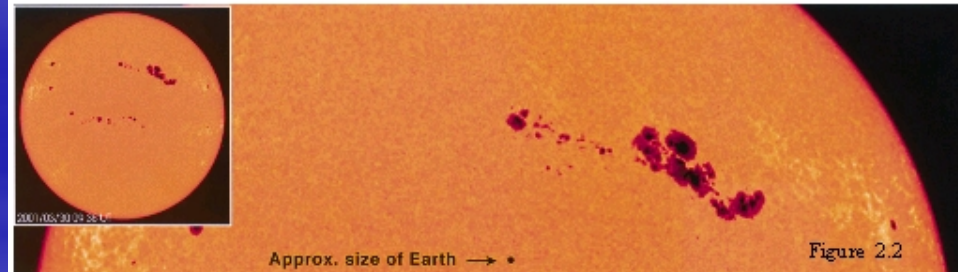
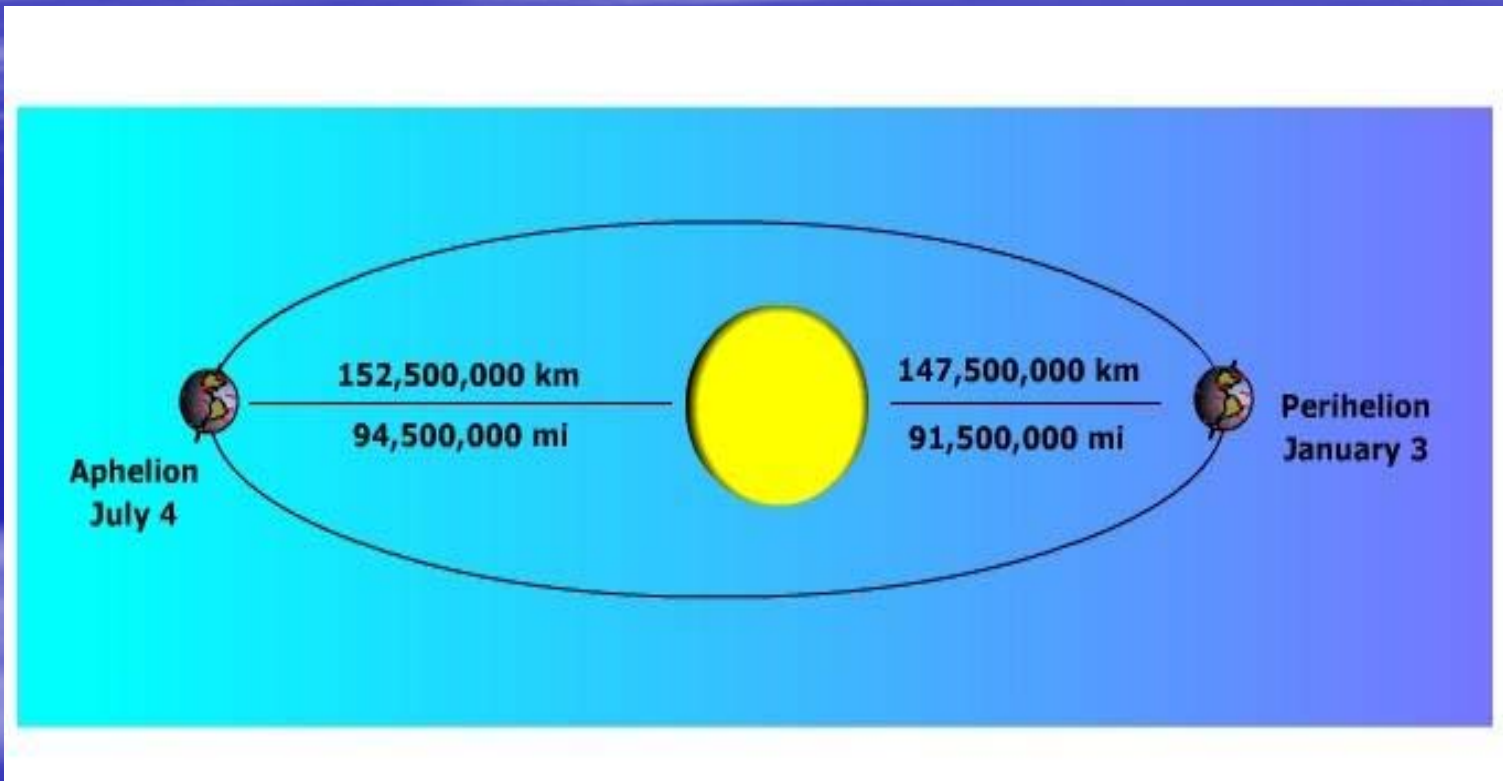


Figure 2.2



Aphelion = günöte  
Perihelion = günberi

# Uzaklık değişiminin sonuçları

- KYK kışları diğer etmenlerin gerektirdiğinden daha sıcak,
- Yazlar ise biraz daha soğuk geğer.
- GYK'de durum tersinedir. Günberi noktası GYK'nin yaz mevsimine rastladığı için hava sıcaklığı diğer etmenlerin gerektirdiğine oranla yazın biraz daha fazla, kışın biraz daha az olmaktadır.

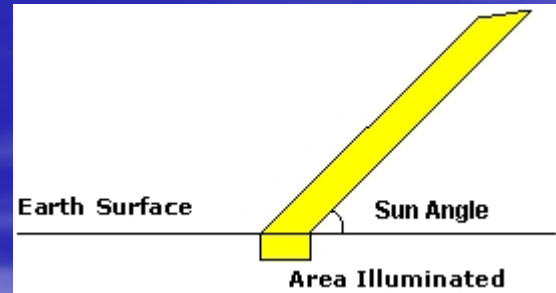
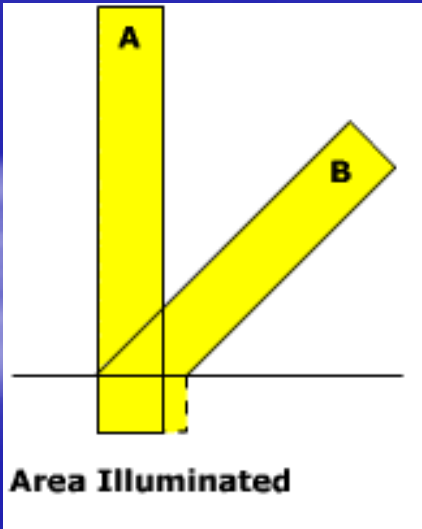
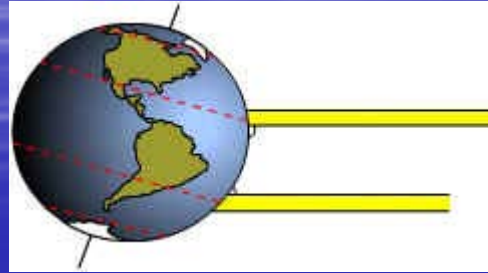
# KYK'de mevsim uzunlukları

Mevsim	Gün	Saat	Dakika
İlkbahar	92	20	59
Yaz	93	14	13
Sonbahar	89	08	35
Kış	89	00	02

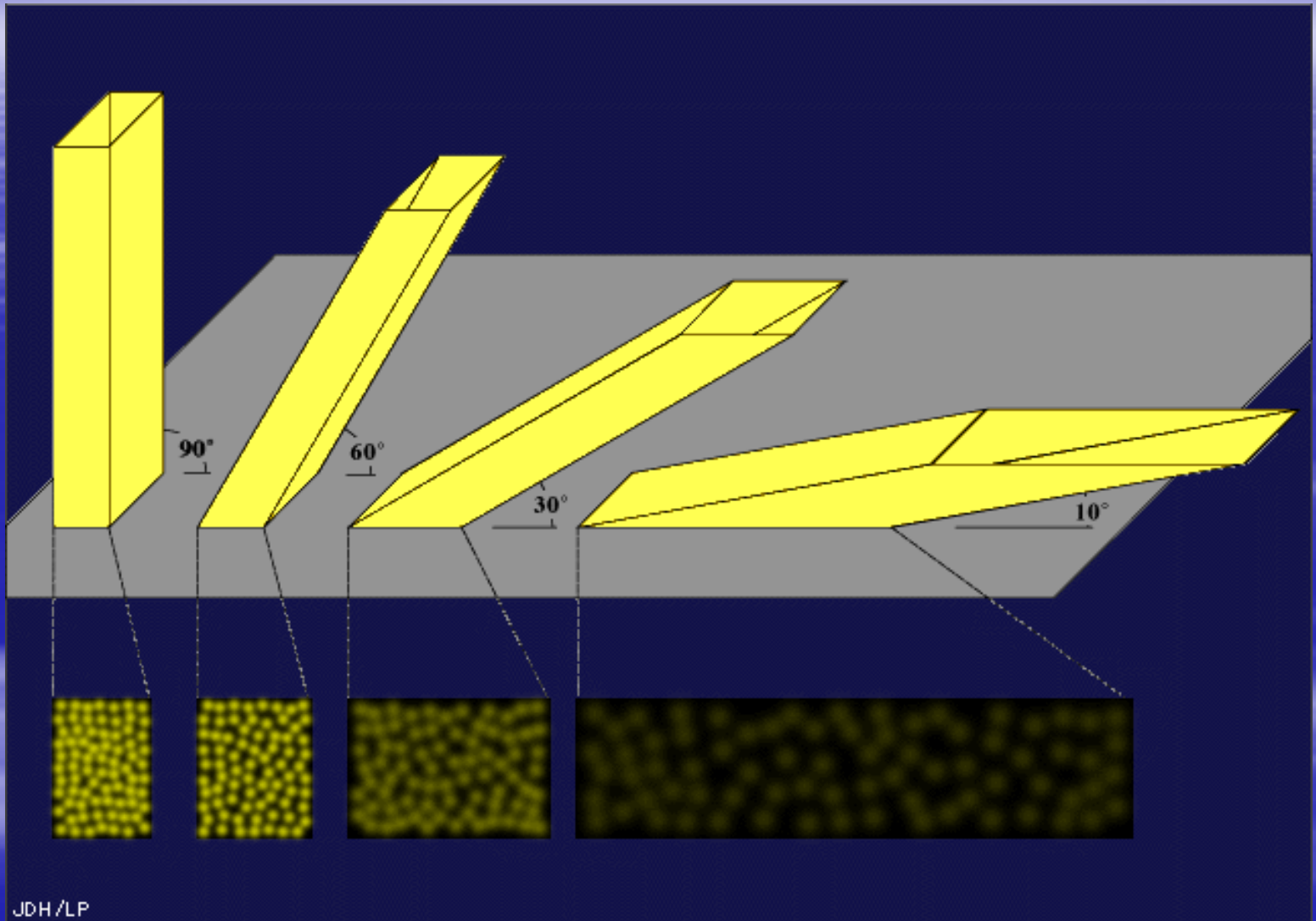
# Planeter faktörler

- Yerin biçimi
- Enlem etmeni
- Yerin günlük hareketinin sıcaklığa etkisi (Gün etmeni, rotation)
- Yıllık hareketinin sıcaklığa etkisi (mevsim etmeni, revulation)
- Milankovic döngüsü

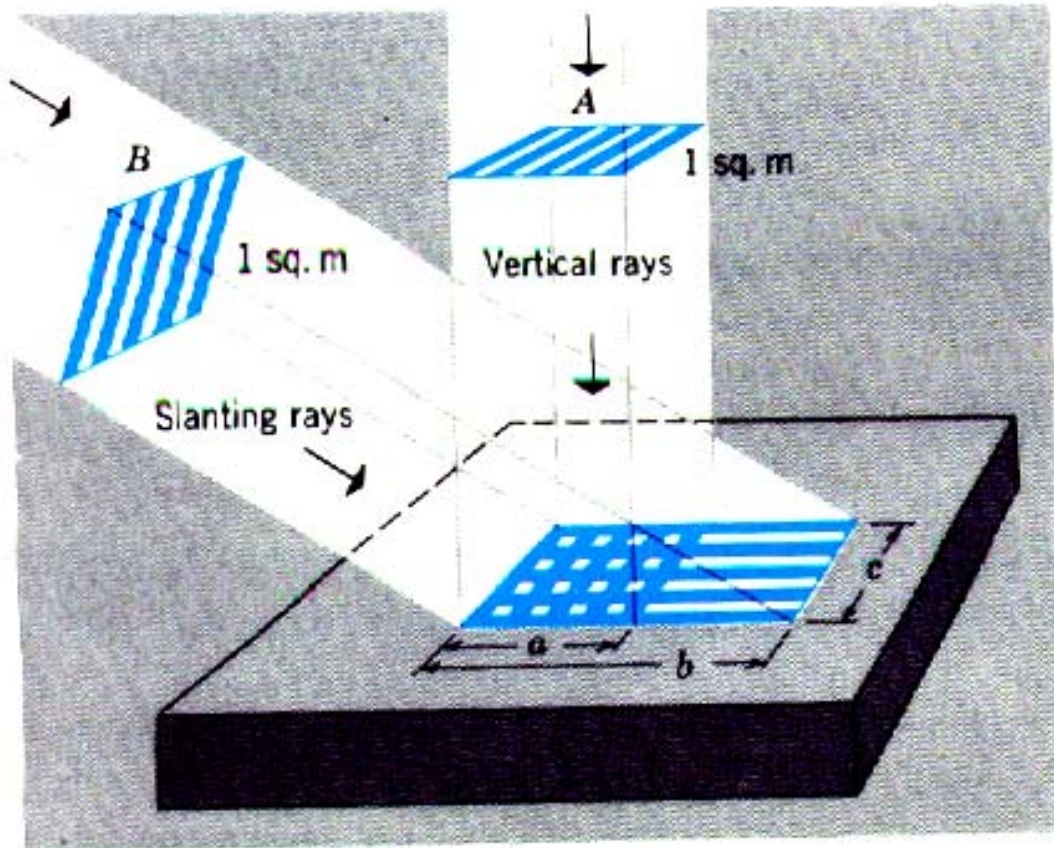
# Yerin biçimi







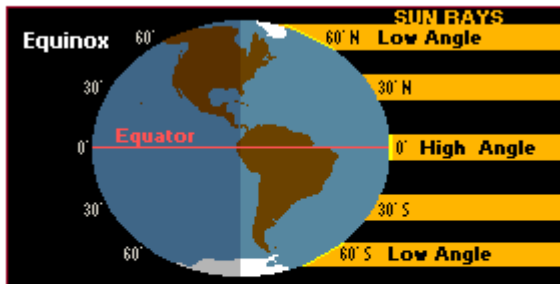
JDH/LP



The angle of the sun's rays determines the intensity of the insolation on the ground. The energy of vertical rays *A* is concentrated in square *a*, but the same energy in the slanting rays *B* is spread over a rectangle, *b*.

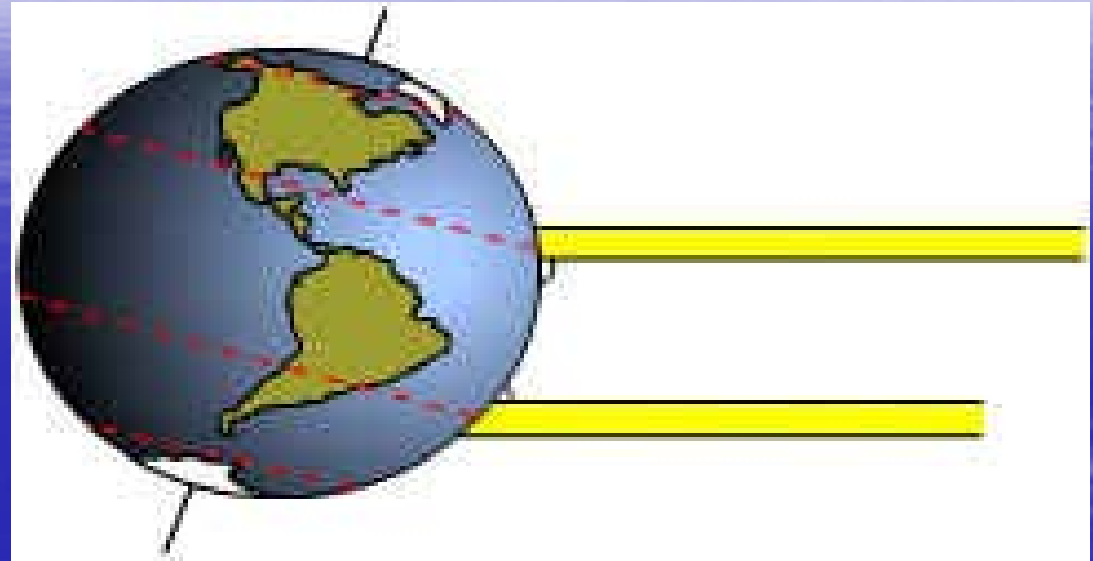
# Enlem etmeni

**EQUINOX**, when day and night are of equal length throughout the world.

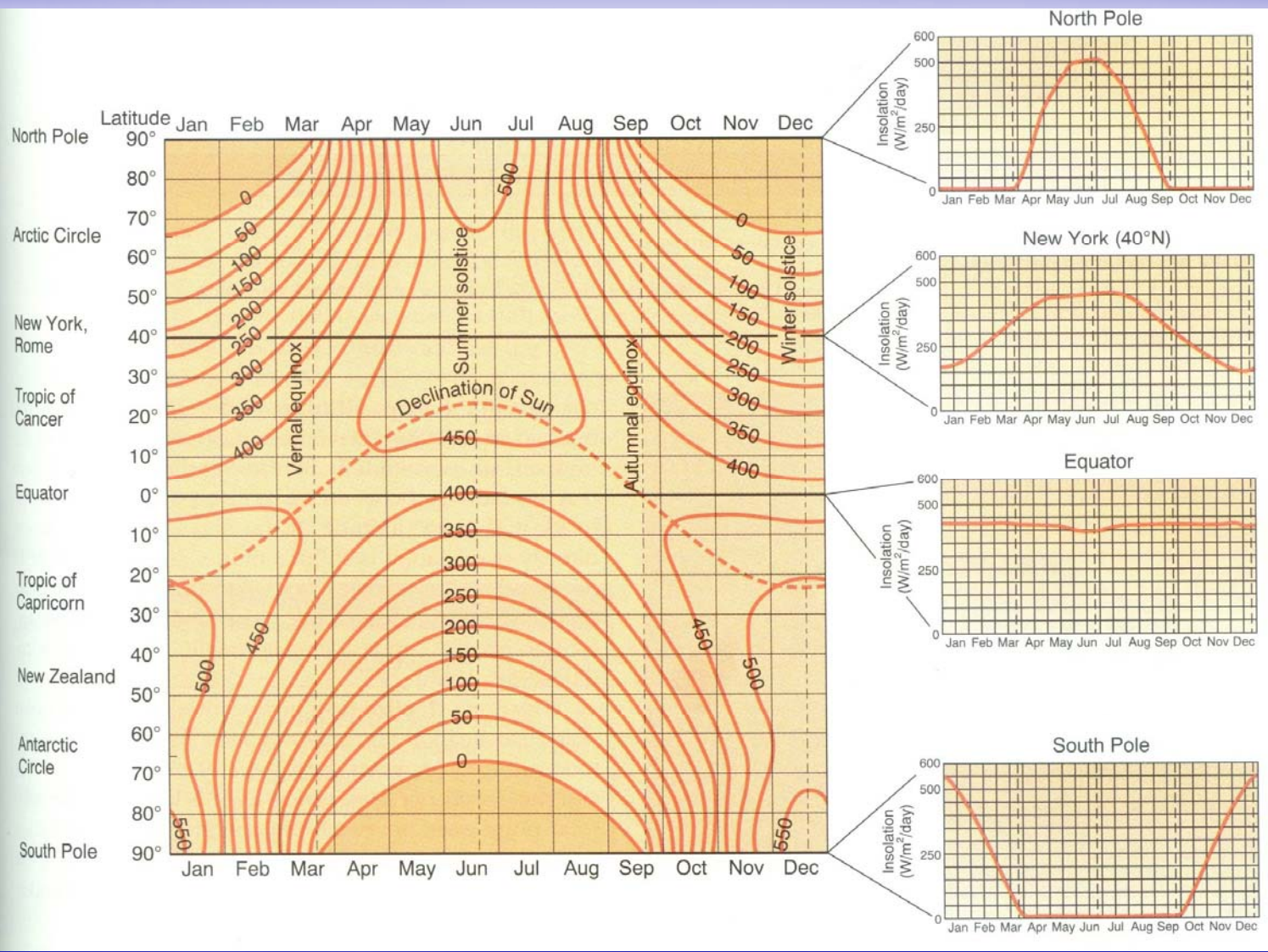


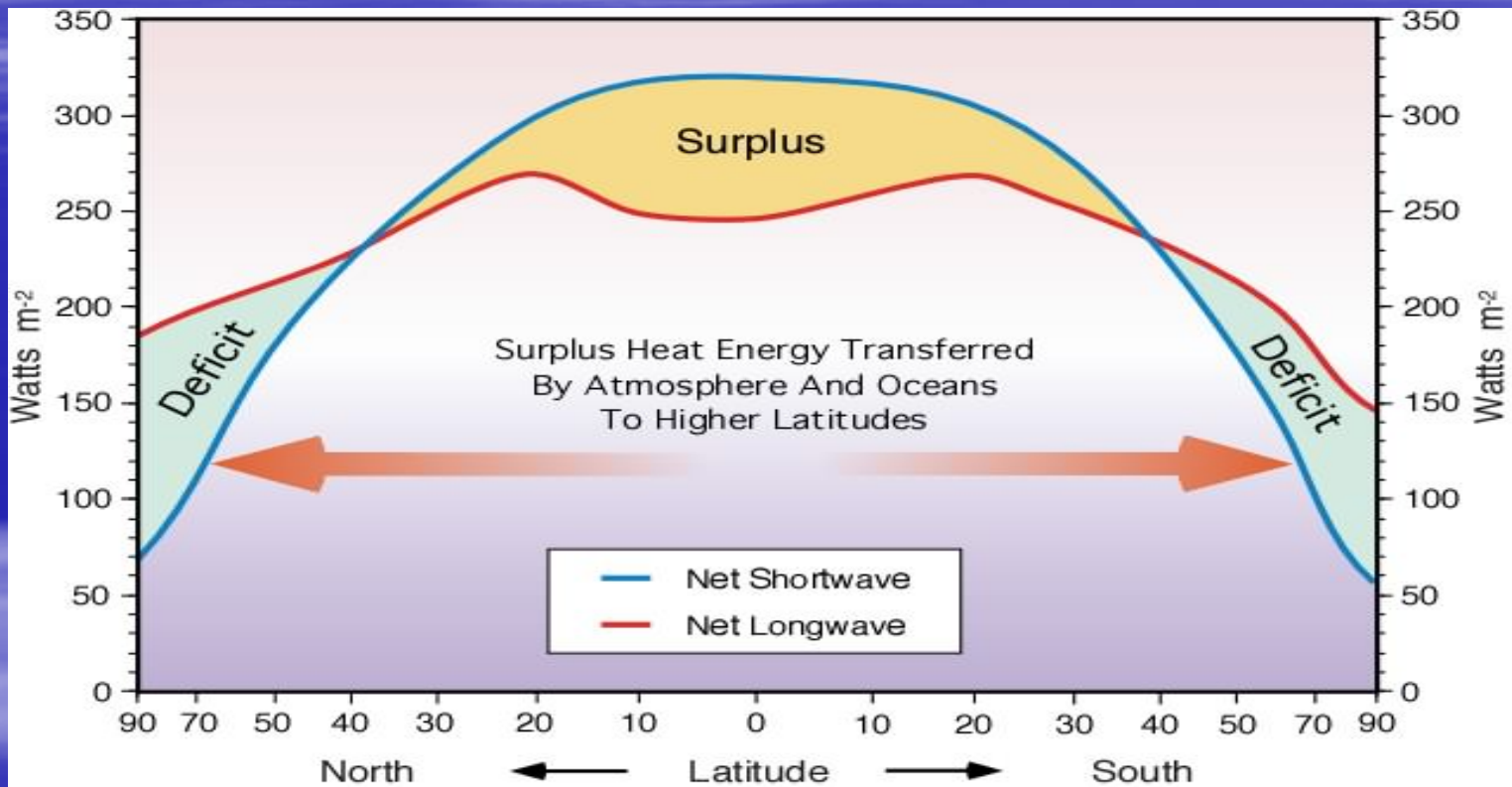
The vernal (spring) equinox occurs on March 21. The autumnal equinox occurs on September 23. The equator receives the sun's rays directly overhead at noon during the equinox. These 90 degree high angle rays are very warm.

As latitude increases away from the equator, the angle of the sun's rays decrease.

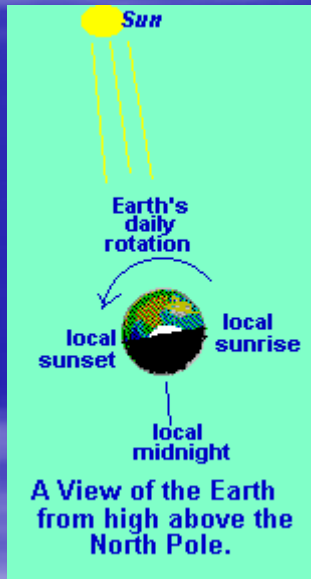








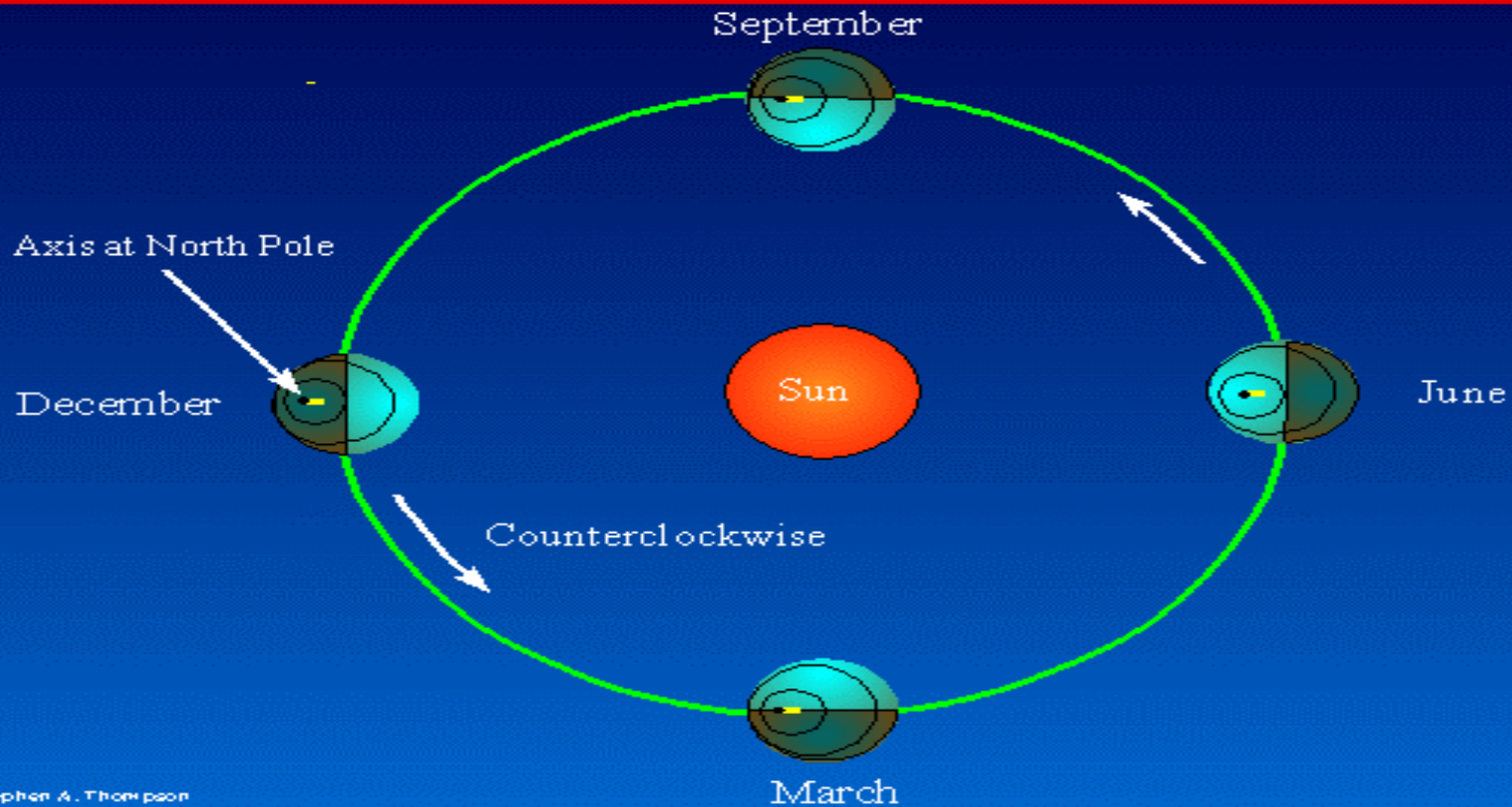
# Yerin günlük hareketinin sıcaklığa etkisi (Gün etmeni, rotation)



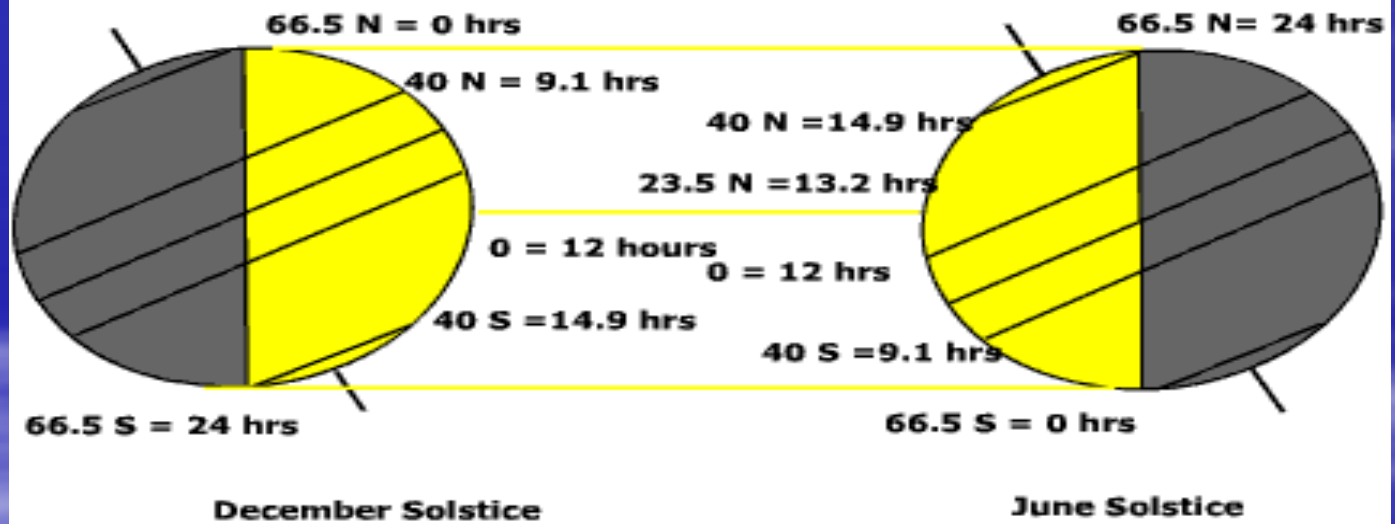


# Yıllık hareketinin sıcaklığa etkisi (mevsim etmeni, revulation)

## Earth in orbit viewed from above NP

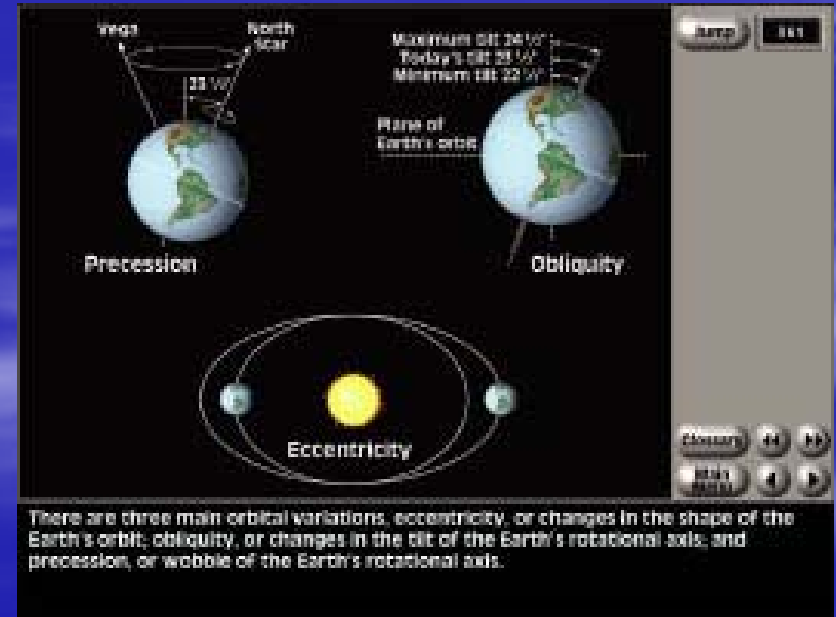
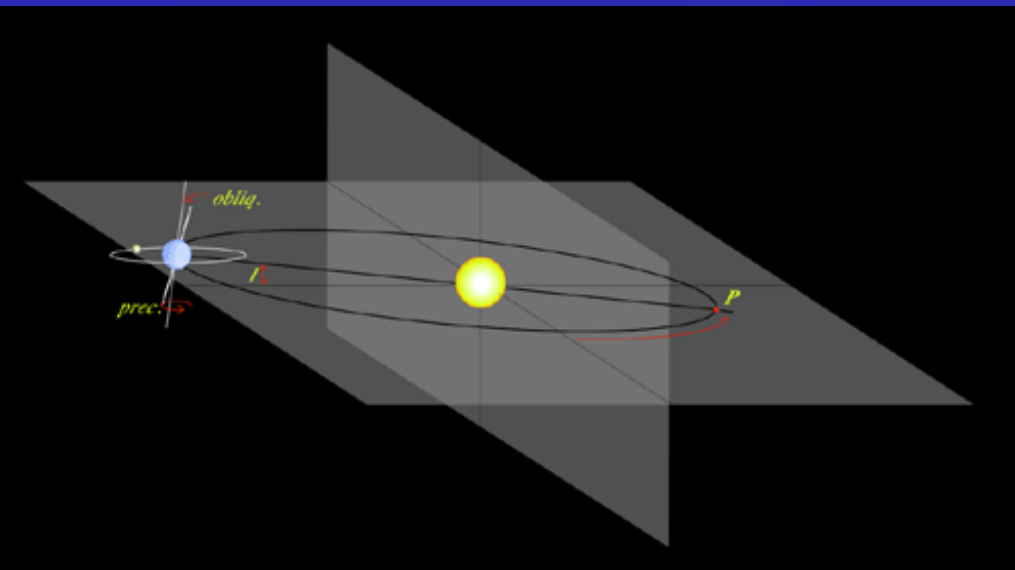


### Spatial Variation of Day Length For the Solstices



# Milankovic d6ngüsü

Dünyadaki yüzey sıcaklıklarının, dünyanın yörüngesindeki ve eksenindeki düzenli ve tahmin edilebilir değışimlere bir tepki olarak geliştiği varsayımına dayanır.

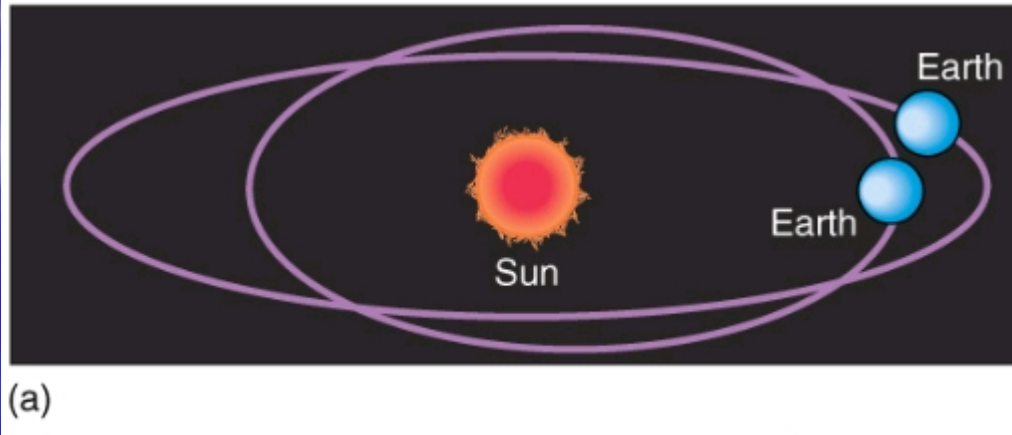


# Yörünge eksantrisi (eccentricity of the orbit)

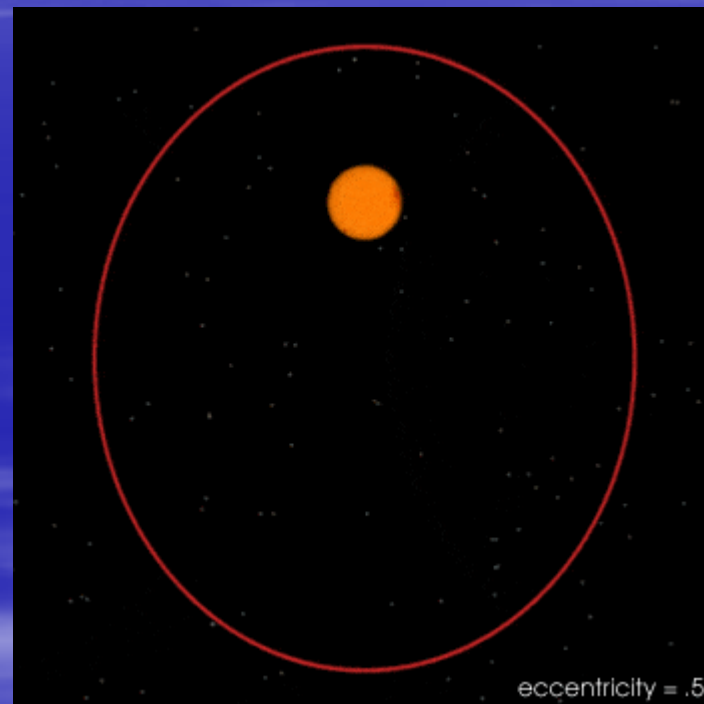
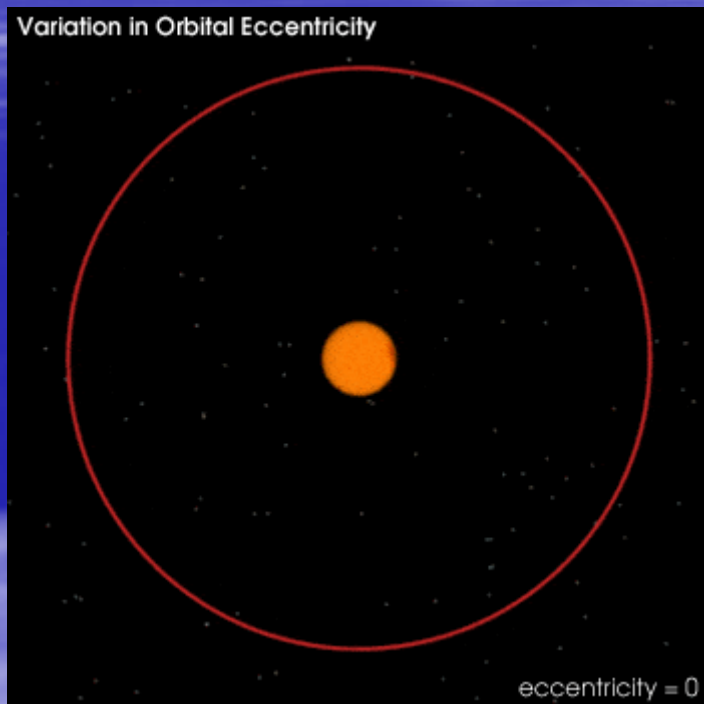
Dünya'nın güneş çevresinde katettiği yörünge'nin şeklinin, gezegensel çekim etkileri nedeniyle yaklaşık 100.000 yıllık bir periyotta hemen hemen bir daireden eliptiğe doğru, sonra tekrar eliptikten dairesel bir geometrik doğru değiştiği bilinir.

## Milankovitch Cycles

- Ellipticity of the orbit
  - 100,000 year cycle



### Variation in Orbital Eccentricity





# Ekliptik Eğikliği (obliquity of the ecliptic)

Dünya'nın eksen eğikliği de yaklaşık 41 000 yıllık periyotta  $21^{\circ} 39'$  dan  $24^{\circ} 36'$  ya ve sonra tekrar  $24^{\circ} 36'$  dan  $21^{\circ} 39'$  ya doğru değişir. Eğiklik açısının, ekliptik düzlemini gösteren hayali çizgiye izafen ölçülmesi nedeniyle bu fenomen **ekliptik eğikliği** olarak bilinir.

## Axial Tilt and Parallelism

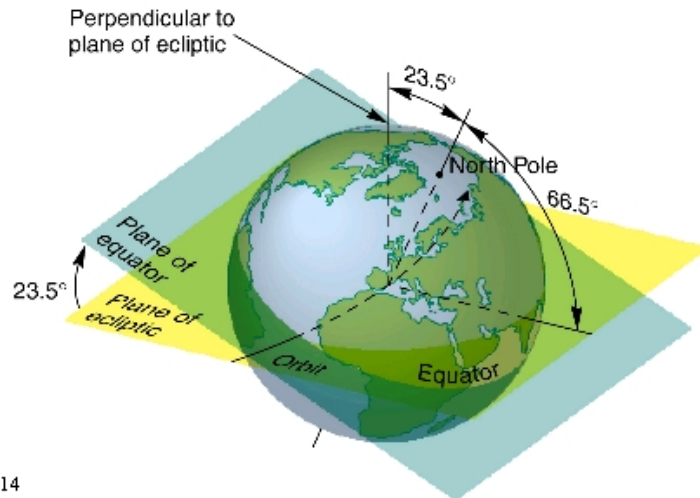
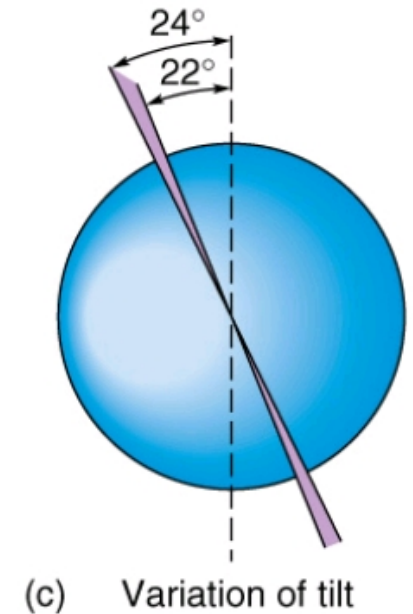


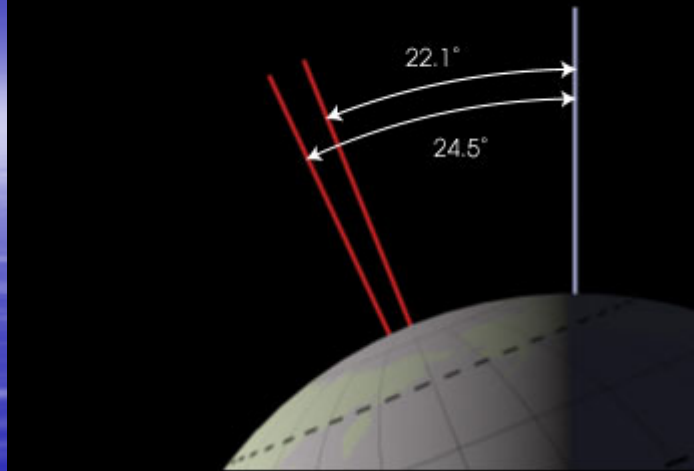
Figure 2.14

- Axial tilt  
– 40,000 year cycle



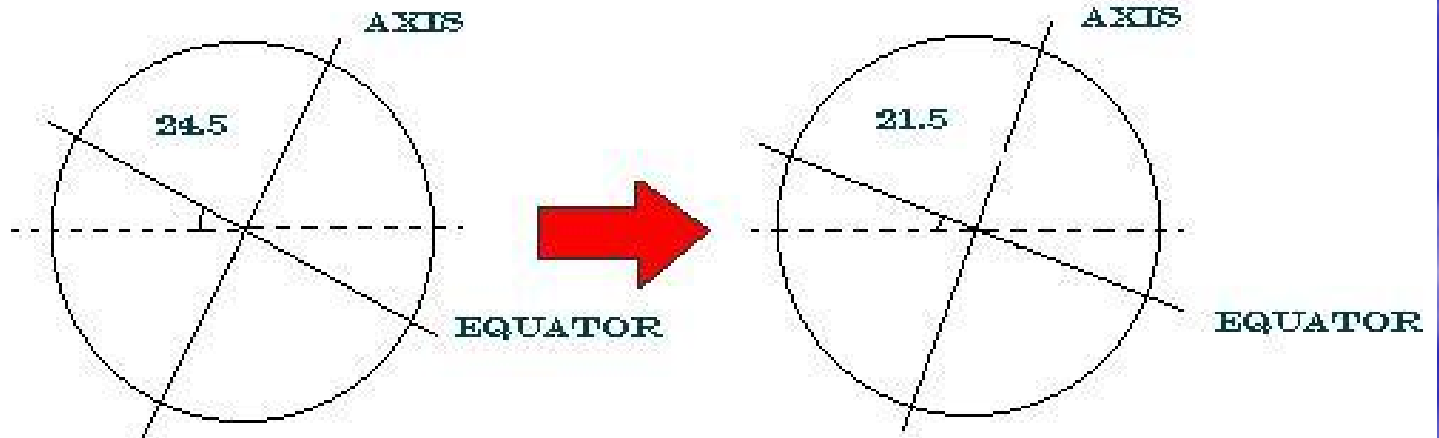


Variation in Axial Oblivity



## AXIAL TILT

**RADIATION**



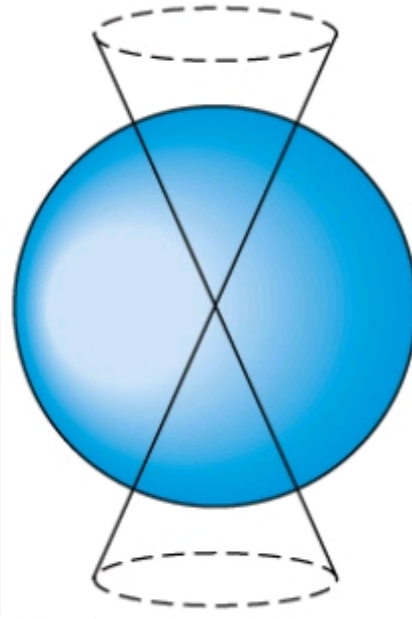
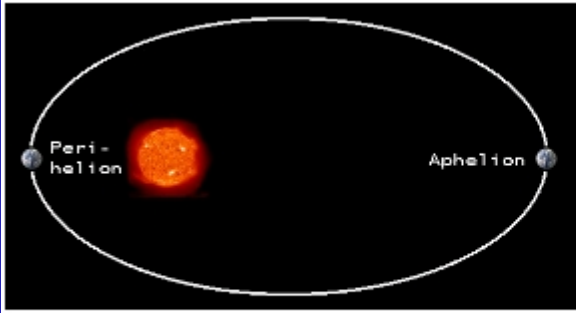
**PERIODICITY:**

**41,000 YEARS**

# Presesyon

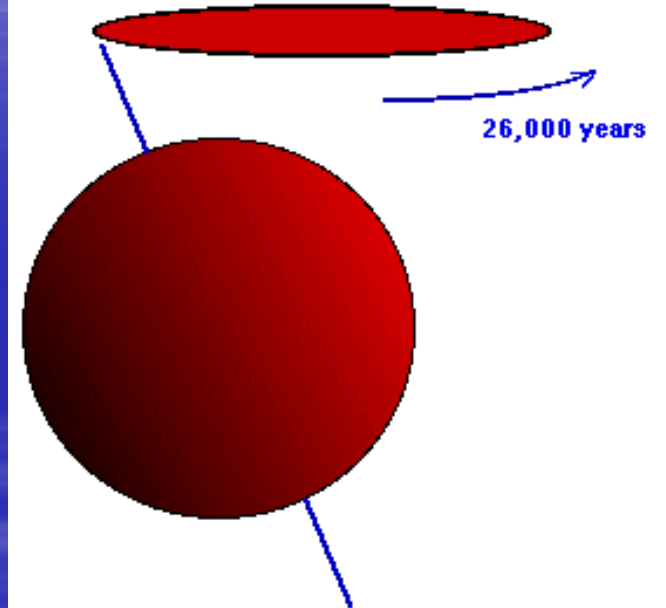
Güneş ve y'ın Dünya'ya uyguladığı gravisyonal çekim nedeniyle, Dünya'nın tıpkı bir topaç eksenini üzerinde salınması sonucunda, mevsimler (ya da ekinokslar) düzenli bir biçimde Güneşin çevresinde hareket eder ki, bu olay ekinoksların presesyonu (precession of the equinoxes) ya da solsitlerin presesyonu (precession of the solstices) olarak adlandırılır. Bu, Dünya'nın Güneş'e en yakın olduğu sıradaki mevsimin değişeceği anlamına gelmektedir. Şu andaki durumda, KYK'deki kış mevsimi günberide (perihelion) meydana gelirken yaz mevsimi, Dünya yörüngedeki en uzak noktadayken (günöte – aphelion) gerçekleşmektedir. Yaklaşık 13.000 yıla kadar şu andaki pozisyon tersine dönecekken ortalama 26.000 yıllık bir periyotta döngü tamamlanacaktır.

- Precession
  - The earth's wobble
  - 26,000 year cycle



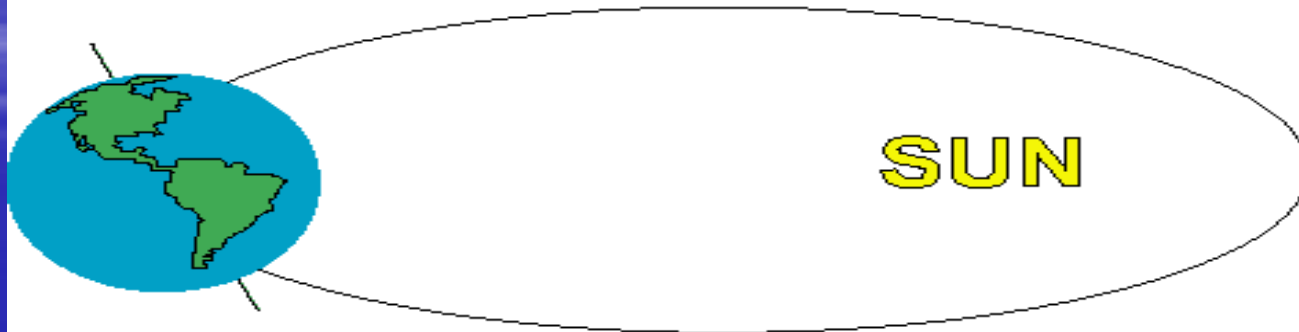
(b) Earth's wobble

**26,000 Year Precession Period**

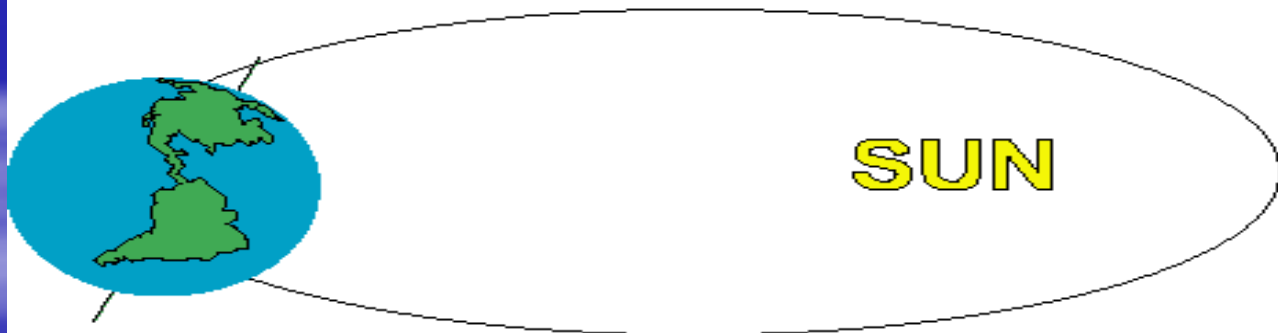


Dünya eksenin tıpkı baş sallayan topaç gibi yaptığı dönme hareketidir. Bu hareket sonucu yörünge üzerinde her yıl 50" kadar sapma olur. Buna göre precession neticesinde dünya ekseninin tam bir daire çizmesi için  $360^\circ : 50'' = 25800$  (yaklaşık 26000) yıl gereklidir.

**Precession of the Equinoxes (19 and 23 k.y.)**

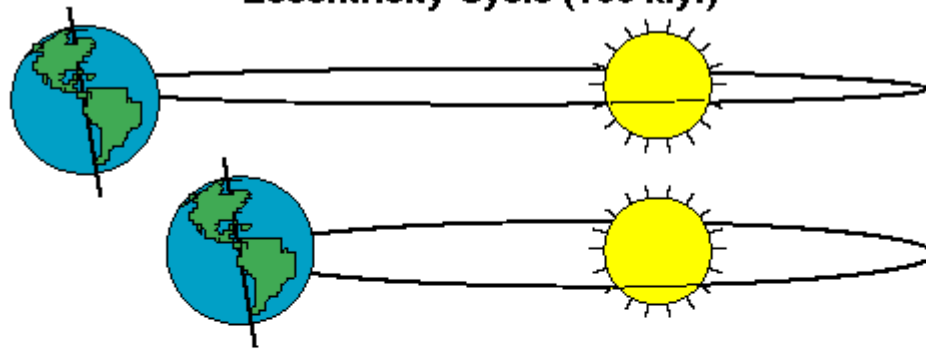


**Southern Hemisphere tilted toward the Sun at aphelion**

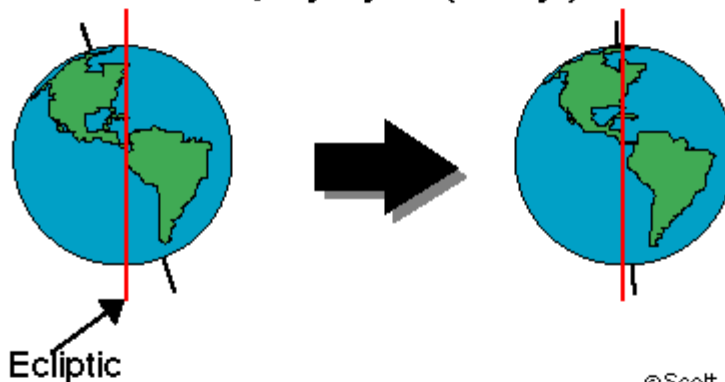


**Northern Hemisphere tilted toward the Sun at aphelion**

### Eccentricity Cycle (100 k.y.)

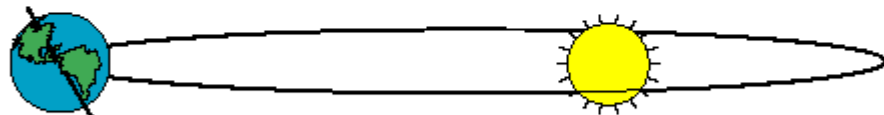


### Obliquity Cycle (41 k.y.)

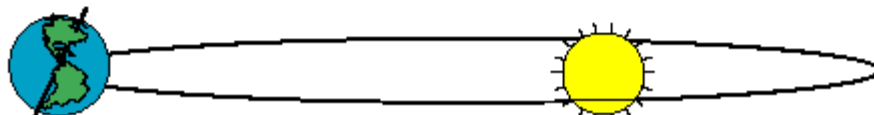


©Scott Rutherford (1997)

### Precession of the Equinoxes (19 and 23 k.y.)



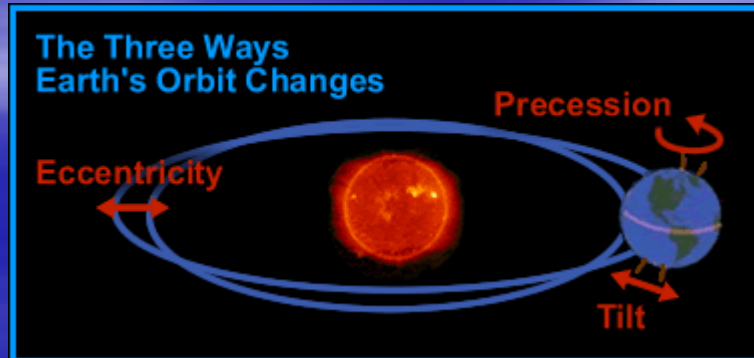
Northern Hemisphere tilted away from the sun at aphelion.



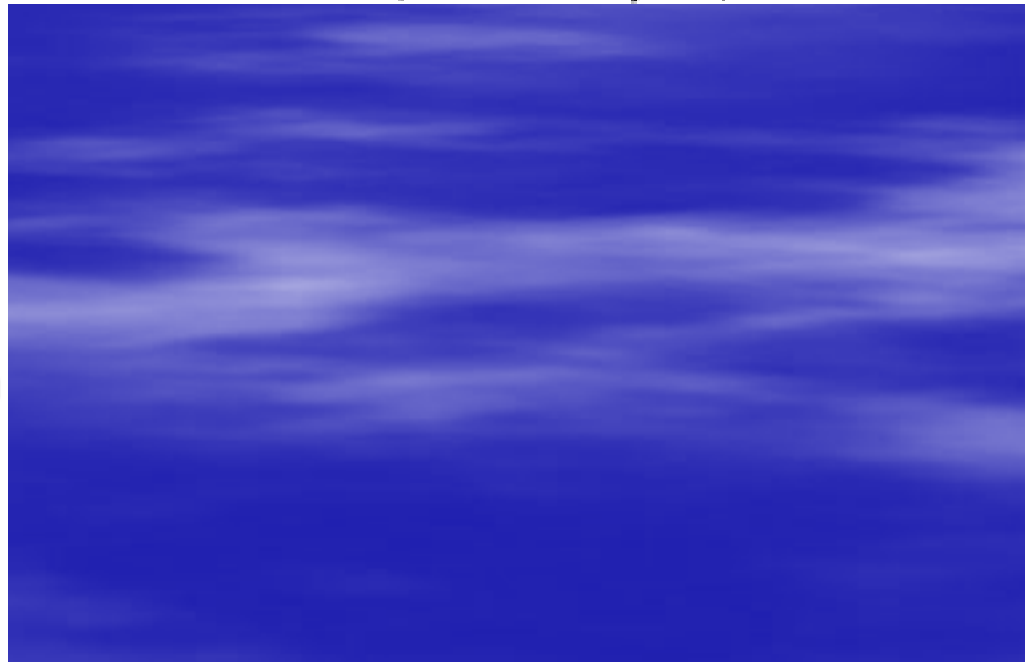
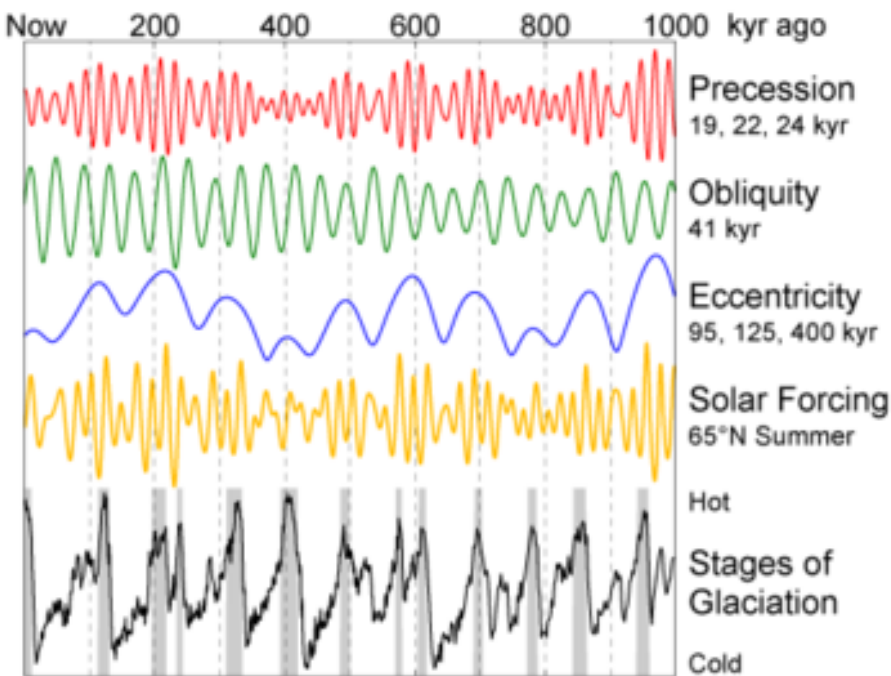
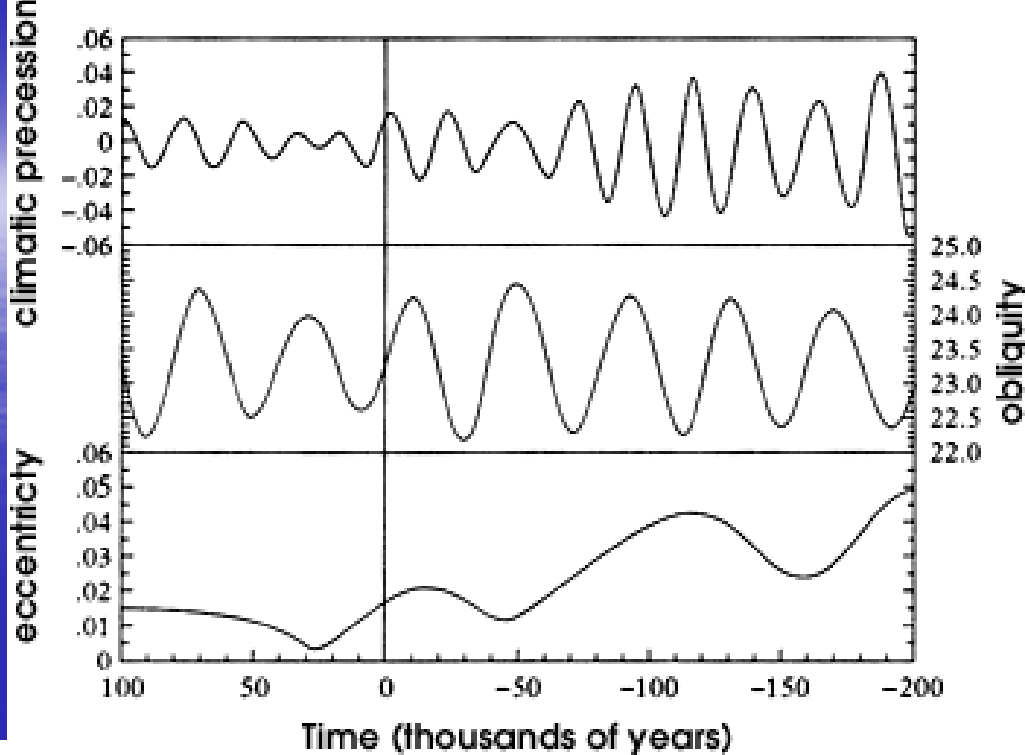
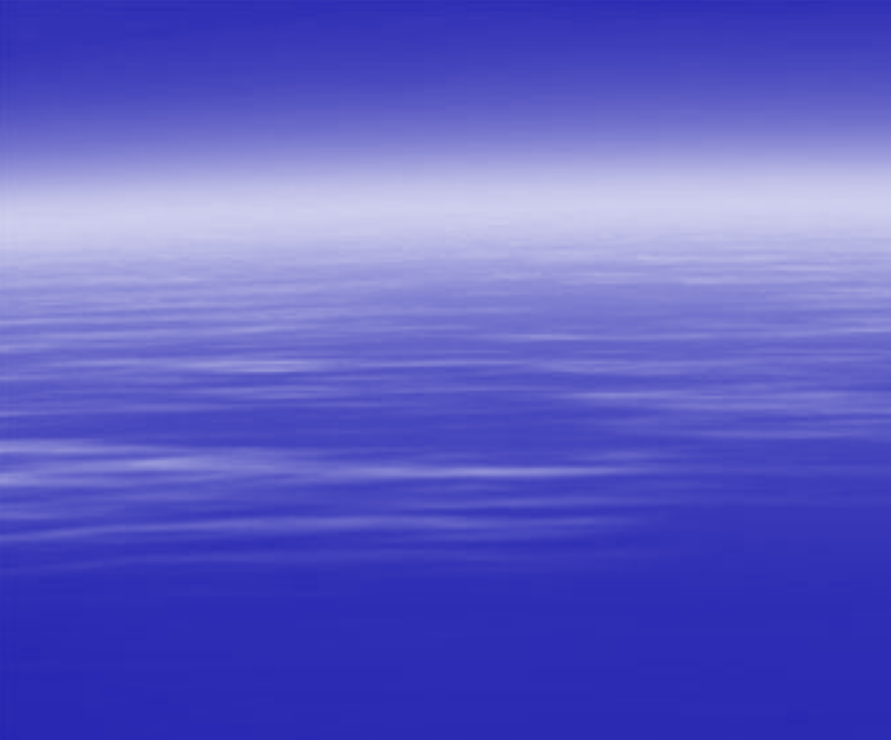
Northern hemisphere tilted toward the sun at aphelion.



Bu değişkenler kombine olarak küresel sıcaklıklar üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Alınan toplam radyasyonun miktarı, büyük oranda Dünya yörüngesinin eksantrisi<sup>6</sup> tarafından belirlenirken diğer astronomik değişkenler, farklı enlemlere dağılan ısı enerjisinin miktarını etkiler. Genelde, alçak ve orta enlem bölgelerinin maruz kaldığı güneş radyasyonunun temel olarak presesyon ve eksantri değişimleriyle kontrol edildiği düşünülürken yüksek enlemlerde eksantrinin etkileri eksen eğikliğindeki değişimler tarafından modüle edilir ya da kuvvetlendirilir. Zaman boyunca meydana gelen değişimin paterni astronomik veriler kullanılarak hesaplanabildiğinden Milankovic, farklı enlemlere düşen radyasyon miktarı için bazı tahminler elde edebildi ve bu yüzden de geçmişte meydana gelen sıcaklık değişimlerine dikkat çekti.

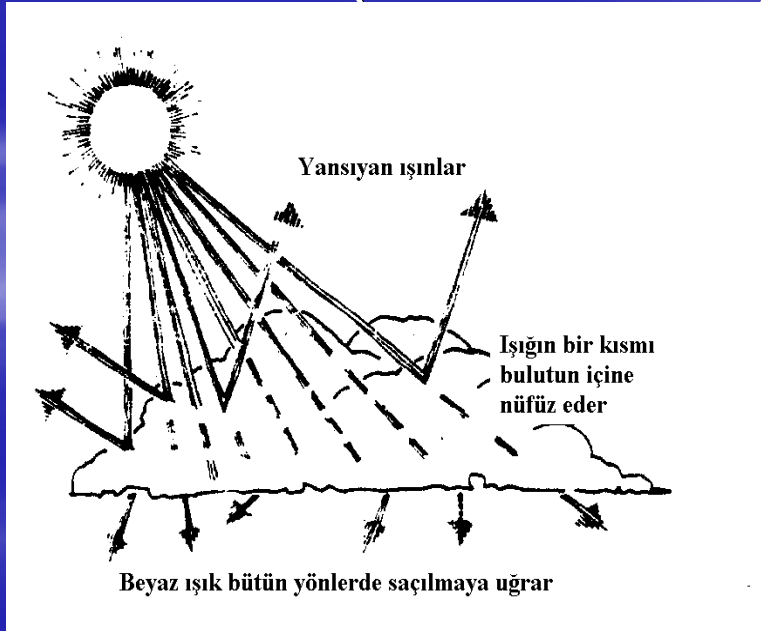


Milankovic döngüsü dünyada belirli dönemlerde daha ılıman ve belirli dönemlerde de daha soğuk iklimlerin oluşmasına sebep olur. Bu üç döngü bir birinden bağımsız olduğu için bunların etkisi her zaman aynı şekilde olmaz. Örnek verecek olursak, presesyona bağlı olarak iklimlerde bir ısınma olması durumunda eğer bu dönem epliktik eğikliğin soğuk dönemine karşılık gelirse o dönem olması gerektiğinden daha soğuk ve olması gerektiğinden de daha sıcak geçebilir. Aynı şekilde eğer her üç döngünün sıcak dönemleri ve soğuk dönemleri bir birleri ile çakışırsa bu dönemler dünyanın görebileceği en soğuk ve en sıcak dönemler olarak karşımıza çıkar. Bir diğer olgu da epliktik eğiklinin azalması veya artması durumudur. Düşük eksen eğikliğin de kuzey ve güney kutuplar da mevsimsel değişim olmayacağından (veya çok kısa olacağından) ve ekvatorun hep aynı derecede ve devamlı olarak ısınması sonucu kutuplar arası sıcaklık farkı çok fazla olmasına yol açacaktır. Bu da dünyada korkunç atmosfer hareketlerine ve hızı saatte yüzlerce kilometreyi bulabilecek fırtınalara sebep olacaktır. Dolayısıyla rüzgar yeryüzünde hakim taşınma ortamı olarak karşımıza çıkabilecektir. Ayrıca rüzgar sonucu bir çok toz parçacığının atmosfere taşınması güneşten gelen ısınların geriye yansımalarına bu da dünyanın olması gerektiğinden çok daha soğuk olmasına ve yeni bir buzul çağının başlamasına neden olabilir. Eksen eğikliğin artması ise dünyanın her yanının görece çok daha eşit derecede ısınmasına, bu da kutuplarda buzların erimesi ve buzul kalkanının kalkmasına dolayısıyla da deniz seviyesinin yükselmesine neden olacaktır.



# Atmosferin güneşten gelen ışınlara etkisi

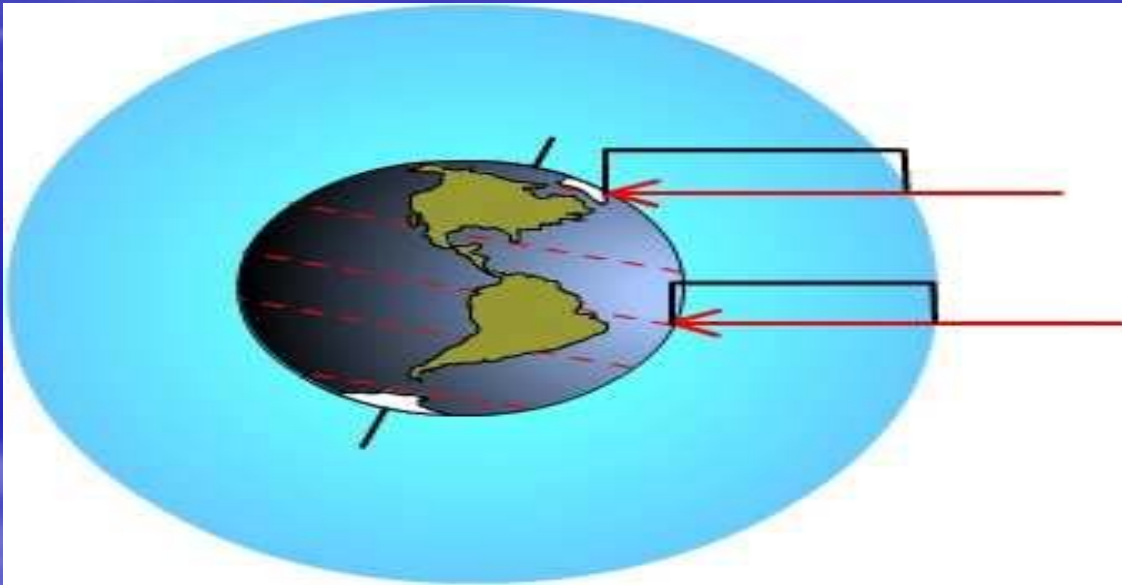
- Işığın kırılması ve yansımaları(scattering and reflection)
- Işığın dağılması (diffusion)
- Işığın emilmesi (absorption)

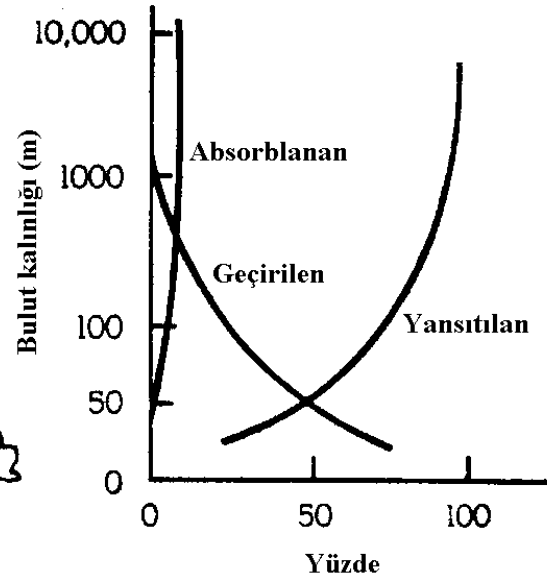




- Bir madde gelen radyasyonu absorb edebilir, dağıtabilir ya da geçmesine izin verir.
- Bu üç özellik maddenin farklı yapıdaki moleküler ve elektronik konfigürasyonunu ile ilgilidir.
- **Abrosbsiyon:** Gelen radyasyon emilerek maddenin sıcaklık, kimyasal yapısı veya pozisyonunun değiştirilmesinde kullanılır.
- **Dağıtmak:** Gelen radyasyon farklı yönlere dağıtılır fakat genellikle dalga boyunda anlamlı bir değişim olmaz. Refleksiyon, refraksiyon, diffraksiyon dağıtmanın belli başlı tipleridir.
- **Transmisyon:** Gelen radyasyonun dalga uzunluğu ve dalga yönü korunur. Transmisyon transparana benzer.







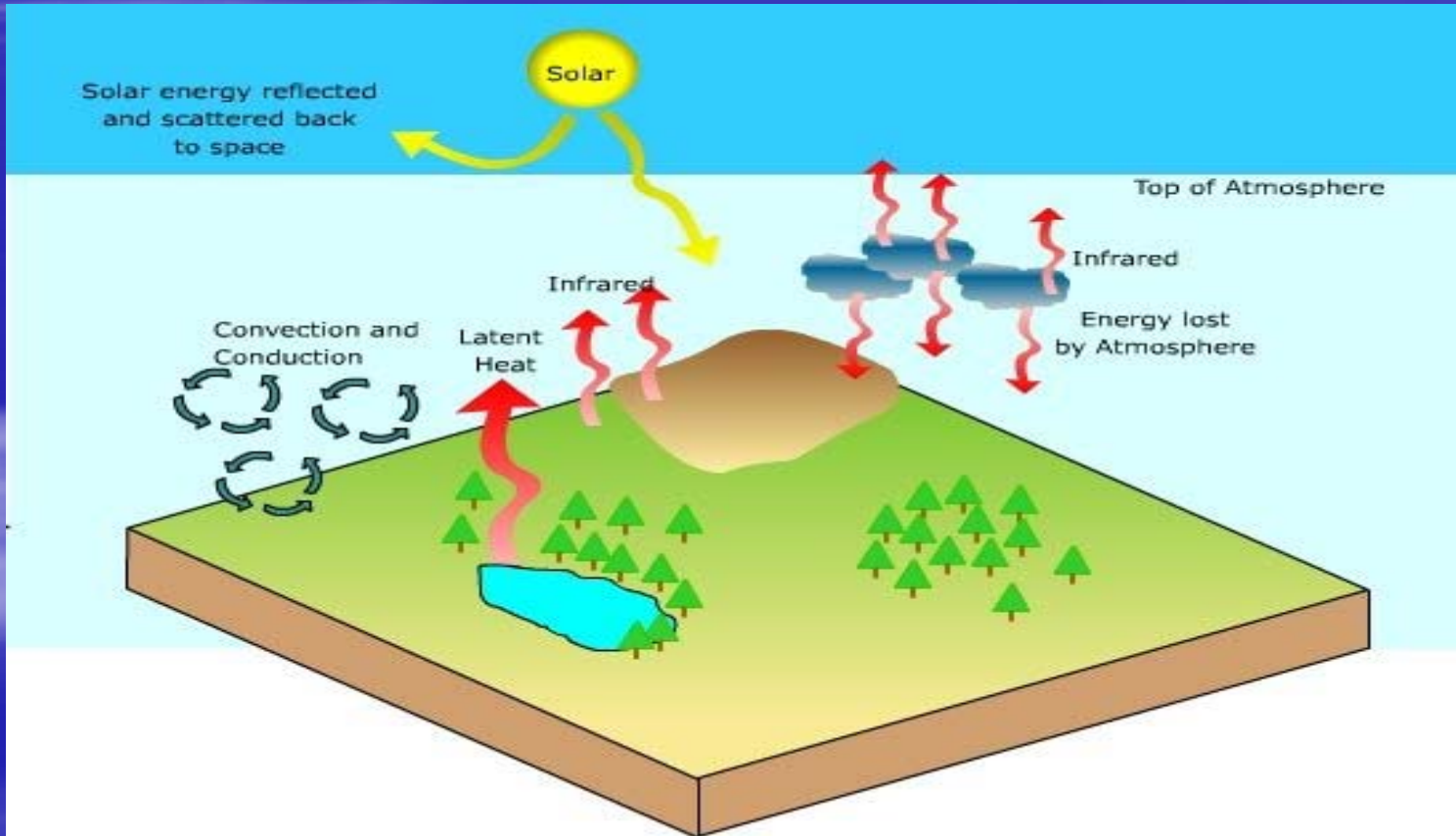
# Atmosferin yerden yansıyan ışıklara etkisi



# Yere dokunma ile atmosferin

## ISINMASI

- Kondüksiyon
- Gizli ısı transferi



# Atmosferin etkisi

- Atmosfer doğru ışın alan yerlerin aşırı derecede sıcak ışın almayan yerlerin ise aşırı derecede soğuk olmasını engelleyen düzenleyici bir rol oynar.
- Bu etkisini güneşten gelen ışınları ve yerden geri verilen ışınları dağıtıp soğurmak.
- Isınan yerlerdeki sıcaklığı alıp soğuk yerlere taşımak.
- Daha çok alttan ısınıp ve üstten soğuyarak ve içerideki tozlar, CO<sub>2</sub> ve özellikle su buharı yardımıyla yeryüzüne yakın katların sıcak olmasını sağlar.

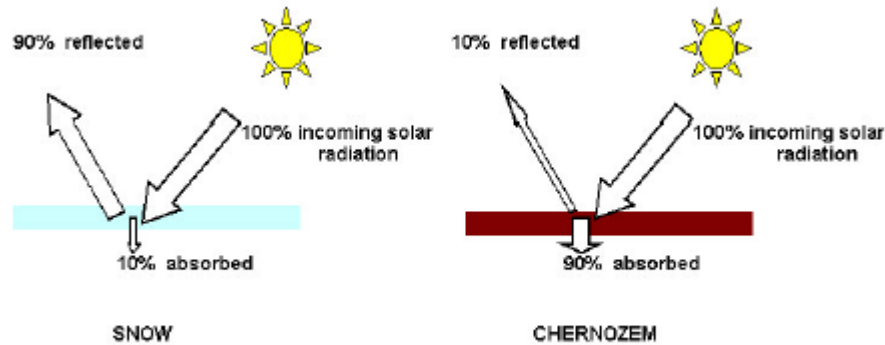


# Yer koşullarının hava sıcaklığına etkisi

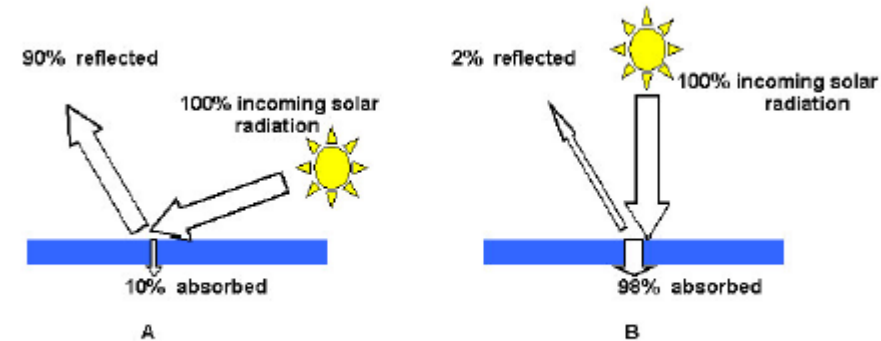
- Yerden yansıyan ışınların yansımaları ve soğurulması,

Sun inclination	1°	5°	10°	20°	30°	40°	50°
water albedo (%)	89.6	58.6	35.0	13.6	6.2	3.5	2.5

Water albedo values in connection with Sun inclination

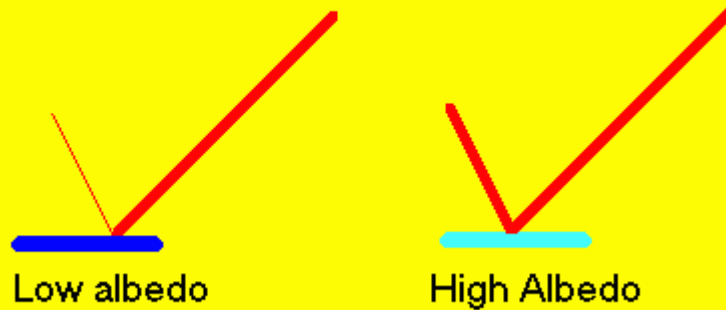


1. Reflection and absorption of Sun radiation by different surfaces  
Author: Sebastian Wypych



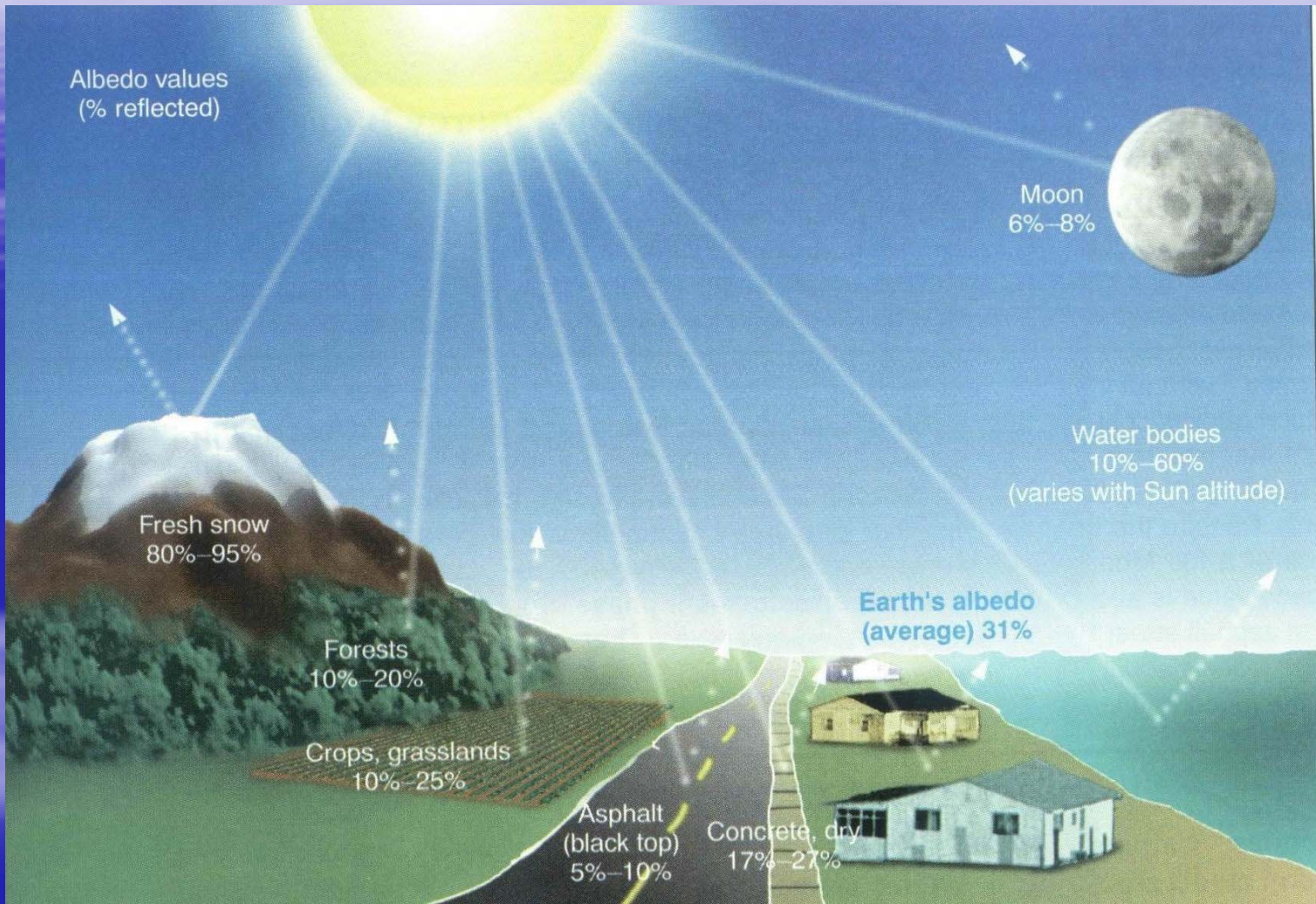
2. Water albedo with low (A) and high (B) Sun position  
Author: Sebastian Wypych

Solar Radiation



Low albedo

High Albedo



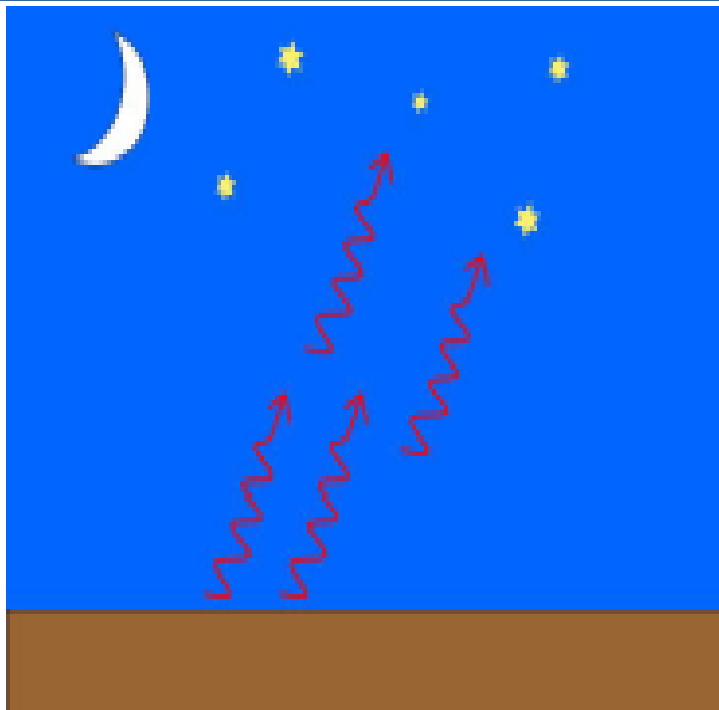


# Işıkların yeryüzünde emilmesi (özgül ısı)

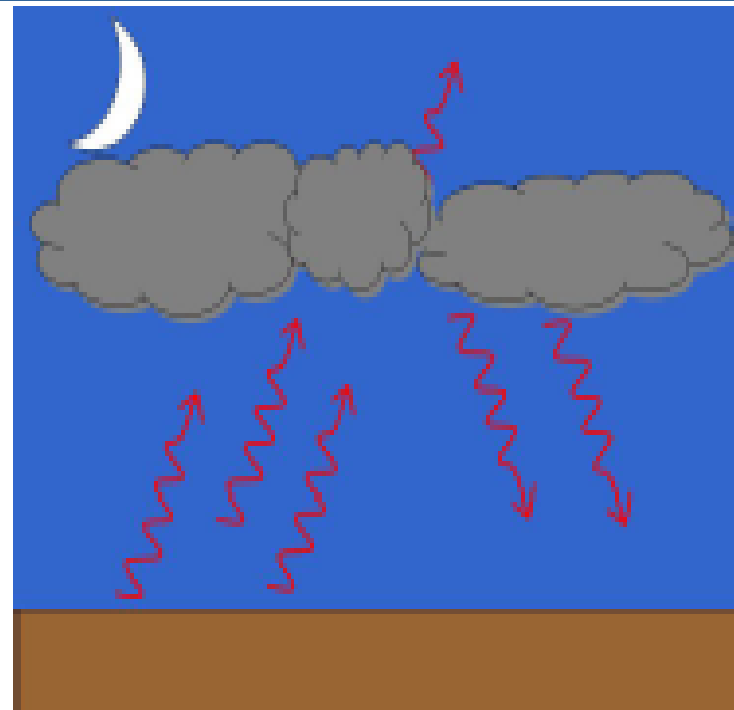
## ■ Specific Heats of Various Substances

Substance	Specific Heat (cal/gram °C)	Specific Heat (J/kg °C)
water (pure)	1.00	4186
wet mud	0.60	2512
Ice (0 °C)	0.50	2093
sandy clay	0.33	1381
dry air (sea level)	0.24	1005
quartz sand	0.19	295
granite	0.19	294

Note: 1 calorie = 4.186 joules (both are units of heat)



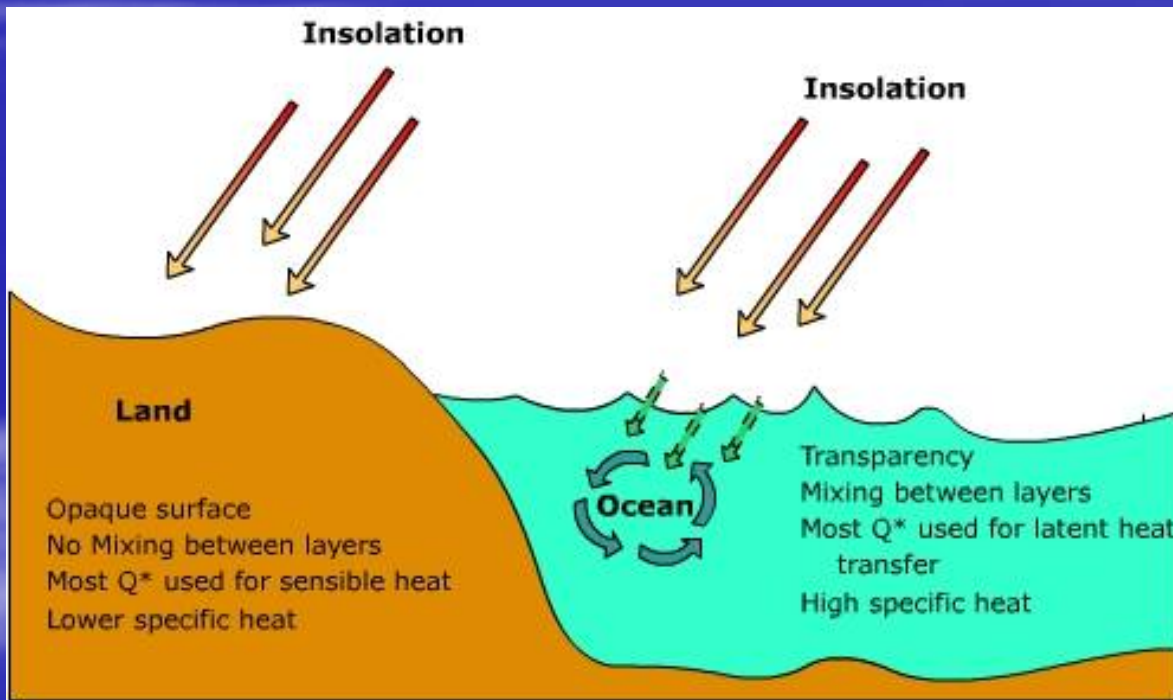
4. Without clouds during the night, the night is cold.  
Source: J. Gourdeau



5. With a cloudy sky during the night, the ground gets less cold because the clouds send back to the surface the infrared radiations.

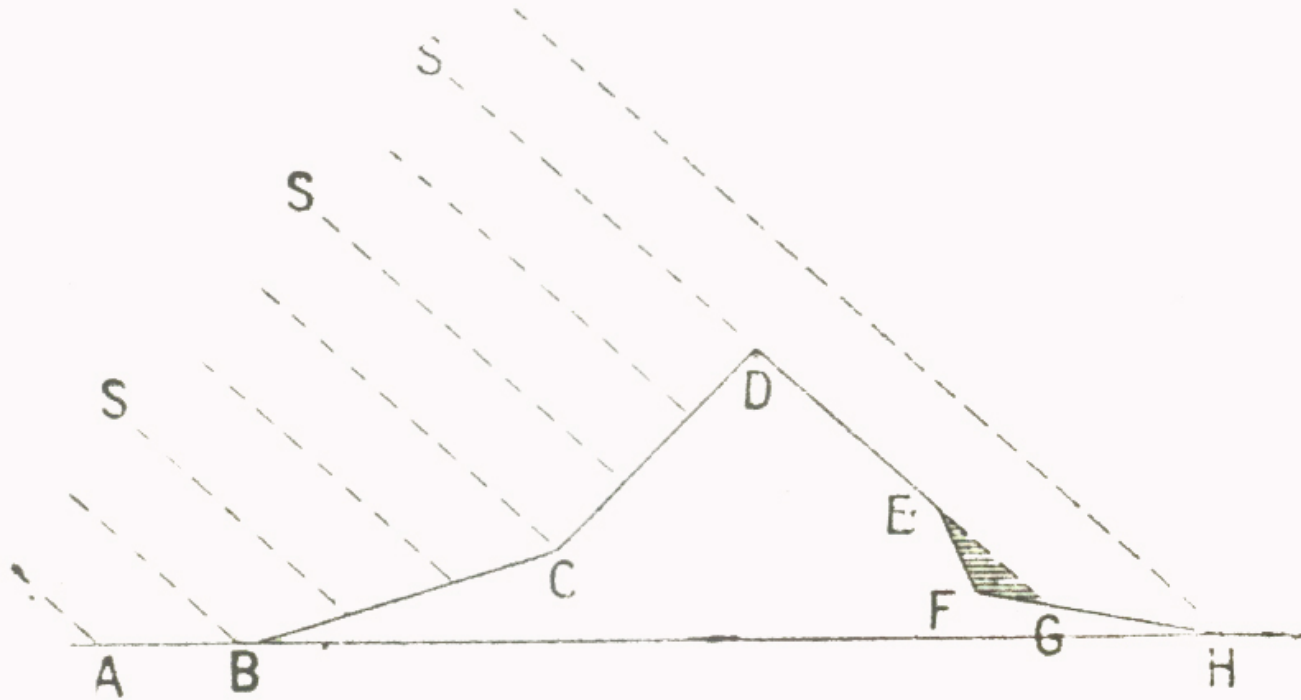


# Kara ve denizlerin sıcaklığa farklı etkileri

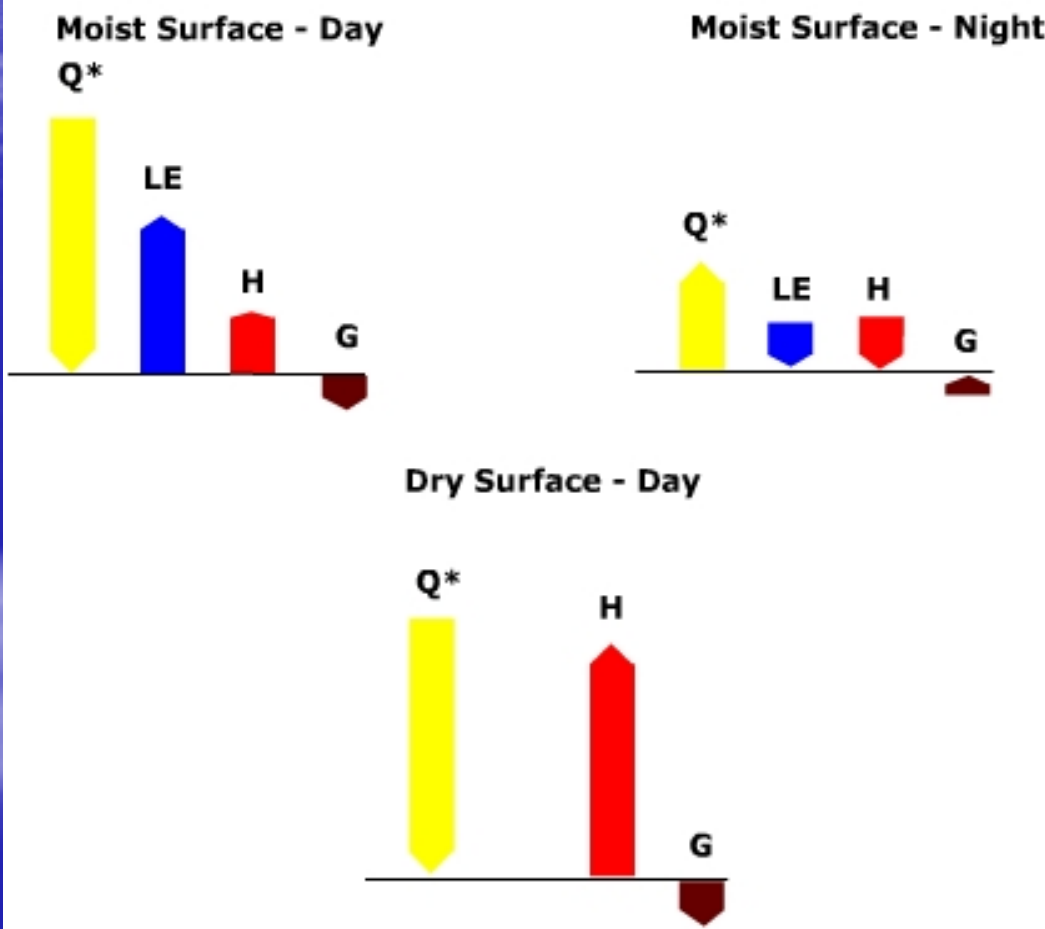


<b>Mass of the Water</b>	<b>Starting Temperature</b>	<b>Ending Temperature</b>	<b>Heat Required</b>
5 grams	20° Celsius	25° Celsius	25 Calories of Heat
25 grams	20° Celsius	25° Celsius	125 Calories of Heat

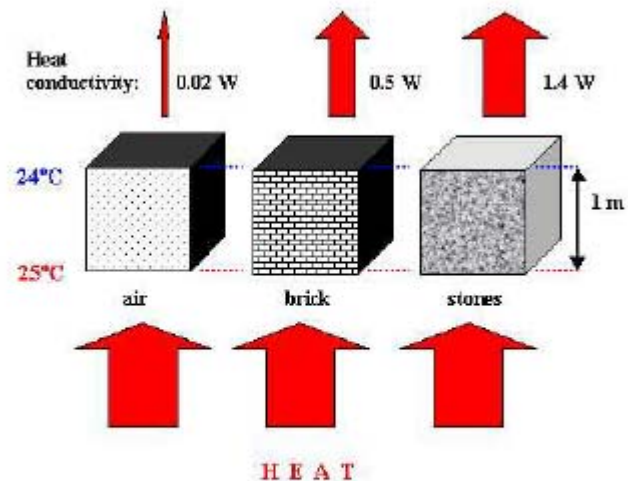
# Yerçekillerinin etkisi



# Toprak neminin etkisi



$Q^*$  = Gelen Radyasyon  
 $LE$  = Gizli ısı  
 $H$  = Hissedilir hızı  
 $G$  = termal geçirgenlik



4. Thermal conductivity of different materials  
Please click to see [enlarged image!](#) (39 K)  
Author: Anita Bokwa



# Bitki örtüsünün etkisi

- Bitki örtüsü tahrip edilmiş olan vadide, diğer vadiye göre farklılıklar:
- Ortalama sıcaklık 0,7 °C yükseltilmiş,
- Rüzgar 3 katı daha şiddetli olmuştur,
- Yağış %2 oranında azalmıştır, bu azalma büyük olasılıkla şiddeti artan rüzgarın yağışları sürüklemesi ile ilgili olabilir.
- Kar ilkbaharda ortama 4 gün önce erimiştir.