

# **Havacılık Meteorolojisi Ders Notları**

## **3. Atmosferin tabakaları**

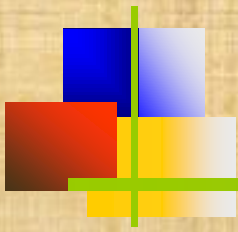
**Yard.Doç.Dr. İbrahim Sönmez**

**Ondokuz Mayıs Üniversitesi Balıca Kampüsü**

**Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi**

**Meteoroloji Mühendisliği Bölümü**

**[isonmez@omu.edu.tr](mailto:isonmez@omu.edu.tr)**



# Atmosfer katmanları

## Atmosfer katmanları farklı şekillerde sınıflandırılabilir

### 1. Gazlara Göre Katmanlar :

UZAY	-----	10.000 km.
Hidrojen Katı	-----	2400km.
Helyum Katı	-----	925 km.
Atomik Oksijen Katı	-----	115 km.
Moleküller Oksijen Katı	-----	Yeryüzü

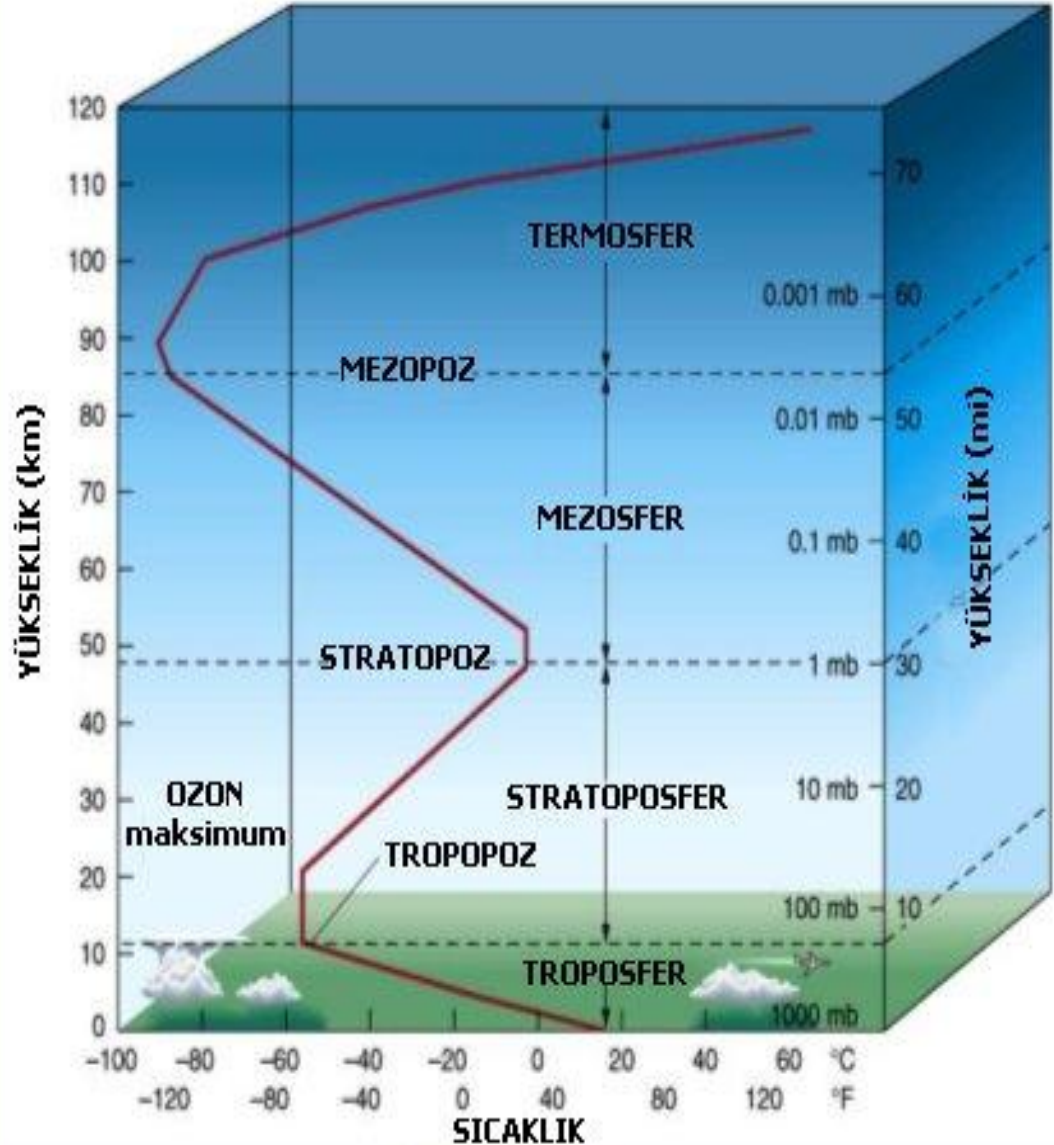
### 2. Kimyasal özelliğine göre katmanlar:

Heterosfer	-----	90 Km.
Homosfer	-----	Yeryüzü



# Atmosfer katmanları

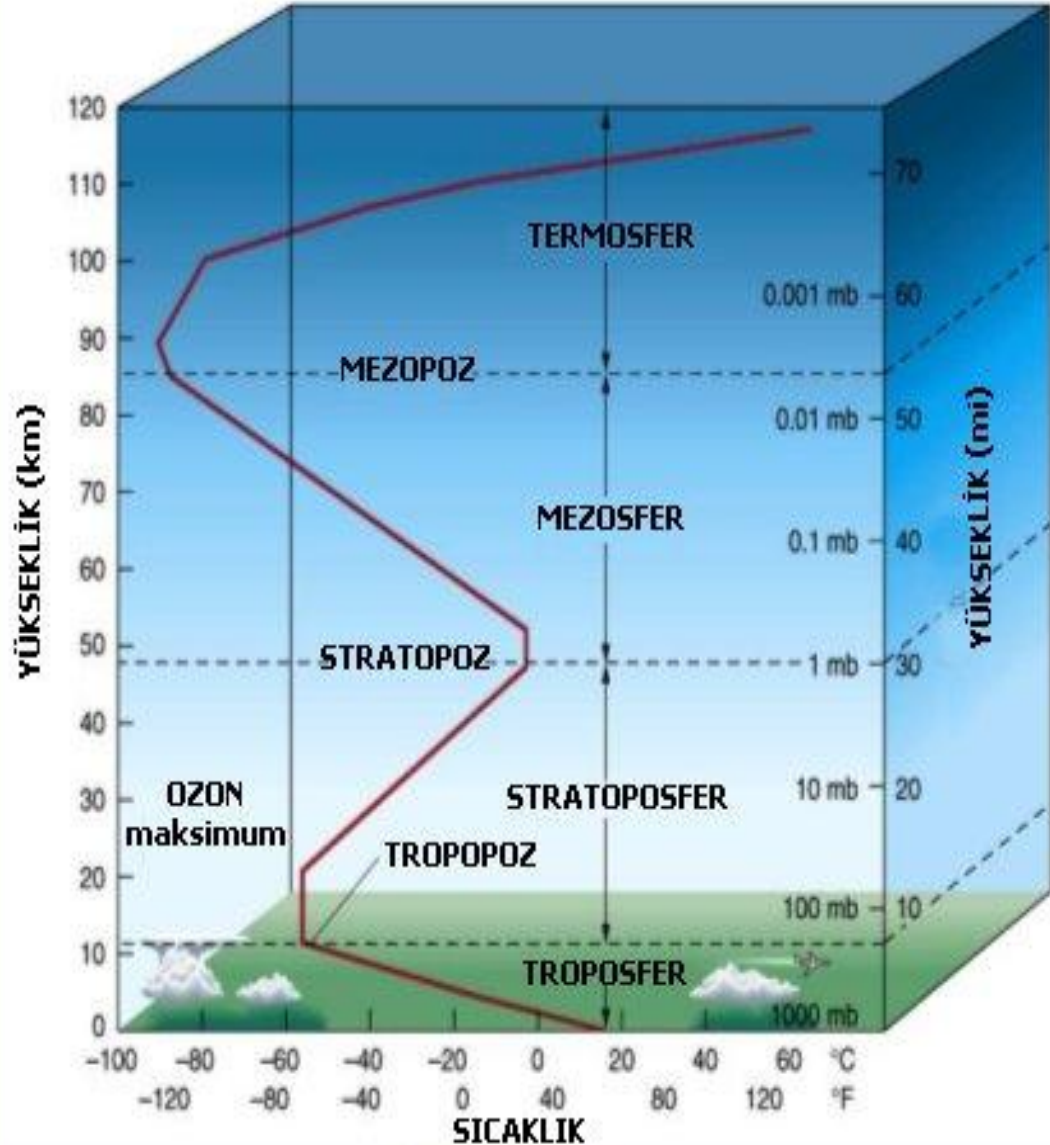
- Meteorolojik sınıflandırma, atmosferdeki sıcaklık değişimine göre yapılır.
- Buna göre atmosfer 4 farklı tabakaya ayrılır: **troposfer, stratosfer, mezosfer ve termosfer.**
- **Tabaka yükseklikleri sabit midir?**



# Atmosfer katmanları

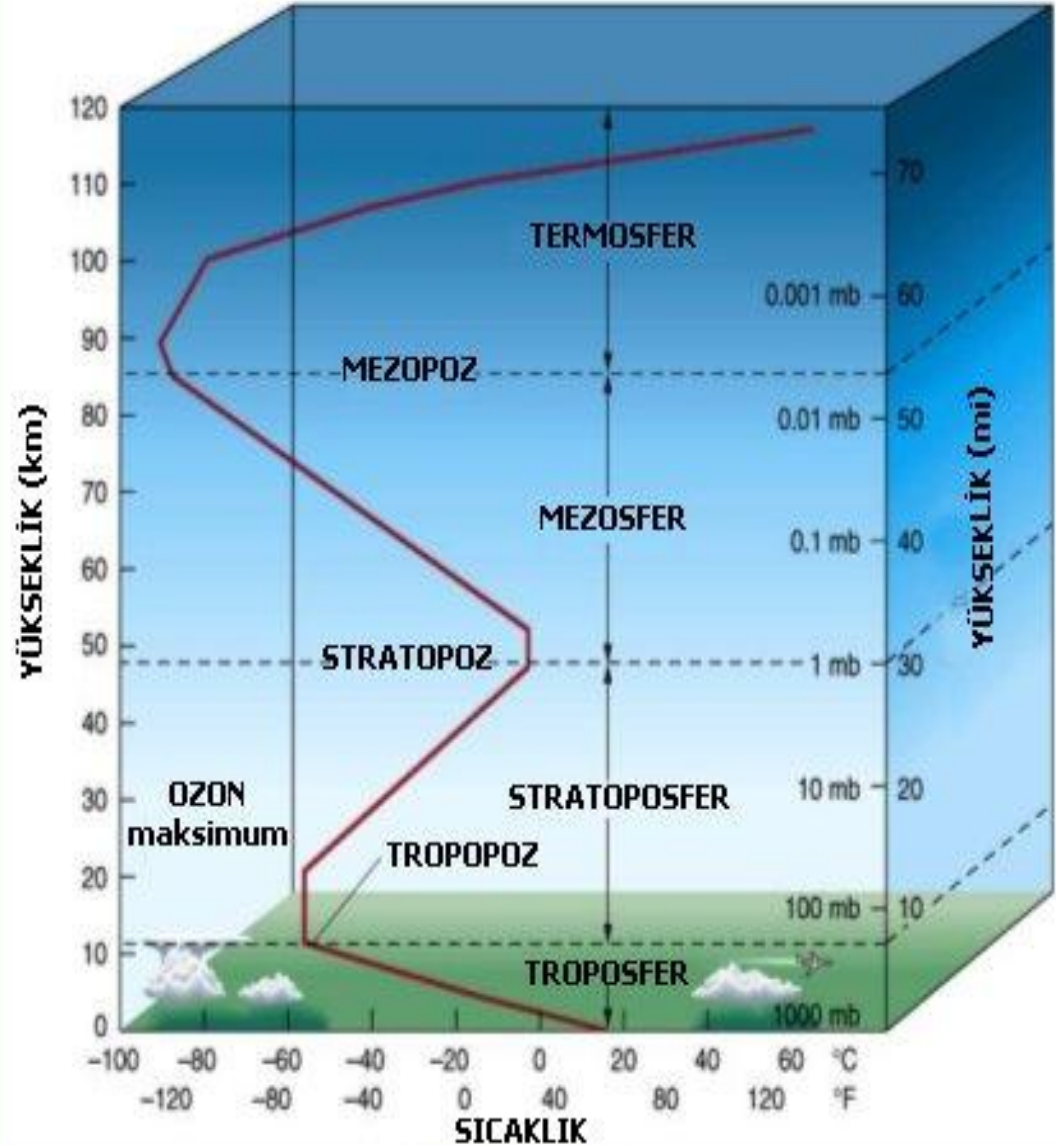
■ Atmosfer tabakalarına ait olan yükseklik değerleri ortalama değerler olup,

- ✓ mevsimlere
- ✓ anlık hava olaylarına
- ✓ enleme göre değişir.



# Atmosfer katmanları

*Atmosferin düşey profili (parametrelerin yükseklikle değişimi) nasıl çıkarılır?*



# Atmosferin dūşey ölçümü

- Atmosferin dūşey profili **radiosonde** ölçümleri ile elde edilir.
- Radiosonde ölçüm sistemi, balon, sensörler, radyo vericisi ve yer alıcı sisteminden oluşur.
- Balon havadan daha hafif olan Helium(veya hidrojen) gazı ile doludur.
- Balona bağlanan kutu içinde basınç, sıcaklık ve nem sensörleri bulunur.
- Kutu içinde bulunan radio vericisi yardımıyla ölçümler yer istasyonuna ulaştırılır.



# Atmosferin dūşey ölçümü

- Yerde ~1.5 m yarıçaplı balon **30 km** yüksekliğe kadar çıkabilir( $r \sim 10m$ ).
- Ölçümler sabit basınç seviyelerinde yapılır.
- Tüm dünyada **00 ve 12 GMT**'de atılır. *Neden ulusal saat değil?*
- Ülkemizde sadece Meteoroloji Bölge Müdürlüklerinden(7) atılır.
- Dūşey profilini için diğeri bir yöntem **dropsonde** dir.
- Dropsonde, -radiosondenin aksine-atmosferden yere doğru alçalarak yapılan ölçümlerdir.



# Atmosferin dūşey ölçümü

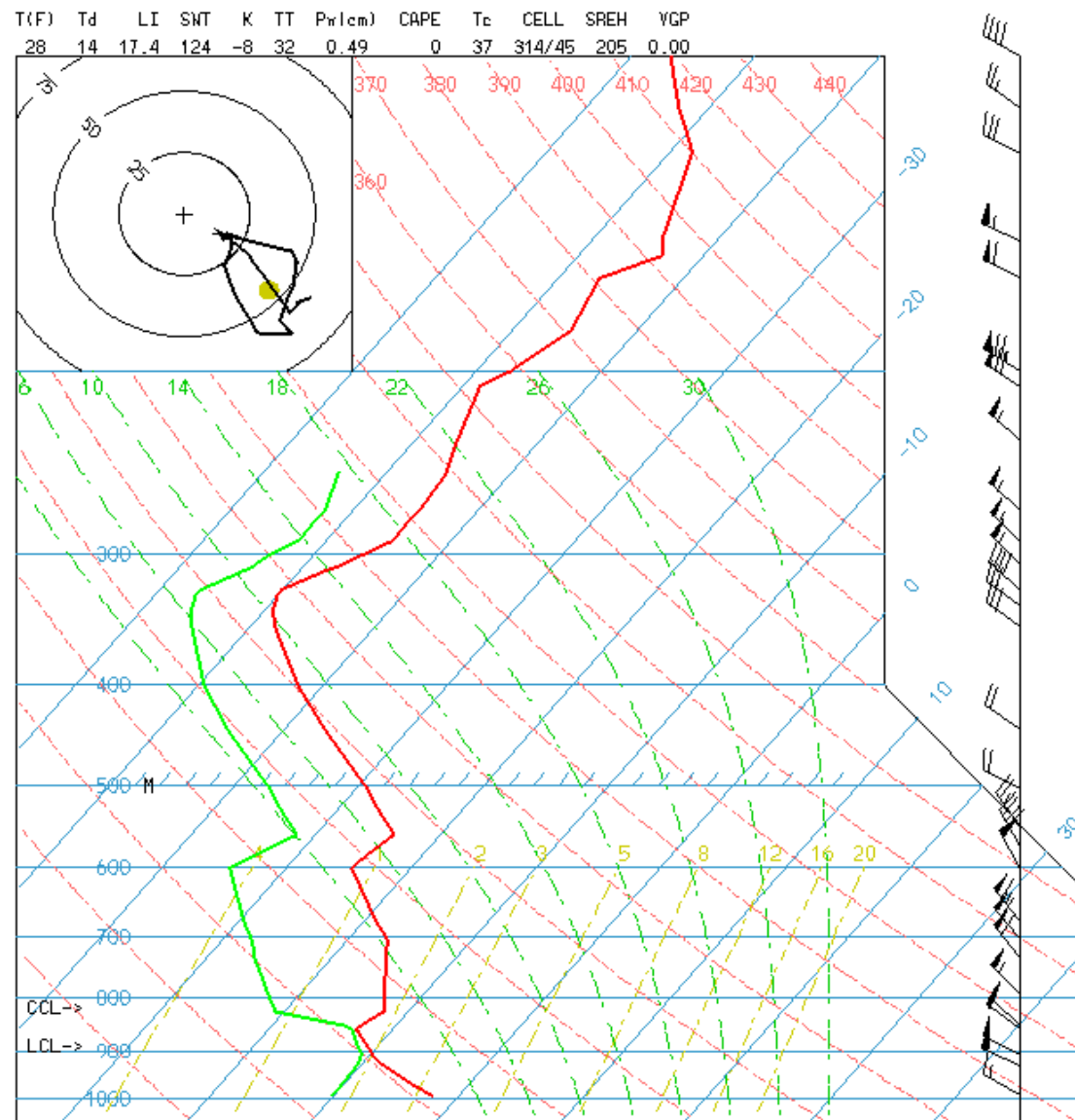
## Diğer bir ölçüm parametresi rüzgar nasıl ölçülür?

- Radiosonde sisteme rüzgar da dahil ise sistemin ismi **rawinsonde** dir.
- Sıcaklık, nem ve rüzgar parametrelerinin yükseklik değişkeni ile çizilmesine **sondaj** denir.





# Radyosonde gözlemi

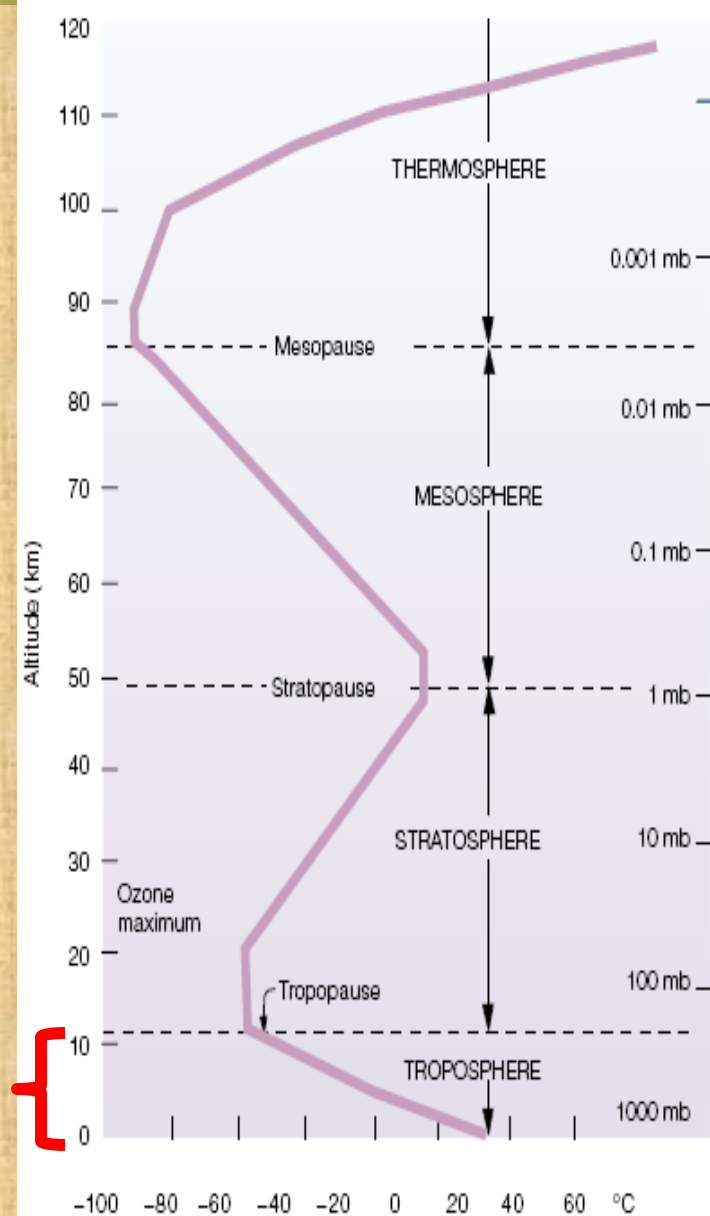


SKEN-T/LOG-P VALID 1200 UTC 11/14/2003 KALB

Lat = 42.75 , Lon = -73.80

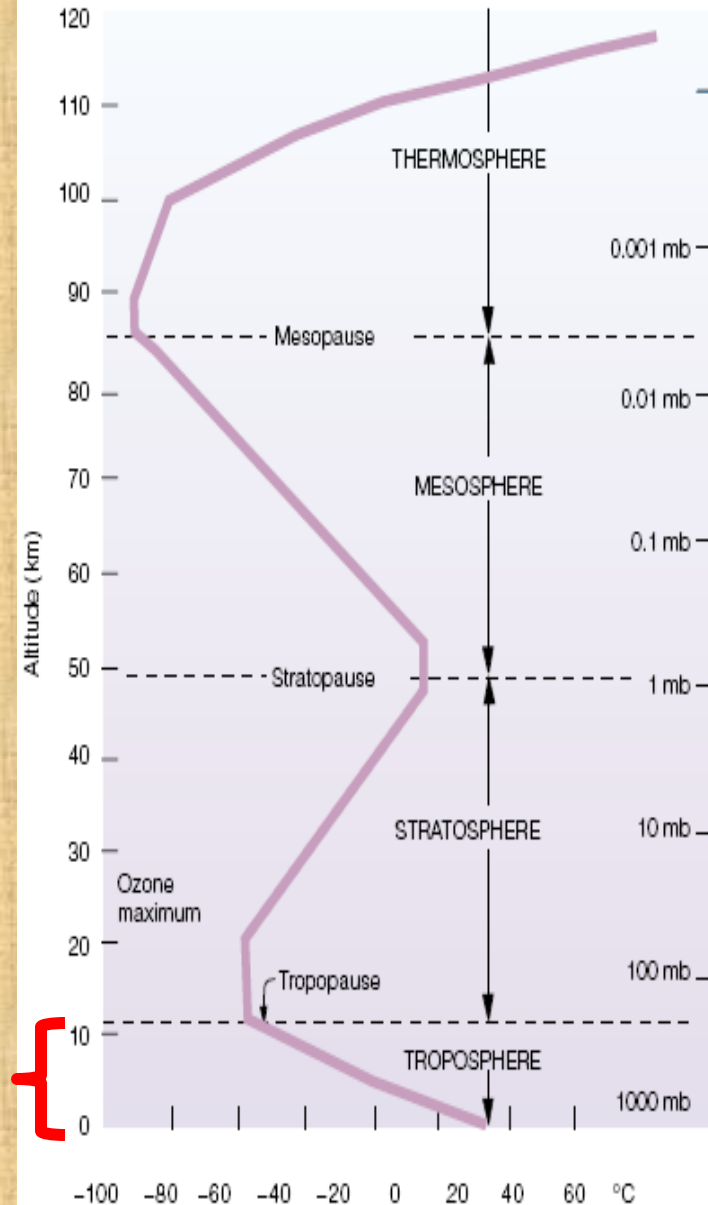
# 1-) Troposfer

- Troposfer: Yunanca **tropein** ('to turno or to change') kelimesinden gelmektedir.
- Yerden ortalama **11 km**'lik kısma kadar olan bölgenin adıdır.
- Bildiğimiz **tüm meteorolojik olaylar** bu bölgede meydana gelir.
- Su buharının ~%99, diğer gazların %75 bu bölgede yer alır.
- **Aşağı ve yukarı hava akımları** atmosferin bu bölgesinde gözlenir.



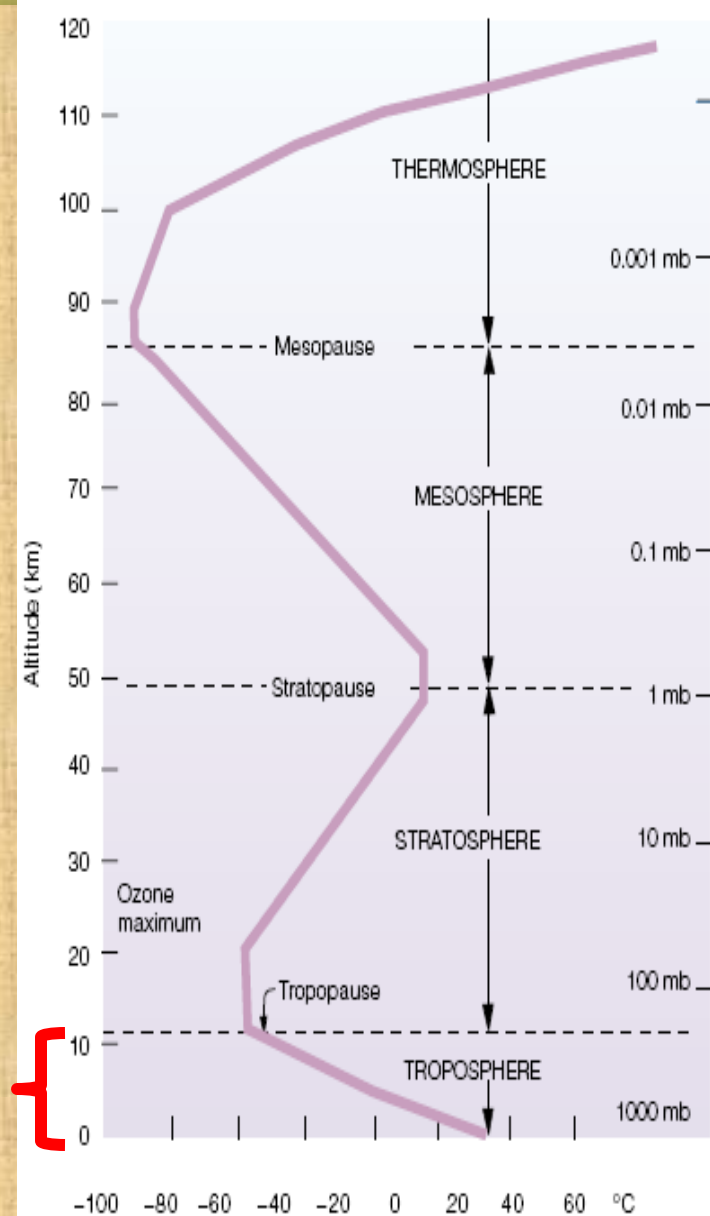
# 1-) Troposfer

- Sıcaklığın Troposferde yükseklikle lineer azaldığı gözlenir. *Neden?*
- Dikey hareket eden hava kütleleri **tropopoza** kadar çıkabilir. *Neden?*



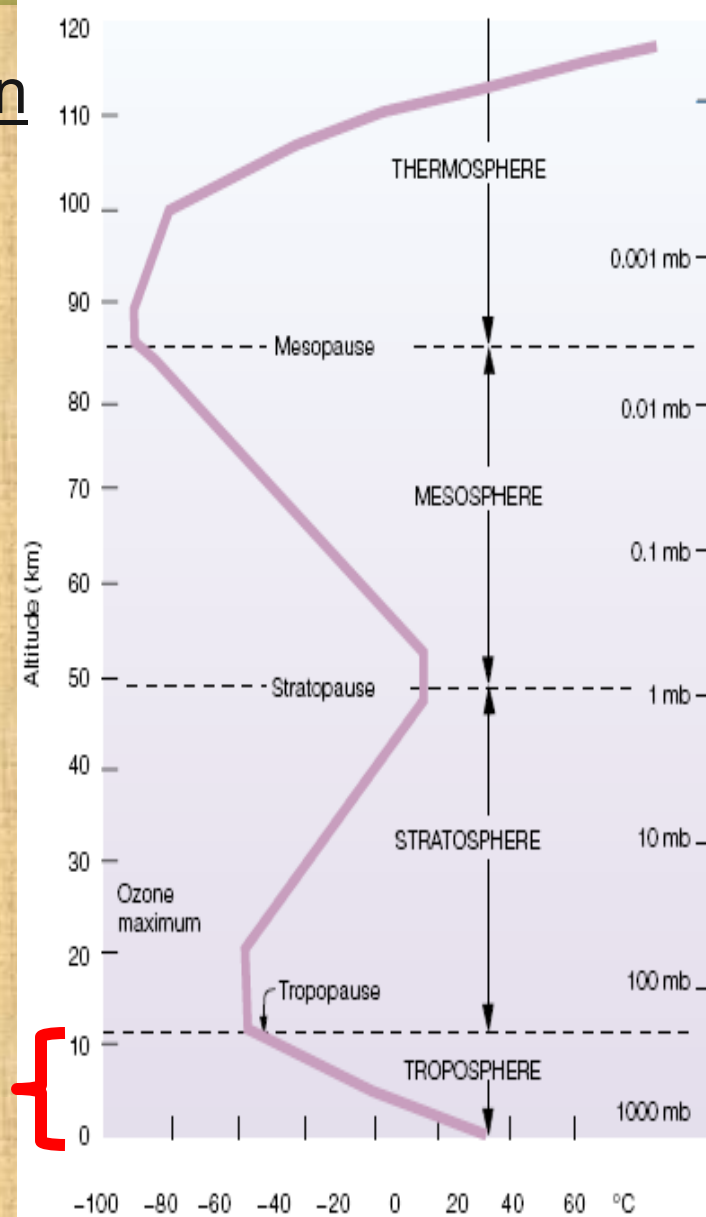
# 1-) Troposfer

- Sıcaklığın bu bölgede yükseklikle azalmasına ***lapse rate*** denir.
- **Lapse rate neden önemlidir?**
- **Lapse rate** oranı: standart bir atmosferde için  $dT/dz = -6.5^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$
- $dT/dz < 0$  (pozitif lapse rate)
- $dT/dz > 0$  (negatif lapse rate)
- Lapse rate ortalama bir değerdir. Sıcaklığın yükseklikle değişme oranı ise atmosferin günlük yapısı ile alakalıdır.
- Dolayısıyla lapse rate günden güne, mevsimden mevsime, vs değişir.



# 1-) Troposfer / Enversiyon

- Troposferde nadiren de olsa sıcaklığın yükseklikle arttığı gözlenir. Bu olaya **sıcaklık enversiyonu** denir.
- Enversiyon genellikle güneş battıktan sonra görülür. **Neden?**
- Enversiyon özellikle kış aylarında ölümcül etkilere sahiptir. **Neden?**
- Troposferden sonra sıcaklığın yükseklikle sabit kaldığı **tropopoz bölgesi** bulunur.
- Tropopoz ekvator ve kutuplarda farklı yüksekliktedir.



# Tropopoz

Tropopoz yaz mevsiminde kış mevsimine göre daha yüksektir.

- Tropopoz yüksekliği(ortalama)

Ekvator= $\sim$ 17 km

Kutuplar= $\sim$ 7km

- Tropopoz yüksekliği(Kış)

Ekvator= $\sim$ 17 km

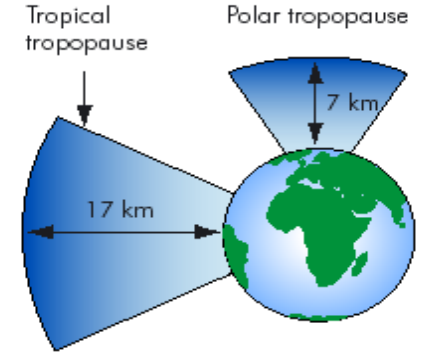
Kutuplar= $\sim$ 6km

- Tropopoz yüksekliği(Yaz)

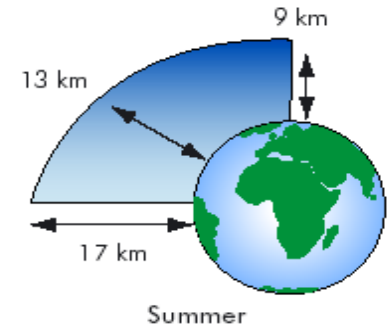
Ekvator= $\sim$ 17 km

Kutuplar= $\sim$ 9km

Average tropopause heights

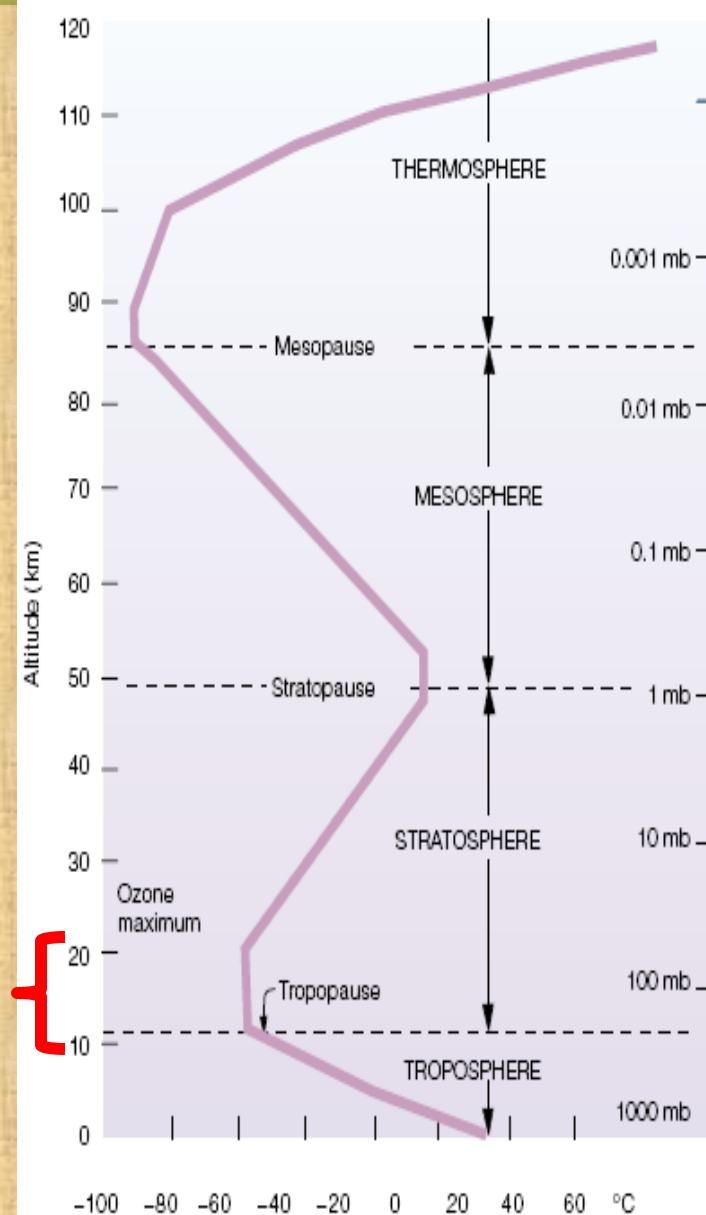


Seasonal variation

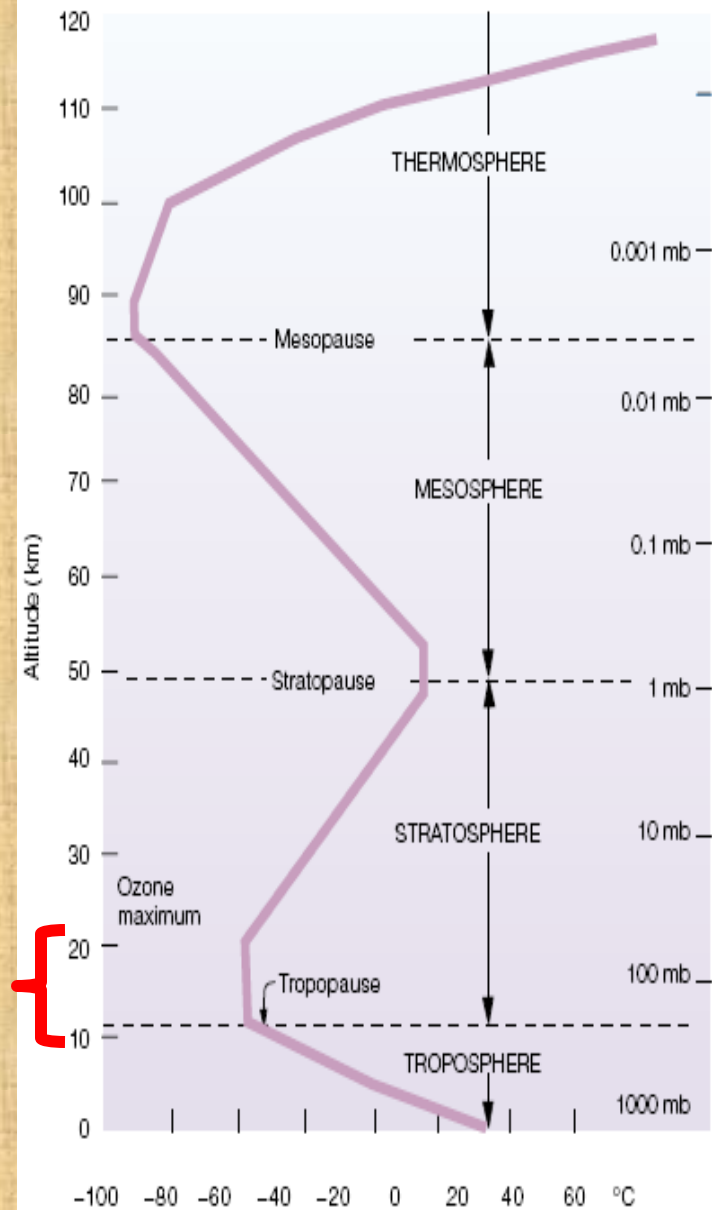


# Tropopoz

- Troposfer ile stratosfer arasındaki geçiş bölgesidir.
- Sıcaklık bu bölgede yükseklikle sabittir.
- **Tropopoz**, troposfer ve atmosferin yüksek bölgeleri arasında hava geçişine engel olan bir **kapak** görevi yapar. Neden?
- Su buharının troposferde tutulmasının nedeni tropopozdur.



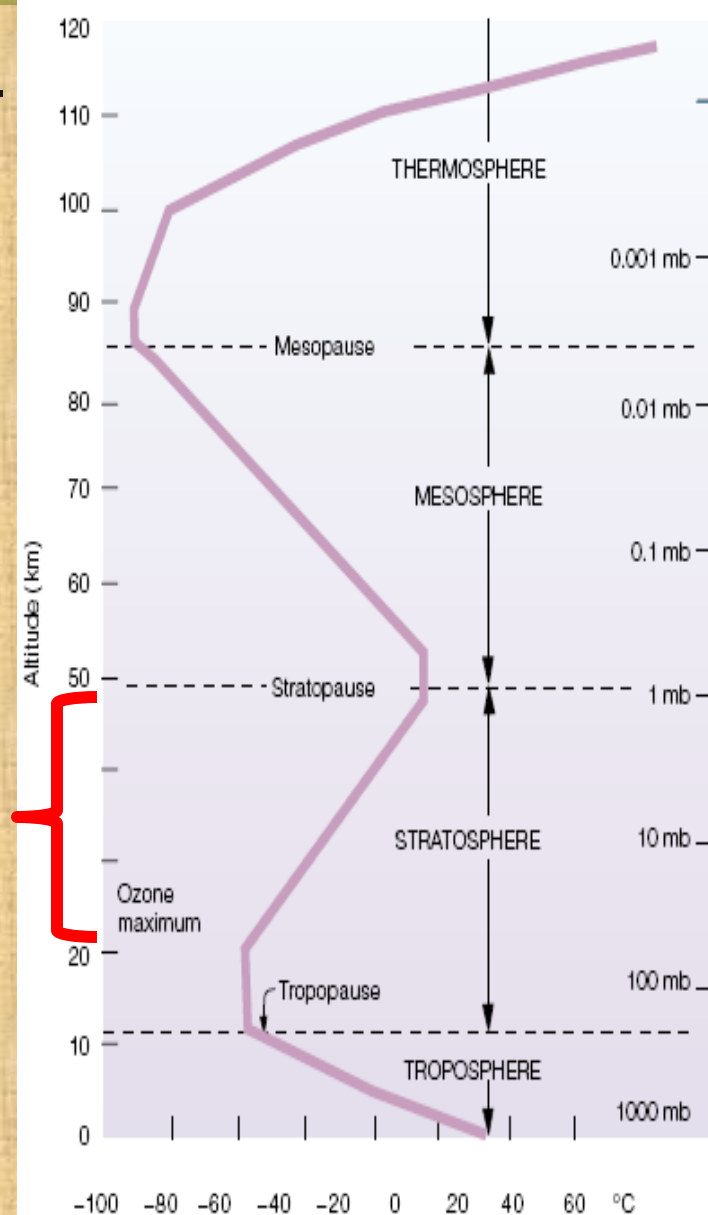
# Tropopoz





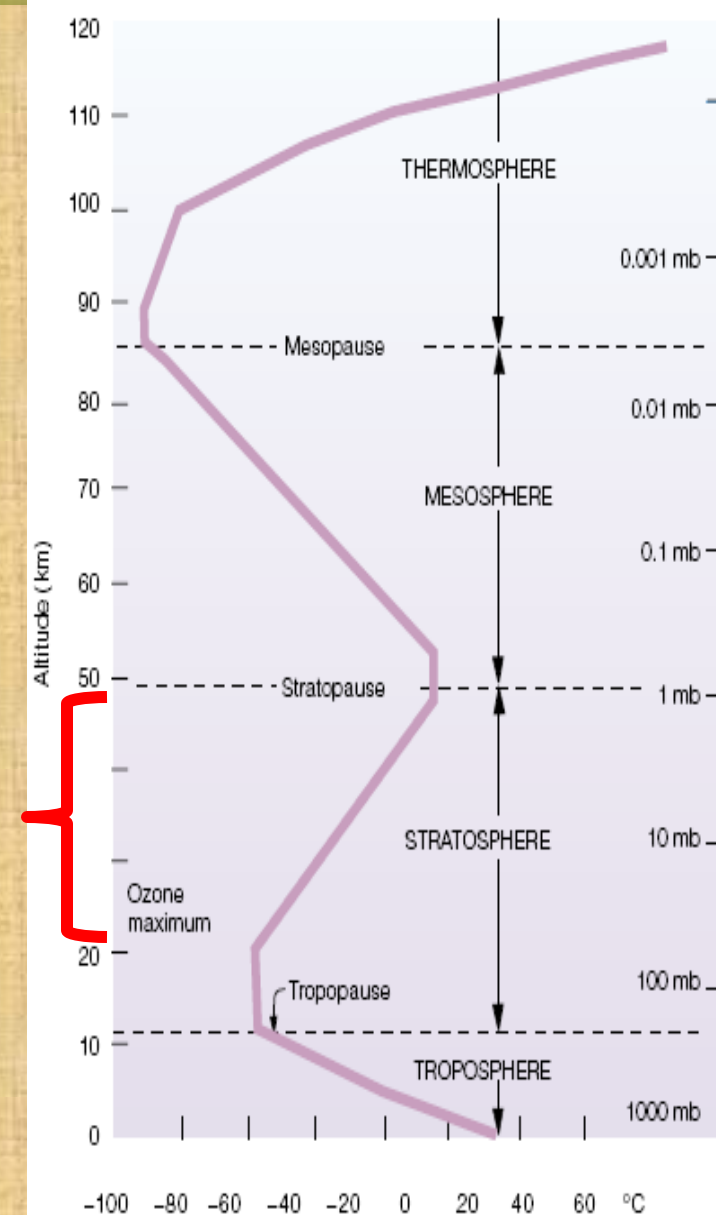
## 2-) Stratosfer

- **Stratosfer** kararlı tabaka anlamındadır.
- Dikey hava hareketi görülmez. Sadece yatay hava hareketi görülür. Neden?
- Troposferden stratosfere geçen **partiküller** uzun süre yeryüzüne dönmeden **birkaç yıl** orada kalabilir. Örneğin büyük volkanik patlamalardan oluşan küller, stratosferde korunur ve global soğuma işlemine neden olur.
- Atmosferdeki su buharının %1 'lik bir kısmı bu tabakadadır(nemsiz tabaka)
- Stratosferin alt tabakasında sıcaklık  $-57^{\circ}\text{C}$  iken üst kısmında  $0^{\circ}\text{C}$  ye çıkar.



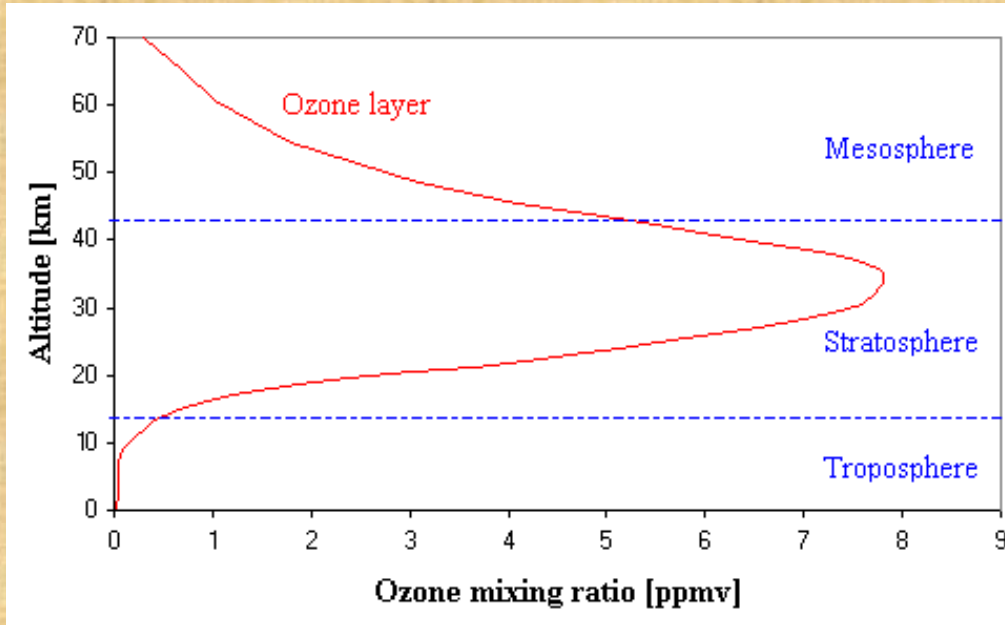
## 2-) Stratosfer

- Uzaydan gelen **meteor** taşları bu tabakada parçalanır. *Neden?*
- Stratosfer en belirgin özelliği, sıcaklık enversiyonunun ( $dT/dz > 0$ ) gözlenmesidir.
- $dT/dz > 0$  nedeni bu tabakada bulunun **ozon tabakasıdır**.
- Bu nedenle stratosfere **ozonosfer** de denir.

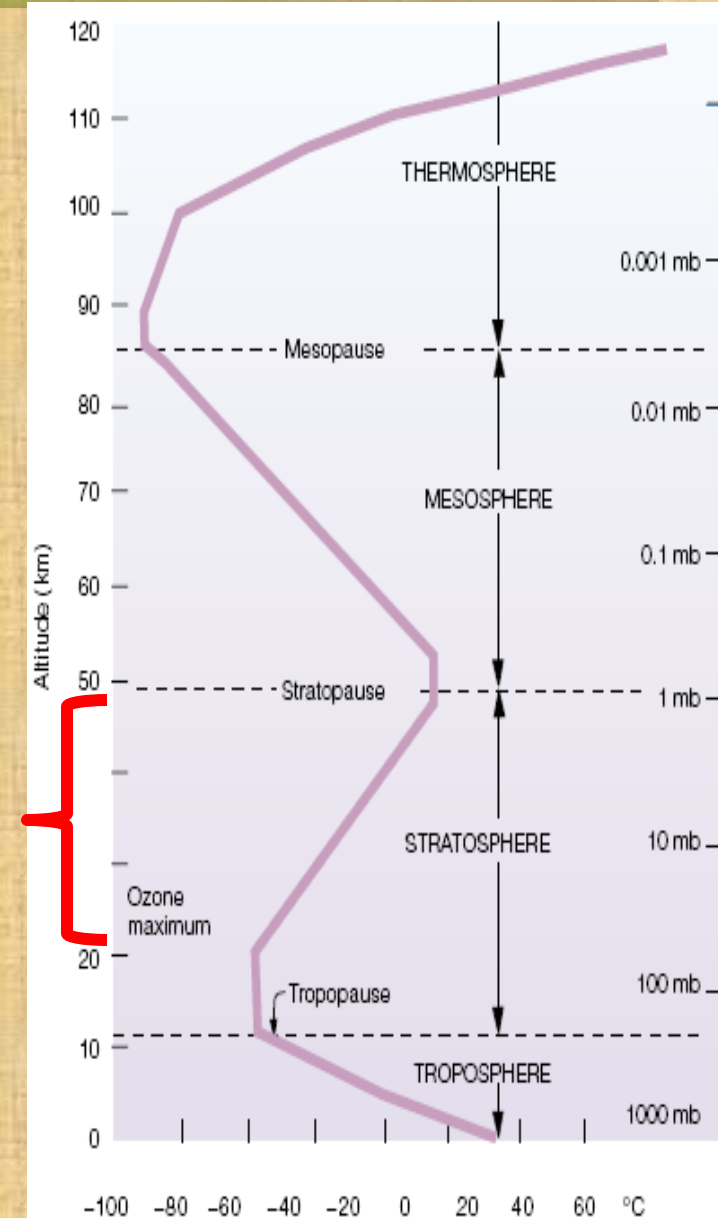


## 2-) Stratosfer

- Maksimum ozon miktarına ~30 km. de rastlanır.

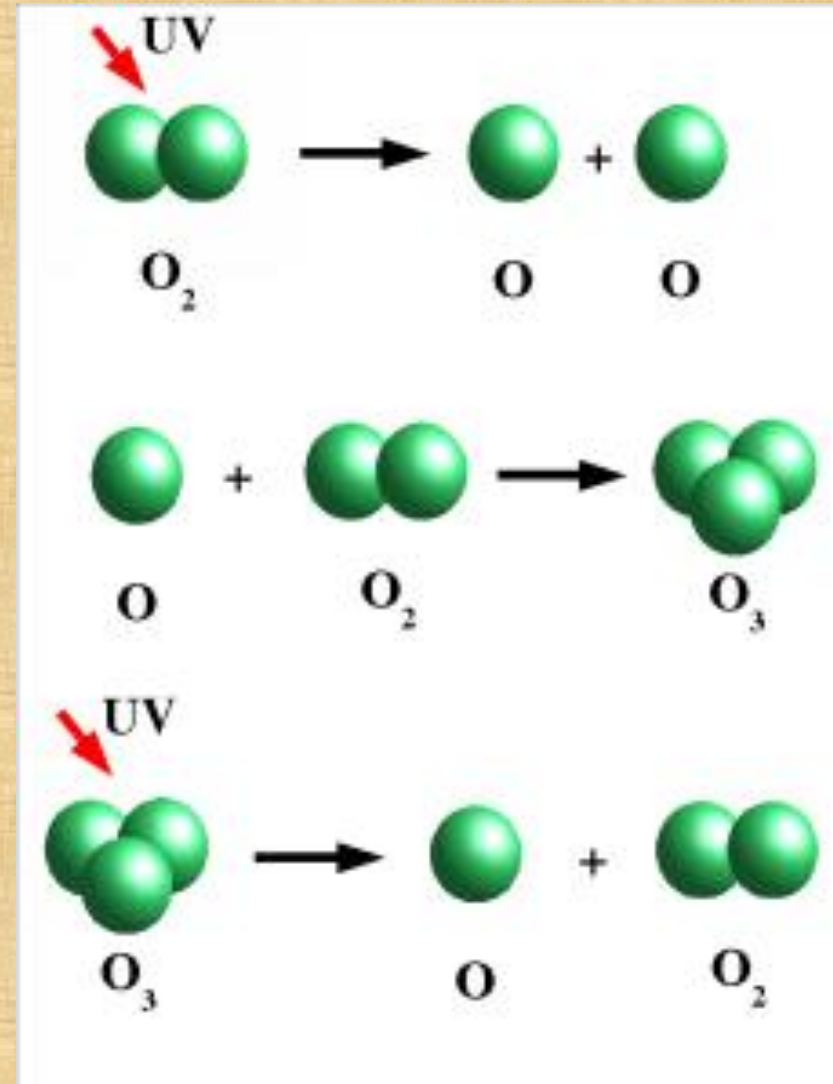


- Ozon aynı zamanda bazı metal yüzeylerde korozyon etkisine sahiptir ve bu yüzden yüksek ozon tabakalarında uçan süpersonik bir uçak için çok büyük bir öneme sahiptir.



## 2-) Stratosfer

*Ozon neden ısınmaya neden olur?*

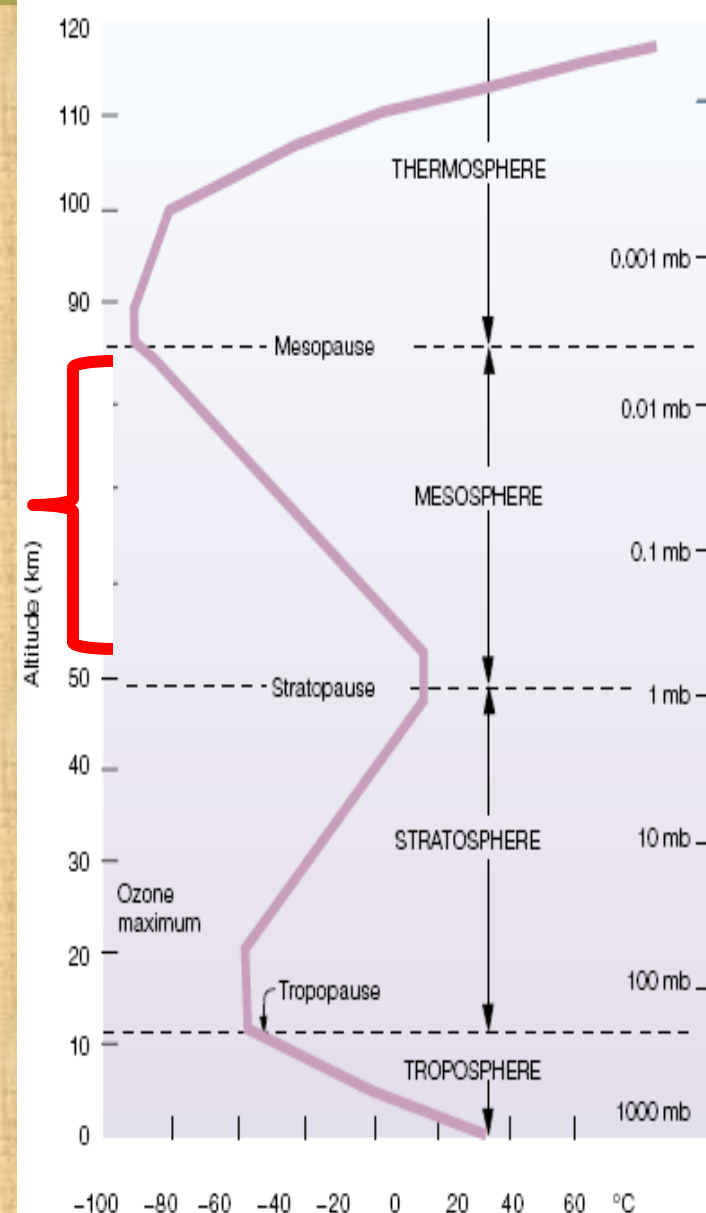


# 3-) Mezosfer

- Mezosfer de sıcaklık yeniden yükseklikle azalır
- Bu tabakada sıcaklık  $\sim 0^{\circ}\text{C}$ 'den  $-90^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar düşer.

*Güneşe daha fazla yakınlaştığı için sıcaklığın artması gerekmez mi?*

- Bu tabakada hava molekülleri çok seyrek dolayısıyla basınç çok düşüktür.
- Bu seviyede  $\text{N}_2$  ve  $\text{O}_2$  molekülleri vardır
- Mezosfer tabakasının tepesindeki  $-90^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık atmosferin en soğuk sıcaklığına eşittir.



# 4-) Termosfer

- Termosfer tabaksında sıcaklık yükseklikle hızlı bir şekilde artar.  
*Neden?*
- Bu tabakada **çok az** sayıda hava molekülü bulunur.
- Bir hava molekülünün diğer bir molekül ile çarpışmak için katetmesi gereken mesafe **~1km** dir.
- Aynı çarpışma mesafesi, yer seviyesinde ise **1 cm' nin milyonda biridir!**

