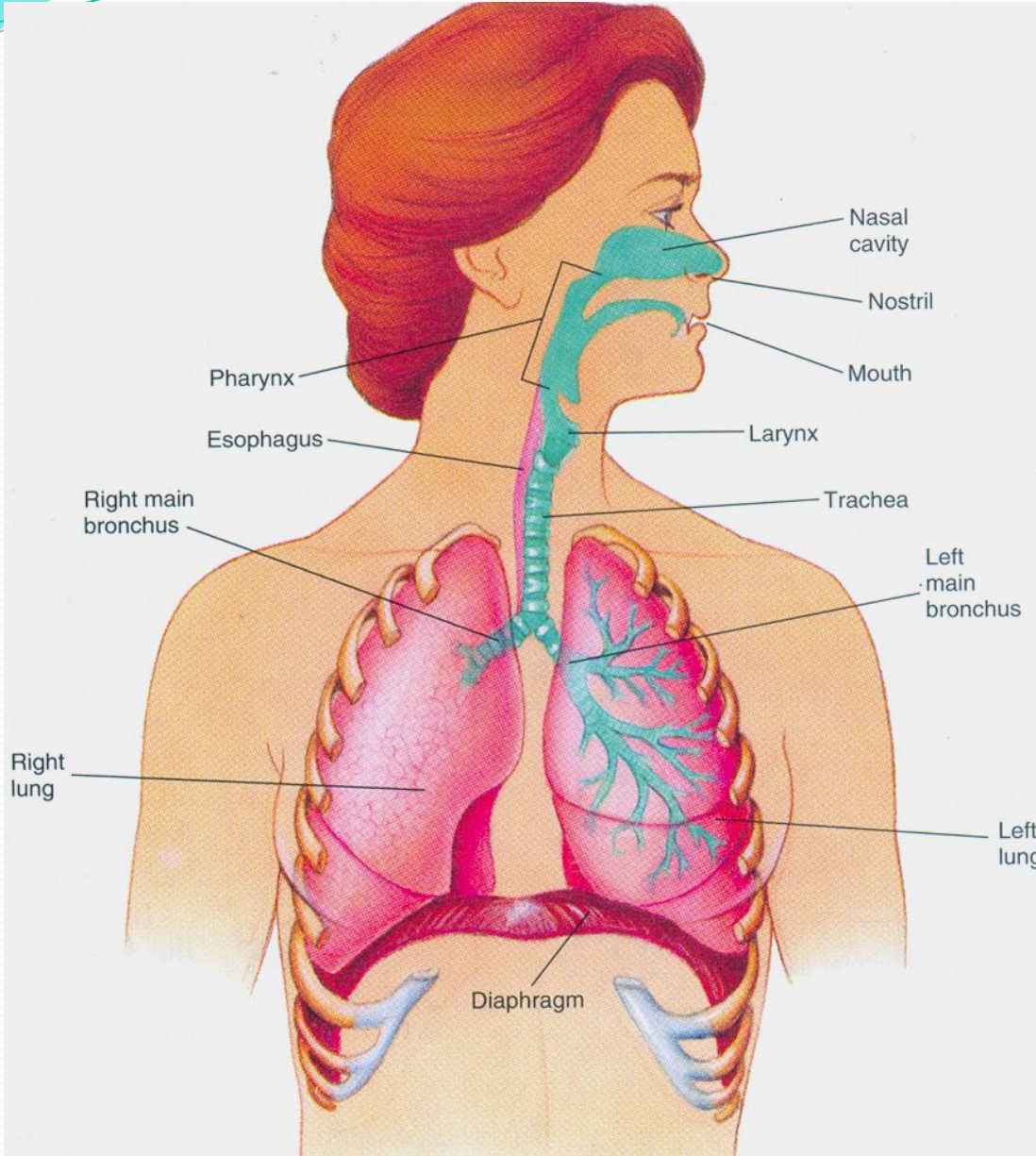


# Solunum Fizyolojisi

Arş. Gör. Fırat AKAT

# GİRİŞ

- Çok hücreli canlılarda, dış ortamdan gaz alış-verişini sağlamak üzere özelleşmiş bir sistemdir.
  - Akciğerler ve onlara hava taşıyan borucuklardan oluşur.
- Diğer görevleri:
  - Organizmanın pH ve sıcaklığının düzenlenmesi
  - Mikroorganizmalara karşı savunma
  - Konuşma sesinin oluşması (fonasyon)



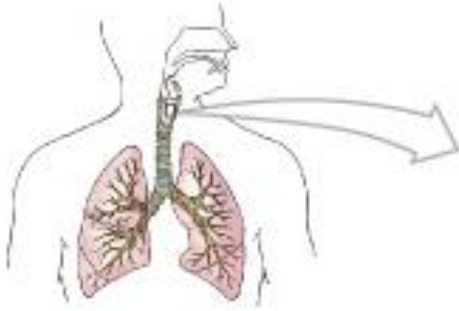
## Solunum Sisteminin Bölümleri

- Üst solunum yolları: Burun / ağız, farinks (yutak), larinks (gırtlak)
- Alt solunum yolları:
  - Trakea: kıkırdak halkalar içerir (5/6'sı), bu sayede duvarların birbirine yapışması engellenir.
  - Bronşlar: her iki akciğere ayrı bronş girer. Kıkırdak ve düz kas içerir.
  - Bronşiyoller: düz kastan zengindir, 1,5 mm'den küçük bronşiyollerde kıkırdak yoktur
  - Alveol keseleri

- İletici bölge  
(anatomik ölü boşluk):  
150 ml hava
  - Trakea-terminal bronşiyoller arası
  - Kan ile gaz değişimi yapılmıyor
- Solunum bölgesi
  - Respiratuar (solunumsal) bronşiyoller-alveol keseleri arası

	Name of branches	Number of tubes in branch
Conducting zone	Trachea	1
	Bronchi	2
		4
		8
	Bronchioles	16
	Terminal bronchioles	32 ↓ $6 \times 10^4$
Respiratory zone	Respiratory bronchioles	↓ $5 \times 10^5$
	Alveolar ducts	↓
	Alveolar sacs	$8 \times 10^6$

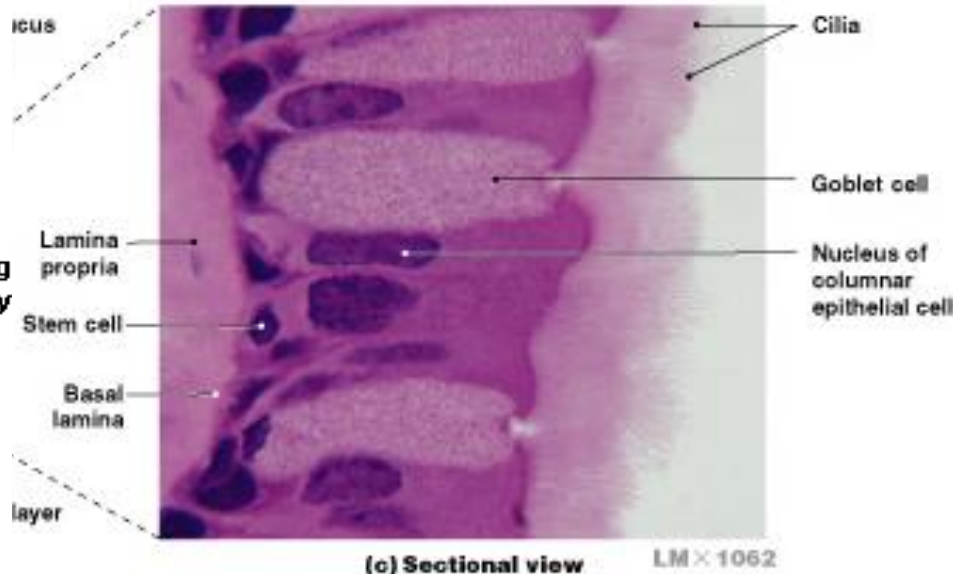
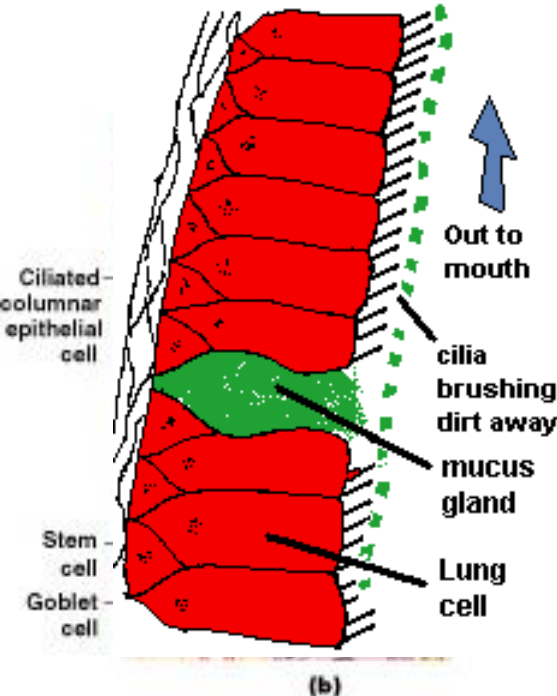
# Solunum yolları epitelii



Silyalı epitel, mukus salgılayan goblet hücreleri

- Yabancı Burun – respiratuar bronşiyoller
- partiküller ve mikro-organizmalara karşı savunma işlevi

*\* Enfeksiyonlara karşı diğer koruyucu mekanizma havayolları ve alveollerdeki makrofajlar!*

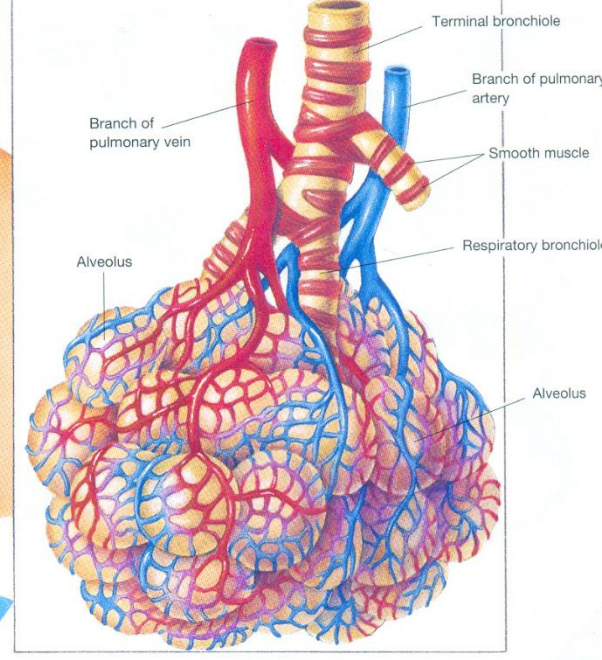
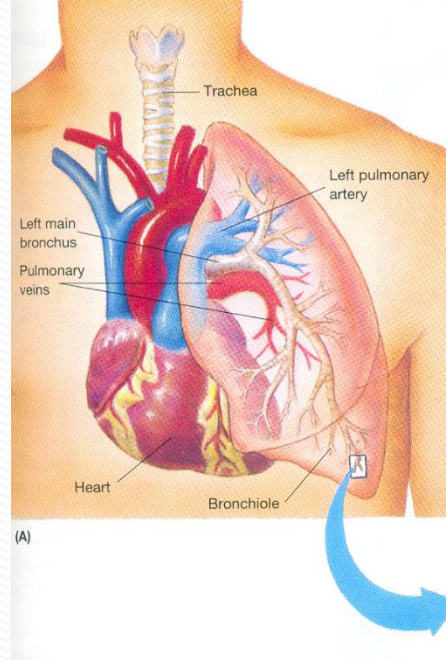
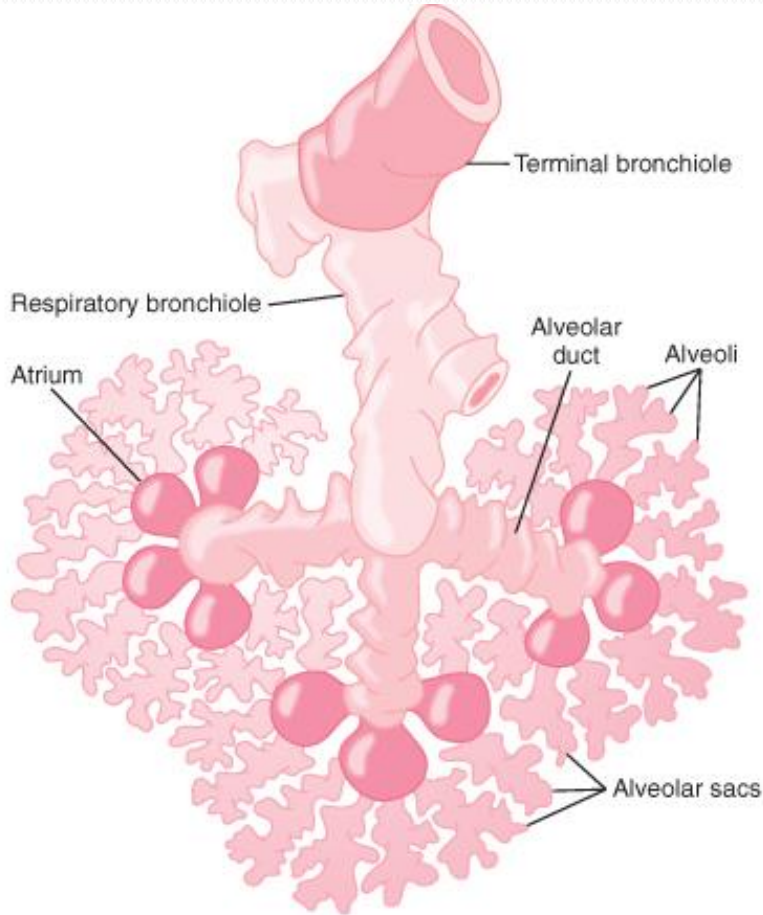


# Solunum yolları düz kasları

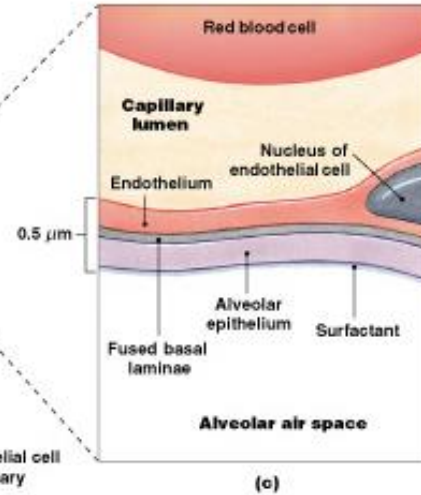
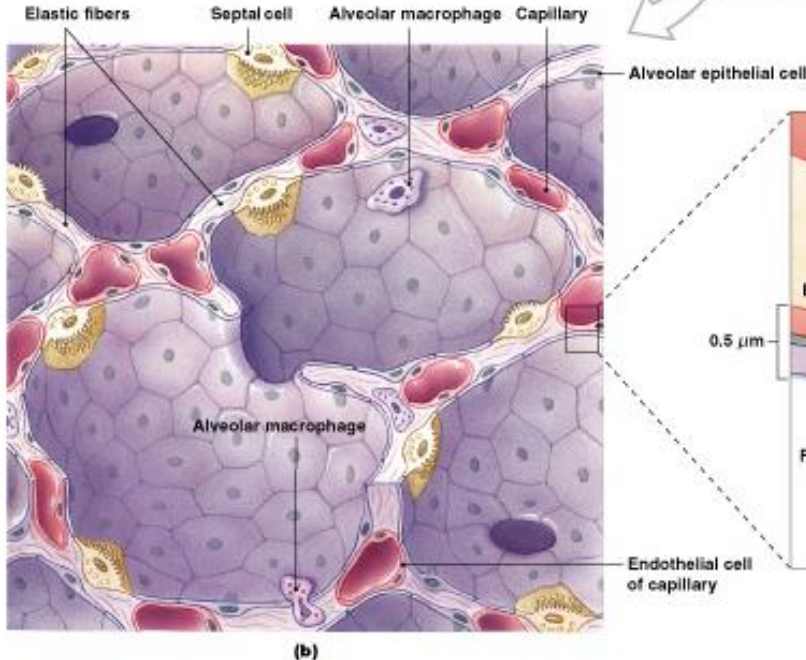
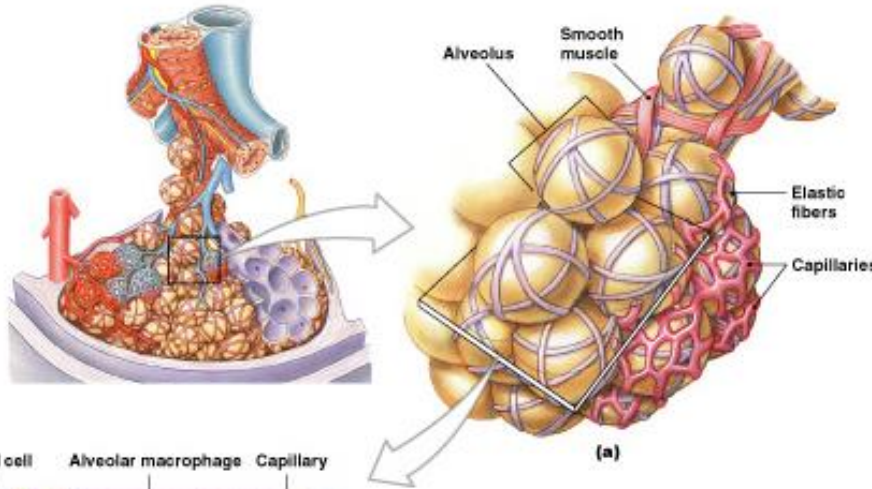
- Otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilir.
  - Parasempatik: bronkokonstriksiyon
  - Sempatikler: bronkodilatasyon

# Alveol keseleri

Alveol olarak adlandırılan hava dolu küçük keseciklerden oluşur. Alveoller pulmoner kapillerlerle kaplanmıştır. **Kan ile hava arasında gaz alış-verişinin yapıldığı esas yerdir.**



# Alveoller

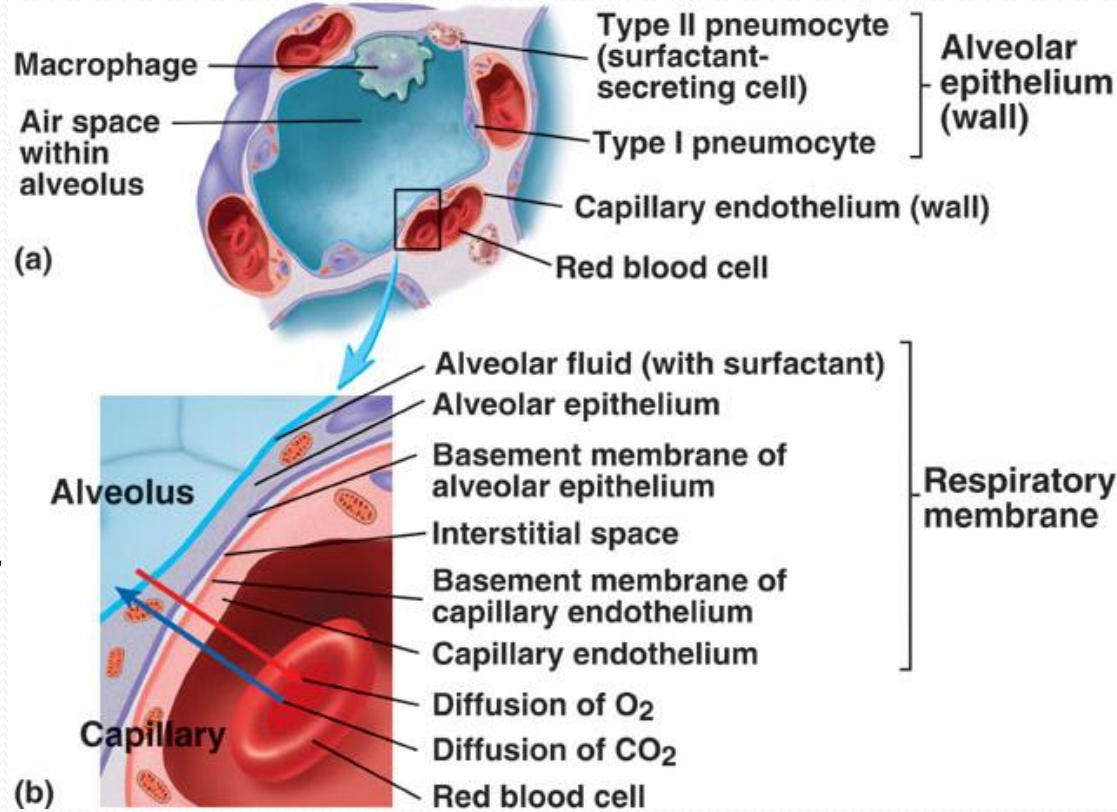


- Alveollerin iç yüzeyleri surfaktan ile kaplıdır. İçte yüzey gerilimi azaltarak hava dolu keseciklerin büzülmesini engeller.
- SORU: Balıklar neden sudan çıkınca “boğulurlar?”



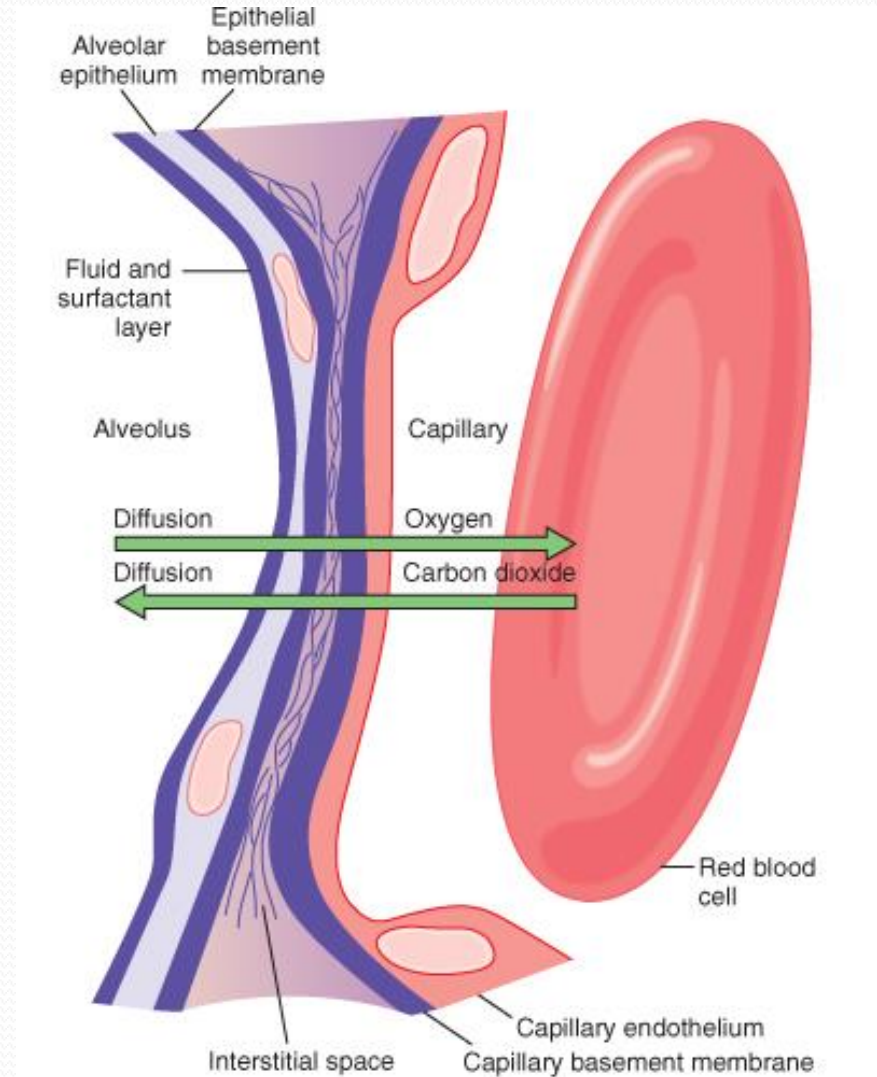
# Solunum membranı

- Alveollerde kan ile havayı ayıran ve gaz değişiminin yapıldığı 3 tabakalı ince yapı.
  - Alveol epitel hücresi
  - Kapiller endotel hücresi
  - İnterstisyel aralık
- Toplam yüzey alanı 50-100m<sup>2</sup>



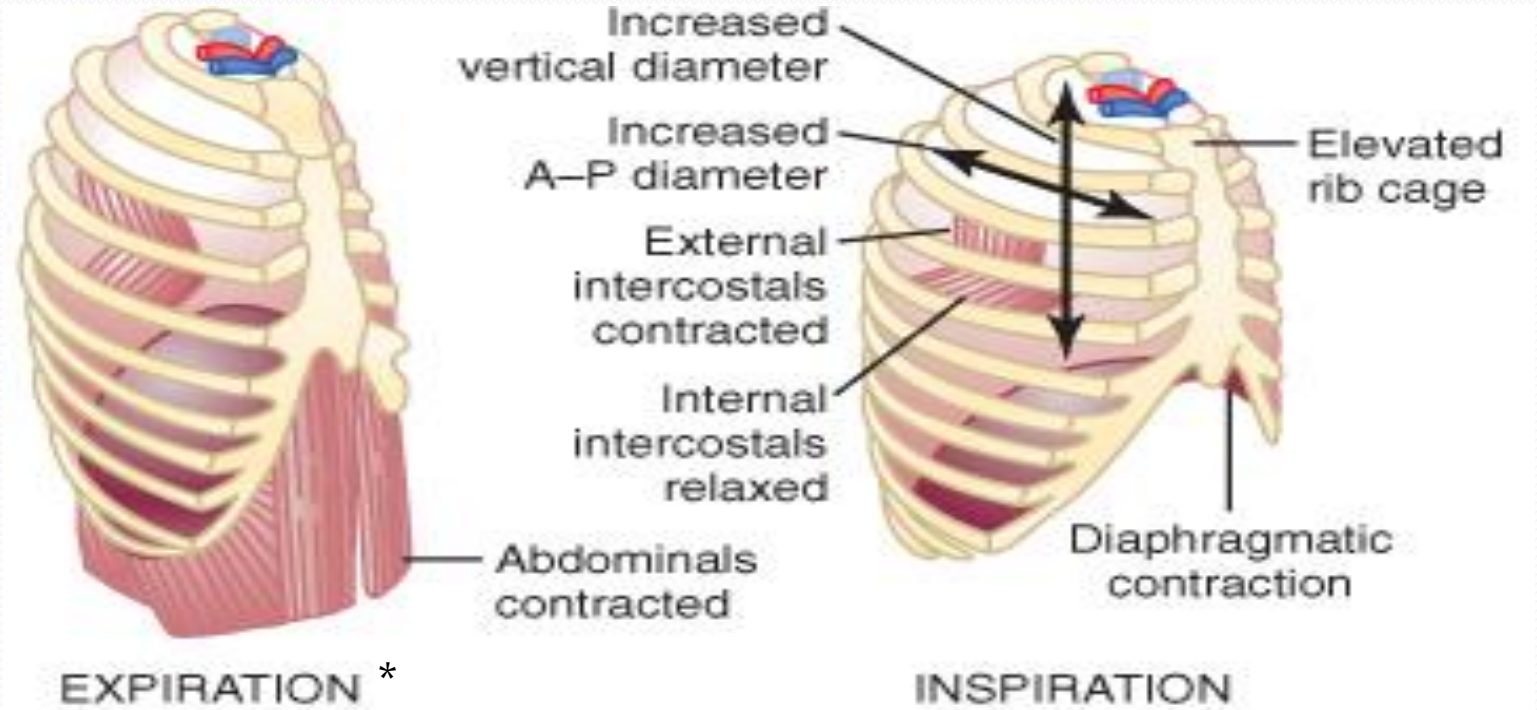
# Solunum membranı

- Solunum membranından gazların geçişi difüzyon ile olur.

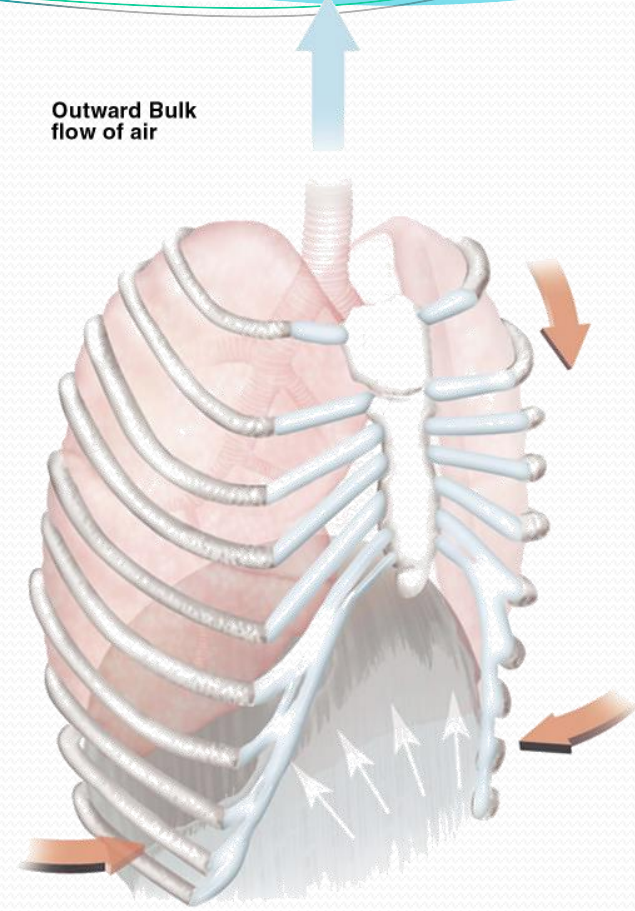
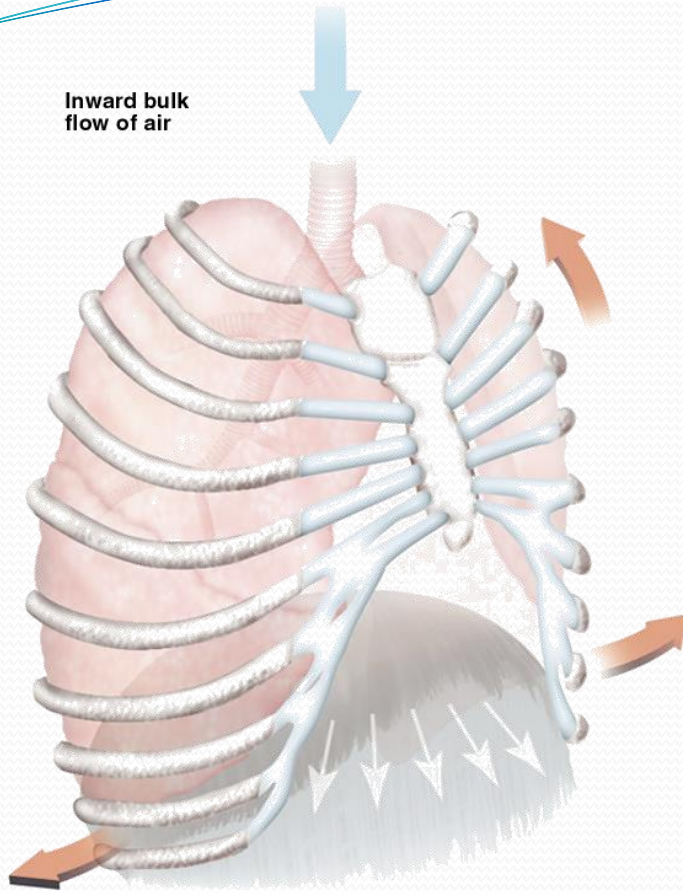


# Solunum siklusu ve göğüs boşluğu hacim değişiklikleri

- **İnspirasyon**, nefes alma sırasında dış ortamdan alveollere kadar havanın ilerlemesi; **Ekspirasyon**, nefes verme sırasında alveollerdeki havanın dış ortama bırakılmasıdır.



\* Normal ekspirasyon pasiftir

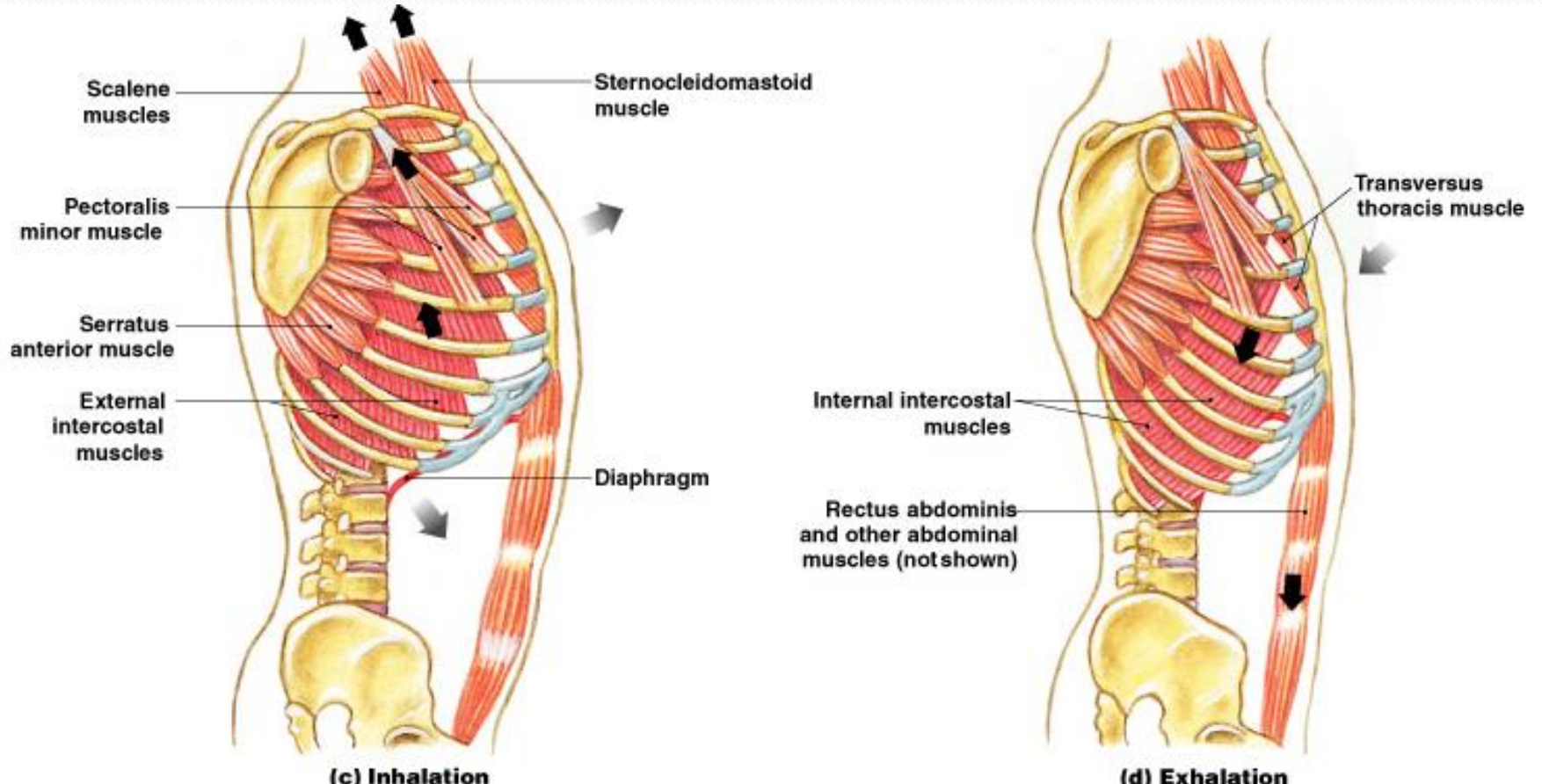


**İnspirasyonda** diyafram kası kasılır ve kaburgalar arası açılarak hacim artar, göğüs içi basıncı düşer ve içeriye hava girer. Bu sırada göğüs boşluğu genişlemiştir.

**Ekspirasyonda** diyafram kası gevşer, kaburgalar birbirine yaklaşarak hacim azalır, göğüs iç basıncı artar ve dışarıya hava verilir. Bu esnada göğüs boşluğu daralmıştır.

# Solunum kasları

- Diyafragma\*, eksternal interkostal kaslar
- İnternal intercostal kaslar, karın kasları



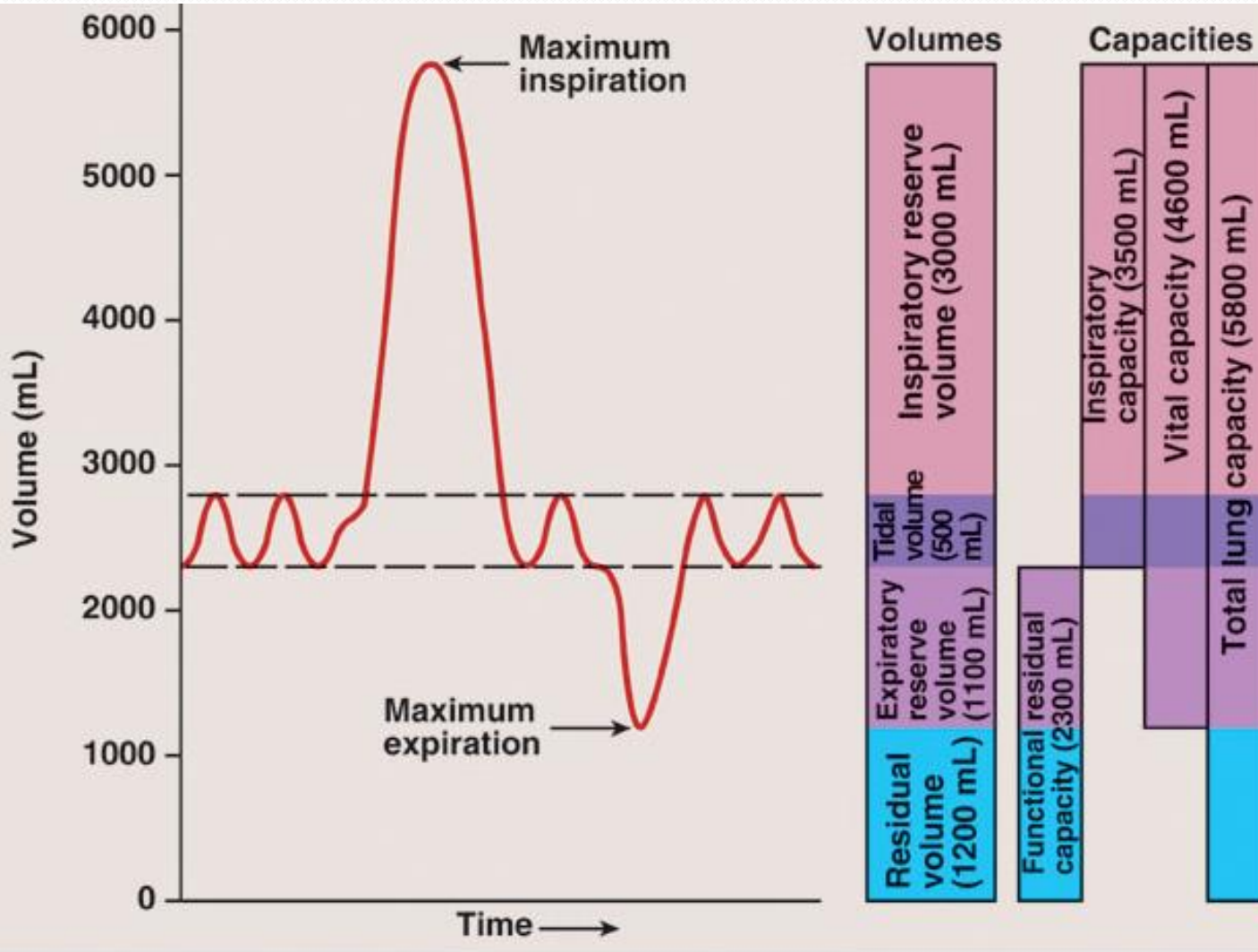
# Solunum frekansı

- Yetiřkinlerde 12-16/dak
- Yenidođan – 6 ay: 30-60/dak
  
- **Apne:** solunumun durması
- **Takipne:** solunumun hızlanması
- **Bradipne:** solunumun yavaşlaması

# Ventilasyon

- Alveollere hava getirme işlemidir. Atmosfer havası ile alveoller arasında hava değişimi olur.
  - Normal soluk hacmi 500ml, solunum frekansı 12-16/dak.
  - Ölü boşluk havası 150 ml
  - Pulmoner ventilasyon ( $V_p$ )=  $12 \times 500 = 6000 \text{ml/dak}$
  - Alveolar ventilasyon ( $V_a$ )=  $12 \times (500 - 150) = 4200 \text{ml/dak}$

# Akciğer hacim ve kapasiteleri



## Akciğer hacimleri

- Soluk hacmi
- İnspirasyon yedek hacmi
- Ekspirasyon yedek hacmi

Rezidüel hacim

## Akciğer kapasiteleri

- İnspirasyon kapasitesi
- Fonksiyonel rezidüel kapasite
- Vital kapasite
- Total Akciğer kapasitesi



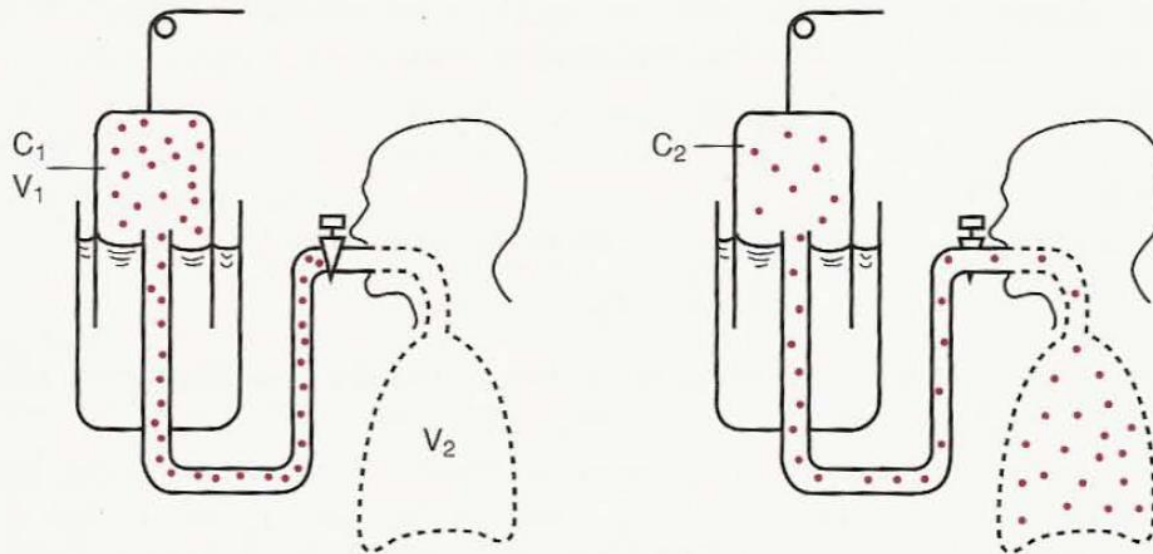
# AC Hacimlerinin Ölçümü

- Fonksiyonel rezidüel kapasite ve rezidüel volüm klasik spirometre ile ölçülemez.
- Ölçüm için çeşitli yöntemler kullanılabilir.

# Helyum Dilüsyon Metodu

From this:

$$V_2 = V_1 (C_1 - C_2) / C_2$$



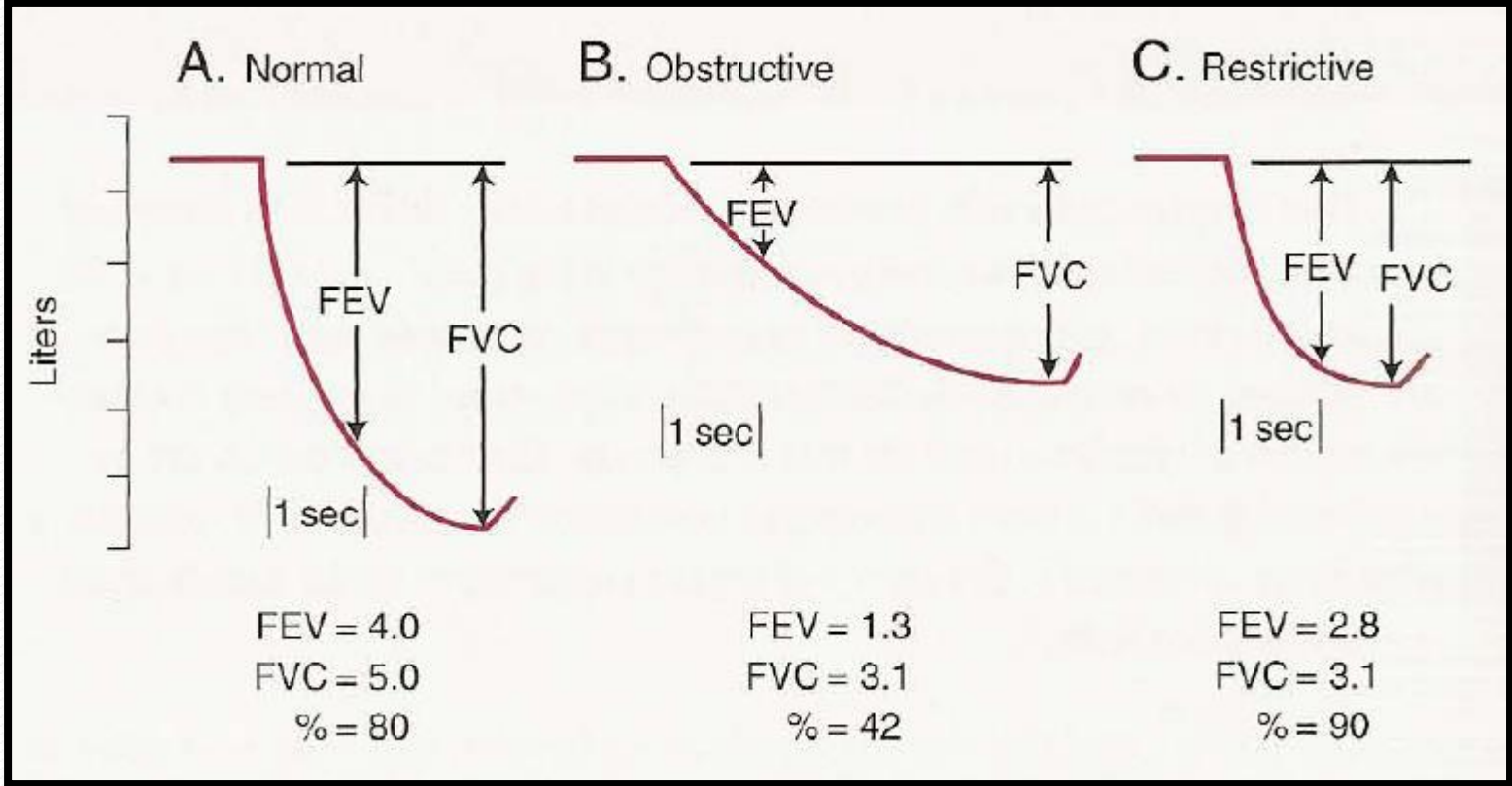
Before equilibration

After equilibration

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times (V_1 + V_2)$$

**Figure 2-3.** Measurement of the functional residual capacity by helium dilution.

# Zorlu Ekspirasyon



- $FEV_{1.0}$ : Zorlu ekspirasyon hacmi (1.saniye)
- FVC: Zorlu vital kapasite

# Zorlu Ekspirasyon

- $FEV_{1.0}$  FVC'nin %80'i olmalıdır.
- Restriktif durumda, ikisi de düşmüştür. Oran artmıştır.
- Obstrüktif durumda, FEV çok fazla azaldığı için, oran azalmıştır.

# Zorlu Ekspirasyon

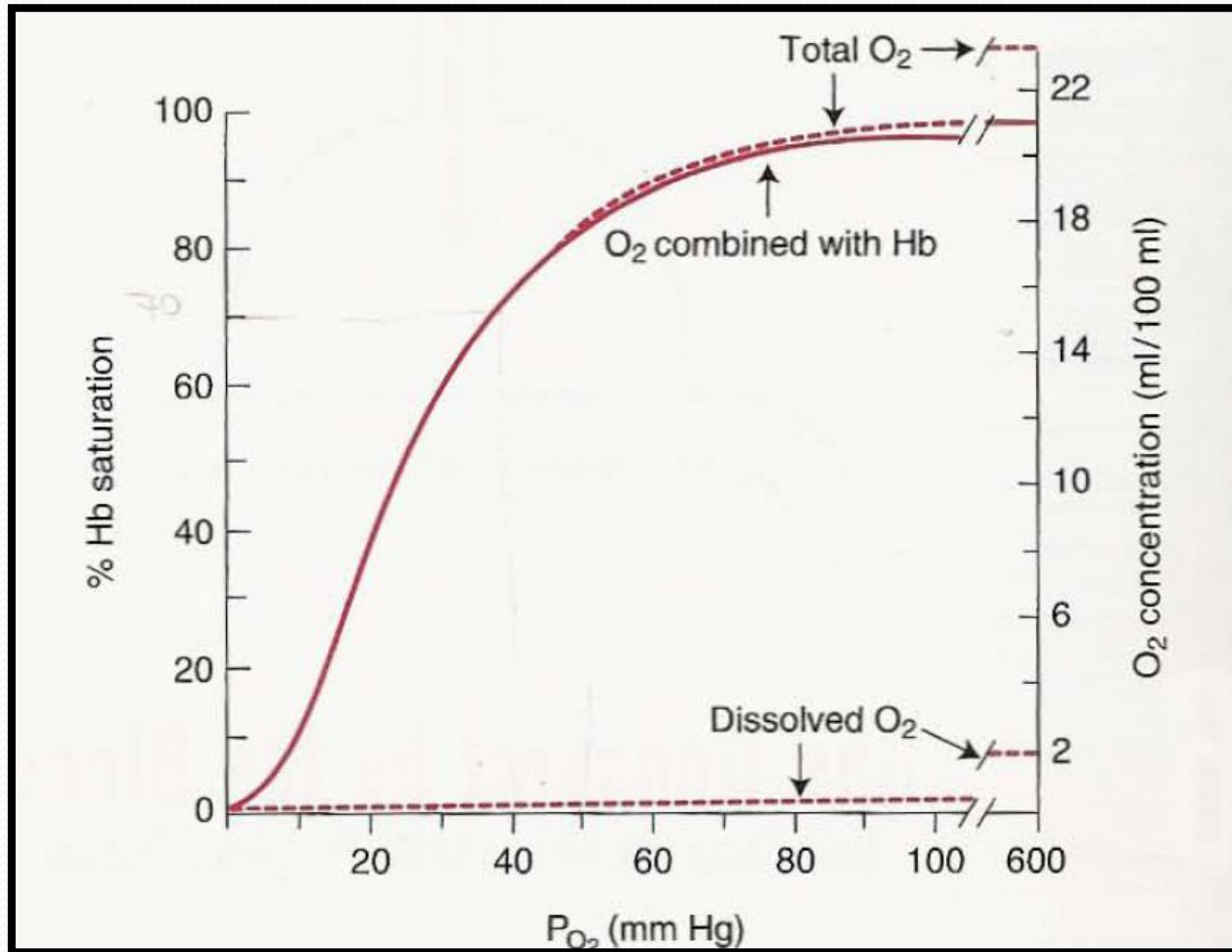
- $FEF_{\%25-75}$  :Zorlu ekspirasyon akım hızı
- Ekspirasyonun ortalarında ölçülen akım hızıdır.  $FEV_{1.0}$  ile ilişkilidir.

# Kan Gazlarının Taşınıımı

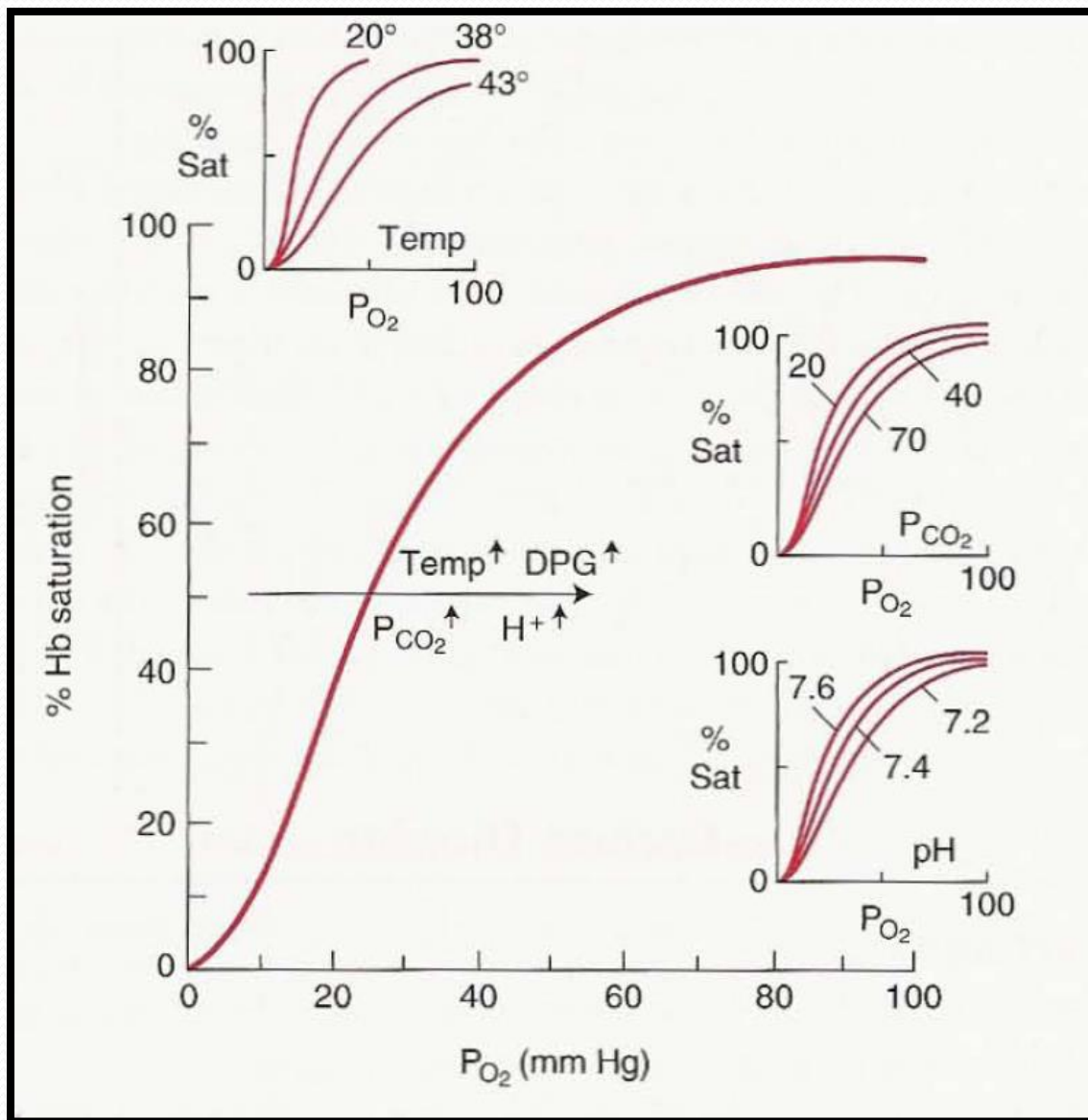
# Oksijenin Taşınımı

- Oksijen kanda akciğerlerden dokulara iki yolla taşınır:
  - Hemoglobine bağlı formda (%98)
  - Plazmada çözünmüş olarak (%2)
- $O_2 + Hb \leftrightarrow HbO_2$   
Hb ile  $O_2$  reversibl şekilde bağlanarak oksihemoglobini ( $HbO_2$ ) oluşturur.  $O_2$  hemoglobinden ayrılırsa deoksihemoglobin (Hb) oluşur.

# Hb-Oksijen ilişkisi



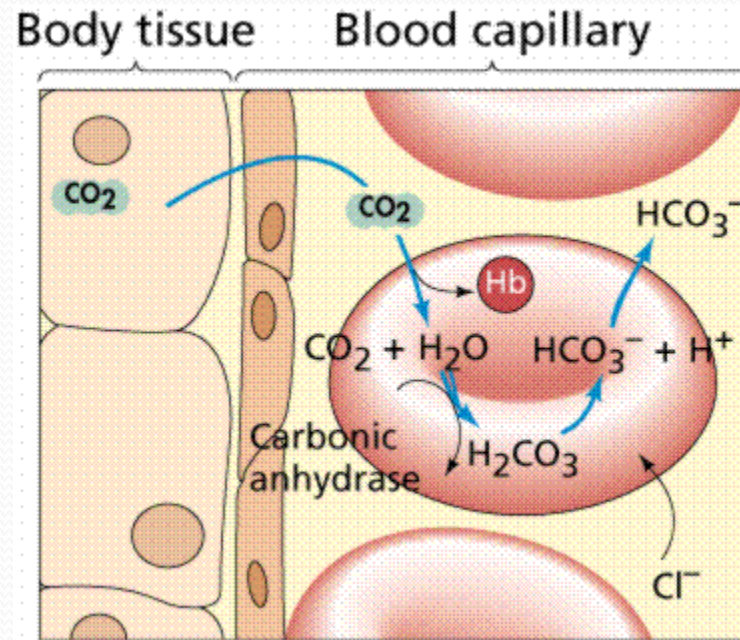




# Karbondiyoksitin Taşınımı

- Kanda CO<sub>2</sub> üç ayrı formda taşınır
  - Plazmada çözünmüş olarak (%10)
  - Bikarbonat formunda (%60)
  - Karb amino bileşikleri formunda (%30)

- Klor kayması



# Solunumun Regülasyonu

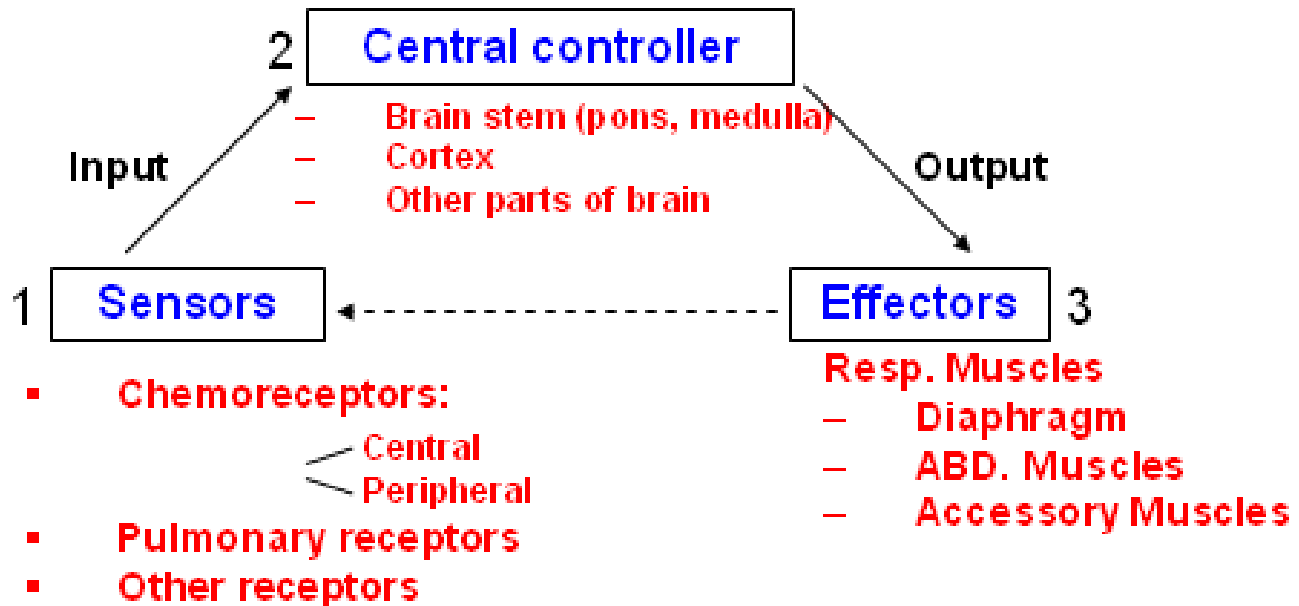
- Solunumun düzenlenmesi ile ilgili sistem üç temel elemana sahiptir:
  1. Reseptörler
  2. Santral düzenleyiciler
  3. Effektörler

# Regulation of Respiration

## Objective:

To maintain normal levels of  $PO_2$  &  $PCO_2$  in arterial blood.

## Respiratory control system: Three basic elements:-



# Santral Düzenleyiciler

- Santral düzenleyiciler beyin sapının değişik bölgelerinde bulunan nöron gruplarıdır.
  1. Medullar Merkez: Rampa sinyalini oluşturur.
    - i. Dorsal solunum grubu (İnspirasyon)
    - ii. Ventral solunum grubu (Ekspirasyon)
  2. Apnötik Merkez: Dorsal grubu uyarıcı sinyaller gönderir.
  3. Pnömotaksik Merkez: Medullar merkezler üzerine inhibe edici sinyaller gönderir.

# Reseptörler

## Santral Kemoreseptörler

- Beyin sapında bulunurlar.
- Kan-Beyin bariyerinin (KBB) gerisinde kalmaktadırlar.
- pH değişimine duyarlıdırlar.
- KBB H<sup>+</sup> iyonlarını geçirmez. Bu nedenle kandaki pH değişiminden etkilenmezler.
- CO<sub>2</sub> KBB'yi geçer ve aşağıdaki reaksiyon gerçekleşir:  
$$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_2 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_2^-$$

# Reseptörler

## Periferik Kemoreseptörler

- Karotis arterlerinin bifurkasyonundaki karotid cisimlerde ve arcus aortadaki aortik cisimlerde bulunur.
- $P_{aO_2}$  ve arteriyel kan pH değişimine duyarlıdırlar.



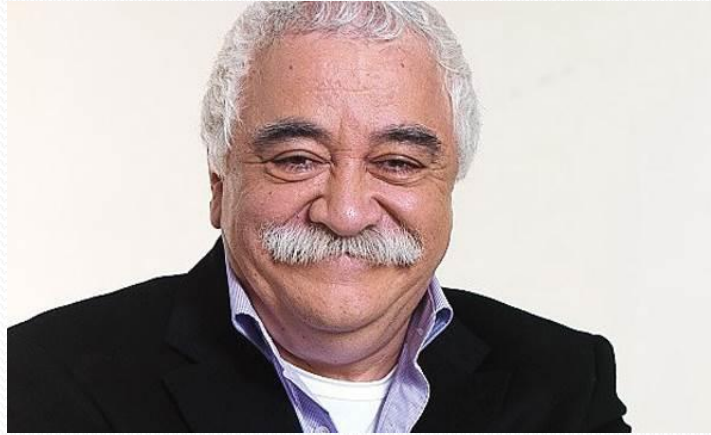
# Akciğer Reseptörleri

- **Pulmoner Gerim Reseptörleri:** Akciğerlerin gerilmesine duyarlıdır. Gerim artarsa inpirasyonu sonlandırırlar.
- **İrritan Reseptörler:** Solunum yollarındaki epitel hücreleri arasında bulunur. İrrite edici ajanların etkisiyle bronkokonstriksiyon ve hiperpneye neden olur.
- **J Reseptörleri:** Rollerini kesin değil. İntersitisyel sıvı volümü artınca uyarılır ve dispne duyusuna neden olur.

# Asit-Baz Dengesinin Regülasyonu

- Asit-Baz dengesi bozukluklarına karşı solunum sistemi en önemli savunma mekanizmasıdır.
- Ekstrasellüler sıvıdaki CO<sub>2</sub> düzeyini arttırıp azaltabilir.
- Respiratuvar asidoz/alkaloz
- Metabolik asidoz/alkaloz

# Ünlü Son Sözler



*Dik durun. Adil olun. Sabırlı olun. Daha iyi bir dünyada görüşmek ümidiyle. Atatürk'le kalın, Cumhuriyetle kalın, hoşçakalın!*

Levent Kırca