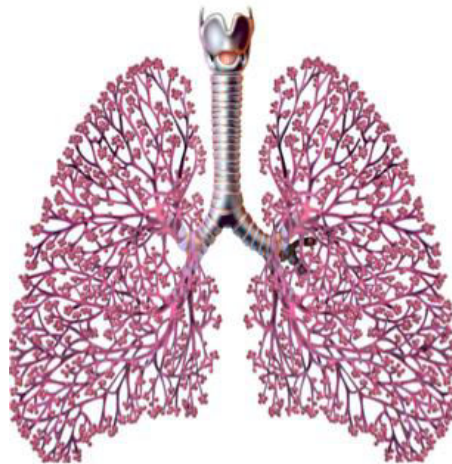




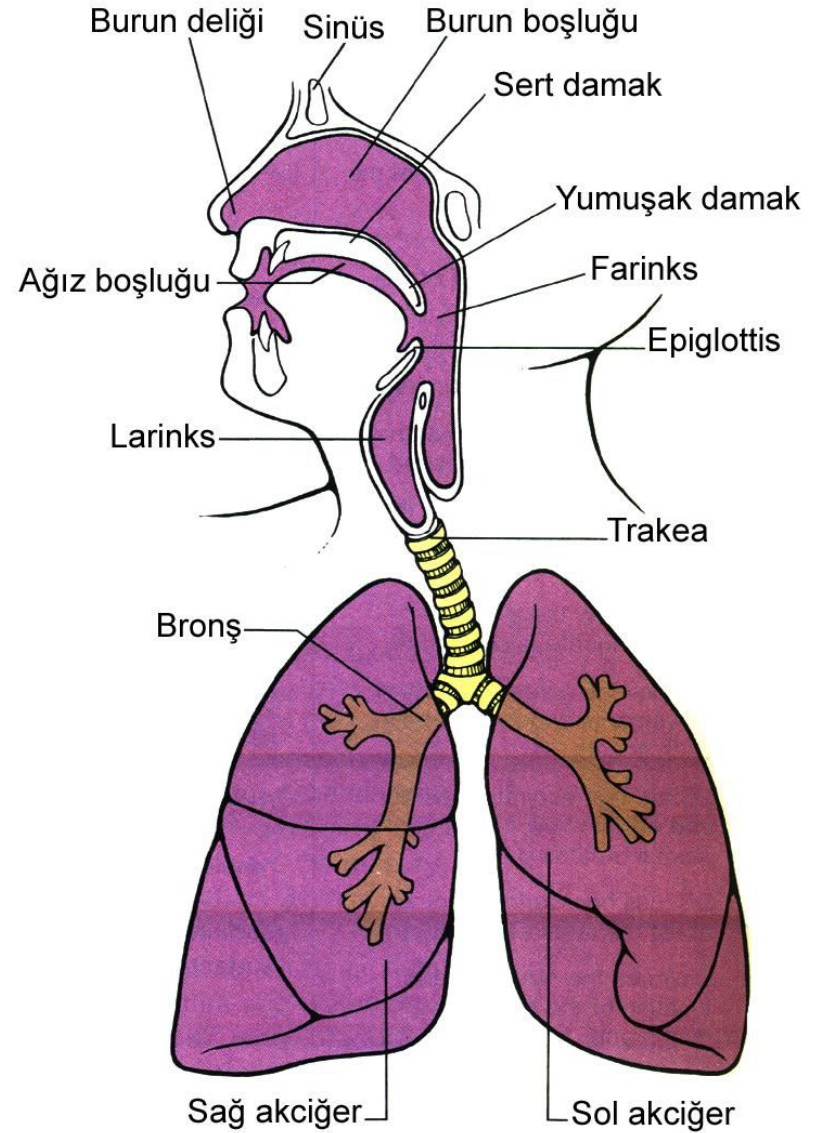
# *SOLUNUM SISTEMI*



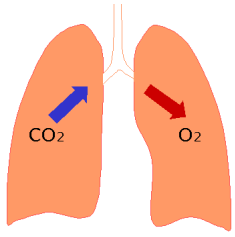
# Solunum Sistemi

- Solunum sistemi, kan ile atmosfer havası arasında gaz değişimini oluşturabilecek şekilde özelleşmiş bir sistemdir.

- Solunum sisteminin temel görevi; organizmanın ihtiyaç duyduğu  $O_2$ 'yi atmosfer havasından alarak, hücreler seviyesine ulaştırmak ve açığa çıkan  $CO_2$ 'yi ortamdaki uzaklaştırmaktır.



# Solunum Sistemi Ne İşe Yarar?



◎ SOLUNUM HAYATI ÖNEME SAHIPTIR\*\*\*

## 1- O<sub>2</sub> değişimi

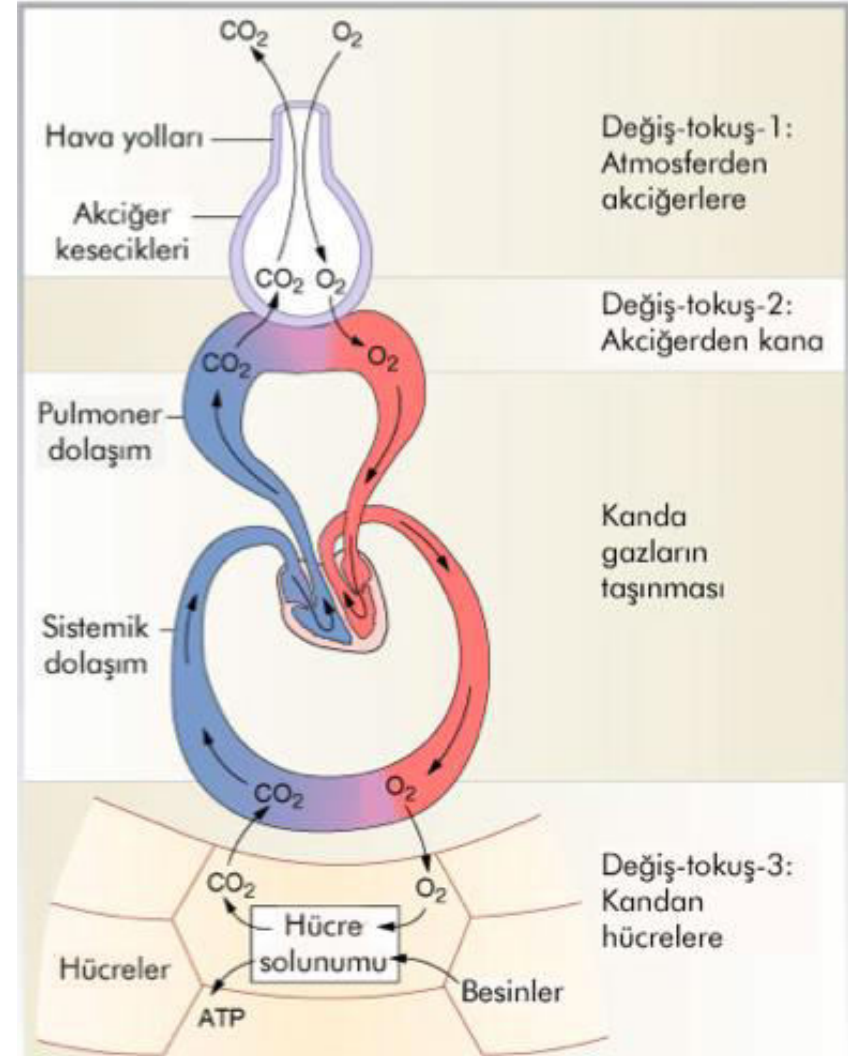
- Havadan kana
- Kandan hücrelere

## 2- CO<sub>2</sub> değişimi

- Hücrelerden kana
- Kandan havaya

## 3- Kan pH'sinin düzenlenmesi

## 4- Ses çıkartma



# Solunum Sisteminin Görevleri



## Gaz değişimi;

- Solunum sisteminin en iyi bilinen görevi

## pH düzenlenmesi;

- pH kontrolünü kanın CO<sub>2</sub> düzeyi üzerinden yapar.
- Kandan solunum mekanizması ile CO<sub>2</sub> elimine edildikçe pH yükselir.
- Tersine **kanda CO<sub>2</sub> artışı** pH değerini düşürerek **asidoza** (Respiratorik asidoz) neden olur.

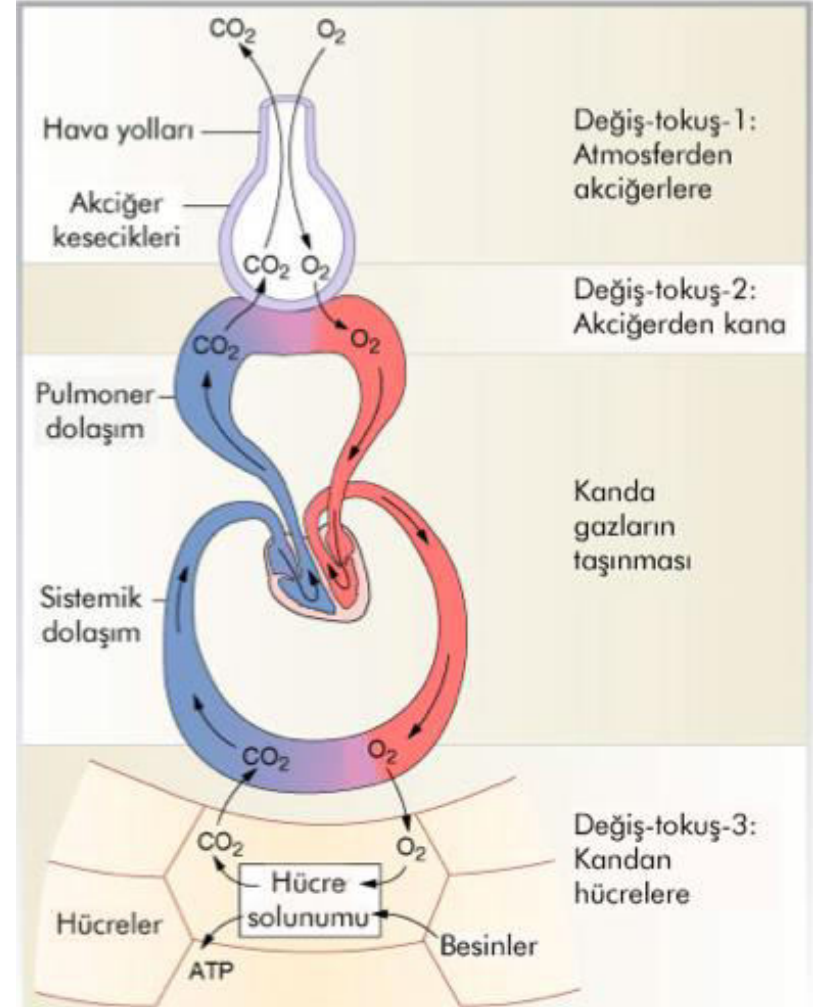
## Sıcaklığın düzenlenmesi;

- Ayrıca solunum ile dışarıya ısıtılmış ve nemlendirilmiş hava verilmesi, sıcaklık ve su buharı kaybına da yol açmaktadır.

# Soluk alıp verme-Solunum Kavramları



- **Soluk alıp verme:** Gazların iletimini sağlarken, akciğerlere yeteri kadar havanın ulaştırılması, kirli hava ise uzaklaştırılması işlemidir.
- **Solunum:** Oksijen kullanıp, karbondioksit ve diğer artıkları üreten hücresel olayları anlatır.
- Vücudun bütün hücreleri karbonhidrat gibi besin maddelerini karbondioksit ve suya dönüştürürler ve başlıca enerji kaynağı olan **ATP** üretirler.



- Vücudumuzda bulunan organik besinlerin çeşitli yollar ile parçalanarak, vücudun ATP enerjisi üretmesi olayına **solunum** denmektedir.
- Karbonhidratlar enerji için en yaygın olarak yıkılan besinlerdir. Bu enerji, pek çok durumda, yanma benzeri kimyasal değişikliklerle açığa çıkarılır.
- Kan, hücrelerimize oksijen ve besin taşımaktadır.
- Hücrelerimize taşınmış olan besinler oksijen tarafından yakılmaktadır.
- Bu şekilde besin - oksijen birleşiminden meydana gelen enerji durumuna solunum denir.
- Solunum olayı sırasında;
  - Hücre oksijen almaktadır.
  - Hücresel solunum yapılmaktadır. Yani oksijen olduğu zaman besinlerden ATP enerjisi üretilmektedir.
  - Vücuttan karbondioksit ve su meydana gelmektedir.
  - Solunum sırasında meydana gelen karbondioksit vücuttan uzaklaştırılmaktadır.



- Hücrelerin yaşamlarını sürdürebilmeleri, yeterli oksijen varlığına bağlıdır.
- Organların oksijensiz kalmaya dayanıklılıkları farklıdır.
  - Oksijen yetersizliğine en duyarlı organ **beyin**,
  - en dayanıklı yapı ise **iskelet kaslarıdır**.

- Hücrelerde enerji elde edilmesi sırasında oksijen tüketilir,  $CO_2$  oluşur.
- Hücrelerde oluşan karbondioksit difüzyonla kana geçer.
- Hücre düzeyinde  $CO_2$  ile yüklenen venöz kan, kalbin sağ tarafına geldikten sonra, buradan oksijenlenmek üzere akciğerlere pompalanır!!!



# Solunum Sisteminde Havanın İzlediği Yol

## \*ÜSY

–Burun

–Ağız

–Sinüsler

–Farinks (yutak)

–Larinks (gırtlak)

## \*ASY

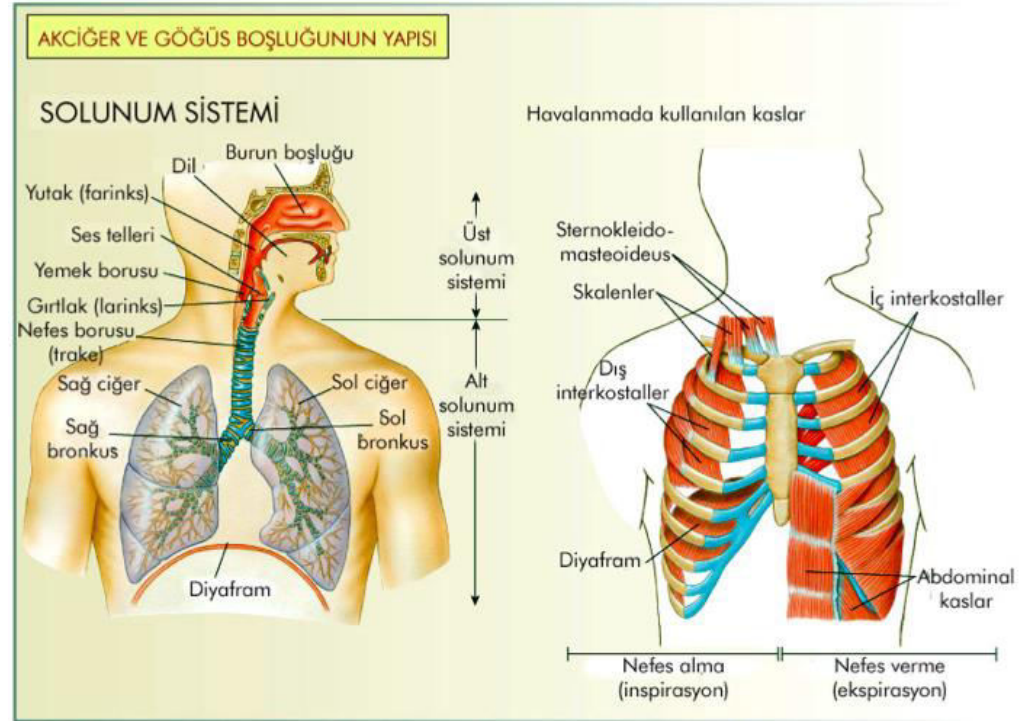
–Trakea (soluk borusu)

–Akciğerler:

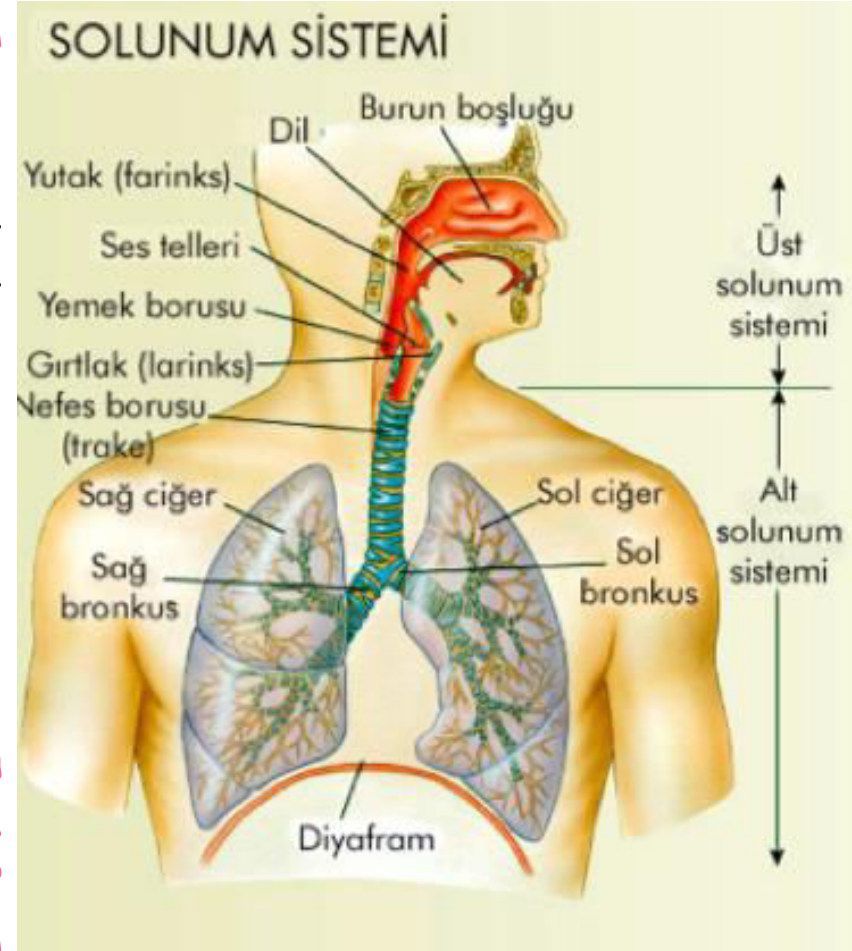
- Bronşlar
- Bronşioller
- Alveoller

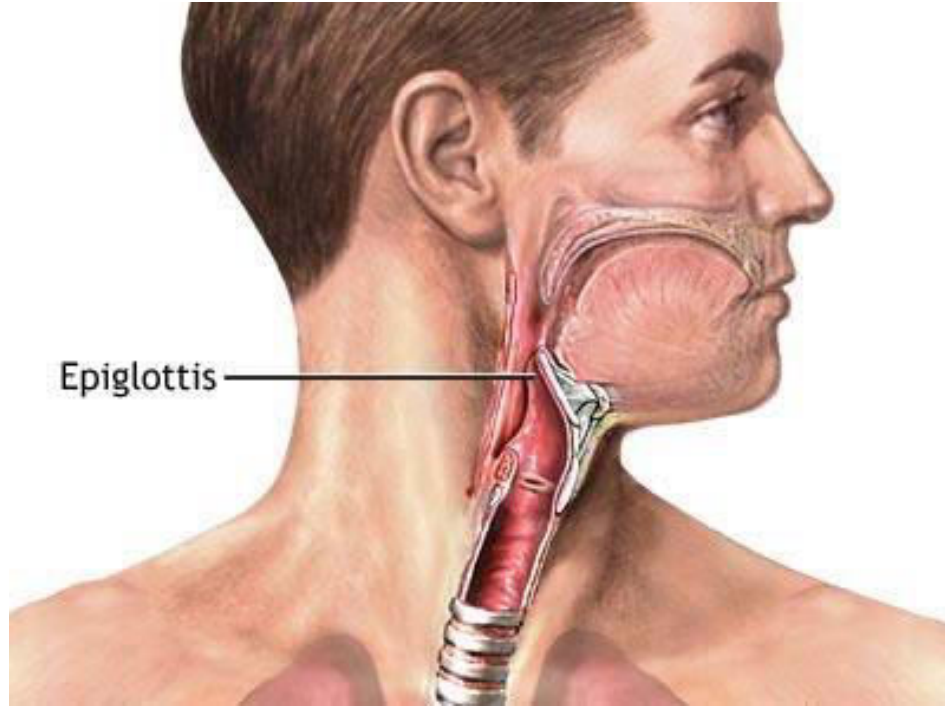


- Solunum sistemi burun, ağız, farinks (yutak), larinks (gırtlak), trake (nefes borusu), bronşlar, bronşoller ve alveollerden oluşur.
- Trakeden sonra ilk dallanan yapılara bronşlar, bronşlardan sonraki daha dar çaplı yapılara da bronşoller denilmektedir.
- Bronşlar, bronşoller ve terminal bronşollerde gaz alışverişi olmaz.
- Gaz değişimi yapılan alanlar ise respiratuvar bronşiol, ve alveol keseleridir.
- Her bir solunum ile akciğerlere alınan 500 ml havanın yalnızca 350 ml sinde gaz değişimi yapılmaktadır.



- **Yutak (Farinks):**
- **Yutak solunum ve sindirim sisteminde görevli bir organdır.**
- Burun ve ağız boşluğunun arkasında, yemek borusunun (özefagus) ve gırtlak (larynx) üstünde bulunmaktadır.
- Yaklaşık 12-14 cm uzunluğunda, kas ve zarlardan yapılmıştır.
- Besinlerin yutulmasında ve havanın solunması sırasında yumuşak damak ve gırtlak kapağı (epiglot) **solunum ve sindirim yollarını birbirinden ayırır.** Solunan hava ile ağızdan alınan besinlerin geçişi aynı anda olmamaktadır. Bu nedenle, besinler solunum yollarına, hava da sindirim yollarına girmemiş olur.\*\*\*

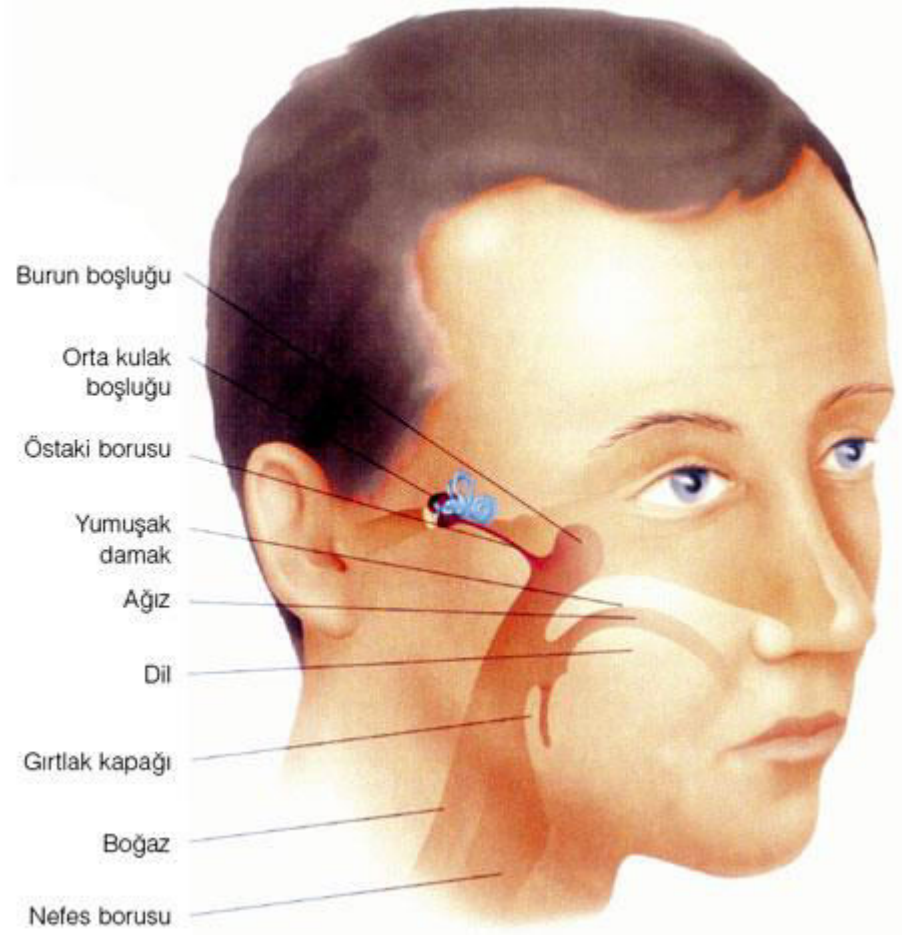




Yutma sırasında, gırtlığın başlangıcında bulunan epiglot adlı kapakçık gırtlak girişini kapatarak, besinlerin gırtlığa kaçmaksızın farinkse oradan da yemek borusuna geçmelerini sağlar. Görüldüğü gibi yutak gerek solunum ve gerekse de yutma olayında hava ya da besinlerin ilgili organlara ulaşmalarını sağlayan bir geçit olma görevini üstlenmiştir.

- **Farinksin Görevleri:**

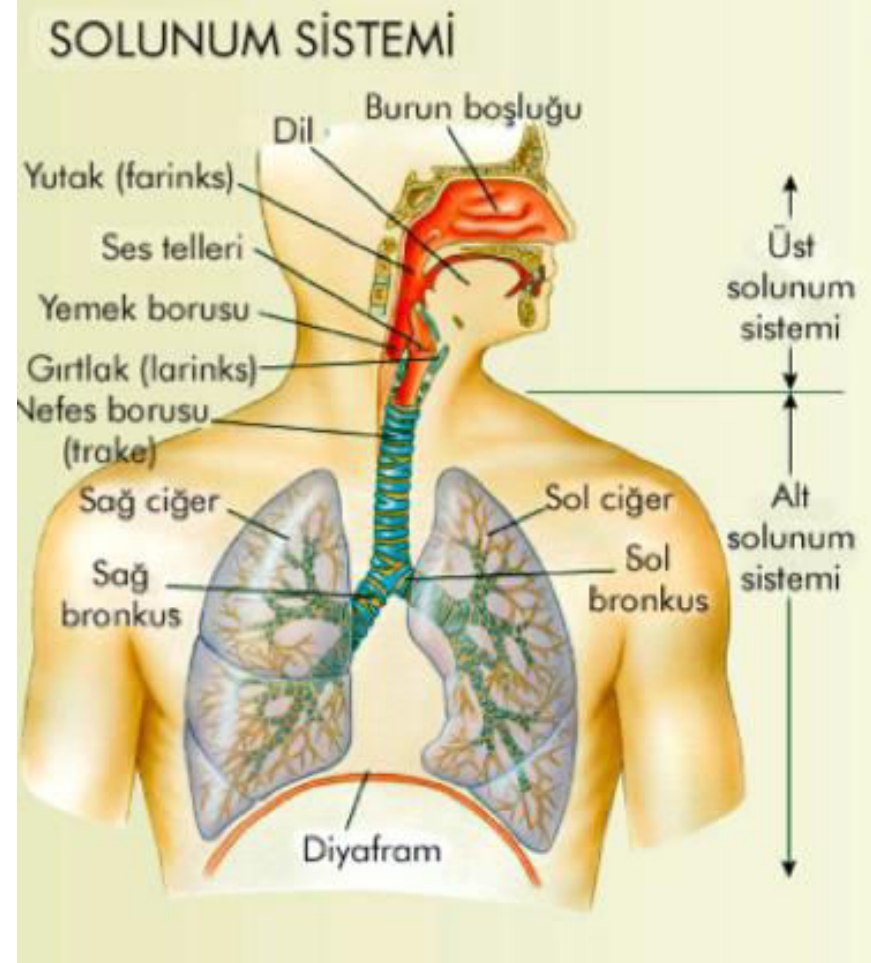
- Yutak, östaki borusu aracılığı ile orta kulagın havalanmasını sağlayarak **işitmeye yardım eder.**
- Tonsillaların bu bölgede olmasından dolayı **vücut savunmasında da rol oynar.**
- Dışarıdan alınan havanın **alt solunum organlarına iletilmesini sağlar.**



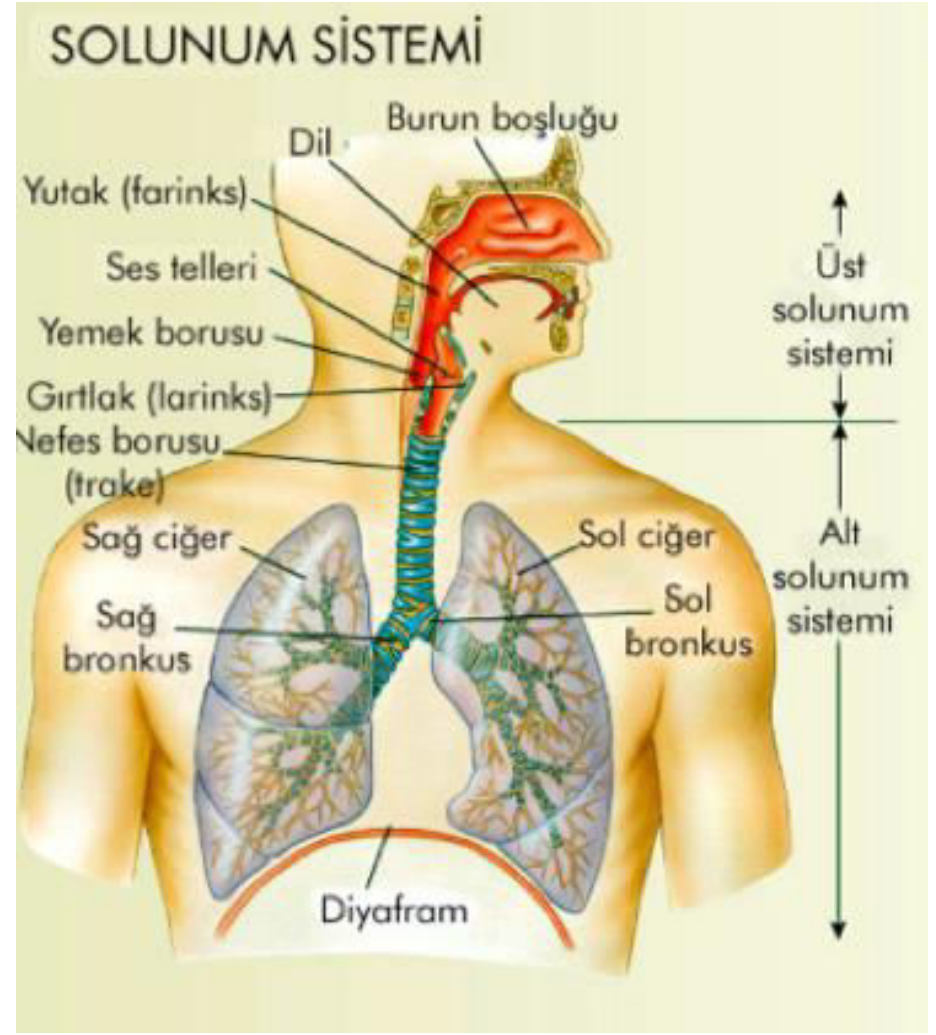


## Larinks (gırtlak):

- Solunan havanın **alt solunum yollarına geçişini** ve **sesin oluşumunu sağlar**.
- Nefes borusunun üst kısmı genişleyerek larinksi oluşturur.
- Kıkırdak, zar, bağ (ligament) ve kaslardan oluşan yapısı vardır. Bu kıkırdaklar birbirleri ile birtakım ligament ve kaslar ile bağlantılı olup ses apareyi olarak fonksiyon görür.



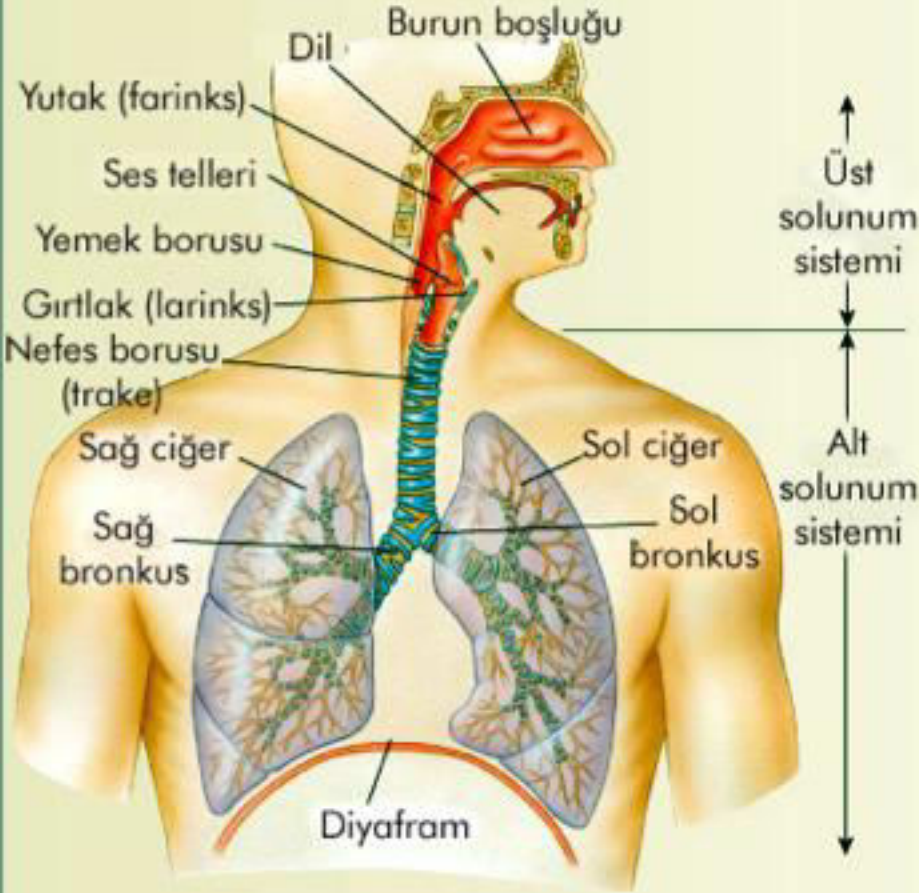
- Hava **Larinkste** bulunan ses tellerinin üzerinden geçer, bunları titreştirir ve ses üretir.
- Larinks uzun bir boru olan trakeye açılmakta olup, her biri akciğere giden 2 dal olan bronşlara bölünmektedir.
- Bu dalların her biri daha ince, daha kısa ve çok daha fazla sayıda borucuklarla sonlanmaktadır.



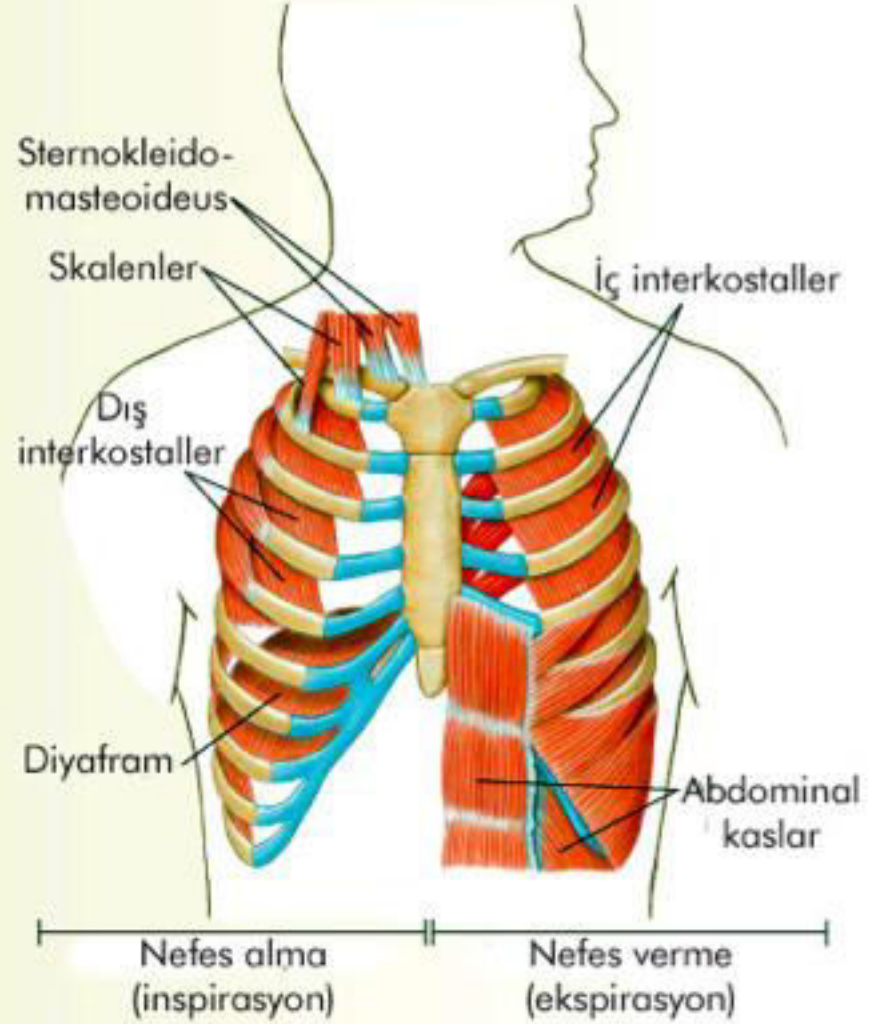


## AKCİĞER VE GÖĞÜS BOŞLUĞUNUN YAPISI

### SOLUNUM SİSTEMİ



### Havalanmada kullanılan kaslar



## ***S.S işlevine göre 2 bölgeye ayrılır:\*\****

### **1. İletim bölgesi\***

Sadece Hava iletimi gerçekleşir.

- Isıtma
- Nemlendirme
- Temizleme görevleri yapılır.
- Bu bölümde gaz değişimi gerçekleşmez.

### **2. Solunum bölgesi\***

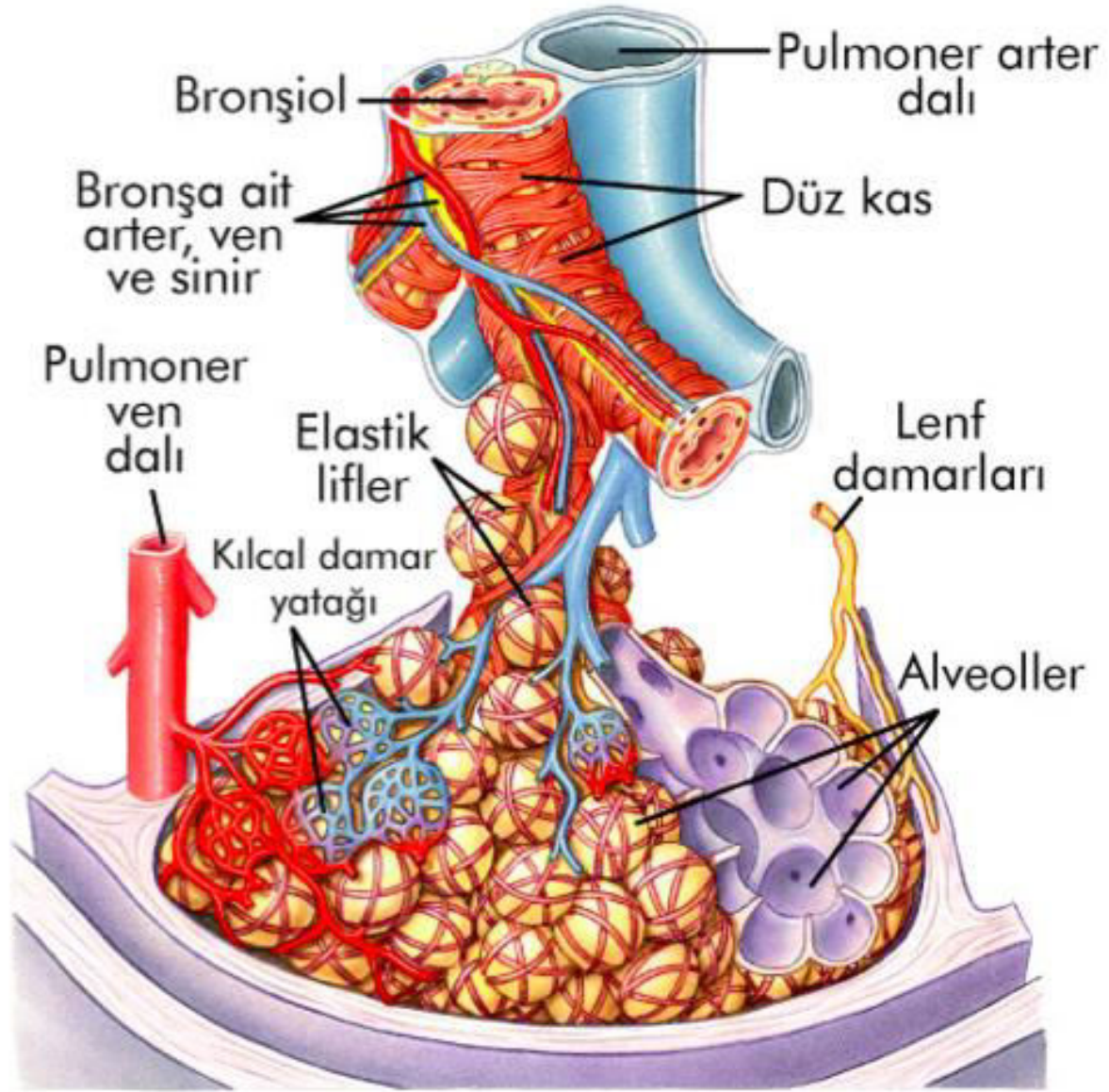
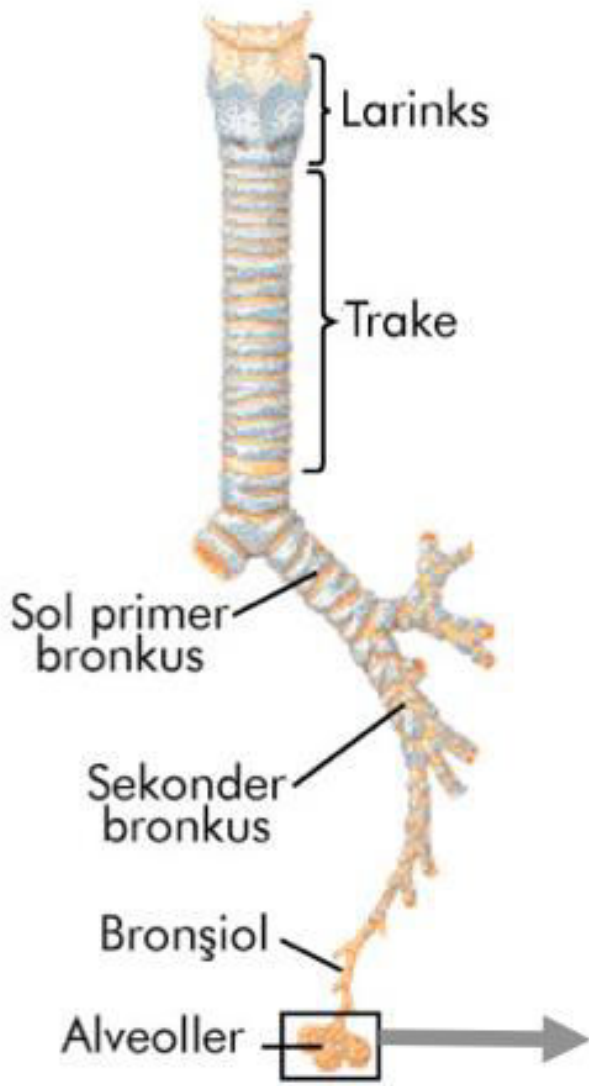
- Akciğerler ile kan arasında gaz alış-verişi gerçekleşir.\*  
(respiratuvar bronşiol, duktus alveolaris ve alveol keseleri)

- Hava bu yapıları sırayla geçerek alveollere ulaşır.
- Havanın larinksi geçmesi sırasında, larinkste bulunan ses tellerinin titreşimi ile sesler oluşmaktadır.
- S.S larinksten sonraki bölümleri 2 büyük sınıfa ayrılır:
  - 1. Hava yolları
  - 2. Alveoller

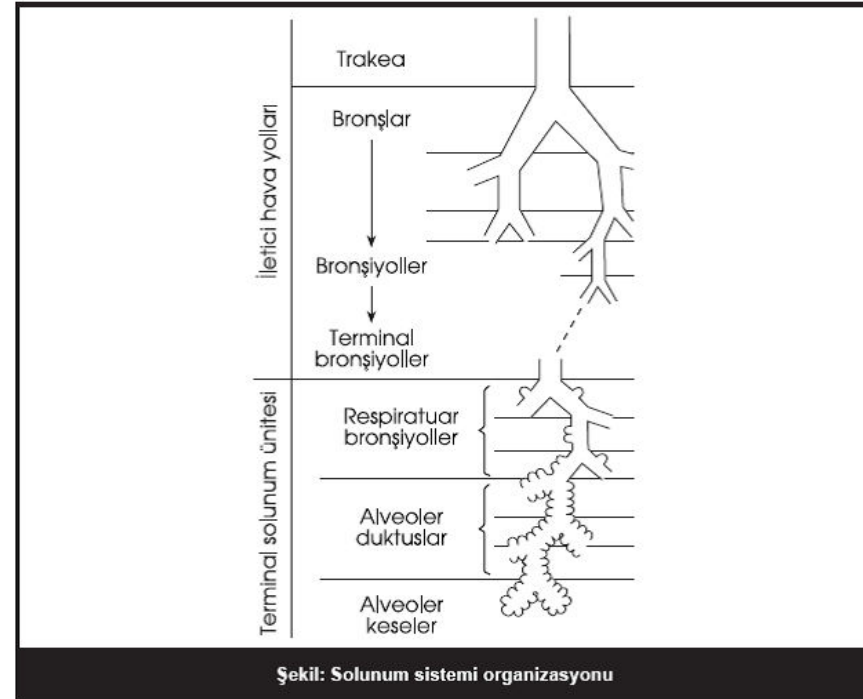
# Hava Yolları

- Trakeadan başlar ve dallanmalar göstererek akciğerlerin içine doğru ilerler.
- Dallanmalar sırasında tüplerin çapları gittikçe daralır, boyları kısalır ve alveollerde sona ererler.
- Trakeadan sonraki ilk dallanan yapılara bronşlar, bronşlardan sonraki daha dar çaplı yapılara da bronşiyoller denir.

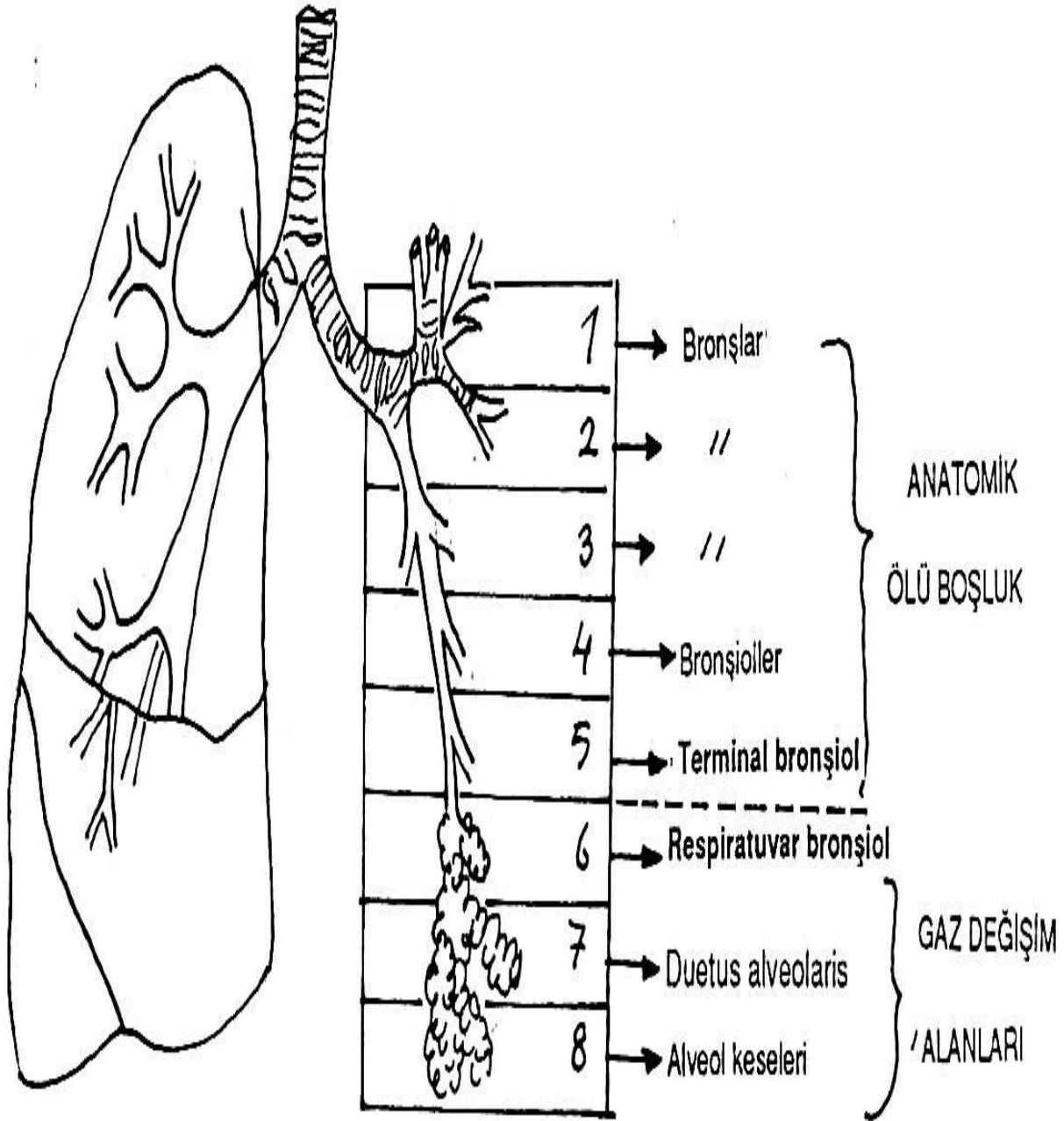
\*\*\*Dallanmanın önemi, küçük hava yollarında havanın akış hızını çok düşürmek.



- İlk 3 bölüm iletilen hava yolları olarak görev yapmaktadır.
- ✓ Hava, bu yolları yalnızca doldurur, gaz alış verişi yapılmaz.
- ✓ Bu alanlara **anatomik ölü boşluk** denilir.
- ✓ Hacmi 150 ml dir.
- Anatomik ölü boşluk nedeni ile her bir solunum ile akciğerlere alınan 500 ml havanın sadece 350 ml sinde gaz değişimi yapılmaktadır.\*\*\*



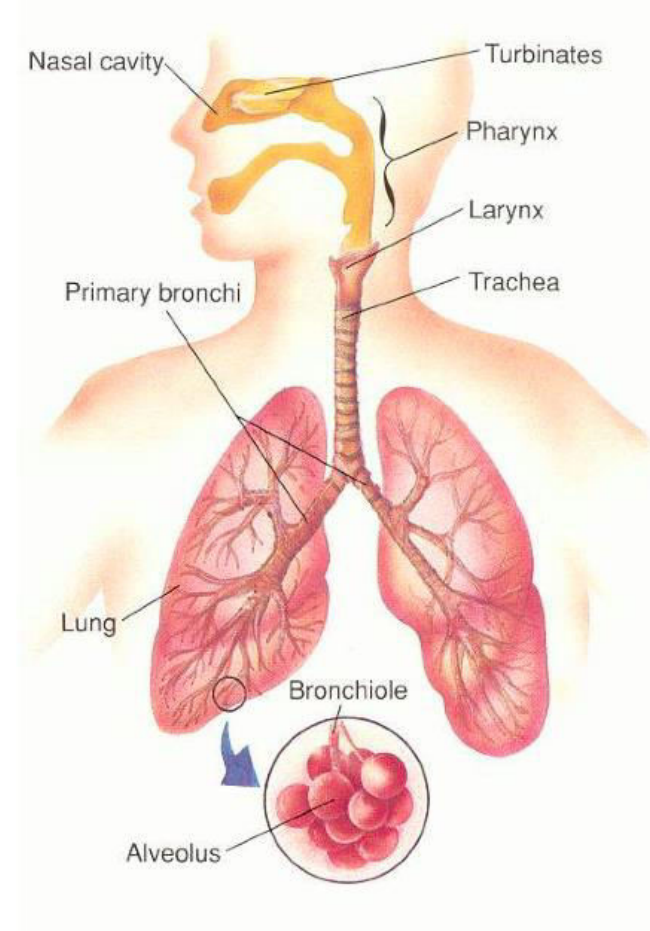
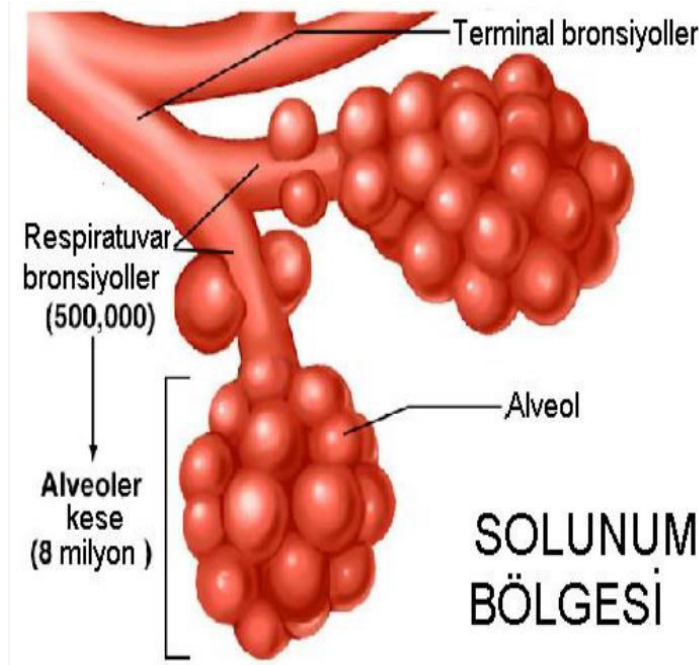






# Alveoller

- Akciğerlerin fonksiyonel birimleridir.
- Küçük ve içi hava dolu keseciklerdir.
- Görünüşü üzüm salkımına benzer.

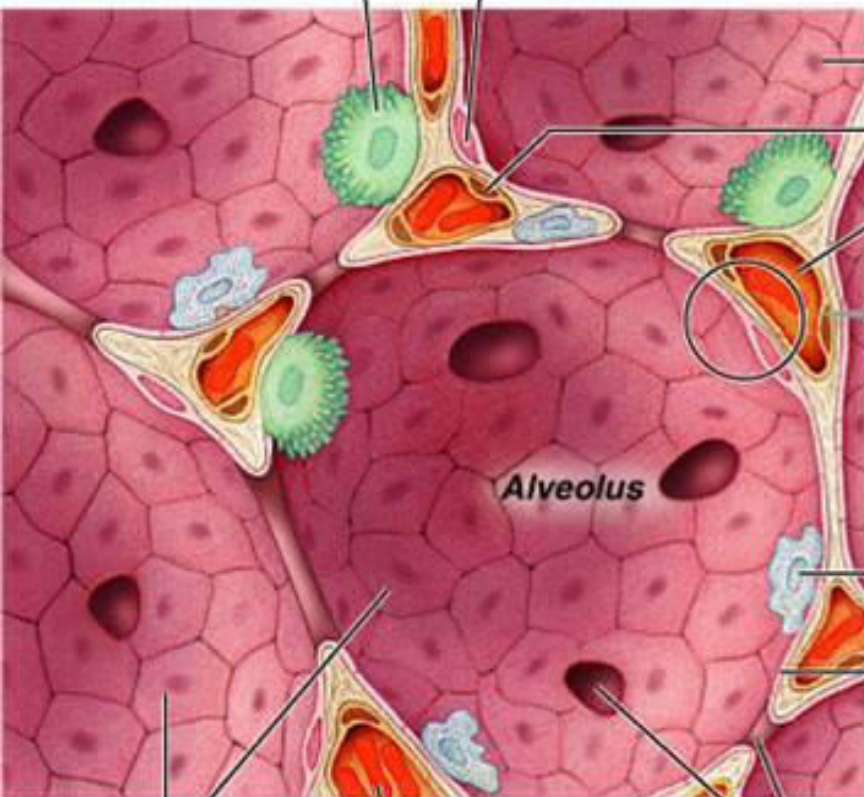


# Alveoller

- Tip I ve Tip 2 hücrelerinden oluşur.
- Morfolojik olarak Tip I den daha büyük olan Tip II hücreleri **sürfaktan** denilen bir madde sentezlerler.
- Sürfaktan maddesi alveollerin onların şişkin olmasını sağlar.
- Alveol duvarları aynı zamanda kapiller damarları da içerir.
- Kapiller damarlar ile temas eden alveol yüzeyinin toplam alanı  $75 \text{ m}^2$  dir.
- Bu kadar ince ve büyük bir alan olması sebebiyle oksijen ve karbondioksit büyük miktarlarda yer değiştirmektedir.

Type II (surfactant-secreting) cell

Type I cell of alveolar wall



Epithelial cell nucleus

Endothelial cell nucleus

Capillary

Alveolus

Macrophage

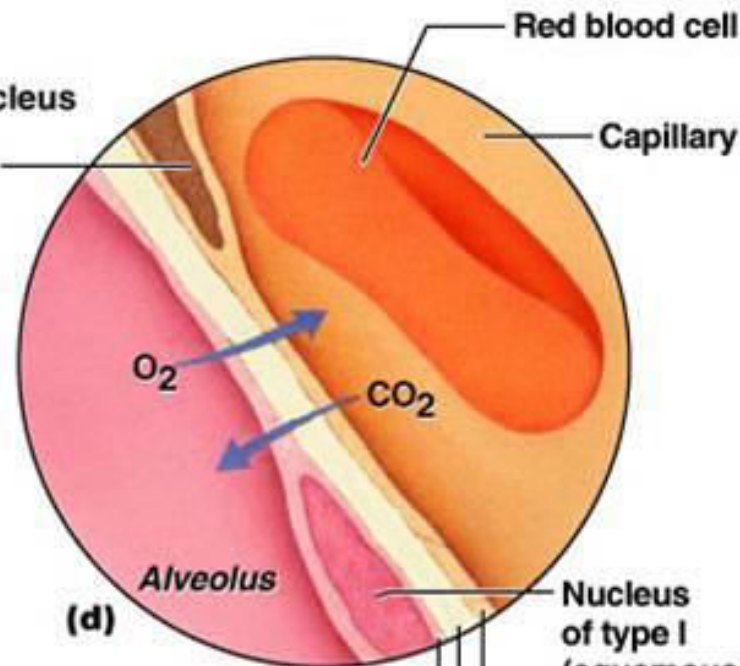
Respiratory membrane

Alveolar pores in capillary

Red blood cell in capillary

Alveoli (gas-filled airspaces)

(c)



Red blood cell

Capillary

O<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub>

Alveolus

(d)

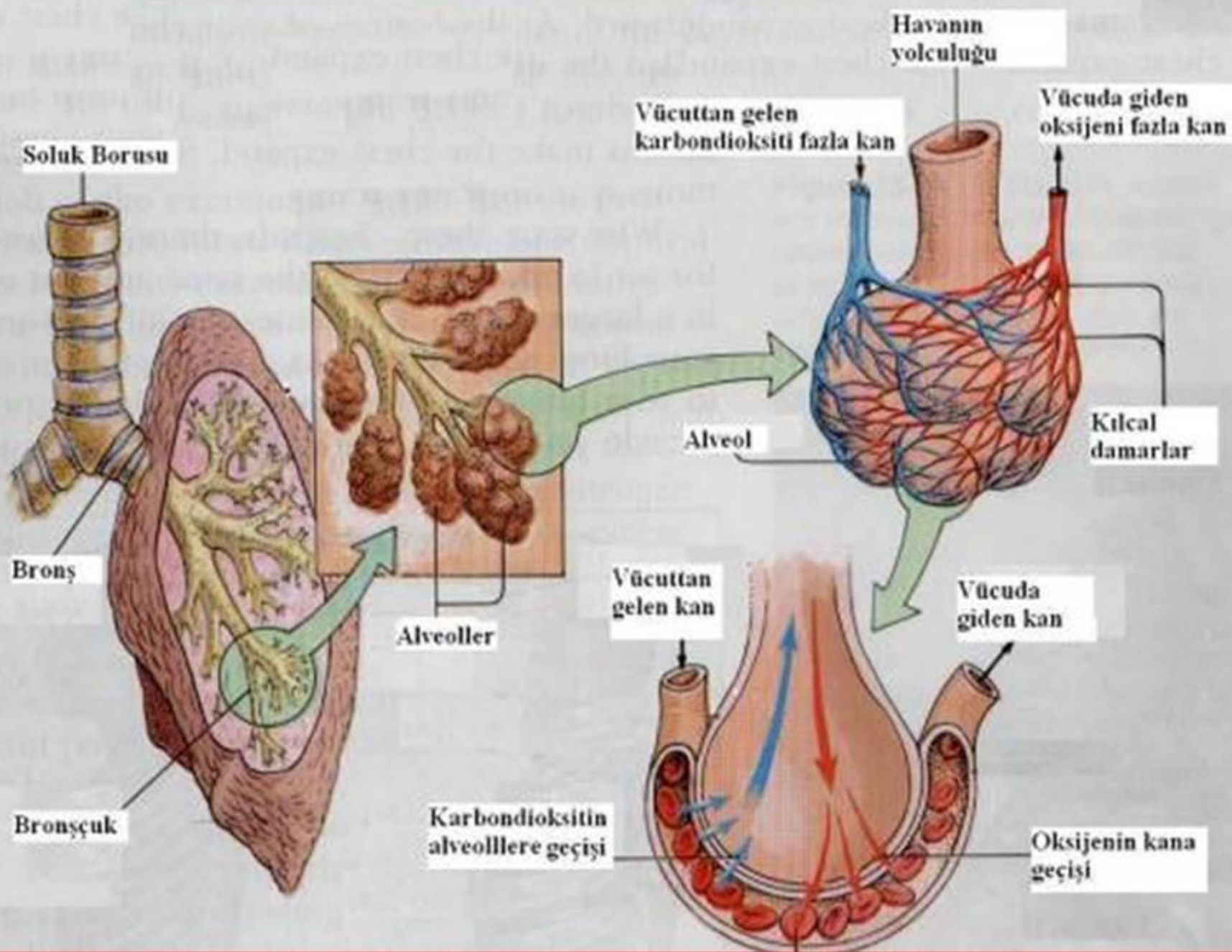
Alveolar epithelium

Fused basal laminae of the alveolar epithelium and the capillary endothelium

Capillary endothelium

Nucleus of type I (squamous epithelial) cell

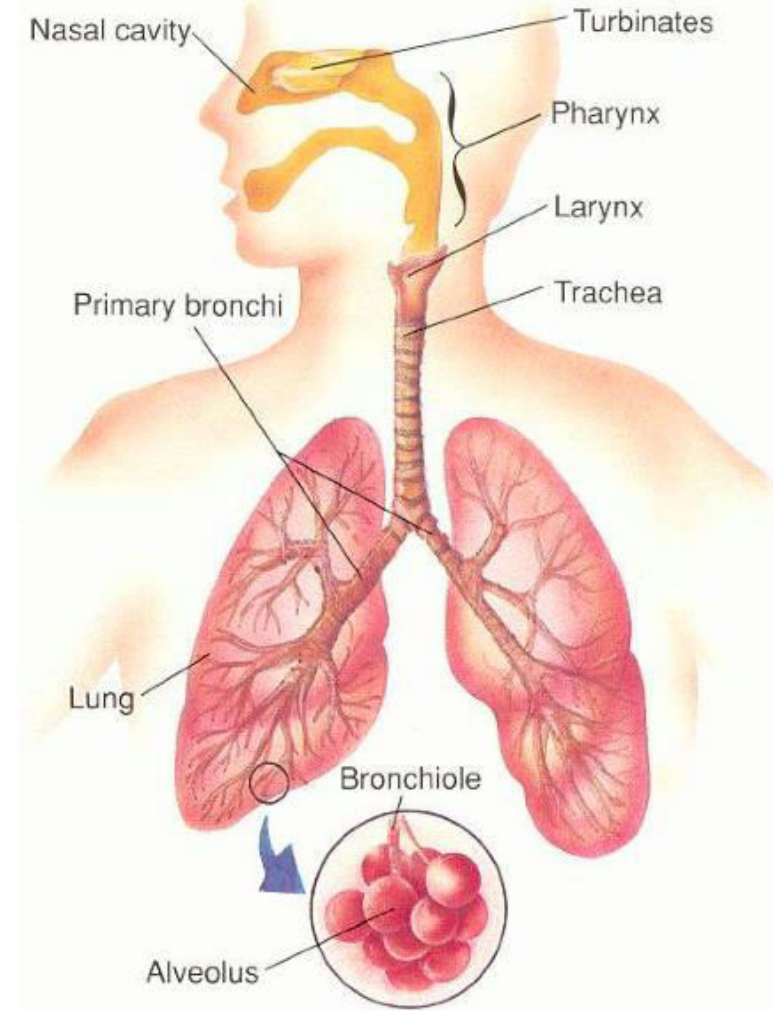




**Akciğerlerdeki alveol-kılcal damar arasındaki gaz alışverişi**

- *Akciğerlerin iki görevi vardır;*
- Hava içindeki oksijenin alveollerin etrafındaki kılcal kan damarlarına geçmesi,
- Organlardan gelen karbondioksitin alveollere alınıp dışarı atılması

- Sağ ve sol olmak üzere 2 akciğer vardır.
- Akciğerler **alveol** denilen içi hava dolu keseciklerden oluşur.
- Akciğerlerdeki hava ve kan arasındaki gaz değişimi alveollerde gerçekleşir.
- Her bir akciğerde yaklaşık **150 milyon alveol** vardır.



# Alveoller

- Bu hava keselerinin normal fonksiyonlarını görebilmeleri için sürekli açık tutulmaları ve içlerinin de bir miktar nemli olması gerekmektedir.
- Alveollere bu özellikleri, yüzey gerilimleri azaltılarak kazandırılmaktadır.
- SURFAKTAN\*\*\*
- Alveollerin kollabe olmasını (büzülmesini) önler.\*\*\*



# Gaz değişimi

- Gaz değişimi basınç/konsantrasyon farkına ve gazların eriyebilirlik derecelerine göre **difüzyon** ile gerçekleşir.
- Atmosfer havasından alveollere  $O_2$ ,
- Alveollerden atmosfere ise  $CO_2$  geçer.
- Alveoler hava ile kapiller kan birbirinden çok ince bir zar ile ayrılmıştır.

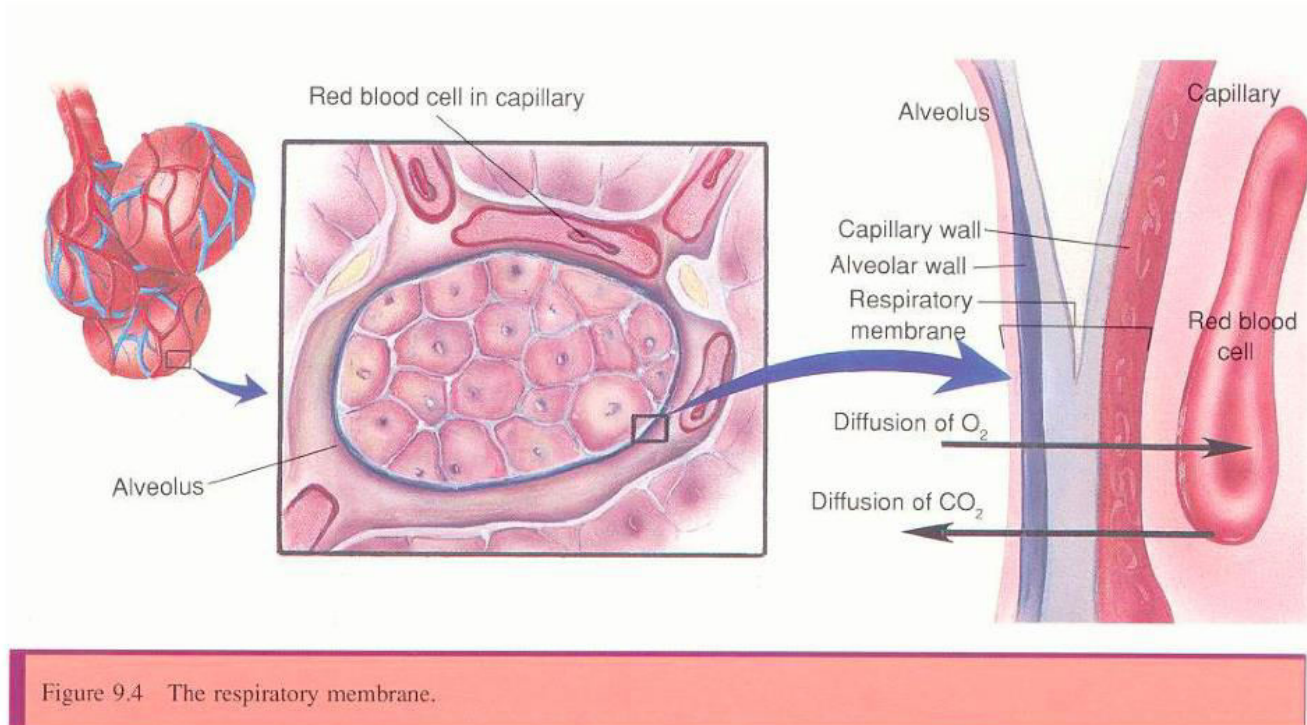


Figure 9.4 The respiratory membrane.

# Solunum membranı

- Akciğerlerde gaz değişiminin yapıldığı bölgelerde hava ile kanı birbirinden ayıran ince bir membran sistemi vardır. Buna solunum membranı denir.
- **Solunum membranı oluşturan yapılar nelerdir?**
- Alveollerin epiteli,
- Kapiller damarların endoteli,
- İntersitisyel aralık
- CO<sub>2</sub> buradan O<sub>2</sub>'e kıyasla 20 misli daha hızlı difüzyona uğrar.

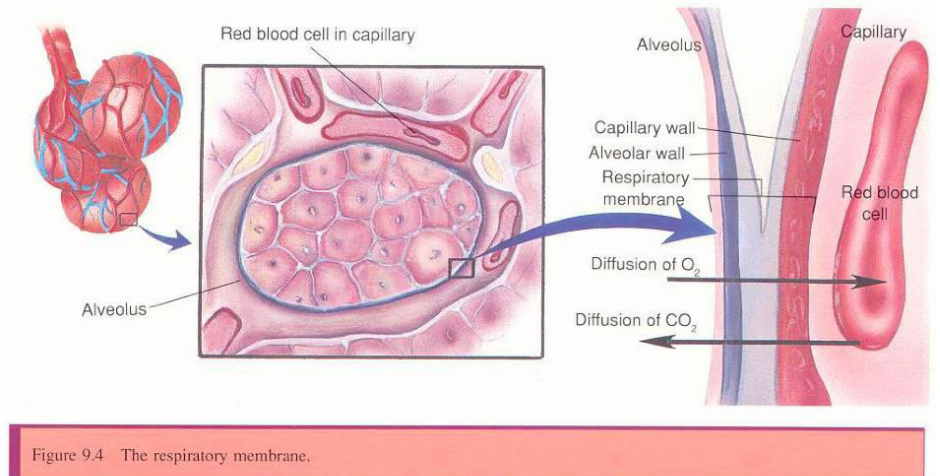


Figure 9.4 The respiratory membrane.

- Bazı akciğer hastalıklarında bu membranın kalınlaşması veya kaybı ile gazların difüzyonu zorlaşır ve azalır.
- Gerek akciğerlerde, gerekse hücre düzeyinde gaz alışverişi difüzyon ile olmaktadır.
- Bu nedenle gazların difüzyonunda da **pasif difüzyon** prensipleri geçerlidir ve gazlar konsantrasyon farklarının doğrultusunda difüzyona uğrarlar.
- Akciğer ödemi\* ve pnömoni\* membranda kalınlaşmaya neden olur.
- Amfizem\* ise membran kaybına neden olur.

# Parsiyel basınç-difüzyon hızı

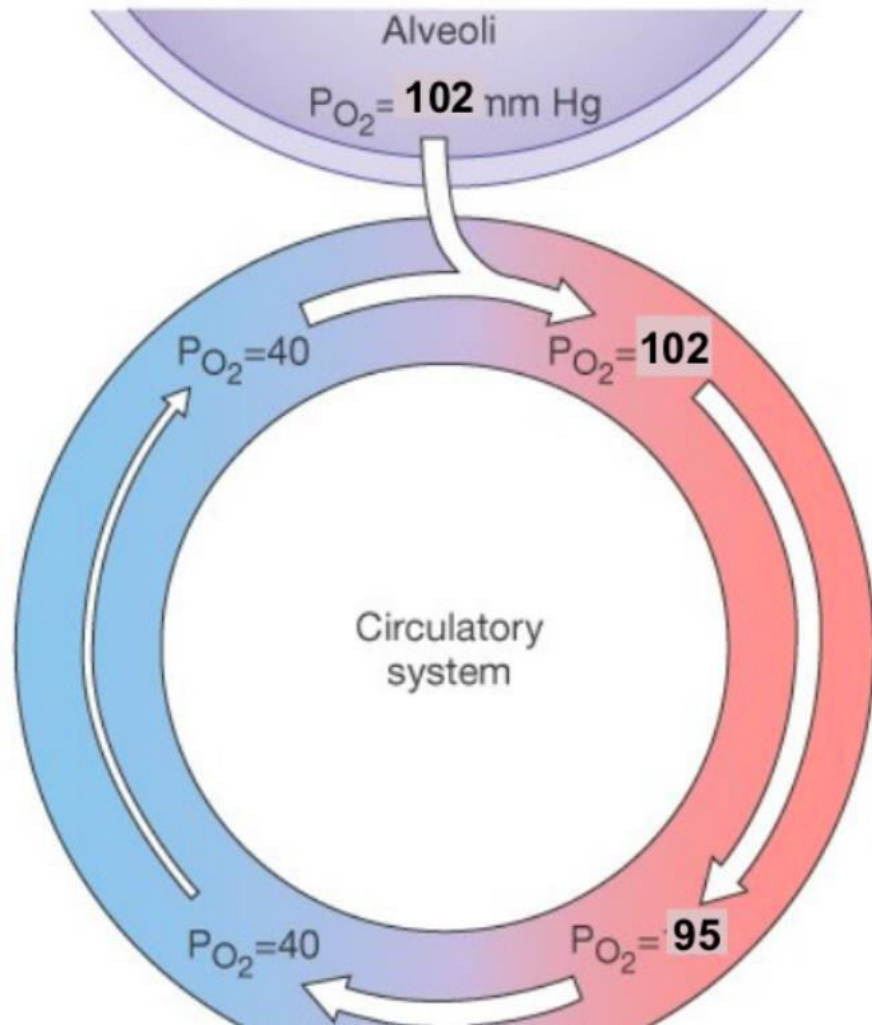
- Bir hava karışımı oluşturan gazların her birinin tek başına oluşturdukları basınca **parsiyel basınç** denir ve gazın difüzyonu parsiyel basınç ile doğru orantılıdır.
- Gazın parsiyel basıncı büyüdükçe, o karışımdaki konsantrasyonu da artmaktadır.

# Gazların parsiyel basınçları

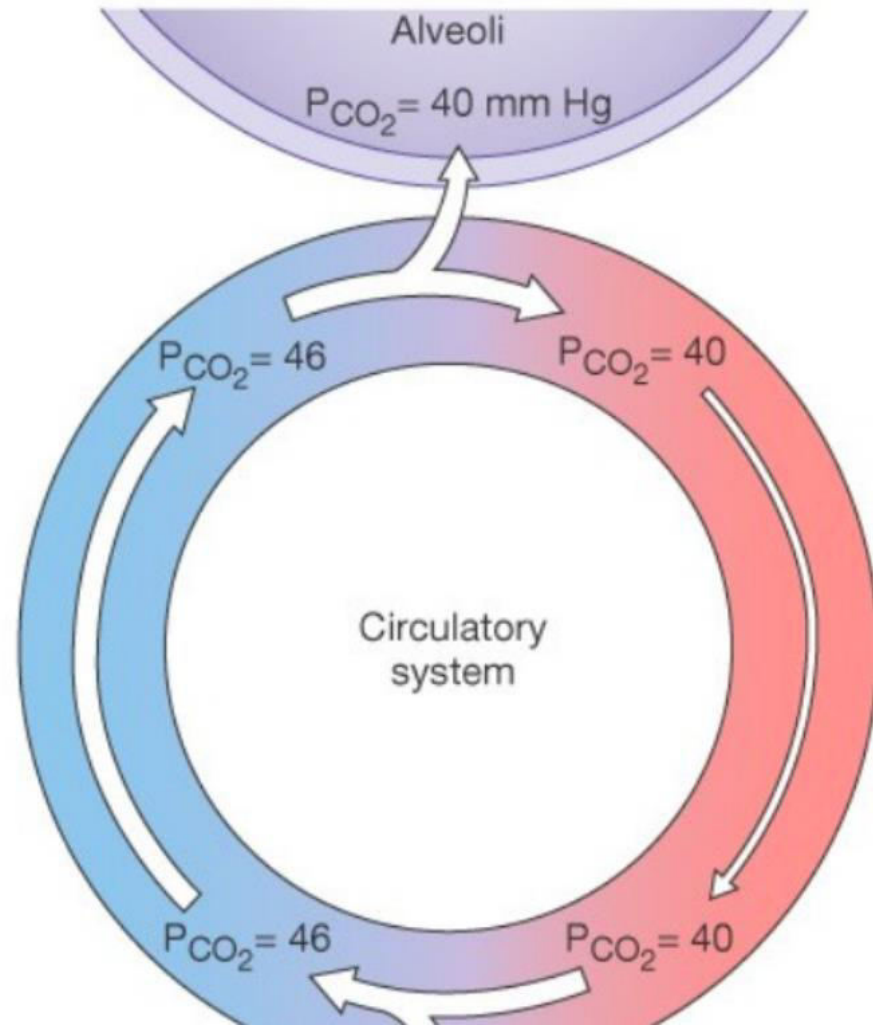
Gazın adı	Yüzdesi	Basıncı
Oksijen	% 20.8	159 mmHg
Nitrojen (azot)	% 79	597 mmHg
Karbondioksit Ve diğerleri	% 0.04	0.3 mmHg
Su	% 0.50	3.7 mmHg
Toplam	100	760

- ⦿ Akciğerlere gelen venöz kanda, alveol içindeki atmosfer havasına kıyasla karbondioksit kısmi basıncı ( $p\text{CO}_2$ ) daha yüksek, oksijen kısmi basıncı ( $p\text{O}_2$ ) ise daha düşüktür.
- ⦿ Böylece akciğerlerde  $\text{CO}_2$  alveol içine verilirken  $\text{O}_2$  kana geçmektedir.

**(a)** Oxygen diffusion



**(b)**  $CO_2$  diffusion

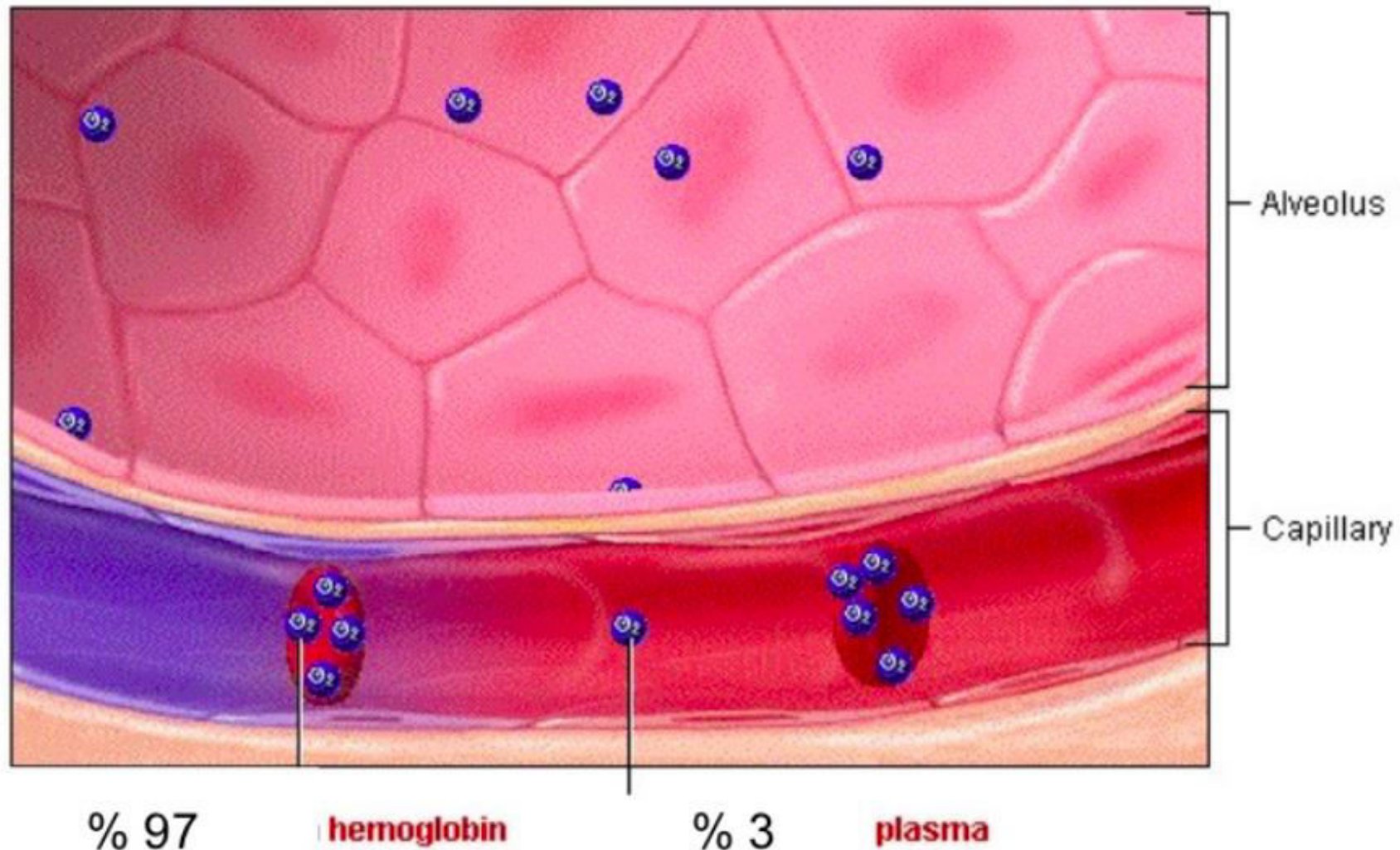




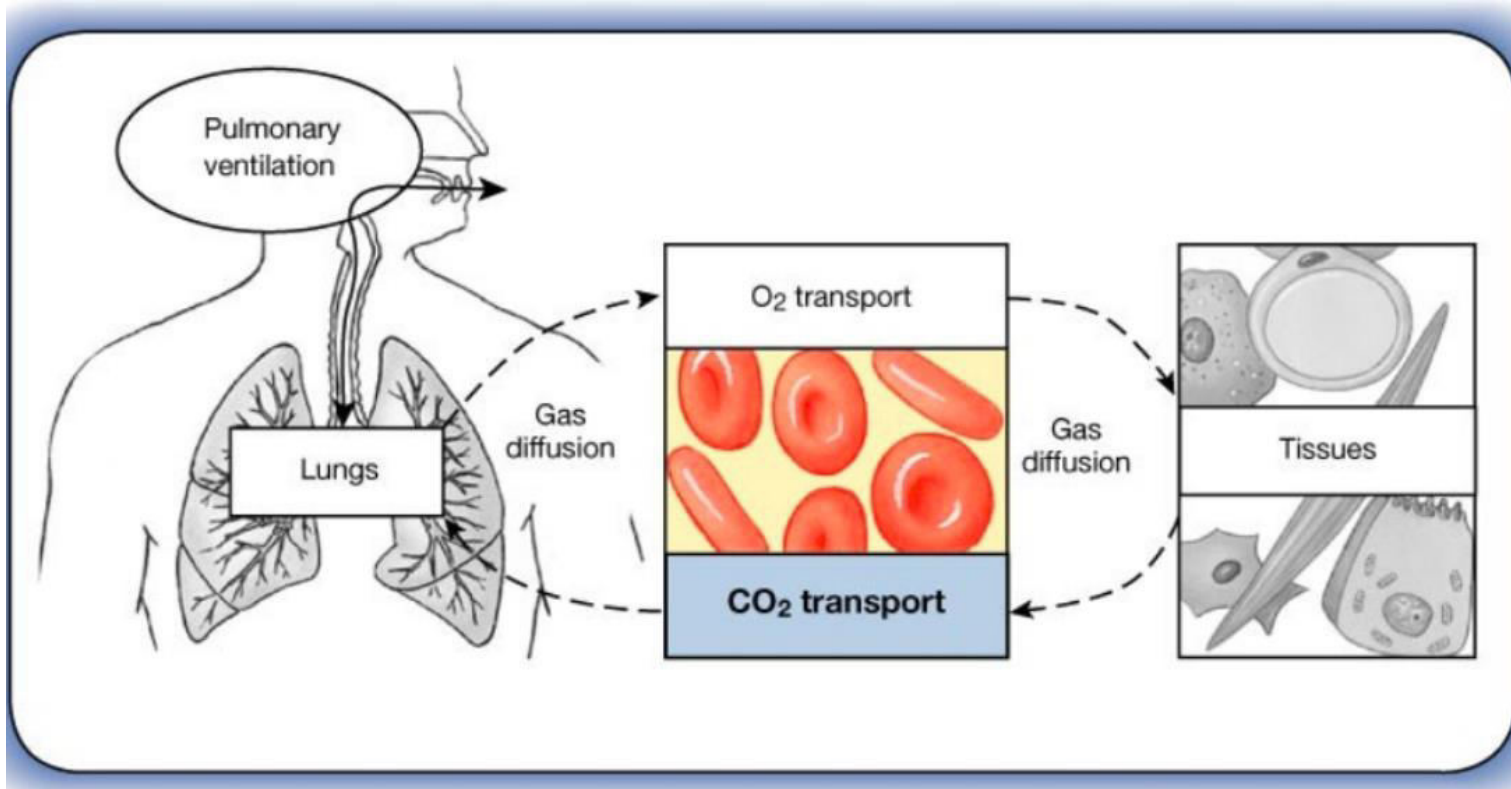
# Solunum Gazlarının Taşınması

- **Kanda O<sub>2</sub>nin Taşınması:** Akciğerden kana geçen O<sub>2</sub>nin %97si Hb'ye bağlı olarak taşınır.
- O<sub>2</sub> alveolden kana geçtiğinde eritrosite girer.
- Hb ile birleşerek Oksihemoglobini oluşturur.
- Geriye kalan %3lük bölümü ise plazmada ve hücrede çözülmüş durumda taşınır.
- O<sub>2</sub>nin Hb ile bağlanması geri dönüşümlü bir bağlanmadır.
- 100 ml kan 15 gr Hb içerir.
- 1gr Hb 1,34 ml O<sub>2</sub> ile bağlanır.
- 100 ml kanda taşınan O<sub>2</sub> miktarı 20 ml kabul edilir.
- Kapillerden geçerken O<sub>2</sub> miktarı 15ml'ye düşer.
- Akciğerlerde hemoglobin ile oksijen birbirine çok kolay bağlanır.

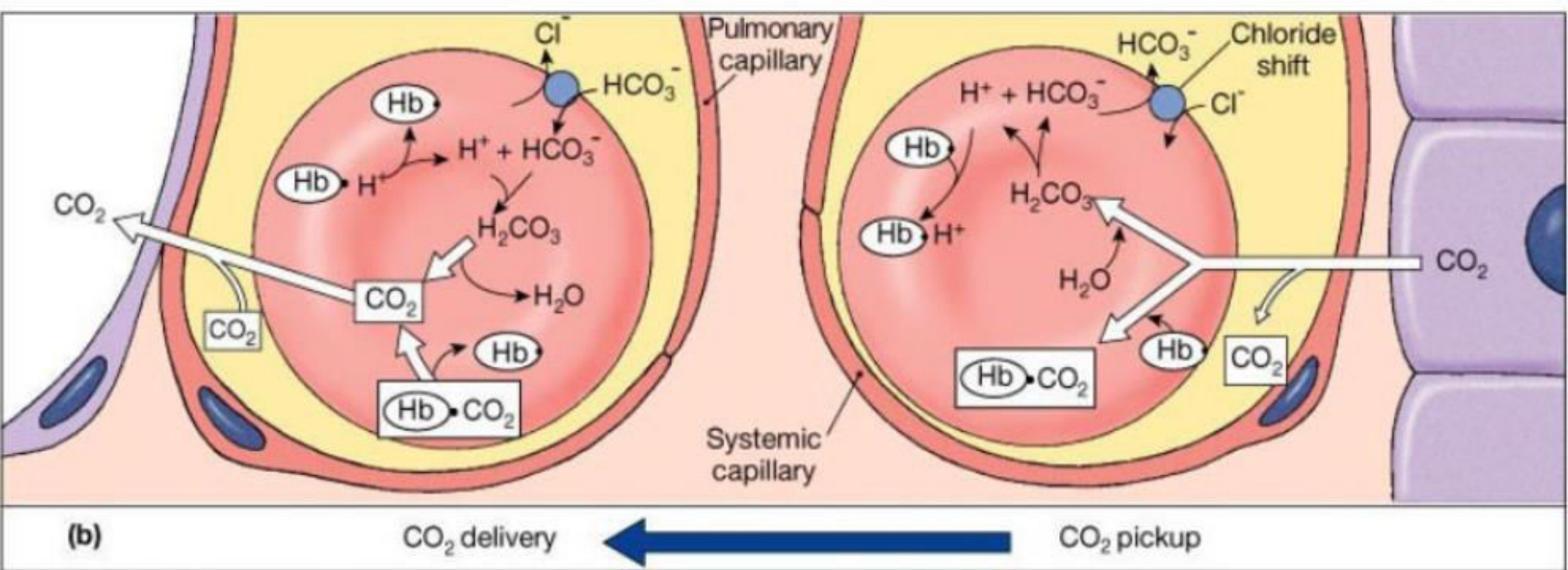
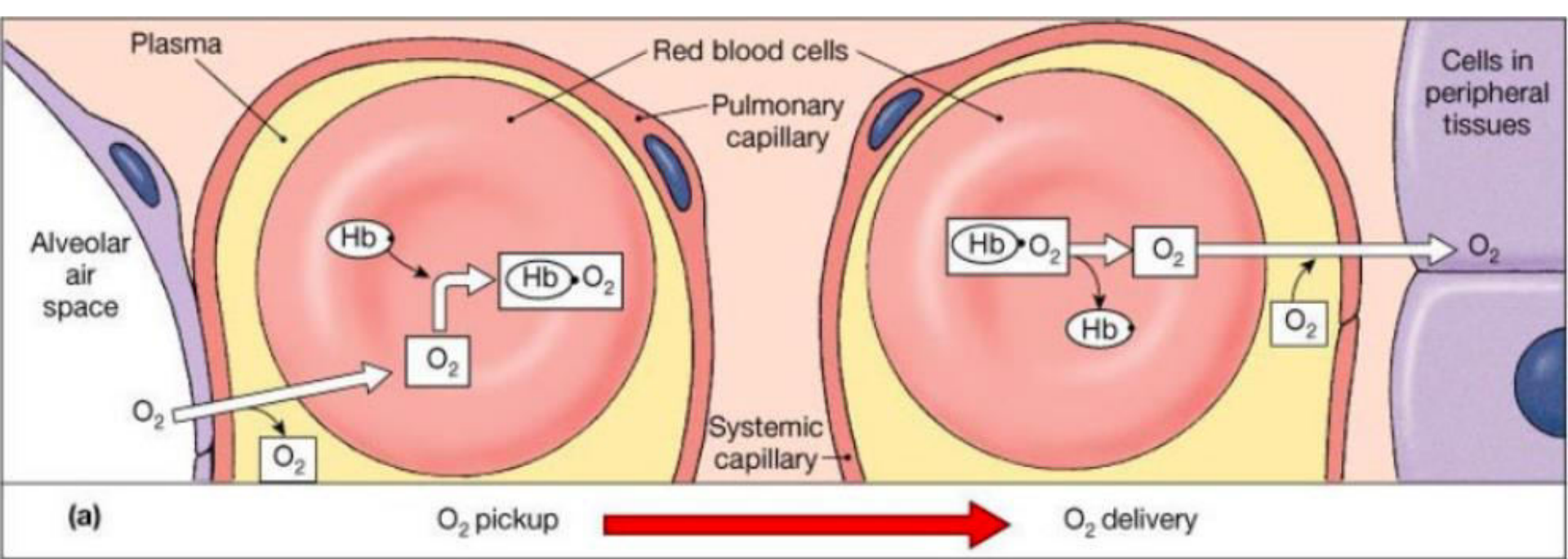
$O_2$  hemoglobinin hem kısmıyla gevşek ve geri dönüşümlü olarak bağlanır.



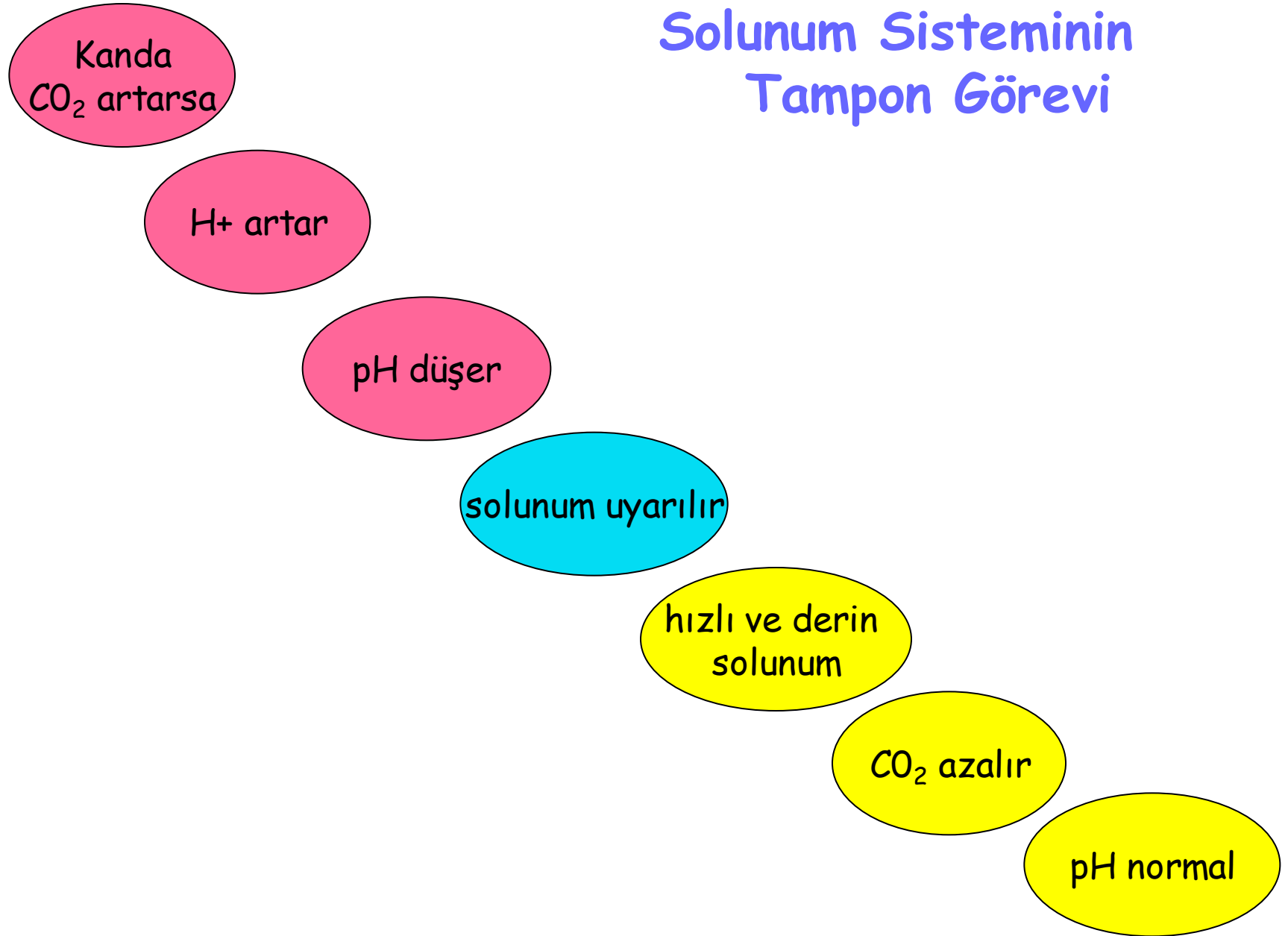
- **Kanda  $CO_2$ 'nin Taşınması:** 100 ml kanda ortalama 4 ml karbondioksit dokulardan akciğerlere 4 yolla taşınır;
  1. Karbondioksitin çözülmüş, olarak taşınması
  2. Bikarbonat iyonu şeklinde taşınması
  3. Hemoglobine bağlanarak
  4. Plazma proteinlerine bağlı olarak taşınması



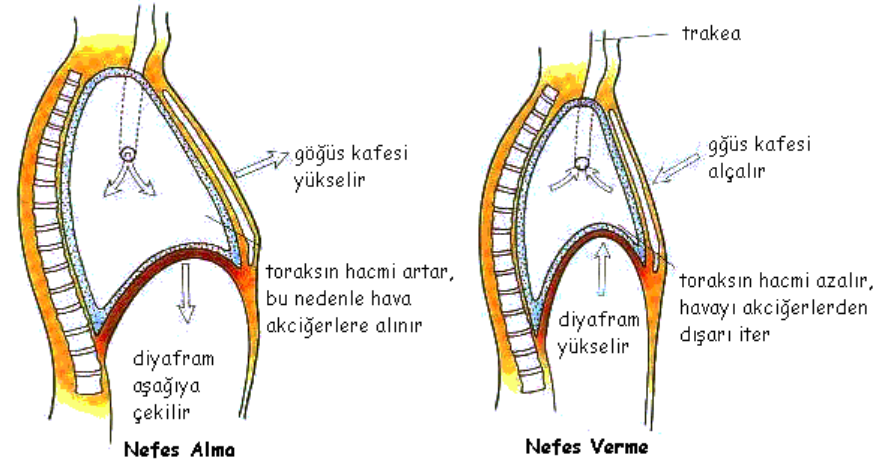
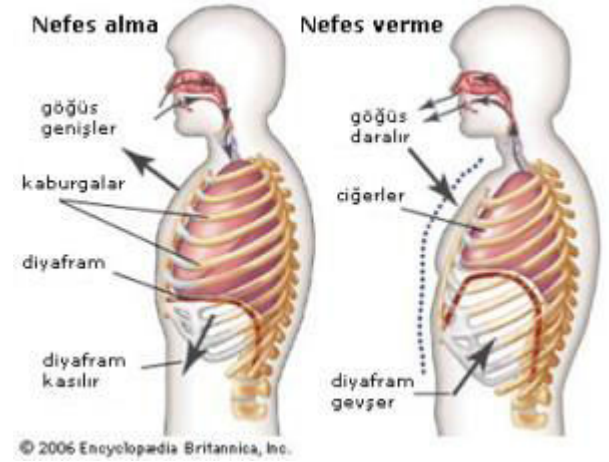




# Solunum Sisteminin Tampon Görevi



- Göğüs boşluğu, karın boşluğundan **DİYAFRAM** adı verilen kas tabakası ile ayrılır.
- Diyafram kasılıp aşağı indiği zaman göğüs boşluğundaki azalan basınç, atmosferden gelen havanın akciğerlere dolmasını sağlar.
- Diyafram gevşediği zaman basınç yükselir ve hava akciğerden dışarı verilir.
- Kaburgalar arası kaslar soluk alıp vermeye yardımcı olurlar.
- Soluk alma verme olayı kas kasılmasına bağlıdır.
- Beyin arterial kandaki oksijen miktarını yüksek, karbondioksit miktarını düşük tutacak şekilde nefes alıp vermeyi kontrol eder.



- Havanın pulmoner yani akciğer sistemine alınıp verilmesine **pulmoner ventilasyon** denir.
- Ventilasyon inspirasyon ve ekspirasyon olayları ile gerçekleştirilir:

- **Nefes alma (inspirasyon):**

Solunum sırasında dış ortamdan havanın havayolları aracılığıyla alveollere hareket etme

- **Nefes verme (ekspirasyon):**

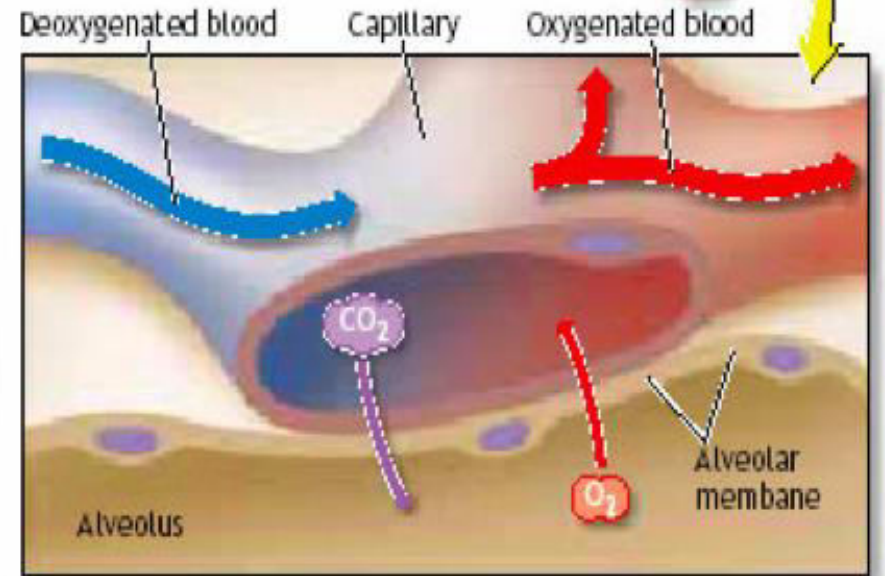
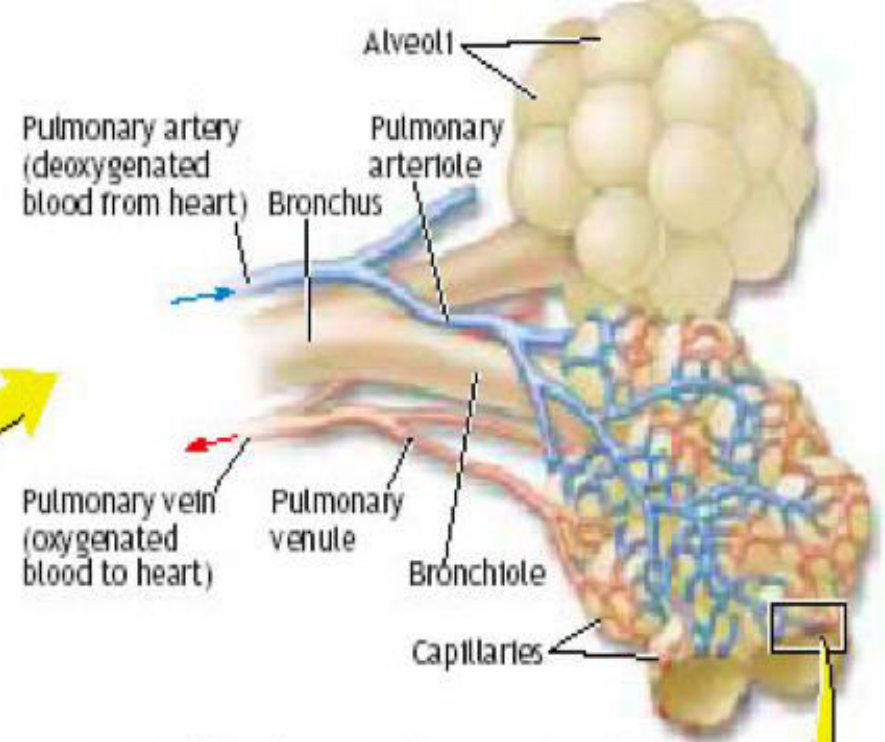
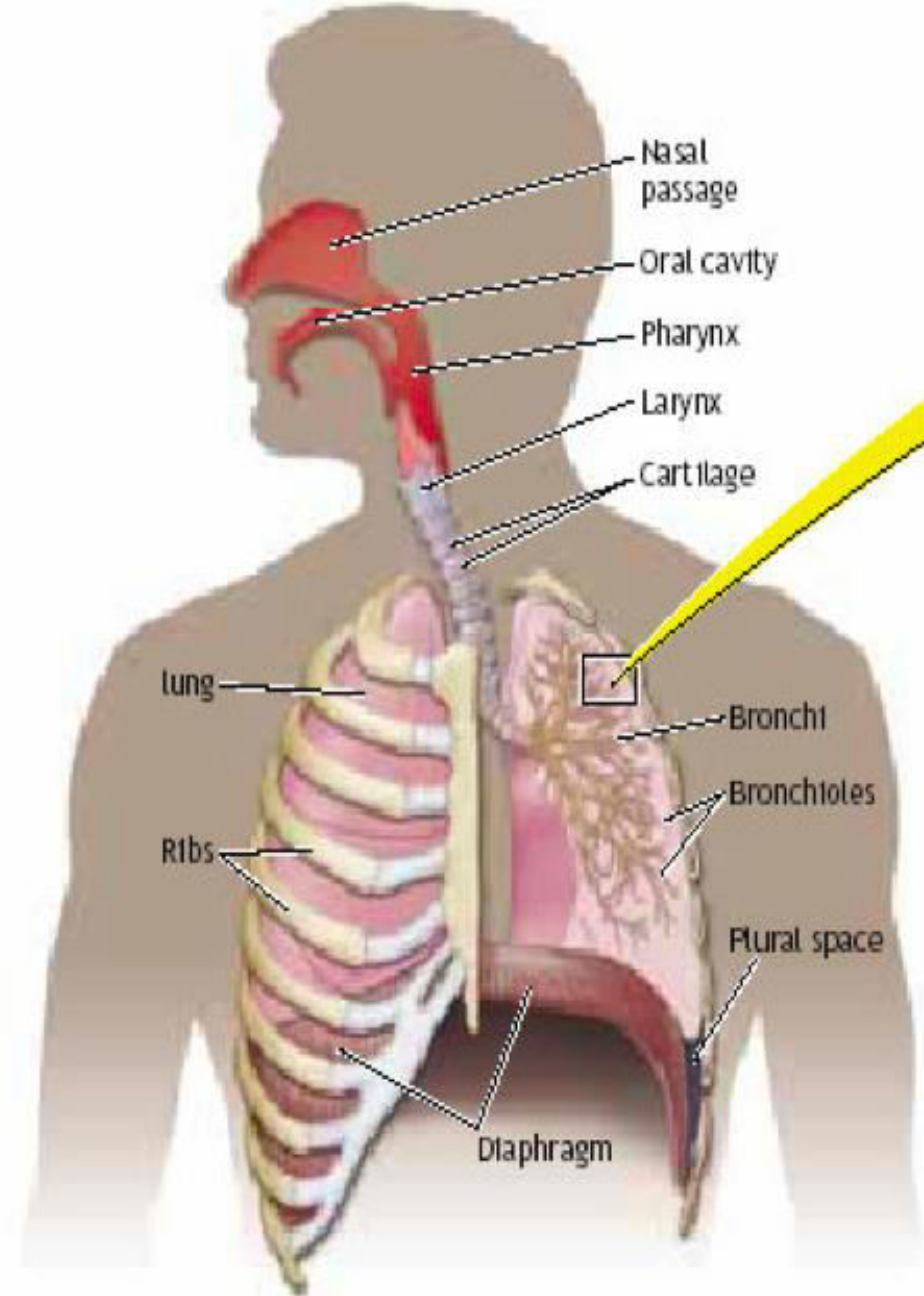
Havanın alveollerden dış ortama havayolu aracılığıyla verilmesi demektir.

- **Diyafram**

- **Göğüs kafesi: Kaburgalar ve kaslar**

- **Plevra Zarı**



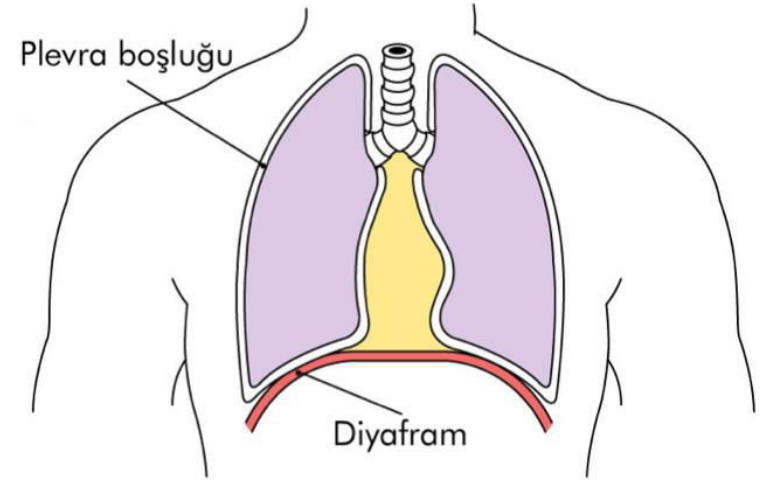


A

B

# Göğüs Kafesi

- Akciğerler toraks denilen göğüs kafesi içine yerleşmiştir.
- Kas ve bağ dokusu tarafından sınırlanmıştır, altta ise diyafram denilen bir çizgili kas ile karından ayrılmıştır.
- Toraksın duvarlarını oluşturan yapılar vertebra, kosta, sternum, interkostal kaslardır.
- Elastik bağ doku içerir.
- Her akciğer göğüs boşluğunda hareketlerini kolaylaştıran ince bir plevral sıvı tabakası ile çevrilmiştir.
- Göğüs boşluğunda yüzmektedirler.

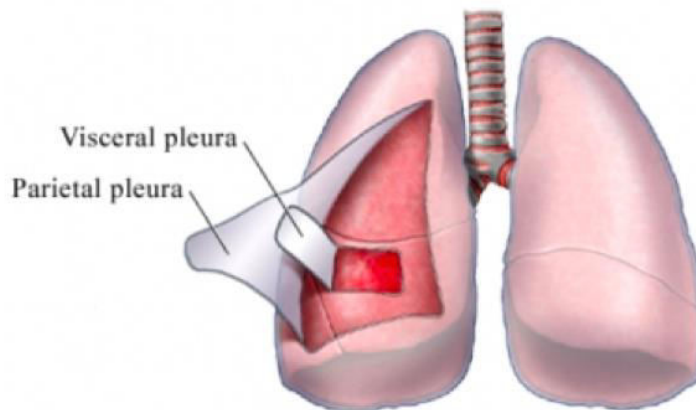


# Plevra

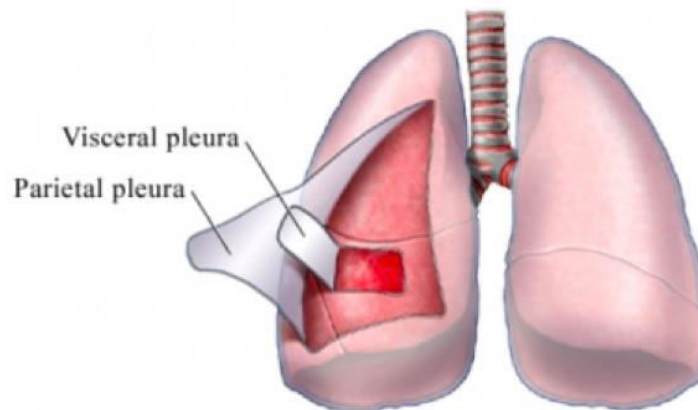
- Akciğerler ve akciğerlerin içinde bulunduğu göğüs kafesi elastik yapılardır.
- Gerçekte akciğerleri göğüs kafesinin duvarlarına bağlayan hiçbir yapı yoktur.
- Akciğerleri göğüs kafesine doğru çeken ve onların göğüs duvarından ayrılmalarını engelleyen güç, iki **plevra\*\*** yaprağı arasında bulunan sıvı ve negatif basınçtır.

# Plevra

- Plevranın dıştaki yaprağına **parietal plevra**, iştekine ise **visceral plevra** denilmektedir.
- Visceral plevra akciğerlerin üzerini vrelerken, parietal olan göğüs duvarına yapışıktır.
- **Plevra sayesinde** göğüs kafesinin hareketlerine uyum sağlar.



- 2 akciğer göğüs boşluğu genişledikçe ve daraldıkça kaygan bir ortamda serbestçe kayma dışında göğüs duvarında sanki yapıştırılmış gibi durmaktadır.
- Plevra zarı adı verilen zarlar 4mmHg negatif bir basınç (emme basıncı) vardır.
- Bu basınç sayesinde alveoller açık kalır ve alveolleri dışa doğru çekerken göğüs kafesi içe doğru çekilir.
- Nefes alma sırasında göğüs boşluğu daha fazla genişlediğinden içeriye bir miktar hava girer ve nefes verme ile alınan hava dışarı atılır.
- Akciğerlerde belirli bir miktar hava kalır, yani akciğer tamamen sönmez.
- Göğüsün yaralanması durumunda bu 2 zar arasındaki basınç eşitlenir.
- Böylelikle alveolleri dışa doğru çeken basınç kalmadığı için akciğerler sönür.

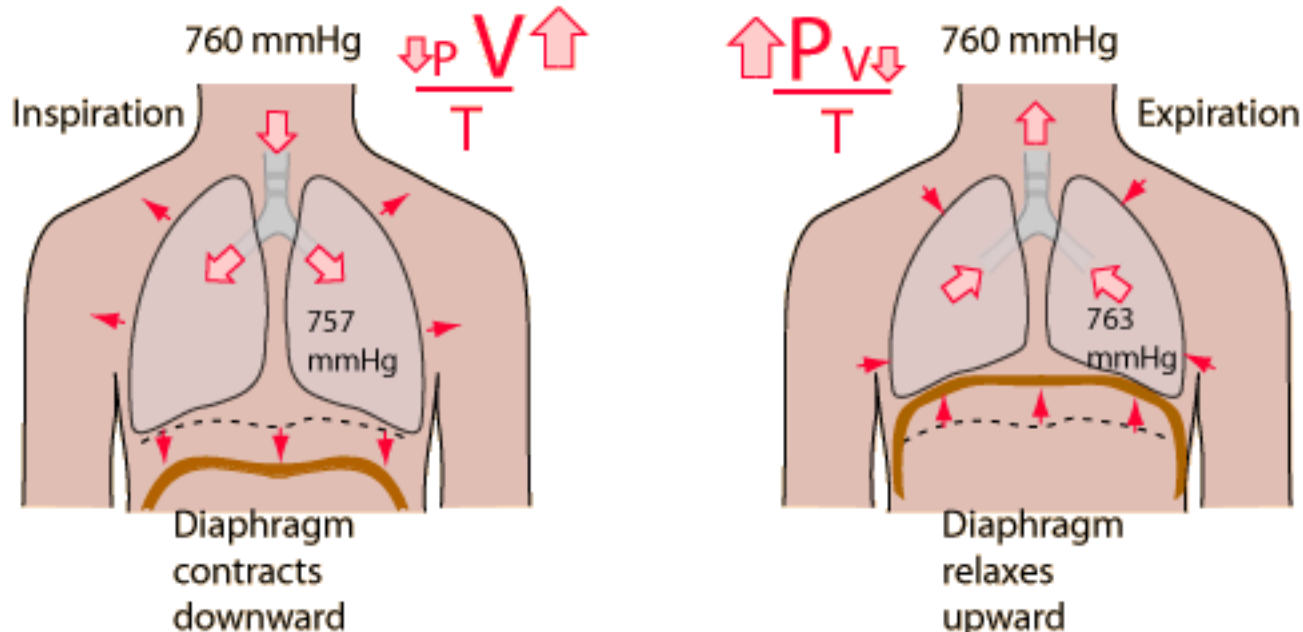


- Bu iki zar aralarında bulunan **çok az miktardaki sıvı** ile birbirlerine adeta yapışık durumdadır ve birbirlerinden ayrılmaları oldukça zordur.
- Tıpkı aralarında az miktarda sıvı bulunan iki cam tabakasını birbirlerinden ayırmanın zor olması gibi.
- Plevra yaprakları arasındaki **negatif basınç**, soluk verme sırasında akciğerlerin göğüs kafesinden daha fazla ayrılmalarına izin vermez, akciğerleri tekrar göğüs duvarına doğru çeker.



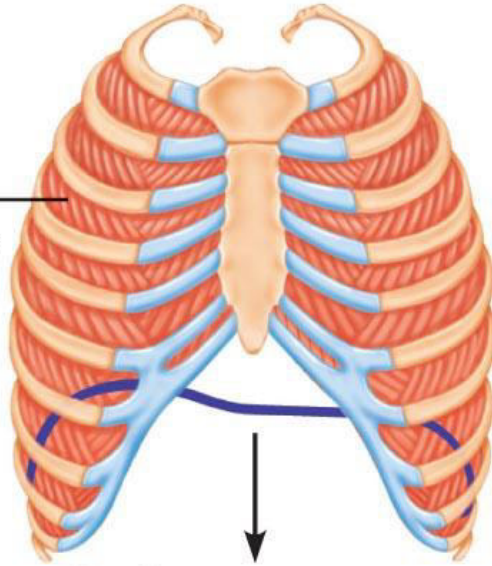
# Ventilasyon

- Havanın akciğer sistemine alınıp verilmesine PULMONER VENTİLASYON denir.
- **İnspirasyon:** Nefes alma
- Diyafram ve interkostal kasların kasılmasıyla başlar.
- Bu diyaframın kasılması sonucu göğüs boşluğu karına doğru genişler.
- Göğsün bu büyümesi intraplevral aralıktaki basıncı daha negatif yapar ve bu da akciğerleri daha da büyüterek havanın akciğere doğru emilmesini sağlar.

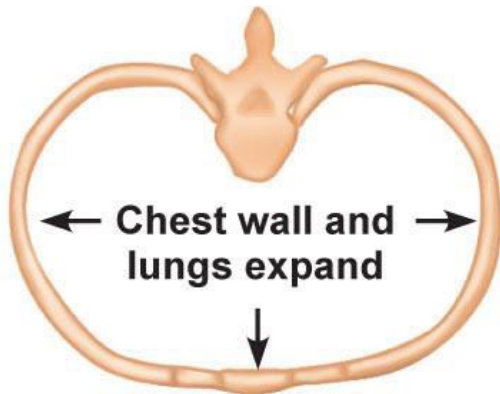


## Inspiration

External  
intercostals  
contract



Diaphragm contracts



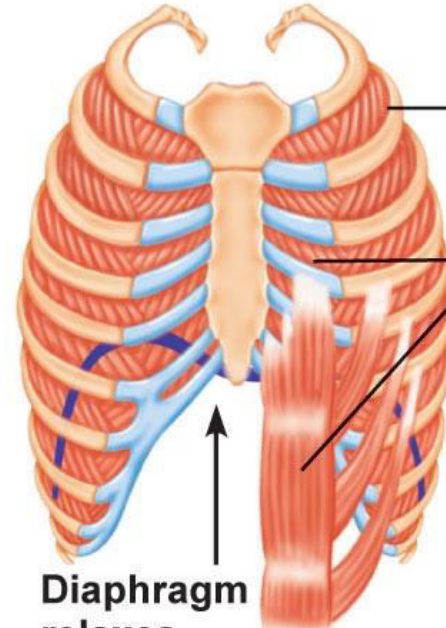
← Chest wall and  
lungs expand →

Expansion of ribs moves  
sternum upward and outward

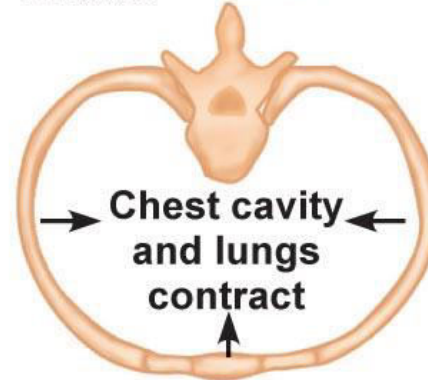
## Expiration

External  
intercostals  
relax

Internal  
intercostals  
and abdominals  
contract for  
active expiration  
only



Diaphragm  
relaxes

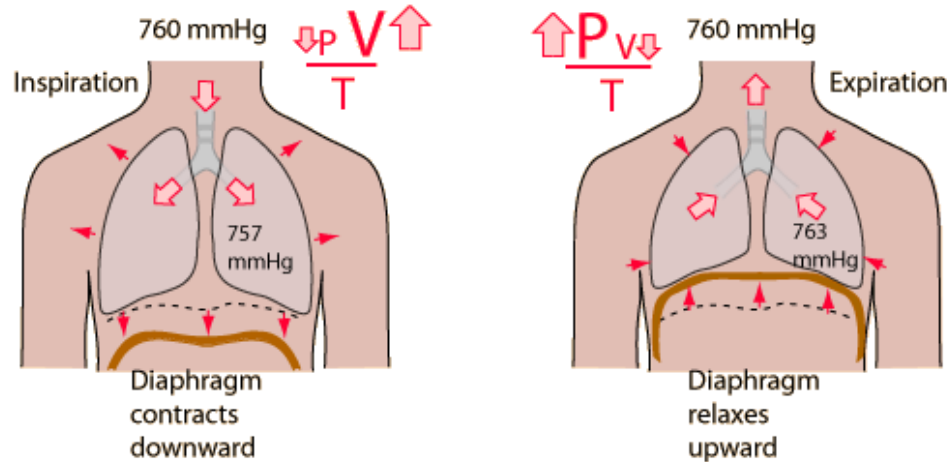


→ Chest cavity  
and lungs  
contract ←

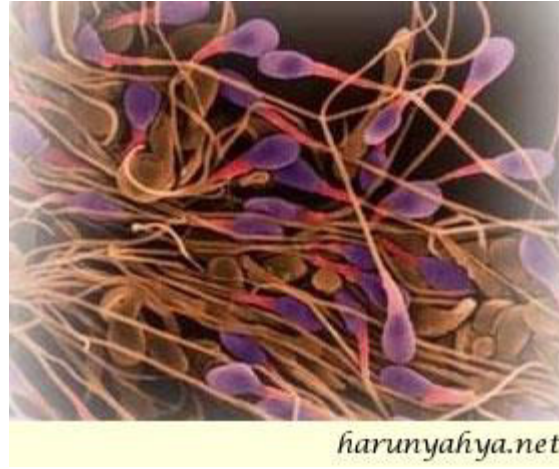
Ribs and sternum depress

(b)

- **Ekspirasyon:** Nefes verme
- İspirasyonun sonunda diyafram ve interkostal kaslara giden sinirler kasları uyarmayı sonlandırır ve kaslar gevşer.
- Göğüs duvarı ve akciğerler pasif olarak eski değerlerine dönerler.
- Akciğerler küçülünce alveollerin içindeki hava sıkışır ve alveol içi basınç dışarı hava ile aynı basınca eşitlenir.
- İstirahat halinde ekspirasyon pasif bir olaydır ve akciğerlerin elastikiyeti sayesinde gerçekleşir.
- Egzersiz sırasında fazla hava hızlı bir şekilde atılmak zorunda olduğu için ekspiratuvar interkostal kaslar ve karın kaslarının kasılmasıyla göğüs daha çok küçülür.

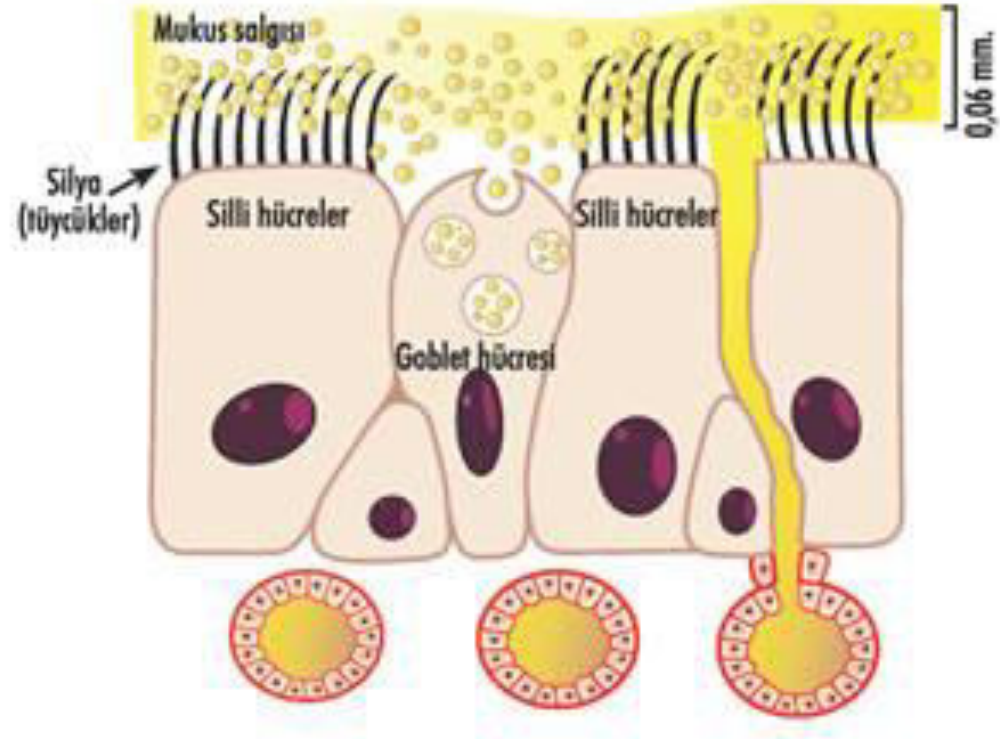


# Korunma Mekanizması



# 1-Silya

- Trakea iç duvarını astarlayan dokuya 'trakea epitelyum' dokusu adı verilir. Epitelyumdan, nefes borusu boşluğuna sürekli koyu yapışkan bir sıvı (mukus) salgılanır. Bu sıvının fonksiyonu, kirli havadaki çeşitli hastalıklara yol açan toz parçacıklarını birbirine yapıştırarak onların hava keseciklerine girmesini engellemektir.
- Farinksden, respiratuvar bronşiollelerin sonuna kadar tüm havayolu boyunca, epitelyal yüzeyler silya içerir.
- Bir tek hücreden 200 silya boşluğuna uzanır.
- Silyalar sürekli olarak farinkse doğru hareket halindedirler.
- Solunum havasındaki toz mukusa yapışır ve yavaş ama sürekli hareket halindeki silya hareketleriyle farinkse doğru iletilir ve farinkse varınca burada yutulur veya dışarı atılır.
- Bu mukus akciğerleri temiz tutmak için çok önemlidir.



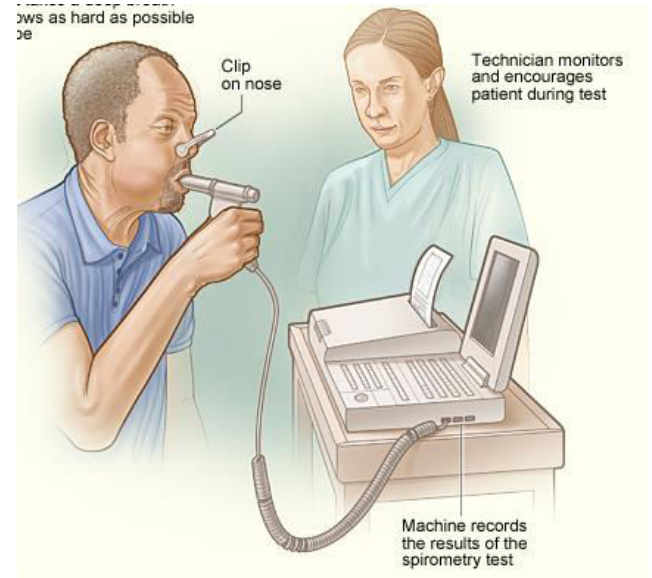
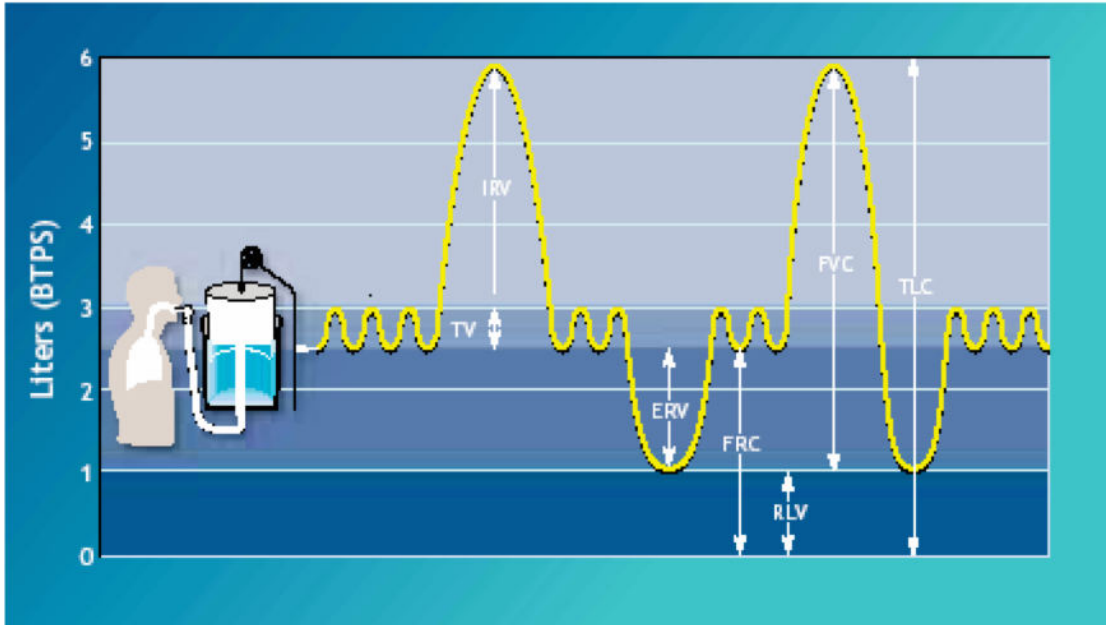
- 2. koruma mekanizması  
**FAGOSİTLERDİR**

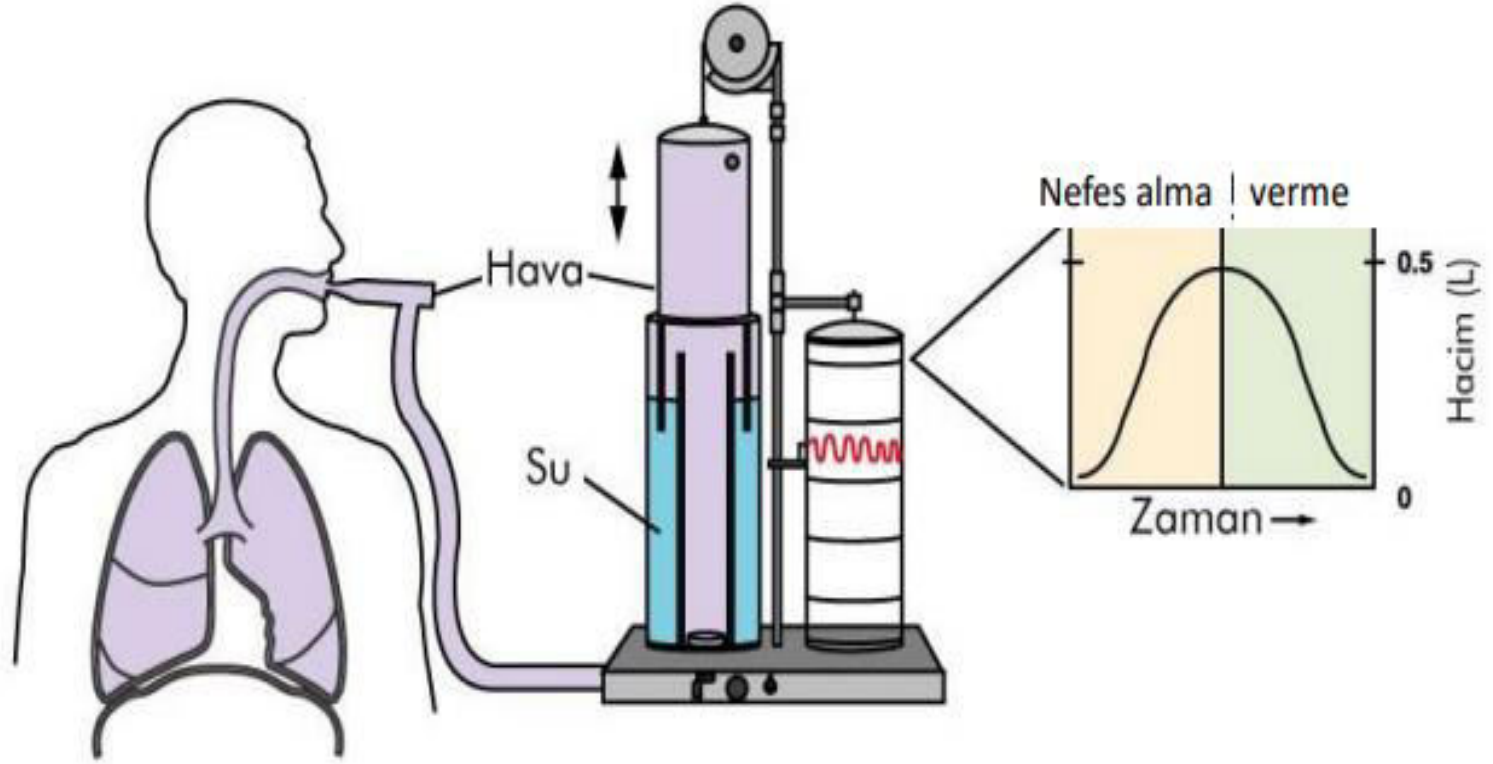
- Tüm havayolu ve alveoller boyunca bulunan fagositler solunumla alınan küçük parçacıkları ve bakterileri fagosit ederek bunların diğer akciğer hücrelerine ya da kan dolasımına geçmesini önlerler.



# Akciğer hacim ve kapasiteleri

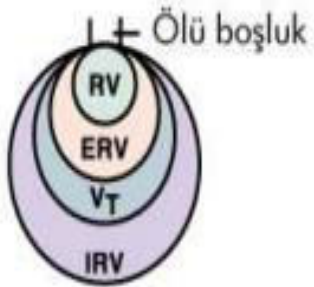
- **Spirometri:** Akciğer ventilasyonunun incelenmesinde akciğerlere giren ve çıkan hava miktarlarının kaydedilmesidir.
- **Spirometre:** Bu işlemi yapan cihazın adıdır.
- **Spirogram:** Spirometre ile elde edilen akciğer hacim ve değişikliklerini gösteren diyagram.



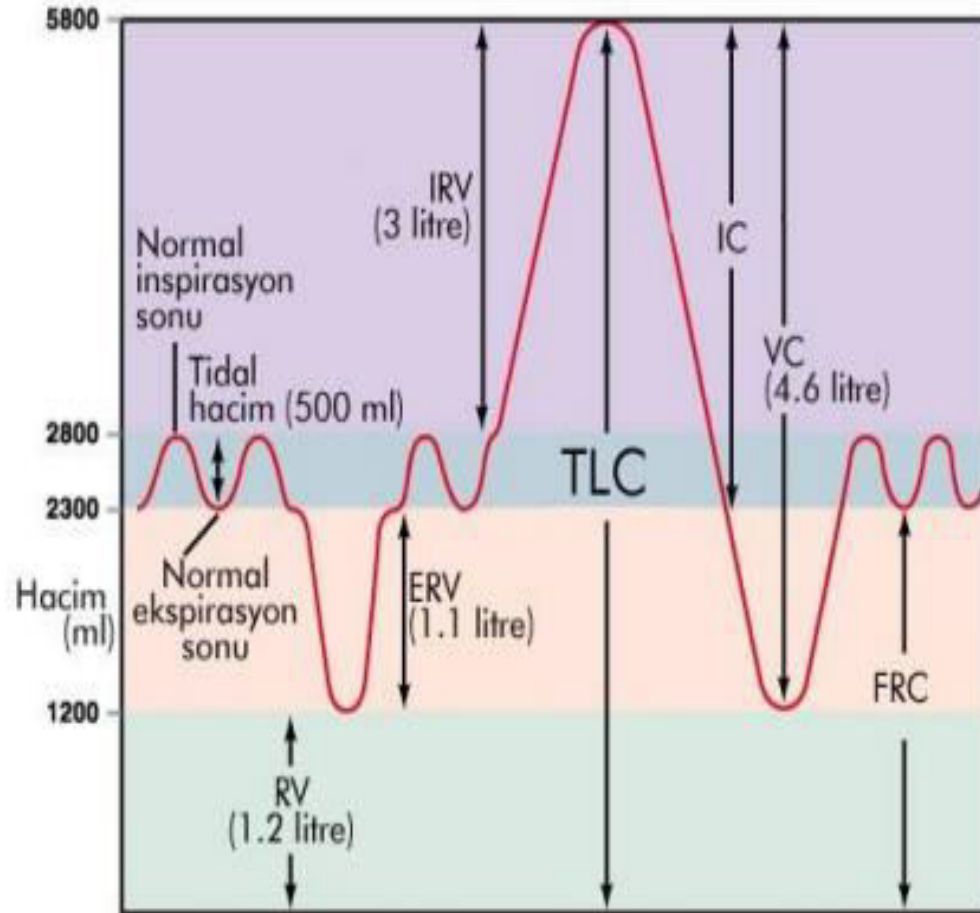


**Spiro-**: Ruh, nefes...  
**-metre**: ölçüm

# AKCIĞER VOLUM VE KAPASİTELERİ



- RV = Tortu hacim  
ERV = Ekspirasyon yedek hacmi  
TV =  $V_T$  = Tidal hacim  
IRV = İspirasyon yedek hacmi
- VC = Vital kapasite  
TLC = Toplam akciğer kapasitesi  
IC = İspirasyon kapasitesi  
FRC = Fonksiyonel tortu kapasite



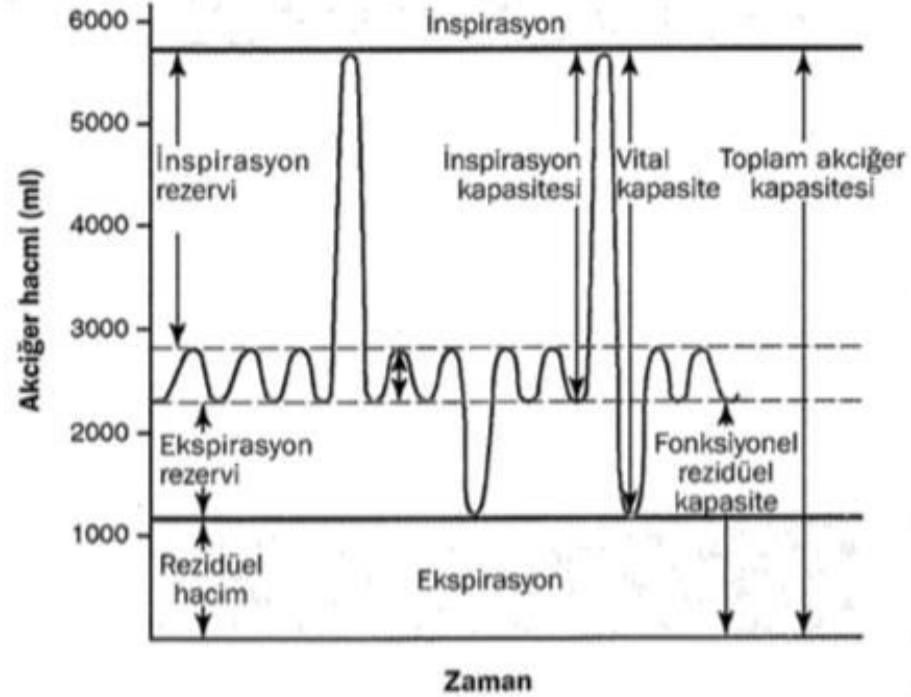
## • Akciğer hacimleri:

**Soluk hacmi (tidal volüm):** Her normal solunum hareketi ile akciğerlere alınan veya akciğerlerden çıkarılan hava miktarıdır. (Miktarı 500 ml)

**Inspirasyon rezervi:** Kişi tüm gücüyle inspirasyon yaptığında, normal soluk hacminin üzerine alınabilen fazladan soluk hacmidir. (3000 ml)

**Ekspirasyon rezervi:** Normal bir ekspirasyon hareketinden sonra, zorlu bir ekspirasyonla çıkarılabilen en fazla hava hacmidir. (1100 ml)

**Rezidüel Hacim:** En zorlu bir ekspirasyondan sonra bile akciğerlerde kalan hava hacmidir. (1200 ml)

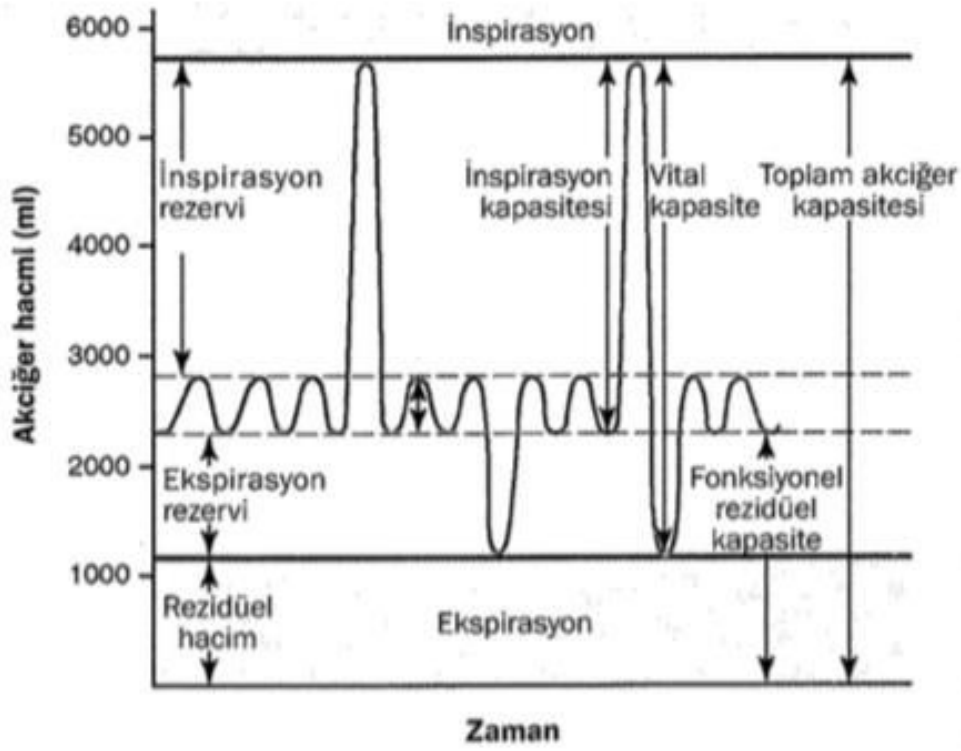


## Akciğer kapasiteleri:

**İnspirasyon kapasitesi:** Soluk hacmi ile inspirasyon rezervinin toplamına eşittir. Bu bir kişinin, normal ekspirasyon düzeyinden başlayarak, akciğerlerin en üst düzeyde gerilmesine kadar inspirasyonla alınabilen (3500ml) hava hacmidir.

**Fonksiyonel Rezidül kapasite:** Ekspirasyon rezervi ile rezidüel hacmin toplamına eşittir. Bu normal ekspirasyon sonunda akciğerlerde kalan hava miktarıdır. (2300ml)

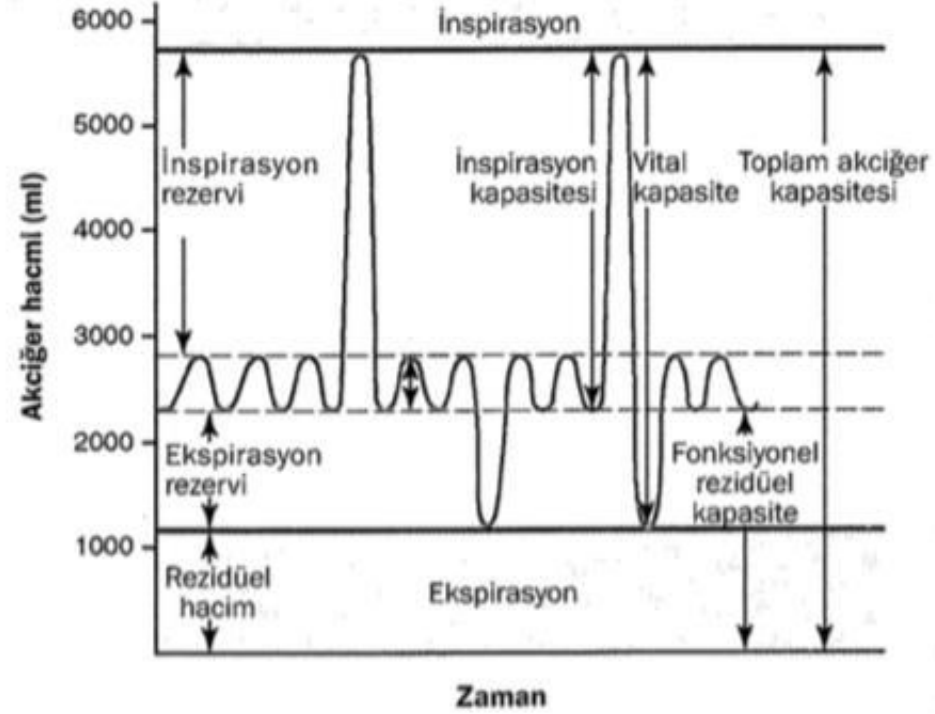
**Vital kapasite:** İnspirasyon rezervi, soluk hacmi ve ekspirasyon rezervlerinin toplamına eşittir. Bu kişinin akciğerlerini en üst düzeyine kadar doldurduktan sonra, zorlu bir ekspirasyonla akciğerlerden çıkarabildiği (4600ml) en fazla hava miktarıdır.



- Akciğer kapasiteleri:

- **Toplam Akciğer kapasitesi:**

Akciğerlerin mümkün olan en geniş inspirasyon hareketi ile gerilmesinden sonra (5800ml) ulaşılabilecek en yüksek hacmidir. Vital kapasite ile rezidüel hacmin toplamına eşittir.





- Akciğer hacim ve kapasiteleri insandan insana yaş, cinsiyet, vücut yüzeyi, antrenmanlı olup olmama durumuna göre farklılık göstermektedir.
- Tüm akciğer hacim ve kapasiteleri, kadınlarda erkeklerinkinden % 20-25 daha düşüktür.

# Dakika Ventilasyon

- Bir dakikada solunum yollarına giren yeni hava miktarıdır ve VE harfleri ile ifade edilir.
- Soluk hacmi (Tidal volüm(TV)) ile soluk frekansının (f)çarpımıyla bulunur.
- $VE=TV \times f$
- Normal bir erişkinde solunum hacmi 500ml, soluk frekansı da dakikada 12 dir.
- Bu durumda dinlenimde ventilasyon veya solumun dakika hacmi = $500 \times 12=6$  lt/dk dir.
- Egzersizde ventilasyon artar.
- Artış oksijen kullanımından ziyade karbondioksit tarafından düzenlenir.

# Alveoler Ventilasyon

- Akciğerlerde gaz değişimin gerçekleştiği bölgelere yeni havanın ulaşma hızına alveoler ventilasyon denir.
- Gaz değişimi; alveoller, alveol keseleri, alveol kanalları ve respiratuvar bronşiyollerdir.
- Solunum havasının bir kısmı gaz değişiminin yapıldığı bölgelere ulaşmaz, burun, farinks, trake, bronş ve bronşiyoller gibi gaz değişiminin olmadığı bölgelerde kalır.
- Bu bölgelerde kalan havaya gaz değişimine katılmadığı için **ölü boşluk havası\*\*** denir.
- Ölü boşluk hacmi 150 ml kadardır.
- Alveoler ventilasyon hızı dakikada alveollere ve diğer gaz değişim alanlarına giren yeni hava miktarıdır.
- Soluk hacminden ölü boşluk hacminin çıkartılmasıyla bulunur.
- Miktarı  $(500-150) \times 12 = 4200$  ml dir.

# Alveol havasındaki gazların basınçları

- Alveollerdeki artık volüm nedeniyle her soluk alışverişte yeni gelen hava ile alveolde bulunan eski hava karışır.
- Özellikle de  $CO_2$  miktarının artması diğer gazları seyreltir.
- Yer değiştiren eski alveol havasının miktarı total alveol havasının  $1/7$  si kadardır.
- Bu nedenle tüm alveol havasının yenilenmesi için birçok kez nefes almaya ihtiyaç vardır.

# Ekspirasyon havasındaki gazların basınçları

- Ekspirasyon havası
  - Alveol havası ile ölü boşluk havasının karışımıdır.
- Ölü boşluk havasının oranı ile alveolar havanın oranı ekspirasyon havasındaki gazların miktarını belirler.

# Solunum Kontrolü

- Solunumun hızı ve derinliği vücudun metabolik gereksinimlerine göre ayarlanır.
- Solunum, sinir sistemi tarafından alveoler ventilasyon hızı ayarlanarak  $PO_2$  ve  $PCO_2$  basınçları çok değişse bile sabit tutulur.
- Bu işlevler merkezi sinir sisteminde bulunan solunum merkezi tarafından yapılır.



# Solunum merkezi

- Solunum merkezi **beyin sapında** bulunur.
- Solunum merkezlerine direkt ve indirekt olarak kimyasal ve sinirsel yollarla uyarılar gelmektedir.
- 3 ayrı hücre grubundan/ merkezden oluşmuştur.  
Bunlar;
  1. **Dorsal solunum grubu**-inspirasyon merkezi
  2. **Ventral solunum grubu**-ekspirasyon ve inspirasyon merkezi.
  3. **Pnomotaksik merkez**-solunum hızı ve tipi
- Solunumun düzenlenmesinde dorsal solunum grubu ana rol oynar.

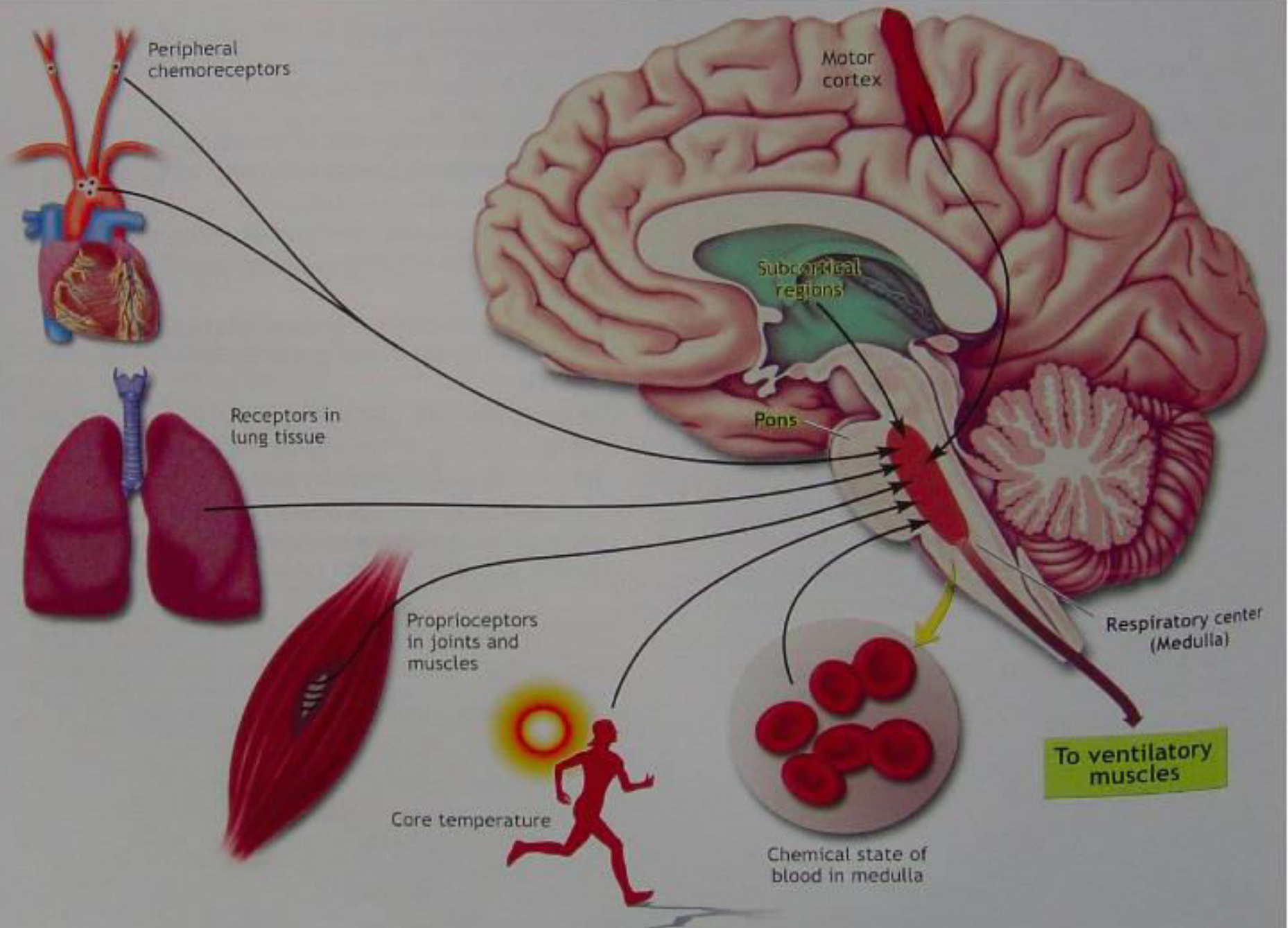


FIGURE 14.1 • Schematic representation of factors that affect medullary control of pulmonary ventilation.

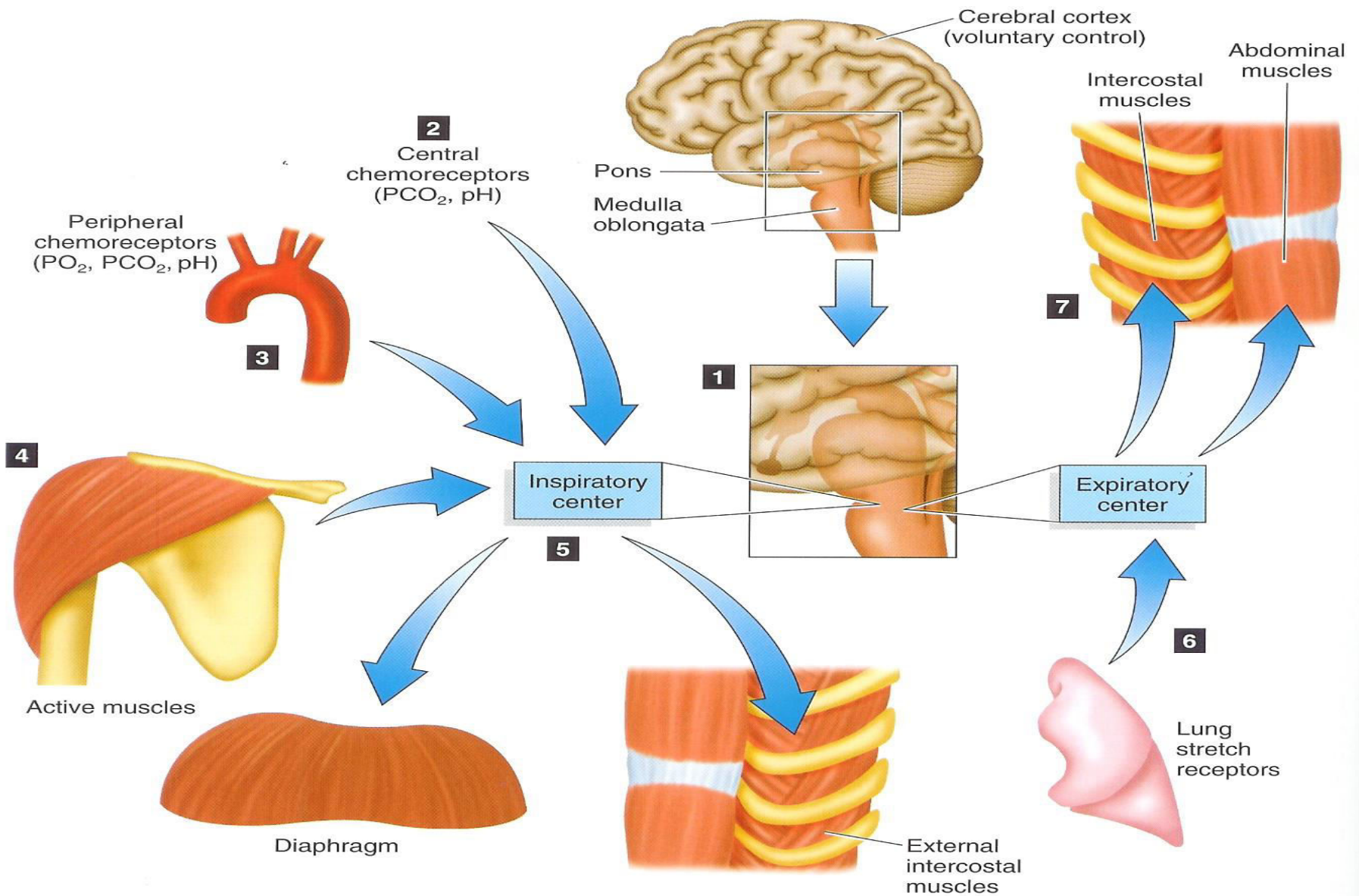


Figure 8.8 An overview of the processes involved in respiratory regulation. (1) The medulla oblongata contains the inspiratory and expiratory centers. When (2) central chemoreceptors, (3) peripheral chemoreceptors, and (4) active muscles stimulate the inspiratory center, the inspiratory center stimulates (5) the external intercostal and diaphragm muscles to contract to increase the volume of the thorax, thereby drawing air into the lungs. (6) This stretching of the lungs triggers the expiratory center to contract (7) the intercostal and abdominal muscles, causing the thoracic volume to decrease and force air out of the lungs.

## Solunum merkezini etkileyen faktörler şunlardır;

- Akciğerlerdeki gerilme reseptörlerinden gelen uyarılar,
- Eklem kas ve tendonlardaki proprio reseptörlerden gelen uyarılar,
- Kandaki H iyonu artışı,
- Aort kavsi ve karotid arterlerde bulunan kimyasal reseptörlerden (bu reseptörler kandaki  $PCO_2$ ,  $PO_2$  ve PH değişikliklerine duyarlıdır) gelen uyarılar,
- Deri ve vücut ısısında meydana gelen değişiklikler,
- Hormonal (örneğin epinefrin) ve sinirsel faktörler,
- Üst beyin merkezlerinden gelen uyarılar

# Akciğerler ile ilgili anomaliler???

- Amfizem\*
- Pnömoni\*
- Atelektazi\*
- Astım\*
- Tüberküloz\*

# Amfizem



- Akciğerlerde hava bulunması anlamına gelir.
- Bronş ve bronşiyollerin irrite eden duman yada başka maddelerin sürekli teneffüsü ile hava yollarının koruyucu mekanizması bozular, artıklar atılamaz ve havayolları tıkanır.
- Havayollarının tıkanması havanın alveollerden atılmasını güçleştirir ve hava alveollerde hapsolür, alveoller gerilerek genişler.
- Sonuçta alveol çeperi haraplanır hipoksi ve hiperkapni gelişir.



# Pnömoni



- Alveollerin sıvı ve kan hücreleriyle dolduğu akciğer iltihabıdır.
- En yaygın nedeni pnömokok bakterilerinin neden olduğu bakteriyel pnömonidir.
- Sonuçta akciğer alveollerinde gaz değişimi gerçekleşemez.

# Atelektazi



- Alveollerin kollapsı demektir.
- Kollaps büzüşüp sönümlenmedir.
- Kollaps ya solunum yolunun tıkanması nedeniyle yada sürfaktan adı verilen maddenin eksikliği nedeniyle oluşur.

# Astım



- Bronşiyollerin duvarında bulunan düz kasların spastik olarak kasılmasıyla solunumun zorlaşmasıdır.
- Genel nedeni bronşiyollerin havadaki yabancı maddelere aşırı duyarlılığıdır.

# Tüberküloz – verem



- Tüberküloz basilinin akciğerlerde oluşturduğu kendine özgü reaksiyon.
- Tedavi edilmezse basil tüm akciğere yayılır ve akciğer dokusunda ileri derecede harabiyet yapar.

# Hipoksi?

- Oksijen azlığıdır.
- Çeşitleri;
  1. Hipoksik hipoksi-PO<sub>2</sub> düşük
  2. Anemik hipoksi-Hb düşük
  3. Stegnant hipoksi-dolaşım bozukluğu
  4. Histotoksik hipoksi-doku O<sub>2</sub> yeterince kullanamıyor.

# Anoksi?

- Oksijenin hiç olmamasıdır.
- Organizma hipoksiye uyum sağlar (bir dereceye kadar) ama anoksi durumunda ölür.



# Hiperkapni?

- Vücut sıvılarında karbondioksit birikmesi anlamında kullanılır.
- Hipoventilasyon yada dolaşım yetersizliği ile hipoksi ile birlikte hiperkapni oluşur.

# Siyanoz?

- Derinin mavimtrak renk almasıdır.
- Nedeni deri damarlarında, özellikle kapillerlerde deoksijene hemoglobin miktarının artmasıdır.
- Deoksijene hemoglobin koyu mavimor renktedir.

# Solunum tipleri?

- **Eupnea**: normal solunum
- **Hiperpne**: solunumun frekansının ve derinliğinin artması
- **Polipne**: solunumun sıklığının artması
- **Apne**: solunumun geçici olarak durması
- **Dispne**: solunumun güçleşmesi; ventilasyonun hava isteğini karşılayamaması-hava açlığı

# Kaynaklar

- *Arthur C. Guyton, John E. Hall, Medical Physiology, 11th edition*
- *Elaine N. Marieb, Human Anatomy & Physiology, Global Edition 10th Edition*
- *Vander İnsan Fizyolojisi 13. Baskı, 2013*