

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**ALANLAR ORTAK**

**SOLUNUM SİSTEMİ  
720S00031**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. SOLUNUM YOLLARININ YAPI VE İŞLEVLERİ .....	3
1.1. Üst Solunum Yolları .....	4
1.1.1. Burun (Nasus) .....	5
1.1.2. Yutak (Pharynx, Farenks) .....	7
1.1.3. Gırtlak (Larynx) .....	8
1.2. Alt Solunum Yolları .....	12
1.2.1. Soluk Borusu (Trachea, Trakea) .....	12
1.2.2. Bronchi (Bronşlar) .....	13
1.2.3. Bronchiolus (Bronşiol) .....	15
UYGULAMA FAALİYETİ .....	17
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	18
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	19
2. AKCİĞERLER (PULMONES) YAPI VE İŞLEVLERİ .....	19
2.1. Akciğerlerin Yapısı .....	20
2.2. Akciğerlerin Görevleri .....	22
2.2.1. Akciğerlerin Asit-Baz Dengesine Etkileri .....	23
2.3. Göğüs Boşluğu, Mediastinum ve Plevra .....	23
UYGULAMA FAALİYETİ .....	25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	26
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	27
3. SOLUNUM SİSTEMİ MEKANİZMASI VE FİZYOLOJİSİ .....	27
3.1. Solunum Sistemi Mekanizması .....	27
3.2. Solunum Sisteminin Fizyolojisi .....	28
3.2.1. Gazların Difüzyonu .....	30
3.2.2. Oksijen ve Karbondioksitin Kanda Taşınması .....	31
3.3. Akciğer Volüm ve Kapasiteleri .....	32
3.4. Solunumla İlgili Terimler .....	33
UYGULAMA FAALİYETİ .....	35
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	36
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	37
KAYNAKÇA .....	40

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>720S00031</b>
<b>ALAN</b>	<b>Alanlar Ortak</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Alanlar Ortak</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Solunum Sistemi</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Solunum sistemini oluşturan organların yapı ve işlevleri ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/16
<b>ÖNKOŞUL</b>	
<b>YETERLİK</b>	Solunum sistemi yapı ve işlevlerini ayırt etmek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Anatomi laboratuvarında gerekli araç ve gereç sağlandığında solunum sisteminin yapı ve işlevlerini ayırt edebileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <b>1.</b> Solunum yollarının yapı ve işlevlerini ayırt edebileceksiniz. <b>2.</b> Akciğerlerin yapı ve işlevini ayırt edebileceksiniz. <b>3.</b> Solunum sistemi fizyolojisini ve mekanizmasını ayırt edebileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Teknik sınıf ve kütüphane, internet gibi bireysel öğrenme ortamları <b>Donanım:</b> Solunum sistemini oluşturan organ ve yapılara ait organ maketleri, anatomi atlası, eğitim posterleri, afiş, şema, bilgisayar, projeksiyon, tepegöz, CD ve slayt gösterileri vb. eğitim öğretim materyalleri
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## **Sevgili Öğrenci,**

Sağlık alanında gerek teknolojik gerekse bilgi alanında çok hızlı değişim yaşanmaktadır. Bu değişimlere ayak uydurabilmek için bireylerin bilgi ve becerilerinin sürekli yenilenmesi gerekmektedir. Ayrıca sağlıklı bir toplumun temelini iyi yetişmiş sağlık personeli oluşturacaktır. Sizler ileride sağlık personeli olacaksınız. İnsan vücudunun anatomisi ve fizyolojisi hakkında yeterli bilgi ve beceriye sahip olmanız gerek. İnsan vücudunun normal yapı ve işlevlerini bilmeden hastalıklarını tedavi etmek mümkün değildir.

Bu modül aracılığıyla solunum sistemini oluşturan organların yapı ve işlevlerine ait bilgi ve beceriler edineceksiniz. Edindiğiniz bilgi ve beceriler, mesleki yaşamınızda bilinçli sağlık personeli olmanızı sağlayacaktır.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Solunum yollarının yapı ve işlevlerini ayırt edebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

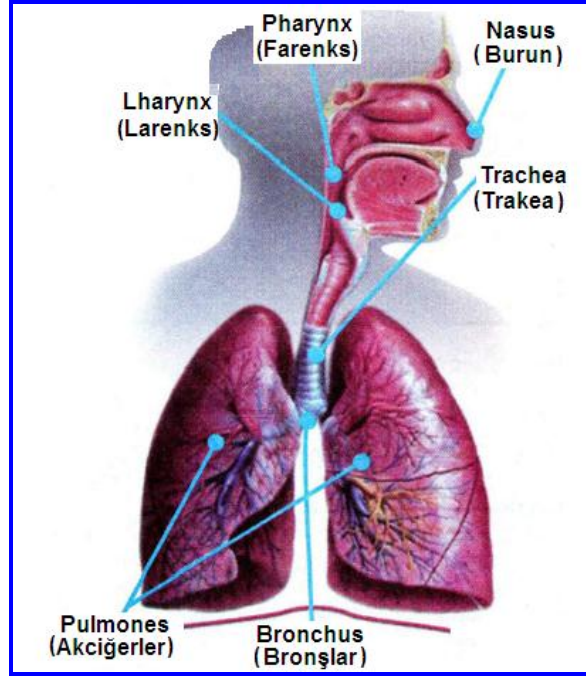
- Solunum sistemini oluşturan organları, kaynak kitap, dergi, maket, DVD, CD, afiş ve resim üzerinde inceleyiniz.
- Konuyla ilgili bulduğunuz bilgilerden bir dosya oluşturarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 1. SOLUNUM YOLLARININ YAPI VE İŞLEVLERİ

Solunum, fizyolojik bir olaydır ve yaşam için gerekli oksijeni sağlar. Dış ortamdan alınan hava içindeki oksijen ile organizma içindeki karbondioksitin karşılıklı olarak yer değiştirmesi solunum (**respiration**) olarak tanımlanır. Solunum fonksiyonu iç ve dış solunum olarak iki bölümde incelenir. Dış solunum (**eksternal solunum**); dış ortamdan oksijenin alınması, vücuttaki karbondioksitin dış ortama verilmesidir. İç solunum (**internal solunum**) ise kan ile hücreler ve hücreler arası sıvıda gerçekleşen gaz değişimidir.

Solunum sistemi (systema respiratorium), solunum yolları ve akciğerler olmak üzere iki bölüme ayrılarak incelenir. Solunum yolları; dış ortamdan alınan oksijenin akciğerlere gelmesini ve kandan akciğerlere geçen karbondioksitli havanın dış ortama atılmasını sağlar. Solunum yolları burun (**nasus**), yutak (**pharynx**), gırtlak (**larynx**), soluk borusu (**trachea**) ve bronşlar (**bronchus**) dan oluşur. Akciğerler (**pulmones**) ise oksijen ve karbondioksit değişiminin olduğu solunum organıdır.

- **Solunum sisteminin fonksiyonları**
  - Oksijen temin eder.
  - Karbondioksiti atar.
  - Kanın hidrojen iyon konsantrasyonunu (pH'ını) düzenler.
  - Konuşmak için gerekli sesleri üretir (fonasyon).
  - Mikroorganizmalara karşı vücudu savunur.

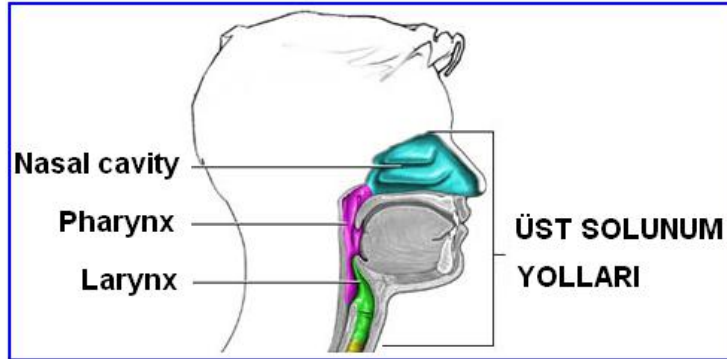


Şekil 1.1: Solunum sistemini oluşturan organlar

Solunum yolları, göğüs boşluğunda yer alıp almamasına göre üst ve alt solunum yolları olarak ikiye ayrılır.

### 1.1. Üst Solunum Yolları

Üst solunum yolları; burun (nasus), farenks (pharynx) ve larenks'ten (larynx) oluşmaktadır.

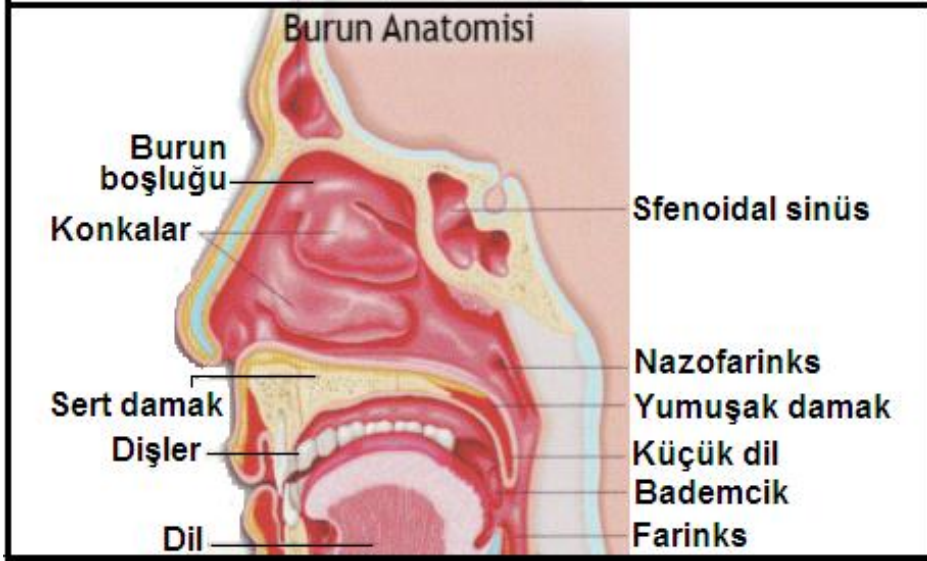


Şekil 1.2: Üst solunum yollarında bulunan yapı ve organlar



### 1.1.1. Burun (Nasus)

Üst solunum yollarının temel organı olan burun, solunum yolu olmasının yanı sıra içinde bulunan özel mukoza sayesinde “koku organı” olarak da fonksiyon görür. Burun, solunum yollarına giren havanın ilk giriş yolunu oluşturur.

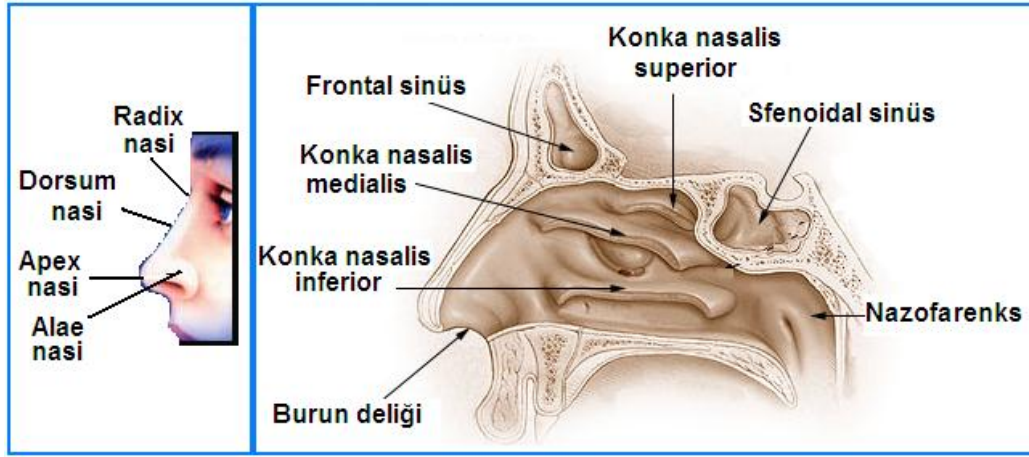


Şekil 1.3: Burun anatomisi

Kemik ve kıkırdaklardan yapılmış, kas ve deri ile örtülü bir organ olup yüzün ortasında ve öne doğru bir çıkıntı hâlinde uzanır. Burunun büyüklük ve şekli şahsa ve ırka göre değişmektedir. Dış görüntüsü bakımından burun üç yüzlü piramide benzer. Piramidin geniş ve simetrik olan iki yüzü, burnun yan yüzlerini oluşturup önde birleşerek burun sırtını (**dorsum nasi**) meydana getirir. Dorsum nasi'nin yukarıda alınla birleştiği kısma **radix nasi**, aşağıda kalan uç kısmına da **apex nasi** denir. Yan yüzlerinin burun deliklerini dıştan çevreleyen kısımlarına burun kanatları (**alae nasi**) denir. Piramidin üçüncü yüzü aşağıya bakar ve yüzlerin en küçüğüdür. Burada ortada **septum nasi** denilen bir bölme ile birbirinden ayrılmış burun delikleri (**nares**) bulunur. Burun delikleri yanlarda burun kanatları ile sınırlanmıştır.

Burun iskeletinin bir kısmı kemik, bir kısmı kıkırdaktan oluşmuştur. Kemik iskeleti os nasale, maxillanın proc. frontalis ve os frontalenin pars nasalis oluşturur. Kıkırdak iskeleti ise burun bölmesi kıkırdağı **cartilago septi nasi** ile burun kanadı **cartilago alaris majör** ve **cartilago minores** kıkırdağı oluşturur. Burun yumuşak kısmının iskeletini yapan kıkırdaklar nefes alırken burun duvarlarının içe doğru çekilmesine engel olur ve burun deliklerinin devamlı açık kalmasını sağlar.

Burun boşlukları (**cavitas nasi**) iki tane olup kemik ve kıkırdaklardan yapılmış bir bölme (septum nasi) ile birbirinden ayrılmıştır. Burun boşlukları en arkada geniş bir açıklık ile yutağa bağlanır ve buraya choanae denir. Burunda her iki boşlukta bulunan kıvrımlı oluşumlara konka (**concha**) denir. Burundaki konkalar, **Concha nasalis süperior**, **concha nasalis media** ve **concha nasalis inferior**dur. Konkaların aralarında dar geçitler vardır. Bu geçitler “**meatus nasi superior**, **meatus nasi medius** ve **meatus nasi inferior**”dur. Meatus nasi inferiora gözyaşı kanalı (**ductus nasolacimalis**) açılır. Gözyaşı bu yolla burun boşluğuna nakledilir. Meatuslara paranasal sinüslerde açılır.



Şekil 1.4: Burun ve burun boşluğu

Konkaların, burun solunumu sırasında havanın arkaya iletimi, havanın nemlendirilmesi, ısıtılması ve filtre edilmesi gibi görevleri vardır. Burun boşluğunun iç yüzünün her tarafı mukoza ile örtülüdür. Bu mukoza burun boşluğuna açılan tüm sinüsleri ve kanalları örten mukoza ile devam eder. (Bu nedenle burundan kaynağını alan bazı iltihabi durumlar, sinüslere ulaşabilir.) Burun boşluğu mukozası, yapı bakımından, boşluğun her tarafında aynı karakterde değildir.

Burun boşluğu mukozası titretilen tüylerle kaplıdır. Burun boşluğunun üst kısımları, burun tavanının hemen hemen orta kısımlarına kadar epitel ile döşenmiştir. Burun boşluğu etrafında bulunan kemiklerde çeşitli büyüklükte boşluklar (**sinüs**) bulunur. Bu boşluklara, **sinüs paranasales** denir. Sinüsler burun boşluğuna açılır ve ait oldukları kemiklere göre adlandırılır.

#### **Burun boşluğu fonksiyonel olarak üç bölümde incelenir.**

- **Vestibulum nasi:** Burun boşluğunun giriş kısmıdır. İçinde burun kılları ve yağ bezleri bulunur. Burun kılları solunum havası içinde bulunan yabancı cisimlerin tutulmasını sağlayarak iç bölümlere geçmesini engeller.
- **Regio respiratoria:** Vestibulum nasinin arkasında yer alır. Prizmatik epitel ile kaplı, damardan zengin ve solunum ile ilgili bölümdür. Buruna gelen hava bu bölgede temizlenir, ısıtılır ve nemlendirilir.

- **Regio olfactoria:** Burun boşluğunun üst bölümüdür. Sinir dokudan zengindir ve bu bölümde koku almakla ilgili hücreler bulunur.

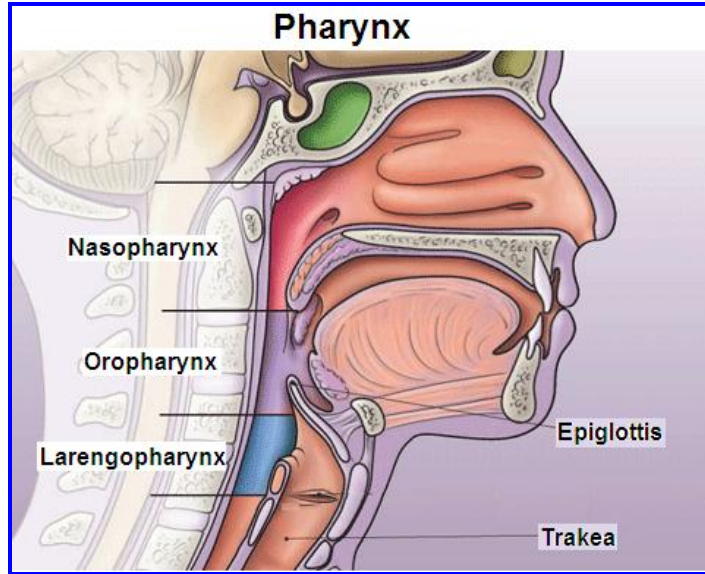
• **Burunun Görevleri**

- Solunuma yardımcı olmak
- Koku almak
- Burun boşluğundan geçen havayı ısıtmak, temizlemek ve nemlendirmek
- Sesin niteliğini ayarlamak (Hava ile dolu olan sinüsler, sesin niteliğini etkilemektedir.)

### 1.1.2. Yutak (Pharynx, Farenks)

Yutak solunum ve sindirim sisteminde görevli bir organdır. Yutak; burun ve ağız boşluğunun arkasında, yemek borusunun (özefagus) ve gırtlak (larynx) üstünde bulunmaktadır. Yaklaşık 12–14 cm uzunluğunda, kas ve zarlardan yapılmıştır.

Yumuşak damak ile birbirinden ayrılan ağız ve burun delikleri yutakta birleşmektedir. 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.



Şekil 1.5: Pharynx

Yutak; içten dışa doğru **tunica mucosa**, **tunica fibrosa**, **tunica muscularis** ve **adventitia** denilen tabakalardan oluşur.

## ➤ Farinksin Bölümleri

Farinks, burun bölümü (**nasopharynx**), ağız bölümü (**oropharynx**), gırtlak bölümü (**laryngopharynx**) olmak üzere 3 bölümden oluşur.

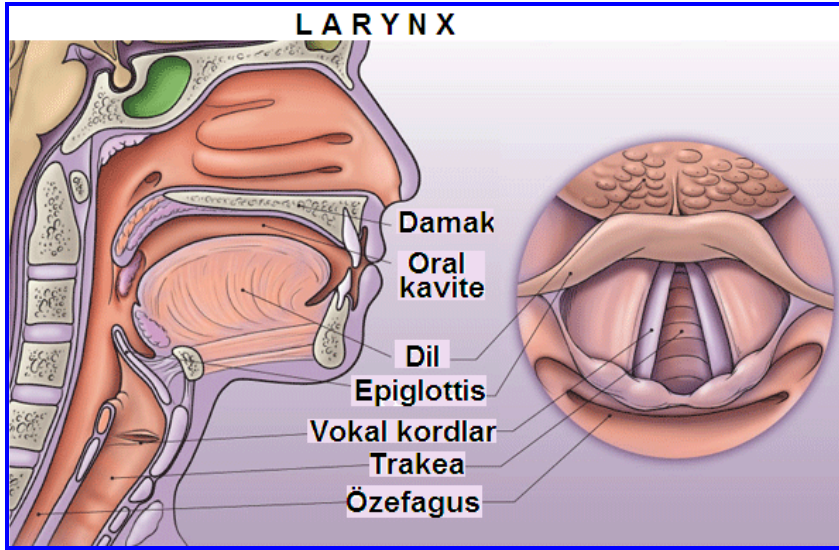
- **Burun Bölümü (Nasopharynx):**Yutağın üst bölümüdür. Bu bölüm burun boşluğunun arkasında yer alır. Nasopharynx burun boşlukları ve yutağın açıldığı chonae ile bağlantılıdır. Alt sınırı yumuşak damaktır. Nasopharynx'in yan duvarlarına orta kulağın bağlantı kanalı (**östaki borusu=tuba auditiva**) açılır. Bu kanalla orta kulak ile dış ortam arasında hava ilişkisi sağlanmış olur. Bu bölüm arka, üst duvarında lenfoid organ olan bademcikler (**tonsilla pharyngea**) bulunmaktadır.
- **Ağız Bölümü (Oropharynx):**Yutağın ağız boşluğuna açılan bölümüdür. Yumuşak damaktan hyoid kemik yüksekliğine kadar uzanan kısımdır. Oropharynx'in arka duvarı, üçüncü ve dördüncü boyun omurları yüksekliğindedir ve bir kısmı ağız boşluğundan görülür. Yan duvarlarında damak bademcikleri (**tonsilla palatina**), dil kökü üzerinde dil bademcikleri, yukarıda tonsilla pharyngea ile çevrili lenfatik bir yapı bulunur. Bu yapıya “**Waldeyer'in lenfatik halkası**” denir. Bu halka vücudun mikroplara karşı korunmasında önemli rol üstlenir.
- **Gırtlak Bölümü (Laryngopharynx):**Laryngopharynx bölümü, larynxin arkasında bulunur. Krikoid kıkırdağın alt kenar veya altıncı boyun vertebraı yüksekliğinde olup özofagus'un başlangıcını oluşturur. Larynx ve trachea ile bağlantı yapar. Aşağıya doğru gittikçe daralır.

## ➤ Farinksin Görevleri

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

### 1.1.3. Gırtlak (Larynx)

Larynx (gırtlak), solunan havanın alt solunum yollarına geçişini ve sesin oluşumunu sağlar. Larynx, boynun ön tarafında 3.- 6. boyun omurları hizasında laryngopharynx ve trachea arasında yer alır. Soluk borusunun üst kısmı genişleyerek larynx'i oluşturur. Kıkırdak, zar, bağ (ligament) ve kaslardan oluşan yapısı vardır. Larynx iskeletini oluşturan kıkırdaklar üçü çift, üçü de tek olmak üzere dokuz tanedir. Bu kıkırdaklar birbirleri ile birtakım ligament ve kaslar ile bağlantılı olup ses apareyi olarak fonksiyon görür. Yutma hareketinde, hyoid kemik ile birlikte larynx'te yukarı doğru hareket eder.



Şekil 1.6: Larynx'in yapısı

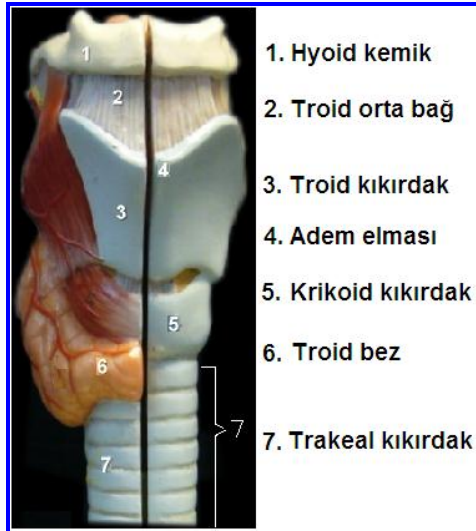
➤ **Larynxin tek kıkırdakları**

- **Cartilago thyroidea (kalkan kıkırdak= tiroit kıkırdak)**

Larynx kıkırdaklarının en büyüğüdür. Sağlı sollu iki laminadan oluşmuştur. Bu laminalar ön tarafta açı oluşturacak şekilde birleşip birleşme yerinde ön tarafa doğru olan çıkıntısına **prominentia laryngea** (adem elması) denilir. Erkeklerde daha belirgindir.

- **Cartilago cricoidea (yüzük kıkırdak=krikoit kıkırdak)**

Larynxin en alt bölümünü oluşturan kıkırdakların en sağlam ve en kalınıdır. Halka şeklindedir. Hava yolunun devamlı açık kalmasını sağlar.

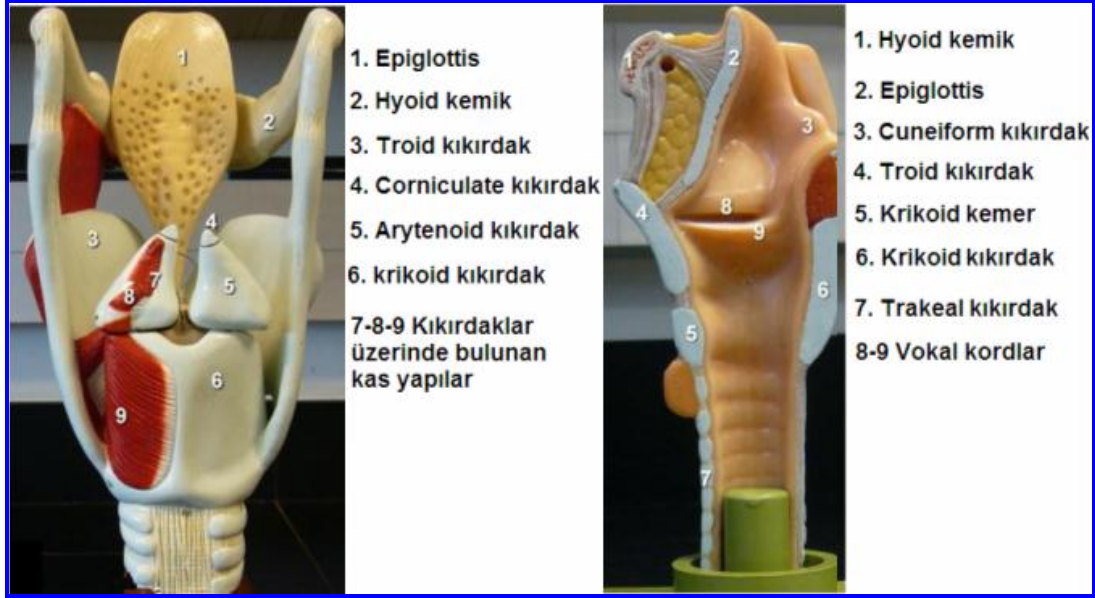


Şekil 1.7: Larenksin kıkırdakları

- **Cartilago epiglottica (yaprak kıkırdak)**

Yaprak şeklinde olup dil kökü ile os hyoideum'un arkasında ve vestibulum larynxinde önünde bulunur. Epiglot elastiki fibröz yapıdadır ve yaşlanmayla kemikleşmez.

Ses plicalarının arasındaki boşluğa **glottis** denir. Glottisin üzerinde ve dilin arkasında bulunan epiglot yutma esnasında glottisi kapatarak yutulan besinlerin solunum yoluna gitmesini önler.



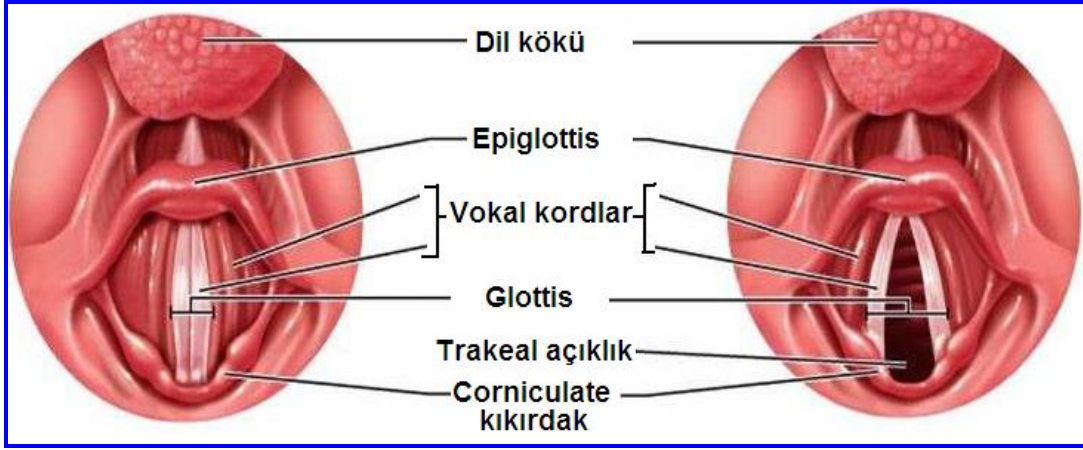
Şekil 1.8: Larenksin kıkırdakları

➤ **Larynxin çift kıkırdakları:**

Cartilago arytaenoidea, cartilago corniculata, cartilago cuneiformis larynxin çift kıkırdaklarıdır.

- **Cartilago arytaenoidea**

Bu kıkırdak çift olup larynxin arka tarafında bulunur. Gırtlığın ses çıkarma ve sfinkterik fonksiyonlarında doğrudan rol oynar. Glottis denilen açıklığın etrafında bağ doku, kas doku ve mukozadan oluşan yapılar **plica vocalisi (ses tellerini)** oluşturur. Soluk verme esnasında hava geçerken ses tellerini titreştirerek sesin oluşumunu sağlar.



Şekil 1.9: Glottis, epiglot ve vocal kordlar

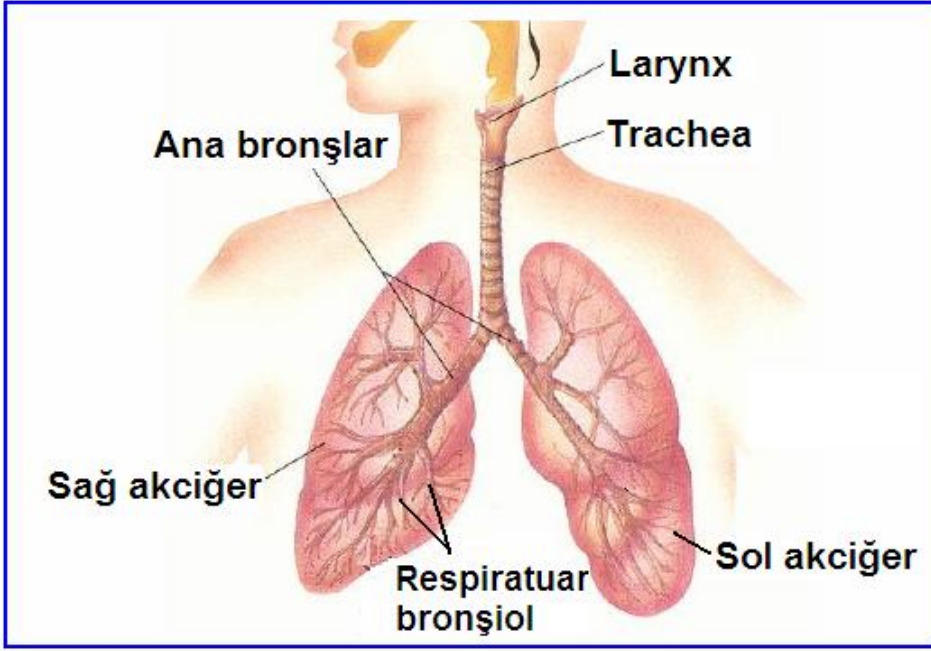
- **Cartilago corniculata:** Küçük konik şeklinde fibrokartilaginöz yapıda çift kıkırdaktır.
- **Cartilago cuneiformis:** Elastik fibrokartilaginöz yapıda çift kıkırdaktır.

#### ➤ Larynxin Görevleri

- Solunum yolunu açık tutmak.
- Öksürük refleksi ile alt solunum yollarını koruyup temizlemek. Yabancı maddelerin gırtlığa kaçmasını öksürük refleksi ile engeller. Refleksiyle birlikte derin bir soluk alınır. Epiglot ve ses telleri kapanarak alınan hava içerde hapsedilir. Hapsedilen bu hava karın kaslarının kasılması ve diyaframa kasının yardımı ile yukarı doğru itilir. Göğüs kaslarının da kasılması ile birlikte göğüs boşluğunda bulunan bu hava epiglot ve ses tellerinin ani olarak açılması sonucu yüksek basınçla dışarıya atılır. Bu refleks olaya **öksürük** denir.
- Larynx sesin oluşumunu sağlar. Sesin oluşumunda dudaklar, dil, yumuşak damak, farenks, göğüs boşluğu, ağız boşluğu, burun boşluğu ve paranasal sinüsler rol oynar. İnsanlarda larynxin aşağıda bulunmasından dolayı ekspirasyon havası damağa ve ağıza ulaşarak konuşmaya çevrilir (**artikülasyon**).

## 1.2. Alt Solunum Yolları

Alt solunum yolları, soluk borusu (trachea), bronşlar (bronchi) ve respiratuar bronşiolere kadar olan yani havayı akciğer içine ileten bölümlerden oluşur.



Şekil 1.10: Trakea, ana bronşlar ve akciğerler

### 1.2.1. Soluk Borusu (Trachea, Trakea)

Soluk borusu olan trachea, kıkırdak yapıda olup havanın akciğerlere ulaşmasını sağlar. Yaklaşık 10-12cm ve 1,5-2,5 cm enindedir. Larynx kıkırdaklarından olan cartilago cricoideanın altında C6 düzeyinde başlar. Yemek borusunun önünde yer alır. 4.-5. göğüs vertebra hizasına kadar devam edip burada iki önemli kola ayrılır. Tracheanın ana bronşlara ayrıldığı kısım **bifurcatio tracheae** olarak adlandırılır. Bifurcatio tracheanın iç yüzünde orta hatta bulunan çıkıntıya **carina** denir. Bifurcatio tracheadan ayrılan kollar **bronchus** adını alır ve akciğer içine doğru daha ince dallara ayrılarak ilerler.

Trachea, üst üste dizilmiş 15–20 adet U harfi şeklinde açıklığı arkaya bakan tracheal kıkırdaklardan oluşmuştur. Kıkırdakların U harfi şeklinde olması nedeniyle soluk borusunun arka bölümü kıkırdaktan yoksundur. Burası düz kas lifleri, mukoza ve bağ dokusu ile kapatıldığından **membranöz duvar** olarak adlandırılır. Kıkırdak yapı, soluk borusunun sürekli açık kalmasını sağlarken membranöz duvar, lümenin daraltılmasına ve yemek borusu içinde hareket eden lokmanın geçmesine kolaylık sağlar.



Tracheanın yapısında hyalin kıkırdak, fibröz kas lifleri, tunica mukoza ve bezler bulunur. Tracheanın iç yüzeyi tüylü yalancı çok katlı epitel dokudan oluşan mukoza ile kaplıdır. Mukoza ve bezlerden salgılanan mukus solunan hava içinde bulunan yabancı maddeleri tutar.

Trachea, iki bölümde incelenir. Tracheanın boyunda bulunan bölümüne **pars cervicalis**, göğüs boşluğundaki bölümüne **pars thoracica** denir. Pars cervicalis 5 – 6 cm, pars thoracica 6 – 8 cm kadardır.

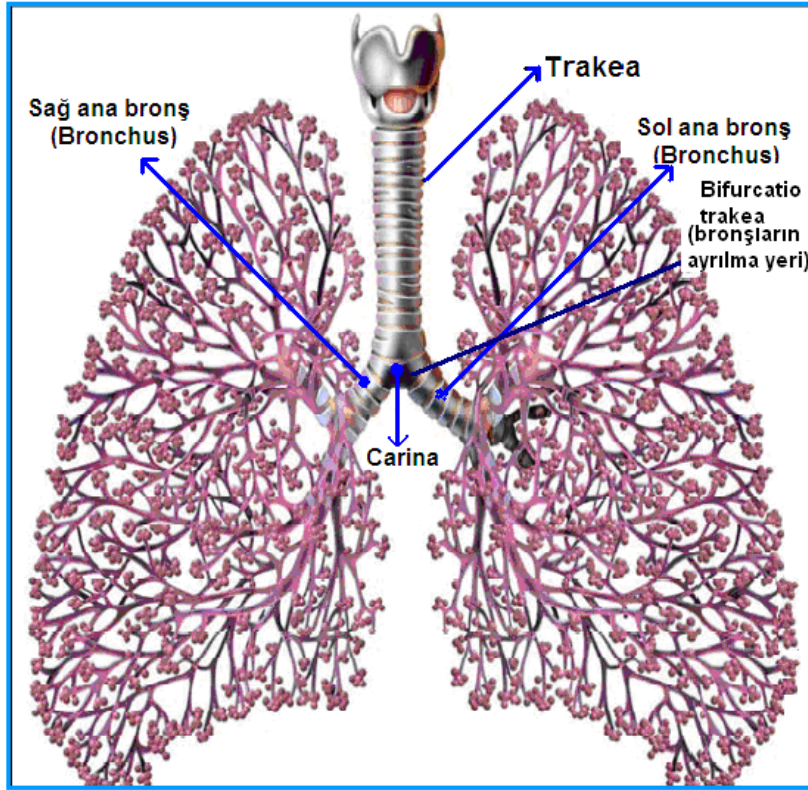
### ➤ Tracheanın Görevleri

- Solunum havasının geçişini sağlamak.
- Havayı temizlemek, nemlendirmek (salgılanan mukus ile yabancı maddeler tutulur, akciğerlere gitmesi önlenir ve öksürük refleksi ile dışarı atılır.)

### 1.2.2. Bronchi (Bronşlar)

Bifurcatio tracheadan ayrılan kollar **bronchus (bronchi – bronş)** adını alır. Ana bronş, lobar bronş ve segmental bronş olarak adlandırılan üç grup bronş vardır. Ana bronşlar lobar bronşlara, lobar bronşlarda segmental bronşlara ayrılır. Segmental bronşlarda daha ince dallar olan bronşiolle (bronchiolus) ayrılır. Ana bronşlar akciğer dışında kalır, lobar ve segmental bronşlar ise akciğer içinde yer alır.

Tracheadan sonra bronşların kademeli bir şekilde bölünerek dallanması ağaç görünümü oluşturur bu görünüm bronş ağacı "**arbor bronchialis**" olarak adlandırılır.

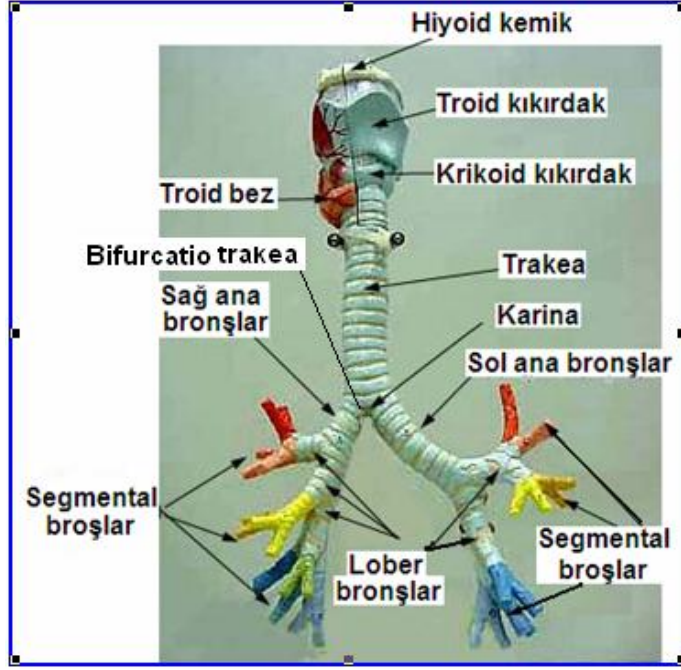


Şekil 1.11: Trakea ve basitleştirilmiş bronş ağacı

Bifurcatio tracheadan sonra ilk bronş dallanmaları olan ana bronşlar (**bronchus principalis**) sağ ve sol ana bronş olarak ayrılır. Sağ akciğere giden bronş, **bronchus principalis dexter**, sol akciğere giden bronş, **bronchus principalis sinister** olarak adlandırılır. Sağ ve sol ana bronş **hilum pulmonis** denilen yerden akciğer dokusuna girer ve ilerleyerek daha ince dallara ayrılır.

- **Sağ ana bronş (bronchus principalis dexter):** Sağ ana bronş akciğer dokusuna girdikten sonra (sağ akciğerin üç lob olmasından dolayı) üç lobe bronşa ayrılır. Sağ ana bronş, sol ana bronşa göre daha geniş, daha kısa ve daha dik durumdadır. Bundan dolayı, solunum yollarına kaçan cisimler, genellikle sağ ana bronşa gider. Akciğer hastalıkları da sağ akciğerde bu yüzden daha fazla görülür.
- **Sol ana bronş (bronchus principalis sinister):** Sol ana bronş (sol akciğerin iki lob olmasından dolayı) iki lobe bronşa ayrılır. Sol ana bronş, sağ ana bronşa göre daha dar, daha uzun ve horizontal seyreder.

Bronşların yapısı, tracheanın yapısına benzer şekildedir. Bronş duvar yapısı tunica fibrocartilaginea, tunica muscularis ve tunica mukozadan oluşur. Mukoza katmanı solunum epiteli şeklindedir. Submukozada bronşial bezler bulunur. Fakat bronşiol aşamasına doğru kıkırdak ve düz kas tabakasında değişimler görülür. Çapları gittikçe daralan ve çok ince dallar olan bronşiollerin duvarında kıkırdak bulunmaz düz kas lifleri bulunur. Düz kas lifleri bronş ve bronşiollerin daralıp genişlemesini sağlar.

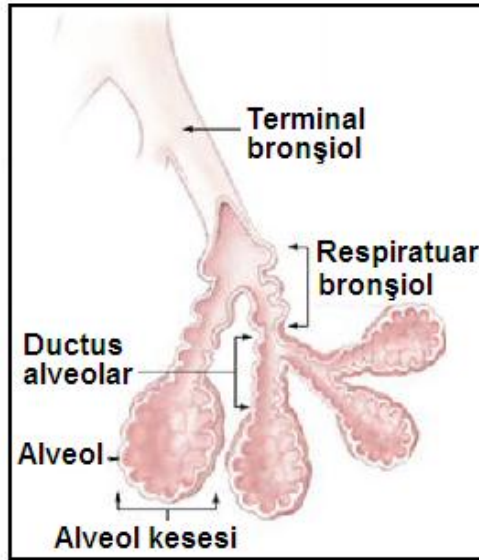
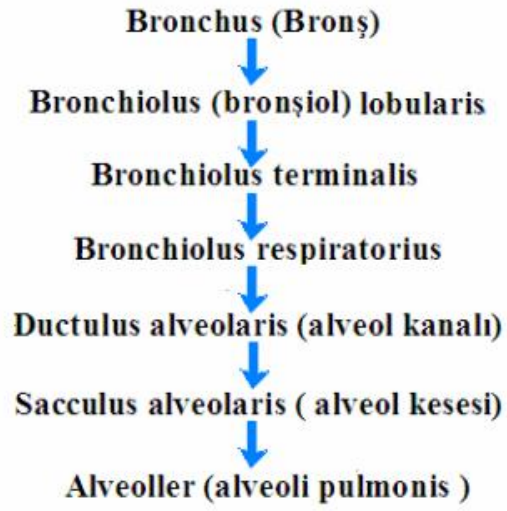


Şekil 1.12: Bronşların dallanması

### 1.2.3. Bronchiolus (Bronşiol)

Çapları ince ve küçük olan hava yolları bronşiol olarak adlandırılır. Segmental bronşlar daha ince dallar olan bronşiolle ayrılır. Bronşiolle, terminal bronşiolle, terminal bronşiolle her biri de bronşiol respiratorise ayrılır. Respiratuar bronşiollede, ductus alveolarise ayrılarak hava kesecikleri olan alveollerde sonlanır. Çapları 1mm'ye kadar olan bronşiollelerin duvarlarında kıkırdak bulunur. Çapları 1mm ve 1mm'den küçük olan bronşiollelerin duvarında kıkırdak bulunmaz düz kas lifleri bulunur. Bronş ve bronşiollelerin yapısında düz kas lifleri bulunurken alveol duvarında kas lifleri bulunmaz.

Ana bronşlardan itibaren hava geçişi şu sırayla olur.



Şekil 1.13: Bronşiooller ve alveoller

## UYGULAMA FAALİYETİ

Solunum yollarının yapı ve işlevlerini ayırt ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Solunum sisteminin yapısını ayırt ediniz.	➤ Şekil 1.1'i inceleyebilirsiniz.
➤ Üst solunum yolları organlarını maket üzerinde gösteriniz.	➤ Maket üzerinde üst solunum yolu organlarının yerlerini gösterebilirsiniz. ➤ Şekil 1.2'yi inceleyebilirsiniz.
➤ Burnun yapısını ayırt ediniz.	➤ Şekil 1.3'ü inceleyebilirsiniz.
➤ Burun boşluğu fonksiyonlarını ayırt ediniz.	➤ Poster, maket ve CD üzerinde inceleyebilirsiniz.
➤ Yutağın yapısını ayırt ediniz.	➤ Şekil 1.5'i inceleyebilirsiniz. ➤ Yutağı afiş, resim ve maket üzerinde inceleyebilirsiniz.
➤ Yutağın anatomik bölümlerini ayırt ediniz.	➤ Maket üzerinde dikkatle inceleyebilirsiniz. ➤ Yazarak çalışabilirsiniz.
➤ Larynxin yapısını ayırt ediniz.	➤ Şekil 1.6'yı inceleyebilirsiniz. ➤ Afiş, resim ve maketten yararlanabilirsiniz.
➤ Larynxin kıkırdaklarını ayırt ediniz.	➤ Larynxi maket ve CD üzerinde dikkatle inceleyebilirsiniz. ➤ Şekil 1.7'yi ve Şekil 1,8'i ve Şekil 1,9'u inceleyebilirsiniz.
➤ Alt solunum yollarını oluşturan organları maket üzerinde gösteriniz.	➤ Alt solunum yollarını oluşturan organlara ait afiş, şema ve maketlerden yararlanabilirsiniz.
➤ Tracheanın yapısını ayırt ediniz.	➤ Tracheanın yapısını (soluk borusu) maket üzerinde inceleyebilirsiniz. ➤ Şekil 1.10'u inceleyebilirsiniz.
➤ Bronşların yapısını ayırt ediniz.	➤ Bronşları afiş, resim ve maket üzerinde inceleyebilirsiniz. ➤ Şekil 1.11'i ve şekil 1.12'yi inceleyebilirsiniz.
➤ Bronşioollerin yapısını ayırt ediniz.	➤ Şekil 1.13'ü inceleyiniz. Afiş, resim ve maketlerden yararlanabilirsiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi, burnun görevlerinden değildir?  
A) Solunuma yardımcı olma  
B) Havayı ısıtıp, temizlenmesini ve nemlilik derecesini artırma  
C) Koku alma  
D) İspirasyon havasını kontrol etme  
E) Lenfositlerin oluşumunu sağlama
2. Aşağıdakilerden hangisi, solunum sistemi organı değildir?  
A) Kalp  
B) Burun  
C) Soluk borusu  
D) Yutak  
E) Gırtlak
3. Aşağıdakilerden hangisi, orafarenkste bulunan Waldeyer'in lenfatik halkasının işlevidir?  
A) Solunuma yardımcı olmak  
B) Mukus salgılamak  
C) Havanın geçişini sağlamak  
D) Mikroorganizmalara karşı vücudu savunmak  
E) Besinlerin trakeaya geçmesini önlemek
4. Aşağıdakilerden hangisi, larynx'in çift kıkırdaklıdır?  
A) Cartilago thyroidea  
B) Cartilago oropharynx  
C) Cartilago arytaenoidea  
D) Cartilago cricoidea  
E) Cartilago epiglottica
5. Aşağıdakilerden hangisi trakeanın ana bronşlara ayrıldığı bölüme verilen addır?  
A) Carina  
B) Bifurcatio trakea  
C) Bronchus  
D) Bronchus principalis dexter  
E) Bronchus principalis sinister

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Akciğerlerin yapı ve işlevlerini ayırt edebileceksiniz.

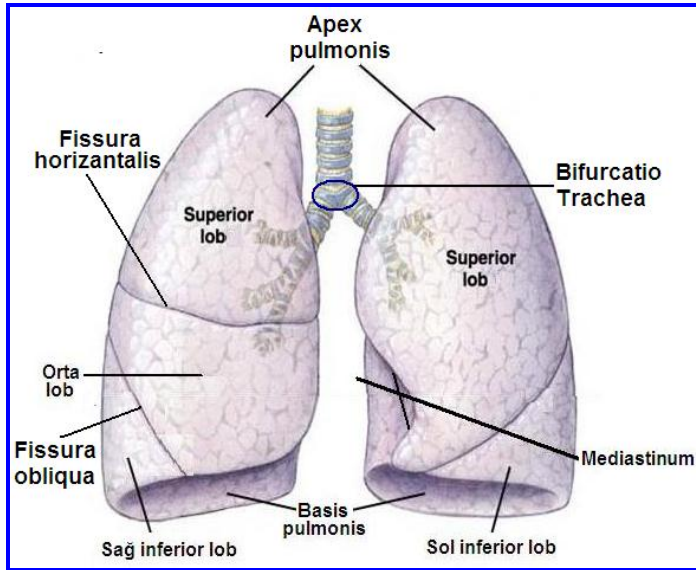
## ARAŞTIRMA

- Akciğerlerin yapı ve işlevlerini önerilen kaynak kitap, dergi, maket, DVD, CD, afiş ve resimleri inceleyiniz.
- Konuyla ilgili bulduğunuz bilgilerden bir dosya oluşturarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 2. AKCİĞERLER (PULMONES) YAPI VE İŞLEVLERİ

Akciğerler, göğüs boşluğunda büyük damarlar ve kalbin yan taraflarında yer alan solunum havası ile kan arasındaki gaz alışverişinin gerçekleştiği bir çift organdır. Akciğerler sağ akciğer (**pulmo dexter**) ve sol akciğer (**pulmo sinister**) olarak adlandırılır. İki akciğer arasında kalp, yemek borusu, soluk borusu ve büyük damarların bulunduğu **mediastinum boşluğu** bulunur. Böylece iki akciğer mediastinum boşluğu ile birbirinden ayrılır.

Sağlıklı akciğerlerde her zaman bir miktar hava bulunur. Bundan dolayı akciğer bir miktar kesilip suya konulduğu zaman yüzer. Parmaklar arasında ezildiği zaman alveollerindeki hava nedeniyle, çıtırtı sesleri hissedilir.



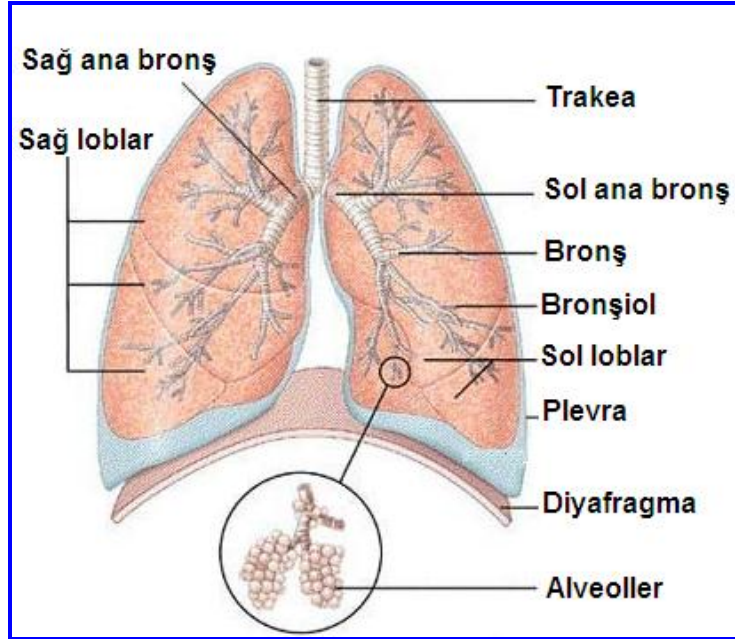
Şekil 2.1: Akciğerler ve yapısındaki oluşumlar

## 2.1. Akciğerlerin Yapısı

Akciğerler oldukça yumuşak, süngerimsi ve elastik bir yapıdadır. Yüzeyleri plevra adı verilen çift katlı seröz bir zarla kaplıdır.

Akciğerlerin ortalama ağırlığı 1200- 1300 gramdır. Koni şeklinde olan akciğerlerin tepesine, apex pulmonis, tabanına da basis pulmonis denir. Apex pulmonis yuvarlak ve künttür. Önde claviculanın sternal ucundan 2,5- 5cm üstte, arkada ise birinci collum costae seviyesindedir. Basis pulmonis geniş ve iç bükey olan akciğerlerin tabanı, diyaframın (diaphragm) dış bükey kısmına dayanmış hâdedir. Akciğerler aynı zamanda karaciğer, midenin fundus kısmı ve dalak ile de komşuluk yapar. Akciğerlerin ağırlıkları kadınlarda ve erkeklerde farklılık gösterir, her ikisinde de sağ akciğer, sol akciğere göre daha ağırdır. Sağ akciğer, karaciğerin yaptığı kabarıklığından dolayı biraz yukarıdadır.

Akciğerler derin yarıklarla loblara ayrılmıştır. Sağ akciğer, birbirinden iki derin yarıkla (fissura) ayrılır. Bunlara fissura obliqua ve fissura horizontalis denir. Bu yarıklar aracılığıyla sağ akciğerde üç lob bulunmaktadır. Üst lob (lobus superior), orta lob (lobus medius) ve alt lob (lobus inferior) olarak adlandırılır.



Şekil 2.2: Akciğerlerin yapısı

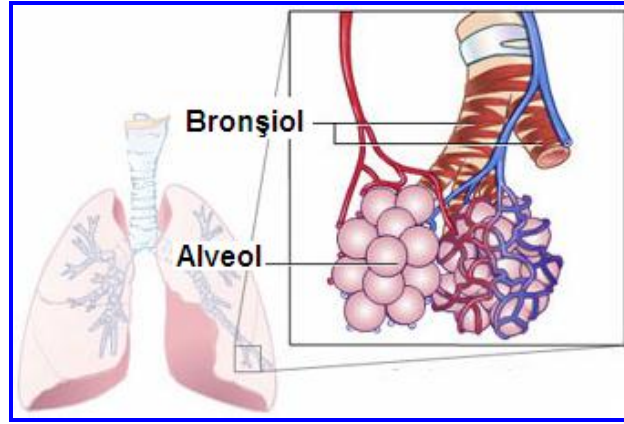
Sol akciğer iki lobdan oluşur. Üst loba (**lobus superior**), alt loba (**lobus inferior**) denir. Loblar arasında bulunan yarıklar, lobların birbiri üzerinde kayarak yer değiştirmesini sağlar. Akciğer lobları, lobcuklardan oluşmuştur. Akciğerlerin iç yan yüzleri (**medial yüz**) hafif çukurdur. Akciğer dokusuna medial yüzün ortasına yakın yerden bronş, arteria pulmonalis ve sinirler girer. Akciğer dokusundan ise vena pulmonalis ve lenf damarları çıkar. Akciğerlere giriş ve çıkışların yapıldığı geçide “akciğer göbeği (**hilus pulmonis**)” denir. **Radix pulmonis**, akciğer sapı olarak ta bilinir ve hilum pulmonise bağlıdır. Akciğerlerin damarları da arteria pulmonalis ve vena pulmonalistir.



### ➤ Alveoller

Bronşlar dallanarak akciğer dokusu içine dağılır ve bronşoller aracılığıyla havayı alveollere getirir.

Alveoller, gaz değişiminin yapıldığı hava kesecikleridir. Görünüşü üzüm salkımına benzer. Kesecik şeklinde olan alveol duvarı içinde elastik lif bulunan tek katlı yassı epitel dokudan oluşmuştur. Alveollerin duvarındaki zengin kapiller ağ ile gaz alışverişi gerçekleşir. Kapiller damarların endotel hücreleri, alveol endotel hücrelerinden az bir interstisiyel sıvı ve bir bazal membranla ayrılmıştır. Kapiller damarlar ile temas eden alveol yüzeyi alanının büyük olması sebebiyle oksijen ve karbondioksit büyük miktarlarda ve hızlıca değişmektedir.



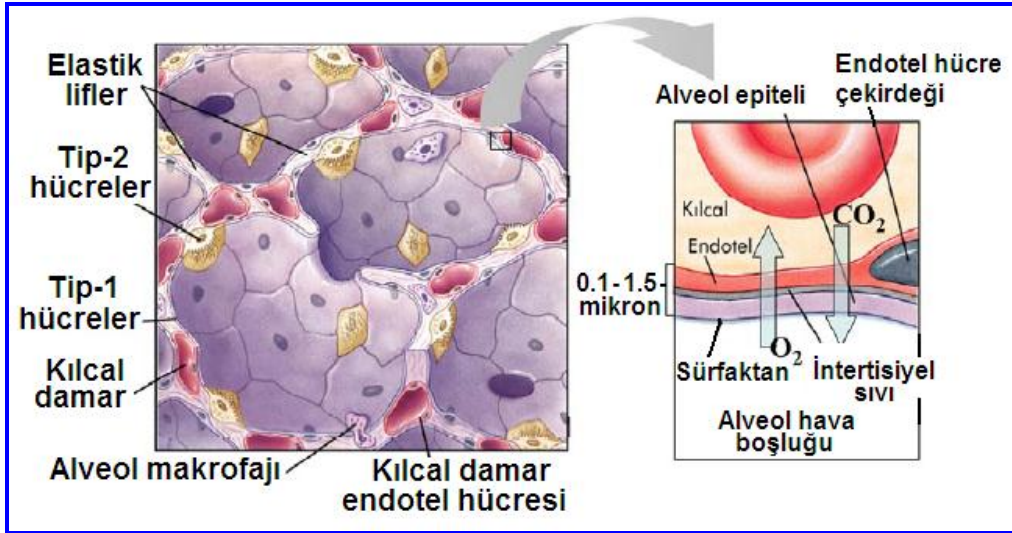
Şekil 2.3: Alveoller

Alveol duvarında bulunan delikler iki komşu alveölü birbirine bağlayarak iki alveol arasında transportu sağlar. Alveollerin epitel katı üç tip hücrelerden oluşmaktadır. Bu hücreler, Tip 1, Tip 2 ve alveol makrofaj hücreleridir.

Bu hücrelerin işlevleri şunlardır:

- Alveol hücrelerinden “Tip 1” hücreleri solunan havadaki partiküllerin temizlenmesini sağlar.
- “Tip 2” hücreleri de alveol **surfaktan** (alveolleri basınca karşı dayanıklı kılan lipoprotein yapısında madde) denilen madde salgılar. Surfaktan alveol yüzey gerilimini azaltıp soluk verme esnasında alveol ağzının kapanmasını engeller.
- Alveol makrofajları da alveollere gelen toz parçalarını yakalayıp alveol duvarından ayırır.

Alveollerin normal fonksiyonlarını görebilmeleri için sürekli açık tutulmaları ve içlerinin de bir miktar nemli olması gerekmektedir. Alveollere bu özellikleri, yüzey gerilimleri azaltılarak kazandırılmaktadır. Surfaktan, alveol yüzey gerilimini azaltarak alveollerin kollabe (büzülmesini) olmasını engeller (Bazı yeni doğan bebeklerde özellikle erken doğan bebeklerde surfaktan yeterince salgılanmadığında hyalin membran hastalığı ve solunum güçlüğü sendromu denilen tablolar ortaya çıkar.).



Şekil 2.4: Alveol epitel katında bulunan hücre ve yapılar

## 2.2. Akciğerlerin Görevleri

- Akciğerlerin en önemli görevi, dışarıdaki havayı alıp hava içindeki oksijenin alveollerin etrafındaki kılcal kan damarlarına geçmesini sağlamaktır.
- İkinci ana görevi de organlardan kirli kanla gelen karbondioksiti alveollere alıp, dışarı atılmasını sağlamaktır.
- Kanda inaktif olarak bulunan “Anjiotensin I” hormonu akciğerlerden geçerken “Anjiotensin II”ye çevrilir.
- Sürfaktan maddesi akciğer alveollerinde sentezlenir ve kullanılır.
- Akciğerler aynı zaman da metabolizma organı gibi işlev görür örneğin alkolün bir kısmı, anestezi maddeler vb. solunumla atılır.
- Bazı önemli maddeler akciğer dokusu tarafından parçalanıp yok edilir (örn.bradikinin, serotonin vb.).
- Vücut pH'nın dengede tutulmasını sağlar.

### 2.2.1. Akciğerlerin Asit-Baz Dengesine Etkileri

Akciğerler, vücudun pH'ının dengede kalmasını sağlayan önemli tampon sistemlerden biridir. Akciğerler vücut sıvılarındaki karbondioksit miktarına göre solunum sayısını, derinliğini artırarak veya azaltarak vücudun asit baz dengesini korur.

Vücutta karbondioksit miktarındaki değişimler asit baz dengesini bozar. Vücut sıvılarında karbondioksitin artması pH'yı asit tarafa, azalması ise alkali tarafa sevk eder.

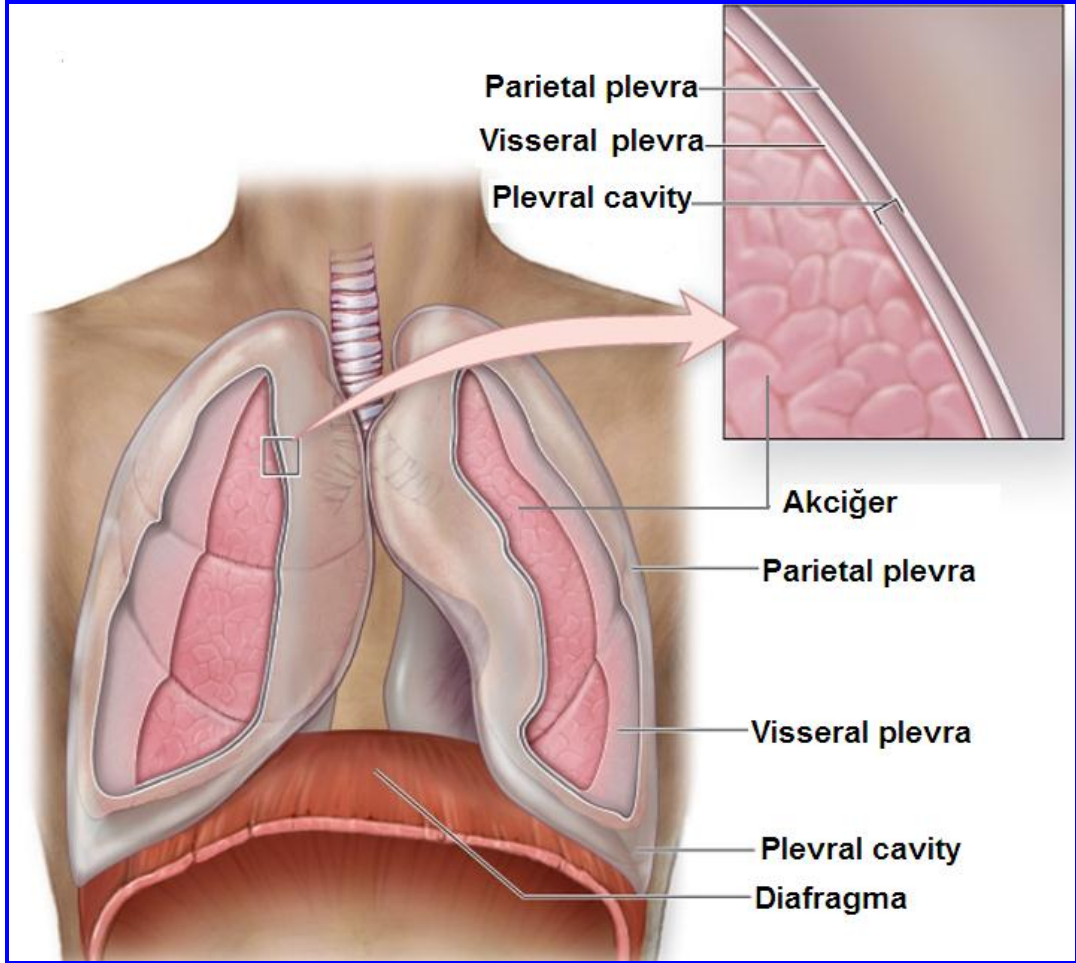
Organizmada karbondioksit miktarının artmasıyla hidrojen iyon konsantrasyonu yükselir. Hidrojen iyonu konsantrasyonu değiştiğinde solunum merkezi uyarılır ve alveol ventilasyonu artar. Böylece hiperventilasyonla (solunum artışı) vücut sıvılarından karbondioksitin uzaklaştırılması sağlanır ve hidrojen iyon konsantrasyonu azalır. Extrasellüler sıvılardaki karbondioksit konsantrasyonu düştüğünde ise solunum merkezi baskılanır ve alveol ventilasyonu azalır. Böylece vücut sıvılarındaki karbondioksit düzeyi yükseltilir ve hidrojen iyonu konsantrasyonunun artması sağlanır.

Çeşitli nedenlerle yetersiz solunum yapıldığında kandaki karbondioksit ve hidrojen miktarı artması sonucu gelişen tabloya solunum **asidozu** denir. Solunum artması sonucu kanda ki karbondioksit ve hidrojen miktarının azalmasıyla gelişen tabloya da **solunum alkolozu** denir.

### 2.3. Göğüs Boşluğu, Mediastinum ve Plevra

- **Göğüs Boşluğu:** Önden göğüs kemiği (sternum), arkadan torakal omurlar, yanlardan ise kaburgalar (costae) ile çevrilmiş ve alttan diafragma ile kapatılmış olan boşluğa cavum thoracica (göğüs boşluğu) denir. Akciğerler göğüs boşluğunun en önemli ve büyük organıdır. Her iki akciğer arasında kalp bulunmaktadır.
- **Mediastinum:** Mediastinum göğüs boşluğunun iki akciğer arasında kalan bölümüdür. Kendi içinde de ön ve arka mediastin boşluk olmak üzere ikiye ayrılır. Ön boşlukta kalp ve timus, arka mediastinumda ise yemek borusu, damarlar ve sinirler yer almaktadır. Mediastinumda bulunan organlar arasındaki boşluklar gevşek bağ dokusu tarafından doldurulmuştur. Mediastinum içindeki organlar bu yüzden çok sıkı komşuluk hâlinindedir.

- **Plevra:** Akciğerlerin dış yüzeyini saran seröz zardır. Plevra akciğerlerin dışını sardıktan sonra hilus pulmonise (akciğer kapısı) giren ve çıkan oluşumların üzerlerinden atlayıp geçerek devam eder. Akciğer loblarının arası da bu örtü ile kaplanmıştır. Bu da solunum sırasında lobların birbirleri üzerinden kolay kaymasını ve hareketini sağlar. Plevra iki yapraktan oluşmuştur. Göğüs boşluğu duvarını saran yaprağa plevra parietalis, akciğerin dış yüzünü saran yaprağa ise plevra visseralis denir. Plevra yaprakları arasında kapiller boşluk bulunmaktadır (cavitas pleuralis). Bu boşlukta seröz sıvı bulunur. Bu sıvı visseral plevra tarafından salgılanır ve her iki plevra tarafından emilir. Sıvının adezyonu (sıvıların birbirlerine yapışmasını sağlayan kuvvet), akciğerlerin göğüs boşluğunda daima gergin durmasını sağlar. Hâlbuki akciğerlerin elastik lifleri bu durumun aksine görev yapar. Herhangi bir nedenle, plevra boşluğuna hava girecek olursa veya bu boşluktaki sıvı artacak olursa parietal ve visseral plevra yaprakları birbirinden uzaklaşırlar. Bu olay solunum üzerinde negatif tesir yapıp solunumu ileri derecede engeller.



Şekil 2.5: Plevra

## UYGULAMA FAALİYETİ

Akciğerlerin yapı ve işlevlerini ayırt ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Akciğerlerin yapısını ayırt ediniz.	➤ Maket üzerinde gösterebilirsiniz. ➤ Şekil 2.1'i, Şekil 2.2'yi inceleyebilirsiniz.
➤ Akciğerlerin görevlerini ayırt ediniz.	➤ Yazarak çalışabilirsiniz. ➤ Modül sonunda önerilen kaynaklardan yararlanabilirsiniz.
➤ Alveollerin yapısını ayırt ediniz.	➤ Şekil 2.3 ve Şekil 2.4'ü inceleyebilirsiniz.
➤ Göğüs boşluğunda bulunan organları maket üzerinde gösteriniz.	➤ Afiş, resim ve maket üzerinde inceleyebilirsiniz.
➤ Mediastinumda bulunan organ ve oluşumları maket üzerinde gösteriniz.	➤ Maket üzerinde inceleyebilirsiniz.
➤ Plevra'nın yapısını ayırt ediniz.	➤ Plevranın yapısını Şekil 2.5 üzerinde inceleyebilirsiniz. ➤ Modül sonunda önerilen kaynaklardan yararlanabilirsiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi, akciğeri örten zardır?  
A) Plevra  
B) Radix pulmonis  
C) Truncus pulmonalis  
D) Aorta ascendes  
E) Timus
2. Aşağıdakilerden hangisi, alveol yüzey gerilimini azaltıp, soluk verme esnasında alveol ağzının kapanmasını engelleyen maddedir?  
A) Fibros gömlek  
B) Lenfositler  
C) Trombositler  
D) Sürfaktan  
E) BOS
3. Aşağıdakilerden hangisi, yetersiz solunum yapıldığında ortaya çıkan tablodur?  
A) Solunum asidozu  
B) Solunum alkalozu  
C) Hiperventilasyon  
D) Hipoventilasyon  
E) İspirasyon
4. Aşağıdakilerden hangisi, akciğerlerin yapısında bulunan oluşumlardan değildir?  
A) Bronşlar  
B) Lobüller  
C) Alveoller  
D) Segmentler  
E) Epiglot.
5. Aşağıdakilerden hangisi, solunumun gerçekleştiği, gaz alışverişinin yapıldığı yerdir?  
A) Göğüs boşluğu  
B) Mediastinum  
C) Alveoller  
D) Soluk borusu  
E) Bronşlar

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Solunum sistemi fizyolojisini ve mekanizmasını ayırt edebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Solunum sistemi fizyolojisini ve mekanizmasını kaynak kitap, dergi, maket, DVD, CD, afiş ve resim üzerinde inceleyiniz.
- Konuyla ilgili bulduğunuz bilgilerden bir dosya oluşturarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 3. SOLUNUM SİSTEMİ MEKANİZMASI VE FİZYOLOJİSİ

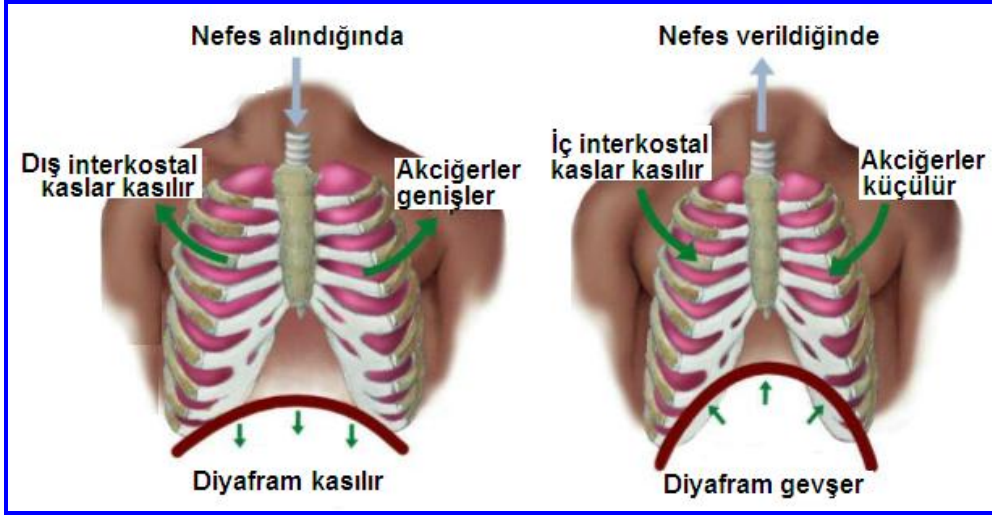
Canlılığın sürdürülebilmesi için vücuda oksijen alınması gerekir. Solunumla alınan oksijen, kullanılarak metabolizma sonucunda karbondioksit açığa çıkar. Dolayısıyla solunum merkezini harekete geçiren en önemli etken, kanda karbondioksit miktarının değişmesidir.

### 3.1. Solunum Sistemi Mekanizması

Dışarıdan havanın akciğerlere alınmasına **inspirasyon**, akciğerlerden kirli havanın atılmasına **ekspirasyon** denir. Alınan oksijen hava yolları ile akciğerlere gelir. Burada alveol duvarından kana geçer. Karbondioksitte kandan alveole geçer. Böylece gaz alış veriş olur. Solunum mekaniği, akciğer ve göğüs duvarının mekanik özelliklerini yansıtır. Solunum sisteminin en önemli fonksiyonu gaz alışverişidir. Yeterli düzeyde gaz alışverişinin olabilmesinde ventilatavuar pompanın mekanik özellikleriyle ilgilidir.

Akciğerler ve akciğerlerin içinde bulunduğu göğüs kafesi elastik yapıdadır. Gerçekte akciğerleri göğüs kafesinin duvarlarına bağlayan bir yapı yoktur. Akciğerleri göğüs kafesine doğru çeken ve onların göğüs duvarından ayrılmalarını engelleyen güç, iki plevra yaprağı arasında bulunan sıvı ve negatif basınçtır. Plevra yaprakları arasındaki negatif basınç, soluk verme sırasında akciğerlerin göğüs kafesinden daha fazla ayrılmalarına izin vermez. Akciğerleri tekrar göğüs duvarına doğru çeker.

Herhangi bir nedenle göğüs duvarı ve akciğerleri etkileyen olaylar (travma, kaburga kırıkları, yaralanma, akciğer hastalıkları vb.) göğüs boşluğuna, plevra yapraklarının arasına hava girmesine (pnömotoraks) ve negatif basıncın yok olması sonucu akciğerlerin kollabe olmasına (büzülmesine) neden olur.



Şekil 3.1: Solunum mekanizması

Soluk alma (inspirasyon) sırasında plevra boşluğundaki negatif basınç daha da negatif değere düşürülmektedir. Solunum kaslarının kasılması sonucunda genişletilen göğüs kafesi ile birlikte akciğerler de göğüs duvarına doğru çekilir. İspirasyon aktif bir olaydır. Ancak solunum kaslarının kasılması ile yapılmaktadır. İspirasyonun önemli kası diafragma'dır. Diafragma'nın kasılması ile göğüs kafesi genişler. Bunu akciğerlerin genişlemesi ve akciğer içi basıncın düşmesi takip etmektedir. Bu olayların sonucunda dışarıdaki hava akciğerlere doğru çekilir. Normal inspirasyonu takip eden ekspirasyon tamamen pasif bir olaydır. Fakat zorlamalı ekspirasyon bazı kasların örneğin, karın kaslarının kasılması ile yapılmaktadır.

Solunumun düzenlenmesi, beyin sapındaki medulla oblongata tarafından yapılır. Kan kimyasındaki değişiklikler, karotis ve aort cisimciklerindeki değişikliğe duyarlı algılayıcılar (reseptörler; glomus aortikum ile glomus karotikum) tarafından algılanarak solunum merkezi uyarılır. Solunum merkezi, bir taraftan korteks, diğer taraftan nervus vagus ve solunuma yardımcı olan kaslarla sürekli ilişkilidir. Solunuma yardımcı olan kaslar inspirasyon ve ekspirasyon kaslarıdır.

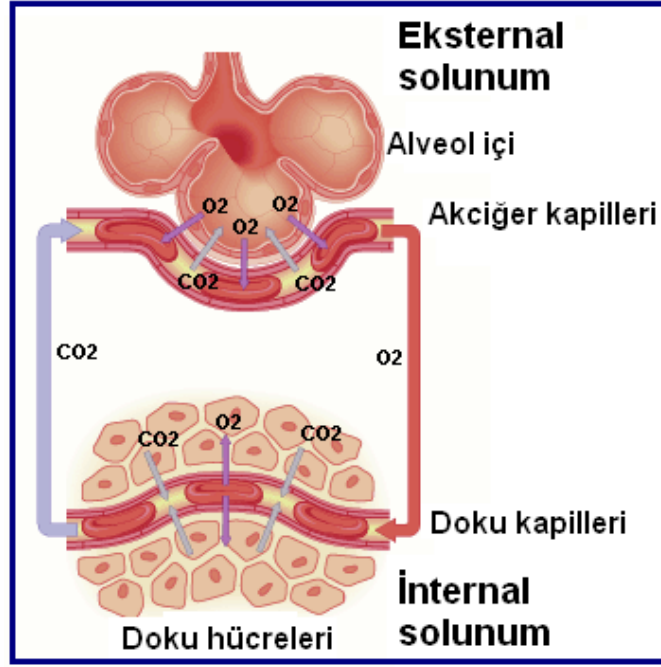
### 3.2. Solunum Sisteminin Fizyolojisi

Solunumun üç fazı vardır.

- **Pulmoner ventilasyon:** Akciğerdeki hava kesecikleri alveol ile atmosfer havası arasındaki gaz değişimi pulmoner ventilasyon (akciğer havalanması) olarak adlandırılır. Pulmoner ventilasyon inspirasyon ve ekspirasyon ile sağlanır.
- **Difüzyon:** Solunum membranı yoluyla akciğer alveollerindeki oksijenin akciğer kapilleri içindeki kana, kandaki karbondioksitin yine aynı yolla alveollere geçişi solunum difüzyon fazını oluşturur. Atmosfer havası ile kan arasındaki gaz değişiminin olduğu bu faz **dış solunum** olarak da adlandırılır.



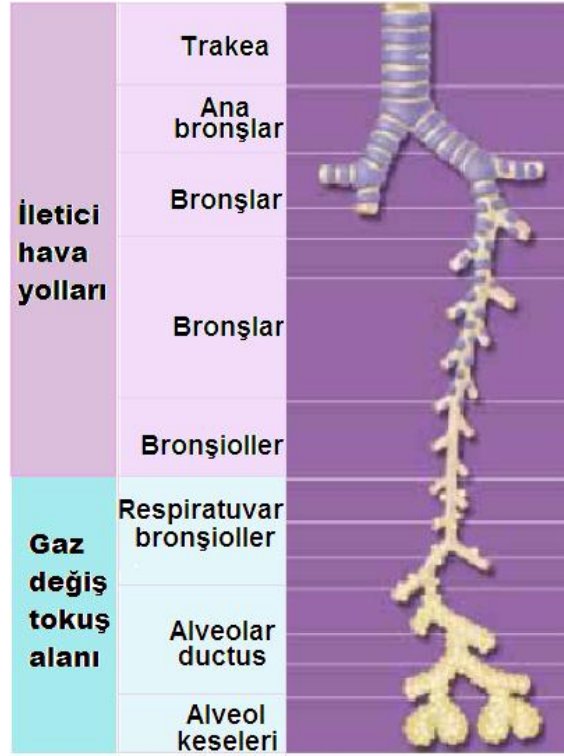
- **Taşıma fazı:** Akciğer kapillerindeki kana geçen oksijenin dolaşım sistemi yolu ile hücrelere, hücrelerde metabolizma sonucu oluşan karbondioksitin kana ve akciğer kapillerine iletilmesine solunumun taşıma fazı denir. Bu fazda oluşan kan ile hücreler arasında gerçekleşen gaz değişimi **iç solunum** olarak adlandırılır.



Şekil 3.2: Eksternal ve internal solunum

Solunum sistemi, kan ile atmosfer havası arasındaki gaz değişimini gerçekleştirecek şekilde özelleşmiş sistemdir.

Dış ortamdan alınan hava burun, farinks, larinks, trakea, bronşlar ve bronşiolle alveollere taşınır hava yollarının hepsinde gaz değişimi yapılmaz. Bronşlar ve bronşiolle (terminal bronşiol) iletilen hava yollarıdır. Respiratuvar bronşiol ve alveoller (respiratuvar bronşiol, ductus alveolaris ve alveol keseleri.) gaz değişiminin yapıldığı alanlardır. Gaz değişiminin yapılmadığı alanlara **anatomik ölü boşluk** denir. Solunum aracılığıyla alınan 500 ml havanın 150 ml'si gaz değişimi yapılamayan bu alanlarda bulunur.

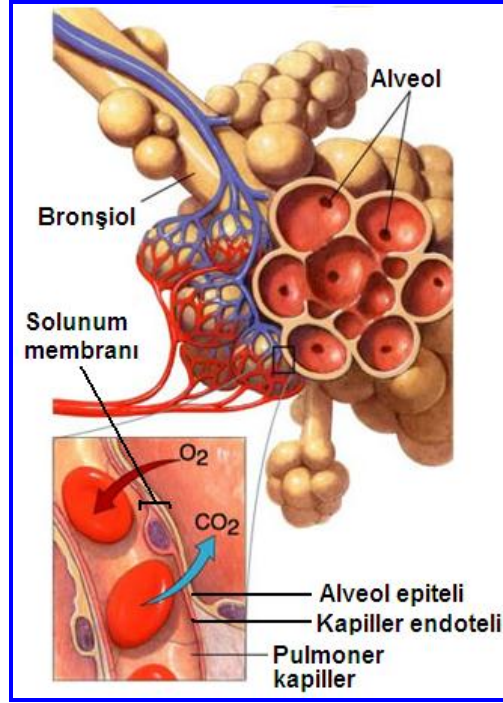


Şekil 3.3: Anatomik ölü boşluk ve gaz değişim alanları

Bazı akciğer hastalıklarında, gaz değişimi yapılan bölge veya alveol kayıpları, anatomik ölü boşluğa fizyolojik ölü boşluğun eklenmesine neden olarak gaz değişimi yapılan 350 ml hava hacminin daha da azalmasına neden olabilir.

### 3.2.1. Gazların Difüzyonu

Akciğerlerde gaz değişiminin yapıldığı bölgelerde hava ile kanı birbirinden ayıran ince bir membran vardır. Bu membran alveollerin ince epiteli, kapiller damarların ince endotel tabakası ve dar intersitisyel aralıklardan oluşmaktadır. Solunum membranı, üç tabakadan oluşmuştur ancak gazların hızlı difüzyonuna izin verecek kadar incedir. Karbondioksit bu membrandan oksijene kıyasla 20 misli daha hızlı difüzyona uğrar. Bazı akciğer hastalıklarında bu membranın kalınlaşması veya kaybıyla gazların difüzyonu zorlaşır veya azalır.

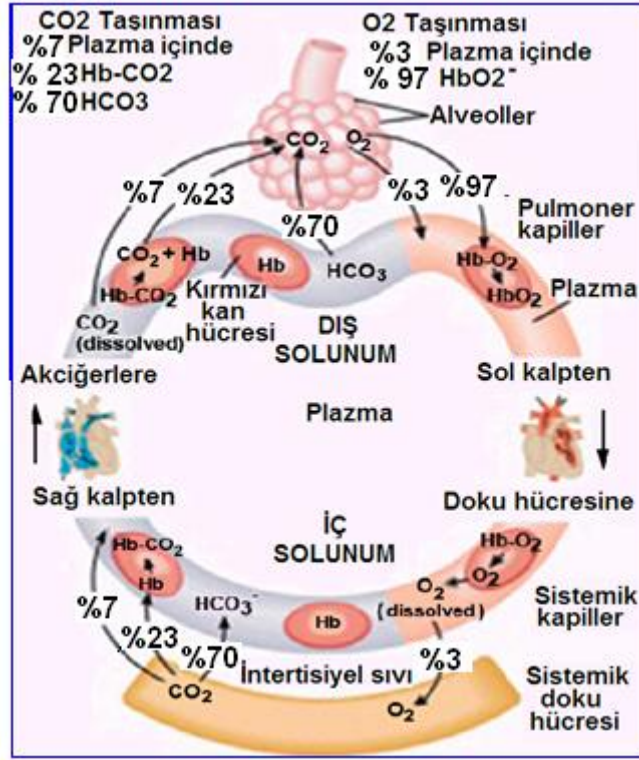


Şekil 3.4: Solunum membranı ve fizyolojisi

Gerek akciğerlerde gerekse hücre düzeyinde gaz alışverişi difüzyon ile olmaktadır. Bu nedenle gazların difüzyonunda pasif difüzyon prensipleri geçerlidir ve gazlar konsantrasyon farklarının doğrultusunda difüzyona uğrar. Bir sıvıda çözülmüş olan gazın konsantrasyonu gazın kısmi basıncı ile ifade edilmektedir. Gazın kısmi basıncı büyüdükçe, konsantrasyonu da artmaktadır. Akciğerlere gelen venöz kanda, alveol içindeki atmosfer havasına kıyasla karbondioksit kısmi basıncı ( $pCO_2$ ) daha yüksek, oksijen kısmi basıncı ( $pO_2$ ) ise daha düşüktür. Böylece akciğerlerde karbondioksit alveol içine verilirken oksijen kana geçmektedir. Hücre düzeyindeki gaz alışverişi de buna benzer şekilde gerçekleşmektedir.

### 3.2.2. Oksijen ve Karbondioksitin Kanda Taşınması

Kanda oksijen hemoglobine bağlı olarak taşınır. Karbondioksit ise plazmada bikarbonat iyonu şeklinde, hemoglobine bağlanarak fiziksel olarak çözülmüş şekilde ve plazma proteinleri ile karbamino bileşikleri oluşturarak taşınır.



Şekil 3.5: Oksijen ve karbondioksitin kanda taşınması

- **Kanda oksijen taşınması:** Akciğerden kana geçen oksijenin % 97'si hemoglobine bağlı olarak taşınır. % 3 ise plazmada ve hücrede çözülmüş durumda taşınır. Oksijenin hemoglobinle bağlanması geri dönüşümlü bir bağlanmadır. Akciğerde yüksek bir seçicilik ile birbirlerine bağlanırken dokuda ise birbirlerinden ayrışır.
- **Kanda karbondioksit taşınması:** CO<sub>2</sub>, dokulardaki metabolik süreçte ve besinlerdeki karbonun oksidasyonu sonucunda oluşur. Son derece asidiktir.
  - Karbondioksitin bir kısmı doğrudan hemoglobin molekülüne bağlanarak taşınır.
  - Plazmada fiziksel olarak çözülmüş hâlde taşınır.
  - Plazma proteinleri ile karbamino bileşikleri oluşturarak taşınır.
  - Karbondioksit plazmada bikarbonat iyonu şeklinde taşınır.

### 3.3. Akciğer Volüm ve Kapasiteleri

- **Akciğer volümleri**
  - **Solunum volümü (Tidal volüm):** Her bir ekspirasyon veya inspirasyonda akciğerlere alınan veya verilen hava hacmidir. Normal değeri 500 ml olarak kabul edilir.

- **İnspirasyon yedek volümü (İYV):** Zorlamalı bir inspirasyon ile akciğerlere alınan hava hacmi, normal değeri erkeklerde 3.3 litre kadınlarda 1.9 litredir. Ortalama değeri 3000 ml'dir.
- **Ekspirasyon yedek volümü (EYV):** Zorlamalı bir ekspirasyon ile akciğerlerden çıkarılan hava hacmi, normal değeri erkeklerde 1 litre kadınlarda 700 ml'dir. Ortalama değeri 1.100 ml'dir.
- **Rezidüel volum (RV, artık hacim):** En zorlamalı ekspirasyonla dahi akciğerlerden çıkarılmayan hava hacmidir. Normal değeri erkeklerde 1.2 litre, kadınlarda 1.1 litredir. Ortalama değeri 1200 ml'dir.

#### ➤ Akciğer kapasiteleri

Kapasite, akciğer hacimlerinin ikisinin veya birkaçının birleştirilmesi olayıdır.

- **Vital kapasite:** Solunum kaslarının kuvveti, akciğerlerin ve göğüs kafesinin genişleyebilme yeteneği ile değişim gösterir. Ortalama değeri 4600ml değerindedir. Çeşitli akciğer hastalıklarının seyrini takip etmede, kliniklerde vital kapasite ölçümlerinden yararlanılmaktadır. Spirometre adı verilen aletlerle akciğer volüm ve kapasitelerinin ölçümü yapılmaktadır.

$VK = SV + İYV + EYV$  şeklinde hesap edilmektedir (Vital Kapasite = Solunum volümü+İnspirasyon yedek volümü+Ekspirasyon yedek volümü).

- **İnspirasyon kapasitesi:** Soluk volümü ile inspirasyon yedek volümünün toplamına eşittir. Ortalama 3500 ml değerindedir.
- **Fonksiyonel rezidüel kapasite:** Ekspirasyon yedek volümü ile rezidüel hava volümünün toplamına eşittir. Ortalama 2300 ml değerindedir.
- **Total akciğer kapasitesi:** Akciğerlerin, mümkün olduğunca derin soluk alındığında en fazla genişleyebileceği hacimdir, ortalama 5800 ml'dir.

### 3.4. Solunumla İlgili Terimler

Solunum sisteminin fonksiyonlarının normal olmadığı bazı durumları açıklayan terimlerden önemli olan bir kaç aşağıda verilmiştir. Yetişkinlerde normal solunum sayısı dakikada 16-20'dir.

**Eupne:** Normal solunum

**Apne:** Solunumun durması

**Takipne (Taşipne) :** Solunum sayısının artması (dakikada 20'nin üzerinde)

**Bradipne:** Solunum sayısının dakikada 12' den az olması

**Hiperpne:** Solunum sayısının (dakikada 20'nin üzerinde) ve derinliğinin artması

**Hiperkapni:** Kanda karbondioksit seviyesinin artması

---

**Hipokapni:** Kanda karbondioksit seviyesinin azalması

**Dispne:** Solunum güçlüğü

**Anoksi:** Dokularda O<sub>2</sub> yokluğu

**Hipoksi:** Dokularda O<sub>2</sub> azalması

**Siyanozis:** Oksijen yetersizliğine bağlı olarak deri ve mukozaların mavi-mor renk alması

**Polipne:** Çabuk ve yüzeysel kesik kesik solunum

**Ventilasyon:** Havalanma

**Hipoventilasyon:** Pulmoner ventilasyonun azalması

**Hiperventilasyon:** Pulmoner ventilasyonun artması

## UYGULAMA FAALİYETİ

Solunum sistemi fizyolojisini ve mekanizmasını ayırt ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Solunum sistemi mekanizmasının önemini sıralayınız.	➤ Yazarak çalışabilirsiniz. ➤ Şekil 3.1'i ve Şekil 3.2'yi inceleyebilirsiniz.
➤ Solunum fizyolojisini ayırt ediniz.	➤ Poster ve CD üzerinde inceleyebilirsiniz.
➤ Gazların difüzyonunu ayırt ediniz.	➤ Şekil 3.3'ü inceleyebilirsiniz. ➤ Şekil 3.4'ü inceleyebilirsiniz.
➤ Kanda oksijen ve karbondioksitin taşınmasını ayırt ediniz.	➤ Şekil 3.5'i inceleyebilirsiniz. ➤ Şekil 3.6'yı inceleyebilirsiniz.
➤ Akciğer volüm ve kapasitelerini ayırt ediniz.	➤ Akciğer volüm ve kapasitelerini yazarak çalışabilirsiniz.
➤ Solunumla ilgili terimleri sıralayınız.	➤ Solunumla ilgili terimleri yazarak çalışabilirsiniz. ➤ Modül sonunda önerilen kaynaklardan yararlanabilirsiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Anatomik ölü boşlukta kaç ml, hava bulunur?  
A) 500 ml  
B) 350 ml  
C) 150 ml  
D) 60 ml  
E) 600 ml
2. Aşağıda inspirasyon ile ilgili verilen bilgilerden, hangisi doğrudur?  
A) Plevra boşluğundaki basınç daha da artar.  
B) İspirasyon pasif bir olaydır.  
C) Diyaframın kasılması ile göğüs kafesi genişlemez.  
D) İspirasyonun önemli kası diyaframadır.  
E) Hiçbiri
3. Aşağıda vital kapasite ile ilgili verilen bilgilerden, hangisi doğrudur?  
A) Solunum kaslarının kuvveti vital kapasiteyi etkilemez.  
B) Akciğer ve göğüs kafesi genişlemesi vital kapasitede etkisizdir.  
C) Zorlamalı ekspirasyon ve yedek volüm vital kapasiteyi oluşturur.  
D) Solunum volümü, inspirasyon yedek volümü, ekspirasyon yedek volümünün toplamı vital kapasiteyi oluşturur.  
E) Zorlamalı inspirasyon, zorlamalı ekspirasyon vital kapasiteyi oluşturur.
4. Aşağıdakilerden hangisi, solunum sayısında artış ile eş anlamlıdır?  
A) Siyanoz  
B) Bradipne  
C) Apne  
D) Hiperkapni  
E) Taşipne
5. Aşağıda kanda oksijen taşınması ile ilgili verilen bilgilerden, hangisi doğrudur?  
A) Hemoglobine bağlı olarak  
B) Plazmada bikarbonat iyonu şeklinde  
C) Plazma proteinleri oluşturarak  
D) Karbamino bileşikler oluşturarak  
E) Reseptörler aracılığıyla

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.



# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi, solunumu düzenleyen oluşumdur?  
A) Medulla oblongata  
B) Timus  
C) Hipofiz  
D) Pankreas'ın langerhans adacıkları  
E) Epifiz
2. Aşağıdakilerden hangisi, gaz alışverişi esnasında gaz değişiminin yapılmadığı alandır?  
A) Respiratuar bronşiol  
B) Alveolar ductus  
C) Alveol keseleri  
D) Anatomik boşluk  
E) Alveol
3. Aşağıdakilerden hangisi, solunum ve sindirim sisteminde görevli organdır?  
A) Gırtlak  
B) Soluk borusu  
C) Yutak  
D) Akciğerler  
E) Burun
4. Aşağıdakilerden hangisi, soluk borusunun görevlerindedir?  
A) Alınan havayı akciğerlere ulaşmasını ve hava yolunun açık kalmasını sağlama  
B) İşitme organının çalışmasına yardım etme  
C) Yutmaya yardım etme  
D) Sesin oluşumuna yardım etme  
E) Koku alma
5. Aşağıdakilerden hangisi, akciğerlerin göğüs boşluğunda gergin durmasını sağlar?  
A) Akciğer arter ve venleri  
B) Bronşların yapısı  
C) Visseral plevra tarafından salgılanan seröz sıvının adezyonu  
D) Alveoller  
E) Bronşucuklar
6. Aşağıdakilerden hangisi, akciğer volüm ve kapasitesini ölçer?  
A) EEG  
B) Spirometre  
C) EKG  
D) Ampermetre  
E) Voltmetre

7. Aşağıdakilerden hangisi solunum sisteminin fonksiyonlarından değildir?
- A) Oksijen temin etme
  - B) Karbondioksiti atma
  - C) Mikroplara karşı vücudu savunma
  - D) Vitamin ve hormonların değişimini sağlama
  - E) Konuşmak için gerekli sesleri üretme
8. Aşağıdakilerden hangisi, ekspirasyonu tanımlar?
- A) Akciğerlerden kirli havanın atılması
  - B) Dış ortamdan oksijenin akciğerlere alınması
  - C) Oksijenin solunumla dış ortama alınması
  - D) Plazmada bikarbonat iyonu şeklinde taşınma
  - E) Mikroplara karşı vücudu savunma
9. Aşağıdakilerden hangisi, yutağı oluşturan tabakalardan değildir?
- A) Tunica mucosa
  - B) Tunica fibrosa
  - C) Tunica muscularis
  - D) Adventitia
  - E) Epiglot
10. Aşağıdakilerden hangisi, burunda bulunan yapılardan değildir?
- A) Apex nasi
  - B) Cavitas nasi
  - C) Septum nasi
  - D) Concha nasalis superior
  - E) Processus vocalis

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırmız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	E
2	A
3	D
4	C
5	B

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	A
4	E
5	C

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	D
4	E
5	A

## MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	C
4	A
5	C
6	B
7	D
8	A
9	E
10	E

## KAYNAKÇA

- ARINCI Kaplan Tahir, **Anatomi 1.cilt**, İstanbul.
- HATİPOĞLU Tahir, **Anatomi** Hatipoğlu Yayın ve Basımevi, Ankara, 2001.
- ODAR İbrahim Veli, **Anatomi 2.cilt**, Ankara, 1984.
- ORTAĞ Gürsel, **Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Hemşirelik Ön Lisans Eğitimi**, Açıköğretim Fakültesi Yayınları, Eskişehir, 1993.
- ÖZDEN Mehmet, **Anatomi ve Fizyoloji**, Somgür Yayıncılık, Ankara, 1999.
- RENDE Leyla, Serpil KUZU, Şükran ŞANKAZAN, **Sağlık Meslek Liseleri Anatomi Fizyoloji -9**, Semih Ofset, Ankara, 2006.
- YAKAR Kubilay, **Fizyoloji** Devlet Kitapları, İhsan Gazetecilik A.Ş, İstanbul, 2006.