

SOLUNUM SİSTEMLERİ

Hücre işlevlerinin yürütülmesi için gerekli enerji, genellikle biyolojik oksidasyonlardan elde edilir. Hücresel solunumda besin maddeleri parçalanarak enerji elde edilir. Burada O₂ kullanılırken su ve CO₂ meydana gelir. Hücresel solunumun devamı için sürekli oksijene gereksinim duyulduğu gibi, artık maddelerin de (CO₂) dışarıya atılması gerekmektedir. Omurgalı-larda gaz iletimi ve artık maddelerin gerekli organlara taşınması için kan, aracı olarak kullanılır. Artık maddelerden gazlar solunum, sıvı maddeler ise boşaltım sistemiyle atılır.

Canlı bir hücre ile onun çevresi arasındaki gaz değişimi her zaman nemli hücre zarından difüzyonla gerçekleşir. Eğer gazlar zardan geçecekse çözünmüş durumda olmalıdır. Protozoa ve küçük birçok birhücrelide, özellikle sucul olanlarda bu koşul ciddi bir sorun oluşturmaz. Her bir hücre az ya da çok çevresi ile temas halindedir. Bu nedenle bu organizmalar genellikle gaz değişimi için özelleşmiş sistemlere ihtiyaç duymazlar.

Genel olarak solunum için özelleşmiş yüzeyler vücut yüzeyinin içersine yönelmiş uzantıları ve dışarıya doğru yönelmiş uzantıları olmak üzere iki grup altında toplanabilir. Her solunum tipi aşağıdaki temel gereksinimleri karşılayacak tipte gelişmiştir.

- Yeterince boyuttaki gaz değişim yüzeyi
- Çevre ile gaz değişimin yapıldığı alandan daha içteki hücrelere gazların taşınması
- Mekanik zedelenmelerde nazik olan solunum yüzeylerinin korunması
- Aşırı su kaybına uğramadan gaz değiştirme yüzeyinin nemli tutulması.

Hücresinin kendisinin kan ya da diğer vücut sıvıları aracılığıyla yaptığı solunuma “iç solunum” adı verilir. Hayvanlar genellikle organizasyon düzeyine göre çok değişik aktivasyon ve buna bağlı olarak da farklı oksijen gereksinimi gösterirler. Organizasyon düzeyi düştükçe oksijene duyarlılık azalır. Bazı anaerobik canlılar hariç, tüm canlılar oksijene gereksinim duyarlar. Zeminde yaşayan bazı canlıların kan pigmentleri oksijen depo etme yeteneğindedir. Böylece oksijen yetersizliğine belirli bir süre dayanabilirler.

Ayrıca canlıların hareket durumuna göre de oksijen gereksinimi büyük oranda değişir. Örneğin, hareketsiz duran bir farede oksijen gereksinimi 2 500 mm³ O₂ /gr/saat iken, hareket halindeki farede 20 000 mm³ O₂/gr/saat’dir.

1. Dış Solunum

Solunum organlarıyla dış ortamdan hava alınması ve verilmesi, yani soluk alıp vermeye denir.

2. İç Solunum

Solunum organlarına dolan havadaki oksijenin yakalanıp hücrelere kadar taşınması, hücrelerde oluşan karbondioksitin aynı yolla solunum organlarına getirilmesidir.

3. Hücresel Solunum

Hücrelere kadar gelen besinlerin orada oksijenle veya oksijensiz olarak yakılması ve ATP üretilmesi olayıdır.

Solunum Pigmentleri

Omurgasız hayvanların farklı gruplarında farklı solunum pigmentleri bulunur. Örneğin Pripulida, Brachiopoda ve Annelida'da hemerythrin; Annelida'nın bazı türlerinde chlorocruorin; Mollusca ve Arthropoda'da hemocyanin ve birçok omurgasız grubunda hemoglobin bulunur.

Pigment	Renk	Element	Yeri	Hayvan	100 ml kandaki Oksijen miktarı ml olarak
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Alyuvarlar	Memeliler	25
				Kuşlar	18,5
				Sürüngenler	9
				Kurbağalar	12
				Balıklar	9
Hemosiyanin	Mavi	Bakır	Plazma	Halkalı solucanlar	6,5
				Yumuşakçalar	1,5
Klorocruorin	Yeşil	Demir	Plazma	Yumuşakçalar	2-8
Hemoeritrin	Kırmızı	Demir	Kan hücreleri	Halkalı solucanlar	9
				Halkalı solucanlar	2

Hayvanlarda Solunum Pigmentleri ve Bulunduğu Yer

A. CANLILARDA GAZ ALIŞ VERİŞİ

Tek hücrelilerde solunum gazlarının hücreye giriş çıkışı, hücre yüzeyinden **geçiş (difüzyon)** ile sağlanır.

Çok hücreli organizmalardan **süngerler** ve **sölentere**lerde de, özelleşmiş bir solunum sistemi yoktur. Bunlarda tek hücrelilerde olduğu gibi sudaki erimiş oksijeni vücut yüzeyleri ile alır, CO₂ yi de aynı yolla suya terkederler.

B. SOLUNUM ORGANLARI

1. Deri Solunumu

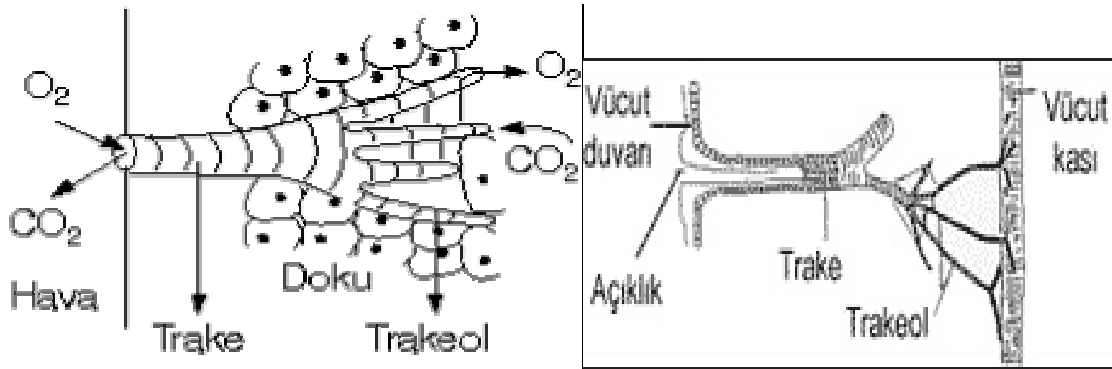
Vücut dış yüzeyini örten deri gaz değişimini sağlar. Alınan oksijen iç dokulara difüzyonla ya da kanla taşınır. Bu solunumu yapan, **yassı ve yuvarlak solucanlarda** dolaşım sistemi ve kan yoktur. Toprak solucanlarının tek katlı epitel dokudan ibaret derilerinde bulunan Goblet hücreleri çıkardıkları mukoz salgıyla vücut yüzeyinin devamlı nemli kalmasını sağlarlar.

Kurbağa ve semenderlerin erginlerinde esas solunum organı akciğerlerdir. Nemli olan deri gerekli oksijenin %25 inin alınmasını sağlar. Memelilerde de kısmi deri solunumu vardır. Ancak alınan oksijenin oranı çok azdır. (% 1 kadar)

2. Trake Solunumu

Eklembacaklılardan **Böcekler, Çok ayaklılar, Bazı Kabuklular ve Araknitlerde** trake solunumu görülür. Trakeler dokulardaki hücrelere kadar sokulmuş borular sistemidir.

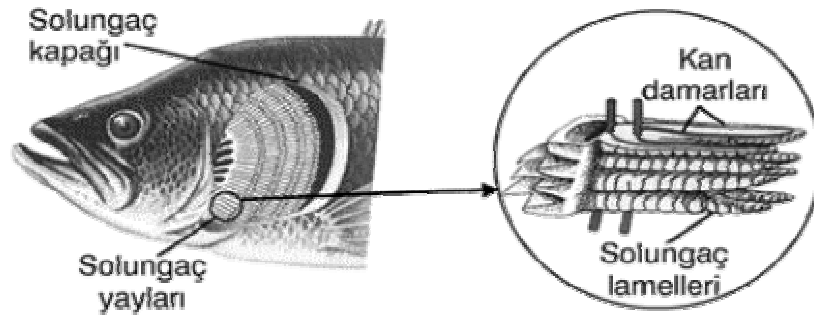
Trakeler O_2 yi doğrudan hücrelere taşır. **Bu hayvanların kanı O_2 ve CO_2 taşımada görev yapmaz.** Bu nedenle kanlarında oksijen taşıyan solunum pigmentleri bulunmaz. Kanları renksizdir. Trakelere gaz giriş çıkışı vücut ve kanat hareketleri yardımıyla sağlanır.



Trakenin Yapısı ve Gazların Değişimi

3. Solungaç Solunumu

Suda yaşayan hayvanlarda görülür. **Kurbağa larvaları, deniz solucanları, bazı yumuşakçalar, kabuklular ve balıklarda** bulunur. Solungaçlar suda çözülmüş oksijeni alacak şekilde özelleşmiş, yaprak veya tüy biçimindeki yapılardır.



Solungaç

4. Akciğer Solunumu

Kurbağa ve **Semenderlerin** erginlerinde, **Sürüngen, Kuş** ve **Memelilerin** tümünde görülür. Akciğer hacimleri ve yüzeyleri organizma gruplarının enerji ihtiyacına göre değişkenlik gösterir. Kuşların solunum sisteminde akciğerler ve hava keseleri bulunur. Hava keseleri bazı kemiklerin içlerine kadar uzanır. Kuş akciğerlerinde alveol yoktur. Hava keseleri hava depolar ve körük gibi fonksiyon yapar. Kuşların kemik boşlukları hava taşır. Bu yapı sayesinde kuşlar yükseklerde çok rahat uçabilirler.

Solunum Sistemiyle İlgili Yapıların Özellikleri

Solunum organlarının duvarları, gaz giriş çıkışını kolaylaştıracak biçimde ince bir yapıya sahiptir.

Solunum organlarındaki tabakalar yüzey genişlemesine, dolayısıyla difüzyon imkanının artmasına yardımcı olur. Örneğin akciğerlerdeki alveollerin toplam yüzeyi yaklaşık $100 m^2$ dir.

Solunum gazlarının giriş – çıkışının olduğu yerlerdeki yüzeyler nemlidir.

5. Birden Fazla Solunum Organı Taşıyan Hayvanlar

a. Akciğerli balıklarda (Dipneusti) iki solunum organı faaliyet gösterir. Bu balıklar nehirlerde yaşar, bu sürede solungaçlarını kullanırlar.

Su yüzeyine çıkarak hava keselerini dolduran balık, suların çekilmesiyle çamur altına girer. Uzun bir süre hava kesesindeki hava ile hayatını sürdürür.

b. Kurbağalar ve semenderler larva devresinde tamamen suda yaşadıkları için solungaç solunumu yaparlar. Ergin hale gelen kurbağalarda solungaç kaybolur, yerini akciğer alır. Ergin kurbağa hem deri ile, hem de akciğerleriyle solunum yapar. Kurbağalar derilerini nemli tutmak için genelde nemli ortamlarda yaşarlar. Kurak bir ortamda uzun süre kurbağa yaşayamaz.

C. İNSANDA SOLUNUM SİSTEMİ

İnsanda solunum sistemi akciğerler ve bu akciğerlere hava taşıyan borulardan oluşur. Burun, ağız, yutak, gırtlak, soluk borusu ve bronşlar solunum esnasında faaliyet gösteren yapılardır.

1. Solunum Sisteminin Bölümleri

a. **Burun** : Burunun iç yapısı, havayı temizleme, nemlendirme ve ısıtmaya uygun olduğu için, hava girişinde bu organın önemi daha büyüktür.

b. **Soluk Borusu (Trake)** : Ağız boşluğunun son kısmında yer alan yutağa soluk borusu bağlanır. 10 – 12 cm uzunluğunda ve 2 cm çapında olan bu borunun başlangıç bölümüne **gırtlak** denir. Gırtlakın içindeki ses telleri epitel uzantılardan meydana gelmiş olup, gerginlikleri kaslarla ayarlandığından çeşitli tonlarda ses çıkartılmasını sağlar.

Soluk borusunun, düz olan arka yüzü yemek borusu ile komşudur ve iç yüzü hareketli siller taşıyan epitel hücreleri ile döşenmiştir. Bu hücrelerin meydana getirdiği epitel tabakası altında salgı bezleri bulunduğu gibi, hücrelerin arasında da salgı yapan **goblet hücreleri** bulunur.

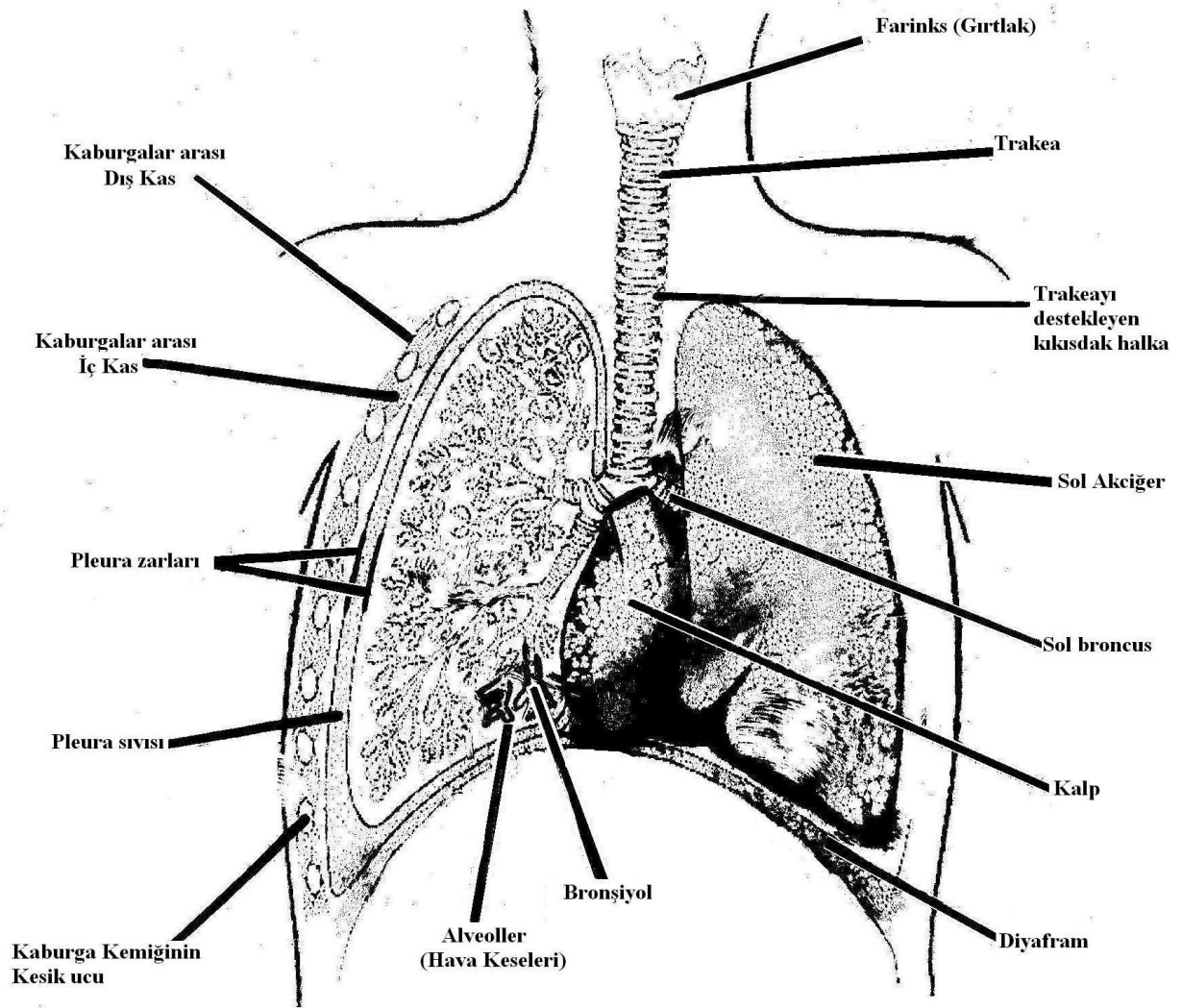
Bu hücreler mukus denilen bir madde çıkarırlar. Mukus hareketli siller üzerinde ince bir tabaka oluşturur. İnce mukus tabakası, hem epitel yüzeyin nemli kalmasını sağlar, hem de solunumla giren havadaki toz ve diğer yabancı maddeleri tutar.

Soluk borusunun yapısında epitel tabakasından sonra kıkırdak doku tabakası bulunur. Kıkırdak doku, soluk borusunun duvarlarının birbirine yapışmasını önleyecek şekilde bir gerginlik sağlar. Yemek borusuna bakan yüzeyde kıkırdak yoktur. Soluk borusu arkada dördüncü sırt omuru hizasında iki kola ayrılır. Bu kollara **bronş** adı verilir. Bronşların herbiri akciğere girdikten sonra binlerce ince borucuğa ayrılır. Bunlara **bronşçuk** adı verilir.

Bronşukların uçlarında hava keseleri bulunur (alveol). Alveoller çok ince, tek sıra epitel hücrelerden oluşmuş olup dışı kılcal damarlar ile donatılmıştır.

c. Akciğerlerin Yapısı ve Görevleri: Akciğerler, sağ ve sol olmak üzere iki kısımdan meydana gelir.

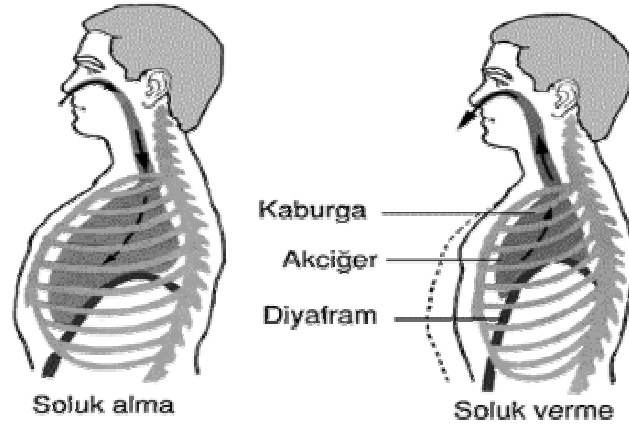
Sağ akciğer üç bölmeli, sol akciğer iki bölmelidir. Sol akciğerin küçük olmasının nedeni, kalbin buraya yakın oluşudur. Her iki akciğer **pleura** denilen iki yapraklı ince bir zar ile örtülüdür. Bu iki zarın iç ve dış yaprakları arasındaki boşluklarda az miktarda **lenf sıvısı** ve **hava** bulunur.



İnsanda Solunum Sistemi

2. Soluk Alıp Verme Mekanizması

Soluk alıp verme mekanizması, göğüs boşluğu ve akciğerlerin genişleyip daralmasına dayanır. Aynı zamanda bu mekanizmada **diyafram kası** ve **kaburgalar arası kaslar** etkin rol oynarlar.



Soluk Alıp Verme Mekanizması

Soluk alırken, diyafram kası kasılır ve kaburgalar arası açılarak hacim artar, göğüs iç basıncı düşer ve içeriye hava girer. Bu esnada göğüs boşluğu genişlemiştir.

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

Solunum hızı kandaki CO₂ miktarına göre düzenlenir. CO₂ artışı soluk alıp vermeyi hızlandırır. Çünkü CO₂ kanın pH sını düşürür ve ortam asit hale gelir. Bu da beyni uyarır.

Soluk alış-verişinin hızı ve şiddeti omurilik soğanındaki sinirler tarafından denetlenir.

3. Solunum Gazlarının Taşınması

Kanın en önemli özelliklerinden biri; CO₂ ve O₂ taşıma kapasitesinin çok yüksek olmasıdır.

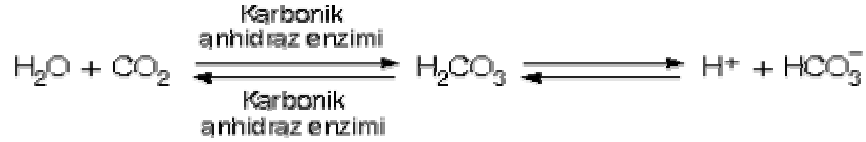
a. Oksijenin Taşınması : Hayvanların kanında O₂ taşıyıcı solunum pigmentleri bulunur. Pigmentleri şu şekilde sıralayabiliriz: Hemoglobin, Hemosiyanin, Klorokruorin, Hemoeritrin. Oksijen kanda oksihemoglobin halinde taşınır. Çok az bir kısmı kan plazmasında çözünmüş olarak taşınır. (% 2 kadar). Akciğerlerde kana geçen O₂, alyuvarlardaki hemoglobinle birleşip oksihemoglobini oluşturur.



Doku kılcallarında hemoglobinden ayrılıp doku sıvısına, oradan da difüzyonla hücrelere geçer.

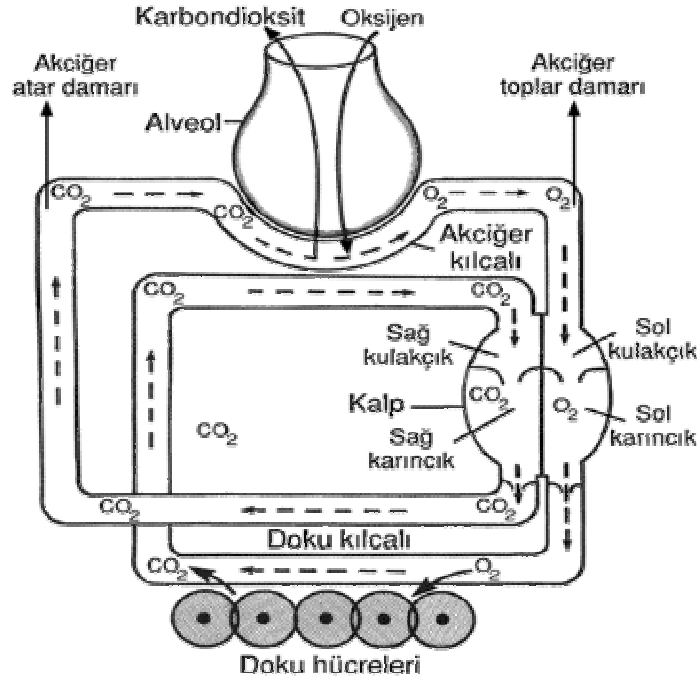
b. Karbondioksitin Taşınması: Hücrelerde oluşan CO₂, doku sıvısına geçip difüzyonla kılcal damarlara geçer. Normal olarak CO₂, kanda çok az erir ve az bir kısmı kan plazması ile taşınır. Büyük bir kısmı ise alyuvarlara girer. Alyuvarlarda karbonik anhidraz enziminin katalizlemesi sonucu CO₂, su ile birleşerek karbonik asiti oluşturur.

Karbonik asit (H₂CO₃), iyonlaşarak H⁺ ve HCO₃⁻ (bikarbonat) iyonu meydana getirir. H⁺ iyonu alyuvarlarda hemoglobinle, birleşerek HCO₃ iyonları ise plazmada taşınarak akciğer kılcallarına getirilir.



Akciğer kılcallarında HCO₃⁻ iyonları tekrar alyuvarlara girerek H⁺ iyonları ile birleşir ve H₂CO₃ (karbonik asit) oluşturur.

Yine karbonik anhidraz enziminin etkisiyle, karbonik asit, H₂O ve CO₂ e ayrışır. Böylece serbest kalan CO₂ difüzyonla önce plazmaya, oradan da akciğer alveollerine geçer ve soluk verme ile dışarı atılır.



Kanda O₂ ve CO₂ nin Taşınması

CO₂ nin çok az bir kısmının hemoglobin ile de taşınabildiği belirtilmektedir. İnsanın soluduğu havada fazla oranda karbon monoksit (CO) bulunursa zehirlenme meydana gelir.

Çünkü CO hemoglobin ile sıkı bağ yapar ve kolayca kopmaz. Bunun sonucunda oksijen hemoglobinle bağlanamaz ve dokular O₂ siz kalır.