SOLUNUM GAZLARININ TAŞINMASI

www.biyolojievreni.com

biyolojievreni

SOLUNUM GAZLARININ TAŞINMASI

- ✓ Kanda solunum gazlarını taşıyan, protein ve metal iyonlarından oluşan solunum pigmentleri bulunur.
- ✓ Solunum pigmentlerine sahip olan canlılarda kan, renklidir.
- ✓ Bu pigmentler küçük derişim değişimi olduğunda O_2 ve CO_2 ile kolayca birleşip ayrılabildiğinden kanın solunum gazlarını tutma ve taşıma kapasitesini arttırır.

www.biyolojievreni.com

- ❖ İNSANLARDA SOLUNUM PİGMENTİ HEMOGLOBİNDİR. ALYUVARLARDA BULUNUR.

İnsandaki bir alyuvarda yaklaşık 280 milyon hemoglobin molekülü vardır. Bu durum kanın oksijen taşıma kapasitesini arttırır. Oksijen hemoglobinle taşınmamış olsaydı vücudumuzdaki kan miktarının 75 kat daha fazla olması veya 75 kat daha hızlı akması gerekirdi.

Kanın Gaz Taşıma Kapasitesini Artıran Faktörler;

1- Solunum pigmentlerinin alyuvar içinde bulunması
2- Memelilerin olgun alyuvarların çekirdeksiz olması

NOT!

- Solunum pigmentleri O_2 ve CO_2 taşıyan ve kana renk veren maddelerdir.
- Bütün omurgalıların solunum pigmenti hemoglobin olup alyuvarların içinde bulunur.
- Solunum pigmenti alyuvarlarda bulunursa O_2 taşıma kapasitesi, plazmada bulunursa O_2 depolama kapasitesi fazladır.

www.biyolojievreni.com

SOLUNUM PİGMENTLERİNİN ORTAK ÖZELLİKLERİ

1- Protein yapılıdırlar.
2- Kana renk verirler.
3- O_2 ve CO_2 ile kolayca birleşip ayrılırlar.
4- Solunum gazları ile tersinir (çift yönlü) tepkime yaparlar.
5- Kanın oksijen taşıma kapasitesini arttırır.
6- Oksijenle birleştikleri bölgede demir, bakır gibi metal iyonları bulunur.

Solunum Pigmentleri:

1- HEMOGLOBİN:

- Yapısında DEMİR bulunur.
- Oksijenle birleştiğinde açık KIRMIZI, oksijensiz KOYU KIRMIZI renkte görülür.
- Omurgalı hayvanların alyuvarlarında, bazı halkalı solucanlar ve bazı yumuşakçaların kan plazmasında bulunur.
- Oksijen taşıma kapasitesi en fazla olan pigmenttir.
- Hemoglobin molekülünde, 4 demir atomu bulunur.

2- HEMOSİYANİN:

- Yapısında BAKIR bulunur.
- Oksijenle birleştiğinde MAVİ, oksijensiz ise RENKSİZDİR.
- Bazı yumuşakça ve eklem bacaklıların kan plazmasında bulunur.

3- HEMOERİTRİN:

- Yapısında DEMİR bulunur.
- Oksijenle birleştiğinde KIRMIZI, oksijensiz ise RENKSİZ görünümündedir.
- Bazı halkalı solucanların kan hücrelerinde bulunur.

4- KLOROKRUORİN:

- Yapısında DEMİR bulunur.
- YEŞİL renklidir.
- Bazı halkalı solucanların kan plazmasında bulunur.

5- MİYOGLOBİN:

- Yapısında DEMİR bulunur.
- KIRMIZI renklidir.
- Omurgalı hayvanların çizgili kaslarında bulunur.
- Miyoglobinin görevi; hemoglobinin serbest bıraktığı oksijeni yakalayıp, depolamaktır.

olmak üzere 5'e ayrılır.

www.biyolojievreni.com

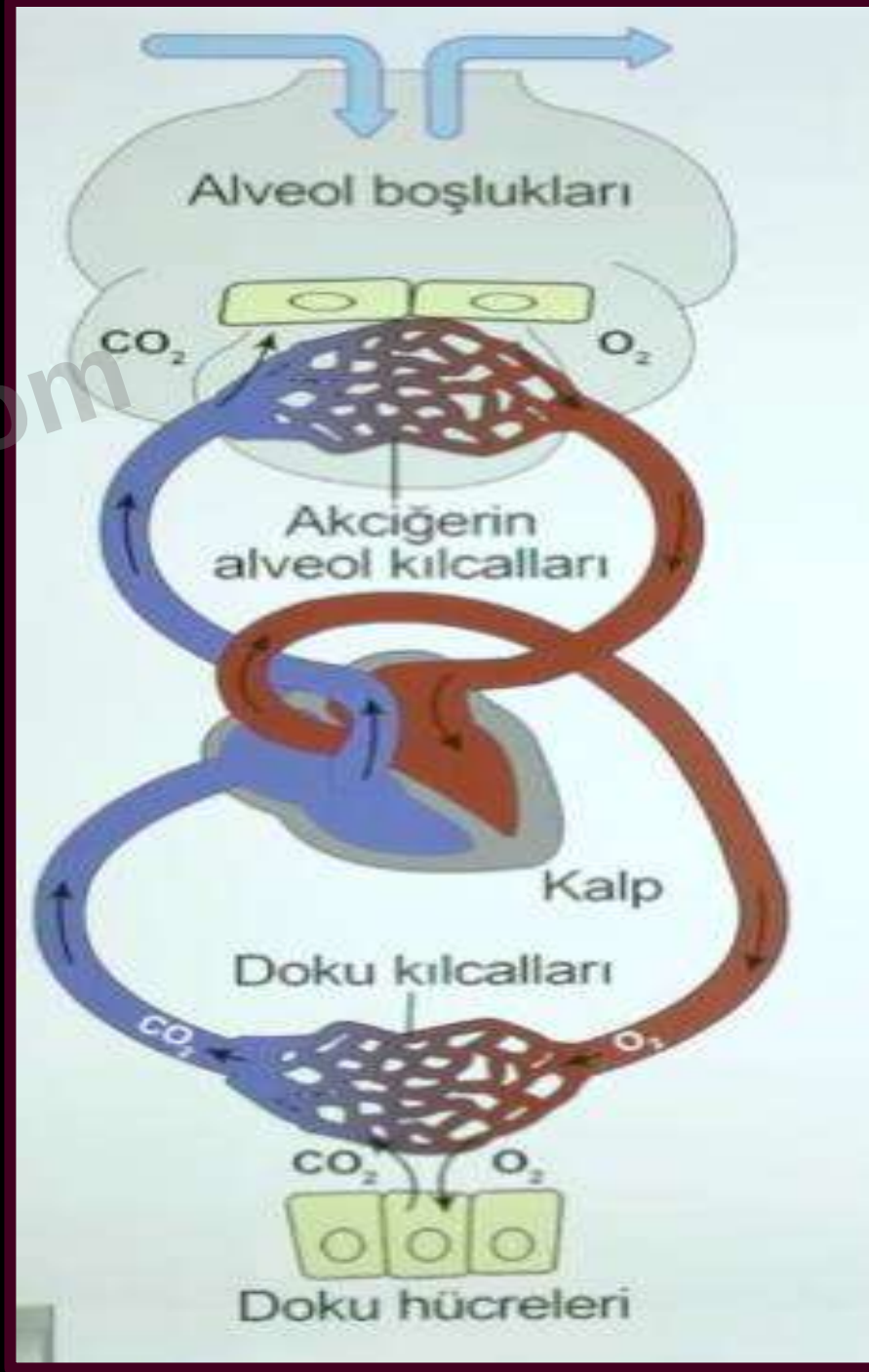
Solunum Pigmentleri:					
PİGMENT	RENK	ELEMENT	YERİ	HAYVAN	100 ml. Kandaki O_2 miktarı
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Alyuvar	MEMELİLER	25
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Alyuvar	KUŞLAR	18,5
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Alyuvar	SÜRÜNGENLER	9
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Alyuvar	KURBAĞALAR	12
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Alyuvar	BALIKLAR	9
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	**Plazma**	HALKALI SOLUCANLAR	6,5
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	**Plazma**	Bazı YUMUŞAKCALAR	1,5
Hemosiyanin	**MAVİ**	**BAKIR**	**Plazma**	Bazı YUMUŞAKCALAR Eklem bacaklılar	2 - 8
Klorokruorin	**YEŞİL**	Demir	**Plazma**	Bazı HALKALI SOLUCANLAR	9
Hemoeritrin	Kırmızı	Demir	**Plazma**	Bazı HALKALI SOLUCANLAR	2

www.biyolojievreni.com

SOLUNUM GAZLARININ TAŞINMASI

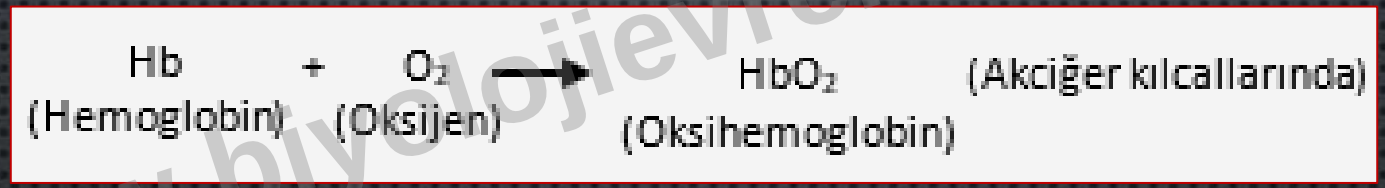
- ✓ Soluk alma ile akciğerlerde bulunan alveollerdeki O_2 ‘nin akciğere kılcalları ile kana geçecektir.
- ✓ Akciğer toplar damarı ile kalbin sol kulakçığına gelen kan ve içindeki O_2 kalbin sol karıncığından aort damarı ile kalpten çıkarak doku kılcallarına gelerek kandaki O_2 difüzyon ile hücrelere geçiş yapacaktır.
- ✓ Hücrelerdeki CO_2 ise aynı yolla kılcal damarlardan kana geçecektir.
- ✓ Kılcal damarlardan toplar damarlara geçen kandaki CO_2 kalbin sağ kulakçığından giriş yapıp sonrasında sağ karıncıktan akciğer atar damarı ile akciğerdeki kılcallar ve oradan da difüzyonla alveollere geçip bronşçuklar ve bronşlar üzerinden solu borusuna ve nefes verme hareketi ile dışarı atılacaktır.

www.biyolojevreni.com



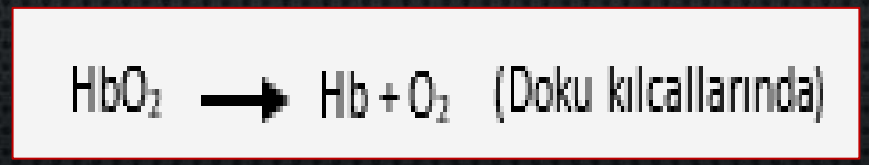
OKSİJENİN TAŞINMASI

- O_2 alveollerden dokulara doğru taşınır.
- O_2 ' nin %98'i hemoglobinle OKSİHEMOGLOBİN (HbO_2) şeklinde, %2'si kan plazmasında çözünmüş olarak taşınır.
- Alveollerde O_2 basıncı fazla olduğu için hemoglobin CO_2'yi bırakıp O_2 bağlar ve HbO_2 oluşur.



www.biyolojievreni.com

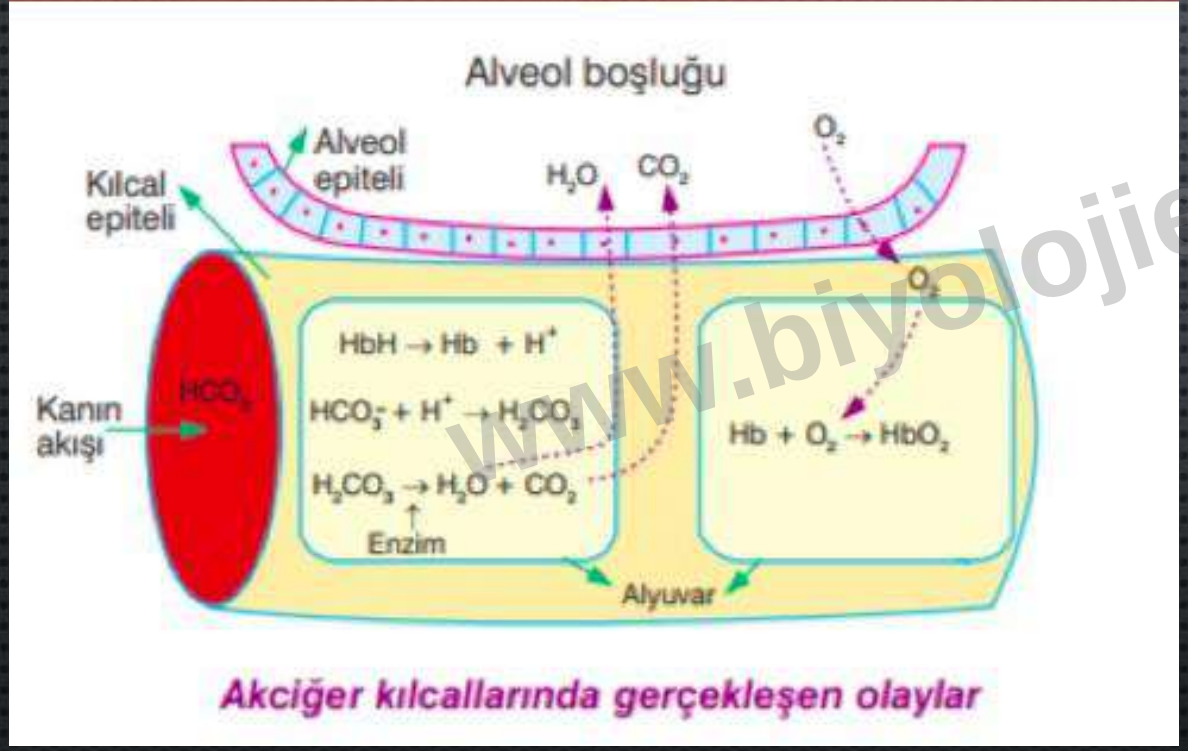
- HbO_2 taşıyan kan önce akciğer toplardamarı ile kalbe, sonra dokulara gider.
- Kan doku kılcallarına geldiğinde, dokularda CO_2 basıncı yüksek olduğundan, hemoglobin O_2'yi bırakır. CO_2'yi bağlar.



- Serbest kalan oksijen difüzyonla önce doku sıvısına, doku sıvısından da hücrelere geçer.

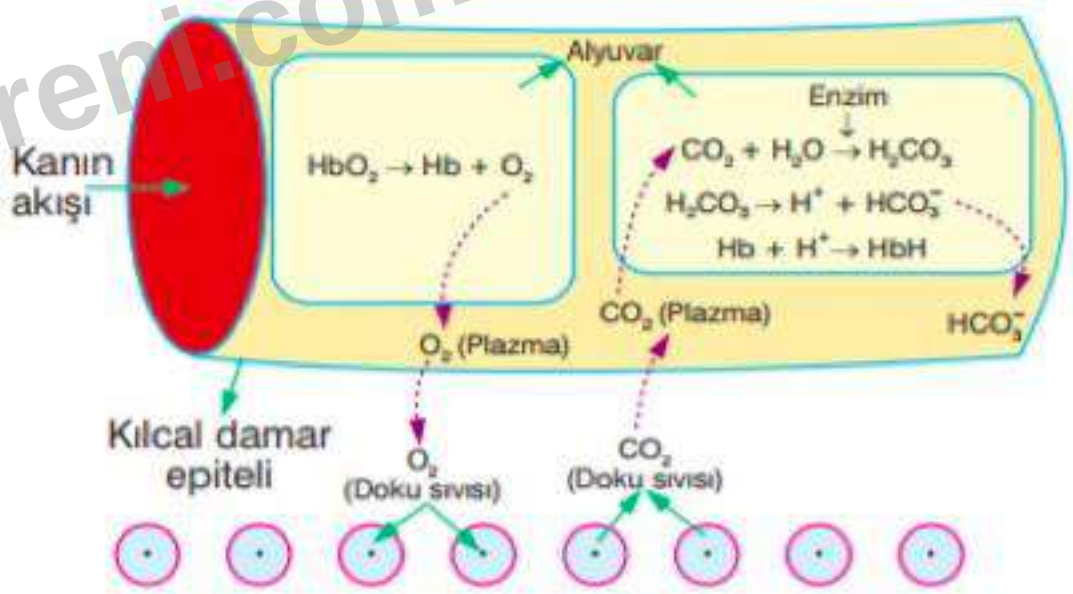
OKSİJENİN TAŞINMASI

Hb (Hemoglobin) + O_2 (Oksijen) → HbO_2 (Oksihemoglobin) (Akciğer kılcallarında)



Akciğer kılcallarında gerçekleşen olaylar

HbO_2 → Hb + O_2 (Doku kılcallarında)

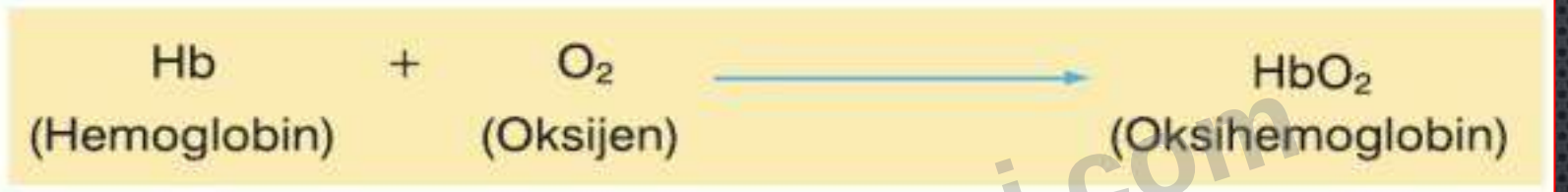


Doku kılcallarında gerçekleşen olaylar

www.biyolojievreni.com

❖ Doku kılcallarında oksijen hemoglobinden ayrılırken, alveol kılcallarında hemoglobinle birleşir.

OKSİJENİN TAŞINMASI



Akciğer kılcallarında



Doku kılcallarında

Doku kılcallarına ulaşan oksihemoglobin, ayrışarak hemoglobin ve O_2'yi oluşturur. O_2 difüzyonla hücrelere geçer.

www.biyolojievreni.com

OKSİJENİN TAŞINMASI

Hemoglobinin Oksijenden Ayrılma Nedenleri:

1- Oksijen yoğunluğunun düşmesi

2- Karbondioksit yoğunluğunun artması.

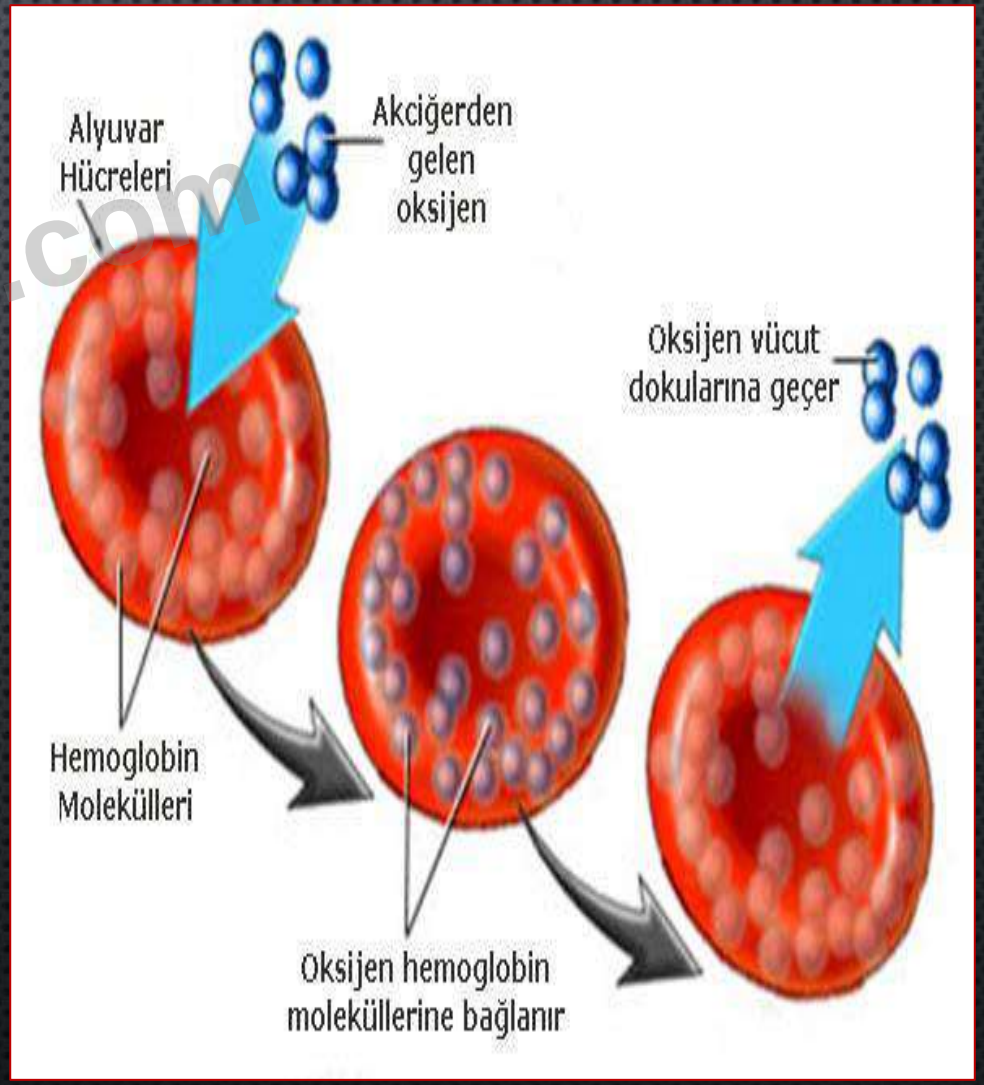
3- Kanın asitliğinin artması yani pH' ın düşmesi

UNUTMA:

- Kandaki CO_2 arttığı zaman kanın pH düşer yani asitlik artar.
- Asitliğin artması ortamdaki H+ iyonu çokluğuna neden olur.
- Ortamdaki H+ fazlalığı Hb 'nin O_2' ilgisini azaltır.

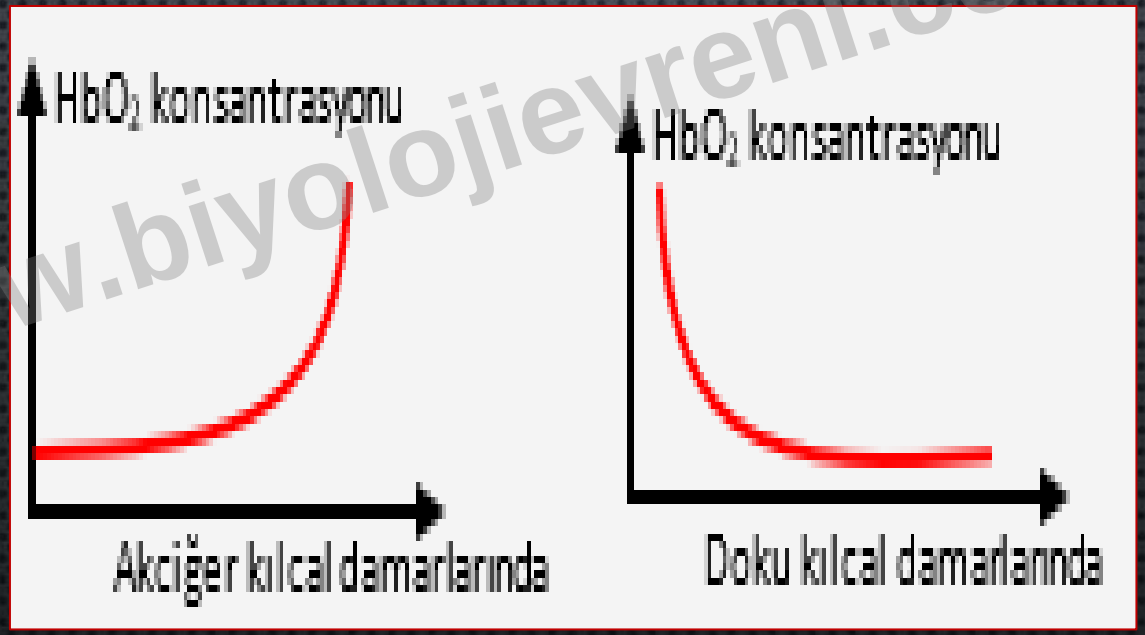
4- Sinir ve kas gibi aktif dokulardaki ısı derecesinin artması (Yüksek sıcaklıkta Hb 'nin O_2 ilgisi azalır.)

www.biyolojievreni.com



OKSİJENİN TAŞINMASI

❖O_2'nin hemoglobinle birleşmesi ve ayrılması enzimatik bir tepkime değildir.

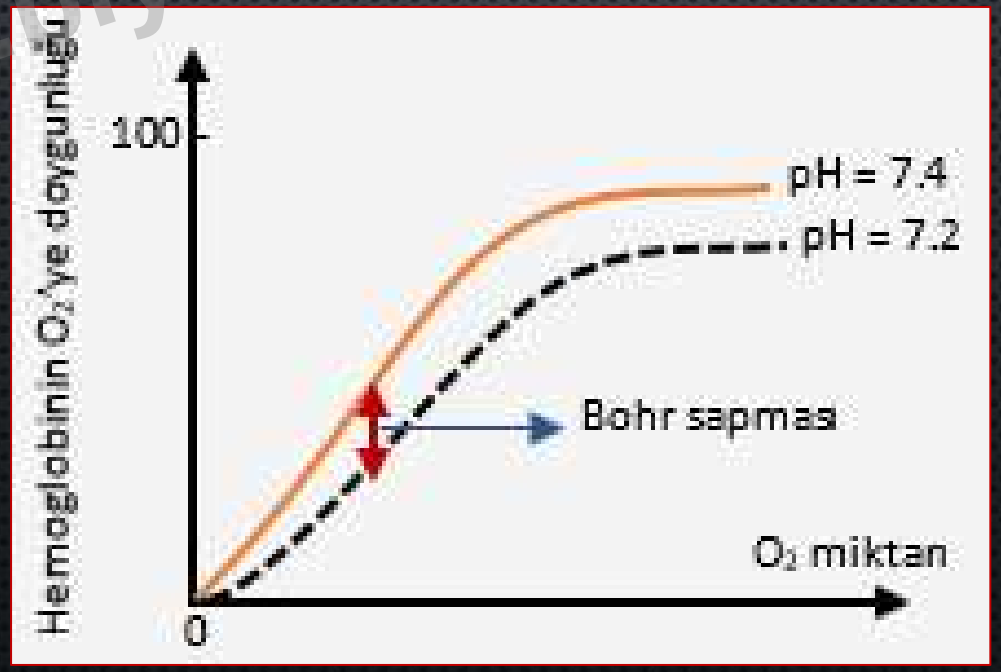


www.biyolojievreni.com

OKSİJENİN TAŞINMASI

- Hemoglobinin oksijeni bırakmasındaki en önemli faktör doku kılcallarındaki düşük pH' tır.
- Kanda CO_2'nin kısmi basıncının doku kılcallarında artması pH' ı düşürür ve hemoglobinin oksijene ilgisi azalarak oksijeni serbest bırakır.
- Bu duruma Bohr Kayması (Bohr Sapması = Bohr Etkisi) denir.

www.biyolojievreni.com



KARBONDİOKSİTİN TAŞINMASI

- CO_2 dokulardan alveollere doğru taşınır.
- Hücresel solunum sonucu oluşan CO_2, difüzyon ile doku hücrelerinden doku sıvısına daha sonra da doku kılcal damarlarına geçer.

www.biyolojievreni.com

➢ Kanda CO_2'nin taşınması üç şekilde gerçekleşir.

1. Çözünmüş hâlde:

- Taşınan CO_2'nin yaklaşık %5-7'si kan plazmasında çözünmüş hâlde taşınır.

NOT:

Görüldüğü gibi çözünmüş olarak taşınan CO_2 miktarı (%5-7) çözünmüş olarak taşınan O_2 miktarından (%2) daha fazladır. Bunun sebebi CO_2'nin sudaki çözünürlüğünün O_2'den daha fazla olmasıdır.

www.biyolojievreni.com

2. Karbominohemoglobin (Karboksihemoglobin) şeklinde ($HbCO_2$):

- CO_2'nin yaklaşık %15-20'si alyuvarlarda hemoglobin ile birleşerek " Karbominohemoglobin " şeklinde taşınır.

3. Bikarbonat şeklinde (HCO^-_3):

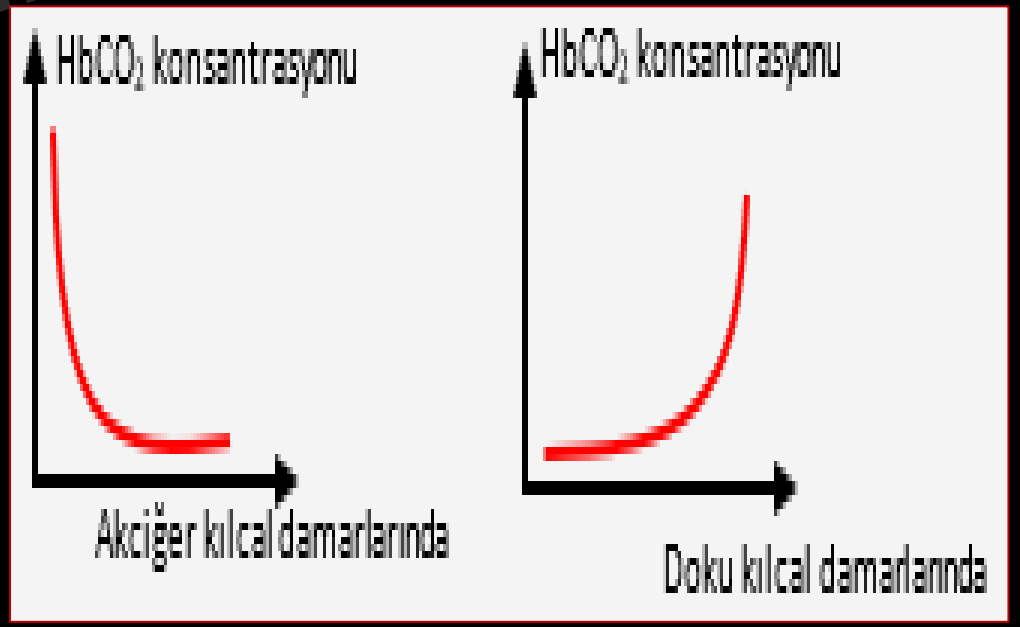
- CO_2'nin büyük bir kısmı (%73- 80) ise alyuvarlar içinde " Su " ile birleşerek " Karbonik Asidi " oluşturur.

2. Karbominohemoglobin (Karboksihemoglobin) şeklinde ($HbCO_2$):

- CO_2'nin yaklaşık %15-20'si alyuvarlarda hemoglobin ile birleşerek Karbominohemoglobin şeklinde taşınır.

$$Hb + CO_2 \longrightarrow HbCO_2 \text{ (Doku kılcallarında)}$$

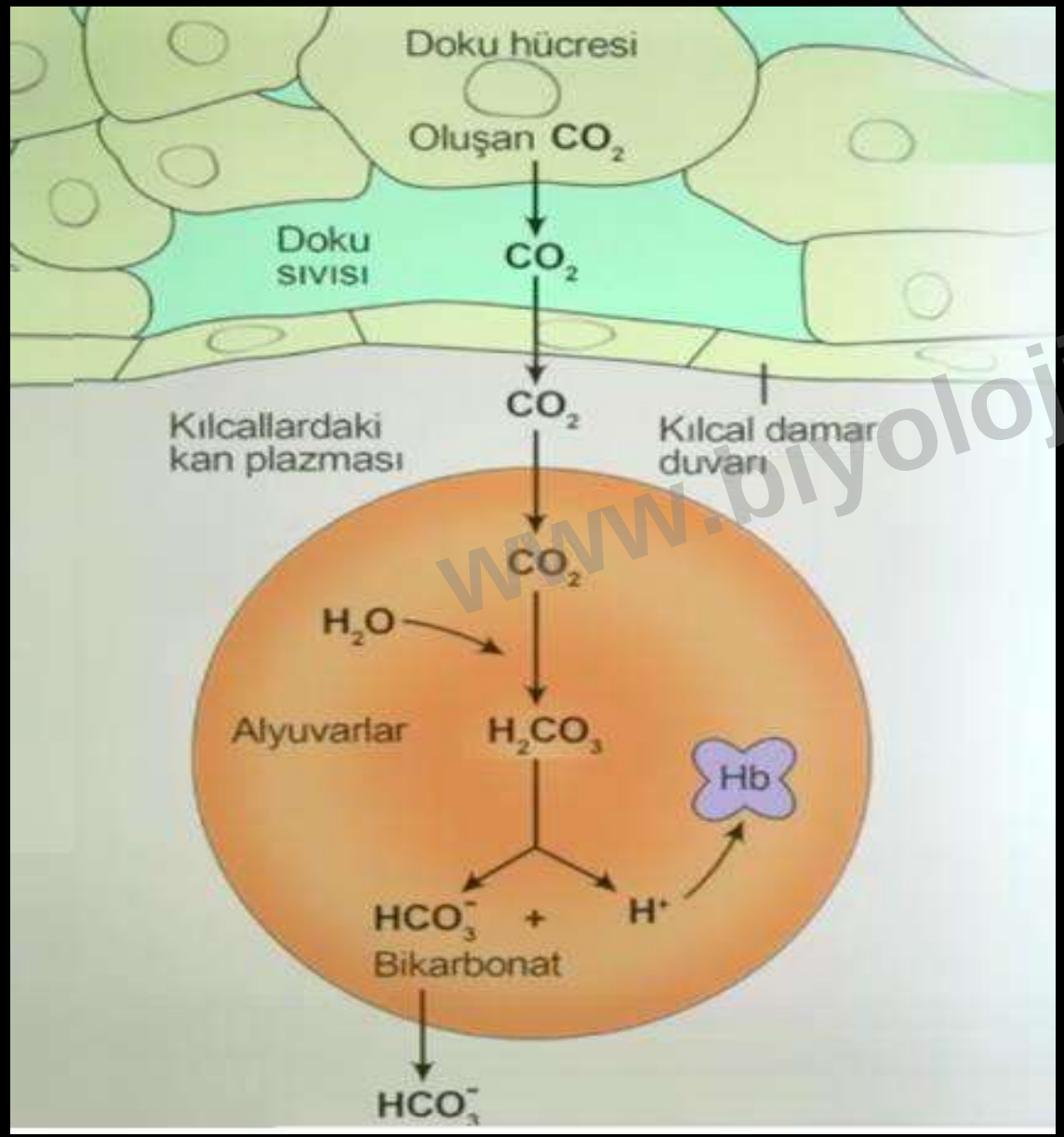
- Bu birleşme ortamdaki CO_2 konsantrasyonuna bağlıdır.
- CO_2'nin fazla olduğu doku kılcal damarlarında bağlanma gerçekleşirken akciğer kılcal damarlarında tam tersi gerçekleşir.
- CO_2, hemoglobinden ayrılarak önce kan plazmasına, daha sonra akciğere geçerek soluk verme ile dışarı atılır.



$$HbCO_2 \longrightarrow Hb + CO_2 \text{ (Akciğer kılcallarında)}$$

www.biyolojievreni.com

3. Bikarbonat şeklinde (HCO^-_3) , CO_2' nin Taşınması:

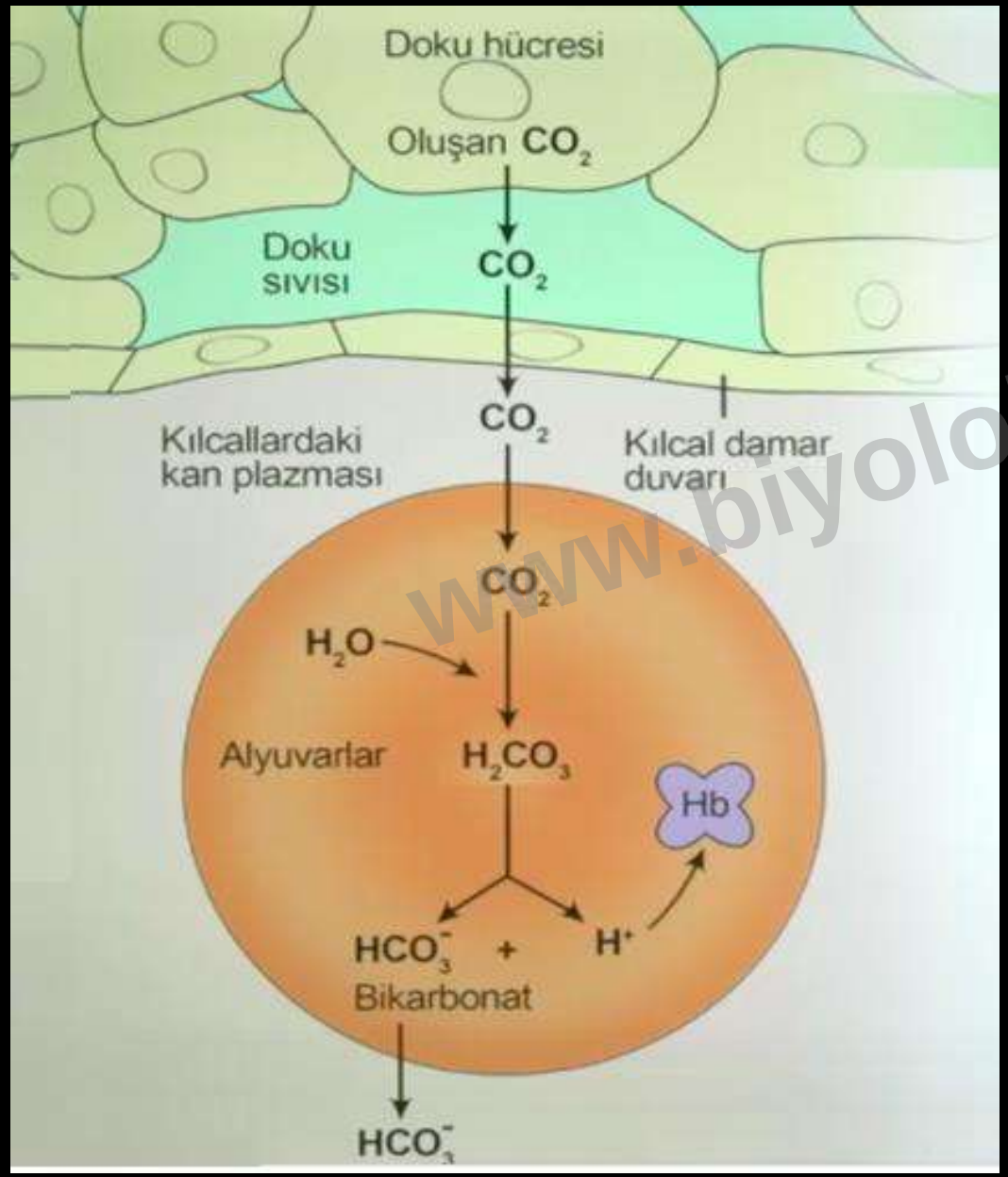


- Dokudaki hücrelerdeki **CO_2** difüzyonla doku sıvısına geçer.
- Doku sıvısından yine difüzyonla doku kılcallarına geçer.
- Doku kılcalındaki kan plazmasına geçen **CO_2** alyuvar içine girer.
- Alyuvar içindeki **CO_2** ,yine alyuvar içindeki **H_2O** birleşerek
- H_2CO_3 (karbonik asit) meydana gelir.
- Bu tepkime enzimatik bir tepkimedir ve burada görevli enzim "KARBONİK ANHİDRAZ ENZİMİ " dir.

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Karbonik anhidraz}} H_2CO_3 \quad \text{(Doku kılcallarında)}$$

www.biyolojievreni.com

3. Bikarbonat şeklinde (HCO^-_3) , CO_2' nin Taşınması:



www.biyolojievreni.com

- H_2CO_3 (karbonik asit) oluştuktan hemen sonra iyonlaşacaktır.

$$H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^- \quad \text{(Doku kılcallarında enzimsiz)}$$

- Yani H_2CO_3 , H+ ve HCO_3^- (bikarbonat) olarak ayrılacaktır.
- Alyuvar içinde oluşan HCO_3^- (bikarbonat), alyuvar içinde taşınmaz ve hemen alyuvardan kan plazmasına geçer.
- Alyuvar içinde H_2CO_3 (karbonik asit) iyonlaşması sonucu oluşan H+ iyonu ise Hb (hemoglobinle) birleşir.

$$Hb + H^+ \rightarrow HHb \quad \text{(Doku kılcallarında)}$$

- ✓ Kan plazmasında taşınan HCO_3^- (bikarbonat) iyonları toplar damarlarla kalbe gelecektir ve daha sonrada akciğer atar damarıyla akciğer taşınacaktır.

- ➢ Akciğer kılcallarına gelen kan plazması içindeki HCO_3^- (bikarbonat) iyonları alyuvar içine geçerek önce H^+ iyonu ile birleşip H_2CO_3 (karbonik asit) tekrar oluşacaktır . Daha sonra ”KARBONİK ANHİDRAZ ENZİMİ ” ile CO_2 ve H_2O birbirinden ayrılıp serbest kalan CO_2 difüzyonla tekrar kan plazmasına geçerek yine difüzyonla akciğer kılcallarından alveollere geçip dışarı atılacaktır.

- ➢ CO_2 ve H_2O difüzyonla akciğere geçerek soluk verme ile dışarı atılır.

- ➢ H_2O alveol yüzeyini nemlendirir. Fazlası ise dışarı atılır.

www.biyolojievreni.com

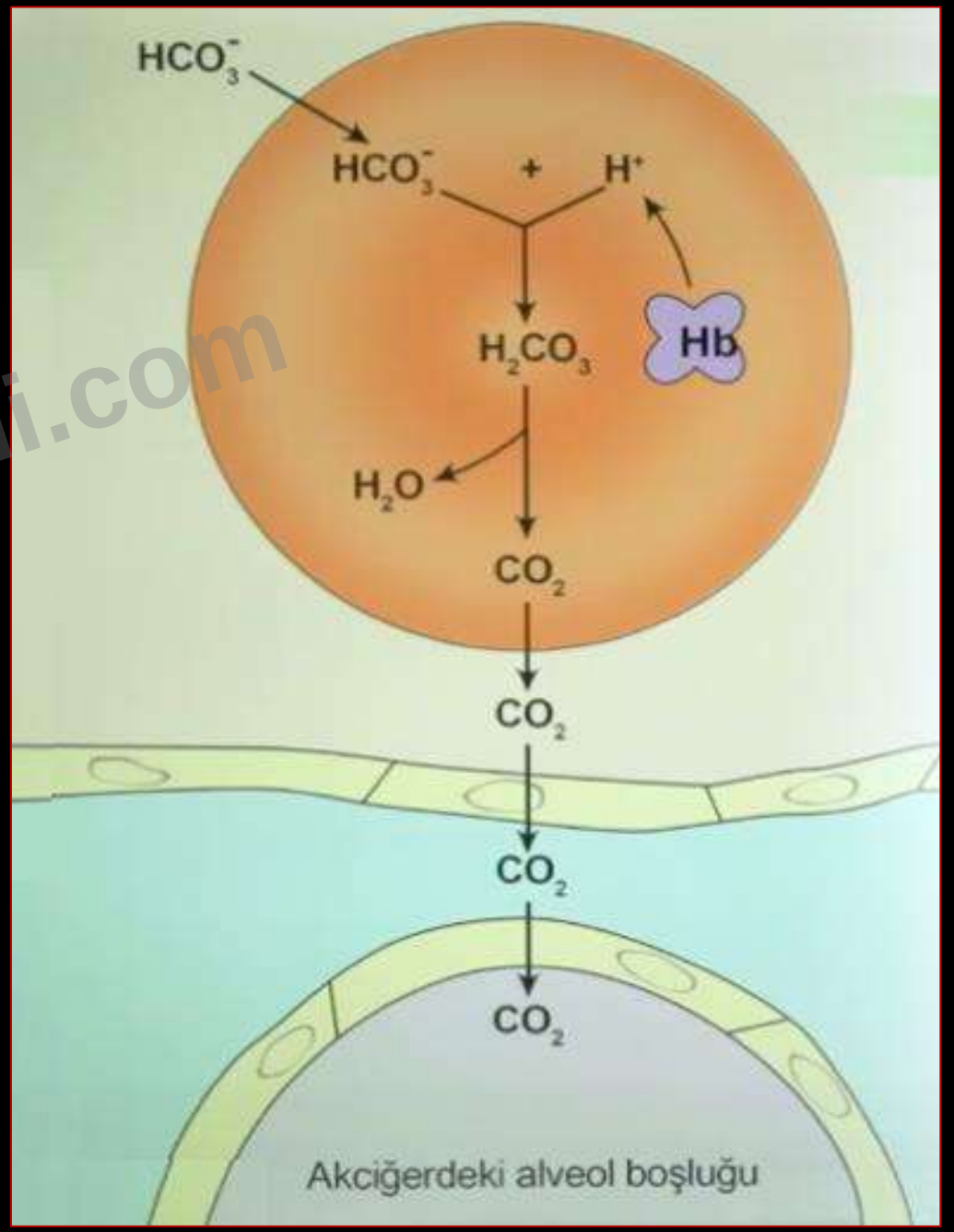
- Akciğer kılcallarında kan plazmasındaki HCO_3^- (bikarbonat) iyonları öncelikle tekrar alyuvar içine girecektir.

- Bu arada aynı zamanda Hb (hemoglobin) kendisine bağlanan H+ iyonu serbest bırakacaktır.

$$HHb \longrightarrow Hb + H^+ \quad \text{(Akciğer kılcallarında)}$$

- Açığa çıkan H+ iyonu ile alyuvar içine giren HCO_3^- (bikarbonat) iyonları tekrar birleşerek H_2CO_3 (karbonik asit) yeniden meydana gelir.

$$H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3 \quad \text{(Akciğer kılcallarında)}$$



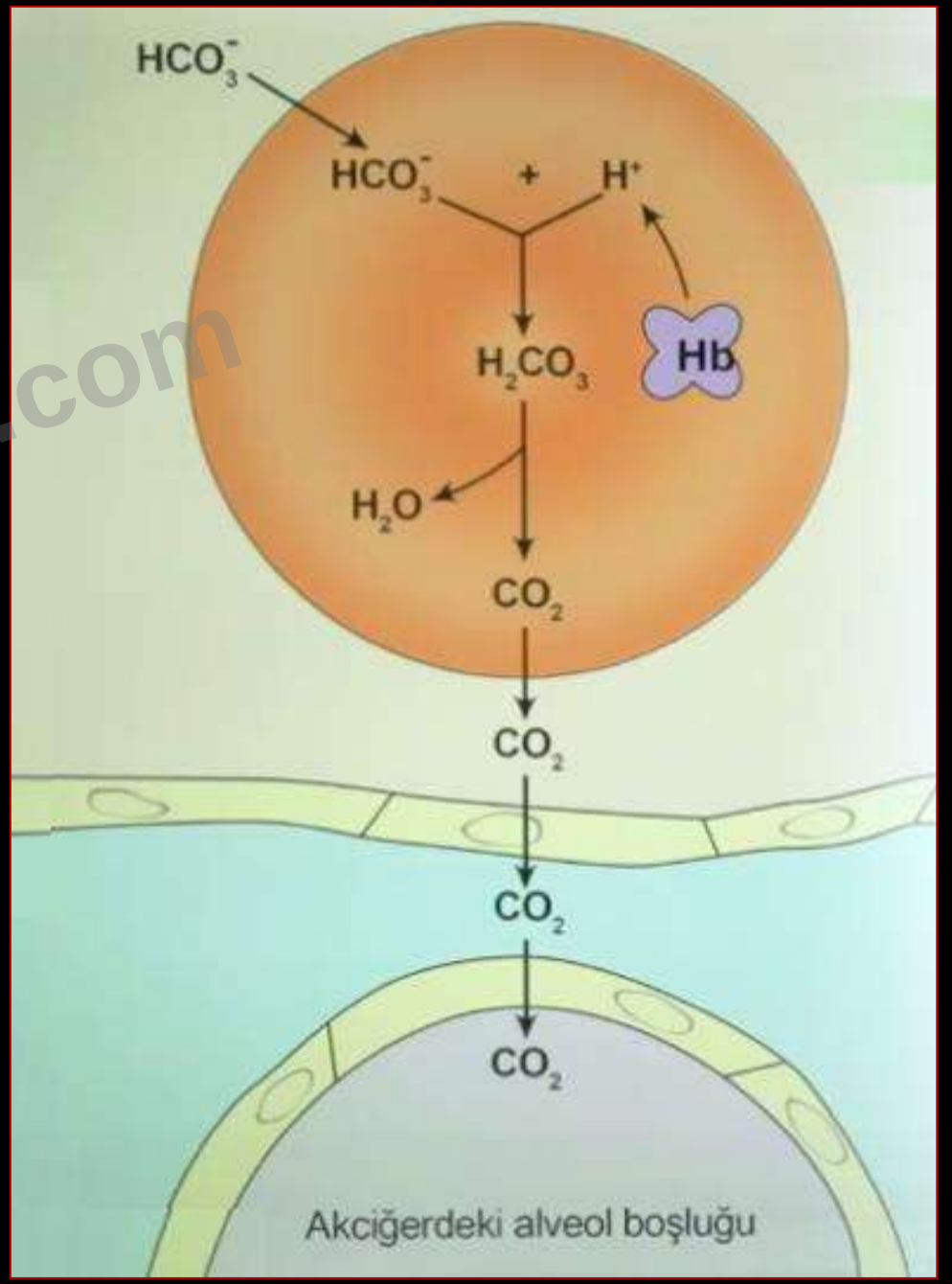
www.biyolojievreni.com

- H_2CO_3 (karbonik asit) yeniden KARBONİK ANHİDRAZ ENZİMİ ile **H_2O** ve **CO_2** oluşacaktır.

$$H_2CO_3 \xrightarrow{\text{Karbonik anhidraz}} CO_2 + H_2O \text{ (Akciğer kılcallarında)}$$

- **CO_2** artık serbest kalacaktır.
- Bundan sonra sırasıyla önce alyuvardan kan plazmasına ,kan plazmasından difüzyonla akciğerdeki doku sıvısına oradan da difüzyonla alveollere geçecek ve sonuçta nefes verilerek **CO_2** dışarı atılacaktır.

www.biyolojievreni.com



NOT:

- Kan doku kılcallarından geçerken oksijen ve besin azalır, karbondioksit ve artık maddeler artar.
- Kan yüksek konsantrasyonda karbondioksit ile yüklendiği anda doku kılcallarında geçmektedir.
- Kan akciğer kılcallarından geçerken oksijen artar , karbondioksit azalır.
- Oksihemoglobin taşıyan kan açık kırmızı renklidir.

www.biyolojievreni.com

UYARI

- Kandaki karbondioksit miktarı azsa , hemoglobinin oksijen bağlama kapasitesi fazladır.
- Kandaki karbondioksit miktarı çoksa, karbomino hemoglobin (karboksi hemoglobin) bağlantısı artacağından hemoglobinin oksijene olan ilgisi azalır . Hemoglobin daha çok oksijeni serbest bırakır.
- Alçak basınçta gazların çözünürlüğü azalır, gaz haline geçme yüzdesi artar.
- Yüksek basınç ve düşük sıcaklıkta gazların çözünürlüğü artar. Böyle sularda çözünmüş oksijen miktarı çok artacağından balık sayısı da artar.
- Deniz seviyesinde hemoglobinin, oksijen ile birleşme kapasitesi fazladır, yükseklere doğru çıkıldıkça azalır.

www.biyolojievreni.com

KARBONDİOKSİT TAŞINMASI

Doku Kılcalları

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Karbonik anhidraz}} H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

$$Hb + H^+ \longrightarrow Hb\ H$$

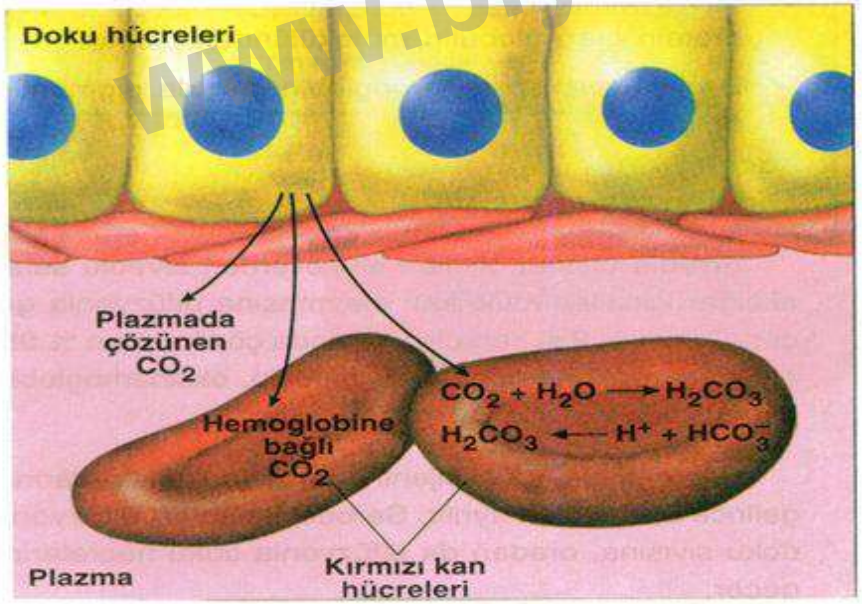
Akciğer Kılcalları

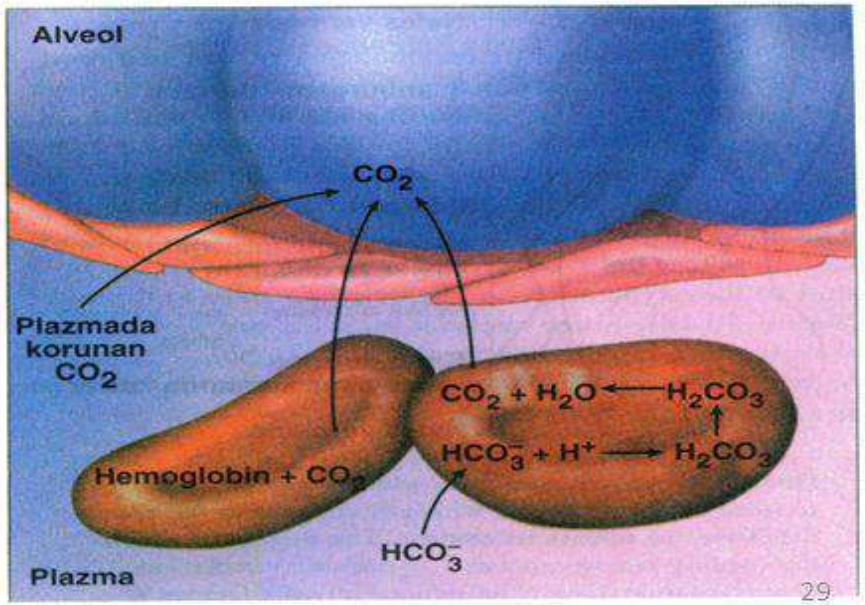
$$Hb\ H \longrightarrow Hb + H^+$$

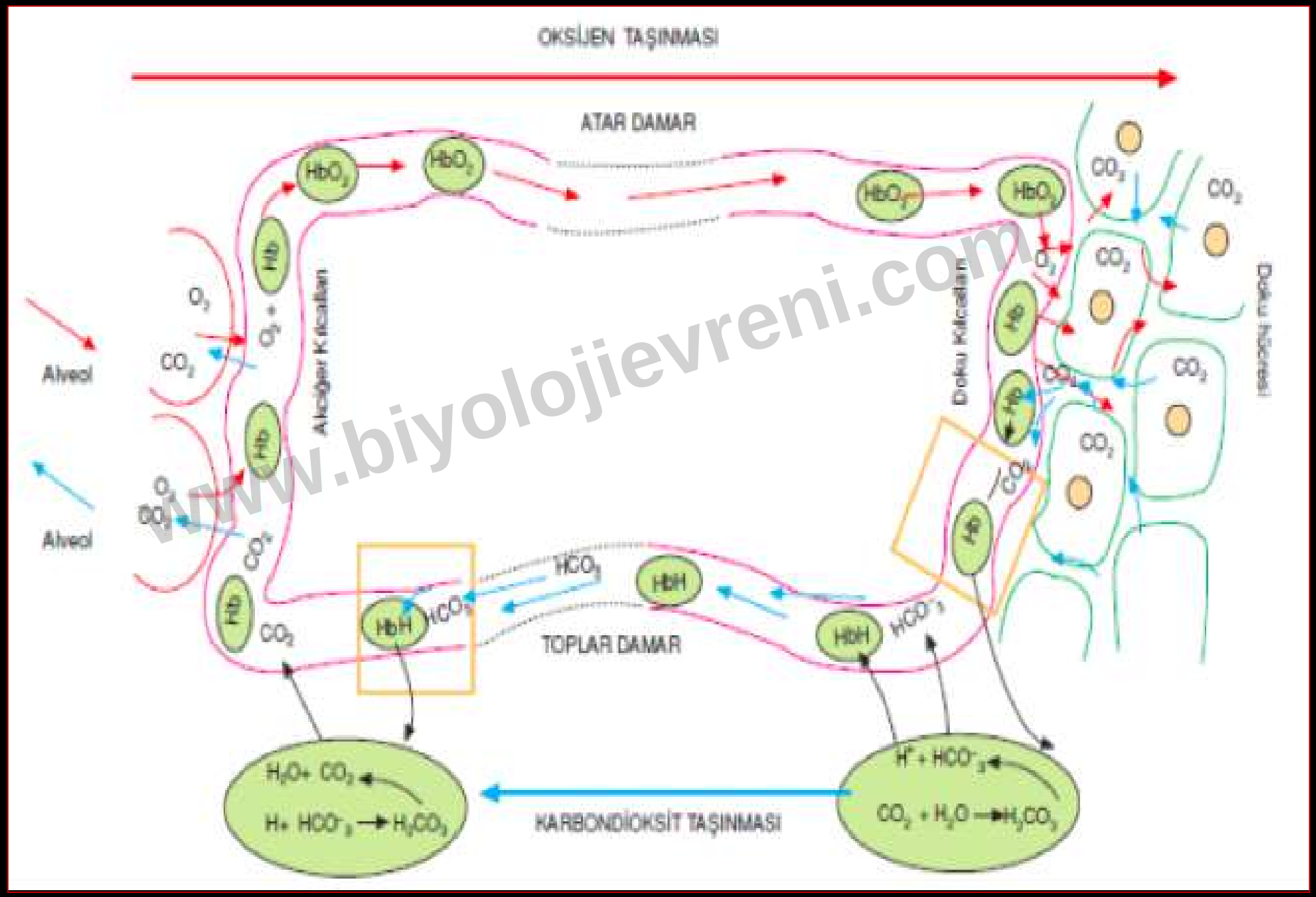
$$H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \xrightarrow{\text{Karbonik anhidraz}} CO_2 + H_2O$$

www.biyolojievreni.com







www.biyolojievreni.com

KARBONDİOKSİTİN TAŞINMASI

Doku Kılcallarında

- $Hb + CO_2 \rightarrow HbCO_2$
  (Hemoglobin) (Karbominohemoglobin) (Karboksihemoglobin)
- $CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Karbonikanhidraz}} H_2CO_3$ (Karbonikasit)
- $H_2CO_3 \rightarrow H + HCO_3^-$ (Bikarbonat iyonu)
- $H^+ + Hb \rightarrow HbH^+$

Akciğer (Alveol)Kılcallarında

- $HbCO_2 \rightarrow Hb + CO_2$
- $H + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3$
- $H_2CO_3 \xrightarrow{\text{Karbonikanhidraz}} CO_2 + H_2O$
- $HbH^+ \rightarrow H^+ + Hb$

OKSİJENİN TAŞINMASI

Doku Kılcallarında

- $HbO_2 \rightarrow Hb + O_2$
  (Oksihemoglobin)

Akciğer (Alveol) Kılcallarında

- $Hb + O_2 \rightarrow HbO_2$

www.biyolojievreni.com

UNUTMA !

- Karbonik asit oluşumu doku kılcalı ve alveol (akciğer) kılcalında ORTAKTIR.
- Ancak; Alveol kılcalında Karbonik asit oluşum tepkimesi ENZİMSİZ olarak gerçekleşir.

www.biyolojievreni.com

Doku Kılcalı : $CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Karbonikanhidraz}} H_2CO_3$ (enzimli)

(karbonik asit)

Alveol Kılcalı : $H^+ + HCO_3^-$ (Bikarbonat) $\longrightarrow H_2CO_3$ (enzimsiz)

(karbonik asit)

KONU TARAMA :

1) I. H_2CO_3 ---→ $H_2O + CO_2$
II. $O_2 + Hb$ ---→ HbO_2
III. H_2CO_3 ---→ $H + HCO_3$
IV. $CO_2 + Hb$ ---→ $HbCO_2$

Yukarıda verilen olayların gerçekleştiği kılcal kan damarları aşağıdakilerden hangisi doğru olarak verilmiştir?

	Doku Kılcalları	Alveol Kılcalları
A)	I ve II	III ve IV
B)	I ve III	II ve IV
C)	II ve III	I ve IV
D)	II ve IV	I ve III
E)	III ve IV	I ve II

www.biyolojievreni.com

CEVAP: E

I. $H_2CO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2$ (ALVEOL KILCALARINDA)
II. $O_2 + Hb \longrightarrow HbO_2$ (ALVEOL KILCALARINDA)
III. $H_2CO_3 \longrightarrow H + HCO_3$ (DOKU KILCALARINDA)
IV. $CO_2 + Hb \longrightarrow HbCO_2$ (DOKU KILCALARINDA)

2) I. H II. CO_2 III. O_2

Yukarıda verilen moleküllerden hangileri hemoglobin ile bağlanarak kanda taşınabilir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

www.biyolojievreni.com

CEVAP: E) I, II ve III

SORU 3. Yanda, insanda soluk alma ve soluk verme sırasında gerçekleşen bazı olaylar verilmiştir.

Buna göre, bu olaylardan soluk alma sırasında gerçekleşenler, aşağıdakilerin hangisinde doğru sıralanmıştır?

A) 1 – 2 – 6 – 8
B) 5 – 2 – 3 – 7
C) 5 – 2 – 6 – 7
D) 7 – 2 – 3 – 4
E) 7 – 3 – 2 –5



www.biyolojievreni.com

Cevap : C

5 – Diyafram kasılır.
2 – Göğüs içi hacmi artar.
6 – Alveoldeki hava basıncı azalır.
7 – Solunum sistemine hava girer.

SORU 4.

Aşağıdakilerden hangisinin gerçekleşebilmesi için enerji harcanmaz?

A) Oksijenin alveollerden kana geçmesi

B) Paramesyumun sillerinin hareketiyle yer değiştirmesi

C) Sinir hücrelerinde impulsun iletilmesi

D) Ribozomlarda polipeptit sentezlenmesi

E) Glikozun hücre solunumunda yıkılması

www.biyolojievreni.com

Cevap : A

Solunum gazları (CO_2 ve O_2) her zaman difüzyon ile yer değiştirir. Enerji harcanmaz.

SORU 5. İnsanda akciğerlerle alınan oksijenin vücut hücrelerine taşınması sırasında meydana gelen;

I. doku kılcal damarlarındaki kanda karbondioksit miktarı arttığı için oksijenin hemoglobinden ayrılması,

II. alveollere dolan havadaki oksijenin difüzyonla akciğer kılcal damarlarına geçmesi,

III. oksijenin alyuvarlardaki hemoglobinle birleşerek oksihemoglobin oluşturması,

IV. plazmadaki oksijenin doku sıvısına geçtikten sonra difüzyonla hücrelere geçmesi,

V. oksijence zengin kanın kalpten vücuda pompalanması

olaylarının doğru sıralaması aşağıdakilerin hangisinde verilmiştir?

A) I, II, III, IV, V B) II, I, III, IV, V C) II, III, V, I, IV D) III, IV, I, V, II E) III, V, I, II, IV

www.biyolojievreni.com

Cevap : C

II. alveollere dolan havadaki oksijenin difüzyonla akciğer kılcal damarlarına geçmesi,

III. oksijenin alyuvarlardaki hemoglobinle birleşerek oksihemoglobin oluşturması,

V. oksijence zengin kanın kalpten vücuda pompalanması

I. doku kılcal damarlarındaki kanda karbondioksit miktarı arttığı için oksijenin hemoglobinden ayrılması,

IV. plazmadaki oksijenin doku sıvısına geçtikten sonra difüzyonla hücrelere geçmesi,

SORU 6. Normal bir insanda yoğun egzersiz sonunda gerçekleşen olaylar aşağıda verilmiştir.

I. Kan pH 'sının düşmesi

II. Solunum merkezlerinin uyarılması

III. Hücrelerde oluşan karbondioksit miktarının artması

IV. Diyafram ve kaburgalar arası kasların uyarılması

V. Soluk alıp vermenin hızlanması

Bu olayların gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) I-II-V-III-IV B) III-I-II-IV-V C) III-IV-I-II-V D) IV-I-II-III-V E) IV-II-V-I-III

www.biyolojievreni.com

Cevap : B

III. Hücrelerde oluşan karbondioksit miktarının artması

I. Kan pH' sının düşmesi

II. Solunum merkezlerinin uyarılması

IV. Diyafram ve kaburgalar arası kasların uyarılması

V. Soluk alıp vermenin hızlanması

SORU 7. Aşağıdakilerden hangisi solunum sisteminin sinirsel denetimine örnek olarak gösterilebilir?

A) Sigara dumanında bulunan karbonmonoksidin alyuvarların oksijen bağlama kapasitesini düşürmesi

B) Dalgıçların hızla yüzeye çıkmaları sonucunda kanda erimiş hâldeki azotun gaz hâline geçmesi

C) Kandaki karbondioksit miktarının artışına bağlı olarak soluk alıp vermenin hızlanması

D) Astım hastalarının alveollerinin daralması sonucu soluk alıp vermelerinin güçleşmesi

E) Yüksek yerlerde yaşayan insanların kanındaki alyuvar sayısının fazla olması.

www.biyolojievreni.com

Cevap : C

Kandaki karbondioksit miktarının artışı kan pH 'sının düşmesine neden olur. Buna bağlı olarak omurilik soğanı uyarılır soluk alıp verme hızlanır.

SORU 8.

Normal bir insanda yoğun bir egzersiz sonucunda aşağıdakilerden hangisi gerçekleşmez?

A) Kandaki karbondioksit miktarının artması

B) Kan pH sının yükselmesi (Kanın bazikleşmesi)

C) Soluk alıp verme hızının artması

D) Dokulardaki oksijen miktarının azalması

E) Hücrelerdeki ADP miktarının artması

www.biyolojievreni.com

Cevap : B

Normal bir insanda yoğun bir egzersiz sonucunda oluşan CO_2 kan pH' sının **düşmesine** neden olacaktır.

SORU 9.

Bir sporcunun koşmaya başlamasından sonra,

I. soluk alıp-verme mekanizmasının uyarılması

II. dokularda CO_2 miktarının artması

III. kanda CO_2 miktarının artması

durumlarının, ortaya çıkışlarına göre sıralanışı aşağıdakilerden hangisidir?

A) I, II, III B) II, I, III C) II, III, I D) III, I, II E) III, II, I

www.biyolojievreni.com

Cevap : C

Gerekli enerji için önce oksijenli solunum ile dokularda CO_2 artar. Kana verilir. Kanda CO_2 miktarının artması ile soluk alıp-verme mekanizması uyarılır.

SORU 10. İnsanda,

I. Oksijenin hemoglobinden ayrılması

II. Bazı yıkım ürünlerinin dış ortama atılması

III. CO_2'nin hemoglobinden ayrılması

olaylarından hangileri **akciğerlerin görevidir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

www.biyolojievreni.com

Cevap : B

Solunum sonucu oluşan CO_2 akciğerler tarafından dışarı atılır.

O_2'nin ve CO_2'nin hemoglobinden ayrılması ve birleşmesi bunların kısmi basıncına bağlı olarak kanda gerçekleşir.

SORU 11. Bir solunum pigmentinin görevini yapabilmesi için sahip olması gereken en önemli özellik aşağıdakilerden hangisidir?

A) Demir atomunu taşıması
B) Oksijenle tersinir reaksiyona girebilmesi
C) Kan plazmasında çözünmesi
D) Alyuvar içinde organize olması
E) Oksijenle kararlı bileşik oluşturması.

www.biyolojievreni.com

Cevap : B

Solunum pigmentlerinin en önemli özelliği oksijenle kararsız ve tersinir bileşik oluşturmasıdır.

Yani , Kolay birleşir ve Kolay ayrılır.

SORU 12. Aşağıdakilerin hangisinde, verilen iki olayın birlikte gerçekleşmesi, normal bir insanın soluk almasını sağlar?

A) Diyafram kasının kasılması-Karın iç basıncının azalması
B) Diyafram kasının kasılması-Göğüs boşluğu hacminin artması
C) Kaburgalar arası kasların kasılması- Göğüs boşluğu hacminin azalması
D) Diyafram kasının gevşemesi-Göğüs boşluğu hacminin azalması
E) Kaburgalar arası kasların gevşemesi- Karın iç basıncının azalması

www.biyolojievreni.com

Cevap : B

Diyafram kasının kasılması ile aşağı doğru düzleşir. Göğüs boşluğunun iç hacmi artar. Hava akciğerlere dolar.

SORU 13.

I. $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$

II. $H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$

III. $H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3$

IV. $H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$

Yanda verilen tepkimelerden hangileri akciğer kılcallarında, hangileri doku kılcallarında gerçekleşir?

	Doku kılcalı	Akciğer kılcalı
A)	I ve III	II ve IV
B)	I ve II	III ve IV
C)	II ve IV	I ve III
D)	II ve III	I ve IV
E)	III ve IV	I ve II

www.biyolojievreni.com

Cevap : B

I. $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$ (Doku kılcalı)

II. $H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$ (Doku kılcalı)

III. $H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3$ (Akciğer kılcalı)

IV. $H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$ (Akciğer kılcalı)

Karbonik asit (H_2CO_3) oluşumu ve H^+, HCO_3^- iyonlarına ayrılması doku kılcallarında, bu iyonların birleşerek karbonik asidi oluşturmaları, karbonik asidin de su ve CO_2 ‘ yi oluşturması akciğer kılcallarında gerçekleşir.

SOLUNUM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

www.biyolojievreni.com

Farenjit (yutak iltihabı)

- Enfeksiyon veya kimyasallara bağlı olarak yutağın tahriş olmasıdır.
- Bakteri kaynaklı farenjitte gerekli önlem alınmazsa iltihaplanma gırtlağa, sinüslere ve kulaklara yayılabilir.
- Sonuçta yutmada zorluk, burun akıntısı, ağır öksürük ve yüksek ateş şeklinde belirtiler ortaya çıkabilir.

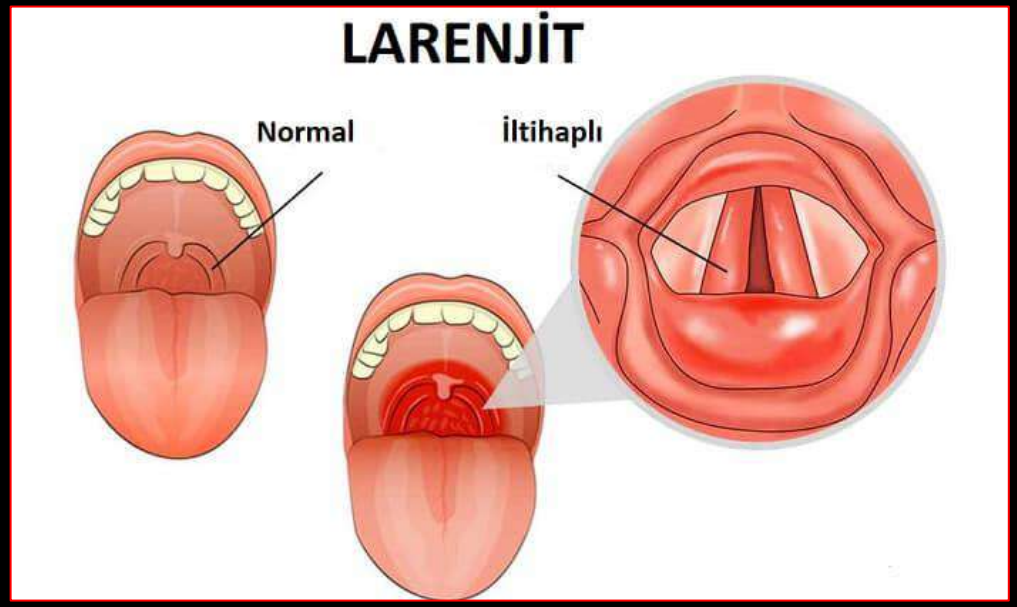
www.biyolojievreni.com



Larenjit (gırtlak iltihabı)

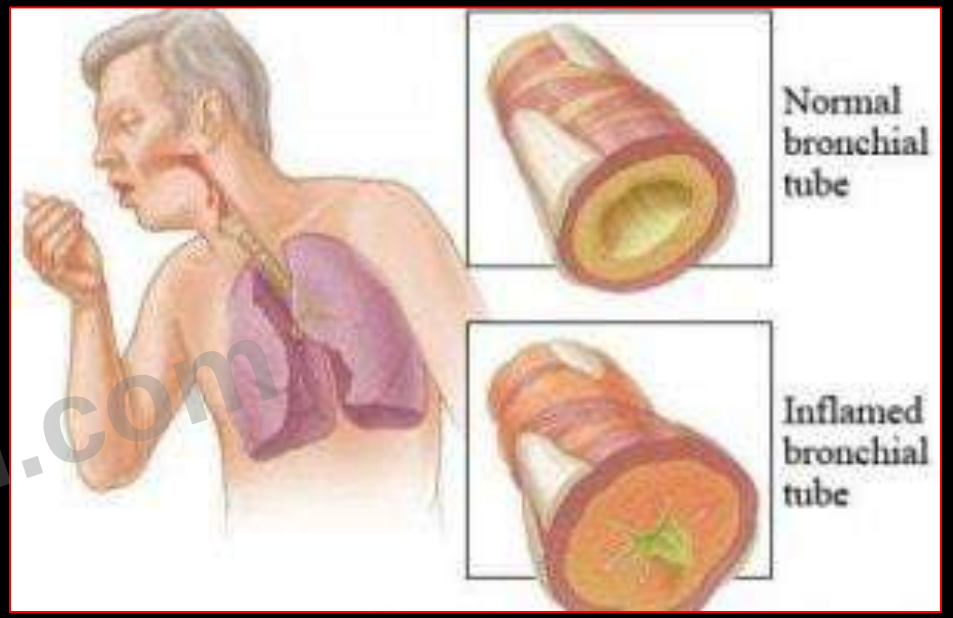
- Çocuklarda nefes darlığına neden olabilir.
- Yetişkinlerde kronikleşen larenjit, gırtlak kanserine dönüşebilir.
- En belirgin özelliği seste oluşan değişikliklerdir.

www.biyolojievreni.com



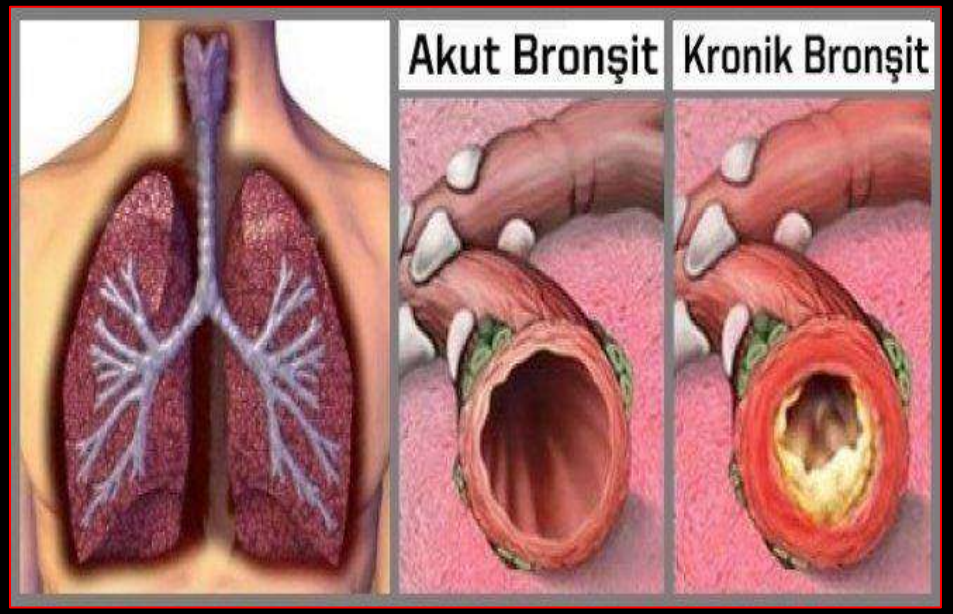
Bronşit

Bronşların iltihaplanması sonucunda oluşan bronşit; kuru bir öksürük, yüksek ateş ve hırıltılı nefes alma şeklinde belirtiler gösterir. Zamanında tedavi edilmezse zatürreye dönüşebilir.



www.biyolojievreni.com

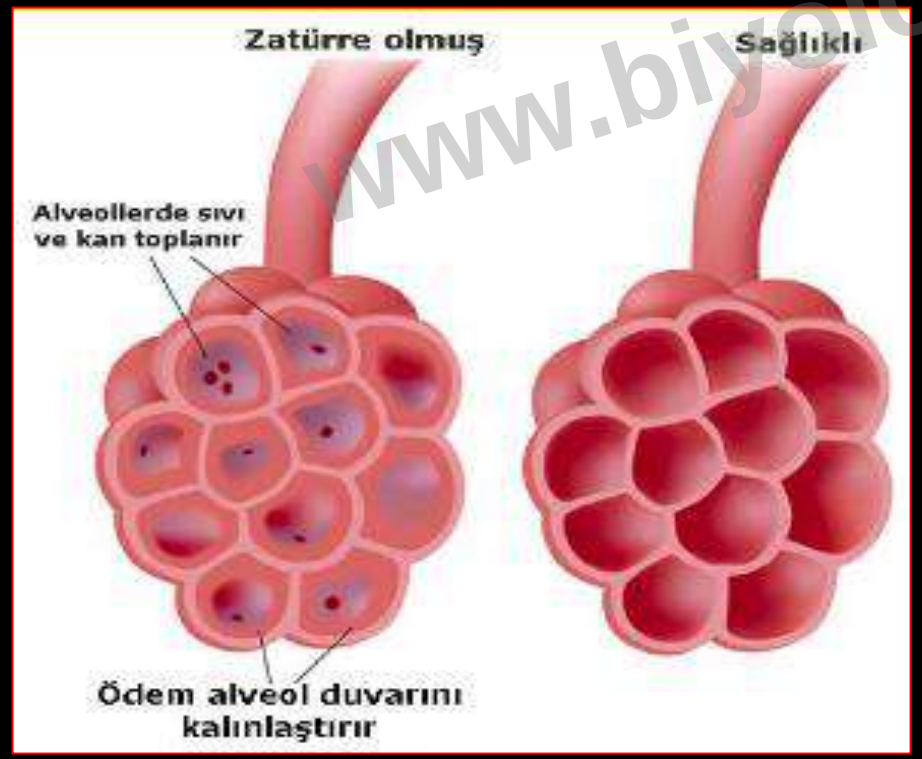
Kronik Bronşit: Bronşların uzun süreli iltihaplanması sonucu oluşur.
Akut Bronşit: Kısa süreli iltihaplanma ise akut bronşite yol açar.

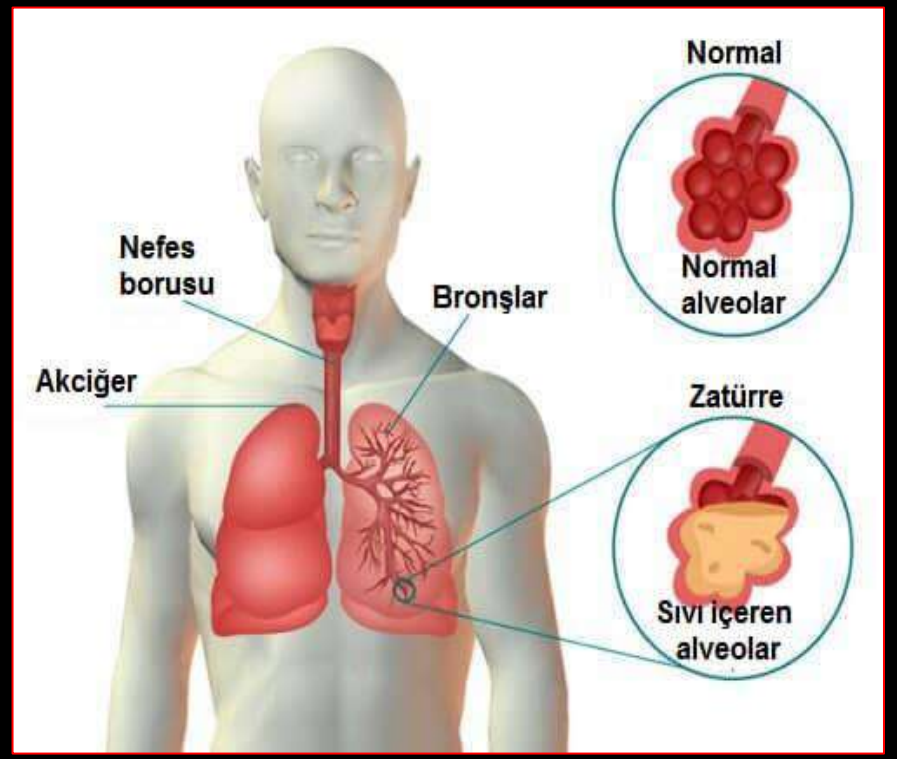


Pnömoni (Akciğer İltihabı, Zatürre)

- Akciğer alveollerinin enfeksiyonu ve iltihaplanması sonucunda akciğerlerde sıvı ve kan toplanması hastalığıdır.
- Genellikle **Streptococcus pneumonia** türü bakteri tarafından oluşturulur.
- Ateş, öksürük, üşüme, soluk alıp vermede güçlük gibi belirtiler gösterir.

www.biyolojievreni.com



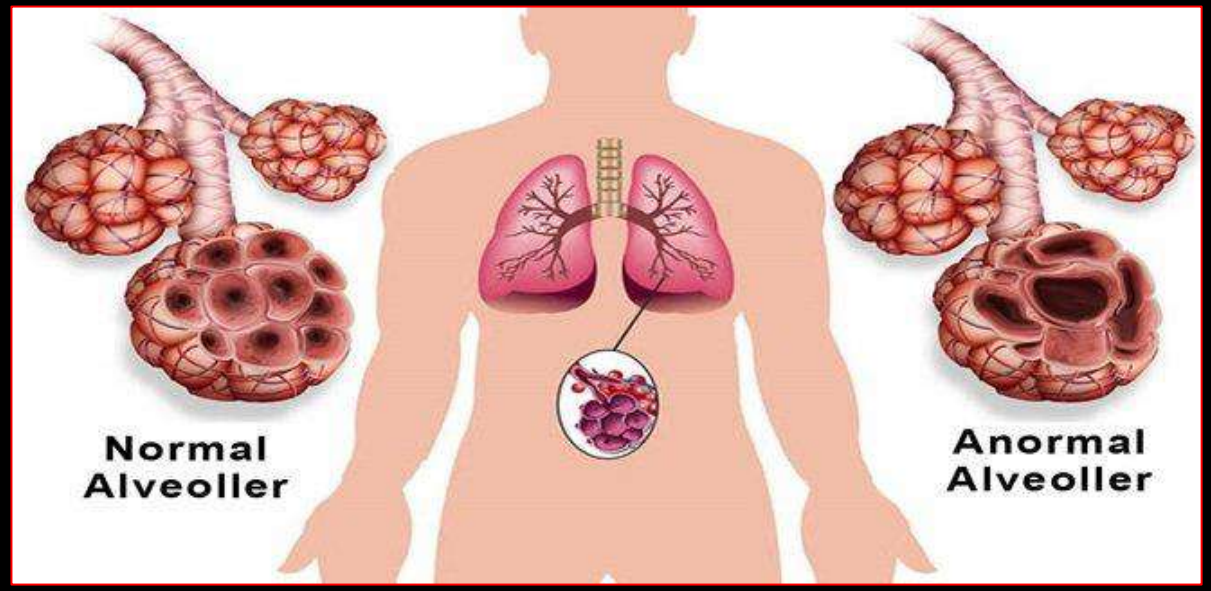


Amfizem

- Uzun süre sigara içilmesi, hava kirliliği olan ortamlarda yaşama, egzoz dumanları, aşırı tozlu ortamlarda bulunmak gibi faktörler solunum sisteminin yapısını bozar ve enfeksiyonlara neden olur.

- Alveoller esnekliğini kaybeder. Nefes alıp verme zorlaşır şiddetli nefes darlıkları görülür.

www.biyolojievreni.com



- **Tüberküloz (Verem)**
- **Mycobacterium tuberculosis** türü bakteri tarafından oluşturulur.
- Bu bakteri farklı organlara yerleşip o organlarda da vereme sebep olabilmekle birlikte (kemik veremi, cilt veremi gibi), çoğunlukla akciğere yerleştiğinden hastalık, akciğer veremi olarak anılmaktadır.
- Veremli hastaların öksürüklerinden saçılan bakteriler yoluyla insandan insana geçer. Genellikle kalabalık, havasız ortamlarda yaşayan ve bağışıklık sorunları olan insanlarda görülür.
- Veremde akciğerlerin bağ dokusunun elastikiyetinin azalması ve solunum yüzeylerinin kalınlığının artmasından dolayı gazların difüzyon kapasitesi düşer.

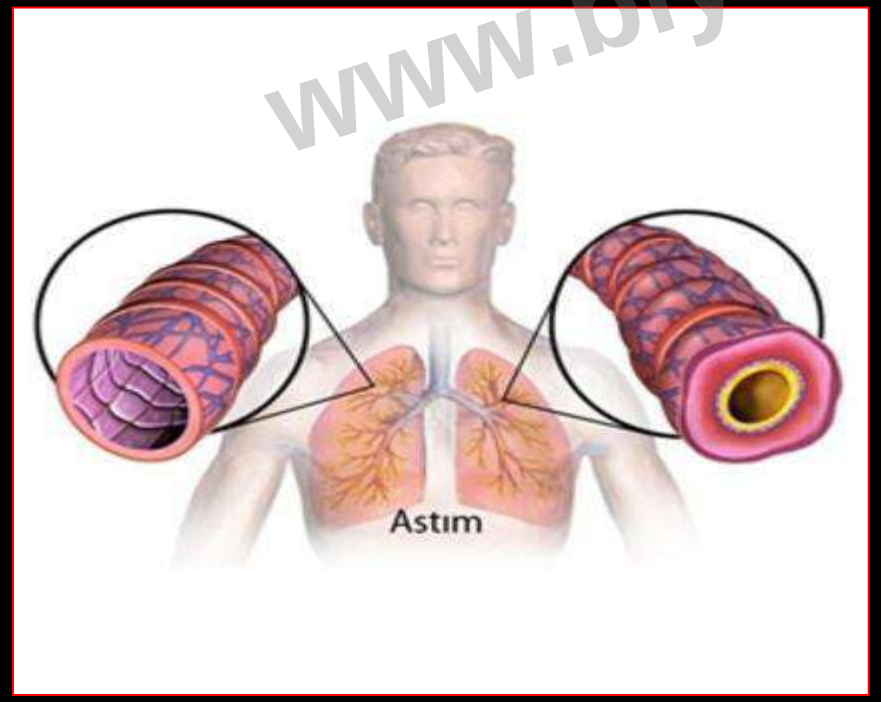
www.biyolojievreni.com

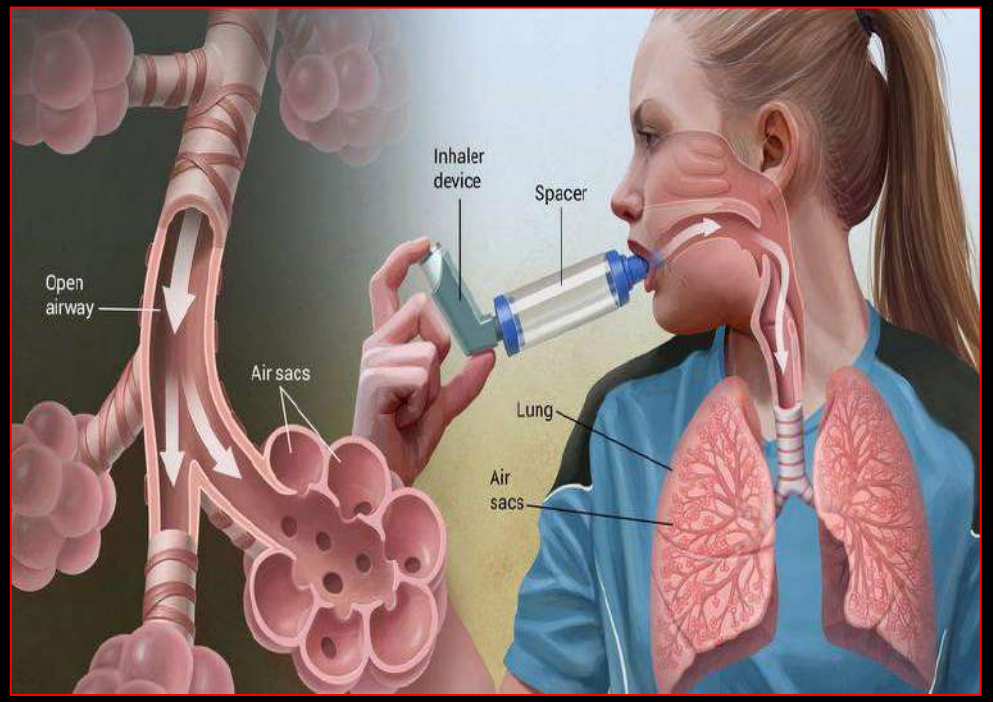


Astım

- Hava yollarının daralmasına sebep olan kronik bir iltihaplanmadır.
- Soluk alıp vermede sıkıntılara neden olur.
- Polenler, mantar sporları, bazı besinler, aspirin, soğuk hava, kirli hava, sigara dumanı akut astım krizine neden olabilir.
- Bunların etkisi ile küçük bronşiollerde mukus salgısı çok fazla artarak ödem oluşturur.

www.biyolojievreni.com

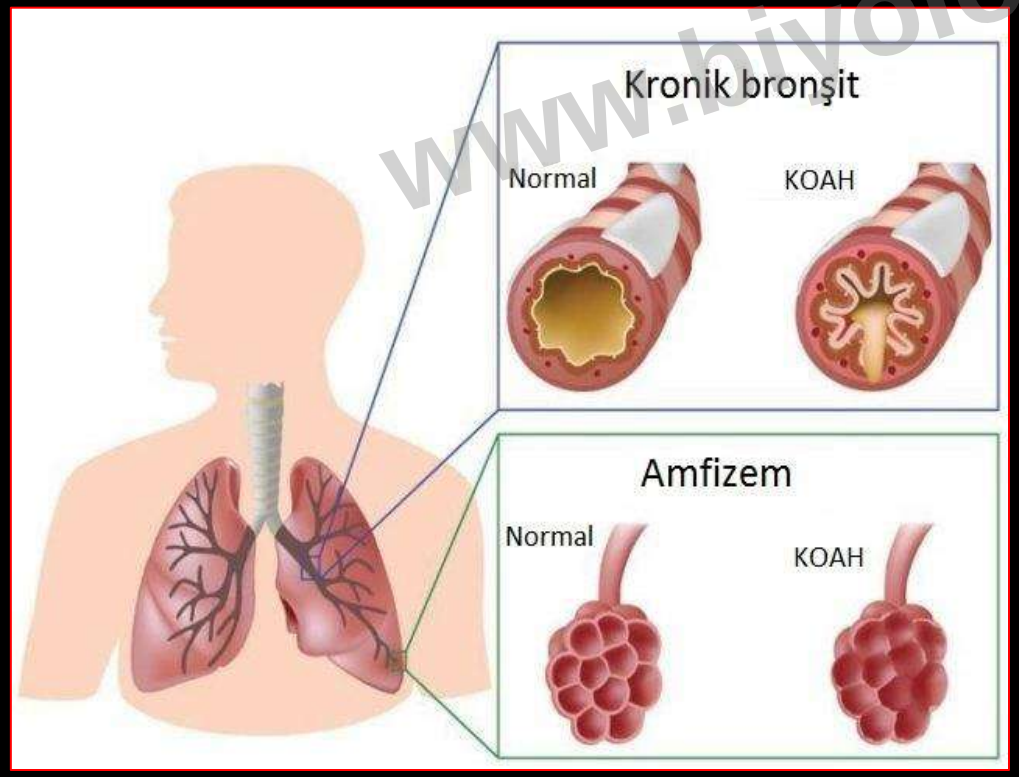




Kronik Obstrüktif (Engelleyici) Akciğer Hastalığı (KOAH)

- İlerleyici bir akciğer hastalığıdır.
- Tütün ve tütün ürünleri, bazı mesleklerde karşılaşılan toz, duman, evlerde kullanılan odun, tezek, kök benzeri yakıtlardan çıkan dumanın solunması akciğerlerde bir çeşit iltihap oluşturarak akciğerlerin olduğundan daha erken yaşlanmasına neden olur.
- Hastalık müzmin bronşit ve amfizem olarak da bilinir.

www.biyolojievreni.com



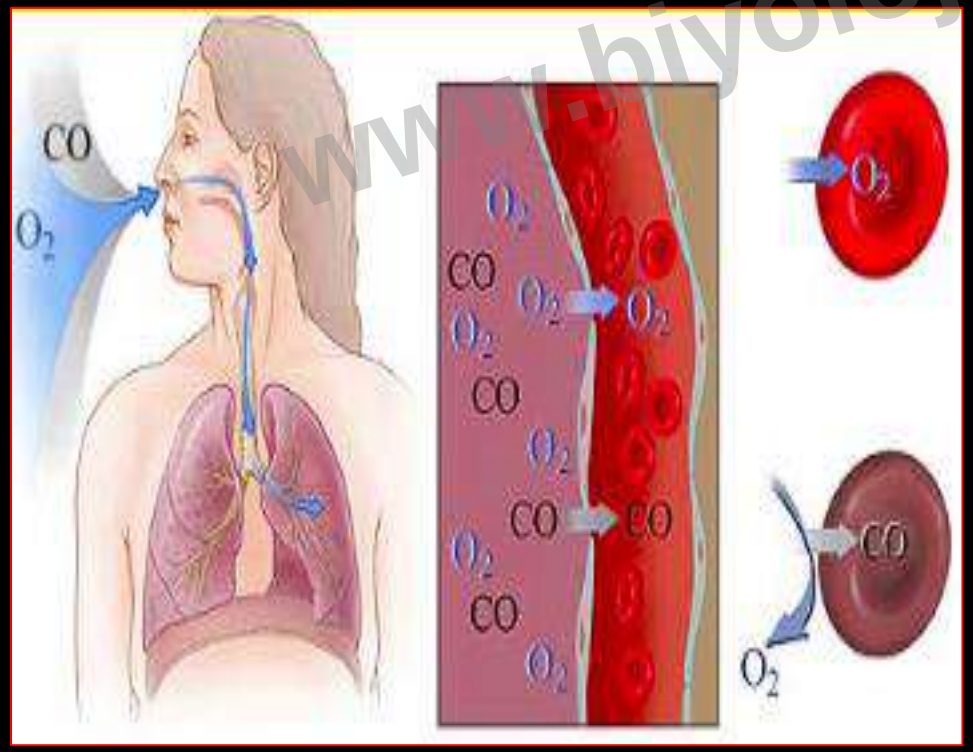
KOAH:

- Kronik bronşit ve amfizem hastalığının ilerlemesiyle akciğerlerin yapısı bozulmasıdır.
- Hasta nefes almakta zorluk çeker.

Karbonmonoksit Zehirlenmesi:

- Karbonmonoksit; oksijen ve karbondioksit gibi hemoglobine bağlanabilen bir gazdır.
- Ancak CO hemoglobine bağlandığında tekrar ayrılma yapmaz.
- Bu durumda oksijen ve karbondioksit hemoglobine bağlanamadığından kişi solunum güçlüğü çeker.
- Müdahale edilemezse ölümle sonuçlanır.

www.biyolojievreni.com





Gırtlak kanseri:

Gırtlak boğazınızın hemen altında bulunur. Gırtlak kıkırdaktan yapılmıştır ve konuştuğunuzda ses çıkarmak üzere titreşen ses tellerini içerir. Bu bölgede gelişen kanserler gırtlak kanseri olarak adlandırılır.

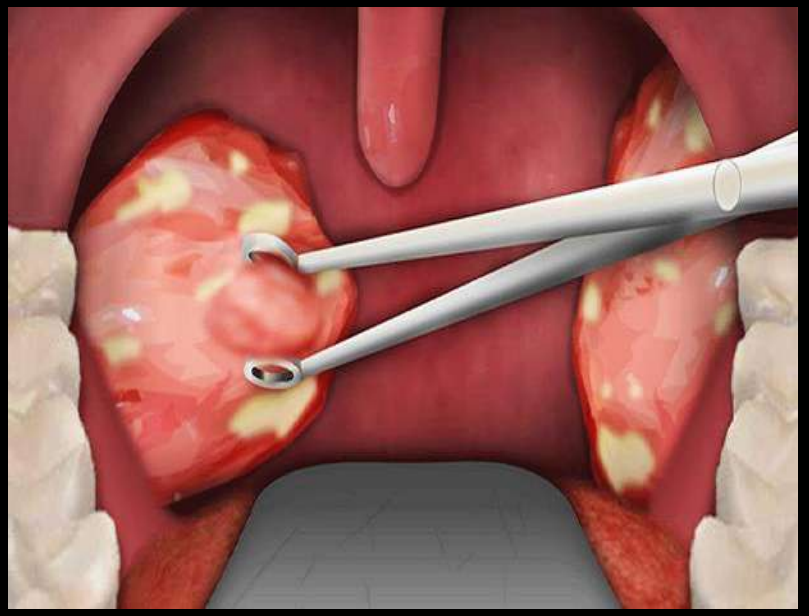
Gırtlak kanseri nedenleri nelerdir?

Gırtlak kanseri, gırtlağınızdaki hücreler genetik mutasyon geliştirdiğinde oluşur. Bu mutasyonlar hücrelerin kontrolsüz büyümesine ve normalde sağlıklı hücreler öldükten sonra da yaşamaya devam etmelerine yol açar. Biriken hücreler gırtlak bölgesinde bir tümör oluşturabilirler. Gırtlak kanserine sebep olan mutasyona neyin sebep olduğu net olarak bilinmemektedir.

www.biyolojievreni.com

Gırtlak kanseri risk faktörleri nelerdir?

-Sigara içilmesini ve tütün çiğnenmesini içeren tütün kullanımı,
-Aşırı alkol kullanımı,
-Human papilloma virüsü (HPV) olarak adlandırılan cinsel yolla bulaşan bir virüs,
-Meyve ve sebze yer almayan diyet.



Akciğer kanseri:

En önemli görevi vücuda oksijen alınması ve yaşamsal faaliyetler sırasında oluşan karbondioksitin vücuttan atılmasını sağlamak olan akciğerlerdeki doku ve hücrelerin kontrolsüz şekilde çoğalması sonucu akciğer kanseri oluşur.

Kontrolsüz çoğalan bu kitleler bulunduğu ortamda büyür ve etrafındaki dokulara yayılıp hasar verebilir.

www.biyolojievreni.com

Akciğer Kanseri Nedenleri

1. Akciğer kanserinin en büyük nedeni sigara olsa da sigara içmeyenlerde de akciğer kanserine rastlanabilmektedir.
2. Tüm akciğer kanserleri vakalarına bakıldığında %15'lik dilimi hiç sigara içmemiş kişiler oluşturmaktadır.
3. Sigara içilen ortamlarda bulunmak da akciğer kanseri gelişim riskini artırmaktadır.
4. Sigaradan uzak durarak 10 yıl için de akciğer kanseri riski yüzde 50 azaltılabilir.
5. Sigara, pipo, puro ve nargile gibi ürünler, kanser nedeni olarak ispatlanmış en önemli risk faktörleridir. Sigaranın dışında; genetik geçiş, asbest, radon gazı, hava kirliliği de akciğer kanseri nedenlerindendir. Verem gibi bazı akciğer hastalıkları, akciğerlere radyoterapi uygulanması riski artırabilmektedir.
6. İçme sularında yüksek düzeyde arsenik maddesi olması da önemli bir nedendir.
7. Kadınların da giderek daha fazla sigara tüketmesi ile son yıllarda akciğer kanserinde artış görülmektedir.

Akciğer Kanserinde Erken Tanı Önemlidir!

- ✓ Akciğer kanseri kanser tarama programları içinde değerlendirilemeyen bir tür olduğundan erken dönemde yani akciğer içinden lenflere veya başka organlara yayılmadan önce ender olarak başlangıç evresinde tespit edilebilir.
- ✓ Erken dönemde hastalığın yakalanma ihtimali %15 civarındadır.
- ✓ Lenf düğümlerine sıçramamış vakalarda 5 yıllık sağ kalım oranı %50'dir.
- ✓ Ancak genellikle bu hasta gruplarında kanser teşhisi konulduğunda hastalık akciğer dışında yakın organlara da yayılmış durumda olduğu için bu oran %15'in altına inmektedir.
- ✓ Akciğer kanserinde erken tanı, rutin yapılan testlerde ya da bir başka sağlık sorunu için yapılan tetkiklerde ortaya çıkmaktadır.

www.biyolojievreni.com



Akciğer Kanserinden Korunmanın Yolları

1. Akciğer kanseri oluşumu tek bir sebebe bağlanamaz.
2. Yapılan araştırmalar sonucu akciğer kanserinin birçok nedeni bulunmuştur.
3. Çeşitli faktörler akciğer kanseri oluşumunda rol oynayabilir.
4. Bunların büyük bir bölümü tütün kullanımıyla ilişkilidir.
5. Akciğer kanseri bulaşıcı değildir.
6. Bazı insanların akciğer kanseri olma riski diğerlerinden daha fazla olabilir.

www.biyolojievreni.com

Aşağıdaki Durumlarda Kanser Riski Artmaktadır.

1. Sigara ve Akciğer Kanseri;

Sigara içmek akciğer kanserine neden olur. Tütündeki zararlı maddeler akciğerdeki hücrelere zarar verir. Zamanla bu etkiler, hücrelerde kansere neden olabilir. Bir sigara içicisinin akciğer kanseri olması; hangi yaşta sigara içmeye başladığı, ne kadar süredir sigara içtiği, günde içtiği sigara sayısı, sigarayı ne kadar derin içine çektiğiyle alakalıdır. Sigara içmeyi bırakmak bir kişinin akciğer kanseri olma riskini büyük ölçüde düşürür.

2. Puro ve Pipo ve Akciğer Kanseri;

Puro ve pipo kullananlar, bunları kullanmayanlara göre daha çok akciğer kanseri olma riski taşır. Kişinin kaç yıldır puro veya pipo içtiği, günde kaç adet içtiği ve ne kadar derin içine çektiği, kanser olma riskini etkileyen faktörlerdir. İçlerine çekmeseler de puro ve pipo içicileri akciğer ve ağız kanserinin diğer tipleri için de risk altındadır. Pasif içicilerin (tütün dumanına maruz kalanlar) akciğer kanseri olma riski pasif içicilik durumunda da artmaktadır.

www.biyolojievreni.com

3. Asbest ve Akciğer Kanseri;

Yalıtım malzemesi olarak bazı endüstrilerde kullanılan ve doğal olarak fiber halinde bulunan bir mineral grubudur. Asbest fiberleri parçacıklara ayrılmaya meyillidir ve havada dolaşıp kıyafetlere yapışır. Bu parçacıklar solunduğu zaman akciğerlere yerleşir. Orada akciğer hücrelerini zarara uğratır ve böylece kanser gelişme riskini artırır. Çalışmalar asbeste maruz kalan işçilerde akciğer kanseri gelişme riskinin, maruz kalmayanlara göre 3–4 kat daha fazla olduğunu göstermiştir. Bu artış, gemi inşası, asbest madenleri, yalıtım işi ve fren tamiri gibi endüstrilerde çalışanlarda daha fazladır. Akciğer kanseri olma riski, asbest işçileri sigara içiyorlarsa daha fazladır. Asbest işçileri işverenleri tarafından temin edilen koruyucu malzemeleri kullanmak ve tavsiye edilen iş ve güvenlik uyarılarını takip etmek zorundadır.

Sigara Kullanımının Çeşitli Hastalıklarda Oluşturduğu Risk Artışlar:

Akciğer kanseri	13-22 kat
Prostat Kanseri	2 kat
Ağız Kanseri	3-30 kat
Gırtlak Kanseri	16 kat
Dil Kanseri	4-33 kat
Ani Ölüm	10 kat
Felç (İnme)	2-22 kat
Bacak Damarlarında Tıkanma	2 kat
Bademcik Kanseri	7-11 kat
Kadınlarda Kısırlık	10 kat
Erkeklerde İktidarsızlık	10 kat
Ülser	2 kat
Mesane Kanseri	2-3 kat
Kronik Bronşit	2-24 kat
Pankreas Kanseri	2 kat
Kalp Krizi	2-4 kat
Rahim Ağzı Kanseri	16 kat
KOAH nedeniyle ölüm	40 kat
Diş Eti Kanseri	5-14 kat

www.biyolojievreni.com

Sigaranın İçinde Bulunan Maddelerden Bazıları Şunlardır:

1- ARSENİK
2- RADON
3- AMONYAK
4- KARBONMONOKSİT
5- METANOL
6- NİKOTİN
7- KATRAN
8- ASETON
9- TİNER (TOLUEN)
10- NAFTALİN
11- DDT (Böcek öldürücü)
12- HİDROJEN SİYANÜR
13- BÜTAN

www.biyolojiayrem.com

4. Hava Kirliliği ve Akciğer Kanseri;

Akciğer kanseri ile hava kirliliğine maruz kalmak arasında bir ilişki bulunmuştur. Ama bu ilişki açıkça tarif edilememiştir ve daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

5. Akciğer Hastalıkları;

Verem gibi bazı akciğer hastalıkları, kişinin kanser olma riskini artırır. Akciğer kanserinin veremden etkilenen bölgelerde daha fazla gelişme eğilimi vardır.

www.biyolojievreni.com

6. Hastanın Hikâyesi;

Bir kez akciğer kanseri olan kişinin tekrar ikinci akciğer kanseri olma riski, hiç kanser olmamış kişiye oranla daha fazladır. Akciğer kanseri tanısı konduktan sonra sigara içmeyi bırakmak, ikinci bir akciğer kanserinin gelişmesini önleyebilir.

Solunum Sisteminin Sağlığı İçin Nelere Dikkat Etmeliyiz?

1. Solunan havanın temiz ve nem oranının yeterli düzeyde olmasına özen gösterilmelidir. Fırsat buldukça orman, göl, deniz kıyısı gibi havası temiz olan yerlerde dolaşılmalıdır. Kalabalık, havasız ve tozlu yerlerde fazla durulmamalıdır.
2. Bulunulan ortam sık sık havalandırılmalıdır.
3. Hava akımı olan yerlerde (cereyan yapan yerlerde) durulmamalıdır.
4. Temiz havada düzenli spor yapılmalıdır.
5. Grip, nezle ve diğer solunum yolu hastalıklarına yakalanan kimselerden uzak durulmalıdır.
6. Bronşit, zatürre, astım gibi solunum sistemi hastalıklarında gecikmeden bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
7. Tütün ve tütün mamulleri gibi solunum sistemine zarar veren maddelerin kullanımından uzak durulmalıdır.
8. Mevsime uygun giyinilmelidir. Çok rüzgârlı ve soğuk havalarda boğazı koruyacak giyecekler kullanılmalıdır.
9. Aşırı sıcak ve soğuk gıdalar yemek ve içmekten kaçınılmalıdır.
10. Burun, filtre görevi yaparak zararlı mikropları tuttuğu ve bunların diğer solunum organlarına geçişini engellediği için burundan nefes alınmalıdır.
11. Çocukken vereme karşı gerekli aşılar yapılmış olmalıdır.
12. Toksik gazlar gibi solunum sistemine zarar verebilecek durumların söz konusu olabileceği ortamlarda çalışıldığında maske takmak gibi koruyucu önlemler alınmalıdır.

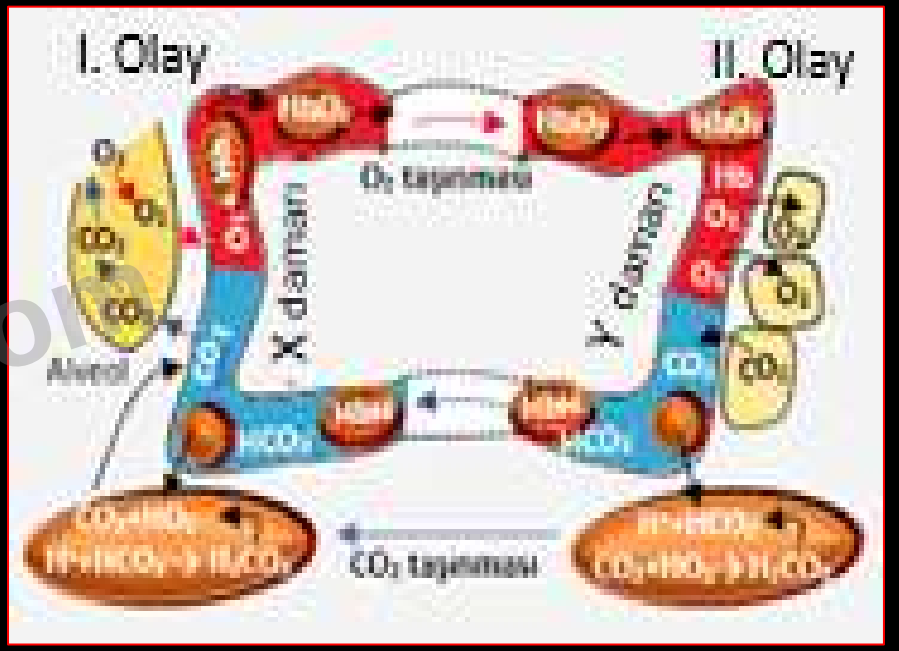
www.biyolojievreni.com

KONU TARAMA :

SORU 1.

Yandaki şekilde, oksijenin akciğerlerden dokulara ve karbondioksitin dokulardan akciğerlere iletilmesi gösterilmiştir.

I. ve II. olay ile gaz değişiminin gerçekleştiği X ve Y damarı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?



	I. Olay	II. Olay	X damarı	Y damarı
A)	İç solunum	Dış solunum	Akciğer Kılcalı	Doku Kılcalı
B)	Dış solunum	İç solunum	Doku Kılcalı	Akciğer Kılcalı
C)	Dış solunum	İç solunum	Akciğer Kılcalı	Doku Kılcalı
D)	İç solunum	Dış solunum	Akciğer Kılcalı	Akciğer Kılcalı
E)	Dış solunum	İç solunum	Akciğer Kılcalı	Akciğer Kılcalı

www.biyolojievreni.com

Cevap 1: C

I. Olay : Dış solunum

II. Olay : İç solunum

X damarı : Akciğer kılcalı

Y damarı : Doku kılcalı

SORU 2. İnsan vücudunda;
I. bronş,
II. akciğer kılcalı,
III. soluk borusu,
IV. alyuvar,
V. alveol,
VI. doku hücresi
yapılarından, oksijenin taşınma sırası aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

A) III-V-I-II-IV-VI B) I-III-V-II-IV-VI C) V-I-III-II-IV-VI D) III-I-V-II-IV-VI E) III-I-V-IV-II-VI

www.biyolojievreni.com

Cevap 2: D
III. soluk borusu,
I. bronş,
V. alveol,
II. akciğer kılcalı,
IV. alyuvar,
VI. doku hücresi

SORU 3. Atmosferdeki oksijenin akciğerlerdeki alveollere, oradan da dokulara kadar iletilebilmesi için atmosferde, alveollerde ve dokulardaki oksijen basıncı arasındaki ilişki nasıl olmalıdır?

A) Hava O_2 basıncı = Alveol O_2 basıncı < Doku O_2 basıncı
B) Hava O_2 basıncı > Alveol O_2 basıncı > Doku O_2 basıncı
C) Hava O_2 basıncı < Alveol O_2 basıncı < Doku O_2 basıncı
D) Hava O_2 basıncı < Alveol O_2 basıncı = Doku O_2 basıncı
E) Hava O_2 basıncı = Alveol O_2 basıncı > Doku O_2 basıncı

www.biyolojievreni.com

Cevap 3: B

Atmosferdeki oksijenin akciğerlerdeki alveollere, oradan da dokulara kadar iletilebilmesi için oksijen basıncının çoktan aza sırası ile;

atmosfer > alveoller > dokular

şeklinde olmalıdır.

SORU 4.

I. astım,
II. verem,
III. gırtlak kanseri,
IV. alerji
V. Farenjit

Yukarıda verilen hastalıklardan hangisi solunum sistemi hastalığı değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) Yalnız IV D) III ve IV E) II ve V

www.biyolojievreni.com

Cevap 4 : C

Alerji, vücuda giren veya temas eden maddelere karşı bağışıklık sisteminin gösterdiği aşırı duyarlı tepkidir.

SORU 5. Genellikle Streptococcus pneumonia türü bakterin neden olduğu akciğer alveollerinin enfeksiyonu ve iltihaplanması sonucunda akciğerlerde sıvı ve kan toplanması hastalığı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Tüberküloz B) Amfizem C) Astım D) Zatürre E) Larenjit

www.biyolojievreni.com

Cevap 5 : D

Pnömoni (Akciğer İltihabı, Zatürre)

Akciğer alveollerinin enfeksiyonu ve iltihaplanması sonucunda akciğerlerde sıvı ve kan toplanması hastalığıdır. Genellikle *Streptococcus pneumonia* türü bakteri tarafından oluşturulur.

SORU 6. Solunum sisteminin sağlığını korumak adına aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Tütün ve tütün mamullerinden uzak durulmalıdır.
B) Temiz havada düzenli spor yapılmalıdır.
C) Aşırı sıcak ve soğuk gıdalar yemek ve içmekten kaçınılmalıdır.
D) Hava akımı olan yerlerde (cereyan yapan yerlerde) durulmamalıdır.
E) Solunan havanın nemsiz olmasına özen gösterilmelidir

www.biyolojievreni.com

Cevap 6 : E

Solunan havanın temiz ve nem oranının yeterli düzeyde olmasına özen gösterilmelidir.
Fırsat buldukça orman, göl, deniz kıyısı gibi havası temiz olan yerlerde dolaşılmalıdır.

KONU BİTTİ.

www.biyolojievreni.com

