

BÖLÜM 21: SOLUNUM GAZLARININ TAŞINMASI

KİMYASAL YOLCULUK

Ciğerlerimizi havayla doldurduğumuz an, sürecin sadece başlangıcıdır. Asıl biyolojik mesele şudur: **Oksijeni** (O_2) ayak parmağımızın en ucundaki hücreye kadar nasıl ulaştıracacağız? Hücrelerde **metabolizma** sonucu oluşan **atık Karbondioksiti** (CO_2) oradan alıp nasıl geri getireceğiz?

Bu süreç, vücut içinde gerçekleşen devasa bir **lojistik operasyon** ve kimyasal bir yolculuktur. Bu ünitenin temel amacı, **gazların taşınma mekanizmalarını** ve bu sırada gerçekleşen **kimyasal dönüşümleri** anlamaktır.

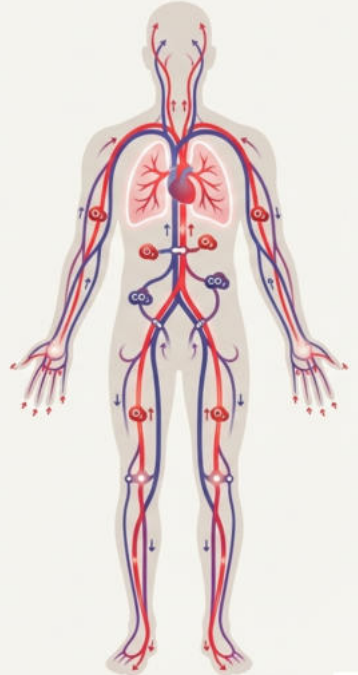
⚠ ÖNEMLİ VURGU

Bu ünitenin odak noktası, gazların sadece 'gitmesi' değil, kimyasal olarak nasıl 'paketlenip' taşındığıdır.



💡 GÜNLÜK HAYAT ÖRNEĞİ

Bu süreci, uluslararası bir kargo şirketinin dağıtım ağına benzetebiliriz. Oksijen değerli ve hassas bir paket, Karbondioksit ise fabrikadan alınıp geri dönüşüme gitmesi gereken bir atıktır.



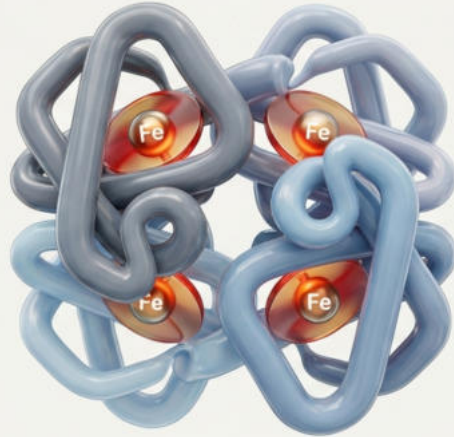
SOLUNUM PİGMENTİ: HEMOGLOBİNİN YAPISI VE GÖREVİ

Bu işin “Başrol Oyuncusu” **Hemoglobindir (Hb)**. Alyuvarların içinde bulunan ve kanımıza o tanıdık kırmızı rengini veren proteindir.

YAPISI: Protein yapılı ‘Globin’ kısmı ve Demir (Fe) içeren ‘Hem’ grubunun birleşmesinden oluşur (ŞProtein + DemirŞ).

GÖREVİ: Oksijen (O_2) ve Karbondioksit (CO_2) ile ‘**Tersinir**’ bağ kurmaktır. Yani Hemoglobin gazı gerektiğinde sıkıca tutar, gerektiği yere geldiğinde ise hemen bırakır.

KAPASİTE: Hemoglobin varlığı, kanın oksijen taşıma kapasitesini, sadece plazmaya kıyasla yaklaşık 70 kat artırır.






**x70 KAT
KAPASİTE**

! HOCA NOTU - KRİTİK! Hemoglobin, biz omurgalılarda Alyuvarın **İÇİNDEDİR**. Eğer plazmada serbest dolaşsaydı, kanımız pekmez gibi çok kıvamlı olurdu ve kalp bunu pompalayamazdı.

! Analoji: Hemoglobin bir ‘taksi’ gibidir. Yolcuyu (gazı) alır, götürür ve indirir. Yolcu taksiye yapışıp kalmaz.

OKSİJENİN TAŞINMASI: GENEL BAKIŞ

PLAZMA YETERSİZLİĞİ VE HEMOGLOBİNİN ÖNEMİ

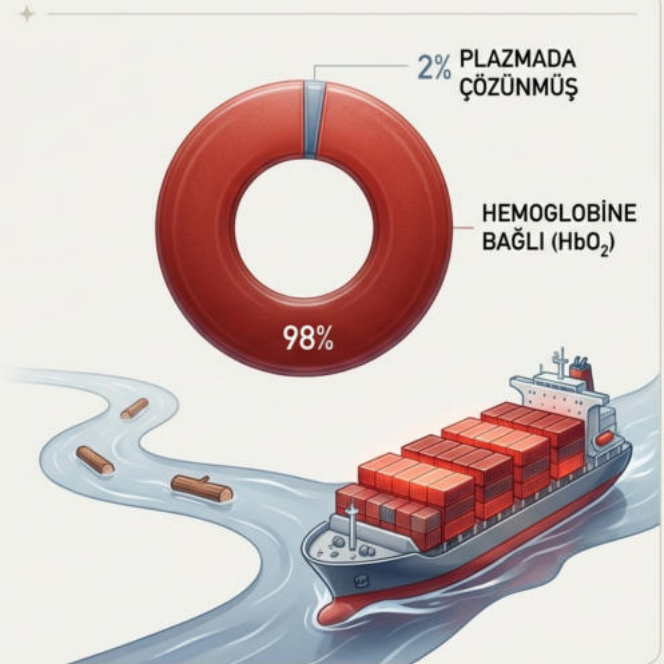
Oksijen suda çok az çözünen bir gazdır.

Kanın sıvı kısmı olan plazmada çözülmüş halde taşınan oksijen miktarı sadece %2'dir. Bu miktar bizi hayatta tutmaya yetmez.

Bu nedenle oksijenin büyük çoğunluğu, yani %98'i Hemoglobine bağlanarak taşınır.

Bu taşıma işlemi, ortamdaki oksijen yoğunluğuna (kısmi basıncına) bağlı bir 'Yükleme-Boşaltma' mantığı ile çalışır.

! ORANLARA DİKKAT: %2 Plazmada çözülmüş, %98 Hemoglobine bağlı. Sorularda 'tamamı hemoglobine bağlıdır' denirse bu yanlıştır!



ADIM 1: AKCIĞER KILCALLARINDA (YÜKLEME)

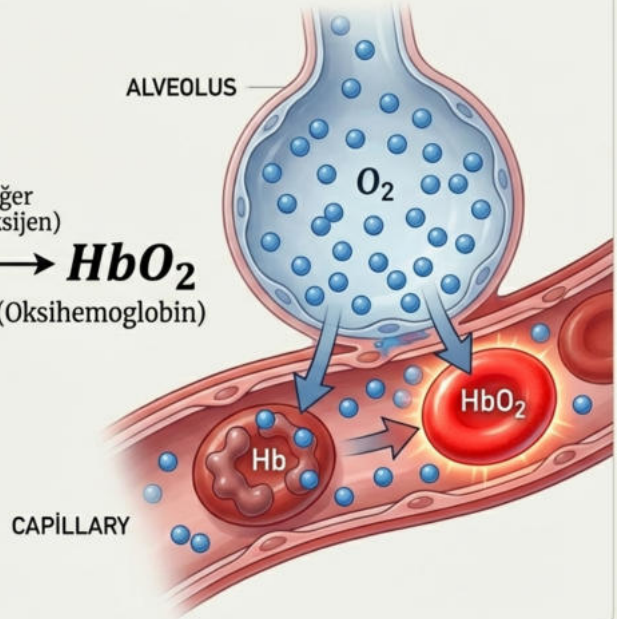
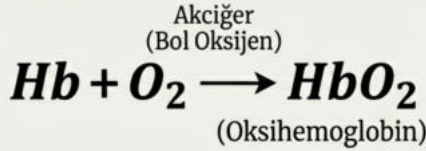
KONUM: Akciğer Alveolleri
(Oksijenin bol olduğu yer).

Ortamda oksijen çoksa,
Hemoglobin oksijeni çok sever
ve onu hemen yakalar.

Oluşan yapıya
Oksihemoglobin denir.

Bu aşamada kan, “Kirli Kan”
durumundan “Temiz Kan”
durumuna döner.

⚠ **Analoji:** Marketteki indirim sepeti gibidir.
Ortamda ürün (oksijen) bolsa, sepeti
(hemoglobin) hemen doldurursun.

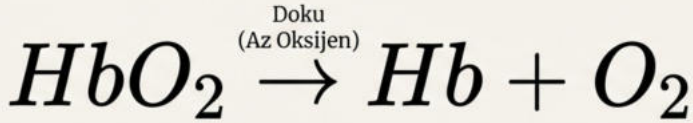


ADIM 2: DOKU KILCALINDA (BOŞALTMA)

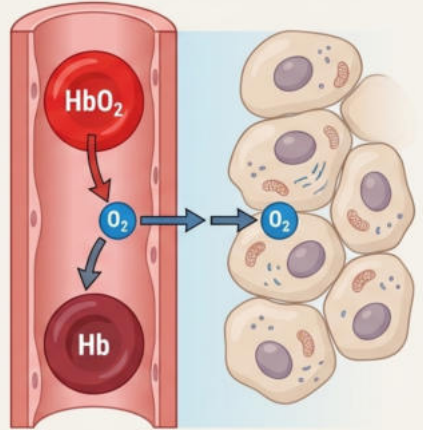
KONUM: Doku Kılcalları.

Doku hücreleri metabolik faaliyetlerde oksijeni harcamış, ortam fakirleşmiştir.

Hemoglobin bu durumu fark eder: "**Burada oksijene ihtiyaç var**" der ve yükünü bırakır.



SIRALAMA ÖNEMLİDİR: Oksijen doğrudan alyuvardan hücreye atlamaz!
Yolculuk sırası: **Alyuvar** → **Plazma** → **Doku Sıvısı** → **Hücre**.



TISSUE CAPILLARY

BOHR ETKİSİ: HEMOGLOBİNİN "NAZI" VE pH İLİŞKİSİ

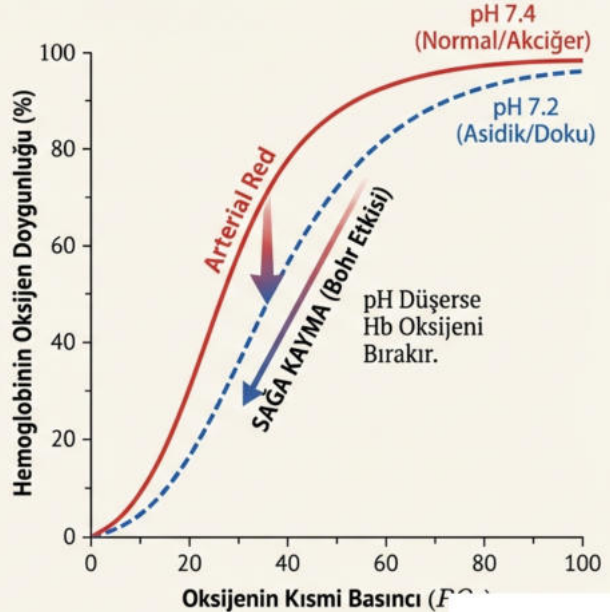
Hemoglobinin oksijene olan ilgisi sabit değildir; ortamın asitlik derecesine (pH) göre değişir.

KURAL: Ortamda Karbondioksit (CO_2) artarsa, asitlik artar ve pH düşer.

SONUÇ: Hemoglobin asidik ortamı hiç sevmez! pH düştüğünde yapısı bozulur ve elindeki oksijeni serbest bırakır.

FAYDASI: Dokularda CO_2 çoktur (pH düşüktür). Bu sayede Hemoglobin tam da dokuların istediği yerde oksijeni bırakmış olur.

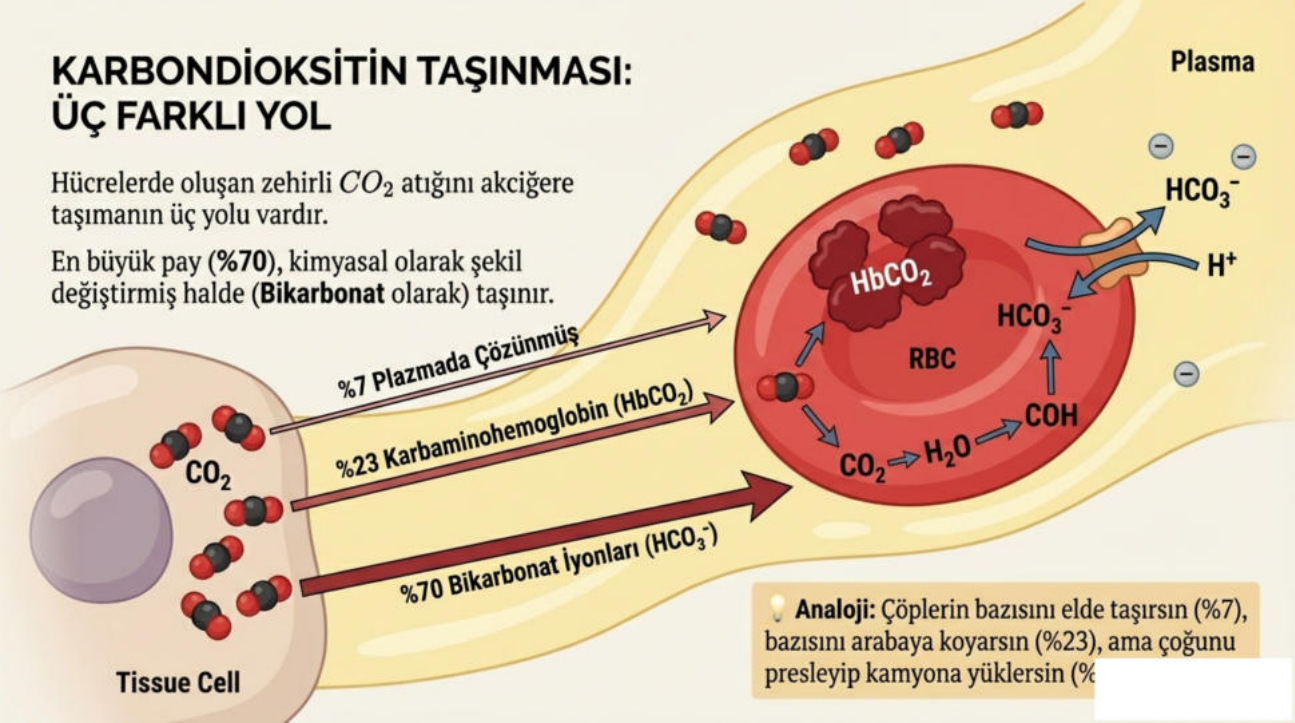
Analoji: Hemoglobin titiz bir taşıyıcıdır. Ortam "kötü kokmaya" (CO_2 artıp asitleşmeye) başlayınca, yükünü bırakıp kaçar.



KARBONDİOKSİTİN TAŞINMASI: ÜÇ FARKLI YOL

Hücrelerde oluşan zehirli CO_2 atığını akciğere taşımamanın üç yolu vardır.

En büyük pay (%70), kimyasal olarak şekil değiştirmiş halde (**Bikarbonat** olarak) taşınır.

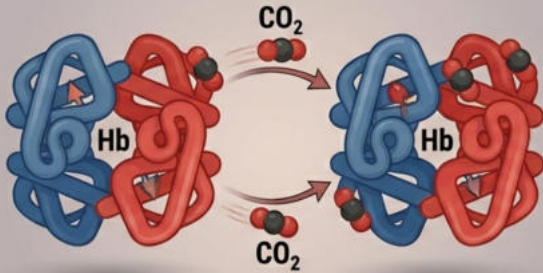


Analoji: Çöplerin bazısını elde taşırsın (%7), bazısını arabaya koyarsın (%23), ama çoğunu presleyip kamyona yüklersin (%70)

CO₂ TAŞINMASI: KARBAMİNOHEMOGLOBİN (%23)

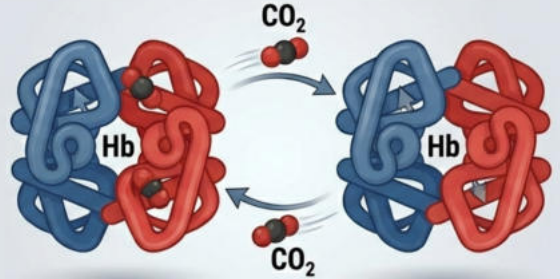
Doku Kılcalı

Ortamda CO₂ çok.



Ortamda CO₂ az.

Akciğer Kılcalı



Hemoglobinin 'Tersinir' (Geçici) bağ yapma özelliği burada da devrededir. Dokuda yakalanan CO₂, akciğerde serbest bırakılır.

⚠ **İSİM BENZERLİĞİ:** Buna 'Karboksihemoglobin' DEMEYİN!
O, soba zehirlenmesindeki Karbonmonoksit (CO) bağlandığında oluşur. Doğrusu **Karbaminoh**

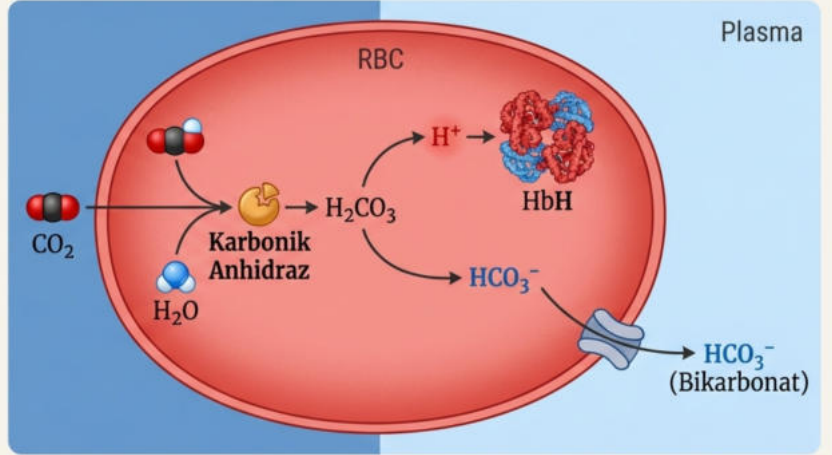
BİKARBONAT YOLU (%70) – ADIM 1: DOKU KILCALI

ASİDİ SAKLAMA OPERASYONU

Dokudan kana geçen CO_2 , alyuvar içinde suyla birleşip Karbonik Asit (H_2CO_3) oluşturur. Enzim: **Karbonik Anhidraz**.

Asit kararsızdır, hemen H^+ ve HCO_3^- (Bikarbonat) iyonlarına ayrılır.

Kritik Hamle: Asidik olan Hidrojeni (H^+) Hemoglobin tutar. **Bikarbonat** (HCO_3^-) ise plazmaya verilerek taşınır.



⚠ **DİKKAT:** Reaksiyon alyuvar içinde olur, ama Bikarbonat plazmada taşınır.

BİKARBONAT YOLU (%70) – ADIM 2: AKCİĞER KILCALI

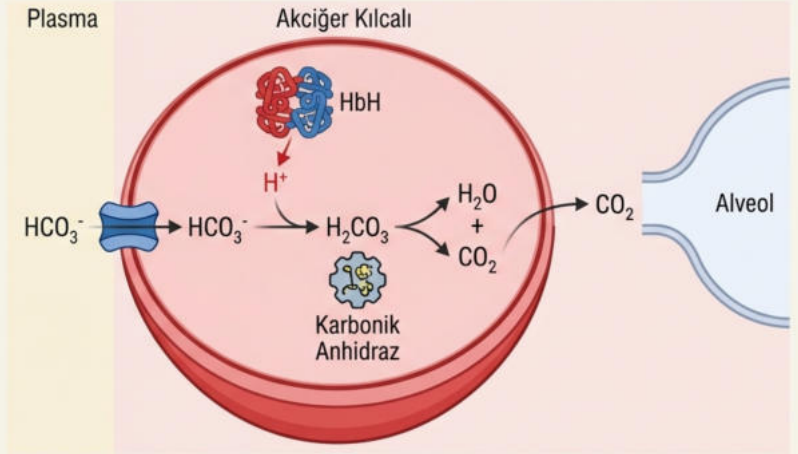
ESKIYE DÖNÜŞ VE ATILIM

Akciğere geldik. Şimdi paketlediğimiz CO_2 'yi tekrar oluşturup atmalyız.

Plazmadaki Bikarbonat alyuvara girer, serbest kalan hidrojenle birleşip Karbonik Asidi oluşturur.

Karbonik Anhidraz enzimi işlemi tersine çevirir:
 $H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$.

Oluşan CO_2 nefesten atılır.

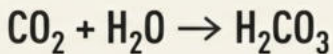


⚠ **TERSİNİR ENZİM:** Karbonik Anhidraz hem birleştirirken hem parçalarken çalışır.

PRATİK İPUÇLARI VE DENKLEM YÖNLERİ



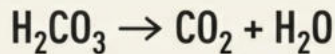
BİRLEŞTİRME VARSA



DOKU KILCALI
(Vücut Kirleniyor)



PARÇALAMA VARSA



AKCİĞER KILCALI
(Vücut Temizleniyor)

ÖZET KURAL: Oluşan ürün CO_2 ise \rightarrow Atılacaktır (**Akciğer**).
Giren ürün CO_2 ise \rightarrow Taşınacaktır (**Doku**).

SOLUNUM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI - 1

(YAPISAL/KRONİK)

KOAH: Genellikle sigara kaynaklıdır. Alveollerin yapısı kalıcı bozulur. Nefes darlığı kroniktir.

AMFİZEM: Alveol duvarlarının yıkılmasıdır. Gaz değişim yüzeyi azalır. Genellikle KOAH sonucudur.

ASTİM: Bronşçukların kasılarak daralması ve mukusla tıkanmasıdır. Genellikle alerjik kökenlidir, ataklar halinde gelir.



Normal Bronş



Astımlı Bronş



Sağlıklı Alveol



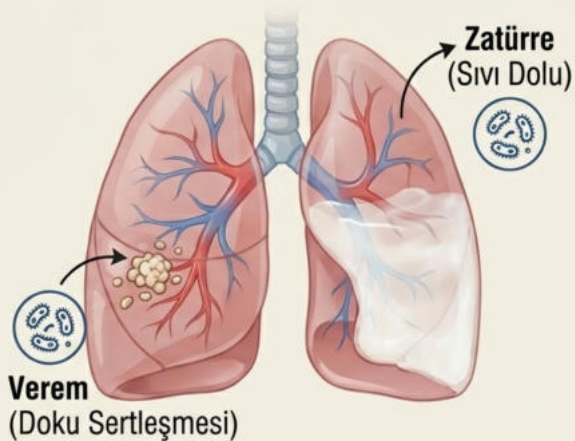
Amfizer

SOLUNUM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI - 2

(ENFEKSİYONLAR)

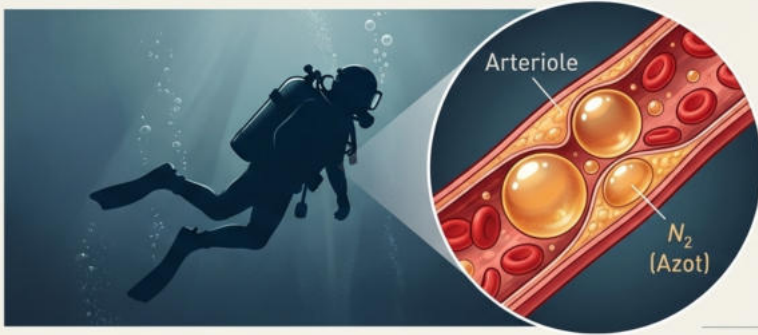
ZATÜRRE (PNÖMONİ): Akciğer alveollerinin enfeksiyon sonucu sıvı ile dolmasıdır. Gaz alışverişi engellenir. (Sebebi: Pnömonokok bakterisi).

VEREM (TÜBERKÜLOZ): Bakteriyel bir enfeksiyondur. Akciğer dokusunun esnekliğini kaybedip sertleşmesine neden olur. Bulaşıcıdır.



⚠ FARK: Astım hava yolunun daralmasıdır; Zatürre ise hava keselerinin (alveollerin) sıvı ile dolup işlevsiz kalmasıdır.

SOLUNUM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI – 3 (BASINÇ: VURGUN)



VURGUN (Dalgıç Hastalığı): Derinlerde yüksek basınç nedeniyle kanda fazla **Azot (N₂)** çözüdür. Aniden yukarı çıkılırsa basınç düşer, sıvı azot gaz haline geçer ve **kabarcıklar** oluşturur. Bu kabarcıklar damarları tıkararak felç veya ölüme neden olur.

Analoji: Gazoz kapağını aniden açtığınızda içindeki gazın hızla köpürüp taşması. Kanda olan olay tam

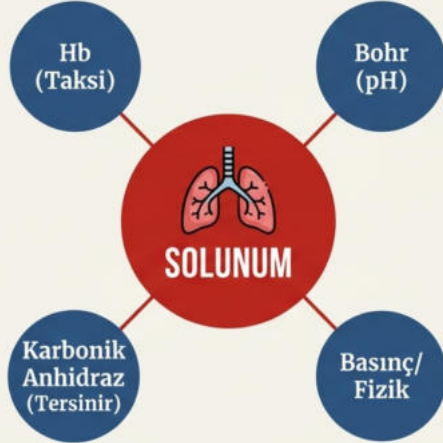
ÜNİTE KAPANIŞ DEĞERLENDİRMESİ VE KRİTİK SORULAR

Karbonik Anhidraz:
Tersinir çalışır.

Bohr Etkisi: pH düşerse Hb oksijeni bırakır.

Hemoglobin: O₂, CO₂ ve H⁺ taşır.

Enerji: Alma aktif, verme pasiftir.



🧐 KRİTİK AÇIK UÇLU SORULAR

Eğer Karbonik Anhidraz enzimi mutasyona uğrayıp çalışmaz hale gelseydi, CO₂ taşıma kapasitemiz ve vücut pH dengesi nasıl değişirdi?

Bohr etkisi olmasaydı, spor yapan bir insanın kas performansı (oksijen teslimatı açısından) nasıl etkilenirdi?

Vurgun yiyen bir hastayı tedavi etmek için kullanılan 'Basınç Odaları'nın çalışma mantığı, gazoz kapağı analogisine göre nasıl açıklanabilir?