

**TEMEL BİYOKİMYASAL
KAVRAMLAR
SU ve pH**

*Prof. Dr. Erdiñç DEVRİM
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı*

BİYOKİMYA ve SAĞLIK BİLİMLERİ

- **Biyokimya** yaşamın kimyasal temeliyle ilgili bilim dalı olarak tanımlanabilir.
- Daha başka bir ifadeyle **biyokimya**; canlı hücrelerde bulunan kimyasal yapıları (atom, molekül, iyon vb.) ve onların girdiği tepkime ve süreçleri ele alan bilim dalıdır.
- Dünya Sağlık Örgütü tanımlamasına göre *“Sağlık sadece hastalık ve sakatlığın olmayışı değil, bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam iyilik halidir.”*
- Biyokimyasal bakış açısıyla sağlık, vücutta gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonların uyumlu dengesine bağlıdır.

BİYOKİMYA ve SAĞLIK BİLİMLERİ

- Çoğu hastalık, biyomoleküller ve biyokimyasal reaksiyon(lar) veya süreç(ler)le ilgili bozukluklar sonucu ortaya çıkar.
- Bu bağlamda **sağlık alanında eğitim gören tüm öğrenciler**;
 - Sağlığın anlaşılması ve sürdürülmesi,
 - Hastalıkların anlaşılması ve etkili tedavisikonularını iyi kavrayabilmek için “**Tıbbi Biyokimya**” alanında **iyi bilgilenmelidirler.**

PERİYODİK CETVEL

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		Lanthanides Actinides														

Yukarıdaki periyodik cetvelde insan vücudunda çok (*bulk*) ve az (*trace*) miktarda bulunan elementler belirtilmektedir.

Atomik ve Moleküler Yapı - I

- **Atom:** Üç temel parçacığın uygun bir düzen içinde bir araya gelmesiyle oluşur.
- Bu parçacıklar proton (p), nötron (n) ve elektronlardır (e).
- Proton ve nötron atomun çekirdeğinde bulunup atomun kütlesini (AK) oluşturur.
- Elektron(lar) ise çekirdeğin çevresindeki enerji tabakalarında bulunur.

Atomik ve Moleküler Yapı - II

- $(p+n)=AK$
- $p=e$ (nötr bir atom için)
- $p=\text{Atom numarası (AN)}$

Atomun türünü belirleyen proton sayısıdır.

Atomik ve Moleküler Kütle Kavramı - I

- Bir tek karbon (C) atomunun kütesinin 12'de 1'i **atomik kütle birimi (u)** veya “**dalton**” olarak ifade edilir.
- Madde miktarı ise “**mol**” ile ifade edilir.
- **Avogadro yasası**: 1 mol madde $6,02 \times 10^{23}$ tane atom (veya molekül, iyon, v.b.) içerir.
- Aynı kural gereği; 1 mol madde miktarı, *bağlı kütle kadar gram* madde miktarıdır.

Atomik ve Moleküler Kütle Kavramı - II

- Bir hidrojen (H) atomu 1 dalton, 1 oksijen (O) atomu 16 daltondur.
- Bir mol H 1 gram, 1 mol O 16 gramdır.
- Bir mol su (H_2O) 18 gramdır.
- Hemoglobin molekülü 65000 daltondur.
- Bir mol hemoglobin 65000 gramdır (65 kg).
- Bir mol nötron (n^0) 1 gramdır.
- Bir mol proton (p^+) 1 gramdır.
- Bir mol elektron (e^-) 0,0005 gramdır.

KİMYASAL BAĞLAR

- Bir atomun dış kabuğunda bulunan elektronların diğer bir atomun dış kabuğunda yer alan elektronlarla etkileşmesi sonucu atomlar birlikte bulunurlar. Atomları birlikte tutan bu enerjiye ***kimyasal bağ*** denir.

CANLI MOLEKÜLLERİNDEKİ KİMYASAL BAĞLAR ve ETKİLEŞİMLER

- Kovalent bağlar
 - *Tam kovalent*
 - *Polar-kovalent*
 - *Sigma bağı*
 - *Pi bağı*
 - *Koordinat kovalent bağlar*
- Hidrojen bağları
- Van der Waals etkileşimleri
- İyonik etkileşimler
- Hidrofobik etkileşimler

BİYOLOJİK YAPILAR

- Organizmadaki organik moleküller esas olarak kovalent bağlarla bağlanmış karbon, hidrojen, oksijen, azot, kükürt ve fosfor atomlarından meydana gelir.
- Temel element diğer atomlarla 4 kovalent bağ yapabilen **karbondur**.

BİYOMOLEKÜLLER

Biyomolekül	Yapıtaşı	İşlevi
DNA	Deoksiribonükleotid	Genetik materyal
RNA	Ribonükleotid	Protein sentezi için kalıp
Proteinler	Amino asitler	Çok çeşitli (enzim, bağışıklık)
Polisakkarit (Glikojen)	Glukoz	Kısa süreli enerji deposu
Lipitler	Yağ asitleri	Çok çeşitli (zar yapıları, uzun süreli enerji deposu)

İnsanın normal kimyasal bileşimi (65 kg ağırlığındaki bir erkek için)

	kg	%
Su	40	61,6
Protein	11	17
Yağ	9	13,8
Mineraller	4	6,1
Karbonhidrat	1	1,5

ÇÖZELTİ KONSANTRASYONLARI

Molarite ve molalite
% konsantrasyonlar
Normalite
Osmolarite
Osmolalite
Yoğunluk ve özgül ağırlık

Molarite

- Bir litre çözültide çözünmüş maddenin mol sayısını ifade eder. M ile gösterilir.

Molarite (mol/L) = Çözünenin mol sayısı / Çözelti hacmi (L)

Molalite

- Bir kilogram çözücüde çözünmüş maddenin mol sayısını ifade eder.

Molalite (mol/kg) = Çözünenin mol sayısı / Çözücü kütlesi (kg)

% Konsantrasyonlar (Derişimler)

- 100 gr çözültide çözünmüş madde miktarının gram olarak ifade edilmesi ağırlıkça (w/w) % konsantrasyonu (derişimi) gösterir.
- 100 ml çözültideki çözünen maddenin gram olarak ifadesi ağırlık/hacim olarak % konsantrasyonu (w/v) gösterirken (g/dl); 100 ml çözültide çözünen maddenin ml (hacim) olarak ifadesiyse % konsantrasyonu (v/v) hacimce belirtir.

Normalite

- Bir litre çözültide çözülmüş maddenin eşdeğer (ekivalan, “*normal*”) sayısını gösterir.
- Bir gram hidrojenle reaksiyona giren madde miktarı 1 ekivalandır (Eq).

Normalite (Eq/L) = Çözünenin eşdeğer sayısı / Çözelti hacmi (L)

% mg (mg/dl) = (Atom veya molekül ağı. x mEq/L) / (10 x değerlik)

*** *Normalite = Molarite x Değerlik***

*** *(mEq/L) = (mmol/L) x Değerlik***

Osmolarite

- Bir litre çözültide çözünmüş osmol sayısını gösterir.

Osmolarite (Osmol/L) = Çözünenin osmol sayısı / Çözelti hacmi (L)

- 1 mol glukoz 1 osmoldür.
- 1 mol NaCl 2 osmoldür. ($\text{NaCl} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$)
- 1 mol CaCl_2 3 osmoldür. ($\text{CaCl}_2 \longrightarrow \text{Ca}^{++} + 2\text{Cl}^-$)

Osmolalite

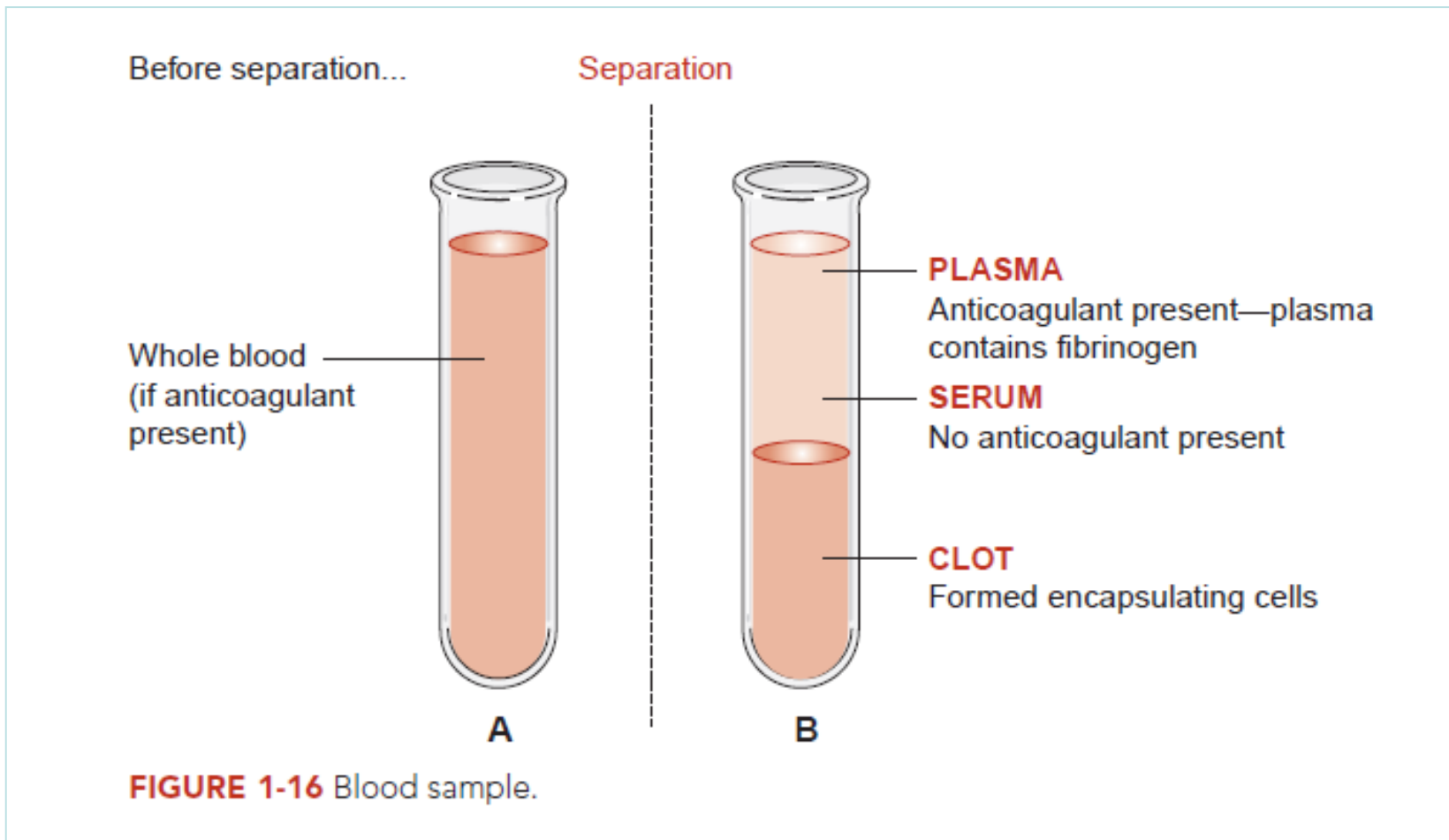
- Bir kilogram çözücüde çözünmüş osmol sayısını gösterir.

Osmolalite (Osmol/kg) = Osmol sayısı / Çözücü kütlesi (kg)

Serum osmolalitesi 275-295 mOsmol/kg

İdrar (24 saatlik) osmolalitesi 300-900 mOsmol/kg

TAM KAN, PLAZMA VE SERUM



From *Clinical Chemistry, Seventh Edition*. Bishop ML, et al., 2013

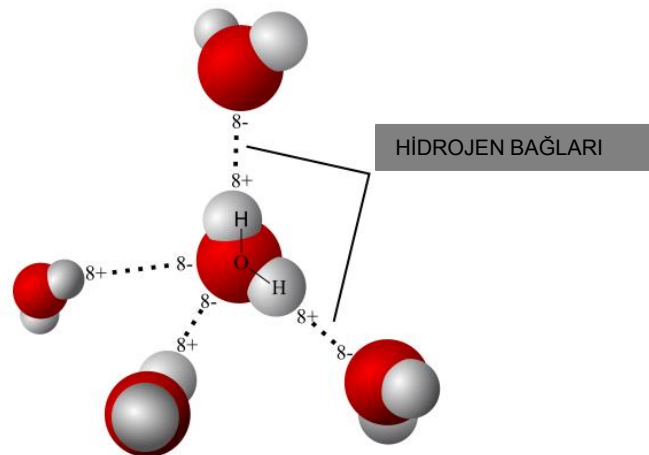
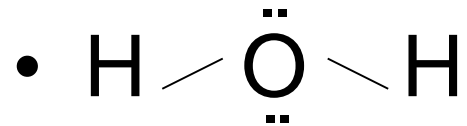
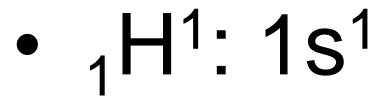
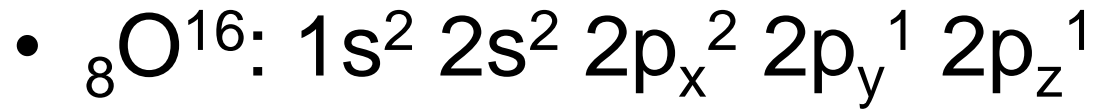
Yoğunluk ve Özgül ağırlık

- **Yoğunluk (*density*; d):** Bir maddenin birim hacminin kütlesidir. Birimi g/mL'dir.
- **Özgül ağırlık (*specific gravity*):** Suyu göre yoğunluk demektir. Birimi yoktur. Suyun yoğunluğu + 4 C°'de 1 g/mL'dir.

İzotonik Çözeltiler

- Tıbbi anlamda izotonik çözelti; kanın osmotik konsantrasyonuna eşit olan çözeltileri ifade eder ki, yaklaşık 0,3 osmolardır.
- Osmotik konsantrasyonu daha düşük olan çözeltiler hipotonik, daha yüksek olanlarsa hipertonic olarak ifade edilirler.

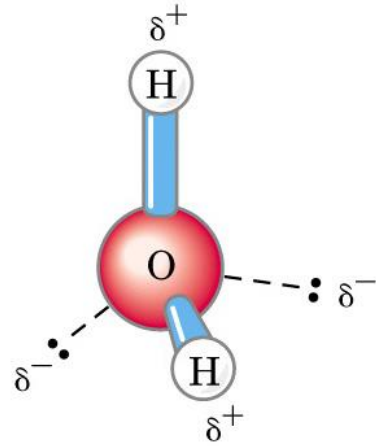
SU



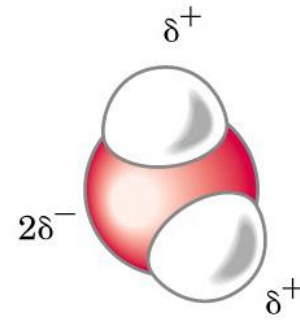
SUYUN ÖZELLİKLERİ

- Tetrahedral yapıya yakın bir geometrisi vardır.
- Polar bir moleküldür.
- İyi bir çözücüdür.
- 0 – 100 °C arasında sıvı haldedir.
- Canlı hücrelerinde meydana gelen tepkimeler sulu ortamda gerçekleşir.

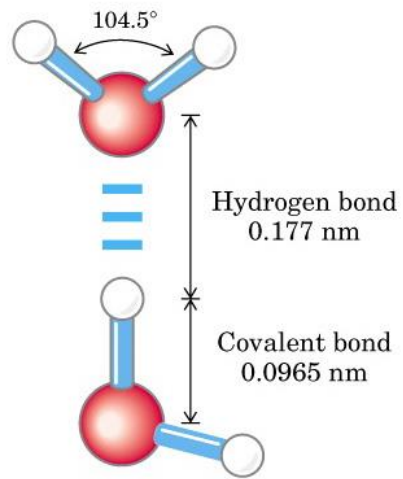
SUYUN YAPISI



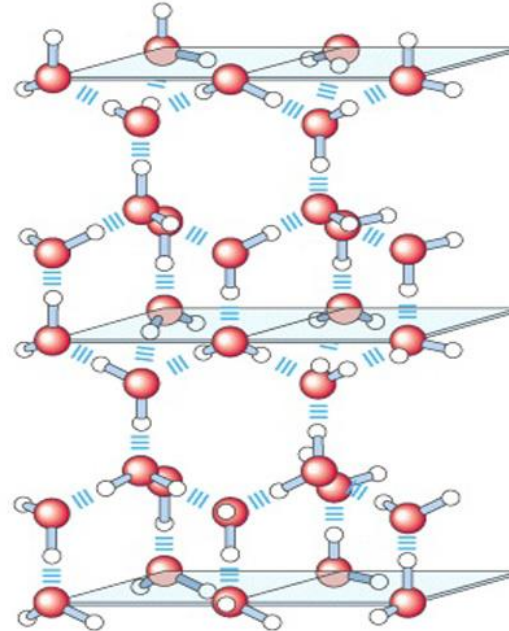
(a)



(b)



(c)



ASİT-BAZ KAVRAMLARI

- Sulu ortamda proton (H^+) veren bileşikler **asit**, proton alan bileşiklerse **baz** olarak tanımlanırlar.
- Bir asit proton verdiği zaman kendi *konjuge bazını*, bir baz proton aldığı zaman kendi *konjuge asidini* oluşturur.

pH kavramı

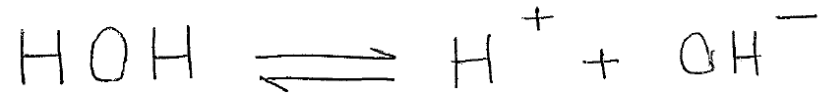
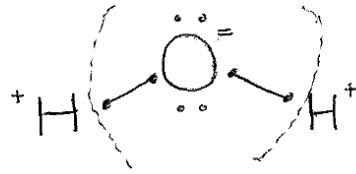
- H^+ molar konsantrasyonunun negatif (-) logaritmasına pH denir.

$$pH = - \log [H^+]$$

$$pOH = - \log [OH^-]$$

Tüm sulu ortamlarda (+25 C°'de);

$$pH + pOH = 14$$



$$K_{\text{denge}} = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{HOH}]} = 1.8 \times 10^{-16}$$

$$K_{\text{su}} = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_{\text{denge}} \times (55,56) \approx 1 \cdot 10^{-14} \text{ M}^2$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ M}^2$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \implies \text{SUYUN pH'si}$$

$$-\log \frac{[\text{H}^+]}{10^{-7}}$$

⇓

7

≡

TAMPON ÇÖZELTİ

- Az miktarda asit veya baz eklenmesiyle ya da seyreltmekle pH değeri pratik olarak değişmeyen çözeltilere **tampon çözelti** denir.
- Bir tampon çözelti zayıf bir asit ve eş (konjuge) bazından (tuzundan) veya zayıf bir baz ve konjuge asidinden (tuzundan) meydana gelir.

Tampon Çözelti pH Değerinin Hesaplanması

Henderson-Hasselbalch eşitliği

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log (C_B/C_A)$$



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

İnsan vücut sıvılarının ~ pH değerleri

Vücut sıvısı	pH	Vücut sıvısı	pH
Kan	7,4	İdrar (normal)	6,0
Süt	6,6-6,9	BOS	7,4
Hepatik safra	7,4-8,5	Tükürük	7,2
Safra kesesi suyu	5,4-6,9	Gözyaşı	7,4
Mide suyu (parietal salgı)	0,87	İdrar (~ sınır değerler)	4,8-7,5
Pankreatik sıvı	8,0	Gaita	7,0-7,5
İntestinal sıvı	7,7	Kas hücresi (dinlenme sırasında)	6,94-7,06 (hücre içi)

Vücuttaki H⁺ konsantrasyonunu düzenleyen sistemler

1. Vücut sıvılarındaki tampon sistemler

- *Karbonik asit-bikarbonat tampon sistemi*
- *Fosfat tampon sistemi*
- *Proteinler*
- *Hemoglobin tampon sistemi*

2. Solunum sistemi

3. Böbrekler

KAYNAKLAR

- **Harper's Illustrated Biochemistry**, 30th Edition. Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennely PJ, Weil PA. Lange, 2015. (***Chapters 1 & 2***)
- **Lehninger Principles of Biochemistry**, Fourth Edition. Nelson DL, Cox MM. WH Freeman & Co, 2004. (***Chapters 1 & 2***)
- ***Clinical Chemistry, Seventh Edition***. Bishop ML, Schoeff LE, Fody EP, 2013, **19-29**