

# Biyofiziğe giriş, Tıpta Kullanılan Birimler, Vücut Sıvıları ölçümü



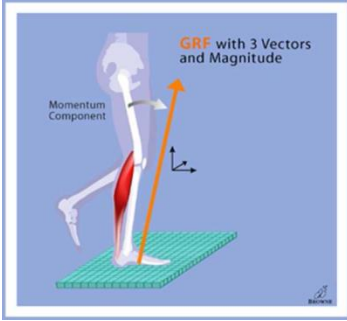
**Ondokuz Mayıs Üniversitesi**  
**Tıp fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı**  
**Samsun**

**Doç. Dr. Ayşegül AKAR**

# SUNUM İÇERİKLERİ

- **Biyofiziğin tanımını yapabilmek,**
- **Sistem kavramını tanımlayabilmeli ve alt sistemlere ayırabilmeli,**
- **Uluslar arası kullanılan birim sistemlerini açıklayabilmeli**
- **Tıpta kullanılan ölçü birimlerini (enzim, konsantrasyon, vücut sıvıları vb.) tanımlayabilmeli**
- **Vücut sıvılarının nasıl ölçüldüğünü ve klinik açıdan önemini açıklayabilmeli**
- **Total vücut sıvı miktarını etkileyen faktörleri listeleyebilmeli**
- **Canlı yapının biyofiziksel özelliklerini ve önemi**
- **Hacim, Vizkosite, Yüzey gerilimi, Kompliyans**

# Biyofizik Nedir?



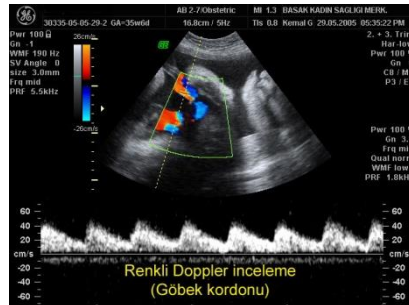
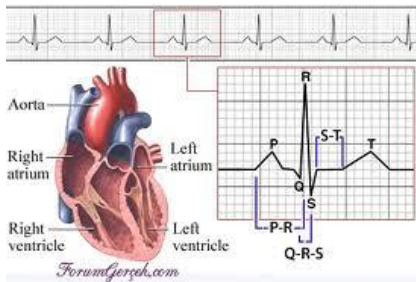
Hareket Bilgisi

EEG

EKG

Ultrason

Manyetik Rezonans



# Biyofizik Nedir?

- Biyolojik sistemlerin incelenmesinde fiziğin kavram, ilke ve yasalarını kullanan bir bilim dalıdır.
- Biyofizikle uğraşmak, canlı organizmalarla ilgili problemleri fizik kavramları ile formüle etmek ve fiziğin yasaları ile çözmeye çalışmaktır.
  - -bio (Latin) ...
  - -physis (Latin) ....

# ÖNEMLİ BİYOFİZİKÇİLER (Geçmişten.....Günümüze)

- ❖ Galileo Galilei (1564-1642)  
**Sarkaç ve termometreyi buldu**
- ❖ Luigi Galvani (1737-1798)  
**biyoelektriği buldu,**
- ❖ Hermann von Helmholtz (1821-1894), Sinir ileti hızını ölçtü,  
**oftalmoskopu icat etti,**
- ❖ Adolf E. Fick, 1856' da ilk biyofizik kitabını yazdı (*Die medizinische Physik*), **kalp debisini** ölçtü (Fick prensibi)
- ❖ Alan Hodgkin & Andrew Huxley, voltaj kışkacı tekniği ile **aksiyon potansiyelini** tarif etti
- ❖ Bernard Katz (1911-2003), **sinapsların** işlevini açıkladı
- ❖ Bert Sakmann and Erwin Neher, yama-kışkacı (**patch-clamp**) tekniğini buldu,

## **Biyofiziğin Konuları:**

- ❖ Biyomekanik (kemik, kas, akışkanlar)
- ❖ Biyoenerji
- ❖ Hücrede Biyofiziksel Olaylar (Aksiyon potansiyeli ve Bileşik aksiyon potansiyeli)
- ❖ Sinaptik İletim
- ❖ EEG, EMG ve EKG Biyofizik Temel İlkeleri
- ❖ Solunum ve Dolaşım Dinamiği ve fiziksel prensipler
- ❖ Görme ve İşitme Biyofiziği
- ❖ Radyasyon Biyofiziği (İyonize ve Non iyonize radyasyon)

# BİYOFİZİK DİSİPLİNİ NASIL DOĞMUŞTUR?

- Fizyoloji, 1930larda Biyoloji ve Tıp disiplini
- Biyokimya,
- Biyofizik

*BİLİM DE ÖZELLEŞME, SORUNLARI DA  
BERABERİNDE GETİRMİŞTİR.*

- **Farklı bilim dallarında uzmanlaşmış bilim adamlarının etkinliği için, kavram ve dil birliğine ihtiyaç vardır.**

**“Sistem Kavramı”**

- Birimler ve birim sistemleridir.

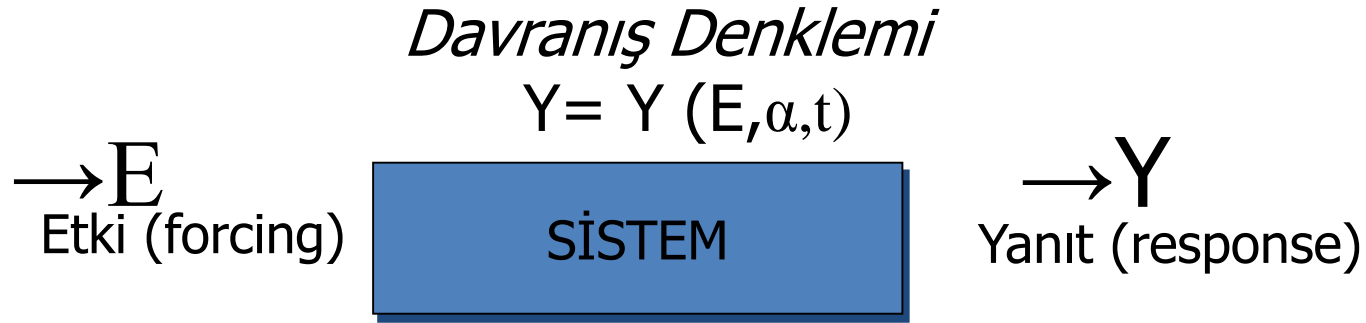


# BİYO FİZİK VE BİLİMLER ARASI ORTAK DİSİPLİNLER

- Biyofizikçi Ludwig von Bertalanffy (1901-1972)
- Sistem kavramını tüm bilim dallarının en çok kullandığı ortaklaşa bir kavram haline getirmiş ve
- Biyofizik için de açık sistem kavramını geliştirmiştir.

# SİSTEM KAVRAMI

- ✦ Doğanın herhangi bir parçası sistem olarak alınabilir.

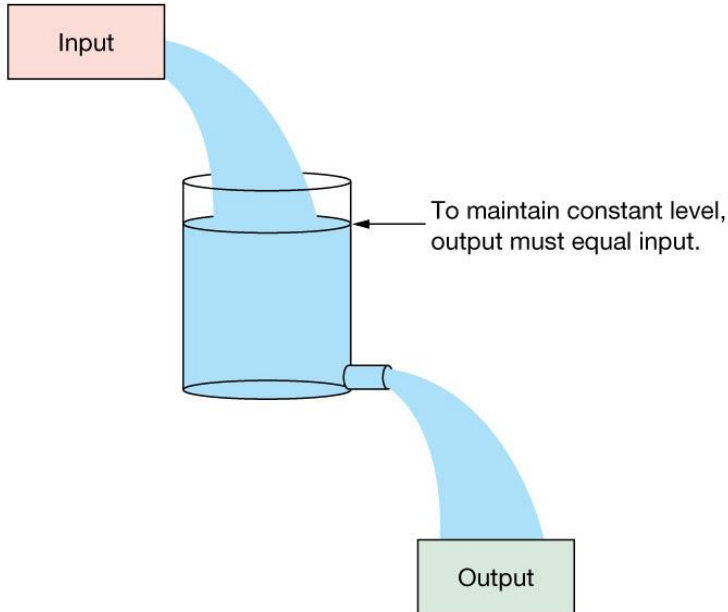


- Örneğin;
- Atom, molekül, hücre, organ sıralamasından her bir varlık sistem olarak alınabilir.
- Organizma işlevsel olarak da solunum sistemi, sinir sistemi, sindirim sistemi gibi alt sistemlere de ayrılabilir.

# BİRER AÇIK SİSTEM OLARAK CANLILAR

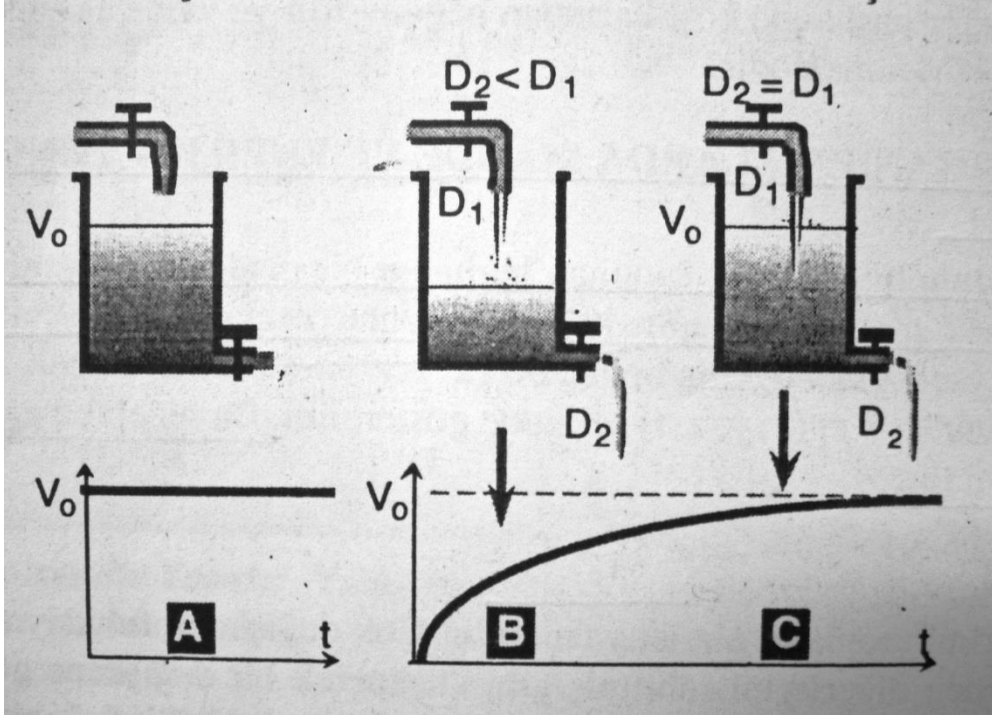
Çevresi ile madde ve enerji alışverişinde bulunan sistemlere **açık**, madde alışverişini yasaklanmış sistemlere **kapalı**, madde ve enerji alışverişini yasaklanmış sistemlere **yalıtık(izole)** sistemler denir.

Yalıtık veya kapalı sistemlerde de reaksiyonlar devam edebilir. Ancak bu olaylar sıcaklık farklarının ortadan kalktığı, max entropiye ulaşıldığında son bulur. Buna sistemin **denge durumu denir.**



Açık sistemler genel olarak değişime uğrarlar. Ancak özel olarak madde giriş ve çıkışı sürerken, kompozisyonun zamandan bağımsız kaldığı bir durum söz konusudur. Sistemin zamanla değişmediği bu duruma **kararlı durum** (Steady state) denir.

# Örneğin,

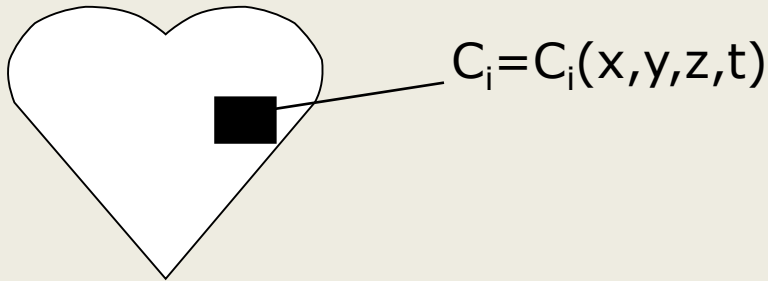


- ✦ **Açık sistem ve kararlı durum.**
- ✦ **A:** Denge durumunda kapalı sistem
- ✦ **B:** Açık bir sistemde kararlı duruma geçiş süreci. Kaptaki sıvı miktarı ve çıkış debisi zamanla artmaktadır.
- ✦ **C:** Açık sistemde kararlı durum. Kaptaki giriş ve çıkış debileri eşitlenmiş ve sıvı miktarı sabittir.

**Örneğin;** bir sinir veya kas hücrelerinin dinlenme durumunda, hücre zarından geçişler devam ettiği halde her bir iyon için net giriş sıfırdır ve hücre içi konsantrasyonlar değişmez.

# Canlı Organizmalarda Madde ve Enerji Taşınım Yolları

- Canlı organizmanın bileşiminde bulunan herhangi bir maddenin organizma içerisindeki belirli bir bölgedeki miktarını fizik formülleri ile ifade edecek olursak,
- *i nci öğenin  $x, y, z$  konumunda ve  $t$  anındaki konsantrasyonu,  $c_i = c_i(x, y, z, t)$  olmak üzere, niceliğin zamanla değişimi ise*

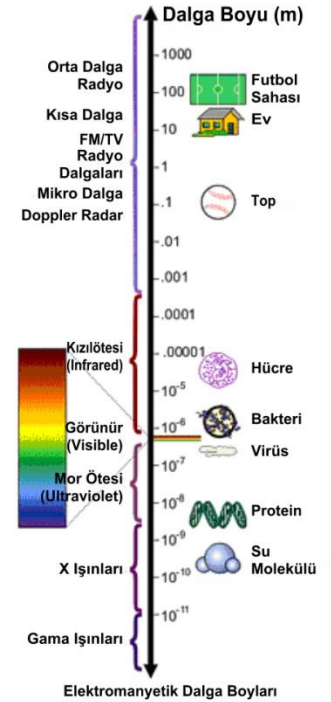


$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = P_i + T_i$$

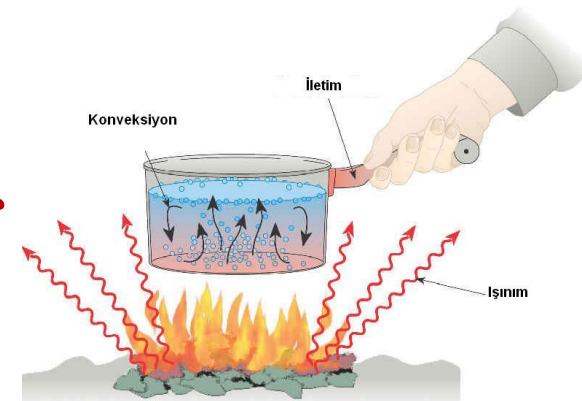
**Kararlı durumda konsantrasyon değişimi?**

# Canlı Organizmalarda Madde ve Enerji Taşınım Yolları Örneği: **ISI NASIL İLETİLİR**

- İletim
- Işınım ( $E=h.f$ )
- Isı yayılımı(Fourier yasası)



T sıcaklığında bir cisim, o sıcaklığa özgü bir elektromanyetik ışıma yayar  $hf$



- Belirli bir noktadaki taşınımın büyüklüğü, bu noktada birim yüzeyden birim zamanda geçen madde veya enerji miktarı cinsinden belirtilir ve bu niceliğe *akı yoğunluğu* denir.

Taşınım olayı,

- *Poiseuille Yasası,*
  - *Fourier Yasası,*
  - *Fick Yasası,*
  - *Ohm Yasası,*
- yasaları ile özetlenebilir.*

- ***Poiseuille Yasası;***

- Akışkan içerisinde herhangi bir noktada, birim yüzeyden birim zamanda geçen akışkan miktarı (kütle veya hacim cinsinden) dır. Yasa ifadesi,

$$M_{ak} = \frac{dm}{dt} \frac{1}{A} = -\kappa \frac{dP}{dx}$$

Birimi: kg/m<sup>2</sup>s



## ✦ **Fourier Yasası;**

- ✦ İletim yolu ile ısı taşınımıdır.
- ✦ Herhangi bir noktada, birim yüzeyden birim zamanda geçen ısı miktarına *ısı akı yoğunluğu* denir.Yasa ifadesi,

$$h_{\text{ısı}} = \frac{dQ}{dt} \frac{1}{A} = -\lambda \frac{dT}{dx}$$

Birimi: J/m<sup>2</sup>s

## ✦ **Fick Yasası;**

- ✦ Moleküler kütle taşınımı, difüzyon yolu ile taşınımıdır.
- ✦ Herhangi bir noktada, birim yüzeyden birim zamanda geçen mol sayısına difüzyon *akı yoğunluğu* ( $M_{dif}$ ) denir. Yasa ifadesi,

$$M_{dif} = \frac{dn}{dt} \frac{1}{A} = -D \frac{dc}{dx}$$

Birimi: mol/m<sup>2</sup>s

## ✦ **Ohm Yasası;**

- ✦ Elektrik yük taşınımı, elektrik akımıdır.
- ✦ Birim yüzeyden birim zamanda geçen yük miktarı herhangi bir noktadaki *akım yoğunluğunu* ( $J_{el}$ ) verir. Yasa ifadesi,

$$J_{el} = \frac{dq}{dt} \frac{1}{A} = -\sigma \frac{dV}{dx}$$

Birimi: C/m<sup>2</sup>s

## *BİLİM DE ÖZELLEŞME, SORUNLARI DA BERABERİNDE GETİRMİŞTİR.*

- Farklı bilim dallarında uzmanlaşmış bilim adamlarının etkinliği için, kavram ve dil birliğine ihtiyaç vardır.
- **Birimler ve birim sistemleridir**  
**“Uluslararası Birim Sistemi-SI”**

# ESKİ UYGARLIKTA ÖLÇME (MÖ...MS)

- Piramitlerin yapımında cubit kullanılmıştır.

1 cubit = 7 avuç = 28 parmak = 52.5 cm



Ölçüler	Antik Yunan Döneminde kullanılan uzunluk ölçülerinin bugünkü karşılıkları
Ayak	0.296m
Parmak	Ayağın 1/16, 0.0185m
Dirsek	Bir buçuk ayak, 0.444m
Kulaç	6 ayak yada 4 dirsek, 1,776m

Ölçüler	Osmanlı döneminde ölçümler
1 Mimari arşın	75.8 cm
1 Parmak	3.158 cm
1 hat	0.263 cm
1 nokta	0.0219 cm

\*Tübitak, 2009

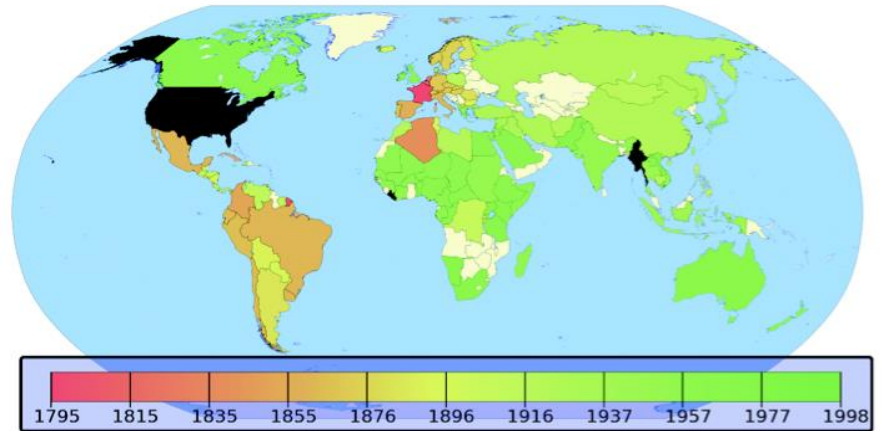


# Complete Blood Count Report

	Results	Units	Reference Interval
RBC	4.67	x10E6/uL	4.10-5.60
Hemoglobin	14.7	g/dL	12.5-17.0
Hematocrit	40.9	%	36.0-50.0
MCV	88	fL	80-98
MCH	31.4	pg	27.0-34.0
MCHC	35.9	g/dL	32.0-36.0
RDW	11.7	%	11.7-15.0

# ÖLÇME SİSTEMLERİ

- İngiliz Emperyal Sistemi: inch, foot, yard, mile, ounce, pound (inch=2.54cm)
- Amerikan geleneksel sistem: İngiliz birimlerine benzer sistem
- Metrik sistemler:
  - Santimetre-gram-saniye (CGS) sistemi
  - Metre-kilogram-saniye (MKS) sistemi
  - SI sistemi (temel uzunluk ölçü birimi metre)



# SI ÖLÇÜ SİSTEMİ (*Le Systeme International d'Units*)

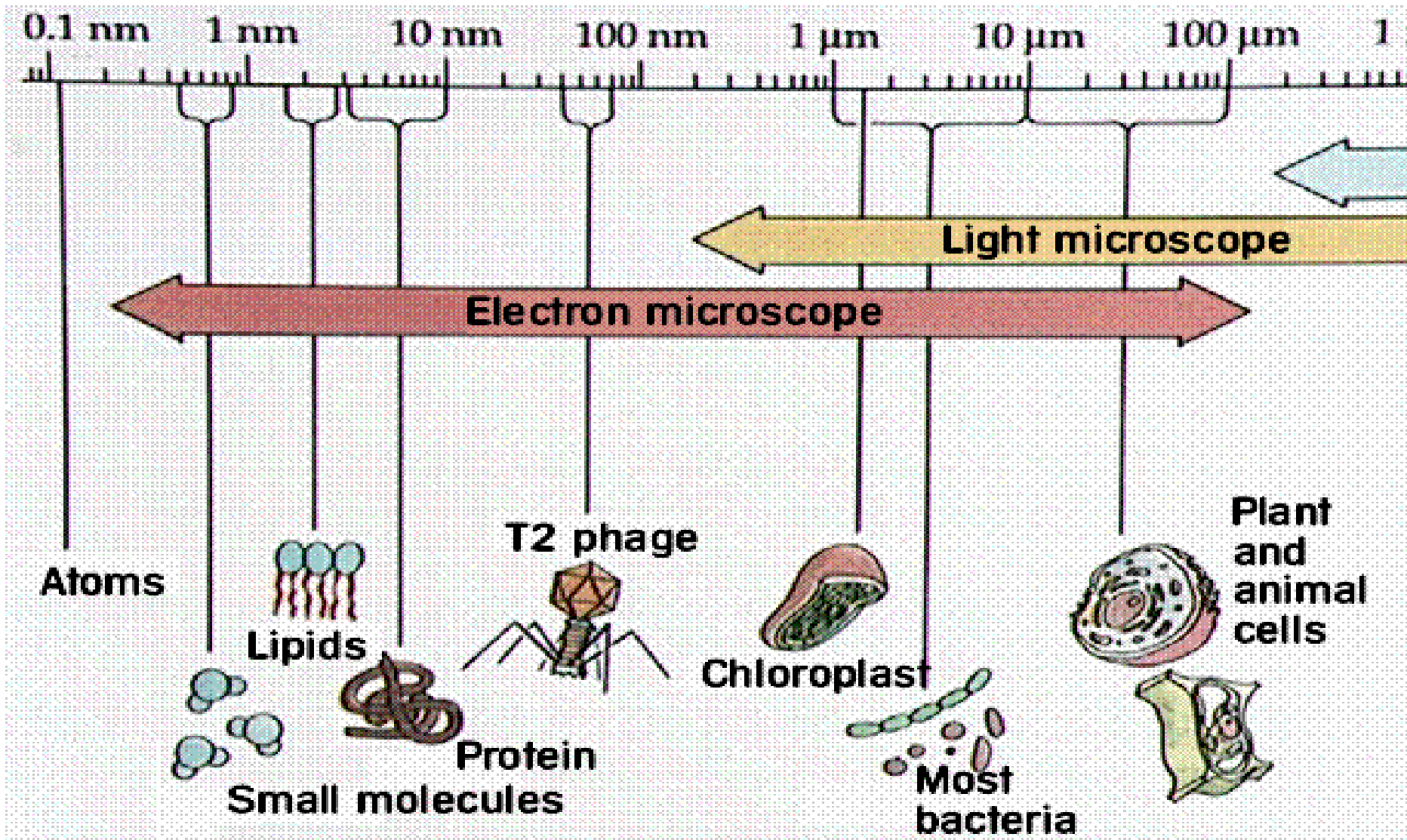
- 1960' da, General Conference of Weights and Measures toplantısında kararlaştırılmıştır.
- Metre-kilogram-saniye (MKS) sistemi temel alınmıştır.

## Temel birimler

<b>Kütle</b>	<b>Kilogram (kg)</b>
<b>Uzunluk</b>	<b>Metre (m)</b>
<b>Zaman</b>	<b>Saniye (s)</b>
<b>Sıcaklık</b>	<b>Kelvin (K)</b>
<b>Elektrik Akımı</b>	<b>Amper (A)</b>
<b>Madde miktarı</b>	<b>Mol (mol)</b>
<b>Işık miktarı</b>	<b>Candela (cd)</b>







Eritrosit 8 μm

Hücre membranı 7.5 nm

Su 275 pm

Glukoz 0.9 nm

# SI BİRİMLERİ ile KULLANILAN ÖNEKLER

<i>Önek</i>	<i>Sembol</i>	$10^n$
deci	d	$10^{-1}$
centi	c	$10^{-2}$
milli	m	$10^{-3}$
micro	$\mu$	$10^{-6}$
nano	n	$10^{-9}$
pico	p	$10^{-12}$
femto	f	$10^{-15}$
atto	a	$10^{-18}$
zepto	z	$10^{-21}$
yokto	y	$10^{-24}$

<i>Önek</i>	<i>Sembol</i>	$10^n$
deca	da	$10^1$
hecto	h	$10^2$
kilo	k	$10^3$
mega	M	$10^6$
Giga	G	$10^9$
tera	T	$10^{12}$
peta	P	$10^{15}$
eksa	E	$10^{18}$
zetta	Z	$10^{21}$
Yotta	Y	$10^{24}$

*Kanda pikogram düzeyinde hatta zeptomol ( $10^{-21}$ mol) gibi çok düşük düzeylerde bulunan maddelerin miktarını artık ölçebiliyoruz. Özellikle hormonların ölçümünde...**Biyolüminesans**...*

Adı Soyadı	MELİSA ÖZCAN	Report Tarihi	11.04.2008
Barkod No	50396	İstek Tarihi	11.04.2008 08:08:36
Protokol	27899	Cinsiyet	Kadın Yaş 7
İst.Doktor	Dilek DEMİRSOY	Doğum Tarihi	18.09.2001
Açıklama		Klinik	03-ÇOCUK HASTALIKLARI POLİKLİNİĞİ
Çıkan Testler	Biyokimya Hemogram Hormon Sedimentasyon		

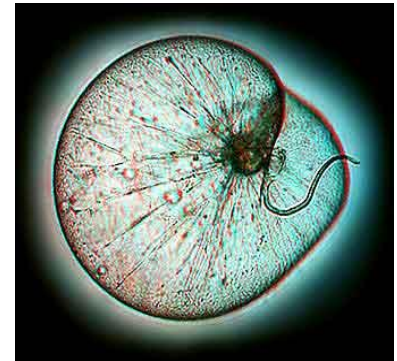
Test Adı	Sonuç	Birim	Referans Aralığı	Resmi	Açıklama
MO	0,3	μ/L	0-0,8		
GR	3,5	μ/L	2,7-9,7		
• LY %	* H 59,2	%	11-49		
MO%	3,5	%	0-9		
• GR%	* L 37,3		42-85		
RDW	12,0		10,5-14,5		
PCT	0,20	%	0,05-0,25		
MPV	5,8	fL	3,5-8,5		
PDW	16,5	%	13,5-19,5		

Hormon					
Anti HAV IgG Mikropartikül	13	miU/mL	NEGATIF < 35 ŞÜPHELİ 35 - 40 POZITIF > 40	906510	
Anti HAV IgM Mikropartikül	0,05 Non-React.	s/co	NEGATIF 0 - 0,8 s/co POZITIF > 1	906530	
HBsAg Kemoluminesans	0,34 Non-React.	S/CO	Negatif 0 - 1 Şüpheli 1 - 5 Pozitif > 5	907450	
Anti HBs Mikropartikül	>810,0	miU/mL	NEGATIF < 7 POZITIF > 10	906620	
• Serbest T3	* H 4,25	pg/ml	2,3-3,9	903470	
Serbest T4	1,00	ng/dL	0,59-1,29	903480	
TSH	4,71	uIU/mL	0,34-5,6	904030	
Vitamin B12	>1500	pg/ml	134-590	904150	
Folat	>20,00	ng/ml	>5,21	901240	

Sedimentasyon					
• Sedimentasyon	* H 25		0-20	903400	



(\*Bilim ve Teknik 2009)

# SICAKLIK

- SI sisteminde birimi Kelvin (K)
- Daha sıklıkla Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) ve Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) kullanılır
- $^{\circ}\text{F} = 1.8 \times ^{\circ}\text{C} + 32$
- $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) / 1.8$
- $^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$
- Sıcaklık ölçümü için **termometre** kullanılır



Normal vücut sıcaklığı ne kadardır?

# TÜRETİLMİŞ BİRİMLER

- Temel birimlerin kombinasyonu ile oluşturulmuşlardır

Ölçü	Sembol	Birim	Kısaltma
Alan	A	Metrekare	m <sup>2</sup>
Hacim	V	Metreküp	m <sup>3</sup>
Yoğunluk	d	Kilogram bölü metreküp	kg/m <sup>3</sup> ; (kg/l)

# Diğer türetilmiş birimler

$$760 \text{ mmHg} = 101.3 \text{ kPa} = 1 \text{ atm}$$

Türetilmiş büyüklük	İsmi	Sembol
---------------------	------	--------

Düzlem açısı	radian <sup>(a)</sup>	rad
--------------	-----------------------	-----

Aydınlanma	lux	lx
------------	-----	----

frekans	hertz	Hz (1/s)
---------	-------	----------

Kuvvet (force)	newton	N
----------------	--------	---

<b>Basınç</b>	pascal	Pa
---------------	--------	----

Enerji, ısı miktarı	Joule	J
---------------------	-------	---

Güç (power)	watt	W
-------------	------	---

Elektrik yükü	coulomb	C
---------------	---------	---

Elektrik potansiyel farkı	volt	V
---------------------------	------	---

Kapasitans	farad	F
------------	-------	---

Elektrik direnci	ohm	$\Omega$
------------------	-----	----------

Elektrik konduktansı	siemens	S
----------------------	---------	---

Magnetik akım	weber	Wb
---------------	-------	----

Magnetik akım yoğunluğu	tesla	T
-------------------------	-------	---

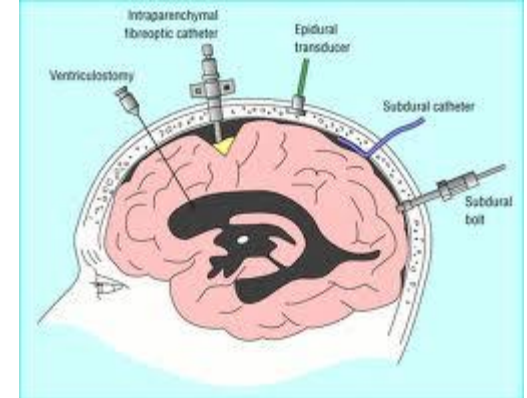
İnduktans	henry	H
-----------	-------	---

<b>Selsius sıcaklığı</b>	Celsius derece	$^{\circ}\text{C}$
--------------------------	----------------	--------------------

Işık akımı	lumen	lm
------------	-------	----



Sistolik 120 mmHg  
Diyastolik 80 mmHg



Intrakranial basınç  
+15 mmHg, supine  
-10 mmHg, vertikal

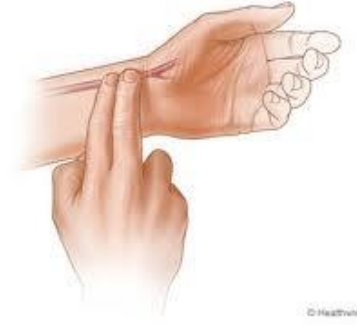
# FREKANS

- **Frekans** bir olayın birim zaman (1 saniye) içinde hangi sıklıkla, kaç defa tekrarlandığının ölçümüdür.
- SI sisteminde birimi hertz (Hz)
- Temel birim değil, türetilmiş birim
- 1 Hz bir olayın saniyede 1 kere tekrarlandığını ifade eder
- İnsan kulağı için işitilebilir ses frekansları 20 Hz ve 20,000 Hz (20 kHz) arasındır
- **Devir/dakika (Revolutions per minute-RPM) dönen mekaniz cihazlar için kullanılır** (örn. santrifüj)
- 60 RPM = 1 Hz
- Hematokrit santrifüjü 12000 RPM'de döner

●  $f = 0.5 \text{ Hz}$   
 $T = 2.0 \text{ s}$

●  $f = 1.0 \text{ Hz}$   
 $T = 1.0 \text{ s}$

●  $f = 2.0 \text{ Hz}$   
 $T = 0.5 \text{ s}$



© Healthwise, Incorporated



# HACİM

- Bir cismin uzayda kapladığı yer miktarıdır
- SI siteminde birimi **metreküp**
- SI sistem birimi olmayan litre (L) daha yaygın olarak kullanılır
- $1 \text{ L} = 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ cm}^3$

$10^{-1} \text{ L}$       decilitre      dl       $10^2 \text{ cm}^3$

$10^{-2} \text{ L}$       centilitre      cl       $10^1 \text{ cm}^3$

$10^{-3} \text{ L}$       mililitre      ml       $1 \text{ cm}^3$

$10^{-6} \text{ L}$       microlitre       $\mu\text{l}$        $1 \text{ mm}^3$

$10^{-9} \text{ L}$       nanolitre      nl       $10^{-3} \text{ mm}^3$

$10^{-12} \text{ L}$       picolitre      pl       $10^{-6} \text{ mm}^3$

$10^{-15} \text{ L}$       femtolitre      fl       $10^{-9} \text{ mm}^3$





# Complete Blood Count Report

	Results	Units	Reference Interval
RBC	4.67	$\times 10^6/\mu\text{L}$	4.10-5.60
Hemoglobin	14.7	g/dL	12.5-17.0
Hematocrit	40.9	%	36.0-50.0
MCV	88	fL	80-98
MCH	31.4	pg	27.0-34.0
MCHC	35.9	g/dL	32.0-36.0
RDW	11.7	%	11.7-15.0

# 1 dL ne kadardır?



Tatlı kaşığı 5 ml  
(Çay kaşığı 2.5 mL)



Çorba kaşığı 15 ml

Test Adı	Sonuç	Birim	Referans Aralığı	Resmi	Açıklama
<b>Biyokimya</b>					
Glukoz (AKS)	105	mg/dl	70-110	901500	
Üre	24	mg/dl	10-50	901940	
Kreatinin	0,63	mg/dl	0,6-1,3	902210	
Ürik Asit	3,49	mg/dl	2,4-7,2	904120	
• Sodyum	*H 151,5	mEq/L	130-160	903670	
Potasyum	5,4	mEq/L	3,5-5,5	903130	
Klor	109,7	mEq/L	90-110	902090	
• Kalsiyum	*H 10,42	mg/dl	8,4-10,4	901910	
Magnezyum	2,11	mg/dl	1,5-2,6	902420	
İnorganik Fosfor	6,39	mg/dl	1,5-6,8	901260	
Protein Total	8,28	g/L	6,2-8,5	903240	
Albumin	4,82	g/dl	3,5-5,2	900210	
Globulin	3,36	mg/dl	2,5-3,8	900210A	
• Kolesterol	*H 232	mg/dl	100-200	902110	
Trigliserid	73	mg/dl	35-165	903990	

İ stem Tarihi :03/08/2010

İ stem Yapan Birim :KARDİYOLOJİ -1 POLİ KLİNİ Ğİ

Laboratuvar Adı :Bİ YO.HORMON DÜZ(CENTAUR)

Tetkik Adı	Sonuç	N. Değer	Sonuç Tarihi
FOLAT	8.57 ng/mL	> 3.38 -	03/08/2010
Serbest T3	4.33 pg/mL	2.3 - 4.2	03/08/2010
Vitamin B12	238 pg/mL	211 - 911	03/08/2010
TSH	1.35 uIU/mL	0.35 - 5.50	03/08/2010
Serbest T4	1.38 ng/dL	0.74 - 1.52	03/08/2010

**○ Tıpta Kullanılan Ölçü Birimleri  
(Vücut sıvıları, Konsantrasyon,  
Enzim... vb.)**

# MADDE MİKTARI

- **Molekül Gram (mol):** Bir maddenin molekül (atom) ağırlığının gram cinsinden değeridir. Avogadro sayısı ( $6,02 \times 10^{23}$ ) kadar atom ya da molekül içeren madde miktarı
- SI sisteminde kimyasal madde miktarı birimi **mol**
- Temel birimdir
  
- Örneğin:
- 1 mol saf Na 23 g
- 1 mol  $C_6H_{12}O_6$ (glikoz) =  $6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16 = 180g$

# VÜCUT SIVILARINDA, maddelerin konsantrasyonu mmol veya $\mu\text{mol}$ cinsinden ifade edilir

- Glikoz veya üre gibi yüksek moleküllerin konsantrasyonları, **mmol/L**

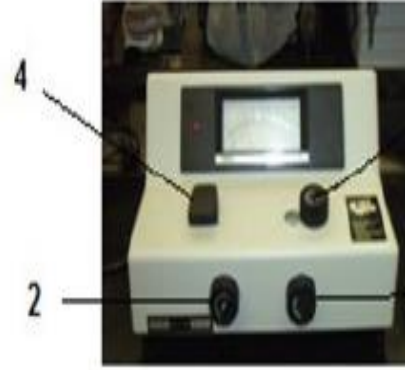
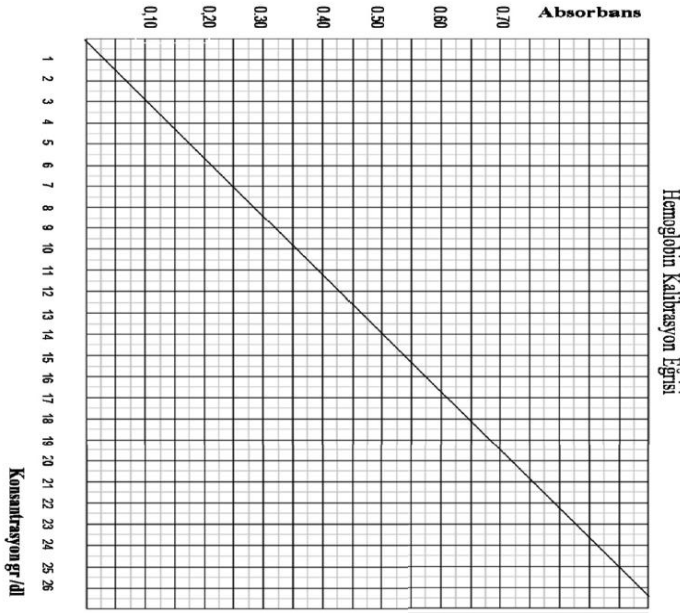
- **Daha büyük moleküller**, **mg/dl** olarak ifade edilir

$$\text{mmol/L} = ((\text{mg/dl} \times 10) / \text{Molekül ağırlığı})$$

- **Molekül ağırlığı**, o molekülü meydana getiren atomların atom ağırlığıdır

$$1 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{glikoz}) = 6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16 = 180 \text{g}$$

# SPEKTROFOTOMETRİK YÖNTEMLE KONSANTRASYON ÖLÇÜMÜ



Spektrofotometre'nin çalışma prensibi

**Örneğin 1:** Hemoglobin ölçümü yapabilmek için, kanın hemoliz olması ve çözeltinin ışığı geçirir hale gelmesi gereklidir. Hemoglobin ölçümü için 540 nm dalga boyu ayarlanır

**Örneğin 2:** Fibrinojen konsantrasyon ölçüm yöntemi, plazmaya trombin ilavesiyle oluşturulan pıhtının içindeki proteinin, alkali ortamda folin reaktifi ile muamelesi sonucu meydana gelen rengin şiddetinin spektrofotometrede ölçülmesi esasına dayanır. % Fibrinojen değeri **mg/ dl** olarak hesaplanır.

# Konsantrasyon

- **Bir çözeltildeki çözünen konsantrasyonunu ifade etmek için çeşitli birimler kullanılabilir**
- **Molarite:** 1 litre çözeltildeki çözünenin mol sayısıdır ve M ile gösterilir.
  - **Molarite (M) = mol/L**
    - **$c = n \text{ (mol)} / V \text{ (L)}$**
- **Molalite (mol/kg) :** 1 kg çözelti içerisindeki çözünenin mol cinsinden madde miktarı



# YÜZDE KONSANTRASYON

100 birim madde içerisinde kaç birim madde olduğunun ifadesi (%)

3 şekilde kullanılır:

1. ağırlık/ağırlık (w/w)
2. hacim/hacim (v/v)
3. ağırlık/hacim (w/v)

En sık kullanılan şekli

$$\text{Concentration solute (w/v \%)} = \frac{\text{mass of solute (g)}}{\text{Volume of solution (mL)}} \times 100$$

**0.9% NaCl** = 100 mL su içerisinde 0.9 g NaCl

**5% Dextrose** = 100 mL su içerisinde 5 g dextrose



Test	Sonuç	Alt Limit	Üst Limit
IGE	79.4 kU/L	0	100
IGA PEDIATRİK	334 mg/dL	2	250
HEMOGLOBİN	11.7 g/dL	12	16
HEMATOKRİT	35.6 %	35	52
LÖKOSİT	5.5 BIN/mm3	4,8	10,8
ERİTROSİT	5.86 MİLYON/ mm3	4	6
MCV	60.7 fL	80	102
MCH	19.9 pg/HUCRE	27	35
MCHC	32.8 g/dL	32	36
TROMBOSİT	311 BIN/mm3	150	450
RDW	16 %	11,5	15,5
NOTROFİL %	50.7 %	43	65
LENFOSİT%	42.3 %	20,5	45,5
MONOSİT%	5.3 %	5,5	11,7
EOSİNOFİL%	1.6 %	0,9	2,9
BASOFİL%	0.1 %	0,2	1
MPV	9.4 fL	6,5	11,6
NOTROFİL	2.8 BIN/mm3	2,06	7,02
LENFOSİT	2.3 BIN/mm3	1,3	3,5
MONOSİT	0.3 BIN/mm3	0,3	0,8
EOSİNOFİL	0.1 BIN/mm3	0	0,42
BASOFİL	0 BIN/mm3	0	0,2

- **Vücut sıvıları oldukça dilüe sıvılardır ve çoğu mEq miktarındadır**
- **Molarite suda çözünmüş partikülleri dikkate alır, çözünen maddenin yükünü dikkate almaz**

# Equivalent (eq veya Eq) (Eşdeğer ağırlık)

- **Elektrokimyasal Equivalans:** Katyonlar ve anyonlar atom ağırlıklarına göre değil iyonik yüklerine göre birleşirler
- **milliequivalents (mEq or meq)** daha yaygın kullanılır

-Na<sup>+</sup> +1 değerlikli, **1 mmol/L = 1 mEq/L,**

-Mg<sup>2+</sup> ve Ca<sup>2+</sup>, +2 değerlikli, **1 mmol/L = 2 mEq/L.**

- Kandaki K<sup>+</sup> miktarı **3.5 and 5.0 mEq/L**

Protein (Serum ve Vücut Sıvıları , Herbiri)	8 g/dL	6.4 - 8.3	03/08/2010
Albümin (KAN)	5.8 g/dL	3.5 - 5.0	03/08/2010
Globulin	2.2 g/dL	1.1 - 3.1	03/08/2010
Sodyum (NA) (Serum ve Vücut Sıv. Herbiri) (Kan)	143 mmol/L	136 - 145	03/08/2010
Potasyum (KAN)	4.4 mmol/L	3.5 - 5.1	03/08/2010
Klor (CL) (KAN)	101 mmol/L	98 - 107	03/08/2010
Kalsiyum (CA) (KAN)	10.5 mg/dL	8.4 - 10.2	03/08/2010
Fosfor (P) (KAN)	2.1 mg/dL	2.3 - 4.7	03/08/2010
Magnezyum (KAN)	2.32 mg/dL	1.6 - 2.6	03/08/2010
Demir Bağlama Kapasitesi (TOTAL)	308 ug/dL	250 - 425	03/08/2010
Demir (SERUM)	126 ug/dL	31 - 144	03/08/2010
Asit Fosfataz	5 U/L	0 - 6	03/08/2010

Test Adı	Sonuç	Birim	Referans Aralığı	Resmi
<b>Biyokimya</b>				
Glukoz (AKŞ)	105	mg/dl	70-110	901500
Üre	24	mg/dl	10-50	901940
Kreatinin	0,63	mg/dl	0,6-1,3	902210
Ork Asit	3,49	mg/dl	2,4-7,2	904120
• Sodyum	*H 161,5	mEq/L	130-160	903670
Potasyum	5,4	mEq/L	3,5-5,5	903130
Klor	109,7	mEq/L	90-110	902090
• Kalsiyum	*H 10,42	mg/dl	8,4-10,4	901910
Magnezyum	2,11	mg/dl	1,5-2,6	902420
İnorganik Fosfor	6,39	mg/dl	1,5-6,8	901260

# Ozmolarite

- Ozmolarite 1 litre solüsyonda çözünmüş toplam partikül sayısının ifadesidir (**osmol/L**)
- Çözünen madde başka maddelere ayrışmıyorsa molaritesi ozmolaritesine eşittir

1 M glukoz solüsyonu = 1 Osm

Çözünen madde başka maddelere ayrışıyorsa ozmolaritesi ayrışan madde sayısı ile orantılıdır

1 M NaCl solüsyonu = 2 Osm

Vücut sıvılarının ozmolaritesi genellikle mosmol/L olarak ifade edilir  
Kan ve diğer vücut sıvıları **300 mosmol/L**

# International Unit ( IU)

## Kimyasal aktivite ölçü birimi:

- Daha çok enzimler ve vitaminler için kullanılır

Vitamin A için 1 IU = 0.3 µg retinol, 3.6 µg b-carotene, veya 7.2 µg diğer vitamin A carotenoidleri

Vitamin D için 1 IU = 0.025 µg cholecalciferol

Vitamin E için 1 IU = 0.67 µg doğal a-tocopherol

UYGULANAN TESTLER	SONUÇ	BİRİM	NORMAL DEĞERLER
Glukoz (AKŞ)	93	mg/dl	70 - 109
SGOT (AST)	14	U/L	5 - 34
SGPT (ALT)	10	U/L	0 - 55
Alkaleen Fosfataz	58	U/L	40 - 150
Gama Glutamil Transferaz (GGT)	15	U/L	12 - 64
Total Bilirübin	* 1,31	mg/dL	0,2 - 1,2
Direkt Bilirübin	* 0,52	mg/dL	0 - 0,5
İndirekt Bilirübin	0,79	mg/dl	0,3 - 1,1
Total Protein	7,2	g/dl	6,4 - 8,3
Albumin	* 5,3	g/dl	3,5 - 5

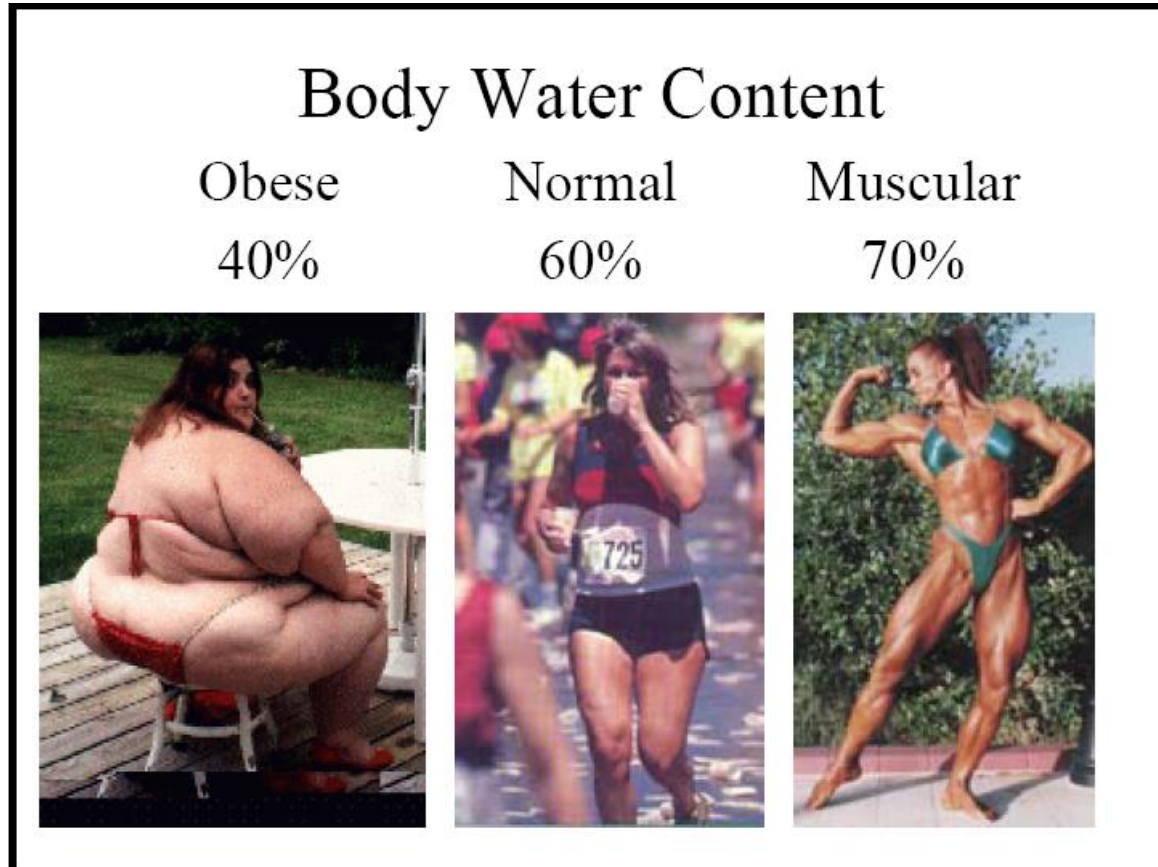
# DALTON

- **Dalton (Da)(atomik kütle birimi)** çok ufak kütleli maddelerin, özellikle atom ve moleküllerin kütlelerini hesaplamak için kullanılan ölçü birimidir
- Bir C atomunun kütesinin 1/12'sine eşittir ve  $1.660 \times 10^{-24}$  g kadardır
- 1 dalton 1 proton veya 1 nötronun ağırlığına eşittir
- Daha çok proteinlerin ve diğer makromoleküllerin büyüklüklerini ifade etmek için kullanılır.
- kDa (veya kD) (kilodaltons) = 1000 D

*Kocsis, J., B. Madaras, et al. (2010). "Serum level of soluble 70-kD heat shock protein is associated with high mortality in patients with colorectal cancer without distant metastasis." Cell Stress Chaperones 15(2): 143-151.*









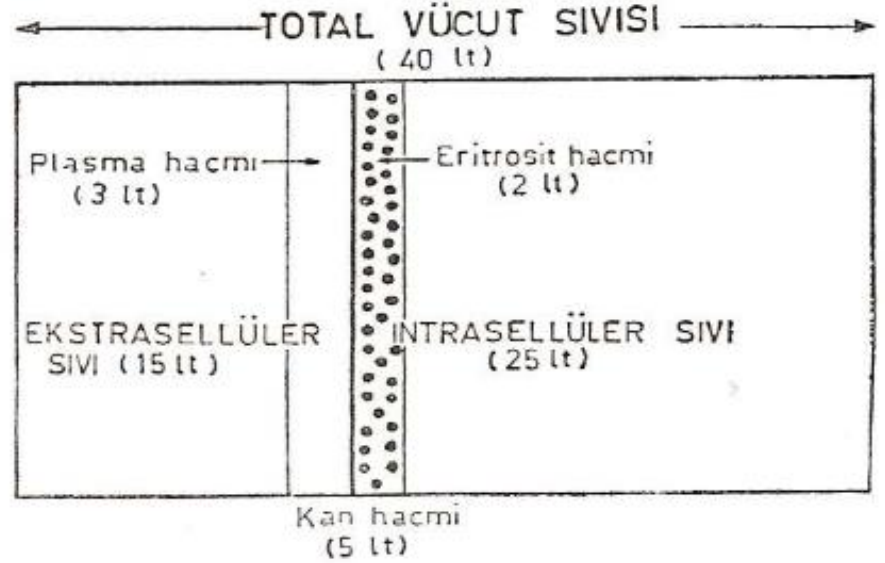
- Tüm canlı organizmalarda su, vücut ağırlığının büyük bir kısmını, yaklaşık % 45-75'ini oluşturur
- Organizmada su miktarı, vücut yapısı ve boyla yakından ilgilidir



# Vücut Sıvıları



-  Lungs: 90% water
-  Blood: 82%
-  Skin: 80%
-  Muscle: 75%
-  Brain: 70%
-  Bones: 22%



Total Vücut sıvısının belirtilen hacimlere dağılımı

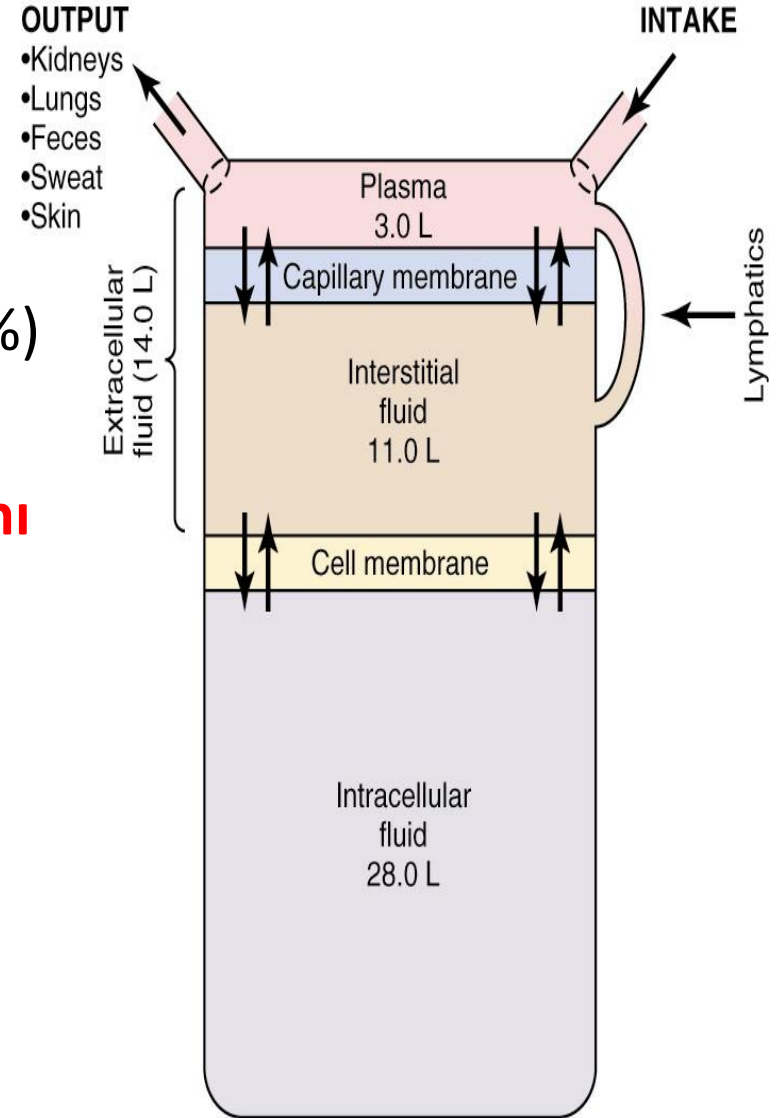
# Total Vücut Sıvısına Etkili Faktörler

- **Vücut Ağırlığı**
- **Yaş**
- **Cinsiyet**
- **Yağ Miktarı**

	<b>Yaş</b>	<b>Water%</b>
15 g embriyo		92
30 g embriyo		80
Yeni doğmuş		77
9 g		76
14 g		73
3 aylık		66
10-18 y	<b>Kadın</b>	<b>Erkek</b>
18-40 y	50.2	60.6
40-60 y	46.7	54.7
60 y üzeri	45.5	51.5

# Vücut Sıvıları Kompartmanları

- Toplam suyun 2/3 **intracellular kompartmanındadır** (TVS' nin 40%)dır
- 1/3 **extracellular sıvı kompartmanı** (20%)
  - **Plasma** (4%)
  - **Interstitial sıvı** (16%)
  - **Transcellular sıvı** (2%)
    - Serebrospinal sıvı, Intraocular, synovial, peritoneal, pleural, pericardial, endolymph, perilymph



- **Organizma dengeyi, vücutta bulunan fiziko-kimyasal ve fizyolojik düzenleme mekanizmaları ile sabit tutmaya çalışır**
- Vücut sıvısı içerisinde birçok organik ve anorganik maddeler erimiş veya yayılmış halde bulunurlar

## **Organik maddeler**

- A) Karbonhidratlar
- B) Proteinler
- C) Lipidler **ve bunların metabolizma ürünleri olan**  
-Üre, ürik asit, kreatinler ve benzeri maddelerdir.

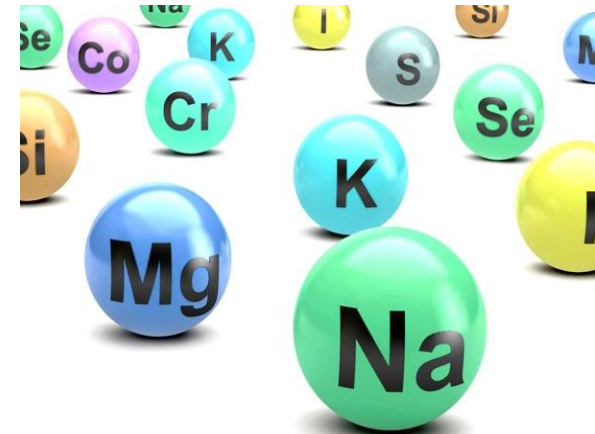
## **Anorganik maddeler**

- A) Anyonlar
- B) Katyonlar

# Vücut Sıvıları Kompozisyonu

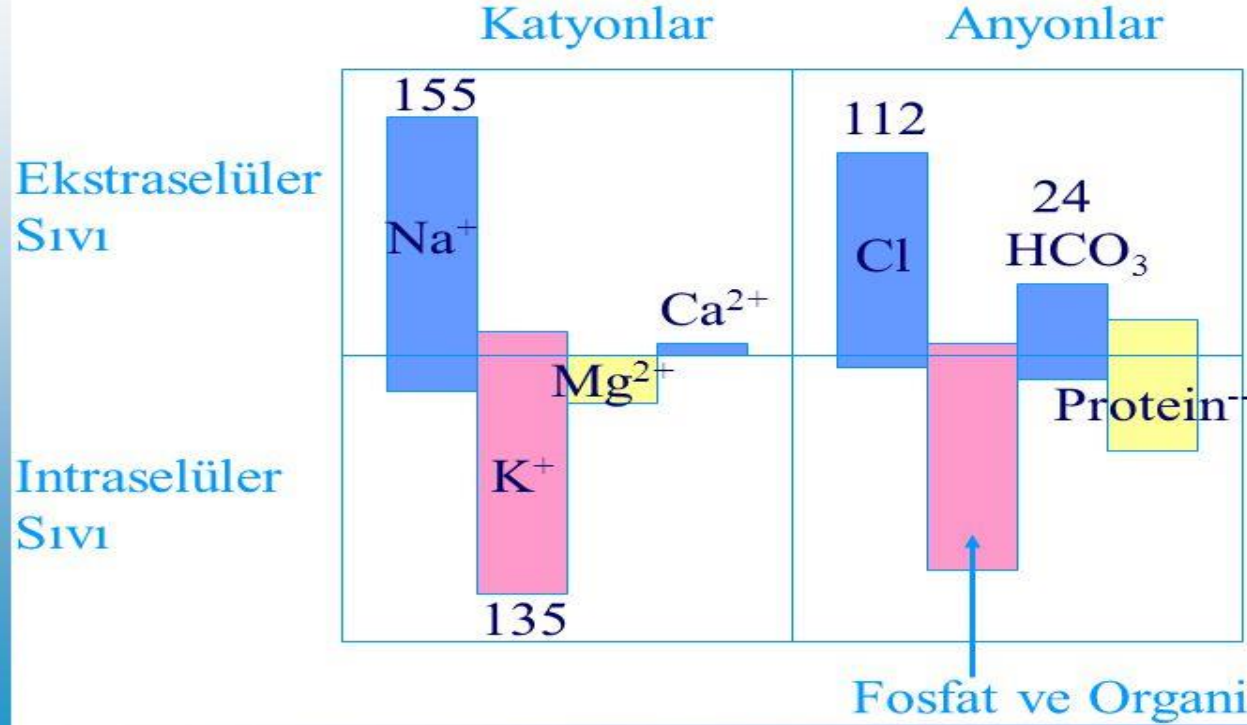
## İNORGANİK MADDELER (Elektrolitler)

- Tuzlar ve mineraller
- Yaygın olan elektrotlar **sodyum, klorit, potasyum, kalsiyum, ve bikarbonat.**
- Vücut sıvısındaki elektrolitler yüklüdür,
  - $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$
  - $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$
- Ekstraselüler sıvıdaki başlıca katyon  $\text{Na}^+$
- İntracellülar sıvıdaki başlıca katyon  $\text{K}^+$
- Fosfat intraselüler anyonların esasını oluştururken,  $\text{Cl}^-$  hücre dışı anyonların baskınıdır
- **Elektrolitler**
  - **Vücudun sıvı dengesini kontrolünü sağlar**
  - **Önemi:**
    - Kas kasılmasında
    - Enerji oluşumunda
    - Asit baz dengesi
    - İnsan vücudundaki biyokimyasal reaksiyonlarda yer alırlar



## Vücut sıvılarının iyon bileşimleri

Konsantrasyon birimi : mEq/L



**Kan plazması, intertisyel ve intraselüler sıvıların iyon bileşimleri**

# ICF ve ECF İyonik kompozisyonu

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**Table 27.2** Approximate Concentration of Major Solutes in Body Fluid Compartments\*

Solute	Plasma	Interstitial Fluid	Intracellular Fluid <sup>†</sup>
<b>Cations</b>			
Sodium (Na <sup>+</sup> )	153.2	145.1	12.0
Potassium (K <sup>+</sup> )	4.3	4.1	150.0
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	3.8	3.4	4.0
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	1.4	1.3	34.0
<b>TOTAL</b>	162.7	153.9	200.0
<b>Anions</b>			
Chloride (Cl <sup>-</sup> )	111.5	118.0	4.0
Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	25.7	27.0	12.0
Phosphate (HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> plus HPO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	2.2	2.3	40.0
Protein	17.0	0.0	54.0
Other	6.3	6.6	90.0
<b>TOTAL</b>	162.7	153.9	200.0
<b>Osmolarity</b>	<b>300 mOsm</b>	<b>300 mOsm</b>	<b>300 mOsm</b>

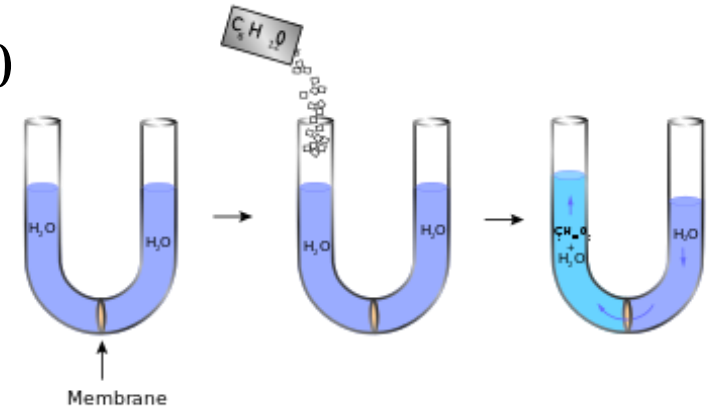
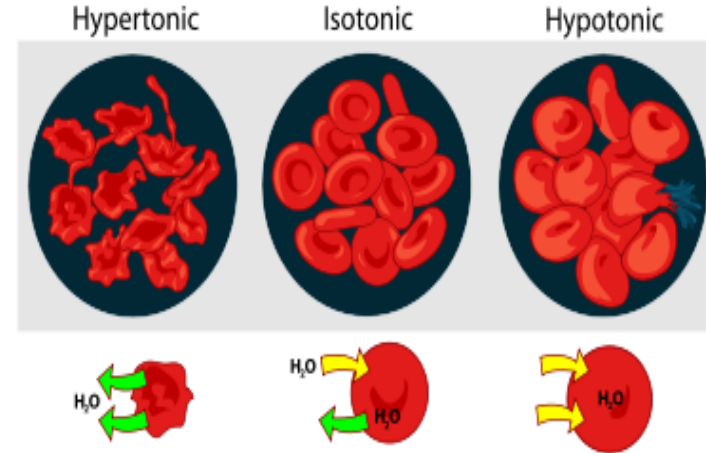
\*Expressed as milliequivalents per liter (mEq/L).

<sup>†</sup>Data are from skeletal muscle.



# Osmotik Basınç

- **Onkotik basınç** veya kolloid osmotik basınç, **plasmadaki proteinlerin etkisiyle ortaya çıkan bir osmotik basınçtır diğer adıyla colloidal osmotik basınçtır.** İntraseluler sıvının osmotik basıncı
  - ~28 mmHg
  - *proteinlerin neden olduğu* ~ 19 mmHg
  - *İyonların neden olduğu* ~ 9 mmHg
- Hücre saf su içerisine konduğunda intraseluler sıvının osmotik basıncı ~ 5430 mmHg



$$\Pi = [ C_{\text{solute}} ] R T$$

$$PV=nRT \longrightarrow P=nRT/V$$

# Vücut Sıvılarında Osmotik Basınç Ölçümü

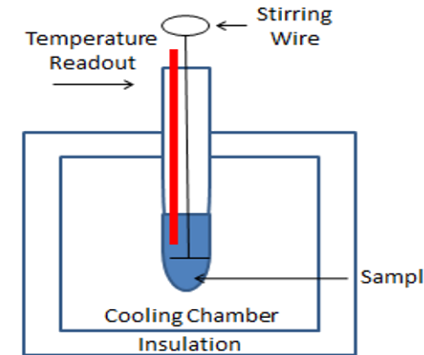
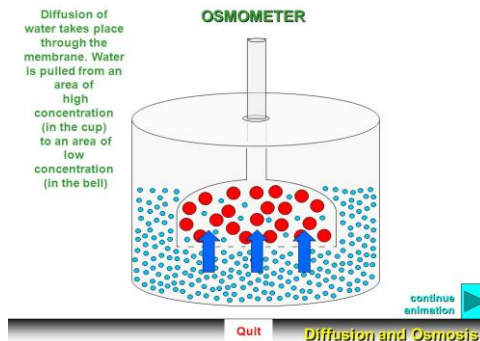
Osmometre ile osmotik basınç ölçümü yapılmaktadır:

- Membran ozmometreleri
- Donma noktası depresyon osmometreleri
- Buhar basıncı depresyon osmometreleri

**Klinikte Önemi:**

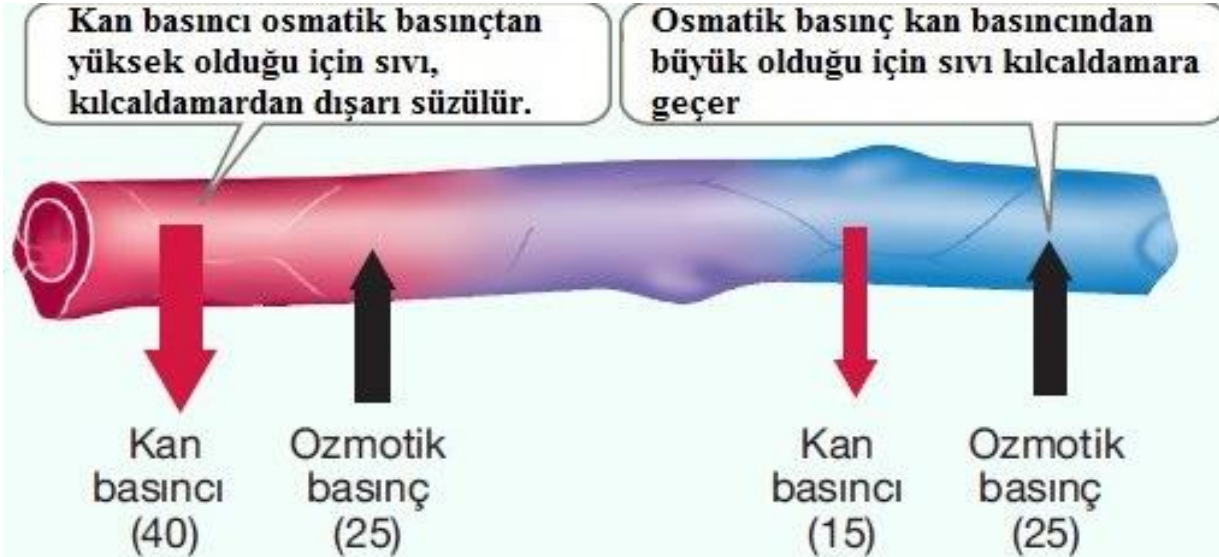
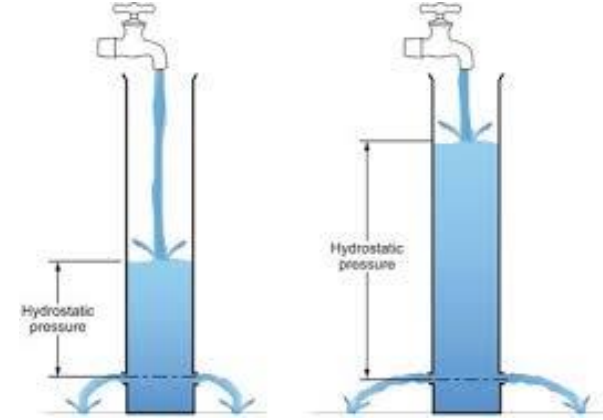
- Serum, plazma, idrar, tükürük, serebrospinal sıvı, beyin omurilik sıvısı, göz içi sıvısı, ter, mide özsuyu, sinoviyal sıvı ve diğer vücut sıvılarının ölçümünde yaygın olarak kullanılır

- Çözünen sebest su  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  de donar
- 1 osm çözelti  $-1,86\text{ }^{\circ}\text{C}$  donar
- Plazma  $-0,521\text{ }^{\circ}\text{C}$  de donar



# Hidrostatik basınç (Kan basıncı): Kalbin kasılıp gevşemesi ile kan plazmasının damara yaptığı basınç

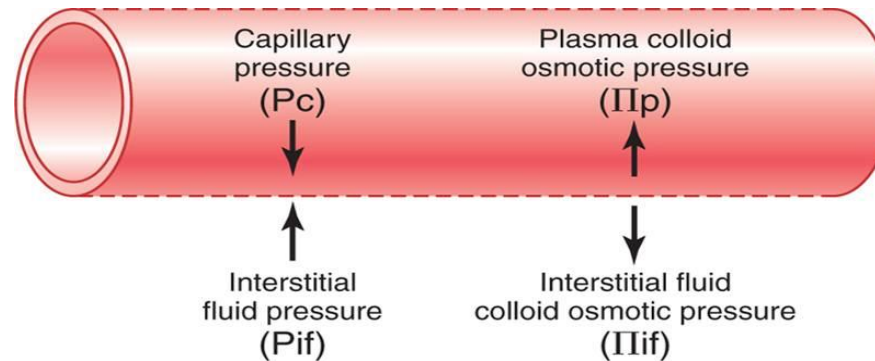
- Gravitasyon kuvveti nedeniyle sıvı içinde belirli bir noktada sıvı tarafından uygulanan basınçtır
- Kan damarları
- Onkotik basınca zıt basınçtır



$$P = \rho g h$$

# Starling Kuvvetleri

Kılcal damarlarda madde geçişinde etkili olan kan basıncı ve kanın ozmotik basıncı, **Starling kuvvetleri** olarak bilinir.



Hall: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th Edition  
Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

	mm Hg
<b>Forces Tending to Move Fluid Outward</b>	
Capillary pressure (arterial end of capillary)	30
Negative interstitial free fluid pressure	3
Interstitial fluid colloid osmotic pressure	<u>8</u>
<b>TOTAL OUTWARD FORCE</b>	<b>41</b>
<b>Forces Tending to Move Fluid Inward</b>	
Plasma colloid osmotic pressure	<u>28</u>
<b>TOTAL INWARD FORCE</b>	<b>28</b>
<b>Summation of Forces</b>	
Outward	41
Inward	<u>28</u>
<b>NET OUTWARD FORCE (AT ARTERIAL END)</b>	<b>13</b>

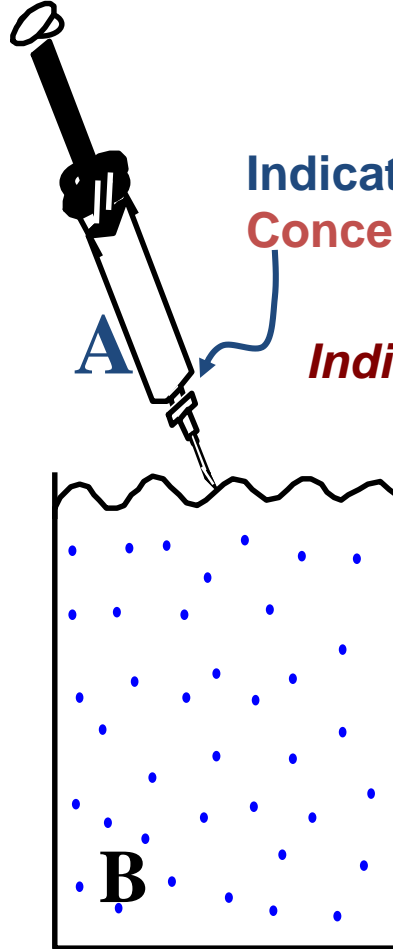
	mm Hg
<b>Forces Tending to Move Fluid Inward</b>	
Plasma colloid osmotic pressure	<u>28</u>
<b>TOTAL INWARD FORCE</b>	<b>28</b>
<b>Forces Tending to Move Fluid Outward</b>	
Capillary pressure (venous end of capillary)	10
Negative interstitial free fluid pressure	3
Interstitial fluid colloid osmotic pressure	<u>8</u>
<b>TOTAL OUTWARD FORCE</b>	<b>21</b>
<b>Summation of Forces</b>	
Inward	28
Outward	<u>21</u>
<b>NET INWARD FORCE</b>	<b>7</b>

# Vücut Sıvılarının Tayini:

- **Klinikte bir çok hastalık teşhisi bakımından önemlidir**

## Dilüsyon Yöntemi:

- Hacmi bilinmeyen madde (boya) enjekte edilir
- Homojen yayılım beklenir
- Boya konsantrasyonu spektrofotometrik yöntem ile bulunur
- Sıvı hacmi hesaplanır



$$\text{Indicator Mass A} = \text{Volume A} \times \text{Concentration A}$$

$$\text{Indicator Mass A} = \text{Indicator Mass B}$$

$$\text{Volume B} = \text{Indicator Mass B} / \text{Concentration B}$$

$$\text{Indicator Mass B} = \text{Volume B} \times \text{Concentration B}$$

# İndikatör Dilüsyon Yöntemi

$$\text{Volume (B)} = \frac{\text{İndikatör Kütlesi (B)}}{\text{Konsantrasyon (B)}} = \frac{Q \text{ (g, veya mEq)}}{C \text{ (g/ml, g/l, mEq/L, mEq/ml)}}$$

## Dilüsyon metodunda vücut sıvılarının tayininde kullanılan maddelerde aranan özellikler

- Madde enerji yakılarak veya idrar çıkarılarak atılıyorsa hesaplamalarda dikkate alınmalı
- Homojen olarak yayılabilmeli
- İndikatörün organizmaya kimyasal ve farmakolojik bir etkisi olmamalı
- Zararlı ve toksik olmamalı

# Vücut Sıvıları Kompartmanlarının Ölçümü

## Total Vücut Sıvıları:

- $^2\text{H}_2\text{O}$ ,  $^3\text{H}_2\text{O}$ , antipyrine

## Ekstraselüler Sıvı Hacmi:

- $^{22}\text{Na}$ , inulin, thiosulfate, mannitol

## Plasma Hacmi:

- $^{125}\text{I}$ -albumin, Evans blue

## Eritrosit Hacmi:

- $^{32}\text{P}$ ,  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ , en fazla kullanılan  $^{51}\text{Cr}$

# Vücut Sıvıları Kompartmanlarının Ölçümü

**Intraselüler Sıvı** = toplam vücut suyu – extraselüler sıvı

**Kan hacmi** = plazma hacmi / (1 - HCT)

**Interstitial sıvı hacmi** =

Extraselüler sıvı hacmi - plazma hacmi



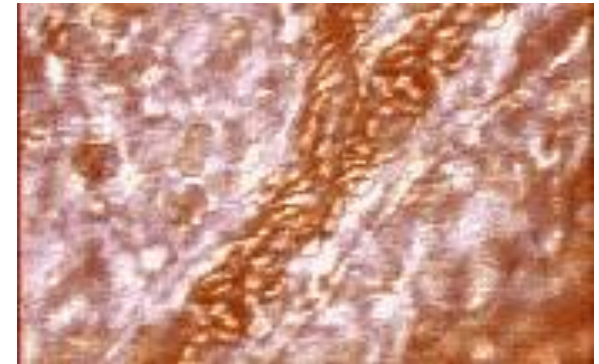
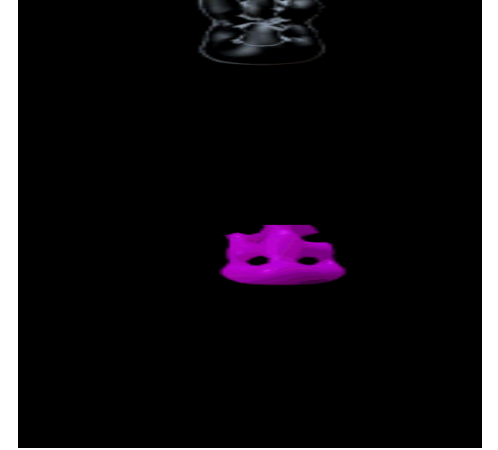
# CANLI YAPININ BİYOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

# VİSKOZİTE

Sıvı veya yarı sıvı halinde bulunan maddelerin akışa şekil değişikliğine karşı gösterdikleri iç dirençtir.

**Birimi: Poise,**

$$\eta = \frac{\pi r^4 \cdot P \cdot t}{8 \cdot L \cdot V} = \text{dyn. s/cm}^2$$

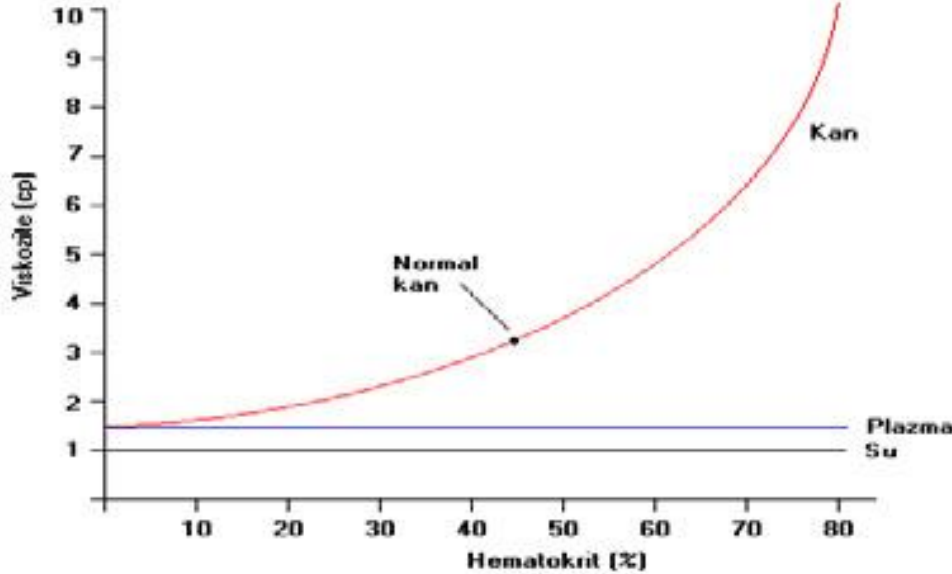


# Viskoziteye Etkili Faktörler

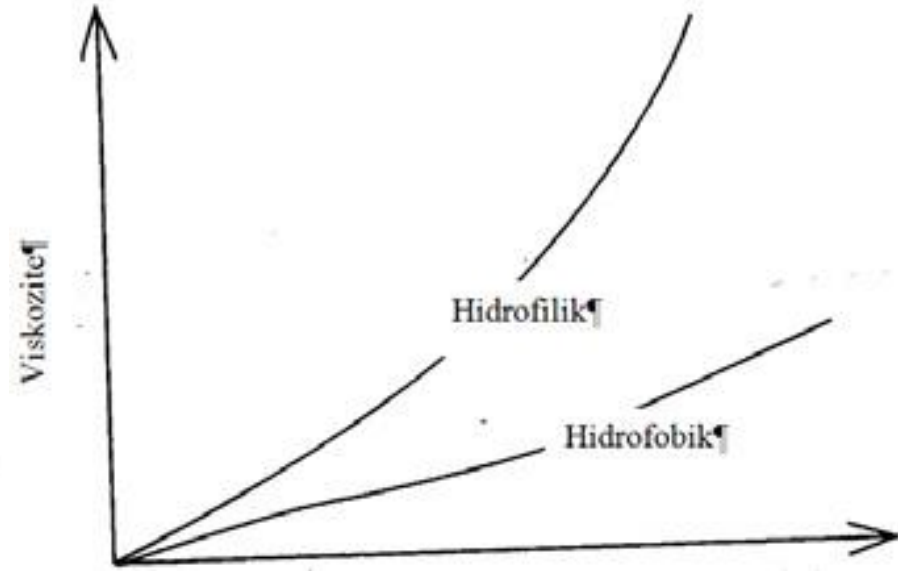
- Konsantrasyon
- Kan Elemanları Şekli
- İntermoleküler Kuvvetler
- Taneciklerin Büyüklüğü
- Yüzey gerilimi
- Kanın Akış Hızı
- Sıcaklık

# Viskoziteye Etkili Faktörler- Konsantrasyon

Hematokrit (Hct) yükseldikçe kanın viskozitesi artar



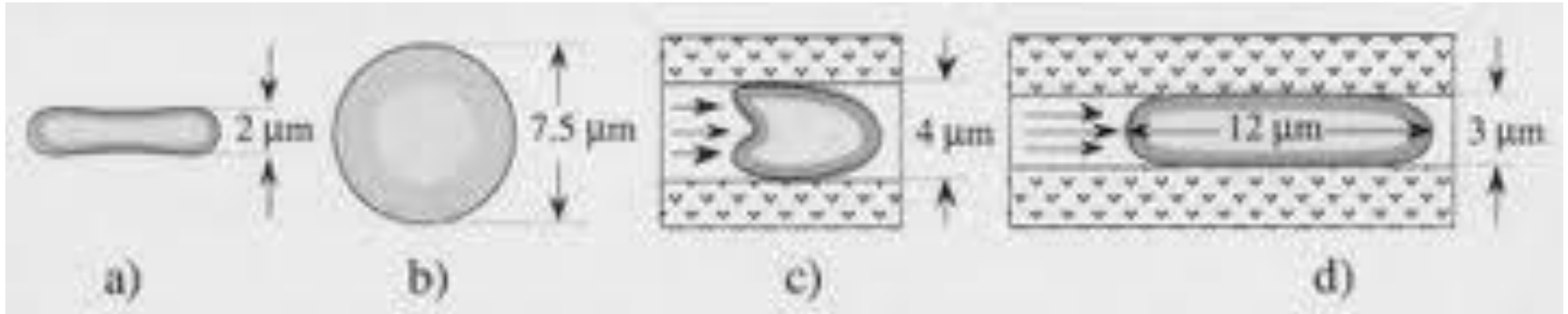
Hematokritin kan viskozitesine etkisi



Dispers faz konsantrasyonu viskozite

# Viskoziteye Etkili Faktörler-Şekil

Eritrositler  $\sim 8\mu\text{m}$  çap ve  $2\mu\text{m}$  kalınlığında bikonkav disk şeklindedirler. Eritrositlerin bikonkav disk yapısı membranın yüzey alanını arttırmaksızın şekil değiştirebilmelerini sağlar.



Eritrositlerin deformabil özellikleri sayesinde kapillerlerden geçişleri

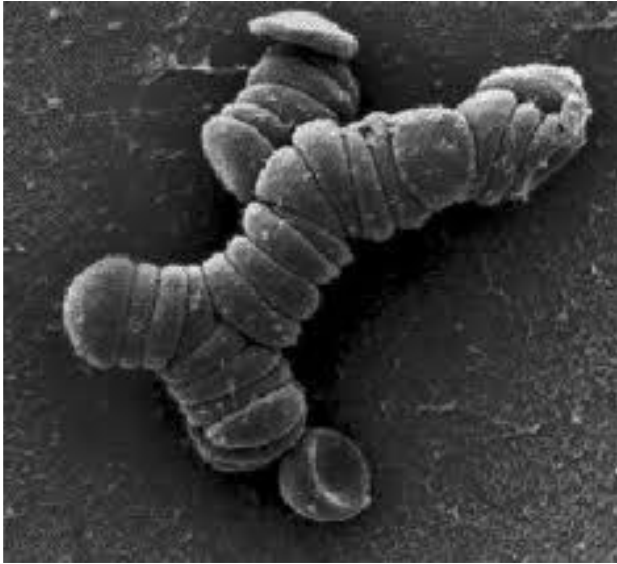


Stroboskopik yöntem ile eritrosit deformabilitesi ölçüm düzeneği(A1, A2)  
Zamana bağlı hematokrit değişimi(A3, A4)

# Viskoziteye Etkili Faktörler

## İntermoleküler Kuvvetler

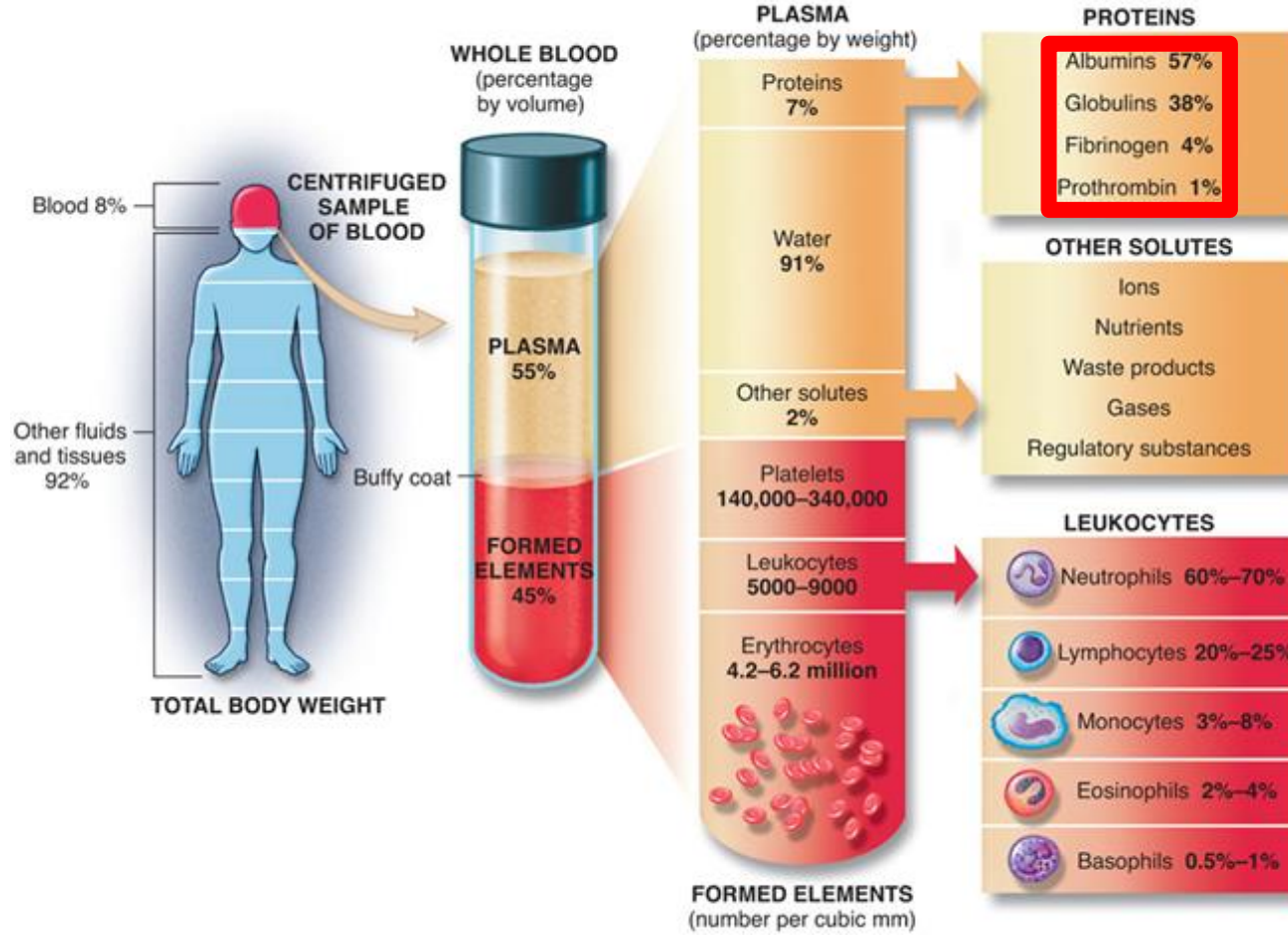
### Eritrosit, Trombosit, Lokosit Agregasyonu



**Eritrosit agregasyonu**

# Viskoziteye Etkili Faktörler

## Taneciklerin Büyüklüğü



Fibrinojenin viskozluk üzerine etkisi diğer plazma proteinlerine göre daha fazladır: **Asimetrik yapıda ve molekül ağırlığı büyüktür**



# Viskozite Ölçümü

- **Viskozimetre**
- **Hess Viskozimetresi**
- **Ostwalt Viskozimetresi**
- **Covette Viskosimetresi**
- **Elektronik Harkness Viskozimetresi**

# Viskozite Ölçümü Örneği



**Harkness Kapiller Viskozimetresi**

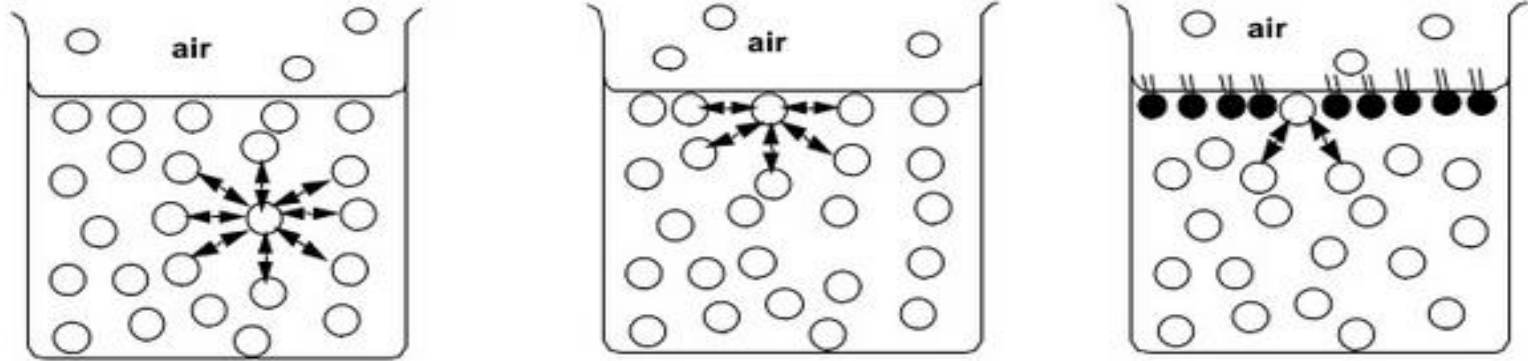
# **Viskozitenin Bozulmasında Klinik Örnek**

- **Hiperviskozite**
- **Demir eksikliğine bağlı viskozite artışı**
- **Siyanotik doğuştan kalp hastalarında görülen artmış viskozite**
- **Tromboz nedeni ile gelişenserebravasküler olaylar (inme, geçici iskemik atak..) ve miyokard enfaktüsü gibi ölümcül olaylarada neden olabilir**

# YÜZEY GERİLİMİ

Sıvının yoğunluğu arttıkça yüzey gerilimi artar

**Yüzey gerimi nedir?**

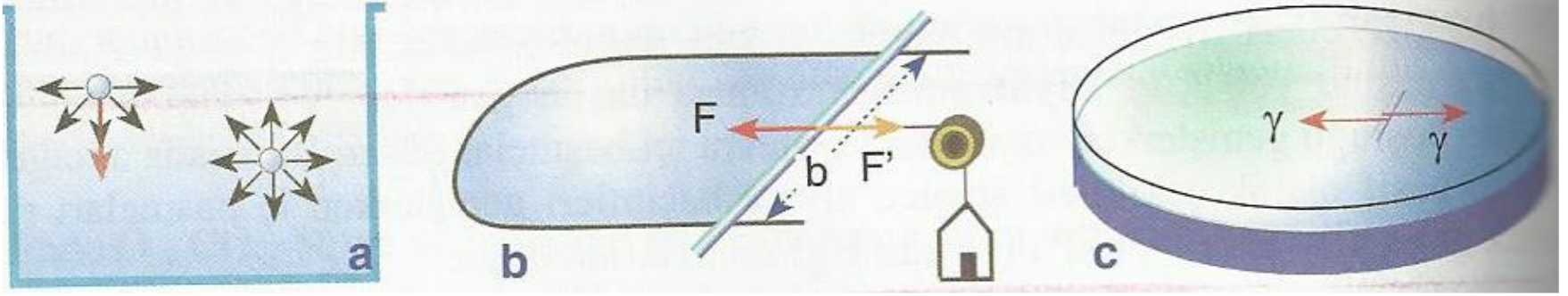


Su molekülleri hava ile temas ettiklerinde aralarında kimyasal bir çekim gücü meydana gelir (ör = yağmur damlasının oluşumu)

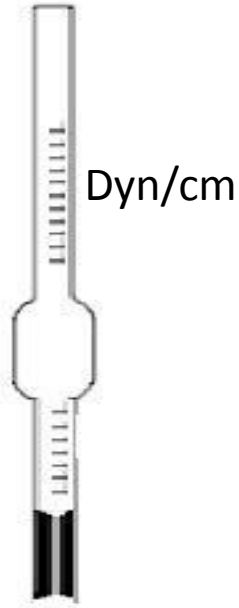
Epitel üzerindeki su moleküllerinin oluşturduğu yüzey gerimi, alveollere büzüşmeye (kollabe olmaya) meyilli bir balon niteliği kazandırır.

AC'lerde yüzey gerim elastik kuvveti denilen elastik kasılma kuvveti oluşur.

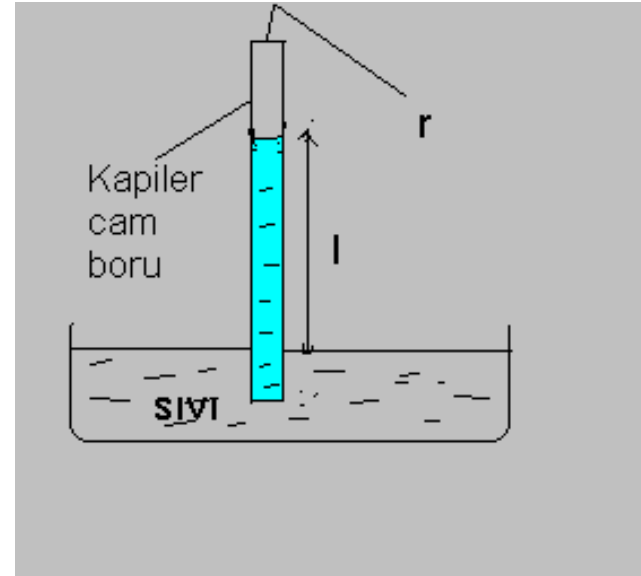
# Yüzey Gerilimi



## Ölçüm Yöntemi:



Stalagmometre



Kapiler Boru Metodu

Madde	Sıcaklık (°C) (°C)	Yüzey gerilim (N/m)
Doku akışkanı	37	0,050
Tam kan	37	0,058
Kan plazması	37	0,073
Su	0	0,076
Su	50	0,068
Su	100	0,059
Cıva		0,464
Alveol astarı ( <i>surfactant</i> )		0,001

# KOMPLİYANS

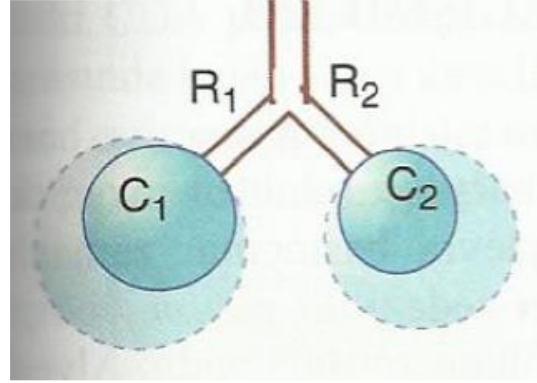
- Gerilebilme, genişleyebilme yetisidir.

$$\text{Kompliyans} = \frac{\text{ml.cinsinden hacim değişikliği}}{\text{mm.Hg cinsinden basınç değişikliği}} = \frac{\Delta V}{\Delta P}$$

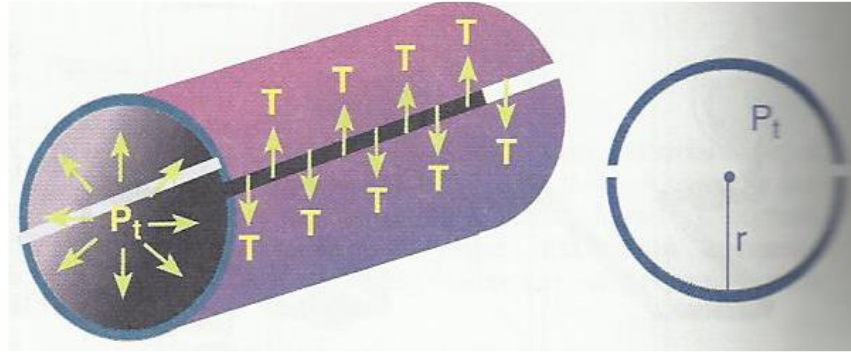
(Akciğer/Damar)

- Maddenin cinsi ile birlikte geometrisine de bağlı bir parametredir.

# KOMPLİYANS



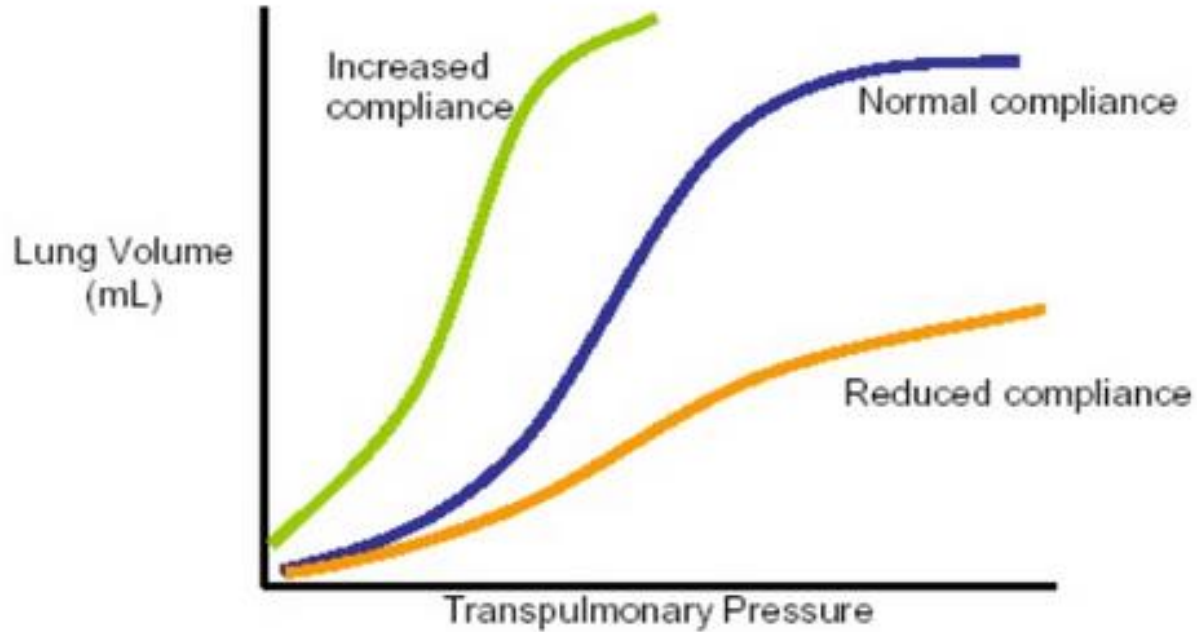
## Akciğer kompliyansı



## Damar kompliyansı



- Kompliyans  $\approx$  Esneklik
- Kompliyansı düşük, genişlemesi zor

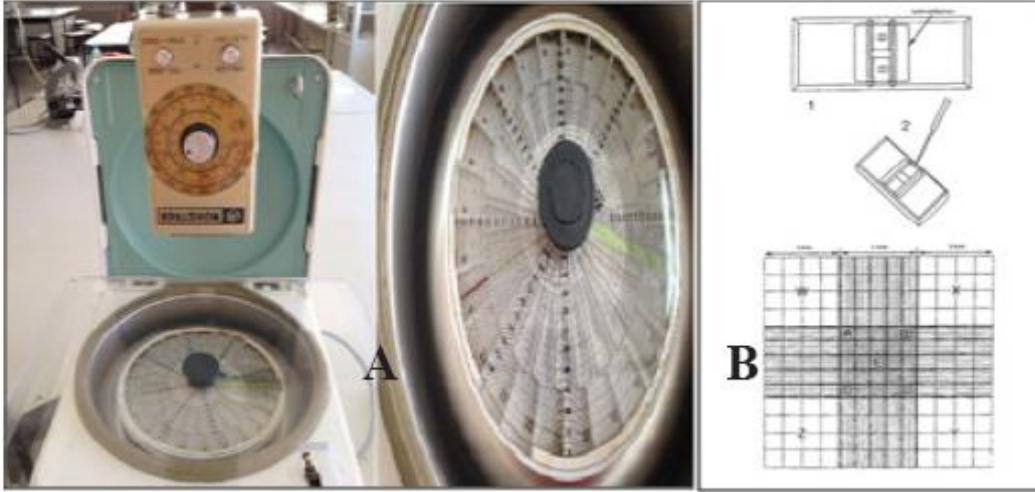


# HACİM

Bir cismin uzayda kapladığı yer miktarıdır

- SI sistem birimi olmayan litre (L) daha yaygın olarak kullanılır
- $1 \text{ L} = 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ cm}^3$

# ERİTROSİT İÇİ SIVI HACMİNİN ÖLÇÜMÜ



A) Deney Düzenegi,

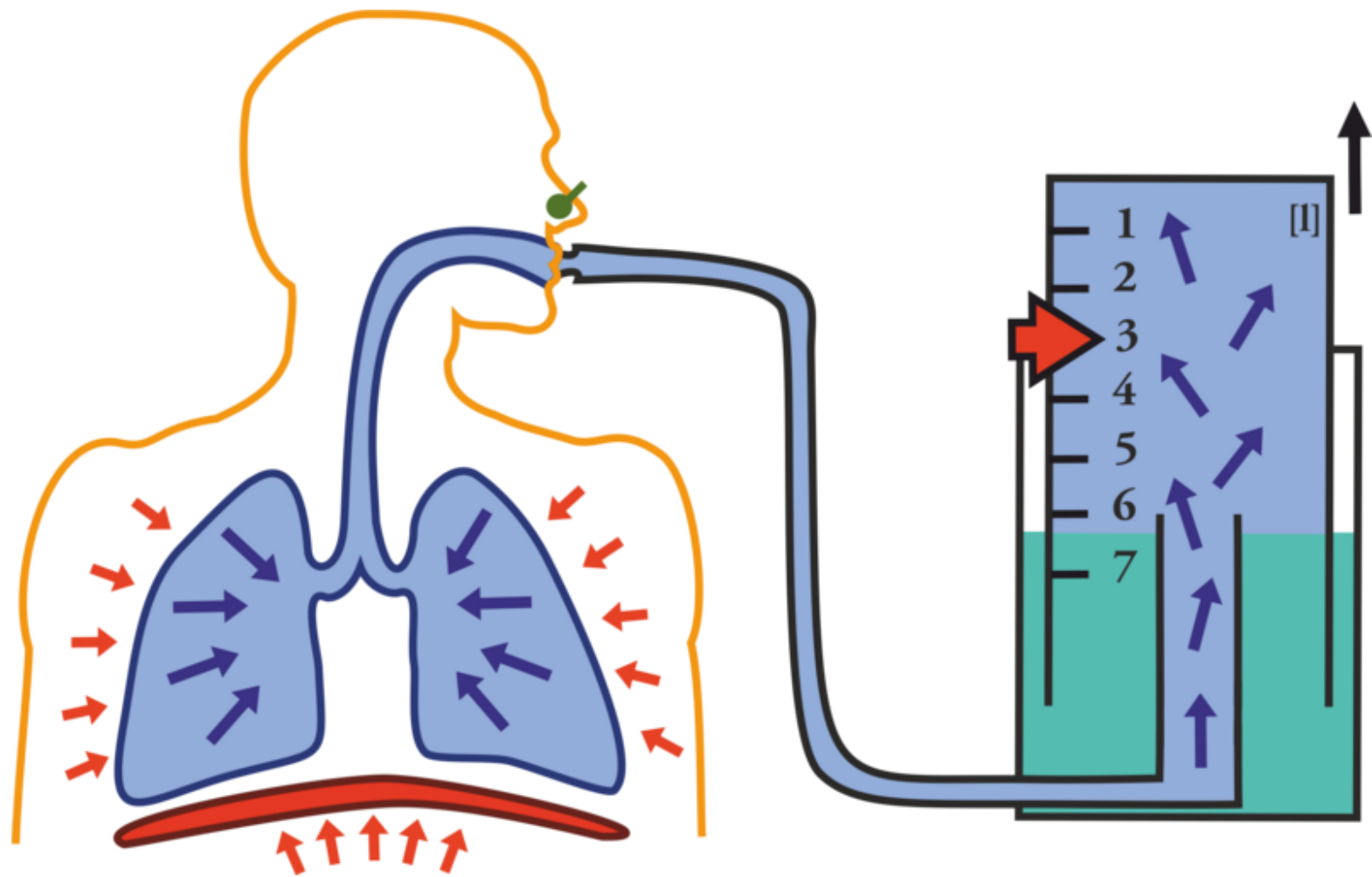
B) Neu-bauer cinsi sayim kamarasi



C) Vorteks



Spirometre Cihazı  
Akciğer Hacmi ve Kapasitesi Ölçümü



## **KAYNAKLAR:**

**1.** Pehlivan F. Biyofiziğe giriş, 8. Baskı, Pelikan Yayıncılık, 2012.

**2. Biyofizik Ders Kitabı.** İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi 40. yılda 40 Kitap serisi: **Moleküler Biyofiziğe Giriş.** İstanbul-2010.