

Su

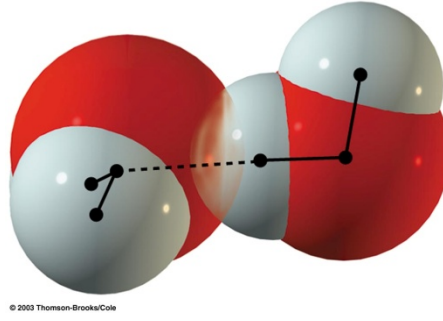
İnorganik maddeler ve metabolizmaları



François Desportes (1661-1746)



Su



Total vücut ağırlığı 70Kg

**İntraselüler
(hücre içi) su**

27 Litre

**Ekstraselüler
(hücre dışı) su**

15 Litre

**KKH
2L**

**Plazma
3L**

70 kg ağırlığındaki bir erkekte toplam vücut ağırlığının % 60'ı, kadınlarda ise % 50'i sudur. Yeni doğanda bu oran vücut ağırlığının % 65-75'i kadar olabilir fakat doğumdan ileri yaşlara doğru giderek azalır. Şişmanlık vücuttaki suyun yüzdesini azaltır ve bazen % 45'e kadar düşürebilir.

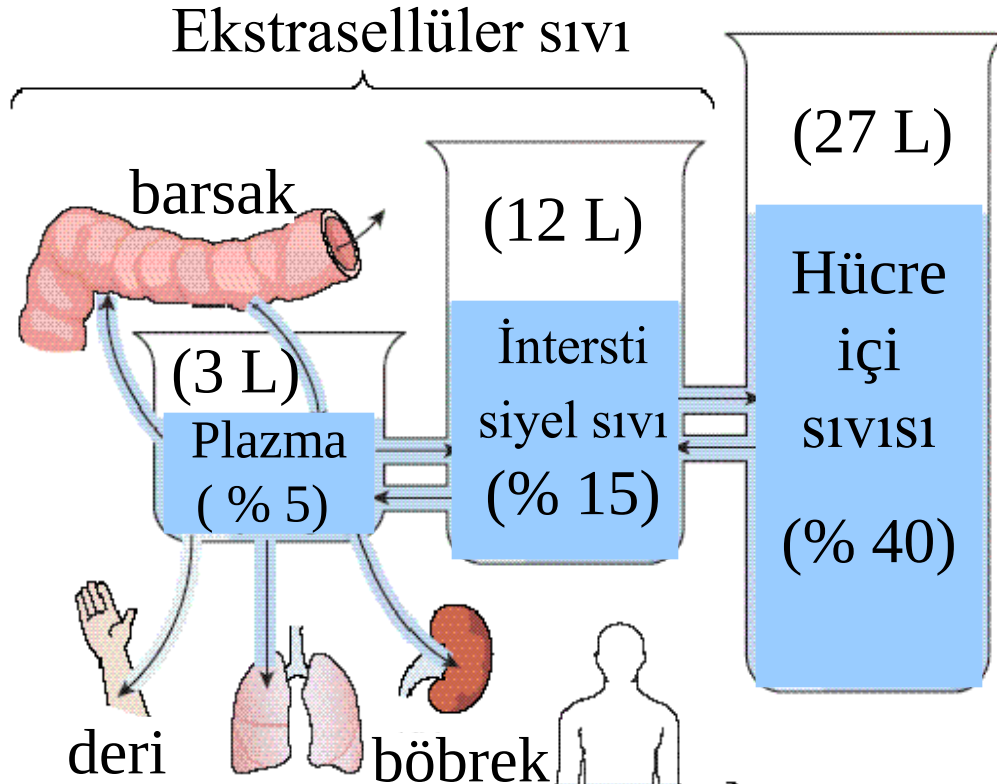
Vücuttaki yaklaşık 42 L sıvının 27 L'si (%70) hücre içindedir, buna genel olarak hücre içi (intraselüler su) sıvısı denir. Hücrelerin dışında bulunan sıvılara ekstraselüler sıvı denir ve toplamı 15 L kadardır.

Çeşitli dokulara ve yaşa göre su oranı

Doku	Su %	Yaş	Su %
Kan	83,0	15 günlük embriyo	92
Böbrek	82,7	30 günlük embriyo	80
Kalp	79,2	Yenidoğan	77
Akciğer	79,0	9 günlük	76
Dalak	75,8	14 günlük	73
Kas	75,7	3 aylık	66
Beyin	74,8	10-18 yaş	59
Deri	72,0	18-40 yaş	61
Karaciğer	68,3	40-60 yaş	55
Kemik	31,0	60 yaş üstü	52
Yağ	10,0		
Tüm vücut	62,0		

Hücre dışı sıvısı (HDS) (Ekstrasellüler sıvı)

- ❑ İnterstisyel kompartman (doku hücreleri arasında) (% 15)
- ❑ Damariçi kompartman (plazma ve lenf sistemi içinde) (% 5)



Hücre içi sıvısı (HİS) (intraseellüler sıvı)

Vücut su kitlesinin 2/3 kadardır

Vücut ağırlığının % 30-40'nı oluşturur

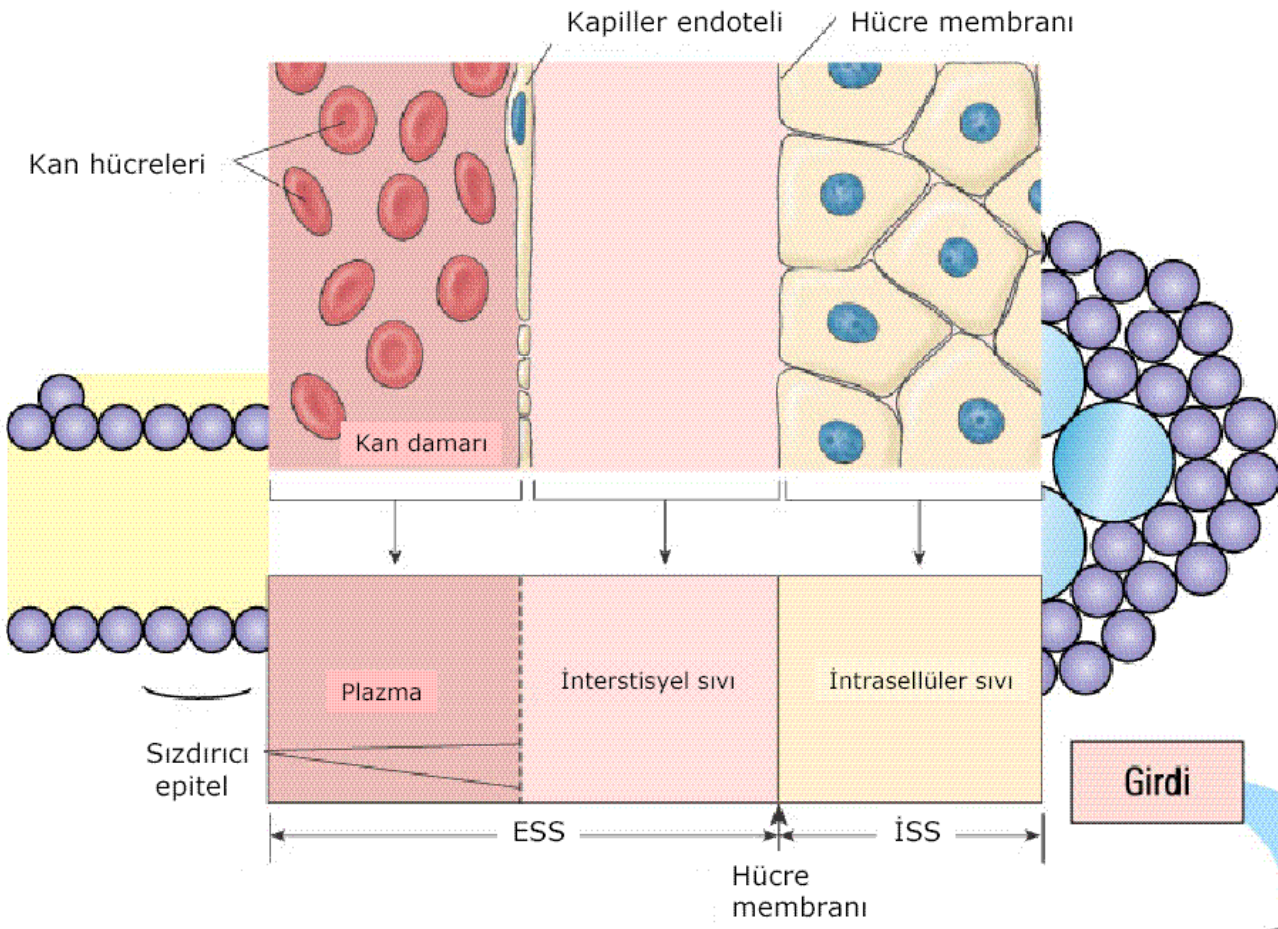
Erişkin bir erkeğin ağırlığının

% 60'ı su dur

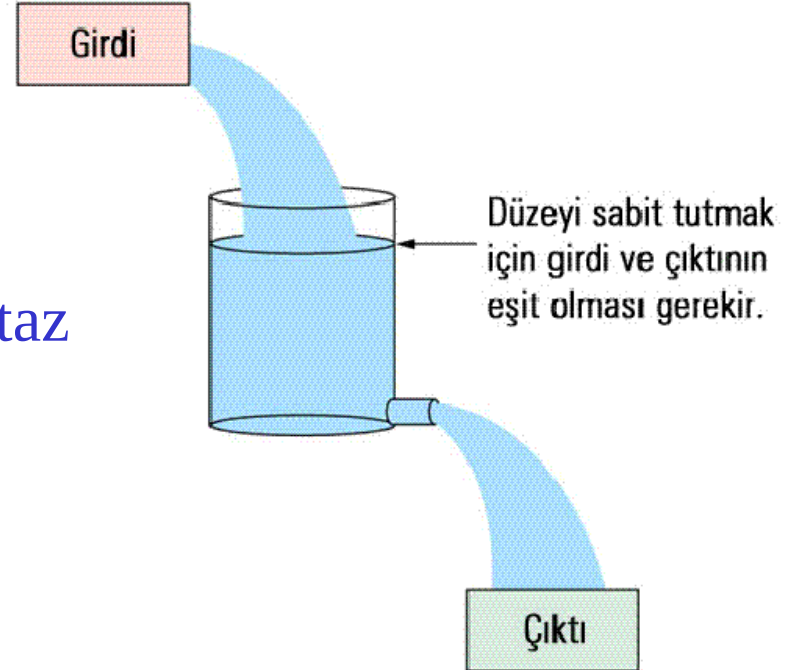
Hücre dışı sıvı (HDS)

Vücut su kitlesinin 1/3 kadardır

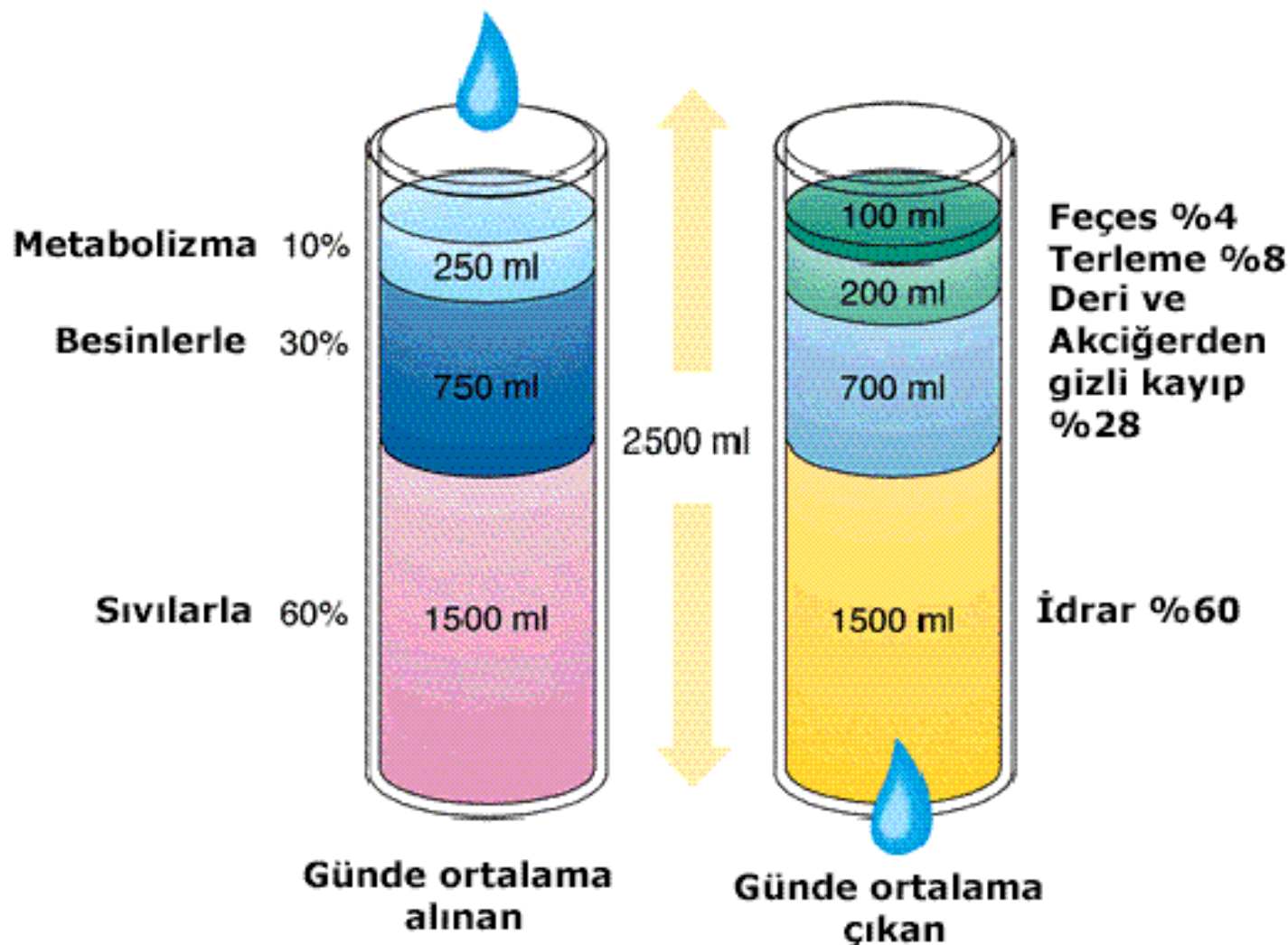
Vücut ağırlığının % 20-25'nı oluşturur



Homeostaz



Vücut su dengesi



Su ve tuz dengesinin hormonal kontrolü

❑ **Aldosteron** – böbreküstü bezinin korteks hormonu (mineralkortikoid)

- Böbreğin proksimal tubulusunda Na reabsorbsiyonunu artırır (plazma Na düzeyi artar)
- Distal tubuluslar ve toplama kanallar içine K sekresyonunu hızlandırır
- Ekstrasellüler sıvı hacmini artırır

❑ **Antidiüretik hormonu (ADH; vazopressin)** – hipofiz bezi arka lob hormonu

- Böbreğin toplayıcı ve distal tubuluslarından suyun geri emilimini arttırarak idrar miktarını azaltır

❑ **Atrial natriüretik peptid** - Kalp atriumuna ait kas hücrelerinde sentez edilerek plazmaya salınan kuvvetli natriüretik, diüretik ve vazodilatör özellikleri olan bir peptid hormonudur.



Mineraller

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Sodyum (Na)• Potasyum (K)• Klor (Cl)• Magnezyum (Mg)• Kalsiyum (Ca)• Fosfor (P)• Bakır (Cu)• Demir (Fe)• Çinko (Zn)• Kobalt (Co)• Molibden (Mo)• Manganez (Mn) | <ul style="list-style-type: none">• Kadmiyum (Cd)• Lityum (Li)• Selenyum (Se)• Krom (Cr)• Nikel (Ni)• Vanadyum (V)• Arsenik (As)• Silisyum (Si)• Bor (B)• Kükürt (S)• İyot (I)• Flüor (F) |
|---|--|

Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^{2-} önemli elektrolitlerdir

Eser Elementler (%0,01)

Demir (Fe)

Selenyum (Se)

İyot (I)

Molibden (Mo)

Bakır (Cu)

Flor (F)

Çinko (Zn)

Kalay (Sn)

Mangan (Mn)

Silisyum (Si)

Kobalt (Co)

Vanadyum (V)

Krom (Cr)

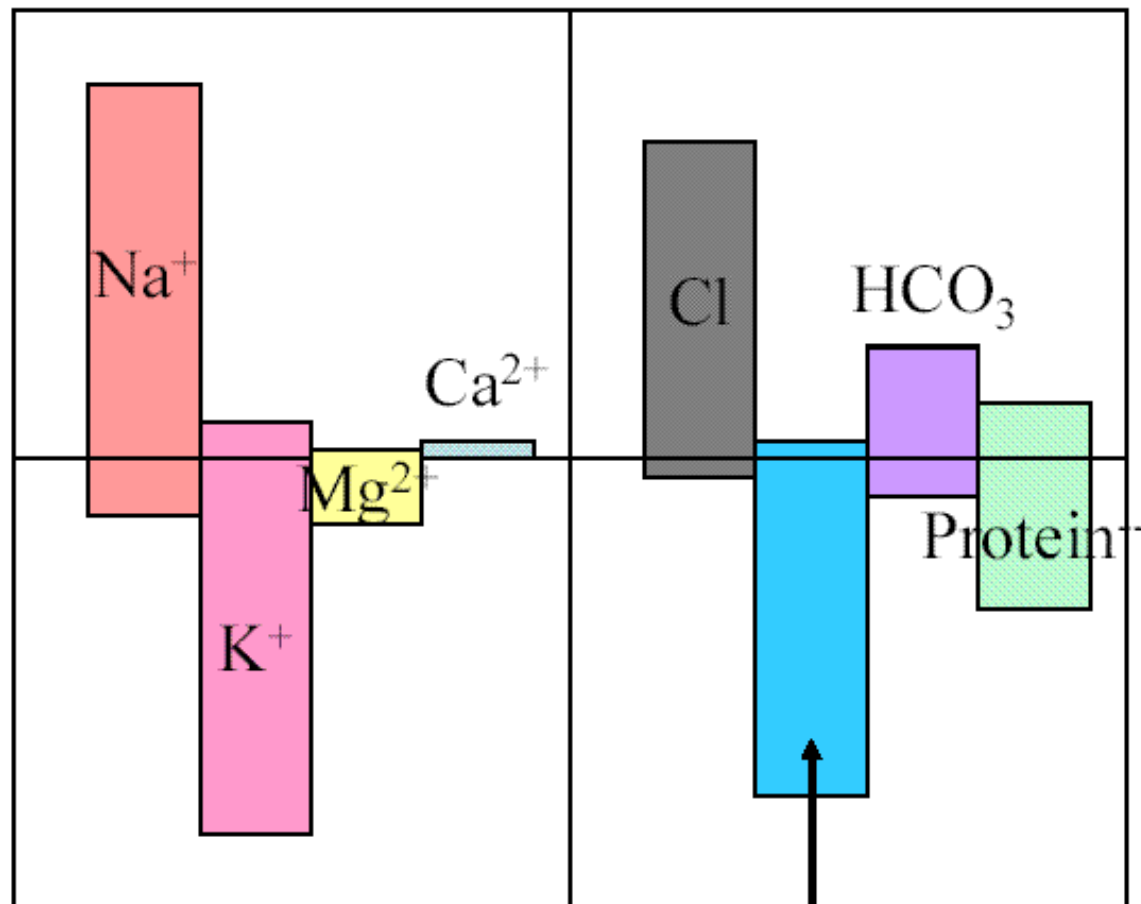
Vücut sıvılarının iyon bileşimi

Katyonlar

Anyonlar

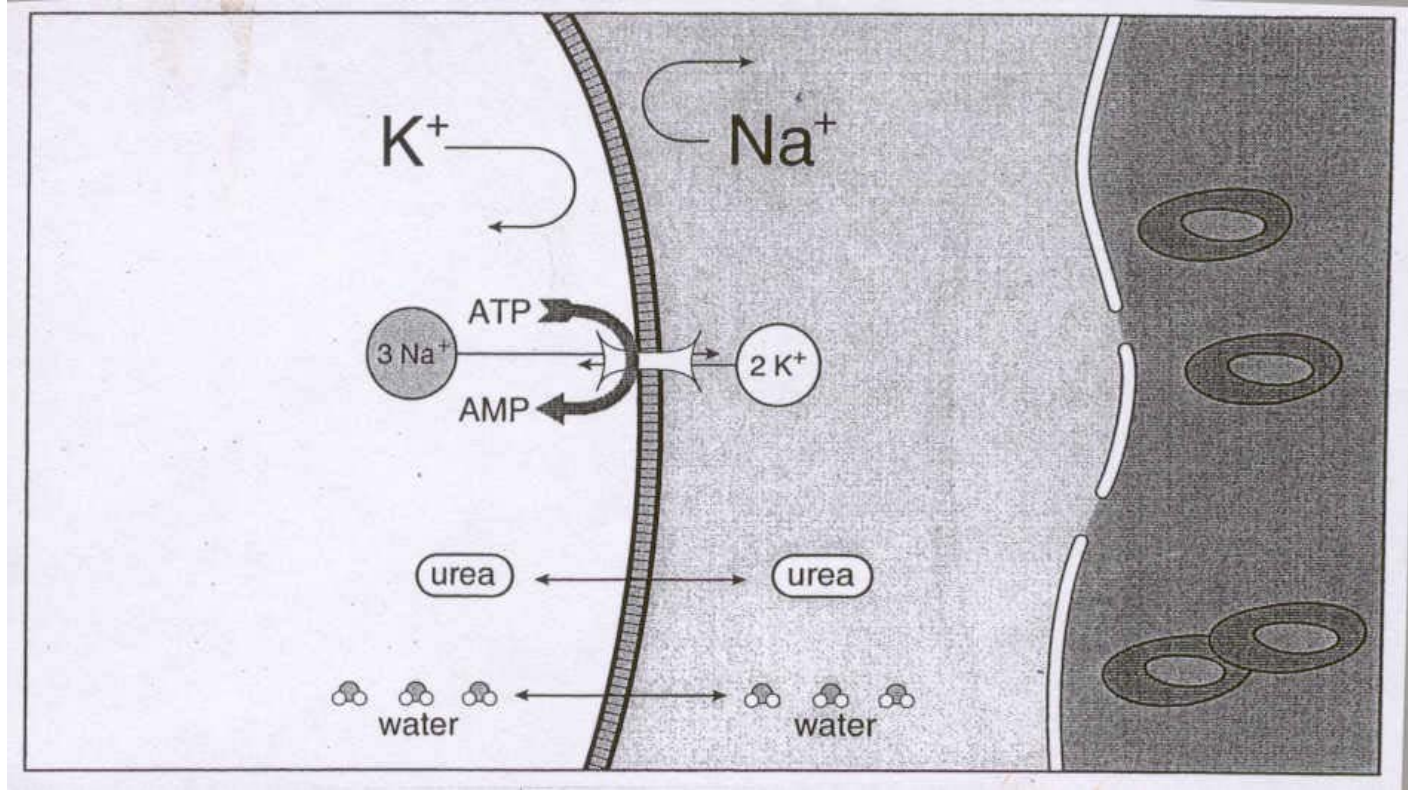
Ekstrasellüler
Sıvı

İntrasellüler
Sıvı



Fosfat ve organik anyonlar

Hücre membranındaki Na^+/K^+ ATP az pompası, bir ATP molekülünün, Mg^{2+} ile aktive olan Na^+/K^+ ATPaz enzimi tarafından ADP ve inorganik fosfata hidroliz olması sonucunda açığa çıkan enerji ile 3Na^+ iyonu hücre dışına pompalanırken 2K^+ iyonu hücre içine girer.



200 meq/L 200 meq/L

S1V1



NaCl

Sodyum (Na^+)

- Organizmanın günlük sodyum ihtiyacı: 4-6 g kadardır (bu miktar 10-15 g NaCl karşılığıdır).
- İnce bağırsaklardan emilir, en büyük kısmı idrar yoluyla vücuttan uzaklaştırılır.
- Vücutta özellikle **ekstrasellüler sıvıda temel katyon** olarak bulunur.
- Erişkin sağlıklı bir insanda serum sodyum düzeyinin normal değeri % 320 mg
- Eritrositlerde % 20 mg
- Hormonal regülasyonu: Na metabolizmasını böbreküstü bezinin korteks hormonları olan mineralkortikoidler düzenler

Sodyumun işlevleri:

- Ozmotik basıncın düzenlenmesinde etkilidir
- Suyun dağılımında rol oynar
- Asit-baz dengesinin düzenlenmesinde Cl^- ve HCO_3^- ile birlikte rol oynar
- Hücre zarı geçirgenliğini düzenler
- Kas-sinir uyarılmasında rol oynar

Sodyum azalması: Kemik ve kıkırdakta bozukluk görülür.

POTASYUM (K^+)

- Günlük ihtiyaç: 2-3 g
- İnce bağırsaklardan emilir, idrarla vücuttan dışarı atılır
- Potasyum temel **intraseküler katyonudur**
- Erişkin sağlıklı bir insanda serum potasyum düzeyinin normal değeri % 20 mg. Eritrositte % 420 mg
- Potasyumun bu farklı dağılımı, sinir ve kas hücrelerinde iletiminin temelini oluşturur (kas ve sinir sistemini uyarır).
- Glikoliz yolundaki bazı enzimler için gereklidir (**piruvat kinaz**'ın kofaktörüdür)

❑ Fazla miktarda potasyumun verilmesi:

- Tetani (aşırı kasılma) (Ca^{2+} antagonisti)
- Diüretik etki (kalp hastalarında kullanılır)

❑ Potasyumun azalması:

- Çizgili kaslarda felçler
- Kalp kasında bozukluk

•Hormonal regülasyonu: K^{+} metabolizmasını böbreküstü bezinin korteks hormonları olan mineralkortikoidler düzenler

KALSIYUM



Süt kalsiyum bakımından zengin bir besin maddesidir. Günlük kalsiyum ihtiyacı 0.8 - 1 g olup çocukların büyüme çağlarında, gebelikte ve süt verme devresinde bu ihtiyaç daha fazladır.

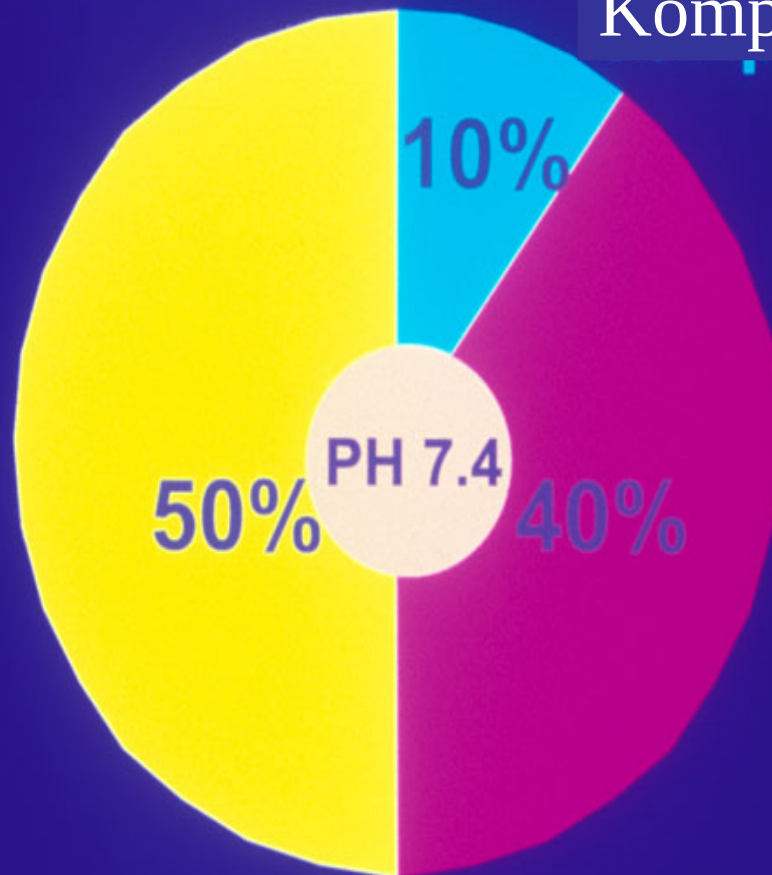
Vücutta iskelet sistemi başta olmak üzere yumuşak dokularda ve hücre dışı sıvılarda bulunur.

- % 99'u kemiklerde $3[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2]$ (hidroksilapatit) ile CaCO_3 ın bir karışımı şeklinde bulunur. İskelet sistemi, hücre içi ve hücre dışı sıvılara kalsiyum sağlayan ana depo olarak fonksiyon görmektedir.
- % 1.0 Yumuşak dokular
- % 0.1 Ekstrasellüler sıvıda (ECC)

Serum kalsiyum

Total % 9-11 mg (2.2 – 2.6 mmol/L)

İyonize



Kompleks

Proteine bağlı

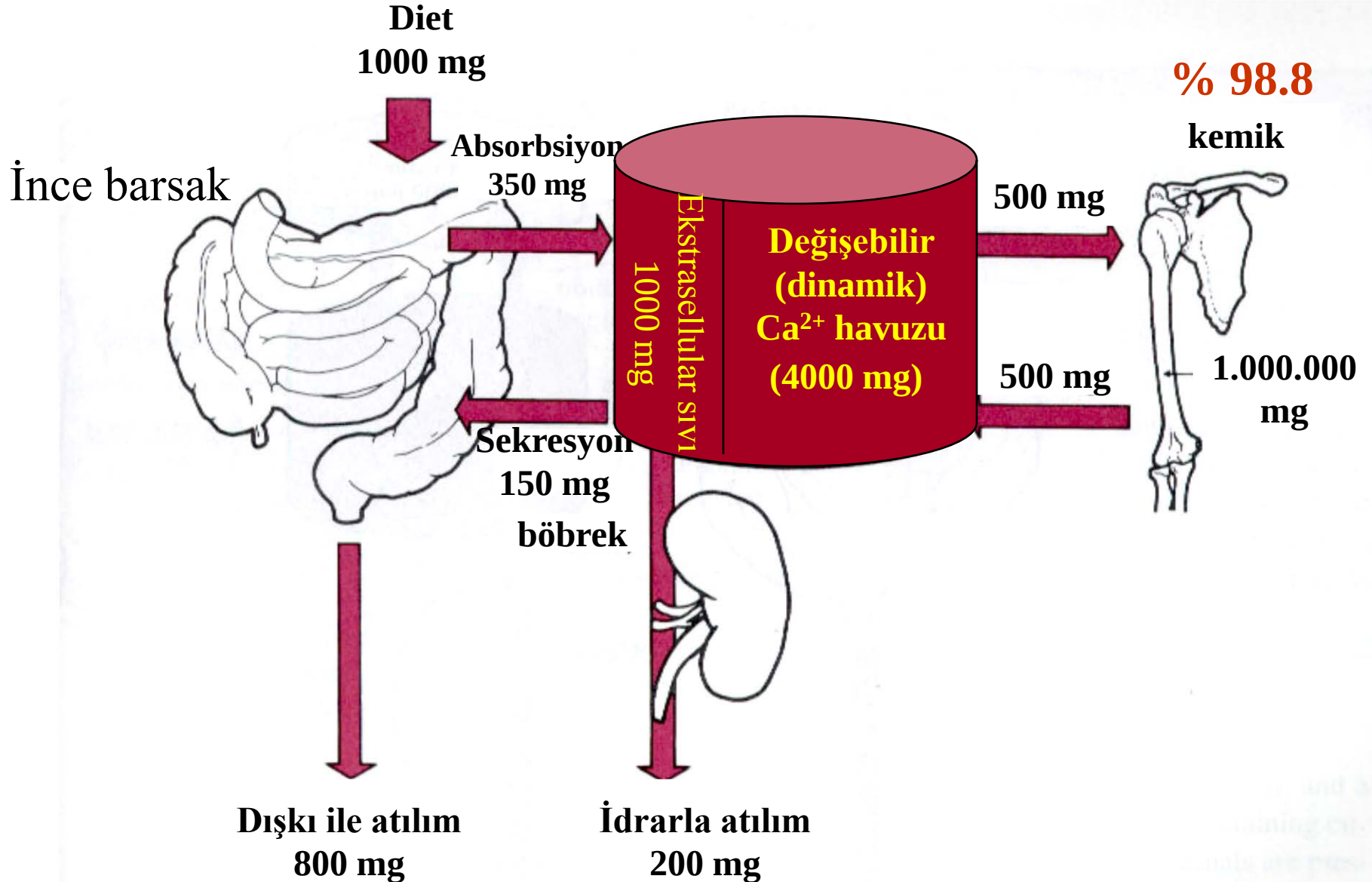
Plazma kalsiyumun yaklaşık olarak

- % 50 kadarı iyonize kalsiyum
- % 40 kadarı proteine bağlı
- % 10 kadarı ise anyonlara bağlı (bikarbonat, laktat, fosfat ve sitrat gibi diffüze olabilen küçük anyonlarla kompleks oluşturmuştur).

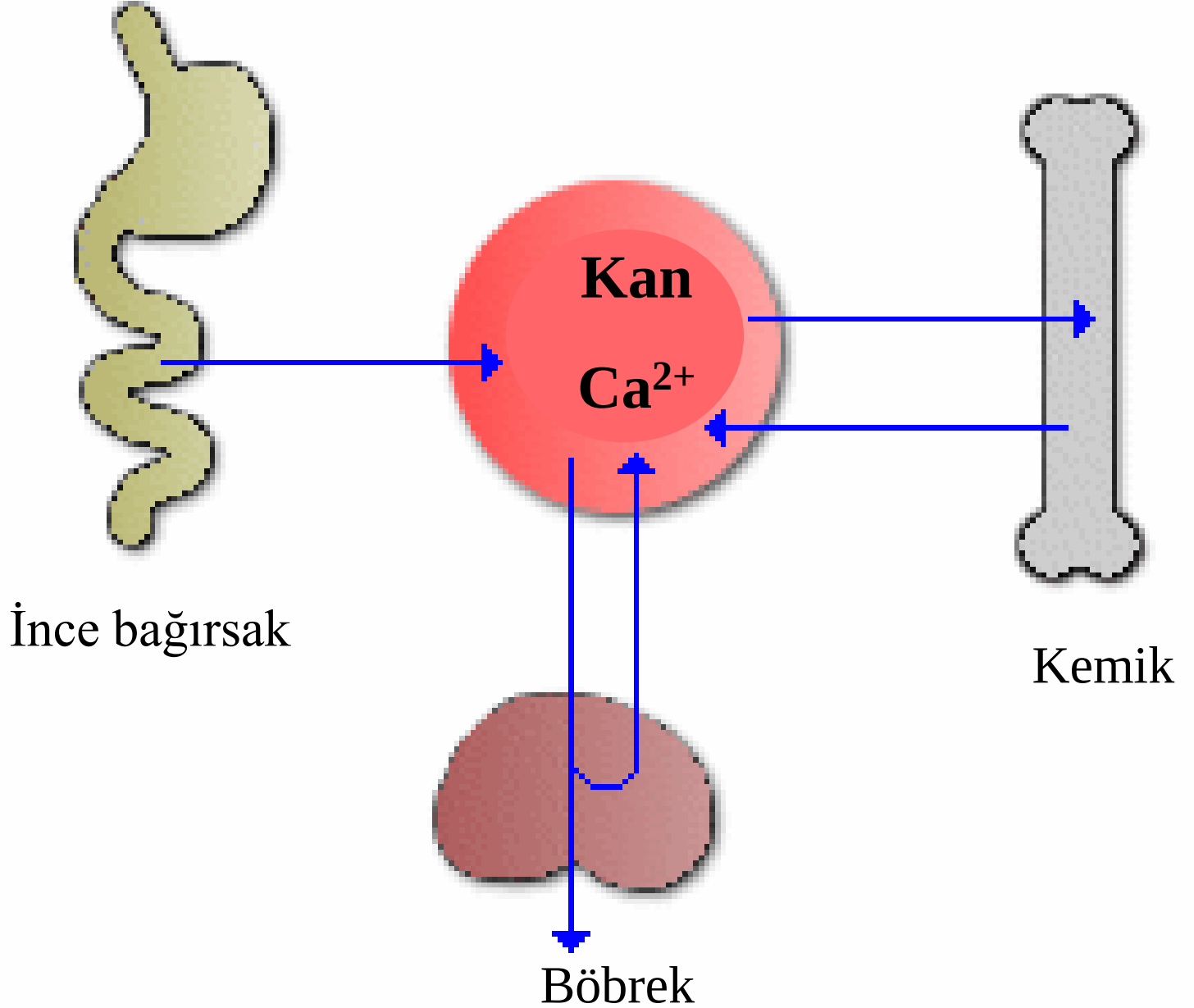
Plazmada serbest (iyonize) kalsiyum fizyolojik olarak aktiftir.

Erişkin sağlıklı bir insanda serum total kalsiyum düzeyinin normal değeri **% 9-11 mg.**

Kalsiyum homeostazı



Kalsiyum homeostazının sağlanmasında ince bağırsak, böbrek ve iskelet sistemi önemli rol oynar



Kalsiyum dengesini sağlayan hormonlar:

❑ **Paratiroid hormonu (PTH; Parathormon)** – paratiroid bezinden salgılanır – Kan Ca^{2+} ↓

➤ **Böbreklerden:** kalsiyumun geri emilmesini artırır, fosfat iyonlarının ise azaltır

➤ **Kemiklerden:** kalsiyum ve fosfat iyonlarını mobilize eder (kemiklerden serbest hale geçmesini artırır)

➤ **Gastrointestinal sistemde:** 1,25-dihidroksikolekalsiferol oluşumunu uyararak kalsiyum ve fosfatın barsaklardan emilimini artırır

❑ **Tirokalsitonin (tiroid bezinden salgılanır) Kan Ca^{2+} ↑**

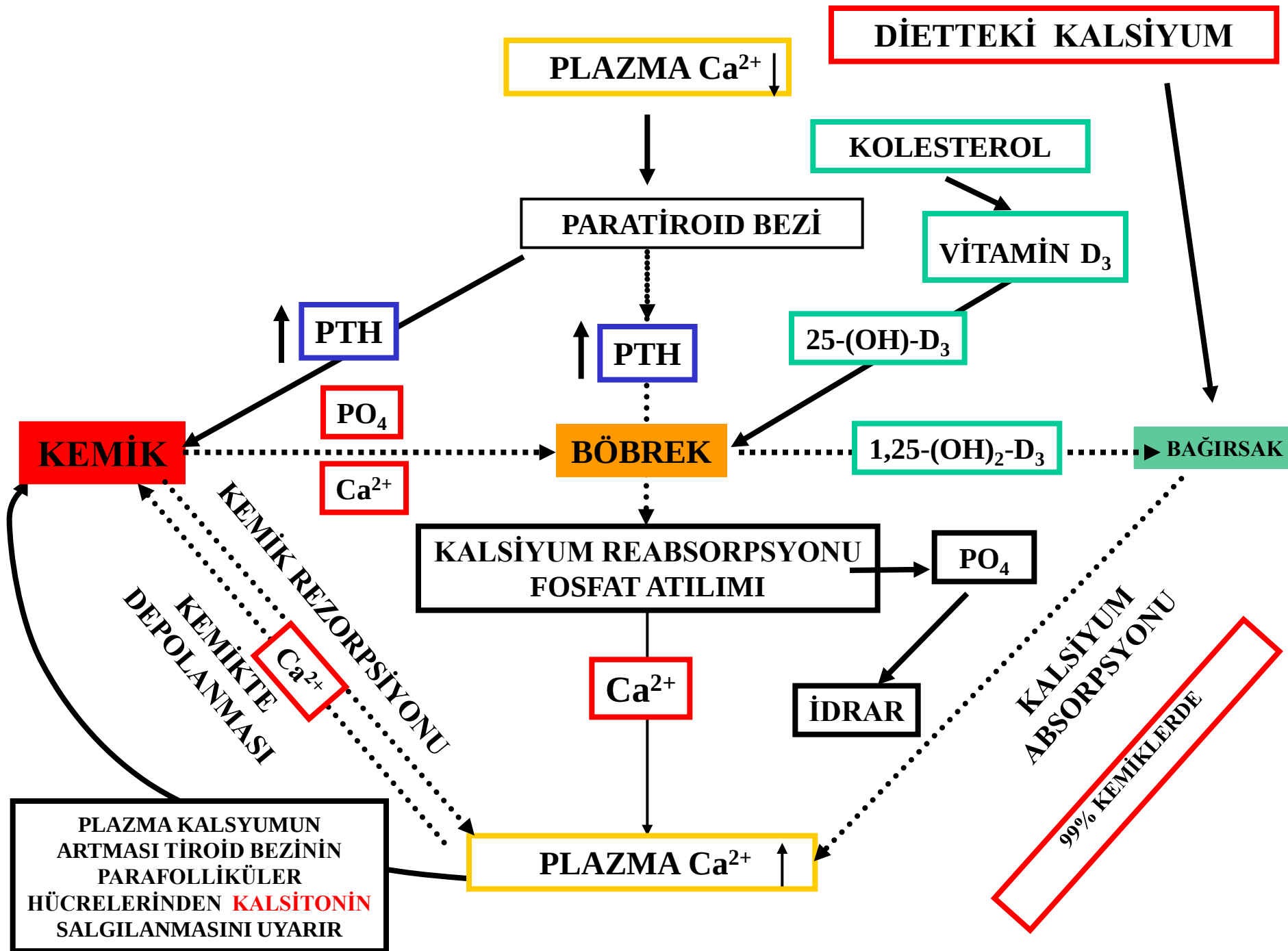
➤ **kemiklerde** - fosfat ve kalsiyumun kemik depolarından mobilizasyonunu inhibe etmek suretiyle kanın kalsiyum ve fosfat düzeyini azaltır

➤ **böbreklerde** – kalsiyum ve fosfatın böbreklerden geri emilmelerini azaltır.

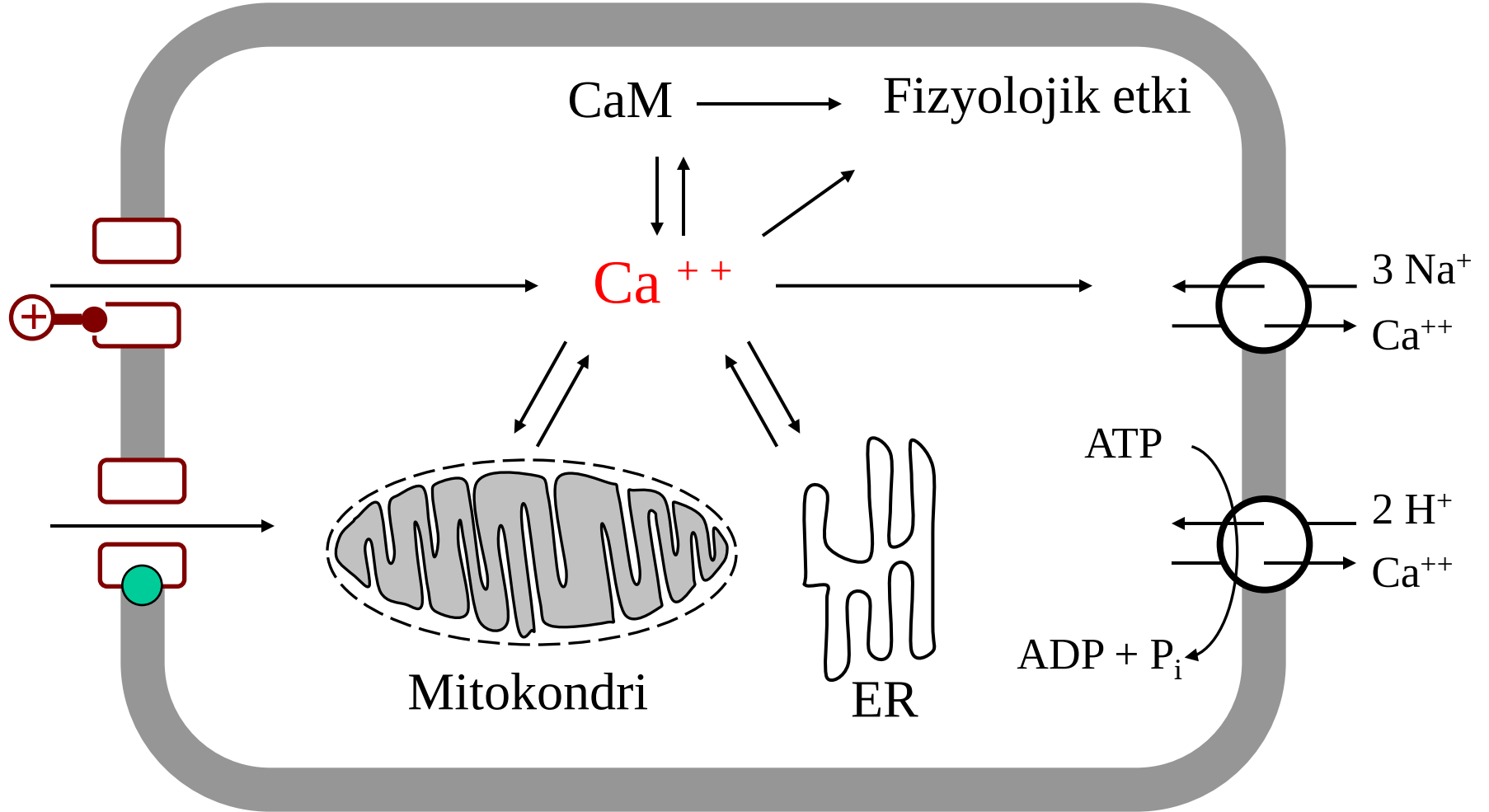
❑ **1,25-Dihidroksikolekalsiferol (Kalsitriol, D vitamini)**

➤ **barsaktan** kalsiyum emilimini artırır

➤ **kemiklerden** Ca^{2+} ve fosfat iyonlarının mobilizasyonunu (salıverilmesini) hızlandırır.



Yaklaşık 10^4 kadar olan hücre dışı / hücre içi kalsiyum oranı Ca^{2+} -ATPaz iyon pompası ile düzenlenmektedir.



Kalsiyumun işlevleri:

- Nöromusküler ileti (plazma iyonize kalsiyum konsantrasyonu kas-sinir sisteminin uyarılma yeteneğini azaltır (potasyum antagonistidir)
- Hücresel sekresyon
- Kas kasılması
- Hücre proliferasyonu
- Hücre membranın geçirgenliğini azaltır
- Hormonların sinyal iletimi
- Enzim katalizi (lipaz, ATPaz, süksinat dehidrojenaz gibi bazı enzimlerin aktivatörüdür)
- Kemik mineralizasyonu
- Pıhtılaşma

Kanda kalsiyum miktarı azalırsa nöron membran permeabilitesinin artışı nedeniyle sinir sistemi gittikçe daha fazla uyarılabilir olmaya başlar ve **tetani** (aşırı kasılma) görülür.

Bazı kalsiyum tuzları idrar yollarında taşlar teşkil ederler.

Kalsiyumun damar duvarlarında toplanmasıyla kireçlenme olur.

Magnezyum



Günlük ihtiyaç: 0.2 g kadardır.

Midedeki HCl'nin yardımıyla $MgCl_2$ haline geçerek çözülür ve duodenum'dan (on iki parmak bağırsağı) emilir.

Kemiklerde $Mg_3(PO_4)_2$ şeklinde depo edilir. Ayrıca kas ve sinir dokusunda da fazla miktarda vardır.

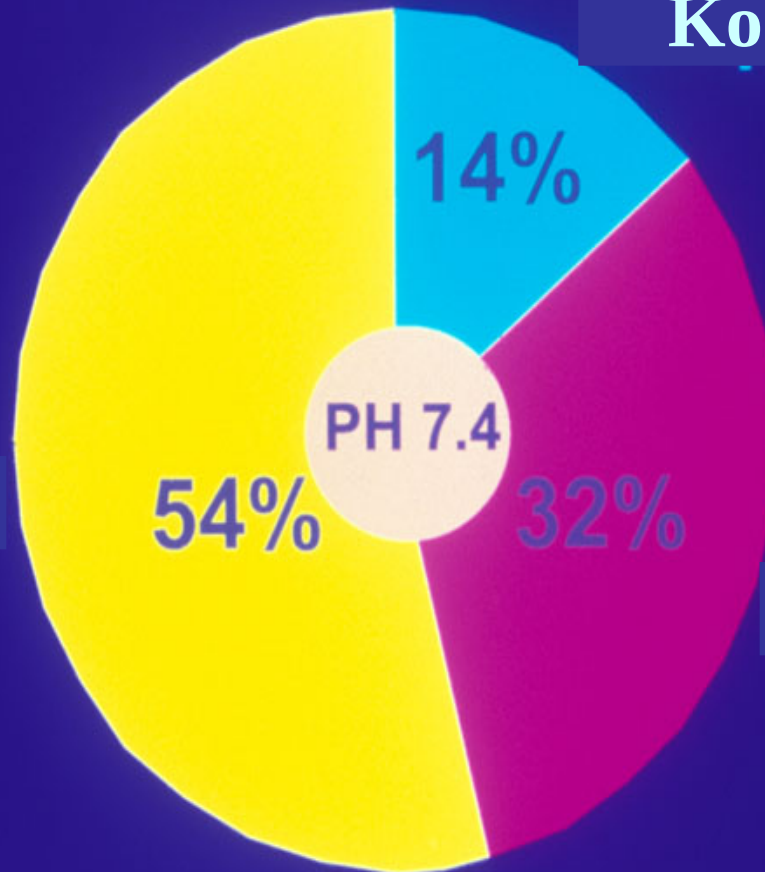
70 kg ağırlığındaki erişkin insanda 21-28 g (1mol) bulunmaktadır

Yer	%	mmol	g
Kemik	53	530	12 720
İskelet kası	27	270	6 480
Yumuşak doku	19.2	192	4 608
Eritrosit	0.5	5	120
Serum	0.3	3	72
Total		1000 mmol = 1 mol	24000 mg = 24 g/70kg

Serumda magnezyum

% 2-3 mg

İyonize



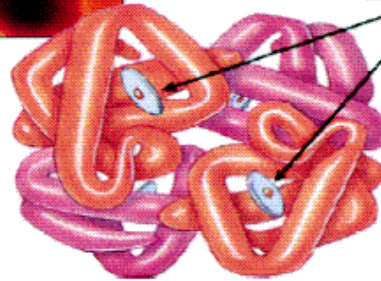
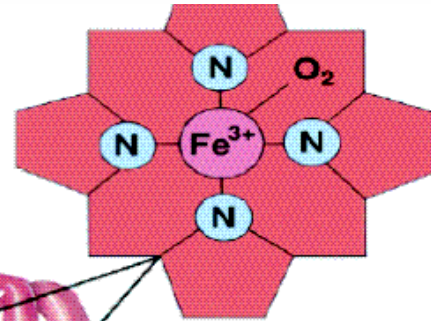
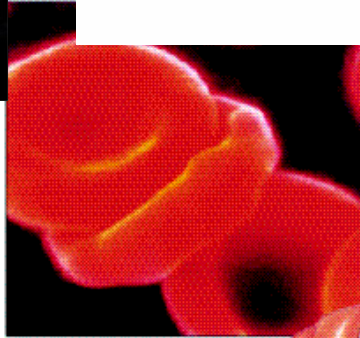
Kompleks

Proteine bağlı

Erişkin sağlıklı bir insanda serum total magnezyum düzeyinin normal değeri **% 2-3 mg**

- Potasyum ile birlikte temel **intraseellüler** katyonlardandır.
- Çok sayıda enzimin aktivasyonunda görev yapar: *fosfataz, fosforilaz, fosfoglukomutaz, fosfopiruvat hidrataz.*
- Sinir sisteminin aşırı duyarlılığını azaltır (damara şırınga edilirse narkotik etki görülür)

Demir



Eritrositteki demir

Fonksiyonları

- DNA, RNA ve protein sentezi
- Oksijen taşınması
- Elektron transportu
- Hücre solunumu
- Pek çok enzimin yapı ve fonksiyonu için gereklidir

Demir içeren proteinler hangileridir?

- **A. HEM İÇEREN PROTEİNLER**

- Hemoglobin
- Myoglobin
- Sitokromlar (a, b ve c)
- Sitokrom P-450
- Katalaz
- Miyeloperoksidaz

- **B. DEMİRE BAĞLI ENZİMLER**

- Aldehid oksidaz
- NADH dehidrogenaz
- Akonitaz
- Ribonükleotid redüktaz
- Tirozin hidroksilaz
- Süksinat dehidrogenaz
- Ksantin oksidaz

Günlük demir alımı (1-2 mg)

Duodenum
1-3 mg/gün



Transferin

3 mg

Miyoglobin
300 mg



Karaciğer
1000 mg

Depo
demiri

Makrofajlar
600 mg



Kemik iliği
300 mg
Hemoglobin
1800 mg



Vücuttaki demirin dağılımı

Organizmada total olarak 4-5 g kadar demir bulunur. Bunun 2/3 kadar fonksiyonel demirdir ve

- % 70'ı hemoglobinde
- depo şeklinde
 - % 25'i karaciğerde (ferritin ve hemosiderinde)
- % 3-4 miyoglobinde
- % 0.2 sitokromlar ve demir-enzim komplekslerinde
- % 0.1'i plazmada transferrine bağlı olarak bulunur.

Erkeklerde -1 mg; kadınlarda -3 mg

- feçesle kayıp: 0.4 - 0.5 g

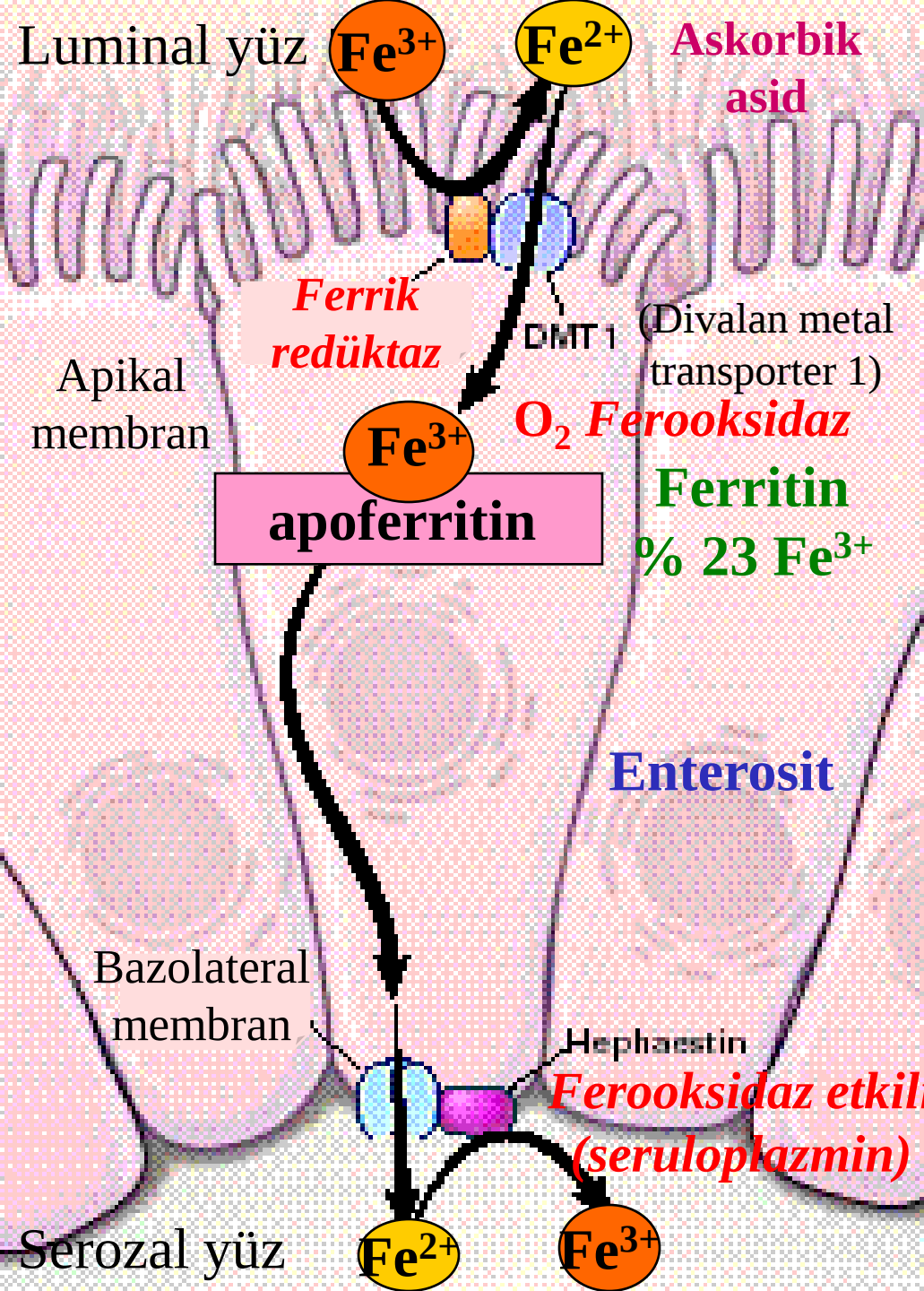
- idrarla kayıp: 0.1 mg

- kadınlar her adette 15-45 mg Fe kaybı vardır

Besinler ile sindirim kanalına alınan demirin normal koşullarda sadece % 10 kadarı (1-2 mg) emilebilmektedir.

Fe insan vücuduna şekilde girer:

- Kompleks organik demir (etli besinler)
- İnorganik demir (sebzeler ile)
- İyonlaşabilen Fe (hayvan içi organları = sakatat) demir tuzları şeklinde bulunmaktadır.



Demir emilimini arttıran faktörler

- Ferri (Fe^{3+}) iyonlarının ferro (Fe^{2+}) şekline indirgenmesi emilim oranını artırmaktadır.
- Ortamın pH'sı – demir asit ortamda çözünür.
- Bazı redüktör maddeler (vit C)

Demir emilimini azaltan faktörler

- Nötral ve alkali ortamda suda çözünmeyen hidroksitler oluşur.
- Diyetteki karbonat, tannat, fosfat, fitat ve oksalat demirle suda çözünmeyen tuzlar oluştururlar.
- Alüminyum hidroksit ve magnezyum hidroksit

Serbest demirin çok düşük konsantrasyonları bile organizma için toksiktir. Bu nedenle, demirin vücutta taşınması ve depolanmasıyla görevli spesifik proteinler vardır.

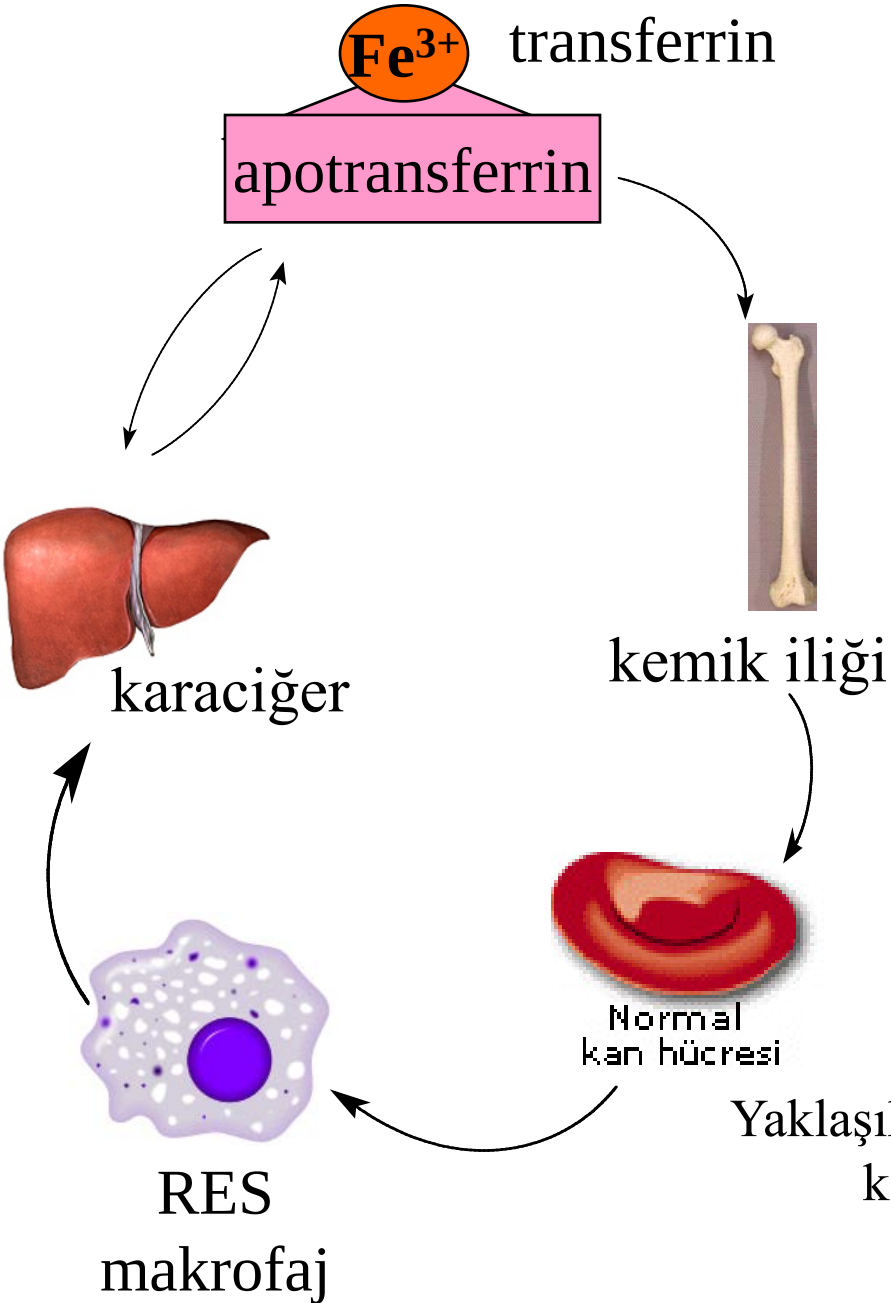
Transferrin (Apotransferin- Fe^{3+} kompleksi)

- Demirin bağırsaktan kemik iliği, karaciğer ve demir gereksinimi olan diğer dokulara taşınmasından sorumlu bir plazma proteinidir. Molekül başına iki Fe^{3+} bağlayabilir.

Ferritin (Apo ferritin + $\text{Fe}(\text{OH})_3$ agregatı)

- Apoferritin adlı proteine % 23 oranında Fe^{3+} bağlanmasıyla oluşmuş bir depo proteinidir. RES (karaciğer, dalak ve kemik iliği) hücrelerinde bulunur.

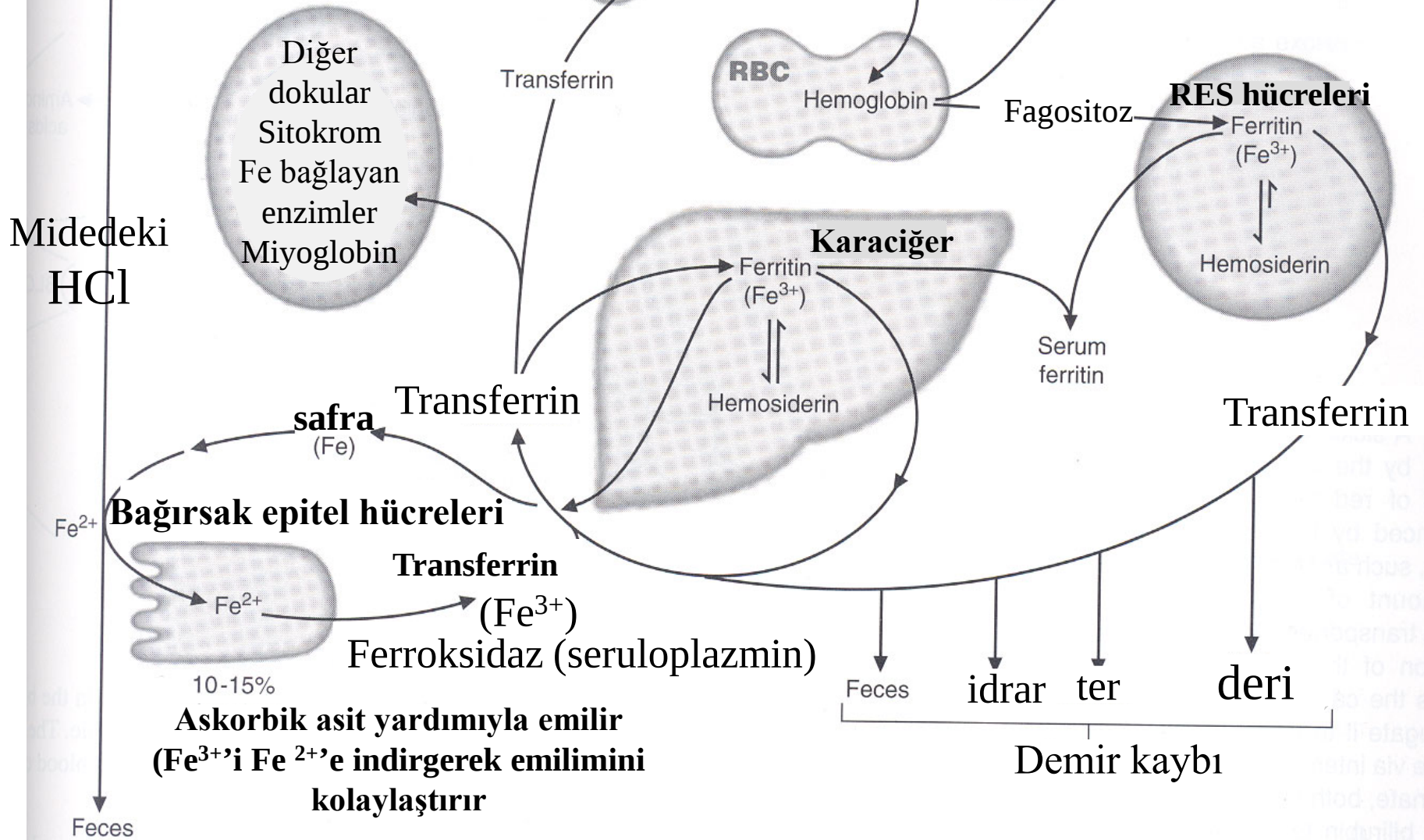
Hemosiderin: % 35 demir içerir.



- Transferrinle taşınan demir kemik iliğine geçmekte ve hemoglobin sentezinde kullanılmaktadır.

- Yaşlı eritrositler retiküloendotelyal sistemde (RES), özellikle karaciğer, dalak ve kemik iliği makrofajları tarafından yıkılır. Hb'den serbestleşen demirin bir bölümü ferritin ve hemosiderin şeklinde karaciğerde depolanırken diğer bir bölümü de plazmaya serbestleşir.

Bitkilerdeki
inorganik demir
bileşikleri



Kan plazmasındaki demir iyonu – 100 μg

Normal koşullarda transferrine bağlı olarak plazmada bulunan demir miktarı:

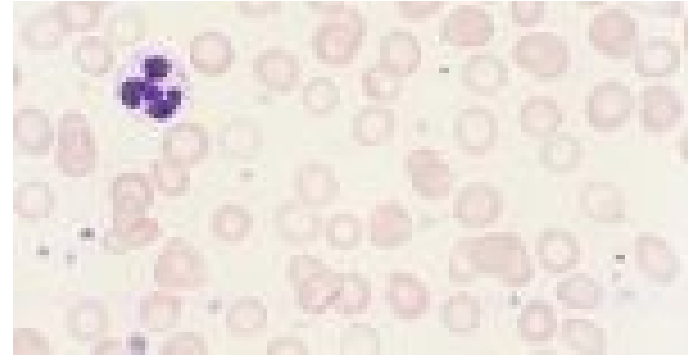
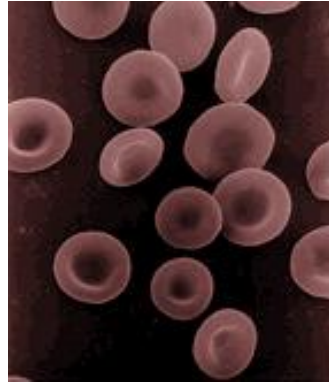
Erkeklerde 60 - 150 $\mu\text{g/dl}$

Kadınlarda 50 - 130 $\mu\text{g/dl}$ kadardır.

Her iki cinsten plazmanın total demir bağlama kapasitesi normal koşullarda 270-380 $\mu\text{g/dl}$ olarak bulunmuştur. Serumda transferrin konsantrasyonunun dolaylı bir ölçüsüdür. Normalde yaklaşık % 30 kadarı demir ile doymuş halde bulunan transferrinin doygunluğunun azalması (%15) halinde demir eksikliğinden söz edilmektedir.

Serum ferritin düzeyi – 12 $\mu\text{g/dl}$ kadardır

❑ Demir eksikliğinde **hipokrom mikrositer anemi** (hemoglobini az, küçük eritrositler) görülür.



Demir fazlalığında:

- Hasara yol açmayan demir birikmesi **hemosideroz**,
- Hasara yol açan demir birikmesi ise **hemokromatoz** (kalıtsal bir hastalık) adını alır.

BAKIR

Günlük ihtiyaç: 2-2.5 mg.

Erişkin insanlarda organizmadaki total bakır miktarı 75 - 100 mg arasındadır: Bunun

66 mg'ı - dokularda

8 mg'ı - karaciğerde bulunur.

Kan plazmasında % 100 μg bakır vardır.

❑ Kan plazmasındaki bakır "**seruloplazmin**" adı verilen Cu^{2+} -protein kompleksi halinde bulunur. Seruloplazmin Fe^{2+} iyonlarının Fe^{3+} iyonlarına yükseltgenerek transferrin ile birleşmesini kataliz eder.

❑ Bakır, eritrositlerde de Cu^{2+} -protein kompleksi halindedir. Buna "**eritrokuprein**" adı verilir. Eritrokuprein superoksit dismutaz aktivitesi gösterir.

❑ Bakır iyonu: **tirozinaz, askorbat oksidaz, ürat oksidaz** gibi oksido-redüksiyon enzimlerinin kofaktörüdür, ayrıca hemoglobin sentezinde rol oynar.

❑ Bakır metabolizması bozukluğunda otozomal resesif bir hastalık olan **Wilson hastalığı** görülür.

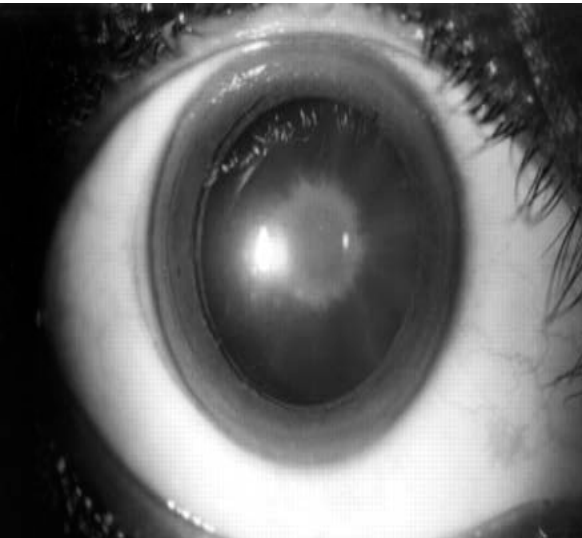


Wilson hastalığı

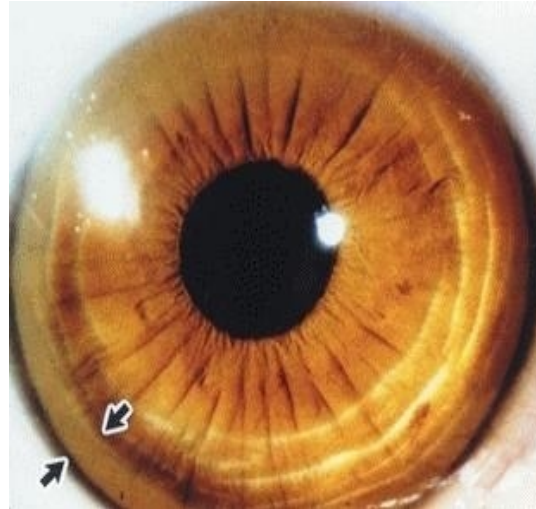
Bakır metabolizmasının otozomal resesif geçiş gösteren nadir bir hastalıktır. Seruloplazmin sentezindeki bir kusura bağlı olarak bakırın seruloplazmine bağlanması bozulmuştur. Karaciğer, böbrek, bazal gangliyon ve korneada bakır konsantrasyonlarında artış gözlenir.

1912 - Dr. Kinneer Wilson –bazal gangliyonlarda
“progresif hepatolentikular dejenerasyon” olarak
tarif etmiştir

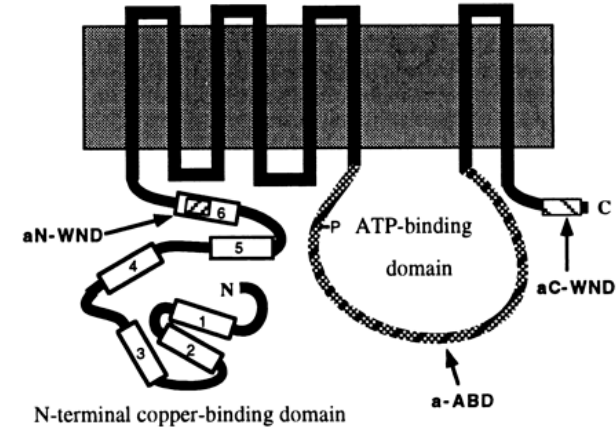
katarakt



Korneada Kayser-Fleischer
Halkaları



ATP7b geni ATP7B
proteini (Cu bağlayan
protein) kodlamaktadır



Menkes sendromu (elik gibi sert sa sendromu)

X-bağlı geçiş gösteren nadir bir hastalıktır. Cu^{2+} taşıyan ATPaz'ın, alfa polipeptidini kodlayan gendeki bir mutasyona bağlı olarak bakırın taşınması ve depolanması bozulmuştur.



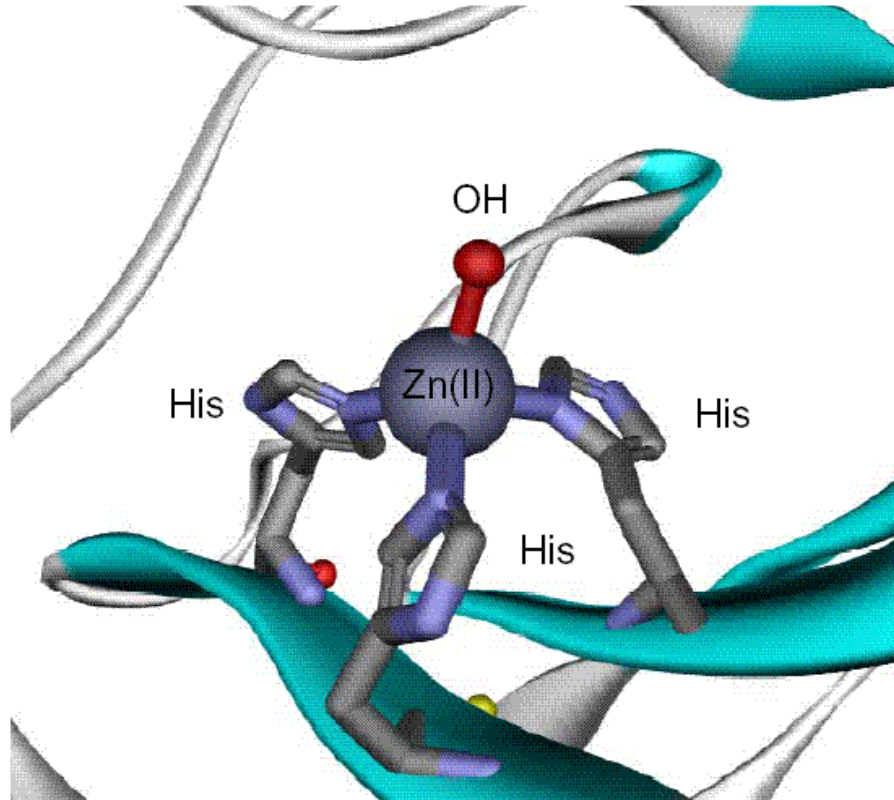
ÇİNKO (Zn)



- Protein içeren gıdalarda bol miktarda bulunur.
- Günlük ihtiyaç 15 mg/gün.
- İnsan vücudunda, başta prostat bezi, semen, karaciğer, ve sindirim kanalı, saç, deri, retina, böbrek, kas ve kemiklerde olmak üzere toplam 1.75-3 g kadar Zn vardır.
- Erişkin sağlıklı bir insanda serum çinko düzeyinin normal değeri % 70-120 μg
- Pankreasın β -hücrelerinde insulin sentezi, depolanması ve salgılanmasında rol alır.

Eritrositlerdeki *karbonik anhidraz* adlı enzimin kofaktörüdür.

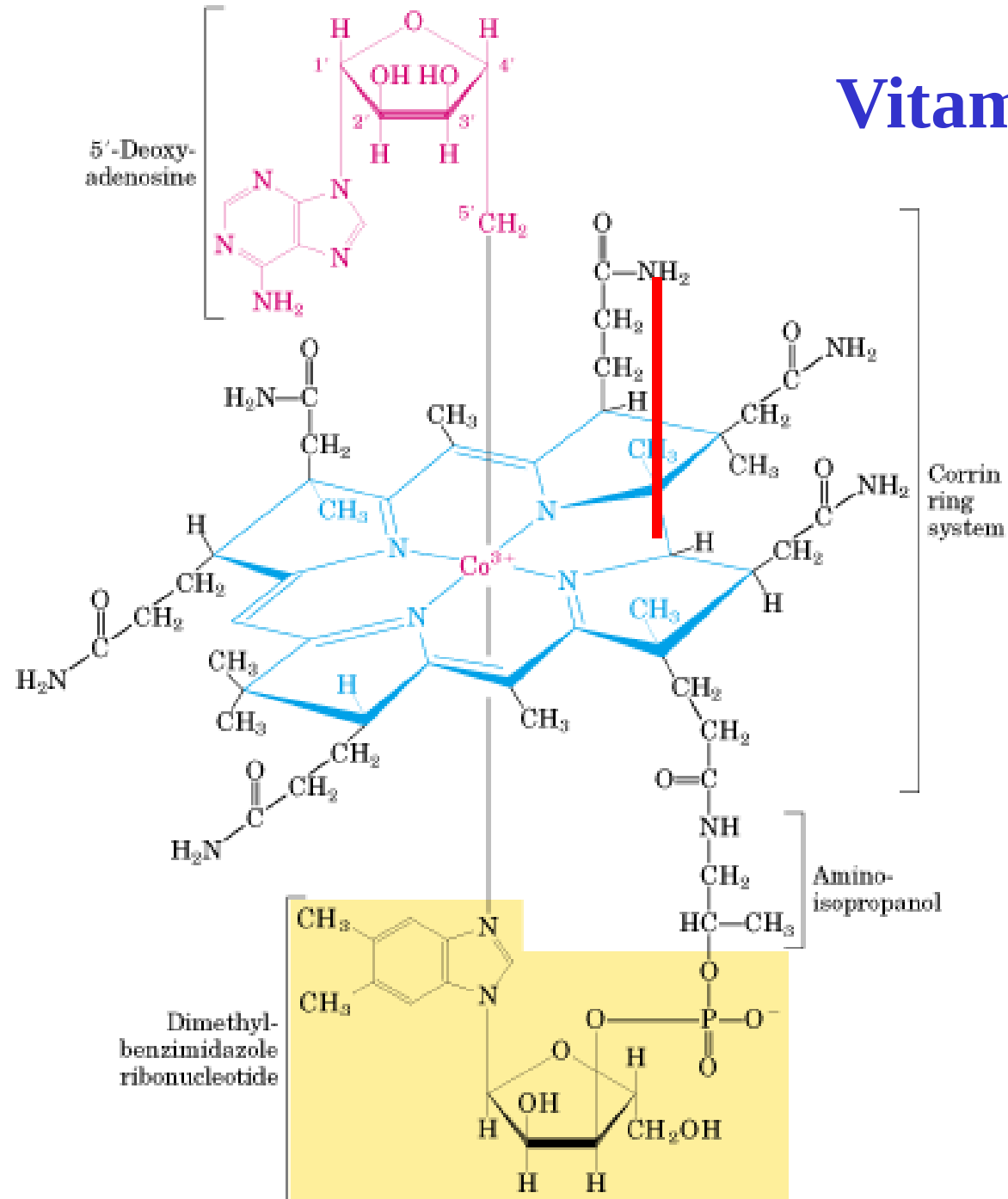
300 civarında enzimin aktivatörü'dür (*laktat dehidrojenaz; alkol dehidrojenaz; superoksid dismutaz, timidin kinaz, RNA ve DNA polimeraz, karboksipeptidaz*)



KOBALT (Co)

- B₁₂ vitamininin bileşiminde bulunduğu için hemoglobin sentezinde rolü vardır.
- Eritropoetin adlı hormonun biosentezini hızlandırır, bunun sonucunda deney hayvanlarına fazla Co³⁺ iyonları verilmesi durumunda "polisitemi" (kandaki eritrositlerin aşırı artması) görülmektedir.
- Kobalt'ı az alan hayvanlarda anemi oluşur, kobalt verilmesi ile anemi iyileşir.
- *Glisilglisin dipeptidaz*'ın aktivatörü

Vitamin B₁₂



MANGAN (Mn)

- Günlük ihtiyaç: 2-5 mg
- İnsanda toplam Mn miktarı 12-20 mg kadardır. Serumda 0.43-0.75 µg/L arasındadır.
- *Piruvat karboksilaz*, *arginaz* ve *fosfataz*'ların, mitokondrideki *süperoksid dismutaz* yapısında yer almaktadır

KROM (Cr)

- Başlıca kaynakları kepekli un, pekmez ve bira mayasıdır
- Cr^{3+} iyonunun, insulin ile birlikte, glukozun hücreler tarafından kullanılmasını arttırıcı etkisi olduğu ileri sürülmektedir.
- Krom eksikliğinde insuline karşı direnç gelişmekte.

MOLİBDEN (Mo)

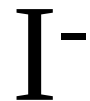
- Günlük ihtiyaç: 150-500 μg
- 3 metaloenzimin yapısında bulunur: *ksantin oksidaz, aldehit oksidaz ve sülfat oksidaz*

SELEN (Se)



- Günlük ihtiyaç: 50-200 μg
- Deniz ürünleri ve tahıllarda yüksek, ette düşük oranda bulunur.
- Antioksidan ve prostaglandinlerin sentezinde rolü vardır.
- Eritrositlerde bulunan ve glutation'un yükseltgenmesini kataliz eden "*glutathione peroxidase*" adlı enzimin bileşiminde bulunur.

Anyonlar



KLORÜR (Cl⁻)

- Temel **ekstrasellüler anyonudur**.
- Na metabolizması ile sıkı ilişkilidir. Temel fonksiyonu sıvı dengesini ve osmotik basıncını korumaktır.
- Erişkin sağlıklı bir insanda serum klorür düzeyinin normal değeri % 350-380 mg
- Günlük ihtiyaç: 6-9 mg
- İnce bağırsaklardan emilir, hücre içi, hücre dışı sıvılara dağılır, ayrıca sindirim kanalının bir çok yerlerinden (mideden HCl halinde) salgılanır ve tekrar ince bağırsaklardan emilir.
- Metabolizmasını **mineralkortikoidler** düzenler.

BROMÜR

- Organizmada en çok hipofizde bulunur.
- Kan plazmasında % 0.2-0.4 mg bromür bulunur.
- İdrarla atılır
- Merkezi sinir sistemi üzerine yatıştırıcı etkisi vardır.

FLUORÜR

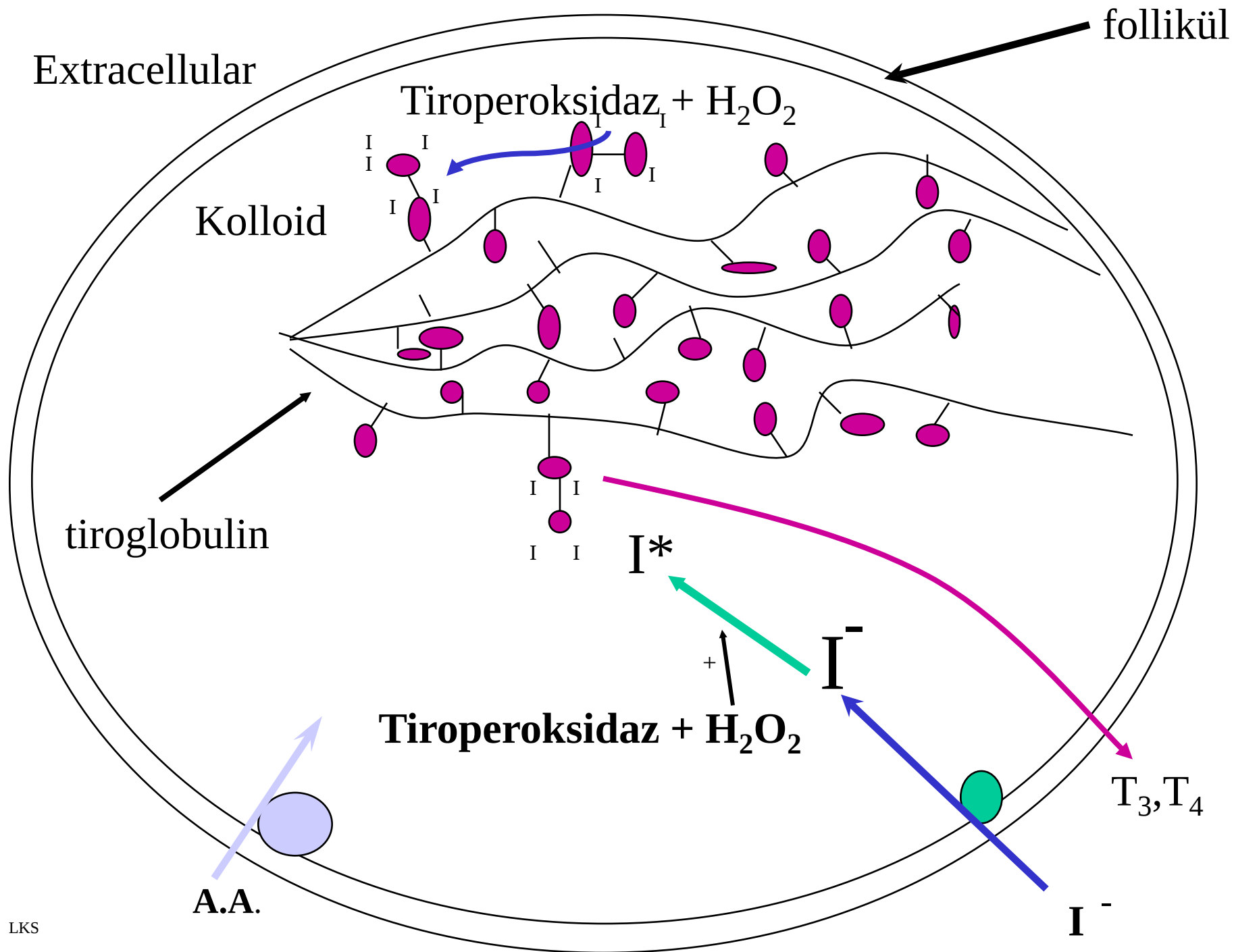
- Günlük ihtiyaç: 1 mg'dan az
- Kan plazmasında % 0.027-0.074 mg
- İdrarla atılır
- Kemik ve dişlerde CaF_2 veya fluoropatit [$3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$] denilen kalsyum-fluorür-fosfat bileşiği halindedir. Buralarda depo edilir. İçme sularında milyonda bir oranında bulunduğu zaman diş çürümesini engeller, daha fazla olursa dişlerde leke ve bozukluklar olur.

Fazlası toksiktir.



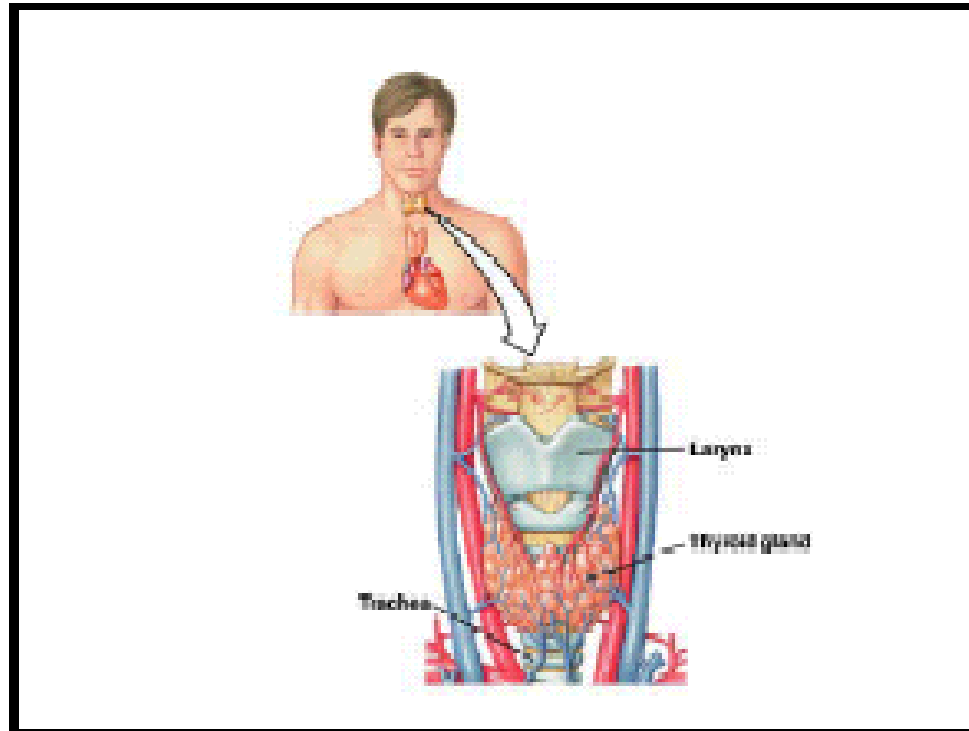
İYODÜR (ve İYOD)

- Besinlerle en az 50 mg/yıl, 1 mg/hafta, 150 µg/gün alınmalıdır. Ortalama 500 µg/gün alınmaktadır.
- Ağız yoluyla alınan iyodür sindirim kanalından emilir, böbreklerden atılır.
- İçme suyuyla iyodür (I^-) halinde, solunumla elementel iyod (I_2) halinde alınır. Deniz seviyesinden uzaklaşınca iyod gereksinimi artar.
- Dolaşımdan geçerken yaklaşık 120 µg/gün tiroid bezi tarafından tutulur ve orada elementel iyod halinde toplanır. İyod tiroid bezinde bulunan ve tiroglobulin denilen proteindeki tirozin kalıntılarına bağlanır, bu suretle proteinde bir çok iyodlu tirozin kalıntıları oluşur. Bu iyodlu tirozinler, gerektiği zaman tiroid hormonlarının sentezini sağlar.



TİROİD HORMONLAR

- TRIİYODOTİRONİN (T3)
- TETRAİYODOTİRONİN (T4) (TİROKSİN)



1/3 serbest iyodür

- Kan plazmasında: % 4-10 μg iyod vardır

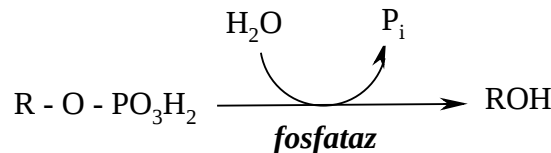
2/3 proteinlere bağı iyodür

- Lahana ve karnıbaharda bulunan perklorat ve tiyosiyanat iyodürle yarışarak iyodun tiroid bezine girmesini engeller. Bu sebzelerle beslenen kişilerde iyod eksikliği görülebilir.
- Yeterince iyod alınmazsa tiroid hormonu yetmezliğine ait bazı bozukluklar görülür. Bu durumda tiroid bezi hipertrofie olur ve **GUATR** görülür.

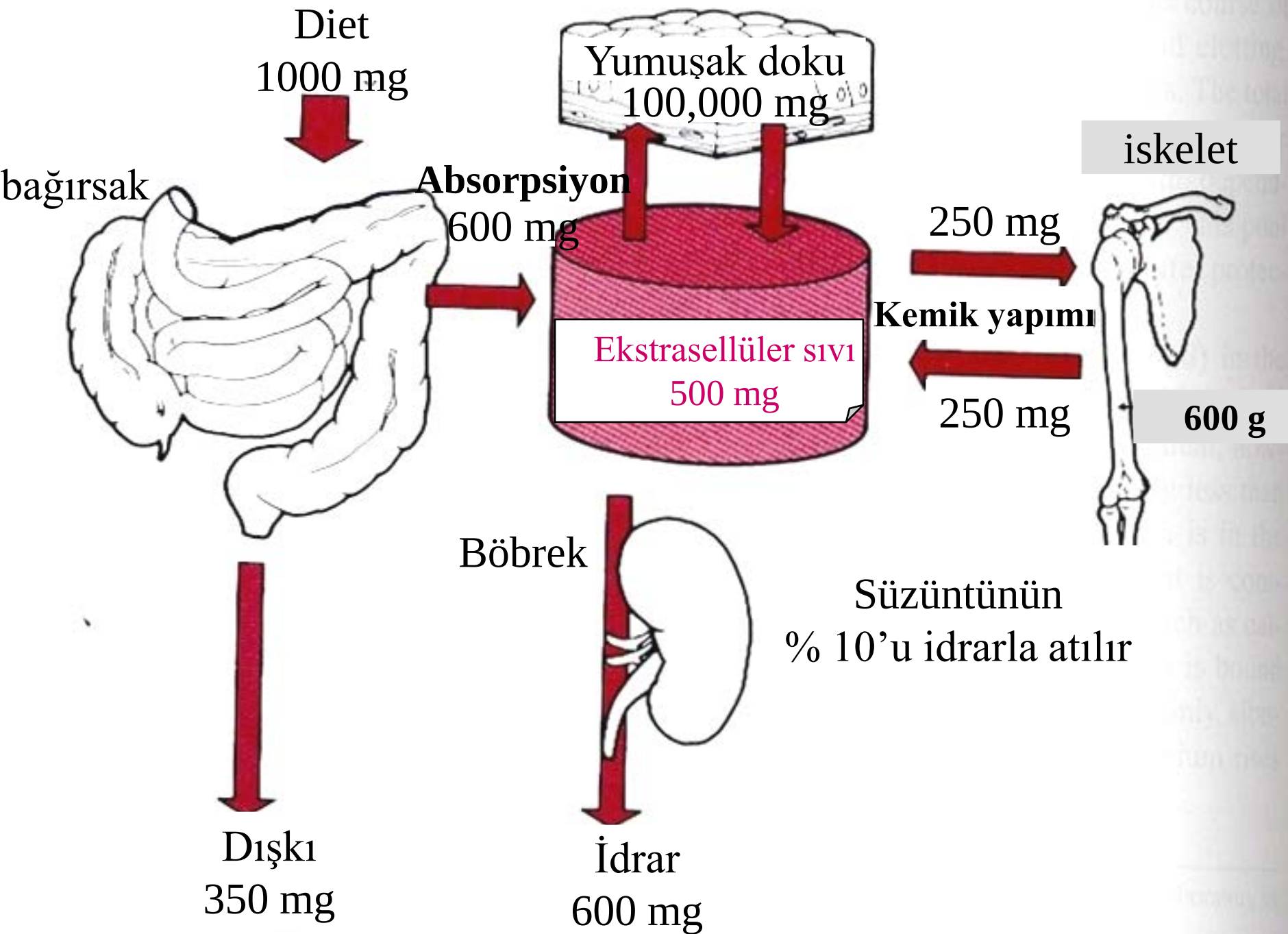


FOSFAT

- Günlük ihtiyaç: 2 g. Çocuklarda ve gebelerde ihtiyaç artar.
- Besinle alındıktan sonra midede HCL in etkisiyle serbest kalan fosfatlar, ince bağırsaktan emilir.
- Emilen fosfatlar ince bağırsak duvarlarındaki hücrelerde karbohidrat ve lipidlerle ester oluştururlar ve kan yolu ile kemiklere gelirler.
- Bu esterler kemiklerdeki *fosfataz*'lar tarafından parçalanır ve kalsiyumla birleşerek kemiklerde güçlü tersiyer kalsiyum fosfat (hidroksilapatit) bileşiği halinde depo edilirler.



- ❑ Vücutta toplam miktarı yaklaşık 600 g (19.4 mol) kadardır
 - % 85 Kemiklerde (hidroksilapatit kristalleri şeklinde)
 - % 14-15 Yumuşak dokularda
 - % 1 Ekstrasellüler sıvıda
- ❑ Ekstrasellüler sıvılardaki inorganik fosfat:
 - Primer fosfat (H_2PO_4^-) ve sekonder fosfat (HPO_4^{2-})
- ❑ Organik fosfat nukleik asitlerin, fosfoproteinlerin, heksoz fosfatların, fosfokreatinin bileşiminde bulunur.
- ❑ Fosfat metabolizmasını paratiroid hormonu düzenler.

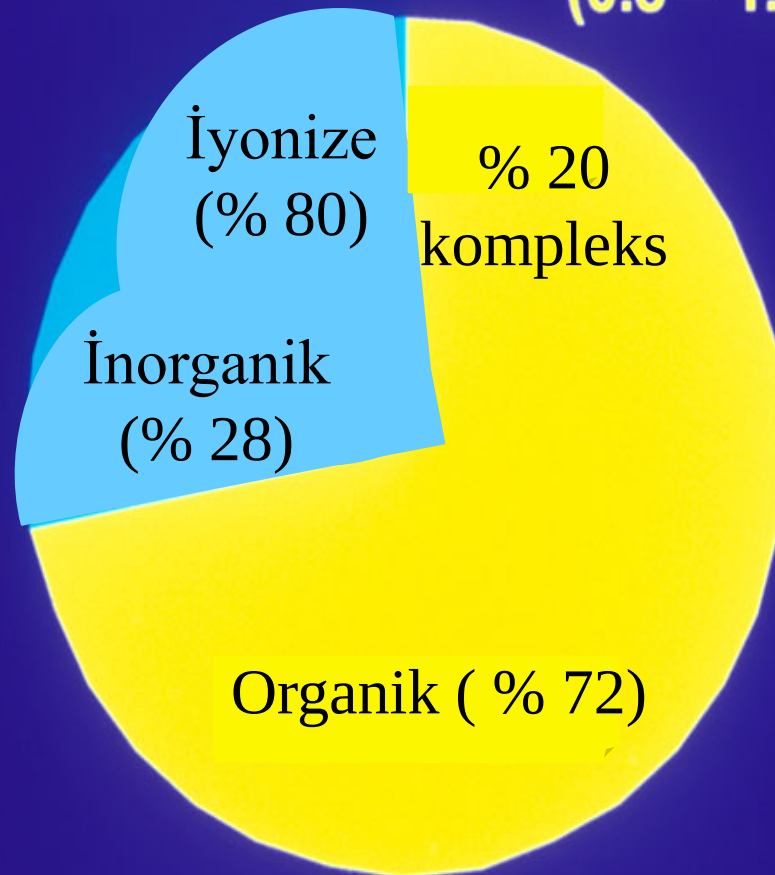


Serum Fosfat

Total inorganik

% 3-4 mg

(0.8 – 1.6 mmol/L)



İşlevleri

- Kemik ve dişlerin oluşumunda kalsiyum ile birlikte rol alır
- Asit-baz dengesinin düzenlenmesinde rol alır; H_2PO_4^- / HPO_4^{2-} tampon sistemi böbreklerde önemli bir tampon sistemidir
- Nükleik asitlerin yapı taşlarındandır
- Enerjinin hücre aktivitesine transfer edilmesinde ve karbonhidrat metabolizmasında gereklidir; ATP ve fosforile metabolik ürünlerin yapı taşlarındandır.

Sülfat

İnsan organizmasında kükürt $\longrightarrow$ Organik bileşikler halinde

Kükürtlü amino asidler

tio (H-S-R): sistein
ditio (R-S-S-R): sistin
metiltio (CH₃-S-R): metionin

Heteropolisakkaridler

kondroitin sülfat
heparin
mukoitin sülfat
taurokolat
sülfatidler

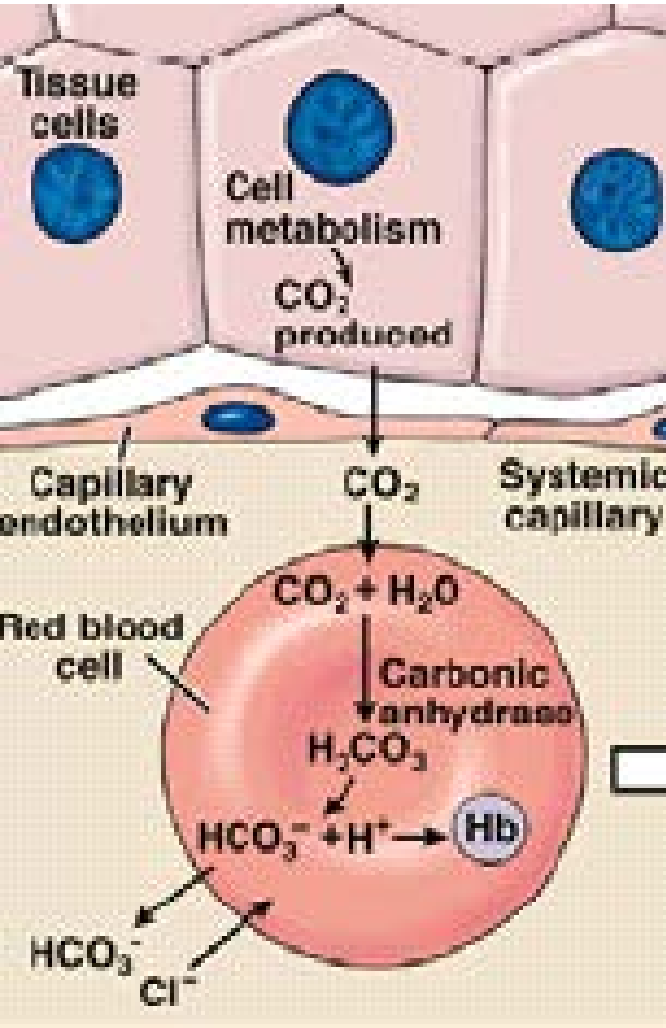
İnorganik bileşikler halinde

Tükrükte – SCN- anyonu

Kükürt metabolizmasının son ürünü sülfattır. Doğrudan doğruya veya fenol, krezol, indoksil gibi maddelere bağlanarak idrarla atılır.

Bikarbonat

Fonksiyonu: Ekstrasellüler sıvıda tampon görevi yapar
($\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$)



(HCO_3^-) (22 – 28 mmol/L)

Plazmada HCO_3^- konsantrasyonu artınca klorür kayması diye tanımlanan olayla klorür iyonu eritrositlerin içine kaçır. *Plazmada bikarbonat konsantrasyonu azalınca da klorür iyonu plazmaya geri döner.*