

### 3- MİNERALLER

Organizmada mevcut minerallerin çoğu doğada da en yaygın olarak bulunan maddelerdir. Özellikle deniz suyu ile stoplazma arasındaki mineral bileşimi yönünden yakınlık, yaşamın denizlerde başlamasının bir kanıtı olarak kabul edilebilir.

Canlı organizmada organik yapıya katılan C, H, O, N ile birlikte, Ca, P, Mg, K, Na, Cl, S, Fe, Cu, Co, Zn, Mn, Cr, Mo, F, Se, I, B, As, Br, Si, Ni, Al gibi elementlerin bulunduğu değişik araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Ancak bunlardan Si, As, Br, Al, Ni, B gibi elementlerin organizmada ne işe yaradıklarına dair bu güne kadar önemli bir kanıt bulunamamıştır. Onun içinde bu minerallerin organizmada besinlerle alınmalarına bağlı olarak tesadüfen araştırmaya yapılırken rastlandığı sanılmaktadır.

Yukarıda ki elementlerden ilk yedisi yani, Ca, P, Mg, K, Na, Cl ve S diğerlerine göre daha büyük miktarlarda bulunurlar. Organizmada kanda % mg düzeyindedirler. Onun için bu elementlere **Makro elementler (= Major elementler, = plastik elementler)** denir. Daha sonra gelen, Fe, Cu, Co, Zn, Mn, Mo, F, Se, ve I diğerlerine nazaran daha az miktarlarda bulunurlar. Kanda ki konsantrasyonları % µg düzeyindedir. Bu elementlere de **İz elementler (= Minor elementler, = oligoelementler, = katalitik elementler )** adı verilir. Bunlar daha çok enzim, hormon ve vitaminlere bağlı olarak görev yaparlar.

### 3.1- MAKROELEMENTLER

#### 3.1.1- KALSİYUM .

Kalsiyum doğada karbonat ve fosfat anyonları ile birlikte toprakların katımında bulunur. Sulardaki karbon dioksidin etkisi ile çözülür ve bitkiler tarafından kolayca alınır. Bu şekilde özellikle ot yiyen hayvanların gıdasında yeteri kadar vardır. Ayrıca içme sularıda çok yumuşak değilse insan ve özellikle hayvanlar için iyi bir Ca kaynağıdır. Süt ve süt ürünlerinde de yeteri kadar bulunur.

Hayvan vücudunun % 1,4 - 2,6 'sını kalsiyum oluşturur. Vucuttaki bu kalsiyumun % 99'u da iskelet sisteminde hidroksiapatit biçiminde bulunur.

Gelişmekte olan hayvanlar, gebeler, yumurtlayan tavuklar ve süt veren hayvanlar bol miktarda Ca almak zorundadırlar. Dengeli bir beslenme için Ca ve P un uygun oranlarda alınması gereklidir. Bu oran hayvanlar arasında farklılıklar gösterebilir. Genel olarak besinlerle Ca / P oranı 2 / 1 ile 1 / 2 olması lazımdır. Tavuklar için bu oran 5 / 1 , 7 / 1 dir. Yanlış burada karıştırılmaması gereken olay bu oranların besinlerdeki Ca/P oranı için olduğudur, kandaki oranlarının da bu düzeyde olması diye bir şart yoktur.

Besinlerle birlikte organizmaya alınan Ca ilk reaksiyona mide de uğrar. Midede ki hidroklorik asit besinlerle alınan Ca'un çözülmesini sağlar. Mideden Ca<sup>++</sup> iyonları halinde bağırsaklara geçer ve orada serbest yağ asitleri ile birleşir. Bunun sonucunda oluşan kalsiyum sabunları safra asitlerinin emülgatör etkisiyle ufak parçalı emülsiyonlar haline getirilerek ince bağırsaktan emilir. Ca emilimi düşük pH 'nın, sitrat varlığının ve D vitamininin etkisiyle artar. Vitamin D kalsiyumun barsaklardan emilimini **kalsiyum bağlayan protein (CaBP)** sentezini arttırarak sağlar.

Ca gereksinimi, parathormonun (PTH) salgılanmasına neden olur. PTH **1-hidroksilaz** enzimini aktive eder. 1-hidroksilaz enzimi de böbreklerde sentez edilen **1,25 dihidroksi kolekalsiferolün (1,25-(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub>)** aktif hale geçmesini sağlar. Buda, kalsiyumun bağırsaklardan emilimini kolaylaştırır. 1,25 dihidroksi kolekalsiferol bir D vitamini türevidir. D<sub>3</sub> vitamini önce karaciğerde 25 No'lu karbonuna bir OH grubu bağlanarak **25-hidroksi kolekalsiferol (25-OH-D<sub>3</sub>)** haline geçer, oradan da böbreklere taşınarak 1,25 dihidroksi D<sub>3</sub> haline çevrilir. Bir vitamin olmasına rağmen bazı araştırmacılar bunu kalsiyum metabolizmasında ki işlevinden dolayı hormon olarak göstermektedirler. 1,25-dihidroksi D<sub>3</sub> sadece bağırsaklardan Ca emilmesini uyarmaz, aynı zamanda kemiklerden de kana Ca emilimini uyarır. Aslında kemikler çok iyi bir Ca deposudurlar. Yeteri kadar Ca bir süre alınmasa bile vücudun gereksinimi kemiklerden sağlanabilir.

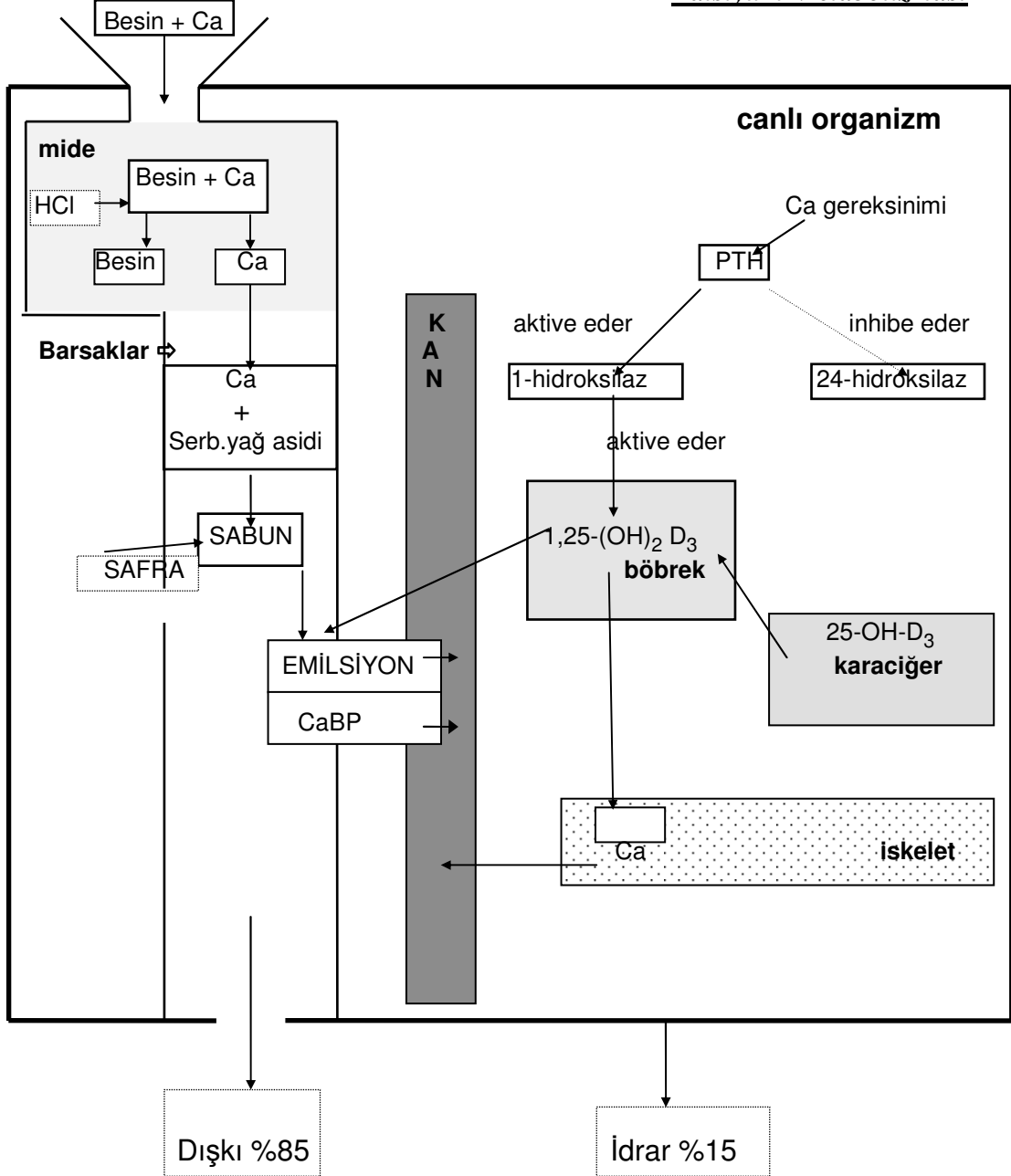
# MAKRO ELEMENTLER ①

①

## **Ca** **Kalsiyum**

- Doğada özellikle  $CO_3$  ve  $PO_4$  anyonları ile birlikte toprakta bulunur.
- Organizmada en çok diş ve kemiklerin katımında bulunur.

### Kalsiyum Metabolizması



Tablo 25.1- Makro elementler. 1-Kalsiyum.

Kan serumunda kalsiyum biri serbest (iyonize) halde (%40) diğeri kalsiyum proteinat halinde (%60) olmak üzere iki şekilde bulunur Fizyolojik olarak daha aktif olan iyonize olan şeklidir. Eritrositlerde kalsiyum bulunmaz. Kan alınışından itibaren 4 saat içerisinde şekilli elementleri ayrılmazsa, yani serumu çıkartılmazsa, Ca eritrositlere geçer ve serum Ca düzeyi düşer. Nasıl gıdalardaki Ca/P oranı bu elementlerin organizma tarafından kullanılmalrı açısından önemli ise, kanda da bunlardan birinin artması, diğeri azalmasına neden olur. Evcil hayvanlar ve insanlarda serumda bulunan kalsiyum ve inorganik fosforun % mg miktarlarının çarpımı normal koşullarda 36 kadardır.

$$\text{Ca (\% mg)} \times \text{Inorganik P (\% mg)} = \% 36 \text{ mg}$$

Bu çarpım 30 dan aşağıya düşerse gençlerde **raşitizm**, yaşlılarda **osteomalasi** belirtileri görülür. Aynı hastalıklara Ca' un emilmesinde yukarıda anlattığımız gibi aktif rolü olduğu için D vitaminin yeterli alınmaması durumunda da rastlanır. Kalsiyumun organizmadaki görevleri ve insan ve bazı hayvanlardaki kan değerleri yandaki tablo da verilmiştir. Bazı hastalıklarda bozulmuş dokulara katı kitleler halinde kalsiyum fosfat ve karbonat oturur. Örneğin akciğer de tüberküloz odakları çevresinde ve arteriyoskleroz'da (damar sertliği) damarların intemasında böyle patolojik kireçlenmeler görülür. Bazı durumlarda da idrarla çıkarılan Ca tuzları kristaller biçiminde çökerek, idrar taşlarını oluştururlar.

Tavuklarda **yumurthanın kabuğunun oluşumu** da Ca metabolizması ile ilgilidir. Yandaki tablodan da görüldüğü gibi, Kandan emilen kalsiyum ile metabolizma olayları (özellikle karbonhidrat metabolizması) neticesinde oluşan karbon dioksit, su ile tepkimeye girmesi sonucu meydana gelen bikarbonat anyonları birleşerek kalsiyum karbonattan oluşan yumurta kabuğunu ortaya çıkarırlar. Eğer tavuklar yeteri kadar Ca almıyorlarsa, bir süre kemiklerden takviye ederek yumurta kabuğunu oluşturmaya devam ederler. Haftada 1 yumurta verseler de yumurta kabuğu ince olsa da muhakkak kabuklu yumurta vermeye devam ederler. Ancak bir süre sonra Ca boşalmasına bağlı olarak, ayakta duramaz hale gelirler. Çok sıcaklarda yumurta veriminin düşmesi de, hayvanlarda solunum sayısının artması nedeniyle dışarıya daha çok miktarda CO<sub>2</sub> vermeleri ve Ca'un da CaCO<sub>3</sub> oluşturamamasıdır.

**Süt humması.** (Hipokalsemi, Dana humması). İneklerde doğumdan hemen sonra görülen bir hastalıktır. Nedeni serum Ca düzeyinin düşmüş (hipokalsemi) olmasıdır. Serum kalsiyum düzeyinin düşmesinde çeşitli faktörler rol oynar. Yetersiz D vitamini alınması ve doğum sırasında hayvanın fazla Ca 'a gereksinimi göstermeside başlıca nedenlerdir. Hayvanlarda hastalığın başlangıcında kas spazmları, merkezi sinir sisteminin uyarılma yeteneğinin artması gibi belirtiler görülür. İleri hallerde bilinç kaybı ve felçler oluşur. Damar içine kalsiyum glükonat vermek ve süt verimini düşürmek amacıyla memelere hava basmakla hastalık iyileştirilir.

① <i>Ca devam</i> ⇄		MAKRO ELEMENTLER ①		
<b>Organizmadaki GÖREVLERİ</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kemik ve dişlerin yapısında bulunur.</li> <li>2. Kan damarı cidarlarının ve hücre zarlarının geçirgenliğini azaltır.</li> <li>3. Kas ve sinirlerin uyarılma yeteneğini düşürür.</li> <li>4. Kas kontraksiyonlarının gerçekleşmesinde ve sinirlerin uyarımları iletilmesinde gereklidir.</li> <li>5. Kan ve sütün pıhtılaşmasında görevlidir.</li> <li>6. Bazı enzimlerin (lipaz, ATPaz, süksinik dehidrojenaz) aktivasyonunda görev alır.</li> </ol>			
<b>KAN KALSİYUM DEĞERLERİ</b>	<b>Hayvanın türü</b>	<b>Normal Değerler % mg</b>	<b>Düşüğü Durumlar</b>	<b>Yükseldiği Durumlar</b>
	İnsan Sığır İnek At Kedi Köpek	8,0 - 12,0 11,08 ± 0,67 8,0 12,4 ± 0,58 8,22 ± 0,97 10,16 ± 2,04	<u>İneklerde:</u> • Süt Humması <u>Diğerlerinde:</u> • Raşitizm • Osteomalasi	
<b>Yumurta Kabuğunun Oluşması</b>	<p>The diagram illustrates the process of eggshell formation in a mucosa cell. It shows the transport of <math>Ca^{++}</math> from the blood (KAN) through the cell membrane to the eggshell (yumurta kabuğu). Inside the cell, <math>CO_2</math> and <math>H_2O</math> react to form <math>H_2CO_3</math>, which then dissociates into <math>HCO_3^-</math> and <math>H^+</math>. The <math>HCO_3^-</math> is transported to the eggshell, and <math>H^+</math> is used to form <math>H_2O</math>. The diagram also shows the metabolic pathway involving <math>CO_2</math> and <math>H_2O</math>.</p>			

Tablo 25.2- Makroelementler 1-Kalsiyum

### 3.1.2- FOSFOR .

Doğada topraklarda yaygın olarak fosfor bileşikleri halinde bulunur. Bunlardan fosfatlar, pirofosfatlar ve trifosfatlar organizmayı en çok ilgilendirenlerdir. Ayrıca fosforik asidin, alkali ve toprak alkalileriyle birleşmesinden oluşmuş, inorganik tuzlar, alkollerle ortaya getirdiği esterler, bazı amino asitlerle birleşerek oluşturduğu fosfamid'lerde yeteri kadar türlü besinlerin karışımında yer alır. Süt ve süt ürünlerin de önemli miktarlarda bulunur.

Hayvan vücudunun % 0,75 - 1,10 'unu inorganik fosfor oluşturur. Vucuttaki bu fosforun % 80'inden fazlası iskelet sisteminde hidroksiapatit biçiminde bulunur.

Gelişmekte olan hayvanlar, gebeler, yumurtlayan tavuklar ve süt veren hayvanlar bol miktarda P almak zorundadırlar. Dengeli bir beslenme için Ca ve P un uygun oranlarda alınması gereklidir. Bu oran hayvanlar arasında farklılıklar gösterebilir. Genel olarak besinlerle Ca / P oranı 2 / 1 ile 1 / 2 olması lazımdır. Tavuklar için bu oran 5 / 1 , 7 / 1 dir. Yanlız burada karıştırılmaması gereken olay bu oranların besinlerdeki Ca/P oranı için olduğudur, kandaki oranlarının da bu düzeyde olması diye bir şart yoktur.

Besinlerle birlikte organizmaya alınan fosfor, mide de serbest hale geçtikten sonra büyük miktarlarda ve hızla karbonhidratlarla esterleşerek emilir.

Fosfor gereksinimi parathormonun (PTH) salgılanmasına neden olur. PTH kalsiyumun barsaklardan emilmesine yardımcı olan **1-hidroksilaz** enzimini inhibe ederek **24-hidroksilaz** enzimini aktive eder. Buda fosforun barsaklardan emilimini aktive eder.

Kan dolaşımına geçen ester fosfatlar, iskelet sistemine geçer ve depolaşır. Kemik hücrelerine, dolaşımına gelen ester fosfatlar, fosfataz enzimi tarafından yıkılarak, inorganik fosfat iyonları haline çevrilir. İnorganik fosfatlarda, kalsiyum iyonu ile birleşerek, erimez **tersiyer kalsiyum fosfat** haline dönerler.

Vücuttaki fosfatın büyük bir kısmı (%90'ı) tersiyer kalsiyum fosfat ve **hidroksi apatit** {  $3 \text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2 \text{Ca} (\text{OH})_2$  } halinde kemiklerde bulunur. Az miktarda magnezyum fosfat halinde de bulunabilir. Kemikler çok iyi bir fosfat deposu olarak kabul edilirler. Gereksinim halinde iyonlaşarak kana fosfat verirler.

İnorganik fosfor serumda fosfat şeklinde bulunur. Kan hücrelerinde inorganik fosfor yoktur. serumda inorganik fosfor tayini kısa zamanda yapılmaz ve gecikilirse, serumda bulunan organik bağlı fosfor zamanla enzimatik olarak serbest inorganik fosfor haline geçer ve serum inorganik fosfor değerleri normalden daha yüksek olarak saptanmış olur.

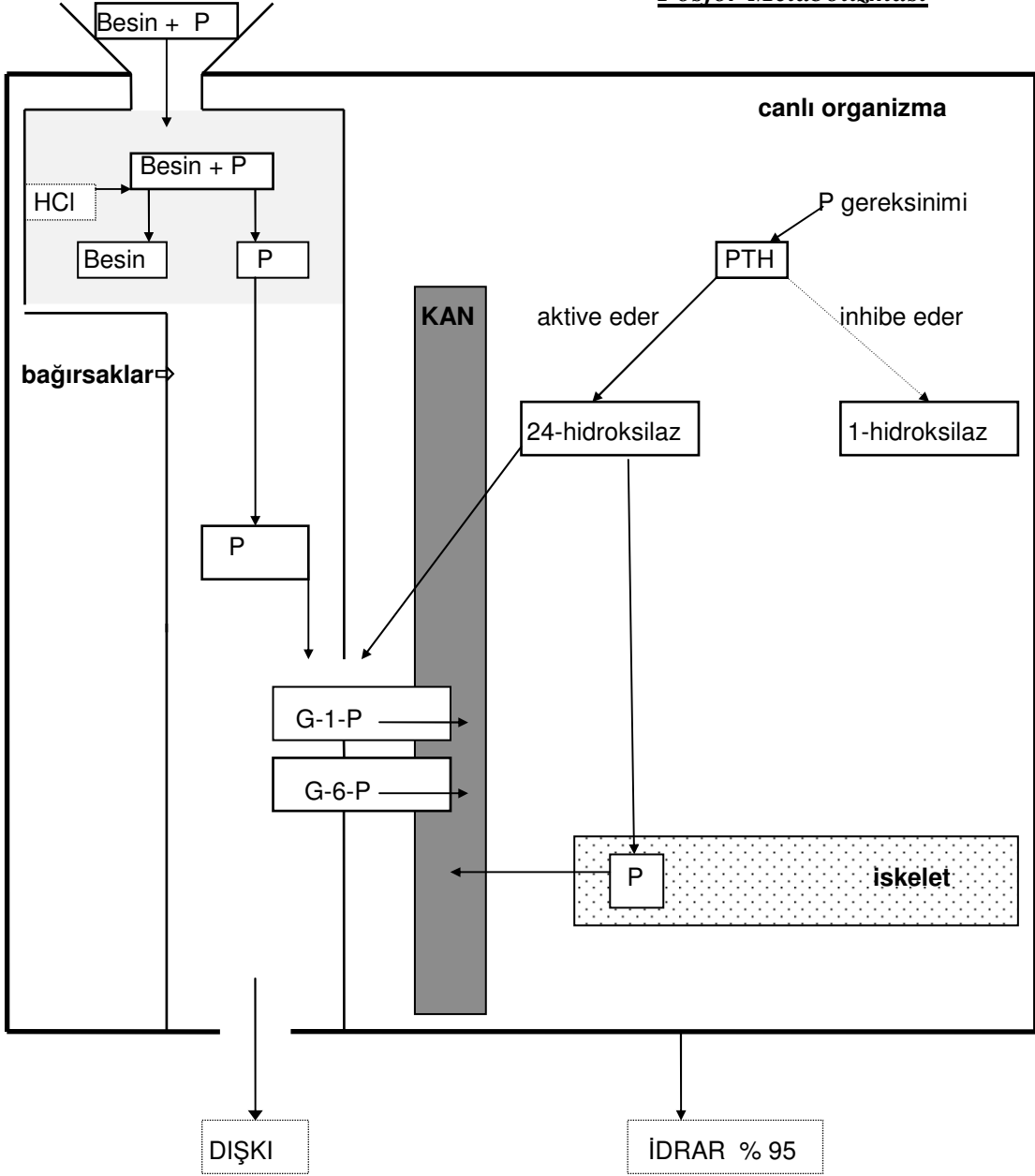
## MAKROELEMENTLER ②

②

**P**  
**Fosfor**

- Doğada topraklarda yaygın olarak bulunur.
- Organizmada, kemik ve dişlerde, ayrıca bir çok organik maddeye fosfatlar şeklinde bağlanmış olarak bulunur.

### Fosfor Metabolizması



Tablo 25.3- Makroelementler 2- Fosfor.

Nasıl gıdalardaki Ca/P oranı bu elementlerin organizma tarafından kullanılmalari açısından önemli ise, kanda da bunlardan birinin artması, diğèrinin azalmasına neden olur. Evcil hayvanlar ve insanlarda serumda bulunan kalsiyum ve inorganik fosforun % mg miktarlarının çarpımı normal koşullarda 36 kadardır.

$$\text{Ca (\% mg)} \times \text{İnorganik P (\% mg)} = \% 36 \text{ mg}$$

Bu çarpım 30 dan aşağıya düşerse gençlerde **raşitizm**, yaşlılarda **osteomalasi** belirtileri görülür.

Fosforun organizmadaki görevleri ve insan ve hayvanlardaki kan değerleri yandaki tabloda verilmiştir.

Fosforun vücuttan atılması inorganik fosfat halinde idrar, çok azda dışkı ile olur. Böbrek hücrelerindeki fosfatazlar, dolaşım ile gelen organik ester fosfat'ları parçalarlar ve inorganik fosfat'ları serbestleştirirler. Bu nedenle idrarda yalnız inorganik fosfatlar vardır.

Fosfatların atılırken idrar yollarında çökmeleri sonucunda fosfat kum ve taşları biçimlenir.

**Hipofosfotemi.** Yeryüzünün bazı yörelerinde toprak fosforca fakirdir. Bu yörelerde ki bitki örtüsünde doğal olarak fosforca fakir olmaktadır. Bunun sonucu olarak da zararı ot yiyen hayvanlara dokunmaktadır. Fosfor yetersizliğinde sığırlarda kanın inorganik fosfor miktarı düşer, iştah azalır, süt verimi, yavaş yavaş düşer. İleri hallerde kemik çigneme leş yeme gibi durumlar görülür. Kronik hallerde gençlerde raşitizm, yetişkinlerde osteomalasi benzeri kemik teşekkülü bozukluklarına rastlanır. Uzun süren olaylarda kemikler kırılır duruma gelir.

### 3.1.3- MAGNEZYUM.

Magnezyum tohumlarda ve klorofil kompleksi halinde özellikle yeşil bitkilerde bol miktarda bulunur. Et, süt ve deniz ürünlerinde de bir hayli miktarda magnezyum bulunur.

Organizmada en çok kemiklerde sonra kas ve sinirlerde bulunur. Genellikle dokulardaki konsantrasyonu, sıvılara göre, daha yüksektir. Örneğin kan plazmasında % 2 - 4 mg civarında bulunurken eritrositlerde ki miktarı % 6 mg'ı bulur. Kemikte % 1,5 oranında magnezyum fosfat { Mg<sub>3</sub> (PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> } halinde yer alır. Yumuşak dokular ise kalsiyumun 3 - 5 katı oranında magnezyum içerirler. Genel olarak vücuttaki magnezyumun % 70'i kemik dokusunda, geri kalan % 30'u da yumuşak dokularda ve sıvılarda yer alır.

Yandaki tablo'da insanda ve bazı hayvanlardaki kan magnezyum değerleri gösterilmiştir. Normal kan değerleri yönünden hayvan neveleri yönünden büyük bir fark görülmemektedir.



② P devam ⇨ <b>MAKRO ELEMENTLER ②</b>				
<b>Organizmadaki GÖREVLERİ</b>	1. Kemik ve dişlerin yapısında bulunur. 2. Kanda pH değerinin belirli düzeyde tutulmasında görevlidir. 3. Kanda normal Ca konsantrasyonunun sürdürülmesini sağlar. 4. Enerjinin biriktirilmesi ve gereken alanlara aktarılmasında ve karbonhidrat metabolizmasında önem taşır.			
<b>KAN FOSFOR DEĞERLERİ</b>	<b>Hayvanın türü</b>	<b>Normal Değerler % mg</b>	<b>Düşüğü Durumlar</b>	<b>Yükseldiği Durumlar</b>
	İnsan Sığır Koyun At Kedi Köpek	2,0 - 8,0 6,7 - 8,5 5,21 ± 0,11 2,1 6,4 ± 1,17 4,3	<u>Sığırda:</u> • Hipofosfotemi <u>Diğerlerinde:</u> • Raşitizm • Osteomalasi	

Tablo 25.4- Makroelementler 2- Fosfor.

<b>MAKROELEMENTLER ③</b>				
<b>③ Mg Magnezyum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doğada, yeşil bitkilerde bol miktarda bulunur.</li> <li>Organizmada, kemiklerde, kas ve sinirlerde bulunur.</li> </ul>			
<b>GÖREVLERİ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fosfataz, fosforilaz, enolaz, fosfofruktomutaz'ın aktivatörü.</li> <li>ATPaz'ın inhibitörüdür.</li> </ul>			
<b>KANDA Magnezyum DEĞERLERİ</b>	<b>Hayvanın türü</b>	<b>Normal Değerler % mg</b>	<b>Düşüğü Durumlar</b>	<b>Yükseldiği Durumlar</b>
	İnsan Sığır Koyun At Kedi Köpek	2 - 4 2,05 2,5 2,5 2,1	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>Sığırlarda:</u></li> <li>• Çayır tetanisi</li> <li><u>Diğerlerinde:</u></li> <li>• Aşırı duyarlık</li> <li>• Kemikleşme</li> </ul> Büyük damarlarda kireçleşme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kas ve sinirlerin uyarılma yeteneği düşer</li> <li>• % 20 mg'ın üstünde uyku hali görülür.</li> <li>• Hipotiroidizm</li> </ul>

Tablo 25.5- Makroelementler 3-Magnezyum

Yeşil sebzelerle ya da besinlerle birlikte, onların yapıları içinde sindirim kanalına alınan Mg, mide de, mide salgısındaki HCl etkisiyle **MgCl<sub>2</sub>**'e çevrilir. Buda duodenumun başlangıcından hızla emilir. Ancak emilimi etkileyen bazı mekanizmalar vardır. Mg gereksinimi **parathormon'nun (PTH)** salgılanmasına neden olur. PTH da **adenil siklazı** aktive eder. Aktif hale gelen adenil siklaz, **ATP** 'den **3'.5'** - **AMP** oluşmasına neden olur. Buda lizozomlarda bulunan ve Mg emiliminde rolü olan enzimleri serbest hale geçirir. Bu enzimlerde MgCl<sub>2</sub> halindeki Mg 'un barsaklardan emilmesini sağlar.

Magnezyum fosfataz, fosforilaz, enolaz, fosfoglikomutaz gibi enzimlerin aktivatörüdür. ATP az 'ı inhibe eder. Sinir sisteminin aşırı duyarlılığını azaltır.

Mg organizmayı başlıca 3 yolla terk eder.

1) Büyük bir kısmı dışkı ile atılır.

2) Gereksinimden fazla alınan Mg organizmadan idrar ile atılır.

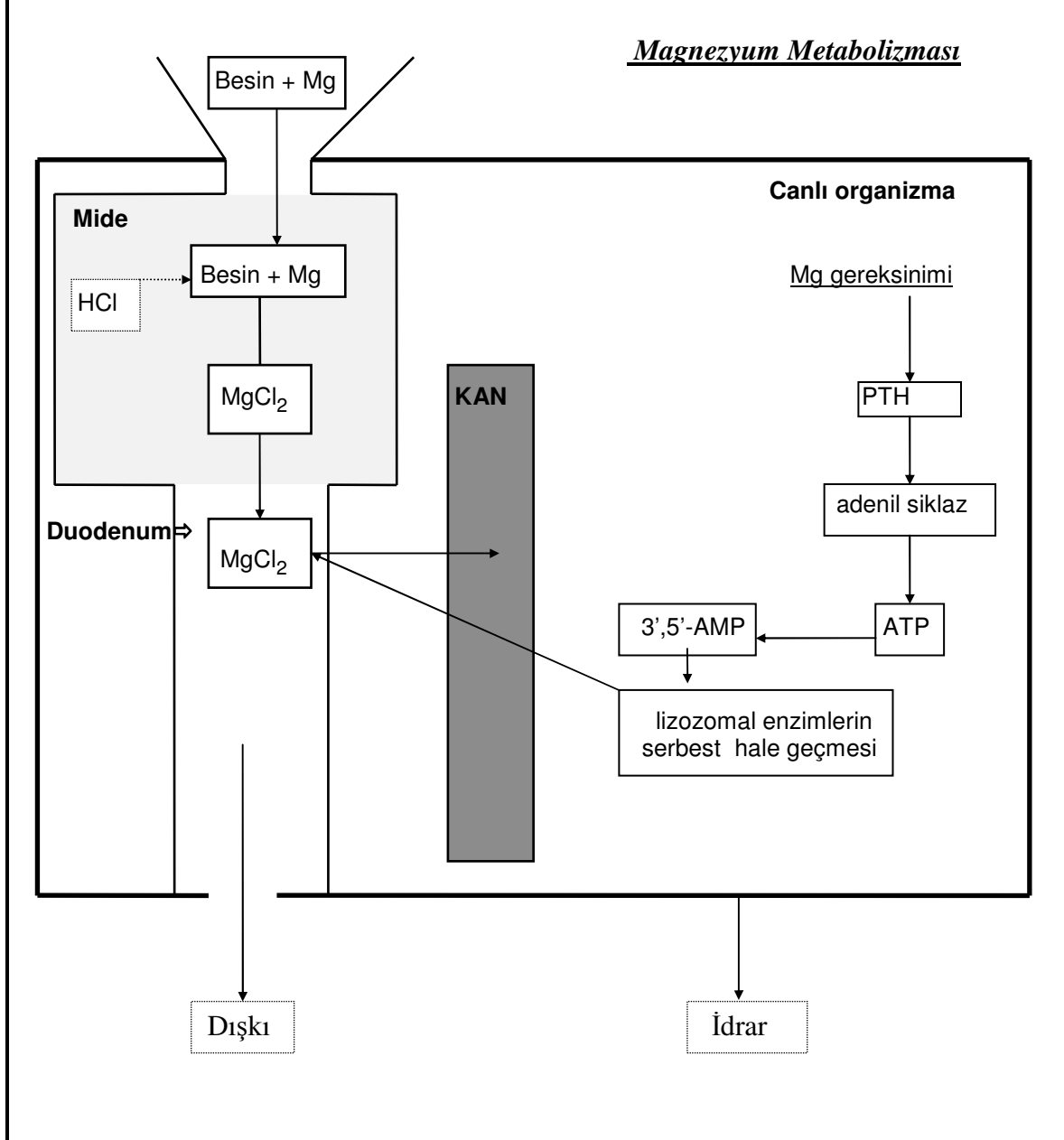
3) Normal laktasyonda bulunan bir inek, bu yolla 3 gr Mg çıkarır.

Magnezyum eksikliği durumlarında aşırı duyarlılık (tetani), aşırı kemikleşme, endokardium'da ve büyük damarlarda kireçlenmeler görülür. Plazma Mg düzeyinin yükselmesi ise kas ve sinirlerin uyarılma yeteneğinde düşmeye neden olur. Serumda % 5 mg'ın üstünde olması anestezi etkisi meydana getirir. Gerçekten de serum magnezyum konsantrasyonunu % 20 mg 'a kadar yükseltebilen bir damar içi magnezyum şırıngası, hemen derin bir anestezi, narkoz etkisi ve kaslarda felç meydana getirir.

Genellikle emilim bozukluğu ile birlikte görülen gastrointestinal hastalıklarda, proteinden yetersiz beslenmelerde, devamlı idrar söktürücü ilaçların kullanılmasına bağlı olarak idrarla aşırı Mg atılmasında, böbrek hastalıklarında, akut alkolizmde, karaciğer sirozunda, Mg yetersizliği görülür. Kan serumunun Mg miktarı hipotroidizm'de yükselir. Mg 'dan yetersiz beslenmede hepatitis, nefritis ve endokardium, büyük damarlar ve dalakta kireç birikmesi görülür. Mg düzeyi % 0,7 mg 'a düşerse şiddetli tetani, % 0,5 mg 'a düşünce de ölüm görülür.

**Cayır tetanisi (Hipomagnezemi).** Mg 'dan fakir yörelerde otlayan sığırlarda görülür. Belirtileri tetani, ağır durumlarda kas konvülsiyonlarının izlediği aşırı duyarlılıktır. Kan plazmasında alb. / glob. oranı düşmüştür.

Yeme Mg tuzları katılarak, ya da otlaklar Mg bileşikleriyle takviye edilerek hastalığın tedavi edildiği ve önlendiği bildirilmektedir.



Tablo 25.6- Makroelementler 3-Magnezyum.

### 3.1.4-SODYUM, POTASYUM, KLOR .

Birbirleri ile çok yakın ilişkiler içinde bulunan bu üç elementin bir arada düşünölmeleri her zaman yazarların tercih ettiği bir durum olmuştur.

**Na**, doğada en çok miktarda deniz sularında bulunur, Suda kolay eridiğinden, yağmurlarla topraktan denizlere taşınır. Bu nedenle, toprakta yetişen bitkilerde az bulunur. İnsanlar tuz (NaCl) biçiminde almaları sayesinde bu elementin noksanlığına uğramazlar. Havuç, karnabahar, kereviz, ıspanak gibi bitkilerle, yumurta, süt ve süt ürünleri gibi hayvansal kaynaklı gıdalarda yeteri kadar bulunur.

Organizma, en çok kıkırdak deri ve akciğerlerde bulunur. Na ekstrasellöler bir elementtir. Örneğın, plazmada % 320 mg düzeyinde olmasına karşı, eritrositler de ki düzeyi % 20 mg dir.

**K**, doğada topraklarda bol miktarda bulunur. Erime yeteneğine sahip olmasına karşılık topraklardaki permutit'ler aracılığı ile adsorbe edilir. Bu şekilde yağmurlarla taşınmaktan kurtulur. Bu şekilde de bitkilerde bol miktarda bulunur. Başlıca, kayısı, şeftali, muz portakal, patates, lahana gibi bitkisel kaynaklı ve dana eti, tavuk eti ,karaciğer gibi hayvansal kaynaklı maddelerde bol miktarda bulunur.

Organizmada ise, kas, karaciğer, beyin ve eritrositlerde bulunur. K intrasellöler bir elementtir.

**Cl**, doğada suların içinde çok, buna karşılık bitkilerde az olmak üzere, özellikle **sodyum klorür** ve **potasyum klorür** halinde bulunur. Organizmaya başlıca NaCl biçiminde alınır.

Organizmada klor dokularda sıvılardan daha az bulunur. Barsaklardan emilen klor, hücre dışı sıvılara ve sıvısı fazla proteini az dokulara gönderilir.

Her üç elementte ince barsaklardan emilirler.

Besinlerle fazla sodyum alınması, potasyum tuzlarının, fazla potasyum alınması, sodyum tuzlarının idrarla çıkarılmasına neden olur. Yani aralarında emilimi etkileyen, başka bir deyişle, birbirlerinin atılmasına neden olarak, barsaklardan emilmelerine mani oluş yönünden ters bir ilişki mevcuttur. Bitkisel besinlerde sodyum hemen hiç bulunmadığı için, bitkisel besinlerle beslenen otçullarda ve kısmen de insanlarda, sodyum gereksinimi yüksektir. Ayrıca bunlarda potasyumda, sodyuma nazaran daha çok alındığından az da olsa alınan sodyum ters ilişkiden dolayı emilmeden organizmadan atılır. Yaban otçular, özellikle geyikler, tuz, dolayısı ile sodyum bulabilmek amacıyla büyük uzaklıklara göçerler. Bundan da avcılar yararlanırlar. Bazı yerlere kaya tuzu parçaları koyarak tuzaklar hazırlarlar. Bir bakıma bu hayvanlar sodyum uğruna hayatlarını kaybetmiş olurlar. Yine sığırlara beslenmeleri sırasında içinde tuz ihtiva eden yalama taşları önlerine konur. Bu surette besilerinde ki sodyum, potasyum dengesi sağlanmış olur.

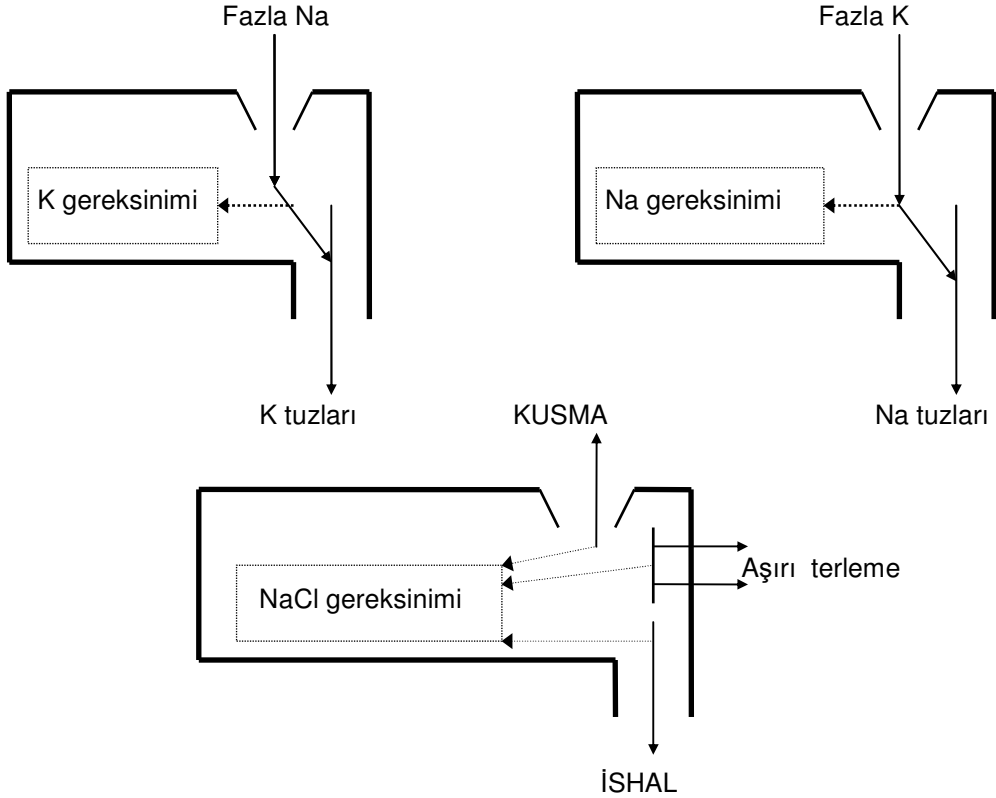
## MAKROELEMENTLER ④

④

**Na, K  
Cl**

*Sodyum, Klor,  
Potasyum*

- Doğada, **Na**, en çok deniz suyunun katımında, hayvansal besinlerde, **K**, otlarda, bitkisel besinlerde, **Cl**, tuz şeklinde bulunur.
- Organizmada, en çok **Na**, kıkırdak, deri, akciğer'de, **K**, karaciğer, böbrek, dalak'ta bulunur.



### GÖREVLERİ

1. Normal ozmotik basınç ilişkilerinin ve asit baz dengesinin sürdürülmesi ve gazların taşınması olaylarında etkileri vardır.
2. Plazma proteinlerinin su bağlama yetenekleri üzerinde etkilidirler ve ayrıca kan plazmasında globulinlerin çökmesini de sağlarlar.
3. Na ve Cl iyonları kas ve sinir uyarımlarının normal düzeyde tutulabilmesinde önemlidirler. Bu yönden Ca ve Mg iyonlarının karşıtı görev yaparlar.
4. Pankreas salgısı ve safra gibi sindirim salgılarının katımında kandaki Na ve K bileşikleri önemli yer tuttukları gibi mide salgısındaki serbest HCl kanda bulunan NaCl' den üretilir.
5. Ayrıca, K iyonu belirli metabolizma tepkimeleri Örneğin; transfosforilasyon, içinde gereklidir

**Tablo 25.7- Makroelementler 4-Sodyum, Potasyum, Klor.**

İnsanlarda olağan beslenme koşullarında, sodyum, potasyum ve klor noksanlığı görülmez. Ancak, ağır ishaller, kusma ve terleme durumlarında, özellikle bu olaylar uzun sürerse, sodyum klorür eksikliği ortaya çıkabilir. Fazla terlemeyi gerektirecek olaylarda görev yapanların, örneğin, fazla sıcakta çalışan işçilerin, ya da sıcak bölgeler de görev yapan askerlerin tuzlu içecekler veya tuz tabletleri almaları gerekmektedir. Yine sporculara antremanları takiben tuz tabletlerinin ya da çok tuzlu ayran verilmesinin nedeni, çalışmalar sırasında fazla miktarda sodyum klorür kaybetmeleri sonucu, sodyum, potasyum dengesinin bozulmaması içindir.

Dikkat edilecek olursa, çiğ köfte, acılı kebablar gibi tuz yönünden zengin yemekler, daha çok sıcak iklimde sahip yörelerin yiyecekleridir. Bu da o yörelerin insanların doğal beslenmeleri ile bu dengeyi bilinçli veya bilinçsiz kurduklarını göstermektedir.

Sodyum, potasyum ve klor'un organizmadaki görevleri Tablo 25.7 'de verilmiştir. Bunun dışında özetlenirse;

Sodyum, tek başına ekstrasellüler sıvıda ozmotik basınç dengesini korur, su kaybına karşı durur. Kasın normal uyarılmasını ve hücrenin geçirgenliğini (permeabilitesini) korur.  $Cl^-$  ve  $HCO_3^-$  ile beraber ise, asit - baz dengesini sağlar.  $\beta$ -galaktozidaz, ve  $\beta$ -amilaz enzimleri Na tarafından aktive edilirler.

Potasyum, normal kişilerde kas aktivitesine (özellikle kalp kasına) etkilidir. Hücre içinde asit - baz dengesine, ozmotik basınca su tutulmasına, türlü metabolizma reaksiyonlarına etki ederler. Aktivatör olarak bir çok enzime yardım eder. Potasyum kimi metabolik tepkimeler için koşuldur, örneğin, fosforilasyonlar gibi. Ayrıca, doku hücrelerinin fazlaşmasını sağlayıcı bir etkisi ve diüretik (idrar arttırıcı) fonksiyonunda bilinmektedir. Karbamil fosfat sentetaz ile piruvat kinaz enzimleri K tarafından aktive edilirler.

Klorun organizmada en önemli kullanılış yeri mide salgısındaki HCl sentezidir.

Kandaki normal sodyum, potasyum, klor düzeyleri ve bunların düştüğü ve yükseldiği durumlar, Tablo 25.8'de verilmiştir.

Serum sodyum miktarı, dehidrasyonda, böbrek üstü bezinin aşırı çalışmasında veya böbrek üstü bezi hormonlarının tedavi amacıyla kullanıldığı durumlarda yükselir. Aşırı su alınmasında (su zehirlenmesi), kronik böbrek hastalıklarında, yanmalarda, ishal, kusma ve şiddetli terlemelerde ise azalır.

Serum potasyum miktarı, yaygın doku harabiyetinde, böbrek üstü bezinin yetersizliğinde yükselir. Böbrek üstü bezinin aşırı çalışmasında, kronik böbrek hastalıklarında ve diüretik ilaçların kullanılmasında düşer. Kandaki miktarı çok azalır, çizgili kaslarda felçler ve kalp kasında bozukluklar görülebilir.

Her üç elementte organizmayı idrar ve ter ile terkeder.

<b>④ Na, K, Cl Devam ↗</b>		<b>MAKROELEMENTLER ④</b>		
<b>KANDA Sodyum DEĞERLERİ</b>	<b>Hayvanın türü</b>	<b>Normal Değerler % mg</b>	<b>Düştüğü Durumlar</b>	<b>Yükseldiği Durumlar</b>
	Sığır Koyun At Kedi Köpek	323 ± 3,9 338 ± 7,6 303,6 - 312,8 147-156 meq/l 338 ± 9,2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su zehirlen - mesi</li> <li>• Kronik böb - rek hastalıkları</li> <li>• Yanık olayları</li> <li>• İshal</li> <li>• Kusma</li> <li>• Şiddetli terleme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dehidrasyon</li> <li>• Böbrek üstü bezi aşırı çalışması</li> </ul>
<b>KANDA Potasyum DEĞERLERİ</b>	<b>Hayvanın türü</b>	<b>Normal Değerler % mg</b>	<b>Düştüğü Durumlar</b>	<b>Yükseldiği Durumlar</b>
	Sığır Koyun At Kedi Köpek	19,7 ± 2,2 3,9 - 5,4 meq/l 9,6 - 18,8 16 - 18 16 ± 1,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kronik böb - rek hastalıkları</li> <li>• Böbrek üstü bezinin aşırı ça- lışması</li> <li>• Diüretik ilaçların kullanıl - ması</li> <li>• Çizgili kaslar- da felç</li> <li>• Kalp kasında yapısal bozuk - luklar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yaygın doku harabiyeti</li> <li>• Böbrek üstü bezinin yeter - sizliği</li> <li>• Tetani</li> </ul>
<b>KANDA Klor DEĞERLERİ</b>	<b>Hayvanın türü</b>	<b>Normal Değerler % mg</b>	<b>Düştüğü Durumlar</b>	<b>Yükseldiği Durumlar</b>
	Sığır Koyun At Kedi Köpek	385 ± 44 367 ± 9,8 351 - 355 705 ± 29 373 ± 17		

**Tablo 24.8- Makroelementler 4-Sodyum, Potasyum, Klor**

### 3.1.5- KÜKÜRT.

Doğada, **kükürt** bileşiklerinden, yalnız protein ve amino asitlerde bulunan tiyo ( HS ), ditiyo (— S — S —) ve metiltiyo ( CH<sub>3</sub> — S —) lardan insan ve hayvan organizması yararlanabilir. İnsanların kükürt gereksinimi tüylü, kıllı hayvanlara göre daha azdır.

Bazı besinlerde ve sularda bulunan az miktarda sulfat iyonu ve bileşikleri barsaklardan emilirlerse de, organizma tarafından yararlanılmadan atılırlar.

Organizmada kükürt oldukça büyük miktarlarda ve özellikle protein biçimindeki kükürtlü amino asitler halinde bulunur.

Bundan başka kimi polisakkaritlerde sülfat biçiminde (kondroitin sulfat, mükoidin sulfat, heparin vb.) de vardır.

Organizmada tüm proteinler, özellikle saç, tüy, boynuz ve tırnaklar, tendolar, müsin, safra (taurokolik asit biçiminde) tükrük (SCN<sup>-</sup> biçiminde) salgıları ile eritrositler, insülin gibi hormon, tiamin, biotin gibi vitamin, koenzim A gibi trioz fosfat dehidrojenaz ve süksinik dehidrojenaz gibi enzimler kükürt kapsayan maddelerdir.

Kükürt sindirim kanalına iki şekilde girer.

1)Anorganik biçimde. ( Na, K, Mg sulfatlar biçiminde) Bu kükürt barsaklardan olduğu gibi doğrudan doğruya emilir.

2)Organik biçimde. (Proteinlerde ki bazı amino asitlere bağlı kükürt biçiminde. Örneğin, metiyonin, sistin, sistein gibi). Bu kükürt de, proteinler, barsaklarda hidrolize olup yapı taşları olan amino asitlere ayrıldıktan sonra, kükürtlü amino asitler halinde emilirler.

Organik kükürdün çoğu anorganik sulfatla oksitlenip kan dolaşımına geçer ve idrarla atılır.

Karaciğerde oksidasyondan kurtulan kükürt, kükürt taşıyan çeşitli organik maddelerin sentezinde kullanılır.

Anorganik sulfatın bir kısmı, karaciğerde fenollü maddelerle birleşir. Fenoller vucuttan bu şekilde atılır.

Organizmada bulunan sulfatların kaynağının kükürtlü amino asitler olduğuna yukarıda değindik. Bunlar karaciğerde oksitlenerek sulfat iyonu verirler. Bu sulfat iyonunun az miktarı, barsaklarda ortaya çıkan, kokuşma ürünleri fenoller, krezol, difenol, indoksil gibi maddeleri esterleştirerek zehirsizleştirirler.

Karaciğer de geçen esterleşme olayı tam olarak bilinmemekle beraber, son yıllarda sulfatın, önce aktif sulfat (adenil sulfat) haline getirildiği ve son bir basamakta, sülfokinaz adlı enzimle, aktif sulfattan ayrılan sulfat kalıntısı, fenollerin, karbonhidratların, steroidlerin hidroksil grubuna aktarıldığı gösterilmiştir.

Androjen ve östrojenler gibi steroid hormonlarda metabolizmaları sırasında sulfatla konjüge edilirler.

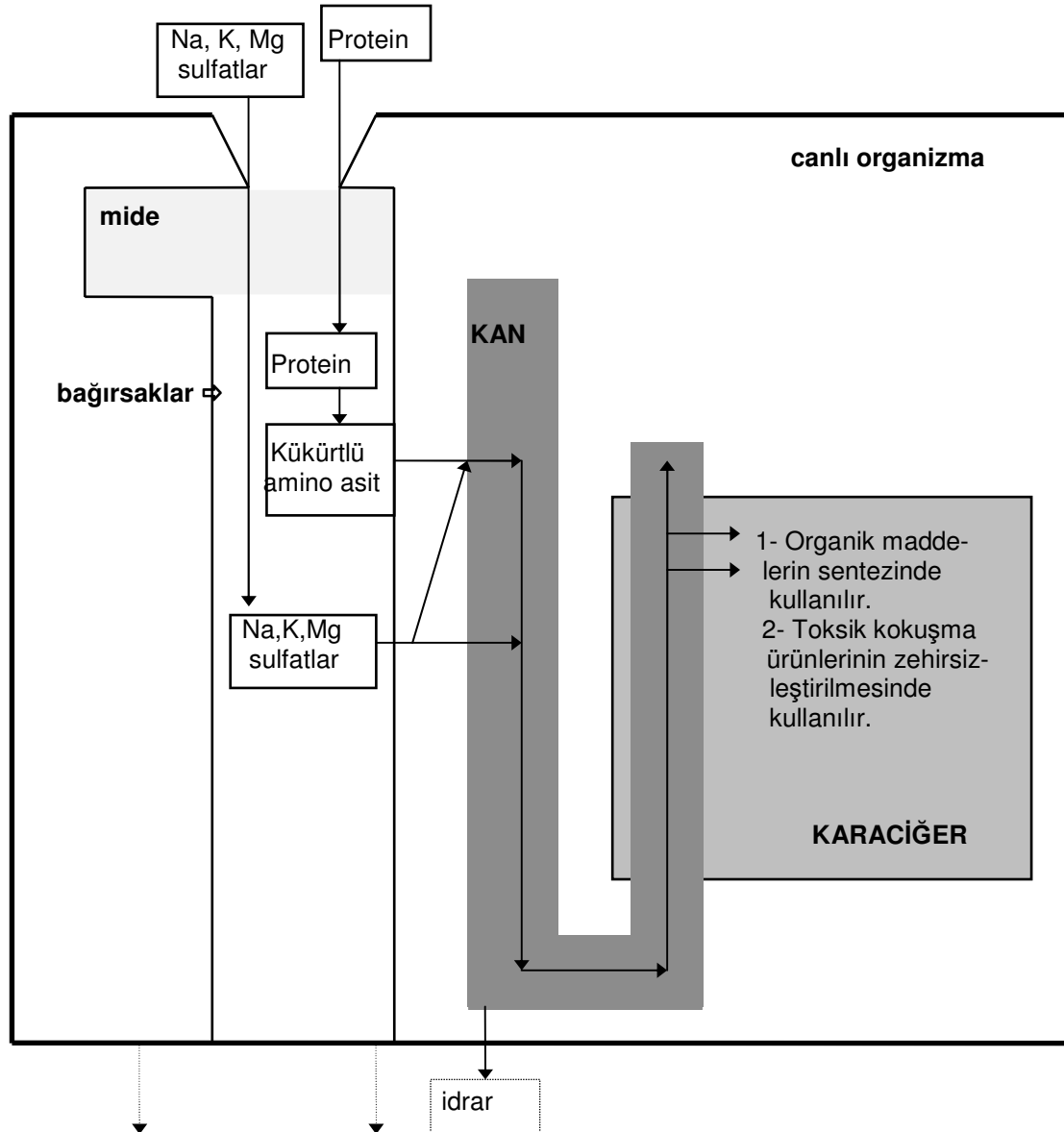


## MAKROELEMENTLER ⑤

⑤

### S Kükürt

- Doğada; sülfhidril, disülfid, metiltiyo halinde amino asitlerde bulunan haliyle insan ve hayvanlar tarafından kullanılır.
- Organizmada; tüm proteinler, özellikle saç, tüy, boynuz ve tırnaklar, tendolar, müsin, safra, tükürük, salgıları ile eritrositler, insülin gibi hormon, tiamin ve biotin gibi vitamin, Koenzim A gibi trioz fosfat dehidrojenaz ve süksinik dehidrojenaz gibi enzimler S kapsayan maddelerdir.



ATILIM: kıl dökülmesi, tırnak, sindirim salgıları, tükürük

Tablo 25.9- Makroelementler 5- Kükürt.

Kükürt, idrarla üç şekilde bulunarak atılır.

1)İdrardaki kükürdün en büyük kısmı **anorganik sulfat** biçimindedir. 2) **Ester sulfatlar** (fenol - sulfat vb gibi) 3)Oksitlenmemiş **nötral kükürt** halinde. Nötral kükürt dokulardan gelen ve sistin, sistein, metiyonin taurin vb. maddelerin yapısında bulunan kükürttür.

Proteince fakir beslenmede anorganik sulfat miktarı çok düşer. Ester sulfat miktarı ise, özellikle barsakta oluşan zehirli maddeleri zehirsizleştirmek için kullanıldığından, bunlarla ilgili olarak azalıp çoğalabilirler.

Kükürt organizmayı idrardan başka, tükürük, sindirim salgıları ile, ayrıca, kılların dökülmesi, tırnak ve boynuzların aşınması ile de terk eder.

### 3.2- İZELEMENTLER

#### 3.2.1- DEMİR .

Esmer renkli topraklarda bol miktarda bulunur. Hatta, toprakların esmer renginin oluşmasında demir tuzlarının rolü olduğuda iddia edilmektedir. Bitkilerde toprakta büyük miktarda bulunan bu demir'den kolayca yararlanırlar ve onları yapılarına alırlar. Hayvanlar da, özellikle ot yiyenler, bu bitkilerden organizmalarına yeteri kadar demir sağlaliyabilirler. Bundan başka sularda da daima bir miktar demir bulunur. Bunlardanda anlaşılıyor ki demir doğadaki besinlerde çok yaygın olarak bulunmaktadır. Sütte demir hemen hemen hiç yoktur.

Demir için en iyi kaynaklar, karaciğer, böbrek, yürek gibi sakatatlar, yumurta sarısı, balık, istridye, fasulya, ıspanak, buğday yulaf unu, hurma, ceviz ve pekmezdır.

İnsan ve hayvanların gıdalarında ki demir, etlerde özellikle, bir porfin iskeleti içinde kompleks organik demir bileşikleri halinde, sebzelerde, anorganik demir bileşikleri halinde ve hayvan iç organlarında yani sakatatlarda, iyonlaşabilen demir halindedir. Organizma, bunlardan, porfin iskeleti içindeki maskelenmiş halde olan kompleks organik demir, midede hemen hemen, hiç açığa çıkarılmadığından, et ve bitkilerdeki (enzimlerin yapısındaki) bu büyük miktarlarda bulunan demirden yararlanamaz. Ancak, sebze ve iç organlarda bulunan, anorganik demir, midede mide asidi HCl ' de eritilerek, demir klorüre çevrilir ve bağırsağın ilk kısmından emilir.

Organizmadaki tüm demir, 4 - 5 gr kadardır. Bunun % 75 'i porfirine bağlı demir şeklindedir. Bu porfirine bağlı demirinde % 55 'i hemoglobinde % 16 'sı parankima enzimlerinde, % 7 'si de miyoglobinde bulunur. Geriye kalan % 25 'den % 20 'si ferritinde depolanmış, kolayca iyonlaşabilen anorganik ferrioksi hidroksit ferrioksi fosfat { (FeOOH)<sub>8</sub> , ( FeO - OPO<sub>3</sub>H<sub>2</sub> ) } bileşiği halinde başta karaciğer olmak üzere, dalak,böbrek, kemik iliğinde bulunur.

⑤ S Devam ↗ <b>MAKROELEMENTLER</b> ⑤				
<b>GÖREVLERİ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organik kükürdün çoğu anorganik sulfatla oksitlenip, kan dolaşımına geçer.</li> <li>Karaciğer'de oksidasyondan kurtulan kükürt, kükürt taşıyan çeşitli organik maddelerin, örneğin, kükürtlü amino asitlerin, heparin'in sentezinde kullanılır.</li> <li>Anorganik sulfatların bir kısmı barsaktan gelen kokuşma ürünü toksik moleküllerin (krezol, difenol, indoksil vb. ) zehirsizleştirilmesinde kullanılır.</li> <li>Androjen ve östrojenler gibi steroid hormonlar da metabolizmaları sırasında sulfatla konjuge olurlar.</li> </ul>			
<b>KANDA Kükürt DEĞERLERİ</b>	<b>Türü</b>	<b>Total Sülfür değeri % mg</b>	<b>Anorganik S değeri % mg</b>	<b>Total Sulfat değeri % mg</b>
	İnsan Sığır Dana Koyun At Köpek Domuz	2,97 ± 0,39 5,64    3,88	1,79 ± 0,40 3,44  2,0 - 4,0 3,0 - 3,7 3,27 1,89	0,076 ± 0,05 13,1 ± 0,92 11,4 ± 2,19

Tablo 25.10- Makroelementler 5-Kükürt.

<b>İZELEMENTLER</b> ①	
① <b>Fe</b> <b>Demir</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doğada, esmer renkli topraklarda bulunur. Dolayısıyla bu topraklarda yetişen bitkilerde de bol miktarda bulunur.</li> <li>Organizmada, başta hemoglobin, myoglobin, solunum enzimlerinde olmak üzere çeşitli dokularda bulunur.</li> </ul>
<b>GÖREVLERİ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hemoglobin'in yapısında bulunan Fe atmosferik oksijeni gevşek biçimde bağlayarak dokuların derinliklerine taşınmasını sağlar.</li> <li>Kasların myoglobin'inde bulunan Fe hemoglobin ile gelen oksijeni depolar.</li> <li>Çeşitli koenzimlerin yapısında bulunan Fe redoks aracısı olarak görev yapar</li> </ul>

Tablo 26.1- İzementler 1- Demir .

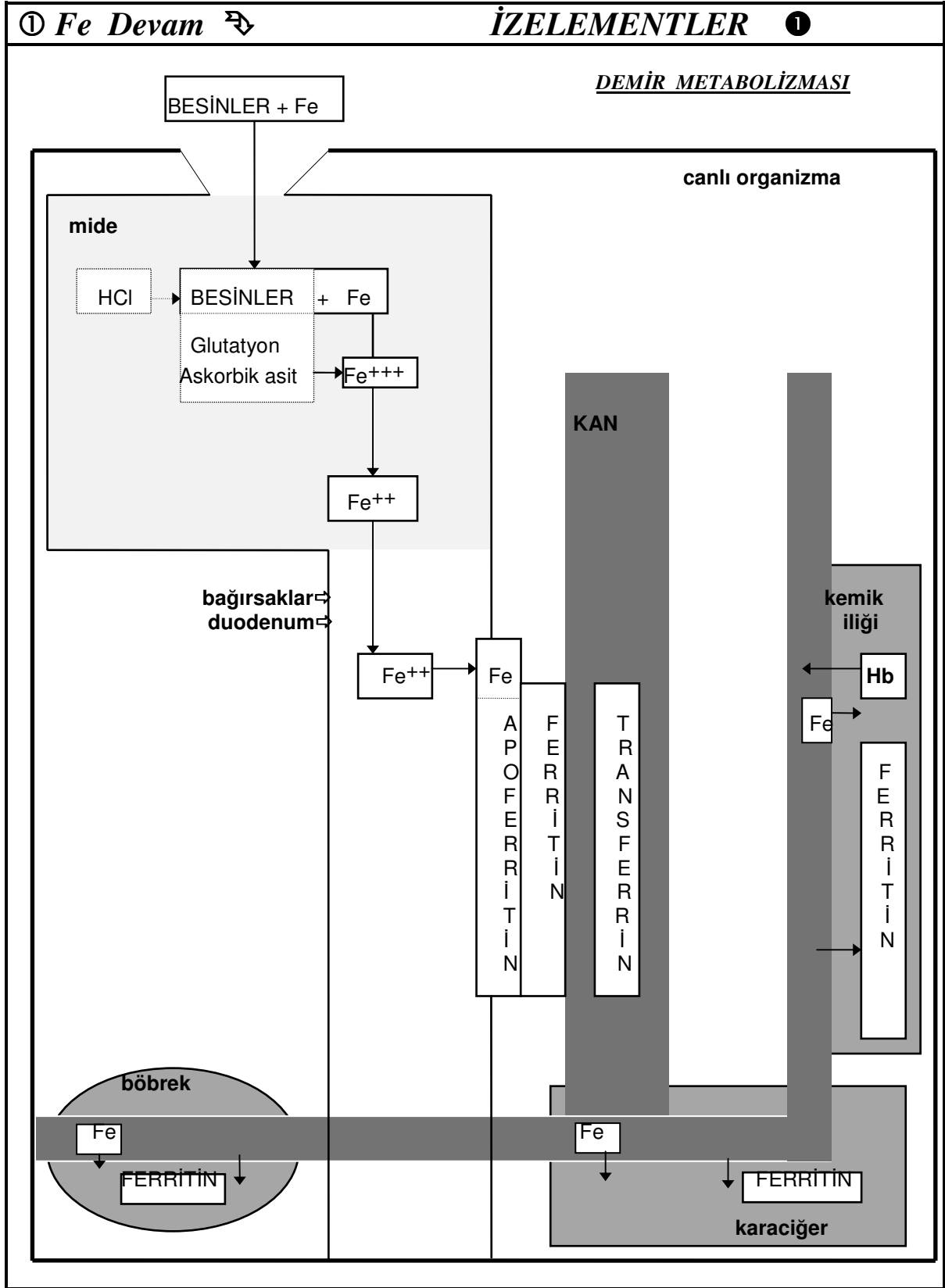
% 3 'lük bölümünde plazmada **transferrin** halinde, geriye kalan ufak bir kısmı ise, eser miktarda serbest ferri iyonu halinde hücre dışı sıvılarda ve her hücrede **hemosiderin** halinde yayılmış ya da anorganik doku demiri halinde bulunur. Organizmaya besin maddelerinin yapısı içinde alınan demir, midede, mide salgısında ki HCl etkisiyle çözeltir. Buradaki demir 3 değerlidir. Yine besinlerin yapısında bulunan, glutatyon, askorbik asit, sülfhidrol bileşikleri gibi, çeşitli indirgen etkiye sahip maddelerin etkisiyle Fe<sup>++</sup> tuzlarına indirgenir. Fe<sup>++</sup> tuzları duodenumun başlangıç bölümlerinden emilir. Buna karşılık Fe<sup>+++</sup> tuzları ancak ortamda Fe<sup>++</sup> tuzları bulunmadığı takdirde ve güçlkle emilime uğrarlar.

Doğal koşullarda bağırsak mukozasında Fe emilimine karşı bir direnç bulunduğu saptanmıştır. **Mukozal blok** adı verilen bu direncin nedeni Fe 'in ancak özel bir mukoza proteini ile birleştikten sonra emilebilmesidir. Bu özel mukoza proteinine **apoferritin** denir. Apoferritin ağırlığının % 23 'ü nispetinde Fe bağılyabilir. İşte ancak bu oranda demir bağılyabildiği içinde sanki emilime karşı bir direnç varmış hissi oluşur . Apoferitin demir bağlayınca **ferritin** adını alır. Ferritin organizmada demirin depo şeklidir. Barsak mukozasından başka, kemik iliği karaciğer ve dalakta da bulunur. Suda eriyen bir protein yapısındadır. Gerktiğinde iyonize olarak plazmaya demir verir. Ferritindeki demir ferri, yani 3 değerli demir şeklindedir.

Demir mukoza hücrelerinden çıkıp kan plazmasının demir bağılyan taşıyıcı proteinine katılarak **transferrin**, veya **siderofilin** adını alır. Molekül ağırlığı 90.000 kadar olan ve her molekülü iki atom Fe kapsayan bu madde organizmada demirin taşınma şeklidir. Dolaşım kanındaki demirin tümü transferrin olarak bağılydır. Ancak, plazma transferrin'inin 1/3 'ü kadarı taşınmaya hazır halde yedek olarak bulunur ve buna **latent demir bağlama kapasitesi** adı verilir. Plazma demiri ile demirle doymamış haldeki transferrin'in toplamına **total demir bağlama kapasitesi** denir.

Demir emilimi büyük ölçüde barsak mukozası tarafından kontrol edilir ve emilim ancak Fe gereksinimi varsa gerçekleştirilir. Askorbik asit ile birlikte demir verilmesi askorbik asidin indirgen etkisinden dolayı, Fe emilimini artırır. Demir emiliminin ihtiyaç olduğu zaman artmasına ilginç bir örnekte, deniz yüzeyinden birden bire 4500 m yükseğe çıkanlarda Fe emiliminin bir hafta içinde dörtkatına çıkmasıdır.

Normal yaşamları sona eren eritrositlerin parçalanmaları ile serbest kalan, hemoglobin'in yapısındaki Fe **RES** (retiküloendotelyal sistem) hücreleri tarafından hemoglobinden ayrılır. Bir bölümü karaciğer ve dalakta depolanır. Kalanı yeniden hemoglobin yapımında kullanılmak üzere kemik iliğine taşınır. Başka bir deyişle normal koşullarda organizmanın demir kaybı hemen hemen yoktur. Kayıp depolardan karşılanır. Depolardaki azalma ise bağırsaklardan emilimle telafi edilir.



Tablo 25.2- İzelemler 1- Demir.

Demirin organizmadaki görevleri Tablo 26.1'de, kandaki demir düzeyleri ise Tablo 26.3 'te detaylı olarak verilmiştir.

Organizmada, mide kanamaları ya da yaralanmalardan ileri gelen kanamalar gibi nedenlerle vücuttaki Fe azlığına **anemi (kansızlık)** adı verilir.

**Anemi** dolaşım kanındaki hemoglobin konsantrasyonunun normalden az olduğu bir durumdur. Çok kez hemoglobinle birlikte içinde olduğu eritrositlerinde azaldığı görülür. Bazı anemi şekillerinde eritrositler normalden daha büyüktür. Buna **makrositer anemi** denir. Eritrositlerin normalden küçük oldukları anemilere de **mikrositer anemi** adı verilir. Türlü anemi tiplerinde en başta demir eksikliğinden dolayı hemoglobin sentezinin yeteri kadar yapılamaması sonucu oluşan anemi vardır ki buna **hipokrom anemi** denilir. Bu tip anemilerin çoğunda makrositer tabiattadır.

Birde bunun tersi 2 olay vardır ki, birincisi, paranzim hücrelerine bir zarar vermeksizin, fazla miktarda demirin depolanmasıdır. Buna **hemosideroz** denir. İkincisi de, dokulara zarar veren deponma şeklidir. Buna da **hemokromatoz** adı verilir. Bu olay da demir emilimi artmış, depolardaki demir normalin 10 katına çıkmıştır.

Demir başlıca barsaklar, az olarakta, böbrekler yolu ile ve terle atılır. Menstruasyon, gebelik, doğum ve laktasyonda az bir miktar demir atılır.

### 3.2.2- BAKIR .

Doğada, özellikle bitkisel kaynaklı besin maddelerinde bol miktarda bulunur. Kuru nohut, bakla ve benzerleriyle, ceviz, fındık ve benzerlerinde, yapraklı sebzelerde yeteri kadar bulunur. Bunun dışında karaciğer ve sütte Cu yönünden zengindirler.

Organizmada, yetişkin bir insanda 100-150 mg kadar bakır bulunur. En büyük miktarda karaciğer, böbrek, kalp, kemik, kas, beyin, saç ve yapağıda bulunur. Fakat kitlesel olarak en çok karaciğerdedir.

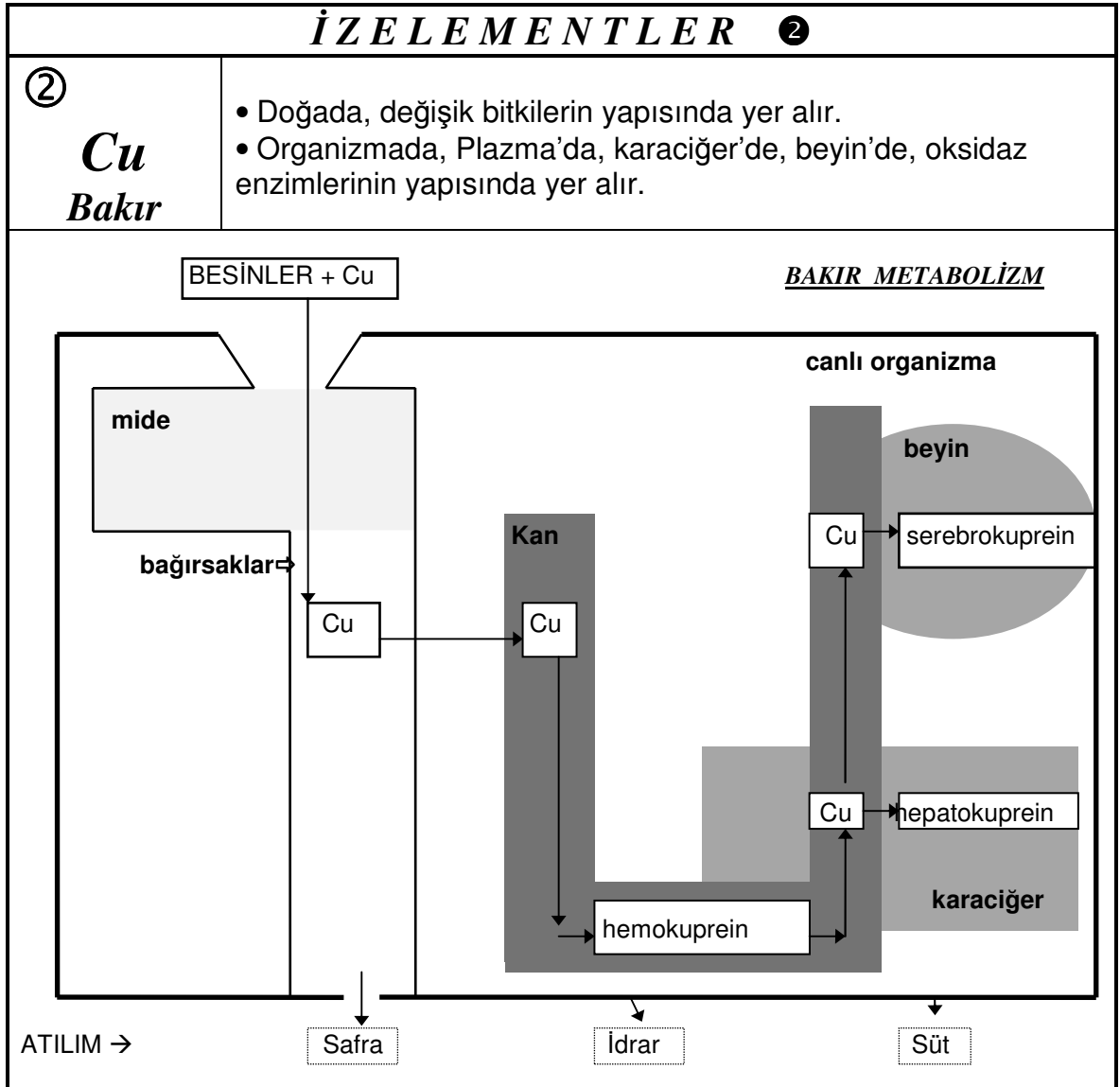
Besinlerle alınan Cu bağırsaklardan emilir. Cu emilimini Mo ve inorganik sulfatlar engellerler.

Plazma Cu'nun en önemli bölümünü **serüloplazmin** adı verilen bir protein oluşturur. Serüloplazmin'in molekülünde 8 Cu atomu bulunur. Oksidaz aktivitesi gösterir.

Kan dolaşımına alınan bakır, kan yolu ile farklı dokulara taşınır. Her dokuda o dokuya ait özel isimler alan Cu'lu proteinler oluşturur. Eritrositler ve plazma'dakine, **hemokuprein**, karaciğer'dekine **hepatokuprein**, beyin'dekine **serebrokuprein** adı verilir.

① Fe devam ➡		İZELEMLER ①		
KANDA Demir DEĞERLERİ	Türü	Normal Değerler % µg	Düştüğü Durumlar	Yükseldiği Durumlar
	Sığır	162,4 ± 18,1	• Anemi'ler	• Hemokromatoz
	Dana	195,3 ± 18,8		
	Koyun	193,7 ± 18		
	At	111 ± 11		
	Kedi	68 - 215		
	Köpek	167 ± 32,3		
	Domuz	175 ± 67,6		

Tablo 26.3- İzelemler 1-Demir



Tablo 26.4- İzelemler 2- Bakır.

Bakır eksikliğinde, hemoglobin sentezinin azalması, demirin hemoglobin sentezinde kullanılabilmesi için bakırın yardımına ihtiyacı olduğu görüşünü kuvvetlendirmiştir. Bakır organizmada bazı enzim etkileri için önemli olduğu gibi, hemoglobin oluşumunda ve eritropoez'de katalizör görevi üstlenir. Ayrıca bakır, sitokrom a, katalaz, tirozinaz, mono aminoksidaz, askorbik asit oksidaz ve ürikaz'ın yapısında yer alır.

Kafadan bacaklılarda ve yılanlarda hemoglobin yerine geçen, **hemosiyanin** adı verilen bir madde bu hayvanlarda oksijenin taşınmasında görev alır.

Kandaki bakır değerleri Tablo 26-5'de verilmiştir. Cu eksikliği çeşitli türlerde değişik hastalıklara neden olur. Tavuklarda ve köpeklerde raşitizm benzeri kemikleşme bozuklukları, sığırlarda sürekli ishaller ve miyokard enfarktüsüne bağlı ani ölümler, koyunlarda yapağının rengini ve karakteristik kıvrımlarını kaybetmesi yanında kuzularda **enzootik ataksi** görülür. Bu hastalık yurdumuzda yaygın olarak görülür ve önemli ekonomik kayıplara neden olur. Serum bakır düzeyi bakır için kritik bir nokta olan % 50 µl 'nin altına düşer.

Serum bakır düzeyi, çeşitli enfeksiyonlarda, glomerulonefritis'te, miyokart enfarktüsünde, östrojen verilmesi gibi hallerde yükselir.

İnsanlarda ise Cu metabolizmasının en önemli bozukluğu, seruloplazminin beyin ve karaciğerde yığılması, kanda azalması, idrarla dikarboksilli peptidler ve serbest amino asitler çıkarılması ile karakterize olan **hepatoliküler dejenerasyon (Wilson - Uzman hastalığı)** dir.

### 3.2.3- KOBALT .

Doğada, bazı topraklarda yeter miktarda bulunduğu halde, bazılarında azdır. Az kobaltlı topraklarda gelişen otlarla yetişen hayvanlarda anemi görülür. Bunun nedeni, **B<sub>12</sub>** Vitamini olan **siyano kobalamin** oluşturulamamasıdır.

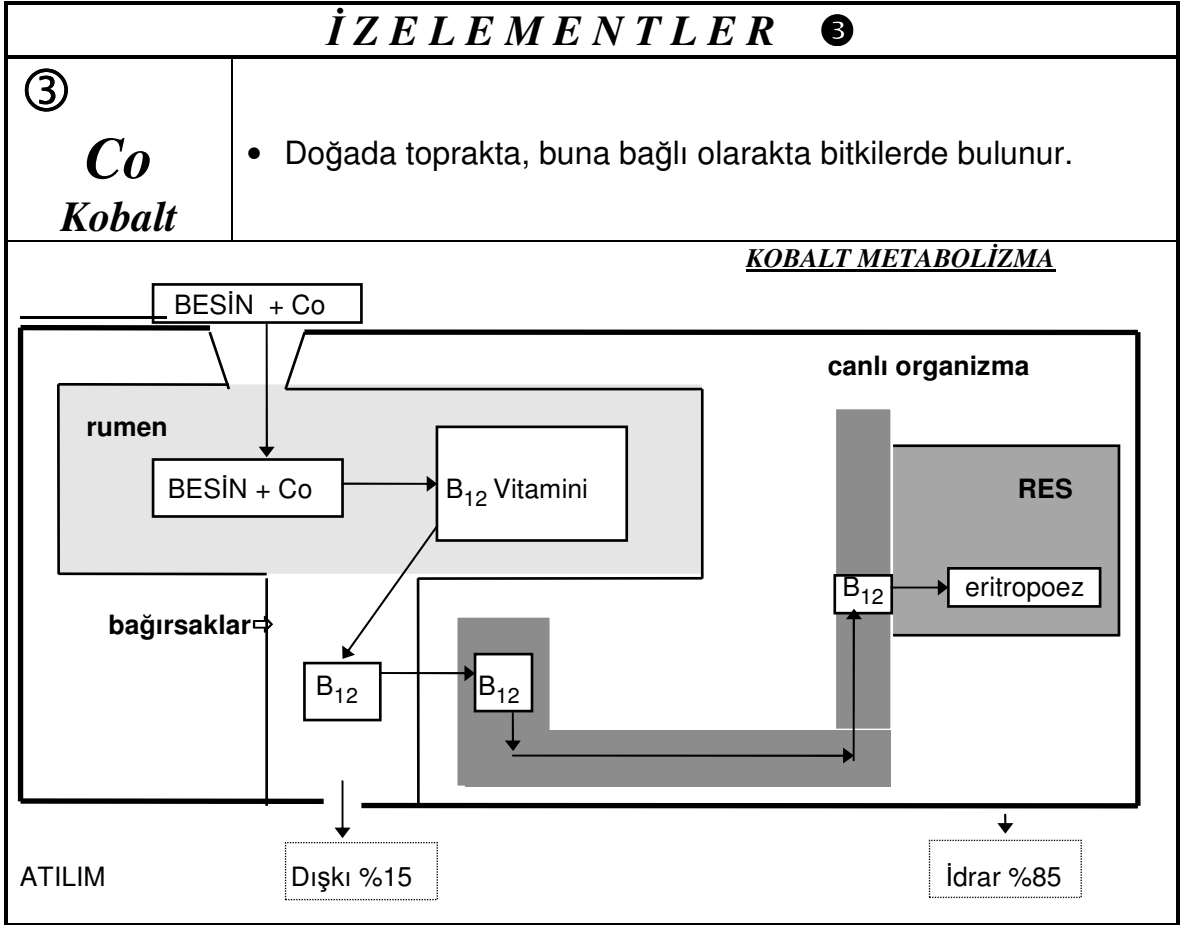
Kobalt organizmada ancak, karaciğerde depolanmış olarak en fazla miktarda bulunur. Diğer dokularda eser miktarda yer alır. Besinlerle alınan kobalt özellikle geviş getiren hayvanların rumenin de B<sub>12</sub> vitamininin sentezinde kullanılır. Bu vitamin yapısında %4,5 oranında kobalt kapsar.

Ağız yolu ile verilen kobalt hayvanlarda eritrosit çoğalmasına neden olur. Yani eritropoez'i kamçılar. Bu eritropoez'i uyaran eritropoietin hormonunun salgılanmasının kobalt tarafından zorlanması ile yorumlandığı gibi, kobaltın sitokrom oksidaz, süksinik dehidrojenaz gibi enzimleri inhibe etmesi şeklinde de etki gösterebileceği düşünülmüştür. Bazı yazarlar da eritropoez'i B<sub>12</sub> vitamininin kamçıladığı görüşündedirler.



② Bakır Devam ↗		İZELEMENTLER ②		
<b>GÖREVİ</b>	• Memelilerde bakırın en önemli görevlerinden birisi, eritropoz'-deki rolüdür.			
<b>KANDA Bakır DEĞERLERİ</b>	<b>Türü</b>	<b>Normal Değerler % µg</b>	<b>Düştüğü Durumlar</b>	<b>Yükseldiği Durumlar</b>
	İnsan Sığır Dana Koyun Domuz	114,6 ± 12,2 115 ± 31 79 ± 24 101 ± 96 138 ± 15,2	• <u>İnsan</u> : Wilson-Uzman hastalığı • <u>Tavuk-Köpek</u> Raşitizm benzeri kemikleşme bozukluğu. • <u>Sığır</u> İshal, Myokard enfarktüsü • <u>Kuzu</u> Enzootik ataksi	• <u>İnsan</u> Enfeksiyonlar, glomerilonefrit, östrojen veril -mesi

Tablo 26.5- İzelementler 2- Bakır.



**Tablo 26.6- İzelementler 3- Kobalt.**

Kobalt noksanlığında, geviş getiren hayvanlarda, iştahsızlık, büyük hücreli anemi, yağlı karaciğer, dalakta hemosiderozis gibi belirtiler veya patolojik durumlar gözlemlenir. Kobalt noksanlığı sadece geviş getiren hayvanlarda görülür. Çünkü, sadece ruminantlar, mikrofloralarında B<sub>12</sub> vitamini sentezlerler.

Organizmadan kobalt büyük oranda idrarla, biraz da dışkı ile atılır.

### **3.2.4- ÇİNKO .**

Çinko doğada, bitki ve hayvan kaynaklı besinlerde çok yaygındır. Büyüme ve üreme gösteren her biyolojik materyalde, yeter miktarda bulunur. Buğday çimi, bira mayası, marul ve salatalar, karaciğer, midye ve benzeri deniz ürünleri, özellikle çinko'ca zengindirler. Sütün litresinde de 2-3 mg kadar bulunur.

Organizmada çinko, prostat. saç, kemik, karaciğer, böbrek, kaslar, pankreas, dalak gibi organlarda bulunur.

Çinko, alkol dehidrojenaz, glutamik dehidrojenaz, ürikaz, böbrek fosfatazi, karboksipeptidaz, eritrositik karbonik anhidraz gibi enzimlerinin de yapı taşıdır. Ayrıca, pankreas ve duodenum salgıları da çinko içerir.

Çinko'nun özellikle, bitkilerin beslenmesinde büyük önem taşıdığı ve birçok bitki hastalığının çinko eksikliğinden kaynaklandığı ziraat'çılar tarafından bildirilmektedir.

Besinlerle organizmaya alınan çinko'nun az bir kısmı bağırsaklardan emilir. Oradanda yukarıda ki saydığımız organ ve dokulara taşınır. Buralarda da yapılarını oluşturduğu enzimlere dahil olur. Bu enzimlerden karbonik anhidraz birçok türde, yaşam için çok önemli bir enzimdir. Bu enzim organizmada pH değerinin belli sınırlar arasında tutulmasını sağlayan reaksiyonu katalize eder.

Çinko, karbonhidrat metabolizmasının önemli bir hormonu olan **insülin** molekülünün bir parçasıdır. Ancak, insülin molekülüne çinko'nun ne zaman girdiği, ya da insülin'in çinkosuz da etkinlik gösterip gösteremeyeceği açıkça anlaşılmış değildir.

Sıçanlarda deneysel olarak meydana getirilen çinko yetersizliğinde, kıl dökülmesi, iyi büyüyememe, zayıflama, dermatidis ve alopecia görülmüştür.

İnsanlarda siroz'da çinko değeri yaklaşık normalin yarısına düşer. İdrarla atılan miktar çoğalır. Siroza ait bazı semptomlar bundan ileri gelir. Yine sirozlu karaciğer dokusunda, çinko'nun önemli azalma gösterdiği bulunmuştur. Lösemi'de de lökositlerin çinko miktarı normaldekinin, onda birine iner.

Bazı türlerdeki normal çinko değerleri Tablo 26-8'de verilmiştir.

Çinko organizmayı, özellikle dışkı ile biraz da idrar ile terk eder.

③ Co Devam ↗		İZELEMENTLER ③	
<b>GÖREVİ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruminant'larda B<sub>12</sub> Vitamininin sentezinde görevlidir. Eritropoez için gereklidir.</li> </ul>		
<b>KANDA Kobalt DÜZEYİ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koyun'larda : 0,53 ± 0,15 µg / 100 ml</li> </ul>		

Tablo 26.7- İzelementler 3- Kobalt

İZELEMENTLER ④				
④	<p><b>Zn</b> <b>Çinko</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Doğada, bitkisel ve hayvansal kaynaklı besin maddelerinde yaygın olarak bulunur.</li> <li>Organizmada, karbonik anhidraz, alkol dehidrojenaz enzimleri ile saç, kemik, göz, prostat ve pankreas'ta bulunur.</li> </ul>			
		<b>ÇİNKO METABOLİZMASI</b>		
		<p>The diagram illustrates the zinc metabolism process. It starts with 'BESİN + Zn' entering the 'mide' (stomach). From there, 'Zn' is absorbed into the 'KAN' (blood). In the blood, 'Zn' combines with 'Protein', a process catalyzed by 'Karbonik anhidraz'. The resulting 'Zn + Protein' is then excreted in 'İdrar' (urine). Additionally, 'ATILIM →' (excretion) is shown as 'Dışkı %80' (feces 80%) and 'İdrar' (urine).</p>		
<b>KANDA Çinko DEĞERLERİ</b>		<b>Normal Değerler % µg</b>	<b>Düştüğü Durumlar</b>	<b>Yükseldiği Durumlar</b>
	<b>Türü</b>			
	İnsan	300 ± 160		
	Siğır	150		
	At	319 ± 34		
	Kedi	438		
	Domuz	75 ± 10		

Tablo 26.8- İzelementler 4- Çinko.

### 3.2.5- MANGANEZ .

Bikkilerin beslenmesinde gerekli bir element olan mangan, doğada da bitkilerde ve onunla beslenen hayvanların etinde yeteri kadar bulunur.

Organizmada, yetişkin bir insanda, vucutta 10-20 mg kadar bulunur. Dokularda pek azdır. En çok karaciğer'de vardır. Daha az olarak böbrekte bulunur. Bağırsaklardan güçlükle emilir ve dokularda da uzun süre tutulmaz. Yapılan izotop çalışmalarında görülmüştür ki, mangan, karaciğer'in mitokondri fraksiyonunda toplanmıştır.

Sığırlarda deneysel Mn eksikliğinde yavruların emzirilmesi durmakta, erkeklerde testis dejenerasyonları ve zamanla **sterilite** (kısırlık) gelişmektedir. Mn eksikliğinde, tavuklarda **perozis**, sığırlarda, **sterilite**, domuzda **topallık**'lar saptanmıştır.

Mn, arjinaz, fosfoglikomutaz, heksokinaz, izositrik dehidrojenaz, pirofosfataz enzimlerinin aktivatörüdür.

Plazmada bir  $\beta$ -globülin'e bağlanmış olarak bulunur ve buna **transmanganin** adı verilir.

Mn organizmadan, çoklukla dışkı, daha az olarak safra ve idrarla atılır.

### 3.2.6- MOLİBDEN .

Bitkiler için son derece önemli bir element olan Mo doğada bitkilerde yeterli miktarda bulunur. Organizmada ise kemiklerde ve daha az olarak karaciğer ve böbreklerde yer alır.

Hayvanlarda en önemli görevi, ksantinin ürik asit halinde oksitlenmesini katalizleyen ksantin oksidaz enziminin yapısında bulunmasıdır.

Mo, bağırsaklardan kolayca emilmesine rağmen, emilim konusunda Cu ile karşıtlığı söz konusudur. Fazla Mo alınması Cu emilimini, Fazla Cu alınması ise Mo emilimini aksatır.

### 3.2.7- FLOR .

Doğada, topraklarda  $CaF_2$  halinde bulunur. Bitkiler topraktan yapılarına alırlar. Kimi sularda da bulunur. Organizmada, kemik ve özellikle dişlerde bulunur.

Vücuda girip emilince hızla kemiklere ve dişlere gönderilir. Dişlerde florürlü apatitler biçiminde depolanır. İnsan ve hayvanlarda dişlerin gelişimi ile yakından ilgilidirler. Dişlerin oluştuğu yaşlarda litrede 0,9-1,5 mg başka bir deyişle 0,9-1,5 ppm düzeyinde sularda bulunması diş çürüklerini en az düzeye indirir. Bu yoğunluktan daha az yoğunluktaki suları içenlerde diş çürükleri, daha fazla yoğunluktaki suları içenlerde ise, lekeli ve biçim yönünden hatalı dişler oluşur. Flor'dan zengin besin ve suların alınmasında flor zehirlenmeleri yani **florozis** görülür

Flor organizmadan idrar ile çıkarılır.

<b>İ Z E L E M E N T L E R ⑤ - ⑥ - ⑦</b>	
⑤ <b>Mn</b> <b>Manganez</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organizmada, tüm dokularda düşük düzeylerde bulunur. Karaciğer ve böbrekler'de depo edilir.</li> </ul>
<b>ÖNEMİ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arjinaz, fosfoglikomutaz, heksokinaz, izositrik dehidrojenaz, pirofosfataz ve çeşitli dekarboksilazların aktivatörüdür.</li> <li>Hücresinin mitokondriyumunda yoğunlaşır.</li> </ul>
<b>Noksanlığında Oluşan Hastalıklar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>Tavuklar'da</u> : Perozis</li> <li><u>Sığır'da</u> : Sterilite</li> <li><u>Domuz'da</u> : Topallıklar</li> <li><u>Sıçanlar'da</u> : Kısırlık, büyüme durması</li> </ul>
⑥ <b>Mo</b> <b>Molibden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doğada, çeşitli bitkilerde bulunur.</li> <li>Organizmada, en çok kemiklerde, daha az olarak karaciğer ve böbrekte bulunur.</li> </ul>
<b>ÖNEMİ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hayvanlar da ksantin'in, ürik aside çevrilmesini (oksitletme - sini) katalizleyen ksantin oksidaz'ın yapısında yer alır.</li> <li>Besinlerle az Mo alınması Cu emilimini artırır ve bakır zehirlenmesinin oluşmasına neden olur.</li> </ul>
⑦ <b>F</b> <b>Flor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doğada, toprakta bulunur.</li> <li>Organizmada, en çok dişlerde yer alır.</li> </ul>
<b>ÖNEMİ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dişlerin oluştuğu çağlarda, litrede 0,9 - 1,5 mg ( 0,9 -1,5 ppm) Flor kapsayan suların içilmesi diş çürüklüğü oranını en alt düzeyde tutar.</li> <li>Aynı çağda, litrede 1,5 mg'dan fazla Flor kapsayan suların içilmesi, hatalı dişlerin oluşmasına neden olur.</li> </ul>

**Tablo 26.9- İzelementler. 5-Manganez 6- Molibden 7- Flor**

### 3.2.8- SELENYUM .

Selenyum doğada, bitkilerde ve yetiştikleri toprağın selenyum içeriğine bağlı olarak hayvansal besinlerde bulunur.

Organizmada bütün organlara dağılmıştır. En çok böbrek korteksinde, karaciğer'de, pankreas'ta ve hipofizde toplanmıştır.

Selenyum aslında toksik bir maddedir. Hem fazla selenyum kapsayan bitkileri yiyen hayvanlarda, hem de deney hayvanlarının yemlerine çok miktarda selenyum katıldığında **alkali hastalığı** (alkali disease) denen bir hastalık görülmüştür.

Yandaki tabloda da görüldüğü gibi, adı geçen hastalıkta fazla alınan Se, proteinlerin yapısındaki S 'lü amino asitlerde bulunan S atomları yer değiştirerek hastalığa neden olur.

Diğer taraftan Se'un beslenmede önemli bir element olduğuda noksanlığı halinde görülen bozukluklardan anlaşılır. Eksikliğinde, hayvanlarda karaciğer nekrozu, kas distrofisi ve kalp nekrozu gibi bozukluklar görülür.

Memleketimizde, kuzularda ve oğlaklarda görülen, selenyum yetersizliğinden ileri gelen ve büyük ekonomik kayıplara neden olan **beyaz kas hastalığı (musküler distrofi, White Muscle disease)** yaygın olarak görülmekte iken, yapılan çalışmalar sonunda Vitamin E ve Se kapsayan çözeltilerin enjeksiyonu ile hemen hemen tamamen önlenmiştir.

### 3.2.9- İYOT.

İyodidler, topraklardan yıkanarak denizlere getirilmiştir. Ancak denize yakın sahil topraklarında biraz iyodidler ( $I^-$ ) vardır. Uzaklarda ve dağlarda hemen hemen hiç yoktur. Deniz havasında da moleküler iyot ( $I_2$ ) halinde bulunur. Deniz balıklarında da yeteri miktarda iyot bulunmaktadır. İçme sularında da az da olsa iyod vardır.

Organizmada iyot en yoğun biçimde **tiroid** bezinde bulunur. Gastrointestinal sistemden emilen iyot, kan yolu ile doğrudan doğruya tiroid bezine gönderilir. Organizmaya giren iyodun % 50 'den fazlası bir kaç dakika içerisinde tiroid bezi tarafından alınır. Bu giriş hızı, tiroid hormonu sentezinin az yapıldığında yavaşlar (**hipotiroidizm**) çok yapıldığı zamanlar hızlanır (**hipertroidizm**). Plazmada bulunan iyot ise tiroid hormonlarını yapısındadır. Kanda çok az miktarda serbest iyot ta bulunur.

İyot kanda **proteine bağlı iyot ( PBI)** şeklinde taşınır. Çeşitli hayvanlardaki PBI düzeyleri, düştüğü ve yükseldiği durumlar, Tablo 26-11 'de gösterilmiştir.

<b>İZELEMLER 8</b>	
<b>8</b> <b>Se</b> <b>Selenyum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doğada, bitkilerde, dolayısıyla da, bitkisel besin kaynaklarında bulunur.</li> </ul>
<b>ALKALİ DİSEASE OLUŞUMU</b>	<p style="text-align: center;">Fazla alınan Selenyum</p>
<b>Fazla Alınması</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çiftlik hayvanlarında alkali disease neden olur.</li> <li>Piliçleri eksudatif diatese karşı korur.</li> </ul>
<b>Az Alınması</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruminantlar'da, beyaz kas hastalığına neden olur.</li> </ul>

Tablo 26.10- İzelemler. 8- Selenyum.

<b>İZELEMLER 9</b>				
<b>9</b> <b>I</b> <b>İyot</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doğada, deniz suyunda, kıyı topraklarında, deniz havasında bulunur.</li> <li>Organizmada, Troid bezinde lokalize olmuştur.</li> </ul>			
<b>KANDA PBI (Proteine bağlı iyot) DÜZEYLERİ</b>	<b>Türü</b>	<b>Normal Değerler % µg</b>	<b>Düştüğü Durumlar</b>	<b>Yükseldiği Durumlar</b>
	İnek (Gebe)	5,0 ± 0,7	• Hipotroidizm	• Hipertroidizm • Süt verimi, • Yumurta verimi, artışı
	İnek (Laktas.)	3,7 ± 0,3		
	İnek	3,3 ± 0,1		
	Koyun	3,8 ± 1,0		
	Keçi	2 - 5		
	At	2,2 ± 0,6		
	Kedi	1,8 - 4,5		
	Köpek	2,6 ± 0,18		

Tablo 26.11- İzelemler. 9- İyot .

İyot, sindirim kanalından, genellikle iyodid' ler (  $I^-$  ) şeklinde emilir. Solunumla moleküler iyot ( $I_2$ ) şeklinde de alınması mümkündür. Ancak önemli oranda gastrointestinal sistemden emilerek dolaşıma alınır. Yemlerdeki ve besinlerdeki iyot sindirim sisteminde iyodide çevrilir ve kolaylıkla emilir.

İyodidler biçiminde genel kan dolaşımına alınan iyot, yukarıda da değindiğimiz gibi çok etkili ve tutucu bir mekanizma ile, çok kısa bir sürede, tiroid bezinin follükül hücreleri tarafından alınır. Bu işlem büyük oranda aktif transport ile olur. İyodun follükül hücreleri içine bu giriş mekanizmasına **iyot pompası** adı verilir.

İyot pompası **tiroid uyarıcı hormon (TSH)** tarafından uyarılır ve tiyosiyanat, tioüre türevleri gibi tirotoksik ajanlar tarafından engellendiği gibi, iyodun hücre içinde gereğinden fazla toplanmasında iyot pompasını durdurur. İyodun tiroid bezine girmesini engelleyen maddelere **guatrojen** maddeler adı verilir.

Memleketimiz de özellikle Karadeniz bölgesinde fazla miktarda tüketilen karalahana'da bu maddelerden tiyosiyanat'lar bol miktarda bulunur. Onun içinde bu bir yörelerde tiroid bezi hastalığı olan **guatr**'a çok rastlanır. Yanlış guatr hastalığı sadece guatrojen maddeleri fazla miktarlarda alanlarda değil, yeteri kadar iyot alınamaması durumlarında da rastlanılan bir hastalıktır.

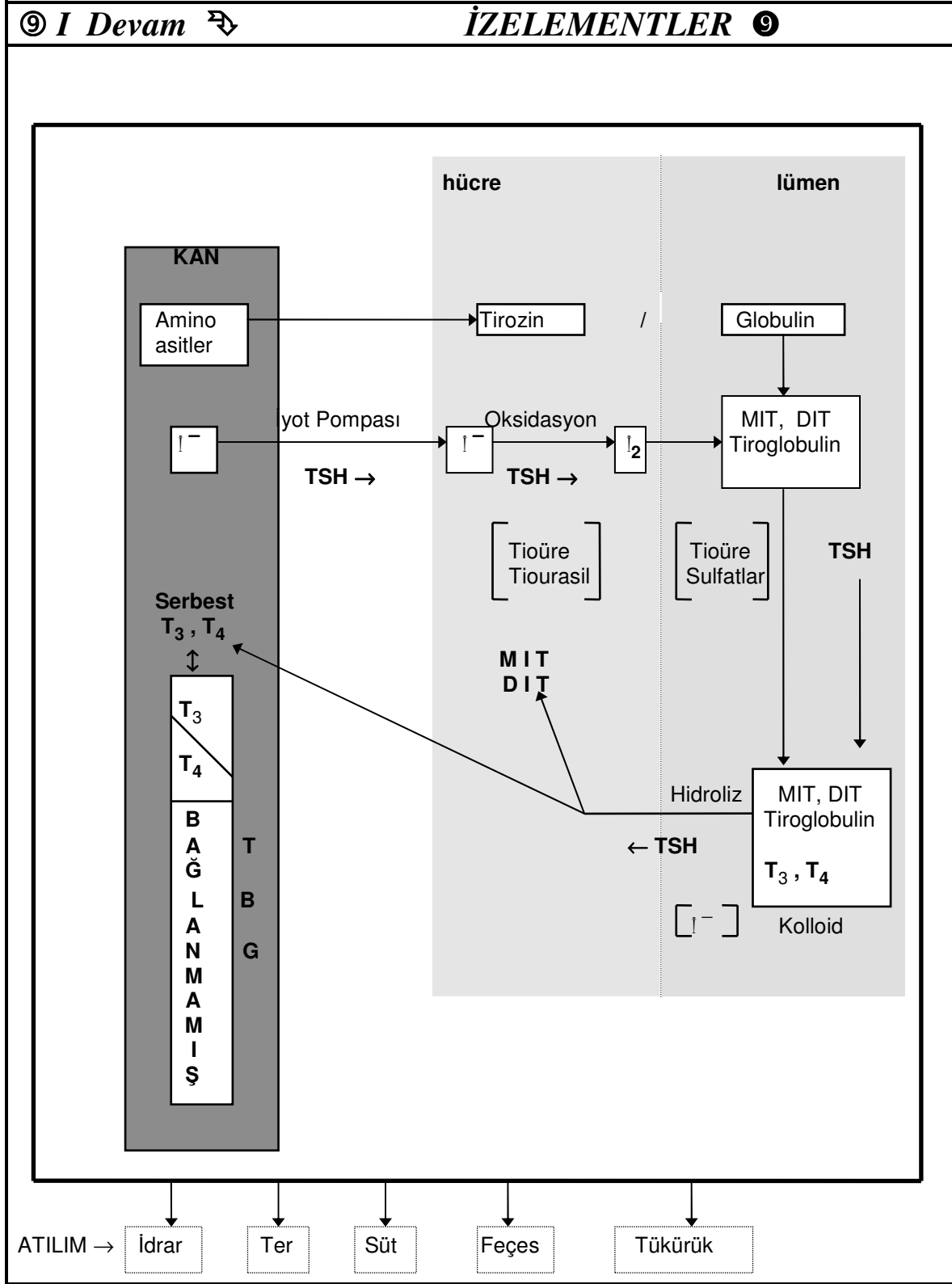
Hücreye giren iyodidler, oksidasyonla moleküler iyoda çevrilirler. Bu arada tirozin amino asidi de tiroid bezi hücrelerine girer ve globiline bağlanarak tiroglobulin şeklinde hücrede bulunur. İşte moleküler iyot bu tiroglobulinlerde ki tirozin amino asidine bağlanarak, bir molekül iyot bağlanırsa, **monoiyodotirozin (MIT)**, iki molekül iyot bağlanırsa **diyyodotirozin (DIT)** oluşur.

Sonra yine hücre içinde TSH 'nin yardımıyla tirozine üçüncü ve dördüncü iyotlar da bağlanabilir. Bu durumda da **triiyodotirozin (T<sub>3</sub>)** ve **tetraiyodotironin ( tiroksin , T<sub>4</sub> )** sentezlenir. Bunlar tiroid bezinin aktif hormonlarıdır. Daha sonra proteine bağlı olarak bulunan bu hormonlar, hidrolize uğrayarak serbest hale geçerler ve kan dolaşımına verilirler. Adı geçen hormonların tamamına yakını **tiroksin bağlıyan globulin (TBG)** 'e bağlanarak hedef dokulara yollanır.

Hayvanlarda iyotlanmış proteinler, örneğin, iyotlanmış kazein, kullanılarak, ineklerde süt veriminin, boğalarda seksüel istek ve verimliliğin kamçılanması, tavuklarda yumurta veriminin artırılması bu elementin ilginç biyokimyasal etkinliğini ortaya koymaktadır.

İyot organizmayı en çok idrar, onun dışında da feçes, tükürük, ter ve süt'le terkeder.





Tablo 26.12- İzelementler 9- İyot.