

MİNERALLER

Prof. Dr. Gül Fatma YARIM

Makromineraler

>50 mg/kg vücut ağırlığı

Kalsiyum

Fosfor

Magnezyum

Sodyum

Potasyum

Klor

Kükürt

Mikromineraler

<50 mg/kg vücut ağırlığı

Demir

*Bakır

Mangan

Çinko

Kobalt

*Molibden

*Selenyum

İyot

Krom

*Flor

*Toksik mineraller

Aluminyum

Brom

*Nikel

Vanadyum

Kalay

*Arsenik

Lityum

*Kurşun

*Kadmiyum

1. MAKROMINERALLER

Kalsiyum (Ca) ve Fosfor (P)

- Kalsiyum ve fosfor, metabolizmada birbiri ile ilişkisi olması nedeni ile genellikle birlikte incelenir
- Vücut total yükünün %70'inden fazlasını Ca ve P oluşturur.
- Hayvansal organizmanın
%1,4-2,6'sı Ca
% 0,75-1,1'i inorganik P'dır

Kalsiyum (Ca) ve Fosfor (P)

- Kalsiyumun %99'dan fazlası
- İnorganik fosfatın %80-85'i iskelet ve dişlerdedir
- Kalsiyumun çoğunluğu hidroksiapatit $3[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{Ca}(\text{OH})_2]$ şeklinde, çok az bir kısmı da vücut sıvılarında yer alır ve fizyolojik olarak aktif bir rol oynar
- Kalsiyum plazmada 3 formda bulunur:
- Albumine bağlı olarak
- Sitrik asit, karbonik asit veya fosforik aside bağlı olarak ve diffuze olabilen formda
- İyonize formda

- **Albumine bağlı olarak;**

Bu kısım gerektiğinde iyonize kalsiyum sağlamaya yarar ve total kalsiyumun %35-50'sini oluşturur

- **Sitrik asit, karbonik asit veya fosforik aside bağlı olarak;**

Total plazma kalsiyumunun %5'idir ve rolü tam olarak bilinmemektedir

- **İyonize kalsiyum;**

Total plazma kalsiyumunun %40-60'ıdır

Kalsiyumun fizyolojik aktif olarak üstlendiği rol

1. Kemik ve diş teşekkülü
2. Sinir impulslarının iletimi
3. Nöromuskuler uyarılabilirlik
4. Normal kas kontraksiyonu
5. Kapillar ve hücre membranının geçirgenliği
6. Kanın ve sütün pıhtılaşması
7. Çok sayıda enzim aktivitesi (lipaz, tripsinojen vb.)

Fosfor (P)

- İskelet dışında, canlı hücresel yapılara katılır
- Çok sayıda kalsiyum bileşiğinin yapımına ve yıkımına hizmet eder
- Yüksek enerjili fosfat bağları şeklinde
- Enerji depolanması, salınması ve transferinde görev alır
- Oluşturduğu fosfat tamponla vücut sıvılarının asit-baz dengesinde rol alır

Fosfor iki formda bulunur

1. Organik fosfor; kan hücrelerinde yoğunudur
2. İnorganik fosfor; fizyolojik olarak aktif fosfordur

Fosfor (P)

- Plazmada inorganik fosfor genellikle ortofosfattır ve bimetalik ve monometalik fosfatlar şeklinde bulunur
- Kan inorganik fosfat düzeyi, kan Ca düzeyinin aksine günlük olarak %50'den büyük oranlarda dalgalanabilir. Kalsiyumda ise tam bir homeostazis vardır

Plazma inorganik fosfat düzeyi;

- Bağırsak emilimine
- Parathormon ve kalsitonin düzeyine
- Böbreklerden atılımına bağlıdır.

Fosfor (P)

- Serum inorganik fosfat düzeyi düştüğünde iskelet inorganik fosfat depoları mobilize olur ancak bu oldukça sınırlıdır. Tersine artacak olursa, iskelette depolanma hızlanır.
- Serum kalsiyum ve fosfor konsantrasyonları birbirini etkiler çünkü aralarında ters bir ilişki vardır.
- Sağlıklı hayvanlarda serum Ca; 10.5 mg/dl= 2.5 mmol/l
- Serum inorganik fosfat; 1.3-2.3 mmol/l'dir

Kalsiyum homeostazisi

1. Parathormon
2. Kalsitonin ve
3. Vitamin D'nin aktif metabolitlerinden oluşan hormonal sistem ile sağlanır

Ca bağlayıcı maddeler

- Tahıllardaki fitik asit
- Pancardaki okzalik asit
- Alkali ortamda fosfatlar, sülfatlar ve Ca ile erimeyen sabunlar oluşturan yağ asitlerinin varlığı, Ca'un bağırsaklardan emilimini engeller.
- Yaşlandıkça Ca'un bağırsaklardan emilimi yavaşlar

Hipokalsemi

- Paratiroid fonksiyonu azaldığının belirtisidir
- Hayvanlarda plazmada Ca düzeyi
- 7-9 mg/dl → hafif hipokalsemi
- 6-7 mg/dl → orta derecede hipokalsemi → gastroenteropatilerde
- 6 mg/dl → şiddetli hipokalsemi → tetani ve felç gelişir
- Hipokalsemide tetani oluşumu, sinir membran geçirgenliğinin artışı ile ilgilidir
- --Kalpta dilatasyon
- --Sellüler enzim aktivitesinde değişiklikler
- --Kanın pıhtılaşamaması diğer belirtilerdir

Hiperkalsemi

- Nadir görülür
- Kandaki Ca düzeyinin 12-20 mg/dl ve üzerine çıkabileceği köpeklerde rapor edilmiştir
- Hiperkalsemide → böbreklerde, kalp ve diğer yumuşak dokularda kireçleme şekillenir, idrar taşlarının oluşumu artar
- Hipokalsemi ve hiperkalseminin varlığı, kalp kası fibrilleri için oldukça tehlikelidir
- Hiperkalseminin böbreğe etkisi su, K, Na ve H iyonları kaybına yol açmasıdır

Hiperkalsemi

- Hiperkalseminin başlıca nedeni kemik kanseridir
- 1 g kemik yıkımı → 100 mg Ca'u serbest bırakır.
- Diğer nedenler → Paratiroid adenomu
- Multiple myeloma
- Osteolize neden olan kemik bozuklukları
- Lokalize osteoporoz
- Polimiyelitis
- Aşırı vit D uygulaması

Hiperfosfotemi

- Böbrek bozukluklarında serum $P_i \rightarrow 2.5$ mg/dl'ye kadar çıkabilmektedir.
- Böbrek bozukluğu ile ilgili olan hiperfosfatemi, sekonder olarak hiperparatiroidizme de neden olabilmektedir.
- Vit D metabolizmasında etkilediği için bağırsaktan Ca emiliminide bozar ve serumda Ca düzeyi düşer, P_i yükselir.
- Vit D zehirlenmelerinde hiperfosfatemi şekillenir.

Magnezyum (Mg)

- Mg, yumuşak dokuların ve kemiklerin bir bileşenidir
- Musil etkili bir elementtir
- Hayvan vücudunda kemik Mg oranı % 70'dir
- Yetersiz alımlarda iskeletten yumuşak dokulara doğru mobilizasyon şekillenir
- Dokularda başlıca 2 şekilde bulunur
- İyonik Mg (serbest Mg)
- Bağlı Mg (proteinlere ve diğer anyonlara)

Mg'un hücre içi fonksiyonu

- Tiyamin pirofosfat (Tpp) gibi bir çok enzim sisteminin koenzimidir
- Genel olarak Mg-fosfat transfer eden enzimlerin aktivatörüdür
- Fosfatazların aktivatörüdür
- Çeşitli reaksiyonların katalizörüdür
- ATP sentezinde görev alır

Mg'un hücre dışı fonksiyonu

1. Mg^{++}/Ca^{++} oranı hücre dışı sıvıda , asetilkolin oluşumunda ve parçalanmasında rol oynar
2. Kolin esteraz aktivitesini sağlar
3. UTP ve GTP gibi yüksek enerjili nükleotidtrifosfatların katıldığı enzimatik reaksiyonlarda görev alır
4. DNA ve RNA sentezinde görev alır

Mg

- Bağırsaklardan Mg Emilimi parathormon tarafından düzenlenir ve yaşlanma ile emilim azalır
- Atılımı gastrointestinal yoldadır
- İhtiyaçtan fazlası idrarla atılır
- Laktasyondaki bir inek süt ile günde 3 g Mg atar
İnek sütünde Mg'un % 20'si iyonik, % 30'u koloidlerle birleşik bulunur

Kan Mg düzeyi 3 hormonun etkisi altındadır

- Aldosteron
- Tiroid hormonları
- Parathormon

Mg yetersizliği

- Mide ve bağırsak hastalıklarında
- Sürekli diüretik kullanımında
- Proteinsiz rasyonla beslenmede
- İnsanlarda akut alkolizmde
- Sirozda
- Endokrin bozukluklarında
- → Primer aldosteronizmde
- → Primer hiperparatiroidizmde

Akut Mg yetersizliğinde

- Kalpte aritmi
- Nöromuskuler uyarımda artış ve genel titreme
- Hepatit
- Nefrit
- Endokardit
- Büyük damarlarda ve dalakta kireçlenme oluşur.
- Gebelik toksemisi, hipomagnezemi ve hipokalsemi ile birlikte seyreder

Mg fazlalığı

- Tedavi edilmemiş asidoketoz (diyabette)
- Hipermagnezemi üremi ile birlikte, böbrek hastalıklarından sorumlu tutulur
- Ruminatlarda serum Mg'u 14 mg/dl'de anestezik, 20 mg/dl'de letal etki gösterir
- Mg iyonlarının anestezik ve letal etkisi MSS üzerine deprese edici etki ve nöromusküler uyarımların bloke edilmesi ile ilgilidir
- Bu nedenle de MgSO_4 bir ötenazide kullanılır

Sodyum (Na), Potasyum (K) ve Klor (Cl)

- Kantitatif olarak plazma iyonogramının 3 temel parametresidir
- K → hücre içi: intrasellüler
- Na ve Cl → hücre dışı: ekstrasellüler
- Başlıca fonksiyonları;
 1. Ozmotik basıncın sağlanması
 2. Asit-baz dengesinin düzenlenmesi
 3. Sinir impulslarında iletimi
 4. Membran potansiyelin korunması

Klor

- Mide asitinin sentezinde ve sindiriminde rol oynar
- Hücreden zengin karaciğer, böbrek, kas gibi dokularda potasyum sodyumdan fazladır
- Tersine hücrelerden fakir olan dokularda (kıkırdak, akciğer, deri vb) sodyum fazladır

Sodyum (Na), Potasyum (K) ve Klor (Cl)

- Sodyumun organizmadaki başlıca bileşiği NaCl'dür
- Başlıca NaCl, KCl, NaHCO_3 şeklinde vücuda alınır ve ekskresyonu da NaCl, KCl, NaPO_4 ve KPO_4 şeklindedir
- Na, K ve Cl'un atılımı başlıca idrarladır
- Tükürük, ter ve dışkıyla atılım sınırlıdır
- Tüm yollardan atılım Aldosteron etkisiyle olur

Sodyum (Na), Potasyum (K) ve Klor (Cl)

- Aşırı Na retensiyonuna bağlı olarak → Adrenal kortikoidlerin hipersekresyonu , Cushing sendromu şeklindedir. Bu durumda ekstrasellüler sıvı hacmi ve plazma hacmi artar, hipokalemi ve alkaloz görülür
- Adrenal kortikoidlerin yetersizliğinde (Addison) Na'un normal tubuler reabsorbsiyonu yetersizdir. Na iyonları, Cl- ve suyun idrarla kaybı vardır
- İntrasellüler bir element olan potasyum ozmotik basınç ve asit-baz dengelenmesinden sorumludur

Klor eksikliği

- Büyümede yavaşlama
- Yem ve su alımında azalması
- Kas zayıflaması
- Sinirsel bozukluk ve zayıflama şekillenir

Potasyum (K)

- Potasyum yetersizliğinin teşhisi oldukça güçtür
- Potasyumun tolere edilebilir düzeyi %3'tür
- Potasyum toksikozu normal olarak bir klinik problem teşkil etmez
- Potasyum düzeyindeki artışlar, kalp kası üzerine zararlı etkiler meydana getirir
- Kanda potasyum biriktiğinde üremi şekillenir
- Ekstrasellüler sıvıda K'un %10'luk artışı aldosteron salınımını 2 katına çıkarır
- Aldosteron etkisi ile Na geri emilirken, potasyum atılır ve kandaki potasyum normale döner

Potasyum (K)

- Kanda Cl konsatrasyonu ile HCO_3^+ konsantrasyonu arasında ters ilişki vardır
- Bu ikisinin toplamı yaklaşık 130 mEq/l'dir
- Bu miktarın 103 mEq/L'si Cl ve 27 mEq/l'si HCO_3^+ 'dır
- Bu şekilde Cl kayıpları ve HCO_3 artışı ile kompanze edilir
- Bu da kanda HCO_3 artışına sebep olur (hipokloremik alkaloz)
- Aşırı Cl yükselmesi kanda HCO_3 düşüşüne neden olur (hiperkloremik alkaloz)

Kükürt (S)

- Besinlerle alınması gereken esansiyel bir elementtir
- Vücutta başlıca;
- Proteinlerde (methionin ve sistein içeren)
- Saç, kıl ve boynuzda
- Mükoidin ve kondroitin sülfat şeklinde korneada
- Glutasyon ve tiyamin şeklinde bağ dokuda
- Taurokolik asit şeklinde safrada
- Sülfosiyanat şeklinde tükürükte
- Karboksilaz ve CoA'nın yapısında
- Kondroitin sülfatlar şeklinde kıkırdak, kemik ve kan damarları duvarında bulunur
- Organizmada başlıca aktif şekli → fosfoadenozin fosfosülfat (PAPS)

Kükürt (S)

- Kükürtün organizmaya girişi başlıca 2 yol ile olur
- Bunlar; anorganik ve organik
- Anorganik olarak: Na, K, Mg sülfatları şeklinde olup bu kükürt bağırsaklardan olduğu gibi emilir
- Organik olarak: Proteinlerdeki bazı a.a'lere bağlı şekildedir
- Buradaki kükürt ancak proteinlerin sindiriminden sonra emilebilir

Kükürt (S)

- Bu şekilde bağırsaklardan emilen kükürt karaciğere gelir, burada organik kükürtün çoğu inorganik sülfata oksitlenip kan dolaşımına geçer ve idrarla atılır
- Ya da karaciğerde oksidasyondan kurtulup kükürtlü maddelerin sentezinde kullanılır

Kükürt yetersizliğinin belirtileri

- Ağırılık kaybı
- Zayıflık
- Göz yaşarması ve sonuçta ölüm

Kükürt (S)

- Bakır, molibden, kobalt ve kükürt ilişkilidir
- Rasyonda birinin artışı, diğerinin de artışı gerektirir
- Diyetteki yüksek kükürt düzeyleri:
 - Abdominal ağrı
 - Kas seyirmesi
 - İshal
 - Şiddetli dehidrasyon
 - Nefeste kuvvetli sülfid kokusu
 - Akciğerde konjesyon ve
 - Akut enterit

2. MIKROMINERALLER

Demir (Fe)

Organizmada iz miktarda bulunur

Başlıca fonksiyonları

- Elektron taşıma
- Sitokromlar ve Hem'in yapısına katılma
- Bazı enzimlerle kompleks (katalaz, peroksidaz)

Demir (Fe)

- % 65'i hemoglobinde
- % 3-9'u miyoglobinde
- % 0,1'i sitokromda
- % 0,1 transferrinde
- % 15'i ferritinde ve hemosiderinde
- % 0,1'i enzim Fe kompleksinde
- % 7'si henüz bilinmiyor

Organizmada Fe 3 grupta incelenir

- Hem Fe'i → totalin 2/3'ü
- Hem dışındaki Fe →
karaciğer ve dalakta: ferritin
retiküloendotelial sistemde: hemosiderin
sitokrom, katalaz, peroksidaz ve bazı flavoproteinlerde
bulunur
Serum ya da dolaşım Fe'i transferrin, siderofilin, plazma
ferritini şeklindedir

Demir (Fe)

- Transferrin plazmada demirin başlıca taşınma şeklidir ve bir beta-globulindir
- Molekülünün $1/3$ 'ü Fe ile doymuştur
- Kalan $1/3$ 'ü latent Fe bağlama kapasitesi olarak bilinir
- Aşırı Fe verilmesi halinde bir kısmı doku apoferritinine bağlanır ve ferritin halinde depolanır
- Apoferritin tükendiğinde artan Fe karaciğerde hemosiderin halinde depolanır

Demir (Fe)

Plazmada Fe konsantrasyonu

- Sığırdada: 29-30 $\mu\text{mol/l}$
- Koyunda: 35 $\mu\text{mol/l}$
- Köpekte: 30 $\mu\text{mol/l}$
- Kedide: 12,5 $\mu\text{mol/l}$

Fe metabolizmasının incelenmesinde 6 parametre önemlidir

1. Plazmada transferrin düzeyi
2. Serumda Fe düzeyi
3. Latent bağlanma kapasitesi
4. Total bağlanma kapasitesi
5. Transferrinin doymuşluk kat sayısı:
 $\text{Serum Fe} / \text{total bağlanma kapasitesi}$
6. Plazma ferritin düzeyi

Fe metabolizması bozukluğu

- Genellikle plazma Fe'i ve transferrin birlikte değerlendirilir
- Lipoidik nefrozda transferrinin idrarla kaybı nedeni ile düşüş olur
- Hepatitte yüksek değer
- Sirozda değişen değerler
- Hepatosellüler yetmezlik ve sitoliz artışında transferrin düşer
- Fe metabolizması bozulduğunda hemolitik, megaloblastik, aplastik anemi (hipersideromi) ve hipokromik (hiposideromi) Fe çok hafif olarak düşer

Fe absorpsiyonu

- Absorpsiyon duodenum ve yeyenumda gerçekleşir
- Absorpsiyon hücredeki ferritin miktarı ve kandaki O_2 ile ilgilidir
- Ferrodemir (+2 değerlikli) ferridemire (+3 değerlikli) göre daha kolay emilir
- Bakır, Fe'in intestinal emilimini artırır. Bu nedenle Cu yetmezliğinde anemi görülür
- Proteine bağlı Fe, iyonize demirden daha iyi emilir
- Midede serbest HCl, ferrik Fe'i ferro haline dönüştürür. Fakat absorpsiyon üzerine etkisi sekonderdir

Demir (Fe)

- Aklorhidrilerde (kusma vb.) → Fe anemisi oluşur
- Asetik asit varlığı Fe-sitrat oluşumu nedeni ile emilimi.
- Fosfor 'dan zengin gıdalar (süt, yumurta, peynir) emilimi engeller
- Et, karaciğer gibi proteinden zengin gıdalar, meyveler, ıspanak Fe'den zengindir
- Demir depolanacak ise → ferro
- Taşınacak ise → ferrik formdadır

Fe'in vücuttan atılımı

- Başlıca idrar, safra, ter, deri ve mukoza hücrelerinin dökülmesi ile gerçekleşir

Fe ihtiyacı

- Fe bilançosu organizmanın ihtiyaçları ile düzenlenir
- Gebelikte ihtiyaç 2 katına çıkar
- Laktasyonda ihtiyaç artar
- İhtiyaç yaş ve cinsiyete göre değişir
- Fe'in depolandığı organlar: Karaciğer, dalak, bağırsak mukozasıdır

Çinko (Zn)

Vücutta bulunuşu

- Bütün hayvansal dokular
- Özellikle kemik, deri, saç, yapağı, kas, kan, süt
- Kemiklerde depo edilir (diğer iz elementler karaciğerde)

Kaynakları

- Tüm yemlerde
- Hububat tanelerinin kepek ve embriyoları

Emilim

- Yemdeki Zn'nun emilim oranı % 10 \Rightarrow

Cu

- Zn-protein kompleksi $\xrightarrow{\text{Cu}}$ Zn + protein emilim \uparrow

- Ca \uparrow , fitik asit \rightarrow Zn \downarrow

Çinko (Zn)

Fonksiyonları

- Protein ve karbonhidrat metabolizmasında görev alan enzimlerin yapısında (koenzim)
- Üreme hormonlarının aktivasyonunda
- CO_2 'nin kanda taşınmasını sağlayan karbonik anhidraz enziminin yapısında
- İnsulin hormonunun yapısında \Rightarrow Karbonhidrat metabolizması

Çinko (Zn)

Yetersizliği

- Yüksek düzeyde Ca içeren rasyonlarla beslemede yetersizlik çabuk oluşur
- İştah, yemden yararlanma, büyüme ↓
- Parakeratozis (deri kızarması, kabuk oluşumu, diyare, emesis)
- Kanatlılarda tüylerin kıvrılması, parakeratozis, anormal kemik oluşumu
- Testislerin büyümesinde gerileme, spermatogenezinin durması

Bakır (Cu)

Vücutta Bulunuşu

- Karaciğer, beyin, kalp, saç, böbrek, yapağı
- % 90 kan plazması ⇒ Seruloplazmin
- % 10 eritrosit ⇒ Eritrokuprein

Kaynakları

- Tüm yemlerde (topraktaki Cu düzeyi, bitki türü, sulama)
- Tane yemler ve kepekler ↑, küspeler, melas ↑
- Saman ve süt ↓

Bakır (Cu)

Emilimi

- Ruminant rasyonu $\text{SO}_4 \uparrow$ karaciğerde Cu depolanması \downarrow
 $\text{Mo} \uparrow \text{Cu} \downarrow$ (emilim)
 $\text{Ca} \uparrow \text{Cu} \downarrow$ (vücutta değerlendirilmesi)
($\text{Cu} \Rightarrow \text{Abomazum} \Rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$)
 $\text{Ca} \Rightarrow$ oluşum ve çökme \uparrow)

Fonksiyonları

- Alyuvarların üretimi ve kan dolaşımındaki fonksiyonları için ekzojen
- Fe'in sindirim kanalında emilmesi üzerine etkili
- Sitokrom oksidaz, tirozinaz gibi enzimlerin yapısında
- Saç, kıl, yapağı pigmentasyonu üzerine etkili
- Normal kemik oluşumu için gerekli

Bakır (Cu)

Yetersizliği

- Büyümenin gecikmesi
- Anemi
- Kemik bozuklukları
- Kıl ve yapağıda depigmentasyon
- Enzootik ataksi (beyin ve omurilikte lezyonlar, kas faaliyetlerinde uyumsuzluklar)
- Yapağı kalitesinin bozulması
- Sindirim sistemi bozuklukları
- Embriyonal ölümler, abortlar
- Süt verimi ve süt yağ oranında azalma
- **Cu zehirlenmesi:** Sığır 100 ppm → 8-12 ppm
Koyun 25 ppm → 5-10 ppm
Sarılık, hemoglobinüri, karaciğerde nekroz

Mangan (Mn)

Vücutta Bulunuşu

- Bütün dokular
- Kemik, karaciğer, böbrek, pankreas, tükürük bezleri

Kaynakları

- Çayır ve mera bitkileri ↑, tahıllar (mısır hariç) kepekler ↑
- Maya, hayvansal kökenli yemler ↓

Emilimi

- Ca, P ve Fe ↑ → Mn ↓

Mangan (Mn)

Fonksiyonları

- Yağ, karbonhidrat, protein metabolizması ile ilgili enzimlerin yapısında
- İskeletin oluşumu, kasların ve cinsel organların gelişimi ve fonksiyonları için gerekli
- Kolesterol ve mukopolisakkarit sentezinin aktivasyonunda

Yetersizliği

- Gelişmede gerilik
- Kemiklerde aşırı büyüme
- Döl veriminde düşme, östrusta gecikme, anormal spermatogenezis
- Cıvcıvlerde perozis
- Ruminantlarda yetersizlik pek görülmez.

İyot (I)

Vücutta Bulunuşu

- Bütün doku ve salgılarda
- Hayvan vücudundan 0.4 ppm → % 70'i troid bezi

Kaynakları

- Su ürünleri ↑, yem bitkileri ↓
- Toprağın iyot içeriğine göre tahıllardaki miktarı değişir.

Emilimi

- % 100

İyot (I)

Fonksiyonları

- Troksin (selüler oksidasyonun kontrolü) ve amino asit sentezi sırasında ara ürün olarak şekillenen diiodotroksinin yapısında

Yetersizliği

- Troksin sentezi ↓
- Büyüme ve cinsel gelişim ↓
- Guatr (Troid bezinin büyümesi) → Toplumda % 4

(Doğu Karadeniz, Bolu, Kastamonu, Isparta, Burdur, Doğu Anadolu)

- Guatrojenik bileşikler: Lahana çeşitleri, kolza, soya fasulyesi, keten tohumu, bezelye, yer fıstığı
- Fazla Ca → I ↓

Kobal (Co)

Vücutta Bulunuşu

→ Karaciğer, böbrek, dalak, kemik

Kaynakları

→ Yemlerin büyük kısmında iz halde, çayırdaki 0,1-0,25 ppm KM

Fonksiyonları

→ B₁₂ vitamininin çekirdeğini oluşturur (% 4) ve enzim aktivatörü olarak görev yapar

Kobalt (Co)

Eksikliği

- Co bakımından fakir topraklarda yetişen bitkilerle besleme ruminantlarda (6 ay)
- İştah, canlı ağırlık, süt verimi ↓
- Sindirim bozuklukları, pika
- Abort
- Tüy ve kılların kabarması

Molibden (Mo)

Vücutta Bulunuşu

→ Tüm dokular → Kemik, karaciğer

Kaynakları

→ Alkali topraklarda Mo ↑ → bitkiler

Emilim

→ Mo ↑ - Cu ↓ depo edilmesini engeller

→ Mo ↓ - Cu ↑

Molibden (Mo)

Fonksiyonları

- Ksantin oksidaz enziminin yapısında (Pürin metabolizması)
- Nitrat redüktaz, bakteriyel dehidrogenaz

Yetersizliği

- Dokularda Cu birikimine yol açarak kronik Cu zehirlenmesine neden olur.

Fazlalığı

- Buzağı ve laktasyondaki ineklerde şiddetli diare, zayıflama, verim düşüklüğü

Selenyum (Se - Vitamin E - Sistin)

Vücutta bulunuşu

→ Böbrek, karaciğer, bezler, dalak, pankreas

Kaynakları

→ Topraktaki Se miktarı

→ Bitkilerde proteinlerle, özellikle S'lü amino asitlerle birlikte

→ Balık unu, et-kemik unu ↑, tahıllar, küspeler ↑

Fonksiyonları

→ Glutasyon peroksidaz enziminin yapısında (peroksitlerin parçalanmasını sağlayan enzim)

→ Lipid ve tokoferollerin emilimi

→ Kas oluşumu

Selenyum (Se)

Fazlalığı

- Sığır ve koyunlarda ⇒ Alkali hastalığı
 - 10-30 ppm Se içeren bitkiler/karma yem 5 ppm ↑
 - Durgunluk, topallık, kaşeksi, karaciğer atrofisi, anemi, kıl dökülmesi, eklemlerde bükülememe, yutkunma güçlüğü, diş gıcırdatma, siroz, ölüm
 - S'lü aa.lerde Se bulunur.
- Kıl, tüy, yapağı
Proteince zengin yemler

Yetersizliği

- Rat ve domuz ⇒ Karaciğer nekrozu
- Kuzu, buzağı ⇒ Beyaz kas hastalığı
- Civciv ⇒ Eksudatif diatez

Vit. E+Se enjeksiyonu
birkaç saat içerisinde
normal yürüme

Döl verimi düşüklükleri, embriyonal ölümler, gelişme bozukluğu

Flor (F)

Vücutta bulunuşu

→ Diş ve kemiklerde (Diş 10-70 mg/100g)

Fonksiyonları

→ Diş çürümesini önleyici (Su 1 mg F/lt)

Emilimi

→ $\text{Ca} \uparrow$ - $\text{F} \downarrow$ CaF_2

Yetersizliği

→ Diş çürümesi

Flor (F)

Fazlalığı

- Flor zehirlenmesi (sığır ve koyunlar, kanatlılara göre daha duyarlıdır)
- Kemiklerin normal rengi ve parlaklığını kaybetmesi, kalınlaşması, dayanıklılığının azalması
- Dişte beneklenme, çukurcuklar
- Tüylerin kabalaşması, deride sertleşme
- Gelişme geriliği, yemden yararlanma oranı ↓
- Kronik diyare

Krom (Cr)

İnsanlarda ve laboratuvar hayvanlarında

→ Glukozun kullanılmasında görevli

→ Yağ, protein sentezi

→ Kanda kolesterol dengesinin sağlanması

Nikel (Ni)

Emilimi

→Gençlerde \uparrow , Ni \uparrow - Zn \downarrow

Fonksiyonları

→Karbonmonoksit dehidrogenaz enziminin aktivitesi

Yetersizliği

→ Verim düşüklükleri

→ Deri ve kıllarda bozukluklar

→ Hemoglobin sentezinin yavaşlaması