MİNERALLER

Makroelementler

>50 mg/kg vücut ağırlığı

Kalsiyum	% 1.50
Fosfor	% 1.00
Magnezyum	% 0.04
Sodyum	% 0.16
Potasyum	% 0.20
Klor	% 0.11
Kükürt	% 0.15

Mikroelementler

<50 mg/kg vücut ağırlığı

Demir
*Bakır
Mangan
Çinko
Kobalt
*Molibden
*Selenyum
İyot
Krom
*Flor

*Toksik elementler

Aluminyum
Brom
*Nikel
Vanadyum
Kalay
*Arsenik
Lityum
*Kurşun
*Kadmiyum

Kalsiyum

→ İskelet, diş, canlı hücre ve doku sıvılarının önemli bir yapı maddesi

→ % 98-99'u iskelette

→ Kemik külünde % 36.5 Ca

→ Kemikte hidroksi apatit biçiminde fosforla bağlanmış olarak

Kalsiyum Kaynakları

→ Bol yapraklı yeşil yemler, özellikle baklagiller ↑

→ Hayvansal kökenli yemler ↑

→ $CaCO_3$, DCP, midye kabuğu ↑

→ Tahıl taneleri, kök ve yumru yemler ↓

Emilimi Etkileyen Faktörler

→ Ca-fitat, Ca-okzalat

→ Rasyonda yağ fazlalığı

→ Rasyonda Fe, Al, Mg fazlalığı

→ Laktoz, vitamin D, lizin

Metabolizmada Kalsiyum

→ Kemiklerin yapısında

→ Sinirsel uyarımların iletiminde

→ Kanın pıhtılaşmasında (Plazmada Ca + trombin)

→ Kasların kontraksiyonu için gerekli enzimlerin aktivitesinde, kalp kasının düzenli çalışmasında (kan Ca düzeyi ↑ ⇔ kalp çalışması ↑)

→ Tripsin enziminin aktivitesinde

→ Tükürüğün yapısında yer alarak rumen pH'sının ayarlanmasında

→ Yumurta kabuğu ve süt oluşumunda

Yetersizliği

→ Kemiklerde yoğun bir Ca birikimi olduğundan eksiklik hemen görülmez. Uzun süreli ya da kuvvetli bir noksanlık sonucu belirtiler oluşur.

→ Ca / P oranı ve vitamin D yetersizliği

→ 1.5 - 2/1 (1/1 – 3/1) Yumurta tavukları 7/1

→ Raşitizm: Genç hayvanlarda;
- Gelişememe
- Kemiklerde kalsifikasyon yetersizliği
- Kemik uçlarında deformasyonlar
- Eklemlerde kalınlaşma
- Kramp ve felçler

Civcivlerde;
- Gaga ve kemiklerde yumuşama
- Bacaklarda eğilme
- Büyümede gecikme

Tavuklarda;
- Yumurta veriminde düşme
- Yumurta kabuğu kalitesinde azalma

→ Osteomalasi: Yaşlılarda kalsifiye olmuş kemik maddesinin azalması sonucu kemiklerin yumuşaması ve spontan kırıklar

→ Gebelik paralizi (Süt humması):

Yüksek süt verimine sahip ineklerde doğumu izleyen ilk günlerde serumdaki Ca yoğunluğunun hızla azalması

Plazma Ca düzeyinin azalması → Paratroid bezinin uyarılması → Parathormon salgılanması → Kemiklerden Ca mobilizasyonu

Fosfor

→ Ca ile birlikte hidroksi apatit şeklinde kemik ve dişlerde % 81
Organik bileşikler halinde kanda ve yumuşak dokularda % 19

Fosfor Kaynakları

→ Kepek, tane yemler, küspeler, hayvansal kökenli yemler ↑
→ Kuru ot ve saman ↓

Emilimi Etkileyen Faktörler

→ Proteinler, organik asitler, laktoz, vitamin D ↑, yüksek pH ↑
→ Ca / P, Mg / P oranı
→ Rasyonda Al ve Fe düzeyinin ↑, fosfat asidi ↑ (erimeyen bileşikler)
→ Tahıllarda P % 70 fitik asit (fitin) Ca-fitat, Mg-fitat
→ Genç hayvanlarda ↑, yaşlılarda ↓

Metabolizmada Fosfor

→ Kemik ve dişlerin yapıtaşı
→ Nükleik asit, fosfoprotein, fosfolipidlerin yapısında
→ Enzimlerin yapısında ya da enzim aktivatörü
→ Nöromuskuler sistem
→ Protein sentezinde
→ Şekerlerin emilme ve bağırsaktan atılımının kontrolü
→ Hücrede ve kanda tampon madde

Yetersizliği

→ Raşitizm ve osteomalasi
→ Pika (iştah bozukluğu) diğer iz element noksanlıkları!
→ Kronik yetersizlik;
- Kas zayıflığı, eklemlerde hareket bozukluğu
- Döl ve süt veriminde azalma
- Zayıflık, verim düşüklüğü

*Sığırlarda koyunlardan daha fazla P yetersizliği görülür.

Magnezyum

Mg → Organizmada Ca ve P ile yakın ilişki içinde

- % 60 iskelet → Kolay mobilize olabilen magnezyum hidroksit iyonları şeklinde
- % 39 yumuşak dokular
- % 1 hücreler arası sıvı

Genç hayvanlarda mobilizasyon ↑

Magnezyum Kaynakları

→ Buğday kepeği, küspeler, kuru maya

→ Yonca ↑, çayır otu ↓

→ Olgunlaşmış bitkiler havanın minimum düzeydeki gereksiniminin karşılayacak miktarda Mg kapsar.

Emilimi Etkileyen Faktörler

→ Ruminantlarda ↓ Mg'un gerçek SD ergin ruminantta % 20-40
gençlerde % 75

→ Yüksek pH, K, Ca ve NH_3 ↓

Metabolizmada Magnezyum

→ İskelet ve dişlerin yapıtaşı

→ Nöromuskuler sistemde

→ Protein sentezinde

→ Enzim aktivatörü (fosfat ve asit transferozlar, dekarboksilazlar)

Yetersizliği

→ Çayır tetanisi (Hipomagnezemik tetani)

-Yaşlı hayvanlarda gençlere göre daha sık

-İlkbaharda meralarda otlayan sığırlarda

-Mera bitkilerinde yüksek oranda bulunan NPN ve K'un Mg emilimini düşürmesi sonucu

Rasyonda Na-K noksanlığı

Rasyonda protein-enerji dengesinin bozuk olması

Hormonal dengesizlikler

Rumende amonyak miktarının yüksek olması

Profilaksi: Süt ineği 50 g MgO, koyun 7 g MgO

Sağaltım: SC % 25 $MgSO_4$ 400 ml

İV Mg-laktat

	Sodyum	Potasyum	Klor
Vücutta Bulunuşu	Yumuşak dokular Kan plazması Hücreler arası sıvı	Hücre içi sıvı	Hücreler arası sıvı
Kaynakları	NaCl Et unu, balık unu Bitkisel yemler ↓	Bitkisel yemler (çayır otu) ↑	NaCl Hayvansal kökenli yemler
İşlevleri	Dokularda asit-baz dengesi ve osmotik basıncın ayarlanması		
	Tükürük NaH_2CO_3 (rumende asit ortamın tamponu) Su metabolizması Sinir impulslarının iletimi	Sinir ve kasların uyarılması Enzimlerin yapısına girerek protein ve karbonhidrat metabolizmasında	Eritrosit oluşumu Mide salgısı HCl Tükrük amilazı aktivatörü
Yetersizliği	Büyüme, iştah, yemden yararlanma, döl verimi, protein ve enerjinin değerlendirilme derecesi ↓ Zayıflık, tetani, pika, kanibalismus	-	-

Kükürt

→ Organik bileşiklerin yapısında ↑

Aminoasitler: Sistin, sistein, metiyonin

Vitaminler: Biotin, tiamin

Hormon: İnsulin

→ Kanda sülfat tuzları şeklinde ↓

→ Yapağı proteini % 4 S

Kaynakları

→ Bütün bitkisel ve hayvansal kökenli yemler

Metabolizmada Kükürt

→ Lipid metabolizmasında (tiamin enziminin yapısında)

→ Karbonhidrat metabolizmasında

→ Enerji metabolizmasında (CoA'nın yapısında)

Yetersizliği

→ Emilimi amino asitlerle birlikte olduğundan yetersizlik belirtileri protein yetersizliğinde oluşur.

→ Rumen bakterileri → NPN / S → 10-15 / 1

→ Endüstri bölgelerinde S ↑ ⇒ Cu yetmezliği

Mikroelementlerin hayvan vücudundaki miktarları, mg/kg

Demir*	20-80	Manganez	0.2-0.5	Molibden	1.4
Çinko	10-50	İyot	0.3-0.6	Selenyum	1.7
Bakır	1.5	Kobalt	0.02-0.1	Krom	0.08

*Fonksiyonu açısından ayrıcalık oluşturur.

-Buğdaygiller ↓ Baklagiller ↑
-Vejetasyonun son dönemi ↓
-Ticari yem ↑ işletme yemi ↓

Demir

Vücutta Bulunuşu

→ % 90'dan fazlası proteinlere bağlanmış olarak
(% 70'i hemoglobinin yapısında → Hb % 34 Fe kapsar)

→ Kanda Fe'in taşınmasında kullanılan proteinlerin (transferrin ve siderofilin) yapısında

→ Karaciğer, böbrek, kemik iliği, dalak → Depo → Ferritin (% 20 Fe) ve hemosiderin (% 35 Fe)

→ Enzimlerin yapısında → Sitokromlar, flavoproteinler

Kaynakları

→ Yeşil yapraklı bitkiler, baklagiller, tohum kabukları, hayvansal kökenli yemler (süt hariç)

→ Kan unu ve tahıllarda yararlanılabilir Fe içeriği düşük

Emilim

→ Mukozal blokaj ⇒ Vücudun gereksinimine göre Fe emilimini ayarlayan mide-bağırsak kanalı mukoza hücreleri tarafından oluşturulan mekanizma

→ Mide HCl ↑, vitamin C ↑

→ Laktik asit, sitrik asit veya tartarik asit + Fe ⇒ ↓

→ Piridoksin yetersizliği ⇒ Fe ↓

$Fe^{+++} \rightarrow Fe^{++} \rightarrow$ Emilim

Ferritin Ferro % 10

Fonksiyonu

→ Hemoglobinin yapısında

→ O_2 taşınmasında görevli enzimlerin yapısında

Eksikliği

→ Hemoglobin sentezi azalır.

→ Alyuvarlarda yıkım ⇒ Kemik iliğindeki sentezde yıkımlanan Hb'den serbest kalan Fe tekrar kullanılır (% 10 kayıp) ⇒ Gereksinim ↓

→ Uzun süreli kanamalar, gebelik

→ Anemi pratikte pek görülmez.

→ Süt emen yavrularda (Özelikle süt emen iri köpek yavrularında)

→ Buzağı doğum ağırlığının iki katına ulaşana dek (50 gün) gereksinim 1.5 g Fe ⇒ Bu sürede sütle 250 mg Fe alır. (Kaslar myoglobinden fakir ve soluk renkli)

→ Yumurta tavukları ⇒ Yumurta sarısı ↑

Ca ↑ Fe ↓ Mn ↑

Fazlalığı

→ Sindirim bozukluğu, P değerlendirilmesi ↓

Çinko

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 ⇒

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

→ Ca ↑, fitik asit → 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 ⇒ Karbonhidrat metabolizması

Yetersizliği

→ Yüksek düzeyde Ca içeren rasyonlarla beslemede yetersizlik çabuk oluşur.

→ İştah, yemden yararlanma, büyüme ↓

→ Parakeratozis (deri kızarması, kabuk oluşumu, diare, emesis)

→ Kanatlılarda tüylerin kıvrılması, parakeratozis, anormal kemik oluşumu

→ Testislerin büyümesinde gerileme, spermatogenezisin durması

Bakır

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 ↓

Emilim

→ Ruminant rasyonu SO_4 ↑ karaciğerde Cu depolanması ↓

Mo ↑ Cu ↓ (emilim)

Ca ↑ Cu ↓ (vücutta değerlendirilmesi)

(Cu ⇒ Abomasum ⇒ $Cu(OH)_2$

Ca ⇒ oluşum ve çökme ↑)

Fonksiyonları

→ Alyuvarların üretimi ve kan dolaşımındaki fonksiyonları için eksojen

→ Fe'in sindirim kanalında emilmesi üzerine etkili

→ Sitokrom oksidaz, tirozinaz gibi enzimlerin yapısında

→ Saç, kıl, yapağı pigmentasyonu üzerine etkili

→ Normal kemik oluşumu için gerekli

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

Manganez

Vücutta Bulunuşu

→ Bütün dokular

→ Kemik, karaciğer, böbrek, pankreas, tükrük bezleri

Kaynakları

→ Çayır ve mera bitkileri ↑, tahıllar (mısır hariç) kepekler ↑

→ Maya, hayvansal kökenli yemler ↓

Emilimi

→ Ca, P ve Fe ↑ → 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

→ Civcivlerde perozis

→ Ruminantlarda yetersizlik pek görülmez.

İyot

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.

Emilim

→ % 100

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 ↓

Kobalt

Vücutta Bulunuşu

→ Karaciğer*, böbrek, dalak, kemik

Kaynakları

→ Yemlerin büyük kısmında iz halde, çayırda 0.1-0.25 ppm KM

Fonksiyonları

→ B_{12} vitamin çekirdeğini oluşturur (% 4) ve enzim aktivatörü olarak görev yapar.

Eksikliği

→ Co bakımından fakir topraklarda yetişen bitkilerle besleme Ruminantlarda (6 ay)

→ İştah, canlı ağırlık, süt verimi ↓

→ Sindirim bozuklukları, pika

→ Abort

→ Tüy ve kılların kabarması

→ Pining

Molibden

Vücutta Bulunuşu

→ Tüm dokular → Kemik, karaciğer

Kaynakları

→ Alkali topraklarda Mo ↑ → Bitkiler

Emilim

→ Mo ↑ - Cu ↓ depo edilmesini engeller.

→ Mo ↓ - Cu ↑

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

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

Sıçan 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

Vücutta Bulunuşu

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

Fonksiyonları

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

Emilim

→ $Ca \uparrow - F \downarrow \; CaF_2$

Yetersizliği

→ Diş çürümesi

Fazlalığı

→ Flor zehirlenmesi (sığır ve koyunlar, kanatlılara göre daha duyarlı)

→ Kemiklerin normal rengi ve parlaklığını kaybetmesi, kalınlaşması, dayanıklılığının azalması

→ Dişte beneklenme, çukurcuklar

→ Tüylerin kabalaşması, deride sertleşme

→ Gelişme geriliği, yemden yararlanma oranı ↓

→ Kronik diare

Ağrı, Van

Krom

İnsanlarda ve laboratuvar hayvanlarında

→ Glukozun kullanılmasında görevli

→ Yağ, protein sentezi

→ Kanda kolesterin dengesinin sağlanması

Nikel

Emilim

→Gençlerde ↑, Ni ↑ - Zn ↓

Fonksiyonları

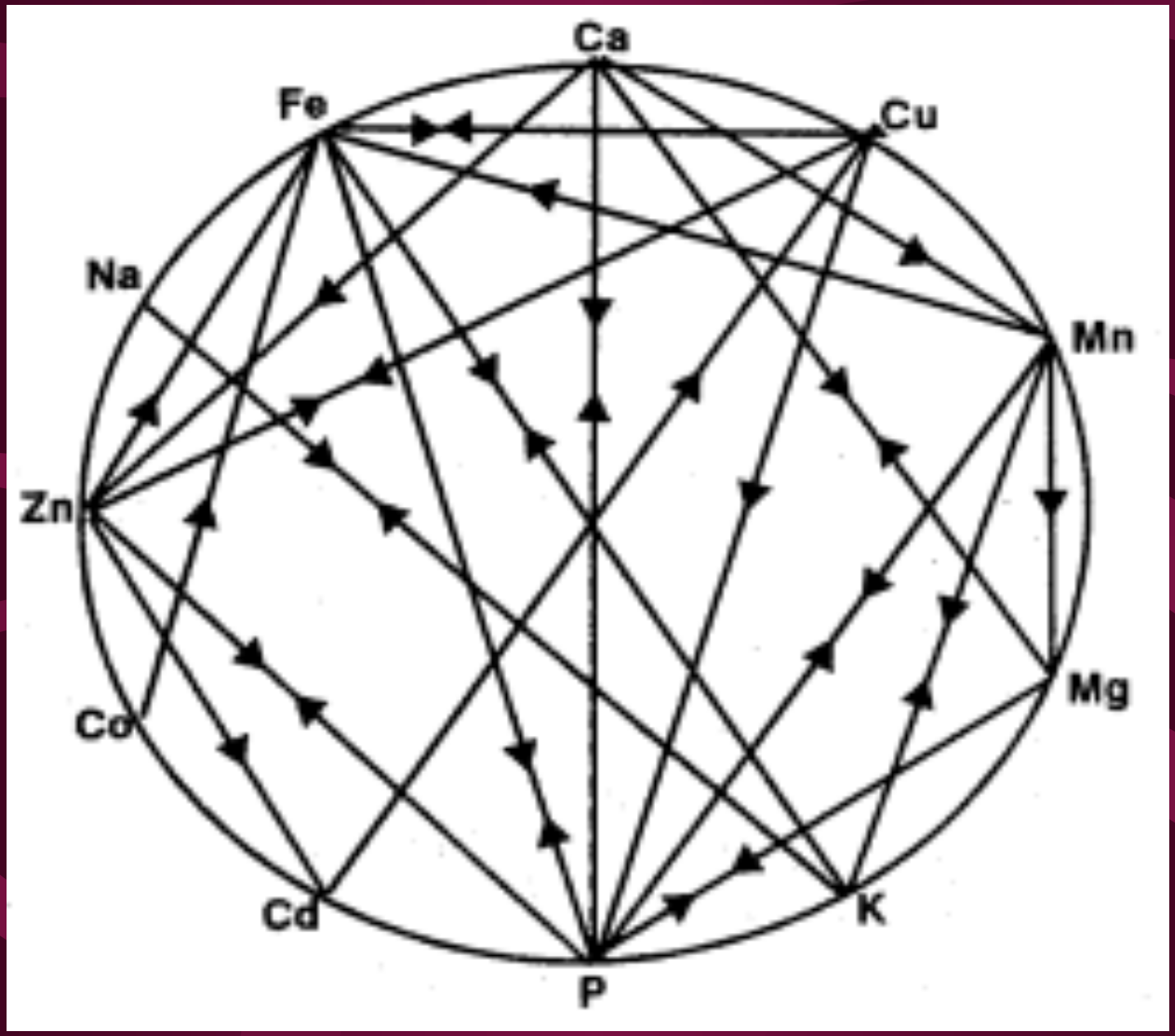
→Karbonmonoksit dehidrogenaz enziminin aktivitesi

Yetersizliği

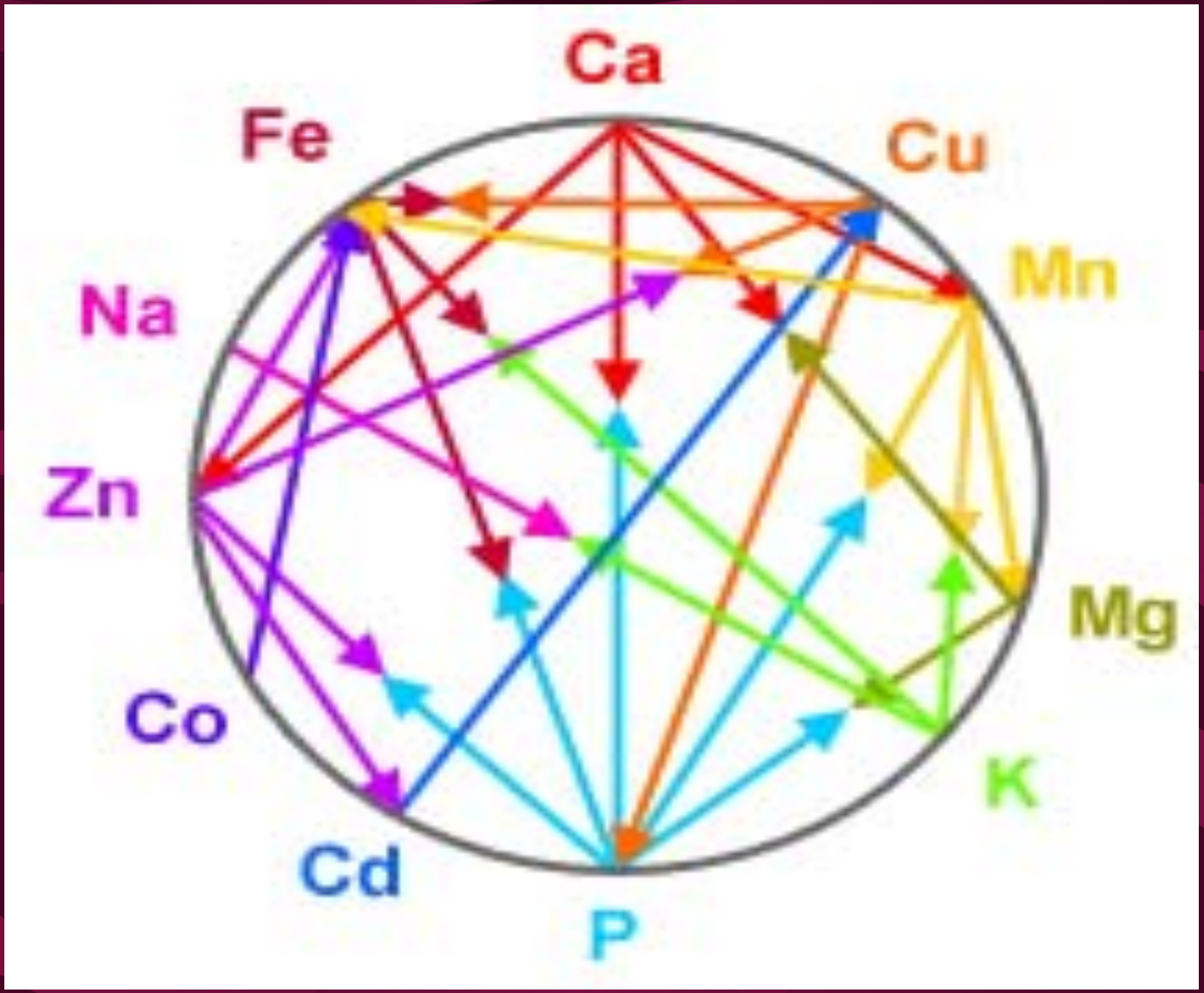
→ Verim düşüklükleri

→ Deri ve kıllarda bozukluklar

→ Hemoglobin sentezinin yavaşlaması


Ca
Fe
Cu
Na
Mn
Zn
Mg
Co
Cd
K
P


Metal
Amino Acid Ring
Amino Acid Ring


Ca
Fe
Cu
Mn
Na
Zn
Mg
Co
K
Cd
P