



T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI
VHB-DR-2009-0001

**RASYONA EKLENEN ORGANİK İZ MİNERALLERİN GEBE
KOYUN VE YENİ DOĞAN KUZULARINDA BAZI VERİM
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ İLE BİRİKİM VE ATILMA
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Vadullah EREN

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL**

AYDIN-2009

**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI
VHB-DR-2009-0001**

**RASYONA EKLENEN ORGANİK İZ MİNERALLERİN GEBE
KOYUN VE YENİ DOĞAN KUZULARINDA BAZI VERİM
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ İLE BİRİKİM VE ATILMA
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Vadullah EREN

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL**

AYDIN-2009

KABUL ve ONAY

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Vadullah EREN tarafından hazırlanan “*Rasyona Eklenen Organik İz Minerallerin Gebe Koyun ve Yeni Doğan Kuzularında Bazı Verim Özelliklerine Etkisi ile Birikim ve Atılma Düzeylerinin Belirlenmesi*” başlıklı tez, 29. 01. 2009 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

<u>Unvanı, Adı ve Soyadı:</u>	<u>Üniversitesi:</u>	<u>İmzası:</u>
Prof. Dr. H. Melih Yavuz	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. M. Kemal KÜÇÜKERSAN	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL	Adnan Menderes Üniversitesi
Prof. Dr. Ahmet NAZLIGÜL	Adnan Menderes Üniversitesi
Doç. Dr. H. Erbay BARDAKÇIOĞLU	Adnan Menderes Üniversitesi

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Doktora tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun sayılı kararıyla tarihinde onaylanmıştır.

Doç. Dr. Muharrem BALKAYA
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Koyunlardan yeterli ve kaliteli ürün alınabilmesi, öncelikle bu hayvanların genetik kapasitelerine ve gereksinim duyduğu tüm besin maddelerinin yeterli düzeyde verilmesine bağlıdır. Bu çerçevede koyunların beslenmesinde çok önemli yapısal ve fizyolojik görevleri olan pek çok mineral madde bulunmakta olup bunların en önemlileri arasında bakır ve çinko mineralleri yer almaktadır. Gerek büyüme, gelişme ve sağlığı gerekse elde edilen ürünün miktar ve kalitesini önemli düzeyde etkileyen bakır ve çinkonun bir kısmı rasyonun bileşiminde bulunan yem maddelerinden, bir kısmı da genellikle inorganik mineral kaynaklarından karşılanmaktadır.

İnorganik kökenli minerallerin kendi aralarındaki etkileşim nedeniyle sindirim kanalından emilimleri ve biyoyararlılıkları azalmakta hatta tümüyle önlenmektedir. Bu olumsuz durumun önüne geçebilmek için inorganik mineraller rasyonlara yüksek düzeyde eklenmektedir. Buna rağmen inorganik mineraller hayvanlar tarafından etkin bir şekilde değerlendirilememektedir. Değerlendirilemeyen minerallerin önemli bir kısmı dışkı ve idrar yolu ile atılmaktadır. Bunun sonucu olarak çevre kirliliği ciddi bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenlerle son yıllarda alternatif mineral kaynaklarına ve bu kaynaklardan yararlanımın artırılması yönündeki çalışmalara ağırlık verilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda biyoteknolojik yöntemlerle elde edilen organik yapıdaki mineral kaynakları rasyonlara eklenmeye başlanmıştır.

Rasyonlara organik yapıdaki mineral kaynaklarının katılması ile yemdeki mineral maddelerden yararlanım ve hayvandan beklenen verim artmaktadır. Bunun yanında tarımsal alanlarda gübre olarak kullanılan hayvansal gübrede bulunan yüksek düzeydeki minerallerden kaynaklanan çevresel kirliliğin azaltılması bakımından olumlu etkileri bulunmaktadır.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	i
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER	vi
ŞEKİLLER	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Mineraller	2
1.1.1. Hayvan Beslemede Mineraller	2
1.1.2. Yem Bitkilerinde Mineraller	3
1.1.3. Mineraller Arasındaki Etkileşim	5
1.1.4. Minerallerin Yararışlılığı	5
1.1.5. Minerallerin Sınıflandırılması	6
1.1.6. Makro Mineraller	6
1.1.6.1. Makro minerallerin görevleri	7
1.1.6.2. Hayvan vücudunda ve hayvansal ürünlerde makro mineraller	9
1.1.6.3. Yemlerde makro mineraller	10
1.1.6.4. Makro mineral gereksinimi	14
1.1.7. İz Mineraller	14
1.1.7.1. İz minerallerin görevleri	15
1.1.7.2. Hayvan vücudunda ve hayvansal ürünlerde iz mineraller	17
1.1.7.3. Yemlerde iz mineraller	21
1.1.7.4. İz mineral gereksinimi	22
1.1.7.5. İz minerallerde emilim ve atılım	23
1.1.7.5.1. Demir	25
1.1.7.5.2. Bakır	25
1.1.7.5.3. Çinko	26
1.1.7.5.4. Mangan	26

	<u>Sayfa</u>
1.1.7.5.5. Molibden	26
1.1.7.5.6. Selenyum	27
1.1.7.5.7. İyot	27
1.1.8. Organik İz Mineraller	27
1.1.8.1. Organik iz minerallerin tanımı	29
1.1.8.2. Organik iz minerallerde çözünebilirlik, emilim ve biyoyararlılık	30
1.1.8.3. Organik iz mineraller ve süt verimi	33
1.1.8.4. Organik iz mineraller ve döl verimi	33
1.1.8.5. Organik iz mineraller ve hastalıklar	35
2. GEREÇ ve YÖNTEM	39
2.1. Gereç	39
2.1.1. Hayvan	39
2.1.2. Yem	39
2.2. Yöntem	41
2.2.1. Deneme Deseni ve Süresi	41
2.2.2. Deneme Hayvanlarının Bakımı ve Yemlenmesi	42
2.2.3. Koyun ve Kuzularda Canlı Ağırlığın Belirlenmesi	43
2.2.4. Serumda Bakır ve Çinko Düzeylerinin Belirlenmesi	43
2.2.5. Yem Örneklerinde Bakır ve Çinko Düzeylerinin Belirlenmesi	43
2.2.6. Yapağıda Bakır ve Çinko Düzeylerinin Belirlenmesi	44
2.2.7. Dışkıda Bakır ve Çinko Düzeylerinin Belirlenmesi	45
2.2.8. Süt Miktarının Belirlenmesi	45
2.2.9. Mastitis Görülme Oranının Belirlenmesi	45
2.2.10. İstatistik Analiz	45
3. BULGULAR	46
4. TARTIŞMA	53
4.1. Canlı Ağırlık	53
4.1.1. Canlı Ağırlık Kazancı	55
4.2. Serum Bakır ve Çinko Değerleri	56
4.3. Yapağı Bakır ve Çinko Değerleri	59
4.4. Dışkı Bakır ve Çinko Değerleri	61

	<u>Sayfa</u>
4.5. Süt Miktarı ve Klinik Mastitis	63
5. SONUÇ	66
ÖZET	69
SUMMARY	71
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	80
TEŞEKKÜR	81

ÇİZELGELER

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1. Dengeli bir toprakta makro ve iz mineral düzeyi	4
Çizelge 2-A. Hayvan vücudunda makro elementler	9
Çizelge 2-B. Hayvan vücudunun ve kan serumunun ortalama makro element içeriği	9
Çizelge 3. Bazı yemlerde toplam kalsiyum ve okzalit şeklinde bağlanmayan kalsiyum düzeyleri	11
Çizelge 4. Bazı yem maddelerinde makro mineral miktarları	13
Çizelge 5. Sığır ve koyunlarda makro mineral gereksinimi	14
Çizelge 6. Hayvan vücudunda iz element düzeyleri	20
Çizelge 7-A. Bazı hayvansal ürünlerde iz element düzeyleri	21
Çizelge 7-B. Süt ve kolostrumda iz element düzeyleri	21
Çizelge 8. Çeşitli yem maddelerinde bulunan bazı iz elementlerin ortalama düzeyleri ile varyasyon katsayıları ve süt ineklerinde bazı iz element gereksinim düzeyleri	22
Çizelge 9. Bazı iz element gereksinimleri için öneriler, mg/kg kuru maddede	23
Çizelge 10. Bazı iz elementlerin inorganik veya organik karışımının yüksek verimli süt ineklerinde (n=45) döl verim parametreleri üzerine etkisi	34
Çizelge 11. Sağım döneminde süt ineklerinde çinko metiyoninin süt verimi ve sütteki somatik hücre sayısına etkisi	35
Çizelge 12. Organik ve inorganik iz minerallerin tırnak hastalıklarının sağım döneminde görülme düzeyine etkisi	37
Çizelge 13. Organik (C) ve inorganik (İ) iz minerallerin bazı hastalıklar üzerine etkisi	37
Çizelge 14. Araştırmada gebe koyunlara verilen rasyonların bileşimi	40
Çizelge 15. Araştırmada laktasyonda bulunan koyunlara verilen rasyonların bileşimi	41
Çizelge 16. Deneme deseni	41
Çizelge 17. Kontrol ve deneme gruplarındaki koyunlara verilen buğday samanı ve karma yemdeki* Cu ve Zn değerleri (kg KM, ppm)	46
Çizelge 18. Araştırma süresince gruplardaki ortalama canlı ağırlıklar (kg)	47
Çizelge 19. Doğum–35. gün döneminde kuzulardaki ortalama canlı ağırlık kazancı (kg)	48
Çizelge 20. Kontrol ve deneme gruplarındaki koyunlar için serumdaki ortalama Cu ve Zn değerleri (µg/dl)	49

Çizelge 21. Kontrol ve deneme gruplarındaki koyunlar için yapağıdaki ortalama Cu ve Zn değerleri (ppm)	50
Çizelge 22. Otuz beş günlük kuzularda serumdaki ortalama Cu ve Zn değerleri ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	50
Çizelge 23. Otuz beş günlük kuzularda yapağıdaki ortalama Cu ve Zn değerleri (ppm)	51
Çizelge 24. Koyun dışkılarında ortalama Cu ve Zn değerleri (ppm)	51
Çizelge 25. Gruplarda 7., 21. ve 35. günlerdeki ortalama süt miktarı (ml/gün/sabah sağımı)	52

ŞEKİLLER

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Ergin koyunda değişik dokularda bulunan bakır düzeyi	18
Şekil 2. Ergin koyunda değişik dokularda bulunan çinko düzeyi	19

1. GİRİŞ

İz mineraller organizmada düşük yoğunluklarda bulunmalarına karşın, vitamin sentezi, hormon üretimi, enzim aktivitesi, hücre ozmotik basıncını düzenleme, kollagen oluşumu, doku sentezi, oksijen taşınımı, enerji üretimi ile büyüme, dölleme ve sağlık gibi pek çok önemli fizyolojik işleyişin sürekliliği için gereklidir. Bu gereklilik sağlanmadığı zaman, hayvanın sağlığını yitirmesi ve veriminin düşmesi sonucu yetiştirici açısından da ciddi ekonomik kayıplar ortaya çıkar (Spears 1996).

Minerallerin gerekliliği eskiden beri bilinmekte idi. Ancak mutlaka gerekli olarak nitelendirilen mineral sayısı da zaman içinde artmıştır. 1950'li yıllara kadar yalnız 13 mineral esansiyel olarak kabul edilirken 1953'de molibden, 1957'de selenyum ve 1959'da krom bunlara eklenmiştir. Günümüzde ise metabolizmadaki işlevleri bakımından 31 mineralin esansiyel olduğu söylenmektedir. Rastlantı sonucu bulunduğu varsayılan bazı elementlerin işlevleri de tam olarak belirlendiğinde esansiyel element sayısının daha da artacağı ileri sürülmektedir (McDowell 1992, Ergün 2004).

Son yıllara kadar esansiyel mineral gereksinimlerinin karşılanması için rasyona belirli oranlarda katılmaları yeterli olarak kabul ediliyordu. Günümüzde ise bazı esansiyel minerallerin inorganik yapıları yerine bazı organik maddelere bağlı olarak bulunmalarının bu minerallerin emilimleri ve biyoyararlılıkları üzerine olumlu etkiler yaptığı ve bu nedenle rasyona daha düşük oranlarda eklendikleri bildirilmektedir (Spears 1996, Coşkun 2006).

Rasyonda yüksek düzeyde kullanılması gereken mineral maddelerin dışkı ile yüksek düzeyde çevreye saçılması nedeni ile bu minerallerin kullanım düzeyleri üzerine kısıtlamalar getirilmektedir. Bu nedenle hayvan beslemede kullanılan inorganik minerallerin dışında, kullanımı yeni yeni yaygınlaşmakta olan organik mineraller ile ilgili çalışmalar önem kazanmaktadır.

1.1. Mineraller

1.1.1. Hayvan Beslemede Mineraller

Mineraller, hayvansal organizmanın yapısına katılan ve işlevleri için gerekli olan esansiyel kimyasal elementlerdir (McDowell 1992, Sarı ve Çakmak 1996, Underwood ve Suttle 1999). Tüm canlı organizmaların periyodik sistemdeki elementleri içerdiği kabul edilmekte ise de omurgalı hayvanlarda yapısal ve metabolik işlevlerin sürekliliği için bunlardan bir bölümünün esansiyel olduğu görüşü egemendir (Özgen 1980, Şenköylü 1991, McDowell 1992, Sarı ve Çakmak 1996, Ergün 2004). Bununla birlikte canlıların büyük bir bölümü karbon, hidrojen, oksijen, azot ve kükürt'ten oluşur (McDowell 1992, Sarı ve Çakmak 1996). Minerallerin bir bölümü yaşam için gerçekten esansiyel iken bir bölümü de rastlantı sonucu vücutta bulunmaktadır (Özgen 1980, McDowell 1992, Ergün 2004).

Mineral maddeler hayvanların sağlıklı olarak yaşamaları ve verimleri için en az aminoasitler ve vitaminler kadar önemlidir. Mineral maddeler büyük çapta kemiklerin yapısında yer alarak, iskeletin sağlamlığını ve buna bağlı yumuşak dokuların güçlü bir dayanağını oluşturarak hayvanların hareket etmelerini sağlar. Mineraller proteinler, lipidler ve diğer maddelerle birleşerek vücudun yumuşak ve sert dokularını oluşturur (McDowell 1992, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004). Enzim ve hormon sistemlerinin yapısına giren bu mineraller, osmotik basıncın, asit-baz dengesinin sağlanmasında, sinir ve kasların uyarılmasında özel bir etkiye sahiptir (McDowell 1992, Sarı ve Çakmak 1996, Underwood

ve Suttle 1999, Ergün 2004, Tuncer 2004, Yıldız 2004, Şahin ve Şahin 2008). Ayrıca vücuttaki metabolik olayların birinci ve ikinci basamak aktivatör ve inhibitörü olarak da işlev gösterir (Sarı ve Çerçi 1993, Şahin ve Şahin 2008). Mineral maddeler bazı protein (hemoglobin-Fe), enzim (solunum enzimi-Fe) ve hormonların (tiroksin-I, insülin-S) yapısına girerek ve bazı enzimlerin de aktivatörü (alkalin fosfataz-çinko) olarak görev yapmaktadır (McDowell 1992, Sarı ve Çakmak 1996, Underwood ve Suttle 1999, Şahin ve Şahin 2008).

Organizmada her bir hücrenin yaşamsal işlevlerini gerçekleştirmesinde mineral maddelerin büyük rolü vardır. Sözü edilen bu işlevlerin yeterli ölçüde yapılabilmesi mineral maddeler ile organik maddeler arasındaki etkileşime bağlıdır (McDowell 1992, Küçükersan 2004).

Hayvana verilen rasyonların mineral madde bakımından yetersiz olması durumunda bu maddeler rasyonlara eklenir (Küçükersan 2004, McDowell 1992) ve mineralin eksikliğine bağlı olarak hayvanlarda oluşacak olan bazı belirtilerin ortadan kalkması sağlanır (Özgen 1980, McDowell 1992, Underwood ve Suttle 1999, Şahin ve Şahin 2008).

Yaşamsal öneme sahip olan minerallere hayvanlar genelde, günlük olarak düşük düzeylerde gereksinim duyar. Bu minerallerin tolere edilebilir düzeylerden daha yüksek düzeyde verilmesi halinde metabolik bozukluklar ve zehirlenmeler görülebilmektedir (McDowell 1992, Sarı ve Çerçi 1993, Şahin ve Şahin 2008).

1.1.2. Yem Bitkilerinde Mineraller

Yem bitkilerindeki mineral madde düzeylerinin birçok etkene bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir. Bu etkenler şöyle sıralanmaktadır:

- Bitkinin türü,
- Bitkinin gelişme dönemi,

- Yedirilen bitki kısmı,
- Gübreleme,
- Yem bitkisinin yetiştiği toprağın yapısı,
- Özel antagonistler,
- Yem maddelerinin işlenmesi.

Rasyonun mineral madde düzeyi, her şeyden önce bitkinin türüne ve yetiştiği toprağın yapısına göre değişir. Özellikle bir bölgede yetişen yeşil yemlerle veya bunların konservesiyle beslenen geniş getirenler için bu durum önem taşımaktadır. Yaprakların ve sapların iz element düzeyi, toprağın gübrenmesi ile önemli ölçüde değişir. Tane yemler, kök ve yumrular ise bu tür gübrelemelerden daha az etkilenir. Bu nedenle tane yemlerin mineral madde düzeyleri bölgelere pek bağlı değildir (Sarı ve Çerçi 1993, Underwood ve Suttle 1999).

Çizelge 1'de görüldüğü gibi mangan, bakır, çinko ve molibden iz mineralleri toprakta buldukları miktardan daha fazla miktarda bitkide bulunmaktadır.

Çizelge 1. Dengeli bir toprakta makro ve iz mineral düzeyi (Zollitsch ve ark 2004)

	Topraktaki düzey	Bitkideki düzey
Makro mineral	(ppm)	(% KM)
P	4-9	0,25-0,50
K	70-150	2,5-4,0
Mg	80-200	0,11-0,20
Ca	-	0,50-1,45
S	25-40	0,17-0,30
Na	-	0,15-0,65
İz mineral	(ppm)	(ppm)
Fe	-	50-150
Mn	50-150	25-250
Cu	5-8	7-9
Zn	2-10	20-60
Mo	1-2	2-5
Se	-	0,03-0,30
Co	3-1	0,05-0,15
I	-	0,08-0,30

1.1.3. Mineraller Arasındaki Etkileşim

Mineraller arasında birbirinin etkisini artırıcı (sinerjetik) veya azaltıcı-engelleyici (antagonistik) bir etkileşimin varlığından söz edilmektedir. Örneğin demir ve bakır arasında sinerjetik, çinko ve kalsiyum arasında antagonistik bir ilişki vardır. Rasyonla yüksek düzeyde kalsiyum alınması çinkonun kullanımını düşürmektedir. Benzer ilişki kimi zaman birden çok mineral arasında (bakır-çinko-demir-kalsiyum) olmakta, bazen de bu ilişki mineral ile başka bir besin maddesi arasında (selenyum-Vitamin E) da görülmektedir (McDowell 1992, Sarı ve Çakmak 1996, Şahin ve Şahin 2008). Bu nedenle mineral maddeler vücuda hem yeterli hem de dengeli olacak şekilde alınmak zorundadır. Bir mineralin gereksinimden az ya da fazla alınması bir diğer mineralin değerlendirilmesinin azalmasına ya da fazlalığına neden olabilmektedir (Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004, Şahin ve Şahin 2008).

1.1.4. Minerallerin Yarayırlılığı

Laboratuvar analizleri ile mineral maddelerin yarayırlılık derecesinin yeterince belirlenemediği, minerallerin yarayırlılığının başta mineralin alınan düzey ve kimyasal formu olmak üzere, minerali içeren rasyonun sindirilme derecesi, partikül boyutları, diğer besin maddeleri ile etkileşimi, şelatlar, inhibitörler, hayvanın fizyolojik ve patolojik durumu, su kimyası ve mineralin işlenme biçimi gibi bazı faktörlerin etkisi altında olduğu bildirilmektedir. Mineral maddelerin alınma düzeyi ile yarayırlılık derecesi arasında ters bir bağıntı vardır (Sarı ve Çakmak 1996, Underwood ve Suttle 1999, Şahin ve Şahin 2008). Mineral maddelerin hayvansal kökenli olanları genelde bitkisel kökenli olanlara göre daha iyi değerlendirilmektedir. Şelat ve inhibitörler değerlendirmeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Herhangi bir nedenle organizmanın gereksiniminin artması mineral yarayırlılığının da artmasına neden olmaktadır (Sarı ve Çakmak 1996).

1.1.5. Minerallerin Sınıflandırılması

Mineraller yem maddelerinde ya da organizmada bulunma düzeylerine göre makro mineraller ve iz mineraller olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir (McDowell 1992, Sarı ve Çakmak 1996, Ergün 2004, Tuncer 2004).

1.1.6. Makro Mineraller

Yemlerin veya rasyonların 1 kg kuru maddesinde 250 mg'dan (Sarı ve Çerçi 1993, Şahin ve Şahin 2008) veya her kg vücut ağırlığında 50 mg'dan fazla miktarda bulunan mineral maddeler makro mineral olarak tanımlanmaktadır (Kirchgesner 1985, McDowell 1992, Şahin ve Şahin 2008). Makro mineraller içinde kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum, klor ve kükürt yer almaktadır (Kirchgesner 1985, McDowell 1992, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004).

Hayvanların temel rasyonlarında kalsiyum, magnezyum, fosfor ve sodyum bakımından sıkça eksiklikler görülürken, buna karşılık diğer makro mineral maddeler bakımından çok fazla eksiklik görülmemektedir (Sarı ve Çerçi 1993).

Makro mineraller vücutta değişik dokuların yapısında bulunurlar. Ayrıca çeşitli dokularda ozmotik basıncı sağlayarak fizikokimyasal işlevlere de katılırlar. Mineral elementler asidik, bazik ve nötr nitelikte tuzlar oluşturarak organizmanın tampon sistemine katılmaktadır. Makro minerallerden fosfor, klor ve kükürt asit oluşturdukları halde sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum ise alkali oluşumuna katılmaktadır (Sarı ve Çakmak 1996, Ergün 2004). Makro mineraller kemiklerde (kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum, klor), kanda (sodyum, potasyum, klor, kükürt) ve bağırsaklarda (klor) yedek halde bulunmaktadır (Ergün 2004).

1.1.6.1. Makro minerallerin görevleri

Kalsiyum, fosfor ve magnezyum metabolizma olaylarında benzer görevler üstlenmektedirler. Her üçünün de en belirgin görevleri öncelikle kemik ve dişlerin yapı taşı olmalarıdır (Kirchgesner 1985, McDowell 1992, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004). Bu elementler kollagen lifleri arasında kristal olarak (daha çok hidroksilapatit formlarında) birikime uğratılmıştır. Böylece iskelet sıkı bir yapı ve yüksek bir dayanıklılık kazanmıştır (Özgen 1980, Kirchgesner 1985). Bunun yanında hem kalsiyum hem de magnezyum bir dizi enzimin aktivatörü olarak görev yapmaktadır (Özgen 1980, Kirchgesner 1985, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004). Buna göre kalsiyum sindirim enzimini (tripsin), ara metabolik ürün enzimlerini ve kan koagülasyonu açısından önemli olan trombokinaz enzimini aktive eder. Magnezyum ise alkalın fosfataz, arginaz ve kinazın aktivatörüdür (Kirchgesner 1985, McDowell 1992, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004). Kalsiyum ve magnezyum ayrıca sinirlerin uyarılması ve kas kontraksiyonu açısından önem taşırken, kalsiyum iyonları hücrelerin geçirgenliği üzerine etki ederek maddelerin sınır yüzeyleri yardımıyla taşınmasında da görev alır (Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Sarı ve Çakmak 1996, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004). Temel olarak, magnezyum bir enzim aktivatörü olarak (ATPaz, ADPaz) karbonhidrat metabolizmasında ve proteinlerin sindiriminde (peptidazlar) rol oynamaktadır (Ergün 2004).

Hayvan organizmasında ortofosforik asit bileşikleri halinde bulunan fosfor; nükleik asit, fosfoproteid ve fosfolipidlerle birçok enzimin yapısına katılmakta, ayrıca enerji taşınmasında ve biriktirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Kirchgesner 1985, McDowell 1992, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004).

Makro minerallerden kükürdün önemli bir kısmı metiyonin, sistein ve sistinde bulunur. Bu bakımdan kükürt gereksinimi daha çok protein beslemesiyle ilgilidir (Kirchgesner 1985, Ergün 2004, Şahin ve Şahin 2008). Bunun dışında biyotin, tiamin gibi vitaminlerin yanında tükrük, safra ve insülin hormonunun içeriğinde de bulunur (Özgen, 1980, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004).

Kükürt biyotinin bir bileşeni olarak yağ metabolizmasında, insülin ve tiaminin yapısında yer alarak karbonhidrat metabolizmasında (Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004), koenzim-A'nın, insülin ve glutasyonun oluşumuna katılarak enerji metabolizmasında önem taşımaktadır. Bazı karmaşık karbonhidratların bir unsuru olması nedeniyle çeşitli konnektif dokularda (mukopolisakkaritler, kartilago gibi) bulunur. Vücuttan bazı toksik ve nontoksik maddeler (fenoller ve kresoller) aracılığıyla zararlı maddeleri temizleyen, saç, kıl, yapağı, tiftik ve tüylerin primer bileşeni olarak önemli işlevlere sahip olan esansiyel bir elementtir (Ergün 2004). Bunlar yanında rumende mikroorganizmalar tarafından üre azotunun değerlendirilmesinde kükürt eksikliği, protein sentezini sınırlayan bir etken olmaktadır (Özgen 1980, Underwood ve Suttle 1999).

Sodyum, potasyum ve klorun fizyolojik görevleri daha fazladır. Öncelikle vücut sıvılarının osmotik basıncının ve aynı şekilde asit-baz dengesinin korunmasında gerekli olan mineral maddelerdir. Bu arada sodyum, potasyum ile sinir membranlarının elektriksel polarizasyonu için ve uyarının kas liflerine ulaşması açısından oldukça önemlidir. Her iki element de hücre zarında membran potansiyelinin korunmasında önemli bir paya sahiptir (Kirchgesner 1985, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004). Böylece hem sodyum hem de potasyum besin maddelerinin taşınmasında etkin bir görev yapmaktadır (Kirchgesner 1985). Bunun dışında sodyum ve potasyum rumende oluşan fermantasyon asitlerinin nötralizasyonunda görev alır. Bu işlevin yürütülmesi sırasında sindirim kanalında geri emilen sodyum ve potasyum iyonları tükrük sentezi için kullanılır (Özgen 1980). Ek olarak potasyum, kalp kası ve sinir sisteminin normal çalışması için gereklidir (Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004).

Klor, pankreas alfa-amilazının bir kofaktörü olarak enzim reaksiyonlarına katılırken (Kirchgesner, 1985), klorid iyonları halinde midede tuz asidinin oluşturulmasında da önemli bir rol oynamaktadır (Özgen 1980, Kirchgesner 1985, Ergün 2004).

1.1.6.2. Hayvan vücudunda ve hayvansal ürünlerde makro mineraller

Makro elementlerin hayvan vücudundaki ortalama miktarları Çizelge 2-A'da gösterilmiştir.

Çizelge 2-A. Hayvan vücudunda makro elementler (Özgen 1980)

Element	Ca	P	Mg	Na	K	Cl	S
%	1.5	1.0	0.04	0.16	0.20	0.11	0.15

Hayvan vücudu ve kan serumunun ortalama makro element içeriği Çizelge 2-B'de gösterilmiştir.

Çizelge 2-B. Hayvan vücudunun ve kan serumunun ortalama makro element içeriği (Kirchgessner 1985)

	Ca	P	Mg	Na	K	Cl
Vücutta, g/100g yağsız kuru maddede	1-2	0.7-1.0	0.04-0.05	0.10-0.15	0.20-0.30	0.1-0.15
Kan serumunda, mg/100ml	10	4-7*	2-3	330	20	370

*: İnorganik Fosfor

Çeşitli memelilerde kan serumunun makro element içeriği büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Ancak elementlerin kan serumunda artması veya düşmesi çoğu zaman bir hastalık belirtisi olmaktadır. Normal düzeyin korunması açısından her bir element için çeşitli düzenleme mekanizmaları bulunmaktadır. Kanda kalsiyum düzeyinin korunması kalsitonin ve parathormon, fosfor düzeyinin korunması daha çok böbrekler, sodyum, potasyum ve klor düzeyinin korunması ise böbrekler veya böbrek üstü bezin salgıladığı mineralokortikoid hormonu tarafından sağlanmaktadır (Kirchgessner 1985, Underwood ve Suttle 1999).

Hayvan vücudundaki mineral elementlerin düzey dağılımı elementten elemente farklılık göstermektedir. Buna göre vücutta bulunan kalsiyumun %99'u, fosforun %80'i,

magnezyumun %66'sı, sodyumun %40'ı ve potasyumun %10'dan daha az bir bölümü iskelette bulunur. Kemik külü yaklaşık olarak %36 Ca, %17 P, %0,8 Mg ile bir miktar diğer makro ve mikro elementlerden oluşmaktadır. Sodyumun geriye kalan bölümü hücreler arası sıvıda çözülmüş olarak, potasyumun da büyük bir bölümü kas ve yumuşak dokuda hücreler içerisinde bulunmaktadır. Sodyum katyon, klor anyon şeklinde bulunmaktadır (Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004).

1.1.6.3. Yemlerde makro mineraller

Geniş getirenlerin beslenmesinde kullanılan mera, çayır ve baklagil bitkileri oldukça yüksek düzeyde kalsiyum kapsamalarına karşın bütün tane ve tohumlar ile bunların kalıntı ve yan ürünleri kalsiyum bakımından yoksuldurlar (Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün, 2004). Bununla birlikte körpe çayır ve öncelikle mısır silo yeminin kalsiyum içeriği oldukça düşüktür (Kirchgesner 1985).

Kemik unu, et-kemik unu, balık unu ve süt gibi hayvansal ürünler yüksek değerli kalsiyum ve fosfor kaynaklarıdır (Kirchgesner 1985, McDowell 1992, Ergün 2004). Bunun yanında yemlik kireç, kireç taşı, tebeşir, midye kabukları, sodyum ve magnezyum fosfatlar gibi mineral yemler de kalsiyum ve fosfor kaynağı olarak kullanılmaktadır (Ergün 2004).

Şeker pancarı ve yonca gibi yüksek düzeyde okzalik asit kapsayan yemlerde, kalsiyumun önemli bir kısmı kalsiyum okzalat şeklinde bağlanmıştır. Bu bileşik mikrobiyel etkinlik sonucu değerlendirilmektedir. Bu duruma göre sığırların beslenmesinde pratik olarak rasyonlarla kalsiyum gereksinimi karşılanabilmektedir (Özgen 1980, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004).

Bazı yemlerdeki toplam kalsiyum ve okzalat şeklinde bağlanmayan kalsiyum düzeyleri Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Bazı yemlerde toplam kalsiyum ve okzalit şeklinde bağlanmayan kalsiyum düzeyleri, g/kg KM (Özgen 1980)

Yem maddeleri	Toplam kalsiyum	Okzalit şeklinde bağlanmayan kalsiyum
Şeker pancarı	4.3	0.3
Şeker pancarı yaprağı, taze	11.7	-
Şeker pancarı yaprağı, silaj	13.9	-
Şekerpancarı posası, kuru	9.2	5.1
Yonca unu	14.1	12.3

Fosfor için durum bütünüyle tersidir. Kaba yemler ve baklagil bitkileri çok düşük düzeyde fosfor kapsamalarına karşılık tane yemler ve tohumlar ile bunların kalıntı ve yan ürünleri yüksek düzeyde fosfor kapsamakta, ancak fosforun yaklaşık %60'ı fitin fosforu şeklinde bulunmaktadır (Kirchgesner 1985, McDowell 1992, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004). Fitik asit, inositolün bir tuzu olup, yemlerin yapısında, kalsiyum, magnezyum ve diğer iki değerli katyonların tuzları şeklinde bulunur (Sarı ve Çakmak 1996). Fitik asit kalsiyumla birleşerek emilmesi güç olan kalsiyum fitatı oluşturmaktadır. Bu karmaşık yapı bitkisel ya da mikrobiyel kaynaklı fitaz enzimi ile sindirilebilmekte ve bu nedenle geviş getirenler tek midelilere göre kalsiyum fitatı daha iyi değerlendirebilmektedir.

Buğday kepeği, kurutulmuş maya ve çoğu küspeler, özellikle pamuk tohumu ve keten tohumu küspeleri magnezyum bakımından zengin yemler olarak belirtilmektedir (Özgen 1980, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004). Ancak sığır ve koyun yemlemede özellikle laktasyondaki yüksek verimli ineklerin ve koyunların yemlenmesinde, yemlerdeki doğal magnezyum varlığı, magnezyum gereksinimini karşılamaktan uzaktır. Bu nedenle magnezyumun rasyonlara eklenmesi gerekmektedir (Kirchgesner 1985). Daha az emilmesine bağlı olarak geviş getiren hayvanlar geviş getirmeyenlere oranla magnezyumu daha az düzeyde almaktadır (Underwood ve Suttle 1999).

Yemlerde çoğu zaman potasyum, sodyuma göre çok daha yüksek düzeyde bulunur. Bu bakımdan yem potasyum varlığı gereksinimi genellikle karşılamaktadır. Özellikle bitkiler potasyum bakımından çok zengindir (Özgen 1980, Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993). Sodyum ise gereksinimi karşılayacak düzeyde değildir (Kirchgesner 1985). Potasyum iyonları vücuttan atılırken belirli düzeyde sodyum iyonlarını da birlikte sürükler. Bu nedenle rasyonlardaki potasyum fazlalığının vücutta sodyum eksikliğine yol

açabileceği belirtilmektedir (Özgen 1980). Ancak hayvansal kökenli yemlerde (Özgen 1980, Kirchgessner 1985, Sarı ve Çerçi 1993) ve istisna olarak bitkisel yemlerden şeker pancarı yaprağının sodyum düzeyi yüksektir (Kirchgessner 1985). Bununla beraber rasyona sodyum kaynağı olarak tuz eklenmesi gerekmektedir (Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004).

Bitkisel ve hayvansal kökenli bazı yemlerdeki makro element miktarları Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Bazı yem maddelerinde makro mineral miktarları, g/kg (Özgen 1980)

Yem Maddeleri	Ca	P	Mg	Na	K	Cl
Mera otu, yeşil	1.57	0.84	0.41	0.50	5.05	2.56
Mera otu, kart yeşil	1.56	0.70	0.40	0.30	4.70	2.40
Çayır otu, yeşil	1.50	0.60	0.40	0.75	3.70	1.20
Çayır otu, kuru	5.00	2.20	1.50	1.40	18.00	7.20
Yonca, yeşil	4.21	0.55	0.42	0.53	7.56	1.27
Yonca, kuru	12.00	2.40	1.90	1.20	21.50	6.50
Kırmızı yonca, yeşil	2.90	0.49	0.52	0.47	5.47	0.86
Kırmızı yonca, kuru	14.50	2.40	2.50	0.80	18.00	3.00
Çayır silajı	0.80	0.66	0.43	1.55	5.50	3.30
Şeker pancarı yaprağı silajı	2.50	0.43	0.50	0.76	3.50	0.70
Yemlik pancar	0.40	0.50	0.15	0.70	2.25	1.40
Şeker pancarı	1.00	0.35	0.60	0.47	1.86	0.93
Yazlık buğday samanı	2.30	0.50	0.70	1.50	6.20	2.20
Kışlık buğday samanı	2.10	0.40	0.80	1.40	7.20	2.80
Çavdar	0.40	3.70	1.20	0.40	5.00	1.00
Buğday	0.50	3.40	1.40	0.40	4.40	0.70
Arpa	0.50	3.90	1.10	0.30	5.80	2.00
Yulaf	0.60	3.60	1.30	1.30	4.10	0.90
Mısır	0.20	3.60	1.10	0.20	3.30	0.30
Bakla	1.10	5.30	1.30	0.40	11.00	0.70
Soya fasulyesi	2.80	5.90	3.50	0.40	10.80	0.30
Yemlik fiğ	2.00	4.50	1.40	1.20	7.00	1.00
Buğday kepeği	1.70	12.00	5.00	0.70	8.00	0.80
Kurutulmuş şeker pancarı posası	8.30	1.00	2.20	1.20	6.80	1.80
Melas	2.20	0.20	0.20	6.90	43.00	6.30
Torula, maya	3.00	1.80	2.00	-	20.50	-
Soya küspesi	2.80	7.30	3.00	1.00	16.00	0.50
Pamuk tohumu küspesi	2.20	13.50	6.30	1.00	13.50	-
Keten tohumu küspesi	3.70	9.20	5.20	1.40	6.50	0.60
Ayçiçeği küspesi	3.60	9.40	4.90	1.40	10.00	1.00
Yağsız süt	1.21	0.92	0.11	0.69	1.50	1.00
Yağsız süt tozu	13.10	10.00	1.20	7.00	16.70	10.80
Peynir suyu	0.70	0.50	0.10	0.65	1.45	0.80
Peynir suyu, kurutulmuş	9.00	6.40	1.30	0.40	18.60	10.30
Kan unu	0.30	0.80	0.20	11.50	2.10	11.50
Kadavra unu	44.00	19.40	1.50	5.00	3.50	8.00
Balık unu	52.00	31.00	5.00	5.00	5.00	7.50

1.1.6.4. Makro mineral gereksinimi

Sığır ve koyunlarda makro mineral gereksinimi Çizelge 5’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Sığır ve koyunlarda makro mineral gereksinimi, g/gün (Kirchgesner 1985)

	Ca	P	Mg	Na
Sığır				
Buzağı	27	13	4	3
Gelişmekte olanlar	32-58	17-35	5-12	4-9
Süt ineği, 650 kg CA	26	26	13	9
Süt ineği, 650 kg CA, ileri gebe	46	34	15	11
Süt ineği, 650 kg CA, 10 kg süt	58	43	19	15
Süt ineği, 650 kg CA, 20 kg süt	90	59	25	22
Süt ineği, 650 kg CA, 30 kg süt	122	76	32	28
Koyun				
Gelişmekte olanlar	12-17	4.5-6.5	1.0	1.5
70 - 80 kg CA	7.5	5.5	1.0	1.5
İleri gebe	15	7.5	1.5	2.0
Laktasyonda	17-20	9-10	2.5-3	2-2.5

1.1.7. İz Mineraller

Yemlerin veya rasyonların 1 kg kuru maddesinde 250 mg’dan (McDowell 1992, Sarı ve Çerçi 1993, Şahin ve Şahin 2008) veya her kg vücut ağırlığında 50 mg’dan daha düşük miktarda bulunan mineral maddeler iz (mikro) mineraller olarak tanımlanmaktadır (Özgen 1980, Kirchgesner 1985, Şenköylü 1991). Ancak demir bu düzeyin üzerinde olmakla birlikte vücuttaki görevi nedeni ile iz mineraller arasında incelenmektedir (Özgen 1980, Kirchgesner 1985). Vücutta bulunan iz minerallerden bazıları esansiyel olarak tanınmıştır. Bunlar demir, iyot, bakır, mangan, çinko, kobalt, molibden, selenyum, krom, vanadyum, flor, silisyum, nikel ve arseniktir. Bunların dışında lityum, berilyum, alüminyum, brom, civa ve kurşun gibi fizyolojik görevleri hakkında fazla bir bilgi saptanamamış ve vücutta diğerlerine göre daha düşük yoğunlukta bulunan elementlere de rastlanmaktadır. Bu elementler rastlantı sonucu bulunan veya katılımcı iz elementler olarak tanımlanmıştır (Özgen 1980, Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993). Bazı katılımcı elementlerin fazla

tüketimi ile bazı esansiyel iz minerallerden yararlanma olumsuz olarak etkilendiği gibi zehirlenmeler de oluşabilmektedir (Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993).

Esansiyel iz mineraller organizmada bazı metabolizma olaylarında kendine özgün görevler üstlenmişlerdir. Vücuda yemlerle dışarıdan alınmak zorundadırlar. Organizmada bulunan toplam elementler içerisinde iz elementlerin payı %1'in altında olmasına ve çok düşük düzeylerde alınmalarına rağmen yaşamın normal bir şekilde sürmesi ve üremede oluşan aksaklıkların ortadan kalkması için gerekli oldukları belirlenmiştir. Bu durum iz minerallerin esansiyel olduklarının kanıtını oluşturmaktadır (Kirchgesner 1985). İz mineraller, enzimlerin yapı taşı ve aktivatörü olarak metabolik reaksiyonların sonucunu etkileyici bir etkinlikte bulunur (Kirchgesner 1985, Underwood ve Suttle 1999, Şahin ve Şahin 2008).

1.1.7.1. İz minerallerin görevleri

Demir, miyoglobin ve hemoglobinin yapısına girerek kasın ve kanın renginin oluşturulmasında ve alyuvarlarla oksijen taşınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bunun yanında hemoproteidlerin (solunum zincirinde sitokrom, peroksidaz ve katalaz gibi) ve çeşitli flavoproteidlerin (süksinatdehidrogenaz gibi) prostetik gruplarında yapı taşı olarak da birçok oksidoredüktazların görevlerini yerine getirebilmesi için gereklidir (Kirchgesner 1985, McDowell 1992, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004). Daha çok süt emme döneminde ve yetersiz düzeyde demir alımında hayvanlarda anemi yanında yem tüketiminde isteksizlik ve direnç düşüklüğü görülmektedir (Kirchgesner 1985, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004).

Bakır, %90 oranında seroplazmine bağlı olarak kan plazmasında ve %10 oranında eritrokuprein şeklinde eritrositlerde bulunur. Bakır, demirin oksidasyona uğratılıp hemoglobin sentezinde kullanılabilmesi için gereklidir. Aksi durumda anemi oluşur. Aynı zamanda bakır pigment, kıl, yün ve merkezi sinir sisteminin oluşumunda, iskeletin şekil kazanmasında ve sitokromoksidaz gibi çeşitli enzim sistemlerinde önemli bir rol oynamaktadır (Kirchgesner 1985, McDowell 1992, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004).

Yetersizliğinde anemi, ishal, kemik bozuklukları, neonatal ataksi, enzootik ataksi (swayback), kıl ve yapağıda pigment değişiklikleri (McDowell 1992, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004, Şahin ve Şahin 2008), glikoz ve lipit metabolizmasında bozukluklar ile kardiyovasküler bozukluklar oluşmaktadır (Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004).

Çinko, hem bir dizi metaloenzimin (karboanhidraz, karboksipeptidaz, alkali fosfataz ve çeşitli dehidrogenaz) yapı taşı, hem de insülin hormonunun önemli bir bileşenidir (Kirchgesner 1985, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004). Ayrıca prostat sıvısında bulunarak spermanın olgunlaşmasına da yardımcı olmaktadır (Sarı ve Çerçi 1993). Çinko yetersizliğinde, bazı metabolik reaksiyonlarda ve nükleik asit ile protein sentezinde aksamalar görülmektedir (Kirchgesner 1985). Ayrıca deri ve epitel dokuda kuruma ve çatlama (parakeratozis), kıl ve yapağı dökülmeleri, özellikle erkeklerde infertilite olguları oluşmaktadır (Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004).

Mangan arginaz, hidrolaz, kinaz, fosfataz, tiaminaz ve transferazlar gibi enzimlerin aktivatörü olarak rol oynamaktadır (Kirchgesner 1985, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004). Bu element iskeletin oluşumu, kasların, cinsel organların gelişmeleri ve işlevleri için gerekli olmakla beraber (Özgen 1980, Ergün 2004), yeni doğanların merkezi sinir sisteminin işlevinde de görev almaktadır (Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004). Mangan eksikliğinde üreme bozuklukları, kemik ve kıkırdak gelişiminde anormallikler, mukopolisakkarit sentezinin bozulması, enzim aktivitelerinde azalma ve hareket bozuklukları oluşmaktadır (Özgen 1980, Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Sarı ve Çakmak 1996, Ergün, 2004).

Kobalt, B₁₂ vitamininin temel yapı taşı olduğundan bu vitaminin sentezlenmesinde rol oynar. Yetersizliğinde ise B₁₂ vitamininin sentezlenmesi aksamakta (Özgen 1980, Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004) ve buna bağlı olarak iştahsızlık, anemi, zayıflama ve pika görülmektedir (Sarı ve Çerçi 1993).

Molibden pürin metabolizmasında önemli rol oynayan ksantin oksidaz, nitrat redüktaz ve bakteriyel dehidrogenaz gibi bazı enzimlerin yapı taşı olduğundan (Özgen

1980, Sarı ve Çerçi 1993), yetersizliğinde gelişmenin aksadığı görülmektedir (Sarı ve Çerçi 1993). Ayrıca molibden tüketiminin fazla olduğu durumlarda vücutta bakır yetersizliği kaçınılmaz bir durum olarak ortaya çıkmaktadır (Özgen 1980, Kirchgessner 1985) . Molibden ve sülfür rumende tetratiyomolibdat oluşturarak bakırı yüksek derecede çözünmeyen ve bakırı emilim için kullanışsız yapan bir karmaşık yapı şeklinde bağlamaktadır (McDowell 1992, Underwood ve Suttle 1999, Şahin ve Şahin 2008).

Selenyum, hücre zarlarındaki doymamış fosfolipitleri oksidatif yıkıma karşı korumada biyolojik bir antioksidan madde olarak görev yapan glutation peroksidaz enziminin yapı taşı olarak görev almaktadır. E vitamini ile birlikte oksidatif yıkımların önlenmesinde sinerjetik etki gösterdiği bilinmektedir (Kirchgessner 1985, Sarı ve Çakmak 1996, Underwood ve Suttle 1999). Selenyum, glikoz metabolizmasında bir kofaktör olarak da görev almaktadır (Sarı ve Çakmak 1996).

İyot, organizmada metabolik hızı kontrol eden, tiroksin hormonunun bir yapı taşıdır. Tiroksin sellüler oksidasyonu ve büyümeyi yakından etkilemektedir (Sarı ve Çakmak 1996).

Florun en önemli görevinin dişleri çürümelere karşı korumak olduğu bilinmektedir (Özgen 1980, Kirchgessner 1985, Sarı ve Çerçi 1993).

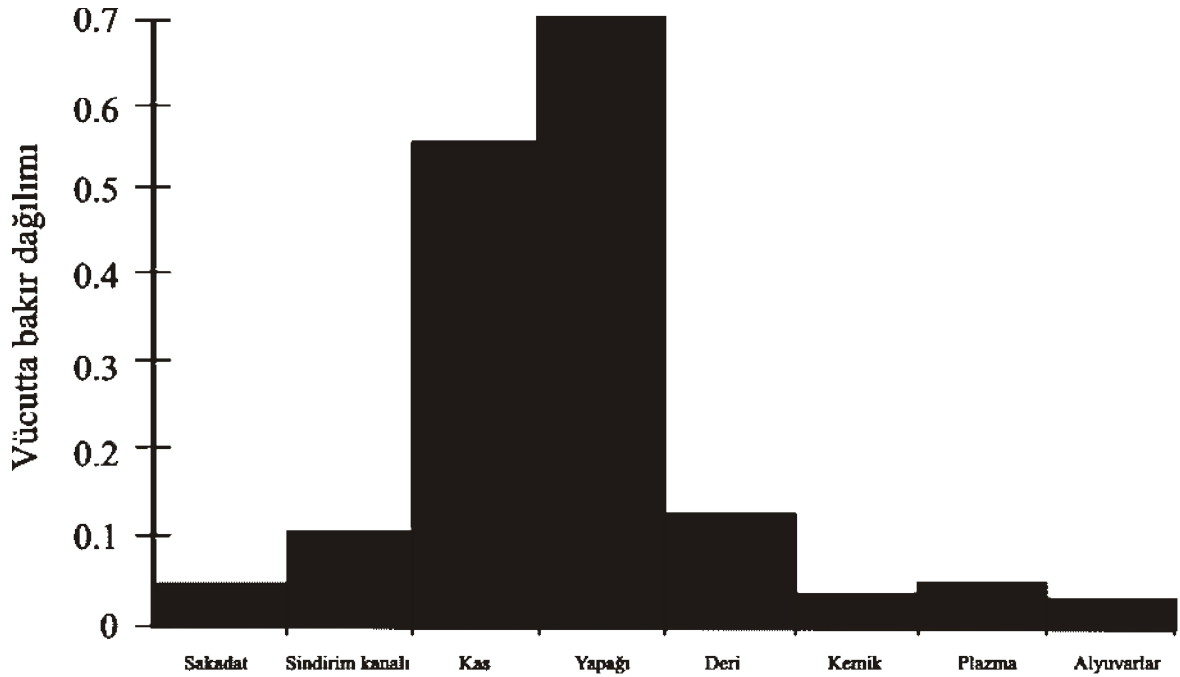
1.1.7.2. Hayvan vücudunda ve hayvansal ürünlerde iz mineraller

Hayvan vücudunda iz mineral içeriği yaş ve beslenmeye bağlı olarak değişmektedir. Buna göre yeni doğan hayvanların vücudunda bazı iz mineraller (bakır) daha yüksek, bazı iz mineraller (domuz yavrularında demir) ise daha düşük düzeyde bulunur. Bazı iz elementlerin yemlerle fazla tüketilmesi, vücutta kendilerine özgün görevler için yeterli olan miktardan fazlasının birikimine neden olmaktadır. Bu açıdan öncelikle karaciğer (bakır ve demir) ve kemik doku (çinko ve flor) bir depo organı olarak büyük görev üstlenmiştir (Kirchgessner 1985, Underwood ve Suttle 1999).

Gebe hayvanlarda, gebelik anabolizması sonucu, bazı iz mineraller (bakır, çinko, mangan ve nikel gibi) sürekli olarak aşırı birikime uğratılmakta, daha sonra bu tür yedek depolar bir sonraki sağım döneminde yeniden mobilize edilerek kullanılmaktadır. Ancak demir için bu durum söz konusu değildir (Kirchgesner 1985).

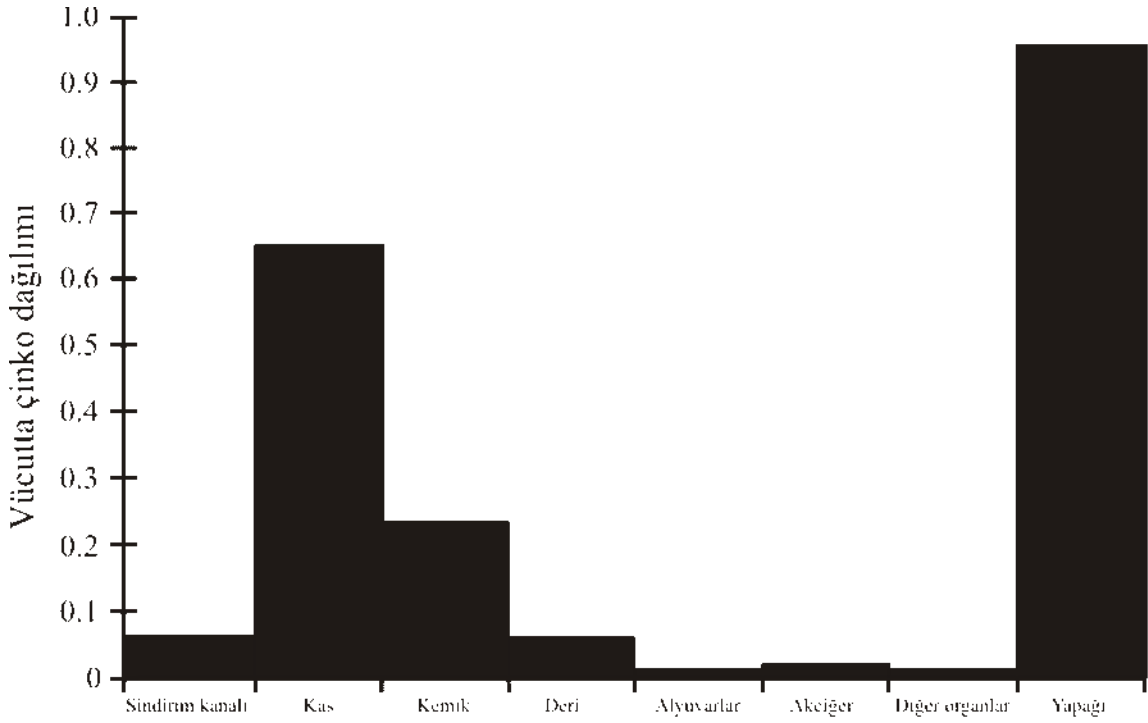
Vücutta demirin büyük bir bölümünün proteinlere bağlı olduğu ve bunun çoğunun hemoglobinin yapısında bulunduğu, kaslarda miyogloblin olarak, karaciğer, dalak, böbrek ve kemik iliğinde hemosiderin ve ferritin, kan serumunda ise siderofilin veya transferrin olarak tanımlanan protein halinde bulunduğu bildirilmektedir (Özgen 1980, Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004).

Bütün vücut hücrelerinde bulunmakla birlikte bakırın önemli bir bölümü karaciğer, kemik, kas, deri ve yapağıda bulunmaktadır. Özellikle karaciğer oldukça yoğun bir bakır içeriğine sahiptir. Ancak genel dağılıma bakıldığında yapağıda daha yoğun olduğu ve burada birikimin daha fazla olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 1). Bakır organizmada daima proteine bağlı olarak bulunmaktadır (Özgen 1980, Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004).



Şekil 1. Ergin koyunda değişik dokularda bulunan bakır düzeyi (Underwood ve Suttle 1999).

Çinko bütün hayvansal dokularda bulunmasına rağmen, özellikle kemik, cinsel organlar, deri, saç ve yapağıda yoğunlaşmıştır. Ancak genel dağılıma bakıldığında bakırda olduğu gibi yapağıda daha yoğun olduğu ve burada birikimin daha fazla olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 2). Bunun yanında karaciğer, pankreas ve sperma da çinko bakımından oldukça zengindir (Kirchgessner 1985, Sarı ve Çerçi 1993). Birçok iz element karaciğerde depo edilirken çinko kemiklerde depo edilmektedir (Özgen 1980, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004).



Şekil 2. Ergin koyunda değişik dokularda bulunan çinko düzeyi (Underwood ve Suttle 1999).

Mangan, dokularda çok düşük düzeylerde bulunmasına karşın kemik, karaciğer, böbrek, pankreas ve tükürük bezlerinde daha yoğun miktarlarda bulunur (Ergün 2004, Şahin ve Şahin 2008).

B₁₂ vitamininin çekirdeğinde bir kobalt atomu bulunmaktadır (Ergün 2004, Şahin ve Şahin 2008). Bu nedenle mideden intrinsik madde salgılanması için kobalt gereklidir (Şahin ve Şahin 2008).

Molibden daha çok karaciğer, dalak ve böbreklerde yoğun bir halde bulunurken, en fazla iskelette biriktirilmektedir (Kirchgesner 1985, Şahin ve Şahin 2008).

Selenyum, normal olarak karaciğer ve böbreklerde bulunmaktadır. Vücut proteinlerine çok hızlı bir şekilde bağlanmakta ve bu bağlanma genellikle kükürt içeren aminoasitlerde gerçekleşmektedir. Bu nedenle zehirlenme düzeyinde bir tüketim gerçekleştiğinde özellikle kıl ve tırnakta yoğunluğu artmaktadır (Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004).

Vücutta bulunan iyodun büyük bir bölümü tiroid bezinde (tiroksin hormonunun yapısında) yer almaktadır (Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004).

Flor minerali vücutta yoğun olarak kemik ve dişlerde bulunmaktadır (Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993).

Kromun üç değerli formda, glikoz tolerans faktörü olarak krom-peptid kompleksi biçiminde insülinin hücre ortamında etkinliği için bulundurulmak zorunluluğu vardır (Özgen 1980, Kirchgesner 1985, Şahin ve Şahin 2008).

İz elementlerin hayvan vücudundaki düzeyleri Çizelge 6'da ve hayvansal ürünlerdeki düzeyleri Çizelge 7-A ve 7-B'de verilmiştir.

Çizelge 6. Hayvan vücudunda iz element düzeyleri (Özgen 1980).

Elementler	mg/kg CA	Elementler	mg/kg CA
Demir	20–80	Kobalt	0.02–0.1
Çinko	10–50	Molibden	1.4
Bakır	1.5	Selenyum	1.7
Manganez	0.2–0.5	Krom	0.08
İyot	0.3–0.6		

Çizelge 7-A. Bazı hayvansal ürünlerde iz element düzeyleri (Özgen 1980).

Elementler	Taze sığır kanı, 100g'da	Kabuksuz yumurta, 100g'da	Taze inek sütü, 1kg'da	Kolostrum, 1kg'da
Demir, mg	42.30	2.1	0.46	2.2
Çinko, mg	0.18	1.35	3.70	-
Bakır, mg	0.17	0.23	0.16	0.6
Manganez, mg	19.0	216	43	150
İyot, µg	14.0	9.7	77	280
Kobalt, µg	0.2	-	0.9	5
Molibden, µg	-	-	50	55

Çizelge 7-B. Süt ve kolostrumda iz element düzeyleri (Underwood ve Suttle 1999).

Elementler	İnek		Koyun	Keçi	Domuz
	Süt	Kolostrum, 12. saat			
Çinko, mg/l	4.0	10.3	4.0	5.5	5.0
Demir, mg/l	0.5	1.5	0.5	0.4	1.5
Bakır, mg/l	0.15	0.09	0.25	0.15	0.7
Mangan, mg/l	0.03	0.04	0.04	0.08	0.15

1.1.7.3. Yemlerde iz mineraller

İz minerallerin yemlerdeki düzeyleri değişik etkenlerin (iklim, hava koşulları, toprağın yapısı, bitkinin türü, vejetasyon dönemi ve konservasyon yöntemleri gibi) etkisi altındadır (Özgen 1980, Kirchgessner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004).

Genel olarak baklagiller, iz mineraller yönünden buğdaygil otlarından ve çayırlardan daha zengindir. Çayır ve meralarda baklagil otlarının düzeyi yükseldikçe buradan elde edilen yemlerdeki iz mineral yoğunluğu artmaktadır. Aynı şekilde kültür olarak yetiştirilen yonca ve tırfil gibi tarla baklagillerinin bakır ve kobalt yönünden zengin oldukları saptanmıştır. Bitkide büyümenin ilerlemesiyle bazı iz minerallerin düzeyi düşmektedir. Çiçeklenme başlangıcından tanelerin oluşumuna kadar bitkilerin bakır içeriğinin yaklaşık olarak yarı yarıya azaldığı bildirilmektedir. Bu nedenle zamanında yapılan biçim bitkideki bakır, mangan ve çinko içeriğinin artmasını sağlamaktadır (Sarı ve Çerçi 1993).

Yoğun yemlerin iz element içeriği kaba ve su bakımından zengin yemlere göre daha yüksektir. Buna neden olarak yoğun yemlerde bulunan bir besin maddesinin (nişasta, yağ gibi) başka bir amaçla ayrılması ve bunun sonucunda geriye kalan artıkların iz element içeriğinin yükselmesi gösterilmektedir (Özgen 1980, Ergün 2004).

Çizelge 8’de görüldüğü gibi bazı yemlerin özellikle bakır, selenyum ve çinko bakımından yetersiz olduğu anlaşılmaktadır.

Çeşitli yem maddelerinde bulunan bazı iz elementlerin ortalama düzeyleri ve varyasyon katsayıları süt ineklerinin bazı iz element gereksinim düzeyleri ile birlikte Çizelge 8’de gösterilmiştir.

Çizelge 8. Çeşitli yem maddelerinde bulunan bazı iz elementlerin ortalama düzeyleri (mg/kg yem) ile varyasyon katsayıları (%V) ve süt ineklerinde bazı iz element gereksinim düzeyleri (mg/kg yem) (Coşkun 2006).

		Cu	Fe	Mn	Se	Zn
Gereksinim		11	12.3	14	0.30	43
Kuru yonca	Ortalama	9	619	44	0.30	26
	%V	44	100	45	13	73
Arpa	Ortalama	6	70	22	0.11	38
	%V	50	86	55	82	79
Mısır	Ortalama	3	91	10	0.07	27
	%V	33	78	60	-	33
Mısır silajı	Ortalama	6	104	36	0.04	24
	%V	117	105	53	50	33
Kuru ot	Ortalama	9	156	72	0.06	31
	%V	67	101	72	100	97
Ayçiçeği küspesi	Ortalama	32	298	45	0.50	88
	%V	63	23	11	-	9
Soya küspesi	Ortalama	16	206	40	0.13	58
	%V	25	60	30	146	29

1.1.7.4. İz mineral gereksinimi

İz mineral gereksinimleri çoğunlukla belli bir element için ilginç yetersizlik görünümlerinin ortaya çıkmasından yararlanılarak saptanmıştır. Başka bir anlatımla

yetersizlik belirtilerinin fazla görülmediği iz element tüketimi, gereksinim için temel düzey olarak alınmıştır. Optimal gereksinim ise verimin en yüksek düzeye ulaştığı, yemden yararlanmanın en iyi şekilde olduğu ve sağlığın hiçbir şekilde zarar görmediği durumdaki gereksinimdir. Oysa ki pratik hayvan besleme için bu gereksinim düzeyleri optimal gereksinimin çok altında bir düzeydedir. Bu veri çoğu zaman, örneğin çeşitli spesifik metaloenzimlerin aktivitesi gibi biyokimyasal ölçümler üzerinden ölçülebilmektedir. Çinko için karboksipeptidaz A ve alkalifosfataz aktivitesi, demir için katalaz aktivitesi ve kan hemoglobin içeriğinin ölçülmesi gibi biyokimyasal ölçümler indikatör olmaktadır (Kirchgesner 1985).

Çizelge 9'da sığırlar ve koyunlar için bazı iz element gereksinimleri pratik öneriler şeklinde verilmiştir.

Çizelge 9. Bazı iz element gereksinimleri için öneriler, mg/kg kuru maddede (Kirchgesner 1985).

Element	Fe	Cu	Mn	Zn	Se	I
Buzağı	100	4-5	50	50	0.1	0.2-0.4
Besi sığırları	50	10-12	50	30-50	0.1	0.2-0.4
Süt ineği	50	10-12	50	50	0.1	0.2-0.4
Koyun	40	5	40	30-40	0.1	0.2-0.4

1.1.7.5. İz minerallerde emilim ve atılım

Yem ile tüketilen bazı iz elementlerin emiliminin düzenlenmesi vücutta çok sıkı bir şekilde denetim altında tutulmakta ve demirde olduğu gibi kaçınılmayan kayıpların sınırlı olduğu görülmektedir. İyot ve flor da olduğu gibi bazı elementler sindirim kanalında %100'e yakın oranda emilmektedir. Bakır, mangan, nikel ve çinkonun büyük bir bölümü dışkı ile az bir bölümü ise idrarla atılmaktadır. Krom, flor, iyot, kobalt, molibden ve selenyumun ise atılımı idrar yoluyla olmaktadır (Kirchgesner 1985, Underwood ve Suttle 1999).

İz elementlerde emilim ve yararlanım bir dizi faktörün etkisi altındadır. Elementin içinde bulunduğu kimyasal form, diğer besin maddeleri ile karşılıklı ilişkiler veya mide-bağırsak kanalındaki pH koşulları ile çeşitli elementler arası karşılıklı etkileşimler gibi etmenler, elementin emilim, yararlanım ve atılımında olumlu veya olumsuz yönde etki edebilmektedir (Kirchgesner 1985, Underwood ve Suttle 1999).

İz elementlerde emilim, ince bağırsakta elementin içinde bulunduğu forma büyük ölçüde bağlı olmakla beraber, yalnızca yemde bulunduğu kimyasal form değil, sindirim kanalında yemin diğer yapı taşlarıyla ortaklaşa verdiği tepkime sonucu oluşan form da önemli olmaktadır. Sindirim kanalında oldukça karmaşık tepkimeler oluşmaktadır. Birçok iz element, kendi elektron gruplaşmaları nedeniyle belli bazı organik bileşiklerle karmaşık yapı oluşturma eğilimindedir. Bu tür karmaşık bileşiklerde metal katyonu, elektron akseptör olarak iki veya daha çok ligant ile bağlı bir halde bulunmaktadır. Sözü edilen şelat karmaşık bileşiklerinin oluşturulmasında bir ligand, metal iyonuna en azından iki bağ vererek bir veya birden çok halka oluşturabilmektedir (Kirchgesner 1985).

Bağırsak kanalında çok farklı karmaşık besin maddeleri ligand olarak görev yapmaktadır. Aminoasitler ve peptidler bu tür ligandların bazılarıdır. Bir metal iyonunun emiliminde karmaşık bileşiklerin veya ligandların işlevsel grupları önemli rol oynamaktadır. Aynı zamanda karmaşık bileşiğin büyüklüğü ve dayanıklılığı da önemli olmaktadır. Böylece büyük ve çok dayanıklı karmaşık bileşiklere bağlı metal iyonunun emilimi engellenirken, daha az dayanıklı karmaşık bileşiklerde ise söz konusu metal, diğer metal iyonları yardımı ile karmaşık bileşikten ayrılmaya zorlanarak, aqua iyon olarak emilebilmektedir (Kirchgesner 1985).

İz elementlerin dışkı ve idrarın dışında hayvansal ürünlerle (süt, yumurta) de atıldığı bilinmektedir. İz elementlerden demirin süt ile boşaltımı, yem ile tüketilen demir düzeyinin artırılmasına bağlı olarak son derecede azdır. Bakır ve nikel içeriği ise ancak yetersiz beslemede süte aynen yansiyabilmektedir. Buna karşılık diğer elementlerde süt üzerinden boşaltım yem ile tüketilen düzey ile çok yakın bir ilişki içindedir. Bu durum çinkoda açıklıkla görülebilmektedir. Gereksinime uygun iz element tüketimi durumunda, hayvansal ürünlerin iz element içeriklerindeki dalgalanmalar ise son derece sınırlı olmaktadır (Kirchgesner 1985, Underwood ve Suttle 1999).

1.1.7.5.1. Demir

Demirin emilmesi ince bağırsakların üst bölümü olan duodenum ve jejunum bölgesinde gerçekleşmektedir. Bu element ferritin (Fe^{+++}) formundan ferro (Fe^{++}) haline dönüşerek emilmektedir (Ergün 2004). Demirin emilimi organik ya da inorganik oluşuna ve eriyebilirlik derecesine bağlı olmaktadır (Sarı ve Çerçi 1993). Ayrıca emilimi hidroklorik asit olumlu, buna karşılık sitrik ve tartarik asit (Özgen 1980, Sarı ve Çerçi 1993) ile fosfatlar, fitatlar, oksalat ve tannik asit (Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004) ise olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun yanında demir emilimi gereksinime bağlı olarak sindirim kanalı mukoza hücrelerince oluşturulan bir mukozal blokaj tarafından kontrol altında tutulmaktadır (Özgen 1980, Sarı ve Çerçi 1993, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004).

Demirin %90'ı dışkı yoluyla atılırken bir miktarı da idrar ve deri yoluyla organizmadan uzaklaştırılmaktadır (Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004).

1.1.7.5.2. Bakır

Bakır ince bağırsaktan emilmektedir. Rumende zor emilen bakır sülfür bileşikleri oluştuğu için yemlerde bulunan kükürt, bakırın bir antagonisti olarak değerlendirilmektedir (Sarı ve Çerçi 1993). Bu nedenle rasyonlarda yüksek düzeyde sülfat bulunmasının karaciğerde bakırın depo edilmesini sınırlandırdığı, rasyonda yüksek düzeyde molibden bulunmasının ise emilimi azalttığı ve anemiye neden olduğu, düşük düzeyde eklenen molibdenin ise bakır emilimini artırdığı kabul edilmektedir. Ayrıca rasyonda kalsiyum düzeyi arttıkça bakırın emilmesi ve vücutta değerlendirilmesi azalmaktadır (Özgen 1980, Kirchgessner 1985). Bununla birlikte bazı kaynaklar molibdenin etkisinin çok fazla olmadığına (Sarı ve Çerçi 1993), midede bakır hidroksit biçiminde bir çökelti oluştuğuna ve bunun zor emildiğine (Özgen 1980) değinmektedir. Bakır genellikle safra üzerinden ve bağırsak yoluyla atılmaktadır (Sarı ve Çerçi 1993, Underwood ve Suttle 1999, Şahin ve Şahin 2008).

1.1.7.5.3. Çinko

Yem hammaddelerindeki çinkonun ancak %10'u emilebilmekte ve emilim duedonumda gerçekleşmektedir (Ergün 2004). Ancak çinkonun emilim ve boşaltımı gereksinimin karşılanmasına bağımlı olduğundan çinkonun yetersiz tüketilmesi durumunda %100'e varan emilim oluşmaktadır. Buna karşılık gereksinimin daha fazla düzeyde karşılanması durumunda emilimin biraz azaldığı görülmektedir (Kirchgesner 1985). Tek mideli hayvanlarda bitkilerdeki fitat nedeni ile çinkodan yararlanmanın daha az olduğu ve bu hayvanların süt proteini veya diğer hayvansal proteinleri içeren rasyonlardan çinkoyu daha yüksek düzeyde aldıkları, bütün hayvanların rasyonda bulunan kalsiyum nedeni ile çinkodan daha az oranda yararlandıkları ve bakırın da çinkonun emilimini etkilediği saptanmıştır (Özgen 1980, Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004). Çinko süt, ejakulat, safra ve dışkı ile atılmaktadır (Sarı ve Çerçi 1993, Underwood ve Suttle 1999).

1.1.7.5.4. Mangan

İnce bağırsaktan emilen bu elementin emilimi oldukça zayıftır. Rasyonda aşırı düzeylerde bulunan kalsiyum, fosfor ve demir manganın emilmesini azaltmaktadır (Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004). Mangan, safranın bir bileşeni olarak genellikle dışkı yoluyla az miktarda da idrar ve süt ile atılmaktadır (Sarı ve Çerçi 1993, Underwood ve Suttle 1999, Ergün 2004).

1.1.7.5.5. Molibden

İnce bağırsaktan emilen molibden, yüksek düzeyde iken bakır birikimini azalttığı için bakır yetersizliği oluşmaktadır. Molibden daha çok idrar yolu ve az düzeyde süt ile safra üzerinden atılmaktadır (Özgen 1980, Kirchgesner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Underwood ve Suttle 1999).

1.1.7.5.6. Selenyum

Bu elementin ince bağırsaktan özellikle duodenumdan emildiği ve proteinlere bağlanarak kan dolaşımına ve dokulara taşındığı, dokularda da selenosistein ve selenometiyonin olarak doku proteinlerine bağlandığı, daha sonra da kükürtlü aminoasitlerin yerine geçtiği bilinmektedir (Ergün 2004). Selenyum çoğunlukla idrarla az düzeyde de dışkı, ter ve solunumla atılmaktadır (Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004).

1.1.7.5.7. İyot

İyot çok etkili bir şekilde ince bağırsaktan emilmektedir. Kalsiyumca zengin yemler iyot emilimini olumsuz etkileyerek iyot yetersizliğine yol açmaktadır (Ergün 2004). Bunun yanında guatrojenik bileşikler içeren yemlerin de (kolza, lahana, şalgam, keten tohumu, yer fıstığı vb) fazla tüketilmesi iyot yetersizliğine yol açmaktadır (Özgen 1980, Kirchgessner 1985, Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004). İyot daha çok idrarla, ancak ter ve dışkı ile de daha az düzeyde atılmaktadır (Sarı ve Çerçi 1993, Ergün 2004).

1.1.8. Organik İz Mineraller

Hayvanların iz mineral gereksiniminin karşılanmasında, genellikle inorganik element kaynakları olan inorganik tuzlar rasyona eklenerek kullanılmaktadır (Johnson ve Socha 1998, Spears 1996). Genel uygulama, iz minerallerin oksitler, sülfatlar ve karbonatlar gibi inorganik tuzlarının premiks, yalama taşı, yalama blokları ve sıvı yem katkıları şeklinde kullanılmasıdır. Ayrıca uzun etkili olması bakımından iz mineraller özellikle merada otlayan hayvanlarda bolus ya da pelet şeklinde rumen içi de verilebilmektedir (Coşkun 2006).

Son yıllarda bilimsel ve teknolojik ilerlemeler inorganik bileşiklerin bazı olumsuz etkilerini ortaya koymuş, böylece hayvan beslemede sağlıklı ve çevreye dost organik kökenli ürünlerin kullanılması yönüne gidilmiştir (Johnson ve Socha 1998). İz elementlerin vücutta serbest inorganik iyon şeklinde değil de hemen hemen tamamının organik karmaşık bileşik veya şelat biçiminde olmaları ve görevlerini bu biçimdeyken yapmaları, bu yönde düşünce geliştirilmesine neden olmuştur. Bunun yanında inorganik elementlerin onları etkin biçimleri olan organik biçime dönüştürecek hayvan organizmasına bağımlı oldukları ve aslında yemlerde de doğal olarak organik şelat veya organik karmaşık yapı biçiminde buldukları bildirilmektedir (Spears 1996). Ayrıca yapılan araştırmalarda organik bileşiklerin emilimlerinin ve biyoyararlılıklarının yüksek olduğu, bu nedenle hayvanlardan büyüme, üreme, verim ve sağlık yönünden optimum düzeyde verim alındığı bildirilmiştir (Johnson ve Socha 1998, Spears 1996). Hatta organik mineraller inorganik minerallerin %20'si kadar bir düzeyde kullanıldığında bile onlara benzer düzeyde performans sonuçları elde edildiği söylenmektedir (Leeson 2003). Nocek ve ark (2006) çinko, manganez ve bakırı aminoasitlerle, kobaltı ise glukoheptonat ile organik karmaşık bileşiklere dönüştürerek, NRC'nin (2001) belirlediği düzeylerde kuru dönem ve sağım döneminde bulunan süt ineklerinin rasyonlarına eklemiştir. Aynı şekilde bu elementlerin sülfat tuzlarını NRC'nin (2001) belirlediği düzeylerde başka bir gruba vererek her iki grupta üreme, sağlık ve verim kayıtlarını incelemiştir. Sonuçta organik iz mineral tüketen gruptan özellikle ikinci sağım döneminden itibaren daha fazla süt verimi, daha fazla süt yağı ve daha fazla protein elde edilmiştir. Bunun yanında doğumdan sonra daha kısa zamanda kızgınlık gösterip, gebe kalmak için daha az tohumlama sayısına gereksinim duyulmuştur. Sağlık üzerine önemli bir etki saptanmamıştır. Ancak ayak sağlığı bakımından organik minerallerin olumlu etkilerinin görüldüğü bildirilmiştir. Benzer çalışmalarda da tırnak lezyonları, parmak aralığı deri yangısı, taban kızarıklığı ve ülseri gibi ayak hastalıklarının organik iz mineralleri tüketen sürülerde görülmediğine veya çok azaldığına değinilmektedir (Nocek ve ark 2000, Ballantine ve ark 2002).

Organik iz minerallerin emilimlerinin ve biyoyararlılıklarının daha fazla olması nedeni ile inorganik iz minerallere göre rasyona daha az eklendiği ve dolayısı ile çevreye daha az saçılarak, daha az çevre kirliliğine yol açtığı bildirilmektedir (Nocek ve ark 2006).

1.1.8.1. Organik iz minerallerin tanımı

Aminoasitler, peptidler, proteinler veya polisakkaritlerle karmaşık yapı oluşturan metal iyonlarına organik element adı verilmektedir (Coşkun 2006). Aynı zamanda bunlara korunmuş iz mineraller de denilmektedir (Lowe 1996). İnorganik minerallerle arasındaki fark yapısında C atomu bulundurmasıdır. İnorganik mineral kaynaklarında C atomu bulunmaz. Organik mineraller metal tuzları ile organik bileşiklerin tepkimeye sokulması ile elde edilebildiği gibi, maya kültürlerinin besi yerlerine çözünebilir metal tuzları eklenerek, biyolojik yollarla da üretilebilmektedir (Coşkun 2006).

Amerika Yem Kontrol Birliğine (Association of American Feed Control Officials, AAFCO) göre organik mineraller aşağıda belirtildiği gibi tanımlanmaktadır.

Metal aminoasit karmaşıkları: Çözünebilir bir metal tuzunun bir aminoasit veya aminoasitlere bağlanmasıyla oluşurlar (Spears 1996). Çözünebilir metal tuzun istenilen aminoaside bağlanmasıyla metal özel aminoasit karmaşıkları oluşmaktadır. Aminoasit olarak daha çok lizin ya da metiyonin kullanıldığı ve bakır-lizin, manganez-metiyonin şeklinde adlandırıldıkları bildirilmektedir (Coşkun 2006).

Metal aminoasit şelatı: Çözünebilir bir metal tuzundan gelen bir metal iyonu ile aminoasitlerin kovalent bağlarla bağlanması sonucu oluşur. Bir şelat molekülünde, bir molekül metal iyonuna birden üçe kadar (tercihen iki) aminoasit molekülü bağlanmaktadır. Hidrolize edilmiş aminoasitlerin ortalama ağırlıkları 150 dalton olmalıdır. Oluşan şelatın molekül ağırlığı ise 800 daltonu aşmamalıdır (Spears 1996). Manganez aminoasit şelatı şeklinde adlandırıldıkları söylenmektedir (Coşkun 2006).

Metal proteinatlar: Aminoasitlerin veya bir bölümü hidrolize edilmiş proteinlerin, çözünebilir bir metal tuzla yaptıkları şelatlarıdır (Spears 1996). Bakır-proteinat, çinko-proteinat, magnezyum-proteinat şeklinde adlandırılmaktadır. Ağırlıkları 800 daltondan daha büyüktür (Coşkun 2006).

Metal polisakkarit karmaşıkları: Bir polisakkarit çözeltisi ile çözünebilen metal tuzunun bileşiminden oluşmaktadır (Spears 1996). Bakır polisakkarit, çinko polisakkarit, mangan polisakkarit şeklinde adlandırılmaktadır (Coşkun 2006).

Bu bileşiklerin dışında bir metal iyonunun propiyonik veya asetik asit anyonu ile birleşmesinden oluşan organik metal tuzları da bulunmaktadır. Bunlar da çinko-propiyonat, çinko-asetat gibi adlarla anılmaktadır (Coşkun 2006). Bu bileşiklerin sıvı formda olduğu ve sindirim kanalında hızla ayrışarak çözüldüğü bildirilmektedir (Johnson ve Fakler 1998).

1.1.8.2. Organik iz minerallerde çözünebilirlik, emilim ve biyoyararlılık

İz minerallerde biyoyararlılık, bağırsak kanalında emilerek organizmanın gerekli dokularına taşınan, fizyolojik olarak aktif forma dönüşen iz element oranına bağlıdır (Lowe 1996).

Organik iz mineraller sindirim kanalında parçalanmadan inorganik minerallere göre farklı şekillerde bağırsak hücrelerine girmektedir (Rampala 2002). Böylece organik iz minerallerin sindirim sırasında tepkimeye girmemeleri, emilim yeteneklerini ve biyoyararlılıklarını yükseltmektedir (Close 1999).

İnorganik tuzlar sindirim sisteminde çözünüp serbest iyonlara dönüşebilirse ancak emilebilirler. Ayrıca iyonların bağırsak ortamında bulunan diğer elementler ve bazı besin maddeleri ile birleşmeleri durumunda emilimlerinin bütünüyle ya da bir bölümünün engellenebileceği belirtilmektedir (Coşkun 2006). Bunun yanında inorganik kaynaklardan yararlanmanın, organizmanın bu kaynakları biyolojik olarak aktif organik bileşiklere dönüştürebilme yeteneğine de bağlı olduğu bildirilmektedir (Spears 1996, Coşkun 2006). Organik iz minerallerin biyoyararlılıklarının yüksek olmasının nedenlerinden birinin, organizmanın organik kaynaklardan oluşturduğu bileşiklerin, inorganik kaynaklardan oluşturduğu bileşiklere oranla vücudun yapısına daha çok benzemeleri olduğu

söylenmektedir. Böylece bu organik metal bileşiklerin sindirim kanalında değişikliğe uğramadan emildiği düşünülürse, onun emilimini engelleyecek diğer unsurlara karşı korunduğu ve inorganik kaynaklara göre daha fazla emilimine izin verildiği sonucuna ulaşılmaktadır (Spears 1996). Nitekim organik minerallerin büyük moleküllü proteinatlar dışında hiçbir değişikliğe uğramadan emildiği, metabolizmada kullanıldığı veya çeşitli dokularda aynı organik biçimleriyle depo edildikleri, proteinatların ise hidrolize olduğu ve yapılarındaki iz elementin serbest iyon haline gelmeden aminoasit veya peptitlere bağlı olarak emildiği, dolayısıyla bu tür formların da emilim ve biyoyararlıklarının yüksek olduğu bildirilmektedir (Boland 2003, Spears 2003). Ancak sodyumselenit ve bakır sülfat gibi bazı iz minerallerin inorganik formlarının da emilim oranları çok yüksektir (Boland 2003, Spears 2003). Selenyum ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda emilim bakımından sodyumselenit ile selenometiyonin arasında önemli bir farklılık görülmediği ancak sülfat ya da selenit şeklinde verilen elementlerin daha hızlı bir şekilde idrara karışarak atıldıkları söylenmektedir (Aspila 1991, Koenig ve ark 1997). Selenyum ile aminoasitler ve peptitler gibi organik ligandlar arasında oluşan bağların zayıf elektrostatik bağlar olması nedeni ile selenyum korunamamakta ve bu nedenle inorganik formu olan sodyumselenit ile aynı hızda ve aynı düzeyde emilmektedir. Selenyumun organik bir formu olan selenyum mayasının kullanılması ile hem inorganik formdan daha az miktarda selenyum kullanımı hem de daha az toksik olan bir ürün kullanımı sağlanmaktadır (Feeding Times 2005).

Wedekind ve ark (1992) üç değişik rasyonla çinko sülfat ile çinko metiyonini biyoyararlılık yönünden karşılaştırdıklarında çinko metiyoninin çinko sülfata göre daha üstün olduğunu görmüşlerdir.

Biyoyararlılığın incelendiği bazı çalışmalarda farklı sonuçlarla da karşılaşabilmektedir. Örneğin, yem endüstrisinde kullanılmak üzere üretilen metiyonin, polisakkarit, lizin aminoasit şelatı ve proteinalardan oluşan sekiz ayrı ticari organik çinko bileşiği, kuzu ve civcivlerde çinko sülfat ile karşılaştırılmış ve sadece çinko-proteinalardan birinin çinko sülfattan daha yüksek biyoyararlılığa sahip olduğu belirlenmiştir (Cao ve ark 2000).

Rasyonlarına manganez-metiyonin eklenen besi sığırlarında, manganez oksit eklenenlere göre yemden yararlanmanın ve canlı ağırlık artışının daha fazla olduğu,

bundan da organik minerallerin biyoyararlılığının daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Spears 1996).

Bakır, çinko, demir, manganez ve kobalt gibi iz elementlerin aminoasit veya hidrolize edilmiş proteinlerle şelat yaptıkları proteinat formlarının daha yararlı olduğu bildirilmektedir (Spears 1996). Kincaid ve ark (1986) ile Wittenberg ve ark (1990)'nın yaptıkları çalışmalarda, yüksek molibden varlığında kısa sürede (84 gün) bakır-proteinatın, bakır sülfata göre daha yüksek düzeyde emildiği ve karaciğerde daha fazla bakır biriktiği, ancak bu durumun canlı ağırlık artışına bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Wittenberg ve ark (1990) ise daha uzun sürede (140 gün) karaciğerdeki birikimin benzer ve canlı ağırlık artışının bakır-proteinat verilen grupta daha yüksek olduğunu bildirmektedir.

Organik iz mineral kaynaklarının biyoyararlılık yönünden etkileri hayvan türüne göre de değişmektedir (Hynes ve Kelly 1995). Organik çinkonun gelişim üzerine etkisinin en çok balık daha sonra broyler, yumurta tavuğu ve domuz sıralamasını izlediği bildirilmiştir (Wedekind ve Lowry 1998).

Organik minerallerin kan, karaciğer ve böbrek gibi doku ve organlarda daha yüksek yoğunlukta depo edildikleri bilinmektedir. Manganez-metiyonin kullanılarak yapılan bir kuzu denemesinde inorganik manganez kaynaklarına göre kemik, karaciğer ve böbreklerde manganez-metiyoninden gelen manganez birikiminin daha fazla olduğu görülmüştür (Henry ve ark 1992). Aynı şekilde organik çinko ile yapılan bir çalışmada inorganik çinkoya oranla daha yüksek doku yoğunlukları saptanmıştır (Kincaid ve ark 1997). Bakır iz elementi için de benzer bir durum söz konusudur. Bakır sülfat ve bakır-lizin karşılaştırıldığında, idrarla atılımın daha az ve emilimin daha yüksek olduğu, bunun sonucunda da bakır-lizinin daha yüksek düzeyde biriktiği belirlenmiştir (DeBonis ve Nockels 1992). Ancak Ward ve arkadaşları (1993) yüksek düzeyde molibden içeren rasyonlara bakır-lizin ve bakır sülfat ekleyerek yaptıkları karşılaştırmada, her iki bakır kaynağının da biyoyararlılık, plazma yoğunluğu ve seruloplazmin etkinliği bakımından benzer olduğunu bulmuşlardır.

Dokularda iz mineral yoğunluğunun fazla olması hayvanı kısa süreli yetersizliklere ve streslere karşı koruyabilmektedir. Bunun yanında doku yoğunluğunun yüksek olması biyoyararlılığın yüksekliğini de göstermektedir (Coşkun 2006).

1.1.8.3. Organik iz mineraller ve süt verimi

Organik iz minerallerin sağım dönemi performansı üzerine olan etkileri ile ilgili değişik görüşler bulunmaktadır. Nocek ve ark (2006), organik iz mineral tüketen ineklerden özellikle ikinci sağım döneminden itibaren daha fazla süt verimi, daha fazla süt yağı ve daha fazla protein elde edildiğini bildirmektedir.

Ballantine ve ark (2002), iz minerallerin bir bölümünün organik olması durumunda sağım dönemi performansının arttığını, Kincaid ve Socha (2004) ise aynı koşullarda yalnızca pik döneminde performansın arttığını belirtmektedir. Buna karşıt olarak Uchida ve ark (2001) ile Ferguson ve ark (2004), rasyona eklenen iz minerallerin bir bölümünün organik olmasının sağım dönemi performansı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmektedir.

İz minerallerin yapısının ve rasyona eklenen düzeyinin süt bileşimini etkilemediği belirtilirken (Uchida ve ark 2001, Ballantine ve ark 2002), bazı araştırmacılar (Ferguson ve ark 2004, Kincaid ve Socha 2004) organik iz minerallerin sütteki protein düzeyini artırdığını bildirmektedir.

1.1.8.4. Organik iz mineraller ve döl verimi

İz minerallerin birçoğunun döl verimini ciddi olarak etkiledikleri ve yetersizliklerinde östrus döngüsünde bozulma, kızgınlığın gözlenememesi, erken embriyonik ölümler, abortlar, bir gebelik için gerekli tohumlama sayısında ve retensio

secundinarum olgularının görülme oranında artış ile uterusun involusyonunda gecikme gibi döl verimine ilişkin genel belirtilerin ortaya çıktığı bildirilmektedir (Coşkun 2006). Üreme ile ilgili olarak organik minerallerin döllenmeyi artırdığı, embriyo ölümlerini azalttığı, uterus ortamını iyileştirdiği ve östrusun daha belirgin hale gelmesini sağladığı da bildirilmektedir (Boland 2003). Yüksek verimli süt inekleri ile organik mineraller kullanılarak yapılan bir çalışmada süt verimi, sütün yağ ve protein içeriği bakımından istatistiksel bir fark oluşmamasına karşın bazı döl verim parametrelerinde önemli farklılıklar (Çizelge 10) bulunmuştur (Uchida ve ark 2001).

Çizelge 10. Bazı iz elementlerin inorganik veya organik karışımının yüksek verimli süt ineklerinde (n=45) döl verim parametreleri üzerine etkisi (Uchida ve ark 2001)

	İz element (Zn, Mn, Cu, Co) kaynağı		S _x	P
	İnorganik	Organik		
İlk tohumlama günü	68	57	4,05	0,071
Her gebelik için tohumlama sayısı	2,60	1,80	0,29	0,069
Doğum – gebelik aralığı (gün)	148	86	15,8	0,012

İneklerle yapılan üç yıllık bir çalışmada rasyona çinko oksit ve manganez oksit yerine aynı düzeyde çinko metiyonin ve manganez metiyonin eklenmesinin gebe kalma oranında ikinci yıldan sonra bir iyileşmeye yol açtığı belirlenmiştir (Spears, 1996). Buna karşılık Nocek ve ark (2006), organik ve inorganik iz minerallerin birlikte eklendiği rasyonlarla beslenen ineklerin ilk sağım döneminde doğumdan sonra daha kısa sürede kızgınlık gösterdiklerini ve kızgınlığın bu ineklerde daha belirgin olduğunu bildirmektedir. Ancak gerek organik gerekse inorganik iz minerallerin eklendiği rasyonlarla beslenen ineklerde ilk kızgınlık, tohumlama sayısı, tohumlama sayısı/gebe kalma oranı bakımından anlamlı bir etkiye rastlanmamıştır. Aynı şekilde ikinci sağım dönemindeki ineklerle de benzer bulgular elde edilmiştir.

Metal polisakkarit kompleks üzerine yayınlanmış sınırlı araştırma olmasına rağmen benzer olumlu sonuçların alındığı görülmektedir. Sığırlarda manganez polisakkarit kompleksinin rasyona eklendiği bir çalışmada (DiCostanzo ve ark 1986) gebelik başına düşen tohumlama sayısının ve doğumdan sonra tekrar gebe kalmaları için geçen sürenin kısaldığı belirlenmiştir. Nocek ve ark (2006) bunun nedenini kolesterol sentezi için manganeze gereksinim duyulması ve kolesterolün de steroidler, östrojen, progesteron ve

testosteronun sentezi için gerekli olması şeklinde açıklamakta, aynı zamanda korpus luteumun yüksek düzeyde manganez içerdiğini de bildirmektedir.

1.1.8.5. Organik iz mineraller ve hastalıklar

İz elementlerden özellikle bakır, çinko, selenyum ve kromun bağışıklık sistemi üzerine etkili olduğu (Galyean ve ark 1999), organik çinkonun (çinko metiyonin) süt verimini artırdığı, sütteki somatik hücre sayısını %22 - %50 oranında azalttığı (Çizelge 11), keratin astarı oluşturarak fiziksel ve kimyasal koruma sağladığı (Kellog 1990) ve meme içi enfeksiyonları azalttığı bildirilmektedir (Spain 1993). Sütteki somatik hücre sayısının 50 bine ulaştıktan sonra her iki katına çıkışının o hayvandan bir sağım döneminde 200 l süt eksilmesi anlamına geldiği ve Sel-Plex adıyla kullanılan selenyum mayasının sağım döneminin tüm aşamalarında somatik hücre sayısını düşürdüğü belirtilmektedir (Spain 2005).

Çizelge 11. Sağım döneminde süt ineklerinde çinko metiyoninin süt verimi ve sütteki somatik hücre sayısına etkisi (Kellog 1990)

Grup	Süt verimi (kg)	Somatik hücre sayısı x1000
Kontrol	30.28	346
Çinko metiyonin	31.73	246

Bunun yanında organik iz minerallerin immun yanıt ile hastalıklara karşı gösterilen direnci etkilediği de belirtilmektedir (Spears 1996).

Çinko düzeyi ve kaynağının stres koşullarında performans ve immun yanıt üzerine etkilerinin araştırıldığı ve 25 ppm düzeyinde çinko oksit ile çinko metiyonin kullanılarak yapılan bir çalışmada (Spears ve ark 1991a), performans üzerine etkide önemli bir fark görülmemiştir. Yirmi sekiz gün boyunca virusun bulaşma oranının düşük olduğu gözlenirken, aşılama izleyen 14. günde antikor titresinin çinko metiyonin eklenen grupta %31 oranında daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Deneysel olarak infectious bovine rhinotracheitis (IBR) virusu ile karşılaştırılan buzağılardan, rasyonlarına çinko oksit eklenen buzağuların, çinko-metiyonin eklenen buzağılara göre daha hızlı bir şekilde hastalığa yakalandıkları görülmüştür (Chirase ve ark 1991).

Benzer şekilde yapılan çalışmalarda, süttten kesildikten sonra rasyonlarına çinko metiyonin eklenen buzağuların, çinko oksit eklenen buzağılara göre daha çok yem tükettikleri, daha hızlı canlı ağırlık artışı sağladıkları ve daha az hastalığa yakalandıkları belirlenmiştir (Johnson ve ark 1988, Spears ve ark 1991b). Ayrıca ayak ve tırnak hastalıklarından korunmak amacıyla çinko metiyonin verilmesi de bazı çalışmalarda önerilmektedir (Greene ve ark 1988, Moore ve ark 1988, Herrick 1989).

Buna karşın Nockels (1991), yararlılık ve canlı ağırlık artışı yönünden bakırın kaynağının proteinat ya da sülfat olmasının bir fark oluşturmadığını, ancak IBR aşılmasının ardından bakır proteinat verilen ineklerde antikor titresinin daha yüksek olduğunu belirtmektedir.

Çinko-proteinatın çinko okside göre meme içi enfeksiyonları azalttığı ve sütteki somatik hücre sayısını azalttığı, büyüme dönemi sona erdikten sonra ağırlık artışı ve yemden yararlanmanın daha yüksek olmasını sağladığı da bildirilmektedir (Spears 1996).

Geviş getirenlerde metal aminoasit şelatları ile yapılan araştırmalarda (Manspeaker ve ark 1987, Kropp 1990) iz elementler genellikle karışım şeklinde kullanılmıştır.

Manspeaker ve ark (1987), demir, manganez, bakır, çinko, potasyum ve magnezyumdan oluşan aminoasit şelat karışımını rasyonlarına ekledikleri düvelerde endometriyumda periglandular fibrosisin daha düşük düzeyde oluştuğunu saptamıştır. Aynı şekilde Kropp (1990), aminoasit şelatlarının ilk doğumunu yapan düvelerin üreme performansı üzerine etkisini incelediği bir çalışmada bakır, çinko, manganez, magnezyum ve potasyumdan oluşan aminoasit şelat karışımını verdiği düvelerde östrus gösterme ve gebe kalma oranının daha yüksek olduğunu belirtmektedir.

Ballantine ve ark (2002), organik iz minerallerin (çinko, manganez ve bakır aminoasitlerle, kobalt ise glukohেptonat ile şelatlanmış) eklendiği rasyonlarla beslenen ineklerde sağım döneminin ilk 75 ve 250 günü boyunca tırnak hastalıklarının görülme düzeyinin önemli oranda azaldığını (Çizelge 12) belirtmektedir.

Çizelge 12. Organik ve inorganik iz minerallerin tırnak hastalıklarının sağım döneminde görülme düzeyine etkisi (Ballantine ve ark 2002)

n, 300	İnorganik iz mineral	Organik iz mineral	P
Sağım dönemi, 75. gün			
Tırnak hastalığı, %	34.1	23.6	0.15
Sağım dönemi, 250. gün			
Tırnak hastalığı, %	17.7	10.0	0.17

Buna karşılık Nocek ve ark (2006), organik iz minerallerin tırnak hastalıklarının önlenmesi açısından önemli bir etkiye sahip olmadıklarını bildirmektedir.

Organik ve inorganik iz minerallerin sağım döneminde bazı hastalıklar üzerine etkileri Çizelge 13’de gösterilmiştir.

Çizelge 13. Organik (C) ve inorganik (İ) iz minerallerin bazı hastalıklar üzerine etkisi (Nocek ve ark 2006)

İz mineraller	75C	100İ	100C	C/İ	S _x	P
1. Laktasyon, n	143	152	151	147		
	% İnek	% İnek	% İnek	% İnek		
Retensiyon secundinarum	9.9	8	15.9	9.5	2.9	ÖD
Metritis	18.9	15.9	21.9	21.8	3.8	ÖD
Abomasum deplasmanı	6.3	8.6	8.7	8.2	1.5	ÖD
Ketozis	7.7	9.8	8.7	10.2	3.6	ÖD
Mastitis	15.5	16.5	23.8	21.1	4	ÖD
2. Laktasyon, n	143	152	151	147		
	% İnek	% İnek	% İnek	% İnek		
Retensiyon secundinarum	10.2	10.7	15.3	10.1	2.3	ÖD
Metritis	9.2	14.4	16.3	15.6	4.6	ÖD
Abomasum deplasmanı	8	8.9	12.2	9.2	1.4	ÖD
Ketozis	17.4	6.7	17.5	13.2	2.7	ÖD
Mastitis	20.9	23	26.3	15.2	5	ÖD

Bu araştırma, NRC (1985) tarafından koyunlar için önerilen düzeylerin %25'i oranında azaltılarak rasyona eklenen organik yapıdaki bakır (Cu) ve inko (Zn) minerallerinin koyunlara gebeliğin son bir ayı ile doğumdan sonraki 35 günlük sürede verilmesinin canlı ağırlık değişimine, doğumdaki koyun ve kuzu doğum ağırlığına, doğum–35. gün aralığındaki kuzu canlı ağırlık artışına, koyunlarda süt verimine, mastitis görülme oranına, koyun ve kuzularda serum ve yapağıda mineral birikimine ve dışkı ile atılan mineral miktarına etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

2.1. Gereç

Araştırmada kullanılan hayvan ve yem gereçleri hakkında bilgiler aşağıda verilmektedir.

2.1.1. Hayvan

Araştırmada hayvan materyali olarak ADÜ Çine Meslek Yüksekokulu Uygulama Birimi'ndeki senkronize edilerek gebe kalmaları sağlanmış olan 3–5 yaşlı 46 baş gebe Kıvırcık ırkı koyun ve doğan kuzuları (60 baş) kullanıldı.

2.1.2. Yem

Denemede kullanılan rasyonu oluşturan yem maddeleri belirlenirken, koyunların besin madde gereksinimlerini karşılayabilecek, fakat özellikle düşük düzeyde bakır ve çinko içeren yem maddeleri olmasına özen gösterildi. Rasyonlar bu yemlerle NRC (1985)'de koyunlar için önerilen beslenme gereksinim düzeylerini karşılayacak şekilde düzenlendi. Koyunlara gebeliklerinin son ayında verilen rasyon Çizelge 14'de, doğumdan sonra verilen rasyon ise Çizelge 15'de gösterilmektedir.

Rasyonun kaba yem kısmını oluşturan buğday samanı (batözden geçirilmiş) piyasadan, karma yem kısmını oluşturan mısır ve soya fasulyesi küspesi (kırılmış) ise Çizelge 14 ve 15’de bildirilen oranları içerecek şekilde karıştırılmış olarak özel bir yem fabrikasından temin edildi.

Araştırmadaki gruplarda yer alan koyunlara gebeliklerinin son ayı ve laktasyonun ilk otuz beş günü için NRC (1985)’de en düşük düzeyde önerilen inorganik yapıda bakır (7-11 ppm) ve çinko (20-30 ppm) mineralleri içeren veya inorganik mineral düzeyinin %25’i düzeyinde azaltılmış organik yapıda bakır ve çinko mineralleri içeren dört ayrı vitamin-mineral karması Sinerji Tarım Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti’ne hazırlatıldı. İnorganik olarak bakır sülfat ve çinko sülfat, organik olarak da bakır şelat ve çinko şelat (bakır ve çinkonun 2-hydroxy-4-methylthiobutyrate şeklindeki organik metal tuzları) kullanıldı. Yemlerden gelen miktarlar göz ardı edilerek, doğumdan önce ve sonra verilen rasyonların her kilogram kuru maddesi için eklenen vitamin ve mineral karmasının içeriği (50 g’da kontrol grubu için 7 mg/kg bakır sülfat ve 20 mg/kg çinko sülfat, deneme grubu için 5.25 mg/kg bakır şelat ve 15 mg/kg çinko şelat bulunacak şekilde ayarlandı.

Kuzular 35 günlük sürede sadece annelerinden emdikleri süt ile beslendi. Deneme süresince yem verilmediği için kuzular açısından mineral madde kaynağını sadece anneleri (kan ve süt yolu ile) oluşturdu.

Çizelge 14. Araştırmada gebe koyunlara verilen rasyonların bileşimi

Yem maddesi (%)	Kontrol grubu (İnorganik mineral)	Deneme grubu (Organik mineral)
Buğday samanı	55,75	55,75
Mısır	30,41	30,41
Soya fasulyesi küspesi (%44 HP)	10,79	10,79
Vitamin-mineral karması*	3,05	3,05
Hesapla bulunan, KM		
ME, kcal/kg	1932,20	1932,20
HP, g/kg	109,6	109,6

*: “Sinerji Tarım Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti”ne hazırlatılan vitamin-mineral karmasının 1,0 kg’ında, 16 000 000 IU A vitamini, 3 200 000 IU D₃ vitamini, 32 000 mg E vitamini, 80 gr tuz, 320 gr DCP, 640 mg mangan, 1 120 mg demir, 16 mg iyot, 3,20 mg kobalt, 6,40 mg selenyum, 16 mg molibden ve 256 mg magnezyum bulunmaktadır. Ayrıca inorganik karmada 640 mg çinko, 224 mg bakır, organik karmada ise 480 mg çinko ve 168 mg bakır bulunmaktadır.

Çizelge 15. Koyunlara laktasyon döneminde verilen rasyonların bileşimi

Yem maddesi (%)	Kontrol grubu (İnorganik mineral)	Deneme grubu (Organik mineral)
Buğday samanı	43,53	43,53
Mısır	30,85	30,85
Soya fasulyesi küspesi (%44 HP)	23,22	23,22
Vitamin-mineral karması*	2,40	2,40
Hesapla bulunan, KM		
ME, kcal/kg	2112,78	2112,78
HP, g/kg	162,3	162,3

*: "Sinerji Tarım Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti"ne hazırlatılan vitamin-mineral karmasının 1,0 kg'ında, 24 000 000 IU A vitamini, 4 800 000 IU D₃ vitamini, 48 000 mg E vitamini, 120 gr tuz, 320 gr DCP, 80 gr CaCO₃, 960 mg mangan, 1 920 mg demir, 24 mg iyot, 4,80 mg kobalt, 9,60 mg selenyum, 24 mg molibden ve 384 mg magnezyum bulunmaktadır. Ayrıca inorganik karmada 960 mg çinko, 336 mg bakır, organik karmada ise 720 mg çinko ve 252 mg bakır bulunmaktadır.

2.2. Yöntem

Araştırmadaki deneme deseni, deneme süresi ve kullanılan yöntemler hakkında bilgiler aşağıda verilmektedir.

2.2.1. Deneme Deseni ve Deneme Süresi

Araştırmada kullanılacak olan koyunlar bireysel olarak tartıldı. Benzer ağırlık ve yaş dağılımı sağlanarak ve her birinde 23 adet gebe koyun bulunan bir kontrol (inorganik mineral) ve bir deneme (organik mineral) grubu oluşturuldu. Deneme deseni Çizelge 16'da gösterilmiştir.

Çizelge 16. Deneme deseni

Gruplar	n	Cu (mg/kg KM)	Zn (mg/kg KM)
Kontrol	23	7	20
Deneme	23	5,25	15

Gruplardaki koyunların her birine kulak numarası takıldı. Kulak numarası yanında, olası karışıklıkların önlenmesi için kontrol grubundaki koyunların sırt bölgesine mavi, deneme grubundaki koyunların sırt bölgesine ise kırmızı boya sürüldü.

Araştırma Çine Meslek Yüksekokulu Uygulama Biriminde yürütüldü. Denemeye, koyunlar dört aylık gebe iken Aralık ayında başlandı ve çalışma laktasyonun 35. gününe kadar sürdürüldü.

2.2.2. Deneme Hayvanlarının Bakımı ve Yemlenmesi

Deneme öncesi, gruplardaki koyunlara enterotoksemi aşısı (2 cc deri altı) ile iç ve dış parazit (Okzan 1 tb oral ve İvomec F 1 cc deri altı) sağaltımı uygulandı.

Koyunlar deneme süresince ağılda barındırılıp meraya gönderilmedi. Deneme rasyonuna koyunlar bir hafta boyunca alıştırdı. Yemleme deneme süresince (65 gün) bireysel olarak gerçekleştirildi. Karma yem deneme süresince koyunlara tek öğünde verildi. Vitamin-mineral karması günlük olarak her koyun için ayrı ayrı tartılıp (50 g) plastik kaplarda el ile yoğun yem içine homojen olarak karıştırıldıktan sonra bir öğünde koyunlar tarafından tam olarak tüketilmesi sağlandı. Yoğun yemin tamamının bitirilmesinden sonra buğday samanının yarısı sabah ve diğer yarısı akşam olmak üzere iki öğünde verildi. Doğumdan önce koyunlara günde 770 g karma yem (mısır + soya fasülyesi küspesi + vitamin-mineral karması) ve 1000 g buğday samanı, doğumdan sonra 1500 g karma yem ve 1160 g buğday samanı verildi.

Doğumlar gerçekleştiğinde ise yemleme periyodu sonrası koyunlar kuzuları ile bir arada tutuldu. Doğan kuzulara deneme süresince yem verilmedi. Yalnızca annelerinden emdikleri süt ile beslendiler. Kuzular süt veriminin belirlendiği günlerde 12 saat boyunca (akşamdan sabaha) ve her gün koyunların yemlendikleri saatlerde annelerinden ayrı kaldıkları süre boyunca aç kaldılar. Süt veriminin belirlenmediği günlerde koyunlar sağılmadı ve kuzuları tarafından emildi.

Koyunlara ve kuzulara su ad libitum olarak verildi.

2.2.3. Koyun ve Kuzularda Canlı Ağırlığın Belirlenmesi

Koyunlar denemenin başlangıcında, doğumdan hemen sonra ve laktasyonun 35. gününde bireysel olarak tartılarak canlı ağırlıkları belirlendi. Tartımlar 50 g duyarlığa sahip elektronik kantar ile yapıldı.

Kuzularda ise doğum ağırlığı ve 35. gün canlı ağırlığı aynı şekilde belirlendi.

2.2.4. Serumda Bakır ve Çinko Düzeylerinin Belirlenmesi

Denemeye başlamadan önce ve laktasyonun 35. gününde koyunların vena jugularisinden kan alındıktan sonra kanlar santrifüj edilerek serumları ayrıldı. Aynı işlem 35 günlük kuzularda da yapıldı. Elde edilen serumlar analizler yapılana kadar -20 °C'de derin dondurucuda bekletildi. Kan serumlarında bakır ve çinko düzeyleri kit (Randox, Cu:Cu2340 ve Zn:Zn2341, Ardmore, United Kingdom) kullanılarak spektrofotometrik (Shimadzu Corp. UV-1601, Australia) olarak belirlendi.

2.2.5. Yem Örneklerinde Bakır ve Çinko Düzeylerinin Belirlenmesi

Karma yem örnekleri doğumdan önce ve doğumdan sonra olmak üzere iki kez, buğday samanı örnekleri ise denemeye başlarken bir kez alındı ve analizler yapılana kadar oda ortamında korundu. Daraları hassas terazide (0,0001 gram, Scaltec SBP 31, Germany) belirlenen porselen krozeler içerisine yem örneklerinden yaklaşık 1 g tartılarak porselen krozeler içerisinde kurutma dolabında (Nüve FN 500, Türkiye) 105 °C'de altı saat

bekletildi ve hassas terazide tartıldı. Böylece yem örneklerinin kuru madde ağırlıkları belirlendi.

Porselen krezelerdeki yem örnekleri kül fırınında (Carbolite, England) 550 °C'de 12 saat süreyle yakıldı. Daha sonra krezeler hassas terazide tartıldı. Kroze içindeki küllerin üzerine 10 cc derişik hidroklorik asit eklendi ve ısıtıcı tabla üzerinde yağ yakma yöntemine göre yakıldı. Ardından 1/1 oranında sulandırılıp içine bir damla nitrik asit eklenmiş hidroklorik asit (10 cc) eklenip ısı etkisi ile kroze içinde 1-2 cc asit kalacak şekilde tekrar yakıldı. Sonra kaynar bidistile su ile kroze yıkandı ve yıkama suyu filtre kâğıdı kullanılarak balon joje'ye süzöldü. Süzöntü bidistile su ile 250 ml ye tamamlandı. Daha sonra ICP (Inductively Coupled Plasma Spectro) (Optima 2100 DV ICP / OES, PERKIN ELMER) de bakır ve çinko düzeyleri belirlendi.

Kullanılan porselen krezeler ve cam malzemeler başlangıçta ve her kullanımdan sonra % 20 nitrik asit içeren bidistile su içinde 12 saat bekletildi ve ardından bidistile su ile dolu küvetler içinde iki kez durulandı.

2.2.6. Yapağıda Bakır ve Çinko Düzeylerinin Belirlenmesi

Yapağı örnekleri deneme başında ve laktasyonun 35. gününde bütün koyunların omuz, kaburga ve but bölgelerinden deriye yakın olacak şekilde kırkım makası ile alındı. Kuzularda ise yapağı örnekleri aynı bölgelerden yalnızca 35. günde alındı. Yapağı örnekleri alındıktan sonra analizler yapılana kadar +4 °C'de buzdolabında saklandı. Analiz edilmeden önce her koyundan alınan yapağı örneği iyice harmanlanarak homojen hale getirildi. Analiz için yapağı örneklerinden 1 g tartılarak yem örnekleri için uygulanan tüm işlemler aynı şekilde tekrarlandı.

2.2.7. Dışkıda Bakır ve Çinko Düzeylerinin Belirlenmesi

Dışkı örnekleri laktasyonun 35. gününde bütün koyunların rektumundan parmak yardımı ile alındı. Analizler yapılana kadar -20 °C’de bekletildi. Analiz yapmak üzere dışkı örneklerinden 2 g tartılarak yem ve yapağı örnekleri için uygulanan tüm işlemler aynı şekilde tekrarlandı.

2.2.8. Süt Miktarının Belirlenmesi

Laktasyonun 7., 21. ve 35. günlerinde saat 20³⁰ - 08³⁰ arasında kuzularından ayrı tutulmuş olan koyunlar aynı sağımçı tarafından sağıldı ve sağılan süt mezür ile ölçülerek süt miktarları ml olarak belirlendi.

2.2.9. Mastitis Görülme Oranının Belirlenmesi

Deneme süresince koyunların memeleri her gün yemleme sırasında gözlenerek klinik mastitis oluşumu bakımından izlendi.

2.2.10. İstatistik Analiz

İstatistik değerlendirmeler SPSS[®] 15.0 paket program kullanılarak yapıldı. Canlı ağırlık, kan serumu, yapağı ve dışkıdaki bakır ve çinko düzeyleri ile 7, 21 ve 35. gün süt miktarı için elde edilen verilerin istatistik değerlendirmesinde, inorganik ve organik mineral katkılı yem ile beslenen gruplarda, incelenen parametreler için grup ortalamaları arası farklılıklar student-t testi ile belirlendi (Özdamar 2004, Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu 1995).

3. BULGULAR

Araştırmada kullanılan yem örneklerinde belirlenen bakır ve ınko düzeyleri izelge 17’de verilmiştir.

Çizelge 17. Kontrol ve deneme gruplarındaki koyunlara verilen buğday samanı ve karma yemdeki* Cu ve Zn değerleri (kg KM, ppm)

	Kontrol grubu (İnorganik mineral)	Deneme grubu (Organik mineral)
Buğday samanı Cu	7,58	7,58
Buğday samanı Zn	8,54	8,54
Doğumdan önce		
Karma yem Cu	6,23	6,23
Karma yem Zn	17,40	17,40
Doğumdan sonra		
Karma yem Cu	7,39	7,39
Karma yem Zn	17,13	17,13

*: Mısır + soya fasulyesi küspesi

Bu değerlere göre vitamin-mineral karmasından sağlanan miktarla birlikte her bir koyunun günde toplam olarak doğumdan önce kontrol grubunda 22,40 ppm bakır ve 51,68 ppm ınko, deneme grubunda 19,60 ppm bakır ve 43,68 ppm ınko aldığı, doğumdan sonra ise kontrol grubunda 34,73 ppm bakır ve 79,91 ppm ınko, deneme grubunda 30,53 ppm bakır ve 67,91 ppm ınko aldığı saptanmıştır.

Araştırma süresince gruplardaki ortalama canlı ağırlıklar Çizelge 18’de gösterilmektedir. Deneme başlangıcı, doğum sonrası ve deneme sonunda grupların ortalama canlı ağırlık değerleri kontrol grubunda sırasıyla 40,51, 43,36 ve 41,63 kg, deneme grubunda ise 39,18, 41,26 ve 41,14 kg olarak bulunmuş ve grup ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 18. Araştırma süresince gruplardaki ortalama canlı ağırlıklar (kg)

Canlı ağırlık	Kontrol grubu $\bar{X} \pm S_x$	Deneme grubu $\bar{X} \pm S_x$	n	t
Deneme başı	40.51 ± 1.28	39.18 ± 1.09	23	0.79 ÖD
Doğum sonrası	43.36 ± 1.57	41.26 ± 1.15	23	1.09 ÖD
Deneme sonu	41.63 ± 1.50	41.14 ± 0.97	23	0.27 ÖD

ÖD: Önemli Değil

Her iki grubun doğum sonrası canlı ağırlıkları başlangıç canlı ağırlıklarına göre bir miktar artış göstermiştir. Bununla birlikte her iki grubun doğum sonrası canlı ağırlık ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmektedir. Araştırma döneminin sonunda deneme grubunun doğum sonrasındaki canlı ağırlığını koruduğu buna karşın kontrol grubunun doğum sonrası canlı ağırlığını koruyamadığı ve bir miktar ağırlık kaybettiği saptanmıştır. Ancak kontrol grubu ile deneme grubunun araştırma sonundaki canlı ağırlık ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Kontrol ve deneme gruplarının her ikisinde de 16 koyun tekiz, 7 koyun ise ikiz doğum yapmış ve gruplardan 30’ar kuzu elde edilmiştir. Doğan kuzuların cinsiyetleri ise kontrol grubunda 16 erkek, 14 dişi, deneme grubunda ise 15 erkek ve 15 dişi şeklinde gerçekleşmiştir. Her iki grupta gerek doğum tipinin gerekse doğan kuzuların cinsiyetlerinin benzer oranda olduğu görülmektedir.

Kuzularda doğum–35. gün arasında belirlenen ortalama canlı ağırlık kazancı Çizelge 19’da gösterilmektedir. Bu dönemde kuzularda elde edilen toplam canlı ağırlık kazancı kontrol grubunda 5,21 kg, deneme grubunda ise 5,58 kg olarak bulunmuş ve gruplara ait ortalamalar arası farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 19. Doğum–35. gün döneminde kuzulardaki ortalama canlı ağırlık kazancı (kg)

	Kontrol grubu $\bar{X} \pm S_x$	Deneme grubu $\bar{X} \pm S_x$	n	t
Doğum ağırlığı	4,01 ± 0,14	3,98 ± 0,12	30	0,17 öD
35. gün ağırlığı	9,21 ± 0,40	9,56 ± 0,41	30	0,60 öD
Canlı ağırlık kazancı	5,21 ± 0,32	5,58 ± 0,33	30	0,80 öD

öD: Önemli Değil

Deneme sonunda 35 günlük süreçte, kontrol grubu ile deneme grubunun kuzularının canlı ağırlık kazancı ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmesine rağmen, deneme grubunun kuzularının kontrol grubunun kuzularından daha fazla canlı ağırlık kazancı elde ettikleri görülmektedir.

Kontrol ve deneme gruplarında koyunlar için deneme başı ve deneme sonunda (laktasyonun 35. günü) belirlenen serum bakır ve çinko değerleri Çizelge 20’de gösterilmiştir.

Deneme başında serum bakır ortalama değerleri kontrol grubunda 118,08 µg/dl, deneme grubunda 110,57 µg/dl olduğu belirlenmiş ve grup ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Deneme sonunda ise serum bakır ortalama değerleri kontrol grubunda 334,43 µg/dl, deneme grubunda ise 377,56 µg/dl olduğu belirlenmiş ve grup ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli (P<0,05) olduğu saptanmıştır.

Araştırma başlangıcında koyunlarda ortalama serum çinko değerleri kontrol grubunda 106,44 µg/dl, deneme grubunda ise 99,25 µg/dl, araştırma sonunda ise ortalama serum çinko değerleri kontrol grubunda 135,67 µg/dl, deneme grubunda ise 153,09 µg/dl olarak belirlenmiş ve grup ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 20. Kontrol ve deneme gruplarındaki koyunlar için serumdaki ortalama Cu ve Zn değerleri (µg/dl)

	Kontrol grubu $\bar{X} \pm S_x$	Deneme grubu $\bar{X} \pm S_x$	n	t
Cu				
Deneme başı	118,08 ± 5,04	110,57 ± 3,86	23	1,18 ÖD
Deneme sonu	334,43 ± 12,18	377,56 ± 14,60	23	2,27 *
Zn				
Deneme başı	106,44 ± 1,86	99,25 ± 4,96	23	1,36 ÖD
Deneme sonu	135,67 ± 6,90	153,09 ± 7,82	23	1,67 ÖD

ÖD: Önemli Değil, *: P<0,05

Koyunların serumdaki ortalama bakır ve çinko değerleri incelendiğinde araştırma başında deneme grubu için serumdaki ortalama bakır ve çinko değerleri kontrol grubuna göre daha düşük düzeyde iken araştırma sonunda deneme grubunda ortalama serum Cu (P<0.05) ve Zn değerlerinin daha yüksek düzeyde olduğu dikkati çekmektedir.

Koyunlar için gruplarda belirlenen yapağı bakır ve çinko değerleri Çizelge 21’de gösterilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi deneme başında ortalama yapağı bakır değerleri kontrol grubunda 7,25 ppm, deneme grubunda ise 7,18 ppm olarak belirlenmiş ve her iki grubun ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Deneme sonunda ortalama yapağı bakır değerleri kontrol grubunda 8,31 ppm, deneme grubunda ise 10,64 ppm olarak saptanmış ve grup ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli (P<0,01) olduğu tespit edilmiştir.

Deneme başında ortalama yapağı çinko değerleri kontrol grubunda 211,42 ppm, deneme grubunda ise 184,06 ppm olarak belirlenmiş ve grupların ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Deneme sonunda ortalama yapağı çinko değerleri kontrol grubunda 84,75 ppm, deneme grubunda ise 81,26 ppm olarak belirlenmiş ve iki grubun ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 21. Kontrol ve deneme gruplarındaki koyunlar için yapağıdaki ortalama Cu ve Zn değerleri (ppm)

	Kontrol grubu $\bar{X} \pm S_x$	Deneme grubu $\bar{X} \pm S_x$	n	t
Cu				
Deneme başı	7,25 ± 0,45	7,18 ± 0,31	23	0,14 ÖD
Deneme sonu	8,31 ± 0,50	10,64 ± 0,68	23	2,73 **
Zn				
Deneme başı	211,42 ± 13,65	184,06 ± 9,67	23	1,63 ÖD
Deneme sonu	84,75 ± 4,17	81,26 ± 1,89	23	0,76 ÖD

ÖD: Önemli Değil, **: P<0,01

Deneme başında koyunlarda kontrol grubu ile deneme grubunun yapağı bakır ortalama değerleri düşük düzeyde iken deneme sonunda her iki grupta ortalama değerlerin yükseldiği, yapağı çinko ortalama değerlerinin ise başlangıçta yüksek olmasına rağmen deneme sonunda her iki grupta da başlangıca göre çok düşük olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sonunda kuzularda belirlenen serum bakır ve çinko değerleri Çizelge 22’de gösterilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi ortalama serum bakır değerleri kontrol grubunda 161,17 µg/dl, deneme grubunda ise 205,42 µg/dl olduğu belirlenmiş ve her iki gruba ait ortalama değerler arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Ortalama serum çinko değerleri ise kontrol grubunda 116,34 µg/dl, deneme grubunda ise 133,49 µg/dl olarak belirlenmiş ve grup ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli (P<0,01) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 22. Otuz beş günlük kuzularda serumdaki ortalama Cu ve Zn değerleri (µg/dl)

	Kontrol grubu $\bar{X} \pm S_x$	Deneme grubu $\bar{X} \pm S_x$	n	t
Cu	161,17 ± 16,00	205,42 ± 16,57	30	1,92 ÖD
Zn	116,34 ± 3,30	133,49 ± 5,09	30	2,82 **

ÖD: Önemli Değil, **: P<0,01

Deneme sonunda kuzularda kontrol grubu ile deneme grubunun serum bakır ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmesine

rağmen deneme grubuna ait ortalama değerin rakamsal olarak daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Kuzularda belirlenen yapağı bakır ve çinko değerleri izelge 23'de gösterilmiştir. Kuzularda ortalama yapağı bakır değerleri kontrol grubunda 9,61 ppm, deneme grubunda ise 10,07 ppm ve ortalama yapağı çinko değerleri ise kontrol grubunda 86,34 ppm, deneme grubunda ise 86,86 ppm olarak belirlenmiş ve her iki gruba ait bakır ve çinko grup ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 23. Otuz beş günlük kuzularda yapağıdaki ortalama Cu ve Zn değerleri (ppm)

	Kontrol grubu $\bar{X} \pm S_x$	Deneme grubu $\bar{X} \pm S_x$	n	t
Cu	9,61± 0,58	10,07 ± 0,34	30	0,67 D
Zn	86,34 ± 2,90	86,86 ± 3,60	30	0,11 D

D: nemli Değil

Araştırma sonunda koyunlar için gruplarda belirlenen dışkı bakır ve çinko değerleri izelge 24'de gösterilmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi dışkı bakır ortalama değerleri kontrol grubunda 32,72 ppm, deneme grubunda ise 28,58 ppm olup, grup ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Dışkıdaki ortalama çinko değerleri ise kontrol grubunda 87,48 ppm ve deneme grubunda 69,20 ppm olduğu belirlenmiş ve grup ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli (P<0,01) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 24. Koyun dışkılarında ortalama Cu ve Zn değerleri (ppm)

	Kontrol grubu $\bar{X} \pm S_x$	Deneme grubu $\bar{X} \pm S_x$	n	t
Cu	32,72 ± 2,52	28,58 ± 1,78	23	1,34 D
Zn	87,48 ± 5,37	69,20 ± 4,05	23	2,71 **

D: nemli Değil, **: P<0,01

Koyunlar için kontrol ile deneme grubunun dışkı bakır ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmasına rağmen deneme grubuna ait ortalama değerin daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Deneme grubuna ait dışkı çinko ortalama değeri, kontrol grubu ortalama değerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P<0,01$) düşük olarak tespit edilmiştir.

Laktasyonun 7., 21. ve 35. günlerine ait belirlenen ortalama süt miktarı değerleri Çizelge 25’de gösterilmiştir. Laktasyon’un 7., 21. ve 35. günlerinde elde edilen süt miktarı ortalamaları kontrol grubu için sırasıyla 502,18, 400,86 ve 375,21 ml, deneme grubu için ise 450,00, 390,00 ve 346,95 ml olarak bulunmuş ve yapılan istatistik analizde grup ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 25. Gruplarda 7., 21. ve 35. gündeki ortalama süt miktarı (ml)

	Kontrol grubu $\bar{X} \pm S_x$	Deneme grubu $\bar{X} \pm S_x$	n	t
7. gün	502,18 ± 42,84	450,00 ± 30,44	23	0,99 ÖD
21. gün	400,86 ± 24,00	390,00 ± 25,31	23	0,31 ÖD
35. gün	375,21 ± 35,03	346,95 ± 23,45	23	0,67 ÖD

ÖD: Önemli Değil

Araştırma süresi boyunca klinik düzeyde mastitis olgusuna rastlanmamıştır.

4. TARTIŞMA

4.1. Canlı Ağırlık

Grupları oluşturan koyunların deneme başlangıcı, doğum sonrası ve deneme sonunda yapılan tartımlarından elde edilen ortalama canlı ağırlık değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 18). Araştırma sonunda deneme grubunun doğumdaki canlı ağırlık ortalamasını koruduğu buna karşın kontrol grubunun ise doğumdaki canlı ağırlık ortalamasını koruyamadığı ve bir miktar ağırlık kaybettiği görülmektedir.

İnorganik minerallere göre daha az verilmelerine rağmen istatistiksel olarak önemli olmasa bile daha fazla ağırlık ortalamasını göstermelerinin nedeninin organik minerallerin biyoyararlılık yönünden daha üstün olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Elde edilen bulgular bazı araştırmacıların bildirişleriyle uyum içerisindedir.

Ortalama canlı ağırlıkları 37 kg olan kuzularda 55 gün boyunca çinko-metiyonin, çinko-lizin, çinko sülfat ve çinko oksit ile yapılan bir çalışmada (Rojas ve ark 1995), deneme sonunda gruplar arasında ortalama canlı ağırlık bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir. Wagner ve ark (2008), 144 dana üzerinde 139 günde yaptıkları bir çalışmada bir grubun rasyonuna (kg/KM³ye) sülfat kökenli 100 mg çinko, 40 mg mangan ve 15 mg bakır eklerken diğer grubun rasyonuna (kg/KM³ye) 40 mg çinko-metiyonin, 20 mg mangan-metiyonin ve 10 mg bakır-betain eklemişler ve iki grup arasında canlı ağırlık bakımından önemli bir fark olmadığını saptamıştır. Yost ve ark

(2002), 70 gün süreyle günlük 15 mg ve 30 mg bakır sülfat ile 15 mg ve 30 mg bakır aminoasit kompleksi vererek düvelerde yaptıkları bir çalışmada vücut ağırlığının tüm düvelerde benzer şekilde arttığını ve canlı ağırlık bakımından gruplar arası bir farklılık olmadığını bildirmektedir.

Kincaid ve ark (1986) buzağılarda, Wittenberg ve ark (1990) danalarda yaptıkları çalışmada, yüksek molibden varlığında rasyona katılan bakır-proteinat ve bakır sülfatın canlı ağırlık üzerine bir etkisinin olmadığını ve bakır kaynağına bağlı olarak canlı ağırlıkta bir farklılık görülmediğini belirtmektedir. Benzer şekilde Nockels (1991) de rasyona eklenen bakırın kaynağının proteinat ya da sülfat olmasının danalarda canlı ağırlık açısından bir fark oluşturmadığını bildirmektedir.

Benzer şekilde erkek buzağılarda yaptıkları bir çalışmada inorganik formlarına göre NRC (2000)'in önerdiği düzeyin yarısı oranında organik formda verilen bakır, çinko ve manganın hiç mineral verilmeyen kontrol grubuna ve NRC (2000)'in önerdiği düzeyin % 25'i oranında organik formda mineral verilen gruba göre ortalama canlı ağırlık üzerine 30 günden sonra önemli ($P<0.05$) bir etkisi olduğu ancak inorganik mineral verilen grubun da aynı etkiyi yaptığı Mondal ve ark (2008) tarafından bildirilmektedir.

Yapılan çalışmada da ortalama canlı ağırlık yönünden gruplar arasında önemli bir farklılık saptanamamıştır. Buna karşın diğer bazı çalışmalarda, yapılan çalışmayla uyum içerisinde olmayan sonuçlar da bildirilmektedir.

Farklı sonuç bildirilen bir çalışmada süttten kesildikten sonra rasyonlarına çinko-metiyonin eklenen buzağuların, çinko oksit eklenen buzağulara göre ortalama canlı ağırlıklarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Johnson ve ark 1988, Spears ve ark 1991b). Benzer şekilde rasyonlarına mangan- metiyonin eklenen besi sığırlarında, mangan oksit eklenenlere göre canlı ağırlık artışının daha fazla olduğu ortaya konmuştur (Spears 1996).

4.1.1. Canlı Ağırlık Kazancı

Kuzulardan elde edilen ortalama canlı ağırlık kazancı grup ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 19). Ancak deneme grubundaki kuzuların doğumdaki canlı ağırlık ortalamalarına göre daha fazla canlı ağırlık kazancı elde ettikleri görülmektedir. Bu durumun organik minerallerin biyoyararlılık üzerine olumlu etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kuzuların ortalama canlı ağırlık kazancına ilişkin elde edilen bulgular yapılan bazı araştırma sonuçlarıyla uyum içerisindedir.

Kuzuların kullanıldığı bir çalışmada rasyona çinko metiyonin, çinko lizin, çinko sülfat ve çinko oksit eklenerek oluşturulan gruplar arasında ortalama günlük canlı ağırlık artışı bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir (Rojas ve ark 1995). Heugten ve ark (2003) süttten kesilmiş domuz yavrularında rasyona ekledikleri çinko sülfat, çinko metiyonin ve çinko lizin ile yaptıkları çalışmada canlı ağırlık artışı üzerine çinko kaynağı bakımından önemli bir etki belirlemediklerini bildirmektedir. Aynı şekilde erkek Holstein buzağularla yapılan başka bir çalışmada rasyona eklenen çinko sülfat ve çinko proteinat arasında canlı ağırlık kazancı bakımından önemli bir farklılık olmadığı belirtilmektedir (Wright and Spears 2004).

Greene ve ark (1988), erkek danalar üzerinde yaptıkları çalışmada rasyonlarına çinko metiyonin eklenen grubun günlük canlı ağırlık artışları bakımından çinko oksit eklenen gruptan istatistiksel olarak önemli bir farkı olmadığını saptamıştır. Engle ve Spears (2000), danalara ek olarak günlük 20 mg veya 40 mg bakır sülfat ile 20 mg bakır proteinat, bakır sitrat veya bakır klorid verilmesinin ortalama günlük ağırlık artışına bir etkisinin olmadığını bildirmektedir. Erkek buzağularda yaptıkları bir çalışmada inorganik formlarına göre NRC (2000)'in önerdiği düzeyin yarısı oranında organik formda verilen bakır, çinko ve manganın ortalama günlük canlı ağırlık kazancına 30 günden sonra kontrol grubuna göre inorganik mineral verilen grupla aynı önemde ($P<0.05$) etki yaptığı Mondal ve ark (2008) tarafından belirtilmektedir.

Bununla birlikte yapılan bazı çalışmalarda farklı sonuçlar da bildirilmektedir. Spears ve Kegley (2002) dana rasyonlarına çinko oksit ve çinko proteinatı ekleyerek yaptıkları bir çalışmada çinko proteinat eklenen grupta günlük canlı ağırlık artış eğiliminin önemli ($P<0.05$) düzeyde daha yüksek olduğunu belirtmektedir. Wittenberg ve ark (1990) yüksek molibden varlığında bakır-proteinatın, bakır sülfata göre 140 günde daha fazla canlı ağırlık artışı sağladığını bildirmiştir.

4.2. Serum Bakır ve Çinko Değerleri

Çalışmanın başında koyunlarda deneme grubunun ortalama serum bakır değeri daha düşük düzeyde iken çalışma sonunda bu grubun ortalama serum bakır değerinin daha yüksek düzeyde olduğu ve iki grubun serum bakır ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0,05$) olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde deneme başında ve sonunda kontrol grubu ile deneme grubunun ortalama serum çinko değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmesine rağmen çalışma sonunda deneme grubunun serum çinko ortalama değerinin daha yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır. (Çizelge 20).

Araştırma sonunda kuzularda kontrol grubu ile deneme grubunun ortalama serum bakır değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmesine rağmen deneme grubuna ait ortalama değerin daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ortalama serum çinko değerinin kontrol grubuna göre deneme grubunda daha yüksek düzeyde olduğu olduğu saptanmış ve ortalama değerler arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 22).

Organik minerallerin daha düşük düzeyde verilmesine rağmen koyun ve kuzu serumlarındaki ortalama değerlerinin yüksekliği bu minerallerin daha fazla düzeyde emildiklerini ve emilimlerini önleyen faktörlerden etkilenme oranlarının daha düşük düzeyde kaldığını ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular bazı araştırmacıların çalışma sonuçlarıyla benzer özellikler göstermektedir.

Rojas ve ark (1995), kuzular üzerinde yapılan bir çalışmada rasyonlarına 360 mg çinko metiyonin ve çinko lizin eklenen gruplarda rasyonlarına 360 mg çinko sülfat veya çinko oksit eklenen gruplara göre serum çinko değerinin önemli ($P<0.05$) oranda artış gösterdiğini bildirmektedir. Benzer sonuçlar koyunlar üzerinde yapılan bir çalışmada (Ryan ve ark 2002) da saptanmıştır. Çalışmada 15 mg ve 25 mg bakır sülfat ve bakır aminoasit şelatı ile 75 mg ve 150 mg çinko sülfat ve çinko aminoasit şelatı verilen koyunlarda düşük düzeylerde (15 mg bakır, 75 mg çinko) bile organik çinko verilen grupta yüksek düzeylerde (25 mg bakır, 150 mg çinko) sülfat verilen gruba oranla plazma bakır değeri ($P<0.001$) ve plazma çinko değeri ($P<0.05$) nemli oranda yüksek bulunmuştur.

Spears (1989), 300 mg çinkoyu ağız yolu ile çinko oksit veya çinko metiyonin şeklinde verdiği kuzularda plazma çinko değerinin 12 ve 24 saat sonra çinko metiyonin verilen grupta istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) oranda arttığını bildirmektedir. Rasyona eklenen bakır düzeyi ile plazma bakır değeri arasında karşılıklı bir etkileşim olmadığını ve rasyonlarına bakır proteinat eklenen koyunlarda plazma ve seruloplazmin değerinin rasyonlarına bakır sülfat eklenen koyunlara oranla daha yüksek ($P<0.05$) olduğunu Eckert ve ark (1999) da bildirmiştir.

Wright ve Spears (2004), Holstein buzağılar üzerinde yaptıkları bir çalışmada buzağıların rasyonlarına yüksek oranda (500 mg/kg KM) inko proteinat, çinko sülfat ve çinko karışım (proteinat ve sülfat) eklemiştir. Rasyonlarına inko proteinat ve çinko karışım eklenen buzağılarda plazma çinko değerinin çinko sülfat eklenen buzağılara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Kincaid ve ark (1997), rasyona 300 ppm düzeyinde çinko oksit, çinko metiyonin ve çinko lizin ekleyerek buzağılarda yaptıkları bir araştırmada, metiyonin ve lizine bağlı olarak verilen çinkonun kan serumunda önemli ($P<0.05$) oranda daha yüksek düzeyde bulunduğunu belirtmektedir. Mondal ve ark. (2008), erkek buzağılarda yaptıkları bir çalışmada inorganik formlarına göre %50 daha az düzeyde organik formda verilen bakır,

Çinko ve manganın serum değerlerinin kontrol grubuna göre önemli ($P<0.05$) oranda daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Buzağılarda, doğal halde yüksek düzeyde molibden içeren bir rasyonla yemlemede bakır proteinat ve bakır sülfat verilmesinin karşılaştırıldığı bir çalışmada (Kincaid ve ark 1986), plazma bakır yoğunluğunun bakır proteinat verilen buzağılarda bakır sülfat verilen buzağılara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yine yüksek düzeyde molibden içeren bir rasyonla yemlenen danalarda bakır proteinat ve bakır sülfat kaynaklarının karşılaştırıldığı çalışmalarda her iki kaynaktan (bakır proteinat ve bakır sülfat) gelen bakır ilavesinin plazma bakır yoğunluğunu benzer miktarda arttırdığı bildirilmektedir (Wittenberg ve ark 1990, Lardy ve ark 1991).

Yapılan çalışmada koyunlarda ortalama serum bakır değeri ($P<0.05$), kuzularda ortalama serum çinko değeri ($P<0.01$) deneme grubunda daha yüksek belirlenmiştir.

Buna karşın bazı araştırmacılar organik ve inorganik minerallerin karşılaştırılmasına yönelik yaptıkları çalışmalarda plazma veya serum mineral düzeyleri bakımından benzer sonuçlar da bildirmektedir.

Ward ve ark (1993), danalar üzerinde yaptıkları bir çalışmada yüksek düzeyde molibden içeren rasyonlara bakır lizin ve bakır sülfat ekleyerek yaptıkları karşılaştırmada, her iki bakır kaynağının da plazma yoğunluğu bakımından benzer olduğunu saptamıştır. Rojas ve ark (1994) inko metiyonin, çinko oksit ve çinko sülfatı karşılaştırdıkları ve dveler üzerinde yürüttükleri çalışmada serum çinko değerleri açısından gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığını bildirmektedir.

Salama ve ark. (2003)'nın süt keçileri üzerinde yaptıkları bir çalışmada, çinko metiyonin ile inorganik çinko arasında serum çinko değerleri bakımından istatistiksel yönden önemli bir farklılık görülmediği bildirilmektedir. Spears ve Kegley (2002) danalarda çinko oksit ve çinko proteinatı rasyona ekleyerek yaptıkları bir çalışmada plazma çinko değerinin rasyona eklenen çinko kaynağından (oksit veya proteinat) ve rasyona eklenen çinko miktarından etkilenmediği bildirilmiştir.

Yapılan çalışmada koyunlardan elde edilen ortalama serum çinko değerleri ve kuzulardan elde edilen ortalama serum bakır değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark saptanmamıştır.

4.3. Yapağı Bakır ve Çinko Değerleri

Araştırma süresince gruplarda belirlenen yapağı bakır ve çinko değerleri Çizelge 21’de gösterilmiştir.

Deneme başında koyunlarda kontrol grubu ile deneme grubunun yapağı bakır ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmesine rağmen ve başlangıçta deneme grubunun ortalama yapağı bakır değeri daha düşük düzeyde iken deneme sonunda bu grubun ortalama değerinin daha yüksek düzeyde olduğu ve her iki grubun yapağı bakır ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0.01$) olduğu belirlenmiştir.

Deneme başında ve sonunda iki grubun ortalama yapağı çinko değerleri arasında istatistiksel açıdan bir farklılık belirlenmemiştir. Ancak yapağı çinko ortalama değerlerinin başlangıçta yüksek olmasına rağmen deneme sonunda her iki grupta da başlangıca göre çok düşük olduğu belirlenmiştir.

Toprakta düşük değerde bulunan minerallerin bitkilerde daha yüksek düzeyde biriktikleri bildirilmektedir (Zollitsch ve ark 2004). Deneme başladıktan sonra koyunların meraya çıkarılmaması ve rasyonun bileşiminde en düşük düzeyde çinko içeren yem ham maddelerinin bulunması bu sonuca yol açmış olabilir.

Deneme sonunda kuzularda kontrol grubu ile deneme grubunun yapağı bakır ve çinko ortalama değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmasına rağmen deneme grubuna ait ortalama değerinin daha yüksek düzeyde olduğu Çizelge 23’de görülmektedir.

Bazı araştışıcılar da yapağıda ve tyde bakır ve çinko birikim düzeyi yönünden benzer bulgulara rastladıklarını bildirmektedir.

Ryan ve ark (2002), Texel koyunlarında yaptıkları bir çalışmada, 15 mg ve 25 mg bakır sülfat ve bakır aminoasit şelatı ile 75 mg ve 150 mg çinko sülfat ve çinko aminoasit şelatı verilen koyunlarda rasyona çinko eklenmesinin önemli ($P<0,05$) oranda yapağı çinko düzeyini artırdığını, ancak sülfat veya aminoasit şelatı şeklinde verilmesinin önemli bir farklılık oluşturmadığını bildirmektedir.

Rasyonlarına 500 mg çinko proteinat ve 500 mg çinko sülfat eklenerek 48 erkek buzağı üzerinde yapılan bir çalışmada (Wright ve Spears 2001), inko proteinat verilen buzağıların tüylerinde çinko sülfat verilen buzağılara oranla daha yüksek düzeyde çinko biriktiği ancak farkın istatistiksel yönden önemli olmadığı saptanmıştır.

Aminoasit ile şelatlanmış çinkonun rasyona eklenmesinin köpeklerde tüylerin uzamasına ve tüy çinko düzeyinin çinko okside göre daha yüksek olmasını sağladığı saptanmıştır (Lowe ve ark 1994). Aynı şekilde Kuhlman ve Rompala (1998), köpeklerde bakır, çinko ve manganın proteinat formlarıyla yaptıkları bir çalışmada inorganik formlarına göre bu minerallerin tydeki düzeylerinde önemli bir farklılık görülmediğini bildirmektedir.

Bazı araştışıcılar da diğer organ ve dokularda organik minerallerin daha fazla biriktiğini ve vücutta genel olarak daha fazla tutulduğunu bildirmektedir.

Aminoasit şelatı şeklinde çinko verilen koyunlarda çinko sülfat verilen koyunlara oranla emilimin daha iyi olduğu, aminoasit şelatı şeklinde verilen çinkonun tırnak ve boynuzda önemli oranda ($P<0.05$) biriktiği ve tırnak kalitesini önemli ($P<0.05$) oranda etkilediği bildirilmektedir (Rojas ve ark 1995, Ryan ve ark 2002). Bunun yanında Hatfield ve ark (2001), aminoasit ile bileşik oluşturmuş 10 mg bakır ve 90 mg çinkonun sülfat formlarına göre koyunlarda karaciğerde daha yüksek düzeyde biriktiğini, Rojas ve ark (1995) kuzularda çinko lizinin çinko oksit veya çinko sülfata göre karaciğer, böbrek ve pankreasta çinko düzeyini önemli oranda artırdığını, Henry ve ark (1992) kuzularda

manganez metiyoninden gelen manganezin kemik, karaciğer ve böbrekte daha fazla biriktiğini, Salama ve ark. (2003) süt keçilerinde çinko metiyonin verilen grupta vücutta çinko tutulmasının daha yüksek düzeyde olduğunu, Wedekind ve ark (1992) çinko metiyoninin çinko sülfata göre daha çok emildiğini ve dokularda biriktiğini, Hansen ve ark (2008) rasyonlarında yüksek düzeyde kükürt ve molibden bulunan danalarda bakır glisinatin bakır sülfata göre önemli ($P<0.01$) oranda biyoyararlılık gösterdiğini, Nockels ve ark (1993) buzağılarda bakır-lizinin genel olarak vücutta daha yüksek düzeyde biriktiğini bildirmektedir.

4.4. Dışkı Bakır ve Çinko Değerleri

Deneme sonunda koyunlarda kontrol grubu ile deneme grubunun ortalama dışkı bakır değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmesine rağmen deneme grubuna ait ortalama değerler daha düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Dışkı çinko düzeyi açısından deneme grubuna ait ortalama değerler daha düşük düzeyde olduğu ve kontrol grubu ile deneme grubunun ortalama dışkı çinko değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 24).

Bazı araştırmacılar çalışmalarında benzer sonuçlar ve görüşler bildirmektedir.

İneklerde inorganik formlarına oranla % 25 daha az oranda rasyona organik formda mineral eklenerek yapılan bir çalışmada (Nocek ve ark 2006), organik iz minerallerin emilimlerinin ve biyoyararlılıklarının daha fazla olduğu bu nedenle rasyona daha az eklendiği ve dolayısı ile çevreye daha az saçılarak, daha az çevre kirliliğine yol açtığı belirtilmektedir.

Wagner ve ark (2008), danalar üzerinde yaptıkları bir çalışmada bir grubun rasyonuna kg/KM'ye sülfat kökenli 100 mg çinko, 40 mg mangan ve 15 mg bakır, diğer grubun rasyonuna kg/KM'ye 40 mg çinko-metiyonin, 20 mg mangan-metiyonin ve 10 mg

bakır-betain katkısı yapıldığında rasyona daha az düzeyde eklenen organik minerallerin dışkı ile atılımının da daha az olduğu belirlenmiştir.

Mondal ve ark (2008), erkek buzağılar üzerinde yaptıkları bir çalışmada inorganik formlarına göre % 50 oranında daha az düzeyde organik formda verilen bakır, çinko ve manganın incelenen verimler açısından benzer etkiler ortaya koyduğunu, ancak daha düşük düzeylerde verilmesi nedeni ile mineral kaynaklı zehirlenmelerin ve dışkıda atılımın daha az olduğunu belirtmektedir.

Domuzlarda demir, krom, selenyum, bakır ve çinkonun organik formlarının rasyona eklendiği çalışmalardan üretilen bir derlemede (Acda ve Chae 2002), değerlendirilen verimlerde minerallerin organik formları lehine sonuçlar alınırken aynı zamanda dışkı ile atılımın organik minerallerde daha düşük düzeylerde olduğu bildirilmektedir. Lee ve ark (2001), domuzlarda yaptıkları bir çalışmada bakır ve çinkonun organik formlarının rasyona daha az eklenmesi nedeni ile dışkıda atılımının daha düşük olduğunu belirtmektedir.

Yüksek düzeyde rasyona eklenen bakırın yüksek düzeyde karaciğerde biriktiği ve çiftlik hayvanlarında stres ve enfeksiyon koşullarında hızla kana geçtiği ve zehirlenme ile hemolitik kriz riski yarattığı bildirilmektedir. Ancak daha düşük düzeyde verilen organik bakırın böyle bir riski olmadığı gibi dışkı ile atılımının da düşük olacağı vurgulanmaktadır (Larson 2005).

Domuzlarda yapılan bir çalışmada (Coffey ve ark 1994), incelenen verimler açısından 100 ppm bakır lizinin 250 ppm bakır sülfattan daha iyi sonuç verdiği ve daha az düzeyde rasyona eklenmesi nedeni ile dışkıdaki atılımının daha az olduğu belirtilmektedir. Aynı şekilde Armstrong ve ark (2004), 125 ppm bakır sitrat ve 250 ppm bakır sülfat verdikleri domuz yavrularında günlük ağırlık artışı, yem tüketimi ve plazma bakır yoğunluğu üzerine bakır kaynağının önemli bir farklılık yaratmadığını ve dışkı ile bakır atılım düzeyinin bakır sitrat tüketenlerde bakır sülfat tüketenlere göre önemli ($P<0.05$) oranda daha az olduğunu ve bunun çevre sağlığı açısından alternatif oluşturduğunu belirtmektedir.

Carlson ve ark (2004), domuz yavruları üzerinde yaptıkları bir çalışmada çinko polisakkarit ve çinko proteinatı çinko oksit ile karşılaştırmış ve daha az düzeyde verilen polisakkarit ve proteinat formlarının büyüme performansı ve plazma değerleri açısından olumsuz etkilerine rastlanmadığını ancak dışkıda daha az atıldığını saptamıştır.

Case ve Carlson (2002), dışkıda atılan çinko düzeyinin çinko kaynağının inorganik veya organik olduğuyula ilgisi olmadığını, ancak rasyona eklenen düzeyin domuz yavrularında belirleyici olduğunu bildirmektedir. Ward ve ark (1996), rasyona düşük düzeyde eklenen organik çinkonun danalarda performans verileri üzerine olumsuz bir etkisinin görülmediğini ve rasyona düşük düzeyde eklenmesi nedeni ile dışkıdaki düzeyinin daha düşük olduğunu belirtmektedir. Aynı görüşü paylaşan Buff ve ark (2005), 300 ppm çinko polisakkarit verilen domuz yavrularında 2000 ppm çinko oksit verilenlere göre dışkıda %76 oranında daha az çinkoya rastladıklarını, çinko polisakkarit düzeyi artırılınca dışkıdaki atılımın da arttığını bildirmektedir.

Yapılan çalışmada NRC (1985)'in önerdiği düzeyde koyun rasyonuna eklenen inorganik yapıdaki mineral değerlerine göre %25 oranında azaltılmış organik yapıdaki bakır ve çinkonun dışkıdaki ortalama değerleri daha düşük belirlenmiştir.

4.5. Süt Miktarı ve Klinik Mastitis

Laktasyon'un 7, 21 ve 35. günlerinde kontrol ve deneme gruplarına ait belirlenen günlük ortalama süt miktarı ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmış (Çizelge 25) ve araştırma süresi boyunca klinik düzeyde mastitis olgusuna rastlanmamıştır.

Bazı araştırmacılar da yaptıkları araştırmalarda süt verimi bakımından benzer sonuçlara değinmektedir.

Uchida ve ark (2001), erken sağım d6neminde bulunan s6t ineklerinin rasyonlarına aminoasit ile kompleks oluşturmuş 360 mg çinko, 200 mg manganez ve 125 mg bakır ile 12 mg kobalt gl6koheptonat ekledikleri organik mineral grubu ile inorganik mineral grubu arasında s6t verimi y6n6nden herhangi bir farklılığın olmadığını saptamıştır. Benzer şekilde Ferguson ve ark (2004), rasyona eklenen iz minerallerin bir b6l6m6n6n organik olmasının s6t verimi 6zerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Nocek ve ark (2006), sağım d6neminde bulunan s6t inekleri 6zerinde yaptıkları çalışmada bir grubun rasyonuna çinko, manganez ve bakır aminoasit, kobalt ise glukoheptonat şelatı şeklinde, diğer grubun rasyonuna ise bu mineralleri s6lfat tuzları şeklinde eklenmiş ve s6lfat formunda verilen inorganik mineraller NRC'nin (2001) belirlediği d6zeylerde, organik formda verilen mineraller ise inorganik form için belirtilen d6zeylerin %25'i oranında azaltılarak rasyona eklenmiş ve birinci sağım d6neminde s6t verimi y6n6nden gruplar arasında bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

Rasyona inko proteinat ve çinko oksit eklenerek inekler 6zerinde yapılan diğer bir çalışmada s6t verimi y6n6nden bir farklılık saptanmadığı bildirilmektedir (Spain ve ark 1993).

Buna karşın bazı araştırmacılar da s6t ineklerinin rasyonlarına organik mineral katkısı yapıldığında s6t veriminin arttığını bildirmektedir.

Ballantine ve ark (2002), s6t ineklerinde iz minerallerin bir b6l6m6n6n organik olması durumunda s6t veriminin arttığını, Kincaid ve Socha (2004) ise aynı koşullarda yalnızca laktasyonun pik d6neminde s6t veriminin arttığını belirtmektedir. Nocek ve ark (2006) organik iz mineral t6keten gruptan 6zellikle ikinci sağım d6neminden itibaren daha fazla s6t verimi elde edildiğini bildirmektedir. Aynı şekilde çinko-metiyoninin çinko okside g6re s6t verimini arttırdığı bildirilmektedir (Kellog 1990).

Meme sağlığı y6n6nden de benzer bildirimler yapılmaktadır.

Nocek ve ark (2006), organik minerallerin ineklerin meme sağlığı üzerine herhangi bir etkisine rastlanmadığını bildirmektedir. Yapılan diğer bir çalışmada (Spain ve ark 1993), rasyona çinko proteinat ve çinko oksit eklenen ineklerde meme enfeksiyonu bakımından çinko kaynağına bağlı bir farklılık saptanmadığı belirtilmektedir.

Bunun yanında meme sağlığı yönünden farklı sonuçlar da bildirilmektedir.

Organik inkonun (inko metiyonin) süt ineklerinde sütteki somatik hücre sayısını azalttığı, keratin astarı oluşturarak fiziksel ve kimyasal koruma sağladığı dolayısı ile meme sağlığını koruduğu belirtilmektedir (Kellog 1990). Aynı şekilde çinko metiyoninin ineklerde meme içi enfeksiyonları azalttığı bildirilmektedir (Spain 1993)

5. SONUÇ

Araştırma sonunda incelenen parametreler açısından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Deneme başlangıcı, doğum ve deneme sonunda koyunlarda kontrol ve deneme gruplarının ortalama canlı ağırlık değerleri ile deneme sonunda kuzularda kontrol ve deneme gruplarının ortalama canlı ağırlık kazancı değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir. Ancak hem koyunlarda hem de kuzularda ağırlık artışı deneme grubu lehine olmuştur.

Deneme başında koyunlarda kontrol ve deneme gruplarında ortalama serum bakır değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı, ancak çalışma sonunda deneme grubunun ortalama serum bakır değerinin daha yüksek düzeyde olduğu ve bu açıdan gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0,05$) olduğu belirlenmiştir.

Araştırmanın başlangıcında ve sonunda koyunlarda kontrol ve deneme gruplarında ortalama serum çinko değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı ve araştırma sonunda deneme grubunun ortalama serum çinko değerinin daha yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır.

Araştırma sonunda kuzularda kontrol ve deneme gruplarında ortalama serum bakır değeri deneme grubunda daha yüksek düzeyde belirlenmesine rağmen her iki grubun ortalama serum bakır değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı, ancak

serum çinko ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Deneme başında koyunlar açısından kontrol ve deneme gruplarında ortalama yapağı bakır değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı, ancak çalışma sonunda deneme grubunun yapağı bakır ortalama değerinin daha yüksek düzeyde olduğu ve yapağı bakır ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0.01$) olduğu tespit edilmiştir.

Deneme başında ve sonunda koyunlarda kontrol ve deneme gruplarına ait yapağı çinko ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

Araştırma sonunda kuzular açısından kontrol ve deneme gruplarının ortalama yapağı bakır ve çinko değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı, ancak deneme grubuna ait yapağı bakır ve çinko ortalama değerlerinin daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Deneme sonunda koyunlarda kontrol ve deneme gruplarında ortalama dışkı bakır değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı, ancak ortalama dışkı çinko değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0.01$) olduğu saptanmıştır. Ayrıca deneme grubuna ait dışkı bakır ve çinko ortalama değerlerinin daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Laktasyon'un 7, 21 ve 35. günlerinde yapılan süt miktarı ölçümlerinde koyunlarda kontrol ve deneme gruplarına ait elde edilen ortalama süt miktarı değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir.

Araştırma süresince laktasyondaki koyunların memelerinde klinik düzeyde mastitis olgusuna rastlanmamıştır.

Yapılan bu çalışmada, organik bakır ve organik çinko %25 oranında daha düşük düzeyde rasyona eklenmesine rağmen inorganik bakır ve inorganik çinko ile karşılaştırıldığında incelenen parametreler açısından benzer ve hatta bazı parametreler açısından daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Organik minerallerin rasyona daha düşük düzeyde eklenmiş olmaları ve bunun sonucunda çevreye daha az saçılmaları çevre kirliliği açısından da son derece önemlidir. Bazı araştırmacılar tarafından benzer sonuçlar elde edilmiş olmasına rağmen konu çeşitli yönleri ile halen tartışmaya açıktır ve daha çok araştırma yapılmasını gerektirmektedir. Ancak yapılan araştırmalar organik minerallerin hayvan besleme alanında yaygın bir şekilde kullanılmalarının daha uygun olacağı düşüncesini desteklemektedir.

ÖZET

Rasyona Eklenen Organik İz Minerallerin Gebe Koyun ve Yeni Doğan Kuzularında Bazı Verim Özelliklerine Etkisi, Birikim ve Atılma Düzeylerinin Belirlenmesi

Bu araştırmada NRC (1985) tarafından koyunlar için önerilen düzeylerin %25'i oranında azaltılarak rasyona eklenen organik yapıdaki bakır (Cu) ve çinko (Zn) minerallerinin koyunlara gebeliğin son bir ayı ile doğumdan sonraki 35 günlük sürede verilmesinin canlı ağırlık değişimine, doğumdaki koyun ve kuzu doğum ağırlığına, doğum-35. gün aralığındaki kuzu canlı ağırlık artışına, koyunlarda süt verimine, mastitis görülme oranına, koyun ve kuzularda serum ve yapağıda mineral birikimine ve dışkı ile atılan mineral miktarına olan etkilerinin incelenmesi amacıyla yapıldı.

Araştırmada senkronize edilerek gebe kalmaları sağlanmış olan 46 baş gebe Kıvırcık ırkı koyun ve doğan kuzuları kullanıldı. Koyunlar her birinde 23 adet gebe koyun bulunacak şekilde biri inorganik ve diğeri organik bakır ve çinko minerallerini içeren rasyon verilen iki deneme grubuna ayrıldı.

Araştırmada gebeliğin son ayında 139,6 g/kg ham protein ve 1932,20 kcal/kg KM ME ile doğumdan sonra 162,3 g/kg ham protein ve 2112,78 kcal/kg KM ME içeren buğday samanı, mısır ve soya küspesinden oluşan rasyon kullanıldı. Deneme süresince kontrol grubuna 7 mg/kg KM bakır-sülfat, 20 mg/kg KM çinko-sülfat, deneme grubuna ise 5,25 mg/kg KM bakır-şelat (2-hydroxy-4-methylthiobutyrate) ve 15,0 mg/kg KM çinko-şelat (2-hydroxy-4-methylthiobutyrate) yoğun yem karmasına karıştırılarak verildi. Yemleme deneme süresince bireysel olarak gerçekleştirildi.

Doğan kuzulara deneme süresince yem verilmedi. Kuzular 35 gün süresince yalnızca annelerinden emdikleri süt ile beslendi.

Deneme başlangıcı, doğum ve deneme sonunda koyunlarda her iki grubun ortalama canlı ağırlık değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir.

Deneme sonunda kuzularda canlı ağırlık kazancı yönünden gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Deneme sonunda ortalama serum bakır değerinin deneme grubunda daha yüksek ($P<0,05$) olduğu belirlenmiştir. Ortalama serum çinko değeri ise deneme grubunda rakamsal olarak daha yüksek saptanmıştır.

Kuzular açısından deneme grubuna ait ortalama serum bakır değerinin rakamsal olarak daha yüksek olduğu ve ortalama serum çinko değerinin ise deneme grubunda daha yüksek ($P<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Deneme sonunda koyunlarda ortalama yapağı bakır değerinin deneme grubunda daha yüksek ($P<0,01$) düzeyde olduğu, iki grubun yapağı çinko ortalama değerleri arasındaki farkın ise istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

Araştırma sonunda kuzularda ortalama yapağı bakır ve çinko değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir.

Koyunlarda deneme sonunda ortalama dışkı bakır değerinin kontrol grubunda rakamsal olarak daha yüksek olduğu, ortalama dışkı çinko değerinin ise kontrol grubunda daha yüksek ($P<0,01$) olduğu saptanmıştır.

Laktasyon'un 7, 21 ve 35. günlerinde yapılan süt verimi ölçümlerinde her iki grubun ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

Araştırma süresince laktasyondaki koyunlarda klinik düzeyde mastitis olgusuna rastlanmamıştır.

İncelenen parametreler açısından organik bakır ve organik çinkonun % 25 oranında daha düşük düzeylerde koyunların rasyonuna eklenmelerine rağmen inorganik bakır ve inorganik çinko ile benzer ve hatta bazı parametreler açısından daha iyi bir sonuç ortaya koydukları belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Koyun, organik mineral, yapağı, bakır, çinko

SUMMARY

The Effects of Additional Organic Trace Minerals on Some Production Traits and Determination of Tissue Accumulation and Elimination Levels in Pregnant Ewes and Their Newborn Lambs.

This study was carried out to evaluate live body weight change between last one month of pregnancy and post partum 35 days in ewes, live body weights of ewes and their lambs at lambing, body weight gain of lambs at 35th day, milk production, mastitis incidence, accumulation levels of minerals in serum, wool and elimination levels of minerals by faeces fed diets supplemented with organic copper (Cu) and zinc (Zn) reduced 25% of NRC (1985) recommendations .

Fourty six synchronized Kırırcık ewes for lambing and their offsprings were used in the study. Pregnant ewes were divided equally into two experimental groups given rations supplemented with inorganic or organic copper and zinc. Each treatment group was containing 23 ewes in the experiment.

In the last month of the pregnancy, sheep fed rations containing wheat straw, corn and soybean meal formulated to 139.6 g/kg crude protein (CP) and 1932.20 kcal/kg metabolizable energy (ME) and during lactation period they fed rations with 162.3 g/kg CP and 2112.78 kcal/kg ME in dry matter (DM) basis. During the trials inorganic group received 7 mg/kg DM copper sulphate, 20 mg/kg DM zinc sulphate while organic group received 5.25 mg/kg DM copper chelat (2-Hydroxy-4-methylthiobutyrate) and 15.0 mg/kg DM zinc chelat (2-Hydroxy-4-methylthiobutyrate) in the ration. Individual feeding was applied to sheep during the experiment.

The offspring received only from their mothers' milk from lambing to 35 days old.

There were no statistically significant difference between the average body weight of groups at the beginning, lambing and the end of trial.

There were no statistically significant differences between mean body weight gains of the lamb groups at the end of the trial.

At the end of the experiment, mean serum copper levels in treatment groups were higher ($P>0.05$). The average serum zinc level was numerically higher in the treatment group.

It was determined that serum copper ($P>0.05$) and zinc levels ($P<0.01$) in lamb treatment groups were higher in the present experiment.

At the end of the experiment the average wool copper level in ewes was higher in treatment group ($P<0.01$). Besides this, the differences between average wool zinc levels were not statistically significant in the study.

At the end of the trial, the mean copper and zinc level differences between treatment groups were not statistically significant.

There was no statistical significance between the group means of copper and zinc accumulations on the lambswool.

The average fecal copper level in control group was higher in ewes fed inorganic copper. In addition to this, average fecal zinc level was higher than the control group significantly ($P<0.01$).

Milk productions were monitored at the 7, 21 and 35th days of the lactation period and there were no significant differences between the experimental groups.

There was no mastitis case was seen in the experiment.

As a conclusion, it was determined that supplementation of organic mineral sources to ewe rations at level of 25% less than NRC (1985) recommendations had similar or better results compared to groups supplemented with inorganic mineral sources.

Keywords: Sheep, organic mineral, wool, copper, zinc

KAYNAKLAR

Acda SP, Chae BJ (2002) *A review on the applications of organic trace minerals in pig nutrition*, Pakistan Journal of Nutrition, 1 (1): 25–30.

Armstrong TA, Cook DR, Ward MM, Williams CM, Spears JW (2004) *Effect of dietary copper source (cupric citrate and cupric sulfate) and concentration on growth performance and fecal copper excretion in weanling pigs*, Journal of Animal Science, 82: 1234–1240.

Aspila P (1991) *Metabolism of selenite, selenomethionine and feed incorporated selenium in lactating goats and dairy cows*, Journal of Agricultural Science in Finland, 63: 9–74.

Ballantine HT, Socha MT, Tomlinson DJ, Johnson AB, Fielding AS, Shearer JK, VanAmstel SR (2002) *Effects of feeding complexed to zinc, manganese, copper and cobalt to late gestation and lactating dairy cows on claw integrity, reproduction and lactation performance*, Professional Animal Scientists, 18: 211–218.

Boland MP (2003) *Trace minerals in production and reproduction in dairy cows*, Advances in Dairy Technology, 15: 319.

Buff CE, Bollinger DW, Eilersieck MR, Brommelsiek WA, Veum TL (2005) *Comparison of growth performance and zinc absorption, retention and excretion in weanling pigs fed diets supplemented with zinc-polysaccharide or zinc oxide*, Journal of Animal Science, 83: 2380–2386.

Cao J, Henry PP, Guo R, Holwerda RA, Toth JP, Littel RC, Miles RD, Ammerman CB (2000) *Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic zinc sources for poultry and ruminants*, Journal of Animal Science, 78: 2038–2054.

Case CL, Carlson MS (2002) *Effect of feeding organic and inorganic sources of additional zinc on growth performance and zinc balance in nursery pigs*, Journal of Animal Science, 80: 1917–1924.

Carlson MS, Boren CA, Wu C, Huntington CE, Bollinger DW, Veum TL (2004) *Evaluation of various inclusion rates of organic zinc either as polysaccharide or proteinate complex on the growth performance, plasma and excretion of nursery pigs*, Journal of Animal Science, 82: 1359–1366.

Chirase NK, Hutcheson DP, Thompson GB (1991) *Feed intake, rectal temperature and serum mineral concentrations of feedlot cattle fed zinc oxide or zinc methionine and challenged with infectious bovine rhinotracheitis virus*, Journal of Animal Science, 69: 4137–4145.

Close WH (1999) *Organic minerals for pigs*, In: Lyons TP, Jacques KA, Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's 15th Annual Symposium. Nottingham University Press, England, p: 51–60.

Coffey RD, Cromwell GL, Monegue HJ (1994) *Efficacy of a copper-lysine complex as a growth promotant for weanling pigs*, Journal of Animal Science, 72: 2880–2886.

Coşkun B (2006) *Organik mineraller*, Alkemed, 2: 14–20.

DeBonis J, Nockels CF (1992) *Stres induction affects copper and zinc balance in calves fed organic inorganic copper and zinc sources*, Journal of Animal Science, 70 (Suppl. 1): 314 (Abstr.).

DiCostanzo A, Meiske JC, Plegge SD, Haggard DL, Chaloner KM (1986) *Influence of manganese, copper and zinc on reproductive performance of beef cows*, Nutrition Reports International, 34: 287–292.

Eckert GE, Grene LW, Carstens GE, Ramsey WSJ (1999) *Copper status of ewes fed increasing amounts of copper from copper sulfate or copper proteinate*, Journal of Animal Science, 77: 244–249.

Engle TE, Spears JW (2000) *Effects of dietary copper concentration and source on performance and copper status of growing and finishing steers*, Journal of Animal Science, 78: 2446–2451.

Ergün A (2004) *Mineral Elementler*. s: 123–146. Alınmıştır: Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Ergün A, Çolpan İ, Yıldız G, Küçükersan S, Tuncer ŞD, Yalçın, S, Küçükersan MK, Şehu A, Pozitif Matbaacılık, Ankara.

Feeding Times (2005), 9 (1): 14–15

Ferguson JD, Tomlinson D, Socha M (2004) *Effects of inorganic and organic (4-PlexR) trace mineral supplementation on milk production and reproduction*, Journal of Dairy Science, 87(1): 117(Abstr.).

Galyean ML, Perino LJ, Duff GC (1999) *Interaction of cattle health/immunity and nutrition*, Journal of Animal Science, 77: 1120–1134.

Greene LW, Lunt DK, Byers FM, Chirase NK, Richmond CE, Knutson RE, Schelling GT (1988) *Performance and carcass quality of steers supplemented with zinc oxide or zinc methionine*, Journal of Animal Science, 66: 1818–1823.

Hansen SL, Schlegel P, Legleiter LR, Lloyd KE, Spears JW (2008) *Bioavailability of copper from copper glycinate in steers fed high dietary sulfur and molybdenum*, Journal of Animal Science, 86: 173–179.

Hatfield PG, Swenson CK, Kott RW, Ansotegui RP, Roth NJ, Robinson BL (2001) *Zinc and copper status in ewes supplemented with sulfate and aminoacid complexed forms of zinc and copper*, Journal of Animal Science, 79: 261–266.

Henry PR, Ammerman CB, Littell RC (1992) *Relative bioavailability of manganese from a manganese-methionin complex and inorganic sources for ruminants*, Journal of Dairy Science, 75(12): 3473–3478.

Herrick J (1989) *Zinc methionine: feedlot and dairy indications*, Large Animal Veterinary Rounds, 44: 35.

Heugten E van, Spears JW, Kegley EB, Ward JD, Qureshi MA (2003) *Effects of organic forms of zinc on growth performance, tissue zinc distribution and immune response of weanling pigs*, Journal of Animal Science, 81: 2063–2071.

Hynes MJ, Kelly MP (1995) *Metal ions, chelates and proteinates*, In: Lyons TP, Jacques KA, Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's 11th Annual Symposium. Nottingham University Press, England, p: 233–248.

Johnson AB, Fakler TM (1998) *Trace minerals in swine and poultry nutrition*, Technical Bulletin, Erişim: [<http://www.zinpro.com/research/techbulletin.htm>]. Erişim tarihi: 19.10.2007.

Johnson AB, Socha M (1998) *Judging trace mineral bioavailability*, Feed International, 9: 34–38.

Johnson BD, Hays VS, Gill DR, Smith RA, Owens FN, Ball RL (1988) *Zinc methionine for newly received stocker cattle*, Animal Science Research Report, Oklahoma State University: Agricultural Experimental Station, No. MP-125: 111–116.

Kellog DW (1990) *Zinc methionine affects performance of lactating cows*, Feedstuffs, 62(35): 14–16.

Kincaid RL, Blauwiekel RM, Cronrath JD (1986) *Supplementation of copper as copper sulfate or copper proteinate for growing calves fed forages containing molybdenum*, Journal of Dairy Science, 69: 160–163.

Kincaid RL, Chew BP, Cronrath JD (1997) *Zinc oxide and aminoacids as sources of dietary zinc for calves: Effects on uptake and immunity*, Journal of Dairy Science, 80: 1381–1388.

Kincaid RL, Socha MT (2004) *Inorganic versus complexed trace mineral supplements on performance of dairy cows*, Professional Animal Scientists, 20: 66–73.

Kirchgessner M (1985) *Hayvan Besleme*, TÜBİTAK Fotoğraf Klişe Laboratuvarı ve Ofset Tesisleri, Ankara.

Koenig KM, Rode LM, Cohen RD, Buckley WT (1997) *Effects of diet and chemical form of selenium on selenium metabolism in sheep*, Journal of Animal Science, 75: 817–827.

Kropp JR (1990) *Reproductive performance of first calf heifers supplemented with aminoacid chelate minerals*, Animal Science Research Report, Oklahoma State University: Agricultural Experimental Station, No. MP-129: 35–43.

Küçükersan K (2004) *Mineral Yemler*, s: 217–226. Alınmıştır: Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi, Ergün A, Çolpan İ, Yıldız G, Küçükersan S, Tuncer ŞD, Yalçın S, Küçükersan MK, Şehu A, Pozitif Matbaacılık, Ankara.

Kuhlman G, Rompala RE (1998) *The influence of dietary sources of zinc, copper and manganese on canine reproductive performance and hair mineral content*, Journal of Nutrition, 128: 2603–2605.

Larson CK (2005) *Role of trace minerals in animal production*, Presented at the 2005 Nutrition Conference sponsored by Department of Animal Science, The University of Tennessee, Erişim:[<http://www.tennesseenutritionconference.org/Conference2005.htm>], Erişim tarihi: 10.09.2008.

Lardy GP, Kerley MS, Paterson JA (1991) *Retention of chelated metal proteinates by lambs*, Journal of Animal Science, 69 (1): 696 (Abstr.).

Lee SH, Choi SC, Chae BJ, Acda SP, Han YK (2001) *Effect of feeding different chelated copper and zinc sources on growth performance and fecal excretions of weanling pigs*, Asian-Australian Journal of Animal Science, 14: 1616–1620.

Leeson S (2003) *A new look at trace minerals nutrition of poultry: Can we reduce environmental burden of poultry manure?* In: Lyons TP, Jacques KA, Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Proceedings of the 19th Annual Symposium. Nottingham University Press. Nottingham, United Kingdom. p: 125–131.

Lowe JA, Wiseman J, Cole DJA (1994) *Zinc source influences zinc retention in hair and hair growth in the dog*, Journal of Nutrition, 124: 2575–2576.

Lowe JA (1996) *An investigation into the metabolism of supplemental protected zinc with reference to the use of isotopes*, In: Lyons TP, Jacques KA, Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's 12th Annual Symposium. Nottingham University Press, England. p: 195–216.

Manspeaker JE, Roble MG, Edwards GH, Douglass LW (1987) *Chelated minerals: Their role in bovine fertility*, Vet. Med. September, 82: 951–956.

McDowell LR (1992) *Minerals in Animal and Human Nutrition*, Academic Pres Inc. San Diego, California.

Mondal S, Paul SK, Bairagi B, Pakhira MC, Biswas P (2008) *Comparative studies of reducing level of organic with inorganic trace minerals supplementation on the performance, nutrient digestibility and mineral balance in cross-bred male calves*, Livestock Research for Rural Devellopment, Article #112. Retrieved October 25, 2008, Erişim: [<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd20/7/mond20112.htm>] Erişim tarihi: 09.09.2008.

Moore CL, Walker PM, Jones MA, Webb JW (1988) *Zinc methionine supplementation for dairy cows*, Journal of Dairy Science, 71 (1): 152 (Abstr.).

Nocek JE, Johnson AB, Socha MT (2000) *Digital characteristics in commercial dairy herds fed metal-specific aminoacid complexes*, Journal of Dairy Science, 83 (7): 1553–1572.

Nocek JE, Socha MT, Tomlinson DJ (2006) *The effect of trace mineral fortification level and source on performance of dairy cattle*, Journal of Dairy Science, 89: 2679–2693.

Nockels CF (1991) *Impact of nutrition on immunological function*, Proceedings 52nd Minnesota Nutrition Conference, p. 65.

Nockels CF, DeBonis J, Torrent J (1993) *Stress induction affects copper and zinc balance in calves fed organic and inorganic copper and zinc sources*, Journal of Animal Science, 71: 2539–2545.

National Research Council (1985) *Nutrient Requirements of Sheep*, 6th revised edition, National Academy of Sciences, Washington, DC.

National Research Council (2000) *Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 7th revised edition, National Academy of Sciences, Washington, DC.

National Research Council (2001) *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 7th revised edition, National Academy of Sciences, Washington, DC.

Özdamar K (2004) *SPSS ile Biyoistatistik*, Kaan Kitabevi, Eskişehir.

Özgen H (1980) *Hayvan Besleme*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

Rampala RE (2002) *Protecting essential trace minerals: Possible absorption mechanisms*, In: Lyons TP, Jacques K, Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's 18th Annual Symposium. Nottingham University Press, England. p: 257–261.

Rojas LX, McDowell LR, Cousins RJ, Martin FG, Wilkinson NS, Johnson AB (1994) *Relative bioavailability of zinc methionin and two inorganic zinc sources fed to cattle*, Journal of Animal Science, 72 (1): 95 (Abstr.).

Rojas LX, McDowell LR, Cousins RJ, Martin FG, Wilkinson NS, Johnson AB, Velasquez JB (1995) *Relative bioavailability of two organic and two inorganic zinc sources fed to sheep*, Journal of Animal Science, 73: 1202–1207.

Ryan PJ, Kearns P, Quinn T (2002) *Bioavailability of dietary copper and zinc in adult Texel sheep: A comparative study of the effects of sulphate and bioplex supplementation*, Irish Veterinary Journal, 55: 221–224.

Salama Ahmed AK, Caja G, Albanell E, Such X, Casals R, Plaixtas J (2003) *Effects of dietary supplements of zinc-methionine on milk production, udder health and zinc metabolism in dairy goats*, Journal of Dairy Research, 70: 9–17.

Sarı M, Çerçi İH (1993) *Yemler, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*, Tolga Ofset, Elazığ.

Sarı M, Çakmak MN (1996) *Balık Besleme*, Fırat Üniversitesi Matbaası, Elazığ.

Spain J (1993) *Tissue integrity: A key defense against mastitis infection: The role of zinc proteinates and the a theory for mode of action*. In: Lyons TP, Jacques K, Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of 9th Annual Symposium. Nottingham University Press, England. p: 53.

Spain J (2005) *Süt üreticisi ile inekleri arasında 100 günlük anlaşma*, Feding Times, 9 (1): 18–19.

Spain J, Hardin D, Steevans B, Thorne J (1993) *Effect of organic zinc supplementation on milk somatic cell count and incidence of mammary gland infections of lactating dairy cows*, Journal of Dairy Science, 76 (Supl.1): 354 (Abstr.).

Spears JW (1989) *Zinc methionine for ruminants: relative bioavailability of zinc in lambs and effects on growth and performance of growing heifers*, Journal of Animal Science, 67: 835–843.

Spears JW, Harvey RW, BrownTT (1991a) *Effects of zinc methionine and zinc oxide on performance, blood characteristics and antibody titer response to viral vaccination in stressed feeder steers*, Journal of Animal Veterinary Medicine Association, 199: 1731–1733.

Spears JW, Hutcheson DP, Chirase NK, Kegley EB (1991b) *Effects of zinc methionine and injectable copper pre-shipment on performance and health of stressed cattle*, Journal of Animal Science, 69 (1): 552 (Abstr.).

Spears JW (1996) *Organic trace minerals in ruminant nutrition*, Animal Feed Science and Technology, 58: 151–163.

Spears JW, Kegley EB (2002) *Effect of zinc source (zinc oxide vs zinc proteinate) and level on performance, carcass characteristics, and immune response of growing and finishing steers*, Journal of Animal Science, 80: 2747–2752.

Spears JW (2003) *Trace mineral bioavailability in ruminants*. Journal of Nutrition, 133: 1506–1509.

Sümbüloğlu K, Sümbüloğlu V (1995) *Biyoistatistik*, Özdemir Yayıncılık, Ankara.

Şahin K, Şahin N (2008) *Mineraller* s: 113–143. Alınmıştır: Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Sarı M, Çerçi İH, Deniz S, Şahin K, Seven PT, Şahin N, Çiftçi M, Bolat D, Önel AG, Azman MA, Güler T, Karlı MA, Nursoy H, Bingöl NT, Medipress Matbaacılık, Malatya.

Şenköylü N (1991) *Modern Tavuk Üretimi*, Onaran Matbaası, Tekirdağ.

Tuncer ŞD (2004) *Süt İneklerinin Beslenmesi*, s: 255-304. Alınmıştır: Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Ergün A, Çolpan İ, Yıldız G, Küçükersan S, Tuncer ŞD, Yalçın S, Küçükersan MK, Şehu A, Pozitif Matbaacılık, Ankara.

Uchida KC, Mandebvu P, Ballard CS, Sniffen CJ, Carter MP (2001) *Effect of feeding a combination of zinc, manganese and copper amino acid complexes, and cobalt glucoheptonate on performance of early lactation high producing dairy cows*, *Animal Feed Science and Technology*, 93: 193–203.

Underwood EJ, Suttle NF (1999) *The Mineral Nutrition of Livestock*, p: 294, 482, CABI Publishing, UK

Wagner JJ, Lacey JL, Engle TL (2008) *The effect of organic trace minerals on feedyard performance and carcass merit in crossbred yearling steers*, *Professional Animal Scientists*, 24: 420-429

Ward JD, Spears JW, Kegley EB (1993) *Effect of copper level and source (copper lysine vs. copper sulfate) on copper status, performance and immune response in growing steers fed diets with or without supplemental molybdenum and sulfur*, *Journal of Animal Science*, 71: 2748–2755.

Ward TL, Asche GL, Louis GF, Pollmann DS (1996) *Zinc-methionine improves growth performance of starter pigs*, *Journal of Animal Science*, 74(1): 182 (Abstr.).

Wedekind KJ, Hortin AE, Baker DH (1992) *Methodology for assessing zinc bioavailability: Efficacy estimates for zinc methionine, zinc sulfate and zinc oxide*, *Journal of Animal Science*, 70: 178–187.

Wedekind KJ, Lowry RS (1998) *Are organic zinc sources efficacious in puppies?*, *Journal of Nutrition*, 128: 2593–2595.

Wittenberg KM, Boila RJ, Shariff MA (1990) *Comparison of copper sulfate and copper proteinate as copper sources for copper depleted steers fed high molybdenum diets*, *Canadian Journal of Animal Science*, 70: 895–904.

Wright CL, Spears JW (2001) *Effects of zinc source and dietary level on zinc metabolism in Holstein bull calves*, *Journal of Animal Science*, 79(1): 86 (Abstr.).

Wright CL, Spears JW (2004) *Effect of zinc source and dietary level on zinc metabolism in Holstein calves*, *Journal of Dairy Science*, 87: 1085–1091.

Yost GP, Arthington JD, McDowell LR, Martin FG, Wilkinson NS, Swenson CK (2002) *Effect of copper source and level on the rate and extent of copper repletion in Holstein heifers*, *Journal of Dairy Science*, 85: 3297–3303.

Yıldız G (2004) *Besi Sığırlarının Beslenmesi*, s: 217-249. Alınmıştır: Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Ergün, A., Çolpan, İ., Yıldız, G., Küçükersan, S., Tuncer, Ş.D., Yalçın, S., Küçükersan, M.K., Şehu, A., Pozitif Matbaacılık, Ankara.

Zollitsch W, Kristensen T, Krutzinna C, MacNaihd F, Younie D (2004) *Feeding for health and welfare: The challenge of formulating well-balanced rations in organic livestock production*, p: 334. In: *Animal Health and Welfare In Organic Agriculture*, Vaarst M, Roderick S, Lund V, Lockeretz W, CABI Publishing, UK.

ÖZGEÇMİŞ

Hatay’da 1964 yılında doğdu. İlk ve orta öğrenimini Hatay’da tamamladıktan sonra 1984 yılında Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi’nde okumaya hak kazandı ve 1988 yılında mezun oldu. Mezuniyetinden sonra serbest veteriner hekim olarak 1997 yılına kadar çalıştı. 1997 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Çine Meslek Yüksekokulu’nda okutman olarak çalışmaya başladı. 2001 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Programı’ndan “*Ekşitilmiş sütün buzağılarda canlı ağırlık artışı ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi*” konulu tez ile mezun oldu. 2005 yılında aynı Anabilim Dalı’nda Doktora programına öğrenci olarak başladı, halen Adnan Menderes Üniversitesi Çine Meslek Yüksekokulu’nda okutman olarak çalışmaktadır.

TEŞEKKÜR

Doktora Tez çalışmamda ilgi ve yardımlarını hiç eksik etmeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL'a, her konuda katkılarını esirgemeyen ve istatistik analizlerin yapılmasındaki yardımlarından dolayı Sayın Prof. Dr. Ahmet NAZLIGÜL'e, tezin yapıldığı yer ve hayvan materyalinin sağlanmasındaki katkılarından dolayı Adnan Menderes Üniversitesi Çine Meslek Yüksekokulu Müdürlüğüne, biyokimyasal analizlerindeki yardımları için Biyokimya Anabilim Dalı öğretim elemanlarına, yapağı, dışkı ve yem analizlerinin yapılmasındaki katkılarından dolayı Tarım İl Müdürlüğü Toprak ve Yaprak Analiz Laboratuvarı elemanlarına, deneme aşamasında yardımlarını gördüğüm Anabilim Dalı araştırma görevlileri Ömer SEVİM ve Onur TATLI'ya, tüm bu süreçte her zaman sabır ve anlayış gösteren ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen eşim Ülker EREN'e teőekkürlerimi sunarım.

Tez alışmama SAE 08021 numaralı proje ile sağladığı maddi katkılardan dolayı Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederim.