

## **RUMİNANT HAYVAN BESLEMEDE ORGANİK İZ MİNERALLERİN ÖNEMİ (DERLEME)**

**(The Importance of Organic Trace Minerals in Ruminant Feeding)  
(A review)**

**Mustafa BOĞA<sup>1</sup>**

**Gökhan FİLİK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Niğde Üniversitesi Bor Meslek Yüksek Okulu Bor/NİĞDE

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü ADANA

**Geliş Tarihi:** 24.03.2010

**Kabul Tarihi:** 22.11.2010

### **ÖZET**

Canlılar yaşamlarını sürdürebilmek ve verim verebilmek için iz minerallere gereksinim duyarlar. İz mineraller inorganik veya organik yapıda olabilirler. Çiftlik hayvanlarına verilen iz mineraller, inorganik yapıda eriyebilir formda klorid veya sülfat olarak ya da erimez formda oksit veya karbonat olarak premiks dâhil edilmektedir. Bu formlar içinde karışım haline getirilen iz mineraller premiks içinde antogonistik etkilere girebilmekte ve sindirilebilirlikleri önemli oranda düşmektedir. Son yıllarda ileri teknoloji uygulamaları ile hayvan besleme açısından esansiyel öneme sahip iz mineraller kapsül veya şelat formlarda üretilmeye başlanmış, premiks içinde antogonistik etkileri önlenmiş ve sindirilebilirlikleri yüksek iz mineral formları haline getirilmişlerdir. Organik minerallerin biyoyararlılıklarının daha yüksek olması, büyümeye olumlu etkisi, bağışıklık fonksiyonlarını geliştirmesi, metabolizmanın düzenlenmesi, karkas kalitesinin iyileştirilmesi, vitamin-iz mineral premikslerinde vitamin kayıplarının azaltılmasında etkili oldukları söylenmektedir. Çevreciler tarafından çevre problemine sahip olduğu düşünülen inorganik iz mineraller Cr, Cu, Mn, Se ve Zn ile yemlerin desteklenmesi bu minerallerin dışkıda artmasına sebep olmaktadır. İz mineral organik karışımların kullanılması yemlerdeki ve dışkıdaki miktarının azaltılması için potansiyel bir etkiye sahip olabilir. Bu derlemede, organik iz mineral kullanımının performans, metabolik sorunların giderilmesi ve çevre kirliliğinin azaltılması üzerindeki etkileri incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ruminant, Organik iz mineral, Şelat, Premiks

### **SUMMARY**

Organisms need trace minerals to be conducted their life functions and produced optimum efficiency. Trace minerals not only have inorganic structure also they have in organic structure, which given farm animals include premix in inorganic structure melting form as chloride or sulphate, and non melting form as oxide or carbonate. Trace minerals mixing in these form scan begin antagonistic effects inside premix and so their digestibility decreases importantly. In recent years, by using high technology, the trace minerals have been started to produce as forms of capsule or chelate, these forms inside premix have been saved from antagonistic

effects and happened very high digestibility forms. Higher bioavailability of organic minerals are said to have positive effect on growing, improvement immunity functions, amendment of metabolism, carcass quality and prevent losing vitamins in vitamins-mineral complex. It is well known that trace minerals has also environment problems due to the representatives of environment protectors: by support the feeds with Cr, Cu, Mn, Se, and Zn causes these minerals increase in faces prevent using higher organic complexes may be a potential option. The aim of the review was to discuss the effect of organic trace mineral supplementation on animal performance, prevention of metabolic disorder in animal and reduction of enviromental pollution.

**Key Words:** Ruminant, Organic trace mineral, Chelate, Premix

## GİRİŞ

Mineraller uygun kas ve sinir fonksiyonları ile optimum vücut gelişimi için gerekli olan maddelerdir. Ayrıca hücrelerin, hormonların ve vücut enzimlerinin esansiyel yapı taşlarıdır. Çiftlik hayvanları için tavsiye edilen mineral madde miktarı sabit olmayıp verim, canlı ağırlık, çevre ve yemle ilgili faktörlere göre değişebilmektedir. Mineral gereksiniminin tam olarak karşılanmasında dikkatli olunmalıdır. Genel olarak problemler verimde ve hayvan sağlığında gözlemlenmektedir. Bu etki hemen olmamakla birlikte hayvanlar uzun süre yetersiz beslemeye maruz kaldığında çoğu minerale gereksinimleri artar. Eğer mineral eksikliğinin klinik semptomları görünmeye başladıysa, eksiklikler kısa zaman içinde performansa zarar verebilir. Çoğu mineralin yüksek seviyede kullanımı hayvanlar üzerinde toksik olabilirler.

Mineral emiliminin çoğu diğer besin maddelerinin emiliminden daha düşük olması nedeniyle mineral gereksinmesini karşılamada daha dikkatli olunmalıdır. Mineral emilimi bir mineralden diğer minerale veya mineral

formlarına göre bile değişim göstermektedir. Mineraller arasında bilinmeyen bir takım etkileşimler nedeniyle (birinin yüksek seviyede olmasının diğerinin kullanımını azaltması gibi vs.) hangi formun besleme için daha uygun formda olduğunu belirlemek oldukça zorlaşmaktadır. Mineral etkileşimleri Bakır-Molibden, Sülfür-Selenyum, Kalsiyum-Fosfor, Kalsiyum-Çinko, Kalsiyum-Mangan, Demir-Mangan ve Potasyum-Magnezyum olarak bilinmektedir. Bu gibi etkileşimler ve bazı çevresel etkiler bazı minerallerin emilimi yemdeki miktarlarının artmasına rağmen azalmaktadır. Örneğin, yaşlı hayvanlarda emilim oranı genç hayvanlara nazaran düşüktür (17).

İz minerallerin diğer yem katkı maddelerine göre, rasyondaki maliyetlerinin düşük olması nedeniyle, ihtiyacın üzerinde kullanılması sıkça gözlenen bir durumdur. Hayvanlarda büyümenin desteklenmesi için yüksek miktarda iz mineral ile besleme (bakır ve çinko gibi) yoğun miktarda iz mineralin dışkı ile çevreye atılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle daha etkili iz mineral kaynakları arayışına gidilmiştir. Yemlerde inorganik

formlarda iz mineral verilmesinin yanında organik formları da kullanılabilir. Organik iz minerallerin hayvan beslemede kullanılması son dönemde üzerinde durulan alanlardan biridir. Ayrıca ürünlerin hayvan beslemede sağlayacağı yararlar hakkında pek çok araştırma yapılmıştır (5, 9, 12, 13, 15, 21, 22). Organik minerallerin biyolojik yararlılıklarının daha yüksek olması, büyümeye olumlu etkisi, bağışıklık fonksiyonlarını geliştirmesi, metabolizmanın iyileştirilmesi, karkas kalitesinin iyileştirilmesi, vitamin-iz mineral premikslerinde vitamin kayıplarının azaltılmasında etkili oldukları belirtilmektedir (5, 12, 21, 22). Aynı zamanda organik minerallerin kullanımının üreme üzerine etkisinin olduğu (9, 20), somatik hücre miktarını azalttığı (3, 4, 13), hayvanların performanslarını artırdığı (16, 21) hayvan sağlığını iyileştirdiği ve ölüm oranını azalttığı, ayak hastalıklarının iyileştirdiği (15) ve süt verimini (13) artırdığı bildirilmiştir.

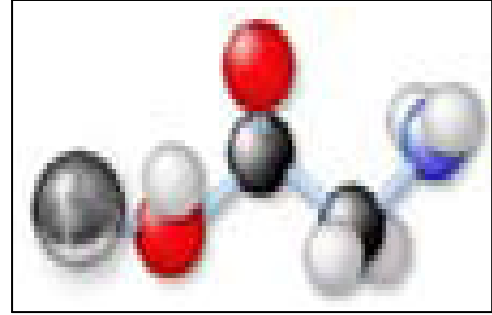
### ORGANİK MİNERAL ÇEŞİTLERİ

Organik iz minerallerin biyolojik etkinliğinde, ürünün elde edilmesinde kullanılan kaynağın kimyasal yapısı ve bağlanma özellikleri oldukça önemlidir. Amerikan Yem Kontrol Birliği beş çeşit organik iz mineral kaynağı belirlemiştir (1).

#### 1. Metal amino asit kompleksi:

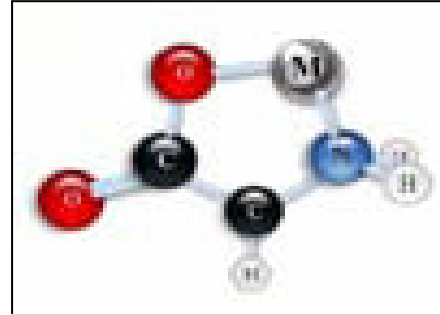
Çözünebilir metal tuzunun, amino asit (veya amino asitler) ile kompleks (birleşik) oluşturmasıyla elde edilir. Yem hammadresi olarak kullanıldığında, özel metal amino asit

olduğu belirtilmelidir (örnek; bakır-amino asit kompleksi).



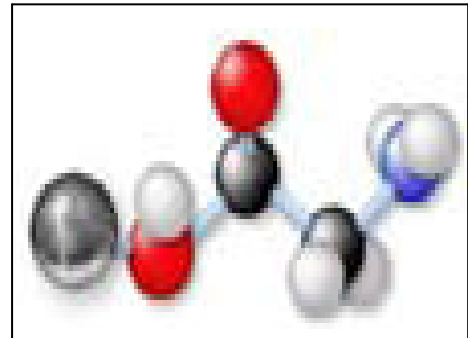
#### 2. Metal (özel amino asit) kompleksi:

Çözünebilir metal tuzunun, özel bir amino asit ile bir araya gelmesidir. Yem hammadresi olarak kullanıldıklarında, özel bir metalin, özel bir amino asit ile birleşik olduğu belirtilmelidir (örnek; bakır-lizin kompleksi).



#### 3. Metal-amino asit şelatı:

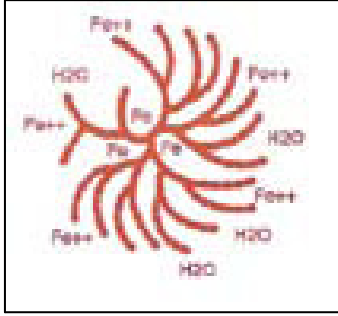
Bir mol metalin, genellikle iki mol amino asit ile birleşik oluşturması ile elde



edilir. Oluşan kompleks yapıda, hidrolize amino asitlerin molekül ağırlığı yaklaşık 150 ve şelatın toplam molekül ağırlığı 800'ü geçmemelidir. Yem hammaddesi olarak kullanıldığında, özel metal amino asit şelatı olduğu belirtilmelidir (örnek; bakır-amino asit şelatı).

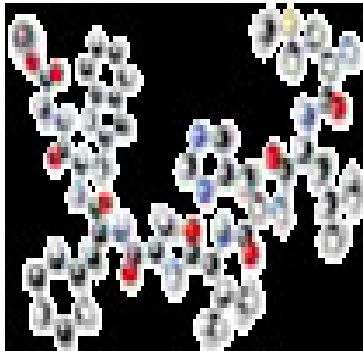
#### **4. Metal polisakkarit kompleksi:**

Çözünebilir metal tuzunun, polisakkarit solüsyonu ile özel metal kompleks oluşturması ile meydana gelmektedir (örnek; demir-polisakkarit kompleksi).



#### **5. Metal proteinat:**

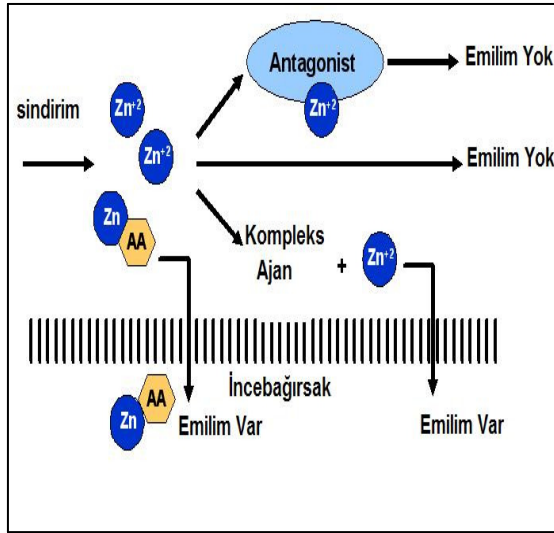
Şelat haldeki çözünebilir tuzun, amino asitler ve/veya hidrolize proteinler ile kompleks oluşturmasıdır. Yem hammaddesi olarak kullanıldığında, özel metal proteinat olduğu belirtilmelidir (örnek; kobalt-proteinat).



## **ORGANİK MİNERAL KAYNAKLARININ ÖNEMİ**

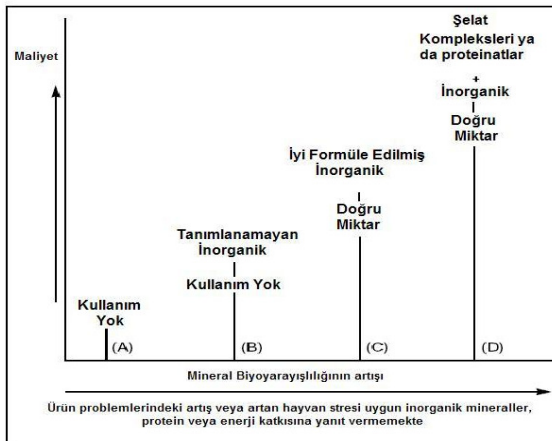
Amerika Birleşik Devletlerinin çevre koruma temsilcileri tarafından çevre problemlerine neden olduğu düşünülen iz mineraller As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se ve Zn'dir (1). Son yıllarda özellikle Avrupa'da çevre kirliliği ile ilgili bir seri önlemler alınmaktadır. Bu bağlamda dışkılarda kimyasal maddelerin minimize edilmesi ile ilgili kanunlar çıkarılmaktadır. Amerika'da yoğun broiler yetiştirilen bölgelerin kuyu suyunda Cu minerali ciddi seviyelere kadar yükselmiştir (10). Hayvan besleme açısından Cr, Cu, Mn, Se ve Zn ile yemlerin desteklenmesi tavsiye edilmektedir. Ancak, hayvanın gereksinim duyduğu miktardan fazla verilen mineral katkısı hayvan tarafından mineral kaybını (dışkı vs ile) arttırmaktadır. Biyoyararlılığı daha yüksek olan organik minerallerin kullanılması ile hayvanların yemlerine eklenmesi için gereken toplam mineral miktarı azalmakta bu sayede minerallerin aşırı kullanımından kaynaklanan kirliliği azaltmaktadır (18). Şekil 1 de minerallerin emilim şeması verilmiştir.

Organik mineral kaynakları iz mineraller için amino asit veya karbonhidrat taşıyıcısının varlığı ile karakterize olmaktadır. Şelatlama veya proteinasyon taşıyıcıya iz minerali bağlayan süreçtir ve minerallerin biyolojik varlığını (bioavailability) artırma fonksiyonu gösterebilmektedir. Biyolojik varlıktaki bu artış hayvanların daha az mineralle beslenilebilmesine neden olabilmektedir (8).



Şekil 1. Mineralin Emilim Şeması

Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi inorganik mineral tuzlarında tuz bileşiği, minerallerden ayrılmakta ve antogonist etki göstererek diğer minerallerin emilimini olumsuz etkilemekte, ya da ayrıştığı için bağlı bulunduğu mineral, bağırsak duvarından yeterince emilmemektedir. Bu nedenle organik minerallerin biyoyararlılığı daha yüksektir.



Şekil 2. İz Mineral Uygulamalarının Sistematik Seçimi (20).

Şekil 2'de de görüldüğü gibi inorganik yapıda iz mineral kullanımı organik yapıda iz

minerallerden daha az maliyetlidir. Ancak, organik formdaki mineraller inorganik formdaki minerallerden daha fazla absorbe edilmektedir (20).

Çizelge 1. Ruminantlarda Farklı Çinko Kaynaklarının Biyolojik Yararlılığının Değerleri (19)

Organik Kaynak	Nispi Biyolojik Yararlılığı (NBY)
Metal Proteinat	102
Metal Şelat	97
Metal-Aminoasit Komp.	102
Metal Metionin	101
Metal Lizin	107
Metal Metionin+Lizin	105
Metal Glisinat	146

## ORGANİK MİNERALLERİN HAYVANLARDA PERFORMANS ÜZERİNE ETKİSİ

Organik iz minerallerin rasyonda kullanılması ile hayvanların performanslarında iyileşmelerin gözlemlendiği yapılan çalışmalarla desteklenmektedir. Performans artışının yanı sıra süt kompozisyonunu etkileyerek sütün kalitesi üzerine de etkileri vardır. Bazı çalışmalarda süt sığırlarının rasyonlarına katılan organik mineral katkısı ile somatik hücre sayısında azalmalar olduğu bildirilmektedir. Harris ve ark., (6) süt sığırlarında 90 gün süreyle inek başına 400 mg Bioplex çinko katkısını tam yemleme rasyonuna eklemiştir ve kontrol grubuna ise sadece tam yemleme yapılmış katkı yapılmamıştır. Çinko proteinat katkılı grupta ortalama somatik hücre sayısı (SHS) % 24 azalmıştır ve kontrol grubunda ise % 36

artmıştır. Somatik hücre sayısının denemenin sonunda katkılı gruplarda % 57 daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Boland ve ark. (4) süt sığırlarında üreme ve verim üzerine organik iz minerallerin etkisini araştırmışlardır. Gebe 49 Holştayn süt sığırları, kontrol veya katkılı grup (Bioplex katkılı 100 mg Cu, 300 mg Zn, 2 mg Se) olarak

belirlenmiştir. Somatik hücre sayısında % 40 oranında önemli bir azalma gözlemlenmiştir. Sonuç olarak bioplex minerallerin süt sığırlarının üremesinde yararlı bir role sahip olduğu bulunmuştur. Ortalama süt verimleri katkılı gruplarda 1.08±0.7 kg/gün kontrol grubundan daha fazla bulunmuştur (P<0.06).

Çizelge 2. 305 Günlük Süt Veriminde Metal Amino Asit Şelatlar veya İnorganik Minerallerin Birinci Doğumunu Yapmış Sığırlara Verilmesi ile Süt Verimi ve Süt Kompozisyonuna Etkisi (2).

Gruplar	İM	MAAŞ	FİOMŞ
Σ Süt Verimi (kg)	10047 ± 1458.36	10568 ± 911.76	% 5.2
SV (kg/gün)	32.94	34.65	% 5.2
Süt Yağı (%)	3.57 ± 0.48	3.76 ± 0.35	% 5.32
Σ Süt Yağı	355 ± 46.11	389.1 ± 47.02	% 9.3
Süt Proteini (%)	3.01 ± 0.21	3.06 ± 0.17	% 3.3
Σ Süt Proteini (%)	302.1 ± 40.76	326.4 ± 29.9	% 8.1

İM: İnorganik Mineral,  
MAAŞ: Metal Amino Asit Şelat,  
FİOMŞ: % Farklılık İnorganik Mineral/Metal Amino Asit Şelat

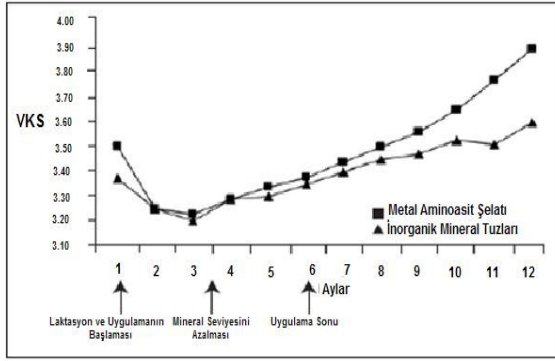
Organik iz minerallerin kullanılması ile ilgili somatik hücre sayısının azaldığını belirten 3 çalışmanın özeti çizelge 3 te verilmiştir.

Vücut kondüsyon skoru üzerine organik iz minerallerin etkisi incelediğinde Şekil 3 de görüldüğü gibi laktasyonun başlamasıyla birlikte negatif enerji dengesinden dolayı vücut kondüsyon skoru düşmektedir. Mineral katkısı ile laktasyon eğrisinin ilerleyen günlerinde yem alımının artması aynı zamanda yemle birlikte yeme eklenen minerallerin alımıyla vücut kondüsyon skoru da (VKS) artmaktadır.

Çizelge 3. Somatik Hücre Sayısı İle Organik İz Mineraller Arasındaki İlişki (3).

Mineral	Doz (mg)	SHS Azalması	Referans
Zn	400	% - 40	Harris ve ark., (1995)
Cu	100	% - 45	Boland ve ark., (1996)
Zn	300		
Se	2		
Cu	100	0-12 hafta	Boland ve ark., (1996)
Zn	300	% - 35	
Se	2	9-12 hafta % - 52	

Ancak, metal aminoasit şelatların kullanımıyla iz mineral kaynaklarından organik yapıdaki minerallerin inorganik yapıdaki minerallerin kullanılmasından vücut kondüsyon skorunu daha fazla arttırdığı bildirilmiştir (2).



Şekil 3. Farklı 2 Muamele Grubunun (Metal Amino Asit Şelatı ve İnorganik Mineral Tuzları) VKS Üzerindeki Etkisi (2).

Ashmead ve ark. (2), çalışmalarında Holştayn sığırlarında süt verimi, üreme ve vücut kondüsyonunda metal amino asit şelatlarının etkisini araştırmışlardır. Metal amino asit katkısı yapılan gruplarda diğer gruba göre daha iyi vücut kondüsyon skoru, üreme etkinliğinde iyileşme, kızgınlıktan gebeliğe kadar olan sürenin daha az olması, süt kompozisyonu ve süt veriminde daha fazla artış olduğunu belirtmişlerdir. Metal amino asit şelat gruplarında süt veriminin yüksek olmasından dolayı inorganik gruptan toplam süt yağı oranı daha düşüktür ( $P < 0.01$ ). Süt proteini inorganik grupta % 3.01 ve metal amino asit şelat gruplarında ise % 3.06 olarak tespit edilmiştir. Metal amino asit şelat gruplarında vücut kondüsyon skoru diğer gruptan daha fazla bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). Sonuç olarak metal amino asit şelatın

biyoyararlılığının inorganik minerallerden daha iyi olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Organik iz minerallerin ruminantlarda kullanımının doğru koşullar altında yararlı etkilere sahip olacağı yapılan çalışmalarla da ortaya konulmuştur. Organik iz mineral kullanımı ile daha kaliteli süt verimi, ayak sağlığında iyileşme (11, 15) üremede iyileşme (9, 20) ve süt veriminin artması (2) sağlanmıştır. Süt bileşenlerinden süt yağı ve süt proteininde de artış saptanmış (2) ve somatik hücre sayısındaki azalmadan dolayı daha kaliteli süt elde edilmektedir (7, 14). Mineral yetersizlikleri veya mineral dengesizliğinin uzun süre olması durumunda hayvanlarda döl veriminde, süt kalitesinde ve süt veriminde azalma görülmekte ve bu olumsuzluğun ekonomik önemi de ortaya çıkmaktadır. Boland (3) organik minerallerin kullanılması ile süt veriminde ve süt kompozisyonunda (süt laktozu, protein ve yağında) artış olduğunu belirtmiştir. Organik iz mineraller biyoyararlılığı yüksek olduğu için mineral yetersizliği riskini azaltmakta ve süt veriminin daha iyi olmasını garanti etmektedir. Aynı zamanda hayvan sağlığı açısından da organik iz mineral kullanımıyla bazı hastalıkların iyileştiği görülmektedir. Özellikle laminitis ve mastitis gibi yetersiz işletme koşullarında oluşabilecek hastalıkların da azaltılması açısından organik iz minerallerin önemi büyüktür. Bu konuda Patrick ve ark. (14) yaptıkları çalışmada organik mineral kullanımı ile (1200 mg Zn, Mn/sığır/gün) laminitis ve mastitis gibi hastalıklar inorganik

mineral kullanan gruplara göre daha az görülmüştür (Çizelge 4).

Çizelge 4. Süt Sığırlarına İz Mineral Kaynağının Etkileri (14).

	İnorganik	Organik	P
SV (kg/gün)	33	33.8	<0.0001
Üre (mg/l)	267	280	<0.0001
SHS (1000/ml)	201	147	0.02
Mastitis (adet)	81	22	
Laminitis (adet)	13	8	

Ashmead ve ark. (2) yapmış oldukları çalışmada bakır, magnezyum, çinko ve manganezi amino asit şelatı (AAC) veya inorganik mineral (IOM) olarak sütte ve 3. laktasyon periyodundaki Holstein sığırların süt bileşenleri bakımından karşılaştırmışlardır. AAC grubu toplam süt verimi (kg) bir sonraki laktasyonda IOM grubuna göre daha fazla artmıştır ( $P<0.05$ ). Ayrıca AAC grubunda süt yağı ( $P<0.05$ ) ve süt proteinini daha yüksek bulmuşlardır. Süt sığırlarının metal AAC ile beslenmesi süt verimini ve süt bileşimlerini iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

## SONUÇ

Organik minerallere göre inorganik iz mineraller daha ucuzdur. Ancak organik minerallerin biyolojik yararlılığının yüksek olmasından dolayı hayvanların rasyonlarına eklenmesi için gerekli toplam mineral miktarı azalmaktadır. Ayrıca maliyet de azalmaktadır. Bu durum minerallerin aşırı kullanımından kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılması yönünde etkili olmaktadır. Organik minerallerin kullanımı ile süt veriminde, süt kompozisyonunda, canlı ağırlık artışında ve

vücut kondüsyon skorunda meydana gelen iyileşmeler doğal olarak hayvanın performansında da artış sağlamaktadır. Özellikle mastitiste, ayak sağlığında ve somatik hücre sayısında azalma ile hayvanlarda görülebilen muhtelif metabolik problemlerin önüne geçilmiş olmaktadır. Gerek performanstaki artış, gerekse hastalık riskinde azalma işletme gelirini doğrudan etkileyecektir. Bu gibi nedenlerden dolayı organik iz minerallerin ruminant hayvanların rasyonlarında kullanılması kaçınılmaz olmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. **Anonim** (2006): *The Nutrition Review. The Mineral Specialists.* Albion Advances Nutrition,1, 4.
2. **Ashmead HD, Ashmead SD, and Samford RA** (2004): *Effects of Metal Amino Acid Chelates or Inorganic Minerals on Three Successive Lactations in Dairy Cows.* Intern J Appl Res Vet Med, 2(3)...
3. **Boland PM** (2003): *Trace minerals in productive and reproduction in dairy cows.* Advances in dairy technology, 15: 319.
4. **Boland MP, O'Donnell G, O'Callaghan D** (1996): *The contribution of mineral proteinate to production and reproduction in dairy cattle.* In: Biotechnology in the Feed Industry. Proceedings of Alltech's Twelfth Annual Symposium, pp: 95–103.
5. **Engel J, Eastridge ML and Ribeiro CVDM** (2009): *Supplemental Rumen-Protected Choline and Methionine for Lactating Dairy Cows.* Erişim Tarihi 20.04.2009



- <https://kb.osu.edu/dspace/bitstream/1811/6498/1/Thesis.pdf>
6. **Harris BJ, Lyons TP and Jacques KA** (1995): *The effect of feeding zinc proteinate to lactating dairy cows*. In: Biotechnology in the Feed Industry. Proceedings of Alltech's Eleventh Annual Symposium, pp: 229–300.
  7. **Hayat HM, El-Nour H, Abdel Rahman MA, El-Wakeel SA** (2010): *Effect of Zinc-Methionin Supplementation on Reproductive Performance, Kid's Performance, Minerals Profile and Milk Quality in Early Lactating Baladi Goat*. World Applied Sciences Journal, 9(3):275-282.
  8. **Larson DB, Olsen PKC & Hale MSC** (2002): *Mineral Supplement for Beef Cattle*. 2002. RefType: Internet Communication
  9. **Lamb GC, Brown DR, Larson JE, Dahlen CR, Di Lorenzo N, Arthington JD, Di Costanzo A** (2008): *Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated Angus heifers*. Anim. Reprod Sci., 106(3-4):221-231.
  10. **Leeson S** (2003): *A new look at trace mineral nutrition of poultry: Can we reduce environmental burden of poultry manure?* Pages: 125–131 in Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Proceedings of the 19th Annual Symposium. T. P. Lyons and K. A. Jacques, ed. Nottingham Univ. Press, Nottingham, UK.
  11. **Nocek JE, Johnson AB, Socha MT** (2000): *Digital characteristics in commercial dairy herds fed metal-specific amino acid complexes*. J. Dairy Sci., 83:1553.
  12. **Nockels CF, De Bonis J, Torrent J** (1993): *Stress induction affects copper and zinc balance in calves fed organic and inorganic copper and zinc sources*. J. Anim. Sci., 71:2539-2545.
  13. **Özkul H, Şayan Y, Polat M** (2003): *Ruminantların Beslenmesinde Organik İz Mineraller*. Hayvansal Üretim, 44(1): 37-43.
  14. **Patrick SS** (2006): *Experimental designs to study organic trace mineral sources in animal nutrition*. 21. Jahrestagung der Gesellschaft für Mineralstoffe und Spurenelemente ISBN 3-8316-0603X.
  15. **Ryan JP, 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.
  16. **Salman M, Yıldız G** (2003): *Kuzu rasyonlarına katılan organik selenyumun besi performansı, karkas kalitesi ve kan GSH-Px Aktivitesi üzerine etkisi*. II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 18-20 Eylül 2003, Konya.
  17. **Schroeder JW** (2004): *Use of Minerals in Dairy Cattle*. İnternet Erişim Tarihi: 19.03.2010..<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1271.pdf>
  18. **Swecker W S** (2010): *Trace Minerals: Health, Productivity, and Supplementation*. İnternet Erişim Tarihi: 19.03.2010 <http://www2.dasc.vt.edu/extension/nutritioncc/swecker98.pdf>
  19. **Spears JW, Sclegel P, Seal MC, Lloyd KE** (2004): *Bioavailability of zinc from zinc sulfate and different organic zinc sources and their*

*effects on ruminal volatile fatty acid proportions.* Livestock Prod.Sci., 90:211-217.

**20. Uchida K, Mandevu 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.* Anim. Feed Sci. Tech., 93: 193-203.

**21. Wagner JJ, Engle TE, Wagner JJ, Lacey JL**

**and Walker G** (2008): *The Effects of ZinMet Brand Liquid Zinc Methionine on Feedlot*

*Performance and Carcass Merit in Crossbred Yearling Steers.* Professional Animal Scientist, 24(5): 420-429.

**22. Wagner JJ, Lacey JL and Engle TL** (2009):

*The Effect of Organic Trace Minerals on Feedyard Performance and Carcass Merit in Crossbred Yearling Steers.* [http://ansci.colostate.edu/files/research\\_reports/07ResearchReports/Wagner\\_and\\_Lacey\\_Final.pdf](http://ansci.colostate.edu/files/research_reports/07ResearchReports/Wagner_and_Lacey_Final.pdf)