

Organik Bakır ve Çinko'nun Toklularda Canlı Ağırlık ile Bu Minerallerin Serum ve Yapağıdaki Düzeyleri Üzerine Etkisi

Vadullah EREN *  Okan ATAY * Özdal GÖKDAL *

* Adnan Menderes Üniversitesi Çine Meslek Yüksekokulu. TR-9500 Çine, Aydın - TÜRKİYE

Makale Kodu (Article Code): KVFD-2010-2489

Özet

Bu araştırmada, NRC (1985) tarafından koyunlar için önerilen inorganik mineral düzeylerine göre %25 oranında daha az düzeyde kullanılan organik yapıdaki bakır (Cu) ve çinko (Zn) minerallerinin besiyeye alınan toklularda canlı ağırlık, serum ve yapağı mineral düzeyleri üzerine etkisi incelendi. Kıvrıkcık ırkı toklular, inorganik (kontrol, n=8) ve organik (deneme, n=7) bakır ve çinko minerallerini içeren rasyon verilen iki gruba ayrıldı. 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) verildi. Her iki grubun ortalama canlı ağırlık, toplam canlı ağırlık artışı ve günlük canlı ağırlık artışı değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı, ortalama serum bakır değerinin deneme grubunda rakamsal olarak daha yüksek olduğu, ortalama serum çinko değerinin deneme grubunda daha yüksek ($P<0.05$) olduğu ve ortalama yapağı bakır ve çinko değerlerinin deneme grubunda rakamsal olarak daha yüksek düzeyde olduğu belirlendi. İncelenen parametreler açısından organik bakır ve organik çinkonun toklu rasyonunda %25 oranında daha düşük düzeyde kullanılmalarına rağmen inorganik bakır ve inorganik çinko ile benzer ve hatta bazı parametreler açısından daha iyi bir sonuç ortaya koydukları saptanmıştır.

Anahtar sözcükler: Toklu, Organik mineral, Serum, Yapağı, Bakır, Çinko

The Effects of Organic Copper and Zinc on Body Weight, Serum Levels and Wool Levels in Ram Lambs

Summary

This study was carried out to evaluate live body weight, accumulation levels of minerals in serum and wool fed diets with organic copper (Cu) and zinc (Zn) reduced 25% of NRC (1985) recommendations. Ram lambs were divided equally into two groups given rations supplemented with inorganic (control, n=8) and organic (treatment, n=7) copper and zinc. 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 chelate 2-hydroxy-4-methylthiobutyrate) and 15.0 mg/kg DM zinc chelat (2-hydroxy-4-methylthiobutyrate) in the ration. There were no statistically significant difference between the average body weight, mean body weight gains and total body weight gains of groups, the average serum copper level was numerically higher in the treatment group, mean serum zinc levels in treatment group were higher ($P>0.05$) and the average wool copper and zinc level was numerically higher in treatment group. As a conclusion, it was determined that supplementation of organic mineral sources to lamb rations at level of 25% less than NRC (1985) recommendations had similar or better results compared to groups supplemented with inorganic mineral sources.

Keywords: Ram lambs, Organic mineral, Serum, Wool, Copper, Zinc

GİRİŞ

İz mineraller organizmada düşük yoğunluklarda bulunmalarına karşın, enzim aktivitesi, hücre ozmotik basıncını düzenleme, kollagen oluşumu, doku sentezi, vitamin sentezi, hormon üretimi, oksijen taşıma, enerji üretimi ile büyüme, dölleme ve sağlık gibi pek

çok önemli fizyolojik işleyişin sürekliliği için gereklidir. Bu gereklilik sağlanmadığı zaman, hayvanda verimin düşmesi ve hayvanın sağlığını yitirmesi sonucu yetiştirici açısından da ciddi ekonomik kayıplar ortaya çıkar ^{1,2}.



İletişim (Correspondence)



+90 256 7117052 GSM: +90 505 2054497



erenvadullah@yahoo.com

Bazı araştırmalarda organik iz mineral bileşiklerin emilimlerinin ve biyoyararlılıklarının yüksek olduğu, bu nedenle hayvanlardan büyüme, üreme, verim ve sağlık yönünden optimum düzeyde verim alındığı bildirilmiştir ^{1,3}. Organik iz minerallerin kan, karaciğer, kemik ve böbrek gibi doku ve organlarda daha yüksek yoğunlukta depo edildikleri ^{4,6} bildirilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, inorganik minerallere göre önerilen değerlerin %25'i oranında azaltılarak rasyona katılan organik yapıdaki Cu ve Zn minerallerinin besiye alınan toklularda canlı ağırlık artışı ile serum ve yapağı mineral düzeyleri üzerine etkisini araştırmaktır.

MATERYAL ve METOT

Araştırmada hayvan materyali olarak Adnan Menderes Üniversitesi Çine Meslek Yüksekokulu Uygulama ve Araştırma Birimi'nde yetiştirilen 15 baş Kıvırcık ırkı erkek toklu kullanıldı. Benzer ağırlık dağılımı sağlanarak 8 baş toklu bulunan kontrol (inorganik mineral) ve 7 baş toklu bulunan deneme (organik mineral) grupları oluşturuldu.

Toklular gruplar halinde yemlenmiştir. Toklulara kg/kuru maddesinde 167.7 g ham protein ve 2407 kcal ME içeren bir yoğun yem ve vitamin-mineral karması hesaplanarak ad libitum olarak, saman ise toklu başına günlük 100 g olacak şekilde her gün tartılarak ve yoğun yeme karıştırılarak verildi.

Kontrol grubuna NRC'in ⁷ koyunlar için önerdiği düzeyde inorganik yapıda bakır sülfat 7 ppm ve çinko sülfat 20 ppm, deneme grubuna ise inorganik mineral düzeyinin %25'i oranında azaltılmış bakır ve çinkonun 2-hydroxy-4-methylthiobutyrate şeklindeki organik metal tuzları olan bakır şelat 5.25 ppm ve çinko şelat 15 ppm düzeyinde verildi (Tablo 1 ve 2). Deneme 53 gün sürdürüldü ve Adnan Menderes Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulundan onay alınarak (2007/12) yürütüldü.

Toklular bireysel olarak haftada bir kez tartılarak canlı ağırlıkları, artan yem de haftada bir kez tartılarak grupların yem tüketimleri belirlendi.

Denemeye başlamadan önce ve deneme sonunda tokluların vena jugularisinden kan alınarak serumları ayrılmış ve -20°C'de derin dondurucuda bekletildi. Kan serumlarında bakır ve çinko düzeyleri kit (Randox, Cu: Cu2340 ve Zn: Zn2341, Ardmores, United Kingdom) kullanılarak spektrofotometrik (Shimadzu Corp. UV-1601, Australia) olarak belirlendi.

Yoğun yem ve buğday samanı örnekleri ise denemeye başlarken bir kez alındı. Yapağı örnekleri deneme başında ve deneme sonunda bütün tokluların omuz, kaburga ve but bölgelerinden deriye yakın olacak şekilde kırkım makası ile alındı. Örneklerin mineral analizleri yapılabildi kadar yem oda ortamında, yapağı +4°C'de bekletildi. Yem ve yapağı örnekleri yaş yakma yöntemine göre yakılarak süzülmüş, bidistle su ile 250 ml'ye tamamlanan süzüntülerin bakır ve çinko düzeyleri ICP (Inductively

Tablo 1. Araştırmada toklulara verilen rasyonun bileşimi

Table 1. The composition of the ration given to the ram lambs in the experiment

Yem Maddesi (%)	Kontrol Grubu (İnorganik Mineral)	Deneme Grubu (Organik Mineral)
Buğday samanı, g/gün	100	100
Yoğun yem, KM ME, kcal/kg	2407	2407
Cu, ppm*	7	5.25
Zn, ppm*	20	15

*: "Sinerji Tarım Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti"ne hazırlanan 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

Tablo 2. Buğday samanı ve yoğun yemdeki Cu ve Zn değerleri (kg /KM, ppm)

Table 2. The copper and zinc levels of wheat straw and concentrate feed (kg/DM, ppm)

Yem Maddesi	Kontrol Grubu (İnorganik Mineral)	Deneme Grubu (Organik Mineral)
Buğday samanı Cu	7.69	7.69
Buğday samanı Zn	8.65	8.65
Yoğun yem Cu	7.99	7.99
Yoğun yem Zn	18.03	18.03

Coupled Plasma Spectro - Optima 2100 DV ICP/OES, PERKIN ELMER) kullanılarak belirlendi.

İstatistik değerlendirmeler SPSS® 15.0 paket program kullanılarak yapılmıştır. Gruplarda incelenen parametreler için grup ortalamaları arası farklılıklar student-t testi ile saptandı ^{8,9}.

BULGULAR

Araştırmada kullanılan gruplara ait ortalama canlı

ağırlık, canlı ağırlık artışı, günlük ve toplam yem tüketimi ile yemden yararlanma değerleri *Tablo 3*'te, serumdaki ortalama Cu ve Zn değerleri *Tablo 4*'te, yapağıdaki ortalama Cu ve Zn değerleri ise *Tablo 5*'te verilmiştir.

Deneme sonunda deneme grubuna ait ortalama serum çinko değerinin daha yüksek düzeyde olduğu ve iki grubun serum çinko ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir (*Tablo 4*).

Tablo 3. Canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, günlük yem tüketimi ve yemden yararlanma, kg
Table 3. Body weight, body weight gain, daily feed consumption and feed utilization, kg

Özellikler	Kontrol Grubu n=8 X±Sx	Deneme Grubu n=7 X±Sx	t
Deneme Başı Canlı Ağırlık (kg)	27.01±2.42	27.54±2.69	0.424 ÖD
Deneme Sonu Canlı Ağırlık (kg)	41.47±3.42	43.47±3.26	0.422 ÖD
Toplam Canlı Ağırlık Artışı (kg)	15.462±1.362	15.928±0.785	0.296 ÖD
Günlük Canlı Ağırlık Artışı (g)	291.62±25.66	300.57±14.93	0.301 ÖD
Günlük Yem Tüketimi (kg)	1.875	2.004	
Yemden Yararlanma (kg)	6.43	6.66	

ÖD: Önemli Değil

Tablo 4. Deneme başı ve deneme sonu serum bakır ve çinko değerleri, (µg/dl)

Table 4. The serum copper and zinc levels at the beginning and the end of the experiment (µg/dl)

Özellikler	Kontrol Grubu n=8 X±Sx	Deneme Grubu n=7 X±Sx	t
Serum Cu			
Deneme Başı	172.28±14.69	174.86±12.06	0.136 ÖD
Deneme Sonu	322.58±10.47	328.40±14.12	0.336 ÖD
Serum Zn			
Deneme Başı	74.53±6.57	78.56±3.28	0.549 ÖD
Deneme Sonu	136.02±7.57	165.93±6.32	3.03 *

ÖD: Önemli Değil, *: $P<0.05$

Tablo 5. Deneme başı ve deneme sonu yapağı bakır ve çinko değerleri (ppm)

Table 5. The copper and zinc levels of the wool at the beginning and the end of the experiment (ppm)

Özellikler	Kontrol Grubu n=8 X±Sx	Deneme Grubu n=7 X±Sx	t
Yapağı Cu			
Deneme Başı	8.42±0.93	8.55±0.92	0.856 ÖD
Deneme Sonu	13.15±1.70	15.11± 1.58	0.846 ÖD
Yapağı Zn			
Deneme Başı	299.86±40.7	312.71±37.03	0.410 ÖD
Deneme Sonu	74.83±8.76	92.03±4.65	10.52 ÖD

ÖD: Önemli Değil

TARTIŞMA ve SONUÇ

Grupları oluşturan tokluların tartımlarından elde edilen deneme başı ve deneme sonu ortalama canlı ağırlık değerleri ile toplam canlı ağırlık artışı ve günlük ortalama canlı ağırlık artışı değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (*Tablo 3*). 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 ¹⁰, deneme sonunda gruplar arasında ortalama canlı ağırlık bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir. Benzer şekilde Yost ve ark.¹¹ düveler, Wittenberg ve ark.¹² ile Wagner ve ark.¹³ danalar üzerinde yaptıkları çalışmalarda rasyona eklenen organik ya da inorganik minerallerin canlı ağırlık açısından önemli bir fark oluşturmadığını saptamışlardır.

Farklı sonuç bildirilen bir çalışmada süttan kesildikten sonra rasyonlarına çinko-metiyonin eklenen buzağuların, çinko oksit eklenen buzağulara göre ortalama canlı ağırlıklarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir ^{14,15}. Benzer şekilde manganez-metiyoninin besi sığırlarında, manganez oksite göre daha fazla canlı ağırlık artışına neden olduğu ortaya koyulmuştur ¹.

Çalışma sonunda ortalama serum bakır değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmesine rağmen deneme grubunun serum bakır ortalama değerinin daha yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır. Ortalama serum çinko değerinin daha yüksek düzeyde olduğu ve iki grubun serum çinko ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir (*Tablo 4*).

Elde edilen bulgular bazı araştırmacıların çalışma sonuçlarıyla benzer özellikler göstermektedir. Rojas ve ark.¹⁰, 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 ¹⁶ 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 ($P<0.05$) önemli oranda yüksek bulunmuştur. Benzer bulguları Eckert ve ark.¹⁷ koyunlarda bakır proteinat, Mondal ve ark.¹⁸ da buzağularda bakır, çinko ve manganın %50 daha az düzeyde

verilen organik formları için bildirmektedir.

Buna karşın Rojas ve ark.¹⁹ düveler, Salama ve ark.²⁰ keçiler, Spears ve Kegley ²¹ danalar üzerindeki çalışmalarında organik ve inorganik minerallerin serum düzeylerinin benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Deneme sonunda deneme grubunun ortalama yapağı bakır ve ortalama yapağı çinko değerinin daha yüksek düzeyde olduğu ancak her iki grubun ortalama değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir (*Tablo 5*).

Bazı araştırmacılar da yapağıda ve tüyde bakır ve çinko birikim düzeyi yönünden benzer bulgulara rastladıklarını bildirmektedir. Ryan ve ark.¹⁶, 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. Wright ve Spears ²², çinko proteinat verilen buzağuların tüylerinde çinko sülfat verilen buzağulara oranla daha yüksek düzeyde çinko biriktiği ancak farkın istatistiksel yönden önemli olmadığını saptamıştır.

Aminoasit ile şelatlanmış çinkonun rasyona eklenmesinin köpeklerde tüylerin uzamasına ve tüy çinko düzeyinin çinko okside göre daha yüksek olmasını sağladığı saptanmıştır ²³. Kuhlman ve Rompala ²⁴, köpeklerde bakır, çinko ve manganın proteinat formlarıyla yaptıkları bir çalışmada inorganik formlarına göre bu minerallerin tüydeki düzeylerinde önemli bir farklılık görülmediğini bildirmektedir.

Bazı araştırmacılar da diğer organ ve dokularda organik minerallerin daha fazla biriktiğini ve vücutta genel olarak daha fazla tutulduğunu bildirmektedir. Aminoasit şelatı şeklinde verilen çinkonun tırnak ve boynuzda önemli oranda ($P<0.05$) biriktiği bildirilmektedir ^{10,16}. Hatfield ve ark.²⁵, aminoasit ile bileşik oluşturmuş bakır ve çinkonun koyunlarda karaciğerde daha yüksek düzeyde biriktiğini, Rojas ve ark.¹⁰ kuzularda çinko lizin karaciğer, böbrek ve pankreasta çinko düzeyini önemli oranda artırdığını, Henry ve ark.⁵ kuzularda manganez metiyoninden gelen manganezin kemik, karaciğer ve böbrekte daha fazla biriktiğini, Salama ve ark.²⁰ keçilerde çinko metiyoninin vücutta daha yüksek düzeyde tutulduğunu bildirmektedir.

Denemenin sonunda her iki grubun ortalama canlı ağırlık, toplam canlı ağırlık artışı ve günlük canlı ağırlık artışı değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Ortalama serum bakır değerinin deneme grubunda rakamsal olarak daha yüksek olduğu,

ortalama serum çinko değerinin deneme grubunda daha yüksek ve istatistiksel olarak da önemli ($P<0.05$) olduğu, bunun yanında ortalama yapağı bakır ve çinko değerlerinin deneme grubunda rakamsal olarak daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir.

İncelenen parametreler açısından organik bakır ve organik çinkonun %25 oranında daha düşük düzeylerde tokluların rasyonuna eklenmelerine rağmen inorganik bakır ve inorganik çinko ile benzer ve hatta bazı parametreler açısından daha iyi bir sonuç ortaya koydukları saptanmıştır. Yapağı dökme ve yapağı yeme olgularına rasyonun içerdiği mineral madde düzeyinin ve mevsimsel farklılığın neden olabileceği belirtilmektedir ²⁶. Organik minerallerin daha düşük düzeylerde rasyona eklenmelerine rağmen benzer etkiler ortaya koydukları Bülbül ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada da belirtilmektedir ²⁷. Bu durum ve araştırmanın sonucu göz önüne alınarak organik minerallerin koyun rasyonlarında kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Spears JW:** Organic trace minerals in ruminant nutrition. *Anim Feed Sci Tech*, 58, 151-163, 1996.
- Underwood EJ, Suttle NF:** The Mineral Nutrition of Livestock, 3rd ed. 294-482, CABI Publishing, UK, 1999.
- Johnson AB, Socha M:** Judging trace mineral bioavailability. *Feed Int*, 9, 34-38, 1998.
- DeBonis J, Nockels CF:** Stress induction affects copper and zinc balance in calves fed organic inorganic copper and zinc sources. *J Anim Sci*, 70 (1): 314 (Abstr.), 1992.
- Henry PR, Ammerman CB, Littell RC:** Relative bioavailability of manganese from a manganese-methionin complex and inorganic sources for ruminants. *J Dairy Sci*, 75 (12): 3473-3478, 1992.
- Kincaid RL, Chew BP, Cronrath JD:** Zinc oxide and aminoacids as sources of dietary zinc for calves: Effects on uptake and immunity. *J Dairy Sci*, 80, 1381-1388, 1997.
- National Research Council:** Nutrient Requirements of Sheep. 6th revised ed., pp. 43-78, National Academy of Sciences, Washington DC, 1985.
- Özdamar K:** SPSS ile Biyoistatistik. Kaan Kitabevi, Eskişehir, 2004.
- Mendeş M, Akkartal E:** Comparison of ANOVA F and WELCH tests with their respective permutation versions in terms of type I error rates and test power. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 16 (5): 711-716, 2010.
- Rojas LX, McDowell LR, Cousins RJ, Martin FG, Wilkinson NS, Johnson AB, Velasquez JB:** Relative bioavailability of two organic and two inorganic zinc sources fed to sheep. *J Anim Sci*, 73, 1202-1207, 1995.
- Yost GP, Arthington JD, McDowell LR, Martin FG, Wilkinson NS, Swenson CK:** Effect of copper source and level on the rate and extent of copper repletion in Holstein heifers. *J Dairy Sci*, 85, 3297-3303, 2002.
- Wittenberg KM, Boila RJ, Shariff MA:** Comparison of copper sulfate and copper proteinate as copper sources for copper depleted steers fed high molybdenum diets. *Can J Anim Sci*, 70, 895-904, 1990.
- Wagner JJ, Lacey JL, Engle TL:** The effect of organic trace minerals on feedyard performance and carcass merit in crossbred yearling steers. *Prof Anim Sci*, 24, 420-429, 2008.
- Johnson BD, Hays VS, Gill DR, Smith RA, Owens FN, Ball RL:** Zinc methionine for newly received stocker cattle. Animal Science Research Report, Oklahoma State University: Agricultural Experimental Station, No. MP-125, 111-116, 1988.
- Spears JW, Hutcheson DP, Chirase NK, Kegley EB:** Effects of zinc methionine and injectable copper pre-shipment on performance and health of stressed cattle. *J Anim Sci*, 69 (1): 552 (Abstr.), 1991.
- Ryan PJ, Kearns P, Quinn T:** Bioavailability of dietary copper and zinc in adult Texel sheep: A comparative study of the effects of sulphate and bioplex supplementation. *Irish Vet J*, 55, 221-224, 2002.
- Eckert GE, Grene LW, Carstens GE, Ramsey WSJ:** Copper status of ewes fed increasing amounts of copper from copper sulfate or copper proteinate. *J Anim Sci*, 77, 244-249, 1999.
- Mondal S, Paul SK, Bairagi B, Pakhira MC, Biswas P:** 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 Development*, 2008. *Article #112*. Retrieved October 25, 2008. [<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd20/7/mond20112.htm>] Accessed: 09.09.2008.
- Rojas LX, McDowell LR, Cousins RJ, Martin FG, Wilkinson NS, Johnson AB:** Relative bioavailability of zinc methionin and two inorganic zinc sources fed to cattle. *J Anim Sci*, 72 (1): 95 (Abstr.), 1994.
- Salama Ahmed AK, Caja G, Albanell E, Such X, Casals R, Plaixtas J:** Effects of dietary supplements of zinc-methionine on milk production, udder health and zinc metabolism in dairy goats. *J Dairy Res*, 70, 9-17, 2003.
- Spears JW, Kegley EB:** Effect of zinc source (zinc oxide vs zinc proteinate) and level on performance, carcass characteristics, and immune response of growing and finishing steers. *J Anim Sci*, 80, 2747-2752, 2002.
- Wright CL, Spears JW:** Effects of zinc source and dietary level on zinc metabolism in Holstein bull calves. *J Anim Sci*, 79 (1): 86 (Abstr.), 2001.
- Lowe JA, Wiseman J, Cole DJA:** Zinc source influences zinc retention in hair and hair growth in the dog. *J Nutr*, 124, 2575-2576, 1994.
- Kuhlman G, Rompala RE:** The influence of dietary sources of zinc, copper and manganese on canine reproductive performance and hair mineral content. *J Nutr*, 128, 2603-2605, 1998.
- Hatfield PG, Swenson CK, Kott RW, Ansotegui RP, Roth NJ, Robinson BL:** Zinc and copper status in ewes supplemented with sulfate and aminoacid complexed forms of zinc and copper. *J Anim Sci*, 79, 261-266, 2001.
- Yıldız G, Küçükersan K, Küçükersan S:** Yapağı dökme ve yapağı yeme semptomları gösteren Akkaraman koyunlarda kan serumu ve yapağıda meydana gelen mineral madde miktarı değişimi. *Ankara Univ Vet Fak Derg*, 42 (3): 251-256, 1995.
- Bülbül A, Bülbül T, Küçükersan S, Şireli M, Eryavuz A:** Effects of dietary supplementation of organic and inorganic Zn, Cu and Mn on oxidant/antioxidant balance in laying hens. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 14 (1): 19-24, 2008.