

Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Değişik Düzeylerde Bakır Sülfat İlavesinin Karaciğer, But ve Göğüs Dokularının Mineral İçerikleri Üzerine Etkisi

Adem KAYA¹, Hatice KAYA¹, Şaban ÇELEBİ¹, Muhlis MACİT¹, Necati UTLU²

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Erzurum

²Atatürk Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Yüksek Okulu, Erzurum
e-posta: akaya5858@hotmail.com

Geliş Tarihi/Received:25.01.2013 Kabul Tarihi/Accepted:13.03.2013

Özet: Yumurta tavuğu karma yemlerine değişik düzeylerde (0, 200, 250 ve 300 mg/kg yem) bakır ilavesinin, karaciğer, but ve göğüs dokularındaki bazı minerallerin (Cu, Zn, Fe, Mg, Ca ve P) düzeyleri üzerine etkisini incelemek amacıyla yürütülen çalışmada, 38 haftalık yaşta 96 adet Lohman beyaz ticari yumurta tavuğu, her biri altı alt grup ve her alt grupta dört hayvan bulunacak şekilde dört gruba ayrılmıştır. Birinci grup %16.5 ham protein ve 2670 k.kal/kg ME içeren bazal yemle (Kontrol), diğer gruplar ise bazal yeme sırasıyla 200 (B-1), 250 (B-2) ve 300 mg/kg yem bakır (B-3) ilave edilerek oluşturulan rasyonlarla 12 hafta süreyle beslenmişlerdir.

Rasyona bakır ilavesinin tüm dokularda (karaciğer, but ve göğüs), kalsiyum düzeyini etkilemediği, ancak diğer minerallerin (Cu, Zn, Fe, Mg ve P) düzeylerini çok önemli derecede ($P<0.001$) değiştirdiği tespit edilmiştir. Rasyona ilave edilen bakır düzeyine paralel olarak, incelenen tüm dokulardaki bakır ve fosfor düzeylerinin çok önemli derecede yükseldiği, çinko düzeylerinin ise azaldığı saptanmıştır. Karma yeme bakır ilavesi, karaciğer demir seviyesini azaltırken ($P<0.001$), but ve göğüs dokularındaki demir düzeylerini çok önemli derecede yükseltmiştir ($P<0.001$). Karaciğer ve göğüs magnezyum içerikleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunurken, rasyona bakır ilavesinin, but magnezyum miktarını değiştirmedeği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, yumurta tavuğu rasyonlarına bakır ilavesi, özellikle bakır, demir ve çinkonun ana depo yeri olan karaciğerde, bakır düzeyini yükseltip, çinko ve demir düzeylerini düşürmüştür. Bu durum ise söz konusu bu mineraller arasında negatif bir ilişkinin bulunduğu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yumurta tavuğu, bakır, karaciğer, göğüs, but

Effects of Different Levels of Dietary Copper Sulfate Supplementation on Mineral Contents in Liver, Breast and Thigh Meats of Laying Hens

Abstract: This study was conducted to determine the effects of different levels (0, 200, 250 and 300 mgCu/kg) of dietary copper supplementation on some minerals (Cu, Zn, Fe, Mg, Ca and P) found in liver, breast and thigh tissues of laying hens. For this aim, 38-week old total 96 Lohman laying hens as 6 replicate cages each containing 4 hens, were allocated randomly to one of four dietary treatments. Treatment groups were fed diets containing (16.5% crude protein, 2670 kcal/kg ME) a standard commercial layer diet (Control), basal diet plus 200 (B-1), 250 (B-2) and 300 mgCu/kg (B-3) for 12 weeks.

Dietary copper supplementation did not affect calcium levels but altered levels of investigated other minerals (Cu, Zn, Fe, Mg and P) in all tissues (liver, breast and thigh) ($P<0.001$). The addition of increasing levels of copper into diets increased copper and phosphor contents ($P<0.001$), however decreased zinc levels significantly ($P<0.001$) in all inspected tissues. The addition of copper into diets increased very significantly iron levels in thigh and breast tissues while reducing iron level in liver ($P<0.001$). The differences between groups in terms of magnesium contents in the liver and thigh tissues were found significantly ($P<0.001$), and dietary copper supplementation did not change magnesium level in thigh meat.

As a result, the addition of copper into rations for laying hens increased copper content and reduced levels of zinc and iron in liver, the main storage site copper, iron and zinc. This situation shows that there is such a negative relationship between these minerals.

Key words: Laying hens, copper, liver, breast, thigh

1. GİRİŞ

İz minerallerin canlılarda hastalıklara karşı direncin artması bakımından büyük önemi vardır. Bu minerallerin fazlalıkları ve eksiklikleri ciddi sağlık problemlerine neden olmaktadır. Bu durumun son yıllarda hayvancılık ekonomisinde önemli kayıplara neden olduğu ve meydana gelen kayıplar, enfeksiyöz ve paraziter hastalıklardan ileri gelen kayıplar kadar önemli olduğu vurgulanmaktadır (Ağaoğlu, 1991; Yüksek ve Ağaoğlu, 2005). İz minerallerin yetersizliklerinde hayvanlarda görülen klinik bozuklukların başında; anemi, ishal, kıl ve tüy dökülmesi, kemiklerde teşekkül bozukluğu, parakeratozis, iştahsızlık, döl verme gücünde azalma, kuluçkadan çıkış ve yavru gelişiminde yavaşlama, sperm kalitesinde ve verimde düşme gelmektedir. Ayrıca iz minerallerin eksikliğinde, protein sentezi de olumsuz yönde etkilenmektedir (Sağlayan ve ark., 2003; Yıldız ve ark., 1995; Kahraman ve Açıköz, 2007). Bu amaçla kullanılan çok sayıdaki iz minerallerden birisi de, organizmada çok önemli görevler üstlenen ve canlı yaşam için gerekli olan bakırdır. Bakır M.Ö. 400 yıllarında medikal amaçlarla kullanılırken, 1920’li yıllarda hayvanlar için esansiyel bir besin maddesi olarak tanımlanmıştır (Öztürk, 2008). Bakır eksikliğinin çiftlik hayvanlarında kendine has bazı semptomları bulunmaktadır. Bu semptomlar; türe, yaşa, cinsiyete, yetmezliğin süresi ve derecesine bağlı olarak değişmekle birlikte, genel olarak hemoglobinin sentezinde azalma, anemi, sinir dokuda demyelinizasyon, yün ve tüylerde depigmentasyon, fertilité bozuklukları, iştahsızlık ve ishal sayılabilir (Gaetke ve Chow, 2003; Kaya, 2008). Bakırın, çinko, magnezyum ve mangan gibi bazı iz minerallerle ilgisi olmakla birlikte, demirle de yakın bir alakası bulunmaktadır. Demirin düzenli emilimi ve kullanımı için küçük miktarlarda da olsa bakıra ihtiyaç duyulur. Bakır olmaksızın demir asimile olur ve karaciğerde depolanır ancak hemoglobine dönüşmez. Demir, hemoglobin oluşumuyla birlikte akyuvarların yapımı ve aktivitesinin sürdürülmesinde de önemli rol oynamaktadır (Ergün ve Tuncer, 2001). Ayrıca, bakırın organizmada farklı görevleride bulunmaktadır. Hücresel solunum, kemik gelişimi, uygun kardiyak fonksiyon, bağdoku gelişimi, spinal kordon miyelinizasyonu, keratinizasyon ve doku pigmentasyonu için bakıra ihtiyaç duyulmaktadır (Kaya, 2008). Bakır fizyolojik olarak önemli metaloenzimler olan stokrom C oksidaz, lizil oksidaz, triptofan oksijenaz, depoamin β -hidroksilaz, süperoksit dismutaz, katalaz, monoamin oksidaz, lesitin kolesterol asil transferaz, plazma lipoproteinlipaz ve ürikaz enzimlerinin esansiyel bir komponentidir (Aksoy ve ark., 2000; İpek ve ark., 2003).

Bakırın absorpsiyon miktarı, organizmanın ihtiyacına göre değişir. Diğer minerallerle etkileşim absorpsiyonu azaltır. Diyetle alınan fitatlar yüksek oranda Ca, Fe, Zn ve bilhassa Molibden absorpsiyonunu olumsuz yönde etkiler. Sindirim sisteminde bakırın absorpsiyonu genel olarak oldukça düşüktür. Yiyeceklerle alınan bakırın yalnızca %5-10’u absorbe edilerek vücutta tutulur ve kan dolaşımına dahil olur. Bakır, diyetle alındıktan sonra duodenumdan aminoasitler yada küçük peptidler ile birleşerek absorbe olur. Mukoza hücrelerinden kana geçerek albumine bağlanır. Bakır-albumin kompleksi karaciğere taşınır ve seruloplazmin olarak plazmaya geri salınır (Toplan ve ark., 2008). Bakır, kan plazmasında %90 düzeyinde seruloplazmine bağlı halde olup geriye kalan %10’luk kısmı eritrositlerde tutulur (Göksoy, 2003). Bakır metabolizmasının cereyan ettiği ve depo edildiği ana organ karaciğerdir (Kaya, 2008). Bakırın, kanatlı hayvanların karma yemlerinde, verim artırıcı ve mikroorganizmalara karşı direnç oluşturmayan antibiyotik özellikleri nedeniyle kullanılmasıyla birlikte, bu hayvanlardan elde edilen et ve yumurta gibi ürünlerde depolanan bakır, bu ürünleri tüketen insanlar için de önemli bir bakır kaynağı oluşturmaktadır.

Bu çalışma, yumurta tavuğu karma yemlerinde değişik düzeylerde bakır ilavesinin, karaciğer, but ve göğüs dokularına ne ölçüde yansıdığı ve diğer bazı mineraller üzerine etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, 38 haftalık yaşta 96 adet lohman beyaz ticari yumurta tavuğu kullanılmıştır. Hayvanlar her biri altı alt grup ve her alt grupta dört hayvan bulunacak şekilde dört gruba ayrılmış ve üç katlı batarya tipi kafeslere (50x46x46 cm) şansa bağlı olarak dağıtılmıştır. Birinci grup besin madde kompozisyonu Tablo 1’de verilen ve bir ticari yem fabrikasından temin edilen ikinci dönem kafes yumurta tavuğu yemiyle (Kontrol), diğer üç grup ise bazal yeme, Farmavet ilaç san. ve Tic. A.Ş. den temin edilen bakır sülfattan ($\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$) sırasıyla; 200 (B-1), 250 (B-2) ve 300 mg/kg (B-3) ilave edilerek oluşturulan rasyonlarla 12

hafta süreyle ad-libitum olarak beslenmişlerdir. Ayrıca kümeste günlük 16 saat aydınlatma sağlanmıştır.

Tablo 1. Denemede kullanılan bazal yemin bileşimi ve kimyasal kompozisyonu (%)

Yem Maddeleri	Miktarı	Kimyasal Kompozisyonu	Miktarları
Mısır	52.81	Kuru Madde	89.47
Soya Küspesi	18.13	Ham Protein	16.50
Arpa	6.00	Ham Selüloz	4.49
Tam Yağlı Soya	1.65	Ham Kül	11.70
Ayçiçeği Tohumu K.	7.5	HCL'de Çözünen Kül	1
Mısır Gluten Unu	2.04	Ham Yağ	4.88
Soya Yağı	1.60	Lisin	0.7
Mermer Tozu	6.82	Metiyonin	0.33
Tuz	0.30	Kalsiyum	3.4
DCP 18	2.65	Fosfor	0.7
D-L Metiyonun 99	0.15		
L-Lisin	0.10		
Vit-Min	0.25	ME (kcal/kg)	2720

Her 2 kg'da 12.000 IU Vitamin A, 2.500 IU Vitamin D3, 30 mg Vitamin E, 34 mg Vitamin K, 3 mg Vitamin B1, 6 mg Vitamin B2, 30 mg Nicotin Amid, 10 mg Cal.-D-Paln, 5 mg Vitamin B6, 15 mg Vitamin B12, 1.000 mg Folik Asit, 50 mg D-Biotin, 300 mg Cholin, 50 mg Vitamin C, 80 mg Manganez, 60 mg Demir (Fe), 60 mg Çinko (Zn), 5 mg Bakır (Cu), 2 mg İyot (I), 0.5 mg Kobalt (Co), 150 mg Selenyum (Se)

Deneme sonunda, karaciğer, but ve göğüs dokularında, bakır, çinko, demir, magnezyum, kalsiyum ve fosfor düzeylerini belirlemek amacıyla her gruptan rastgele 10 hayvan kesilerek karaciğer, but ve göğüsten analiz için örnekler alınmıştır. Alınan numunelerde bakır ve çinko değerleri Atomik Absorpsiyon Spektrofotometere (Perkin Elmer-360) ile analiz edilirken magnezyum, demir, kalsiyum ve fosfor analizleri ise spektrofotometre (Chem-Pro, Semi-Automated Chemistry Analyser) ile analiz edilmiştir (Mussalo-Rauhamaa ve ark., 1986; Can ve ark., 1999).

Denemede elde edilen verilerin istatistik analizinde General Linear Model (GLM) kullanılmıştır (SPSS, 1996).

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Yumurta tavuğu rasyonlarına farklı seviyelerde (0, 200, 250 ve 300 mg/kg) bakır ilavesinin, göğüs, but ve karaciğer dokusu bakır, çinko, magnezyum, demir, kalsiyum ve fosfor düzeyleri üzerine etkisinin incelendiği bu çalışmadan elde edilen bulgular Tablo 2'de verilmiştir.

Karma yeme bakır ilavesi, incelenen tüm dokularda (karaciğer, but ve göğüs) kalsiyum düzeylerini ve buttaki magnezyum yoğunluğunu etkilemediği ($P>0.05$) ancak, diğer minerallerin (Cu, Zn, Mg, Fe ve P) seviyelerini çok önemli derecede ($P<0.001$) değiştirdiği tespit edilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde, genellikle rasyona ilave edilen bakır düzeyine paralel olarak, incelenen tüm dokularda bakır ve fosfor düzeylerinin çok önemli derecede ($P<0.001$) yükseldiği, çinko düzeylerinin azaldığı saptanmıştır. Bakır ilavesinin, karaciğerin demir konsantrasyonunu düşürdüğü, but ve göğüs kaslarındaki demir yoğunluklarını ise çok önemli derecede yükselttiği ve yine karaciğer ve göğüs dokularındaki magnezyum düzeylerini önemli derecede ($P<0.001$) etkilediği tespit edilmiştir (Tablo 2).

Karma yeme bakır ilavesi, genellikle ilave edilen bakırın düzeyine paralel olarak incelenen tüm dokulardaki bakır içeriklerini çok önemli derecede ($P<0.001$) yükseltmiştir. Kontrol, B-1, B-2 ve B-3 gruplarına ait bakır düzeyleri sırasıyla, karaciğerde; 15.48, 30.18, 40.09 ve 48.85 $\mu\text{g/dl}$, butta; 26.11, 37.17, 47.76 ve 48.42 $\mu\text{g/dl}$, göğüste; 20.04, 35.77, 46.76 ve 49.10 $\mu\text{g/dl}$ olarak bulunmuş ve tüm dokularda en yüksek bakır içerikleri 300 mg/kg bakır içeren gruptan elde edilmiştir. Ancak, rasyona bakır ilavesinin incelenen tüm dokularda çinko düzeylerini, karaciğerde ise demir düzeyini çok önemli derecede ($P<0.001$) düşürdüğü tespit edilmiştir. Deneme gruplarının çinko düzeyleri sırasıyla, karaciğerde; 121.89, 102.59, 97.99 ve 90.79 $\mu\text{g/dl}$, butta; 127.25, 123.45, 99.54 ve 98.63 $\mu\text{g/dl}$, göğüste; 131.62, 113.03, 107.83 ve 100.91 $\mu\text{g/dl}$ olarak bulunmuş ve incelenen tüm dokularda bu mineraller arasında negatif bir ilişkinin bulunduğu gözlenmiştir. Keza karma yeme bakır ilavesi, kara-

ciğerde demir düzeyini önemli derecede azaltırken, but ve göğüs dokularındaki demir yoğunluklarını önemli derecede yükselttiği saptanmıştır.

Tablo 2 Deneme gruplarının göğüs, but ve karaciğer dokusu bakır, çinko, demir, magnezyum, kalsiyum ile fosfor düzeylerine ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları

GÖĞÜS						
	Cu ¹	Zn ¹	Mg ²	Fe ²	Ca ²	P ²
Kontrol	20,04 ^d	131,62 ^a	28,61 ^a	174,19 ^c	11,97	135,03 ^c
B-1	35,77 ^c	113,03 ^b	27,59 ^b	176,85 ^b	11,95	133,27 ^d
B-2	46,75 ^b	107,83 ^c	27,75 ^b	178,90 ^a	11,86	137,74 ^b
B-3	49,10 ^a	100,91 ^d	29,01 ^a	174,53 ^c	11,83	139,12 ^a
SEM	0.24	0.34	0.19	0.46	0.10	0.34
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.707	0.000
BUT						
Kontrol	26,11 ^c	127,25 ^a	26,01	162,08 ^c	13,82	116,40 ^c
B-1	37,14 ^b	123,44 ^b	25,62	167,84 ^b	13,63	113,23 ^d
B-2	47,76 ^a	99,54 ^c	25,63	169,39 ^a	13,85	119,80 ^b
B-3	48,42 ^a	98,63 ^d	25,64	167,43 ^b	13,71	121,80 ^a
SEM	0.25	0.26	0.19	0.31	0.147	0.17
P	0.000	0.000	0.383	0.000	0.710	0.000
KARACİĞER						
Kontrol	15,48 ^d	121,89 ^a	22,93 ^b	181,53 ^a	11,942	120,63 ^c
B-1	30,18 ^c	102,59 ^b	26,25 ^a	180,03 ^{ab}	12,035	122,55 ^b
B-2	40,09 ^b	97,99 ^c	26,30 ^a	178,70 ^{bc}	12,296	126,59 ^a
B-3	48,85 ^a	90,79 ^d	25,97 ^a	177,83 ^c	12,171	127,23 ^a
SEM	0.34	0.74	0.59	0.59	0.165	0.55
P	0.000	0.000	0.000	0.001	0.457	0.000

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar farklı bulunmuştur.

¹: µg/dl, ²: mg/dl

İncelenen tüm dokularda bakır ile çinko arasında, karaciğerde ise bakır ile demir arasında negatif bir ilişkinin bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu iz mineraller arasındaki negatif ilişkinin söz konusu minerallerin kendi aralarında sindirim sisteminde çözünmeyen kompleksler oluşturmasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Skrivan ve ark., 2005). Mevcut çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlar konuyla ilgili olarak daha önce yapılmış olan bazı araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Nitekim, Van Campen ve Scaife (1967) ratlarla, Zacharias ve ark. (2003) domuzlarla, Chase ve ark. (2000) ruminantlarla, Ward ve ark. (1994), ve Özçelik ve ark. (2001) broylerle, Stevenson ve Jackson (1980), Southern ve Baker (1983), Mabe ve ark. (2003), Skrivan ve ark. (2005;2006), Güçlü ve ark. (2008) yumurta tavuklarıyla yapmış oldukları çalışmalarında, rasyona bakır ilavesinin serum, yumurta, karaciğer ve kas gibi dokularda bakır ile çinko arasında, keza Spears (2003) ve Skrivan ve ark. (2005) yaptıkları çalışmalarında özellikle karaciğerde bakır ile demir arasında negatif bir ilişkinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, bu çalışmada rasyona bakır ilavesinin, incelenen tüm dokularda kalsiyum, butta ise magnezyum düzeyi üzerine önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Sonuç olarak, bakır mikroorganizmalarda direnç oluşturmeyen antibiyotik ve verim artırıcı özellikleri dolayısıyla belirli düzeylerde yumurta tavuğu yemlerinde kullanılabileceği gibi, bu hayvanlardan elde edilen et ve yumurtayı tüketen insanlar için de iyi bir bakır kaynağını oluşturabileceği, ancak bakır ve çinko arasındaki antagonizmden dolayı bakır ilave edilecek yemlerin çinko bakımından da dengelenmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, Z.T. 1991. Ülkemiz hayvancılığında bazı iz elementler ve önemleri. Vet. Hekimler Derg. 57-62.
- Aksoy, A., Macit, M., Karaoğlu, M. 2000. Hayvan Besleme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 220, Erzurum, 588 s.
- Can, R., Çimtay, İ., Eröksüz, Y. 1999. Elazığ yöresinde bir buzağıda doğal çinko yetersizliği olgusu. Tr. J. of Veterinary and Animal Sci. 23, 225-228.

- Chase, C.R., Beede, D.K., Van Horn, H.H., Shearer, J.K., Wilcox, C.J., Donovan, G.A. 2000. Responses of lactating dairy cows to copper sources supplementation rate and dietary antagonist (iron). *J. Dairy Sci.*, 83, 1845-1852.
- Ergün, A. ve Tuncer, Ş.D. 2001. Hayvan besleme ve beslenme hastalıkları Ankara, 455 s.
- Gaetke, L.M. ve Chow, C.K. 2003. Copper toxicity oxidative stres and antioxidant nutrients, *Toxicology*, 189 (1-2), 147-163.
- Göksoy, Ş.K. 2003. Çiftlik hayvanlarında beslenme hastalıkları. TDV yayın matbaacılık işletmesi, Ankara, 299 s.
- Güçlü, K.B., Kara, K., Beyaz, L., Uyanık, F., Eren, M., Atasever, A. 2008. Influence of dietary copper proteinate on performance, selected biochemical parameters, lipid peroxidation, liver and egg copper content in laying hens. *Biol. Trace Elem. Res.*, 125, 60-69.
- İpek, H., Yertürk, M., Avcı, M. 2003. Yumurtlama dönemindeki bıldırcın karma yemlerine farklı oranlarda çinko ve bakır ilavesinin yumurta verim özellikleri ile bazı kan parametreleri üzerine etkisi. *YYÜ. Vet. Fak. Derg.* 14 (1), 65-68.
- Kahraman, Ö. ve Açıkgöz, Z. 2007. Kümes hayvanlarının beslenmesi. Hasad Yayıncılık Ltd. Şan Ofset, İstanbul.
- Kaya, H. 2008. Farklı Seviyelerdeki Sarımsak Tozu (*Allium Sativum*) ve Bakırın Yumurtacı Tavuklarda Performans, Yumurta Kalitesi ve Yumurta Sarısı Kolesterol İçeriği Üzerine Etkileri. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enst. Doktora tezi, Erzurum.
- Mabe, L., Rapp, C., Bain, M.M., Nys, N. 2003. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese, copper and zinc from organic and inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. *Poult. Sci.* 82: 1903-1913.
- Mussalo-Rauhamaa, H., Lakomaa, E.L., Kianto, U., Letho, J. 1986. Element concentrations in serum, erythrocytes, hair and urine of alopecia patients. *Acta Derm. Venerol* 66(2), 103-109.
- Özçelik, R., Dursun, Ş., Kahraman, Z., Kocabağlı, N., Alp, M. 2001. Broyler yemine toksik düzeyde katılan bakır sülfatın performans ve bazı doku bakır konsantrasyonlarına etkisi. <http://veteriner.istanbul.edu.tr/vetfakdergi/yayinlar/2001-1/Makale-24.pdf> (15Mart 2011).
- Öztürk, M. 2008. Yumurta tavuğu rasyonlarına bakır ve/veya keten tohumu katkısının bazı verim özellikleri ve yumurta sarısı kolesterol düzeyine etkileri. Adnan Menderes Üniv. Sağlık Bil. Enst. Hayvan Besl. Bes. Hastalıkları A.B.D. Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Sağlayan, A., Güney C., Koparrı, M. 2003. Elazığ yöresinde koyunlarda görülen Piyeten'in etyolojisinde çinko ve bakırın rolü. *Veteriner Cerrahi Dergisi*, 9(1,2), 11-16.
- Skrivan, M. Skrivanov, V., Marounek, M. 2006. Effect of various copper supplements to feed of laying hens on Cu content in eggs, liver, excreta, soil, and herbage. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 50, 280-283.
- Skrivan, M. Skrivanova, V., Marounek, M. 2005. Effect of dietary zinc, iron and copper in layer feed on distribution of these elements in eggs, liver, excreta, soil and herbage. *Poult. Sci.*, 84, 1570-1575.
- Southern, L.L. ve Baker, D.H. 1983. Zinc toxicity, zinc deficiency and zinc-copper interrelationship in *Eimeria acervulina*-infected chicks. *J. Nutr.*, 113, 688-696.
- Spears, J.W. 2003. Trace mineral bioavailability in ruminants. *J. Nutr.* 133: 1506-1509.
- SPSS, 1996. SPSS for windows release 10.0, SPSS Inc. Chicago.
- Stevenson, M.H., Jackson, N. 1980. Effect of level of dietary Copper sulphate and period of feeding on the laying, domestic fowl, with special reference to tissue mineral content. *Br. J. Nutr.*, 48, 205-213.
- Toplan, S., Dariyerli, N., Özçelik, D., Akyolcu, M.C. 2008. Sıçanlarda deneysel bakır uygulamasının oksidan ve anti oksidan sistemler üzerine etkileri. *Cerrahpaşa J. of Medicine* 34, 185-187.
- Van Campen, D.R. ve Scaife, P.U. 1967. Zinc interference with copper absorption in rats. *J. Nutr.* 91, 473-476.
- Ward, T.L., Watkins, K.L., Southern, L.L. 1994. Interactive effect of dietary copper and water copper level on growth, water intake, and plasma and liver copper concentrations of poult. *Poult. Sci.* 73(8), 1306-1311.
- Yıldız, G., Küçükersan, K., Küçükersan, S. 1995. Yapağı yeme ve yapağı dökme semptomları gösteren Akkaraman koyunlarında kan serumu ve yapağıda meydana gelen mineral madde miktarı değişimi. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 42, 251-256.
- Yüksek, N. ve Ağaoğlu, Z.T. 2005. Van Kedilerinde bazı iz element (Zn, Cu) düzeyleri ile tüy Dökülmesi arasında ilişkiler. *YYÜ Sağlık Bilimleri Enst. Derg.*, 8 (1,2), 70-78.

Zacharias, B., Ott, H., Drochner, W. 2003. The influence of dietary microbial phytase and copper on copper status in growing pigs. Anim. Feed Sci. Technol., 106, 139-148.