

RASYONA ÇİNKO VE BAKIR İLAVESİNİN KUZULARIN KAN ASİT-BAZ DENGESİ VE BAZI PLAZMA ELEKTROLİT DÜZEYLERİNE ETKİSİ

Nurcan Dönmez^{@1}

Zafer Durgun²

Ramazan Çöl²

The effect of Zinc and Copper Supplementation to Ration on Blood Acid-Base and Some Plasma Electrolyte Levels in Lambs

Özet: Bu çalışma optimal düzeyde Zn ve Cu (sırasıyla, 35 ppm ve 9 ppm) içeren rasyona çinko ve bakır ilavesinin koyunlarda kan asit-baz dengesi ile bazı elektrolitler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapıldı. Araştırmada 3.5 aylık ve ortalama 26 kg canlı ağırlığında 24 adet Konya Merinosu kullanıldı. Hayvanlar 4 eşit gruba ayrıldı. 1. grup (Kontrol, K) bazal rasyon ile (%70 kaba ve %30 konsantre yem), 2. grup (grup Zn) aynı rasyona rasyonun kuru maddesinde 250 mg / kg olacak şekilde Zn ilavesi ile, 3. grup (grup Cu) bazal rasyona rasyonun kuru maddesinde 25 mg / kg olacak şekilde Cu ile, 4. grup (grup Zn+Cu) bazal rasyona rasyonun kuru maddesinde 250 mg / kg olacak şekilde Zn ve 25 mg / kg olacak şekilde Cu ile 3 ay süreyle ad libitum olarak beslendiler. Plazma Zn düzeyi Zn ve Zn+Cu katılan gruplarda sırasıyla 1.61 ve 1.54 µg / ml olarak bulunurken bu düzeyler K ve Cu gruplarından önemli düzeyde yüksekti (p<0.05). Plazma Cu düzeyleri ise Cu ve Zn+Cu gruplarında sırasıyla 0.96, 0.80 µg/ml olarak bulunurken bu değerler de K ve Zn gruplarından önemli oranda yüksekti. Bütün gruplarda kan pH'sı, plazma HCO₃⁻ ve Na miktarı istatistiksel olarak farklıydı. Bunun yanı sıra diğer parametrelere ait değerler bütün gruplarda birbirine yakın düzeylerdeydi. Sonuç olarak normal düzeyde Zn ve Cu içeren rasyona Zn ve Cu ilavesi ile elde edilen bulgular asit-baz dengesi ile bazı plazma elektrolit düzeyleri üzerine önemli etki yapmadığı belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Zn, Cu, Koyun, Asit-baz Dengesi, Plazma Elektrolit Düzeyleri

Summary: In the present study, Zn and Cu supplemented into lamb ration containing optimum level of Zn and Cu (35 ppm and 9 ppm respectively) and their effects on acid-base balance and some electrolytes were aimed to investigate. 24 Konya Merinos lambs 3.5 months aged and weighing 26 kg body weight were used as material. The animals were divided into 4 equal groups. First group (control, K) with basal ration (70 % forage, 30 % concentrated feed), the second group (group Zn) with basal ration plus Zn supplementation (250 mg/kg in dry matter of the ration), 3rd group (group Cu) with basal ration plus Cu supplementation (25 mg/kg in dry matter of the ration) and the 4th group (group Zn + Cu) with Zn and Cu supplementation (250 mg/kg Zn and 25 mg/kg Cu in dry matter of the ration) were fed ad libitum for 3 months. Plasma Zn levels in group Zn and in group Zn + Cu were 1.61± 0.07 and 1.54 ± 0.04 µg/ml respectively and these values were significantly higher (p<0.05) compared the same values obtained from group K and group Cu. Furthermore plasma Cu levels in group Cu and in group Zn + Cu were 0.96 ± 0.08, 0.80 ± 0.07 µg/ml respectively and these values were also high compared the same values obtained from other groups. Blood pH, plasma HCO₃⁻ and Na values in all groups were not statistically different. In addition other parameters examined in this study were also similar in all groups. As a result, Zn and Cu supplementation into a ration containing normal levels of Zn and Cu had no important effect on acid-base balance and plasma electrolyte levels in lambs.

Key Words: Zn, Cu, Lamb, Acid-base Balance, Plasma Electrolyte Levels

Giriş

İnsan ve hayvanlarda esansiyel iz elementlerin çok az miktarlarına gereksinim duyulmakla birlikte, yaşam için çok önemlidirler (Saxena,1991). Çinko, bakır, krom, kobalt, manganez, flor, selenyum, iyot ve demir gibi esansiyel iz element yetersizliklerinde birçok fizyolojik olayda aksaklıklar ortaya çıkabilmektedir (Prasad, 1985). Çinko (Zn) ve bakır (Cu) organizmada birçok enzimin fonksiyonları için gereklidirler (Gupta ve ark.,1989). Siğir ve koyun rasyonlarında normal olarak 5 ppm dolaylarında bakır bulunması gerektiği, 3-5 ppm Cu düzeylerinin kritik miktarlar olup subklinik Cu

yetersizliğine yol açtığı ve Cu miktarının 3 ppm'in altına düşmesi durumunda ise 3 ay sonra Cu yetersizliği belirtilerinin ortaya çıktığı belirtilmektedir (Çimtay, 1999). Görgülü ve ark.(1997) ruminantlar için rasyondaki Zn miktarlarının 10-40 ppm arasında bildirirken, Çamaş ve ark.(1998) koyunlar için rasyonda bulunması gereken miktarı 35-50 ppm olarak kaydetmektedirler. Koyunlarda rasyondaki Zn'nun uyum sınırı ise 300 ppm olarak bildirilmektedir(Underwood,1981). Yıldız ve ark. (1995) ise koyun rasyonlarının kuru maddesinde en az 8 ppm Cu olması gerektiğini bildirirken, koyunlarda Cu toleransı rasyonda 25 ppm olarak belirtilmektedir

Geliş Tarihi : 15.04.2002 @: donmez68@hotmail.com

1. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, VAN
2. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, KONYA

(Doğan, 1998). Mermelilerde Zn içeren en önemli enzimler arasında karbonik anhidraz, glutamik dehidrogenaz, superoksit dismutaz ile RNA ve DNA polimeraz, sayılabilir(Cousins,1985; Keen ve Graham, 1989). Çeşitli dokularda bulunan ve çinkoya bağımlı olan enzim aktivitesinin bu elementin eksikliğinden olumsuz yönde etkilendiği gösterilmiştir (Prasad, 1985). Diğer taraftan Zn eksikliğinde insan ve hayvanlarda infertilite, immün sistemde baskılanma, yine hayvanlarda yapağı ve tiftik verimi ile canlı ağırlık artışında azalma, deride anormal keratinizasyon gibi olaylar oluşmaktadır (Miller ve ark.,1989; Singh ve ark.,1994). Bakırın da insan ve hayvanlarda hematopoezis, hücre sel solunum, kemik oluşumu, kardiyak fonksiyon, normal doku pigmentasyonu ve spinal kordun miyelinizasyonu gibi birçok olayda önemli role sahip olduğu vurgulanmaktadır (Mc Dowell,1992). Cu, sitokrom-C-oksidad, lizil oksidad, superoksit dismutaz, dopamin beta hidroksilaz, lesitin-kolesterol asil transferaz, askorbat oksidad ve heme oksidad gibi birçok metallo enzimin yapısına girerken, demir emilimi ve mobilizasyonu da ilgilidir (Cousins,1985; Mc Dowell, 1992). Bunların yanında yüksek miktarda çinkonun bakır emilimini azalttığı kaydedilirken (Cousins,1985), bu iz elementler ile bazı elektrolitlerin etkileşiminden de söz edilmektedir (Ghishan, 1984). Southan ve ark. (1989) yüksek miktarda (60 mg/kg rasyon) Zn alan ratlarda maternal ve fetal kalsiyum (Ca) ile demir (Fe) tutulmasının azaldığını bildirmektedirler. Bazı çalışmalarda (Milne ve ark., 1984; Solomons, 1986) yüksek miktarlarda demir ve folik asidin dietteki Zn'nin emilimini azalttığı bildirilirken, yüksek miktarda Ca'nın da Zn emilimini azalttığı kaydedilmektedir (Huber ve Gershaff,1979). Ghishan (1984) ratlarda çinko eksikliğinde sodyum (Na) ve suyun barsaklardan emiliminin azaldığını ve diyare geliştiğini belirtirken, buna bağlı olarak plazma Na miktarının düştüğünü, potasyumun emiliminin azalmakla birlikte bunun istatistikî olarak önemli olmadığını kaydetmektedir. Bu olayın Na gibi bazı elementlere karşı membran permeabilitesinin iz elementlerce ayarlanmasına bağlı olduğu gösterilmiştir (Castroanova ve Miles, 1979; Ghishan, 1984). Gupta ve ark. (1989), düşük oranda çinko (1.25 mg/kg rasyon) alan ratlarda plazma Na miktarında düşüş, Cu ve K miktarında artma olduğunu, çinko ilavesinden sonra (100 mg/kg rasyon) bu elementlerin miktarının tekrar normal düzeye geldiğini belirtmektedirler. Benzer olarak ratlarda Zn eksikliği ile beyin Na ve K miktarları arasında bir etkileşim olduğu bildirilmektedir (Wallwork ve ark., 1983). Yapılan diğer bir çalışmada (Xin ve ark., 1991) Cu kaynağı olarak diğer sığır rasyonlarına $CuSO_4$ ve CuO katılmış, $CuSO_4$ katılan gruptaki hayvanların kan pH'sinin CuO katılanlarınkinden daha yük-

sek bulunduğu, CuO verilen gruptaki hayvanların HCO_3^- düzeyinin azaldığı belirlenmiştir.

Zn ve Cu'nun bazı elektrolitlerle etkileşiminden söz edilmesine rağmen rasyona bu elementlerin normal düzeylerden daha yüksek oranda katılmalarının kan asit-baz dengesinde yol açabileceği değişikliklerle ilgili olarak çok sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmıştır. Buradan hareketle optimal düzeyde Zn ve Cu (sırasıyla, 35 ppm ve 9 ppm) içeren koyun rasyonlarına çinko ve bakır eklenmesinin kan asit-baz dengesi ile bazı elektrolitler üzerine olabilecek etkilerinin belirlenmesinin yararlı olacağı inancıyla bu çalışma planlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada materyal olarak Tarım Bakanlığına bağlı Konya Merkez Hayvancılık Araştırma Enstitüsü'nde bulunan sağlıklı, yaklaşık 3.5 aylık ve canlı ağırlıkları ortalama 26 kg olan 24 adet erkek Konya merinosu kuzu kullanıldı. Çalışmaya başlamadan önce hayvanların barınacağı padoklar temizlenerek dezenfekte edildi. Hayvanların klinik muayeneleri yapılarak, enfeksiyöz ve paraziter hastalıklara karşı aşılama ve ilaçlamaları yapıldı. Hayvanlar tartılarak canlı ağırlıkları tespit edildi ve ortalama canlı ağırlıkları birbirine yakın olacak şekilde 4 eşit gruba ayrıldı. Çalışmada kontrol rasyonu olarak % 70 kaba ve %30 konsantre yemden oluşan rasyon kullanıldı. Rasyondaki çinko ve bakır miktarı belirlenerek 1. grup (Kontrol, K) kontrol rasyonu ile beslenirken, 2. grubun (grup Zn) rasyonuna rasyonun kuru maddesinde 250 mg/kg olacak şekilde çinko, 3. grubun (grup Cu) rasyonuna kuru maddede 25 mg/kg olacak şekilde bakır, 4. grubun (grup Zn+Cu) rasyonuna kuru maddede 250 mg/kg olacak şekilde çinko ve 25 mg/kg olacak şekilde bakır ilave edildi. Hayvanlar bu rasyonlarla 3 ay süreyle ad libitum olarak beslendi ve önlerinde sürekli olarak temiz su bulunduruldu.

Bu 3 aylık sürenin sonunda hayvanların Vena jugularislerinden usulüne uygun olarak 2 ml'lik heparinli enjektörlere kan alındı. Enjektörlerin havası alınıp anaerob olarak ve soğuk zincir içerisinde en kısa zamanda analiz yapıldı. Alınan kan örneklerinde pH, pCO_2 (parsiyel karbondioksit basıncı), pO_2 (parsiyel oksijen basıncı), plazma HCO_3^- (plazma bikarbonat), tCO_2 (total karbondioksit), BE (Base excess) düzeyleri ile plazma Na, K ve Ca miktarları Ciba Coming marka kan gazları analizi (288 Blood Gas System) ile belirlendi.

Araştırma gruplarına ait verilerin istatistikî değerlendirilmesinde Duncan's Multiple Range Test kullanılarak gruplararası farklılıkların ($p<0.05$) olup olmadığına bakıldı (Düzgüneş ve ark., 1983).

Bulgular

Araştırmada plazma çinko (Zn) düzeyi Zn ve Zn+Cu katılan gruplarda sırasıyla 1.61 ve 1.54 µg/ml olarak bulunurken bu düzeyler K ve Cu gruplarından önemli oranda yüksekti ($p<0.05$). Plazma Cu düzeyleri ise Cu ve Zn+Cu gruplarında sırasıyla 0.96, 0.80 µg/ml olarak bulunurken bu düzeylerin K ve Zn gruplarından önemli oranda yüksekti ($p<0.05$). Çalışmada ortalama kan pH'sı K, Zn, Cu ve Zn+Cu gruplarında istatistiksel fark olmaksızın sırasıyla 7.349, 7.342, 7.339 ve 7.338 düzeylerinde bulunurken plazma HCO_3^- miktarları sırasıyla 25.27, 26.41, 25.46 ve 26.45 mEq/L olarak bulundu (Tablo 1). Yine çalışmada gruplar arasında önemli farklılık olmaksızın plazma Na düzeyi K, Zn, Cu ve Zn+Cu gruplarında sırasıyla 125.73, 128.45, 127.20 ve 127.08 mEq/L olarak belirlenirken diğer parametrelere ait değerler bütün gruplarda birbirlerine oldukça yakın düzeylerdeydi (Tablo 1).

Tartışma ve Sonuç

Çalışmada dört gruptan elde edilen venöz kan pH'sı, pCO_2 , HCO_3^- , tCO_2 ve BE düzeyleri koyunlar için bildirilen normal düzeylerdeydi (Brobst, 1983). Cu kaynağı olarak rasyona CuSO_4 katılmasının kan pH'ını düşürdüğü bildirilmesine (Xin ve ark., 1991) ve bu çalışmada özellikle Zn ve Cu kaynağı olarak CuSO_4 ve ZnSO_4 kullanılmasına ve en düşük pH değeri Zn+Cu grubunda belirlenmesine rağmen farklılık önemli değildi. Çalışmada pCO_2 , HCO_3^- , tCO_2 ve BE düzeyleri açısından gruplar arasında bir farklılığın olmaması, danalarda 7 ppm kontrol rasyonuna 25 ppm

Cu olacak şekilde CuSO_4 katılmasının bu parametrelerde önemli bir değişikliğe yol açmadığı yolundaki bulgularla benzeşmektedir (Xin ve ark., 1991). Zn katkısının bu parametreler üzerine etkisine ilişkin bir çalışmaya ulaşılamamasına karşın bu çalışmada kullanılan 250 ppm Zn'nun bir değişikliğe yol açmadığı söylenebilir. Ayrıca uzun süreli besleme çalışmalarında kompenzasyon mekanizmalarının asit-baz dengesini sağlaması beklenen bir olaydır.

Çalışmada dört grupta belirlenen plazma K ve Ca düzeyleri koyun ve keçiler için bildirilen (Holtienus, 1990) normal değişim düzeyleri içerisinde bulunurken plazma Na düzeyinin koyunlar için bildirilen normal değişim sınırlarının (Turgut, 1995) biraz altındaydı. Ghishan (1984) ile Gupta ve ark.(1989) ratlarda Zn eksikliğinde Na ve suyun barsaklardan emiliminin engellenmesine bağlı olarak diare oluştuğunu ve plazma Na miktarının düştüğünü bildirmelerine karşın bu çalışmada plazma Na miktarı en düşük kontrol grubunda bulunduğu halde istatistiksel olarak gruplar arasında fark yoktu. Yine Wallwork ve ark. (1983) çinko eksikliği ile Na ve K düzeyleri arasında bir ilişki olduğunu bildirmekle birlikte çalışmada bu parametreler açısından bir değişiklik belirlenmemesi, kontrol rasyonunun optimal düzeyde (35 ppm) Zn ve Cu içermesine bağlanabilir. Southon ve ark (1989) yüksek oranda çinko (60 mg/kg) içeren rasyonla beslenen ratlarda fetal ve maternal Ca tutulmasının düşük oranda Zn (8 mg/kg) içeren rasyonla beslenenlere göre azaldığını, Huber ve Gershoff (1979) yüksek oranda kalsiyumun Zn absorpsiyonunu azalttığını kaydetmelerine rağmen bu çalışmada gerek Zn gerekse Cu ilavesi yapılan gruplarda plazma Ca düzeyi önemli olmamakla

Tablo 1. Çinko ve bakırın kan asit-baz dengesi ile bazı plazma elektrolit düzeylerine etkisi (n=6, $\bar{X}\pm\text{SX}$)

Parametreler	Kontrol	Çinko	Bakır	Çinko + Bakır
Zn (µg/ml)	1.16 ± 0.05 ^b	1.61 ± 0.07 ^a	1.16 ± 0.05 ^b	1.54 ± 0.04 ^a
Cu (µg/ml)	0.69 ± 0.05 ^{bc}	0.53 ± 0.07 ^c	0.96 ± 0.08 ^a	0.80 ± 0.07 ^{ab}
pH	7.349 ± 0.020	7.342 ± 0.015	7.339 ± 0.012	7.338 ± 0.013
PCO_2 (mmHg)	48.75 ± 1.26	51.00 ± 1.42	50.20 ± 2.87	51.50 ± 2.58
PO_2 (mmHg)	58.50 ± 1.86	54.07 ± 1.93	55.43 ± 1.68	56.00 ± 2.15
HCO_3^- (mEq/L)	25.27 ± 0.62	26.41 ± 0.32	25.46 ± 0.63	26.45 ± 0.52
TCO_2 (mEq/L)	27.08 ± 0.46	28.12 ± 0.37	27.28 ± 0.63	27.96 ± 0.66
BE (mEq/L)	0.55 ± 0.65	1.02 ± 0.52	0.58 ± 0.61	1.68 ± 0.43
Na (mEq/L)	125.73 ± 1.77	128.45 ± 0.77	127.20 ± 1.11	127.08 ± 1.49
K (mEq/L)	4.50 ± 0.24	4.38 ± 0.17	4.51 ± 0.16	4.60 ± 0.16
Ca (mEq/L)	2.23 ± 0.03	2.29 ± 0.02	2.27 ± 0.04	2.31 ± 0.04

a, b, c: Aynı satırda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.05$)

birlikte kontrol grubundan daha yüksekti.

Bu çalışmada gerek plazma elektrolit gerekse kan asit-baz dengesi bakımından gruplar arasında bir farklılığın olmaması kontrol grubu hayvanların optimal düzeyde Zn ve Cu almalarıyla açıklanabilir. Nitekim marjinal Zn yetersizliği söz konusu olsaydı, Na ve suyun barsaklarda emiliminin azalmasına bağlı olarak bazı araştırmacıların (Ghishan, 1984; Gupta ve ark., 1989) bildirimleri doğrultusunda diyare gelişebilir, bu durumda bikarbonat kaybı da olacağından bu olayın gerek plazma elektrolit gerekse asit-baz dengesi üzerine önemli yansımaları olabilirdi.

Sonuç olarak çalışmada elde edilen bulgular normal düzeyde Zn ve Cu içeren koyun rasyonlarına bu düzeyde Zn ve Cu eklenmesinin asit-baz dengesi ile bazı plazma elektrolit düzeyleri üzerine olumsuz bir etkiye neden olmadığını göstermesi açısından, fizyolojik rasyon ve besleme çalışmalarında bir kriter olabilir.

Kaynaklar

Brobst, D. (1983) Pathophysiologic and adaptive changes in acid-base disorders. *J.A.V.M.A.*, 183,7,773-780.

Castranova, V. and Miles, P.R. (1979) Sodium permeability of dog red blood cell membranes. *J.Gen.Physiol.*, 67,563-566.

Cousins, R.J. (1985) Absorption, transport and hepatic metabolism of copper and Zinc. *Physiol. rev.*, 65,2,238-309.

Çamaş, H., Bildik, A ve Gülser, F. (1998) Toprak, bitki ve koyunların kanında çinko miktarlarının araştırılması, I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs, İzmir.

Çımtay, İ. (1999) Sığır, koyun ve keçilerde bakır yetersizliği ve önemi, *Türk Veteriner Hekimler Birliği Dergisi*, 11, (3-4), 15-20.

Doğan, K. (1998) Çinkonun hayvan beslenmesindeki yeri ve önemi, I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs, Eskişehir.

Düzgüneş, O., Kesici, T ve Gürbüz, F. (1983) İstatistik metotları I. A.Ü. Zir.Fak.Yay., no:861, A.Ü. Basımevi, Ankara.

Ghishan, F.K. (1984) Transport of electrolytes, water, and glucose in zinc deficiency. *J.Ped.Gastr.and Nutr.*, 4,3,608-612.

Görgülü, H., Kutlu, R., Baykal L, Erdal, İ., Çakmak, İ. (1997) Çukurova bölgesinde yaygın olarak kullanılan bazı yem hammaddelerinin çinko düzeylerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Ulusal Çinko Kongresi, Anadolu Tarımsal Araştırma Enst. Eskişehir. 12-16 Mayıs.

Gupta, R.P., Verma, P.C., Sadana, J.R. and Gupta, V.K. (1989) Effect of experimental Zinc deficiency and repletion on sodium, potassium, copper and iron in guinea pig. *Br.J.Nutr.*, 62,407-414.

Holtenius, K. (1990) Plasma electrolyte concentration in

food deprived goats orally supplemented with KCl. *Br.J.Nutr.*, 64,1, 211-218.

Huber, A.M. and Gershoff, S.N. (1979) Effects of dietary zinc and calcium on the retention and distribution of zinc in rats fed semipurified diets. *J.Nutr.*, 100, 8, 949-954.

Keen, C.L. and Graham, T.W. (1989) Trace elements in "Clinical Biochemistry of Domestic animals" ed. by J.J.Koneko. 776-795, 4 th edition, Academic Press Inc. Newyork.

Mc Dowell, L.R. (1992) Minerals in animal and human nutrition in "Animal Feeding and Nutrition" Ed. by T.J. Cunha 265-293. Academic Press Inc. San Diego.

Miller, W.J., Amos, H.E. Centry, R.P. Blackmon, D.M., Durance, R.M. and Neatry, M.W. (1989) Longterm feeding of high zinc sulfate diets to lactating and gestating dairy cows. *J.Dairy Sci.* 72,1499-1508.

Milne, D.B., Canfield, W.K., Maholko, J.R. and Sandstead, H.H. (1984) Effect of oral folic acid supplements on zinc, copper and iron absorption and excretion. *Am.J.Clin.Nutr.*, 39, 4, 535-539.

Prasad, A.S. (1985) Role of trace elements in growth and development. *Nutr.Res.* 1,295-299.

Saxena, R., Bedwall, R.S and Mathur, R.S. (1991) Biochemistry of the testes of rats fed on zinc deficient diets. *Tra. Elements Med.*, 8, 3, 138-142.

Singh, A.P., Netra, P.R., Vashista, M.S. and Sharma, S.N. (1994) Zinc deficiency in cattle. *Ind. J. Anim. Sci.*, 64, 1, 35-40.

Solomons, N.W. (1986) Competitive interaction of iron and zinc in the diet. *J.Nutr.*, 927-935.

Southon, S., Wright, J.A. and Fairweather S.J. (1989) The effect of combined dietary iron calcium and folic acid supplementation on apparent Zn absorption and zinc status in pregnant rats. *Br.J.Nutr.*, 62, 415-423.

Turgut, K. (1995) Sıvı elektrolit ve asit-baz dengesi bozuklukları. In "Veteriner Klinik Laboratuvar Teşhis" 331-365, Özel basım, İstanbul.

Underwood, E.J. (1981) The mineral nutrition of livestock. Commanweath Agricultural Bureau, Farnham Royal, England.

Wallwork, J.C., Milne, D.B., Sims, R.L. and Standstead, H.H. (1983) Severe zinc deficiency: effects on the distribution of nine elements in regions of the rat brain. *J. Nutr.*, 113, 1895-1905.

Xin, Z., Waterman, D.F., Hemken, R.W., Harmon, R.J. and Jackson, J.A. (1991) Effects of Copper sources and dietary cation-anion balance on copper availability and acid-base status in dairy calves. *J.Dairy.Cal.*, 74, 9, 3167-3173.

Yıldız, G., Küçükersan, K., Küçükersan, S. (1995) Yapağı dökme ve yapağı yeme semptomları gösteren Akkaraman koyunlarda kan serumu ve yapağıda meydana gelen mineral madde miktarı değişimi, *AÜ Vet Fak Derg.* 19, 1-2.