

## Mevsimsel olarak merada yetiştirilen koyunlarda serum bakır, çinko ve seruloplazmin düzeyleri ile yün bakır ve çinko değerlerinin araştırılması\*

Suat ERDOĞAN<sup>1</sup>, Zeynep ERDOĞAN<sup>2</sup>, Nurhan ŞAHİN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Hatay; <sup>2</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Hatay; <sup>3</sup>Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü, Elazığ

**Özet:** Hatay bölgesinde Mart-Haziran dönemlerinde mera şartlarında yetiştirilen, ilave yem verilmeyen ve klinik olarak sağlıklı görünen koyunlarda bakır ve çinko değerleri serum ve yün örneklerinde; seruloplazmin düzeyleri ise serumda araştırıldı. Mineral madde analizleri atomik absorpsiyon spektrofotometrede, seruloplazmin düzeyleri spektrofotometrede ölçüldü. Ortalama serum bakır düzeyi  $0.57 \pm 0.01$  ppm, çinko  $0.65 \pm 0.01$  ppm ve seruloplazmin  $16.74 \pm 0.43$  mg/dl olarak tespit edildi. Bölgelerarası serum bakır değerleri arasında istatistiksel fark bulunmazken ( $p > 0.10$ ); çinko ve seruloplazmin değerleri yönünden önemli farklılık bulundu ( $p < 0.001$ ). Seruloplazmin ile serum bakır değerleri arasında pozitif zayıf derecede bir ilişkinin olduğu görüldü. Ortalama yün bakır değeri  $4.40 \pm 0.24$  ppm ve çinko düzeyi  $48.51 \pm 2.26$  ppm olarak saptandı. Bölgeler arasında yün bakır ve çinko değerleri yönünden anlamlı fark bulunmadı ( $p > 0.10$ ). Hatay bölgesi koyunlarında yün ve serum bakır düzeyinin kritik sınıra yakın; çinkonun ise normal değerlerden düşük olduğu saptandı. Meraya dayalı beslemenin yapıldığı dönemde hayvanlara mineral takviyelerinin yapılması gerektiği sonucuna varıldı.

Anahtar kelimeler: Bakır, çinko, seruloplazmin, serum, yün

### An investigation of copper, zinc, ceruloplasmin levels in serum, copper and zinc levels in wool samples of seasonal grazing sheep

**Summary:** Copper and zinc levels were determined in serum and wool samples, ceruloplasmin level was determined in serum. The samples were collected from clinically healthy, grazing sheep between March-June in Hatay region. Additional feed was not given to sheep during this season. Mineral levels were analysed by atomic absorption spectrophotometry, ceruloplasmin levels were measured by spectrophotometry. Mean serum copper, zinc and ceruloplasmin levels were  $0.57 \pm 0.01$  ppm,  $0.65 \pm 0.01$  ppm,  $16.74 \pm 0.43$  ppm, respectively. Although there was no statistically significance between serum Cu levels of the regional sheep ( $p > 0.10$ ), there was significance between serum zinc and ceruloplasmin levels of the regional sheep ( $p < 0.01$ ). Mean wool copper and zinc levels were  $4.40 \pm 0.24$  ppm,  $48.51 \pm 2.26$  ppm, respectively. A positive but weak correlation was determined between serum ceruloplasmin and copper levels. However, there was no correlation between neither serum and wool copper levels nor serum and wool zinc levels were detected. In wool, copper and zinc levels of the regional sheep were not varied between the regions ( $p > 0.10$ ). It is concluded that serum and wool copper levels were determined close to the critical level, zinc levels were found to be under the normal level. Mineral supplementation to seasonal grazing animals should be considered in this region.

Key words: Ceruloplasmin, copper, serum, wool, zinc

### Giriş

İnsan ve hayvan vücudunda eser düzeyde bulunan bakır, hücre solunumunda görev yapan sitokrom *c* oksidaz, süperoksit dismutaz, tirozinaz ve dopamin  $\beta$ -hidroksilaz gibi bazı metalloenzimlerin yapısına girer (9,19). Plazma bakırının yaklaşık %90-95'i  $\alpha_2$ -globuline bağlı olarak seruloplazmin şeklinde bulunur (9,19). Plazma bakır seviyesini etkileyen faktörler seruloplazmin düzeyini de etkiler. Bakır, sinir hücreleri tarafından salgılanan ve hücre yüzeyi glikoproteini olan prion proteini (PrP<sup>sc</sup>) yapısında da yer alır (7). Prion proteini süperoksit

dismutaz benzeri bir antioksidan etkiye sahip olup, oksidatif strese karşı hücrenin kendini korumasında yardımcı olur (41). Bu proteinin yapısında oluşan bozukluklara bağlı olarak, sinir hücrelerinde dejeneratif bozukluklar ve hücre ölümleri şekillenir (7).

Koyunlarda bakır noksanlıkları sonucu büyümede yavaşlama, zayıflama, fertilité kaybı, anemi, ishal, kıl ve yapağı kalitesi ve pigmentasyonda bozukluklar, süt emen kuzularda enzootik ataksi sonucu parezis ve ölüm şekillenir (2,28,29). Hastalık belirtileri subklinik veya klinik düzeyde seyredebilir (18).

\* Bu araştırma Mustafa Kemal Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir (Proje no: 01G 0401)

Çinko, karbonik anhidraz, alkalin fosfataz, RNA ve DNA polimeraz, alkol dehidrojenaz gibi önemli metalloenzimlerin yapısında ve fonksiyonunda görev alır (9). Ayrıca, yapısında  $Zn^{2+}$  atomu bulunduran çinko parmak proteinleri (zinc finger proteins) DNA molekülü üzerinde özgün bölgelere bağlanarak gen ekspresyonunun kontrolü ve dolayısıyla protein sentezi ve metabolizmasında esansiyel bir elementtir (6). Çinko yetersizliklerinde hayvanlarda iştah kaybı, gelişme geriliği, fertilitite düşüklüğü ve deri lezyonları ortaya çıkar (14,19,27).

Hayvanlarda bakır ve çinko düzeyi toprağın bileşimi, iklim şartları, hasat işlemleri, mera ve rasyonların bu elementlerden fakir olması, bakır ve çinkonun birbirleriyle ve molibden, kurşun, kadmiyum ve kükürt gibi bazı elementler ile antagonistik etkileşimleri, gebelik, mevsim ve genetik faktörler etkili olmaktadır (1,17,35,37,39).

Hayvansal dokulardaki mineral madde düzeylerinin belirlenmesinde serumdan ve yün, kıl, karaciğer ve böbrek gibi dokulardan yararlanılmaktadır. Ancak, hayvanlarda doku, kıl veya yün mineral düzeylerinin ölçümü serum analizlerine göre daha doğru sonuçlar verdiği bildirilmektedir (5). Ayrıca, seruloplazmin düzeyi ölçümlerinin hayvandaki bakır düzeyi hakkında fikir vereceği rapor edilmektedir (9).

Hatay bölgesinde koyun yetiştiriciliği, mera vejetasyonunun uygun olduğu Mart-Haziran başlangıcı dönemleri ile vejetasyonun yetersiz bulunduğu Ağustos ayı başlarına kadar ilave yem verilmeksizin mera şartlarında yapılmaktadır. Bu çalışmada, vejetasyon dönemi ve sonrası tamamen meraya dayalı yetiştiriciliğin hayvanlarda oluşturabileceği bakır ve çinko yetersizlikleri araştırıldı. Bu amaçla, serum ve yün örneklerinde bakır ve çinko düzeyleri ile serumda seruloplazmin düzeyleri tespit edildi.

## Materyal ve Metot

Bu araştırmanın materyalini, Reyhanlı, Altınözü, Hassa, Kırıkhan, Antakya ve Şenköy ilçeleri ile bunlara bağlı köylerde yetiştirilen klinik olarak sağlıklı görünen çoğunluğu Dağlıç, az sayıda İvesi ırkı 195 adet 1-4 yaşlı koyun oluşturdu. Hayvanlar, mera vejetasyonunun uygun olduğu Mart-Haziran ayı başlangıç döneminde merada; Haziran ayı sonuna kadar ise tahıl hasatı bitiminde açılan alanlarda ilave yem verilmeden beslenmekteydi. Temmuz-Ağustos 2001 tarihlerinde, bölge koyunlarını temsil edecek şekilde 195 koyunun vena jugularislerinden kan ve 60 koyunun boyun bölgelerinden yün örnekleri alındı. Hemolizsiz serumlardan spektrofotometrik yöntemle aynı gün seruloplazmin analizleri yapıldı (10). Bakır ve çinko düzeylerinin belirlenmesi için serumlar analize kadar  $-22^{\circ}C$ 'de muhafaza edildi. Serum (30) ve yün (33) bakır ve çinko düzeyleri Shimadzu-660 atomik absorpsiyon spektrofotometrik yöntemle belirlendi. Veriler SPSS 9.05 paket programında tek yönlü varyans analizi ve Duncan testi uygulanarak değerlendirildi (32).

## Bulgular

Kan ve yün örnekleri alınan koyunlarda yapılan klinik muayenelerde, bazı hayvanlarda yünlerde kabalaşma ve koyu renkli yünlerde renk açılmaları tespit edildi. Yetiştiricilerden alınan ifadelerle göre, hayvanlarda kilo alamama ve sürülerde gebe kalma oranında düşüklük gibi şikayetler vardı. Bölgelere göre koyunların serum bakır, çinko ve seruloplazmin düzeyleri ile yün bakır ve çinko değerleri Tablo 1'de, bu değerlerin yüzde olarak dağılımları ise Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Sağlıklı koyunlarda kan serumu bakır (ppm), çinko (ppm), seruloplazmin (mg/dl); yün bakır (ppm) ve çinko (ppm) ortalama değerleri.

Table 1. Mean blood serum copper, zinc (ppm) and ceruloplasmin (mg/dl); wool copper and zinc (ppm) levels in healthy sheep.

Bölge	n	Serum			Yün		
		Cu x±Sx	Zn x±Sx	Seruloplazmin x±Sx	Cu x±Sx	Zn x±Sx	
Reyhanlı	36	0.54±0.04	0.70±0.02 <sup>c</sup>	21.08±1.20 <sup>c</sup>	10	5.40±0.34	46.17±3.50
Altınözü	21	0.56±0.02	0.73±0.07 <sup>d</sup>	21.12±0.93 <sup>c</sup>	10	5.43±1.59	63.03±3.51
Hassa	51	0.58±0.02	0.57±0.02 <sup>b</sup>	15.16±0.56 <sup>ab</sup>	10	4.07±0.16	48.49±5.11
Kırıkhan	17	0.65±0.04	0.36±0.02 <sup>a</sup>	17.65±1.39 <sup>b</sup>	10	3.14±0.21	42.02±5.02
Antakya	20	0.52±0.03	0.80±0.03 <sup>d</sup>	17.18±1.11 <sup>b</sup>	10	4.41±1.24	56.70±4.78
Şenköy	50	0.60±0.02	0.74±0.02 <sup>cd</sup>	13.79±0.70 <sup>a</sup>	10	4.88±0.52	60.68±1.76
Ortalama	195	0.57±0.01	0.65±0.01	16.74±0.43	60	4.40±0.24	48.51±2.26
p		> 0.10	< 0.001	< 0.001		> 0.10	> 0.10

a,b,c: Aynı sütündeki farklı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklar önemlidir.

Tablo 2. Serum bakır, çinko ve seruloplazmin değerlerinin kritik sınır altında kalanları yüzdesi.

Table 2. Serum copper, zinc and ceruloplasmin percentages that are under the critical boundary.

Bölge	Cu 0.50 ppm'den düşük (%)	Zn 0.80 ppm'den düşük (%)	Seruloplazmin 11mg/dl'den düşük (%)
Reyhanlı	50	75	3
Altınözü	10	77	0
Hassa	30	96	26
Kırıkhan	6	100	13
Antakya	48	15	20
Şenköy	30	72	38
Ortalama	31	78	19

### Tartışma ve Sonuç

Araştırmaya alınan koyunların ortalama serum bakır düzeyleri  $0.57 \pm 0.01$  ppm olarak tespit edilmiştir. Bu değerlerin, iki yıl önce benzer yörelerde yapılan bir araştırmada (13) elde edilen değerlerden ( $0.32 \pm 0.01$  ppm) daha yüksek olduğu görülmüştür. Aradaki bu farklılık; yılın değişik dönemlerine, yağış gibi iklim şartlarına (40), hayvanların yaş, gebelik ve laktasyon gibi fizyolojik durumlarına bağlı olabileceği ile açıklanabilir (25). Bölgelere göre serum bakır düzeyleri arasında istatistik yönden bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.10$ ). Ortalama serum bakır düzeyleri bölgelerde  $0.52 \pm 0.03$  ile  $0.65 \pm 0.04$  ppm arasında bir dağılım göstermiştir (Tablo 1). Hayvanların serum bakır düzeyleri Lorenz ve Gibb (24)'in bildirdiği ve kritik değer olarak kabul edilen 0.50 ppm'den biraz yüksek olmakla birlikte; Kaneko (19), Lorenz ve Gibb (24) 0.60 ppm; Faye (16) ve Underwood (37) 0.80-1.20 ppm; Kurt ve ark. (22)'nin bildirdikleri 1.26 ppm değerlerinden daha düşük düzeyde saptanmıştır. Çalışmaya alınan koyunların serum bakır düzeyleri bireysel olarak incelendiğinde, hayvanlar arasında bölgelere göre %6 ile %50 oranında bakır noksanlığı varlığı saptanmıştır (Tablo 2). Bu sonuçlara göre, hayvanların tipik klinik belirtiler göstermemesine rağmen, sürü içerisinde bireysel olarak subklinik bakır yetersizliğinin varlığı düşünülebilir.

Seruloplazmin seviyesinin belirlenmesi de hayvanlardaki bakır düzeyinin bilinmesinde önem taşımaktadır (9). Bu araştırmada, ortalama seruloplazmin seviyesi  $16.74 \pm 0.43$  mg/dl bulunmuştur. Bölgelere göre ise  $13.79 \pm 0.70$  ile  $21.12 \pm 0.93$  mg/dl arasında bir dağılım göstermiş ve aralarında önemli derecede fark bulunmuştur ( $p < 0.01$ ; Tablo 1). Ortalama değer, Şahin (34)'in belirttiği  $13.86 \pm 1.14$  mg/dl ve Başpınar (4)'in bildirdiği  $16.11 \pm 1.22$  mg/dl ile uyum gösterirken; Evans ve Wiederanders (15)'in bulduğu 26.5 mg/dl düzeyinden daha düşüktür. Serpek ve ark. (31) Konya bölgesinde Dağlıç ırkında seruloplazmin seviyesini ortalama 11 mg/dl

olarak belirlemişlerdir. İvesi ve Dağlıç ırkları üzerinde yapılan bu araştırmada, seruloplazmin düzeyleri Serpek ve ark. (31)'nin bildirdiği 11 mg/dl seviyesinden bölgelere göre %0 ile %38 oranında düşük bulunmuştur (Tablo 2). Literatürde bildirilen değerler ile yapılan araştırma sonuçları arasındaki farklılık, bölgelerin toprak mineral bileşimi, iklim ve beslenme şartlarından kaynaklanabilir (9). Araştırmaya alınan hayvanların ortalama %19'unda seruloplazmin, %31'inde ise serum bakır düzeyinin bildirilen kritik değerlerden ( $24,31$ ) düşük olduğu görülmüştür (Tablo 2). Serum bakır düzeyi ile seruloplazmin değerleri arasında yapılan korelasyon analizinde aralarında %25.7 oranında pozitif fakat zayıf bir ilişki bulunmuştur.

Vücuttaki bakır ve çinko miktarlarını belirlemede kıl ve yün analizlerinin de önem taşıdığı bildirilmektedir (5,11). Bu çalışmada, araştırmaya alınan koyunların yün ortalama bakır düzeyleri  $4.40 \pm 0.24$  ppm olarak tespit edilmiştir. Sağlıklı koyunlardaki normal bakır düzeyi hakkında geniş aralıklı değerler bildirilmektedir. Örneğin, Bayşu ve ark. (5) sağlıklı kuzularda yün bakır değerini 4.50 ppm; Altıntaş ve ark. (2)  $4.87 \pm 1.35$  ve melezlerde  $8.36 \pm 2.79$  ppm; Kurt ve ark. (22)  $7.76 \pm 1.11$  ppm; Burns ve ark. (8) 25 ppm olarak bildirmişlerdir. Lamand (23)'a göre ise kritik değer 7 ppm'dir. Hatay bölgesi koyunlarının yün bakır düzeylerinin kimi yazarlara (2,5) göre normal kimine göre ise (8,22,23) düşük seviyede olduğu söylenebilir. Serum bakır düzeyleri ile yün bakır değerleri arasında bir ilişki bulunmamıştır.

Hayvansal dokularda bulunan çinko düzeyleri; bölge suları, toprak ve bitki örtüsü mineral bileşiminden, ras-yondaki çinko seviyesinden, hayvanın yaşı, ırkı, fizyolojik durumu ve hastalık hallerinden etkilenmektedir (9,37). Yapılan araştırmalarda serum çinko düzeyleri 0.22 ppm (13); 0.27 ppm (29); 0.38-0.40 ppm (20); 0.89-1.05 ppm (2); 0.32-1.50 ppm (3); 1.13 ppm (22); 1.40 ppm (21); 1.84 ppm (36) olarak bildirilmektedir. Bu çalışmada, koyun serumlarının ortalama çinko düzeyi  $0.65 \pm 0.01$  ppm; bölge ortalamaları ise  $0.36 \pm 0.02$  ile  $0.80 \pm 0.03$  ppm olarak saptanmış ve bölgeler arasında istatistiksel fark bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). Bu araştırmada tespit edilen ortalama değer Kaya ve ark. (20) ve Ozan (29)'ın bildirdiklerinden yüksek, üstte belirtilen diğer çalışmalardan ise düşük düzeyde bulunmuştur. Bölgeler içerisinde serum çinko düzeyi en düşük Kırıkhan ( $0.36 \pm 0.02$  ppm), en yüksek ise Antakya ( $0.80 \pm 0.03$ ) koyunlarında bulunmuştur. Koyunlarda serum çinko düzeyi için kritik sınır kabul edilen 0.80 ppm (16) seviyesine göre %15-100 oranında çinko noksanlığı bulunduğu ortaya konmuştur (Tablo 2). Bu çalışmada elde edilen serum çinko değeri, benzer bölgelerde iki yıl önce yapılan (13) çalışma sonuçlarına ( $0.22 \pm 0.01$  ppm) göre daha yüksek düzeyde bu-

lunmuştur. Bu sonuç, Wildeus (40)'un aynı bölge fakat farklı mevsimlerde serum ve doku mineral düzeylerinin değişebileceği bildirişi ile uyum içindedir.

Yün çinko değerlerinin hayvan vücudundaki çinko düzeyi hakkında önemli bilgiler verdiği bildirilmektedir (9). Koyunlarda yün çinko düzeyi 53.32 ppm (2); 98.75 ppm (22); 115 ppm (8) olarak bildirilmektedir. Yapılan bu araştırmada yün çinko ortalama düzeyi  $48.51 \pm 2.26$  ppm olarak tespit edilmiş, bölgelere göre  $42.02 \pm 5.02$  ile  $63.03 \pm 3.51$  ppm düzeylerinde bir dağılım göstermiştir (Tablo 1). Saptanan ortalama değer, Aluntaş (2) ve Burns (8)'ün bildirdiği değerlerden düşük olduğu görülmektedir. Yapılan analizde yün çinko düzeyi ile serum çinko değerleri arasında bir ilişki bulunmamıştır. Bazı araştırmacılara göre serum ile yün çinko değerleri arasında bir ilişki varken, bazılarına göre ise bu ilişki zayıf bulunmuştur (26,38).

Toprak ve bitki mineral düzeyleri yönünden kapsamlı bir araştırmanın yapılmadığı Hatay bölgesinde, meraya dayalı yetiştirme dönemi sonrasında serum ve yün örneklerinde bakır ve çinko düzeyleri araştırılmıştır. Araştırmaya alınan hayvanlarda bakır düzeyinin yetersizlik sınırına yakın veya altında; çinko düzeyinin ise normalin altında olduğu saptanmıştır. Bu dönemde meraya ilaveten hayvanlara bakır ve çinko takviyelerinin yapılması gerektiği söylenebilir. Bölge su kaynakları, toprak ve mera bitkileri mineral içeriklerinin belirlenmesinin bölge hayvancılığı için yararlı olacağı kanısına varılmıştır.

### Kaynaklar

1. Alonso ML (2000): *Arsenic, cadmium, lead, copper and zinc in cattle from Galicia, NW Spain*. Sci Total Environ, **246**, 237-248.
2. Altıntaş A, Uysal H, Yıldız S, Goncagül T (1990): *Akkaraman ve melezlerinde serum ve yapağı örneklerinde karşılaştırmalı mineral durumu*. Lalahan Hay Araş Enst Derg, **30**, 40-56.
3. Antaplı M (1990): *Koyunların kanında çinko seviyeleri ile karbonik anhidraz aktiviteleri arasındaki ilişkilerin araştırılması*. Doğa Tr J Vet Anim Sci, **14**, 272-281.
4. Başpınar N (1989): *Gebe koyunlarda vitamin C, seruloplazmin, glikoz ve hemoglobin değerlerinin postpartum ilk aya kadar değişimleri ve bu parametreler arasındaki ilişkiler*. Doktora Tezi. SÜ Sağ Bil Enst, Konya.
5. Bayşu N, DüNDAR Y, Bayrak S (1984): *Koyun ve kuzularda yün ve kan bakır değerleri arasındaki ilişki ve bunun diagnostik önemi*. Doğa Bil Der, **8**, 117-122.
6. Berg JM (1990): *Zinc finger domains: Hypotheses and current knowledge*. Ann Rev Biophys Chem, **19**, 405-421.
7. Brown DR (2001). *Copper and prion disease*. Brain Res Bull, **55**, 165-173.
8. Burns RH, Johnston A, Hamilton JW, McCollach RJ, Duncan We, Fisk HG (1964): *Minerals in domestic wools*. J Anim Sci, **23**, 5-11.
9. Burtis CA, Ashwood ER (1999): *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. 3<sup>rd</sup> Ed. WB Saunders Company. Philadelphia.
10. Colombo JP, Richterich R (1964): *Zur bestimmung des caeruloplasm in plasma*. Schweiz Med Wschr, **94**, 715-720.
11. Combs DK, Goodrich RD, Meiske JC (1982): *Mineral concentrations in hair as indicator of mineral status*. A review. J Anim Sci, **54**, 391-398.
12. Çimtay İ (1999): *Sığır, koyun ve keçilerde bakır yetersizliği ve önemi*. T Vet Hek Dern Derg, **11**, 15-20.
13. Erdoğan S, Ergün Y, Erdoğan Z, Konaş T (2002): *Hatay bölgesinde merada yetiştirilen koyun ve keçi serumlarında bazı mineral madde düzeyleri*. Türk J Vet Anim Sci, **26**, 177-182.
14. Ergün A (1983): *Zinc metabolism and deficiency in domestic animals*. Ankara Üniv Vet Fak Derg, **30**, 308-316.
15. Evans GW, Wiederanders RE (1967): *Blood copper variation among species*. Amer J Physiol, **213**, 1183-1185.
16. Faye B, Kamil M, Labonne M (1990): *Teneur en oligo-elements dans les fourrages et le plasma des ruminants domestiques en Republique de Djibouti*. Rev Elev Med Vet Pays Trop, **43**, 365-373.
17. Haenlein GFW (1980): *Mineral nutrition of goats*. J Dairy Sci, **63**, 1729-1748.
18. Howard JL (1986): *Current Veterinary Therapy 2. Food Animal Practice*. WB Saunders Company, Philadelphia.
19. Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML (1997): *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5<sup>th</sup> Ed. Academic Press, London.
20. Kaya N, Utlü N, Uyanık BS, Özcan A (1998): *The serum zinc and copper values of the Morkaraman and Tuj sheep grown up in the pasture conditions in and around Kars*. Tr J Vet Anim Sci, **22**, 399-402.
21. Kirk DJ, Greene LW, Schelling GT, Byres FM (1985): *Effect of monensin on Mg, Ca, P and Zn metabolism and tissue concentrations in lambs*. J Anim Sci, **60**, 1485-1490.
22. Kurt D, Denli O, Kanay Z, Güzel C, Ceylan K (2001): *Diyarbakır bölgesi Akkaraman koyunlarında kan serumunda Cu, Zn, Se ve yünde Cu, Zn düzeylerinin araştırılması*. Türk J Vet Anim Sci, **25**, 431-436.
23. Lamand M (1975): *Les mineraux et les vitamines*. Point Vet, **1**, 135-142.
24. Lorenz PP, Gibb FM (1975): *Ceruloplasm activity as in indication of plasma copper levels in sheep*. NZ Vet J, **23**, 1-3.
25. Marcos ER (1982): *Valores poblacionales de parametros sanguineos, segun estado de lactancia y epoca del*. Ano Rev Med Vet, **63**, 260-278.
26. Mastens DG, Somers M (1980): *Zinc status of grazing sheep: Seasonal changes in zinc concentrations in plasma, wool and pastures*. Austr J Exp Agr Anim Husband, **102**, 20-24.
27. McDowell LR (1992): *Minerals in Animals and Human Nutrition*. Academic Press, New York.
28. Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW (1996): *Harper's Biochemistry*. 24<sup>th</sup> Ed. Appleton and Lange, USA.

29. **Ozan S** (1985): *Karacabey Merinos koyunlarında yapığı dökümü ile kanda çinko bakır düzeyleri arasında ilişkiler*. Selçuk Üniv Vet Fak Derg, **1**, 133-142.
30. **Salvin W** (1968): *Atomic Absorption Spectroscopy*. Chemical Analysis, **25**, 87-90.
31. **Serpek B, Başpınar N, Soysal S** (1989): *Konya ili ve çevresinde yetiştirilen koyunlarda hipokuprozis tanısı ve tedavisi amacıyla serum serüloplazmin konsantrasyonlarının saptanması*. İstanbul Üniv Vet Fak Derg, **15**, 1-7.
32. **SPSS Inc** (1960): *SPSS for Windows 9.3. Base System User's Guide, Release 9.0*. Copyright 1998 by SPSS Inc. Printed in the USA.
33. **Stahr HM** (1991): *Analytical Methods in Toxicology*. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons Inc, New York.
34. **Şahin T** (1999): *Endoparazitli koyunlarda bazı iz elementler ve biyokimyasal parametrelerin seviyeleri üzerine araştırmalar*. Doktora tezi. YYÜ. Sağ Bil Enst, Van.
35. **Şendil Ç, Bayşu N, Ünsüren H, Çelikkın M** (1975): *Yurdumuzda enzootik ataksinin varlığı ve ensidansı üzerinde çalışmalar*. Elazığ Vet Fak Derg, **2**, 38-52.
36. **Tiftik AM, Doğanay S** (1997): *İzmir bölgesi koyunlarında kan serumu bakır (Cu), demir (Fe), total demir bağlama kapasitesi (TDBK) ve çinko (Zn) düzeylerinin araştırılması*. Vet Bil Derg, **13**, 147-156.
37. **Underwood EJ, Suttle NF** (2000): *The Mineral Nutrition of Livestock*. 3<sup>rd</sup> Ed. CABI Publishing, Edinburgh.
38. **White CL, Martin GB, Hynd PI, Chopeman RE** (1994): *The effect of zinc deficiency on wool growth and skin and wool follicle histology of male Merino lambs*. Br J Nutr, **71**, 425-435.
39. **Wiener G** (1969): *The concentration of minerals in the blood of genetically diverse groups of sheep. I. Copper concentration at different seasons in blackface Cheviot, Welsh Mountain and Crossbred sheep at pasture*. J Agric Sci Camb, **72**, 93-101.
40. **Wildevus D, McDowell LR, Fugle JR** (1992): *Season and location effects on serum and liver mineral concentrations of senepol cattle on St Croix, Virgin Islands*. Trop Anim Hlth Prod, **24**, 223-230.
41. **Wong BS, Brown DR, Pan T, Whiteman M, Liu T, Bu X, Li R, Gambetti P, Olesik J, Rubenstein R, Sy MS** (2001): *Oxidative impairment in scrapie-infected mice is associated with brain metals perturbations and altered antioxidant activities*. J Neurochem, **79**, 689-698.

Geliş tarihi: 2.4.2002 / Kabul tarihi: 13.5.2002

**Yazışma adresi:**

Yrd. Doç. Dr. Suat Erdoğan  
Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi,  
Biyokimya Anabilim Dalı  
31040 Antakya/Hatay  
E-mail: serdogan@mku.edu.tr