

Akkaraman Kuzularda Bakır Yetersizliğinin ve Rasyona Bakır İlavesinin Bazı Hematolojik Parametreler, Yapağı Verimi, Yem Tüketimi ve Canlı Ağırlık Üzerine Etkisi

Hüdaî İPEK^{1*}

Ercan KESKİN²

¹Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, 63300, Şanlıurfa

²Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, 42075, Selçuklu-Konya
*e-posta: hudaiipek@harran.edu.tr

Özet: Akkaraman kuzularda bakır yetersizliğinin ve rasyona bakır ilavesinin bazı hematolojik parametreler, yapağı verimi, yem tüketimi ve canlı ağırlık artışına ilişkin parametreler üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlandığı bu çalışmada 3 aylık toplam 18 adet Akkaraman erkek kuzu kullanıldı. Hayvanlar; kontrol (K), bakırca yetersiz (Cu-) ve bakır ilaveli (Cu+) olmak üzere 3 eşit gruba ayrıldı. Altı aylık araştırma süresince K ve Cu- grupları 11 mg/kg, Cu+ grup 25 mg/kg bakır içeren rasyonla ad libitum olarak beslendi, Cu- gruba ilk 35 gün Amonyum tetratiyomolibdat (ATTM) günde bir kez deri altı verilirken, daha sonra araştırma bitene kadar yemlerine 30 ppm Molibden ve 250 ppm sülfat ilave edildi.

Kan örnekleri jugular venden 6 ay süreyle ayda bir kere alındı. Alyuvar sayısı 3 ve 6. aylarda, ortalama alyuvar hemoglobin derişimi 3., 5. ve 6. aylarda, hemoglobin miktarı ve plazma bakır seviyesi 2. aydan itibaren çalışma bitene kadar bakırca yetersiz grupta diğer gruplara nazaran önemli oranda daha düşük kaydedildi. Buna karşın, sedimentasyon hızı 3 ve 4. aylarda daha yüksek bulundu ($p < 0,05$). Yem tüketimi, yapağı verimi ve canlı ağırlık artışına ilişkin parametreler yönünden gruplar arası farklılık istatistiksel açıdan önemsizdi ($p > 0,05$).

Sonuç olarak elde edilen bulgular; bakır yetersizliğinin ve rasyona bakır ilavesinin bazı hematolojik parametreler, yapağı verimi yem tüketimi ve canlı ağırlık artışına ilişkin parametrelerde meydana gelen değişikliklerin ortaya konması ile bu konuda yapılacak çalışmalara kaynak teşkil etmesi bakımından yararlı olacağı kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bakır, canlı ağırlık, hematolojik parametreler, yem tüketimi, kuzu

Effects of copper deficiency and copper supplementation to the ration on some haematological parameters, wool yield, body weight and feed consumption in Akkaraman lambs.

Summary: Effects of copper deficiency and copper supplementation to the ration on some haematological parameters, wool yield, body weight and feed consumption in Akkaraman lambs.

Summary: This study was conducted to determine the effects of copper deficiency and copper supplementation to the ration on some haematological parameters, wool yield, body weight and feed consumption in Akkaraman lambs. In this study, a total of 18 male Akkaraman lambs, aging 3 months were used. The animals were equally divided into three groups as copper deficient (Cu-), control (C) and copper supplemented (Cu+). While the control and copper deficient groups were fed with a ration containing 11 mg/kg, copper supplemented group was fed with a ration containing 25 mg/kg copper *ad libitum* for 6 months. Ammonium tetrathiomolibdate was depleted by subcutan injection to Cu- group for 35 days daily once, and then a ration of 30 mg/kg molybden and 225 mg/kg sulphate up to the end of the study was added to Cu- group.

Blood samples were taken from jugular vein at 30 day intervals during six mount. Erythrocyte counts (at 3rd and 6th mounts), mean corpuscular haemoglobin concentration (at 3rd, 5th and 6th mounts), haemoglobin amount and copper level (during 2nd-6th mounts) in blood samples were significantly ($p < 0,05$) lower in copper deficient than the other groups, but erythrocyte sedimentation was higher in Cu- at 3rd and 4th mounts. No significant differences were found in wool yield feed consumption and body weight between the experimental and the control groups ($p > 0,05$).

In conclusion, the determination of Cu deficient and Cu supply to ration are thought to explain the changes related to body weight increase, feed consumption, wool yield and various haematological parameters in lambs, and to shed light on future studies on this subject in this species.

Key word: Copper, body weight, hematological parameters, feed consumption, lamb

GİRİŞ

Bakırın hematopoiezis için gerekli olduğunun gözlemlenmesinden sonra, birçok biyolojik işlevin yerine getirilebilmesinde bakırın diyetle yeteri kadar bulunması gerektiği kanısına

varılmıştır (Evans, 1973). Organizmada hücre solunum, kemik oluşumu, uygun kardiyak fonksiyon, bağdoku gelişimi, m. spinalisin miyelinizasyonu, keratinizasyon ve doku

* Akkaraman Kuzularda Bakır Yetersizliğinin ve Rasyona Bakır İlavesinin Bazı Hematolojik Parametreler, Yapağı Verimi, Yem Tüketimi ve Canlı Ağırlık Üzerine Etkisi adlı doktora tezinden özetlenmiştir.

pigmentasyonu gibi işlevler için bakıra ihtiyaç duyulur. Ayrıca bakır içeren enzimlere, çeşitli redoks reaksiyonları ve amin metabolizması ile alyuvar ve akyuvarların üretimi için gereksinim vardır (Wachnik, 1988; Keen ve Graham, 1989; McDowell, 1992). Bakır fizyolojik olarak önemli metalloenzimler olan sitokrom c oksidaz, lizil oksidaz, triptofan oksijenaz, dopamin β hidroksilaz, askorbat oksidaz, süperoksit dismutaz, tirozinaz, katalaz, monoamin oksidaz, amin oksidaz, polifenol oksidaz, lesitin, kolesterol asiltransferaz, postheparin plazma lipoprotein lipaz, mikrozomal heme oksijenaz ve ürikaz enzimlerinin esansiyel bir komponentidir (Blood ve ark., 1983; Serpek, 1983; Wachnik, 1988; Keen ve Graham, 1989; McDowell, 1992; Kaya ve ark., 1998). Bakır hemoglobinin yapısında bulunmaz, fakat hemoglobin sentezi için demir kullanımında katalizör olarak görev yapmaktadır. Ayrıca, demirin emilimi ve mobilizasyonunda da anahtar rol oynamaktadır (Blood ve ark., 1983).

Bakırın kan parametreleri üzerine etkisi, rasyonda bulunan bakır miktarı ile rasyonun protein ve mineral madde içeriğine göre farklılık göstermektedir. Deneysel olarak bakır yetersizliği oluşturulan düvelerde hemoglobin miktarının düştüğü (Bingley, 1974), sığırlarda ise monosit ve B lenfosit sayıları ile nötrofil aktivitesinde azalmalar görüldüğü belirtilmiştir. Ayrıca düşük bakır içeren rasyonla beslenen sçanlarda alyuvar sayısı, hematokrit değer ve hemoglobin miktarında önemli oranda düşüşler görüldüğü kaydedilmiştir (Van Houwelingen ve ark., 1993). Bakır yetersizliği bulunan kişilerde de benzer şekilde alyuvar ve nötrofil sayılarında azalmalar ile alyuvarlarda şekil bozukluklarının görüldüğü, bakır verilerek bu değişimlerin düzeltildiği bildirilmektedir (Tamura ve ark., 1994).

Koyun rasyonlarına 10, 20, 30 ppm düzeyinde bakır ilavesinin yapıldığı bir çalışmada alyuvar ve akyuvar sayıları ile hemoglobin miktarı ve hematokrit değerinde herhangi bir farklılığın tespit edilemediği belirtilmiştir. (Eckert ve ark., 1999). Buna karşın koyunlarda rasyona 75, 100, 200 ppm düzeyinde bakır ilavesinin yapıldığı diğer bir çalışmada ilk 24 günde herhangi bir değişim görülmemesine karşın 40. gün sonrasında hemoglobin miktarı ve hematokrit değerinde azalmalar görüldüğü bildirilmiştir (Sasu ve ark., 1971)

Bu yüzden, bakır yetersizliği biyolojik ve ekonomik yönden büyük sorunlara yol açması nedeniyle, bu çalışmada bakır yetersizliğinin ve rasyona bakır ilavesinin Akkaraman kuzularda bazı hematolojik parametreler, canlı ağırlık, yapağı verimi ve yem tüketimi üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Çalışmada materyal olarak sağlıklı, yaklaşık 3 aylık ve canlı ağırlıkları ortalama 16 kg olan 18 adet erkek Akkaraman kuzu kullanıldı. Deneme

başlangıcında hayvanlar aynı gün kırılarak esas araştırma periyoduna geçildi. Hayvanlar tartılarak ortalama canlı ağırlıkları Kontrol (K), bakırca yetersiz (Cu-) ve bakır ilave (Cu+) gruplarda sırasıyla; 16±0.52, 16±0.58 ve 16±0.63 olacak şekilde 3 eşit gruba ayrıldı. Rasyondaki bakır miktarı ölçülerek Cu+ grubun rasyonuna kuru maddede 25 mg/kg olacak şekilde bakır sülfat ilave edildi. Cu- gruba kontrol rasyonu verilirken, bakır eksikliği oluşturmak amacıyla hayvan başına 27 mg amonyum tetratiyomolibdat 35 gün süreyle deri altı enjekte edildi (Hucker ve Yong, 1986). Daha sonraki dönemde, oluşturulan bakır eksikliğinin sürekliliğini sağlamak amacıyla, hayvanların yemlerine 30 ppm Molibden ve 225 ppm sülfat çalışma bitene kadar ilave edildi (Ceron ve ark., 1998). Araştırmada kullanılan kontrol rasyonunun kimyasal analizi Tablo 1'de verilmiştir. Kontrol, Cu- ve Cu+ gruplarında kullanılan rasyonların bakır miktarları sırasıyla 11, 11 ve 25 mg/kg olarak belirlendi. Hayvanlara verilecek konsantre yem kuzuların gereksinimine uygun olarak hazırlandı (kuzu yemi- Kuzucu Yem San. Tic Ltd. Şti. Konya). Kaba yem olarak saman kullanıldı. Hayvanlar ad libitum beslendi. Hayvanlara % 60 kaba ve % 40 konsantre yem günlük olarak tartılarak verilip artan yemler yine tartılarak alındı. Önerinde sürekli temiz su bulunduruldu. Araştırmada kullanılan kimyasal maddeler Merck firmasından temin edildi.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan kontrol rasyonunun kimyasal analizi

Kuru madde	%88	Ham protein	%16
Ham seluloz	%10	Ham yağ	%1.77
Ham kül	%8	Kalsiyum	%0.9
Fosfor	%0.6	Bakır	11 ppm

Amonyum tetratiyomolibdat (ATTM) çözeltisinin hazırlanması: Amonyum tetratiyomolibdat, amonyum molibdat çözeltisinden Kipp cihazı vasıtasıyla H₂S gazının geçirilmesiyle elde edildi. Oluşan ATTM kristalleri, % 0,9'luk NaCl ile 20 mg ATTM/ml olacak şekilde hazırlandı (Gordon ve Hill, 1981). Daha sonra bu karışım otoklavda sterilize edildi.

Hematolojik Analizler: Kan örnekleri 6 ay süreyle ayda bir kere alındı. Alyuvar ve akyuvar sayıları hemositometrik, hemoglobin miktarı Sahli'nin asit hematin, sedimentasyon hızı Westergreen, hematokrit değer mikrohematokrit santrifüj yöntemiyle belirlendi (Konuk, 1981). Ortalama alyuvar hacmi (OAH), ortalama alyuvar hemoglobini (OAHb) ve ortalama alyuvar hemoglobin derişimi (OAHbD) bilinen formüller yardımıyla hesaplandı (Yılmaz, 2000). Plazma bakır seviyeleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi'nde (Buck Scientific 200A) ölçüldü.

Hayvanların canlı ağırlık, yem tüketimi ve yapağı verimlerinin belirlenmesi: Hayvanlar her ay tartılarak canlı ağırlıkları belirlendi. Saman ve konsantre yem sabah ve akşam tartılarak verilirken, her sabah yemliklerdeki ağıl kokusu sinmiş yemler ile karışık halde olan saman toplanarak biriktirildi ve haftalık olarak tartılarak yem tüketimleri kaydedildi. Hayvanlar araştırma sonunda kırılarak kirliliği yapağı verimi belirlendi.

İstatistiksel Analizler: Araştırmada elde edilen verilerin gruplar ve aylar arasındaki farklılıklarının belirlenmesi Varyans analizi ve farklılıkların önem kontrolü ise çoklu karşılaştırma testi (Duncan's Multiple Range Test) SPSS (9.0) paket programı yardımıyla yapıldı.

BULGULAR

Akkaraman kuzularda bazı hematolojik parametreler, canlı ağırlık, yapağı verimi ve yem tüketimi üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlandığı bu çalışmada, özellikle hematolojik parametrelerde önemli ($p < 0.05$) düzeyde farklılıklar gözlemlendi.

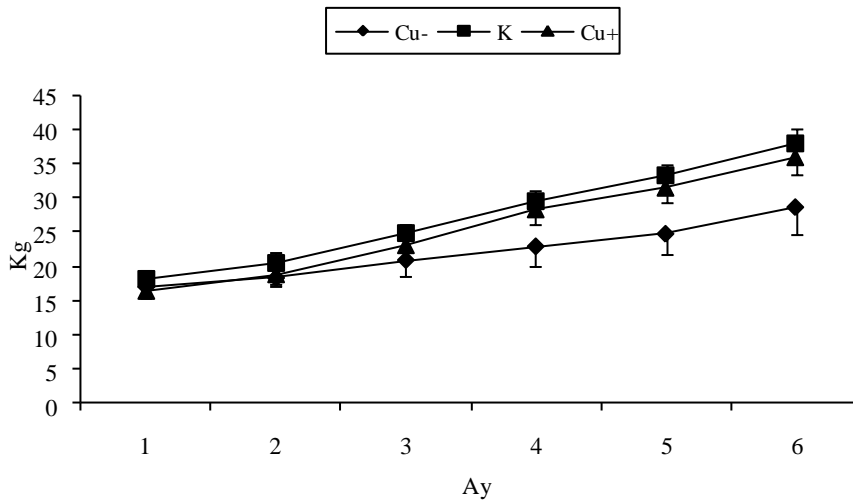
Birinci ay dışında Cu- gruptaki plazma bakır düzeyleri diğer gruplara göre önemli oranda daha düşük ($p < 0,05$), Cu+ grupta ise ilk iki ay dışında daha yüksek belirlendi ($p < 0,05$). Plazma bakır düzeyi, K grubunda tüm araştırma boyunca, Cu- grupta birinci ay hariç tutulursa diğer aylarda farksızken, Cu+ grupta 3. aydan itibaren çalışma sonuna kadar önemli ($p < 0,05$) düzeyde artış gösterdi. (Tablo II)

Alyuvar sayısının 3. ve 6., hematokrit değer 2. ve 3. aylarda ve Hb miktarı da ilk ay dışında tüm aylarda Cu- grupta diğer gruplara nazaran daha düşük olduğu gözlemlendi. Hemoglobün düzeyi açısından Cu- grupta aylar arasında önemli bir fark bulunamazken, K ve Cu+ gruplarda bazı aylar arasında önemli farklılıklar belirlendi ($p <$

0,05). Hematokrit değer yönünden ise grup içi örnekleme zamanları arasında herhangi bir farklılık gözlemlenmedi (Tablo II).

Sedimentasyon hızı 1. ve 2. saat değerleri grup içi örnekleme zamanları arasında herhangi bir farklılık göstermezken, 3. ve 4. aylarda Cu- grubun 1. saat değerlerinin diğer gruplarınkine göre daha yüksek olduğu anlaşıldı ($p < 0,05$). Yirmi dördüncü saatte elde edilen değerlerde gruplar arasındaki fark önemsiz, grup içi aylar arasındaki fark yönünden ise tüm grupların 1. ay değerleri diğer aylarından önemli düzeyde daha düşük bulundu ($p < 0,05$; Tablo III). Akyuvar sayıları, OAH, OAHb gerek gruplar gerekse aylar arasında farklılık göstermedi. Ortalama alyuvar hemoglobün derişimi değeri 3. ayda Cu- grupta K grubununkine göre anlamlı olarak yüksek bulunurken ($p < 0,05$), 5. ve 6. aylarda diğer gruplarınkinden önemli ($p < 0,05$) oranda düşük bulundu (Tablo III). Bakırca yetersiz grupta söz konusu değer yönünden aylar arası farklılık gözlemlenmezken K ve Cu+ gruplarda özellikle son üç örnekleme zamanında belirlenen değerler ilk üç örnekleme zamanına göre yüksekti ($p < 0,05$).

Canlı ağırlık artışı yönünden gruplar arasındaki farklılık önemli olmamakla birlikte K grubundaki hayvanlar Cu- gruptakilere göre daha fazla canlı ağırlık artışı sağladıkları anlaşıldı. Bu parametrenin grup içi değerlerinde ise, tüm gruplarda aylar arasında önemli oranda farklılık belirlendi ($p < 0,05$; Grafik I). Yapağı verimi; Cu-, K ve Cu+ gruplarda sırasıyla $573,8 \pm 77,2$ g, $789,2 \pm 57,9$ g, $738,8 \pm 61,8$ g bulundu. Yem tüketimi ise Cu-, K ve Cu+ gruplarda sırasıyla $210,3 \pm 28,4$ kg, $241,0 \pm 28,8$ kg, $237,5 \pm 29,9$ kg olarak kaydedildi. Yapağı verimi ve aylık ortalama yem tüketimi yönünden, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmedi.



Grafik 1: Akkaraman kuzularda kontrol (K) ve deneme (Cu- ve Cu+) gruplarına ait aylık ortalama canlı ağırlık kazancı (n=6)

Tablo 2. Kontrol (K) ve Deneme (Cu⁻ ve Cu⁺) gruplarına ait bazı hematolojik parametreler (n=6, x±SEM)

PARAMETRELER	GRUPLAR	ÖRNEKLEME ZAMANI (AY)					
		1	2	3	4	5	6
PLAZMA BAKIR (µg/ml)	Cu-	0.69 ± 0.01 ^a	0.55 ± 0.02 ^{b, X}	0.52 ± 0.01 ^{b, X}	0.48 ± 0.02 ^{b, X}	0.46 ± 0.03 ^{b, X}	0.45 ± 0.05 ^{b, X}
	K	0.66 ± 0.01	0.68 ± 0.01 ^Y	0.63 ± 0.01 ^Y	0.62 ± 0.01 ^Y	0.64 ± 0.01 ^Y	0.65 ± 0.01 ^Y
	Cu+	0.65 ± 0.01 ^a	0.69 ± 0.01 ^{a, Y}	0.80 ± 0.01 ^{b, Z}	0.84 ± 0.01 ^{bc, Z}	0.88 ± 0.01 ^{c, Z}	1.02 ± 0.04 ^{d, Z}
ALYUVAR (x10 ⁶ /mm ³)	Cu-	10.818 ± 0.671	9.740 ± 0.928	8.636 ± 0.919 ^X	9.327 ± 0.729	9.636 ± 0.775	9.148 ± 0.903 ^X
	K	12.654 ± 0.573	12.217 ± 0.465	10.878 ± 0.357 ^Y	10.894 ± 0.650	11.806 ± 0.607	11.595 ± 0.334 ^Y
	Cu+	12.702 ± 0.414	11.475 ± 0.598	11.317 ± 0.542 ^Y	11.771 ± 0.668	10.854 ± 0.482	11.672 ± 0.434 ^Y
AKYUVAR (x10 ³ /mm ³)	Cu-	9.467 ± 0.610	8.017 ± 0.356	9.037 ± 0.286	8.067 ± 0.445	7.750 ± 0.493	8.383 ± 0.133
	K	8.683 ± 0.272	7.673 ± 0.331	8.550 ± 0.342	8.733 ± 0.369	8.250 ± 0.299	7.817 ± 0.541
	Cu+	8.350 ± 0.228	7.817 ± 0.145	8.433 ± 0.189	8.267 ± 0.414	7.800 ± 0.583	7.667 ± 0.396
HEMOGLOBİN (g/dl)	Cu-	10.53 ± 0.48	9.13 ± 0.67 ^X	8.57 ± 0.43 ^X	9.13 ± 0.65 ^X	9.83 ± 0.79 ^X	9.26 ± 0.73 ^X
	K	11.87 ± 0.38 ^a	10.83 ± 0.23 ^{b, Y}	10.13 ± 0.09 ^{c, Y}	11.23 ± 0.14 ^{abd, Y}	12.10 ± 0.28 ^{ad, Y}	12.00 ± 0.21 ^{ad, Y}
	Cu+	11.60 ± 0.29 ^a	11.30 ± 0.27 ^{ac, Y}	10.57 ± 0.25 ^{bc, Y}	10.87 ± 0.13 ^{bc, Y}	12.37 ± 0.17 ^{d, Y}	11.87 ± 0.06 ^{a, Y}
HEMATOKRİT (%)	Cu-	30.17 ± 1.08	25.33 ± 1.89 ^X	23.33 ± 0.95 ^X	26.50 ± 1.59	27.17 ± 1.85	27.50 ± 2.00
	K	32.50 ± 0.95	32.00 ± 1.10 ^Y	31.33 ± 0.88 ^Y	29.67 ± 1.52	29.33 ± 0.66	29.67 ± 0.61
	Cu+	32.00 ± 1.13	30.83 ± 0.98 ^Y	31.17 ± 0.74 ^Y	30.83 ± 0.91	30.00 ± 0.51	30.17 ± 0.30

^{a, b, c, d, e} ; aynı satırdaki parametreye ait aylar arası farklılık önemli (p<0.05).

X, Y, Z; aynı sütundaki aya ait gruplar arası farklılık önemli (p<0.05).

Tablo3. Kontrol (K) ve Deneme (Cu⁻ ve Cu⁺) gruplarına ait bazı hematolojik parametreler (n=6, x±SEM)

PARAMETRELER	GRUPLAR	ÖRNEKLEME ZAMANI (AY)					
		1	2	3	4	5	6
SEDİMENTASYON HIZI 1.SAAT (90 ⁰) (mm/saat)	Cu-	0.68 ± 0.08	0.68 ± 0.12	0.80 ± 0.05 X	0.78 ± 0.10 X	0.78 ± 0.10	0.63 ± 0.10
	K	0.52 ± 0.04	0.53 ± 0.02	0.60 ± 0.05 Y	0.48 ± 0.01 Y	0.58 ± 0.06	0.47 ± 0.02
	Cu+	0.48 ± 0.05	0.58 ± 0.09	0.60 ± 0.02 Y	0.47 ± 0.02 Y	0.55 ± 0.05	0.45 ± 0.02
SEDİMENTASYON HIZI 2.SAAT (90 ⁰) (mm/saat)	Cu-	1.72 ± 0.10	1.93 ± 0.13	1.77 ± 0.15	1.85 ± 0.15	1.82 ± 0.11	1.82 ± 0.07
	K	1.58 ± 0.22	1.80 ± 0.12	1.73 ± 0.95	1.78 ± 0.91	1.70 ± 0.68	1.70 ± 0.63
	Cu+	1.70 ± 0.51	1.77 ± 0.55	1.65 ± 0.34	1.68 ± 0.54	1.63 ± 0.42	1.60 ± 0.36
SEDİMENTASYON HIZI 24.SAAT (90 ⁰) (mm/saat)	Cu-	9.15 ± 0.06 ^a	10.03 ± 0.18 ^b	10.45 ± 0.17 ^b	10.93 ± 0.36 ^b	10.51 ± 0.49 ^b	10.25 ± 0.23 ^b
	K	9.38 ± 0.06 ^a	10.65 ± 0.20 ^b	10.86 ± 0.16 ^b	10.93 ± 0.28 ^b	10.63 ± 0.35 ^b	10.90 ± 0.50 ^b
	Cu+	9.43 ± 0.21 ^a	10.26 ± 0.16 ^b	10.60 ± 0.19 ^b	10.80 ± 0.19 ^b	10.50 ± 0.56 ^b	10.67 ± 0.22 ^b
OAH (μ ³)	Cu-	28.25 ± 1.27	26.40 ± 1.50	28.17 ± 2.24	28.77 ± 0.94	28.47 ± 0.70	31.07 ± 2.54
	K	25.90 ± 0.92	26.35 ± 0.82	28.90 ± 1.54	27.58 ± 1.66	25.17 ± 1.22	25.67 ± 0.46
	Cu+	25.28 ± 1.04	27.17 ± 1.24	27.77 ± 0.86	26.73 ± 1.92	27.97 ± 1.07	26.12 ± 0.98
OAHb (pgr)	Cu-	9.79 ± 0.31	9.56 ± 0.61	10.48 ± 0.61	10.21 ± 0.41	10.49 ± 0.17	10.66 ± 0.57
	K	9.43 ± 0.34	9.25 ± 0.26	9.41 ± 0.32	10.35 ± 0.53	10.32 ± 0.59	10.20 ± 0.22
	Cu+	9.19 ± 0.22	9.99 ± 0.41	9.50 ± 0.55	9.42 ± 0.62	10.75 ± 0.25	10.29 ± 0.42
OAHbD (%)	Cu-	34.88 ± 0.68	36.08 ± 1.06	36.70 ± 1.03 ^X	36.69 ± 1.11	36.00 ± 0.73 ^X	33.72 ± 1.21 ^X
	K	36.60 ± 1.27 ^{ac}	33.96 ± 0.82 ^{ab}	32.46 ± 0.96 ^{b, Y}	40.99 ± 2.40 ^c	41.02 ± 1.50 ^{c, Y}	40.48 ± 0.61 ^{c, Y}
	Cu+	36.34 ± 0.73 ^a	36.71 ± 0.71 ^a	34.03 ± 1.29 ^{a, X}	40.29 ± 1.36 ^b	41.30 ± 1.10 ^{b, Y}	39.35 ± 0.35 ^{b, Y}

^{a, b, c, d, e} ; aynı satırdaki parametreye ait aylar arası farklılık önemli (p<0.05).

X, Y, Z; aynı sütundaki aya ait gruplar arası farklılık önemli (p<0.05).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Akkaraman kuzularında bakır yetersizliğinin ve rasyona bakır ilavesinin bazı hematolojik parametreler, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yapağı verimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Plazma bakır düzeyinde Cu- grupta ilk örnekleme zamanından itibaren tedrici bir azalma gözlemlendi ($p < 0.05$). Bu seviye bakır yetersizliği için kritik sınır olan $0.6 \mu\text{g/ml}$ (Underwood, 1977) düzeyinden daha düşüktü. Kontrol grubunda aylar arasında farklılık gözlenmezken bakır ilaveli grupta önemli ($p < 0.05$) oranda artış gözlemlendi. Gruplar arasındaki farklılık ise ilk ay hariç diğer aylarda, K grubunda Cu- gruptakine göre, Cu+ grupta ise K ve Cu- gruplarına göre önemli düzeyde yüksekti ($p < 0.05$). K ve Cu+ grup değerleri Kaya ve ark. (1998)'nin kaydettiği değerlere göre yüksek, Antaplı (1990) ve Alkan (1998)'nin bildirdikleri değerlere ise daha yakın olduğu anlaşıldı.

Cu- gruptaki alyuvar sayısı 3. ve 6. aylarda önemli ($p < 0.05$) olmak üzere tüm örnekleme zamanlarında diğer gruplardan daha düşüktü. Bu değerler yine de sağlıklı bir koyundaki değişim sınırları içerisindeydi (Yılmaz, 2000). Bakır yetersizliğinin semptomlarından olan aneminin (Underwood, 1977) bu çalışmada görülmemesi, ileri düzeyde ve uzun süreli bakır yetersizliğinin oluşturulmasına bağlanabilir. Nitekim bazı çalışmalarda alyuvar sayısında bir azalma görülmediği belirtilirken (Tamura ve ark., 1994, Dashti ve ark., 1995), hematopoezisin etkilenmesi için kan bakır limitinin koyunlarda $0.10-0.12 \mu\text{g/ml}$ olması gerektiği ileri sürülmektedir (Underwood, 1977). Diğer taraftan ratlarda yapılan bazı çalışmalarda (Jain ve Williams, 1988, Van Houwelingen ve ark., 1993) bakırca yetersiz gruptaki hayvanların alyuvar sayısının kontrol grubuna göre önemli oranda azalması bu çalışmadaki bulguları doğrulamaktadır. Alyuvar sayısının azalması; alyuvarların daha fragil hale gelmeleri, anizositoz ve çeşitli deformatelere bağlı yaşam sürelerinin kısalmasına ve yapılarının aksamasına bağlanabilir. Eckert ve ark. (1999) nın koyun yemlerine bakır sülfat ilavesinin alyuvar sayısında herhangi bir değişikliğe yol açmadığı şeklindeki bildirim ile paralel olarak, bu çalışmada Cu+ grupta elde edilen değerler bütün örnekleme zamanları boyunca kontrol grubuna göre önemli bir farklılık göstermedi. Domuzlarda yüksek düzeyde verilen bakırın eritrosit sayısında azalmaya yol açtığı belirtilirken, çalışmada bakır ilavesinin eritrosit sayısında değişikliğe yol açmamasının nedeni, bakırın hayvanların tolere edebileceği miktarlarda verilmesiyle açıklanabilir (Shurson ve ark., 1990).

Çalışmada belirlenen hemoglobin miktarı ilk örnekleme zamanı hariç diğer örnekleme zamanlarında bakır yetersiz grupta diğer gruplara nazaran önemli düzeyde ($p < 0.05$) düşük bulunması, düve (Bingley, 1974), ve kuzularda

(Suttle ve ark., 1987) yapılan çalışmalarda hemoglobin miktarının bakır yetersizliğinde önemli oranda düştüğü bildirimleriyle uyum içindedir. Hemoglobin miktarındaki düşme, iştahın azalmasına paralel olarak az yem tüketilmesi ve bakırın önemli rolü nedeniyle demir metabolizmasında aksaklıkların oluşumu ile açıklanabilir. Bakır ilaveli grupta elde edilen değerler ile kontrol grubu arasında fark bulunmaması, koyunlarda bakır ilavesinin hemoglobin miktarında önemli bir değişikliğe yol açmadığı yönündeki bildirimler ile uyum içindedir (Eckert ve ark., 1999). Buna karşın buzağılarda yüksek miktarda bakır ilavesinin hemoglobin miktarını artırdığına ilişkin bildirimlerde bulunmaktadır (Givens ve ark., 1988).

Hematokrit değerinin, domuz (Schoenemann ve ark., 1990) ve keçilerde (Frank ve ark., 2000) bakır yetersizliğine bağlı olarak azaldığı yönündeki bildirimlerine uygun olarak, bu çalışmada da Cu- grupta 2. ve 3. aylarda önemli olmak üzere ($p < 0.05$) tüm örnekleme zamanlarında diğer gruplara oranla daha düşük bulundu ($p < 0.05$). Bu durum, aynı grupta gözlenen alyuvar sayısındaki azalmalara bağlanabilir. Cu+ grupta ise, kontrol grubuna göre herhangi bir değişiklik gözlenmedi. Benzer bulgular, domuz (Dove ve Haydon, 1991) ve koyunlarda (Eckert ve ark., 1999) yapılan çalışmalarda da elde edilen değerlere benzemektedir.

Alyuvar sayılarında gerek gruplar arasında, gerekse aylar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemsiz olması, Cerona ve ark. (1998)'nin molibden ve sülfat vererek sığırlarda oluşturdukları sekonder bakır yetersizliği bulguları ile paralellik göstermektedir.

Ortalama alyuvar hacmi ve OAHb değerleri, gruplar arasında istatistiksel farklılık göstermedi. Elde edilen değerler, Lewis ve ark. (1997) nın koyunlarda yaptıkları çalışmada elde ettikleri bulgularla uyum içindedir. Ortalama alyuvar hemoglobin derişiminin 3. aydaki kontrol grubu değerleri deneme gruplarına göre ($p < 0.05$), 5. ve 6. aylarda Cu- gruptaki elde edilen değerler ise diğer gruplardan elde edilen değerlere göre önemli düzeyde ($p < 0.05$) daha düşük bulunmakla birlikte, yine normal sınırlar içindedir (Yılmaz, 2000). Bu düşüş bakır yetersizliğinin bir belirtisi olan hemoglobin miktarındaki azalmaya bağlanabilir. Koyunlarda (Lewis ve ark., 1997) yapılan çalışmada rasyona bakır ilavesinin OAHb'de bir değişikliğe yol açmadığı yönündeki bildirimler bu çalışmadaki bulgularla benzerlik göstermektedir. Ortalama alyuvar hacmi, OAHb ve OAHbD değerleri üzerine; hematokrit değer, hemoglobin miktarı ve alyuvar sayısının etkisi, ayrıca bakır yetersizliğinin derecesi ve süresi ile ilave edilen bakırın düzeyi de dikkate alınırsa farklılıkların görülmesi mümkündür.

Çalışmada sedimentasyon hızı değerleri sağlıklı koyunlar için belirtilen (Yılmaz, 2000) değerlere benzerdi. Sedimentasyon hızı 1. saat değerleri 3. ve 4. aylarda önemli ($p < 0,05$) olmak üzere bütün örnekleme zamanları boyunca, Cu-grupta diğer gruplarından daha yüksek bulundu. Sedimentasyon hızı 2. ve 24. saat değerleri bakımından ise gruplar arasındaki farklılık önemsizdi. Sedimentasyon hızındaki artışın sebebi, Cu- gruptaki alyuvar sayısının diğer gruplara göre daha düşük olması ile açıklanabilir. Çünkü alyuvar sayısındaki azalmanın sedimentasyon hızını artırdığı belirtilmektedir (Yılmaz, 2000).

Ortalama yapağı verimi yönünden, gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulundu. Bakır yetersizliğinde; yapağı verim ve kalitesinin düşmesi birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Blood ve ark., 1983; McDowel, 1992). Araştırmada gruplar arasındaki fark oluşmamasının nedeni, ileri seviyede ve uzun süreli yetersizliğin oluşmamasından kaynaklanabilir. Araştırmada elde edilen yapağı verimlerinin ülkemizde aynı yaştaki toklularda belirtilen değerlerden düşük bulunmasının nedeni; çalışmanın Mayıs ayında kuzular kırılarak başlaması ve Ekim ayında bitirilmesiyle 6 aylık bir dönemi kapsaması olabilir (Başpınar ve ark., 1993).

Araştırmada Cu- grupta kaydedilen yem tüketimi ve canlı ağırlık ortalamaları bütün örnekleme zamanlarında istatistiksel açıdan önemsiz olmakla birlikte diğer gruplara göre daha düşük bulundu. Suttle (1986), buzağılardaki bakır yetersizliğinde büyümede gecikmeyle sıklıkla karşılaşıldıkça, kuzularda çok sık karşılaşılmadığını belirtmektedir. Ayrıca hayvanın yaşı, türü, çevresel faktörler, genetik yapı ve alınan bakır miktarı veya oluşturulan bakır yetersizliğinin süresi ve şiddeti bu parametreler üzerinde farklılıkların oluşmasına neden olabilir. Merinos toklu (Judson ve ark., 1989), kuzu (Barry ve ark., 1983), buzağı (Givens ve ark., 1988) ve koyunlarda (Tregrove ve Judson, 1985) yapılan çalışmalarda, bakır ilavesinin canlı ağırlık kazancını etkilemediği yönündeki bildirimler, bu çalışmada belirlenen rasyona bakır ilavesinin canlı ağırlık kazancına etkisinin olmadığı yönündeki bulguyla uyum içindedir. Bununla birlikte; genç domuz, civciv ve palazlarda 100 mg/kg ve daha fazla miktardaki bakırın büyümeyi artırdığı (Scott, 1985), fakat bakırın devamlı alımına bağlı olarak karaciğerde depolanması sonucunda toksik etki yaparak canlı ağırlık kazancını azaltabileceği de bildirilmektedir (Pond, 1989).

Sonuç olarak, bakır yetersizliğinin plazma bakır seviyesi, alyuvar sayısı, hemoglobin miktarını ve OAHbD ni azalttığı, sedimentasyon hızında artışlara neden olduğu, bununla birlikte, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yapağı veriminde istatistiksel olarak önemli olmamakla

birlikte azalmalara neden olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan rasyona fizyolojik sınırlar içinde bakır ilavesinin ise plazma bakır düzeyi hariç diğer parametrelerde kontrol grubuna nazaran önemli bir değişiklik oluşturmadığı kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Alkan, F., (1998). Konya bölgesindeki koyunlarda görülen piyeten'in etiolojisinde çinko ve bakırın rolü. Doktora Tezi, S. Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Antaplı, M., (1990). Koyunların kanında çinko seviyeleri ile karbonik anhidraz aktiviteleri arasındaki ilişkilerin araştırılması. Doğa Tr. J. Vet. Anim. Sci., 14, 272-281.
- Barry, TN., Millar, KR., Bond, G. and Duncan, SJ., (1983). Copper metabolism in growing sheep given kale (Brassica oleracea) and ryegrass (Lolium perenne)-clover (Trifolium repens) fresh forage diets. Brit. J. Nutr., 50, 281-289.
- Başpınar, H., Oğan, M., Batmaz, ES. ve Şener, E., (1993). Bursa İli Çevresinde Yetiştirilen Karacabey Merinosu Koyunlarının Yapağı Verimi ve Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. İ. Ü. Vet. Fak. Derg., 11(2), 43-46.
- Bingley, JB., (1974). Effects of high doses of molybdenum and sulphate on the distribution of copper in plasma and in a blood of sheep. Aust. J. Agri. Res., 25, 467-474.
- Blood, DC., Radostits, OM., Henderson, JA., Arundel, JH. and Gay, CC., (1983). Diseases caused by nutritional deficiencies In "Veterinary Medicine, A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses" 6th Ed. 1015-1040 Bailliere Tindall, London.
- Cerone, SI., Sansinanea, AS., Streitenberger, SA., Garcia, MC. and Auza, NJ., (1998). The effect of copper deficiency on the peripheral cells of cattle. Vet. Res. Com., 22(19), 47-57.
- Dashti, SI., Thomson, M. and Mameesh, MS., (1995). Effects of Copper Deficiency and Cu Complexes on Superokside Dismutase in Rats. Nutrition, 11(5), 564-567.
- Dove, CR. and Haydon, KD., (1991). The effect of copper addition to diets with various iron levels on the performance and haematology of weanling swine. J. Anim. Sci., 91(5), 2013-2019.
- Eckert, GE., Greene, LW., Carstens, GE. and Ramsey, WS., (1999). Copper status of ewes fed increasing amounts of copper from copper sulfate or copper proteinate. J. Anim. Sci., 77(1), 244-249.
- Evans, GW., (1973). Copper homeostasis in the mammalian system. Physiol. Review, 53, 535-570.

- Frank, A., Anke, M., Danielsson, R., (2000). Experimental Copper and Chromium deficiency and additional Molybdenum Supplementation in Goats. I. Feed Consumption and Weight Development. *Sci. Total. Environ.* 17, 249(1-3), 133-142.
- Givens, DI., Zervas, G., Simpson, VR. and Telfer, SB., (1988). Use of soluble glass rumen boluses to provide a supplement of copper for suckled calves. *J. Agricul. Sci.*, 110(1),199-204.
- Gordon, AJ. and Hill, JL. (1981). "The effect of Injecting Sheep with Thiomolybdates" Trace Element Metabolism in Man and Animals (TEMA-4), Avustralian Academy of Science, Canberra 557-559.
- Hucker, DA. and Yong, WK., (1986). Effects of Concurrent Copper Deficiency and Gastro-Intestinal Nematodiasis on Circulating Copper and Protein Levels, Liver Copper and Bodyweight in Sheep. *Veterinary Parasitology*, 19, 67-76.
- Jain, SK. and Williams, DM., (1988). Copper deficiency anemia: altered red blood cell lipids and viscosity in rats. *Am. J. Clin. Nutr.*, 48(3),637-40.
- Judson, GJ., McFarlane, JD. and Brown, TH., (1989). Copper oxide powder for copper therapy in livestock, Trace Elements in New Zealand: Environmental, human and animal, 207-203.
- Kaya, N., Utlu, N., Uyanık, BS. ve Özcan, A., (1998). The serum zinc and copper values of the Morkaraman and Tuj sheep grown up in the pasture condition in and around Kars. *Tr. J. Vet. Anim. Sci.*, 22(5), 399-402.
- Keen, CL. and Graham, TW., (1989). Copper In "Clinical Biochemistry of Domestic Animals" Fourth edition, Edited by Koneko JJ, pp:757-765. Academic Press Inc., New York.
- Konuk, T. (1981). Pratik Fizyoloji. A Ü Vet Fak Yayınları, Ankara.
- Lewis, NJ., Fallah-Rad, AH. and Laurene Connor, M., (1997). Copper toxicity in confinement-housed ram lambs. *Can. Vet. Journ.*, 38(8), 496-498.
- McDowell, LR. (1992). Copper and Molybdenum. In "Minerals in Animal and Human Nutrition" Ed. by T.J. Cunha. pp:176-204. Academic Press Inc., San Diago.
- Pond, WG., (1989). Effects of dietary protein level and clinoptilolite on the weight gain and liver mineral response of growing lambs to copper supplementation. *J. Anim. Sci.*, 67, 2772-2781.
- Sasu, V., Hagiü, N., Sasu, E., Tasca, S. and Popescu, O. (1971). Clinical and anatomical pathological changes in chronic experimental poisoning of sheep with copper sulphate. *Lucrari-Stiintifice-Institutul-Agronomic-"Ion-Ionescu-de-la-Brad"-Iasi,-II.* 331-338.
- Schoenemann, HM., Failla, ML., Fields, M., (1990). Consequences of copper deficiency are not differentially influenced by carbohydrate source in young pigs fed a dried skim milk-based diet. *Biol. Trace. Elem. Res.*, 25(1),21-33.
- Scott, ML., (1985). Copper In "Nutrition of Humans and Selected Animal Species" A Wiley-Interscience Publication. New York, USA.
- Serpek, B., (1983). Koyun kan serumlarında bakır ve seruloplazmin konsantrasyonları üzerinde çalışmalar. *İ. Ü. Vet. Fak. Derg.*, 9(1), 47-64.
- Shurson, GC., Ku, PK. and Waxler, GL., (1990). Physiological relationship between microbiological status and dietary copper levels in the pig. *J. Anim. Sci.*, 68(4), 1061-1071.
- Suttle, NF., (1986). Copper Deficiency in Ruminants; Recent Developments. *Vet. Rec.*, 22, 519-522.
- Suttle, NF., Jones, DG., Woolliams, C. and Woolliams, JA., (1987). Heinz Body Anaemia in Labms with Deficiencies of Copper or Selenium. *British Journal of Nutrition*, 58, 539-548.
- Tamura, H., Hirose, S., Watanabe, O., Arai, K., Murakawa, M., Matsumura, O. and İsoda, K., (1994). Anemia and neutropenia due to copper deficiency in enteral nutrition. *J. Parentr. Entr. Nutr.*, 18(2), 185-189.
- Trengove, CL. and Judson, GJ., (1985). Trace element supplementation of sheep: evaluation of various copper supplements and a soluble glass bullet containing copper, cobalt and selenium. *Aust. Vet. Journ.*, 62(10), 321-324.
- Underwood, EJ. (1977). Copper In "Trace Elements in Human and Animal Nutrition" 4th Edition, pp:56-104. Academic Press, New York.
- Van Houwelingen, F., Van Den Berg, GJ., Lemmens, AG.,Sijsma, KW. and Beynen, AC., (1993). Iron and zinc status in rats with diet-induced marginal deficiency of vitamin A and/or copper. *Biol. Trace. Elm. Res.*, 38(1), 83-95.
- Wachnik, A., (1988). The physiological role of copper and the problems of copper nutritional deficiency. *Die Nahrung*, 32(8), 1988.
- Yılmaz, B. (2000). Fizyoloji, Feryal Matbaacılık, Ankara.