

Farklı ırk koyunlarda rasyona çinko ilave edilmesinin plazma leptin, insulin ve tiroid hormon düzeyleri ile bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkisi*

Gülcan AVCI¹, İsmail KÜÇÜKKURT¹, Tünay KONTAŞ², Abdullah ERYAVUZ³, Fatih FİDAN¹

¹ Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya AD, Afyonkarahisar; ²Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Biyokimya AD, Çankırı; ³Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Fizyoloji AD, Afyonkarahisar, Türkiye.

Özet: Bu çalışmada yağlı kuyruklu Akkaraman ve yağsız kuyruklu Anadolu Merinos koyun ırklarının rasyonuna çinko ilave edilmesinin leptin, insulin, tiroid hormonları ile bazı biyokimyasal parametrelere etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada kullanılan Akkaraman ve Merinos ırkı toplam 24 baş koyun 4 gruba ayrılmıştır. Grup I (kontrol Akkaraman) ve grup III (kontrol Merinos) temel rasyon (kaba yem olarak kuru yonca+karma yem) ile beslenirken, Grup II (Zn-Akkaraman) ve grup IV (Zn-Merinos) temel rasyonuna 250 mg/kg Zn (ZnSO₄ 7H₂O) ilave edilmiştir. Bir aylık deneme süresi sonunda alınan kanda leptin, insulin, serbest triiyodotironin (FT₃) ve tetraiyodotironin (FT₄), total triiyodotironin (T₃) ve tiroksin (T₄) hormonları ile üre, glikoz, malondialdehit (MDA), glutasyon (GSH), total antioksidan aktivite (TAA), β-karoten ve vitamin A düzeyleri ölçülmüştür. Plazma çinko düzeyi kontrol gruplarına göre her 2 ırkın çinkolu gruplarında yüksek bulunmuştur. Kontrollerine göre her iki ırkın çinkolu gruplarında plazma leptin, insulin, tiroid hormonları, glikoz, üre, MDA, GSH, TAA ve vitamin A düzeylerindeki değişimler istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Kontrol Merinoslarda glikoz, üre ve β-karoten düzeyleri Akkaramanlardan yüksek tespit edilmiştir. Bu sonuçlar rasyona ilave edilen çinkonun, farklı kuyruk yapısına sahip her iki koyun ırkında da plazma leptin, insulin ve tiroid hormonları ile diğer parametrelere etkisinin olmadığını göstermektedir.

Anahtar sözcükler: Akkaraman, çinko, insulin, leptin, Merinos.

Effects of dietary zinc supplementation on plasma leptin, insulin and thyroid hormones concentration with some biochemical parameters in sheep species

Summary: In the present study, an experiment was designed to investigate how zinc supplementation affect plasma leptin, insulin, total triiodothyronine (T₃), thyroxine (T₄) and free triiodothyronine (FT₃), free thyroxine (FT₄) and some biochemical parameters between Akkaraman sheep as fat-tailed breed and Merino sheep as thin-tailed breed. The animals were equally divided into four groups of 24 animals each. Group I (control Akkaraman) and group III (control Merino) were fed with a basis diet (roughages such as alfalfa hay + concentrate feed). Group II (Zn-Akkaraman) and group IV (Zn-Merino) were fed a at 250 mg/kg Zn (ZnSO₄ 7H₂O) added to basis diet. The experimental study was lasted for 30 days and blood samples were taken from the animals to determine plasma concentrations of leptin, insulin, free triiodothyronine (FT₃), free tetraiodothyronine (FT₄), total triiodothyronine (T₃), tiroxin (T₄), urea, glucose, malondialdehyde (MDA), glutation (GSH), total antioxidant activity (TAA), β-karoten and vitamin A at the end of trial. Both sheep species in the Zn groups had significantly higher plasma Zn values than the controls throughout the experimental period. The levels of plasma leptin, insulin, thyroid hormones, glucose, urea, MDA, GSH, TAA and vitamin A were insignificant changed both Akkaraman and Merino in the Zn groups. However, the concentrations of plasma glucose, urea and β-caroten were higher in Merino control group than those of Akkaraman control group. This results indicated that there was no effect of dietary zinc supplementantation on the plasma leptin, insulin and thyroid hormones and another parameters in both sheep species with different tail types.

Key words: Akkaraman sheep, insulin, leptin, Merino sheep, zinc.

Giriş

İz elementler, organ ve dokuların bileşenlerinde bulunmaları nedeniyle yapısal; asit-baz dengesi ve ozmotik basıncın düzenlenmesinde yer aldıkları için fizyolojik; hormonlar ve enzimlerin işleyişinde görev almaları nedeniyle katalitik; transkripsiyon ve enerji

metabolizmasında yer almaları nedeniyle düzenleyici fonksiyonlara sahiptir (1). Optimum verimleri ve performansları açısından çiftlik hayvanları iz elementleri yeterli ve dengeli almalıdırlar. Esansiyel bir iz element olan çinko; canlılarda, çoğu enzimlerin kofaktörü olarak DNA eşlenmesinde, RNA sentezinde, hücre solunumunda,

* Bu çalışma AKÜ BAPK tarafından desteklenen 042.VF.08 nolu proje kapsamında yapılmıştır.

protein metabolizmasında, üreme ve büyümede, membran bütünlüğünün korunmasında, antioksidan ve bağışıklık sisteminde görev almaktadır (2,3). Bunun yanı sıra çinko, metabolizmada anahtar rol oynayan leptin, insulin ve tiroid hormonlarının aktivitesi ile iştahın düzenlenmesinde de önemli bir role sahiptir. İnsan ve ratlarda çinkonun organizmada tüketilmesi leptin seviyesini azaltırken, çinko takviyesinin leptin düzeyini artırdığı belirtilmektedir (4,5,6). Başlıca yağ dokudan sentezlenen ve Obese (Ob) gen ürünü olan leptin hormonu iştahın düzenlenmesi yanında enerjinin depolanması ve harcanması ile üreme ve bağışıklık sistemi için gerekli bir proteindir (7,8). Tek mideli türlerde olduğu gibi ruminantlarda da dolaşımdaki leptin düzeyi, vücut yağ deposundaki değişimleri gösteren iyi bir indikatör kabul edilmektedir (7,9). Leptin, hipotalamusta yer alan ve iştah merkezi olarak bilinen arkuat çekirdekte güçlü bir oreksigenik peptid olan nöropeptit Y salgılanmasını baskılamaktadır (10). Böylece hayvanların yetersiz beslenmeye karşı adaptasyonunda da rol oynamakta olan leptin enerji harcanmasını artırmakta ve iştahı azaltmaktadır (4,11). Leptin ve leptin geninin salınımı ruminantların yağ depo bölgeleri arasında farklılık göstermektedir (12). Ruminantlarda yapılan araştırmalar leptinin söz konusu hayvanların fizyolojik fonksiyonlarını etkileyebileceğini göstermektedir. Fizyolojik, beslenme ve endokrin faktörlerin ruminantlarda leptin düzeyine etkisi ile ilgili çalışma bulunmasına rağmen (8), çinkonun farklı kuyruk tipine sahip koyun ırklarındaki etkilerine ilişkin yeterli çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu amaçla araştırmada, yağlı kuyruklu Akkaraman ve yağsız kuyruklu Orta Anadolu Merinos koyun ırklarının rasyonuna ilave edilen çinkonun plazma leptin, insulin ve tiroid hormonları ile glikoz, üre, antioksidan sistemlerden glutasyon (GSH), malondialdehit (MDA), total antioksidan aktivite (TAA), vitamin A ve β -karoten düzeylerine etkisinin belirlenmesi planlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada TİGEM'e bağlı Gözlu ve Altınova Tarım İşletmeleri Müdürlüğü'nden temin edilen yaklaşık 1 yaşlı Akkaraman (n=12, ortalama 64 kg) ve Merinos (n=12, ortalama 51 kg) ırkı toplam 24 baş koyun kullanılmıştır. Araştırmanın hayvan prosedürüne uygun etik kurul raporu Afyon Kocatepe Üniversitesi Etik Kurul Komisyonu tarafından kabul edilmiştir. Araştırmaya başlamadan önce hayvanlar gerekli sağlık kontrollerinden geçirilerek iç ve dış parazitlere karşı profilaktik uygulamalar yapılmıştır. Karma yem ticari bir yem fabrikasında hazırlanmıştır. Hayvanlar 15 günlük alıştırmaya dönemi boyunca AKÜ Hayvancılık Araştırma ve Uygulama Merkezi çiftliğinde aynı bakım ve besleme şartlarında barındırılmıştır. Bu süre sonunda hayvanlar 4 eşit gruba ayrılmıştır. Tüm gruplarda hayvanlar kuru yoncadan oluşan kaba yem (%54) ve içeriği Tablo 1'de

belirtilen karma yem (% 46) ile beslenmiştir. Grup I (kontrol Akkaraman, n=6) ve grup III (kontrol Merinos, n=6) sadece kaba ve karma yemden oluşan temel rasyonla beslenirken, Grup II (Zn-Akkaraman, n=6) ve grup IV (Zn-Merinos n=6) kaba yeme ilaveten 250 mg/kg Zn ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) katılan karma yemle beslenmiştir. Yemleme eşit miktarlarda olmak üzere sabah ve akşam iki öğünde yapılmıştır. Hayvanların önlerinde sürekli temiz su ve yalama taşı bulundurulmuştur. Bir aylık deneme süresi sonunda hayvanların V. jugularisinden heparinli ve heparinsiz tüplere kan örnekleri alınarak +4°C'de 3000 rpm'de ve 10 dk santrifüj edilmiştir. Plazma ve serumları ayrılarak analizler yapılmaya kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Plazma çinko düzeyleri Mustafa Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarı'nda bulunan ICP-AES cihazında ölçülmüştür. Plazma leptin düzeyleri multi-tür RIA kit ve insulin düzeyleri RIA kit kullanılarak Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'nda belirlenmiştir. Plazma FT₃, FT₄, T₄ ve T₃ düzeyleri ELISA kitler, glikoz ve üre düzeyleri enzimatik spektrofotometrik kitler kullanılarak ölçülmüştür. Tam kan GSH (13), plazma MDA (14), plazma TAA (15), serum vitamin A ve β -karoten (16) düzeyleri belirtilen yöntemlere göre spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Araştırmada ırk ve çinko etkileşimine ilişkin gruplar arasındaki farka ve değişkenler arasındaki interaksiyon iki faktörlü varyans analizi ile test edilmiştir(17). İncelenen parametrelerin ortalamaları ve standart hataların ortalamaları verilmiştir.

Tablo 1: Akkaraman ve Merinos koyunların beslenmesinde kullanılan karma yemin içeriği (%)

Table 1: Composition of concentrate feed used in Akkaraman and Merino sheep

Arpa	44
Kepek ince	27
Melas	2.55
Mısır	25
Kireç taşı	0.85
Tuz	0.25
Vitamin ve Mineral	0.35
Kimyasal Analizi (KM'de)	
Ham Protein	13.66
Ham Selüloz	5.15
Metabolize Enerji (Mcal/kg)	3.14
Zn (ppm)	30

Bulgular

Akkaraman ve Merinos koyunlarının rasyonuna 250 ppm Zn ilave edilmesinin etkisi, elde edilen ortalama değerler ve standart hatalar şeklinde Tablo 2'de belirtilmiştir. Çinkolu Akkaraman ve Merinos gruplarında plazma çinko düzeyleri, kontrollerine göre istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Her iki ırkın çinkolu gruplarında kontrollerine göre plazma leptin, insulin ve

Tablo 2: Rasyonuna çinko ilave edilen Akkaraman ve Merinos koyunların plazma leptin, insulin ve tiroid hormonları ile bazı biyokimyasal parametrelere düzeyleri

Table 2: Plasma Zn, leptin, insulin, thyroid hormones and some biochemical parameters levels of dietary zinc supplementation in Akkaraman and Merino sheep.

Parametreler	Akkaraman		Merinos		P		
	Grup I (kontrol)	Grup II (Zn)	Grup III (kontrol)	Grup IV (Zn)	İrk	Zn	İrk x Zn
Çinko (µg/ml)	0.86 ± 0.05 ^a	1.08 ± 0.06 ^b	0.95 ± 0.04 ^a	1.11 ± 0.03 ^b	-	*	-
Leptin(ng/ml)	4.44 ± 0.48	5.68 ± 0.50	4.03 ± 0.64	5.84 ± 0.92	-	-	-
İnsulin (ng/ml)	0.91 ± 0.26	0.91 ± 0.06	1.47 ± 0.25	1.30 ± 0.19	-	-	-
T ₄ (µg/dl)	5.33 ± 0.31	5.25 ± 0.17	5.00±0.16	5.00 ± 0.22	-	-	-
T ₃ (ng/dl)	222.00 ± 63.71	221.17 ± 67.91	169.00 ± 15.60	182.00 ± 34.21	-	-	-
FT ₄ (ng/dl)	1.100 ± 0.16	1.31 ± 0.30	0.94 ± 0.07	1.23 ± 0.08	-	-	-
FT ₃ (pg/dl)	4.00 ± 0.33	4.08 ± 0.74	4.32 ± 0.24	4.83 ± 0.36	-	-	-
Üre (mg/dl)	21.75 ± 1.96 ^a	22.20 ± 1.59 ^a	27.31 ± 1.43 ^b	26.79 ± 1.22 ^b	*	-	-
Glikoz (mg/dl)	44.56 ± 2.95 ^a	58.00 ± 8.70 ^a	62.76 ± 5.71 ^b	70.80 ± 7.85 ^b	*	-	-
MDA (nmol/ml)	4.13 ± 0.34	3.74 ± 0.13	4.01 ± 0.16	3.82 ± 0.15	-	-	-
GSH (mg/dl)	16.04 ± 1.50	17.48 ± 2.49	18.17 ± 2.97	20.22 ± 3.71	-	-	-
TAA (mmol/L)	1.58 ± 0.13	1.92 ± 0.19	1.81 ± 0.25	1.87 ± 0.17	-	-	-
β-karoten (mg/L)	0.03 ± 0.01 ^a	0.04 ± 0.01 ^a	0.17 ± 0.03 ^b	0.23 ± 0.05 ^b	*	-	-
Vitamin A (mg/L)	0.37 ± 0.06	0.51 ± 0.01	0.56 ± 0.08	0.60 ± 0.06	-	-	-

^{a,b}aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir.

* (P< 0.05)

- önemlilik yoktur.

tiroid hormonları, vitamin A, MDA ve TAA ile GSH düzeylerindeki değişimler istatistik olarak anlamsız bulunurken glikoz, üre ve β-karoten düzeyleri kontrol Merinos grubunda Akkaramanlara göre önemli düzeyde yüksek tespit edilmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Ruminantlarda çinkonun rasyondaki gereksinimi koyun ve keçilerde sırasıyla 20-33 ppm ve 40-75 ppm düzeyinde bildirilmektedir (18). Çalışmamızda kontrol grupların beslenmesinde kullanılan karma yemin Zn düzeyi 30 ppm olarak belirlenmiş olup bu değer rasyonda bulunması gereken normal değerler arasındadır. Kontrol Akkaraman ve Merinoslardaki plazma çinko değerleri ise Altıntaş ve Fidancı (19)'nın bildirdikleri normal düzeyler arasında (0.80-1.17µg/ml) yer alırken, her iki ırkta çinko ilave edilen gruplarda kontrol gruplarına göre plazma Zn düzeylerindeki artışlar istatistik olarak önemli bulunmuştur (Tablo 2). Bu bulgular bazal diyete Zn ilave edilmesinin plazma Zn düzeyini artırdığı bildirimini destekler niteliktedir (20).

Koyunlardaki plazma leptin düzeyinin ve mRNA ekspresyonunun vücut yağ kitlesiyle pozitif korelasyonda olduğu (7) vücut yağ kitlesi artışı, besin alımı, glikokortikoidler ve insülin düzeyindeki artışların ob gen mRNA ve plazma leptin seviyesini de artırdığı bildirilmektedir (9). Ayrıca değişik yağ dokularındaki

leptin düzeylerinin farklılığı, yağ depo bölgelerindeki insuline karşı duyarlılığın farklı oluşuna yada yağ dokusu miktarındaki değişimlere bağlanmaktadır (21). Yağlı hayvanların yağsızlara göre yüksek plazma leptin düzeyine sahip oldukları bildirimine (12) rağmen çalışmada, belirtilen ırklar arasında leptin düzeylerindeki değişimin önemsiz bulunması Eryavuz ve ark., (22)'nin bildirimlerini desteklemekte ve Akkaramanlarda kuyrukta depo edilen yağın, genel leptin düzeyini etkilemediği bildirilmektedir.

Çinko yetersizliğinde, çinko takviyesi hem iştahı hem de vücut kompozisyonunu iyileştirmesi nedeniyle dolaşımdaki leptin düzeyini artırmakta aksine eksikliğinde ise yağ dokudan leptin gen salınımını azalttığı bildirilmektedir (6). Çalışmada çinkolu gruplardaki leptin düzeyleri kontrollerine göre yüksek olmakla birlikte istatistik olarak önemsiz bulunması bazal rasyondaki çinko düzeyinin günlük alınması gereken normal sınırlar içinde olmasından kaynaklanmış olabilir.

İnsülinin sentezi, hegzamerizasyonu ve salınımı için gerekli olan çinkonun eksikliği, hem insulin salınımının hem de insüline cevabın azalmasına neden olmakta ve böylece insulin tarafından uyarılan leptin ob gen ekspresyonu da azalmaktadır (6). Çalışmada plazma insulin düzeyi bakımından kontrol ırklar arasında fark bulunmaması Eryavuz ve ark.(22)'nin bildirimlerini desteklemekle birlikte yüksek bulunmuştur. Çalışmada plazma insulin düzeyleri bakımından her iki ırkın çinkolu

gruplarında kontrollerine göre istatistik fark bulunmamıştır. Leptin ile birlikte T₃ enerji alımı ve harcanması arasındaki dengenin sağlanmasında ve canlı ağırlığının regülasyonunda önemli bir yer tutmaktadır (23). Keçeci ve Keskin (24) Merinos kuzuların ve Ankara keçilerinin rasyonuna 250 ppm ZnSO₄ ilave edilmesinin, total ve serbest T₃, T₄ düzeylerinde düşüşe neden olduğunu bildirmektedir. Çalışmada her iki ırkın kontrol ve çinkolu gruplar arasında tiroid hormon düzeyleri bakımından istatistik fark bulunmazken, bu değerler Keçeci (25)'nin bildirdiği Merinos kuzulardaki tiroid hormon değerleri ile uyumlu bulunmuştur. Eryavuz ve ark.(22) 'nın Akkaramanlara göre Merinoslarda serbest T₃, T₄ ve T₃'ün yüksek ve TT₄'ün ise düşük olduğu bildirimleri ırklar arası farklılığı göstermekle birlikte sunulan bu çalışmada, ırklar arası farklılığın önemsiz bulunması, her iki çalışmada kullanılan gruplardaki hayvan sayısının farklılığına bağlanabilir.

Ruminantlarda üre, rumende NH₃'a çevrilip mikrobiyel protein sentezlenmekte, aşırı NH₃ ise rumen duvarından emilerek karaciğerde üreye çevrilmektedir. Ruminantlarda üre düzeyi, hem rasyondaki proteinden hem de amino asitlerin karaciğerdeki yıkımından etkilenmektedir (22). Çalışmada plazma üre ve glikoz düzeylerinin Akkaramanlara göre Merinos ırkında daha yüksek (P<0.05) bulunması, kan glikoz düzeyi yüksek kuzularda plazma üre düzeyinin de yüksek olduğu (26) ve ırklar arasında fark bulunduğu (22,27) yönündeki bildirimlerle uyum göstermektedir. Genotipi yağsız koyunların yağlı koyunlara göre bazal glikoz değerlerinin daha yüksek olduğu, fakat plazma insulin düzeylerinin farklı olmadığı bildirimini de (22,28) araştırma bulgularımızı destekler niteliktedir. Koyunlarda yüksek miktardaki çinkonun, üre kullanımını ve azot dengesini etkilediği (29), 860 ppm Zn verilmesinin NH₃ oluşum oranını önemli düzeyde azalttığı bildirilmektedir (30). Çalışmada rasyona Zn ilave edilmesinin her iki ırkta da kontrollerine göre glikoz ve üre düzeyinde değişime neden olmaması kullanılan Zn'nin düzeyi ile ilişkili olabilir. Çinko eksikliğinin oksidatif strese karşı olan duyarlılığın artması sonucu olarak, glutasyon ve glutasyon peroksidaz aktivitesini düşürdüğü, MDA'yı ise yükselttiği bildirilmektedir (31). Çinko takviyesinin ise MDA'yı düşürüp GSH'yı yükselttiği (32) bildirilmekle beraber çalışmada her iki ırkın çinkolu gruplarındaki MDA, TAA ve GSH düzeylerindeki değişimlerin önemsiz olması verilen Zn dozu ile ilişkili olabilir. Irklar arasında vitamin A bakımından fark bulunmaması benzer araştırma sonuçları (27,22) ile uyumlu bulunurken, ilave olarak bu çalışmada β-karoten düzeyinin Merinos ırkında Akkaramanlara göre önemli düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sığırlarda 10g ZnO/kg/gün yem verilmesinin plazma karotinoid düzeyini %22 oranında artırdığı bildirilmekle (33) birlikte çalışmada her iki ırkın

çinkolu gruplarında vitamin A ve β-karoten düzeylerinde belirlenen artışlar önemsiz bulunmuştur. Araştırmalardan elde edilen bu farklı sonuçlar kullanılan çinko düzeyi ve hayvan türünün farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Sonuç olarak, yağlı ve yağsız kuyruklu koyunlarda incelenen parametreler açısından bu düzeydeki çinkonun etkisinin önemsiz olduğunun ortaya konulması ile çinkonun farklı düzeylerdeki etkilerinin belirlenmesine temel teşkil edebileceği ve konu ile ilgili yapılabilecek diğer çalışmalara ışık tutabileceği kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

1. **Connie KL:** *Role of trace minerals in animal production. What do I need to know about trace minerals for beef and dairy cattle, horses, sheep and goats?* Erişim tarihi: 26.11.2011 Erişim adresi: <http://www.progressivedairy.com/index.php?option=comcontent&view=article&id>
2. **Chan S, Gerson B, Subramaniam S (1998):** *The role of copper, molybdenum, selenium, and zinc in nutrition and health.* Clin. Lab. Med., **18**, 673-685.
3. **Coleman JE (1992):** *Zinc proteins: enzymes, storage proteins, transcription factors, and replication proteins.* Ann. Rev. Biochem., **61**, 897-946.
4. **Mantzoros CS, Prasad AS, Beck FWJ, Grabowski S, Kaplan J, Adair C, Brewer GJ (1998):** *Zinc may regulate serum leptin concentrations in humans.* Journal of the American College of Nutrition, **17**, 270-275 **In:** Prasad AS (1996): *Zinc: the biology and therapeutics of an ion.* Ann. Intern. Med., **125**, 142-144.
5. **Mangian HF, Lee RT, Paul GL, Emmert JL, Shay NF (1998):** *Zinc deficiency suppresses plasma leptin concentrations in rats.* J. Nutr. Biochem. **9**, 47-51.
6. **Ott ES, Shay NF (2001):** *Zinc deficiency reduces leptin gene expression and leptin secretion in rat adipocytes.* Exp. Biol. Med., **226**, 841-846.
7. **Delavaud C, Bocquier F, Chilliard Y, Keisler DH, Gertler A, Kann G (2000):** *Plasma leptin determination in ruminants: effect of nutritional status and body fatness on plasma leptin concentration assessed by a specific RIA in sheep.* J. Endocrinol., **165**, 519-526.
8. **Chilliard Y, Delavaud C, Bonnet M (2005):** *Leptin expression in ruminants. Nutritional and physiological regulations in relation with energy metabolism.* Dom. Anim. Endocrinol., **29**: 3-22.
9. **Maffei M, Halaas J, Ravussin E, Pratley RE, Lee GH, Zhang Y, Fei H, Kim S, Lallone R, Ranganathan S, Kern PA, Friedman JM (1995):** *Leptin levels in human and rodent: Measurement of plasma leptin and ob RNA in obese and weight-reduced subjects.* Nature Medicine, **1**, 1155-1161.
10. **Garcia MR, Amstalden M, Keisler DH, Raver N, Gertler A, Williams GL (2004):** *Leptin attenuates the acute effects of centrally administered neuropeptide Y on somatotropin but not gonadotropin secretion in ovariectomized cows.* Domest. Anim. Endocrinol., **27**, 89.
11. **Delavaud C, Ferlay A, Faulconnier Y, Bocquier F, Kann G, Chilliard Y (2002):** *Plasma leptin concentration in adult cattle: Effects of breed, adiposity, feeding level, and meal intake.* J. Anim. Sci., **80**, 1317-1328.

12. **Kumar B, Francis SM, Suttie JM, Thompson MP** (1998): *Expression of obese mRNA in genetically lean and fat selection lines of sheep*. Comp. Biochem. Physiol. Part B, **120**, 543-548.
13. **Beutler E, Olga D, Barbara MR** (1963): *Improved method for the determination of blood glutathione*. J Lab Clin Med., **61**, 882-888.
14. **Draper HH, Hardley M** (1990): *Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation*. Methods Enzymol., **186**, 421-30.
15. **Koracevic D, Koracevic G, Djordjevic V, Andrejevic S, Cosic V** (2001): *Method for the measurement of antioxidant activity in human fluids*. J Clin Pathol, **54**, 356-361.
16. **Suzuki J, Katoh NA** (1990): *Simple and cheap methods for measuring serum vitamin-A in cattle using only a spectrophotometer*. Nippon Juigaku Zasshi, **52**, 1281-1283.
17. **Daniel, W.W.** (1991): *Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences*. 5th ed. John Wiley & Sons Inc., Canada.
18. **NCR** (1981): *Nutrient requirements of goats*. National Academy Pres, Washington DC, USA.
19. **Altıntaş A, Fidancı UR** (1993): *Evcil hayvanlarda ve insanlarda kanın biyokimyasal normal değerleri*. A.Ü. Vet. Fak. Derg., **40**, 173-186.
20. **Wright CL, Spears JW** (2004): *Effect of zinc source and dietary level on zinc metabolism in holstein calves*. ADSA, **87**, 1085-1091.
21. **Ren, MQ, Wegner J, Bellmann O, Brockmann GA, Schneider F, Teuscher F, Ender K** (2002): *Comparing mRNA levels of genes encoding leptin, leptin receptor, and lipoprotein lipase between dairy and beef cattle*. Domest. Anim. Endocrinol., **23**, 371-381.
22. **Eryavuz A, Avcı G, Kucukkurt I, Fidan AF** (2007): *Comparison of Plasma Leptin, Insulin and Thyroid Hormone Concentrations and Some Biochemical Parameters Between Fat-Tailed and Thin-Tailed Sheep Breeds*. Revue Méd. Vét., **158**, 244-249.
23. **Zabrocka L, Klmek J, Swierczynski J** (2006): *Evidence that triiodo-thyronine decreases rat serum leptin concentration by downregulation of leptin gene expression in white adipose tissue*. Life Sci., **79**, 1114-20.
24. **Kececi T, Keskin E** (2005): *Zinc supplementation decreases total thyroid hormone concentration in small ruminants*. Biol. Trace Elem. Res., **104**, 41-46.
25. **Kececi T** (2003): *Effect of low birthweight on serum thyroid hormones, glucose, urea and blood pH in newborn lambs*. Turk. J. Vet. Anim. Sci., **27**, 395-399.
26. **Eryavuz A, Dundar Y, Özdemir M, Aslan R, Tekerli M** (2003): *Effects of adding urea and sulfur on performance of faunate and defaunate Ramlic lambs, and some rumen and blood parameters*. Anim.Feed Sci.Technol., **109**, 35-46.
27. **Altunok V, Başpınar N** (2000): *Merinos, Akkaraman, İvesi ve Koriedale ırkı koçlarda bazı biyokimyasal parametrelerin karşılaştırılması*. Vet. Bil. Derg., **16**, 1.
28. **Franchis SM, Veenvliet BA, Littlejohn RP, Suttie JM** (1999). *Plasma Glucose and Insulin Levels in Genetically Lean and Fat Sheep*. Gen.Comp. Endoc., **116**, 104-113.
29. **Arelovich HM, Owens FN, Horn GW, Vizcarra JA** (1998): *Urea utilization by cattle fed prairie hay and supplemented with zinc*. Anim. Sci. Res. Rep., 194-198.
30. **Arelovich HM, Owens FN, Horn GW, Vizcarra JA** (1997): *Effects of zinc and manganese concentrations on in vitro urea degradation and prairie hay disappearance*. J. Anim. Sci., **75** (Suppl. 1).
31. **Kraus A, Roth HP, Kirchgessner M** (1997): *Supplementation with Vitamin C, Vitamin E or β -carotene Influences Osmotic Fragility and Oxidative Damage of Erythrocytes of Zinc-Deficient Rats*. J. Nutr., **127**, 1290-1296.
32. **Hu HL, Chen RD, Ma LH** (1992): *Protective effect of zinc on liver injury induced by D-galactosamine in rats*. Biol Trace Elem Res. **34**, 27-33.
33. **Knight TW, Death AF, Wyeth TK** (1996): *Effect of dietary zinc oxide on the plasma carotenoid concentration of steers*. NZJA, **39**, 293-296.

Geliş tarihi: 17.02.2012 / Kabul tarihi: 28.06.2012

Yazışma adresi:

Doç. Dr. Gülcan Avcı
 Afyon Kocatepe Üniversitesi ANS Kampüsü,
 Veteriner Fakültesi
 Biyokimya AD, Gazlıgöl Yolu, 03200
 Afyonkarahisar-TÜRKİYE
 e-mail: gulcanavci@hotmail.com