

Merinos Kuzularda Rasyona Çinko ve Bakır İlavesinin Bazı Kan Metabolitleri Üzerindeki Etkisi*

Tufan KEÇECİ, Ercan KESKİN

Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Kampüs, 42031 Selçuklu, Konya - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 27.04.2001

Özet: Bu çalışmada, merinos kuzularda rasyona çinko (Zn) ve bakır (Cu) ilavesinin bazı kan metabolitleri üzerindeki etkileri incelendi. Bu amaçla, yaklaşık 3,5 aylık ve 26 kg. canlı ağırlığında toplam 24 adet erkek kuzu kullanıldı. Hayvanlar eşit olarak dört gruba ayrıldı. Beş ay boyunca, gruplardan biri kontrol rasyonu ile beslenirken, diğerleri sırasıyla Zn (kuru maddede 250 mg/kg), Cu (kuru maddede 25 mg/kg) ve aynı miktarlarda Zn ile kombine olarak Cu ilave edilen rasyonla *ad libitum* olarak beslendiler. Kan örnekleri ayda bir olmak üzere beş ay süre ile *vena jugularis*'den alındı ve plazmaları elde edildi. Rasyonlarına Zn ve Zn ile birlikte Cu ilave edilenlerin plazma Zn düzeyleri, diğer gruplardaki hayvanların aynı değerlerinden daha fazla miktardaydı. Cu ilaveli rasyonla beslenen hayvanların plazma Cu düzeyleri, kontrol kuzuları ve Zn ilaveli rasyonla beslenenler ile karşılaştırıldığında, birinci ay haricinde genelde daha yüksekti. Zn ile kombine olarak Cu ilaveli rasyonla beslenen hayvanların ikinci ve üçüncü aylardaki plazma Cu düzeylerinin de Zn ilaveli rasyonla beslenen kuzularınkine göre daha fazla olduğu bulundu. Diğer yandan, rasyonuna Zn ilave edilen grubun üçüncü aydaki plazma total protein düzeyinin diğer gruplara göre daha fazla miktarda olduğu belirlendi. Kontrol grubunun beşinci aydaki değeri ile karşılaştırıldığında, Zn ilaveli yemle beslenen grubun aynı aydaki plazma albümin düzeyinde de benzer bir artışın olduğu gözlemlendi. Zn ilaveli rasyonla beslenen grupta ikinci, dördüncü ve beşinci aylarda ölçülen plazma total kolesterol miktarı kontrol grubundakilere göre daha az miktardaydı. Sonuç olarak, bu çalışmada rasyona Zn ilavesinin kuzuların plazma total protein, albümin ve total kolesterol düzeylerinde değişikliklere neden olmasına karşın, Cu ve Zn ile kombine olarak Cu ilavesinin önemli bir etkisinin olmadığı belirlendi.

Anahtar Sözcükler: Çinko, bakır, total protein, albümin, total kolesterol, HDL-kolesterol, kuzu.

Effects of Zinc and Copper Supplementation to the Ration on Some Blood Metabolites in Merino Lambs

Abstract: In this study, the effects of supplementation of zinc (Zn) and copper (Cu) to the ration on some blood metabolites of merino lambs were investigated. For this purpose, 24 male lambs, which were about 3.5 months old and 26 kg in body weight, were used. The animals were equally divided into four groups. Over five months, while one of the groups was fed the control ration, the others were fed rations supplemented with Zn (250mg/kg in DM), Cu (25 mg/kg in DM) and the same amounts of Zn plus Cu *ad libitum*. Blood samples were taken from the *vena jugularis* at one month intervals over five months and their plasma levels were obtained. Plasma Zn levels of the lambs fed the ration supplemented with Zn and Zn plus Cu were higher than those of the animals in the other groups. When compared with the control lambs and the ones fed the ration with Zn added, the plasma Cu levels, except during the first month, generally increased in the animals fed the ration with Cu added. It was found that the plasma Cu levels of the animals fed the Zn plus Cu supplemented ration were also higher than those of the lambs fed the Zn supplemented ration in the second and third months. On the other hand, it was determined that the group with Zn added to the ration in the third month had higher plasma total protein levels than the other groups. In addition, when compared to the value of the control group in the fifth month, a similar increase was seen in the plasma albumin level in the group supplemented with Zn in the same month. The determined total cholesterol levels of the lambs fed the diet supplemented with Zn in the second, fourth and fifth months were lower than those of the control animals. Consequently, it was determined that Zn supplementation to the ration caused differences in the plasma total protein, albumin and total cholesterol levels of the lambs. Cu and Zn in combination with Cu supplementation had no significant influence.

Key Words: Zinc, copper, total protein, albumin, total cholesterol, HDL-cholesterol, lamb.

Giriş

Ruminantlarda iz element ihtiyacı; hayvanın yaşı, kondüsyonu, cinsiyeti, verim düzeyi, içinde bulunduğu

ekolojik koşullar ile toprağın mineral madde düzeyine bağlı olarak farklılık gösterebilir (1). Eksikliklerinde çeşitli metabolik bozukluklara ve verim kayıplarına neden

* Bu çalışma S.Ü. araştırma fonu tarafından desteklenen VF-98064 nolu projeden özetlenmiştir.

olduklarından, hayvan yetiştiriciliğinde çoğunlukla yemlere mineral madde ilavesi yapılmaktadır. İz elementler arasında ayrı bir önemi olan çinko (Zn) ve bakır (Cu), birçok enzim ve hormonun yapısına katılarak metabolik faaliyetleri etkilediklerinden, ruminant rasyonlarına yetersiz veya fazla miktarda katılmaları halinde hayvanın fizyolojik mekanizmalarında olumsuz değişikliklere yol açabilmektedirler (2,3).

Kan plazmasındaki Zn'nin büyük kısmının kandaki proteinlere bağlandığı ve Zn noksanlığı oluşturulan sığırlarda plazma protein düzeyi azalırken (4), Zn ilaveli yemle beslenen keçilerde plazma protein miktarının arttığı (5) kaydedilmektedir. Rasyonlarına 80 mg/kg düzeyinde Zn ilave edilen buzağuların da plazma total protein ve albümin düzeylerinin arttığı bildirilmesine rağmen (6), kobaylara 100 mg/kg diet düzeyinde Zn yedirilmesinin aynı parametrelerde önemli bir değişiklik meydana getirmediği ifade edilmektedir (7). Ayrıca, Zn'nin metabolik etkilerinin incelendiği değişik çalışmalarda; yüksek düzeyde Zn alan ratlarda plazma glikoz konsantrasyonunun (8), ratlarda (9) ve tavşanlarda (10) plazma total kolesterol miktarının, insanlarda (11) ise yüksek dansiteli lipoprotein (HDL)-kolesterol düzeyinin azaldığı bildirilmektedir. Jenkins ve Kramer (12) de, 500 mg/kg Zn ilaveli rasyonla beslenen sığırların hem plazma total kolesterol hem de HDL-kolesterol düzeylerinde azalma meydana geldiğini belirtmektedirler.

Cu pelletleri uygulanan koyunlarda plazma total protein düzeyinin arttığı, albümin miktarında ise önemli bir değişiklik olmadığı bildirilmektedir (13). Weekley ve ark. (14) ise, % 0.5 bakır asetat'lı diet yedirilen ratların plazma albümin düzeyinde yükselme meydana geldiğini kaydetmektedirler. Mehta ve ark. (15) 12 mg/kg diet Zn ve 5 mg/kg diet Cu alan ratların plazma total kolesterol düzeyinin 12 mg/kg diet Zn ve 2,5 mg/kg diet Cu alanlarınkine göre azaldığını kaydetmelerine karşın, bir başka denemede (16) tavşanlarda 16 ile 400 mg/kg diet düzeylerinde Cu ilavesinin plazma total kolesterol miktarına önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmektedir. Hiperkolesterolemili insanlarda ise, serum Cu düzeyinin yüksek, Zn düzeyinin ise düşük olduğu ve serum HDL-kolesterol ile bakır düzeyindeki artış paralelliğinin dikkati çekici olduğu vurgulanmaktadır (17). Ratlarda bakır sülfatın subletal düzeyinin kan glikoz, total kolesterol ve bilirubin miktarlarında artışa yol açtığı (18), koyunlarda da bakır toksisitesi durumlarında meydana gelen karaciğer hasarına bağlı olarak plazma total bilirubin düzeyinin arttığı kaydedilmektedir (19).

Diyette fazla miktarda bulunan Cu'nun ince bağırsaklardan Zn emilimini azaltabileceği (4), benzer şekilde fazla Zn'nin de intestinal mukoza hücrelerindeki bağlanma bölgeleri ile ilişkili olarak Cu ile yarıştığı ve sindirim kanalından Cu emilimini azalttığı (20) iddia edilmektedir. Kellog ve ark. (21), laktasyondaki sığırların rasyonlarına günlük 360 ile 720 mg arasında çinko metiyonin ilavesi sonucunda, serum Cu düzeyinin azalmasına karşın, Zn düzeyinin değişmediğini bildirmektedirler. Bu çalışmada ise, Zn ve Cu'nun metabolik etkileri de dikkate alınarak, adı geçen elementlerin yalnız ve birlikte rasyona ilave edilmesinin, kuzuların plazma Zn ve Cu düzeyleri yanında, diğer bazı kan metabolitleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi planlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada hayvan materyali olarak, Konya Hayvancılık Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen, sağlıklı, yaklaşık 3,5 aylık ve ortalama 26 kg canlı ağırlığında 24 adet erkek merinos kuzu kullanıldı. Hayvanlar, enstitüde hazırlanan konsantre yem ve kuru yonca beslendi. Kuzulara verilen rasyonun kimyasal bileşimi; % 93,27 kuru madde, % 18,93 ham protein, % 11,82 ham selüloz, % 1,77 ham yağ, % 5,57 ham kül, % 0,9 kalsiyum ve % 0,6 fosfor şeklindeydi. Rasyonun Zn ve Cu miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometre'de (Buck Scientific 200A) ölçüldü. Koyun ve keçiler için yeterli kabul edilen (22) miktarlara uygun olarak, kontrol rasyonunun kuru maddesinde 40 mg/kg Zn ve 9 mg/kg Cu bulunmaktaydı.

Hayvanlar dört eşit gruba ayrıldı. Kontrol kuzularının rasyonuna herhangi bir ilave yapılmazken, diğer gruplardakilerin rasyonlarına sırasıyla Zn, Cu ve Zn ile kombine olarak Cu ilave edildi. Bunlardan; Zn ilave edilecek grubun rasyonuna kuru maddede 250 mg/kg Zn olacak şekilde çinko sülfat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, Merck), Cu ilave edilecek grubun rasyonuna kuru maddede 25 mg/kg Cu olacak şekilde bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$, Merck), hem Zn hem de Cu ilave edilecek grubun rasyonuna da kuru maddede 250 mg/kg Zn olacak şekilde çinko sülfat ve 25 mg/kg Cu olacak şekilde bakır sülfat ilave edildi. Deneme gruplarındaki kuzulara yem ve su *ad libitum* olarak verildi.

Beş ay süren deneme süresi boyunca, kuzuların *vena jugularis*'lerinden, ayda bir kere kan örnekleri alındı ve

plazmaları ayrıldı. Analiz edilene kadar $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de saklanan plazma örneklerinden; çinko ve bakır düzeyleri atomik absorpsiyon spektrofotometre'de (Buck Scientific 200A), total protein, albümin, glikoz, total kolesterol, HDL-kolesterol ve total bilirubin miktarları ticari kitler (Dyasis) kullanılarak spektrofotometrede (Shimadzu UV 2100) belirlendi. Deneme sonunda elde edilen verilerin istatistiksel yönden incelenmesinde varyans analizi ve gruplar arası farklılığı ortaya koymak için "Duncan's multiple range" testinden yararlanıldı (23).

Bulgular

Araştırmada, kontrol grubu ile rasyonlarına ayrı ve kombine olarak Zn ve Cu ilave edilen kuzuların plazma Zn, Cu, total protein ve albümin düzeyleri Tablo 1'de,

glikoz, total kolesterol, HDL-kolesterol ve total bilirubin düzeyleri ise Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde, yalnız Zn ve Zn ile birlikte Cu ilaveli rasyonla beslenen kuzuların plazma Zn düzeylerinin tüm örnekleme zamanlarında diğer gruplardan daha fazla miktarlarda olduğu ($P<0,05$) ve Cu ilaveli rasyonla beslenen hayvanların plazma Cu düzeylerinin kontrol kuzuları ve Zn ilaveli rasyonla beslenenler ile yapılan karşılaştırılmasında, birinci ay haricinde genelde daha yüksek düzeyde olduğu ($P<0,05$) görülmektedir. Ayrıca, Zn ile birlikte Cu ilaveli rasyonla beslenen hayvanların ikinci ve üçüncü aylardaki plazma Cu düzeyinin de Zn ilaveli rasyonla beslenenlerinkinden daha fazla miktarda olduğu bulunmuştur. Diğer yandan, rasyonuna Zn ilave edilen grubun üçüncü aydaki plazma total protein düzeyinin diğer gruplara göre daha yüksek düzeyde

Tablo 1. Rasyonlarına çinko (Zn), bakır (Cu) ve Zn ile kombine olarak Cu ilave edilen merinos kuzularda plazma Zn, Cu, total protein ve albümin düzeyleri (n:6). Değerler aritmetik ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir.

Uygulama		Örnekleme Zamanı (Ay)	Zn	Cu	Total Protein	Albümin
Zn ¹	Cu ²		($\mu\text{g/ml}$) $\bar{X} \pm \text{SE}$	($\mu\text{g/ml}$) $\bar{X} \pm \text{SE}$	(g/dl) $\bar{X} \pm \text{SE}$	(g/dl) $\bar{X} \pm \text{SE}$
-	-	1	1,16 \pm 0,05 ^b	0,69 \pm 0,05 ^{cde}	7,86 \pm 0,29 ^{bc}	3,02 \pm 0,06 ^{ab}
		2	1,12 \pm 0,04 ^b	0,75 \pm 0,07 ^{bcd}	7,83 \pm 0,21 ^{bc}	3,05 \pm 0,12 ^{ab}
		3	1,16 \pm 0,05 ^b	0,69 \pm 0,05 ^{cde}	7,78 \pm 0,24 ^{bc}	3,21 \pm 0,10 ^{ab}
		4	1,12 \pm 0,07 ^b	0,64 \pm 0,01 ^{cde}	7,83 \pm 0,19 ^{bc}	3,18 \pm 0,14 ^{ab}
		5	1,09 \pm 0,07 ^b	0,69 \pm 0,10 ^{cde}	7,79 \pm 0,17 ^{bc}	2,97 \pm 0,12 ^b
+	-	1	1,44 \pm 0,07 ^a	0,59 \pm 0,05 ^{de}	8,29 \pm 0,14 ^{abc}	3,29 \pm 0,15 ^{ab}
		2	1,47 \pm 0,05 ^a	0,53 \pm 0,07 ^e	8,29 \pm 0,16 ^{abc}	3,28 \pm 0,11 ^{ab}
		3	1,61 \pm 0,07 ^a	0,53 \pm 0,07 ^e	8,63 \pm 0,27 ^a	3,49 \pm 0,12 ^a
		4	1,51 \pm 0,07 ^a	0,59 \pm 0,05 ^{de}	8,32 \pm 0,17 ^{abc}	3,15 \pm 0,12 ^{ab}
		5	1,54 \pm 0,04 ^a	0,59 \pm 0,05 ^{de}	8,45 \pm 0,28 ^{ab}	3,45 \pm 0,11 ^a
-	+	1	1,19 \pm 0,04 ^b	0,69 \pm 0,05 ^{cde}	7,70 \pm 0,14 ^c	3,26 \pm 0,18 ^{ab}
		2	1,09 \pm 0,07 ^b	0,96 \pm 0,08 ^{ab}	7,75 \pm 0,19 ^c	3,24 \pm 0,20 ^{ab}
		3	1,10 \pm 0,05 ^b	0,96 \pm 0,08 ^{ab}	7,87 \pm 0,15 ^{bc}	3,21 \pm 0,18 ^{ab}
		4	1,09 \pm 0,07 ^b	0,96 \pm 0,08 ^{ab}	7,68 \pm 0,23 ^c	3,16 \pm 0,14 ^{ab}
		5	1,05 \pm 0,05 ^b	1,02 \pm 0,10 ^a	7,76 \pm 0,22 ^{bc}	3,23 \pm 0,17 ^{ab}
+	+	1	1,58 \pm 0,05 ^a	0,75 \pm 0,07 ^{bcd}	7,72 \pm 0,21 ^c	3,25 \pm 0,08 ^{ab}
		2	1,51 \pm 0,07 ^a	0,86 \pm 0,11 ^{abc}	7,74 \pm 0,19 ^c	3,17 \pm 0,09 ^{ab}
		3	1,54 \pm 0,04 ^a	0,80 \pm 0,07 ^{abcd}	7,96 \pm 0,18 ^{bc}	3,16 \pm 0,13 ^{ab}
		4	1,44 \pm 0,07 ^a	0,75 \pm 0,07 ^{bcd}	7,85 \pm 0,25 ^{bc}	3,05 \pm 0,13 ^{ab}
		5	1,47 \pm 0,08 ^a	0,80 \pm 0,07 ^{abcd}	7,91 \pm 0,16 ^{bc}	3,16 \pm 0,14 ^{ab}

¹Rasyonun kuru maddesinde + işaretli gruplarda 250 mg/kg Zn, - işaretli gruplarda 40 mg/kg Zn bulunmaktadır. ²Rasyonun kuru maddesinde + işaretli gruplarda 25 mg/kg Cu, - işaretli gruplarda 9 mg /kg Cu bulunmaktadır.

a, b, c, d, e Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki farklılık önemlidir ($P<0,05$).

Tablo 2. Rasyonlarına çinko (Zn), bakır (Cu) ve Zn ile kombine olarak Cu ilave edilen merinos kuzularında plazma glikoz, total kolesterol, yüksek dansiteli lipoprotein (HDL) kolesterol ve total bilirubin düzeyleri (n:6). Değerler aritmetik ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir.

Uygulama		Örnekleme Zamanı (Ay)	Glikoz (mg/dl) $\bar{X} \pm SE$	Total Kolesterol (mg/dl) $\bar{X} \pm SE$	HDL- Kolesterol (mg/dl) $\bar{X} \pm SE$	Total Bilirubin (mg/dl) $\bar{X} \pm SE$
Zn ¹	Cu ²					
-	-	1	66,54 \pm 1,76 ^a	59,55 \pm 4,05 ^{ab}	23,16 \pm 1,11 ^a	0,28 \pm 0,012 ^a
		2	66,67 \pm 1,96 ^a	55,92 \pm 3,50 ^{abc}	20,86 \pm 1,10 ^{ab}	0,26 \pm 0,014 ^a
		3	67,26 \pm 4,79 ^a	58,76 \pm 2,62 ^{abc}	21,49 \pm 0,67 ^{ab}	0,27 \pm 0,012 ^a
		4	70,73 \pm 3,29 ^a	61,47 \pm 2,42 ^a	22,53 \pm 0,58 ^{ab}	0,27 \pm 0,017 ^a
		5	70,41 \pm 2,94 ^a	57,39 \pm 2,15 ^{abc}	21,83 \pm 1,04 ^{ab}	0,26 \pm 0,020 ^a
+	-	1	62,83 \pm 2,52 ^a	51,97 \pm 0,77 ^{abcd}	20,58 \pm 1,02 ^{ab}	0,29 \pm 0,015 ^a
		2	64,22 \pm 1,98 ^a	43,85 \pm 4,00 ^d	20,25 \pm 1,94 ^{ab}	0,28 \pm 0,012 ^a
		3	63,51 \pm 2,26 ^a	50,43 \pm 2,36 ^{bcd}	19,77 \pm 1,03 ^{ab}	0,27 \pm 0,016 ^a
		4	65,91 \pm 2,53 ^a	48,48 \pm 2,93 ^{cd}	19,95 \pm 0,87 ^{ab}	0,29 \pm 0,017 ^a
		5	62,54 \pm 2,16 ^a	44,77 \pm 5,17 ^d	19,41 \pm 1,38 ^b	0,28 \pm 0,014 ^a
-	+	1	64,73 \pm 2,59 ^a	53,19 \pm 3,34 ^{abcd}	20,81 \pm 1,10 ^{ab}	0,30 \pm 0,015 ^a
		2	67,54 \pm 1,49 ^a	52,08 \pm 2,53 ^{abcd}	21,42 \pm 0,49 ^{ab}	0,29 \pm 0,018 ^a
		3	68,53 \pm 1,41 ^a	53,96 \pm 2,56 ^{abcd}	21,88 \pm 0,46 ^{ab}	0,29 \pm 0,013 ^a
		4	70,01 \pm 1,74 ^a	53,72 \pm 2,72 ^{abcd}	20,88 \pm 1,04 ^{ab}	0,26 \pm 0,011 ^a
		5	70,32 \pm 2,17 ^a	53,73 \pm 3,68 ^{abcd}	20,64 \pm 1,16 ^{ab}	0,27 \pm 0,013 ^a
+	+	1	63,91 \pm 2,05 ^a	53,69 \pm 2,50 ^{abcd}	20,99 \pm 0,88 ^{ab}	0,27 \pm 0,015 ^a
		2	66,65 \pm 2,29 ^a	51,27 \pm 3,83 ^{abcd}	21,93 \pm 1,43 ^{ab}	0,26 \pm 0,014 ^a
		3	65,59 \pm 1,32 ^a	54,22 \pm 2,45 ^{abcd}	21,21 \pm 0,52 ^{ab}	0,26 \pm 0,011 ^a
		4	64,73 \pm 1,97 ^a	51,58 \pm 3,35 ^{abcd}	20,82 \pm 1,28 ^{ab}	0,28 \pm 0,015 ^a
		5	68,19 \pm 2,14 ^a	53,75 \pm 2,85 ^{abcd}	22,25 \pm 0,97 ^{ab}	0,26 \pm 0,016 ^a

¹Rasyonun kuru maddesinde + işaretli gruplarda 250 mg/kg Zn, - işaretli gruplarda 40 mg/kg Zn bulunmaktadır. ²Rasyonun kuru maddesinde + işaretli gruplarda 25 mg/kg Cu, - işaretli gruplarda 9 mg /kg Cu bulunmaktadır.

^{a, b, c, d}Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki farklılık önemlidir (P<0,05).

olduğu belirlenmiştir (P<0,05). Zn ilaveli yemle beslenen grubun beşinci aydaki plazma albümin düzeyinde de, kontrol grubunun aynı aydaki değeri ile karşılaştırıldığında artış olduğu gözlenmiştir (P<0,05). Tablo 2'de, Zn ilaveli rasyona beslenen grupta; ikinci, dördüncü ve beşinci aylarda ölçülen plazma total kolesterol miktarının kontrol grubunun tüm örnekleme zamanlarından daha az miktarlarda olduğu görülmektedir (P<0,05). Çalışmada plazma glikoz ve total bilirubin düzeylerinde önemli herhangi bir farklılık elde edilememiştir (P>0,05).

Tartışma

Koyun ve keçilerin kan plazması Zn düzeylerinin normal koşullarda 0,8 ile 1,2 μ g/ml arasında olduğu kaydedilmektedir (24). McDowell ve ark. (25) ise, koyunlarda eksiklik oluşmaması için plazma Zn düzeyinin kritik sınırının 0,60 ile 0,80 μ g/ml dolaylarında olması

gerektiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, rasyonlarına Zn ilave edilmeyen grupların plazma Zn düzeyleri koyun ve keçiler için normal kabul edilen sınırlar içerisinde (24) olup, rasyonlarına yalnız Zn ilavesi yapılan kuzuların ve Zn ile birlikte Cu ilaveli yemle beslenenlerin plazma Zn miktarları, gerek kontrol hayvanlarınınkinden gerekse yalnız Cu ilave edilen rasyona beslenenlerinkinden tüm örnekleme zamanlarında daha yüksek düzeylerde tespit edilmiştir (P<0,05). İlave olarak, Cu'nun sindirim kanalından Zn emilimini sınırlayabileceği kaydedilmesine rağmen (4), kontrol değerleri ile karşılaştırıldığında bu çalışmadaki düzeyde rasyona yalnız Cu ilavesinin kuzuların plazma Zn miktarı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Tablo 1).

Birçok sağlıklı hayvanın plazmasındaki normal Cu düzeyinin 0,5 ile 1,5 μ g/ml arasında olduğu (2) ve koyunlarda kan serumu Cu miktarının 0,5 μ g/ml'nin altına düşmesi durumunda noksanlık belirtilerinin gözlenebileceği (26) belirtilmektedir. Bu çalışmadaki

deneme gruplarının tamamında plazma Cu düzeyi 0,53 ile 1,02 µg/ml arasında ve normal sınırlar içerisinde (2) olmasına rağmen, rasyonlarına yalnız Cu ilave edilen kuzuların birinci ay haricindeki plazma Cu düzeyinin, genelde kontrol hayvanları ile Zn ilaveli yemle beslenen kuzuların aynı parametresinden daha fazla miktarda olduğu gözlenmiştir (Tablo 1). Zn'nin intestinal mukoza hücrelerindeki bağlanma bölgeleri ile ilişkili olarak Cu emilimini azalttığı ve bu elemente olan ihtiyacı artırdığı bildirilmektedir (20,21). Bu bildirimlere uygun olarak, rasyonlarına yalnız Zn ilavesi yapılan kuzuların plazma Cu düzeyi kontrol grubuna göre önemli bir farklılık göstermemesine rağmen, yeme yalnız Cu katılması birinci ay haricinde plazma Cu düzeyini artırmış ($P<0,05$), aynı miktarda Cu'nun Zn ile birlikte yeme ilavesi ise, Zn'nin Cu emilimini azaltıcı etkisini (21) doğrular şekilde, hayvanların plazma Cu düzeyini kontrol değerlerine yaklaştırarak farklılığı ortadan kaldırmıştır.

Zn ile Cu'nun metabolizma üzerindeki etkileri dolayısıyla, eksiklik veya fazlalıklarında bazı metabolitlerin kandaki düzeylerinde değişikliklere neden olabilmektedirler (2,3). Kan plazması Zn düzeyinde meydana gelebilecek artışın, plazma proteinleri miktarında da artışa yol açabileceği vurgulanmaktadır (4). Nitekim keçilerde (5) ve koyularda (7) rasyona Zn ilavesinin plazma total protein ve albümin miktarını artırdığı bildirilmektedir. Bu çalışmada da, rasyonuna Zn ilave edilen grubun üçüncü aydaki plazma total protein düzeyinin diğer gruplara göre daha fazla miktarda olduğu belirlendi ($P<0,05$). Ancak, diğer gruplar ile karşılaştırıldığında, Zn ilaveli yemle beslenen kuzuların üçüncü ay haricindeki zamanlarda total protein düzeylerinde meydana gelen artış istatistiki önemde değildi. İlave olarak, yemlerine Zn ilave edilen kuzuların beşinci aydaki plazma albümin düzeyi, kontrol hayvanlarının aynı değerine göre önemli ölçüde yüksek bulundu ($P<0,05$). Bires ve ark. (13), Cu pelletleri uygulanan koyunlarda plazma total protein düzeyinin önemli oranda arttığını, albümin miktarında ise önemli bir değişiklik bulunmadığını kaydetmelerine rağmen, bu araştırmada rasyona Cu ilavesinin kuzularda plazma albümin miktarı yanında ve total protein düzeyi üzerinde de önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Tablo 1).

Ratlarda yüksek düzeyde Zn alımının plazma glikoz düzeyini azalttığı (8), Cu uygulanmasının ise plazma glikoz ve total bilirubin miktarını arttığı (18) bildirilmektedir. West ve ark. (19) da, Cu toksisitesinin

karaciğer hasarına bağlı olarak plazma total bilirubin miktarını artırdığını vurgulamaktadırlar. Ancak, bu çalışmada deneme gruplarının plazma glikoz ve total bilirubin düzeyleri arasında önemli bir farklılık elde edilememiştir. Araştırmacılar, yüksek düzeyde Zn ilaveli yemle beslenen ratlarda (9), tavşanlarda (10) ve sığırlarda (12) plazma total kolesterol düzeyinin azaldığını kaydetmektedirler. Bu bildirimler (9,10,12), denemede yalnız Zn ilaveli yemle beslenen kuzuların ikinci, dördüncü ve beşinci aylardaki plazma total kolesterol düzeylerinin kontrol grubunun aynı örnekleme zamanlarındaki değerlerinden düşük bulunmasıyla ($P<0,05$) desteklenmektedir. Bazı araştırmacıların fazla miktarda Zn alımının insanlarda (11) ve sığırlarda (12) plazma HDL-kolesterol düzeyinde önemli azalma olduğunu bildirmelerine uygun olarak da, çalışmada Zn ilaveli rasyonla beslenen kuzuların plazma HDL-kolesterol düzeyleri, kontrol grubuna göre aynı örnekleme zamanlarında istatistiki önemde olmasa da rakamsal olarak düşük bulunmuştur (Tablo 2). Yemlerine 5 mg/kg Cu ve 12 mg/kg Zn ilave edilen ratların plazma total kolesterol düzeylerinin, yemlerine 2,5 mg/kg Cu ve 12 mg/kg Zn ilave edilenlerden daha az olduğu (15), tavşanlarda ise Cu ilavesinin plazma total kolesterol miktarına önemli bir etki yapmadığı (16) kaydedilmektedir. Kumar ve Sharma (18) ise, tavşanlarda Cu ilavesinin plazma total kolesterol düzeyini artırdığını iddia etmektedirler. Bu çalışmada, yalnız ve Zn ile kombine olarak rasyonlarına Cu ilave edilen kuzuların gerek total kolesterol gerekse HDL-kolesterol düzeylerinde önemli bir farklılık elde edilememiştir ($P>0,05$).

Sonuç olarak, merinos kuzularda rasyona yalnız veya birlikte Zn ve Cu ilavesinin bazı kan metabolitleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, rasyona Zn ilavesinin plazma total protein, albümin ve total kolesterol düzeyleri üzerinde önemli etkisinin olmasına karşın, gerek Cu gerekse Zn ile kombine olarak Cu ilavesinin önemli bir değişiklik yapmadığı belirlendi. İncelenen parametrelere ait elde edilen bulguların, en azından bu araştırmadaki düzeylerde Zn ve Cu'nun rasyona ilavesinin neden olduğu değişiklikleri ortaya koyması bakımından, konuyla ilgili bilgilere katkıda bulunabileceği ve bu yönde yapılabilecek daha kapsamlı çalışmalara temel teşkil edebileceği kanaatine varıldı.

Kaynaklar

1. Blood, D.C., Radostits, O.M., Henderson, J.A., Arundel, J.H., Gay, C.C.: Diseases Caused by Nutritional Deficiencies. In: Veterinary Medicine, A Textbook of The Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses. 6th ed. London, Bailliere Tindall. 1983; 1015-1040.
2. Keen, C.L., Graham, T.W.: Copper. In: Biochemistry of Domestic Animals. 4th ed. Ed. Koneko, J.J., New York, Academic Press Inc., 1989; 757-765.
3. Keen, C.L., Graham, T.W.: Zinc. In: Biochemistry of Domestic Animals. 4th ed. Ed. Koneko, J.J., New York, Academic Press Inc., 1989; 776-795.
4. Smart, M.E., Gundmundson, J., Christensen, D.A.: Trace mineral deficiencies in cattle, a review. Can. Vet. J., 1981; 22: 372-376.
5. Dönmez, N., Keskin, E.: Ankara keçilerinde rasyona çinko ilavesinin bazı hematolojik parametreler üzerine etkisi. Vet. Bil. Derg., 1999; 15, (2): 125-131.
6. Lu, G.Z., Lu, Z.N., Ding, X.M.: Effect of oral supplemental zinc on calves around weaning. Acta Vet. Zootech. Sinica, 1995; 26, (3): 207-213.
7. Verma, P.C., Gupta, R.P., Sadana, J.R., Gupta, R.K.P.: Effects of experimental zinc deficiency and repletion on some immunological variables in guinea pigs. Br. J. Nutr. 1985; 59: 149-154.
8. Tobia, M.H., Zdanowicz, M.M., Wingertzahn, M.A., Atkinson, B.M., Slonim, A.E., Wapnir, R.A.: The role of dietary zinc in modifying the onset and severity of spontaneous diabetes in the Wistar rat. Mol. Genet. Metabol., 1998; 63, (3): 205-213.
9. Klevay, L.M.: Interactions of copper and zinc in cardiovascular disease. Ann. Acad. Sci. 1980; 355: 140-151.
10. Bedi, K.H., Bomb, B.S., Kumawatt, D.C., Saife, A., Surana, S.S., Bedi, T.: Preventive effect of zinc on cholesterol atherosclerosis in rabbits. J. Assoc. Physicians India. 1981; 29: 813-817.
11. Samman, S., Roberts, D.C.: The effects of zinc supplements on lipoproteins and copper status. Atherosclerosis. 1988; 70, (3): 247-252.
12. Jenkins, K.J., Kramer, J.K.G.: Changes in lipid composition of calf tissues by excess dietary zinc. J. Dairy Sci. 1992; 75: 1313-1319.
13. Bires, J., Michna, A., Bartko, P., Pisl, J., Juhasova, Z.: Zinc, selenium and copper supplementation using rumen pellets and its effect on cellular and humoral responses in sheep. Vet. Med. Praha. 1993; 38, (10): 597-607.
14. Weekley, L.B., Kimbrough, T.D., Lewellyn, G.C.: Dietary aflatoxin and copper acetate effects on various blood parameters in rats. Drug Chem. Toxi. 1981; 4, (2): 113-122.
15. Mehta, U., Mehta, S.N., Georgie, S.C., Mehta, S., Dixit, V.P., Verma, P.C.: Effect of dietary zinc and copper on peripheral blood plasma cholesterol, testosterone and histomorphology of testes in rats. Ind. J. Exp. Biol. 1989; 27, (5): 469-471.
16. Fekete, S., Gippert, R., Hullar, L., Szilagyi, M.: Effect of copper sulphate concentration of feed on the digestion, fattening and some important blood parameters of growing rabbits. Magyar Allatorvosok Lapja. 1989; 44, (9): 551-555.
17. Thuiller-Juteau, Y., Jaudon, M.C., Clavel, J.P., Delattre, J., Galli, A.: Serum zinc and copper in hypercholesterolemia. Path. Biol. 1987; 35, (4): 387-390.
18. Kumar, A., Sharma, C.B.: Hematological indices in copper-poisoned rats. Toxicol. Lett. 1987; 38, (3): 275-278.
19. West, H.J., Bates, A., Hynes, E.: Changes in the concentrations of bile acids in the plasma of sheep with liver damage. Res. Vet. Sci. 1987; 43, (2): 243-248.
20. Wachnik, A.: The physiological role of copper and the problems of copper nutritional deficiency. Die Nahrung, 1988; 32, (8): 755-765.
21. Kellog, D.W., Rakrs, J.M., Gliedt, D.W.: Effect of zinc methionine supplementation on performance and selected blood parameters of lactating cows. Nutr. Rep. Int. 1989; 40, (6): 1049-1057.
22. National Research Council, NRC: Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient requirements of sheep. 6th ed. Washington DC, National Academic Sci., 1985.
23. Düzgüneş, O., Kesici, T., Dürbüz, F.: İstatistik Metotları I. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No 861.. Ankara. A.Ü. Basimevi., 1983.
24. Rushton, B.: Veterinary Laboratory Data. London. B.V.A. Publications. 1984; 1-55.
25. McDowell, L.R., Conrad, J.H., Hembry, F.: Mineral for Grazing Ruminants in Tropical Regions. Gainesville. Anim. Sci. Dep. Univ. of Florida. 1993.
26. Ozan, S.: Karacabey merinos koyunlarında yapıldığı dökümü ile kanda çinko, bakır düzeyleri arasındaki ilişkiler. S.Ü. Vet. Fak. Derg. 1985; 1: 133-142.