

## BROYLERLERDE RASYONA BAKIR VE ÇİNKO İLAVELERİNİN PERFORMANS İLE BAZI DOKU BAKIR VE ÇİNKO KONSANTRASYONLARINA ETKİLERİ \*

Miyase Çınar<sup>1</sup> @

Mehmet Nizamlioğlu<sup>2</sup>

### Effects of Dietary Copper and Zinc Supplementation on Performance with Some Tissues Copper and zinc Content of Broilers

**Özet:** Bu çalışmada, broyler yemlerine farklı düzeylerde katılan bakır (Cu) ve çinko (Zn)'nun canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranları ile bazı dokulardaki Cu ve Zn düzeyleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada 430 adet Avian ırkı broyler civciv kullanılmış, rasyonlarına farklı dozlarda Cu, Zn ve Cu+Zn ilave edilenler olmak üzere kontrol grubu dahil 12 grup oluşturulmuştur. Hayvanların, 1., 14., 28. ve 42. günlerde canlı ağırlıkları ve yemden yararlanma oranları, 14., 30. ve 42. günlerde ise doku örneklerinde Cu ve Zn düzeyleri belirlenmiştir. Karaciğer dokusunda, en fazla Zn ilave edilen 8. grupta 14. ve 30. günlerde, böbrek dokusunda ise 42. günde Zn değerlerinin en yüksek düzeye çıktığı saptanmıştır. Yaşa bağlı olarak bursa Fabricii dokusunda Zn değerlerinde 30. ve 42. günlerde artış belirlenmiştir. Cu ve Zn ilavelerinin broylerlerde verim performansı üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Broiler, Bakır, Çinko, Performans, Doku Konsantrasyonları

**Summary:** In the present study, effects of different doses of dietary Cu and Zn supplementation on live weight and feed efficiency and tissue biochemical parameters in broilers were investigated. In this study, a total of 430 Avian Broiler chicks were used and divided into 12 groups as control and treatment groups in which different doses of Cu, Zn and Cu+Zn supplemented. Live weight and feed efficiency were determined at the 1st, 14th, 28th and 42nd days of age, also tissue samples were collected at the 14th, 30th and 42nd days of age and Cu, Zn levels were determined. The highest Zn values were determined in 8th group that is the highest Zn supplemented, and there were changes between the groups at the 14th day and 30th day in liver while only at the 42nd day in kidney. The values of Zn increased in bursa of Fabricius at the 30th and 42nd days. It may be speculated that Cu and Zn supplementation have positive effects on yield performance of broilers.

**Key Words:** Broiler, Copper, Zinc, Performance, Tissue Concentrations

### Giriş

Esansiyel elementler, amino asitler ve vitaminler kanatlı beslenmesi için mutlaka gerekli olan maddelerdir (Austic ve Scott,1997). Ancak bu tür elementlerin yeterli düzeyde alınamadığı hallerde yetmezliklerine bağlı olarak yaşamsal fonksiyonlarda aksamalar görülürken, fazla miktarda alınmasında ya toksisite gelişir ya da diğer iz elementlerle antagonistik etkileşimler görülmektedir. Antagonistik etkileşimlere en iyi örneği de, rasyonda fazla bulunan Zn'nun Cu emilimini engellemesi şeklinde verilebilir (Milne, 1994).

Genel olarak kanatlı hayvanların yemlerinde Cu'nun 6-8 mg/kg düzeyinde bulunmasının yeterli olduğu, ancak yemlerde bulunan kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), çinko (Zn), kükürt (S), molibden (Mo), demir (Fe) gibi minerallerle, protein içeriğinin Cu

emilimini etkileyerek gereksinimi değiştirebileceği bildirilmiştir (NRC,1984; Ensminger ve ark.,1990). Bakır yetmezliğinin tavuklar üzerindeki etkileri de yoğun bir şekilde araştırılmış, rasyona Cu ilavesinin yem tüketimini artırarak canlı ağırlık kazancını yükselttiği gözlenmiş (Çetin ve ark.,1992), ancak Cu alımının aşırı derecede yükselmesinde büyümenin engellendiği saptanmıştır (Ledoux ve ark.,1987). Bakırın dokular arasındaki dağılımı hayvanın yaşı, türü ve Cu durumu ile değişir (Underwood,1977). Yüksek miktarda Cu (>5 mg/kg) içeren organlar karaciğer, beyin, kalp ve saçlardır, orta derecede Cu (1.5-5 mg/kg) içeren organlar böbrek, pankreas, dalak, kas, kemik, deridir, düşük düzeyde Cu (<1.5mg/kg) içeren dokular ise tiroid, timus, ovaryum ve testislerdir (Keen ve Graham,1989; Karagül ve ark.,2000).

Etlük piliçlerin Zn ihtiyaçlarının 8 haftalık yaşa kadar 40 mg/kg olduğu bildirilmiştir (NRC,1984;

Geliş Tarihi : 24.02.2004

@: miyasevet@yahoo.com

\*: Bu makale "Broylerlerde Rasyona Bakır ve Çinko İlavelerinin Bazı Biyokimyasal Değerlere Etkileri" isimli doktora tezinden özetlenmiştir.

1. Veteriner Hekim, KONYA

2. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, KONYA

McDowell,1992). Kutlu ve ark. (1998), 0-4 haftalık dönemde 47 mg/kg Zn bulunan mısır- soya küspesi esaslı rasyona 15 ve 30 mg/kg Zn ilavelerinin piliçlerin yem tüketimini % 10, ağırlık kazancını % 20 ve yemden yararlanmayı % 11 oranında artırdığını ve 0-4 haftalık broylerlerde Zn miktarının 60 mg/kg'dan az olmaması gerektiğini bildirmişlerdir. Demir ve ark. (1999), etlik piliçlerde rasyonun yapısına giren yem maddeleri ve Zn içeren iz mineral katkılarıyla sağlanan yaklaşık 105 mg/kg toplam Zn düzeyinin etlik piliçler için yeterli olduğu ve daha yüksek düzeylerin performansta ek ilerleme sağlamadığını bildirmişlerdir. Memeli dokularının çoğundaki Zn konsantrasyonu, 10-100 mg/kg (yaş ağırlık), 30-250 mg/kg (kuru ağırlık) arasında değişmektedir (McDowell,1992). Çinko bakımından zengin doku ve sıvılar prostat, serum, karaciğer, böbrek, retina, kemik ve kastır (Kalaycıoğlu ve ark.,2000).

Lü ve Combs (1988), Zn intoksikasyonunda karaciğer Zn değerlerinin arttığını, Cu değerlerinde ise orta derecede azalmalar olduğunu ileri sürmüşler ve

rasyona ilave edilen yüksek miktarda Zn'nun doku Cu içeriğini azalttığını belirtmişlerdir. Jackson ve ark. (1986) ise, yumurtacı tavuklarda Zn ilavesi ile Cu konsantrasyonunun karaciğer dokusunda azaldığını, böbrek dokusunda arttığını, pankreas dokusunun ise uygulamalardan etkilenmediğini saptamışlardır.

Yemlerin Cu ve Zn içerikleri tam ayarlanamadığında her iki iz elementin metabolizmasında bozulacağı akla gelmektedir.Bu konuda kanatlılarda yürütülmüş kapsamlı bir çalışma bulunmadığından, özellikle hızlı bir büyüme trendine sahip broylerlerde Cu ve Zn arasındaki etkileşimlerin bilinmesi büyük önem taşımaktadır ve bu çalışmada broylerlerde bu ilişki incelenecektir

### Materyal ve Metot

Çalışma materyali olarak, ticari bir civciv işletmesinden sağlanan 430 adet günlük Avian ırkı broyler civcivler kullanılmıştır. Hayvanlar, ilk gün canlı ağırlıkları tartılıp ağırlıkları birbirine yakın olacak şekilde kontrol grubu dahil 12 gruba ayrılarak Konya

Tablo 1. Gruplara uygulanan diyet (mg/kg)

KONTROL	1.GRUP (Cu)	2.GRUP (Cu)	3.GRUP (Cu)	4.GRUP (Zn)	5.GRUP (Cu+Zn)	6.GRUP (Cu+Zn)	7.GRUP (Cu+Zn)	8.GRUP (Zn)	9.GRUP (Cu+Zn)	10.GRUP (Cu+Zn)	11.GRUP (Cu+Zn)
Bazal Diyet (BD)	BD+12 Cu	BD+42 Cu	BD+92Cu	BD+40 Zn	BD+12Cu +40 Zn	BD+42 Cu +40 Zn	BD+92 Cu +40 Zn	BD+120 Zn	BD+12 Cu +120 Zn	BD+42 Cu +120 Zn	BD+92 Cu +120 Zn

Tablo 2. Kontrol ve deneme gruplarına yedirilen civciv ve piliç rasyon bileşimi

Yem içeriği	Başlangıç yemi (%) (1-3 haftalık)	Büyütme yemi (%) (4-6haftalık)
Mısır	46.0	48.0
Soya fasülyesi (% 44 HP)	26.5	19.0
Tam yağlı Soya	12.0	15.0
Arpa	9.0	11.0
Et-kemik unu	1.5	1.5
Kemik unu	1.5	1.5
Bitkisel yağ	1.5	1.7
Dikalsiyum fosfat (D.C.P)	1.0	1.3
Tuz	0.4	0.4
Vitamin-mineral karışımı	0.6*	0.6**
Analizle hesaplanan değerler		
Metabolik enerji (kcal/kg)	3025	3100
Kuru madde	90.63	90.42
Ham protein	21.28	21.73
Ham kül	6.30	5.70
Ham Selüloz	4.64	4.38
Ca	0.96	1.04
P	0.86	0.90

Her kg yem için sağlanan vitamin-mineral karışımı:

\*Vitamin A, 15 000 IU; vitamin D, 2000 IU; vitamin E, 20 mg; vitamin K3, 5 mg; vitamin B1, 2.5 mg; vitamin B2, 7.5 mg; vitamin B6 5 mg; vitamin B12, 0.020 mg; folik asit, 0.75 mg; kalsiyum pantoten, 10 mg; askorbik asit, 50 mg; monensin sodyum, 100 mg; kolin klorit, 400 mg; nikotin amit, 25 mg; D-biotin, 0.05 mg; mangan, 80 mg; demir, 40 mg; çinko, 60 mg; bakır, 5 mg; iyot, 0.4 mg; selenyum, 0.15 mg; kobalt, 0.1 mg; antioksidan, 10 mg.

\*\* Vitamin A, 10 000 IU; vitamin D3, 1200 IU; vitamin E, 20 mg; vitamin K3, 3mg; vitamin B1, 2 mg; vitamin B2, 6 mg; vitamin B5 4 mg; vitamin B12, 0.015 mg; folik asit, 0.35 mg; kalsiyum pantoten, 5mg; monensin sodyum, 100 mg; kolin klorit, 300 mg; nikotin amit, 25 mg; mangan, 80 mg; demir, 40 mg; çinko, 60 mg; bakır, 5 mg; iyot, 0.4 mg; selenyum, 0.15 mg; kobalt, 0.1 mg; antioksidan, 10 mg.

Hayvancılık Araştırma Enstitüsü'ndeki broyler kümeslere yerleştirilmiştir. Civcivlere yem ve su ad libitum verilmiştir. Denemede etlik civciv ve piliç yemlerine CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O ve ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O formunda Cu ve Zn ilaveleri yapılmıştır. Deneme gruplarına tablo1'de belirtilen şekilde yemleme programı uygulanmıştır. Temel rasyon içerikleri ve oranları ise tablo 2'de belirtilmiştir.

Birinci, 14., 28. ve 42. günlerde canlı ağırlıkları ve yem tüketimleri saptanmıştır. Tartım sonuçlarına göre ortalama canlı ağırlık artışları, günlük yem tüketimleri ve yemden yararlanma değerleri hesaplanmıştır. Deneme boyunca ölen hayvanlar günlük olarak kaydedilmiştir. Birinci, 14., 30. ve 42. günlerde grupların hepsinden 10'ar adet civciv tartıldıktan sonra kesilerek doku (karaciğer, böbrek,

bursa Fabricii) örnekleri alınmıştır ve analizlere kadar -20°C'lik derin dondurucuda saklanmıştır. Birinci günde alınan doku örnekleri yeterli miktarda olmadığı için analizleri yapılamamıştır.

Dokuda mineral analizi kuru yakma yöntemi ile yapılmış ve hesaplamalarda yaş ağırlık kullanılmıştır. Yaklaşık 1 g doku örneği porselen kül potalarına alınarak kül fırınında 550°C'de bir gece yakılmıştır ve elde edilen kül örnekleri 3 N'lik hidroklorik asit ile çözündürülmüştür. Çözünen küller balon jöjeye süzülüp dokulara ve minerallere göre farklı miktarlarda sulandırılarak (Perkin Elmer, 1982) atomik absorpsiyon spektrofotometre (Buck Scientific 200 A) ile Cu ve Zn düzeyleri saptanmıştır (Milne, 1994). Verilerin istatistiki analizleri Minitab (Minitab,1998) adlı bilgisayar paket programı ile gruplar arası farkın önemlilik kontrolü için One Way

Anova ile, farklı bulunan grupların belirlenmesi Tukey testi ile yapılmıştır. Gruplar içi dönem farklılıkları ise two sample t testi ile yapılmıştır.

## Bulgular

Deneme gruplarında farklı dönemlere ait canlı ağırlık değerleri tablo 3'te, ortalama canlı ağırlık kazancı, günlük yem tüketimleri ve yemden yararlanma oranları tablo 4'de, karaciğer, böbrek ve bursa Fabricii dokularında Cu, Zn değerleri sırasıyla tablo 5, 7, 9'da, Cu ve Zn değerlerinin doku alma dönemlerindeki grup içi dönem farklılıkları tablo 6, 8, 10'da gösterilmiştir.

Tablo 3. Deneme gruplarında farklı dönemlere ait canlı ağırlık değerleri (g)

DÖNEM	1.Gün		14.Gün		28.Gün		42. Gün	
	n	x ± Sx	n	x ± Sx	n	x ± Sx	n	x ± Sx
Kontrol G.	35	38.38 ± 0.55	33	350.72 ± 10.39	23	1142.4 ± 32.79	12	2215.7 ± 43.49ab
1. G. (12 mg/kgCu)	36	37.81 ± 0.45	35	353.92 ± 9.76	23	1153.8 ± 18.30	13	2224.6 ± 64.24ab
2. G. (42 mg/kg Cu)	35	38.56 ± 0.56	30	351.54 ± 9.50	21	1160.5 ± 21.49	11	2187.9 ± 59.89ab
3. G. (92 mg/kg Cu)	34	38.21 ± 0.55	33	354.48 ± 7.60	22	1147.2 ± 23.72	12	2090.8 ± 67.44b
4. G. (40 mg/kg Zn)	36	37.48 ± 0.47	34	352.10 ± 7.10	24	1121.1 ± 32.74	14	2023.0 ± 67.69b
5. G. (12 mg/kg Cu+40mg/kg Zn)	35	38.91 ± 0.61	35	358.01 ± 6.98	24	1160.4 ± 17.74	14	2181.5 ± 39.72ab
6. G.(42 mg/kg Cu+40mg/kg Zn)	33	38.59 ± 0.56	30	346.81 ± 10.91	20	1176.2 ± 23.49	9	2078.9 ± 77.86b
7. G.(92 mg/kg Cu+40mg/kg Zn)	35	38.28 ± 0.64	30	354.62 ± 11.42	20	1183.3 ± 23.00	9	2386.5 ± 64.79a
8. G. (120 mg/kg Zn)	35	38.09 ± 0.55	35	365.11 ± 9.53	24	1159.1 ± 22.59	14	2166.8 ± 62.64ab
9. G.(12 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn)	34	38.21 ± 0.60	29	366.80 ± 9.34	19	1195.9 ± 21.08	9	2260.0 ± 67.12ab
10. G.(42 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn)	34	37.21 ± 0.49	31	346.67 ± 8.03	21	1105.1 ± 28.02	11	2113.7 ± 66.26ab
11. G.(92 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn)	35	37.77 ± 0.65	29	339.73 ± 10.47	18	1148.6 ± 25.98	8	2175.4 ± 86.87ab
Önem	P=0.692		P=0.811		P=0.492		P=0.026*	

a,b : Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arası farklılık önemlidir : \*P<0.05

G. : Grup



Tablo 4. Deneme gruplarında farklı dönemlerdeki performans değerleri

DÖNEM	1-14.Gün			14-28.Gün			28-42.Gün			1-42.Gün		
	OCAA	YT	YYO	OCAA	YT	YYO	OCAA	YT	YYO	OCAA	YT	YYO
Kontrol Grubu	312.34	40.38	1.81	791.72	100.25	1.77	1073.25	171.76	2.24	2177.28	104.13	2.01
1.G.(12 mg/kgCu)	316.11	37.23	1.65	799.83	91.96	1.61	1070.82	162.66	2.13	2186.91	97.28	1.87
2.G.(42 mg/kg Cu)	312.98	35.39	1.58	808.99	91.33	1.58	1027.38	163.96	2.23	2149.40	96.89	1.90
3.G.(92 mg/kg Cu)	316.27	36.88	1.63	792.73	95.39	1.68	943.63	147.87	2.19	2052.56	93.38	1.91
4.G.(40 mg/kg Zn)	314.62	34.21	1.52	817.72	86.04	1.47	1008.82	147.04	2.04	2140.97	89.10	1.75
5.G.(12 mg/kg Cu+40mg/kg Zn)	318.08	37.63	1.66	761.93	93.87	1.72	1067.53	161.94	2.12	2142.73	97.81	1.92
6.G.(42 mg/kg Cu+40mg/kg Zn)	308.51	37.62	1.71	829.36	97.82	1.65	902.73	149.78	2.32	2040.31	95.07	1.96
7.G.(92mg/kgCu+40mg/kg Zn)	316.34	36.67	1.62	828.72	97.32	1.64	1202.96	174.89	2.04	2349.22	102.96	1.84
8.G.(120 mg/kg Zn)	327.01	40.29	1.72	793.97	91.64	1.62	1007.72	158.20	2.20	2128.65	96.71	1.91
9.G.(12mg/kgCu+120 mg/kg Zn)	328.59	36.91	1.57	829.06	98.16	1.66	1064.18	166.84	2.19	2221.73	100.63	1.90
10.G.(42mg/kgCu+120 mg/kg Zn)	309.46	36.90	1.67	758.43	89.25	1.65	1008.63	152.32	2.11	2076.52	92.82	1.88
11.G.(92 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn)	301.96	33.42	1.55	808.84	87.10	1.51	1026.87	163.36	2.23	2137.89	94.63	1.86

OCAA: Ortalama canlı ağırlık artışı (g), YYO: Yemden yararlanma oranı (g yem/g CAA), YT: Yem Tüketimi (günlük ortalama yem tüketimi, g)

G.: Grup

Tablo 5. Broilerlerde 14..30.ve 42.gündeki karaciğer dokusu Cu ve Zn düzeyleri (mg/kg yaş ağırlık)

PARAMETRELER	Cu						Zn					
	14 .Gün		30.Gün		42.Gün		14.Gün		30 .Gün		42.Gün	
	n	x±Sx	n	x±Sx	n	x±Sx	n	x±Sx	n	x±Sx	n	x±Sx
Kontrol Grubu	7	2.65±0.28	7	2.53±0.27	7	2.94±0.26	7	22.03±1.67bc	7	21.36±2.30 bc	8	24.57±2.61
1.G.(12 mg/kg Cu)	7	2.86±0.18	8	3.02±0.16	8	2.91±0.28	7	21.08±1.73c	8	25.61±2.34abc	8	25.30±1.34
2.G.(42 mg/kg Cu)	7	2.90±0.30	7	3.05±0.24	7	3.28±0.22	7	20.71±1.54c	7	20.83±1.23bc	7	25.48±1.34
3.G.(92 mg/kg Cu)	7	3.14±0.18	7	3.09±0.47	8	3.03±0.20	7	20.88±1.35c	7	19.17±1.35c	7	24.87±2.52
4.G.(40 mg/kg Zn)	7	2.25±0.14	8	2.48±0.26	8	2.57±0.16	7	31.38±2.61ab	8	27.47±3.02ab	8	27.66±1.60
5.G.(12 mg/kg Cu+40 mg/kg Zn)	7	2.49±0.21	8	2.74±0.22	8	2.83±0.24	7	26.36±3.24abc	8	27.21±1.28ab	8	25.96±2.13
6.G.(42 mg/kg Cu+40 mg/kg Zn)	7	2.53±0.40	8	2.73±0.26	7	2.92±0.24	7	24.51±1.35bc	8	25.26±2.05abc	7	23.64±2.15
7.G.(92 mg/kg Cu+40 mg/kg Zn)	7	2.76±0.26	8	2.88±0.20	7	2.92±0.20	7	26.97±1.93abc	8	26.53±1.45abc	7	23.03±2.29
8.G.(120 mg/kg Zn)	7	2.49±0.17	8	2.44±0.15	8	2.33±0.10	7	33.55±3.87a	8	30.07±1.73a	8	30.44±4.72
9.G.(12 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn)	7	2.61±0.15	8	2.85±0.16	7	2.66±0.15	7	27.69±1.31abc	8	25.38±1.23abc	7	26.21±2.71
10.G.(42 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn)	7	2.54±0.20	7	2.65±0.17	8	2.84±0.34	7	26.94±1.49abc	7	26.14±2.39abc	8	23.86±2.15
11.G.(92 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn)	7	2.87±0.21	8	2.77±0.25	7	2.86±0.23	7	23.76±1.78bc	8	24.85±1.49abc	7	22.50±3.68

Önem P=394 P=0.633 P=0.368 P=0.000\*\*\* P=0.009\*\* P=0.733

a, b, c, :Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arası farklılık önemlidir \*\*: p<0.01 , \*\*\* : p<0.001

G.: Grup

Broyleslerde Rasyona Bakır ve Çinko İlavelerinin...

Tablo 6. Broyleslerde karaciğer dokusunda Cu ve Zn değerlerinin doku alma dönemlerindeki grup içi dönem farklılıkları (P)

PARAMETRELER	Cu			Zn		
	14-30.Gün	14-42. Gün	30-42.Gün	14-30.Gün	14-42. Gün	30-42.Gün
Kontrol Grubu	0.76	0.46	0.29	0.82	0.43	0.38
1. G. 12 mg/kgCu	0.53	0.90	0.74	0.14	0.08	0.91
2. G. 42 mg/kg Cu	0.71	0.33	0.49	0.95	0.039*	0.027*
3. G. 92 mg/kg Cu	0.93	0.69	0.90	0.39	0.19	0.075
4. G. 40 mg/kg Zn	0.45	0.15	0.77	0.35	0.25	0.96
5. G. 12 mg/kg Cu+40mg/kg Zn	0.43	0.30	0.78	0.81	0.92	0.62
6. G. 42 mg/kg Cu+40mg/kg Zn	0.69	0.42	0.60	0.76	0.74	0.59
7. G. 92 mg/kg Cu+40mg/kg Zn	0.72	0.64	0.90	0.86	0.21	0.23
8. G. 120 mg/kg Zn	0.83	0.43	0.56	0.44	0.62	0.94
9. G. 12 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn	0.29	0.81	0.41	0.22	0.64	0.79
10. G. 42 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn	0.68	0.47	0.63	0.78	0.26	0.49
11. G. 92 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn	0.76	0.98	0.79	0.65	0.77	0.57

\* P<0.05 , \*\*P<0.01 fark önemli

G. : Grup

Tablo 7. Broyleslerde 14.,30. ve 42.gündeki böbrek dokusu Cu ve Zn değerleri (mg/kg yaş ağırlık)

PARAMETRELER	Cu			Zn								
	14. Gün	30. Gün	42. Gün	14. Gün	30. Gün	42. Gün						
DÖNEM GRUPLAR	n	x ± Sx	n	x ± Sx	n	x ± Sx						
Kontrol Grubu	7	2.53 ± 0.26	7	2.15 ± 0.13	7	2.33 ± 0.23	7	21.70 ± 1.93	7	20.5 ± 2.50	7	20.57 ± 2.73b
1. G.12 mg/kg Cu	7	2.92 ± 0.29	7	3.04 ± 0.11	7	3.11 ± 0.30	7	22.67 ± 1.96	7	22.30 ± 2.64	7	25.60 ± 0.39ab
2. G.42 mg/kg Cu	7	2.66 ± 0.25	7	2.85 ± 0.28	7	3.05 ± 0.42	7	22.42 ± 2.52	7	20.05 ± 1.52	7	25.50 ± 1.53ab
3. G.92 mg/kg Cu	7	3.09 ± 0.21	7	3.05 ± 0.26	7	3.15 ± 0.26	7	21.74 ± 2.02	7	19.89 ± 0.33	7	21.31 ± 1.10b
4. G.40 mg/kg Zn	7	2.61 ± 0.24	7	1.94 ± 0.20	7	2.50 ± 0.35	7	27.79 ± 6.29	7	22.70 ± 0.67	7	27.92 ± 5.41ab
5. G.12 mg/kg Cu+40 mg/kg Zn	7	2.80 ± 0.22	7	2.50 ± 0.26	7	2.44 ± 0.16	7	27.35 ± 4.34	7	18.63 ± 0.69	7	25.98 ± 1.32ab
6. G.42 mg/kg Cu+40 mg/kg Zn	7	2.64 ± 0.20	7	2.47 ± 0.40	7	2.53 ± 0.44	7	24.08 ± 4.11	7	19.73 ± 2.23	7	24.49 ± 1.04ab
7. G.92 mg/kg Cu+40 mg/kg Zn	7	2.82 ± 0.22	7	2.85 ± 0.15	7	2.62 ± 0.17	7	26.10 ± 6.19	7	22.01 ± 2.20	7	21.24 ± 2.07b
8. G.120 mg/kg Zn	7	2.37 ± 0.33	7	2.25 ± 0.38	7	2.19 ± 0.22	7	28.05 ± 4.33	7	23.28 ± 1.68	7	33.90 ± 4.84a
9.G.12 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn	7	2.84 ± 0.29	7	2.50 ± 0.31	7	2.95 ± 0.13	7	26.19 ± 6.17	7	20.71 ± 1.86	7	20.78 ± 1.14b
10.G.42 mg/kgCu+120 mg/kg Zn	7	2.63 ± 0.15	7	2.55 ± 0.24	7	2.65 ± 0.16	7	23.33 ± 2.07	7	25.03 ± 1.45	7	26.57 ± 1.41ab
11.G.92 mg/kgCu+120 mg/kg Zn	7	2.94 ± 0.34	7	2.52 ± 0.34	7	2.57 ± 0.26	7	26.00 ± 1.76	7	23.29 ± 1.15	7	22.06 ± 2.66 b

Önem P=0.809 P=0.125 P=0.216 P=0.978 P=0.318 P=0.020\*

a, b :Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arası farklılık önemlidir

\* : p<0.05

G. : Grup

Tablo 8. Broylerde böbrek dokusunda Cu ve Zn değerlerinin doku alma dönemlerindeki grup içi dönem farklılıkları (P)

PARAMETRELER DÖNEM	Cu			Zn		
	14-30.Gün	14-42. Gün	30-42.Gün	14-30.Gün	14-42. Gün	30-42.Gün
Kontrol Grubu	0.24	0.58	0.53	0.71	0.74	0.98
1. G. 12 mg/kg Cu	0.70	0.66	0.84	0.91	0.19	0.26
2. G. 42 mg/kg Cu	0.62	0.44	0.70	0.44	0.32	0.028*
3. G. 92 mg/kg Cu	0.91	0.86	0.79	0.40	0.85	0.25
4. G. 40 mg/kg Zn	0.058	0.80	0.20	0.45	0.99	0.37
5. G. 12 mg/kg Cu+40 mg/kg Zn	0.42	0.22	0.86	0.095	0.77	0.0008***
6. G. 42 mg/kg Cu+40 mg/kg Zn	0.71	0.82	0.92	0.38	0.93	0.089
7. G. 92 mg/kg Cu+40 mg/kg Zn	0.93	0.46	0.32	0.55	0.48	0.80
8. G. 120 mg/kg Zn	0.81	0.67	0.90	0.34	0.39	0.077
9. G. 12 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn	0.44	0.73	0.21	0.42	0.42	0.97
10. G. 42 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn	0.77	0.94	0.73	0.52	0.22	0.46
11. G. 92 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn	0.40	0.41	0.91	0.23	0.24	0.68

\* P&lt;0.05, \*\*\* P&lt;0.001 fark önemli

G. : Grup

Tablo 9. Broylerde 14.,30. ve 42.gündeki bursa Fabricii dokusu Cu ve Zn düzeyleri (mg/kg yaş ağırlık)

PARAMETRELER DÖNEM GRUPLAR	Cu						Zn					
	14. Gün		30. Gün		42. Gün		14. Gün		30. Gün		42. Gün	
	n	x ± Sx	n	x ± Sx	n	x ± Sx	n	x ± Sx	n	x ± Sx	n	x ± Sx
Kontrol Grubu	7	1.65 ± 0.14	7	2.04 ± 0.29	7	2.04 ± 0.20	7	10.21 ± 1.63	7	16.13 ± 1.45	7	14.98 ± 1.66
1. G. 12 mg/kg Cu	7	1.82 ± 0.07	8	2.43 ± 0.15	7	2.18 ± 0.16	7	8.55 ± 1.06	7	15.66 ± 0.63	7	16.75 ± 1.28
2. G. 42 mg/kg Cu	7	2.03 ± 0.11	7	2.52 ± 0.35	7	2.20 ± 0.26	7	9.73 ± 0.58	7	15.35 ± 1.57	7	14.13 ± 1.36
3. G. 92 mg/kg Cu	7	2.24 ± 0.29	7	2.65 ± 0.32	7	2.47 ± 0.27	7	8.88 ± 0.93	7	15.66 ± 1.37	7	17.31 ± 1.26
4. G. 40 mg/kg Zn	7	1.60 ± 0.14	8	2.06 ± 0.20	7	1.96 ± 0.14	7	10.10 ± 0.74	7	18.37 ± 0.81	7	18.35 ± 0.71
5. G. 12 mg/kg Cu+40 mg/kg Zn	7	1.70 ± 0.22	8	2.34 ± 0.34	7	2.20 ± 0.30	7	9.24 ± 0.72	7	15.70 ± 0.79	7	15.60 ± 1.38
6. G. 42 mg/kg Cu+40 mg/kg Zn	7	1.85 ± 0.36	8	2.28 ± 0.36	7	2.19 ± 0.22	7	10.31 ± 1.29	7	17.86 ± 1.07	7	18.13 ± 0.78
7. G. 92 mg/kg Cu+40 mg/kg Zn	7	1.63 ± 0.15	8	2.11 ± 0.10	7	2.12 ± 0.22	7	10.21 ± 1.28	7	15.31 ± 1.14	7	16.80 ± 0.78
8. G. 120 mg/kg Zn	7	1.55 ± 0.15	8	1.99 ± 0.18	7	1.91 ± 0.16	7	12.60 ± 1.17	7	18.69 ± 1.88	7	19.40 ± 2.01
9. G. 12 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn	7	1.62 ± 0.20	8	2.00 ± 0.12	7	1.98 ± 0.20	7	11.73 ± 1.36	7	18.61 ± 0.79	7	17.67 ± 0.99
10. G. 42 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn	7	1.67 ± 0.17	7	2.16 ± 0.17	7	2.16 ± 0.17	7	9.86 ± 1.25	7	18.45 ± 1.00	7	18.78 ± 2.03
11. G. 92 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn	7	1.68 ± 0.17	7	2.22 ± 0.37	7	2.14 ± 0.31	7	10.53 ± 1.33	7	17.77 ± 1.34	7	15.36 ± 0.77

Önem

P=0.425

P=0.793

P=0.940

P=0.494

P=0.196

P=0.141

P&gt;0.05 fark önemsizdir

G. : Grup



Tablo 10. Broylerlerde bursa Fabricii dokusunda Cu ve Zn değerlerinin doku alma dönemlerindeki grup içi dönem farklılıkları(P)

PARAMETRELER DÖNEM GRUPLAR	Cu			Zn		
	14-30.Gün	14-42. Gün	30-42.Gün	14-30.Gün	14-42. Gün	30-42.Gün
Kontrol Grubu	0.27	0.15	1.0	0.020	0.065	0.61
1. G. (12 mg/kgCu)	0.0075**	0.081	0.29	0.0003***	0.0004***	0.47
2. G. (42 mg/kg Cu)	0.22	0.56	0.47	0.012*	0.018*	0.57
3. G. (92 mg/kg Cu)	0.37	0.58	0.68	0.0021**	0.0002***	0.39
4. G. (40 mg/kg Zn)	0.093	0.10	0.69	0.0000***	0.0000***	0.99
5. G. (12 mg/kg Cu+40mg/kg Zn)	0.14	0.20	0.75	0.0001***	0.0028**	0.95
6. G. (42 mg/kg Cu+40mg/kg Zn)	0.44	0.44	0.84	0.0009***	0.0006***	0.84
7. G. (92 mg/kg Cu+40mg/kg Zn)	0.025*	0.098	0.96	0.013*	0.0018**	0.31
8. G. (120 mg/kg Zn)	0.091	0.14	0.75	0.020*	0.017*	0.80
9. G. (12 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn)	0.14	0.23	0.96	0.0018**	0.0054**	0.47
10. G. (42 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn)	0.071	0.070	1.0	0.0002***	0.0046**	0.89
11. G. (92 mg/kg Cu+120 mg/kg Zn)	0.22	0.23	0.86	0.0028**	0.012*	0.15

\* P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\* P<0.001 fark önemli G.: Grup

### Tartışma ve Sonuç

Çalışmada, rasyona hem Cu hem de Zn ilavesinin canlı ağırlık ortalamasını artırdığı, 42. günde canlı ağırlık ortalamasında 7. gruba göre 3., 4. ve 6. gruplarda önemli (P<0.05) düzeyde azaldığı (Tablo 3) saptanmıştır. En iyi yemden yararlanma oranlarının ise tüm dönemlerde 4. grupta (40 mg/kg Zn) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Tüm deneme gruplarında yem tüketimlerinin kontrol grubuna göre az, yemden yararlanmanın ise daha fazla olduğu, dolayısıyla bu minerallerin yemden yararlanma üzerine olumlu etkilerinin görüldüğü gözlenmiştir. Rasyona farklı düzeylerde Zn ilave edilen etlik piliçlerde (Demir ve ark.,1999; Uyanık ve ark.,2001), Cu ilave edilen piliçlerde (Ledoux ve ark.,1989a,1991) hem Zn hem de Cu ilave edilen kuzularda (Önder,2001) canlı ağırlık kazancı ile yemden yararlanma oranının etkilenmediği bildirilmesine karşın, Wedekind ve Baker (1990), Kutlu ve ark. (1998), piliçlerde rasyona farklı düzeyde Zn ilavesinin canlı ağırlık kazancını artırdığını ileri sürmüşlerdir. Ayrıca Stahl ve ark. (1989), Watkins ve Southern (1993), piliçlerin rasyonlarında sırasıyla 37 mg/kg ve 35 mg/kg Zn bulunmasının büyümeyi geliştirdiğini belirtmişlerdir. Ledoux ve ark. (1989b), rasyona 300 mg/kg Cu ilave edilen 3 haftalık piliçlerin yem tüketimi ve ağırlık kazancında azalmalar olduğunu, rasyondaki Cu konsantrasyonuna bağlı olmadan yem tüketimi ve ağırlık kazancının yaş ile arttığını, bunun nedeninin de rasyonda bulunan kükürtlü amino asit içeriklerinden kaynaklandığını ileri sür-

müşlerdir. Yemden yararlanmanın ise yaş ve rasyondaki Cu'dan etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Çalışmada, karaciğer dokusunda Cu değerleri yönünden gruplararası fark istatistiki açıdan önemsiz bulunurken, araştırmacılar (Ledoux ve ark.,1989a;1989b;1991; Funk ve Baker,1991), rasyona Cu ilavesi ile karaciğerde Cu konsantrasyonunun istatistiki olarak önemli oranda arttığını belirtmişlerdir. Bunun sebebinin rasyona ilave edilen Cu miktarının farklı olmasından kaynaklanabileceği sanılmaktadır. Çalışmada, tüm gruplardaki karaciğer (Tablo 5) ve böbrek Cu değerleri (Tablo 7) Blalock ve Hill (1988)'in bildirdiği değerlere (her iki doku için 2.3 mg/kg yaş ağırlık) uygunluk göstermektedir ve bu değerler rasyona Cu ilavesinden etkilenmemiştir. Bu durum, broylerlerde böbrek dokusundaki Cu konsantrasyonlarının rasyondaki Cu'dan etkilenmediğini belirten Ledoux ve ark (1989b)'nin bulgularını desteklemektedir. Ayrıca çalışmada, karaciğer (Tablo 6) ve böbrek (Tablo 8) Cu konsantrasyonlarında yaşa bağlı olarak önemli bir değişiklik gözlenmemiştir.

Çalışmada, tüm gruplardaki karaciğer Zn değerleri (Tablo 5) Lü ve Combs (1988); Stahl ve ark. (1989;1990); Tufft ve Nockels (1991) gibi araştırmacıların bildirdikleri değerlerle (sırasıyla 29±3mg/kg; 23mg/kg; 19.3mg/kg; 22.36mg/kg yaş ağırlık) uygunluk göstermektedir. On dördüncü (P<0.001) ve 30. (P<0.01) günlerde sadece Zn ilave edilen gruplarda kontrol grubu ve Cu ilave edilen gruplara göre

önemli düzeyde artışlar saptanmıştır (Tablo 5). Tüm gruplardaki böbrek Zn değerleri (Tablo 7) Blalock ve Hill (1988)'in bildirdiği değerlere (21 mg/kg yaş ağırlık) uygunluk göstermektedir. Çinko değerleri yönünden gruplar arası fark sadece 42. günde önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuş, en fazla Cu ilave edilen tüm gruplara ve kontrol grubuna göre en fazla Zn ilave edilen 8. grupta önemli düzeyde artış olduğu belirtilmiştir (Tablo 7). Yaşa bağlı olarak karaciğer Zn değerlerinde 42. günde 2. grupta, böbrek dokusunda 2. ve 5. gruplarda önemli düzeyde artışlar tespit edilmiştir (Tablo 6,8).

Southern ve Baker (1983), piliçlerde rasyona fazla miktarda Zn (2000 ve 4000 mg/kg) ilavesinin karaciğer Zn konsantrasyonunu artırdığını, Cu konsantrasyonunu ise azalttığını ancak, rasyondaki fazla Cu'nun (500 mg/kg) karaciğerdeki Zn düzeyini etkilemediğini belirtirken, Evans ve ark. (1975) ise, Cu'nun Zn emilimini engellediğini ileri sürmüşlerdir. Stahl ve ark (1989) da piliçlerin rasyonlarında 100 mg/kg'ın üzerinde bulunan Zn'nun dokularda birikime neden olduğunu bildirmişlerdir. Yumurtacı tavuklarda da rasyona fazla miktarda Zn ilavesi ile karaciğer ve böbrek dokularında Zn miktarının arttığı, karaciğer dokusu Cu konsantrasyonunun ise azaldığı (Jackson ve ark.,1986; Stevenson ve ark.,1987) belirtilmiştir. Yapılan çalışmada da araştırmacıların (Evans ve ark.,1975; Southern ve Baker,1983; Jackson ve ark.,1986; Stevenson ve ark.,1987; Stahl ve ark.,1989) bildirdikleri gibi, karaciğer ( $P<0.001$ ) ve böbrek ( $P<0.05$ ) Zn konsantrasyonlarının rasyona Zn ilavesiyle önemli düzeyde arttığı, rasyona Cu ilavesiyle ise azaldığı saptanmıştır.

Çalışmada, bursa Fabricii dokusunda Cu, Zn değerleri yönünden gruplar arası fark istatistikî açıdan önemsiz bulunmuştur (Tablo 7). Bursa Fabricii dokusunda mineral maddelerin önemli değişiklikler göstermemesi, mineral madde metabolizmasında bursa Fabricii'nin karaciğer ve böbrekten daha az işleve sahip olduğu düşünülebilir. Bursa Fabricii'de Cu değerleri Tufft ve Nockels (1991) ile Stahl ve ark. (1989)'nın bildirdiği değerlerin (sırasıyla 1.58 ; 3.9mg/kg) arasındaki değerlere, Zn değerleri ise Tufft ve Nockels (1991)'in değerleri (19.23 mg/kg) ile uygunluk göstermiştir. Bursa Fabricii'de Cu değerlerinde 30. günde 1. ve 7. gruplarda, Zn değerlerinde ise 30. ve 42. günlerde kontrol grubu dışındaki tüm deneme gruplarında önemli düzeyde artışlar tespit edilmiştir (Tablo 10). Bu artış B lenfositlerinin yapıldığı yer olan bursa Fabricii dokusunda (Tanyolaç,1999) kuluçkadan çıkışı takip eden 4. ve 6. haftalarında lenf foliküllerinin artması (Kocaöz ve ark.,1997; Dönmez ve Çelik,1998) ve Zn'nun da lenfosit fonksiyonlarının düzenlenmesinde önemli bir role sahip olmasıyla (Tanaka ve ark.,1990) desteklenebilir.

Sonuç olarak, rasyonlarına Cu veya Zn ilave edilen grupların doku Cu ile Zn düzeylerinde artmaların olduğu gözlenmiştir. Rasyonlarına Cu ilave edilen grupların Zn değerlerinde görülen önemli azalmaların yanında Cu'nun Zn emilimini düşürdüğü tespit edilmiştir. Genel olarak Cu ve Zn ilaveleri ile canlı ağırlık ortalamaları ve yemden yararlanma oranında artış, yem tüketiminde ise azalma olduğu belirlenmiş, buna bağlı olarak Cu ve Zn ilavelerinin broylerlerde performans üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği sonucuna varılmıştır.

### Kaynaklar

- Austic, RE. and Scott, ML. (1997). Nutritional Diseases In "Diseases of Poultry " Tenth Edition Edited by B.W Calnek with H. John Bames, Charles W. Beard, Larry R McDougald, YM Saif, pp: 47-67 Iowa State University Press/ Ames . Iowa, USA.
- Blalock, TL. and Hill, CH. (1988). Studies on The Role of Iron In Zinc Toxicity in Chicks. Biological Trace Element Research, 17, 17-29.
- Çetin, M., Mert, N., Yavuz, M. ve Erdinç, H. (1992). Civcivlerde Bakır Noksanlığının Yemden Yararlanma ve Canlı Ağırlık Kazancı Üzerine Etkilerinin Araştırılması Konusunda Çalışmalar. U.Ü. Veteriner Fak Dergisi, 1, 11, 147 – 153.
- Demir, E., Şekeroğlu, A., Karaalp, M. ve Özcan, MA. (1999). Rasyon Çinko Düzeylerinin Artırılmasının Etlük Piliçlerde Büyüme Performansı ve Bazı Organ Ağırlıklarına Olan Etkileri. Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı, 465-471.
- Dönmez, HH. ve Çelik, İ. (1998). Erken Embriyonal Dönemde Yumurtaya Verilen Testosteron Propiyanat'ın Tavuk Bursa Fabricii'si Üzerindeki Etkileri. Vet. Bil. Derg., 14 (1), 119-132.
- Ensminger, ME., Oldfield, JE., Heinemann, WW. (1990). Feeding Poultry In "Feeds & Nutrition" pp:1010-1063, Second Edition, The Ensminger Publishing Company 648 West Sierra Avenue, Clovis, California 93612.
- Evans, GW., Grace, CI. and Votava, HJ. (1975). A Proposed Mechanism For Zinc Absorption in The Rat. Am. J. Physiol., 228, 501-505.
- Funk, MA. and Baker, DH. (1991). Toxicity and Tissue Accumulation of Copper in Chicks Fed Casein And Soy-based Diets. J. Anim. Sci., 69, 4505-4511.
- Jackson, N., Gibson, SW. and Stevenson, MH. (1986). Effects of Short And Long- Term Feeding of Zinc Oxide-supplemented Diets on The Mature, Female Domestic Fowl With Special Reference to Tissue Mineral Content. British Journal of Nutrition, 55, 333-349.
- Kalaycıoğlu, L., Serpek, B., Nizamlioğlu, M., Başpınar, N., Tiftik, AM. (2000). Biyoelementler "Biyokimya", 35-53, 2.Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Karagül, H., Altıntaş, A., Fidancı, UR. ve Tevhide, S. (2000). Mineral Metabolizması "Klinik Biyokimya", 229-254, 1.



Baskı, Medisan, Ankara.

Keen, CL. and Graham, TW. (1989). Trace Elements. In "Clinical Biochemistry of Domestic Animals" Fourth edition, Edited Kaneko JJ, pp: 757-765, Academic Press Inc. New York.

Kocaöz, N., Çelik, İ. ve Ünsal, S. (1997). Kuluçkadan Çıkıştan Sonra Tavuk Bursa Fabricii'sinde Oluşan Histolojik Değişiklikler. Vet. Bil. Derg., 13(1), 43-51.

Kutlu, HR., Görgülü, M. ve Baykal, L. (1998). Rasyon Çinko Düzeylerinin Etlik Piliçlerin Büyüme Performansı Üzerine Etkisi. 671-676, I. Ulusal Çinko Kongresi 12-16 Mayıs, Eskişehir.

Ledoux, DR., Henry, PR., Ammerman, CB. and Harms, RH. (1987). Interaction of Dietary Nutrient Concentration And Supplemental Copper On Chick Performance and Tissue Copper Concentration. Poultry Science, 66, 1379-1384.

Ledoux, DR., Henry, PR., Ammerman, CB. and Miles, RD. (1989a). Effect of Dietary Copper on Tissue Mineral Composition As An Estimate of Copperbioavailability in Broiler Chicks. Nutrition, Report International, 39 (6), 1117-1126.

Ledoux, DR., Henry, PR., Ammerman, CB., Rao, PV. and Miles, RD. (1989b). Effect of Dietary Copper And Age On Tissue Mineral Composition of Broiler - Type Chicks As A Bioassay of Inorganic Copper Sources. Poultry Science, 40 (1), 53-65.

Ledoux, DR., Henry, PR., Ammerman, CB., Rao, PV. and Miles, RD. (1991). Estimation of The Relative Bioavailability Of Inorganic Copper Sources For Chicks Using Tissue Uptake Of Copper. J. Anim. Sci., 69, 215-222.

Lü, J. and Combs, GF. (1988). Effect of Excess Dietary Zinc On Pancreatic Exocrine Function In The Chick. J. Nutr., 118, 681-689.

McDowell, LR. (1992). "Minerals in Animal and Human Nutrition". Academic Press Inc. San Diego. New York.

Milne, DB. (1994). Trace elements. In "Tietz Textbook of Clinical Chemistry" Burtis CA, Ashwood ER, pp:1317-1353, 2 nd edition. United States of America.

Minitab for Windows r. 12.1 (1998). Minitab Inc. 814-238-3280.

National Research Council (NRC). (1984). Nutrient Requirements of Poultry, 9 th Edition. National Academic

Press, Washington D.C.

Önder, F. (2001). Konya Merinosu Kuzularda Rasyona Çinko Ve Bakır İlavelerinin Rumen Protozoonları Ve Bazı Hematolojik Parametreler İle Yapağı Kalitesi Üzerine Etkisi. SÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Perkin Elmer Corporation. (1982). Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry, Norwalk, Connecticut, U.S.A. The Perkin Elmer Cooperation.

Southern, LL. and Baker, DH. (1983). Zinc Toxicity, Zinc Deficiency and Zinc-Copper Interrelationship In Eimeria Acervulina- Infected Chicks. J. Nutr., 113, 688-696.

Stahl, JL., Greger, JL. and Cook, ME. (1989). Zinc, Copper and Iron Utilisation By Chicks Fed Various Concentrations of Zinc. British Poultry Science, 30, 123-134.

Stahl, JL., Greger, JL. and Cook, ME. (1990). Breedinghen and Progeny Performance When Hens are Fed Excessive Dietary Zinc. Poultry Science, 69, 259-263.

Stevenson, MH., Gibson, SW. and Jackson, N. (1987). Withdrawal of Zinc Oxide-containing Diets From Mature, Female Domestic Fowl: Effects on Selected Tissue Mineral Contents. British Poultry Science, 28,449-459.

Tanaka, Y., Shiozawa, S., Morimoto, I. and Fujita, T. (1990). Role of Zinc in Interleukin 2 (IL-2)- Mediated T-Cell Activation. Scand. J. Immunol., 31, 547-552.

Tanyolaç, A. (1999). "Özel Histoloji". Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Ankara.

Tuftt, LS. and Nockels, CF. (1991). The Effects of Stress, Escherichia Coli, Dietary Ethylenediaminetetraacetic Acid, and Their Interaction on Tissue Trace Elements in Chicks. Poultry Science, 70, 2439-2449.

Underwood, EJ. (1977). "Trace Elements in Human and Animal Nutrition" 4th Edition, Academic Press. New York.

Uyanık, F., Eren, M. and Tunçoku, G. (2001). Effect of Supplemental Zinc on Growth, Serum Glucose, Cholesterol, Enzymes and Minerals in Broilers. Pakistan Journal of Biological Sciences, 4 (6), 745-747.

Watkins, KL. and Southern, LL. (1993). Effect of Dietary Sodium Zeolite a on Zinc Utilization By Chicks. Poultry Science, 72, 2, 296-305.

Wedekind, KJ. and Baker, DH. (1990). Zinc Bioavailability in Feed-Grade Sources of Zinc. J. Anim. Sci., 68, 684-689.