

## FARKLI DÜZEYLERDE KALSİYUM VE FOSFOR İÇEREN YUMURTA TAVUĞU KARMA YEMLERİNE BOR İLAVESİNİN YUMURTA MİNERAL İÇERİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ\*

*Kamil KÜÇÜKYILMAZ<sup>1</sup>, Ramazan ERKEK<sup>2</sup>*

### ÖZET

Bu çalışmada standart ve düşük düzeyde Ca ve P içeren yumurtacı tavuk yemlerine bor (0, 75 ve 150 ppm) ilavesinin yumurtada mineral düzeyleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Araştırma 46 haftalık yaşta 576 adet beyaz yumurtacı tavuk (Super Nick) ile 20 hafta sürdürülmüştür. Standart ve düşük düzeyde Ca ve yararlanabilir P içeren kafes tavuk yemlerine üç farklı düzeyde (0, 75, 150 ppm) bor katılmak suretiyle 6 farklı yem karması hazırlanarak deneme grupları oluşturulmuştur. Yeme ilave edilen bor miktarı arttıkça yumurta yenebilir kısmındaki bor miktarı da artmıştır. Yeme 150 ppm bor ilavesiyle yumurta yenebilir kısmında bor ilave edilmeyen gruba kıyasla 2.5 kat daha fazla bor birikimi saptanmıştır. Yem Ca-P seviyesinin düşürülmesi yumurta kabuğunda biriken bor miktarını artırmış, yumurtanın yenebilir kısmı Ca ve P miktarını azaltmıştır (P<0.01). Düşük düzeyde Ca-P içeren yeme bor ilavesi yumurta yenebilir kısmındaki Ca ve P miktarını artırmış ve standart düzeyde Ca-P içeren grupla benzer düzeye getirmiştir. Yem Ca-P seviyesi ve yeme bor ilavesi yumurta kabuğu ve yumurtanın yenebilir kısmının kül miktarları ile Mg, Fe, Zn ve Cu miktarlarını etkilememiştir (P>0.05).

**Anahtar kelimeler:** Yumurtacı tavuk, bor, Ca-P düzeyi, yumurta mineral düzeyi

### The Effects of Boron Supplementation to Layer Hen Diet Containing Different Levels of Calcium and Phosphorus on Mineral Content of Egg

In this study, effects of boron supplementation to layer diet containing different levels of calcium and phosphorus on mineral levels of egg were investigated. The experiment was lasted for 20 wk period using 576 laying hens of commercial white strain (Nick chick) at 46 weeks of age. Two dietary calcium and phosphorus levels (standard and low) and three supplemental boron levels (0, 75 and 150 ppm) were the variables in the present study. Consequently, 2x3 factorial arrangement was designed. As the supplemental boron dose was elevated, boron level in edible portion of egg was increased. The supplementation diet with 150 ppm boron induced a 2.5 fold increase in the boron content of edible egg portion compared with the unsupplemented group. Dietary Ca and P deficiency significantly increased boron in the egg shell. Decreasing the level of feed Ca-P resulted increase in boron accumulation in the eggshell and decreased the retention of Ca and P in the edible egg portion. Boron supplementation to Ca-P deficient diets increased Ca and P level in the edible egg portion, and comparable to that of standard Ca-P diets. Ash levels and Mg, Fe, Zn and Cu contents of the egg shell and edible egg parts were not influenced by diet Ca and P level or boron supplementation (P>0.05).

**Keywords:** Laying hen, boron, Ca-P level, egg mineral level

### GİRİŞ

Borun (B) yüksek bitkiler için gerekli bir element olduğu 1920'li yıllardan bu yana bilinmekle beraber, insan ve hayvanların beslenmelerinde de rolü olabileceği son 15-20 yıl içerisinde düşünölmeye başlanmıştır. Bor, insan vücudu tarafından az miktarlarda ihtiyaç duyulan, hücrelerde sentezlenemediği için besinlerle dışarıdan alınması gereken bir elementtir. Bor, insan ve hayvan organizmasında özellikle kemik metabolizmasında etkin rolü olan Ca, Mg ve P gibi elementlerle etkileşim içerisinde. Borun hücre zarı ile etkileşime girerek vitamin D ve Mg ile reaksiyonları sonucunda Ca homeostazisini etkilediği ifade edilmiştir (Naghii ve Samman, 1993).

Yumurtacı tavuklarla yapılan araştırmalarda, yeme bor ilavesinin kemiklerin kırılma mukavemetini

artırdığı, eklem bozukluklarını önlediği ve yumurta iç ve dış kalitesini de artırabileceği bildirilmiştir (Wilson ve Ruszler, 1997; 1998; Demirörs, 2007; Mızrak ve ark., 2008a). Yumurtacı tavuk yemlerine bor katılması özellikle makro-mikro elementlerin metabolizmadaki işlevlerini etkilediği bildirilmektedir. Bunun yumurta kabuk kalitesi, kemik formasyonu, kemiklerde ve yumurta kabuğunda Ca, P ve mikro element birikiminde ve dolayısıyla kabuk oluşum mekanizması için destekleyici olabileceği düşünülmektedir.

Bitkisel ve hayvansal kökenli materyallerdeki B miktarı oldukça değişkendir. Bitkisel kökenli gıdalar hayvansal kökenli gıdalardan borca daha zengindir. İnsanlarda gıda maddeleriyle alınan günlük ortalama bor miktarı 1.5-1.8 mg'dır. Tüketilen bor miktarı arttıkça dokulardaki konsantrasyonu da artmaktadır (Hunt, 1989).

\* Bu çalışma Dr. Kamil KÜÇÜKYILMAZ'ın doktora tezinin bir kısmından özetlenmiştir.

<sup>1</sup>İncir Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, İncirliova, AYDIN, kamilkucukyilmaz@hotmail.com

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, İZMİR, ramazan.erkek@ege.edu.tr

Bor toksisitesi sık olarak rastlanılmamakla beraber bazı durumlarda oluşabilmektedir. Oral yolla alınan borik asit ve boraks düşük akut toksisiteye sahiptir. Stokinger (1981), insanlarda oral, dermal ve intravenöz toksik düzeyin sırasıyla 640, 8600 ve 29 mg/kg/vücut ağırlığı olduğunu bildirmektedir. Borun 100 mg üzeri alınımın toksik etkiye yol açtığı, öldürücü dozun ise yetişkinlerde 15-20 g, çocuklarda 3-6 g olduğu belirtilmiştir (Litovitz ve ark., 1988; Nielsen, 1994). Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO, 1996)' da günlük 1-13 mg bor alımının insanlar için güvenilir olduğunu belirtmektedir. Yumurta çok az miktarda (yaklaşık 0.12 ppm) bor içermektedir (Anderson ve ark., 1994).

Yumurta kabuk mineralizasyonunda rol alan makro elementlerin yemlerden alımı kimi fizyolojik mekanizmalarla sınırlı olduğundan yemdeki Ca ve P oranının artırılması problemin çözümünde yeterli değildir. Bir mikro element olan borun çok düşük dozlarda dahi (5-30 ppm) yeme katılması durumunda yemdeki düzeyi 40000 ppm olan kalsiyumun ve 4000 ppm olan fosforun metabolizmasına müdahale edilebildiği yapılan sınırlı sayıda öncü çalışmalarla (Nielsen ve ark., 1987; Nielsen ve ark., 1988) ortaya konmuş olup elde edilen bu veriler ilgi çekicidir. Yumurtacı tavuklarla yapılan önceki çalışmalarda yumurtacı tavuk yemlerine farklı miktarlarda bor ilavesinin yumurta mineralizasyonuna etkisi incelenmemiştir. Bu amaçla bu çalışmada, standart ve düşük düzeyde Ca ve P içeren yumurtacı tavuk yemlerine farklı miktarlarda bor ilavesinin yumurta mineral içeriği üzerine etkisi incelenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsü Tavukçuluk Şubesi yumurtacı tavuk kümesinde yürütülmüştür. Araştırmada 46 haftalık yaşta 576 adet beyaz yumurtacı tavuk (Super Nick) kullanılmıştır.

Deneme 4 tekerrürlü 6 gruptan oluşmuş olup, her tekerrürde 24 adet tavuk olmak üzere her bir grupta 96 adet tavuk kafeslere yerleştirilmiştir. Tavuklar apartman tipi kafes bloklarındaki her bir göze (50 cm uzunluk x 60 cm genişlik x 56 cm yükseklik) altı adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Her bir tekerrür, birbirine bitişik 4 adet kafes gözünden oluşmuştur.

Denemede standart ve düşük düzeyde Ca ve yararlanılabilir P içeren toz formda kafes tavuğu yumurta yemlerine üç farklı düzeyde (0, 75, 150 ppm) bor ilavesiyle 6 farklı karma yem hazırlanmıştır. Standart düzeyde Ca ve yararlanılabilir P içeren kafes tavuk yemi % 3.94 Ca ve % 0.42 yararlanılabilir fosfor içerirken, düşük düzeyde Ca ve yararlanılabilir P içeren kafes tavuk yemi standart yemden yaklaşık % 17 daha düşük düzeyde % 3.28 Ca ve % 0.34 yararlanılabilir fosfor içermiştir. Bazal rasyondaki (bor içermeyen yemler) kepek (834 g/ton yem), 75 ppm bor ilave edilecek olan yem karomasında 417 g/ton borik asit, 150 ppm bor ilave edilecek olan yem karomasında 834

g/ton borik asit ile yer değiştirilmiştir.

Deneme yemleri mısır, buğday, soya ve ayçiçeği tohumu küspesi esaslı olarak hazırlanmış izokalorik ve izonitrojenik olarak formüle edilmiştir. Standart ve düşük düzeyde Ca ve yararlanılabilir P içeren deneme yemlerinin bileşimi ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Yemlerin ve yem hammaddelerinin kimyasal analizleri AOAC (1995)' daki esaslara göre yapılmış, metabolik enerjinin hesaplanmasında TSE (1991) 'den yararlanılmıştır. Yeme katılan bor % 18 saflıkta, borik asit formunda olup BOREN (Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü)' den sağlanmıştır.

Deneme 20 hafta süre ile 46-65. haftalar arasında sürdürülmüştür. Yem ve su adlibitum olarak verilmiş, ışıklandırma günde 16 saat olacak şekilde düzenlenmiştir.

Denemenin sonunda her gruptan 12 adet yumurtanın kabuğundan (küt, sivri ve orta kısmından) 1 g örnek alınarak 100 °C' de 12 saat kurutulup öğütülmüştür. Ayrıca her gruptan 12 adet yumurtanın ak ve sarısı birlikte karıştırıcısıyla iyice karıştırıldıktan sonra 100 °C' de 24 saat kurutulup, öğütülmüş ve bu öğütülmüş numunelerden 3 g örnek alınmıştır. Öğütülmüş kabuk ve yumurta örnekleri 550°C' de 24 saat kül fırınında bekletildikten sonra kül miktarları belirlenmiştir.

Yumurta kabuğu ile yumurtanın yenebilir kısımlarının (ak+sarı) kül miktarları belirlendikten hemen sonra, krozelerin içerisine % 65' lik 5 ml derişik nitrik asit ilave edilerek küller çözdürülmüştür. Daha sonra krozelerin içerisine 35-40 ml saf su ilave edildikten sonra Whatman 42 filtre kağıdından filtre edilerek, üzerlerine 100 ml oluncaya kadar saf su eklenilmiştir. Hazırlanan bu solüsyonlarda ICP-OES cihazı ile (Perkin Elmer Optima 2100 DV Model) (kalsiyum, 315.887 nm; fosfor, 214.914 nm; magnezyum, 279.077 nm; demir, 259.939 nm; çinko, 213.857 nm; bakır, 324.752 nm; bor, 249.677 nm dalga boyunda) numunelerin element miktarları yönünden analizleri gerçekleştirilmiştir. Elementlerin miktarının belirlenmesinde her bir element için stok solüsyonlar kullanılmıştır (Kalsiyum M1.19778, magnezyum M1.19778, demir M1.19781, çinko M1.19806, bakır M1.19786). Fosfor içeriğinin belirlenmesinde 1000 ppm konsantrasyonunda KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (M1.04873) stok çözelti hazırlanmış olup çözelti, 100 ml çözeltiye 100 µl % 65' lik HNO<sub>3</sub> (M1.00443) eklenerek asitlendirilmiştir. Bor içeriğinin belirlenmesinde borik asitten (M1.00165) 1000 ppm' lik bor içeren stok solüsyon hazırlanmıştır. Stok çözeltilerden farklı konsantrasyonlarda standartlar hazırlanarak ICP-OES cihazı kalibre edilmiştir. Bu elementlerin kuru madde hesabına göre yumurta kabuğu ve yumurtanın yenebilir kısmındaki miktarları belirlenmiştir (AOAC, 1995).

Deneme 2 farklı yem kalsiyum-fosfor düzeyi ve 3 farklı bor seviyesi olmak üzere 2x3=6 muamele ile tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme planında ve 4

**Çizelge 1.** Yem karmalarının bileşimi ve kimyasal analiz sonuçları

Hammadde (kg/ton)	Standart (g/kg)	Düşük (g/kg)
Mısır	405.91	441.29
Buğday	200.00	200.00
Soya fasulyesi küspesi (48%)	168.06	162.09
Ayçiçeği küspesi (31%)	80.00	80.00
Soya yağı	35.84	25.14
Mermer tozu	86.44	71.69
DCP	15.04	11.04
Tuz	2.17	2.17
Vitamin-Mineral. Premiks <sup>1</sup>	2.50	2.50
DL-Methiyonin	1.35	1.30
Lizin	0.86	0.95
Sodyum bikarbonat	0.50	0.50
Kolin Klorid	0.50	0.50
Kepek	0.83	0.83
Kimyasal kompozisyon (%)		
	Standart	Düşük
Kuru madde	89.04	88.78
Ham protein	16.05	16.12
Ham yağ	6.07	5.12
Ham selüloz	4.63	4.68
Ham kül	12.73	10.97
Kalsiyum	3.94	3.28
Yararlanabilir fosfor	0.42	0.34
ME (Kcal/kg)	2,760	2,752
Lizin*	0.80	0.80
Methiyonin+Sistin*	0.68	0.68
Bor (ppm)	2.71	3.15

<sup>1</sup>Vitamin-mineral premiks (/kg yem): Vitamin A, 12000 IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 2400 IU; Vitamin E, 30 IU; Vitamin K<sub>3</sub>, 2.5 mg; Vitamin B<sub>1</sub>, 3.0 mg; Vitamin B<sub>2</sub>, 7 mg; Nicotin amid, 40 mg; Calcium D<sub>3</sub>-pantothenate, 8.0 mg; Vitamin B<sub>6</sub>, 4.0 mg; Vitamin B<sub>12</sub>, 0.015 mg; Folic acid, 1 mg; D-biotine, 0.045 mg; Vitamin C, 50 mg; Chlorine chloride, 125 mg.; Mn, 80 mg; Fe, 40 mg; Zn, 60 mg; Cu, 5 mg; Co, 0.1 mg; I, 0.4 mg; Se, 0.15 mg

\*Hesaplanmış içeriktir.

tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemeden elde edilen verilerin istatistiksel analizi General Linear Model ile JMP paket programında yapılmıştır. Denemede incelenen kriterler üzerine yeme bor ilavesi ile yem kalsiyum-fosfor düzeyi arasındaki etkileşimler de incelenmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Yumurtanın Yenebilir Kısmı ile Kabuğunun Bor Miktarı

Farklı düzeyde Ca ve P içeren yemlere 75 ppm ve 150 ppm bor ilavesinin yumurta yenebilir kısmı ile kabuğundaki bor miktarı üzerine etkileri Çizelge 2' de verilmiştir. Yeme bor ilavesinin yumurta yenebilir kısmı bor miktarı üzerindeki etkisi önemli ( $P<0.01$ ), yumurta kabuğu bor miktarı üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Yeme bor ilavesi ile ilave edilen bor miktarının 75 ppm' den 150 ppm' e çıkartılması durumunda yumurta yenebilir kısmında bor miktarının arttığı görülmüştür ( $P<0.01$ ).

Daha önceki çalışmalarda da yemdeki bor miktarı arttıkça yumurtadaki bor birikiminde önemli artışlar olduğu bildirilmiştir (Mızrak, 2008; Yenice ve ark., 2008). Bu çalışmada yeme 150 ppm bor ilave edilmesiyle yumurta yenebilir kısmında bor ilave

edilmeyen gruba (0.26 ppm) kıyasla 2.5 kat (0.64 ppm) daha fazla bor birikimi saptanmıştır. Yenice ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada da yeme 200 ppm bor ilave edildiğinde yumurtadaki bor düzeyinin kontrol grubuna göre yaklaşık 5 kat arttığı bildirilmiştir. Günlük diyetle 100 mg üzeri bor alımının toksik etkiye yol açtığı (Nielsen, 1994) dikkate alındığında yumurta yenebilir kısımlarında artan bor miktarının insan sağlığı üzerinde olumsuz bir etkisinin olmayacağı açıktır.

Yeme bor ilavesinin yumurta kabuğu bor miktarı üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Mızrak (2008) borun yeme 25 ve 50 ppm seviyelerinde ilave edilmesiyle yumurta kabuğunda en yüksek birikimin olduğunu, bor seviyesi 75 ppm e çıkarıldığında yumurta kabuğundaki bor birikiminde bir azalma olduğunu ve bor katılmayan grup ile benzerlik gösterdiğini bildirmiş olup bu çalışma sonuçları ile kısmen benzerdir. Bu çalışma sonuçlarından tamamen farklı olarak Yenice ve ark. (2008) yeme bor ilavesinin yumurta kabuğu bor içeriğini önemli düzeyde artırdığını ve 25 ppm bor ilavesi durumunda yumurta kabuğundaki bor birikiminin 50, 100 ve 200 ppm den daha yüksek düzeye ulaştığını bildirmişlerdir.

Yemin Ca-P düzeyindeki değişim yenebilir yumurtadaki bor düzeyini etkilemezken ( $P>0.05$ )

**Çizelge 2 .** Ca ve P düzeyleri farklı yemlere 75 ppm ve 150 ppm bor ilavesinin yumurta yenilebilir kısmı ile kabuğundaki bor miktarı üzerine etkileri.

Yem Ca, P Düzeyi	Bor düzeyi (ppm)	Yumurta yenilebilir kısmı (ppm)	Yumurta kabuğu (ppm)
Düşük	0	0.30 <sup>bc</sup>	0.76 <sup>ab</sup>
Düşük	75	0.46 <sup>abc</sup>	1.12 <sup>a</sup>
Düşük	150	0.57 <sup>ab</sup>	1.03 <sup>a</sup>
Standart	0	0.21 <sup>c</sup>	0.54 <sup>b</sup>
Standart	75	0.37 <sup>bc</sup>	0.34 <sup>b</sup>
Standart	150	0.70 <sup>a</sup>	0.22 <sup>b</sup>
Ort. Standart hata		0.10	0.17
<b>Olasılık değerleri (P)</b>			
Yem Ca, P düzeyi		0.8663	0.0001
Bor dozu		0.0019	0.8036
Ca, P düzeyi*bor dozu		0.4676	0.2135
<b>Yem Ca, P düzeyi</b>			
Düşük		0.44	0.97 <sup>a</sup>
Standart		0.43	0.37 <sup>b</sup>
<b>Bor dozu (ppm)</b>			
0		0.26 <sup>b</sup>	0.65
75		0.41 <sup>b</sup>	0.73
150		0.64 <sup>a</sup>	0.62

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir(P<0.05).

yumurta kabuğu bor miktarını etkilemiştir. Yem Ca-P seviyesinin düşürülmesi sonucu yumurta kabuğu bor miktarının arttığı tespit edilmiştir. Bu sonuç bor birikiminin yem Ca ve P seviyesi ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Yumurtadaki bor miktarı yönünden yem Ca-P düzeyi ile bor dozu arasında interaksiyon bulunmamıştır.

#### **Yumurta Kabuğu Kül Oranı ve Mineral Düzeyleri**

Ca ve P düzeyleri farklı yemlere 75 ppm ve 150 ppm bor ilavesinin yumurta kabuğu kül ve mineral düzeyleri üzerine etkileri Çizelge 3'de verilmiştir. Yem Ca-P düzeyi (P<0.01) ve yeme bor ilavesinin (P<0.05) yumurta kabuğu Ca miktarı üzerine etkisi önemli, kül miktarı ve diğer mineraller üzerine etkisi ise önemsiz (P>0.05) bulunmuştur. Yem Ca-P düzeyi ile bor dozu arasında interaksiyon da önemli bulunmamıştır (P>0.05). Yem Ca-P seviyesinin düşürülmesi ve özellikle düşük Ca-P içeren yeme bor ilavesinin yumurta kabuğu Ca miktarını azalttığı görülmüştür.

Yemdeki bor seviyesinin artmasıyla yumurta kabuğu ham kül miktarının düştüğü ve yumurta kabuğunda kalsiyum birikiminin arttığını bildiren diğer araştırmacılar (Mızrak, 2008; Mızrak ve ark., 2008b) ile bu çalışmanın sonuçları farklılık göstermiştir. Öte yandan Qin ve Klandorf (1991) ise etçi damızlık tavuk yemlerine 100 ppm bor ilavesinin yumurta kabuğu kalsiyum birikimini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Yumurta kabuğu fosfor içeriği yönünden daha önceki çalışmalarda (Mızrak, 2008; Mızrak ve ark., 2008b) bildirilen yumurtacı tavuk yemlerine bor ilavesinin yumurta kabuğu fosfor içeriğini değiştirmedikleri yönündeki sonuçlar bu çalışmanın sonuçları ile benzerdir. Mızrak (2008) yumurta kabuğu P miktarı bakımından bor içermeyen ve içeren gruplar arasında farklılık olmamakla birlikte bor seviyesinin 25 ppm düzeyinden 50 ve 75 ppm düzeyine çıkarılmasıyla yumurta kabuğu P birikiminin arttığını bildirmiştir. Yeme bor ilavesinin yumurta kabuğundaki Ca miktarı hariç diğer mineraller üzerine artırıcı veya azaltıcı herhangi bir etkisi olmamıştır. Mızrak (2008) yumurta tavuğu rasyonlarına bor ilavesi ile yumurta kabuğu Ca ve P miktarının artmasını borun Ca ve P metabolizması üzerine olumlu etkilerine bağlamıştır.

Yem Ca-P seviyesinin düşürülmesi yumurta kabuğu Ca miktarını artırırken (P<0.01), yeme bor ilavesinin yumurta kabuğu Ca miktarını azalttığı görülmüştür (P<0.05). Atteh ve Leeson (1983) 3 farklı yem Ca düzeyinin (% 3.00, 3.60 ve 4.20) yumurta kabuğu kül miktarı, kabuk Ca, P, Mg ve Zn miktarlarını etkilemediğini bildirmiş olup, bu çalışmanın sonuçları Ca miktarı dışındaki diğer özelliklerle benzerdir. Çelebi ve ark. (2005) yemdeki fosfor seviyesinin yükseltilmesinin yumurta kabuğu Ca ve P seviyesini artırdığını bildirmişlerdir. Skriyan ve ark. (2010) üç farklı yem yararlanılabilir P seviyesinin (% 0.39, 0.30 ve 0.20 ) kabuk P miktarı üzerine etkisinin önemli olduğunu, Ca miktarı üzerine

**Çizelge 3.** Ca ve P düzeyleri farklı yemlere 75 ppm ve 150 ppm bor ilavesinin yumurta kabuğu kül ve mineral düzeyleri üzerine etkileri (Kuru maddede).

Yem Ca, P Düzeyi	Bor düzeyi (ppm)	Kül (%)	Ca (%)	P (ppm)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Düşük	0	83.49	36.52 <sup>a</sup>	0.110	0.37	7.28	0.51	2.78
Düşük	75	85.20	35.03 <sup>bc</sup>	0.105	0.35	6.23	0.62	3.52
Düşük	150	84.83	35.46 <sup>b</sup>	0.110	0.36	7.71	0.38	2.75
Standart	0	82.59	34.25 <sup>cd</sup>	0.108	0.35	5.90	0.50	2.97
Standart	75	82.63	34.00 <sup>cd</sup>	0.112	0.36	6.47	0.73	2.47
Standart	150	87.50	33.81 <sup>d</sup>	0.110	0.36	5.17	0.74	2.68
Ort. Standart hata		1,37	0.39	0.004	0.009	1.75	0.13	0.48
Olasılık değerleri (P)								
Yem Ca, P düzeyi		0,8139	0.0001	0.6577	0.6971	0.1119	0.1556	0.4397
Bor dozu		0,0916	0.0393	0.9579	0.8612	0.9948	0.4437	0.8465
Ca, P düzeyi*bor dozu		0,1802	0.2250	0.6654	0.2791	0.6486	0.3589	0.4085
Yem Ca, P düzeyi								
Düşük		84.51	35.71 <sup>a</sup>	0.109	0.36	7.07	0.50	3.01
Standart		84.24	34.02 <sup>b</sup>	0.110	0.36	5.85	0.66	2.71
Bor dozu (ppm)								
0		83.04	35.45 <sup>a</sup>	0.110	0.36	6.59	0.51	2.87
75		83.92	34.52 <sup>b</sup>	0.109	0.36	6.34	0.67	2.99
150		86.16	34.63 <sup>b</sup>	0.109	0.36	6.45	0.56	2.71

a, b, c, d: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05).

etkisinin olmadığını, en yüksek P miktarının orta düzeyde (% 0.30) yararlanılabilir P içeren yem ile elde edildiğini bildirmiştir.

#### Yumurta Yenebilir Kısmı (Ak+Sarı) Kül Oranı ve Mineral Düzeyleri

Ca ve P düzeyleri farklı yemlere 75 ppm ve 150 ppm bor ilavesinin yumurta yenebilir kısmı (ak ve sarı) kül miktarı ve mineral düzeyleri üzerine etkileri üzerine etkileri Çizelge 4' de verilmiştir. Yem Ca-P düzeyinin yumurta yenebilir kısmı Ca ve P miktarı üzerine etkisi önemli (P<0.01), kül miktarı ve diğer mineraller üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Yem Ca-P seviyesinin düşürülmesi ile yumurtanın yenebilir kısmı Ca ve P miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Yeme bor ilavesinin yumurta yenebilir kısmındaki mineraller üzerine etkileri ilk kez bu çalışmada incelenmiştir. Düşük düzeyde Ca-P içeren yeme bor ilavesinin yumurta yenebilir kısmındaki Ca ve P miktarını artırdığı ve standart düzeyde Ca-P içeren gruplarla benzer düzeye getirmesi dikkat çekici bulunmuştur. Borun düşük Ca ve P içeren yemlerde bu minerallerin metabolizmasını etkileyerek yumurtadaki birikimini artırdığı düşünülmektedir.

Yeme bor ilavesi ile yumurtanın yenebilir kısımlarında artan bor miktarı günlük insanlar için güvenilir alım miktarına (1-13 mg) göre çok aşırı düşük olsa da, özellikle tüketim düzeyine göre insan sağlığı üzerindeki etkileri yapılacak yeni çalışmalarla ortaya konabilir. Yapılacak yeni çalışmalarda yumurta

kabuğu ve kemik mineralizasyonunda rol alan hormonlar ile yem Ca-P düzeyi ve bor arasındaki ilişkiler araştırılmalıdır.

#### KAYNAKLAR

- Anderson D.L., W.C. Cunningham, T.R. Lindstrom. 1994. Concentrations and intakes of H, B, S, K, Na, Cl and NaCl in foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 7: 59-82.
- AOAC, 1995. Animal feeds. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Atteh, J.O., S. Leeson. 1983, Influence of increasing dietary calcium and magnesium levels on performance, mineral metabolism, and egg mineral content of laying hens, *Poultry Science*, 62: 1261-1268.
- Çelebi, Ş., S.C. Bölükbaşı, N. Utlu. 2005. The influence dietary phosphorus level on plasma calcium and phosphorus, eggshell calcium and phosphorus, *International Journal of Poultry Science*, 4 (7): 497-499.
- Demirörs, G. 2007. Yumurtacı Piliçlerde Yumurtlama Öncesi Dönemde Farklı Seviyelerde Kalsiyum ve Bor İçeren Rasyonların Büyüme, Kemik Mineralizasyonu, Bazı Serum Parametreleri ve Yumurtlama Dönem Performans ve Yumurta Kabuk Kalitesine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 108s., Konya.
- Hunt, C.D. 1989. Dietary boron modified the effects of magnesium and molybdenum on mineral metabolism in the cholecalciferol deficient chick. *Biological Trace Element Research*, 22: 201-220.
- Litovitz, T.L., W. Klein-Schwartz, G.M. Oderda, B.F.

**Çizelge 4.** Ca ve P düzeyleri farklı yemlere 75 ppm ve 150 ppm bor ilavesinin yumurta yenilebilir kısmı (ak ve sarı) kül miktarı ve mineral düzeyleri üzerine etkileri (Kuru maddede).

Yem Ca, P Düzeyi	Bor düzeyi (ppm)	Kül (%)	Ca (ppm)	P (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Düşük	0	3.42	2,630 <sup>b</sup>	9,185 <sup>b</sup>	609	98	59	15
Düşük	75	3.52	2,759 <sup>ab</sup>	9,441 <sup>ab</sup>	626	94	60	15
Düşük	150	3.49	2,730 <sup>ab</sup>	9,510 <sup>ab</sup>	634	97	58	16
Standart	0	3.69	2,809 <sup>a</sup>	9,642 <sup>a</sup>	623	94	59	12
Standart	75	3.39	2,837 <sup>a</sup>	9,827 <sup>a</sup>	633	94	59	13
Standart	150	3.29	2,797 <sup>a</sup>	9,775 <sup>a</sup>	598	95	60	11
Ort. Standart hata		0,11	49.28	140.4	12.75	2.49	0.98	2.17
<b>Olasılık değerleri (P)</b>								
Yem Ca, P düzeyi		0,8266	0.0094	0.0020	0.5932	0.2701	0.8145	0.0578
Bor dozu		0,3551	0.2856	0.1893	0.4779	0.7891	0.9496	0.8828
Ca, P düzeyi*bor dozu		0,1006	0.4610	0.7906	0.1108	0.7854	0.5497	0.6219
<b>Yem Ca, P düzeyi</b>								
Düşük		3.48	2,706 <sup>b</sup>	9,378 <sup>b</sup>	623	96	59	15
Standart		3.46	2,814 <sup>a</sup>	9,748 <sup>a</sup>	617	94	59	12
<b>Bor dozu (ppm)</b>								
0		3.56	2.719	9,413	616	96	59	13
75		3.45	2.798	9,634	629	94	59	14
150		3.39	2.764	9,642	616	96	59	13

a, b: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05).

- Schmitz. 1988. Clinical manifestations of toxicity in a series of 784 boric acid ingestions. The American Journal of Emergency Medicine, 6: 209-213.
- Mızrak, C., 2008. Damızlık Yumurta Tavuğu Yemlerine Farklı Seviye ve Formda Bor İlavesinin Performans, Kemik Gelişimi, Yumurta Kalitesi ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 123s., Ankara.
- Mızrak, C., E. Yenice, M. Can, U. Yıldırım, Z. Atik. 2008a. Yumurta tavuğu karma yemlerine farklı düzeylerde bor ilavesinin performans, yumurta kalitesi ve kemik gelişimi üzerine etkileri, 2. Ulusal Bor Çalıştayı, s: 605-612 Ankara.
- Mızrak, C., E. Yenice, M. Can, U. Yıldırım, Z. Atik. 2008b. Yumurta tavuğu karma yemlerine farklı düzeylerde bor ilavesinin performans, kemik gelişimi, bazı kan ve stres parametreleri ve yumurta kolesterol içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi, Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü, Proje No: 200647-G1313, Kesin Rapor.
- Naghii, M.R., S. Samman. 1993. The role of boron in nutrition and metabolism, Progress in Food & Nutrition Science, 17: 331-349.
- Nielsen, F. H., C.D. Hunt, L.M. Mullen, J. R. Hunt. 1987. Effect of dietary boron on mineral, estrogen, and testosterone metabolism in postmenopausal women, The FASEB Journal, 87: 394-397.
- Nielsen, F.H., T.R. Shuler, T.J. Zimmerman, E.O. Uthus. 1988b. Magnesium and methionine deprivation affect the response of rats to boron deprivation, Biological Trace Element Research, 17: 91-107
- Nielsen, F.H. 1994. Biochemical and physiologic consequences of boron deprivation in humans, Environmental Health Perspectives, 102: 59-73.
- Qin, X., H. Klandorf. 1991. Effect of dietary boron supplementation on egg production, shell quality, and calcium metabolism in aged broiler breeder hens, Poultry Science, 70 (10): 2131-2138.
- Skřivan, M., M. Englmaierová, V. Skřivanová. 2010. Effect of different phosphorus levels on the performance and egg quality of laying hens fed wheat- and maize-based diets, Czech Journal of Animal Science, 55 (10): 420427.
- Stokinger, H.E. 1981. Boron. In: Clayton GD, Clayton FE (eds) Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Wiley, New York, pp: 2978-3005.
- TSE. 1991. Hayvan Yemleri-Metabolik (çevrilebilir) Enerji Tayini (Kimyasal Metot); TSE No: 9610. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- WHO. 1996. Boron. In: Trace Elements in Human Nutrition and Health. World Health Organization, Geneva, pp: 175-179
- Wilson, J.H., P.L., Ruzler. 1997. Effects of boron on growing pullets, Biological Trace Element Research, 56 (3): 287-294.
- Wilson, J.H., P.L., Ruzler. 1998. Long term effect of boron layer bone strength and production parameters, British Poultry Science, 39: 11-15.
- Yenice, E., C. Mızrak, M. Can, U. Yıldırım, Z. Atik. 2008. Effects of supplementation of different levels of boron in laying hen diets on some bone, blood, organ and egg characteristics, 1st Mediterranean Poultry Summit of WPSA, Chalkidiki-Greece.

**Sorumlu Yazar**

**Kamil KÜÇÜKYILMAZ**

kamilkucukyilmaz@hotmail.com

Geliş Tarihi : 12.04.2012

Kabul Tarihi : 25.05.2012