

# ERCIYES ÜNİVERSİTESİ VETERİNER FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Erciyes University

Araştırma Makalesi / Research Article  
10(2), 77-85, 2013

## Tavşanlarda Borik Asidin Kan Kimyasına Etkisi\*

Pakize YİĞİT<sup>1</sup>, Meryem EREN<sup>2</sup>, Zeynep SOYER SARICA<sup>3</sup>, Meryem ŞENTÜRK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri-TÜRKİYE

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, Kayseri-TÜRKİYE

<sup>3</sup>Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Hakan Çetinsaya Deneysel ve Klinik Araştırma Merkezi, Kayseri-TÜRKİYE

**Özet:** Bu çalışmada, tavşanlarda borik asidin (BA) bazı kan parametrelerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Kırk adet 16 haftalık Yeni Zelanda tavşanı, her biri 10 adetten oluşan 4 gruba ayrılmıştır. Birinci grup kontrol grubunu oluşturmuştur. İkinci gruba 31.25 mg /kg, 3. gruba 62.5 mg/kg ve 4. gruba 125 mg/kg (canlı ağırlık, gün) borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) içme suyuna katılarak 5 hafta süresince verilmiştir. Denemenin sonunda hayvanların serumlarında aspartat aminotransferaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT), gamma glutamil transpeptidaz (GGT), alkali fosfataz (ALP), laktat dehidrogenaz (LDH) ve kreatin kinaz (CK) aktiviteleri ile glikoz, total kolesterol, HDL-kolesterol, trigliserid, total protein, albumin, globulin, üre, kreatinin, kalsiyum (Ca), inorganik fosfor (iP), magnezyum (Mg), sodyum (Na), potasyum (K), demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), manganez (Mn), selenyum (Se), krom (Cr) ve bor (B) düzeyleri belirlenmiştir. Serum ALP enzim aktivitesi (P<0.001) ile iP konsantrasyonu (P<0,01) BA verilen tüm gruplarda, Zn (P<0.05) ve B (P<0.001) konsantrasyonları da 62.5 ve 125 mg/kg (canlı ağırlık) BA verilen gruplarda önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, tavşanlarda 31.25, 62.5 ve 125 mg/kg (canlı ağırlık/gün) borik asidin kemik metabolizması ile ilişkili parametrelerden olan serum alkali fosfataz enzim aktivitesi ile fosfor, çinko ve borun serumdaki düzeylerini artırdığı, ancak diğer enzim ve metabolitleri etkilemediği belirlenmiş olup, bu hayvanlarda bor iz elementinin farklı dozlarda ve farklı formlarının kullanıldığı çalışmaların yapılmasında yarar olacağı kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Borik asit, kan kimyası, tavşan

## The Effect of Boric Acid on Blood Chemistry in Rabbits

**Summary:** This study was carried out to investigate the influence of boric acid (BA) on blood chemistry in rabbits. Forty, 16 weeks old, New Zealand rabbits were assigned to 4 groups consisting of 10 rabbits in each group. The groups received the following treatment: group 1: control group without treatment, group 2: 31.25 mg /kg, group 3: 62.5 mg/kg and group 4: 125 mg/kg (bw./day) boric acid (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) was administered with drinking water for 5 weeks. At the end of the experiment, serum aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), gamma glutamyl transpeptidase (GGT), alkaline phosphatase (ALP), lactate dehydrogenase (LDH) and creatine kinase (CK) activities, glucose, total cholesterol, HDL-cholesterol, triglyceride, total protein, albumin, globulin, urea, creatinine, calcium (Ca), inorganic phosphorus (Pi), magnesium (Mg), sodium (Na), potassium (K), iron (Fe), copper (Cu), zinc (Zn), manganese (Mn), selenium (Se), chromium (Cr) and boron (B) levels were determined. Alkaline phosphatase enzyme activity (P<0.001) and Pi concentrations (P<0.001) in serum in all of the BA groups, Zn (P<0.05) and B (P<0.001) concentrations in 62.5 and 125 mg/kg (bw.) BA given groups were significantly higher. Other blood parameters were not affected by BA. As a result, 31.25, 62.5 and 125 mg/kg (bw/day) boric acid increased serum ALP enzyme activity, Pi, Zn and B concentrations related to bone metabolism, but no effect on other enzymes and metabolites have been identified, therefore, further studies with different doses and different forms of B may be valuable in rabbits.

**Key Words:** Blood chemistry, boric acid, rabbit

## Giriş

Atom numarası 5, kütlesi 10.81 ve 3 değerlikli olan, periyodik sistemde IIIA grubunda yer alan ve metal ile ametal arası bir özellik taşıyan (15, 17,

60) B'un varlığı, 1857 yılında *Maesa picta* tohumlarında belirlenmiştir (50). Doğada elementer formda bulunmayan B, okyanuslarda, tortul kayalarda, kömür katmanlarında ve bazı topraklarda yaygın olarak borat formlarında bulunur (6, 28, 44, 60, 63). Dünyanın en büyük B rezervi Türkiye, Amerika, Arjantin, Rusya, Şili, Çin ve Peru'da bulunmaktadır (60).

Geliş Tarihi/Submission Date : 12.10.2012

Kabul Tarihi/Accepted Date : 03.01.2013

\* Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Komisyonu tarafından TSY-10-3122 nolu proje ile desteklenmiştir ve "Tavşanlarda Borik Asidin Kan Kimyasına Etkisi" isimli yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Damarlı bitkiler için esansiyel olan B'un, pektin ile birlikte hücre duvarının yapısında yer aldığı, hücre zarlarını stabilize ettiği ve polen tüplerinin büyüme-

sinde, zar transportu, ATPaz'ı aktive eden H<sup>+</sup> pompalarının stimülasyonu ile K<sup>+</sup>un kullanımında etkili olduğu bildirilmiştir (12, 25, 56). Bor'un bitkiler için esansiyel olduğuna ilişkin bulgular 1923 yılında rapor edilmiş olup, 1981 yılından beri de insan ve hayvanlar için esansiyel olabileceğine ilişkin çalışmalar devam etmektedir (17, 40, 56, 58, 60). Bor iz elementinin kemik (19, 42, 55, 61, 62), mineral (11, 16, 22, 31, 37), lipid (9, 10, 20, 21, 24, 45), enerji metabolizması (8, 30), immün sistem (3, 4, 32), endokrin fonksiyonu (3, 11, 43, 45, 46), lipid peroksidasyonu ve antioksidan sistem (9, 33, 34, 52) ile DNA harabiyetinin (34, 59) önlenmesinde olumlu etkileri olabileceği bildirilmiştir. Tavşanlarda bor iz elementinin etkisi ile ilgili sınırlı sayıda (9, 27, 53) çalışmaya ulaşılmamasına karşın, bu elementin bu hayvanlarda kan biyokimyası üzerindeki etkisine dair yeterli çalışmaya (9) rastlanamamıştır. Bu projede deneysel bir hayvan modeli olan tavşanlarda bor elementinin, organ fonksiyonlarının spesifik biyokimyasal göstergeleri olan bazı kan parametrelerinin düzeylerinde değişimlere yol açıp açmadığı araştırılmış ve elde edilen bulguların, bu konudaki çalışmalara katkı sağlayabileceği düşünülmüştür.

### Gereç ve Yöntem

Çalışmada Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Hakan Çetinsaya Deneysel ve Klinik Araştırma Merkezi'nden temin edilen 40 adet 16 haftalık Yeni Zelanda tavşanı kullanılmıştır. Hayvanlar, her biri 10 adetten oluşan 4 gruba ayrılmıştır. Birinci grup kontrol grubunu oluşturmuştur. Tavşanların günlük su tüketimi, bir hafta boyunca kaydedilerek bir hayvanın kg başına tükettiği su miktarı hesaplanmıştır (ortalama 96 ml/kg canlı ağırlık) ve 2. gruba 31.25 mg/kg (5.47 mg/kg canlı ağırlık, gün B), 3. gruba 62.5 mg/kg (10.94 mg/kg canlı ağırlık, gün B) ve 4. gruba 125 mg/kg (21.88 mg/kg canlı ağırlık, gün B) BA olacak şekilde sırasıyla 2. gruba 325 ppm, 3. gruba 650 ppm, 4. gruba 1300 ppm BA (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, Carlo Erba, Kat.no: 302177), hayvanların 0.12 ppm B içeren içme sularına katılmıştır. Dene 5 hafta sürmüştür. Denemede kullanılan BA dozları, tavşanlar için bildirilen LD<sub>50</sub> (250-350 mg/kg, canlı ağırlık) dozlarının minimum düzeyinin (60) 1/2, 1/4 ve 1/8'i şeklinde belirlenmiştir. Hayvanlar Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Hakan Çetinsaya Deneysel ve Klinik Araştırma Merkezinin tavşanlar için kullanmış olduğu 2500 kkal/kg metabolik enerji, %17 ham protein ve 24.16 mg/kg B içeren ticari pelet yemle beslenmişlerdir. Yem ve su *ad libitum* verilmiştir. Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Deney Hayvanları Etik Kurul Başkanlığı tarafından 10.03.2010 tarih ve 10/30 nolu karar ile onaylanmıştır.

Denemenin sonunda hayvanların, V. auricularis caudalis'inden yaklaşık 5-6 ml kan alınmıştır. Kan örnekleri yaklaşık 45 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra 3000 devirde 10 dakika santrifüj edilerek serumlarına ayrılmıştır. Serum örnekleri analizler gerçekleştirilene kadar -20 °C'de saklanmıştır. Serum AST, ALT, GGT, ALP, LDH ve CK aktiviteleri ile glikoz, total kolesterol, HDL-kolesterol, trigliserid, total protein, albumin, üre, kreatinin, Ca, iP ve Mg düzeyleri Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı Laboratuvarında bulunan Shimadzu UV Model 1208 spektrofotometre ile ticari kitler (Biolabo, Fransa) kullanılarak belirlenmiştir. Serum globulin düzeyleri, total protein değerlerinden albumin değerlerinin çıkarılması ile elde edilmiştir. Yem ve sudaki B analizleri ile serumdaki Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Se, Cr ve B analizleri Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde bulunan ICP-MS (AES Varian Vista Model, Sydney, Australia) cihazı ile yapılmıştır.

Gruplara ait istatistik hesaplamalar ve grupların ortalama değerleri arasındaki farklılıkların önem kontrolü tek yönlü varyans analizi (ANOVA), ikili karşılaştırmalar Duncan testi ile yapılmıştır. İstatistik analizler için SPSS 15.0 programı kullanılmıştır. Tüm veriler, ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

### Bulgular

Canlı ağırlık değerleri, BA uygulamalarından etkilanmemiştir (P>0.05) (Tablo 1).

Sunulan çalışmada kontrol ve BA uygulanan gruplar arasında serum AST, ALT, GGT, CK, LDH enzim aktiviteleri ile glikoz, üre, kreatinin, total kolesterol, trigliserid ve HDL-kolesterol, total protein, albumin, globulin ve Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu, Mn, Se, Cr düzeyleri yönünden istatistikî olarak önemli bir fark saptanamamasına (P>0.05) karşın, ALP enzim aktivitesi (P<0.001) ile iP (P<0.01), Zn (P<0.05) ve B (P<0.001) düzeyleri yönünden; istatistikî olarak önemli bir fark belirlenmiştir. Borik asit verilen tüm gruplarda kontrol grubuna göre serum iP düzeyleri ile ALP aktivitesi önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Bununla beraber ALP enzim aktivitesi yönünden, BA uygulanan gruplar arasında önemli bir fark görülmemiştir (Tablo 2).

Serum Zn (P<0.05) ve B (P<0.001) düzeylerinin de 62.5 ve 125 mg/kg (canlı ağırlık) BA verilen gruplarda, kontrol ve 31.25 mg/kg (canlı ağırlık) BA verilen gruplara göre önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır (Tablo 3).

**Tablo 1.** Borik asit verilen tavşanlarda canlı ağırlık değerleri (kg)

Haftalar	Borik asit (mg/kg canlı ağırlık)								Önem düzeyi
	n	Kontrol	n	31.25	n	62.5	n	125	
Başlangıç	10	2.48±0.08	10	2.40±0.10	10	2.32±0.10	10	2.50±0.09	P>0.05
1.	10	2.58±0.08	10	2.48±0.08	10	2.44±0.10	10	2.58±0.09	P>0.05
2.	10	2.67±0.08	10	2.54±0.09	10	2.56±0.10	10	2.64±0.09	P>0.05
3.	10	2.68±0.08	10	2.61±0.10	10	2.64±0.09	10	2.70±0.09	P>0.05
4.	10	2.74±0.09	10	2.61±0.10	10	2.67±0.09	10	2.72±0.05	P>0.05
5.	10	2.82±0.09	10	2.67±0.13	10	2.73±0.10	10	2.81±0.09	P>0.05

### Tartışma ve Sonuç

Rasyona B ilavesi kolekalsiferol yönünden yetersiz broylerlerde, kemik gelişiminde oluşabilecek malformasyonları hafifletmiş, osteoklastların sayısını (31) ve domuzlarda kemik oluşumu ile ilgili serum osteokalsin konsantrasyonunu (1) artırmıştır. Bununla beraber, rat (49) ve domuzlarda (3) B ilavesiyle belirlenen serum ALP aktivitesindeki artışın, osteoblastik aktivitedeki artışın bir göstergesi olabileceği de ifade edilmiştir (3). Bor iz elementinin Ca, iP ve Mg metabolizması üzerindeki etkileri ratlarda (18, 23, 26, 48, 49, 51), domuzlarda (1-3, 5), koyunlarda (14), keçilerde (57), broylerlerde (19, 21, 29, 39, 54), besi bıldırcınlarında (35) ve yumurtacı tavuklarda (22, 38, 64) değişkenlik göstermektedir.

Domuzlarda (1-3) ve tavşanlarda (9) B iz elementinin serum Ca, iP ve Mg düzeylerini etkilemediği bildirilmiştir. Aynı olgu B'un hindi yumurtalarına in ovo olarak enjekte edilmesiyle elde edilmiş ve bu elementlerin plazma düzeylerinin etkilenmediği saptanmıştır (36). Broyerlerde de yeme katılan 30 ve 60 mg/kg B'un serum Ca ve ALP aktivitesi (13), 5, 10, 20, 25, 40, 80 mg/kg düzeyinde B ilavesinin de plazma Ca, iP ve Mg düzeyleri üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı (19, 38) bildirilmesine karşın, Kurtoğlu ve ark. (39) yeme 25 mg/kg B ilavesiyle serum Ca düzeylerinde düşüş, Pi düzeylerinde ise artış olduğunu saptamışlardır. Bozkurt ve ark. (13) da broyerlerde yeme 30 mg/kg B ilavesinin serum iP düzeylerini artırdığını, ancak 60 mg/kg B ilavesinin aynı etkiyi göstermediğini rapor etmişlerdir. Qin ve Klandorf (54) yüksek düzeyde Ca (%3.5) içeren yemle beslenen 60 haftalık broyerlere ilk 2 hafta 100 mg/kg, sonraki 3 hafta 60 mg/kg B vermişler, yemdeki Ca ile B arasında total plazma Ca yönünden önemli bir etkileşim olduğunu ve B ilavesinin plazma Ca düzeyini

bariz olarak düşürdüğünü belirlemişlerdir. Bununla beraber, broyerlerde yüksek dozlarda (500, 750 ve 1000 mg/kg yem) B'un serum Ca ve iP düzeylerini etkilemediği, ancak 1000 mg/kg (yem) B'un Mg düzeylerini düşürdüğü de saptanmıştır (21). Yemlerine BA formunda 10, 60, 120 ve 240 mg/kg B katılan besi bıldırcınlarında da, organizmanın mineral ve kemik metabolizmasının göstergesi olan serum Ca, iP, ve Mg düzeylerinin düştüğü, ALP aktivitesinin ise etkilenmediği belirlenmiştir (35). Diğer yandan yumurtacı tavuklarda 250 mg/kg (38) ve 5, 10, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg (22) B'un yeme ilavesinin serum Ca, iP ve Mg düzeylerinde yükselmelere neden olduğu bildirilirken, Yeşilbağ ve Eren (64) 25, 50 ve 100 mg/kg (yem) BA'in serum Ca ve iP düzeylerini etkilemediğini, ancak 100 mg/kg (yem) BA'in Mg düzeylerinde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra Brown ve ark. (14) koyunlarda B ilavesine bağlı olarak Ca sindiriminin artışına bağlı olarak Ca retensiyonunun arttığını saptamışlardır.

Ratlarda ise yeme ilave edilen B'un, serum Ca (16, 30), iP ve Mg (16) düzeylerini düşürdüğünü bildiren çalışmaların aksine, yükselttiğini bildiren çalışmalar da (18, 26) mevcuttur. Vitamin D yönünden yetersiz ratlarda B ilavesiyle Ca ve iP dengesi (18, 26) ve emilimleri ile plazma Mg düzeylerinin (18) arttığı saptanmıştır. Hunt (31) da Mg yönünden yetersiz rasyonla beslenen broyerlerde B ilavesiyle plazma Ca ve Mg konsantrasyonlarının yükseldiğini bildirmiştir. Diğer yandan Geyikoğlu ve Türkez (23) 3.25, 13, 36 ve 58.5 mg/kg BA'in ratlarda serum Ca, iP ve Mg düzeylerini değiştirmedeğini saptamışlardır. Farelerde de 0.28 mg/250 ml (içme suyu) BA'in serum Ca düzeylerini etkilemediği bildirilmiştir (7).

**Tablo 2.** Borik asit verilen tavşanlarda serum enzim, glikoz, üre, kreatinin, lipid ve protein düzeyleri

Parametre	Borik asit (mg/kg canlı ağırlık)						Önem düzeyi		
	n	Kontrol	n	31.25	n	62.5		n	125
AST (U/L)	10	38.67±5.12	10	33.13±2.73	10	30.70±2.53	10	35.30±4.82	P>0.05
ALT (U/L)	10	43.22±6.24	10	47.67±3.28	10	44.80±5.26	10	38.60±10.13	P>0.05
GGT (U/L)	10	4.56±0.84	10	5.22±0.96	10	6.60±0.52	10	4.70±0.86	P>0.05
ALP (U/L)	10	70.55±5.24 <sup>a</sup>	10	128.67±12.62 <sup>b</sup>	10	135.70±9.48 <sup>b</sup>	10	135.50±10.02 <sup>b</sup>	P<0.001
CK (U/L)	10	797.67±70.85	10	830.22±90.39	10	1054.20±192.35	10	1111.20±176.61	P>0.05
LDH (U/L)	10	202.67±34.13	10	189.11±22.01	10	159.20±15.34	10	221.40±30.38	P>0.05
Glikoz (mg/dL)	10	108.62±4.29	10	106.00±2.40	10	115.30±3.06	10	111.87±2.22	P>0.05
Üre (mg/dL)	10	26.22±1.64	10	24.33±1.10	10	23.90±1.29	10	21.90±1.17	P>0.05
Kreatinin (mg/dL)	10	1.51±0.05	10	1.44±0.04	10	1.38±0.04	10	1.40±0.07	P>0.05
Total Kolesterol (mg/dL)	10	62.87±8.86	10	50.00±7.54	10	51.50±5.43	10	53.25±5.81	P>0.05
Trigliserid (mg/dL)	10	66.12±10.68	10	56.12±3.75	10	52.10±2.92	10	47.25±3.13	P>0.05
HDL-kolesterol (mg/dL)	10	31.53±3.77	10	37.47±3.70	10	30.39±3.36	10	30.68±3.85	P>0.05
Total Protein (g/dL)	10	5.99±0.10	10	6.01±0.20	10	5.81±0.18	10	5.95±0.20	P>0.05
Albumin (g/dL)	10	3.86±0.08	10	3.69±0.11	10	3.80±0.11	10	3.78±0.12	P>0.05
Globulin (g/dL)	10	2.13±0.06	10	2.32±0.16	10	2.01±0.13	10	2.17±0.13	P>0.05

<sup>a, b</sup> : Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

**Tablo 3.** Borik asit verilen tavşanlarda bazı serum makro ve mikro element düzeyleri

Parametre (ppm)	n	Kontrol	Borik asit (mg/kg canlı ağırlık)						Önem düzeyi
			n	31.25	n	62.5	n	125	
Ca	10	124.6±1.8	10	124.4±2.0	10	122.4±2.0	10	120.8±3.1	P>0.05
iP	10	38.1±1.4 <sup>a</sup>	10	45.9±2.3 <sup>b</sup>	10	47.7±1.9 <sup>b</sup>	10	48.3±2.2 <sup>b</sup>	P<0.01
Mg	10	29.90±1.46	10	29.90±2.38	10	31.36±2.21	10	33.54±2.72	P>0.05
Na	10	2119.92±86.88	10	2296.95±116.20	10	2069.07±108.75	10	2167.73±114.15	P>0.05
K	10	175.01±6.22	10	175.93±6.25	10	180.00±8.50	10	181.06±10.42	P>0.05
Fe	10	3.12±0.13	10	3.61±0.26	10	3.17±0.21	10	3.13±0.14	P>0.05
Cu	10	0.75±0.07	10	1.11±0.12	10	1.04±0.12	10	1.08±0.15	P>0.05
Zn	10	1.43±0.10 <sup>a</sup>	10	1.78±0.09 <sup>ab</sup>	10	1.90±0.22 <sup>b</sup>	10	2.00±0.13 <sup>b</sup>	P<0.05
Mn	10	0.02±0.004	10	0.02±0.004	10	0.01±0.001	10	0.13±0.002	P>0.05
Se	10	0.26±0.04	10	0.33±0.04	10	0.25±0.05	10	0.19±0.04	P>0.05
Cr	10	0.28±0.12	10	0.17±0.04	10	0.10±0.02	10	0.08±0.10	P>0.05
B	10	1.25±0.10 <sup>a</sup>	10	1.80±0.19 <sup>a</sup>	10	2.71±0.25 <sup>b</sup>	10	4.36±0.30 <sup>c</sup>	P<0.001

<sup>a, b, c</sup>; Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Hayvanlarda B iz elementinin serum Na, K (7, 9, 23) Fe (23, 31, 37), Cu ve Zn (37) düzeyleri üzerine etkilerine yönelik sınırlı çalışmalar elde edilmiştir. Ratlarda, yeme ilave edilen 200, 1000, 3000, 4500, 6000 ve 9000 ppm BA'in serum K (16), intraperitoneal olarak 3.25, 13, 36 ve 58.5 mg/kg (canlı ağırlık) BA'in de hem Na hem de K konsantrasyonlarının (23), tavşanlarda da boraks formunda 10, 30 ve 50 mg/kg B'un kan Na ve K konsantrasyonlarının (9) etkilenmediği bildirilmiştir. Aysan ve ark. (7) da farelerde 0.28 mg/250 ml (içme suyu) BA'in serum Na ve K konsantrasyonlarını önemli düzeyde etkilemediğini saptamışlardır. Hem B hem de Zn kemik metabolizması üzerinde olumlu etkileri olan iz elementlerdendir. Bor fonksiyonunu, bazı makro elementlerin (Ca, iP, Mg, K) metabolizmalarını muhtemelen östrojen ve diğer steroid hormon metabolizması üzerine etkileyerek göstermektedir (11, 41, 43). Geyikoğlu ve Türkez (23) ratlarda i.p olarak verilen (3.25, 13, 36 ve 58.5 mg/kg) BA'in serum Fe düzeylerini etkilemediğini saptamışlardır. Bununla beraber, Hunt (31) kolekalsiferol yönünden yetersiz yemle beslenen broylerlerde 3 mg/kg B'un plazma Fe düzeyini artırdığını, kemik Fe düzeyini baskıladığını saptamıştır. Kurtoğlu ve ark. (37) da vitamin D<sub>3</sub> yönünden yeterli ve yetersiz beslenen broylerlerde, hem 5 hem de 25 mg/kg B'un plazma Fe ve Cu konsantrasyonunu artırdığını, Zn düzeyini ise azalttığını ve mineral metabolizmasında B'un regülatör bir rol oynayabileceğini, fakat etki mekanizmasının tam olarak açıklanamadığını bildirmişlerdir.

Sunulan çalışmada da Chapin ve ark. (16), Başoğlu ve ark. (9), Aysan ve ark. (7) ve Geyikoğlu ve Türkez (23)'in bulgularıyla uyumlu olarak serum Na, K ve Fe ile ayrıca Cu, Mn, Se ve Cr düzeyleri de B uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmemiştir. Bununla beraber, deneme gruplarında serum B konsantrasyonları, verilen B dozlarına paralel olarak artış göstermiş, 62.5 ve 125 mg/kg (canlı ağırlık) BA verilen gruplarda, kontrol ve 31.25 mg/kg (canlı ağırlık) BA verilen gruplara göre istatistiki olarak önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Serum B konsantrasyonlarının, uygulanan B dozlarına paralel olarak artış göstermesi, hayvanlarda içme suyuna katılarak alınan B'un bağırsaklardan emilip kana geçtiğinin bir göstergesidir. Ayrıca kemik metabolizmasının göstergelerinden olan serum ALP enzim aktivitesi ile iP ve Zn düzeyleri, B verilen tüm tavşanlarda kontrol grubuna göre önemle artış göstermiş ancak, Ca ve Mg düzeyleri B uygulamalarından istatistiki olarak önemli düzeyde etkilenmemiştir. Serum ALP aktivitesindeki artışların Armstrong ve ark.'nın (3) bildirdikleri gibi B ilavesi ile artan osteo-

blastik aktivitenin bir göstergesi olabileceği ve serum iP ve Zn düzeylerindeki artışların da, B ilavesine bağlı olarak bu elementlerin ya üriner kaybının azalması ya da emiliminin artmasından (47) kaynaklanabileceği kanısına varılmıştır. Sunulan çalışmada kemik metabolizması ile ilişkili parametrelerden olan ALP, iP ve Zn'un, B verilmesi ile serumdaki düzeylerinin artması, bu elementin kemik metabolizması üzerine olumlu etkilerini ortaya koyan önceki çalışmaları (6-10) destekler niteliktedir.

Sonuç olarak, bu çalışmada tavşanların içme suyuna katılan 31.25, 62.5 ve 125 mg/kg (canlı ağırlık) borik asidin kemik metabolizması ile ilişkili parametrelerden olan serum alkali fosfataz enzim aktivitesi ile fosfor ve çinkonun serumdaki düzeylerini artırdığı, ancak diğer enzim ve metabolitleri etkilemediği belirlenmiş olup, tavşanlarda bor iz elementinin farklı dozlarda ve farklı formlarının kullanıldığı çalışmaların yapılmasında yarar olacağı kanaatine varılmıştır.

#### Kaynaklar

1. Armstrong TA, Flowers WL, Spears, JW, Nielsen FH. Long-term effects of boron supplementation on reproductive characteristics and bone mechanical properties in gilts. *J Anim Sci* 2002; 80: 154-61.
2. Armstrong TA, Spears JW, Crenshaw TD, Nielsen FH. Boron supplementation of a semipurified diet for weaning pigs improves feed efficiency and bone strength characteristics and alters plasma lipid metabolites. *J Nutr* 2000; 139: 2575-81.
3. Armstrong TA, Spears JW, Lloyd KE. Inflammatory response, growth, and thyroid hormone concentrations are affected by long-term boron supplementation in gilts. *J Anim Sci* 2001; 79: 1549-56.
4. Armstrong TA, Spears JW. Effect of boron supplementation of pig diets on the production of tumor necrosis factor- $\alpha$  and interferon- $\gamma$ . *J Anim Sci* 2003; 81: 2552-61.
5. Armstrong TA, Spears JW. Effects of dietary boron on growth performance, calcium and phosphorus metabolism, and bone mechanical properties in growing barrows. *J Anim Sci* 2001; 79: 3120-27.
6. August P. Distribution of boron in the environment. *Biol Trace Elem* 1998; 66(1-3): 131-43.

7. Aysan E, Şahin F, Telci D, Yalvaç ME, Emre SH, Karaca Ç, Müslümanoğlu M. Body weight reducing effect of oral boric acid intake. *Int J Med Sci* 2011; 8(8): 653-58.
8. Bakken NA, Hunt CD. Dietary boron decreases peak pancreatic *in situ* insulin release in chicks and plasma insulin concentrations in rats regardless of vitamin D or magnesium status. *J Nutr* 2003; 133(11): 3577-83.
9. Başoğlu AN, Başpınar, Ozturk SA, Akalın PP. Effects of boron administration on hepatic steatosis, hematological and biochemical profiles in obese rabbits. *Trace Elem Electrolytes* 2010; 27(4): 225-31.
10. Başoğlu A, Sevinç M, Güzelbektaş H, Civelek T. Short communication: Effect of boraks on serum lipid profile in dogs. *Online J Vet Res* 2000; 4(6): 153-6.
11. Beattie JH, Peace HS. The influence of a low-boron diet and boron supplementation on bone, major mineral and sex steroid metabolism in postmenopausal women. *Br J Nutr* 1993; 69(3): 871-84.
12. Benderdour M, Bui-Van T, Dicko A, Belleville F. In vivo and in vitro effects of boron and boronated compounds. *J Trace Elem Med Biol* 1998; 12(1): 2-7 (Abstr).
13. Bozkurt M, Küçükyılmaz K, Çatlı AU, Çınar M, Çabuk M, Bintaş E. Effects of boron supplementation to diets deficient in calcium and phosphorus on performance with some serum, bone and fecal characteristics of broiler chickens. *Asian-Aust J Anim Sci* 2012; 25(2): 248-55.
14. Brown TF, McCormick ME, Morris DR, Zeringue LK. Effects of dietary boron on mineral balance in sheep. *Nutr Res* 1989; 9(5): 503-12.
15. Butterwick L, De Oude N, Raymond K. Safety assessment of boron in aquatic and terrestrial environments. *Ecotoxicol Environ Safety* 1989; 17(3): 339-71.
16. Chapin RE, Ku WW, Kenney MA, McCoy H, Gladen B., Wine RN, Wilson R, Elwell MR. The effects of dietary boron on bone strength in rats. *Fundam Applied Toxicol* 1997; 35(2): 205-15.
17. Devirian TA, Volpe ST. The physiological effects of dietary boron. *Crit Rev Food Sci* 2003; 43(2): 219-31.
18. Dupre JN, Keenan MJ, Hegsted M, Brudevold AM. Effects of dietary boron in rats fed a vitamin D-deficient diet. *Environ Health Perspect* 1994; 102(Suppl 7): 55-8.
19. Elliot MA, Edwards HM. Studies to determine whether an interaction exist among boron, calcium, and cholecalciferol on the skeletal development of broiler chickens. *Poultry Sci* 1992; 71(4): 677-90.
20. Eren M, Kocaoğlu Güçlü B, Uyanık F, Karabulut N. The effects of dietary Boron supplementation on performance, carcass composition and serum lipids in Japanese quails. *J Anim Vet Adv* 2006; 5(12): 1105-8.
21. Eren M, Uyanık F, Güçlü BK, Atasever A. The influence of dietary boron supplementation on performance, some biochemical parameters and organs in broilers. *Asian J Anim Vet Adv* 2012; 7(11): 1079-89.
22. Eren M, Uyanık F, Küçükersan S. The influence of dietary boron supplementation on egg quality and serum calcium, inorganic phosphorus, magnesium levels and alkaline phosphatase activity in laying hens. *Res Vet Sci* 2004; 76, 203-10.
23. Geyikoğlu F, Türkez H. Effects of boric acid on aluminium-mediated ionic changes in rat serum. IV. Uluslararası Bor Sempozyumu. Ekim, 15-17, 2009; Eskişehir-Türkiye.
24. Hall IH, Spielvogel BF, Griffin TS, Docks EL, Brotherton RJ. The effects of boron hypolipidemic agents on LDL and HDL receptor binding and related enzyme activities of rat hepatocytes, aorta cells and human fibroblasts. *Res Com Chem Path Pharm* 1989; 65(3): 297-317.
25. Hansch R, Mendel RR. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Plant Biol* 2009; 12(3): 259-66.
26. Hegsted M, Keenan MJ, Siver F, Wozniak P. Effect of boron on vitamin D deficient rats. *Biol Trace Elem Res* 1991; 28(3): 243-55.
27. Heindel JJ, Price CJ, Schwetz BA. The developmental toxicity of boric acid in mice, rats and rabbits. *Environ Health Perspect* 1994; 102 (Suppl 7): 107-12.
28. Howe PD. A review of boron effects in the environment. *Biol Trace Elem* 1998; 66 (1-3): 153-66 (Abstr).

29. Hunt CD, Herbel JL, Idso JP. Dietary boron modifies the effects of vitamin D<sub>3</sub> nutrition on indices of energy substrate utilization and mineral metabolism in the chick. *J Bone Miner Res* 1994; 9(2): 171-82 (Abstr).
30. Hunt CD, Herbel JL. Effects of dietary boron on calcium and mineral metabolism in the streptozotocin-injected, vitamin D<sub>3</sub>-deprived rat. *Magnes Trace Elem* 1991-92; 10(5-6): 387-408.
31. Hunt CD. Dietary boron modified the effects of magnesium and molybdenum on mineral metabolism in the cholecalciferol-deficient chick. *Biol Trace Elem Res* 1989; 22(2): 201-20.
32. Hunt CD. Dietary boron: An overview of the evidence for its role in immune function. *The J Trace Elem Exp Med* 2003; 16(4): 291-306.
33. İnce S, Keleş H, Erdoğan M, Hazman O, Küçükkurt İ. Protective effect of boric acid against carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in mice. *Drug Chem Toxicol* 2012; 35(3): 285-92.
34. İnce S, Küçükkurt İ, Ciğerci İH, Fidan AF, Eryavuz A. The effects of dietary boric acid and borax supplementation on lipid peroxidation, antioxidant activity, and DNA damage in rats. *J Trace Elem Med Biol* 2010; 24(3): 161-4.
35. Karabulut N, Eren M. Besi bıldırcını yemlerine bor ilavesinin serum kalsiyum, inorganik fosfor ve magnezyum düzeyleri ile alkali fosfataz aktivitesine etkisi. *Erciyes Üniv Sağlık Bilim Derg* 2006; 15(1): 8-12.
36. King N, Odom TW, Sampson HW, Pardeu S. In ovo administration of boron or sodium aluminosilicate alters mineralization in the turkey. *Nutr Res* 1993; 13(1): 77-85.
37. Kurtoğlu F, Kurtoğlu V, Çelik İ, Keçeci T, Nizamlioğlu M. Effects of dietary boron supplementation on biochemical parameters, peripheral blood lymphocytes, splenic plasma cells and bone characteristics of broiler chicks given diets with adequate or inadequate cholecalciferol (vitamin D<sub>3</sub>) content. *Br Poult Sci* 2005; 46(1): 87-96.
38. Kurtoğlu V, Coşkun B, Şeker E, Balevi T, Çetingül İ.S. Effects of boron supplementation on performance and some serum biochemical parameters in laying hens. *Revue Med Vet* 2002; 153(12): 823-8.
39. Kurtoğlu V, Kurtoğlu F, Coşkun B. Effects of boron supplementation of adequate and inadequate vitamin D<sub>3</sub>-containing diet on performance and serum biochemical characters of broiler chickens. *Res Vet Sci* 2001; 71: 183-7.
40. Laila EAN, Adel EAA. Effect of boron deficiency on some physiological and biochemical aspects during the developmental stages of wheat (*Triticum aestivum* L.) plant. *J Biol Sci* 2002; 2(7): 470-6.
41. Mc Dowell LR. Minerals in Animal and Human Nutrition. Academic Press Inc. London. 1992; 367-70.
42. Mızrak C, Yenice E, Can M, Yıldırım U, Atık Z. Effects of dietary boron on performance, egg production, egg quality and some bone parameters in layer hens. *S Afr J Anim Sci* 2010; 40(3): 257-64.
43. Miljkovic D, Natasha M, Mark MF. Up-regulatory impact of boron on vitamin D function-does it reflect inhibition of 24-hydroxylase. *Med Hypotheses* 2004; 63(6): 1054-6.
44. Moseman RF. Chemical disposition of boron in animals and humans. *Environ Health Perspect*. 1994; 102(Suppl 7): 113-7.
45. Naghii MR, Samman S. The effect of boron on plasma testosterone and plasma lipids in rats. *Nutr Res* 1997; 17(3): 523-31.
46. Naghii MR, Samman S. The role of boron in nutrition and metabolism. *Prog Food Nutr Sci* 1993; 17(4): 331-49.
47. Nielsen FH, Hunt CD, Mu LM, Hunt JR. Effect of boron on mineral, estrogen, and testosterone metabolism in postmenopausal women. *FASEB J* 1987; 1(5): 394-97.
48. Nielsen FH, Schuler TR, Zimmerman TJ, Uthus EO. Dietary magnesium, manganese and boron affect the response of rats to high dietary aluminium. *Magnes* 1988; 7(3): 133-47 (Abstr).
49. Nielsen FH, Schuler TR. Studies of the interaction between boron and calcium, and its modification by magnesium and potassium in rats. Effects on growth, blood variables, and bone mineral composition. *Biol Trace Elem Res* 1992; 35(3): 225-37 (Abstr).



50. Nielsen FH. Boron-an overlooked elements of potential nutritional importance. *Nutr Today* 1988; 4-7.
51. Nielsen FH. Dietary fat composition modifies the effect of boron on bone characteristics and plasma lipids in rats. *Biofactors* 2004; 20 (3): 161-71 (Abstr).
52. Pawa S, Ali S. Boron ameliorates fulminant hepatic failure by counteracting the changes associated with the oxidative stress. *Chem Biol Interact* 2006; 160(2): 89-98.
53. Price CJ, Melissa CM, Myers CB, Seely JC, Heindel JJ, Schwetz BA. The developmental toxicity of boric acid in rabbits. *Fundamental Appl Toxicol* 1996; 34(2): 176-87.
54. Qin X, Klandorf H. Effect of dietary boron supplementation on egg production, shell quality, and calcium metabolism in aged broiler breeder hens. *Poultry Sci* 1991; 70(10): 2131-8.
55. Rossi AF, Miles RD, Damron BL, Flunker LK. Effects of dietary boron supplementation on broilers. *Poultry Sci* 1993; 72(11): 2124-30.
56. Shaaban MM. Role of boron in plant nutrition and human health. *Am J Plant Physiol* 2010; 5 (5): 224-40.
57. Sisk DB, Colvin BM, Merrill A, Bondari K, Bowen JM. Experimental acute inorganic boron toxicosis in the goat: Effects on serum chemistry and CSF biogenic amines. *Vet Hum Toxicol* 1990; 32(3): 205-11.
58. Tariq M, Mott CJB. The significance of boron in plant nutrition and environment-A review. *J Agron* 2007; 6(1): 1-10.
59. Türkez H. Effects of boric acid and borax on titanium dioxide genotoxicity. *J Appl Toxicol* 2008; 28(5): 658-64.
60. WHO. Boron. International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 204. Ohio, USA. 1998; 1-201.
61. Wilson JH, Ruzler PL. Effects of dietary boron supplementation on laying hens. *Br Poultry Sci* 1996; 37(4): 723-29 (Abstr).
62. Wilson JH, Ruzler PL. Long term effects of boron on layer bone strength and production parameters. *Br Poult Sci* 1998; 39(1): 11-5.
63. Woods WG. An introduction to boron: history, sources, uses, and chemistry. *Environ Health Perspect* 1994; 102 (Suppl 7): 5-11.
64. Yeşilbağ D, Eren M. Effects of dietary boric acid supplementation of performance, egg shell quality and some serum parameters in aged laying hens. *Turk J Vet Anim Sci* 2008; 32(2):113-7.

**Yazışma Adresi :**

Prof. Dr. Meryem EREN  
Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi,  
Biyokimya Anabilim Dalı, KAYSERİ  
Tel: 0 352 2076666/29850  
E-posta: erenmeryem@hotmail.com