

**T.C
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BESİ BILDIRCINI YEMLERİNE BOR İLAVESİNİN
PERFORMANS
VE BAZI KAN PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

**Tezi Hazırlayan
Nurkan KARABULUT**

**Tezi Yöneten
Yrd.Doç.Dr.Meryem EREN**

**Veteriner Biyokimya Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Şubat 2006
KAYSERİ**

T.C

**ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BESİ BILDIRCINI YEMLERİNE BOR İLAVESİNİN
PERFORMANS
VE BAZI KAN PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

**Tezi Hazırlayan
Nurkan KARABULUT**

**Tezi Yöneten
Yrd.Doç.Dr.Meryem EREN**

**Veteriner Biyokimya Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından SBY-04-19
nolu
proje ile desteklenmiştir.**

**Şubat 2006
KAYSERİ**

Yrd.Doç.Dr.Meryem EREN danışmanlığında **Nurkan KARABULUT** tarafından hazırlanan “**Besi Bildiricini Yemlerine Bor İlavesinin Performans ve Bazı Kan Parametrelerine Etkisi**” konulu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Veteriner Biyokimya** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

03.02.2006

JÜRİ :

İmza

Üye : Prof.Dr.Behiç SERPEK (Selçuk Ün.)

Üye : Doç.Dr.Fatma UYANIK

Üye : Yrd.Doç.Dr.Meryem EREN (Danışman)

ONAY

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulununtarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

.....

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Meral AŞÇIOĞLU

III

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi süresince çalışmalarımda bilgi, eleştiri ve her türlü yardımları ile beni yönlendiren, sabır ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd.Doç.Dr. Meryem EREN'e, Veteriner Fakóltesi Biyokimya Anabilim Dalı Başkanı Doç.Dr.Fatma UYANIK'a, çalışmalarım sırasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve ağabeyim Veteriner Hekim Erkan KARABULUT'a teşekkür ederim.

BESİ BILDIRCINI YEMLERİNE BOR İLAVESİNİN PERFORMANS VE BAZI KAN PARAMETRELERİNE ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışmada, besi bildircinlerinde yeme ilave edilen bor'un canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma, kemik metabolizması ile doğrudan ilişkili serum kalsiyum, fosfor ve magnezyum düzeyleri ile alkali fosfataz aktivitesinde meydana getirebileceği değişimler araştırılmıştır.

İkiyüz seksen adet günlük besi bildircini (*Coturnix coturnix Japonica*) 4 tekrarlı 5 gruba ayrılmış, 0, 10, 60, 120 ve 240 mg/kg düzeylerinde bor ilave edilen yemlerle 35 günlük olana kadar beslenmiştir. Deneme süresince haftada bir canlı ağırlık ve yem tüketimi belirlenerek yemden yararlanma oranı hesaplanmıştır. Deneme sonunda her bir gruptan 20 hayvandan alınan kanlardan kazanılan serumların kalsiyum, fosfor ve magnezyum düzeyleri ile alkali fosfataz aktivitesi belirlenmiştir.

Çalışmada tüm deneme gruplarında canlı ağırlık, canlı ağırlık kazancı düştü ve yemden yararlanma oranı olumsuz etkilenmiştir. Yem tüketimi ise 240 mg/kg bor verilen grupta önemli düzeyde azalırken, diğer gruplarda değişmemiştir.

Serum kalsiyum düzeyleri tüm deneme gruplarında, fosfor düzeyleri 120 ve 240 mg/kg ve magnezyum düzeyleri de 60, 120 ve 240 mg/kg bor verilen gruplarda düşerken, serum alkali fosfataz aktivitesinde herhangi bir değişim gözlenmemiştir.

Sonuç olarak, besi bildircinlerinin yemlerine ilave edilen bor'un besi performansı olumsuz etkilemesi yanısıra, serum kalsiyum, fosfor ve magnezyum düzeylerini de düşürdüğü belirlenmiştir.

Anahtar sözcük: Bildircin, Bor, Kan Parametreleri, Performans

**THE INFLUENCE OF DIETARY BORON SUPPLEMENTATION OF
PERFORMANCE AND SOME BLOOD PARAMETERS IN QUAILS**

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of dietary boron supplementation on performance, live weight, feed consumption, feed efficiency, serum calcium, phosphorus, magnesium concentrations and alkaline phosphatase activity related to bone metabolism in quails.

Two hundred and eighty, day old Japanese quails (*Coturnix coturnix Japonica*) were divided into 5 groups with 4 replicates and they were fed 0, 10, 60, 120 or 240 mg/kg boron supplemented diets until 35 days of age.

Live weight and feed consumption were recorded and feed efficiency was calculated at weekly intervals. At the end of the study, a total of 20 blood samples were collected from each group and serum calcium, phosphorus, magnesium concentrations and alkaline phosphatase activity were determined.

In this study, live weight, live weight gain decreased and feed efficiency were depressed in all treatment groups. Feed consumption decreased significantly in 240 mg/kg boron supplemented group, while no differences were determined in the other groups. Serum calcium concentrations decreased in all groups, phosphorus concentrations decreased in 120 and 240 mg/kg boron supplemented groups and magnesium concentrations decreased 60, 120 or 240 mg/kg boron supplemented groups. No changes were observed in serum alkaline phosphatase activity.

In conclusion, in this study boron supplementation to quail diet adversely affected performance and decreased serum calcium, phosphorus and magnesium concentrations.

Key Words: Quail, Boron, Blood parameters, Performance

VI
İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u> <u>No</u>
İÇ KAPAK	I
KABUL VE ONAY SAYFASI	II
TEŞEKKÜR	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
İÇİNDEKİLER	VI
TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ	VII
I	
KISALTMALAR	IX
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. BOR'UN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	3
2.2. BOR'UN DOĞADA BULUNUŞU.....	5
2.3. BESİN MADDELERİNİN BOR İÇERİKLERİ, İNSAN VE HAYVANLARIN BOR İHTİYACI	6
2.4. BOR METABOLİZMASI.....	9
2.5. BOR'UN BİYOLOJİK FONKSİYONLARI	10
2.5.1. Bor'un Performansa Etkisi.....	10
2.5.2. Bor ve Karbonhidrat Metabolizması.....	11
2.5.3. Bor ve Lipid Metabolizması.....	12
2.5.4. Bor ve Protein Metabolizması.....	13
2.5.5. Bor ve Hormonlar	14
2.5.6. Bor ve Mineral Metabolizması.....	14
2.5.7. Bor ve İmmun Sistem.....	16
2.6. BOR YETERSİZLİĞİ.....	17
2.7. BOR TOKSİSİTESİ	18
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	21
3.1. GEREÇ.....	21
3.1.1. Hayvan Materyali.....	21

VII

	<u>Sayfa</u> <u>No</u>
3.1.2. Barınak	21
3.1.3. Hayvanların Beslenmesi.....	22
3.1.4. Materyallerin Toplanması	23
3.2. YÖNTEM.....	23
3.2.1. Yem Analizleri	23
3.2.1.1. Yemde Besin Madde Miktarları	23
3.2.2. Performansın Belirlenmesi.....	23
3.2.2.1. Yem Tüketiminin Belirlenmesi	23
3.2.2.2. Yemden Yararlanma Oranının Hesaplanması	23
3.2.3. Serum Analizleri	23
3.2.3.1. Serum Kalsiyum Düzeyinin Saptanması	24
3.2.3.2. Serum İnorganik Fosfor Düzeyinin Saptanması.....	24
3.2.3.3. Serum Magnezyum Düzeyinin Saptanması.....	24
3.2.3.4. Serum Alkali Fosfataz Aktivitesinin Saptanması	25
3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi	25
4. BULGULAR.....	26
4.1. PERFORMANS	26
4.1.1. Canlı Ağırlık.....	26
4.1.2. Canlı Ağırlık Kazancı	26
4.1.3. Yem Tüketimi	27
4.1.4. Yemden Yararlanma Oranı	28
4.2. SERUM PARAMETRELERİ	29
4.2.1. Serum Kalsiyum Düzeyi	29
4.2.2. Serum İnorganik Fosfor Düzeyi.....	29
4.2.3. Serum Magnezyum Düzeyi.....	29
4.2.4. Serum Alkali Fosfataz Aktivitesi	30
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	32
6. KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	

VIII

TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa no</u>
Tablo 2.1. Ticari olarak önemli borat ürünleri	4
Tablo 2.2. Bor bileşiklerinin endüstriyel alanda kullanım alanları	5
Tablo 2.3. Hayvansal gıdalardaki B içeriği	7
Tablo 2.4. Bitkisel gıdalardaki B içeriği	8
Tablo 2.5. Bor'un dokulardaki birikimi	10
Tablo 3.1. Kontrol ve deneme grubundaki hayvanlara verilen bazal rasyonun (Etlik civciv yemi) hammadde bileşimi ve kimyasal kompozisyonu	22
Tablo 4.1. Besi bıldırcını yemlerine B ilavesinin canlı ağırlığa etkisi (Canlı ağırlık, g)	27
Tablo 4.2. Besi bıldırcını yemlerine B ilavesinin canlı ağırlık kazancına etkisi (Canlı ağırlık artışı, g)	27
Tablo 4.3. Besi bıldırcını yemlerine B ilavesinin yem tüketimine etkisi (Yem tüketimi, g)	28
Tablo 4.4. Besi bıldırcını yemlerine B ilavesinin yemden yararlanma oranına etkisi (Yemden yararlanma oranı, g)	28
Tablo 4.5. Besi bıldırcını yemlerine B ilavesinin serum kalsiyum düzeylerine etkisi	29
Tablo 4.6. Besi bıldırcını yemlerine B ilavesinin serum inorganik fosfor düzeylerine etkisi	29
Tablo 4.7. Besi bıldırcını yemlerine B ilavesinin serum magnezyum düzeylerine etkisi	30
Tablo 4.8. Besi bıldırcını yemlerine B ilavesinin serum alkali fosfataz aktivitelerine etkisi	30
Şekil 2.1. Boromycin	17
Şekil 4.1. Kontrol (0) ve deneme gruplarının (10, 60, 120 ve 240 mg/kg B) serum kalsiyum, inorganik fosfor ve magnezyum düzeyleri (mg/dl)	30
Şekil 4.2. Kontrol (0) ve deneme gruplarının (10, 60, 120 ve 240 mg/kg B) serum alkali fosfataz aktivitesi (IU/L)	31

IX

KISALTMALAR

B	: Bor
Ca	: Kalsiyum
Pi	: İnorganik Fosfor
Mg	: Magnezyum
ALP	: Alkali Fosfataz
K	: Potasyum
N	: Azot
Al	: Alüminyum
Fe	: Demir
Na	: Sodyum
GGT	: Gama Glutamil Transpeptidaz
LD₅₀	: Letal Doz 50
AST	: Aspartat Amino Transferaz
CK	: Kreatin Kinaz
NADP	: Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat
GTP	: Guanozin Trifosfat
ATP	: Adenozin Trifosfat
HCl	: Hidrojen Klorür
HCN	: Hidrojen Siyanür
EGTA asit	: Etilen glikol-bis (β -aminoetil eter) N,N,N', N'- tetraasetik
HDL	: Yüksek dansiteli lipoprotein
LDL	: Düşük dansiteli lipoprotein

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Organizmada metabolik faaliyetlerin düzenli bir şekilde sürmesinde minerallerin önemi büyüktür. Mineraller organizma için esansiyel olup, besinlerle belirli oranlarda sürekli olarak alınmak zorundadır.

Kanatlı hayvan beslenmesinde, yemlerin amino asit ve vitaminlerin yanısıra temel inorganik maddeleri de içermesi zorunludur. Temel inorganik maddeler kemik oluşumu, protein, karbonhidrat ve lipid metabolizması için gerekli maddelerdir. Yaşam ve verim için gerekli olan minerallerin yemlerle verilmemesi halinde büyüme durur ve verim azalır. Hayvanların mineral madde ihtiyaçlarını etkileyen pek çok faktör vardır. Bunlar hayvanın üretim düzeyi, yaşı, elementlerin kimyasal formu, düzeyi ve diğer besinlerle etkileşimi, mineral alımı, beslenme ve hayvanın yetiştirmeye adaptasyonu olarak sıralanabilir.

İrk, yaş, bakım-besleme ve çevresel faktörler kanatlıların et, yumurta verimi ve yumurta kalitesini etkiler. Kanatlıların tükettikleri yemin içeriği ve miktarı yemden yararlanmayı ve dolayısıyla performansı etkilediğinden bakım ve besleme en önemli faktörlerden birisidir. Kanatlı üretiminde sürü sağlığını etkileyen faktörlerden biri de beslenme yetersizliğidir. Kanatlıların gelişmesi, veriminin artması ve kuluçka randımanının artması için dengeli beslenme önemli rol oynamaktadır.

Son yıllarda, ülkemizde bıldırcın eti ve yumurtasının üretimi ve tüketiminde artış söz konusudur. Bu nedenle bıldırcınların sağlıklı ve dengeli beslenebilmesi için gerekli

besin maddelerinin belirlenmesine ve verimlerinin artırılmasına yönelik çalışmalar da hızlanmıştır. İnsan, rat, broyler, yumurtacı tavuk ve domuzlarda B'un metabolizma üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik pek çok çalışma bulunmakla birlikte, bu konuda besi bıldırcınlarında herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır.

Bor'un varlığı ilk defa *Maesa picta* tohumlarında gösterilmiştir. Bor'un bitkiler için esansiyel olduğuna ilişkin bulgular 1923 yılında rapor edilmiş olup, 1981 yılından beri de B'un insan ve hayvanlar için esansiyel olabileceğine ilişkin çalışmalar devam etmektedir.

İnsanlarda 1981 yılından beri yapılan çalışmalarda, B'un makromineral metabolizmasında önemli rol oynayan esansiyel bir element olduğu bildirilmiştir. Bu elementin göz, beyin, böbrek, iskelet ve immun sistemi kapsayan vücut sistemlerinin fonksiyonlarını etkilediği ve kemik, mineral, lipid, enerji metabolizması, immun sistem ve endokrin fonksiyon için esansiyel olabileceği bildirilmiştir. Ancak, bu elementin insan ve hayvan dokularında biyokimyasal mekanizması çok az bilinmesine karşın, cis-hidroksil grupları içeren biyosubstanslarla (şekerler ve polisakkaritler, adenozin-5-fosfat, piridoksin, riboflavin, dehidroaskorbik asit ve piridin nükleotidleri) reaksiyona girerek hücre zarı fonksiyonları ve stabilitesinde, hormon reseptörleri ve transmembran sinyallerinde etkili olabileceği ileri sürülmüştür.

Kanatlılarda günlük B ihtiyacının karşılanabilmesi için herhangi bir B düzeyi önerilmemektedir. Bununla birlikte düşük B içeren tane yemler kanatlı rasyonlarında çokça kullanıldığından kanatlı yemlerinin B yönünden yetersiz olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, besi bıldırcınlarında yeme ilave edilen B'un canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranında, kemik metabolizması ile ilişkili serum Ca, Pi ve Mg düzeyleri ile ALP aktivitesinde meydana getirebileceği değişimler araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. BOR'UN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Atom numarası 5, kütlesi 10.81 ve 3 değerlikli olan, periyodik sistemde IIIA grubunda yer alan bir ametal (1, 2) olan B, 1808 yılında izole edilmiştir (3). Doğada boraks, koleminat, boronatrokalsit ve borik asit formunda bulunan B (1, 4), karbon benzeri çift bağ yapma özelliğine sahip olup (5), nötronları kuvvetlice absorbe eder (6).

Hidroksil grubu içeren organik bileşikler ile reaksiyona giren B kompleksleri, ikiden fazla hidroksil grubu içerenlerle daha kuvvetli reaksiyon oluştururlar. Bu nedenle B biyosubstanslarla (şekerler ve polisakkaritler, adenzin-5-fosfat, piridoksin, riboflavin, dehidroaskorbik asit ve piridin nükleotidleri) reaksiyona girme özelliğindedir. Elementar B, bileşik halinde iken oda sıcaklığında sarı ve kahverengi amorf tozları veya katı siyah kristaller halinde bulunur. Bor'un amorf ve kristal formlarının molekül ağırlığı sırasıyla 2.37 ve 2.34'dür. Bor, ^{10}B (% 19.78), ^{11}B (%80.22) izotoplarının karışımı şeklinde bulunur. Güçlü oksitleyici ajanlarla etkileşimde olduğu durumlar hariç B bir dereceye kadar inert bir metaldir (2).

Ticari olarak kullanılan B türlerinden sodyum perboratlar, bor-oksijen-bor bağları içerdiğinden hidrolitik olarak kararsız tuzlardır. Bu bağlar su ile reaksiyona girerek dayanıklı sodyum metaborat ve hidrojen peroksiti oluştururlar. Bu hidroliz reaksiyonu

yüksek ısıda (70-100 °C) herhangi bir aktivatöre gereksinim duyulmadan beyazlatıcı etki gösterirken, düşük ısıda (25-70 °C) aynı etki için aktivatörlere ihtiyaç vardır. Bu hidroliz reaksiyonu ile perboratlar beyazlatıcı olarak kullanılabilir (1, 2).

Zayıf bir asit olan borik asit ($pK_a=9.15$) asit ortamlarda çözünmeyen borik asit formundayken, ortamın pH'sının 10'dan yüksek olduğu çözeltilerinden metaborat anyonu $B(OH)_4^-$ oluşturur, pH 6-11 aralığında ve yüksek konsantrasyonda (>0.025 mol/L) $B_3O_3(OH)_4^-$, $B_4O_5(OH)_4^{2-}$ ve $B_5O_6(OH)_4^-$ gibi suda çözünürlüğü yüksek olan poliborat iyonları halinde bulunur (2).

Bor hidritleri (Boranlar) oldukça toksiktir ve önemli bir endüstriyel tehlike oluştururlar. Diboran kötü kokulu bir gazdır, dekaboran bitter çikolata kokulu katı bir maddedir, pentaboran ise kolay gaz haline gelebilen hoş kokulu bir sıvıdır (6).

Tablo 2.1. Ticari olarak önemli borat ürünleri (7)

Bor Bileşikleri	Formülü	B ₂ O ₃ yüzdesi
Boraks pentahidrat	Na ₂ [B ₄ O ₅ (OH ₄)].3H ₂ O	47.8
Boraks	Na ₂ [B ₄ O ₅ (OH ₄)].8H ₂ O	36.5
Koleminate	Ca[B ₃ O ₄ (OH ₃)].H ₂ O	50.8
Ulexite	NaCa[B ₅ O ₆ (OH ₆)].5H ₂ O	43.0
Borik asit	B(OH) ₃	56.3

Bor bileşiklerinin endüstriyel alanda kullanım alanları Tablo 2.2.'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Bor bileşiklerinin endüstriyel alanda kullanım alanları

Bor bileşikleri	Kullanıldığı alanlar	Kaynaklar
Kalsiyum borid	Bakır, pirinç ve bronzların deoksidasyonunda kullanılır.	6
Boraks	Cam sektöründe kullanılır.	1, 6
	Emaye, kozmetik, deterjan, matbaa sektöründe kullanılır.	6
	Et ve ahşapların korunmasında kullanılır.	6
	Antiseptik olarak kullanılır.	6, 8
	Boraks içeren renkli metal oksitleri renklendirici olarak suni mücevherlerde kullanılır.	6
	Suni gübrede kullanılır.	1
Bor karbit	Aşındırıcı olarak kullanılır.	6
Borik asit	Antiseptik olarak kullanılır.	2, 8
	Cam sektöründe kullanılır	1
	İnsektisit olarak kullanılır.	1
	Kereste koruyucusu olarak kullanılır.	1
	Algisit olarak kullanılır.	1
	Gıda maddeleri koruyucusu olarak kullanılır.	8
	Herbisit olarak kullanılır.	8
Toprak sterilize edicisi olarak kullanılır.	8	
Sodyum tetraborat	Antiseptik olarak kullanılır.	8
	Gıda maddeleri koruyucusu olarak kullanılır.	8
	Herbisit olarak kullanılır.	8
	Toprak sterilize edicisi olarak kullanılır.	8
Sodyum perborat	Beyazlatıcı olarak kullanılır.	1, 2
Bor hidritleri (Boranlar)	Yüksek enerji yakıtları olarak kullanılırlar.	6
Dekaboran	Kauçukların dayanıklı hale getirilmesine kullanılır.	6

2.2. BOR'UN DOĞADA BULUNUŞU

Doğada elementar formda bulunmayan B (2), borat hidratları (5, 9) olarak okyanuslarda, tortul kayalarda, kömür katmanlarında ve bazı topraklarda bulunur (7, 10, 11).

Yerkabuğunda ortalama 10 ppm kadar olan B konsantrasyonu bazı topraklarda 3-100 ppm arasındadır (4, 6, 12). Kıyı topraklarındaki B miktarı iç topraklara göre 50 kat daha fazla olmasına karşın, deniz sularında 4.5 ppm düzeyinde bulunmaktadır (12). Topraktaki B konsantrasyonu toprağın yapısı, pH'sı ve diğer minerallerin varlığından etkilenmektedir (1). Bitkilere göre toprakta B miktarının yüksek olması toksik bir etki gösterir ve bazı B türevleri herbisid olarak kullanılmaktadır (13).

Bitkilerdeki B konsantrasyonu bitkinin türüne ve yetiştiği bölgeye göre değişmesi yanısıra, bitkilerin yararlanması toprağın ısı ve nemi de etkilenmektedir (1). Yeşil otların B konsantrasyonu 4-7 ppm arasında değişirler, baklagiller yeşil otlara göre daha fazla B içermektedirler (4). Bor düzeyi tahıl filizlerinde yüksek düzeyde olmakla beraber, mayıs ve ağustos ayları arasında buğdaydaki düzeyleri 7 mg/kg kuru maddeden 2 mg/kg'a kadar gerilemektedir (14).

Bor'un pektin ile birlikte hücre duvarının bir komponenti olarak damarlı bitkiler için esansiyel olduğu, hücre zarlarını stabilize ettiği ve polen tüplerinin büyümesinde, zar transportu, ATPaz'ı aktive eden H⁺ pompalarının stimülasyonu ve K⁺un kullanımında etkili olduğu ileri sürülmektedir (13).

2.3. BESİN MADDELERİNİN BOR İÇERİKLERİ, İNSAN VE HAYVANLARIN BOR İHTİYACI

Bazı kaynaklar insanların günlük alması gereken B miktarını 0.5-1.0 mg olarak bildirmelerine karşın (15-17), bazı kaynaklarda halen kesin bir değer belirlenemediği yazılmaktadır (17, 18).

Bor yönünden en zengin kaynağı bitkisel kökenli yiyeceklerden özellikle meyveler, lifli sebzeler, fındık, baklagiller (2, 15-17), şarap, elma suyu, bira oluşturmasına karşın et, balık, süt ürünleri ve çoğu tahıllar B yönünden fakirdirler (2, 15, 17).

Hayvanlarda bazal rasyonların B içeriğinin 0.16-0.45 mg/kg (yem) arasında değiştiği bildirilmektedir (19). Hayvansal kökenli gıdalardaki B içeriği Tablo 2.3'de, bitkisel kökenli gıdalardaki B içeriği Tablo 2.4'de verilmiştir.

Tablo 2.3. Hayvansal gıdalardaki B içeriği

Besinler	B (ppm)	Kaynaklar
Et	0.16	4
Balık	0.36	4
İnek sütü	0.20	9
Süt ürünleri	1.1	4
	0.5-1	6
Yumurta sarısı	0.0008	9
Bal	7.2	3

Tablo 2.4. Bitkisel gıdalardaki B içeriği

Besinler	B (ppm)	Kaynaklar
Tahıllar	0.92, 1-5	4, 6
Esmir un	1.6	9
Sebzeler	13	4
Avokado	7-10	6
Çekirdekli meyveler	1.4-3.5	6
Armut	70	9
Nar, Böğürtlen ve Turunçgiller	0.3-2.4	6
Antep fıstığı	67*	20
Üzüm yaprağı	60.48*	20
Ekşi vişne	57.03*	20
Ayva	38.78*, 160	9, 20
Şeftali	34.49*	20
Ham şeftali	18.92*	20
Üzüm	20.70*	20
Maydanoz	10.24*	20
Yeşil fasulye	19.49*	20
Soya fasulyesi	28	3
Şeker pancarı	76 (kuru ağırlık)	9
Kuru erik	27	3
Kuru üzüm	25	3
Badem	23	3
Kuşburnu	19	3
Yerfıstığı	18	3
Fındık	16	3
Hurma	9.2	3
Şarap	8.5'e kadar	3

* İşareti ile belirtilenler Türkiye'nin B ürünleri yönünden zengin bölgelerinde yetişen besinlerdeki B konsantrasyonlarıdır.

2.4. BOR METABOLİZMASI

Borik asidin insan ve hayvanlarda yarılanma ömrü 24 saat veya daha da azdır (2, 5, 9). Sodyum borat ve borik asit formunda besinlerle birlikte alınan B gastrointestinal sistemden ve ayrıca solunum sisteminden emilir ve %90'dan fazlası idrarla atılır (2, 5, 6, 9, 15). Bor'un deriden de emilebileceği bildirilmektedir (6). İnsan ve hayvan doku ve organlarında 0.05-0.6 µg/g (yaş ağırlık) (15) ve 0.5-1.5 (kuru ağırlık) (6) arasında değişen konsantrasyonlarda bulunan B, kemiklerde yumuşak dokulara göre daha fazla miktarlarda toplanır (6, 9, 15). Beyin, kan, karaciğer, lenf bezleri, adrenal bez ve böbrek dokularında da yüksek konsantrasyonlarda B bulunur (2, 21). Broylerlerde kas ve karaciğerdeki B konsantrasyonlarının yemle verilen B miktarının artışına paralel olarak arttığı bildirilmektedir (22).

İnsan ve hayvanlarda B'un kan düzeylerinin yükselişi ve buna bağlı olarak böbrekler üzerinden atılımının yükselmesi B alımının akut ya da kronik yükselmesinin bir göstergesi olduğu bildirilmektedir (15). Sığırlara 0.1-1.5 g/100 kg (canlı ağırlık) dozunda B verilmesinde, B'un %69'unun idrar yoluyla atılmasının bu olguyu desteklemesine karşın, B hemostazına ilişkin kesin kanıtların bulunamadığı ileri sürülmektedir (14).

Vücuda alınan B kan yoluyla taşınır ve dokularda birikiminde farklılıklar görülür (Tablo 2.5).

Tablo 2.5. Bor'un dokulardaki birikimi

Dokular	B (ppm)	Kaynaklar
Kan	0.4, 0.14	6, 9
Karaciğer	0.2, 0.11	6, 9
Böbrek	0.6, 0.25	6, 9
Kas	0.1, 0.07	6, 9
Beyin	0.06	6
Testis	0.09	6
Akciğer	0.6, 0.07	6, 9
Lenf düğümleri	0.6	6
Deri	0.12	9
Kemik	0.90	9
Sinir sistemi	0.11	9
Kalp	0.04	9
Barsak	0.08	9
Yağ	0.07	9
Dışkı	0.18	9

2.5. BOR'UN BİYOLOJİK FONKSİYONLARI

2.5.1. Bor'un Performansa Etkisi

Bor'un hayvanlarda canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma ve yumurta kalitesine etkilerine ilişkin birçok çalışma yürütülmüştür.

Ratların (8) yemlerine 2.4 mg/kg orthoborik asit formunda B ilavesinin canlı ağırlığı etkilemediği bildirilirken, Naghii ve Samman (23) da içme sularına 0.46 g / L borik asit katılan ratlarda 4 hafta sonra canlı ağırlık yönünden kontrol grubu ile deneme grubu arasında bir fark olmadığını saptamışlardır. Benzer sonuçlar, ratların yemlerine 200, 1000, 3000 mg/kg düzeyinde borik asit formunda B ilavesiyle de elde edilmiş, dozların 9000 mg/kg düzeylerine kadar yükselmesindeyse canlı ağırlık kazancının düşmeye başladığı gözlenmiştir (24).

Aynı olgu domuzlarda da elde edilmiş, bazal rasyona (6.7 mg B /kg içeren) 5 ve 15 mg/kg sodyum borat formunda B ilavesi performansı etkilemezken, semipürifiye (0.98

mg / B kg içeren) rasyona aynı miktarlardaki B ilavesinin yemden yararlanmayı iyileştirdiği belirlenmiştir (25-27). Düvelerde ise içme suyuna 150-300 mg/L B katılımının bir ay sonrasında canlı ağırlık ve yem tüketiminde azalmaya yol açtığı saptanmıştır (14).

Hoffman ve ark. (28) ördeklerde protein kısıtlaması yapılmayan (%22 HP) rasyona 4 hafta boyunca 1000 mg/kg B ilavesinin mortaliteye neden olmadığını, fakat büyümede %20'nin üzerinde bir azalma olduğunu belirtmişlerdir. Hunt (29) ise kolekalsiferol yönünden yetersiz yemle beslenen broylerde, 3 mg/kg B'un yemlere ilavesiyle mortalitenin baskılandığını saptamıştır.

Broylerde 5, 10, 20, 40 ve 80 mg/kg (yem) düzeylerinde B'un canlı ağırlık ve yemden yararlanma oranını (30) ve yumurtacı tavuklarda 50, 100, 150, 200 ve 250 mg/kg (yem) düzeylerinde B'un canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve yumurta verimini (31), Eren ve ark. (32) da aynı hayvanlarda yeme 400 mg/kg'a kadar B ilavesinin canlı ağırlığı etkilemediğini bildirmişlerdir. Aynı olgular Elkin ve ark. (33)'nce yumurtacı tavukların yemlerine % 20 ve 40 oranlarda 1-stearilboronik asidin ilavesiyle de elde edilmiş, canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma, yumurta ağırlığı ve yumurta sarısı ağırlığının bu uygulamalardan etkilenmediği saptanmıştır. Bununla beraber, broyler (22) ve yumurtacı tavuklarda (34) yeme 240 mg/kg'a kadar B ilavesinin canlı ağırlık üzerinde olumlu etkileri olduğu ileri sürülmüştür. Kurtoğlu ve ark. (35) da broylerde gerek yeterli gerekse yetersiz vitamin D₃ içeren yemlere 5 ve 25 mg/kg B ilavesinin performansı artırdığını bildirmişlerdir. Diğer yandan, broylerde 320 (36) ve 300 mg/kg (22) B'un, yumurtacı tavuklarda 400 mg/kg B'un (32, 34, 37, 38) canlı ağırlık, yem tüketimi (32, 34, 36, 37) ve yumurta verimini baskıladığı (32, 37, 38), yumurta iç ve dış kalitesinde değişikliklere neden olduğu (32) belirlenmiştir. Eren ve ark (32) yumurtacı tavukların yemlerine 400 mg/kg B ilavesinin yumurta verimini ve yumurta ağırlığını azalttığını, Qin ve Klandorf (39) da yaşlı broyler damızlıklarda, rasyona 100 mg/kg düzeyinde B ilavesinin yumurta verimini baskıladığını saptamışlardır.

2.5.2. Bor ve Karbonhidrat Metabolizması

Bor ile şekerler arasındaki reaksiyondan dolayı diabetes mellitus gibi patolojik durumların B tedavisiyle düzelebileceği ileri sürülmektedir (29).

Wallace ve ark. (40) 2 hafta süresince 45-65 yaş arası sağlıklı 15 kişiye 11.6 mg verilen B'un plazma glikoz düzeylerini etkilemediğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, ratlarda (41) yeme 2.4 mg/kg B ilavesinin plazma glikoz, insülin ve pirüvat, köpeklerde (42) günlük 4 g B'un serum glikoz, kolekalsiferol yönünden yetersiz beslenen broylerlerde 3 mg/kg B'un (29) plazma glikoz konsantrasyonlarını düşürdüğü bildirilmiştir. Hunt (29) Zittle'a (1951) atfen, B ilavesiyle glikoz düzeylerindeki düşüşün, B'un glikozun yapısında yer alan hidroksil grubu ile kompleks oluşturarak plazma glikoz düzeylerinin baskılanmasından kaynaklanabileceğini ileri sürmüştür.

2.5.3. Bor ve Lipid Metabolizması

Bor'un serum lipid düzeylerine etkisine ilişkin çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Wallace ve ark (40) 2 hafta süresince 45-65 yaş arası sağlıklı 15 kişiye 11.6 mg verilen B'un plazma lipid düzeylerinin etkilemediğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, Hall ve ark. (43) ratlara 16 gün süreyle verilen çeşitli fosfonoasetatların B analoglarının, birbirlerinden farklı oranda da olsa serum kolesterol ve trigliserit düzeylerini düşürdüğünü saptamışlardır. Bu araştırmacılar fosfonoasetatların karaciğerde trigliserit ve kolesterolün sentezini düşürerek veya lipidlerin safra ve dışkıya geçişini hızlandırarak ya da periferik dokularda lipidlerin depolanmasını azaltarak ve safra ile atılımlarını sağlamak için dokulardan karaciğere kolesterolün taşınmasını hızlandırarak (LDL ve HDL kolesterol içeriğini etkileyerek) lipid konsantrasyonlarını düşürdüğünü ileri sürmüşlerdir. Ratlarda farklı B bileşiklerinin yeme ilavesiyle serum kolesterol, LDL-kolesterol, trigliserit düzeylerinin azaldığı, HDL-kolesterol düzeylerinin ise N,N-dimethyl-n-octadecylamine borane ile arttığı, fakat tetrakis- μ -(trimethylamine-borane-carboxylato) cis-(trimethylamine-carboxyborane)-dicopper (II) ile azaldığı bildirilmiştir (44). Naghii ve Samman (23) da içme sularına 0.46 g / L borik asit katılan ratlarda 4 hafta sonra plazma trigliserit ve HDL-kolesterol konsantrasyonlarının azaldığını saptamışlardır. Diğer yandan Hunt ve Herbel (41) B ilavesinin, aç kalan ratlarda plazma trigliserit konsantrasyonunu artırdığını, B'un yağ asidi oksidasyonu ve glikoneogenezisin bazı basamaklarını inhibe ederek hem karbonhidrat hem de lipid metabolizmasını etkilediğini ileri sürmüşlerdir.

Domuzlarda ise bazal rasyona (6.7 mg B /kg içeren) 15 mg/kg sodyum borat formunda B ilavesi, plazma trigliserit ve total kolesterol düzeylerini etkilemezken, semipürifiye

yemle beslenenlerde plazma trigliserit düzeyini artırdığı, ancak B ilavesiyle dolaşımda artan trigliserit konsantrasyonu arasındaki bu etkileşimin açıklanamadığı bildirilmiştir (25).

Günlük 4 g B alan köpeklerde serum trigliserit düzeylerinin (42), protein kısıtlaması yapılan (%7 HP) yemle beslenen ve 1000 mg/kg B ilave edilen ördeklerde plazma trigliserit düzeylerinin (28) düştüğü belirlenmiştir. Diğer yandan Elkin ve ark. (33) yumurtacı tavukların yemlerine % 20 ve 40 oranlarda 1-stearilboronik asit ilavesinin plazma trigliserit, total kolesterol ve yumurta sarısı kolesterol düzeylerini etkilemediğini saptamışlardır. Bununla beraber Mg yönünden yeterli düzeyde beslenen piliçlerde, B ilavesinin plazma kolesterol düzeyini artırdığı bildirilmiştir (29).

2.5.4. Bor ve Protein Metabolizması

Bor'un protein metabolizmasında fonksiyonel bir rol oynayabileceği çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir.

Bor elementinin yüksek yapılı hayvanlarda ve insanlarda, nükleotidlerin ribozil kısımlarındaki veya serin proteazlarında yer alan cis-hidroksil gruplarıyla, histidinin imidazol grubundaki N ile veya serinin yapısındaki hidroksil gruplarıyla reaksiyona girerek enzimatik aktivitenin regülasyonunda rol oynayabildiği ileri sürülmektedir (45).

Ratlarda (6) 0.001 ppm'e kadar B ilavesinin yanında borik asit formunda 20 µM B'un intra peritoneal olarak verilmesiyle hepatik RNA sentezinin stimüle edildiği bildirilmiştir. Ratlarda B plazma AST ve CK aktivitelerini düşürmüş, hücre membran bütünlüğünün bir indikatörü olan plazma AST aktivitesindeki bu düşüşün, karaciğer metabolizmasının normal olarak sürmesinde B'un etkileyici bir faktör olarak yer almasından kaynaklandığı ileri sürülmüştür (46).

Armstrong ve ark. (27) bazal rasyona (6.7 mg B /kg içeren) 5 mg/kg sodyum borat formunda B ilave edilen büyüme dönemindeki domuzlarda, serum üre nitrojen konsantrasyonlarının arttığını saptamışlardır. Hunt (29) ise kolekalsiferol yönünden yetersiz yemle beslenen broylerlerde 3 mg/kg B'un, plazma ürik asit düzeyini düşürdüğünü ve Zittle'a (1951) atfen bu düşüşün de, şekillenen bor-hidroksil bağlarından dolayı B'un plazma ürik asit düzeyi üzerinde inhibitör etkisinden ileri gelebileceğini bildirmiştir. Hoffman ve ark. (28) da ördeklerde protein kısıtlaması yapılmayan (%22 HP) rasyona 1000 mg/kg B ilavesiyle plazma protein

konsantrasyonlarının azaldığını, protein kısıtlaması (%7 HP) yapıldığında hemoglobin ve hematokrit değerlerinin düştüğünü, glutasyon peroksidaz aktivitesinin ise yükseldiğini saptamışlardır.

2.5.5. Bor ve Hormonlar

Bor'un, steroid yapılara hidroksil grubunun ilavesinin kolaylaştırılması üzerinden bir veya birden fazla hidroksil grubu içeren 17β -östradiol, testosteron, 1,25-dihidrokokalsiferol gibi steroid hormonların sentezinde etkili olabileceği belirtilmektedir (47).

Bu doğrultuda insanlarda yürütülen çalışmalarda, Naghii ve Samman (51) B'un plazma östradiol ve testosteron konsantrasyonlarını artırdığını bildirirken, menopoz dönemindeki kadınlarda diyetle B ilavesinin serum 17β -östradiol ve testosteron konsantrasyonlarını yükselttiği, ovaryum fonksiyonlarının sona ermesi ve menopozla birlikte oluşan kemik kayıplarını azaltabildiği ileri sürülmüştür (47-50).

Benzer bulgulara Gallardo-Williams ve ark.'nca (52) ovaryumları alınmış 13 aylık ratlara borik asit formunda 8.7 mg/ kg /canlı ağırlık B'u gavaj yoluyla verilmesiyle ulaşılmış ve 40 günlük B uygulaması sonucunda üriner Ca ve Mg düzeylerinin yükselmesini sağlayan östradiol düzeylerinin arttığı bildirilmiştir. Aynı olgu Sheng ve ark.'nca (53) da belirlenmiş ve B ilavesinin ratlarda 17β -östradiol etkinliğini artırdığı ileri sürülmüştür. Naghii ve Samman (23) ise 4 hafta boyunca içme sularına 0.46 g/L borik asit katılan ratlarda 4 hafta sonra plazma 1,25-dihidroksivitamin D ve testosteron konsantrasyonlarının arttığını saptamışlardır.

Plazma insülin konsantrasyonlarına B etkisi de incelenmiş, insanlarda herhangi bir etki gözlenmediği bildirilirken (40), civciv ve ratlarda (54) B'un özellikle hipogliseminin önlenmesinde etkili olduğu ve pankreasın langerhans adacıklarının β hücrelerinden insülin salınımını engelleyebileceği ileri sürülmüştür. İnsulinin aksine B'un büyüme dönemindeki domuzlarda (27) ve ratlarda (46) serum tiroid bezi hormonları düzeylerini artırdığı saptanmıştır.

2.5.6. Bor ve Mineral Metabolizması

Bor elementinin kemik metabolizmasında Ca, Mg ve vitamin D gibi mineral ve vitaminlerle etkileşime girerek daha etkili olabileceği ileri sürülmektedir (55). Bor'un Ca, kolekalsiferol, K veya Mg yetersizliği görülen deney hayvanlarında hücre membran

bütünlüğünü değiştirmesi, transmembran sinyallerine etkili olması (16, 47), vitamin D yetersizliği (35, 56), Mg yetersizliği (47, 57) ve Al toksisitesi (58) gibi beslenmeye bağlı streslerin B yetersizliğinden kaynaklanan belirtileri artırması ve B'un steroid hormonların regülasyonunda rol almasıyla mineral metabolizmasını etkileyebileceği belirtilmektedir (1, 15, 16, 47, 49, 50).

İnsanlarda B yetersizliği sonucu Ca'un üriner ekskresyonu ve plazma total Ca düzeyi yükselirken plazma iyonize Ca ve kalsitoninin baskılandığı bildirilmektedir (57). Nielsen ve ark (47) insanlarda günde 3 mg B alımının Ca ve Pi elementlerinin üriner atılımını azalttığını bildirmelerine karşın, bir başka çalışmalarında (50) aynı dozda B'un plazma Ca, serum Pi ve Mg düzeylerini etkilemediğini saptamışlardır. Menopoz dönemindeki kadınlarda günde 3 mg/kg (diyet) B'un 48 gün sonra total plazma Ca düzeyini, Ca ve Mg elementlerinin üriner atılımını düşürdüğü belirlenmiştir (48). Meacham ve ark. (59) atletizmle uğraşan kadınlarda B'un serum Pi düzeylerini düşürdüğünü, Mg düzeylerini ise yükselttiğini saptamışlardır.

Domuzlarda bazal rasyona (6.7 mg B /kg içeren) 5 (25-27, 60) ve 15 mg/kg (25, 26) sodyum borat formunda B ilavesi serum Ca, Pi ve Mg düzeyleri (25-27, 60) ile ALP aktivitesini (25-27) etkilemezken, koyunlarda yemlere B ilavesinin Ca ve P'un emilimini arttırdığı belirtilmiştir (61).

Ratlarda, yemlere 3 mg/kg B ilavesinin tibia Ca, Pi konsantrasyonunu ve plazma ALP aktivitesini (62), 2.72 mg/kg B'un da Ca ve Pi balansını ve emilimini arttırdığı bildirilmiştir (63). Bununla beraber, Nielsen ve Schuler (64) yeme B ilavesinin ratlarda femur Ca konsantrasyonunu baskıladığını saptamışlardır. Chapin ve ark. (24) da ratların yemlerine 200, 1000, 3000 ve 9000 mg/kg düzeylerinde B ilavesinin serum Ca, Pi ve Mg düzeylerini düşürdüğünü ve bu düşüşlerin minerallerin gastrointestinal sistemde kullanımlarının azalması, üriner atılımlarının artması ve kemiklere geçişlerinin artmasından kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir.

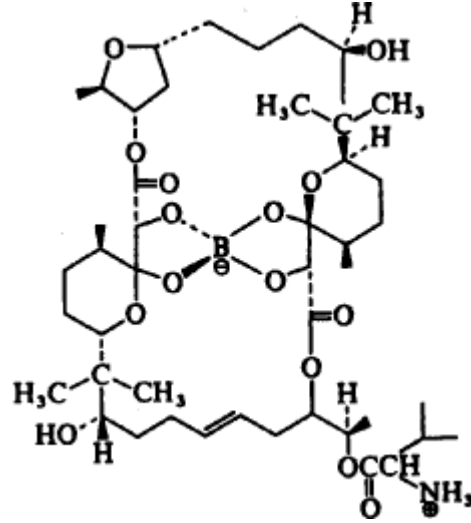
Rasyona B ilavesi kolekalsiferol yönünden yetersiz broylerlerde, kemik iliği gelişiminde oluşabilecek malformasyonları hafifletmiş ve osteoklastların sayısını (29), domuzlarda kemik oluşumu ile ilgili serum osteokalsin konsantrasyonunu (60), domuz (27) ve ratlarda (62) serum ALP aktivitesini artırmıştır. Bu artışın artan osteoblastik aktivitesinin bir göstergesi olabileceği bildirilmiştir (27).

Protein kısıtlaması yapılan rasyonla beslenen ördeklerde plazma Ca ve Pi konsantrasyonlarının B ilavesiyle azaldığı belirlenmiştir (28). Bununla beraber, B'un hindi yumurtalarına in ovo olarak enjekte edilmesiyle embriyo ağırlığı, tibia uzunluğu ile kemik kül oranının arttığı ve mineralizasyonun olumlu etkilendiği, Ca, Pi ve Mg düzeylerinin ise etkilenmediği bildirilmiştir (65). Diğer yandan Eren ve ark. (32) yumurtacı tavuklarda rasyona 400 mg/kg B ilavesinin serum Ca, Pi ve Mg düzeyini artırdığını saptamışlardır.

Hunt (29) piliçlerde B ve Mg etkileşimini araştırmış, Mg yönünden yetersiz rasyonla beslenen piliçlerin yemlerine B ilavesinin, kartilago kalsifikasyonunu dolayısıyla kemik resorpsiyonunu artırdığını, yemlere Mg ilavesiyle ise böyle bir etkinin belirlenmediğini, diğer yandan molibden yönünden yetersiz beslenen piliçlerde B ilavesiyle plazma molibden konsantrasyonunun arttığını, yemlere molibden ilave edildiğinde ise baskılandığını bildirmiştir. Aynı araştırmacı kolekalsiferol yönünden yetersiz yemle beslenen broylerlerde 3 mg/kg B'un plazma Fe düzeyini artırdığını, kemik Fe düzeyini baskıladığını saptamıştır. Kurtoğlu ve ark. (66) da vitamin D₃ 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 bildirmişlerdir.

2.5.7. Bor ve İmmun Sistem

Bugüne kadar B içeren üç antibiyotik tanımlanmış olup, birincisi Tartrolon B (67), ikincisi *Streptomyces griseus*'un SS-20 türünden izole edilen bir iyonofor grubu makrolid (3) antibiyotik olan aplasmomycin (3, 67), diğeri de güçlü bir anti-human immunodeficiency virus (HIV) antibiyotiği olup, *Streptomyces antibioticus* tarafından üretilen boromycin (3) olarak keşfedilmiştir (67).



Şekil 2.1. Boromycin

Bor elementinin immun sistemdeki fonksiyonlarına ilişkin çalışmalar son zamanlarda yürütülmekle birlikte yeterli sayıda literatüre ulaşılammıştır.

Armstrong ve ark. (27) intradermal olarak fitohemaglutinin enjekte edilen domuzlarda bazal rasyona (6.7 mg B /kg içeren) 5 mg/kg sodyum borat formunda B ilavesinin fitohemaglutinine karşı yangısal yanıtı düşürdüğü, koyun eritrosit süspansiyonuna karşı ise humoral immun yanıtı ve mitojen stimülasyonuna karşı lenfositlerin blastojenik yanıtını etkilemediğini ileri sürmüşlerdir. Oysa ki Armstrong ve Spears (68) yeme B ilavesinin domuzlarda stres ve hastalık döneminden sonra, interferon γ ve tümör nekroz faktör α 'nın üretimini artırarak immun sistemde rol oynayan sitokinlerin üretimini artırdığını bildirmişlerdir.

Broylerlerde de yemlere B ilavesinin tam kan hematokrit ve hemoglobin değerlerini artırırken lökosit oranlarını etkilemediği saptanmıştır (66).

2.6. BOR YETERSİZLİĞİ

Düşük düzeyde B içeren diyet alan menopoz dönemindeki kadınlarda Ca ve Mg'un üriner atılımlarının arttığı, serum 17β -östradiol ve testosteron konsantrasyonlarının (47, 49), plazma iyonize Ca ve serum 25-hidroksikolekalsiferol konsantrasyonlarının düştüğü, serum kalsitonin ve osteokalsin konsantrasyonlarının ise yükseldiği (50) bildirilmiştir. İnsanlarda B yetersizliği sonucu Ca'un üriner ekskresyonun arttığı ve plazma total Ca düzeyinin yükseldiği, plazma iyonize Ca ve kalsitoninin ise baskılandığı belirtilmiştir (57).

Hayvanlarda B yetersizliği doğal olarak meydana gelebildiği gibi, rasyondaki Al (58) Ca (39), kolekalsiferol (56, 69) Mg (29, 58), metiyonin (70) ve K (64) düzeylerinin de hazırlayıcı faktörler olarak rol oynayabileceği ileri sürülmektedir.

Çeşitli hayvanlarda B yetmezliğinde özellikle kemik ve kıkırdak gelişiminde etkili plazma ve organ Ca, Pi, Mg düzeyleri ile ALP aktivitesinin etkilenebileceği (35, 56, 63, 64, 69) bildirilmektedir. Vitamin D₃ yönünden yetersiz ratlarda B ilavesiyle Ca ve Pi dengesinin (56, 63, 64) ve emilimlerinin, plazma Mg düzeylerinin (63) arttığı, beyin yapısı ve fonksiyonlarının rasyonun B düzeylerinden etkilendiği, B yetmezliklerinde beyin Cu, serebellum Pi ve özellikle beyin korteksinde olmak üzere tüm beyinde Ca konsantrasyonlarının yükseldiği saptanmıştır (63, 71). Magnezyum yönünden yetersiz rasyonla beslenen broylerlerde B ilavesiyle plazma Ca ve Mg düzeylerinin arttığı, kemik ALP aktivitesinin düştüğü (29), 5 mg/kg B ile birlikte 2000 IU/kg vitamin D₃ alanlarda ise 25 mg/kg B ve vitamin D₃ alanlara göre serum Pi düzeyinin düşük, ALP aktivitesinin yüksek olduğu (35) bildirilmiştir.

2.7. BOR TOKSİSİTESİ

İyi tolere edilebilen bir element olan B'un toksisitesi düşük olup (14), B bileşiklerinin sindirim kanalından ve deriden emilim hızı yavaştır. Hayvanlarda ve insanlarda borik asit ve boraksın sistemik toksik etkilerine bağlı olarak kan, doku ve idrar B düzeylerinin arttığı, en yüksek B birikiminin kemik (72), kas (22), lenf bezleri, adrenal doku (21), beyin, karaciğer, böbrek (2, 8, 21, 73) ve kanda olduğu belirtilmiştir (2, 73).

Litresinde yaklaşık 0.7 g borik asit içeren süt tüketen çocuklarda, koliğe bağlı semptomların geliştiiği ve bebeklerde borik asit ve boraksın tıbbi amaçla kullanımının iştahsızlık, bulantı, kusma, diyare, belirgin kalp zayıflığı ve vücutta kırmızı papiller kızarıklıklara neden olduğu saptanmıştır. Yetişkinlerde de uzun süre borik asit tüketiminin gastrointestinal irritasyon, anoreksi, sindirim bozukluğu, bulantı, kusma ve deride eritromatöz döküntülere neden olduğu bildirilmiştir (6).

Ratlarda içme suyuna 75 ppm B ilavesi, vücut ölçülerini ve üreme fonksiyonunu etkilemezken, B'un 150 ppm üzerindeki düzeylerinin canlı ağırlıkta azalma, tüylerin dökülmesi, pigmentasyon bozukluğu, aspermi, ovaryum gelişiminde bozukluk (6), plazma trigliserit, protein ve Ca konsantrasyonları ve ALP aktivitesinde düşüşe neden olduğu bildirilmiştir (2, 6). Diğer yandan, 5 hafta boyunca günde 6 saat solunum yoluyla 20 ppm dekaboran verilen ratlarda sinirlilik, aşırı hareket, hırçınlık, sabırsızlık,

başta titreme ve konvülziyonlar saptanmıştır (6). Bu belirtilerin yanısıra, ratlarda B toksisitesine bağlı olarak depresyon, ataksi, vücut ısısının düşmesi, deri ve mukoz membranlarda kırmızı-menekşe renk, testislerde atrofi, serum hematokrit ve hemoglobin değerlerinde, kemik ALP ve osteoblast aktivitesinde azalma bildirilmiştir (2, 75, 76).

Bor elementinin aşırı alımına bağlı olarak sığırlarda, tırnak etrafındaki deri ve bacaklarda ödem ve yangı, riboflavinüri, diyare ve zayıflamanın görüldüğü, yem tüketimi ve büyümenin baskılandığı, hematokrit, hemoglobin ve plazma Pi düzeylerinin düştüğü (2, 4), domuzlarda paratiroid aktivitesinde düşüşle birlikte osteoporozun şekillendiği (16) bildirilmiştir. Düvelerde ise içme suyuna 150-300 mg/L B katılımının 1 ay sonrasında, canlı ağırlık, yem tüketimi (4, 14), hematokrit, hemoglobin ve plazma Pi düzeyinin azaldığı, bacaklarda yangı ve ödemin oluştuğu, tırnaklarda deformasyonun şekillendiği, daha yüksek düzeylerde B'un letarji ve diyareye yol açtığı (4, 6) saptanmıştır. Deneysel olarak akut B toksisitesi oluşturulan keçilerde de serum Na, glikoz, kolesterol, hemoglobin, konjuge bilirubin düzeylerinde, AST, CK aktivitesinde ve serebrospinal sıvıdaki monoamin metabolitlerinde artma, serum K, Mg düzeyleri ile ALP ve GGT aktivitelerinde düşme belirlenmiştir (77).

Köpek, tavşan ve kedide borik asit veya boraksın akut oral LD₅₀ düzeylerinin 250-350 mg B/kg (canlı ağırlık) olduğu, B toksisitesinin köpeklerde mukoz membranlarda siyanoz ve kırmızı-menekşe rengi, bacaklarda sertlik, konvülziyon ve şok sendromlarına (2), tavşanlarda ise 43.7mg/kg (250 mg/kg borik asit) (canlı ağırlık/gün) B'un, prenatal mortalite, fötuslarda ölüm, kardiyovasküler defektler ve iskelette değişimler, anoreksi, kilo kaybı, diyare, testiküler atrofi ve sperma sayısında azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (2, 74).

Bir günlük civcivlerde borik asidin letal dozu 2.95±0.35 g/kg (canlı ağırlık) olarak saptanmıştır. Broylerlerde 3 hafta boyunca borik asit formunda 500 ve 1250 mg/kg (yem) düzeylerinde B verilmesiyle beyin, karaciğer, böbrek ve beyaz kaslarda önemli düzeyde B birikimi belirlenmezken, B'un 2500 ve 5000 mg/kg düzeylerinin bu dokularda birikime neden olduğu saptanmıştır (73).

Kanatlılarda 300 mg/kg (kuru madde)'den daha fazla miktarda B alındığında, ilk toksik belirtinin yumurta veriminde azalma (14), diğer B toksisite belirtilerinin de diyare,

ataksi, koordinasyon bozukluğu, hipertoni (6) ve ayak parmağı kıvrım yerlerinde paraliz (4) olduğu bildirilmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. GEREÇ

3.1.1. Hayvan Materyali

Denemede kullanılan toplam 280 adet besi bıldırcını (*Coturnix coturnix Japonica*) kullanılmıştır. Kuluçkadan çıktıktan sonra grupların deneme başı ağırlıklarını eşitlemek amacıyla tartılarak her birinde 14 hayvan bulunan 4 tekrarlı 5 deneme grubuna ayrılmıştır.

3.1.2. Barınak

Araştırma, Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ünitelerinde bulunan kümeste gerçekleştirilmiş, kontrol ve deneme grubundaki hayvanlar aynı kümese yerleştirilen 21x55x96 cm ebatlı otomatik suluklu, aydınlatmalı kafeslerde barındırılmıştır.

Ortam sıcaklığı ilk 4 hafta içerisinde termostatlı elektrikli ısıtıcılar ile yaklaşık 30⁰C' ye, son 2 hafta ise 20-25⁰C' ye ayarlanmış ve çalışma süresince ortam tam gün aydınlatma uygulanmıştır.

3.1.3. Hayvanların Beslenmesi

Deneme gruplarında yer alan bıldırcınlar Tablo 3.1’de içeriği verilen yemlerine 0, 10, 60, 120 ve 240 mg/kg dozunda B (H_3BO_3 formunda, Carlo Erba, Kat.no: 302177) ilavesiyle 35 gün süresince ad libitum beslenmişlerdir.

Tablo 3.1. Kontrol ve deneme grubundaki hayvanlara verilen bazal rasyonun (Etlik civciv yemi) hammadde bileşimi ve kimyasal kompozisyonu

Hammadde	%	Hesaplanan Analiz Değerleri	%
Mısır	35	Kuru madde	90
Buğday	20	Ham protein	22.2
SFK(%48)	14.5	Ham selüloz	6
Fulfat soya	6.5	Metabolik enerji	3178
Arpa	5	Ca	0.91
Et-kemik unu	5	P	0.53
Gluten (%65)	4.5	Na	0.18
ATK (%36)	4.5		
Bitkisel yağ	3.5		
DCP	0.70		
Vitamin-mineral*	0.30		
Tuz	0.25		
L-lizin hidroklorid	0.10		
DL-metiyonin	0.10		
Antioksidan	0.05		
Toplam	100		
<i>Kimyasal analiz değerleri</i>			
Kuru madde	85.53		
Ham protein	21.82		
Ham kül	2.89		
Ham selüloz	6.51		

* Kg yemle sağlanan: vitamin A, 8000I/U; vitamin D₃, 800I/U; vitamin B₂, 4mg; vitamin B₁₂, 15µg; vitamin E, 15 mg; vitamin K₃, 3mg; Mn, 70mg; Zn, 50mg.

3.1.4. Materyallerin Toplanması

Deneme süresince haftada bir canlı ağırlık ve yem tüketimi belirlenmiştir. Yemin kimyasal analizlerinin belirlenmesi için yem örnekleri alınıp harmanlanmış ve analizler bu yem örneklerinde gerçekleştirilmiştir.

Deneme sonunda hayvanlar 12 saat aç bırakıldıktan sonra sabah 10-12 saatleri arasında her alt gruptan 5'er adet olmak üzere her gruptan toplam 20 hayvan kesilerek ortalama 3'er ml kan alınmıştır. Alınan kan örnekleri 1 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra 3000 devirde 10 dakika santrifüj edilerek serumlar ayrılıp, analizler yapılmaya kadar derin dondurucuda (-20 °C) saklanmıştır.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Yem Analizleri

3.2.1.1. Yemde Besin Madde Miktarları

Denemede kullanılan yem maddeleri ve rasyonların besin madde miktarları A.O.A.C.'de (78) bildirilen analiz metodlarına göre belirlenmiştir. Metabolik enerji düzeyleri ise Carpenter ve Clegg (79)'e göre hesaplanmıştır.

3.2.2. Performansın Belirlenmesi

3.2.2.1. Yem Tüketiminin Belirlenmesi

Hayvanlara grup yemlemesi uygulanmıştır. Grupların haftalık ortalama yem tüketimleri kaydedilip hayvanların haftalık yem tüketimleri hesaplanmıştır.

3.2.2.2. Yemden Yararlanma Oranının Hesaplanması

Yemden yararlanma oranı, haftalara göre, kg canlı ağırlık kazancı için tüketilen yem miktarından (kg) hesaplanmıştır (tüketilen yem/canlı ağırlık kazancı).

3.2.3. Serum Analizleri

Serumların Ca, Pi ve Mg düzeyleri ile ALP aktivitesi yönünden analizleri Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı Laboratuvarında bulunan Shimadzu UV Model 1208 spektrofotometre ile ticari kitler kullanılarak yapılmıştır.

3.2.3.1. Serum Kalsiyum Düzeyinin Saptanması

Prensip : Kalsiyum iyonları alkali solüsyon 0-Cresolphtalein Complexon (C.P.C) ile reaksiyona girer. Oluşan mavi/mor renkli bileşiğin yoğunluğu Ca konsantrasyonu ile orantılıdır.

Ayıracılar : Serum Ca düzeyinin saptanması için Biolabo marka Ca kiti kullanılmıştır. Bileşiminde 1.75 mol/L Amino-2-methyl-2-propanol-1, 76µmol/L 0-Cresolphtalein Complexon, 3.36 mmol/L 8-Hydroxy-Quinoline ve 25 mmol/L HCl içeren çalışma çözeltisi ve 10mg/dl Ca içeren standart çözelti kullanılmıştır.

İşlem : Serum Ca düzeyi, 1 ml ayıraca 25 µl serum örneği ilave edilerek karıştırıldıktan sonra 570 nm dalga boyunda absorbansın ölçülmesiyle saptanmıştır.

3.2.3.2. Serum İnorganik Fosfor Düzeyinin Saptanması

Prensip : Asit çözelti ve amonyum molibdat varlığında Pi, fosfomolibdat bileşiği oluşturur. Bu bileşiğin 340 nm dalga boyunda absorbansı Pi düzeyi ile orantılıdır.

Ayıracılar : Serum Pi düzeyinin saptanması için Biolabo marka Pi (U.V. metod) kiti kullanılmıştır. Bileşiminde 2.50 mmol/L amonyummolibdat ve 500 mmol/L sülfürik asit içeren çalışma çözeltisi ve 5 mg/dl Pi içeren standart çözelti kullanılmıştır.

İşlem : Serum Pi düzeyi, 1 ml ayıraca 20 µl serum örneği ilave edilerek karıştırılıp oda sıcaklığında 2 dakika inkübe edildikten sonra 340 nm dalga boyunda absorbansının ölçülmesiyle saptanmıştır.

3.2.3.3. Serum Magnezyum Düzeyinin Saptanması

Prensip : Biyolojik sıvılarda bulunan Mg pH 12'de Calmagite ile reaksiyona girerek renkli bir bileşik oluşturur. Bu rengin yoğunluğu Mg konsantrasyonu ile orantılıdır. Bileşimde yer alan EGTA ve KCN, Ca ve ağır metal karışmasını engellemektedir.

Ayıracılar : Serum Mg düzeyinin saptanması için Biolabo marka Mg kiti kullanılmıştır. Bileşiminde 277 µmol/L Calmagite, 12 mmol/L KOH, 155 mmol/L KCl, 3.54 mmol/L KCN, 200 µmol/L EGTA, 5 gr/L P.V.P. içeren çalışma çözeltisi ve 2 mg/dl Mg içeren standart çözelti kullanılmıştır.

İşlem : Serum Mg düzeyi, 1 ml ayıraca 10 µl serum örneği ilave edilerek karıştırılıp oda sıcaklığında 5 dakika inkübe edildikten sonra 530 nm dalga boyunda absorbansının ölçülmesiyle saptanmıştır.

3.2.3.4. Serum Alkali Fosfataz Aktivitesinin Saptanması

Prensip : Alkali solüsyonda, ALP paranitrofenilfosfat, paranitrofenol ve fosfata hidrolize olur. ALP'nin katalitik aktivitesi 405 nm'de paranitrofenolün absorbansının artışı ile saptanır.

Ayıracılar : Serum ALP aktivitesinin saptanması için Biolabo marka ALP kiti kullanılmıştır. Bileşiminde 1 mmol/L DEA Buffer pH 9.8, 10 mmol/L paranitrofenilfosfat ve 0.5 mmol/L magnezyumklorid içeren çalışma çözeltisi kullanılmıştır.

İşlem : Serum ALP aktivitesi, 1 ml ayıraca 15µl serum örneği ilave edilerek karıştırılıp oda sıcaklığında 405 nm dalga boyunda 1., 2. ve 3. dakikada absorbanlarının ölçülmesi ve dakikadaki absorbans değişiminin 3660 faktörü ile çarpılmasıyla belirlenmiştir.

3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Gruplara ait istatistiki hesaplamalar ve grupların ortalama değerleri arasındaki farklılıkların önemliliği için Varyans analiz metodu, gruplar arası farkın önemlilik kontrolü için de Duncan testi uygulanmıştır. İstatistik analizler SPSS 12.0 (Inc., Chicago, II. USA) programına göre yapılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmanın bulguları, performans ve serum parametrelerine ilişkin iki ana bölümde verilmiştir.

4.1. PERFORMANS

4.1.1. Canlı Ağırlık

Kontrol ve deneme gruplarında haftalara göre bıldırcınların canlı ağırlıkları Tablo 4.1'de verilmiştir. Genel olarak deneme gruplarında canlı ağırlıklar kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşüş gösterdikleri gözlenmiştir ($p<0.001$).

4.1.2. Canlı Ağırlık Kazancı

Kontrol ve deneme gruplarında haftalara göre bıldırcınların canlı ağırlık kazancının (Tablo 4.2) genel olarak tüm deneme gruplarında kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşüş gösterdiği saptanmıştır ($p<0.001$).

Tablo 4.1. Besi bildircını yemlerine B ilavesinin canlı ağırlığa etkisi (Canlı ağırlık, g)

Haftalar	B (mg /kg yem)					P
	Kontrol	10	60	120	240	
1	35.92±0.93a	33.96±0.67b	33.94±0.43b	33.74±0.41b	32.24±0.35b	***
2	75.07±1.30a	73.88±0.84ab	72.79±0.66ab	71.53±0.59b	67.43±0.54c	***
3	118.36±1.65a	116.71±1.15ab	115.54±0.96ab	113.8±0.83b	108.29±0.72c	***
4	154.64±2.09a	151.43±1.25ab	148.50±0.96b	149.40±0.92b	142.79±0.84c	***
5	176.57±2.90a	170.73±2.09b	163.79±1.36c	164.65±1.06c	161.70±1.10c	***

***: $p < 0.001$ ^{a-c} : Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir.

Tablo 4.2. Besi bildircını yemlerine B ilavesinin canlı ağırlık kazancına etkisi (Canlı ağırlık artışı, g)

Haftalar	B (mg /kg yem)					P
	Kontrol	10	60	120	240	
0-1	26.04±1.69	24.65±1.98	24.74±1.15	24.45±1.17	23.02±0.92	-
1-2	39.32±0.59ab	39.99±0.49a	38.83±0.40ab	37.90±0.50b	35.24±0.33c	***
2-3	42.99±1.62a	42.91±0.38a	42.75±0.22a	42.34±0.30a	40.95±0.32b	**
3-4	36.18±2.21	35.09±2.24	33.22±1.42	35.68±1.00	34.35±0.54	-
4-5	23.07±0.33a	19.49±1.23ab	15.23±0.73b	15.34±0.62b	19.33±1.50ab	**
0-5	167.59±2.17a	162.13±2.09b	154.76±0.96c	155.70±1.24c	152.88±1.40c	***

-: önemsiz, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$

^{a-c} : Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir.

4.1.3. Yem Tüketimi

Kontrol ve deneme gruplarında haftalara göre grupların ortalama yem tüketimleri (Tablo 4.3) özellikle 240 mg B/kg(yem) verilen grupta kontrol grubuna göre önemli düzeyde azalmıştır ($p < 0.001$).

Tablo 4.3. Besi bıldırcını yemlerine B ilavesinin yem tüketimine etkisi (Yem tüketimi, g)

Haftalar	B (mg /kg yem)					P
	Kontrol	10	60	120	240	
1	50.42±2.35a	45.90±1.85ab	43.31±1.62bc	44.59±1.41bc	39.92±3.67c	**
2	95.04±2.96	97.60±3.99	98.32±3.25	95.83±2.96	90.79±2.25	-
3	120.05±7.73ab	131.67±5.79a	128.31±3.77ab	126.54±2.83ab	115.71±2.58b	*
4	160.51±22.19a	154.02±1.81ab	149.42±1.65ab	156.10±1.76a	141.87±1.87b	**
5	189.09±15.33a	196.86±5.09a	170.77±6.26b	201.01±0.59a	189.98±2.22a	***
Toplam	615.11±49.06ab	626.05±12.81a	590.12±7.23bc	624.07±3.57a	578.27±4.95c	***

-: önemsiz, *:p<0.05, **:p<0.01, ***: p<0.001

^{a-c} : Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir.

4.1.4. Yemden Yararlanma Oranı

Kontrol ve deneme gruplarında haftalara göre bıldırcınların yemden yararlanma oranları (Tablo 4.4.) genel olarak deneme grupları kontrol grubuna göre olumsuz etkilenmiştir (p<0.05).

Tablo 4.4. Besi bıldırcını yemlerine B ilavesinin yemden yararlanma oranına etkisi (yemden yararlanma oranı, g)

Haftalar	B (mg /kg yem)					P
	Kontrol	10	60	120	240	
1	1.95±0.07	1.93±0.13	1.77±0.04	1.85±0.04	1.75±0.03	-
2	2.42±0.04	2.44±0.08	2.54±0.09	2.54±0.10	2.57±0.05	-
3	2.79±0.14	3.06±0.11	3.00±0.08	2.99±0.08	2.82±0.05	-
4	4.47±0.57	4.50±0.26	4.60±0.22	4.43±0.14	4.14±0.03	-
5	8.19±0.64b	10.36±0.68ab	11.40±0.52ab	13.44±0.56a	11.31±1.04ab	*
Toplam	3.96±0.26b	4.46±0.13ab	4.66±0.11a	5.05±0.10a	4.52±0.19ab	*

-: önemsiz, *:p<0.05, ^{a-b} : Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir.

4.2. SERUM PARAMETRELERİ

4.2.1. Serum Kalsiyum Düzeyi

Serum Ca düzeylerinin deneme gruplarındaki hayvanlarda kontrollere göre düştüğü saptanmıştır ($p<0.01$) (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Besi bildircini yemlerine B ilavesinin serum Ca düzeylerine etkisi

Parametre	B (mg /kg yem)					p
	Kontrol	10	60	120	240	
Ca (mg/dl)	12.87±1.54a	10.69±0.66b	10.31±0.30b	9.84±0.54b	9.20±0.37b	**

**: $p<0.01$, ^{a-b} : Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir.

4.2.2. Serum İnorganik Fosfor Düzeyi

Serum Pi düzeyleri genelde deneme gruplarında kontrol grubuna göre azalmalar göstermesine karşın, bu azalmaların sadece 120 ve 240 mg B/kg (yem) verilen gruplarda istatistik açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$) (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Besi bildircini yemlerine B ilavesinin serum Pi düzeylerine etkisi

Parametre	B (mg /kg yem)					p
	Kontrol	10	60	120	240	
Pi (mg/dl)	14.02±1.54a	13.43±0.62a	13.44±0.61a	10.17±0.42b	11.03±0.34b	***

***: $p<0.001$, ^{a-b} : Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir.

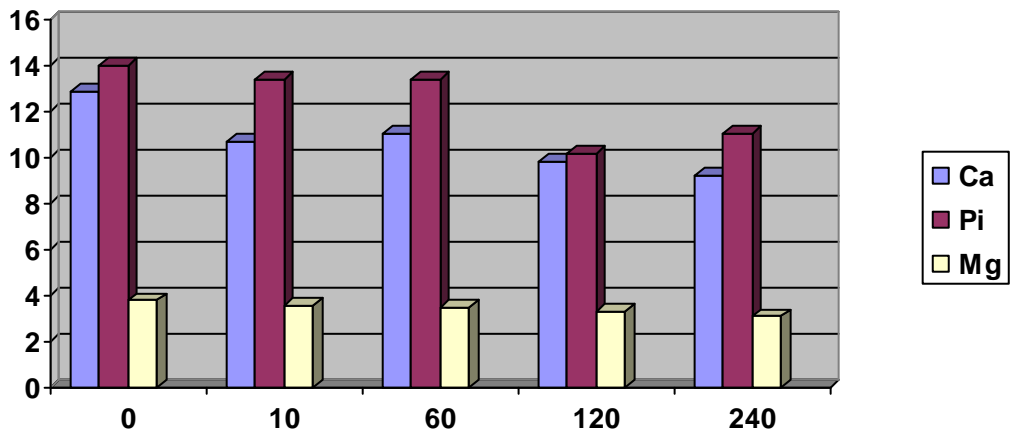
4.2.3. Serum Magnezyum Düzeyi

Serum Mg düzeyleri inorganik fosfor düzeylerine benzer şekilde tüm deneme gruplarında düşme eğilimi göstermesine karşın, bu düşmelerin özellikle 60, 120 ve 240 mg B/kg (yem) verilen gruplarda istatistik açıdan önemli olduğu görülmüştür ($p<0.001$) (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Besi bildircını yemlerine B ilavesinin serum Mg düzeylerine etkisi

Parametre	B (mg /kg yem)					p
	Kontrol	10	60	120	240	
Mg(mg/dl)	3.77±0.16a	3.57±0.09ab	3.47±0.09bc	3.26±0.06cd	3.07±0.04d	***

***:p<0.001, ^{a-d} : Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir.



Şekil 4.1. Kontrol (0) ve deneme gruplarının (10, 60, 120 ve 240 mg/kg B) serum kalsiyum, inorganik fosfor ve magnezyum düzeyleri (mg/dl)

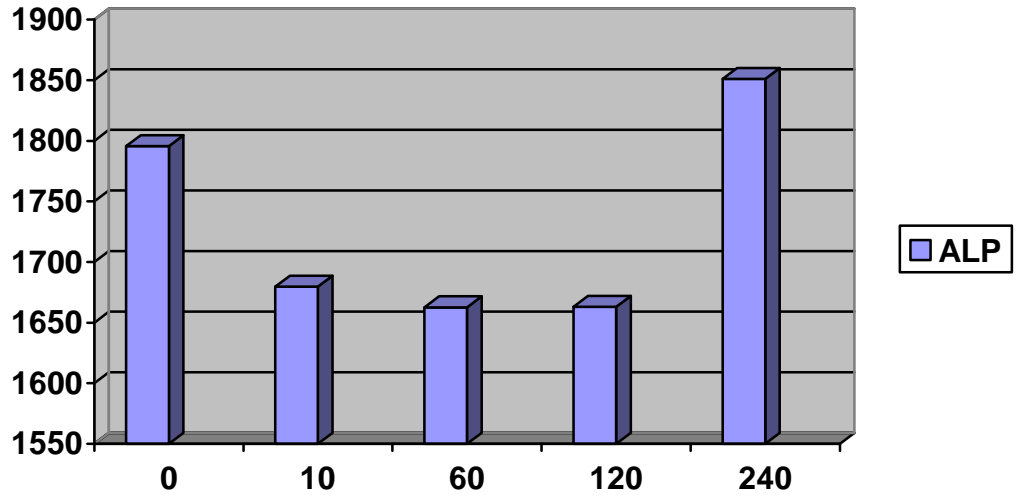
4.2.4. Serum Alkali Fosfataz Aktivitesi

Denemeye alınan hayvanların serum ALP aktivitelerinin istatistik açıdan önemli bir değişim göstermediği saptanmıştır (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Besi bildircını yemlerine B ilavesinin serum ALP aktivitesine etkisi

Parametre	B (mg /kg yem)					p
	Kontrol	10	60	120	240	
ALP (IU/L)	1795.58±135.	1679.70±118.1	1662.63±86.	1663.05±94.2	1850.95±82.26	-

-: önemsiz



Şekil 4.2. Kontrol (0) ve deneme gruplarının (10, 60, 120 ve 240 mg/kg B) serum alkali fosfataz aktivitesi (IU/L)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Av, deney hayvanı ve kanatlı ıslahında model hayvan olarak kullanılan bıldırcınların küçük yapılarıyla büyük barınma alanlarına gereksinim duymamaları, üretim giderlerinin düşük olması, hızlı büyümeleri, erken cinsel olgunluğa ulaşmaları, kısa jenerasyon aralığına sahip olmaları, hastalıklara karşı tavuk ve diğer kanatlılara nazaran daha dayanıklı olmalarıyla hem deney hayvanı olarak kullanılmakta hem de yetiştiricilikte önem kazanmaktadır (80, 81).

Son yıllarda önemi anlaşılan ve yoğun bir şekilde çalışılan iz elementlerden birisini oluşturan B'un insan ve hayvanlar için esansiyel olabileceğine ilişkin bulgulara yakın zamanda ulaşılmış ve mineral (24, 29, 32, 48, 49, 61, 62), lipid (28, 42-44), enerji metabolizması (46, 74), immun sistem (68), endokrin fonksiyonlar (23, 27, 40, 46, 48, 52, 54), beyin fonksiyonları (12, 71, 82), performans (25, 26, 35), osteoporoz (83), osteoartrit ve artrit (84) önlenmesinde olumlu etkileri olabileceği bildirilmiştir. İnsanlarda (83, 84) ve çeşitli hayvan türlerinde (rat, kanatlı, domuz) (26, 27, 29, 37, 60, 62, 65) B'un kemik metabolizması üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar bulunmakla birlikte, besi bıldırcınlarında herhangi bir çalışmaya ulaşılamamış ve bu çalışmayla, besi bıldırcınlarında yeme ilave edilen B'un, performans ve kemik metabolizması üzerine etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bor'un hayvanlarda (domuz, rat, broyler, yumurtacı tavuk) canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranına etkileri konusunda çalışmaların yürütüldüğü görülmektedir (14, 24-26).

Domuzlarda yeme 5 ve 15 mg/kg sodyum borat olarak B ilavesinin performansı etkilemediği, ancak semipürifiye yeme aynı miktardaki B ilavesinin yemden yararlanmayı olumlu etkilediği bildirilirken (25-27) bu olguların tersine düvelerde B ilavesinin canlı ağırlık ve yem tüketimini düşürdüğü belirlenmiştir (14). Keza ratlarda yeme 2.4 mg/kg ve 200, 1000, 3000 mg/kg düzeyinde borik asit formunda B ilavesinin canlı ağırlığa etkisinin olmadığı, ancak 9000 mg/kg gibi yüksek düzeyde B ilavesinin canlı ağırlığı düşürdüğü ileri sürülmüştür (24).

Elliot ve Edwards (30) broyler yemlerine 5, 10, 20, 40 ve 80 mg/kg, Wilson ve Ruszler (38) yumurtacı tavuklarda 50, 100, 200 mg/kg B ilavesinin canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranını etkilenmediğini bildirmelerine karşın, Kurtoğlu ve ark (35) vitamin D₃'ten yetersiz yemle beslenen broylerlerin yemlerine 5 ve 25 mg/kg düzeyinde orthoborik asit katılmasının canlı ağırlık ve yem tüketimini olumlu yönde etkilediğini saptamışlar ve bu olgunun vitamin D₃ ile B arasındaki etkileşimden kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir. Ancak Chapin ve ark (24)'nın domuzlarda belirledikleri 9000 mg/kg gibi yüksek dozda B'un zararlı etkilerinin hem broylerlerde (22, 36) hem de yumurtacı tavuklarda (31, 32) domuzlara göre çok daha düşük dozlar olan 300 mg/kg B ilavesi ile de ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Rossi ve ark. (22, 36)'nın broylerlerde, Wilson ve Ruszler (37, 38) ve Eren ve ark. (32)'nin yumurtacı tavuklarda yeme yüksek düzeyde B ilavesiyle elde ettikleri bulgularıyla uyumlu olarak, bu çalışmada da 10, 60, 120 ve 240 mg/kg B ilavesiyle canlı ağırlık baskılanırken, yem tüketimi 240 mg/kg B verilen gruplarda baskılanmıştır. Yemden yararlanma oranı diğer çalışmalarla (30-33) uyumlu olarak B ilavesinden ilk 4 hafta etkilenmemiş, ancak 5. haftada olumsuz etkilenmiştir. Bütün bu bulguların bildiricilerinin B fazlalığına karşı broyler ve yumurtacı tavuklardan daha hassas olabileceklerinin göstergesi olarak değerlendirilmiştir.

Bor'un birçok minerallerle arasında etkileşim olduğu bildirilmektedir (29, 58, 64). Bor'un Ca, kolekalsiferol, K veya Mg yetersizliği görülen deney hayvanlarında hücre membran bütünlüğünü değiştirmesi, transmembran sinyallerine etkili olması (16, 47), vitamin D yetersizliği (35, 56), Mg yetersizliği (57) ve Al toksisitesi (58) gibi

beslenmeye bağlı streslerin B yetersizliğinden kaynaklanan belirtileri artırması ve B'un steroid hormonların regülasyonunda rol almasıyla başlıca mineral metabolizmasını etkileyebileceği belirtilmektedir (1, 15, 16, 47, 49, 50).

Bor'un hindi yumurtalarına in ovo olarak enjekte edilmesiyle embriyo ağırlığı, tibia uzunluğu ile kemik kül oranının arttığı ve mineralizasyonun olumlu etkilendiği bildirilmiştir (65). Rossi ve ark (22, 36) broylerlerde, Wilson ve Ruszler (37) yumurtacı tavuklarda yeme B ilavesinin tibia kemik kül oranlarında önemli düzeyde artışa neden olduğunu göstermişlerdir. Rasyona B ilavesi kolekalsiferol yönünden yetersiz broylerlerde, kemik iliği gelişiminde oluşabilecek malformasyonları hafifletmiş ve osteoklastların sayısını (29), domuzlarda kemik oluşumu ile ilgili serum osteokalsin konsantrasyonunu (25), domuz (26) ve ratlarda (64) serum ALP aktivitesini artırmış, bu artışın da artan osteoblastik aktivitesinin bir göstergesi olabileceği bildirilmiştir (26).

Kemik metabolizması ile ilişkili minerallerden en önemlisi olan, organizmada hücre bölünmesi, glikojen metabolizması, hormon sekresyonu ve kas kontraksiyonu dahil hücre içinde önemli fizyolojik fonksiyonlara katılan Ca'un, kemik mineralizasyonunda, pıhtılaşma mekanizmasında, plazma membran potansiyelinin sürdürülmesinde de önemli role sahip olduğu bildirilmektedir (85, 86). Kemik metabolizmasında ikinci sırada yer alan mineral olan P kemik, diş, nükleik asit, ATP ve fosforile edilmiş metabolik ürünlerin yapısında yapı taşı olarak yer alır ve yetmezliklerinde gençlerde raşitizm, yaşlılarda osteomalasi gelişirken, serum Ca/P oranlarının düşmesinin hipertiroidizmi uyardığı ve kemik kaybına yol açtığı, kan Pi düzeylerinin paratiroid bezi fonksiyonları, vitamin D, intestinal emilim, renal fonksiyonlar, kemik metabolizması bozuklukları ve beslenmeden etkilendiği bildirilmektedir (4, 87). Kemik metabolizmasında Ca ve Pi'a göre üçüncü planda yer almasına karşın, Mg'un 300'den fazla enzimin kofaktörü olduğu oksidatif fosforilasyon, glikoliz, hücre replikasyonu, nükleotid metabolizması, protein biyosentezinde önemli görevler üstlendiği bilinmektedir (17, 85).

Kanatlılarda B'un günlük alımı için önerilen bir düzeyin olmadığı bildirilmektedir (14, 18). Bununla birlikte B'dan fakir tane yemler kanatlı rasyonlarında çokça kullanılmaktadır (2), bu nedenle kanatlı yemlerinin B yönünden yetersiz olabileceği düşünölmektedir. Bor yetersizliğinin kemik ve kıkırdak gelişimini, plazma ve organ Ca, Pi ve Mg düzeyleri ile ALP aktivitesini etkilediği ileri sürölmüştür (31, 32, 35, 56, 58,

62-64). Diğer yandan, B'un mineral metabolizması üzerindeki etkileri ratlarda (56, 58, 62-64), domuzlarda (25-27, 60), koyunlarda (61), keçilerde (77) ve broylerlerde (30, 31, 39, 69) değişkenlik göstermektedir.

Domuzlarda (25-27, 60) yeme B ilavesiyle serum Ca, Pi ve Mg düzeylerinin etkilenmediği bildirilmiştir. Aynı olgu B'un hindi yumurtalarına in ovo olarak enjekte edilmesiyle de elde edilmiş ve bu elementlerin plazma düzeylerinin etkilenmediği saptanmıştır (65). Broylerlerde de yeme 5, 10, 20, 25, 40, 80 mg/kg düzeyinde B ilavesinin plazma Ca, Pi ve Mg düzeyleri üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı (30, 31) bildirilmesine karşın, Kurtoğlu ve ark. (31) yeme 25 mg/kg B ilavesiyle serum Ca düzeylerinde düşüş, Pi düzeylerinde ise artış olduğunu saptamışlardır. Qin ve Klandorf da (39) yüksek düzeyde Ca (%3,5) içeren yemle beslenen 60 haftalık broylerlere 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. Diğer yandan yumurtacı tavuklarda 250 mg/kg (31) ve 5, 10, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg (32) B'un yeme ilavesinin serum Ca, Pi ve Mg düzeylerinde yükselmelere neden olduğu bildirilmiştir. Bunun yanı sıra Brown ve ark. (61) koyunlarda B ilavesine bağlı olarak Ca sindiriminin artışına bağlı olarak Ca retensiyonunun arttığını saptamışlardır. Ratlarda ise yeme ilave edilen B'un, serum Ca (24, 58, 74), Pi ve Mg (24) düzeyini düşürdüğünü bildiren çalışmaların aksine, yükselttiğini bildiren çalışmalar da (56, 63) mevcuttur.

Broylerlerle (35, 39) ve ratlarla (24, 58, 74) yapılan bazı çalışmaların bulgularıyla uyumlu olarak sunulan çalışmada, kontrol grubuna göre B ilave edilen gruptaki hayvanların serum Ca (24, 35, 39, 58, 74), Pi ve Mg (24) düzeylerinde saptanan düşüşlerin, B ilavesine bağlı olarak Ca, Pi ve Mg'un gastrointestinal sistemde kullanımlarının azalması (24, 74), üriner atılımlarının (24, 52, 74) ve bu minerallerin kemiklere geçişlerinin artmasından (24, 74) kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Kemik metabolizması ile ilişkili bir enzim olan alkali fosfatazlar pek çok fosfat esterlerini hidrolize eden, nonspesifik enzimlerin bir izoform grubudur. Alkali fosfataz enzimi vücutta yaygın bir şekilde dağılmıştır. Kemik (osteoblastlarda), intestinal mukoza, renal tubular hücreler, karaciğer (safra kanalı epitel hücreleri ve hepatositler) ve plasentada yüksek konsantrasyonda bulunur. Kemiklerde, osteoblastlar ALP'den zengindir ve enzimin osteogenez ile ilgili olduğu düşünülmektedir (88, 89).

Domuzlarda (25, 26), yumurtacı tavuklarda (32) ve ratlarda (74) yeme B ilavesi serum ALP aktivitesini etkilemezken, broylerlerde (35) yeme B ilavesiyle serum ALP aktivitesinin düştüğü bildirilmiştir. Diğer yandan, Nielsen ve Schuler (64) ratlarda yeme ilave edilen B'un serum ALP aktivitesini artırdığını ileri sürmüşlerdir.

Domuzlarla (25, 26), yumurtacı tavuklarla (32) ve ratlarla (74) yapılan bazı çalışmaların bulgularıyla paralel olarak bu çalışmada, kontrol grubu ile B ilave edilen gruplar arasında serum ALP aktivitesi yönünden bir fark saptanmamıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmada besi bıldırcını yemlerine borik asit formunda 10, 60, 120 ve 240 mg/kg B ilavesinin canlı ağırlığı ve özellikle 240 mg/kg B ilavesinin yem tüketimini önemli düzeyde baskıladığı, kontrol grubuna göre tüm B ilave edilen gruplardaki hayvanların genel olarak yemden yararlanma oranının olumsuz etkilendiği, serum Ca, Pi, ve Mg düzeylerinin düştüğü, serum ALP aktivitesinin ise etkilenmediği saptanmıştır.

Bu çalışmada organizmanın mineral ve kemik metabolizmasının göstergesi olan serum Ca, Pi ve Mg düzeyleri besi bıldırcını yemlerine B ilavesiyle etkilenmiş olup, ALP aktivitesi ise etkilenmemiştir. Bununla beraber ekonomik yönden büyük önem taşıyan performans, yüksek dozlarda B ilavesiyle olumsuz yönde etkilenmiştir. Bıldırcın yemlerine 10 mg/kg ve daha düşük düzeylerde B ilavesinin yapıldığı çalışmaların yürütülmesinde yarar olacağı kanaatine varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

1. Butterwick L, De Oude N, Raymond K. Safety assessment of boron in aquatic and terrestrial environments. *Ecotoxicol Environ Safety* 1989; 17: 339-371
2. WHO. Boron. International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 204. Ohio, USA.1998; 1-201
3. Nielsen FH. Boron-an overlooked elements of potential nutritional importance. *Nutr Today* 1988; 4-7
4. Mc Dowell LR. Minerals in Animal and Human Nutrition. Academic Press Inc. London. 1992; 367-370
5. Gregory S, Kelly ND. Boron:a rewiev of its nutritional interactions and therapeutic uses. *Alt Med Rev* 1997; 2(1):48-56
6. Mineral Tolerance of Domestic Animals, National Academy of Science. 1980; 71-83
7. Woods WG. An introduction to boron:history, sources, uses, and chemistry. *Environ Health Perspect* 1994; 102(suppl 7):5-11
8. Şanlı Y, Kaya S. Veteriner Klinik Toksikoloji. Medisan Yaynevi. Ankara. 1992; 73
9. Moseman RF. Chemical disposition of boron in animals and humans. *Environ Health Perspect.* 1994; 102(suppl 7): 113-117

10. Howe PD. A review of boron effects in the environment. *Biol Trace Elem* 1998; 66(1-3):153-166 (Abstr)
11. August P. Distribution of boron in the environment. *Biol Trace Elem* 1998; 66(1-3):131-143
12. Penland JG. Dietary boron, brain function, and cognitive performance. *Environ Health Perspect* 1994; 102(suppl):65-72
13. 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: 2-7 (Abstr)
14. Underwood EJ, Suttle NF. *The Mineral Nutrition of Livestock*. 3rd ed. New York. CABI Publishing. 1999; 513-542
15. WHO. *Trace Elements in Human Nutrition and Health: Boron*. Geneva. 1996; 175-182
16. Nielsen FH. Nutritional requirements for boron, silicon, vanadium, nickel, and arsenic: current knowledge and speculation. *FASEB J* 1991; 5: 2661-2667
17. Endres DB, Rude RK. Mineral and Bone Metabolism. In: Burtis CA, Ashwood ER (eds), *Clinical Chemistry*. 2nd ed. Philadelphia, Saunders Company, 1994; 1887-1973
18. National Academie. Institute of Medicine Press Release. January 9, 2001
19. Hunt CD. The biochemical effects of physiologic amounts of dietary boron in animal nutrition models. *Environ Health Perspect* 1994; 102(suppl 7):35-43
20. Şimşek A, Velioglu YS, Coşkun AL, Saylı BS. Boron concentrations in selected foods from borate-producing regions in Turkey. *J Sci Food Agric* 2003; 83(6):586-592
21. Tibbitts J, Sambol NC, Fike JR, Bauer WF, Kahl SB. Plasma pharmacokinetics and tissue biodistribution of boron following administration of a boronated porphyrin in dogs. *J Pharm Sci* 2000; 89: 469-477
22. Rossi AF, Miles RD, Damron BL, Flunker LK. Effects of dietary boron supplementation on broilers. *Poultry Sci* 1993; 72: 2124-2130
23. Naghii MR, Samman S. The effect of boron on plasma testosterone and plasma lipids in rats. *Nutr Res* 1997; 17: 523-531
24. Chapin RE, Ku WW, Kenney MA, McCoy H, Gladen B, et al. The effects of dietary boron on bone strength in rats. *Fundam Applied Toxicol* 1997; 35: 205-215

25. Armstrong TA, Spears JW, Crenshaw TD, Nielsen FH. Boron supplementation of a semipurified diet for weanling pigs improves feed efficiency and bone strength characteristics and alters plasma lipid metabolites. *J Nutr* 2000; 139: 2575-2581
26. 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; 79:3120-3127
27. 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: 1549-1556
28. Hoffman DJ, Sanderson CJ, Le Captain LJ, Cromatie E, Pendleton GW. Interactive effects of boron, selenium, and dietary protein on survival, growth, and physiology in mallard ducklings. *Arch Environ Contam Toxicol* 1991; 20: 288-294
29. 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: 201-220
30. 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): 677-690 (Abstr)
31. Kurtoğlu V, Kurtoğlu F, Coşkun B, Şeker E, Balevi T, et al. Effects of boron supplementation on performance and some serum biochemical parameters in laying hens. *Revue Med Vet*. 2002; 153, 12: 823-828
32. 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, 203-210
33. Elkin RG, Freed M, Watkins BA, Srebnik M, Kieft KA, et al. Evaluation of two novel biochemicals on plasma and egg yolk lipid composition and laying hen performance. *Poultry Sci* 1993; 72(3)513-520
34. Wilson JH, Ruzler PL. Effects of dietary boron supplementation on laying hens. *Br Poultry Sci* 1996; 37: 723-729 (Abstr)
35. Kurtoğlu V, Kurtoğlu F, Coşkun B. Effects of boron supplementation of adequate and inadequate vitamin D₃-containing diet on performance and serum biochemical characters of broiler chickens. *Res Vet Sci* 2001; 71: 183-187

36. Rossi AF, Bootwalla SM, Miles RD. Boron and riboflavin addition to broiler diets. *Poultry Sci* 1990; 69:186 (Abstr)
37. Wilson JH, Ruzsler PL. Long term effects of boron on layer bone strength and production parameters. *Br Poult Sci* 1998; 39: 11-15
38. Wilson JH, Ruzsler PL. Effects of boron on growing pullets. *Biol Trace Elem Res* 1997; 56: 287-294
39. 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: 2131-2138
40. Wallace JM, Hannon-Fletcher MP, Robson PJ, Gilmore WS, Hubbard SA, et al. Boron supplementation and activated factor VII in healthy men. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56(11):1102-1107 (Abstr)
41. Hunt CD, Herbel JL. Effects of dietary boron on calcium and mineral metabolism in the streptozotocin-injected, vitamin D₃-deprived rat. *Magnes Trace Elem* 1991-92; 10: 387-408
42. 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: 153-156
43. Hall IH, Wong OT, Sood A, Sood CK, Spielvogel BF, et al. Hypolipidaemic activity in rodents of boron analogs of phosphonoacetates and cyanoborane adducts of dialkyl aminomethylphosphonates. *Pharmacol Res* 1992; 25(3):259-270
44. 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: 297-317
45. Hunt CD. Regulation of enzymatic activity: one possible role of dietary boron in higher animals and humans. *Biol Trace Elem* 1998; 66(1-3):205-225 (Abstr)
46. Hunt CD, Herbel JL. Boron affects energy metabolism in the streptozotocin-injected, vitamin D₃-deprived rat. *Magnes Trace Elem* 1991-92; 10: 374-386
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: 394-397
48. Nielsen FH. Biochemical and physiologic consequences of boron deprivation in humans. *Environ Health Perspect* 1994; 102(suppl 7):59-63

49. 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: 871-884
50. Nielsen FH, Mullen LM, Gallagher SK. Effect of boron depletion and repletion on blood indicators of calcium status in humans fed a magnesium-low diet. *J Trace Elem Exp Med* 1990; 3: 45-54
51. Naghii MR, Samman S. The effect of boron supplementation on its urinary excretion and selected cardiovascular risk factors in healthy male subjects. *Biol Trace Elem* 1997; 56: 273-286
52. Gallardo-Williams MT, Maronpot RR, Turner CH, Johnson CS, Haris MW, et al. Effects of boric acid supplementation on bone histomorphometry metabolism, and biomechanical properties in aged female F-344 rats. *Biol Trace Elem Res* 2003; 93(1-3):155-170
53. Sheng MH, Taper LJ, Veit H. Dietary boron supplementation enhanced the action of estrogen, but not that of parathyroid hormone, to improve trabecular bone quality in ovariectomized rats. *Biol Trace Elem Res* 2001; 82(1-3):109-123
54. Naomi AB, 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; 133:3577-3583
55. Volpe SL, Taper LJ, Meacham S. The relationship between boron and magnesium status and bone mineral density in the human: a review. *Magnes Res* 1993 ;6(3):291-296 (Abstr)
56. 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: 55-58
57. Nielsen FH. Studies on the relationship between boron and magnesium which possibly affects the formation and maintenance of bones. *Magnesium Trace Elem* 1990; 9:61-69
58. 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: 133-147 (Abstr)
59. Meacham SL, Taper LJ, Volpe SL. Effects of boron supplementation on bone mineral density, blood, and urinary calcium, phosphorus, magnesium, and boron in female athletes. *Environ Health Perspect* 1994; 102(suppl 7):79-82

60. 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: 154-161
61. Brown TF, McCormick ME, Morris DR, Zeringue LK. Effects of dietary boron on mineral balance in sheep. *Nutr Res* 1989; 9: 503-512
62. Nielsen FH. Dietary fat composition modifies the effect of boron on bone characteristics and plasma lipids in rats. *Biofactors* 2004 ; 20(3):161-171 (Abstr)
63. Hegsted M, Keenan MJ, Siver F, Wozniak P. Effect of boron on vitamin D deficient rats. *Biol Trace Elem Res* 1991; 28: 243-255
64. 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: 225-237 (Abstr).
65. 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: 77-85
66. Kurtoğlu F, Kurtoğlu V, Çelik İ, Keçeci T, Nizamlıoğlu 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 D₃) content. *Br Poult Sci* 2005; 46(1):87-96
67. Hunt CD. Boron-binding-biomolecules: a key to understanding the beneficial physiological effects of dietary boron from prokaryotes to humans. In: Goldbach HE, Rerkasem B, Wimmer MA, Brown PH, Thellier M, Bell RW (eds), *Boron in plant and animal nutrition*. New York. Academic Pres. 2002; 21-36
68. Armstrong TA, Spears JW. Effect of boron supplementation of pig diets on the production of tumor necrosis factor- α and interferon- γ . *J Anim Sci* 2003; 81: 2552-2561
69. Hunt CD, Herbel JL, Idso JP. Dietary boron modifies the effects of vitamin D₃ nutrition on indices of energy substrate utilization and mineral metabolism in the chick. *J Bone Miner Res* 1994; 9: 171-182 (Abstr)
70. Nielsen FH, Schuler TR, Zimmerman TJ, Uthus EO. Magnesium and methionine deprivation affect the response of rats to boron deprivation. *Biol Trace Elem Res* 1988; 17: 91-107
71. Penland JG, Eberhardt MJ. Effects of dietary boron and magnesium on brain function of mature male and female Long-Evans rats. *J Trace Elem Exp Med* 1993; 6: 53-64

72. Üstdal KM, Karaca L, Türmöz Y, Testereci H, Kuş S, ve ark. Oligo elementler. *Biyokimya. Medipres-Malatya*. 2003; 153-176
73. Sander JE, Dufour L, Wyatt RD, Bush PB, Page RK. Acute toxicity of boric acid and boron tissue residues after chronic exposure in broiler chickens. *Avian Dis* 1991; 35: 745-749.
74. Hunt CD, Herbel JL. Effects of dietary boron on calcium and mineral metabolism in the streptozotocin-injected, vitamin D₃-deprived rat. *Magnes Trace Elem* 1991-92; 10: 387-408
75. Ku WW, Chapin, RE, Moseman RF, Brink RE, Pierce KD, Adams Y. Tissue disposition of boron in male Fischer rats. *Toxicol Appl Pharm* 1991; 111: 145-151
76. Treinen KA, Chapin RE. Development of testicular lesions in F-344 rats after treatment with boric acid. *Toxicol Appl Pharm* 1991; 107: 325-335
77. 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):205-211
78. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemistry 14th ed. Virginia. 1984
79. Carpenter KJ, Clegg KM. The metabolise energy of poultry feeding stuffs in relation to their chemical composition. *J Sci Food Agric* 1956; 7: 45-51
80. Coşkun B, Şeker E, İnal F. Hayvan Besleme. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi. Konya 1997; 147-228
81. Şehu A. Bildircinların Beslenmesi. In: Ergün A, Tuncer ŞD (eds), Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları. Medipres. Ankara 2001; 337-339
82. Penland JG. The importance of boron nutrition for brain and psychological function. *Biol Trace Elem Res* 1998; 66(1-3): 299-317 (Abstr)
83. Hall IH, Chen SY, Rajendran KG, Sood A, Spielvogel BF, et al. Hypolipidemic, anti-obesity, anti-inflammatory, anti-osteoporotic, and anti-neoplastic properties of amine carboxyboranes. *Environ Health Perspect* 1994; 102 (Suppl 7): 21-30
84. Newnham RE. Essentially of boron for healthy bones and joints. *Environ Health Perspect* 1994; 102(suppl 7):83-85
85. Kalaycıoğlu L, Serpek B, Nizamlıoğlu M, Başpınar M, Tiftik AM. *Biyokimya. Nobel Yayın Dağıtım*. Ankara. 2000; 35-39

86. Karagül H, Fidancı UR, Altıntaş A, Sel T. Klinik Biyokimya. Medisan Yayınevi. Ankara. 2000; 158
87. Murray RK, Mayes PA, Darly KG, Rodwel VW. Harper'in Biyokimyası. Çeviri: Menteş G, Ersöz B. Barış Kitabevi. İstanbul. 1993; 859-876
88. Turgut K. Veteriner Klinik Laboratuar Teşhis. Özel Baskı. Konya. 1995:153-211
89. Tiftik AM. Klinik Biyokimya. Mimoza. Konya 1996; 177-214

ÖZGEÇMİŞ

Nurkan KARABULUT. 19.08.1977 yılında Almanya'nın Hamburg şehrinde doğdu. İlk-orta ve lise öğrenimini Kayseri'de tamamladı. 1997 yılında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünü kazandı ve 2001 Haziran ayında mezun oldu. 2001-2003 yılları arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Öğretmenliği Bölümü'nde Tezsiz Yüksek Lisans yaptı. 2002 yılında Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

Karabulut, halen özel bir dershanede Biyoloji Öğretmeni olarak görevine devam etmektedir.