

**YUMURLAMANIN SON DÖNEMDEKİ YUMURTACI
TAVUKLARIN RASYONLARINA (BOR (ORTOBORİK
ASİT) İLAVESİNİN PERFORMANS, KABUK KALİTESİ,
BAZI SERUM VE YUMURTA SARISI PARAMETRELERİ
İLE TİBİA BİYOMEKANİĞİ VE MİNERAL
KONSANTRASYONU ÜZERİNE ETKİSİ**

Hacer ARSLAN KAYA

**Doktora Tezi
Zootekni Anabilim Dalı
Prof. Dr. Muhlis MACİT
2012**

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**YUMURTLAMANIN SON DÖNEMİNDEKİ YUMURTACI
TAVUKLARIN RASYONLARINA BOR (ORTOBORİK ASİT)
İLAVESİNİN PERFORMANS, KABUK KALİTESİ, BAZI SERUM
VE YUMURTA SARISI PARAMETRELERİ İLE TİBBİ
BİYOMEKANİĞİ VE MİNERAL KONSANTRASYONU ÜZERİNE
ETKİSİ**

Hacer ARSLAN KAYA

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2012

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

YUMURTLAMANIN SON DÖNEMİNDEKİ YUMURTACI TAVUKLARIN RASYONLARINA BOR (ORTOBORİK ASİT) İLAVESİNİN PERFORMANS, KABUK KALİTESİ, BAZI SERUM VE YUMURTA SARISI PARAMETRELERİ İLE TİBİA BİYOMEKANİĞİ VE MİNERAL KONSANTRASYONU ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. Muhlis MACİT danışmanlığında, Hacer ARSLAN KAYA tarafından hazırlanan bu çalışma 17/9/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Zootekni Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak oybirliği/oy çokluğu (5/5.) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Muhlis MACİT

İmza:

Üye : Prof. Dr. Mevlüt KARAOĞLU

İmza:

Üye : Prof. Dr. Murat Demirel

İmza:

Üye : Doç. Dr. Mehmet Akif YÖRÜK

İmza:

Üye : Yrd. Doç. Dr. Özgür Kaynar

İmza:

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof.Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Atatürk üniversitesi Araştırma Fonu (BAP) projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Proje No:2009/213

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Doktora Tezi

YUMURTLAMANIN SON DÖNEMİNDEKİ YUMURTACI TAVUKLARIN RASYONLARINA BOR (ORTOBORİK ASİT) İLAVESİNİN PERFORMANS, KABUK KALİTESİ, BAZI SERUM VE YUMURTA SARISI PARAMETRELERİ İLE TİBİA BİYOMEKANİĞİ VE MİNERAL KONSANTRASYONU ÜZERİNE ETKİSİ

Hacer ARSLAN KAYA

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootečni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Muhlis MACİT

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde Bor (B) ilavesinin performans, kabuk kalite değerleri, bazı kan serum ve yumurta sarısı parametreleri, kan plazma mineral konsantrasyonu, tibia biyomekanik ve mineral konsantrasyonu üzerine etkilerini tespit etmek amacıyla yürütülen bu çalışmada, 62 haftalık, 288 adet Lohman yumurtacı ticari hibrit 12 hafta boyunca 0, 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerde B içeren 4 dört farklı rasyonla yemlenmişlerdir. Araştırma 18 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her bir tekerrürde 4 adet tavuk kullanılmıştır. Araştırma boyunca 16 saat aydınlatma programı uygulanmış, yem ve su *ad-libitum* olarak verilmiştir. İlave B, performans özelliklerinden canlı ağırlık ve ortalama yumurta ağırlığını değiştirmezken, hasarlı yumurta oranı, yemden yararlanma oranı ve günlük yem tüketimini azaltıp, yumurta verimini artırmıştır (P<0.01). Rasyona ilave edilen B, kabuk kalite özelliklerinden yumurta ağırlığını (P<0.05) artırıp, kabuk ağırlığı, şekil indeksi, kabuk kalınlığı ve kırılma mukavemetini etkilememiştir. Bor ilavesinin serum lipid profil bileşenlerinden diaçilgliserol ve hidrokarbon+kolesterol esteri oranlarına etkisi önemsiz, polarlipid, triaçilgliserol, serum lipid peroksidasyon (P<0.05) ve serum total kolesterol oranları üzerine etkisi önemli bulunmuştur (P<0.01). Serum klinik kimya parametrelerinden glukoz, kolesterol, trigliserid, kreatinin, total ve direkt bilirubin değerleri değişmemiştir. Rasyona B ilavesi serum ve yumurta sarısı protein profili sonuçlarını ise farklı moleküler ağırlıktaki proteinleri farklı seviyelerde etkilemiştir. Plazma minerallerinden B artmış (P<0.01); Cu, Mn, Fe, Na (P<0.01) ve Ca (P<0.05) azalmış; Mg, Zn ve P ise değişmemiştir. Yumurta sarısı lipid bileşenlerinden polarlipid, hidrokarbon+kolesterol esteri ve serbest yağ asidi oranları değişiklik göstermeyip, toplam lipid içerisindeki triaçilgliserol oranı azalırken (P<0.01); total kolesterol (P<0.01), diaçilgliserol ve yumurta sarısı lipid peroksidasyon (P<0.05) değerleri artmıştır Rasyona B ilavesinin yumurta kabuğu minerallerinden B, P, Ca (P<0.01) ve Pb'yi(P<0.05) artırdığı; Fe'yi düşürdüğü (P<0.01); Zn, Mg, Mn, Na ve S'yi etkilemediği (P>0.05) belirlenmiştir. Rasyona ilave edilen B'nin tibia kemiği biyomekanik özelliklerinin tamamına etkisi önemsiz (P>0.05) olurken, tibia kemik B mineral konsantrasyonunda artış (P<0.01); Ca, Zn, Mg, P ve Mn mineral konsantrasyonlarında azalma (P<0.01) tespit edilmiştir. Yumurtlamanın son döneminde bulunan yumurtacı tavuk rasyonlarına konfor, sağlık, performans ve yumurta kalite özelliklerini iyileştirmek amacıyla 50 mg/kg B ilavesinin yeterli ve önerilebilir olacağı sonucuna varılmıştır.

2012, 133 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yumurtacı tavuk, Bor, performans, kabuk kalitesi, tibia biyomekanik, kolesterol

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

THE EFFECTS OF BORON (ORTHOBORIC ACID) SUPPLEMENTATION INTO DIETS OF HENS DURING LATE LAYING PERIOD ON PERFORMANCE, SHELL QUALITY, SOME PARAMETERS OF SERUM AND EGG YOLK, TIBIA BIOMECHANICS AND MINERAL CONCENTRATION

Hacer ARSLAN KAYA

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Muhlis MACİT

This study was carried out to determine the effects of boron (orthoboric acid) addition into the diets of hens in the late laying period on performance, shell quality, some parameters of serum and egg yolk, biomechanics and mineral concentration of tibia. Two hundred eighty eight Lohman commercial laying hens which are 62 weeks old were fed with 0, 50, 75, and 150 mg/kg of B for 12 weeks. The research was carried out in 18 replicates, and four laying hens were used for each replicate. During the research, 16-hour lighting was applied and feed and water were given as ad-libitum. Additional B did not alter the live weight and average egg weight from performance characteristics, but damaged egg rate, egg production increased and also feed efficiency and daily feed intake reduced ($P < 0.01$). By addition of B into the diet, the weight of the egg shell from quality characteristics increased ($P < 0.05$), but egg shell weight, shape index, shell thickness and shell strength were not affected by additional B. The effect of boron supplementation was not significant on the rates of diacylglycerol and hydrocarbon + cholesterol esters from serum lipid profile components, but its effect on the rates of polarlipid, triacylglycerol, serum lipid peroxidation, and serum total cholesterol was found significant ($P < 0.05$; $P < 0.01$). Clinical chemistry parameters such as serum glucose, cholesterol, triglycerides, creatinine, total and direct bilirubin values were not affected by additional B. Addition of B affected, the outcome of serum and egg yolk protein profile, the proteins being at different molecular weights at different levels. B from plasma minerals increased ($P < 0.01$), Cu, Mn, Fe, Na ($P < 0.01$) and Ca decreased ($P < 0.05$), Mg, Zn and P remained unchanged. The rates of egg yolk, polarlipid, hydrocarbon+ cholesterol ester and the fatty acid ratios from lipid components did not change. While the rate of triacylglycerol in total fat decreased ($P < 0.01$); total cholesterol ($P < 0.01$), diacylglycerol ratios and lipid peroxidation levels of egg yolk increased ($P < 0.05$). The addition of B into the diet increased the egg shell minerals such as B, P, Ca ($P < 0.01$) and Pb ($P < 0.05$); Fe decreased ($P < 0.01$), and Zn, Mg, Mn, Na and S were not affected by additional B ($P > 0.05$). The effect of B on the biomechanical properties was not significant ($P > 0.05$), while the B mineral concentration of tibia bone increased ($P < 0.01$), Ca, Zn, Mg, P and Mn concentrations decreased ($P < 0.01$). It is concluded that in order to have a positive effect on comfort, health, performance and egg shell quality of hens in the late laying period, 50 mg/kg B supplementation is adequate and may be suggested.

2012, 133 pages

Keywords: Laying hen, Boron, performance, shell quality, biomechanical of tibia, cholesterol

TEŞEKKÜR

Araştırmanın yürütülmesinde gösterdikleri ilgi, yardım ve teşviklerinden dolayı başta tez yöneticiliğini üstlenen Sayın Prof. Dr. Muhlis MACİT'e, çalışma aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Mevlüt KARAOĞLU'na, Sayın Doç. Dr. M. Akif YÖRÜK'e, Sayın Yrd. Doç. Dr. Özgür KAYNAR'a, Sayın Yrd. Doç. Dr. Adem KAYA'ya ve ayrıca tezin analiz aşamasında büyük katkılar sağlayan Sayın Doç. Dr. Bahri BAYRAM'a, Sayın Doç. Dr. Recep AYDIN'a ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Canan BÖLÜKBAŞI'na teşekkürlerimi sunarım.

Hayatıma girdiği andan itibaren özellikle doktora çalışmam süresince gösterdikleri sabır nedeniyle bütün aileme, özellikle akademik eğitimim süresince her türlü yardımı sağlayan abim Prof. Dr. M. Özkan ARSLAN'a, sevgili eşim Çetin KAYA'ya ve kendilerine ayırmam gereken zamanın azaldığını hissetmelerine rağmen bu süreçte benden desteklerini esirgemeyen oğlum Mustafa Taha ve kızım Zeliha Gül'e şükranlarımı sunarım.

Hacer ARSLAN KAYA

Eylül, 2012

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----------|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ..... | vii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | x |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | xi |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1 Genel Bilgiler..... | 1 |
| 1.2. Bor Minerali..... | 6 |
| 1.3. B'nin Canlılarda Fonksiyon ve Etki Mekanizması..... | 8 |
| 1.4. Hayvan Beslemede B'nin Önemi..... | 9 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ..... | 13 |
| 2.1. Performans ve Kabuk Kalite Parametrelerini İnceleyen Çalışmalar..... | 13 |
| 2.2.Serum Parametreleriyle İlgili Çalışmalar..... | 19 |
| 2.3.Yumurta Sarısını İnceleyen Çalışmalar..... | 25 |
| 2.4. Kemik Biyomekaniğini İnceleyen Çalışmalar..... | 26 |
| 2.5. Kemik Mineral Seviyelerini İnceleyen Çalışmalar..... | 28 |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM..... | 32 |
| 3.1. Materyal..... | 32 |
| 3.1.1.Hayvan materyali..... | 32 |
| 3.1.2.Yem materyali ve yemlerin hazırlanması..... | 32 |
| 3.2. Yöntem..... | 35 |
| 3.2.1.Deneme planı ve denemenin yürütülmesi..... | 35 |
| 3.2.2. Performans özelliklerinin belirlenmesi..... | 36 |
| 3.2.2.a. Canlı ağırlık değişimi..... | 36 |
| 3.2.2.b. Ortalama yumurta ağırlığının belirlenmesi..... | 36 |
| 3.2.2.c.Yumurta veriminin belirlenmesi..... | 37 |
| 3.2.2.d.Yem tüketiminin belirlenmesi..... | 37 |
| 3.2.2.e.Yemden yararlanma oranının belirlenmesi..... | 37 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2.2.f. Hasarlı yumurta oranının belirlenmesi..... | 37 |
| 3.2.3. Yumurta kalite parametrelerinin belirlenmesi..... | 38 |
| 3.2.3.a. Yumurta ağırlığının belirlenmesi..... | 38 |
| 3.2.3.b. Şekil indeksinin belirlenmesi | 38 |
| 3.2.3.c. Kırılma mukavemetinin belirlenmesi | 38 |
| 3.2.3.d. Kabuk ağırlığının belirlenmesi | 39 |
| 3.2.3.e. Kabuk kalınlığının belirlenmesi | 39 |
| 3.2.4. Serum ve yumurta sarısı parametrelerinin belirlenmesi..... | 39 |
| 3.2.4.a. Serum örneklerinin alınması..... | 39 |
| 3.2.4.b. Plazma örneklerinin alınması | 40 |
| 3.2.4.c. Yumurta örneklerinin alınması..... | 40 |
| 3.2.4.d. Serum ve yumurta sarısı lipid profilinin belirlenmesi..... | 40 |
| 3.2.4.e. Serum ve yumurta sarısı lipid peroksidasyonunun belirlenmesi | 41 |
| 3.2.4.f. Serum ve yumurta sarısı protein profilinin belirlenmesi | 42 |
| 3.2.4.g. Plazma, yumurta kabuğu ve tibia mineral elementlerinin belirlenmesi | 48 |
| 3.2.4.h. Serum klinik kimya analizlerinin belirlenmesi | 49 |
| 3.2.5. Tibia biyomekanik özelliklerinin belirlenmesi..... | 49 |
| 3.2.6. İstatistik analiz..... | 50 |
| 4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA..... | 51 |
| 4.1. Performansa Ait Bulgular..... | 51 |
| 4.1.1. Canlı ağırlık ve canlı ağırlık değişimi | 52 |
| 4.1.2. Ortalama yumurta ağırlığı | 54 |
| 4.1.3. Yumurta verimi | 57 |
| 4.1.4. Günlük yem tüketimi..... | 60 |
| 4.1.5.Yemden yararlanma oranı | 64 |
| 4.1.6. Hasarlı yumurta oranı | 67 |
| 4.2.Yumurta Kalitesine Ait Bulgular | 68 |
| 4.2.1. Yumurta ağırlığı | 69 |
| 4.2.2. Şekil indeksi | 72 |
| 4.2.3. Kırılma mukavemeti..... | 74 |
| 4.2.4.Kabuk ağırlığı..... | 76 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.5. Kabuk kalınlığı | 77 |
| 4.3. Serum Parametrelerine Ait Bulgular | 79 |
| 4.3.1. Serum lipid bileşimi | 79 |
| 4.3.2. Serum lipid peroksidasyonu | 82 |
| 4.3.3. Serum protein elektroforezi | 82 |
| 4.3.4. Plazma mineral analizleri | 87 |
| 4.3.5. Serum klinik kimya analizleri | 94 |
| 4.3.5.a. Serum glukoz, kolesterol, trigliserid, kreatinin, total direkt bilirubin Özellikleri | 94 |
| 4.3.5.b. Protein, albumin, globulin özellikleri | 98 |
| 4.3.5.c. Serum enzim özellikleri | 99 |
| 4.4. Yumurtaya Ait Bulgular | 101 |
| 4.4.1. Yumurta sarısı lipid bileşimi | 101 |
| 4.4.2. Yumurta sarısı lipid peroksidasyonu | 104 |
| 4.4.3. Yumurta sarısı protein elektroforezi | 105 |
| 4.4.4. Yumurta kabuğu mineral elementleri | 110 |
| 4.5. Kemiğin Biyomekanik Özellikleri ve Tibia Mineral Elementleri | 112 |
| 4.5.1. Kemiğin biyomekanik özellikleri | 113 |
| 4.5.2. Tibia mineral elementleri | 116 |
| 5. SONUÇ ve ÖNERİLER | 123 |
| KAYNAKLAR | 127 |
| ÖZGEÇMİŞ | 134 |

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|----|-----------|
| B | Bor |
| Ca | Kalsiyum |
| Cl | Klor |
| Cu | Bakır |
| Fe | Demir |
| K | Potasyum |
| Mg | Magnezyum |
| Mn | Manganez |
| Na | Sodyum |
| P | Fosfor |
| S | Kükürt |
| Se | Selenyum |
| Zn | Çinko |

KISALTMALAR

| | |
|------|---------------------------------|
| ADF | Asit deterjanda çözülme-yen lif |
| ALT | Alanin Amino Transferaz |
| ALP | Alkalen Fosfataz |
| AOAC | Analitik Topluluklar Birliği |
| APS | Amonyum persülfat |
| AST | Aspartat Amino Transferaz |
| CA | Canlı Ağırlık |
| CAD | Canlı Ağırlık Değişimi |
| DAG | Diaçilgliserol |
| dk | Dakika |
| dl | Desilitre |

| | |
|----------|--|
| EDTA | Etilen diamin tetra asetik asit |
| h/h | Hacim / hacim |
| HC+KOL-E | Hidrokarbon+kolesterol esteri |
| g | Gram |
| GGT | Gamma Glutamil Transferaz |
| GYT | Günlük yem tüketimi |
| ICP-AES | Endüktif eşleşmiş plazma atomik emisyon spektroskopisi |
| IU | Uluslararası Birim |
| kg | Kilogram |
| KOL | Kolesterol |
| L | Litre |
| LPO | Lipid peroksidasyon |
| mA | Mili-amper |
| μ g | Mikrogram |
| μ l | Mikrolitre |
| μ m | Mikrometre |
| MDA | Malon di aldehit |
| mEq | Mili equivalant |
| mg | Miligram |
| mm | Milimetre |
| mmol | Milimol |
| N | Newton |
| NDF | Nötral deterjanda çözülmeyen lif |
| nm | Nanometre |
| NRC | Ulusal Araştırma Konseyi |
| PL | Polarlipid |
| ppm | Milyonda bir kısım |
| rpm | Dakikada devir sayısı |
| SDS | Sodyum dodesil sülfat |
| SYA | Serbest yağ asidi |

| | |
|------|--|
| TAG | Triaçilgliserol |
| TBA | Tiyobarbütirik asit |
| TCAA | Triklorasetik asit |
| x G | Relatif centrifugal force |
| WHO | Dünya Sağlık Örgütü |
| YPIK | Yüksek Performanslı İnce Tabaka Kromatografi |
| YT | Yem Tüketimi |
| YV | Yumurta verimi |
| YYO | Yemden Yararlanma Oranı |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|-----|
| Şekil 3.1. Akrilamid ve N,N'-metilen bisakrilamid' in kimyasal yapısı..... | 44 |
| Şekil 3.2. İnstron 8872 servohidrolik çeki-bası yorulma ve test cihazı..... | 50 |
| Şekil 4.1. Serum protein elektroforetogramı | 83 |
| Şekil 4.2. Kontrol grubu serum örneklerinin dansitometrik analizi | 83 |
| Şekil 4.3. 50 mg/kg Bor grubu serum örneklerinin dansitometrik analizi..... | 84 |
| Şekil 4.4. 75 mg/kg Bor grubu serum örneklerinin dansitometrik analizi..... | 84 |
| Şekil 4.5. 150 mg/kg Bor grubu serum örneklerinin dansitometrik analizi..... | 85 |
| Şekil 4.6. Yumurta sarısı protein elektroforetogramı | 105 |
| Şekil 4.7. Kontrol grubu yumurta sarısı örneklerinin dansitometrik analizi..... | 106 |
| Şekil 4.8. 50 mg/kg Bor grubu yumurta sarısı örneklerinin dansitometrik analizi..... | 106 |
| Şekil 4.9. 75 mg/kg Bor grubu yumurta sarısı örneklerinin dansitometrik Analizi | 107 |
| Şekil 4.10. 150 mg/kg Bor grubu yumurta sarısı örneklerinin dansitometrik analizi... | 107 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Çizelge 3.1. Araştırmada Kullanılan Yemin Bileşim ve Besin Madde Kompozisyonu . | 32 |
| Çizelge 3.2. Araştırmada Kullanılan Düşük Sülfatlı Borik Asitin (Teknik Kristal) Kimyasal Kompozisyonu | 33 |
| Çizelge 3.3. Araştırmada Kullanılan Karma Yemlerin Laboratuvar Analiz Sonuçları | 33 |
| Çizelge 3.4. Araştırmada Kullanılan Yemlerin Analiz ile Belirlenen Mineral Element Seviyeleri..... | 34 |
| Çizelge 3.5. Serum ve Yumurta Sarısı Lipid Peroksidasyonu Ölçüm Metodu | 41 |
| Çizelge 3.6. Gümüş Boyama Protokolü..... | 43 |
| Çizelge 3.7. SDS-PAGE Jellerinin Kimyasal Kompozisyonları | 46 |
| Çizelge 3.8. Standart Proteinlerin Moleküler Ağırlık Dağılımları | 47 |
| Çizelge 4.1. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Canlı Ağırlık (CA) ve Canlı Ağırlık Değişimine (CAD) Etkisi | 52 |
| Çizelge 4.2. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Performans Kriterlerine Etkisi | 55 |
| Çizelge 4.3. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Yumurta Ağırlığı ve Yumurta Kabuk Kalite Kriterlerine Etkisi..... | 70 |
| Çizelge 4.4. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Serum Lipid Bileşimi (%) ve Peroksidasyonuna Etkisi | 79 |
| Çizelge 4.5. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Serum Protein Profiline (g/dl) Etkisi | 86 |
| Çizelge 4.6. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Plazma Mineral Elementlerine Etkisi | 88 |
| Çizelge 4.7. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Serum Klinik Kimya Parametrelerine Etkisi | 94 |
| Çizelge 4.8. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Serum Özelliklerine Etkisi..... | 98 |
| Çizelge 4.9. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Serum Enzim Aktivitelerine (U/L) Etkisi | 99 |

| | |
|--|-----|
| Çizelge 4.10. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Yumurta Sarısı Lipid Bileşimi (%) ve Lipid Peroksidasyonuna Etkisi ... | 102 |
| Çizelge 4.11. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Yumurta Sarısı Protein Profiline (g protein/yumurta sarısı) Etkisi | 108 |
| Çizelge 4.12. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Yumurta Kabuk Mineral Elementlerine Etkisi | 110 |
| Çizelge 4.13. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Kemiğin Biyomekanik Özelliklerine Etkisi..... | 113 |
| Çizelge 4.14. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Tibia Mineral Elementlerine Etkisi | 116 |

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Dünya'da meydana gelen siyasal, ekonomik, sosyoekonomik ve teknolojik gelişmeler hayvancılık, üretim ve dolayısıyla hayvan besleme üzerinde ciddi etkiler yaratarak, önemli değişmelere neden olmuştur. Dünya nüfus artışı, buna paralel olarak artan besin ihtiyacı dikkate alındığında yeterli ve sağlıklı beslenme insanoğlunun en önemli sorunu olmaya devam etmektedir. Nüfus artışı ve üretimini dengelemeyen ülkeler bu sorunları daha şiddetli hissetmektedir. Yeterli, güvenli, kaliteli ve sağlıklı beslenme Türkiye'de de üzerinde durulması gereken en temel ihtiyaçların başında gelmektedir.

Sağlıklı ve dengeli beslenme için gereken enerji, protein, vitamin ve mineral maddeler bitkisel ve hayvansal kaynaklardan temin edilmektedir. Hayvansal orijinli gıda maddeleri, bitkisel orijinli gıda maddelerine göre protein, enerji, vitamin ve mineral kaynağı olma bakımından daha dengeli ve yararlanılabilirliği daha fazla olduğu için yaygın olarak tercih edilmektedirler (Özkan 1986). Sağlıklı bir insanın günlük olarak ortalama 70 gram protein tüketmesi ve bu miktarın 1/3'ünün hayvansal orijinli olması gerektiği belirtilmiştir (Yörük and Bolat 2003a).

İnsanların sağlıklı ve dengeli beslenebilmesi için hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında kanatlı hayvanlardan oldukça geniş bir şekilde yararlanılmaktadır. Protein ve mineral kaynağı olarak yumurta, dünyanın her tarafında büyük bir öneme sahip olup, bu özelliğini gelecekte de devam ettireceği kesin olarak görülmektedir (Hasipek ve Aktaş 1997).

Yumurta, anne sütünün haricinde insanın ihtiyacı olan tüm besin öğelerini bulunduran gıda maddelerinden birisidir. Yumurta düşük enerji içeriğine karşın (büyük boy yumurta=75 kkal), birçok esansiyel besin ögesini yüksek oranda bulundurması nedeniyle "besleyici değeri yüksek" gıda maddesi olarak tanımlanmaktadır. Yeterli ve

dengeli beslenmede, özellikle mental ve fiziki yönden hızlı bir büyüme ve gelişme döneminde olan çocukların, protein tüketimlerinin en az yarısının hayvansal kaynaklı olması önerilmektedir. Yumurta tüm besinler içerisinde en kaliteli proteine sahiptir. Çünkü yumurta proteini, insan vücudunda sentezlenemeyen besinler ile dışarıdan alınması gerekli olan "esansiyel amino asitleri" yeterli ve dengeli miktarlarda bulundurmaktadır. Esansiyel amino asitlerce zengin olduğu için biyolojik değeri 100 olarak kabul edilmektedir. Yumurtanın sindirilebilirliği yüksektir, tamamına yakını vücut tarafından kullanılmakta ve vücut proteinlerine dönüşebilmektedir. İnsan vücudunun gereksinim duyduğu tüm besin maddelerinin neredeyse tamamını içeren yumurta, dengesiz beslenme sorununun çözülmesinde üzerinde önemle durulması gereken hayvansal gıda maddelerinden birisidir. (Açıkgöz ve Özkan 1996; Hasipek ve Aktaş 1997). Yumurta proteini biyolojik değer bakımından diğer gıda maddeleriyle karşılaştırıldığı zaman %95'lik sindirilebilirlik değeri ile ilk sırayı alırken, yumurtayı %85 ile süt, %76 ile balık ve %74 ile sığır eti takip etmektedir (Hasipek ve Aktaş 1997; Çopur vd 2004).

Yumurta vitamin ve minerallerce de oldukça zengindir. Yumurta akı ve sarısının vitamin ve mineral madde içeriği birbirinden farklıdır. Yumurta sarısı, vitamin A, D, E, tiyamin, riboflavin, biyotin, kolin ve pantotenik asit; yumurta akı ise niasin bakımından oldukça zengindir. Yumurta akında sodyum, potasyum, klor, kükürt ve magnezyum; yumurta sarısında ise başta fosfor olmak üzere kalsiyum, çinko, demir ve bakır daha fazla bulunmaktadır. Yumurtanın karbonhidrat içeriği ise oldukça düşük düzeydedir (Açıkgöz ve Özkan 1996; Hasipek ve Aktaş 1997).

Kabuksuz bir yumurtanın %73.6'sı su, %12.8'i protein, %11.8'i lipid, %1.0'ı diğer organik bileşikler, %0.8'i ise inorganik iyonlardan oluşmaktadır. Yumurta sarısı, neredeyse yumurtanın lipid materyalinin tamamını ihtiva eder. Bu lipidlerin çoğu, "lipovitellin" ve "lipovitellinin" gibi lipoprotein yapısındadır. Fosforca zengin bu bileşikler genellikle kalsiyum ve demirle birleşerek bir kompleks oluştururlar. Lipovitellin; %11 fosfoprotein (fosvitin), %46 trigliseridler, %23 fosfolipidler ve %4 kolesterolden meydana gelir (Aksoy vd 2000; Çopur vd 2004). Yumurta sarısının ana

bileşenini %31.8-35.5 ile lipidler oluşturup bunu %5.7-16.6 protein, %1.1 mineral ve %0.2-1 karbonhidratlar izlemektedir. Lipidler trigliserid, fosfolipid, kolesterol, serebrosid ve diğer iz miktardaki lipidlerden oluşur (Davis and Reeves 2002). Yumurta yaklaşık olarak %11 kabuk, %31 sarı ve %58 aktan oluşmaktadır (Özen 1989; Şengül ve Kanat 1991; Ayaşan ve Okan 2000; Aksoy vd 2000). Ortalama 50-60 g ağırlığındaki bir tavuk yumurtası, erişkin bir insanın günlük protein ihtiyacının yaklaşık olarak %10'unu karşılamaktadır (Narabari 2001).

Yukarıda anlatılan yumurtanın besleyici değerini korumada görev alan en önemli kısmı yumurta kabuğudur. Düşük yumurta kabuk kalitesi sebebiyle kabukta oluşacak çatlak ve kırıklar yumurtayı dış etkilere maruz bırakarak, yumurta iç kalitesinde kayıp ve bozulmalara sebep olmaktadır. Düşük ve yetersiz yumurta kabuk kalitesi, yumurta üreticilerinin gelirini önemli ölçüde olumsuz etkileyen faktörlerden birisidir. Bu nedenle yumurta kabuğu kalitesini etkileyen faktörler üzerinde çalışılması oldukça önemlidir. Kanatlı endüstrisinde, kırık-çatlak yumurta oranının artması dolayısıyla önemli ekonomik kayıplara neden olan yumurta kabuk kalitesi; genetik, yaş, yumurtlama zamanı, hastalıklar, çevresel faktörler ve beslenme gibi birçok faktöre bağlı olduğu için kabuk kalitesi ile ilgili problemler de çok yönlü olmaktadır. (Coşkun ve Şeker 1991; Uyanık 2000).

Yumurta kabuğu için gerekli kalsiyumun ana kaynağı yemlerdir. Yemlerle temin edilen kalsiyum yumurta kabuğu oluşumu için yeterli olmadığında plazma Ca konsantrasyonu düşer ve bu durumda ihtiyaç duyulan Ca demineralizasyon yoluyla kemik havuzundan karşılanır. Kemik dokusundan alınan Ca yumurta tavuklarında özellikle yumurtlama döneminin sonunda remineralizasyon ile tekrar kemik dokusunda depolanır. Bu bakımdan yumurtacı tavuklarda kemik gelişimi ve sağlığının korunması önemli sayılmaktadır (Aksoy vd 2000).

Kemik metabolik bakımdan sabit bir yapıda olmayıp, bu dokudan devamlı olarak başta Ca olmak üzere diğer birçok elementin demineralizasyonu ve bu elementlerin kemikte yeniden depolanması (remineralizasyon) olayları meydana gelir. Kan ve diğer yumuşak

dokularla kemikler arasında Ca alışverişi devamlı bir şekilde olmakla beraber, bu olay özellikle yumurta üretiminde yoğunluk kazanmaktadır (Aksoy vd 2000).

Yumurtacı tavuklarda bilhassa bacak kemiklerinin sağlıklı gelişimi, hayvanların sağlıklı olmaları ve normal yumurta üretimi için son derece önemlidir. Özellikle kafes yetiştiriciliğinde zaman zaman hayvanların ayaklarında görülen problemler (kafes yorgunluğu) bir taraftan normal yumurta üretimini, diğer taraftan da yumurta kabuk kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Scott *et al.* 1982; Keshavarz 1987).

Yumurtanın insan beslenmesi açısından oldukça önemli olması nedeniyle yumurta tavukçuluğu sektörü de giderek önem kazanmıştır. İdeal rasyon ve uygulanacak besleme programı ile yumurta tavukçuluğunda temel amaç, mümkün olduğu kadar az yem tüketilerek pazarlamaya uygun en yüksek yumurta verimine ulaşabilmektir. Bunun için rasyondaki enerji, protein ve diğer besin maddelerinin dengeli tutulmasıyla birlikte verim artırıcı çeşitli yem katkı maddelerinin ve mikro besin elementlerinin de rasyona ilave edilmesi son yıllarda sıkça başvurulan bir yöntemdir. Kendileri tek başına bir yem olarak kabul edilmeyen bu maddeler; yumurta verimi, yem tüketimi ve yemden yararlanmayı arttırmanın yanında; yemin tadını iyileştirme, yemin peletlenmesini kolaylaştırma, yemlerin ve üretilen ürünlerin kalitesini iyileştirme, hayvan ve insanların sağlıklarını koruma, elde edilen ürünün maliyetini düşürme gibi birçok yararlar sağlamaktadır (Erkek vd 1996; Polat vd 1999).

Kanatlı hayvanların mineral ihtiyaçlarının yeterli ve dengeli olarak sağlanabilmesi için mineral madde ihtiyaçlarının tam olarak belirlenmesi gerekmektedir. Kanatlı hayvanlardan beklenen performansın elde edilebilmesi ve fizyolojik olayları düzenleyebilmesi için rasyonla belirlenen düzeylerde alınması gereken mineraller “esansiyel mineraller” olarak tanımlanmaktadır. Esansiyel mineraller rasyonla yeteri miktarda alınmadıklarında hayvanlarda özel bazı klinik ve metabolik yetersizlikler meydana gelmektedir. Ancak rasyona ilave edildiklerinde bu belirtilerin meydana gelişleri önlenmiş gibi oluşmuş bozukluklar da tedavi edilebilmektedir (Yazgan vd 2007).

Yem katkı maddeleri ile mikro besin elementleri gibi maddeler; hayvanların biyolojik fonksiyonları için temel olan katkı maddeleri ve biyolojik fonksiyonları için temel olmamakla birlikte hayvanlar üzerinde olumlu etki gösteren büyütme faktörleri olarak iki gruba ayrılırlar. İz elementler ve vitaminler hayvanların biyolojik fonksiyonları için temel olan katkı maddeleri içine girmektedirler (Denli *et al.* 2003).

Rasyon hazırlamada genelde protein, metabolik enerji ve makro elementlere gereken hassasiyet gösterilirken; iz elementlerin biyoyararlılığı çok karmaşık ve konu ile ilgili yeterli araştırma olmadığı için bu elementlerin rasyondaki düzeyine gereken özen gösterilmemektedir (Forbes 1984). Hayvanların bir iz elemente duydukları ihtiyaç ve o iz elementin rasyondaki miktarına karşı toleransları; hayvanın türü, yaşı, fizyolojik durumu, elementin rasyondaki formu ve biyolojik kullanılabilirliği, araştırma süresi, deneme parametreleri gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Ammerman *et al.* 1995).

Kanatlı hayvanlarda çeşitli mikro element yetersizliğine bağlı sorunlar ve alınması gereken önlemler konusundaki çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır. Kanatlı hayvan yemlerinde yaygın olarak kullanılan tahıllarda, çeşitli nedenlere bağlı olarak gelişen mikro element yetersizlikleri söz konusu olup; bakır, mangan, çinko ve selenyum buna örnek olarak verilebilir (Okuyan 1997).

Mikro besin elementlerinden biri olan Bor'un (B) bitkiler için esansiyel bir element olduğu uzun zamandan beri bilinmekte ise de insan ve hayvan beslemesinde kullanımı oldukça yeni ve güncel bir konu olup, bu elementin insanlar ve hayvanlar için esansiyel olup olmadığı henüz kesinlik kazanmamıştır. Bununla beraber 1980'li yılların başından itibaren insan ve hayvanlarda yapılan çalışmalarda B'nin esansiyel olabileceğini gösteren bulgular elde edilmesine rağmen biyokimyasal fonksiyonu ya da fonksiyonları tam olarak henüz belirlenmemiştir (Nielsen 1997b). Bor ile ilgili araştırmaların önemli bir bölümü endüstriyel çalışmalar üzerine olup, hayvan besleme ve insan sağlığına etkilerini inceleyen araştırmalar son yıllarda yapılmaya başlanmıştır (Eren 2004).

Bor'un 1980'li yıllara gelinceye kadar insan ve hayvanlarda besleme bakımından önemsiz bir element olarak düşünülmesinin muhtemel sebebi; deneme rasyonlarının diğer besin maddelerince yeterli olması durumunda, deneme hayvanlarının rasyon B seviyelerine tepkilerinin önemsiz olmasıdır. Deneme hayvanlarının rasyon B seviyesindeki değişikliklere tepkileri rasyonda kalsiyum, fosfor, kolekalsiferol ve magnezyum yetersizliği gibi stres faktörlerine maruz bırakıldığında daha önemli olabilmektedir. Hayvanların tepkileri rasyonda bu besin maddelerinin konsantrasyonlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Nielsen 1991). Bununla beraber günümüze kadar konu ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalar B'nin, vücutta hayati fonksiyonların yerine getirilmesinde görev yapan enerji sübstratlarının (makro elementler, trigliserid, glukoz gibi) kullanım ve metabolizmalarını etkilediği, beyin, iskelet ve bağışıklık sistemi gibi çeşitli vücut sistemlerinin fonksiyonlarını ve kompozisyonlarını genellikle faydalı yönde değiştirdiği bildirilmiştir (Hunt 1989; Hunt and Herbel 1991-1992; Wilson and Ruzler 1998; Eren *et al.* 2004).

Kanatlı beslemede iz element ilavelerinin yukarıda da anlatıldığı gibi birçok faydalarının olduğu açıktır. Dünya nüfus artışı ve buna paralel olarak artan besin ihtiyacı dikkate alındığında, yeterli ve sağlıklı beslenme özellikle ülkemiz açısından önemlidir. Ülkemiz hayvancılığında kanatlı yetiştiriciliği ve buna bağlı olarak kanatlı besleme, et ve yumurta ihtiyacı yönünden öncelikli gelen konulardır. Bu nedenle, söz konusu çalışma ile yumurtacı tavuk yemlerine farklı seviyelerde Bor ilavesinin performans, yumurta kabuk kalitesi, bazı serum ve yumurta sarısı parametreleri ile tibia kemiği biyomekaniği ve mineral konsantrasyonu üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Bor Minerali

İlk olarak 1808 de keşfedilen (WHO 1998), atom numarası 5 olan Bor, yarı metal ve yarı iletken olup III A grubunun metal olmayan tek elementidir (Nielsen 1988). Periyodik tabloda 5. element olan B'nin kütle numaraları 11 ve 12 olan kararlı iki izotopu vardır. Bu iki izotopun atom ağırlığı 10.81 g/mol'dür (Power and Woods 1997).

Borik asit pH'nin 9.5'ten az olduğu yerlerde kolaylıkla gaza dönüşebildiği için pH'nin 10'a eşit ya da daha büyük olduğu ortamlarda kolayca gaza dönüşmeyen borat anyonu olarak bulunur (Downing and Strong 1999). Genellikle toprak, taş ve okyanus yüzeylerinde inorganik borat ve borik asit formunda, doğal olarak bulunmaktadır (Woods 1994).

Bor, hidroksil grubu taşıyan şekerler, polisakkaritler, adenozin 5 fosfat, pridoksin, riboflavin, dehidroaskorbik asit, piridin nükleotidleri, fosfoinozidler, glikoproteinler, glikolipitler ve cis-hidroksil grubu bulunan organik bileşiklerle kompleksler oluşturmaktadır (Bolanos *et al.* 2004; Zittle 1951; Lovatt and Dugar 1984; Nielsen 1997a). Yaygın bulunan borat bileşikleri; borik asit, borat tuzları ve borik oksittir. Bor ve borat tuzları tehlikeli atık alanlarında bulunurlar. Bor tek başına suda çözünmez, kolay buharlaşmaz ve çift bağlı makro moleküllere eğilim gösterir. Gıdalarda borik asit, sodyum borat olarak bulunur ve sindirim sisteminde çok iyi emilir (Nielsen 1988).

Bor, doğada fazla bulunmamakla beraber litosfer ve hidrosferde yaygın olarak bulunur (Morgan 1980). Yer kabuğunun B içeriği yaklaşık olarak 10 mg/kg olup, toprakta bu miktar 7-80 mg/kg arasındadır (Krauskopf 1972). Bor'un topraktaki yüksek konsantrasyonu volkan patlamalarıyla ilişkilendirilmiştir (Power and Woods 1997; Nable *et al.* 1997). Borik asitin farmokinetiği emilim, dağılım ve metabolizması insanlarda ve ratlarda benzerdir (Jansen *et al.* 1984).

Dünya petrol rezervlerine 50 yıl kadar ömrün biçildiği ve küresel ısınmanın her geçen gün arttığı bu yüzyılda B elementine geleceğin petrolü gözüyle bakılmaktadır. Ülkemiz dünya B rezervlerinin önemli bir kısmını sınırları içinde bulundurmaktadır. Stratejik öneme sahip olan B minerali, ham olarak kullanılabilirdiği gibi genel olarak rafine ve uç ürünlere dönüştürüldükten sonra da kullanılabilir. Cam endüstrisinden sabun ve deterjanlara, gübre ve tarımsal ilaçlardan aleve dayanıklı malzemelere, elektronik uzay teknolojilerine, tarım ve hayvancılık sektörüne kadar uzanan geniş bir kullanım alanına sahip olduğu bildirilmiştir (NRC 1984).

1.3. Bor Mineralinin Canlılarda Fonksiyon ve Etki Mekanizması

Bor mineralinin insan ve hayvanlar üzerindeki etkisi tam olarak anlaşılammış (WHO 1996) olsa da esansiyel olabileceğine dair kanıtlara ulaşılmıştır. Bitki büyümesi ve gelişmesi için esansiyel olduğu 1923 yılından beri bilinmesine rağmen topraktaki organik madde ve pH'nin artmasıyla beraber bitkilerin B alımının azaldığı bildirilmektedir (Warrington 1923). Şekerlerin nakli, hücre duvarı sentezi, ligninleşme, hücre duvarı yapısı, karbonhidrat ve RNA metabolizması, indol asetik asit metabolizması, fenol metabolizması ve membran biyokimyası gibi çok sayıda metabolik olaylarda rol aldığı bildirilmiştir (Parr and Laughman 1983).

İnsan ve hayvan metabolizmasında 1980'li yıllardan sonra besleyici bir mikro element olabileceği yönünde çalışmalar mevcuttur (Devirian and Volpe 2003; Yıldız vd 2008). Bor'un bilhassa makro elementler, trigliserid, glukoz, amino asitler, proteinler ve östrojenli bileşiklerin metabolizmasını etkileyen bir iz element olduğu bildirilmiştir (Nielsen 1997b). Ayrıca lipit, mineral, enerji metabolizmaları, enzim ve steroid hormon aktivitelerinde rol aldığı (Hunt *et al.* 1991b; Hunt 1998; Kurtoğlu *et al.* 2001; Eren *et al.* 2006; Naghii and Mofid 2008) vurgulanmış, endokrin sistemle birlikte beyinde de önemli fonksiyonlarının olduğu, osteoporoz, osteoartrit ve artrit önlenmesinde de etkili olabileceği belirtilmiştir (Nielsen 2008).

İnsan ve hayvanlarda 24 saatten daha az bir sürede yarılanma ömrüne sahip olan B, sodyum borat ve borik asit formunda besinler, deri ve solunum yoluyla alınıp, az bir kısmı gastrointestinal sistemde emildikten sonra %90'dan fazlası idrarla dışarı atılmaktadır. Vücuda alınan B miktarının artışına paralel olarak değişen oranlarda hayvan doku ve organlarında biriktiği bildirilmektedir (Rossi *et al.* 1993; Şaylı 2000). Hayvan dokularında 0.05-0.6 ppm seviyelerinde; bu oranın birkaç katı kadar da kemiklerde depo edilebilmektedir (Underwood 1977; Nielsen 1997b).

1.4. Hayvan Beslemede B'nin Önemi

Bitkisel kökenli yiyecekler; özellikle meyveler, lifli sebzeler, sap ve kabuklar hayvansal ürünlere ve tahıllara (mısır, pirinç ve buğday) oranla B bakımından daha zengin olduğu ifade edilmektedir (Hunt *et al.* 1991a). Kanatlı rasyonlarının büyük çoğunluğunun tahıllardan oluşturulması ve tahıl tanelerinin de B bakımından yetersiz olması, kanatlıları B elementi bakımından yetersiz besleme ile karşı karşıya bırakmaktadır (Hunt 2006). Türkiye'de kaliteli ve bol miktarda bulunan B ve bileşiklerinin (Yıldız vd 2008) özellikle kanatlı hayvan beslemede kullanılması ile olası verim artışı ülke ekonomisi açısından önem arz etmektedir.

Hunt and Nielsen (1986), B'nin Ca, P ve Mg metabolizmasını doğrudan, vitamin D metabolizmasını ise dolaylı olarak etkilediğini öne sürmüşlerdir. Nielsen (1990), rasyonda yüksek B seviyesinin Ca atılımını azaltıp, plazma Ca düzeyini artırarak, B'nin Ca metabolizmasında önemli rol aldığını bildirmiştir. Hunt (1989), kolekalsiferol ve Mg'ce yetersiz civciv rasyonlarına 3 mg/kg B ilavesinin plazma Ca ve Mg düzeylerini artırdığını bildirmiştir.

Armstrong *et al.* (2000) domuz rasyonlarına 5 ve 15 mg/kg B ilavesinin, plazma Ca, P ve Mg seviyelerini etkilememesine rağmen, plazma B konsantrasyonunun yükseldiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde domuz rasyonlarına 5 mg/kg B ilave edilmesi durumunda (Armstrong *et al.* 2002) Ca, P, Mg, Zn ve Cu seviyelerinin etkilenmediği ancak yumuşak dokularda B miktarının yükseldiği bildirilmiştir.

Hunt and Nielsen (1981), civcivlerde kolekalsiferol yetersizliğinde görülen bacak anormalliklerinin rasyona B ilavesiyle kısmen düzeldiğini ve kemik yapısı ile B arasında pozitif bir ilişki olabileceğini bildirmişlerdir. Kemiğin yapısal ve biyomekanik özelliklerine etkili olan Ca, P ve Mg gibi elementler üzerine etkisi olan B'nin kemik yapısına etkisinin Ca, P ve Mg'ye olan etkisinden kaynaklandığı ifade edilmektedir. Kolekalsiferol bakımından yetersiz rasyonlarla beslenen damızlıklardan elde edilen yumurtalara B enjeksiyonu sonucu, bu yumurtalardan çıkan civcivlerde kemik büyüme

bölgesindeki anormalliklerin azaldığı (King *et al.* 1991), B'nin uzun kemiklerde büyüme tabakasını arttırdığı (Hunt 1994) bildirilmiştir. Rasyona B ilavesiyle damızlık etlik piliçlerde (Qin and Klandorf 1991) ve etlik piliçlerde (Rossi *et al.* 1993) kemik kül yüzde oranının arttığı belirtilmiştir.

Rasyona ilave edilen B'nin kemiğin biyomekanik özelliklerini hem iyileştirici etkisi olduğunu hem de olmadığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin 200 mg/kg B ilave edilen rasyonlarla yemlenen yumurtacı tavuklarda tibia ve radius kemiklerinin kesme enerjisinin arttığı (Wilson and Ruszler 1998) bildirilmektedir. Yumurtacı piliçlerde ise rasyona 50 ve 100 mg/kg ilave edilen B'nin femur ve tibia kemiklerinin kırılma kuvvetini arttırdığı ifade edilmektedir (Wilson and Ruszler 1997). Yumurtacı tavuklarda ilave B'nin kemiğin kesme gücü, kemik stres ve kesme enerjisini etkilemediğini, sadece 400 mg/kg B ilave edilen yemlerle beslenen tavukların göğüs, karaciğer, but ve kemik B miktarını arttırdığı bildirilmiştir (Wilson and Ruszler 1996). Benzer şekilde Armstrong *et al.* (2000), 5 ve 15 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen domuzlarda; Bozkurt vd (2009), 30 ve 60 mg/kg B ilave edilmiş rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde tibia kesme kuvvetinin B mineralinden etkilenmediğini bildirmişlerdir.

İçme sularına iki hafta süre ile günde 2 mg/L B sağlayacak şekilde borik asit ilave edilen ratlarda plazma total kolesterol seviyesi düşme eğilimi gösterirken, plazma triaçilgliserol seviyesi önemli derecede düşmüştür (Naghii and Samman 1993). Bor ilavesi ile bıldırcınlarda serum trigliserid ve total kolesterolünün azaldığı (Eren *et al.* 2006), yumurtacı tavuklarda serum gama-glutamil transpeptidaz (GGT), albumin, glukoz, total kolesterolün düştüğü (Eren and Uyanık 2007) bildirilmiştir. Armstrong *et al.* (2000) yaptıkları iki çalışmada 6.7 (1. çalışma) ve 0.98 (2. çalışma) mg/kg B içeren rasyonlara 5 ve 15 mg/kg B ilave etmişler, 1. çalışmada plazma total kolesterol ve trigliserid konsantrasyonlarının B ilavesinden etkilenmediğini, 2. çalışmada B ilavesiyle plazma total kolesterol ve trigliserid konsantrasyonlarının yükseldiğini gözlemişlerdir.

Günümüzde kanatlı hayvanların B ihtiyacı tam olarak belirlenmemiş olmakla birlikte, civcivlerin B ihtiyacı 2 mg/kg olarak bildirilmiştir (NRC 1984). Bazı çalışmalarda 0.28 mg/kg (Hunt and Nielsen 1981) ve 0.85 mg/kg (Hunt and Nielsen 1986) B içeren rasyonlarla beslenen civcivlerde rasyon B seviyesinin 3 mg/kg'a çıkarılmasıyla canlı ağırlığın arttığı kaydedilmiştir. Underwood and Suttle (1999), yumurtacı tavuklarda B'nin toksik seviyesini 300 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Hayvanların B yetersizliğine tepkileri rasyondaki Ca, P, Mg, K ve kolekalsiferol gibi besin maddelerindeki değişikliklere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu yüzden hayvanlarda B yetersizliği ile ilgili yapılan çalışmalarda, rasyon B seviyesindeki değişikliklere hayvanın tepkisini arttırmak için Ca, P, Mg, K ve kolekalsiferol yetersizliği gibi stres faktörleri kullanılmıştır. Bor yetersizliğinde Ca metabolizması, beyin fonksiyonları ve enerji metabolizmasının bozulduğunu, sığırcılarda bağışıklık fonksiyonlarının olumsuz etkilendiğini saptamışlardır (Nielsen 1988; Samman *et al.* 1998).

Rasyona B ilavesinin yumurtacı tavukların performans parametrelerinden canlı ağırlık, canlı ağırlık değişimi, yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranını etkilemediği (Kurtoğlu *et al.* 2002) ya da etkisinin olumsuz olduğu (Wilson and Ruzler 1996; 1998; Eren *et al.* 2004; Olgun *et al.* 2009) bildirilmiştir. Ancak Yeşilbağ and Eren (2008) rasyona 25, 50 ve 75 mg/kg borik asit ilavesinin yumurta ağırlığı ve yem tüketimini iyileştirdiğini belirtmişlerdir.

Kabuk kalitesini etkileme bakımından rasyona B ilavesinin önemli olmadığı (Eren *et al.* 2004; Olgun *et al.* 2009) bildirilirken, Yeşilbağ and Eren (2008) tarafından yapılan çalışmada, rasyona borik asit ilavesinin kabuk kalitesini iyileştirdiği belirtilmiştir. Deneme hayvanlarının rasyon B seviyesindeki değişikliklere tepkileri rasyonda kalsiyum, fosfor, kolekalsiferol ve magnezyum yetersizliği gibi stres faktörlerine maruz bırakıldığında önemli veya daha bariz olmaktadır. Hayvanların tepkileri rasyonda bu besin maddelerinin miktarlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Nielsen 1991).

Bor, insan ve hayvanlar için temel bir besin ögesi olabilir. Bu mineralin hayvan vücudundaki etkilerini ve ihtiyaç duyulan miktarları belirlemek için daha fazla araştırmaya gerek olduğu bildirilmektedir (Devirian and Volpe 2003). Bor'un günümüzde, insan ve hayvanlarda biyokimyasal fonksiyonlarının tam olarak tespit edilememiş olması sebebiyle esansiyel olarak görülmemekle beraber yukarıda bahsedilen sebeplerden dolayı insan ve hayvanların diyetlerinde bulundurulmasının faydalı sonuçlar doğuracağı ifade edilmektedir (Nielsen 1997b).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Performans ve Kabuk Kalite Parametrelerini İnceleyen Çalışmalar

Damızlık etlik piliçlerde rasyona 0 ve 250 mg/kg B sağlayacak şekilde iki B kaynağının (borik asit ve boraks) denendiği bir araştırmada, dişi damızlıklarda canlı ağırlık artışı (g), % yumurta verimi, yumurta ağırlığı (g), yumurta kabuk ağırlığı (g) üzerine rasyona ilave edilen farklı seviyelerdeki B'nin etkisinin ($P>0.05$) olmadığı bildirilmiştir (Rossi *et al.* 1993).

Wilson and Ruszler (1996), Leghorn ırkı yumurtacı tavuklarda rasyona ilave edilen (0, 100, 200 ve 400 mg/kg) B'nin performans ve yumurta kalite kriterleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, deneme sonu yumurta ağırlığı (sırasıyla 64.2, 63.2, 63.7 ve 61.1 g) B'nin hiçbir seviyesinden etkilenmezken, % yumurta verimi (50.8, 46.5, 49.2 ve 38.7) yem tüketimi (106, 105, 107 ve 95.6 g/tavuk/gün) ve canlı ağırlığın (1817, 1836, 1737 ve 1716 g) 400 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta düştüğünü ($P<0.05$) belirtmişlerdir.

Büyüyen Leghorn tipi piliç rasyonlarına ilave edilen 50, 100, 200 ve 400 mg/kg B'nin canlı ağırlık ve yemden yararlanmaya etkisi incelenmiştir. Rasyona ilave edilen farklı B seviyeleri 6 ile 14 haftalar arasındaki ortalama canlı ağırlıklarının sırasıyla 759, 881, 773, 754 ve 697 g; yem tüketiminin (g/hayvan/gün) 58.3, 58.6, 58.8, 57.0 ve 54.5 olduğu belirlenmiş ve söz konusu parametrelerin B ilavesinden etkilenmediği ($P>0.05$) tespit edilmiştir (Wilson and Ruszler 1997).

Wilson and Ruszler (1998), 500 adet 72 haftalık, beyaz Leghorn yumurtacı tavuğunu 4 gruba ayırarak, 4. haftadan itibaren 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, ortalama canlı ağırlık artışı (g) sırasıyla 1613.2, 1659.2, 1651.8, 1598.8 ve 1515.6; yem tüketimini (g/hayvan/gün) 103, 103.8, 102.6, 100.8 ve 88.4; % yumurta verimini 86.8, 86.6, 83.4, 86 ve 68.4; yumurta ağırlığını (g)

60.56, 61.46, 59.54, 59.46 ve 56.56 olarak belirlemişlerdir. Rasyona ilave edilen 400 mg/kg B seviyesi yumurta verimi ve yumurta ağırlığını olumsuz bir şekilde etkilerken ($P<0.05$), canlı ağırlık artışı ve yem tüketimi verilerinde de 400 mg/kg Bor seviyesinde en düşük değerler elde edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıklar 400 mg/kg seviyesinde önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Kurtoğlu *et al.* (2001), 540 adet etlik pilici, performans ve bazı biyokimyasal parametreler üzerine B'nin etkisini belirlemek amacıyla vitamin D₃ bakımından yetersiz (250 IU/kg) ve yeterli (2000 IU/kg) rasyonlara, 5 ve 25 ppm Bor ilave ederek 45 gün süreyle beslemişlerdir. Deneme sonunda yeterli vitamin D₃ ile 0, 5 ve 25 ppm B içeren rasyonlarla beslenen grupların ortalama canlı ağırlığını (g) sırasıyla 2119.5, 2111.6 ve 2186.1; yem tüketimini (g/gün/hay.) 151.6, 163.9 ve 155.8; yemden yararlanma oranını (kg/kg) 2.1, 2.3 ve 2.2 olarak tespit etmişlerdir. Canlı ağırlık ve yemden yararlanma oranı rasyona ilave edilen farklı B seviyelerinden etkilenmezken, yem tüketimi 5 mg/kg B seviyesinde artış ($P<0.05$) göstermiştir.

Kurtoğlu *et al.* (2002), 40 haftalık, 480 adet Hysex- Brown yumurtacı tavuk rasyonlarına sırasıyla 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm/kg seviyelerinde B ilavesinin performans parametrelerine etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada deneme sonu ortalama canlı ağırlığını (g) 1770, 1835, 1779, 1827, 1748 ve 1780; yumurta verimini (%) 69.45, 69.44, 69.93, 68.62, 69.77 ve 69.15; yumurta ağırlığını (g) 62.67, 64.09, 63.80, 63.80, 63.25 ve 62.87; hasarlı yumurta oranını (%) 1.91, 1.73, 1.39, 1.31, 1.57 ve 1.27; yem tüketimini (g) 110.25, 110.42, 114.11, 110.44, 107.89 ve 108.67 ve yemden yararlanma oranını (kg /kg) 2.56, 2.52, 2.56, 2.54, 2.48 ve 2.52 olarak tespit etmişlerdir. Deneme sonunda ilave B'nin, canlı ağırlık, yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı üzerine etkilerinin önemli olmadığı ($P>0.05$); hasarlı yumurta oranının 60-90 günlük periyotta 150 ve 250 ppm B seviyelerinde kontrol grubuna göre azaldığı ($P<0.05$) ve rasyona B ilavesinin hasarlı yumurta oranını iyileştirdiği bildirilmiştir ($P<0.01$).

Eren *et al.* (2004), 18 haftalık, Hyline Brown ırkı yumurtacı tavuğu 7 gruba (0, 5, 10, 50, 100, 200, 400 mg/kg B) ayırarak yumurta verimi, yumurta iç ve dış kalitesiyle, serum parametreleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için 8 hafta süreyle yürüttükleri çalışmada B seviyelerine göre ortalama canlı ağırlığını (g) sırasıyla 1683.65, 1669.4, 1735.08, 1669.5, 1659.48, 1640.69 ve 1610.81; yem tüketimini (g/hayvan/gün) 115.06, 117.31, 116.72, 113.47, 113.59, 111.84 ve 100.84; yumurta verimini (%) 78.11, 79.45, 75.04, 69.39, 76.54, 70.92 ve 66.21; yemden yararlanma oranını (kg/bir düzine yumurta) 0.61, 0.63, 0.50, 0.94, 0.49, 0.81 ve 0.56; ortalama yumurta ağırlığını (g) 78.11, 79.45, 75.04, 69.39, 76.54, 70.92 ve 66.21; hasarlı yumurta oranını 4.84, 6.85, 4.56, 5.17, 4.62, 7.85 ve 10.88; yumurta ağırlığını (g) 57.18, 57.58, 56.43, 56.70, 55.7, 54.49 ve 52.62; yumurta şekil indeksini (%) 80.66, 79.69, 79.94, 80.60, 80.41, 80.78 ve 80.1; kabuk kırılma mukavemetini (kg/cm²) 3.96, 3.74, 3.91, 3.73, 3.75, 4.02 ve 3.71; yumurta kabuk kalınlığını (mm/10²) 38.23, 38.61, 39.02, 38.74, 38.79, 38.50 ve 38.99 olarak tespit etmişlerdir. Rasyona 400 mg/kg B ilave edilen grupta yem tüketimi ve yumurta ağırlığı (P<0.01) ile canlı ağırlık ve yumurta verimi azalmış (P<0.05), hasarlı yumurta oranı ise 200 ve 400 mg/kg B seviyelerinde artmıştır (P<0.01). Kabuk kırılma mukavemeti, ortalama yumurta ağırlığı, yumurta şekil indeksi ve yemden yararlanma oranına B'nin etkisi önemsiz (P>0.05) bulunurken, yumurta kabuk kalınlığı 10 ve 200 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen gruplarda artmıştır (P<0.01). Rasyona B ilavesinin yumurta iç ve dış kalitesini etkilediği ve özellikle 400 mg/kg B'nin canlı ağırlık, yem tüketimi ve yumurta verimini azalttığı kanısına varılmıştır.

Fassani *et al.* (2004), etlik piliç rasyonlarına 0, 30, 60, 90, 120 ve 150 ppm seviyelerinde B (borik asit) ilave ederek 7, 21 ve 42 günlük periyotta performans özelliklerinden yem tüketimi, ağırlık artışı, yemden yararlanma ile kemik Ca seviyelerine baktıkları çalışmada, ortalama yem tüketimini (g) sırasıyla 111.5, 109.1, 108.4, 109.1, 107.4 ve 104.1; yemden yararlanma oranını (kg/kg) 1.49, 1.48, 1.45, 1.48, 1.48, 1.48 olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bütün yetiştirme periyodunda rasyona B ilavesinin yemden yararlanma oranına etkisinin olumlu olduğunu, yem tüketimini düşürdüğünü, 42 günlük periyotta canlı ağırlık artışı için 60 mg/kg ilave B'nin yeterli olduğunu (P<0.01) bildirmişlerdir.

Grossu *et al.* (2005), 60-66 haftalık yumurtacı tavuklarda linoleik asit ve B ile zenginleştirilmiş konsantre proteinin (PROLİNBOR), yumurta kalitesine olan etkilerini araştırmak için, hayvanları 0, 25, 40, 90 ppm B içeren rasyonlarla beslemişler ve araştırma sonunda ortalama yumurta verimini sırasıyla %64.75, 63.55, 64.28 ve 64.26; yumurta ağırlığını 66.30, 66.00, 64.20 ve 65.63 g; yumurta kabuk ağırlığını 8.21, 7.31, 7.26 ve 7.30 g olarak tespit etmişlerdir. Yumurta veriminde 25 ppm B içeren rasyonla beslenen grupta diğerlerine göre düşüş ($P<0.05$), yumurta ağırlığında ise kontrol grubuna göre kısmi azalma olmuştur. Yumurta kabuk ağırlığı kontrol grubunda daha yüksek olmuştur ($P<0.05$). Yumurta kabuğu Ca düzeyi 0, 25, 40 ve 90 ppm B tüketen gruplarda sırasıyla 25.11, 26.45, 25.48 ve 25.92 g/100g olarak tespit edilmiştir. 25 ppm B tüketen grubun yumurta kabuğu Ca düzeyinin kontrol ve 40 ppm B ilaveli rasyonla beslenen gruplardan önemli derecede yüksek ($P<0.05$), 90 ppm B ilaveli rasyonla beslenen grupla benzer olduğu bildirilmiştir.

Karabulut ve Eren (2006), 0, 10, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen bıldırcınlarda ortalama canlı ağırlık artışını sırasıyla 167.6, 162.1, 154.8, 155.7 ve 152.9 g; yem tüketimini 123, 125, 118, 125 ve 116 g/gün; yemden yararlanma oranını 3.96, 4.46, 4.66, 5.05 ve 4.52 g olarak tespit etmişlerdir. Yemden yararlanma oranı artarken ($P<0.05$), canlı ağırlık artışının rasyondaki tüm B seviyelerinde, günlük yem tüketiminin ise 240 mg/kg B seviyesinde azaldığı ($P<0.01$) bildirilmiştir.

Büyüyen Japon bıldırcını rasyonlarına 0, 10, 60, 120 ve 240 mg/kg B ilavesinin performans, karkas özellikleri ve serum lipidlerine etkisini inceleyen Eren *et al.* (2006), ortalama ağırlık artışını sırasıyla 55.9, 54.0, 51.6, 51.9 ve 51 g; yem tüketimini 205.0, 208.7, 199.8, 205.1 ve 192.8 g/hayvan/gün; yemden yararlanma oranını 3.96, 4.46, 4.66, 5.05 ve 4.52 g/g olarak tespit etmişlerdir. Rasyona ilave edilen B'nin, grupların tamamını kontrol grubuna göre söz konusu parametreler bakımından olumsuz etkilediği ($P<0.05$) bildirilmiştir.

Demirörs (2007), 14 haftalık, 864 adet Super Nick ırkı piliçlerin rasyonlarına 3 farklı seviyede kalsiyum (%0.8, 1.6, 3.2) ve 4 farklı seviyede (0, 75, 150, 300 mg/kg) B ilave etmiş ve yumurtlama öncesi dönemde (14-20 hafta) ilave B'nin büyüme, kemik mineralizasyonu ve bazı serum parametrelerine; müteakip dönemde (20-42 hafta) ise performans ve yumurta kabuk kalite parametrelerine etkisini incelemiştir. 20-42. haftalar arasında ortalama canlı ağırlık değişimini sırasıyla 271, 329, 415 ve 348 g; yem tüketimini 101.2, 105.2, 101.9 ve 103.1 g; yumurta verimini (%) 80.6, 84.1, 81.5 ve 81.4; ortalama yumurta ağırlığını 63.6, 63.6, 63.4 ve 63.5 g; yemden yararlanma oranını 2.17, 2.22, 2.16 ve 2.32 g yem/g yumurta; kabuk kalınlığını 0.40, 0.40, 0.41 ve 0.40 mm; kabuk kırılma mukavemetini 2.8, 2.8, 2.8 ve 2.8 kg/cm² olarak tespit etmiş ve gruplar arasında ortalamalar bakımından farklılığın olmadığını (P>0.05) bildirmiştir.

Yeşilbağ and Eren (2008), 60 haftalık, 100 adet yumurtacı tavuğu 75 gün süreyle 25, 50 ve 100 mg/kg borik asit içeren rasyonlarla beslemişler ve deneme sonunda ortalama yem tüketimini sırasıyla 105.65, 117.66, 117.90 ve 116.46 g/gün; yumurta verimini %72.37, 78.22, 77.30 ve 76.70; yemden yararlanma oranını 2.17, 2.11, 2.18 ve 2.14 kg/kg; yumurta ağırlığını 67.67, 71.05, 69.95 ve 70.14 g; hasarlı yumurta oranını %3.88, 2.49, 2.92 ve 1.85 olarak tespit etmişlerdir. Yumurta kabuk kalitesi parametrelerinden ortalama yumurta kabuk kalınlığını sırasıyla 0.33, 0.34, 0.36 ve 0.36 mm; yumurta kabuğu kırılma mukavemetini ise 33.02, 36.95, 39.07 ve 38.16 kg/cm² olarak bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları yemden yararlanma oranı ve yumurta veriminin borik asit ilavesinden etkilenmediğini (P>0.05), B ilave edilmiş gruplarda yem tüketimi, yumurta ağırlığı, hasarlı yumurta oranı ve yumurta kabuk kalitesi parametrelerinin (yumurta kabuk kalınlığı, yumurta kabuğu kırılma mukavemeti) kontrol grubundan daha üstün olduğunu göstermiştir (P<0.01). Araştırmacılar sonuç olarak rasyona B ilavesinin mineral dengesini pozitif yönde etkilediği ve böylece hasarlı yumurta oranını azalttığı, yumurta kabuk kalınlığı ve kabuk kırılma direncini iyileştirdiği sonucuna varmışlardır.

Olgun *et al.* (2009), tüy dökümüne zorlanan 78 haftalık Beyaz Leghorn ırkı yumurtacı tavuklarla yaptıkları çalışmada, rasyona %0, %3.5, %4 seviyelerinde Ca ile 0, 100, 200

ve 300 mg/kg seviyelerinde B (Borax Pentahydrate) ilave ederek, 12 hafta boyunca beslemişlerdir. Deneme sonuçlarına göre elde edilen ortalama değerler B seviyelerine göre sırasıyla (0, 100, 200 ve 300 mg/kg B): deneme sonu canlı ağırlığı (g) 1698, 1693, 1662 ve 1663; % yumurta verimi 91.58, 92.89, 89.26 ve 90.39; ortalama yumurta ağırlığı 70.93, 66.69, 67.70 ve 67.02 g; yem tüketimi 133.3, 124.6, 123.5 ve 122.9 g/gün/tavuk; yemden yararlanma oranı 2.06, 2.01, 2.06 ve 2.03 g yem/g yum.; şekil indeksi % 74.72, 75.25, 75.12 ve 74.07; yumurta kabuk ağırlığı %8.83, 8.87, 9.08 ve 8.98; yumurta kabuk kalınlığı 0.40, 0.38, 0.39 ve 0.39 mm; hasarlı yumurta oranı %1.66, 3.51, 3.20 ve 3.02; yumurta kabuğu kırılma mukavemeti 24.97, 25.53, 25.65, 24.53 kg/cm²olarak tespit edilmiştir. Rasyona ilave edilen B'nin farklı seviyelerinden deneme sonu canlı ağırlığı, yumurta verimi, yemden yararlanma oranı, yumurta kabuk ağırlığı, şekil indeksi, hasarlı yumurta oranı ve yumurta kabuğu kırılma mukavemeti değerleri önemli bir şekilde etkilenmezken (P>0.05), B ilavesi ortalama yumurta ağırlığı ve yem tüketimini azaltmıştır (P<0.01). Çalışmanın sonucunda araştırmacılar; tüy dökmeye zorlanan yumurtacı tavukların yeterince yem tüketmeleri ve rasyonların yeterli Ca içermeleri durumunda rasyona B ilavesinin gerekli olmayacağına vurgu yapmışlardır.

Kırk sekiz haftalık yaşta damızlık yumurtacı tavuklarla yapılan bir çalışmada (Mızrak ve Ceylan 2009), rasyona 25, 50 ve 75 mg/kg B sağlayacak şekilde organik veya inorganik B ilave edilmiştir. Deneme sonu ortalama canlı ağırlıklarını sırasıyla 2210, 2255, 2231 ve 2232 g; yumurta verimini %78.1, 77.0, 77.0 ve 74.4; ortalama yumurta ağırlığını 60.8, 61.0, 61.5 ve 61.0 g/yum.; yumurta üretimini 47.2, 47.0, 47.3 ve 46.6 g/tavuk/gün; yem tüketimini 99.9, 100.2, 100.5 ve 100.1 g; yemden yararlanma oranını 2.12, 2.13, 2.13 ve 2.15 g yem/g yum. olarak tespit ederek, farklı seviye ve formdaki B'nin performans değerlerine etkisinin önemli olmadığını (P>0.05) bildirmişlerdir.

Mızrak *et al.* (2010), rasyona 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg seviyelerinde B ilavesinin 64 haftalık yumurtacı tavuklarda performans, yumurta verimi, yumurta kalitesi ve bazı kan parametreleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, elde edilen ortalama değerler B seviyelerine göre sırasıyla: deneme sonu canlı ağırlığı 2134,

2083, 2047, 2011 ve 2051 g; günlük yem tüketimi 112.3, 112.0, 114.4, 110.8 ve 113.1 g/tavuk/gün; yemden yararlanma oranı 2.56, 2.56, 2.61, 2.58 ve 2.63 g yem/g yum.; yumurta verimi %75.4, 75.3, 75.2, 75.1 ve 75.0; ortalama yumurta ağırlığı 58.14, 58.02, 58.45, 57.52 ve 57.27 g/yum.; hasarlı yumurta oranı %0.36, 0.28, 0.32, 0.43 ve 0.47; şekil indeksi %77.3, 77.5, 77.0, 77.4 ve 77.3; yumurta kabuk kalınlığı 0.29, 0.29, 0.29, 0.29 ve 0.29 mm; yumurta kabuk kırılma mukavemeti 32.13, 33.27, 32.02, 32.11 ve 32.02 kg/cm² olarak tespit edilmiştir. Deneme sonu canlı ağırlık 0 ve 25 mg/kg B seviyelerinde diğer gruplara göre artış (P<0.05) gösterirken; söz konusu diğer parametreler bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Olgun (2011), 26 haftalık yaşta toplam 320 adet yumurtacı tavuğu 16 haftalık deneme boyunca dört farklı B (0, 60, 120 ve 240 mg/kg) ve dört farklı Cu (0, 75, 150 ve 300 mg/kg) ilave edilmiş deneme rasyonlarıyla yemlemiştir. Muamelelerin 0, 60, 120 ve 240 mg/kg B seviyelerinde elde edilen ortalama canlı ağırlım sırasıyla 115.6, 100.5, 95.7 ve 87.3 g; yumurta verimini %93.02, 95.29, 94.37 ve 90.79; ortalama yumurta ağırlığını 61.04, 61.0, 60.87 ve 59.39 g; yem tüketimini 123.6, 122.5, 120.5 ve 116.9 g/gün/tavuk; yemden yararlanma oranını 2.19, 2.11, 2.11 ve 2.17 yem tüketimi/yumurta kitlesi; hasarlı yumurta oranını %0.69, 0.72, 0.79 ve 1.28; kabuk kırılma mukavemetini 4.150, 4.177, 4.082 ve 4.098 kg/cm²; kabuk kalınlığını 37.59, 37.25, 36.91 ve 36.72 mm⁻² olarak tespit etmiştir. Deneme sonucunda canlı ağırlık değişimi ortalama yumurta ağırlığı, hasarlı yumurta oranı, kabuk kırılma mukavemeti ve kabuk ağırlığı B ilavesinin hiçbir seviyesinden etkilenmezken (P>0.05), yem tüketimi, yemden yararlanma oranı (P<0.01) ve kabuk kalınlığının (P<0.05) azaldığı bildirilmiştir. Yumurta verimi ise rasyona 60 ve 120 mg/kg B seviyelerinde kontrol grubuna göre önemli (P<0.01) artış gösterip, 240 mg/kg B seviyesinde önemli derecede (P<0.01) azalmıştır.

2.2. Serum Parametreleriyle İlgili Çalışmalar

Naghii and Samman (1997), rat rasyonlarına 0 ve 2 mg/kg B ilave ederek yaptıkları çalışmada serum total kolesterol değerlerini sırasıyla 2.18 ve 2.03 mmol/L; serum triaçilgliserol değerlerini ise 1.13 ve 0.98 mmol/L olarak belirlemişlerdir. İlave B'nin

serum total kolesterolü etkilemediği, serum triaçilgliserol değerlerini ise azalttığı (P<0.05) bildirilmiştir.

Armstrong *et al.* (2000), domuz rasyonlarına 0, 5 ve 15 mg/kg seviyelerinde B ilave ederek yaptıkları çalışmada B seviyelerine göre ortalama serum total kolesterol değerlerini sırasıyla 2.8, 3.2 ve 2.9 mmol/L; serum trigliserid değerlerini 0.5, 0.6 ve 0.69 mmol/L; plazma Ca düzeyini 2.7, 2.8 ve 2.8 mmol/L; plazma Mg düzeyini 0.6, 0.7 ve 0.7 mmol/L; plazma P düzeyini 2.8, 2.9 ve 2.9 mmol/L; serum ALP aktivitesini 186, 202 ve 197 U/L olarak tespit etmişlerdir. Serum mineral düzeylerinin rasyona B ilavesiyle değişmediği, serum total kolesterol ile serum trigliseridin ise rasyona ilave edilen B ile artış (P<0.05) gösterdiği bildirilmiştir.

Armstrong and Spears (2001), domuzları 0, 5 ve 15 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, ortalama serum total kolesterolü sırasıyla 110.3, 106.4 ve 102.1 mg/dl; serum trigliseridi 39.7, 41.2 ve 33.4 mg/dl; serum ALP aktivitesini 158, 162 ve 142 U/L; plazma Ca düzeylerini 12.00, 10.65 ve 10.54 mg/dl; plazma Mg düzeylerini 1.92, 1.90 ve 1.97 mg/dl; plazma P düzeylerini 9.74, 10.14 ve 9.65 mg/dl olarak tespit etmişlerdir. İlave B, serum total kolesterol, trigliserid, ALP aktivitesi ve plazma P ile Mg düzeylerinde etkili olmazken, plazma Ca düzeylerini önemli (P<0.05) miktarda azalttığı bildirilmiştir.

Kurtoğlu *et al.* (2001), B'nin bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkisini belirlemek amacıyla 5 ve 25 ppm seviyelerinde B içeren rasyonlarla etlik piliçleri 45 gün süreyle beslemişlerdir. Çalışmada yeterli vitamin D₃ ile 0, 5 ve 25 mg/kg B içeren grupların ortalama değerleri B seviyelerine göre sırasıyla; plazma Ca düzeyleri 6.23, 6.35 ve 5.59 mg/dl; plazma P düzeyleri mg/dl 3.33, 3.40 ve 3.71 mg/dl; plazma Mg düzeyleri 1.81, 1.77 ve 1.54 mg/dl; serum glukoz düzeyleri 234, 236 ve 246 mg/dl; alkalın fosfataz (ALP) aktivitesi 141, 111 ve 121 IU/L olarak belirlenmiştir. Plazma Ca düzeyleri 25 mg/kg B seviyesinde önemli (P<0.05) azalma göstermiştir. En yüksek plazma P düzeyi 25 mg/kg B ilave edilen rasyonla beslenen grupta ortaya çıkarken, serum glukoz ve

plazma Mg düzeylerindeki fark önemli ($P>0.05$) olmamıştır. Alkalın fosfataz (ALP) aktivitesi, B ve vitamin D₃ ilavesiyle önemli ($P<0.05$) derecede azalmıştır.

Kurtoğlu *et al.* (2002), yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm seviyelerindeki B'nin etkilerini inceledikleri deneme sonucunda elde edilen ortalama değerleri B seviyelerine göre sırasıyla; plazma Ca düzeyleri 14.48, 14.36, 14.51, 15.33, 15.54 ve 15.82 mg/dl; plazma P düzeyleri 4.77, 5.68, 5.54, 5.62, 5.02 ve 6.01 mg/dl; plazma Mg düzeyleri 2.78, 2.80, 3.10, 2.73, 2.81 ve 3.15 mg/dl olarak tespit edilmiştir. Özellikle 250 ppm B ilave edilen gruplardaki plazma Ca düzeyleri artarken ($P<0.05$), plazma Mg ve P düzeylerinde önemli bir artış bulunmamıştır.

Eren *et al.* (2004), yumurtacı tavukları 0, 5, 10, 50, 100, 200, 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, plazma Ca düzeylerini sırasıyla 21.20, 22.15, 21.78, 21.59, 21.13, 21.29 ve 20.26 mg/dl; plazma P düzeylerini 9.05, 9.23, 10.46, 11.17, 10.87, 9.81 ve 10.77 mg/dl; plazma Mg düzeylerini 2.40, 2.54, 2.99, 3.08, 3.23, 3.21 ve 3.21 mg/dl olarak belirlemişlerdir. Bütün gruplarda plazma Ca, P ve Mg düzeylerinde artış gözlenirken ($P<0.01$), serum ALP aktivitesi B seviyesinden etkilenmemiştir ($P>0.05$).

Criste *et al.* (2005), etlik piliçleri 2.2 ve 4.4 mg/kg B içeren rasyonlarla beslemişler ve çalışma sonunda plazma Ca düzeylerini sırasıyla 12.02, 12.31 ve 12.32 mg/dl; serum P düzeylerini 7.88, 7.98 ve 8.01 mg/dl; plazma B düzeylerini 0.005, 0.030 ve 0.033 mg/dl olarak belirlemişlerdir. Plazma Ca ve P düzeyleri rasyona ilave edilen B'den etkilenmezken ($P>0.05$), plazma B düzeyi önemli artış göstermiştir ($P<0.01$).

Kurtoğlu *et al.* (2005), etlik piliç rasyonlarına 5 ve 25 mg/kg B ilave ederek yaptıkları çalışmada, elde edilen ortalama değerler B seviyelerine göre sırasıyla; plazma B düzeyleri 0.043, 0.171 ve 0.318 µg/ml; plazma Fe düzeyleri 0.58, 1.29 ve 0.78 µg/ml; plazma Cu düzeyleri 0.31, 0.35 ve 0.45 µg/ml; plazma Zn düzeyleri 1.71, 1.20 ve 1.45 µg/ml; serum total protein 6.87, 6.41 ve 6.81 g/dl; serum albumin 2.94, 3.04 ve 3.43 g/dl; serum total kolesterol 106.59, 136.82 ve 138.11 mg/dl olarak tespit edilmiştir.

Rasyona ilave edilen B; plazma B, Fe, Cu, Zn düzeylerini ($P<0.01$) ve serum total kolesterolünü ($P<0.05$) artırırken, serum protein ve serum albumin B ilavesinden etkilenmemiştir.

Eren *et al.* (2006), Japon bildircını rasyonlarına 0, 10, 60, 120 ve 240 mg/kg B ilave ederek serum lipid değerlerini inceledikleri çalışmada, serum trigliserid değerleri sırasıyla 7.34, 6.24, 4.13, 5.13, 2.88 mmol/L; total kolesterol değerleri ise 6.29, 5.53, 5.21, 4.77, 4.83 mmol/L olarak belirlenmiştir. Rasyona ilave edilen B'nin bütün seviyelerinde serum trigliserid ve total kolesterol düzeylerinin düştüğü ($P<0.05$) bildirilmiştir.

Karabulut ve Eren (2006), besi bildircını rasyonlarına 0, 10, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B ilave ederek plazma mineral değerlerini araştırdıkları çalışmada, plazma Ca düzeylerini sırasıyla 12.87, 10.69, 10.31, 9.84 ve 9.20 mg/dl; plazma P düzeylerini 14.02, 13.43, 13.44, 10.17 ve 11.03 mg/dl; plazma Mg düzeylerini 3.77, 3.57, 3.47, 3.26 ve 3.07 mg/dl; ALP aktivitesini 1795.58, 1679.70, 1662.63, 1663.05 ve 1850.95 U/L olarak tespit etmişlerdir. Plazma Ca düzeyleri bütün gruplarda, plazma P düzeyleri 120 ve 240 mg/kg B ilaveli gruplarda, plazma Mg düzeyleri ise 60, 120 ve 240 mg/kg B ilaveli gruplarda azalırken ($P<0.01$), ALP aktivitesinde önemli bir değişim saptanmamıştır ($P>0.05$).

Demirörs (2007), 0, 75, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rayonlarla beslediği yumurtacı piliçlerde plazma Ca düzeyleri sırasıyla 1111.9, 1347.4, 1200.4 ve 888.4 mg/L; plazma Mg düzeyleri 94.6, 121.9, 111.6 ve 78.0 mg/L; plazma Na düzeyleri 3160.6, 3124.6, 3018.5 ve 3059.9 mg/L; plazma B düzeyleri 5.5, 4.7, 5.8 ve 6.4 mg/L; plazma Zn düzeyleri 24.0, 23.4, 21.2 ve 19.0 mg/L; plazma Fe düzeyleri 14.7, 14.3, 10.9 ve 12.0 mg/L olarak tespit edilmiştir. Rasyona ilave edilen B seviyelerinin plazma mineral düzeyleri üzerine etkili olmadığı bildirilmiştir ($P>0.05$).

Eren and Uyanık (2007), yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin (0, 5, 10, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg) bazı serum parametrelerine etkilerini inceledikleri çalışmada, serum

GGT aktivitesi, albümin, glukoz, total kolesterol düzeylerinin ilave B seviyelerinin tamamında azaldığını ($P<0.05$) bildirmişlerdir. Serum AST aktivitesi 0, 5, 10 ve 50 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenen gruplarda önemli olmazken, 100 mg/kg B ve daha yüksek seviyelerde B ilavesi ile azalma ($P<0.05$) göstermiştir. Rasyona 5 mg/kg B ilave edilen grup hariç, diğer gruplarda serum trigliserid düzeyi azalmış ($P<0.05$), serum globulin düzeyi 10 mg/kg ve daha yüksek seviyelerdeki B ilaveleriyle artış göstermiştir ($P<0.05$). Araştırmacılar sonuç olarak, serum biyokimyasal parametrelerini etkilemede 5 mg/kg B ilavesinin yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

Yeşilbağ and Eren (2008), 0, 25, 50 ve 100 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yaşlı yumurtacı tavuklarda B seviyelerine göre plazma Ca düzeylerini sırasıyla 25.63, 25.80, 26.93 ve 26.43 mg/dl; plazma P düzeylerini 6.49, 6.49, 7.03 ve 7.42 mg/dl; plazma Mg düzeylerini 3.26, 3.62, 3.34 ve 4.33 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Rasyona B ilavesi plazma Mg düzeyini artırırken ($P<0.01$), plazma Ca ve P düzeylerini ise etkilememiştir.

Mızrak ve Ceylan (2009), 25, 50 ve 75 mg/kg B sağlayacak şekilde organik veya inorganik B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda ortalama serum trigliserid düzeyleri sırasıyla 534, 488, 540 ve 528 mg/dl; total kolesterol düzeyleri 66.8, 64.4, 69.2 ve 68.9 mg/dl; plazma B düzeyleri 0.43, 0.75, 1.29 ve 1.60 ppm olarak belirlenirken, B'nin bütün seviyelerinde serum total kolesterol ve trigliserid seviyelerine önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Rasyona B ilavesi ile plazma B seviyesinin önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir ($P<0.01$).

Bozkurt vd (2009), etlik piliç rasyonlarına 0, 30 ve 60 mg/kg B ilavesinin bazı kan parametreleri ve kemik üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada 60 mg/kg B ilave edilen grubun serum alanin transaminaz (ALT) aktivitesini artırdığını ($P<0.05$), her iki seviyedeki B ilavesinin serum ALT aktivitesini etkilemediğini ($P>0.05$) belirlemişlerdir.

Olgun (2011) tarafından yapılan çalışmada, 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda B seviyelerine göre deneme ortası (56.

gün) plazma B düzeyleri sırasıyla 0.98, 3.42, 5.63 ve 10.30 mg/L; plazma Cu düzeyleri 0.411, 0.403, 0.747 ve 0.77 mg/L; plazma Ca düzeyleri 27.3, 24.4, 22.7 ve 23.2 mg/100 ml; plazma Mg düzeyleri 3.39, 3.14, 3.14 ve 3.12 mg/100 ml; plazma Zn düzeyleri 7.51, 7.05, 6.97 ve 7.33 mg/L olarak tespit edilmiştir. Deneme sonu (112. gün) plazma B düzeyleri sırasıyla 1.61, 3.70, 5.81 ve 12.03 mg/L; plazma Cu düzeyleri 1.116, 1.765, 1.728 ve 1.645 mg/L; plazma Ca düzeyleri 27.2, 27.2, 21.0 ve 21.0 mg/100 ml; plazma Mg düzeyleri 3.64, 3.75, 3.09 ve 2.94 mg/100 ml; plazma Zn düzeyleri 8.06, 8.48, 7.27 ve 6.95 mg/L olarak tespit edilmiştir. Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin deneme ortası plazma B, Cu ve Ca düzeylerine etkisi önemli olurken ($P<0.01$), plazma Mg ve Zn düzeylerinde bu etki önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Deneme sonu plazma mineral elementlerinden B, Cu, Ca, Mg ve Zn düzeylerine etkisi önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Deneme ortası (56. gün) serum trigliserid düzeyi sırasıyla 1063, 868, 829 ve 819 mg/dl; total kolesterol düzeyi 110.3, 99.1, 94.5 ve 94.2 mg/dl; serum glukoz düzeyi 242, 242, 244 ve 237 mg/dl olarak tespit edilmiştir. Deneme sonu (112. gün) serum trigliserid düzeyi sırasıyla 1088, 907, 914 ve 737 mg/dl; total kolesterol düzeyi 105.8, 96.1, 91.3 ve 84.3 mg/dl; serum glukoz düzeyi 248, 253, 252 ve 243 mg/dl olarak belirlenmiştir. Yumurta tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin deneme ortası (56. gün) serum trigliserid ve total kolesterol düzeylerine etkisi önemli olurken ($P<0.05$), serum glukoz düzeyi muameleden etkilenmemiştir ($P>0.05$). Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin deneme sonu (112. gün) plazma trigliserid ($P<0.01$) ve total kolesterol ($P<0.05$) düzeylerine etkisi önemli olmuştur

Şimşek (2011), etlik piliçleri 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslemiş ve B seviyelerine göre serum glukoz düzeylerini sırasıyla 201.4, 213.20, 205.6 ve 206.6 mg/dl; kreatinin düzeylerini 2.4, 3.6, 3.4 ve 2.2 mg/dl; kolesterol düzeylerini 135.8, 150.4, 156.4 ve 141.2 mg/dl; trigliserid düzeylerini 20.2, 20.6, 18.8 ve 20.4 mg/dl; direkt bilirubin düzeylerini 0.02, 0.03, 0.02 ve 0.02 mg/dl; total bilirubin düzeylerini 0.08, 0.08, 0.07 ve 0.07 mg/dl; GGT aktivitesini 14.6, 18.8, 17.0 ve 21.4 U/L; AST aktivitesini 216.0, 205.6, 196.4 ve 196 U/L; ALT aktivitesini 2.6, 3.6, 2.4 ve 3.4 U/L; ALP aktivitesini 2605.0, 4451.8, 3720.6 ve 3786.0 U/L; total protein düzeylerini 3.28, 3.18, 2.94 ve 2.96 g/dl; albumin düzeylerini 1.36, 1.44, 1.44 ve 1.36

g/dl; plazma Na düzeylerini 152.0, 151.0, 151.8 ve 151.6 mmol/L; plazma Mg düzeylerini (mmol/L) 2.11, 2.12, 2.01 ve 2.07; plazma P düzeylerini 6.89, 6.84, 6.56 ve 6.69 mg/dl; plazma Ca düzeylerini 9.82, 10.24, 9.78 ve 10.14 mg/dl olarak tespit etmiştir. Gruplar arası karşılaştırmada parametrelerle ilgili değerlerin tamamının önemsiz ($P>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

2.3. Yumurta Sarısını İnceleyen Çalışmalar

Duca *et al.*(2004), 28 haftalık, ROSO-SO-2000 ırkı yumurtacı tavukları 3.5 ve 17.5 ppm B sağlayacak kadar VETABOR içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, yumurta kolesterol düzeylerini sırasıyla 1.189, 0.772 ve 0.757 g/100 g olarak tespit etmişlerdir Rasyona B ilavesinin yumurta sarısı kolesterol düzeyini azalttığını ($P<0.05$) bildirmişlerdir.

Grossu *et al.* (2005), 60-66 haftalık yumurtacı tavuk rasyonlarına linoleik asit ve B ile zenginleştirilmiş konsantre protein (PROLİNBOR) ilavesinin yumurta kalitesine olan etkilerini araştırdıkları çalışmada, 0, 25, 40, 90 ppm B içeren gruplarda yumurta sarısı ham protein düzeyleri sırasıyla; 31.74, 32.27, 31.70 ve 31.90 g/100 g; kolesterol düzeyleri 0.85, 0.69, 0.79 ve 0.61 g/100 g olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıkların ham protein için önemsiz olduğu, yumurta sarısı kolesterol oranının ise rasyona ilave edilen 25 ve 40 ppm B ile önemli derecede ($P<0.05$) azaldığı bildirilmiştir.

Eren and Uyanık (2007), yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin (0, 5, 10, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg) bazı serum parametreleri ve yumurta sarısı kolesterolüne etkilerini inceledikleri çalışmada, yumurta sarısı total kolesterolünün 10 mg/kg ve daha yüksek seviyelerdeki B ilaveleriyle arttığını ($P<0.01$) tespit etmişlerdir. Sonuç olarak yumurta sarısı kolesterol düzeyini azaltmada 5 mg/kg B ilavesinin yeterli olduğu, 10 mg/kg ve üzeri B ilavesinin ise yumurta sarısı kolesterol düzeyini artırdığı bildirilmiştir.

Olgun (2011) tarafından yapılan çalışmada, yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen ortalama değerler B seviyelerine göre sırasıyla; yumurta sarısı trigliserid düzeyleri 105.8, 112.6, 108.6 ve 106.0 mg/dl; yumurta sarısı total kolesterol düzeyleri 90.0, 104.1, 144.2 ve 104.9 mg/dl olarak belirlenmiştir. Yumurta tavuk rasyonlarına ilave edilen B'nin deneme sonu trigliseride etkisi olmazken, yumurta sarısı total kolesterolü, B'den önemli düzeyde ($P<0.01$) etkilenmiştir.

2.4. Kemik Biyomekaniğini İnceleyen Çalışmalar

Wilson and Ruzler (1996), yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen (0, 100, 200 ve 400 mg/kg) B'nin tibia kemiği biyomekanik özelliklerine etkilerini inceledikleri çalışmada, elde edilen ortalama değerler B seviyelerine göre sırasıyla: tibia kesme kuvveti 406, 410, 381 ve 430 N; tibia kemik stres 12.5, 11.9, 12.0 ve 12.7 N/mm²; tibia kesme enerjisi 134, 127, 125 ve 140 N.mm olarak hesaplanmış ve ilave B'nin tibia kesme gücü, tibia kemik stresi, tibia kesme enerjisini etkilemediği bildirilmiştir ($P>0.05$).

Büyüyen Leghorn tipi piliçleri 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, elde edilen ortalama değerler B seviyelerine göre sırasıyla; kesme kuvveti 280, 325, 325, 307 ve 287 N; kemik stresi 10.9, 12.6, 12.3, 11.4 ve 11.4 N/mm²; kesme enerjisi 135, 145, 152, 150 ve 117 N.mm olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda 50 ve 100 mg/kg B ilave edilen gruplarda tibia kemiklerinin kesme kuvveti, kemik stres ve kesme enerjisi önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Rasyonda ilave edilen B, tibia kemik çapı ve tibia kemik duvar kalınlığını etkilememiştir (Wilson and Ruzler 1997).

Wilson and Ruzler (1998), yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B ilave ettikleri çalışmada, ortalama tibia kesme kuvveti değerlerini sırasıyla 108, 120, 131, 132 ve 141 N; tibia kemik stresini 16.8, 17.6, 17.9, 19.0 ve 22.5 N/mm²; tibia kesme enerjisini 31.4, 29.2, 37.2, 31.8 ve 33.0 N.mm olarak hesaplamışlar

ve bütün gruplarda tibia kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve kesme enerjisinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir ($P<0.05$).

Demirörs (2007), yumurtacı piliçlerin rasyonlarına 3 farklı seviyede kalsiyum (% 0.8, 1.6, 3.2) ve 4 farklı seviyede (0, 75, 150, 300 mg/kg) B ilavesiyle yaptığı çalışmada, ortalama değerler sırasıyla: kemik çapı için 6.16, 6.24, 6.20 ve 6.17 mm; kemik duvar kalınlığı 0.83, 0.85, 0.84 ve 0.87 mm; kesme kuvveti 696.4, 738.2, 758.8 ve 800.5 N; kemik stresi 49.5, 51.2, 52.8 ve 54.7 N/mm²; kesme enerjisi 978.9, 955.8, 978.1 ve 854.9 N.mm olarak hesaplamıştır. Rasyona ilave edilen B'nin kesme kuvvetini artırdığı ($P<0.05$), ancak diğer parametrelere B'nin etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

Mızrak ve Ceylan (2009), kırk sekiz haftalık yaşta damızlık yumurtacı tavukları 25, 50 ve 75 mg/kg B sağlayacak şekilde organik veya inorganik B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, tibia kesme kuvvetini sırasıyla 51.1, 54.8, 47.1 ve 47.5 N olarak belirlemişlerdir. Gruplar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu ($P>0.05$) tespit edilmiştir.

Bozkurt vd (2009), etlik piliç rasyonlarına 0, 30 ve 60 mg/kg B ilavesinin tibia kemiği üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, B ilavesinin kesme kuvvetini etkilemediği ($P>0.05$) bildirilmiştir.

Mızrak *et al.* (2010), rasyona 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg B ilavesinin 4-64 haftalık yumurtacı tavuklarda tibia kemiği biyomekaniğini araştırmışlar ve tibia kemiği kesme kuvveti değerlerini sırasıyla 41.4, 51.3, 47.4, 51.3 ve 47.9 N olarak tespit etmişlerdir. Rasyona ilave edile B'nin tibia kemiği kesme kuvvetini etkilemediği ve kemiklerde B birikimi oluşturmamasına rağmen hiçbir sağlık sorununa veya verim artışına sebep olmadığını rapor etmişlerdir.

Olgun (2011), 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B ilave edilerek oluşturulan rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda B seviyelerine göre kemik çapını sırasıyla 7.43, 7.30, 7.30 ve 7.29 mm; kemik duvar kalınlığını 0.67, 0.71, 0.75 ve 0.70 mm; kesit

alanını 34.04, 33.22, 33.39 ve 33.06 mm²; kesme kuvvetini 630, 685, 695 ve 685 N; kemik stresini 18.59, 20.70, 20.89 ve 20.76 N/mm²; kesme enerjisini 776, 907, 876 ve 861 N.mm olarak belirlemiştir. Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde ilave edilen B'nin, kemiğin biyomekanik özelliklerinden kemik çapı ve kesit alanını etkilemediği (P>0.05), kemik duvar kalınlığı (P<0.01), kesme kuvveti (P<0.01), kemik stresi (P<0.01) ve kesme enerjisini (P<0.05) artırdığı tespit edilmiştir.

2.5. Kemik Mineral Seviyelerini İnceleyen Çalışmalar

Wilson and Ruzler (1996), yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen 0 ve 400 mg/kg seviyelerinde B'nin tibia kemiği minerallerine etkilerinin incelendiği çalışmada, tibia B düzeyleri sırasıyla 0.590 ve 7.80 mg/kg; tibia Ca düzeyleri 29.8 ve 27.87 mg/g; tibia P düzeyleri 12.14 ve 11.70 mg/g olarak tespit edilmiştir. Rasyona ilave edilen 400 mg/kg B'nin, tibia B düzeyini artırdığı (P<0.01), tibia Ca ve P düzeylerini ise rakamsal olarak düşürdüğü bildirilmiştir.

Wilson and Ruzler (1997), büyüyen Leghorn tipi piliç rasyonlarına 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B ilave ederek yaptıkları çalışmada, tibia B düzeyleri sırasıyla 0.87, 2.61, 4.42, 6.88 ve 13.60 mg/kg olarak tespit edilmiş ve gruplar arasındaki farklılığın önemli olduğu vurgulanmıştır (P<0.05).

Wilson and Ruzler (1998), yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B ilave ederek elde ettikleri deneme sonu (72 hafta) ortalama değerleri B seviyelerine göre sırasıyla: tibia Ca düzeyleri 31.2, 28.0, 24.1, 25.4 ve 23.0 mg/kg; tibia P düzeyleri 13.13, 12.14, 11.21, 11.42 ve 10.54 mg/kg; tibia B düzeyleri 1.33, 3.18, 4.73, 7.21 ve 10.73 mg/kg olarak belirlenmiştir. Rasyona ilave edilen B'nin, tibia Ca ve P düzeylerini azalttığı, tibia B seviyesini ise artırdığı (P<0.05) bildirilmiştir.

Fassani *et al.* (2004), 0, 30, 60, 90, 120 ve 150 ppm seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri erkek civcivlerle yürüttükleri çalışmada, deneme sonunda tibia Ca düzeylerini sırasıyla % 20.97, 20.79, 20.17, 20.65, 20.72 ve 20.74 olarak tespit

etmişlerdir. Tibia Ca düzeyi bakımından gruplar arasında farklılığın olmadığını ($P>0.05$) bildirmişlerdir.

Kurtoğlu *et al.* (2005), 5 ve 25 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerin tibia özelliklerini inceledikleri çalışmada, gruplar için tibia B düzeyleri sırasıyla 1.05, 1,64 ve 2,11 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık; tibia Fe düzeyleri 77.56, 73.37 ve 75.61 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık; tibia Cu düzeyleri 1.21, 1.25 ve 1.31 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık; tibia Zn düzeyleri 135.88, 127.56 ve 124.48 mg/kg; tibia Ca düzeyleri 114.58, 125.77 ve 129.06 mg/g kuru ağırlık olarak belirlenmiştir. Rasyona B ilavesiyle tibia B ($P<0.01$) ve tibia Ca düzeyinin ($P<0.05$) arttığı, tibia Zn düzeyinin ($P<0.05$) azaldığı, tibia Fe ve Cu düzeylerinin ise değişmediği tespit edilmiştir.

Kurtoğlu *et al.* (2007), 40 haftalık, 480 adet Hysex-Brown yumurtacı tavuk rasyonlarına 120 gün süreyle ilave edilen 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm seviyelerindeki B'nin tibia B, Ca ve P düzeylerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada elde edilen ortalama değerler (B seviyelerine göre) sırasıyla: tibia B düzeyleri 0.99, 2.81, 3.81, 4.63, 5.71 ve 6.98 $\mu\text{g/g}$; tibia Ca düzeyleri 34574, 32807, 31698, 31488, 31218 ve 31014 $\mu\text{g/g}$; tibia P düzeyleri 15141, 14483, 14046, 13731, 13684 ve 13586 $\mu\text{g/g}$ olarak tespit edilmiştir. Tibia B düzeyi artıp ($P<0.01$), tibia Ca düzeyi azalıp ($P<0.01$), tibia P düzeyi ise değişmemiştir ($P>0.05$). Rasyona 50-250 mg/kg seviyelerinde B ilave edilmesi kemiklerden ekstraselüler sıvılara Ca mobilizasyonuna sebep olabileceği veya uzun dönemde Ca absorpsiyonu ve tutulumunu artırabileceği için B'nin kanatlı hayvanların mineral metabolizması üzerinde önemli biyolojik etkiye sahip olduğu düşünülmüştür.

Demirörs (2007), 14 haftalık, 864 adet Super Nick ırkı yumurtacı piliç rasyonlarına 3 farklı seviyede kalsiyum (%0.8, 1.6, 3.2) ve 4 farklı seviyede (0, 50, 150, 300 mg/kg) B ilave ettiği çalışmada, B seviyelerine göre tibia Ca düzeyleri sırasıyla 235.8, 229.1, 230.9 ve 234.3 mg/g; tibia P düzeyleri 186.9, 183.1, 182.0 ve 185.4 mg/g; tibia K düzeyleri 124.7, 116.4, 117.9 ve 113.6 mg/g; tibia Mg düzeyleri 3.9, 3.9, 4.0 ve 4.0 mg/g; tibia Na düzeyleri 8.6, 8.2, 8.2 ve 8.4 mg/g; tibia S düzeyleri 21.4, 19.2, 20.2 ve 19.9 mg/g; tibia Mn düzeyleri 9, 6, 6 ve 7 mg/kg; tibia Zn düzeyleri 416, 354, 356 ve

374 mg/kg; tibia B düzeyleri 6, 14, 19 ve 22 mg/kg; tibia Cu düzeyleri 6, 9, 6 ve 6 mg/kg; tibia Fe düzeyleri 258, 211, 229 ve 211 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Rasyona B ilavesi tibia S, Mn ve Zn düzeylerini düşürüp, tibia B düzeylerini artırmıştır ($P<0.01$). Diğer mineral düzeylerine B'nin etkisi önemsiz olmuştur.

Bozkurt vd (2009), etlik piliç rasyonlarına 0, 30 ve 60 mg/kg B ilavesinin tibia kemiği üzerine etkilerinin inceledikleri çalışmada, 30 mg/kg B ilavesinin tibia kemiği Ca ve P düzeylerini artırdığı ($P<0.01$) bildirmişlerdir.

Mızrak ve Ceylan (2009), 48 haftalık damızlık yumurtacı tavuklarla yaptıkları çalışmada, rasyona 25, 50 ve 75 mg/kg B sağlayacak şekilde organik veya inorganik B ilave etmişlerdir. Bor seviyelerine göre tibia kemiği Ca düzeyleri sırasıyla %16.5, 16.0, 17.1 ve 17.7; tibia P düzeyleri %7.33, 7.97, 8.03 ve 7.94; tibia B düzeyleri %3.67, 7.05, 7.58 ve 11.58 olarak belirlenmiştir. Rasyona ilave edilen farklı seviyelerdeki B, tibia Ca düzeyini etkilemezken ($P>0.05$), tibia B ve P düzeyini artırmıştır ($P<0.05$).

Mızrak *et al.* (2010), yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg seviyelerinde B ilave ederek yürüttükleri çalışmada, B seviyelerine göre tibia Ca düzeyleri sırasıyla %17.75, 18.75, 18.25, 17.75 ve 16.75; tibia P düzeyleri %7.95, 7.91, 7.94, 8.03 ve 8.05; tibia B düzeyleri 4.17, 8.83, 12.00, 16.17 ve 24.33 mg/kg olarak tespit edilmiştir. En yüksek tibia Ca düzeyi 25 mg/kg ilave B seviyesinde bulunurken en düşük tibia Ca düzeyi 200 mg/kg ilave B seviyesinde gözlenmiş ve gruplar arasındaki farklılıklar önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Rasyona B ilavesinin tibia P düzeyini etkilemediği, tibia B düzeyini ise artırdığı ($P<0.01$) bildirilmiştir.

Olgun (2011), 26 haftalık 320 adet yumurtacı tavuk ile 16 haftalık deneme boyunca dört farklı seviyede B (0, 60, 120 ve 240 mg/kg) ve dört farklı seviyede Cu (0, 75, 150 ve 300 mg/kg) ilave edilmiş deneme rasyonlarıyla yemlenen hayvanların deneme sonu tibia mineral elementleri üzerine olan etkilerini incelediği çalışmada, ortalama değerler (B seviyeleri göre) sırasıyla; tibia B düzeyleri 6.58, 26.19, 41.27 ve 72.28 mg/kg; tibia Cu düzeyleri 24.31, 36.33, 43.41 ve 36.08 mg/kg; tibia Ca düzeyleri 226.8, 227.4, 231.0

ve 228.4 mg/g; tibia P düzeyleri 97.9, 96.7, 98.9 ve 96.5 mg/g; tibia Mg düzeyleri 3.52, 3.36, 3.56 ve 3.39 mg/g; tibia Zn düzeyleri 24.78, 31.44, 35.99 ve 30.93 mg/100 g olarak bulunmuştur. Yumurta tavuk rasyonlarına B ilavesinin tibia B, Cu ve Zn düzeylerine etkisi çok önemli ($P<0.01$), tibia P ve Mg düzeylerine etkisi ise ($P<0.05$) önemli olmuştur.

Şimşek (2011), etlik piliç rasyonlarına 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B ilave ederek oluşturduğu rasyonların tibia kemiği mineralleri üzerine etkilerini incelediği çalışmada, ortalama değerler (B seviyelerine göre) sırasıyla; tibia B düzeyleri için 5.06, 6.85, 6.43 ve 7.90 mg/kg; tibia Ca düzeyleri için 127.37, 103.02, 103.16 ve 115.39 mg/g; tibia Cu düzeyleri için 3.2, 3.87, 6.95 ve 3.94 mg/kg; tibia Fe düzeyleri için 206.4, 213.6, 243.6 ve 226.0 mg/kg; tibia Mg düzeyleri için 5.53, 4.76, 5.69 ve 5.69 mg/kg; tibia Mn düzeyleri için 7.08, 6.24, 7.17 ve 6.96 mg/kg; tibia P düzeyleri için 69.74, 57.79, 65.79 ve 66.30 mg/kg; tibia Zn düzeyleri için 31.8, 26.8, 29.3 ve 26.8 mg/kg olarak tespit etmiştir. Etlik piliç rasyonlarına B ilavesinin tibia Ca ve Mg üzerine etkisi çok önemli ($P<0.01$), tibia P ve Zn düzeylerine etkisi önemli ($P<0.05$) olurken, diğer mineraller ise rasyona ilave edilen B düzeylerinden etkilenmemiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan materyali

Çalışmanın hayvan materyalini Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Tavukçuluk Şubesinde yetiştirilen ve yumurtlamanın üçüncü döneminde (62-82 haftalar arası) bulunan 288 adet 62 haftalık yaşta Lohman beyaz yumurtacı tavuk oluşturmuştur.

3.1.2. Yem materyali ve yemlerin hazırlanması

Araştırmanın yem materyalini (2. dönem kafes yumurta tavuk yemi) özel bir yem fabrikasından temin edilen, bileşimi ve kimyasal kompozisyonu Çizelge 3.1'de verilen yemler oluşturmuştur.

Çizelge.3.1. Araştırmada Kullanılan Yemin Bileşim ve Besin Madde Kompozisyonu

| Yem Ham Mad. | % | Kimyasal Kompozisyon | % |
|--------------------|-------|-----------------------|-------|
| Mısır | 29.90 | Kuru Madde | 88.00 |
| Buğday | 40.00 | Ham Protein | 16.00 |
| Ayçiçeği Tohumu K. | 4.00 | Ham Selüloz | 7.00 |
| Soya Küspesi | 15.00 | Ham Kül | 13.00 |
| Yağ | 1.00 | HCL'de Çözünmeyen kül | 1.00 |
| Tuz | 0.30 | NaCl | 0.35 |
| DCP 18 | 1.00 | Lisin | 0.65 |
| Kalsiyum Karbonat | 8.00 | Metiyonin | 0.32 |
| Premiksler | 0.80 | Sistin | 0.30 |
| | | Kalsiyum | 3.50 |
| | | Fosfor | 0.60 |
| | | Sodyum | 0.16 |
| | | ME/kg yem | 2650 |

Her 2 kg'da 12.000.000 IU Vitamin A, 2.400.000 IU Vitamin D₃, 30.000 mg Vitamin E, 4.000 mg Vitamin K₃, 3.000 mg Vitamin B₁, 7.000 mg Vitamin B₂, 25.000 mg Niasin, 10.000 mg Cal-D-Paln, 5.000 mg Vitamin B₆, 15 mg Vitamin B₁₂, 45 mg D-Biotin, 1.000 mg Folic Asid, 125.000 mg Cholin Choloride, 2.000 mg Canthaxanthin, 5.00 mg Apo Ester, 50.000 mg Vitamin C, 80.000 mg Manganez, 60.000 mg Demir (Fe), 60.000 mg Çinko (Zn), 5.000 mg Bakır (Cu), 2.00 mg Kobalt (Co), 1.000 mg Iyot (I), 150 mg Selenyum (Se).

Araştırmada kullanılan Bor, ETİ Maden İşletmeleri'nden temin edilmiş olup kimyasal kompozisyonu Çizelge 3.2'de sunulmuştur. Bor (düşük sülfatlı borik asit B₂O₃) deneme diyetinin kg'ına belirlenen oranlarda (0, 50 75 ve 150 mg/kg B) homojen bir şekilde karıştırılarak muamele gruplarının yemleri hazırlanmıştır. B'nin rasyona homojen bir şekilde karışımını sağlamak için, önce her bir deneme grubuna ait bir miktar yem ile o grubun rasyonuna katılacak B, mikserde iyi bir şekilde karıştırılarak bir ön karma oluşturulmuş, daha sonra bu ön karma azar azar rasyona ilave edilmiştir. Farklı düzeylerde B içeren rasyonların hazırlanması işlemleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yem Ünitesi'nde yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Araştırmada Kullanılan Düşük Sülfatlı Borik Asitin (Teknik Kristal) Kimyasal Kompozisyonu

| | |
|---------------------------------|--------|
| Saflık % | 100.01 |
| B ₂ O ₃ % | 56.30 |
| SO ₄ ppm | 110 |
| Fe ppm | 4.69 |
| Cl ppm | 5.92 |

Araştırma yemlerinin kimyasal analizleri (kuru madde, ham protein, ham yağ, ham kül, ADF, NDF) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarı'nda Weende analiz yöntemine göre belirlenmiş (AOAC, 1990) ve Çizelge 3.3'te sunulmuştur.

Çizelge 3.3. Araştırmada Kullanılan Karma Yemlerin Laboratuvar Analiz Sonuçları

| Gruplar | Kontrol | 50 mg/kg B | 75 mg/kg B | 150 mg/kg B |
|-------------|---------|------------|------------|-------------|
| Kuru Madde | 88.9 | 89.2 | 89.0 | 88.8 |
| Ham Protein | 16.2 | 16.4 | 16.0 | 17.1 |
| Ham Yağ | 3.0 | 3.1 | 3.0 | 2.9 |
| Ham Kül | 11.4 | 12.0 | 11.7 | 12.4 |
| ADF | 7.6 | 7.5 | 7.6 | 7.9 |
| NDF | 24.4 | 21.4 | 20.2 | 26.9 |
| ME* | 2650 | 2641 | 2636 | 2640 |

*Hesaplanarak bulunmuştur

Araştırma yemlerinin mineral element seviyelerinin belirlenmesi için yem örnekleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarı'nda 40 bar basınca dayanıklı mikrodalga yaş yakma ünitesinde (speedwave MWS-2 Berghof productts + Instruments Harresstr.1. 72800 Enien Gernmany) yakıldıktan sonra Atomik Emüsyon Spektrofotometre (AX-ICP, Varian Vista) cihazı (P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu, Inductively Couple Plasma spectrophotometer (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA)) kullanılmıştır (Mertens 2005). Çalışmada kullanılan yemlerin mineral düzeyleri Çizelge 3.4'te sunulmuştur.

Çizelge 3.4. Araştırmada Kullanılan Yemlerin Analiz ile Belirlenen Mineral Element Seviyeleri

| Mineral | Bor Seviyesi (mg/kg) | | | | | Grup P |
|-----------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------|--------|
| | 0 | 50 | 75 | 150 | Ortalama | |
| B mg/kg | 2.9±0.5 ^d | 52.8±2.6 ^c | 77.4±4.7 ^b | 150.2±9.1 ^a | 74.4±53.7 | 0.000 |
| Ca mg/g | 51.6±17.5 | 49.3±9.2 | 43.2±7.3 | 43.7±6.1 | 47.0±10.7 | 0.551 |
| Fe mg/kg | 106.6±83.4 | 171.2±64.9 | 110.5±32.9 | 142.8±70.0 | 132.8±65.9 | 0.389 |
| Mg mg/g | 1.9±1.9 | 3.4±0.4 | 3.0±0.2 | 3.0±0.2 | 2.81±1.1 | 0.135 |
| P mg/g | 4.0±4.3 | 7.5±0.8 | 6.3±0.5 | 6.4±0.4 | 6.0±2.4 | 0.124 |
| Zn mg/g | 0.2±0.2 | 0.3±0.01 | 0.2±0.01 | 0.2±0.01 | 0.22±0.01 | 0.467 |
| Mn mg/kg | 89.9±75.1 | 135.2±13.4 | 127.6±23.8 | 112.6±11.8 | 116.3±41.1 | 0.334 |

a,b,c,d; Aynı satırdaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Deneme gruplarından 1. grup (kontrol grubu) bazal yemle, 2. grup bazal yeme 50 mg/kg B, 3. grup bazal yeme 75 mg/kg B ve 4. grup 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonlarla beslenmişlerdir. Deneme yemlerine alıştırmaya periyodu (1 hafta) hariç hayvanlar toplam 12 hafta süreyle denemeye alınmışlardır. Hayvanlara yem ve su *ad-libitum* olarak verilmiştir. Deneme süresi boyunca 16 saatlik günlük aydınlatma programı flüoresan lamba ile sağlanmıştır. Hayvanların deneme süresince bakım ve beslenmeleri araştırmanın yürütüldüğü kümede üç katlı batarya tipi kafeslerde gerçekleştirilmiştir. Kafeslerin herbirine 4 tavuk ve birer adet nippel başlıklı suluk konulmuştur.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı ve denemenin yürütülmesi

Çalışma tam şansa bağlı deneme planına göre yürütülmüştür. Deneme grupları; 18 tekerrürlü (alt grup) ve her tekerrürde 4 hayvan olmak üzere, her bir grup için 72 tavuk konularak toplam 288 hayvandan oluşturulmuştur. Deneme grupları oluşturulurken canlı ağırlıklar yönünden varyans analizi yapılarak grupların üniform olması sağlanmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü kümes içerisine birer adet ortam sıcaklığı ve nemini ölçmek için termometre ile higrometre yerleştirilmiş, deneme boyunca kümes içi sıcaklık ve nem oranları tavukların ihtiyacına göre ayarlanmaya çalışılmıştır.

Araştırmaya alınan deneme hayvanlarının rasyonuna 0, 50, 75 ve 150 mg/kg düzeylerinde %99.995 oranında saf B'nin yaygın kaynağı olan ortoborik asit ilave edilerek farklı B seviyelerinin performans (canlı ağırlık değişimi, ortalama yumurta ağırlığı, yumurta verimi, günlük yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve hasarlı yumurta oranı), yumurta ağırlığı ve yumurta kalite parametreleri, (şekil indeksi, kırılma mukavemeti, kabuk kalınlığı ve kabuk ağırlığı), bazı kan serum ve yumurta sarısı parametreleri (lipid profili, lipid peroksidasyonu, protein profili, kan serum klinik kimya parametreleri, kan plazma ve yumurta kabuğu mineral elementleri), tibia biyomekaniği (kemik çapı, kemik duvar kalınlığı, kemik boşluk çapı, kemik kesit alanı, kesme kuvveti, kemik stres ve kesme enerjisi) ve mineral yoğunluğu (B, Ca, Cu, Fe, Mg, P, Zn ve Mn) üzerine etkileri incelenmiştir.

Deneme süresince performans değerleri ve yumurta kalite parametrelerinin hesaplanmasında $y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + e_{ijk}$ matematik modeli kullanılmıştır.

Burada:

y_{ijk} = performans ve kalite özelliklerinden herhangi birinin değeri

μ = populasyon ortalaması

a_i = B'nin etkisi

b_j = zamanın etkisi

e_{ijk} =normal, bağımsız ve şansa bağlı hata

Bazı serum ve yumurta sarısı parametreleri, tibia kemiği biyomekaniği ve mineral yoğunlukları için $y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}$ matematik modeli kullanılmıştır.

Burada:

y_{ij} = serum, yumurta sarısı ve tibia kemiği özelliklerinden herhangi birinin değeri

μ = populasyon ortalaması

a_i = B'nin etkisi

e_{ij} = normal, bağımsız ve şansa bağlı hatayı göstermektedir.

3.2.2. Performans özelliklerinin belirlenmesi

Çalışmada performans özelliği olarak; canlı ağırlık değişimi (g), ortalama yumurta ağırlığı (g), yumurta verimi (%), günlük yem tüketimi (g/gün/tavuk), yemden yararlanma oranı (toplam tüketilen yem miktarı (kg)/toplam üretilen yumurta miktarı (kg)) ve hasarlı yumurta oranları (%) tespit edilmiştir.

3.2.2.a. Canlı ağırlık değişimi

Deneme gruplarını oluşturan hayvanlarda deneme başlangıcı ve deneme sonu canlı ağırlık kayıtları yapılmıştır. Deneme başında ve deneme sonunda hayvanların canlı ağırlıkları belirlenerek deneme süresince canlı ağırlık değişimi tespit edilmiştir.

3.2.2.b. Ortalama yumurta ağırlığının belirlenmesi

Yumurta ağırlıkları 15 günde bir, her bir alt gruba ait yumurtalar 0.1 mg'a hassas terazi ile tartılarak belirlenmiştir.

3.2.2.c. Yumurta veriminin belirlenmesi

Grupların yumurta verimleri, her gruptaki alt grupların yumurtaları hergün aynı saatte sayım yapılarak kaydedilmiş ve 15. güne kadar üretilen toplam yumurtanın, toplam hayvan sayısına bölünüp, 100 ile çarpılarak yumurta verimi yüzde olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.d. Yem tüketiminin belirlenmesi

Çalışma gruplarının yem tüketimleri ayrı ayrı her alt grupta olmak üzere 15 günde bir yapılan tartımlarla belirlenmiştir. Bu amaçla önceden tartılan yemler alt gruplara *ad-libitum* olarak verilmiştir. Çalışmada 15. gün sabah yemleme yapılmadan önce hayvanların önlerindeki yemler toplanarak, artan yemler verilen yemden çıkarılıp, 15 günlük toplam yem tüketimi hesaplanmıştır. Her alt grupta 15 gün boyunca tüketilen toplam yem miktarının gün ve hayvan sayısına bölünmesiyle günlük yem tüketimleri belirlenmiştir.

3.2.2.e. Yemden yararlanma oranının belirlenmesi

Yemden yararlanma terimi, hayvanların yemi yumurtaya çevirme kabiliyeti olarak bilinmektedir. Her gruba ait alt grupların (kafeslerin) 15 günlük yem tüketimleri ve yumurta ağırlıkları tespit edilerek, tüketilen yemin üretilen yumurta miktarına (kg) bölünmesiyle yemden yararlanma [toplam tüketilen yem miktarı (kg)/toplam üretilen yumurta miktarı (kg)] oranları hesaplanmıştır.

3.2.2.f. Hasarlı yumurta oranının belirlenmesi

Her gün toplanan yumurtalardan çatlak, kırık, yumuşak kabuklu, anormal şekilli ve 45 g'dan küçük yumurta sayısı belirlendikten sonra gruplardan elde edilen toplam yumurta sayısına oranlanarak hasarlı yumurta sayısı yüzde olarak tespit edilmiştir.

3.2.3. Yumurta kalite parametrelerinin belirlenmesi

Yumurta kalite parametreleri, yumurta ağırlığı (g), şekil indeksi (%), kırılma mukavemeti (kg/cm^2), kabuk kalınlığı (mm) ve kabuk ağırlığının (g) belirlenmesi için araştırmanın başlangıcından itibaren ayda bir, her bir gruptan rastgele 18 yumurta seçilerek toplam 72 adet yumurta örneği oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Laboratuvarı'nda analize tabi tutulmuştur.

3.2.3.a. Yumurta ağırlığının belirlenmesi

Yumurta ağırlıkları, her ay tüm deneme gruplarından rastgele seçilen yumurtalar ayrı toplanarak 24 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra 0.1 mg'a hassas terazi ile tartılarak tespit edilmiştir.

3.2.3.b. Şekil indeksinin belirlenmesi

Kumpas ile ölçülen yumurta genişliği, yumurta uzunluğuna bölünüp 100 ile çarpılarak şekil indeksi yüzde olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Yumurta şekil indeksi (\%)} = \frac{\text{Yumurta Genişliği (cm)}}{\text{Yumurta uzunluğu (cm)}} \times 100$$

3.2.3.c. Kırılma mukavemetinin belirlenmesi

Yumurta kırılma mukavemeti, kırılma mukavemeti ölçme aleti (kg/cm^2) kullanılarak tespit edilmiştir. Bunun için cihaza yumurta yatay olarak yerleştirilmiş ve güç uygulanmıştır. Yumurtanın çatladığı andaki direnç okunarak kırılma mukavemeti olarak kaydedilmiştir (Yörük and Bolat 2003b, Kaya vd 2009).

3.2.3.d. Kabuk ağırlığının belirlenmesi

Yumurtalar kırıldıktan sonra kabuğa yapışan ak kalıntısı temizlenerek kabuk ağırlığı 0.1 mg'a hassas terazi ile tartılarak saptanmıştır. Kabuk ağırlığı, kabuk kalitesinin belirlenmesinde tek başına kullanılmadığı için diğer parametrelerin belirlenmesinde gerekli bir özelliktir. Çünkü kabuk ağırlığı, yumurta ağırlığına bağlı olarak değişmektedir. Yumurta ağırlığında her 1 gramlık artış sonucu kabuk ağırlığının 0.055 g arttığı bildirilmiştir (Ekinci 2006).

3.2.3.e. Kabuk kalınlığının belirlenmesi

Yumurta dış kalitesi veya kabuk kalitesinin en önemli parametresi kabuk sertliğidir. Kabuk kalınlığının belirlenmesinde mikrometre kullanılmıştır. Bu amaçla, kullanılan yumurtanın sivri, küt ve orta kısmından alınan kabuk örneklerinden zarları çıkarıldıktan sonra kalınlıkları mikrometre ile ölçülüp ortalamaları tek bir kalınlık değeri olarak hesaplanmıştır. Kabuk kalınlığının 320 μm 'nin altına düşmemesi istenmektedir (Ekinci 2006).

3.2.4. Serum ve yumurta sarısı parametrelerinin belirlenmesi

Serum ve yumurta sarısı lipid profili, serum ve yumurta sarısı lipid peroksidasyonu, serum ve yumurta sarısı protein profili, plazma ve yumurta kabuğu mineral elementleri ve bazı serum klinik biyokimya parametreleri tespit edilmiştir

3.2.4.a. Serum örneklerinin alınması:

Deneme periyodunun sonunda yem verilmeden önce her gruptan rastgele 10 hayvan seçilerek, kanat venasından (vena cutenea ulnaris) içinde pıhtılaşma faktörü bulunan 10 ml'lik cam tüplere yaklaşık 7 ml kan alınmıştır. Kan örnekleri Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya ABD Laboratuvarı'nda +4°C'de 5 dakika süre ile 3000 x

G'de santrifüj edilerek serum kısmı ayrılmış ve analiz edilene kadar -82°C 'de saklanmıştır.

3.2.4.b. Plazma örneklerinin alınması:

Deneme periyodunun sonunda yem verilmeden önce her gruptan rastgele 10 hayvan seçilerek, kanat venasından (vena cutenea ulnaris) içinde Lityum-heparin bulunan 3 ml'lik cam tüplere yaklaşık 2 ml kan alınmıştır. Kan örnekleri Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya ABD Laboratuvarı'nda $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 5 dakika süre ile $3000 \times \text{G}$ 'de santrifüj edilerek plazma kısmı ayrılmış ve analizler gerçekleştirilinceye kadar -82°C 'de saklanmıştır.

3.2.4.c. Yumurta örneklerinin alınması:

Deneme periyodunun sonunda, her deneme grubundan 10'ar adet yumurta olmak üzere 40 adet yumurta analiz edilmek üzere alınmıştır. Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya ABD Laboratuvarı'nda yumurta sarısını izole etmek için, yumurta kabuğunun ortasına bir bıçağın tersiyle vurularak kırılmış ve dikkatlice 2'ye ayrılmıştır. Yumurta sarısı dikkatli bir biçimde whatman filtre kağıdı üzerine alınıp hafifçe filtre kağıdı boyunca yuvarlanmış ve steril pastör pipeti ile patlatılıp içeriği, önceden tartılmış, 50 ml'lik falkon tüpe alınmıştır. Tüpler tekrar tartılmış ve aradaki fark hesaplanarak, 1 g sarı üzerine 5 ml %10 SDS (sodyum dodesil sülfat) ilave edilmiştir. Ultra-turrax homojenizatörde 5000 rpm'de minimum 2 dk süreyle homojenize edilmiş ve analizler gerçekleştirilinceye kadar -82°C 'de saklanmıştır.

3.2.4.d. Serum ve yumurta sarısı lipid profilinin belirlenmesi

Serum ve yumurta sarısı lipid profilini tespit etmek için; serumlar ve homojenize edilmiş yumurta sarısı tüpleri analizden bir gün önce dondurucudan çıkartılarak çözümleri için beklenmiştir. Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya ABD Laboratuvarı'nda Yüksek Performanslı İnce Tabaka Kromatografi (YPİTK) metodu ile

serum ve yumurta sarısı lipid profil analizi yapılmıştır. Bu işlem, 20 x 10 cm Silika Jel 60 F254 YPİTK plakası kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Serum ve yumurta sarısı homojenatları (1'er ml) üzerine 1 ml n-hekzan/izo-propanol (2:1 (h/h)) karışımı eklendikten sonra (Hara and Radin 1978) tüplerin kapağı kapatılarak şiddetli bir biçimde vortekslenmiştir ve on dakika beklendikten sonra tekrar vortekslenmiştir. Bu işlem 2 defa daha tekrar edilmiştir. Vortekslenen tüpler 5000 xG'de 10 dk süreyle santrifüj edilmiş ve üst faz (hekzan fazı) YPİTK plakalarına yüklenmiştir. Plakalara yüklenen lipid sınıfları hekzan: dietiler: formik asit (80:20:2 (h/h/h)) karışımında 7 cm yürütülüp, oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kurutulan bu plakalar üzerine %8 H₃PO₄ içerisindeki %3'lük CuSO₄ püskürtülmüş ve 180°C'deki etüvde yaklaşık 10 dk süreyle yakılarak lipid bantları görünür hale getirilmiştir (Sherma 2003). YPİTK plakaların Biorad Geldoc XR jel görüntüleme sisteminde fotoğrafı çekildikten sonra, her bir örneğe ait lipid bantlarının kapladığı alan Phoretix 1D (TL120) yazılımı kullanılarak tespit edilmiş ve toplam karışımdaki % olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.e. Serum ve yumurta sarısı lipid peroksidasyonunun belirlenmesi

Serum ve Yumurta Sarısı Lipid Peroksidasyonunda Kullanılan Kimyasallar Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Serum ve Yumurta Sarısı Lipid Peroksidasyonu Ölçüm Metodu

| Reaktif | Kör | Örnek |
|--------------|---------|---------|
| %0.9 NaCl | 250 µl | - |
| Örnek | - | 250 µl |
| Renk ayırıcı | 2.25 ml | 2.25 ml |

Reaktifler: Tiyobarbütirik asit (TBA) solüsyonu: 0.67 g TBA 80 ml %10'luk perklorik asit içinde çözdürülmüş ve son hacim distile su ile 100 ml'ye tamamlanmış ve koyu renkli şişede +4°C'de saklanmıştır.

Triklorasetik asit (TCAA) solüsyonu: 10 g TCAA tartılarak distile su ile son hacim 100 ml'ye tamamlanmış ve şişede +4°C'de saklanmıştır.

Renk Ayırıcı: Deneiden hemen önce 30 ml TCAA ile 10 ml TBA karıştırılarak hazırlanmıştır.

Kör: 250 µl NaCl (%0.9) ve 2.25 ml renk ayırıcı karıştırılmıştır.

Metod: 250 µl serum ve yumurta homojenatı üzerine 2.25 ml renk ayırıcı eklenerek kaynar su banyosunda 20 dakika süreyle kaynatılmıştır. Süre sonunda soğuk suda soğutulularak 2000 xG'de 5 dk süreyle santrifüj edildikten sonra tüpler santrifüjden çıkartılmış ve 200 µl süpernatant alınarak 532 nanometre dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometrede absorbans değeri köre karşı okunarak, serum ve yumurta sarısı malon di aldehit (MDA) düzeyleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

Serum için MDA düzeyi (Nmol/ml) = 35.61 x Optik Dansite

Yumurta sarısı için MDA düzeyi (Nmol/g yumurta sarısı) = 35.61 x Optik Dansite x Sulandırma Faktörü

3.2.4.f. Serum ve yumurta sarısı protein profilinin belirlenmesi

Serum ve yumurta sarısı proteinlerini belirlemek için serumlar ve homojenize edilmiş yumurta sarısı örnekleri analizden bir gün önce dondurucudan çıkartılarak çözdürülmüştür. Serum ve yumurta sarısı protein profili analizi Veteriner Fakültesi Biyokimya Laboratuar'ında sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) metodu ile gerçekleştirilmiştir (Laemmli 1970). Eppendorf tüpe alınan 100 µl serum ve yumurta sarısı homojenatı üzerine 400 µl elektroforez örnek buffer tamponu eklenmiştir. Tüpler iyice karıştırılarak 100°C'de 1 dk süreyle bekletildikten sonra Laemmli metodu BioRad TetraCell sistemine uyarlanarak SDS-PAGE işlemleri gerçekleştirilmiştir. Serum proteinleri 2 gece Coomassie Brilliant Blue R250 solüsyonunda bekletilmiş ve fazla boyadan arındırılarak protein bandlarının dansitometrik analizleri gerçekleştirilmiştir. Yumurta sarısı proteinleri Çizelge 3.6'da

verilen gümüş boyama protokolüne göre boyanarak protein bandlarının dansitometrik analizleri gerçekleştirilmiştir (Heukeshoven and Dernick 1988).

Çizelge 3.6. Gümüş Boyama Protokolü.

| Adım | Solüsyon | Süre |
|-----------------|------------------|-----------|
| Sabitleme | Sabitleyici | 30 dk |
| Yıkama | Deiyonize su | 30 dk |
| Duyarlılaştırma | Duyarlılaştırıcı | 60 dk |
| Yıkama | Deiyonize su | 4 x 10 dk |
| Gümüş | Gümüş nitrat | 30 dk |
| Yıkama | Deiyonize su | 30 sn |
| Geliştirme | Geliştirici | 5 dk |
| Yıkama | Deiyonize su | 5 x 20 sn |
| Durdurma | Durdurma ayırıcı | 5 dk |
| Yıkama | Deiyonize su | 2 x 10 dk |

Solüsyonların hazırlanışı:

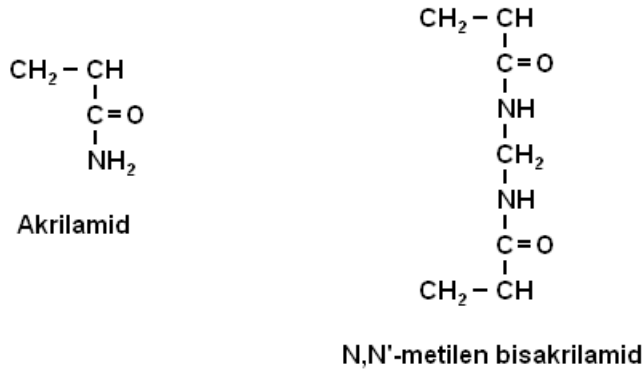
Akrilamid Stok Solüsyonu (%30): Şekil 3.1’de kimyasal yapıları sunulmuş olan 14.6 g akrilamid ve 0.4 g N,N'-metilen bisakrilamid, 50 ml’ye distile suyla tamamlanmış ve manyetik karıştırıcı yardımıyla 30 dakika süreyle karıştırılmıştır. Süzgeç kâğıdından geçirilerek süzölmüş ve koyu renkli şişede +4°C’de muhafaza edilmiştir.

Stacking Jel Tamponu (0.5 mol tris-HCl (pH 6.8)): 6.1 g trizma-base yaklaşık 90 ml distile suda eritilerek ve 1 normal HCl ile pH 6.8’e ayarlanmıştır. Toplam hacim 100 ml’ye distile su ile tamamlanarak +4°C’de saklanmıştır.

Resolving Jel Tamponu (1.5 mol tris-HCl (pH 8.8)): 18.3 g trizma-base yaklaşık 90 ml distile suda eritilerek ve 1 normal HCl ile pH 8.8’e ayarlanmıştır. Toplam hacim 100 ml’ye distile su ile tamamlanarak +4°C’de saklanmıştır.

Tris-Glisin Elektrod Tamponu (pH 8.3): 1.515 g tris, 7.2 g glisin ve 0.25 g sodyum dodesil sülfat (SDS) distile su ile 500 ml’ye tamamlanmıştır.

Örnek Tamponu: 4 ml distile su, 1 ml 0.5 mol tris-HCl (pH 6.8) (stacking jel tamponu), 0.8 ml gliserol, 1.6 ml %10 SDS, 0.4 ml 2-β-merkaptolanol, 0.2 ml %0.05 bromfenol blue karıştırılarak koyu renkli şişede, oda ısısında saklanmıştır.



Şekil 3.1. Akrilamid ve N,N'-metilen bisakrilamid'in kimyasal yapısı

Yüzde on Sodyum Dodesil Sülfat (SDS): 10 g SDS 50 ml distile suda hafifçe karıştırılarak çözülmüş ve toplam hacim distile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Yüzde on Amonyum Persülfat (APS): 100 mg amonyum persülfat üzerine 1 ml distile su ilave edilerek, kullanmadan hemen önce, taze olarak hazırlanmıştır.

Bromfenol Blue Solüsyonu: 50 mg bromfenol blue yaklaşık 5 ml distile suda çözülerek 10 ml'ye tamamlanmıştır.

Yüzde beş Asetik Asit Solüsyonu: 50 ml asetik asit distile su ile 1 L'ye tamamlanmış ve jeller bu solüsyonda saklanmıştır.

Fiksatif: 400 ml metanol, 100 ml asetik asit, 500 ml deiyonize su karıştırılmıştır.

Gümüş nitrat solüsyonu: 0.1 g gümüş nitrat ve 0.05 ml %37'lik formaldehid karıştırılarak deiyonize su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Duyarlılaştırıcı: 6.8 g sodyum asetat, 0.3 g sodyum tiyosülfat, 2.0 ml %25'lik glutardialdehid, 30.0 ml ethanol karıştırılarak deiyonize su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Geliştirici: 30 g sodyum karbonat, 1 ml %37'lik formaldehid karıştırılarak deiyonize su ile 1 L'ye tamamlanmıştır.

Durdurma ayırıcı: 10 g glisin 1 L'ye deiyonize su ile tamamlanmıştır.

Yüzde kırk Metanol solüsyonu: 400 ml metanol üzerine 600 ml distile H₂O eklenmiştir.

Coomassie Brilliant Blue R250: 0.1 g Coomassie Brilliant Blue R250, 1 L %40 metanolde çözülmüş ve serum protein jelleri bu solüsyonda 2 gece bekletilmiştir.

Fazla boyadan arındırma solüsyonu: 400 ml metanol üzerine 600 ml distile H₂O eklenmiş ve fazla boyadan arındırmak için jeller bu solüsyonda 1 gece bekletilmiştir.

SDS-PAGE analizi: Düz cam plaka (10x8.5 cm) ile 1.5 mm kalınlığındaki plastik şeritleri (spacer) olan plaka sandviç teşkil edecek şekilde bir araya getirilmiştir. İlk önce kimyasal kompozisyonu Çizelge 3.7'de verilen rezolving jel 10 ml'lik bir enjektör ile plakaların arasına hava kabarcığı oluşturmadan üst kenara ~2.5 cm kalıncaya kadar doldurulmuştur. Jelin dökülmesini takiben 1 ml'lik bir enjektör ile jel yüzeyi üzerinde bütanol ile ince bir tabaka oluşturularak düz bir polimerizasyon hattı meydana getirilmiştir. En az 2 saat süreyle polimerizasyon için beklendikten sonra su süzgeç kâğıdıyla uzaklaştırılmış ve kimyasal kompozisyonu Çizelge 3.7'de verilen stacking jel hazırlanıp, hava kabarcığı oluşturmadan bir enjektör yardımı ile dökülmüştür. Hemen ardından 1.5 mm kalınlığındaki taraklar yerleştirilmiş ve polimerizasyon için en az 3 saat süreyle bekletilmiştir. Sürenin sonunda taraklar çıkarılarak, polimerizasyon artıklarını uzaklaştırmak için numunelerin uygulanacakları kuyucuklar 3 defa tris-glisin elektrod tamponuyla (pH 8.3) yıkanmış ve yıkama sonrası kuyucuklar aynı tampon ile

doldurularak, numuneler kuyucuklara 15 µl uygulanmıştır (Laemmli 1970). 20 mA/jel sabit akım modunda yaklaşık 60 dakika süreyle elektroforez işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.7. SDS-PAGE Jellerinin Kimyasal Kompozisyonları

| | Rezolving Jel (% 8) | Stacking Jel (% 4) |
|------------------------|------------------------|-----------------------|
| dH ₂ O (ml) | 13 | 17 |
| Tris-HCl pH 8.8 (ml) | 7.5 | - |
| Tris-HCl pH 6.8 (ml) | - | 7.5 |
| % 10 SDS (µl) | 300 | 300 |
| Akrilamid stok (ml) | 8 | 4 |
| APS (µl) | 150 | 150 |
| TEMED (µl) | 5.0 | 5.0 |

Protein standartlarının hazırlanması:

İçeriği: Her vial 100 µl deiyonize su ile sulandırıldıktan sonra, yaklaşık 2-3.5 mg protein/ml, 62 mmol tris (pH 8.0), 1 mmol EDTA, %3 sükröz, %0.5 dithiothreitol ve %0.005 bromfenol blue içermektedir.

Hazırlanışı: Protein standart solüsyonu 5 µl'lik porsiyonlara bölünüp, -20°C'de saklanmış ve elektroforez öncesi 20 µl örnek tamponu ilave edilerek, örneklerle birlikte 2-3 dakika 95°C'lik suda bekletilmiştir.

Uygulanışı: Örnek kuyucuklarına 15 µl ilave edilmiş ve 20 mA/jel sabit akımda yaklaşık 60 dakika süreyle elektroforez işlemine devam edilmiştir. Elektroforez sonrası yumurta örneklerine ait jeller gümüş boyama ile serum örneklerine ait jeller ise coomassie brilliant blue R250 ile boyanmış ve Biorad Gel Doc XR jel görüntüleme sisteminde fotoğrafı çekilerek, Phoretix 1D (TL120) jel analiz programı ile analiz edilmiştir.

Proteinlerin molekül ağırlıklarının hesaplanması: Molekül ağırlıkları bilinen standart proteinlerin (Çizelge 3.8) molekül ağırlıkları ve jeldeki göç mesafeleriyle ilişkili olarak semi-logaritmik bir grafik yardımıyla örnek proteinin molekül ağırlığının tespiti esasına dayanır. Her standart protein için Rf değeri hesaplanmış ve bunun için aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$\text{Nispi göç değeri (Rf)} = \frac{\text{Proteinin göç mesafesi}}{\text{Boyanın göç mesafesi}}$$

Fotoğrafları çekilen serum ve yumurta proteinlerinin molekül ağırlıkları yukarıdaki prensibe göre, Nonlinear Dynamics firmasından temin edilen Phoretix 1D (TL 120) programı ile otomatik olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.8. Standart Proteinlerin Moleküler Ağırlık Dağılımları.

| Proteinler | Moleküler Ağırlık | Protein Std. |
|-------------------------------|-------------------|--------------|
| Miyozin | 205.000 | X |
| β -Galaktozidaz | 116.000 | X |
| Fosforilaz-B | 97.000 | X |
| Albumin | 66.000 | X |
| Glutamat Dehidrogenaz | 55.000 | X |
| Ovalbumin | 45.000 | X |
| Gliseralehid 3-P Dehidrogenaz | 36.000 | X |
| Karbonik anhidraz | 29.000 | X |
| Tripsinojen | 24.000 | X |
| Tripsin inhibitör | 20.000 | X |
| α -Laktalbumin | 14.200 | X |
| Aprotinin | 6.500 | X |

Analiz sonucunda her bir protein bandının total protein konsantrasyonu içindeki “bireysel yüzde” değerleri kullanılarak, Lowry yöntemiyle total protein miktarları hesaplanmış olan örneklerde “g” olarak bireysel protein miktarları belirlenmiştir (Lowry *et al.* 1951).

3.2.4.g. Plazma, yumurta kabuğu ve tibia mineral elementlerinin belirlenmesi

Plazma mineral element (B, Ca, P, Cu, Ca, Mg ve Zn) konsantrasyonlarını tespit etmek için örnekler analizden bir gün önce dondurucudan çıkartılarak çözümleri için beklenmiştir. Yumurta kabuğu mineral elementlerinin belirlenmesi için araştırmanın başlangıcından itibaren ayda bir, her bir muamele grubundan rastgele seçilen 4'er adet, üç ayda toplam 48 yumurta kırılıp, yumurta kabukları zarlarından ayrılarak analiz edilmek üzere alınmıştır. Deneme sonunda her bir muamele grubuna ait yumurta kabukları gruplara göre birleştirilip, havanda dövülerek, her bir muamele grubundan 4'er numune alınarak 0.5 mm'lik elekten geçirildikten sonra 68 °C'de 24 saat kurutulmuştur.

Tibia mineral yoğunluğunu tespit etmek için de deneme sonunda her bir gruptan 5 tavuk kesilerek sağ tibia kemiği çıkarılıp, analize kadar -82 °C'de muhafaza edilmiş ve analizden bir gün önce dondurucudan çıkartılarak çözümleri için beklenmiştir. Etlerinden, yağlarından ve kemik iliğinden temizlenen 20 adet sağ tibia kemiği, 68 °C'de 24 saat kurutulup, havanda dövülerek 0.5 mm'lik elekten geçirilmiştir.

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarı'nda plazmadan 1.0 cc alınırken yumurta kabuğu ve tibia kemiği numunelerinden ise (0.1 mg'a hassas terazide tartılarak) 0.20 g alınan örneklere 3 cc nitrik asit, 2 cc hidrojen peroksit ilave edildikten sonra 3 farklı adımda (1. adım; 145 °C'de %75 mikrodalga gücün de 5 dakika, 2. adım; 180°C'de %90 mikrodalga gücün de 10 dakika ve 3. adım 100°C'de %40 mikrodalga gücün de 10 dakika) 40 bar basınca dayanıklı mikrodalga yaş yakma ünitesinde (speedwave MWS-2 Berghof productts + Instruments Harresstr.1. 72800 Enien Gernmany) yakıldıktan sonra serum ve yumurta kabuğu saf su ile 30 cc, tibia kemiği ise 20 cc'ye tamamlanan numunelerde, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarı'nda bulunan Atomik Emüsyon Spektrofotometre (ICP OES, AX-ICP, Varian Vista) cihazı (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) kullanılarak plazma, yumurta kabuğu ve tibia kemiği mineral içerikleri belirlenmiştir (Mertens 2005).

3.2.4.h. Serum klinik kimya analizlerinin belirlenmesi

Serum parametreleri DDS firmasına ait ticari kitler kullanılarak, kit protokolü doğrultusunda spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir (Thomas 1998; Burtis and Ashwood 1999).

3.2.5. Tibia biyomekanik özelliklerinin belirlenmesi

Deneme sonunda tibia kemiklerinin biyomekaniği ve mineral konsantrasyonlarını belirlemek için kesim işlemi gerçekleştirilmiştir. Kesimden 8-10 saat kadar önce aç bırakılan hayvanlardan, deneme sonu tartımında grup ortalamasına en yakın canlı ağırlığa sahip olan hayvanlar seçilerek ayağına üzerinde numara bulunan bilezik takılmıştır. Kesim işlemi Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi İşletme Müdürlüğü Tavukçuluk Şubesinin kesimhanesinde yarı otomatik sistemle yapılmıştır. Kanın tamamen süzülmesi için kesimi müteakip yaklaşık 2-3 dk süreyle, hayvanların baş kısımları aşağı olacak şekilde bekletilmiştir. Kesilen hayvanlar tüy yolma makinesine atıldıktan sonra her grubu temsilen 10 hayvan olacak şekilde toplam 40 hayvan üzerinden tibia biyomekaniği (20 hayvan) ve tibia mineral konsantrasyonu (20 hayvan) parametreleri incelenmiştir. Bunun için deneme sonunda kan örnekleri alındıktan sonra kesilen hayvanların sağ tibia kemiği çıkarılmıştır. Etlerinden ve yağlarından temizlenen tibia kemikleri poşetlenerek analiz yapılncaya kadar -82°C 'de derin dondurucuda muhafaza edilmiş ve analizden bir gün önce dondurucudan çıkartılarak çözdürüldükten sonra yumuşak dokulardan temizlenmiştir.

Kemiklerin biyomekanik özellikleri (kemik çapı, kemik duvar kalınlığı, kemik kesit alanı, kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve kesme enerjisi) denemenin sonunda her gruptan kesilen 5 hayvanın taze (kurutulmamış) sağ tibia kemiklerinde tespit edilmiştir. Kemik çapı; kemik gövdesinin orta kısmından, kemik döndürülerek dar ve geniş kısımlardaki kalınlığın dijital kumpas ile ölçülüp ortalaması alınarak bulunmuştur. Kemik duvar kalınlığı ise kemikler kırıldıktan sonra kesilen kemiğin içleri temizlenmiş kısımlarda tespit edilmiş olup, aşağıda sunulan formüllerle hesaplanmıştır.

Kesit alanı=($\pi \times (\text{kemik yarıçapı})^2 - (\text{kemik boşluk yarıçapı})$)

Kemik boşluk çapı=kemik çapı – (kemik duvar kalınlığı x 2)

Kemik Stres=kesme kuvveti / kesit alanı

Tibia kesme kuvveti ve kesme enerjisini tespit etmek için Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği'nde bulunan Instron 8872 servohidrolik çeki-bası yorulma ve test cihazında ANSI/ASAE'nin S459 DEC 01 nolu standardına (ASAE, 2003) göre hazırlanan bir kalıp kullanılmıştır. Çekme-deney cihazında yükleme hızı dakikada 5 mm olarak ayarlanmıştır. Kesme kuvveti kemiğin ortasında 15 mm'lik bir kısımda gerçekleştirilmiştir. Kesme kuvvet-deformasyon diyagram verileri ile birlikte bu veriler kullanılarak kemiklerin kesme enerjileri bulunmuştur (Wilson and Ruzler 1996).



Şekil 3.2. Instron 8872 servohidrolik çeki-bası yorulma ve test cihazı

3.2.6. İstatistik analiz

Deneme süresince elde edilen ham veriler SPSS 10.01 (SAS 1996) paket programı yardımıyla GLM prosedürünün tekrarlamalı gözlem yöntemine göre analize tabi tutulmuştur. Gruplar arası varyans analizinde önemlilik kontrolü için ise Duncan (1995) çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada; yumurtacı tavuk yemlerine farklı dozlarda %99.995 oranında saf Bor'un yaygın kaynağı olan Ortoboric Asit ilavesinin performans, yumurta kabuk kalitesi, serum ve yumurta sarısı bileşenleri ile tibia biyomekanik özellikleri ve mineral düzeyleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla yumurtlamanın üçüncü döneminde (62-82 haftalık yaş grubunda) bulunan Lohman yumurtacı ticari hibrit tavuklarda rasyona 0, 50, 75 ve 150 mg/kg düzeylerinde B ilavesinin performans (hayvanların deneme başı ve deneme sonu canlı ağırlığı ile canlı ağırlık değişimi, ortalama yumurta ağırlığı, yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, hasarlı yumurta oranı), yumurta kabuk kalitesi (yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kırılma mukavemeti, yumurta kabuk ağırlığı, yumurta kabuk kalınlığı), serum parametreleri (serum lipid bileşenleri, serum lipid peroksidasyonu, serum protein profili ve serum klinik kimya), plazma mineral konsantrasyonu, yumurta sarısı parametreleri (lipid bileşenleri, lipid peroksidasyonu, protein profili, yumurta kabuğu mineral elementleri), tibia kemiği biyomekanik özellikleri (kemik çapı, kemik duvar kalınlığı, kemik boşluk çapı, kesit alanı, kesme kuvveti, kemik stres ve kesme enerjisi) ile tibia mineral yoğunluğu (B, Ca, Cu, Fe, Mg, P, Mn, Na ve Zn miktarları) üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma ile ilgili bulgular aşağıda ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmiştir.

4.1. Performansa Ait Bulgular

Yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 75 ve 150 mg/kg B ilave edilmesi ile oluşturulan rasyonlarla on iki hafta sürdürülen bu çalışmada, performans özelliklerini belirlemek amacı ile her 15 günde bir alınan veriler kullanılarak ortalama yumurta ağırlığı, % yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve hasarlı yumurta oranına ait bulgular ile ağırlık değişimi tespit edilmiştir. Performansa ait bu parametreler incelenip yerli ve yabancı dilde yazılmış kaynaklardan yararlanılarak tartışılmıştır.

4.1.1. Canlı ağırlık ve canlı ağırlık değişimi

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin, başlangıç ve bitiş canlı ağırlığı ile canlı ağırlık değişimine etkisi Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Canlı Ağırlık (CA) ve Canlı Ağırlık Değişimine (CAD) Etkisi.

| Bor seviyesi, mg/kg | Başlangıç CA (g) | Bitiş CA (g) | CAD (g) |
|------------------------|---------------------|-----------------|--------------|
| 0 | 1620.90±71.27 | 1704.93±94.89 | 84.03±94.41 |
| 50 | 1613.96 ±50.90 | 1658.00±63.50 | 44.03±62.80 |
| 75 | 1602.57±62.59 | 1648.63±120.30 | 46.06±100.70 |
| 150 | 1574.22±54.96 | 1624.17±78.03 | 49.94±83.80 |
| Ortalama | 1602.91±61.80 | 1658.93±94.42 | 56.02±86.36 |
| Grup P | 0.110 | 0.71 | 0.471 |

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Deneme başı canlı ağırlıkları 0, 50, 75 ve 150 mg/kg B seviye gruplarında sırasıyla 1620.90, 1613.96, 1602.57 ve 1574.22 g olarak belirlenmiştir. Deneme başı canlı ağırlık bakımından gruplar arasında fark olmamıştır ($P>0.05$). Deneme başı canlı ağırlıklar arasındaki farkın önemli olmaması deneme hayvanlarının alt gruplara ve dolayısıyla da gruplara homojen dağıldığını göstermesi bakımından önemlidir.

Deneme sonu canlı ağırlıkları 0, 50, 75 ve 150 mg/kg B seviye gruplarında sırasıyla 1704.93, 1658.00, 1648.63 ve 1624.17 g; canlı ağırlık değişimi değerleri ise yine aynı sırasıyla 84.03, 44.03, 46.06 ve 49.94 g olarak tespit edilmiştir. En yüksek deneme sonu canlı ağırlığı ve canlı ağırlık değişimi değerleri sırasıyla 1704.93 ve 84.03 g ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olurken, en düşük deneme sonu canlı ağırlık ve canlı ağırlık değişim değerleri sırasıyla 1658 ve 44.03 g ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Söz konusu parametreler bakımından gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$).

Rasyona belirli düzeylerde B ilavesiyle yumurtacı tavuklarda deneme sonu canlı ağırlığının değişmediğini gözlemleyen araştırmacıların (Rossi *et al.* 1993; Wilson and Ruszler 1997; Kurtoğlu *et al.* 2001; Kurtoğlu *et al.* 2002; Demirörs 2007; Olgun *et al.* 2009; Mızrak ve Ceylan 2009) bulguları ile mevcut araştırma bulguları arasında paralellik gözlenmiştir. Wilson and Ruszler (1997), 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen Leghorn tipi piliçlerde, 6-14 haftalar arasındaki ortalama canlı ağırlığını sırasıyla 759, 881, 773, 754 ve 697 g; Kurtoğlu *et al.* (2001), etlik piliç rasyonlarına 0, 5 ve 25 ppm seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen ortalama canlı ağırlığını sırasıyla 2119.5, 2111.6 ve 2186.1 g; Kurtoğlu *et al.* (2002), yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen deneme sonu canlı ağırlığını sırasıyla 1770, 1835, 1779, 1827, 1748 ve 1780 g; Demirörs (2007), yumurtacı piliç rasyonlarına 0, 75, 150 ve 300 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen canlı ağırlık değişimini (g) sırasıyla 271, 329, 415 ve 348 g; Olgun *et al.* (2009) yaşlı yumurtacı tavuk rasyonlarına 100, 200 ve 300 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen deneme sonu canlı ağırlığını sırasıyla 1698, 1693, 1662 ve 1663 g; Mızrak ve Ceylan (2009) damızlık yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 25, 50 ve 75 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen deneme sonu canlı ağırlığını sırasıyla 2210, 2255, 2231 ve 2232 g olarak tespit etmişlerdir. Belirtilen bu çalışmaların sonucuna göre rasyona ilave edilen farklı seviye ve formdaki B'nin deneme sonu canlı ağırlığa etkisinin mevcut araştırma bulgularına benzer şekilde önemli olmadığını bildirmişlerdir ($P>0.05$).

Diğer taraftan rasyona belirli düzeylerde B ilavesiyle kanatlı hayvanlarda deneme sonu canlı ağırlığın değiştiğini gözlemleyen çeşitli araştırmacıların bulguları ile mevcut deneme sonuçları arasında paralellik görülmemiştir. Wilson and Ruszler (1996), yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen (0, 100, 200 ve 400 mg/kg) B'nin canlı ağırlığı (sırasıyla 1817, 1836, 1737 ve 1716 g) 400 mg/kg seviyesinde azalttığını ($P<0.05$) bildirmişlerdir. Wilson and Ruszler (1998), yumurtacı tavuk rasyonlarına 4. haftadan itibaren 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B ilave ederek, ortalama canlı ağırlıkları sırasıyla 1613.2, 1659.2, 1651.8, 1598.8 ve 1515.6 g olarak tespit etmişlerdir. Gruplar arasındaki farklılıklar 400 mg/kg seviyesinde önemli ($P<0.05$) bulunmuş olup, en düşük değerler

400 mg/kg seviyesinde elde edilmiştir. Eren *et al.* (2004), yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 5, 10, 50, 100, 200, 400 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen ortalama canlı ağırlığını sırasıyla 1683.65, 1669.4, 1735.08, 1669.5, 1659.48, 1640.69 ve 1610.81 g; Eren *et al.* (2006), Japon bıldırcını rasyonlarına 0, 10, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen ağırlık artışını sırasıyla 55.9, 54.0, 51.6, 51.9 ve 51 g; Karabulut ve Eren (2006), bıldırcın rasyonlarına 0, 10, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen canlı ağırlık artışını sırasıyla 167.6, 162.1, 154.8, 155.7 ve 152.9 g; Mızrak *et al.* (2010), yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen canlı ağırlık artışını sırasıyla 2134, 2083, 2047, 2011 ve 2051 g olarak tespit etmişlerdir. Rasyona ilave edilen farklı seviye ve formdaki B'nin deneme sonu canlı ağırlığa etkisinin olumsuz olduğunu bildirmişlerdir. Eren *et al.* (2004); Eren *et al.* (2006) ve Mızrak *et al.* (2010) çalışmalarında gruplar arasındaki farklılıkları $P<0.05$ seviyesinde tespit ederken, Karabulut ve Eren (2006) ise $P<0.01$ seviyesinde bildirmişlerdir. İlave B'nin yumurtacı tavuklarda deneme sonu canlı ağırlığa olumsuz etkilerinin görülmesi rasyona katılan B seviyesi, araştırma şartları, deneme materyali olan hayvanların genotip ve yaşı gibi faktörlerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Mevcut çalışmada yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin canlı ağırlık ve ona bağlı olarak da canlı ağırlık değişimindeki farklılıklar istatistikî olarak önemli olmamakla beraber deneme sonunda rasyona B ilavesi canlı ağırlık değişimlerinde rakamsal bir azalmaya sebep olmuştur. Bazal rasyonla beslenen grup ile 50, 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplar arasında deneme sonu canlı ağırlıkları arasında sırasıyla 40, 37.97 ve 34.09 g'lık önemli olmayan bir azalma meydana gelmiştir. İstatistikî olarak önemli olmayan bu farkın fizyolojik olarak önemli olabileceği düşünülmektedir.

4.1.2. Ortalama yumurta ağırlığı

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin ortalama yumurta ağırlığına etkisi Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Performans Kriterlerine Etkisi

| Bor seviyesi, mg/kg | Haftalar | | | | | | | Grup Ort. | Hafta P |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|---------|
| | 64. hafta | 66. hafta | 68. hafta | 70. hafta | 72. hafta | 74. hafta | | | |
| Ortalama Yumurta Ağırlığı (g) | | | | | | | | | |
| 0 | 66.54±3.51 | 65.02±3.10 | 63.88±2.31 | 63.32±2.84 | 63.89±3.03 | 63.16±4.13 | 64.30±3.34 | | |
| 50 | 65.50±2.65 | 64.57±2.68 | 63.43±2.86 | 63.89±3.78 | 63.12±2.48 | 63.37±2.57 | 63.98±2.92 | | |
| 75 | 65.38±2.01 | 65.73±3.43 | 63.83±2.94 | 64.33±2.83 | 64.12±2.64 | 63.65±2.92 | 64.51±2.87 | | |
| 150 | 65.97±3.93 | 65.47±2.85 | 64.64±2.97 | 64.33±3.79 | 63.30±2.91 | 64.42±2.72 | 64.69±3.26 | | |
| Hafta Ort. | 65.85±3.09 ^A | 65.19±3.00 ^A | 63.95±2.76 ^B | 63.96±3.30 ^B | 63.61±2.48 ^B | 63.65±3.12 ^B | 64.37±3.11 | 0.000 | |
| Grup P | 0.676 | 0.679 | 0.621 | 0.778 | 0.670 | 0.645 | 0.361 | | |
| Yumurta Verimi (%) | | | | | | | | | |
| 0 | 82.87±11.31 | 79.17±14.69 | 85.28±15.11 | 87.04±12.56 | 81.48±13.08 | 83.52±12.69 | 83.23±13.24 ^b | | |
| 50 | 85.83±8.17 | 84.01±8.34 | 88.10±8.58 | 92.12±6.06 | 88.70±6.88 | 90.74±7.57 | 88.25±7.97 ^a | | |
| 75 | 84.81±9.63 | 82.84±8.62 | 90.97±8.29 | 88.55±8.90 | 88.84±8.48 | 86.95±10.17 | 87.16±9.23 ^a | | |
| 150 | 82.22±10.29 | 82.87±6.51 | 89.35±8.89 | 87.49±8.25 | 87.50±10.50 | 88.33±8.28 | 86.30±9.10 ^a | | |
| Hafta Ort | 83.94±9.82 ^{BC} | 82.22±9.98 ^C | 88.43±10.59 ^A | 88.80±9.26 ^A | 86.63±10.26 ^{AB} | 87.38±10.02 ^A | 86.23±10.22 | 0.000 | |
| Grup P | 0.673 | 0.500 | 0.433 | 0.348 | 0.980 | 0.180 | 0.002 | | |
| GYT (g/gün/tavuk) | | | | | | | | | |
| 0 | 128.57±13.81 | 120.64±12.25 | 120.05±9.89 | 111.28±9.55 | 112.07±9.40 ^{ab} | 114.62±10.54 | 117.87±12.33 ^a | | |
| 50 | 125.86±7.34 | 116.63±8.70 | 114.95±8.34 | 109.98±7.66 | 107.22±7.42 ^c | 114.02±7.47 | 114.78±9.66 ^b | | |
| 75 | 125.36±9.00 | 116.32±7.39 | 113.67±7.80 | 110.03±6.24 | 105.97±9.15 ^c | 110.45±6.11 | 113.64±9.63 ^b | | |
| 150 | 127.30±8.66 | 117.21±9.78 | 114.20±7.91 | 111.36±8.14 | 113.54±9.62 ^a | 113.38±11.06 | 116.17±10.48 ^b | | |
| Hafta Ort | 126.77±9.88 ^A | 117.70±9.65 ^B | 115.72±8.73 ^{BC} | 110.66±7.84 ^{DE} | 109.70±9.32 ^E | 113.12±8.99 ^{CD} | 115.61±10.69 | 0.000 | |
| Grup P | 0.767 | 0.521 | 0.105 | 0.921 | 0.035 | 0.525 | 0.005 | | |
| Yem Yar Oranı(YT/YV) | | | | | | | | | |
| 0 | 2.36±0.28 | 2.44±0.62 | 2.28±0.43 ^a | 2.05±0.28 | 2.20±0.36 ^a | 2.22±0.37 ^a | 2.26±0.42 ^a | | |
| 50 | 2.26±0.25 | 2.17±0.25 | 2.08±0.22 ^b | 1.88±0.16 | 1.93±0.17 ^c | 1.99±0.20 ^b | 2.05±0.25 ^b | | |
| 75 | 2.29±0.28 | 2.16±0.24 | 1.97±0.19 ^b | 1.95±0.20 | 1.88±0.25 ^c | 2.02±0.21 ^b | 2.04±0.26 ^b | | |
| 150 | 2.40±0.40 | 2.17±0.21 | 2.00±0.26 ^b | 1.99±0.24 | 2.09±0.40 ^{ab} | 2.01±0.25 ^b | 2.11±0.33 ^b | | |
| Hafta Ort | 2.33±0.31 ^A | 2.23±0.38 ^A | 2.08±0.31 ^B | 1.96±0.22 ^C | 2.03±0.33 ^{BC} | 2.06±0.28 ^{BC} | 2.11±0.33 | 0.000 | |
| Grup P | 0.533 | 0.076 | 0.012 | 0.126 | 0.008 | 0.037 | 0.000 | | |
| Has Yum Oranı (%) | | | | | | | | | |
| 0 | 2.46±3.78 | 4.43±4.50 | 3.99±4.21 | 4.30±5.36 | 6.13±4.84 | 6.34±4.96 | 4.61±4.72 ^a | | |
| 50 | 0.88±1.40 | 2.38±3.31 | 1.74±2.43 | 2.40±3.18 | 3.18±4.70 | 4.15±5.02 | 2.45±3.63 ^c | | |
| 75 | 3.58±4.45 | 2.56±3.67 | 4.48±4.99 | 2.92±3.97 | 4.74±6.30 | 4.46±5.57 | 3.79±4.87 ^{ab} | | |
| 150 | 2.99±3.25 | 2.53±3.02 | 4.44±4.48 | 3.16±3.48 | 3.63±4.20 | 2.99±3.21 | 3.29±3.61 ^{bc} | | |
| Hafta Ort | 2.48±3.50 ^B | 2.97±3.69 ^{AB} | 3.66±4.21 ^{AB} | 3.19±4.06 ^{AB} | 4.42±5.09 ^A | 4.49±4.83 ^A | 3.54±4.31 | 0.024 | |
| Grup P | 0.112 | 0.293 | 0.160 | 0.559 | 0.313 | 0.215 | 0.002 | | |

A,B,C,D,E; Aynı satırdaki, a,b,c; Aynı sütundaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. Değerler, ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen ortalama yumurta ağırlık değerleri; 64.haftada B seviyelerine göre sırasıyla 66.54, 65.50, 65.38 ve 65.97 g iken, 66. haftada 65.02, 64.57, 65.73 ve 65.47 g; 68. haftada 63.88, 63.43, 63.83 ve 64.64 g; 70. haftada 63.32, 63.89, 64.33 ve 64.33 g; 72. haftada 63.89, 63.12, 64.12 ve 63.30 g; 74. haftada ise 63.16, 63.37, 63.65 ve 64.42 g olarak belirlenmiştir Denemenin tamamında en düşük ortalama yumurta ağırlığı 72. haftada 63.12 g ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla yemlenen grupta olurken, en yüksek ortalama yumurta ağırlığı 64. haftada 66.54 g ile B ilave edilmemiş rasyonla yemlenen grupta gözlenmiştir. Ortalama yumurta ağırlığı seviye grup ortalamaları B seviyelerine göre (0, 50, 75 ve 150 mg/kg için) sırasıyla 64.30, 63.98, 64.51 ve 64.69 g olup, en düşük değer 63.98 g ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek değer ise 64.69 g ile 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin ortalama yumurta ağırlığı seviye grup ortalamaları arasındaki farklılıklar ile haftalar içi gruplar arası farklılıklar önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Seviye grup ortalamalarına göre rasyona 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilave edilmesi ortalama yumurta ağırlığının rakamsal artışına sebep olmuştur.

Ortalama yumurta ağırlığı bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz olurken, yumurta ağırlıklarının hafta ortalamaları (64-74 haftalar) önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Deneme süresince iki haftada bir belirlenen ortalama yumurta ağırlıkları sırasıyla 65.85, 65.19, 63.95, 63.96, 63.61 ve 63.65 g; genel ortalama 64.37 g olarak tespit edilmiştir. En yüksek ortalama yumurta ağırlığı 65.85 g ile 64. haftada, en düşük ortalama yumurta ağırlığı 63.61 g ile 72. haftada olup, bunu 63.65 g ile 74. hafta izlemektedir. 64 ve 66. haftalarda ortalama yumurta ağırlığı değerleri diğer hafta ortalamalarından önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Söz konusu farklılığa yumurtlama döneminin ilerlemesi ve hayvanların yaşlarının artmasının neden olduğu düşünülmektedir.

Rasyona belirli düzeylerde B ilavesiyle kanatlı hayvanlarda ortalama yumurta ağırlığının etkilerini inceleyen çeşitli araştırmacıların (Eren *et al.* 2004; Demirörs 2007; Mızrak ve Ceylan 2009; Mızrak *et al.* 2010; Olgun 2011) bulguları ile mevcut deneme

sonuçları arasında paralellik gözlemlenmiştir. Eren *et al.* (2004), 0, 5, 10, 50, 100, 200, 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri yumurtacı tavuklarda ortalama yumurta ağırlığını sırasıyla 78.11, 79.45, 75.04, 69.39, 76.54, 70.92 ve 66.21 g; Demirörs (2007), 0, 75, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri yumurtacı piliçlerde ortalama yumurta ağırlığını sırasıyla 63.6, 63.6, 63.4 ve 63.5 g; Mızrak ve Ceylan (2009), 0, 25, 50 ve 75 mg/kg B organik veya inorganik B içeren rasyonlarla besledikleri damızlık yumurtacı tavuklarda ortalama yumurta ağırlığını sırasıyla 60.8, 61.0, 61.5 ve 61.0 g; Mızrak *et al.* (2010), 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri yumurtacı tavuklarda ortalama yumurta ağırlığını sırasıyla; 58.14, 58.02, 58.45, 57.52 ve 57.27 g; Olgun (2011), 0, 60 ve 120 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri yumurtacı tavuklarda ortalama yumurta ağırlığını sırasıyla 61.04, 61.0 ve 60.87 g olarak tespit etmişlerdir. Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviye ve formda B ilavesinin mevcut çalışmada olduğu gibi ortalama yumurta ağırlığına etkisinin önemli olmadığını bildirmişlerdir ($P>0.05$).

Diğer taraftan rasyona belirli düzeylerde B ilavesiyle yumurtacı tavuklarda ortalama yumurta ağırlığının değiştiğini gözlemleyen Olgun *et al.* (2009) bulguları ile mevcut araştırma bulguları arasında paralellik görülmemiştir. Olgun *et al.* (2009), yumurtacı tavukları 0, 100, 200 ve 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, ortalama yumurta ağırlığını sırasıyla 70.93, 66.69, 67.70 ve 67.02 g olarak tespit etmişler ve yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviye ve formda B ilavesinin ortalama yumurta ağırlığını olumsuz yönde etkilediğini vurgulamışlardır ($P<0.01$). İlave B'nin yumurtacı tavuklarda ortalama yumurta ağırlığına olumsuz etkilerinin görüldüğü çalışmada, B kaynağı, araştırma şartları ve ayrıca deneme materyali olan hayvanların genotipindeki farklılıkların etkili olabileceği düşünülmektedir.

4.1.3. Yumurta verimi

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin yumurta verimine etkisi Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen % yumurta verimi değerleri; 64. haftada (B seviyelerine göre) sırasıyla %82.87, 85.83, 84.81 ve 82.22; 66. haftada %79.17, 84.01, 82.84 ve 82.87; 68. haftada %85.28, 88.10, 90.97 ve 89.35; 70. haftada %87.04, 92.12, 88.55 ve 87.49; 72. haftada %81.48, 88.70, 88.84 ve 87.50; 74. haftada %83.52, 90.74, 86.95 ve 88.33 olarak belirlenmiştir. Denemenin tamamında en düşük % yumurta verimi 66. haftada %79.17 ile B ilave edilmemiş rasyonla yemlenen grupta, en yüksek % yumurta verimi 70. haftada %92.12 ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla yemlenen grupta olmuştur. Yumurta verimi (%) seviye grup ortalamaları (0, 50, 75 ve 150 mg/kg için) sırasıyla 83.23, 88.25, 87.16 ve 86.30 olup, en düşük % yumurta verimi 83.23 ile B ilave edilmemiş rasyonla yemlenen grupta, en yüksek % yumurta verimi ise 88.25 ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla yemlenen grupta olmuştur. Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin % yumurta verimi seviye grup ortalamaları arası farklılıkları önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Rasyona 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilave edilen rasyonlarla beslenen gruplarda % yumurta verimi, B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grubun % yumurta veriminden daha yüksek bulunmuştur ($P<0.01$).

Deneme sonu araştırma bulgularına göre haftalar içi gruplar arası farklılıkları önemsiz ($P>0.05$) bulunurken, % yumurta verimi hafta ortalamaları arasındaki farklılıklar ise (64-74 haftalar) önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Yumurta verimi hafta ortalamaları sırasıyla %83.94, 82.22, 88.43, 88.80, 86.63 ve 87.38 iken genel ortalama %86.23 olarak tespit edilmiştir. En yüksek yumurta verimi %88.80 ile 70. haftada, en düşük yumurta verimi ise %82.22 ile 66. haftada tespit edilmiştir. Araştırma bulguları 64 ve 66. hafta % yumurta verimlerinin diğer haftalardan daha düşük ($P<0.01$) olduğunu göstermiştir. Zamanın ilerlemesiyle ortalama yumurta ağırlıklarının hafta ortalamalarında (64-74 haftalar) düşüş gözlenirken ($P<0.01$), % yumurta verimi hafta ortalamalarında neredeyse bu düşüşe paralel bir yükselme ($P<0.01$) göze çarpmaktadır.

Konu ile ilgili çalışma sonuçları kanatlı rasyonlarına B ilavesinin yumurta verimine etkisinin değişik olduğunu göstermiştir. Kurtoğlu *et al.* (2002), 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda %

yumurta verimi ortalamalarını sırasıyla 69.45, 69.44, 69.93, 68.62, 69.77 ve 69.15; Grossu *et al.* (2005), 0, 25, 40, 90 ppm seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda % yumurta verimini sırasıyla 64.75, 63.55, 64.28 ve 64.26; Demirörs (2007), 0, 75, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı piliçlerde % yumurta verimini sırasıyla 80.6, 84.1, 81.5 ve 81.4; Yeşilbağ and Eren (2008) 0, 25, 50 ve 100 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yaşlı yumurtacı tavuklarda % yumurta verimini sırasıyla 72.37, 78.22, 77.30 ve 76.70; Mızrak ve Ceylan (2009) 0, 25, 50 ve 75 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda % yumurta verimini sırasıyla 78.1, 77.0, 77.0 ve 74.4; Olgun *et al.* (2009), 0, 100, 200 ve 300 mg/kg seviyelerinde B (Borax Pentahydrate) içeren rasyonlarla beslenen tüy döktürülmüş yumurtacı tavuklarda % yumurta verimini sırasıyla 91.58, 92.89, 89.26 ve 90.39; Mızrak *et al.* (2010), 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda % yumurta verimini sırasıyla 75.4, 75.3, 75.2, 75.1 ve 75.0 olarak tespit etmişler ve rasyona ilave edilen farklı seviye ve formdaki B'nin yumurta verimine etkisinin önemli olmadığını ($P>0.05$) bildirmişlerdir.

Bununla beraber Wilson and Ruzler (1996), 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda % yumurta verimi ortalama değerlerini sırasıyla 50.8, 46.5, 49.2 ve 38.7; Wilson and Ruzler (1998), 4-64 hafta süresince 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen Leghorn yumurtacı tavuklarda % yumurta verimini sırasıyla 86.8, 86.6, 83.4, 86.0 ve 68.4; Eren *et al.* (2004), 0, 5, 10, 50, 100, 200, 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonla beslenen 18 haftalık yumurtacı tavuklarda % yumurta verimini sırasıyla 78.11, 79.45, 75.04, 69.39, 76.54, 70.92 ve 66.21 olarak tespit ettikleri çalışmalarda rasyona farklı seviye ve formda ilave edilen B'nin % yumurta verimini azalttığını ($P<0.05$) bildirirlerken; Wilson and Ruzler (1996; 1998) yumurtacı tavuk rasyonlarına normal ve uzun süreli ($P<0.05$), Eren *et al.* (2004) yumurtacı tavuk rasyonuna normal süreli 400 mg/kg ve daha fazla B ilavesinin yumurta verimine etkisinin ($P<0.05$) toksik olabileceğine vurgu yapmışlardır. Olgun (2011) ise 0, 60, 120 ve 240 mg/kg B içeren rasyonla beslenen yumurtacı tavuklarda % yumurta verimini sırasıyla 93.02, 95.29,

94.37 ve 90.79 olarak belirlemiş ve rasyona ilave edilen 60 ve 120 mg/kg B'nin olumlu ($P<0.01$), 240 mg/kg seviyesinin ise toksik olabileceğini bildirmiştir.

İlave B'nin yumurta verimine etkisiyle ilgili daha önce yapılan çalışmalarla, mevcut araştırma bulguları arasında tam bir uyum yoktur, ancak Olgun (2011)'in çalışması mevcut çalışma ile kısmen benzerdir. Kimi çalışma sonuçları yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen B'nin yumurta verimine etkisinin önemli olmadığını veya olumsuz olduğunu bildirilmişse de mevcut çalışmada rasyona ilave edilen B, % yumurta veriminin artmasını sağlamıştır. En yüksek % yumurta verim sonuçlarının 50 ve 75 mg/kg B seviyelerinde olması rasyona bu seviyelerde ilave edilecek B'nin yumurta verimini artırabileceğinin bir işareti olabilir.

İlave B'nin yumurtacı tavuklarda % yumurta verimini değiştirmediğinin veya olumsuz etkilediğinin görüldüğü çalışmalar ile mevcut çalışma arasındaki tezaadın kaynağı olarak hayvanların genotip, yaşı ve yumurtlama dönemlerindeki farklılıkların olabileceği düşünülmektedir.

4.1.4. Günlük yem tüketimi

Yumurtacı tavukların yem tüketimi hayvanın ırkı, yaşı, canlı ağırlığı, yumurtlama dönemi, rasyonun besin madde içeriği, çevre sıcaklığı ve sağlık durumu gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin günlük yem tüketimine etkisi Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen günlük yem tüketimi (g/gün/tavuk) değerleri; 64. haftada sırasıyla 128.57, 125.86, 125.36 ve 127.30 g/gün/tavuk iken, 66. haftada 120.64, 116.63, 116.32 ve 117.21 g/gün/tavuk; 68. haftada 120.05, 114.95, 113.67 ve 114.20 g/gün/tavuk; 70. haftada 111.28, 109.98, 110.03 ve 111.36 g/gün/tavuk; 72. haftada 112.07, 107.22,

105.97 ve 113.54 g/gün/tavuk; 74. haftada ise 114.62, 114.02, 110.45 ve 113.38 g/gün/tavuk olarak belirlenmiştir. Denemenin tamamında en düşük günlük yem tüketimi 72. haftada 105.97 g/gün/tavuk ile 75 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek günlük yem tüketimi 64. haftada 128.57 g/gün/tavuk ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Günlük yem tüketimi seviye grup ortalamaları (0, 50, 75 ve 150 mg/kg için) sırasıyla 117.87, 114.78, 113.64 ve 116.17 g/gün/tavuk olup, seviye grup ortalamaları arasında en düşük günlük yem tüketimi değeri 113.64 g/gün/tavuk ile 75 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla yemlenen grupta, en yüksek günlük yem tüketimi değeri ise 117.87 g/gün/tavuk ile B ilave edilmemiş rasyonla yemlenen grupta tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre seviye grup ortalamaları 50, 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen grupların günlük yem tüketimi, B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grubun günlük yem tüketiminden daha düşüktür ($P<0.01$).

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin günlük yem tüketimi haftalar içi gruplar arası farklılıklar üzerine etkisi sadece 72. haftada önemli ($P<0.05$) iken, diğer bütün haftalarda önemsizdir ($P>0.05$). Söz konusu haftada en düşük ortalama günlük yem tüketimi değeri 105.97 g/gün/tavuk ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla yemlenen grupta olurken, en yüksek günlük yem tüketimi değeri 113.54 g/gün/tavuk ile 150 mg/kg B ilave edilmiş grupta olmuştur. Çalışmanın 72. hafta verilerinin alındığı günlerde havaların çok sıcak olması nedeniyle günlük yem tüketimlerinin azalmış olabileceği düşünülmektedir.

Ayrıca Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi günlük yem tüketiminin hafta (64-74 haftalar) ortalama değerleri sırasıyla 126.77, 117.70, 115.72, 110.66, 109.70 ve 113.12 g/gün/tavuk olarak tespit edilmiş olup, hafta ortalamaları arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.01$). Hava sıcaklıklarının yüksek olduğu 70 ve 72. haftalarda günlük yem tüketimleri diğer haftalardan önemli derece düşüktür ve zamanın yem tüketimlerine etkisinin önemli ($P<0.01$) olduğu tespit edilmiştir.

Kanatlı rasyonlarına B ilavesinin günlük yem tüketimine etkisinin incelendiği çalışma sonuçları ile mevcut çalışma sonuçları arasında bir uyumdan bahsedilebilir. Wilson and Ruszler (1996), 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda ortalama günlük yem tüketimini (g/gün/tavuk) sırasıyla 106, 105, 107 ve 95.6; Wilson and Ruszler (1998), 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavukların günlük yem tüketimini (g/hayvan/gün) 103, 103.8, 102.6, 100.8 ve 88.4; Fassani *et al.* (2004), 0, 30, 60, 90, 120 ve 150 ppm seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerin günlük yem tüketimini (g) 111.5, 109.1, 108.4, 109.1, 107.4 ve 104.1; Eren *et al.* (2004), 0, 5, 10, 50, 100, 200, 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavukların günlük yem tüketimini (g/gün/tavuk) 115.06, 117.31, 116.72, 113.47, 113.59, 111.84 ve 100.84; Karabulut ve Eren (2006), 0, 10, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen besi bıldırcınlarının günlük yem tüketimini (g/gün) 123, 125, 118, 125 ve 116; Eren *et al.* (2006), 10, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen Japon bıldırcınlarının günlük yem tüketimini (g/hayvan/gün) 205.0, 208.7, 199.8, 205.1 ve 192.8; Olgun *et al.* (2009), 0, 100, 200 ve 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen tüy döktürülmüş yumurtacı tavukların günlük yem tüketimini (g/gün/tavuk) 133.3, 124.6, 123.5 ve 122.9; Olgun (2011), 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslediği yumurtacı tavukların günlük yem tüketimini (g/gün/tavuk) 123.6, 122.5, 120.5 ve 116.9 olarak tespit etmişlerdir. Söz konusu çalışmalarda rasyona ilave edilen farklı seviyelerdeki B'nin günlük yem tüketiminin mevcut araştırma bulgularında olduğu gibi (Wilson and Ruszler 1996; 1998; Eren *et al.* 2006 (P<0.05) düzeyinde, Fassani *et al.* 2004; Eren *et al.* 2004; Olgun *et al.* 2009; Olgun 2011 ise (P<0.01) düzeyinde) azaldığını bildirmişlerdir.

Ancak Wilson and Ruszler (1997) yumurtacı piliç, Kurtoğlu *et al.* (2002) yumurtacı tavuk, Demirörs (2007) yumurtacı piliç, Mızrak ve Ceylan (2009) ve Mızrak *et al.* (2010) yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin günlük yem tüketimini etkilemediğini (P>0.05) bildirmişlerdir. Wilson and Ruszler (1997), 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı piliçlerde yem tüketimini (g/hayvan/gün) sırasıyla 58.3, 58.6, 58.8, 57.0 ve 54.5; Kurtoğlu *et al.* (2002),

yumurtacı tavukları 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, günlük yem tüketimini (g) 110.25, 110.42, 114.11, 110.44, 107.89 ve 108.67; Demirörs (2007), 0, 75, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı piliçlerin günlük yem tüketimini (g/hayvan/gün) 101.2, 105.2, 101.9 ve 103.1g; Mızrak ve Ceylan (2009), 0, 25, 50 ve 75 mg/kg B seviyelerinde organik veya inorganik B içeren rasyonlarla beslenen damızlık yumurtacı tavuklarda günlük yem tüketimini 99.9, 100.2, 100.5 ve 100.1 g; Mızrak *et al.* (2010), 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda günlük yem tüketimini 112.3, 112.0, 114.4, 110.8 ve 113.1 g olarak tespit etmişlerdir. Rasyona ilave edilen farklı seviye ve form B'nin günlük yem tüketim değerlerini etkilemediğini ($P>0.05$) bildirmişlerdir.

Öte yandan Kurtoğlu *et al.* (2001), 5 ve 25 ppm B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde günlük yem tüketimini (g/gün/hay.) sırasıyla 151.6, 163.9 ve 155.8; Yeşilbağ and Eren (2008), 0, 25, 50 ve 100 mg/kg seviyelerinde borik asit içeren rasyonlarla beslenen yaşlı yumurtacı tavuklarda günlük yem tüketimini 105.65, 117.66, 117.90 ve 116.46 g olarak tespit etmişler ve kanatlı rasyonlarına B ilavesinin günlük yem tüketimini arttırdığını ($P<0.05$ ve $P<0.01$) bildirmişlerdir.

İlave B'nin yumurtacı tavuklarda günlük yem tüketimini değiştirmedığının ya da artırdığının görüldüğü çalışmalar ile mevcut çalışma arasındaki farklılıklardan araştırma şartları, kullanılan B'nin kaynağı ve rasyondaki seviyesi, deneme materyali olan hayvanların tür ve genotipleri arasındaki farklılıkların sorumlu olabileceği düşünülmektedir.

Mevcut araştırma bulguları rasyona ilave edilen B'nin günlük yem tüketimi değerlerini azaltmış, % yumurta verimini ise artırmıştır. Çalışma sonuçları 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilave edilen rasyonla beslenen hayvanların B ilave edilmemiş rasyonla beslenen hayvanlara göre daha az yem tüketerek daha yüksek yumurta verimine ulaşabileceğini düşündürmektedir.

4.1.5.Yemden yararlanma oranı

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin yemden yararlanma oranına etkisi Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen yemden yararlanma oranı (kg yem tüketimi/kg yumurta verimi) değerleri; 64. haftada sırasıyla 2.36, 2.26, 2.29 ve 2.40 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi iken, 66. haftada 2.44, 2.17, 2.16 ve 2.17 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi; 68. haftada 2.28, 2.08, 1.97 ve 2.00 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi; 70 haftada 2.04, 1.88, 1.95 ve 1.99 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi; 72. haftada 2.20, 1.93, 1.88 ve 2.09 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi ve 74. haftada ise 2.22, 1.99, 2.02 ve 2.01 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi olarak belirlenmiştir. Denemenin tamamında en düşük yemden yararlanma oranı 70 haftada 1.88 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonlarla beslenen grupta ve aynı veriyle 72. haftada 75 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek yemden yararlanma oranı 66. haftada 2.44 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Yemden yararlanma oranı seviye grup ortalama değerleri (0, 50, 75 ve 150 mg/kg için) sırasıyla 2.26, 2.05, 2.04 ve 2.11 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi olmuştur. Seviye grup ortalamaları arasında en düşük yemden yararlanma oranı 2.04 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi ile 75 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta iken bunu 2.05 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grup takip etmekte olup, en yüksek yemden yararlanma oranı 2.26 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grup olmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre seviye grup ortalamaları B ilaveli rasyonlarla beslenen grupların yemden yararlanma oranı, B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grubun yemden yararlanma oranından daha düşük ($P<0.01$) bulunmuştur. Rasyona ilave edilen B'nin, yemden yararlanma oranını olumlu bir şekilde etkilediği tespit edilmiştir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin (0, 50, 75 ve 150 mg/kg) 68, 72 ve 74. haftalarda yemden yararlanma oranı, hafta içi gruplar arası farklılıklara etkisi önemli ($P<0.05$, $P<0.01$ ve $P<0.05$) olarak belirlenmiştir. Söz konusu haftalık dönemlerin her üçünde de rasyona ilave edilen B'nin, yemden yararlanma oranını olumlu bir şekilde etkilediği tespit edilmiştir. Yemden yararlanma oranı (kg yem tüketimi/kg yumurta verimi) hafta ortalama değerleri sırasıyla 2.33, 2.23, 2.08, 1.96, 2.03 ve 2.06 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi iken genel ortalama 2.11 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi olarak tespit edilmiştir. En yüksek yemden yararlanma oranı 2.33 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi ile 64. hafta, en düşük yemden yararlanma oranı 1.96 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi ile 70. hafta olup bunu 2.03 kg yem tüketimi/kg yumurta verimi ile 72. hafta izlemektedir. 64. ve 66. haftalarda yemden yararlanma oranı diğer haftalardan yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Yaşlı yumurtacı tavuklarda yemden yararlanma oranına zamanın etkisinin önemli ($P<0.01$) olduğu gözlenmiştir.

Kanatlı rasyonlarına farklı seviye ve formda B ilavesinin yemden yararlanma oranına etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları arasında tam bir uyum söz konusu değildir. Kurtoğlu *et al.* (2002), 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda ortalama yemden yararlanma oranını sırasıyla 2.56, 2.52, 2.56, 2.54, 2.48 ve 2.52 kg/kg; Eren *et al.* (2004), 0, 5, 10, 50, 100, 200, 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda yemden yararlanma oranını 0.61, 0.63, 0.50, 0.94, 0.49, 0.81 ve 0.56 kg/bir düzine yum; Demirörs (2007), 0, 75, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı piliçlerde yemden yararlanma oranını 2.17, 2.22, 2.16 ve 2.32 g/g; Yeşilbağ and Eren (2008), 0, 25, 50 ve 100 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda yemden yararlanma oranını 2.17, 2.11, 2.18 ve 2.14 kg/kg; Olgun *et al.* (2009), tüy dökümüne zorlanan 78 haftalık Beyaz Leghorn ırkı yumurtacı tavuklarda 0, 100, 200 ve 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada yemden yararlanma oranını 2.06, 2.01, 2.06 ve 2.03 g/g; Mızrak *et al.* (2010), 4- 64 haftalık yumurtacı tavuklarda 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen çalışmada yemden yararlanma oranını 2.56, 2.56, 2.61, 2.58 ve 2.63 g/g; Mızrak ve Ceylan (2009), 48 haftalık yaşta damızlık

yumurtacı tavuklarda 0, 25, 50 ve 75 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada yemden yararlanma oranını 2.12, 2.13, 2.13 ve 2.15 g/g olarak tespit etmişlerdir. Farklı seviye ve formda B ilavesinin yemden yararlanma oranını etkilemediğini ($P>0.05$) bildirmişlerdir.

Rossi *et al.* (1993) damızlık etlik piliç; Kurtoğlu *et al.* (2001) etlik piliçler ile yaptıkları denemelerde de aynı sonuca ulaşmışlardır. Ancak Karabulut ve Eren (2006), besi bıldırcınlarını 0, 10, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, yemden yararlanma oranını sırasıyla 3.96, 4.46, 4.66, 5.05 ve 4.52 g; Eren *et al.* (2006) Japon bıldırcınlarını 0, 10, 60, 120 ve 240 mg/kg B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, yemden yararlanma oranını 3.96, 4.46, 4.66, 5.05 ve 4.52 g/g olarak tespit ederek, rasyona ilave edilen B'nin yemden yararlanma oranını olumsuz etkilediğini ($P<0.05$) bildirmişlerdir.

Literatürde farklı tür kanatlı hayvan rasyonlarına farklı seviye ve formda B ilavesinin yemden yararlanma oranını ya etkilemediği ya da olumsuz etkilediği bildirilmesine karşılık mevcut araştırma bulgularına göre rasyona 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilave edilmesiyle yemden yararlanma oranının olumlu etkilendiği görülmüştür. Fassani *et al.* (2004), 0, 30, 60, 90, 120 ve 150 ppm seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde yemden yararlanma oranını 1.49, 1.48, 1.45, 1.48, 1.48, 1.48 kg/kg olarak tespit etmişler ve rasyona ilave edilen B'nin yemden yararlanma oranını olumlu etkilediğini ($P<0.01$) bildirmişlerdir. Yine Olgun (2011), 26 haftalık yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 60, 120 ve 240 mg/kg B içeren rasyonlarla beslediği çalışmada, yemden yararlanma oranını (kg yem tüketimi/kg yumurta kitlesi) sırasıyla 2.19, 2.11, 2.11 ve 2.17 olarak tespit etmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre B ilave edilmiş rasyonlarla beslenen grupların yemden yararlanma oranı, bazal rasyonla beslenen gruptan önemli derecede düşük ($P<0.01$) bulunmuş ve rasyona B ilavesinin yemden yararlanma oranını mevcut çalışmada olduğu gibi olumlu etkilediği bildirilmiştir.

4.1.6. Hasarlı yumurta oranı

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin hasarlı yumurta oranına etkisi Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen % hasarlı yumurta oranı değerleri; 64. haftada sırasıyla 2.46, 0.88, 3.58 ve 2.99 iken, 66. haftada 4.43, 2.38, 2.56 ve 2.53; 68. haftada 3.99, 1.74, 4.48 ve 4.44; 70. haftada 4.30, 2.40, 2.92 ve 3.16; 72. haftada 6.13, 3.18, 4.74 ve 3.63; 74. haftada ise 6.34, 4.15, 4.46 ve 2.99 olarak belirlenmiştir. Denemenin tamamında en düşük hasarlı yumurta oranı 64. haftada %0.88 ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta olurken, en yüksek hasarlı yumurta oranı 74. haftada %6.34 ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Hasarlı yumurta oranı (%) seviye grup ortalamaları (0, 50, 75 ve 150 mg/kg B için) sırasıyla 4.61, 2.45, 3.79 ve 3.29 olup, en düşük hasarlı yumurta oranı %2.45 ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek hasarlı yumurta oranı ise %4.61 ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta gözlenmiştir. Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin hasarlı yumurta oranı (%) seviye grup ortalamaları üzerine etkisi önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Rasyona ilave edilen B, hasarlı yumurta oranının bilhassa 50 mg/kg B seviyesinde azalmasına neden olmuştur.

Ayrıca rasyona ilave edilen B’nin hasarlı yumurta oranı haftalar içi gruplar arası farklılıklara etkisi önemsiz olurken ($P>0.05$), hasarlı yumurta oranı hafta ortalamaları arasındaki farklılıklar (64-74 haftalar) önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Hasarlı yumurta oranları hafta ortalamaları sırasıyla %2.48, %2.97, %3.66, %3.19, %4.42 ve %4.49 iken genel ortalama %3.54 olarak tespit edilmiştir. En yüksek hasarlı yumurta oranı %4.49 ile 74. haftada, en düşük hasarlı yumurta oranı %2.48 ile 64. haftada olup bunu %2.97 ile 66. hafta izlemektedir. Hasarlı yumurta oranı 64. haftada diğer haftalık dönemlerden önemli derecede düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Söz konusu farklılığa yumurtlama döneminin ilerlemesi ve hayvanların yaşlarının artması nedeniyle vücutta depo edilen Ca seviyelerindeki düşüşün sebep olabileceği düşünülmektedir.

Mevcut araştırma bulguları ile daha önceki yıllarda yapılan çalışmalar arasında bir uyumdan söz edilebilir. Kurtoğlu *et al.* (2002), 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen 40 haftalık Hysex- Brown yumurtacı tavuklarda ortalama hasarlı yumurta oranını (%) sırasıyla 1.91, 1.73, 1.39, 1.31, 1.57 ve 1.27; Yeşilbağ and Eren (2008), 0, 25, 50 ve 100 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yaşlı yumurtacı tavuklarda hasarlı yumurta oranını (%) 3.88, 2.49, 2.92 ve 1.85 olarak tespit edilerek, rasyona ilave edilen farklı seviyelerdeki B'nin yumurtacı tavuklarda hasarlı yumurta oranını mevcut çalışmaya benzer şekilde iyileştirdiğini bildirmişlerdir ($P<0.01$).

Ancak Olgun *et al.* (2009), 0, 100, 200 ve 300 mg/kg B (Borax Pentahydrate) içeren rasyonlarla beslenen 78 haftalık yumurtacı tavuklarda ortalama hasarlı yumurta oranını (%) sırasıyla, 1.66, 3.51, 3.20 ve 3.02; Mızrak *et al.* (2010), 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda hasarlı yumurta oranını (%) 0.36, 0.28, 0.32, 0.43 ve 0.47; Olgun (2011), 0, 60, 120 ve 240 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenen 26 haftalık yumurtacı tavuklarda hasarlı yumurta oranını (%) 0.69, 0.72, 0.79 ve 1.28 olarak tespit etmişler ve yumurta tavuk rasyonlarına B ilavesinin hasarlı yumurta oranına etkisinin önemli ($P>0.05$) olmadığını bildirmişlerdir. Eren *et al.* (2004), 0, 5, 10, 50, 100, 200, 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen Hyline Brown ırkı yumurtacı tavuklarda ortalama hasarlı yumurta oranını (%) sırasıyla 4.84, 6.85, 4.56, 5.17, 4.62, 7.85 ve 10.88 olarak tespit ederek; rasyona 200 mg/kg ve üzeri B ilavesinin hasarlı yumurta oranını arttırdığını ($P<0.01$) bildirmişlerdir. Rasyona ilave edilen B'nin yumurta tavuklarında hasarlı yumurta oranını değiştirmedikinin veya olumsuz etkilediğinin görüldüğü çalışmalarla mevcut çalışma arasındaki farklılıklardan hayvanların yaşları ve yumurtlama dönemlerindeki farklılıkların sorumlu olabileceği düşünülmektedir.

4.2. Yumurta Kalitesine Ait Bulgular

“Yumurta kalitesi” veya “yumurta kabuk kalitesi” terimi yumurtanın tüketici tarafından kabulünü etkileyen birçok özelliği içine alır. Bu özellikler, yumurtanın tavuktan

tüketiciye taşınması sırasında kabuğun sağlam kalabilmesiyle ilgili özelliklerdir. Mevcut literatür bilgilerine göre ekonomik olarak en önemli yumurta kabuk kalite kriteri kabuk kırılma mukavemetidir. Kabuk kırılma mukavemeti birçok çalışmada kabuk kalitesine etkileri incelenen faktörlere en hassas parametre olurken, kabuk kalınlığı bu parametreler içinde hassasiyeti en düşük parametre olarak bildirilmiştir (Olgun 2011).

Yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 75 ve 150 mg/kg B ilave edilmesi ile oluşturulan rasyonlarla on iki hafta sürdürülen çalışmada, yumurta kalite özelliklerini belirlemek amacı ile denemenin birinci, ikinci ve üçüncü aylarında her gruptan rastgele seçilen 18 adet ve toplamda ise 72 adet yumurta kullanılarak yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kırılma mukavemeti, kabuk kalınlığı ve kabuk ağırlığına ait bulgular tespit edilmiştir.

4.2.1. Yumurta ağırlığı

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin yumurta ağırlığına etkisi Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen yumurta ağırlık (g) değerleri; 1. ayda sırasıyla 65.52, 66.18, 68.57 ve 70.31 g iken, 2. ayda sırasıyla 64.25, 65.31, 66.24 ve 67.16 g; 3. ayda ise sırasıyla 65.10, 64.24, 64.74 ve 64.26 g olarak bulunmuştur. Denemenin tamamına bakıldığında en düşük yumurta ağırlığı 3. ayda 64.24 g ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta olurken, en yüksek yumurta ağırlığı 1. ayda 70.31 g ile 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Yumurta ağırlığı seviye grup ortalama değerleri (0, 50, 75 ve 150 mg/kg için) sırasıyla 64.96, 65.24, 66.52 ve 67.24 g olup, en düşük yumurta ağırlığı değeri 64.96 g ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek yumurta ağırlığı değeri ise 67.24 g ile 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Yumurta ağırlığı seviye grup ortalama değerleri B ilavesinden özellikle 150 mg/kg B seviyesinde olumlu bir şekilde etkilenmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 4.3 Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Yumurta Ağırlığı ve Yumurta Kabuk Kalite Kriterlerine Etkisi

| Bor seviyesi, mg/kg | Aylar | | | | |
|---|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------|
| | 1. ay | 2. ay | 3. ay | Grup Ort. | Ay P |
| Yumurta Ağırlığı(g) | | | | | |
| 0 | 65.52±4.40 ^c | 64.25±4.08 | 65.10±5.05 | 64.96±4.47 ^b | |
| 50 | 66.18±3.65 ^{bc} | 65.31±3.90 | 64.24±4.67 | 65.24±4.10 ^b | |
| 75 | 68.57±4.59 ^{ab} | 66.24±4.81 | 64.74±4.33 | 66.52±4.77 ^{ab} | |
| 150 | 70.31±3.75 ^a | 67.16±5.28 | 64.26±3.46 | 67.24±4.85 ^a | |
| Ay Ort. | 67.65±4.47 ^A | 65.74±4.59 ^B | 64.58±4.34 ^B | 65.99±4.62 | 0.000 |
| Grup P | 0.003 | 0.263 | 0.923 | 0.022 | |
| Şekil İndeksi (%) | | | | | |
| 0 | 75.22±2.19 | 75.41±1.87 | 75.05±2.54 | 75.23±2.18 | |
| 50 | 75.72±2.16 | 75.06±2.40 | 76.22±2.06 | 75.67±2.22 | |
| 75 | 74.97±1.73 | 74.83±2.81 | 74.14±2.44 | 74.65±2.36 | |
| 150 | 75.19±2.19 | 75.64±2.59 | 75.86±2.41 | 75.56±2.37 | |
| Ay Ort. | 75.28±2.05 | 75.24±2.41 | 75.32±2.46 | 75.28±2.30 | 0.977 |
| Grup P | 0.740 | 0.760 | 0.050 | 0.096 | |
| Kırılma Muk. (kg/cm²) | | | | | |
| 0 | 2.15±1.07 ^a | 1.22±0.57 ^b | 1.36±0.79 | 1.58±0.92 | |
| 50 | 2.26±0.87 ^a | 1.78±0.93 ^{ab} | 2.06±0.93 | 2.03±0.95 | |
| 75 | 1.85±1.02 ^{ab} | 2.16±1.15 ^a | 1.50±0.96 | 1.84±1.06 | |
| 150 | 1.24±0.77 ^c | 2.08±0.90 ^a | 1.72±1.08 | 1.68±0.97 | |
| Ay Ort. | 1.88±1.02 | 1.81±0.97 | 1.66±0.96 | 1.84±1.06 | 0.372 |
| Grup P | 0.010 | 0.013 | 0.139 | 0.066 | |
| Kabuk Ağırlığı(g) | | | | | |
| 0 | 7.85±0.62 | 7.38±0.65 | 7.47±0.82 | 7.58±0.72 | |
| 50 | 7.93±0.66 | 7.71±0.70 | 7.60±0.65 | 7.75±0.67 | |
| 75 | 8.14±0.62 | 7.75±0.71 | 7.54±0.91 | 7.81±0.79 | |
| 150 | 8.20±0.57 | 7.64±0.88 | 7.56±0.72 | 7.80±0.77 | |
| Ay Ort. | 8.03±0.62 ^A | 7.62±0.74 ^B | 7.54±0.77 ^B | 7.73±0.74 | 0.000 |
| Grup P | 0.271 | 0.425 | 0.965 | 0.258 | |
| Kabuk Kalınlığı (mm) | | | | | |
| 0 | 0.41±0.04 | 0.42±0.04 | 0.38±0.04 | 0.40±0.05 | |
| 50 | 0.40±0.05 | 0.42±0.04 | 0.40±0.03 | 0.41±0.04 | |
| 75 | 0.42±0.05 | 0.40±0.03 | 0.36±0.10 | 0.39±0.07 | |
| 150 | 0.41±0.04 | 0.40±0.04 | 0.37±0.05 | 0.39±0.05 | |
| Ay Ort. | 0.41±0.05 ^A | 0.41±0.04 ^A | 0.37±0.06 ^B | 0.40±0.05 | 0.000 |
| Grup P | 0.610 | 0.449 | 0.284 | 0.565 | |

A,B,C,D,E; Aynı satırdaki, a,b,c; Aynı sütündeki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. Değerler, ortalama±standart sapma olarak verilmiştir

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin (0, 50, 75 ve 150 mg/kg) yumurta ağırlığı aylar içi gruplar arası farklılıklara etkisi 1. ayda önemli (P<0.01), 2 ve 3. aylarda gruplar

arasındaki fark önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Birinci ayda en düşük yumurta ağırlığı 65.52 g ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olurken, en yüksek yumurta ağırlığı 70.31 g ile 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta gözlenmiştir. 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grubun yumurta ağırlığı 0, 50 ve 75 mg/kg B ilave edilen rasyonlarla beslenen grupların yumurta ağırlığından yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur. Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin yumurta ağırlığı aylar içi gruplar arası farklılıklara etkisi 2 ve 3. aylarda önemsiz ($P>0.05$) olmakla beraber, B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplarda rakamsal bir artış gözlenmiştir.

Yumurta ağırlıklarının ay ortalamaları arasındaki farklılıklar ise önemli ($P<0.01$) olmuştur. Rasyon B seviye gruplarına göre (0, 50, 75 ve 150 mg/kg B) yumurta ağırlığı ay ortalamaları sırasıyla 67.65, 65.74 ve 64.58 g iken genel ortalama 65.99 g olarak tespit edilmiştir. En yüksek yumurta ağırlığı 67.65 g ile 1. ayda, en düşük yumurta ağırlığı 64.58 g ile 3. ayda bulunmuştur. Yumurta ağırlık 1. ay değerleri, 2 ve 3. ay değerlerinden yüksek olduğu belirlenerek ($P<0.01$), zamanın yumurta ağırlığına etkisinin olumsuz olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan hayvanların 62-74 haftalık oldukları düşünüldüğünde bu durum son derece normal olarak karşılanabilir, zira hayvanların yaşları ilerledikçe yumurta ağırlıklarının azalması beklenen bir durumdur.

Kanatlı rasyonlarına farklı seviye ve formda B ilavesinin yumurta ağırlığına etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut çalışma sonuçları arasında tam bir uyumdan söz edilemez. Rasyona belirli düzeylerde B ilavesiyle yumurta tavuklarında yumurta ağırlığının değiştiğini gözlemleyen çeşitli araştırmacıların (Wilson and Ruzler 1996; 1998; Kurtoğlu *et al.* 2002; Grossu *et al.* 2005) bulguları ile mevcut araştırma bulguları arasında paralellik görülmemiştir. Wilson and Ruzler (1996), 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda yumurta ağırlık ortalamalarını sırasıyla 64.2, 63.2, 63.7 ve 61.1 g; Kurtoğlu *et al.* (2002), 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm seviyelerindeki B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda yumurta ağırlığını 62.67, 64.09, 63.80, 63.80, 63.25 ve 62.87 g olarak tespit ederek, yumurta tavuk rasyonlarına farklı seviye ve formda B ilavesinin yumurta ağırlığına etkisinin önemli olmadığını bildirmişlerdir ($P>0.05$). Wilson and Ruzler

(1998), 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda yumurta ağırlığını sırasıyla 60.56, 61.46, 59.54, 59.46 ve 59.5 g; Eren *et al.* (2004), 0, 5, 10, 50, 100, 200, 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda yumurta ağırlığını 57.18, 57.58, 56.43, 56.70, 55.7, 54.49 ve 52.62 g olarak tespit ederek, yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviye ve formda B ilavesinin yumurta ağırlığını düşürdüğünü ($P<0.05$) bildirmişlerdir. Grossu *et al.* (2005), yumurtacı tavukları 0, 25, 40, 90 ppm B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada yumurta ağırlığını sırasıyla 66.30, 66.00, 64.20 ve 65. g olarak tespit etmişlerdir ve B ilaveli rasyonlarla beslenen grupların yumurta ağırlığının kontrol grubuna göre kısmi azalma gösterdiğini ($P>0.05$) bildirmişlerdir.

Öte yandan rasyona belirli düzeylerde B ilavesiyle yumurtacı tavuklarda yumurta ağırlığının etkilerini inceleyen daha önceki çalışmalardan Yeşilbağ and Eren (2008)'in bulguları ile mevcut araştırma bulguları arasında paralellik gözlemlenmiştir. Yeşilbağ and Eren (2008), 0, 25, 50 ve 100 mg/kg borik asit içeren rasyonlarla beslenen yaşlı yumurtacı tavuklarda yumurta ağırlık değerlerini sırasıyla 67.67, 71.05, 69.95 ve 70.14 g olarak belirleyerek, B ilave edilmiş rasyonlarla beslenen gruplarda yumurta ağırlığının kontrol grubundan daha üstün olduğunu ($P<0.01$) tespit etmişlerdir. Rasyona farklı seviye ve formda ilave edilen B'nin yumurtacı tavuklarda yumurta ağırlığını etkilemediği ya da olumsuz etkilediğinin görüldüğü çalışmalarda B kaynağı, araştırma şartları ve ayrıca deneme materyali olan hayvanların genotip, yaşı ve yumurtlama dönemlerindeki farklılıkların etkili olabileceği düşünülmektedir. Mevcut çalışmada rasyonda artan ilave B seviyesiyle paralel olarak yumurta ağırlığının arttığı ve en yüksek yumurta ağırlığı değerlerinin 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla yemlenen grupta olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle adı geçen B seviyesinin yumurta ağırlığına olumlu etkisinin olabileceği düşünülmektedir.

4.2.2. Şekil indeksi

Yumurta üretiminde yumurtanın dış görünümü, tüketicinin gözüne hitap eden önemli bir kalite kriteridir. Normalde yumurta şekil indeksinin 72-78 arasında olması arzu

edilir. 78'den daha büyük şekil indeksine sahip yumurtalar yuvarlak, 72'den daha küçük şekil indeksine sahip yumurtalar ise uzun kabul edilir (Mutaf 1981).

Yumurtaların normal şekil indeksine sahip olması pazarlama açısından büyük önem taşımaktadır. Aşırı uzun ya da toparlak yumurtaların pazarlama ve taşıma için yapılan paketlemede problemlere sebep olduğu bilinmektedir. Yine anormal şekilli ve kabuğu pürüzlü yumurtalar tüketici tarafından tercih edilmemektedir (Çelebi ve Macit 2003).

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin şekil indeksine etkisi Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen şekil indeksi (%) değerleri; 1. ay sonunda sırasıyla 75.22, 75.72, 74.97 ve 75.19 iken, 2. ay sonunda sırasıyla 75.41, 75.06, 74.83 ve 75.64; 3. ay sonunda ise sırasıyla 75.05, 76.22, 74.14 ve 75.86 olarak belirlenmiştir. Denemenin tamamında en düşük şekil indeksi 3. ay sonunda %74.14 ile 75 mg/kg B ilave edilmiş rasyonlarla beslenen grupta olurken, en yüksek şekil indeksi (%) yine 3. ay sonunda %76.22 ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin şekil indeksi (%) üzerine etkisi seviye grup ortalamalarında önemsiz ($P>0.05$) olmuş ve sırasıyla %75.23, 75.67, 74.65 ve 75.56 olarak bulunmuştur.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin şekil indeksi (%) üzerine etkisi hem ay ortalamalarında hem de aylar içi gruplar arasında önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Şekil indeksi ay ortalama değerleri sırasıyla %75.28, 75.24 ve 75.32 iken genel ortalama %75.28 olarak tespit edilmiştir. Araştırma bulgularına göre şekil indeksi (%) değerlerinin 74.14-76.22 arasında olması söz konusu değerlerin arzu edilen ve olması gereken sınırlar içerisinde yer aldığını göstermektedir.

Mevcut araştırma bulguları ile daha önceki yıllarda yapılan çalışmalar arasında paralellik mevcuttur. Eren *et al.* (2004), yumurtacı tavukları 0, 5, 10, 50, 100, 200, 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, şekil indeksini (%)

sırasıyla 80.66, 79.69, 79.94, 80.60, 80.41, 80.78 ve 80.10 olarak tespit ederek, % şekil indeksine B'nin etkisinin önemsiz ($P>0.05$) olduğunu bildirmişlerdir. Olgun *et al.* (2009), tüy dökümüne zorlanan 78 haftalık yumurtacı tavukları 0, 100, 200 ve 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, şekil indeksini (%) sırasıyla 74.72, 75.25, 75.12 ve 74.07; Mızrak *et al.* (2010), yumurtacı tavukları 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, şekil indeksini (%) 77.3, 77.5, 77.0, 77.4 ve 77.3 olarak belirlemişlerdir. Söz konusu çalışmalarda rasyona ilave edilen B'nin yumurta şekil indeksine etkisi mevcut araştırmaya benzer şekilde önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

4.2.3. Kırılma mukavemeti

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin kabuk kırılma mukavemetine etkisi Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen kabuk kırılma mukavemeti (kg/cm^2) değerleri; 1. ay sonunda sırasıyla 2.15, 2.26, 1.85 ve 1.24 kg/cm^2 iken, 2. ay sonunda sırasıyla 1.22, 1.78, 2.16 ve 2.08 kg/cm^2 ; 3. ay sonunda ise sırasıyla 1.36, 2.06, 1.50 ve 1.72 kg/cm^2 olarak belirlenmiştir. Denemenin tamamında en düşük kabuk kırılma mukavemeti 2. ay sonunda, 1.22 kg/cm^2 ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek kırılma mukavemeti 1. ay sonunda 2.26 kg/cm^2 ile 50 mg/kg B ilave edilen rasyonla beslenen grupta gözlenmiştir. Kabuk kırılma mukavemeti (kg/cm^2) seviye grup ortalamaları (0, 50, 75 ve 150 mg/kg için) sırasıyla 1.58, 2.03, 1.84 ve 1.68 olup, rasyona ilave edilen B'nin seviye grupları ortalama kabuk kırılma mukavemetine (kg/cm^2) etkisi önemsiz olmakla ($P>0.05$) birlikte, ilave B başta 50 mg/kg B seviyesi olmak üzere bütün seviye grup ortalamalarında kabuk kırılma mukavemetini sayısal olarak artırmıştır.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin kabuk kırılma mukavemeti (kg/cm^2) üzerine etkisi aylar içi gruplar arası farklılıklar 1 ve 2. aylarda önemlidir ($P<0.05$). Denemenin birinci ayında en düşük kırılma mukavemeti değeri 1.24 kg/cm^2 ile 150 mg/kg B ilaveli

rasyonla beslenen grupta, en yüksek kırılma mukavemeti 2.26 kg/cm^2 ile 50 mg/kg B ilave edilen rasyonla beslenen grupta olurken, 0 ve 50 mg/kg B ilaveli gruplar 75 ve 150 mg/kg B ilaveli gruplardan daha yüksektir ($P < 0.05$). Denemenin ikinci ayında en düşük kırılma mukavemeti değeri 1.22 kg/cm^2 ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek kırılma mukavemeti 2.16 kg/cm^2 ile 75 mg/kg B ilave edilen rasyonla beslenen grupta olup, yumurta kabuğu kırılma mukavemeti değerleri 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplarda 0 ve 50 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplardan daha yüksek ($P < 0.05$) bulunmuştur. Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin kabuk kırılma mukavemeti ay ortalamalarına etkisi önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur.

Önceki yıllarda rasyona B ilavesinin kabuk kırılma mukavemetine etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları arasında büyük ölçüde benzerlik bulunmaktadır. Eren *et al.* (2004), Hyline Brown ırkı yumurtacı tavukları 0 , 5 , 10 , 50 , 100 , 200 , 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, kırılma mukavemetini (kg/cm^2) sırasıyla 3.96 , 3.74 , 3.91 , 3.73 , 3.75 , 4.02 ve 3.71 ; Olgun *et al.* (2009) tüy dökümüne zorlanan 78 haftalık Beyaz Leghorn ırkı yumurtacı tavukları 0 , 100 , 200 ve 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, yumurta kabuğu kırılma mukavemetini (N) 24.97 , 25.53 , 25.65 , 24.53 ; Mızrak *et al.* (2010) damızlık yumurtacı tavukları 0 , 25 , 50 , 100 ve 200 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, yumurta kabuk kırılma mukavemetini (N) 32.13 , 33.27 , 32.02 , 32.11 ve 32.02 ; Olgun (2011) 26 haftalık yumurtacı tavukları 0 , 60 , 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada yumurta kabuk kırılma mukavemetini (kg/cm^2) 4.150 , 4.177 , 4.082 ve 4.098 olarak tespit etmişlerdir. Söz konusu çalışmalarda yumurta tavuk rasyonlarına farklı seviye ve formda B ilavesinin yumurta kabuğu kırılma mukavemetine etkisinin mevcut çalışmada olduğu gibi önemsiz olduğu bildirilmiştir ($P > 0.05$).

Ancak Yeşilbağ and Eren (2008) yaşlı yumurtacı tavukları 0 , 25 , 50 ve 100 mg/kg seviyelerinde borik asit içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, yumurta kabuğu kırılma mukavemetini (N) sırasıyla 33.02 , 36.95 , 39.07 ve 38.16 olarak tespit ederek,

rasyona borik asit ilavesinin kabuk kırılma mukavemetini artırdığını bildirmişlerdir ($P<0.01$). Mevcut araştırma bulguları ile Yeşilbağ and Eren (2008)'in çalışmaları arasındaki bu farklılığın denemede kullanılan bazal yemin mineral düzeyi, hayvanların genotipi ve kullanılan B kaynağının farklı olması gibi faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir.

4.2.4. Kabuk ağırlığı

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin kabuk ağırlığına etkisi Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin yumurta kabuk ağırlığı (g) üzerine etkisi 0, 50, 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplarda 1. ay sonunda sırasıyla 7.85, 7.93, 8.14 ve 8.20 g iken, 2. ay sonunda sırasıyla 7.38, 7.71, 7.75 ve 7.64 g; 3. ay sonunda ise sırasıyla 7.47, 7.60, 7.54 ve 7.56 g olarak belirlenmiştir. Denemenin tamamında en düşük kabuk ağırlığı 2. ayda 7.38 g ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek kabuk ağırlığı 1. ayda 8.20 g ile 150 mg/kg B ilave edilen rasyonla beslenen grupta gözlenmiştir. Kabuk ağırlığı seviye grup ortalamaları sırasıyla 7.58, 7.75, 7.81 ve 7.80 g olmuş ve rasyona ilave edilen B'nin seviye grupları ortalama kabuk ağırlığına etkisi önemsiz olmakla ($P>0.05$) birlikte, ilave B bütün seviye grup ortalamalarında kabuk ağırlığını sayısal olarak artırmıştır.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin kabuk ağırlığına etkisi aylar içi gruplar arası farklılıkların önemli olmadığı ($P>0.05$) gözlenmiştir. Yumurta kabuk ağırlığı ay ortalamaları sırasıyla 8.03, 7.62 ve 7.54 g olarak belirlenmiştir. Yumurta kabuk ağırlığı 1.ay ortalaması diğer ay ortalamalarından daha yüksek ($P<0.01$) olmuştur ve yumurta kabuk ağırlığına zamanın etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Denemede kullanılan hayvanların 62-74 haftalık olmaları dolayısıyla hayvanların ilerleyen yaşlarının kabuk ağırlığını olumsuz bir şekilde etkilediği düşünülmektedir.

Rasyona B ilavesinin kabuk ağırlığına etkisinin araştırıldığı önceki çalışma sonuçları ile mevcut çalışma sonuçları arasında paralellik gözlenmiştir. Rossi *et al.* (1993) damızlık etlik piliç, Olgun *et al.* (2009) tüy döktürülmüş yumurtacı tavuk ve Olgun (2011) yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviye ve formda B ilavesinin kabuk ağırlığını etkilemediğini bildirmişlerdir. Ancak Grossu *et al.* (2005), mısır ve soya esaslı rasyona B ilavesinin yumurta kabuk ağırlığını kontrole göre önemli ölçüde düşürdüğünü ($P<0.05$) bildirmişlerdir.

4.2.5. Kabuk kalınlığı

Yumurta kabuk kalınlığı, kabuk kalitesiyle ilgili ölçütlerden biri olup, kabuk dayanıklılığını doğrudan etkileyen en önemli faktördür. Yumurta kabuk kalınlığı yumurtaların toplanması, yıkanması, sınıflandırılması, paketlenmesi, nakliyesi ve depolanmasında çok önemli bir parametredir (Şenköylü ve Meriç 1989; Çelebi ve Macit 2003).

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin kabuk kalınlığına etkisi Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin yumurta kabuk kalınlığı (mm) üzerine etkisi 0, 50, 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplarda 1. ay sonunda sırasıyla 0.41, 0.40, 0.42 ve 0.41 mm; 2. ay sonunda sırasıyla 0.42, 0.42, 0.40 ve 0.40 mm; 3. ay sonunda sırasıyla 0.38, 0.40, 0.36 ve 0.37 mm iken, seviye grup ortalamaları ise sırasıyla 0.40, 0.41, 0.39 ve 0.39 mm olarak belirlenmiştir. Denemenin tamamında en düşük kabuk kalınlığı 3. ay sonunda 0.36 mm ile 75 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta iken 0.37 mm ile yine aynı dönem 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Seviye grup ortalamaları arasında en düşük ortalama kabuk kalınlığı değeri 0.39 mm ile 75 ve 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen gruplarda olurken, en yüksek ortalama kabuk kalınlığı 0.41 mm ile 50 mg/kg B ilave edilmiş grupta gözlenmiştir. Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin kabuk kalınlığına etkisi hem aylar içi gruplar arası hem de seviye grup

ortalamalarında önemsizdir ($P>0.05$). Bu sonuçlara dayanılarak rasyona 50 mg/kg B ilavesinin kabuk kalınlığını rakamsal olarak olumlu şekilde etkilediği söylenebilir. Yumurta kabuk kalınlığına zamanın etkisi önemli ($P<0.01$) olup, ay ortalamaları (1, 2 ve 3. aylarda) sırasıyla 0.41, 0.41 ve 0.37 mm olarak belirlenmiş ve 1 ve 2. aylarda ortalama kabuk kalınlığının 3. aydan yüksek ($P<0.01$) olduğu gözlenmiştir. Deneme hayvanlarının 62-74 haftalık ve 3. yumurtlama döneminde oldukları göz önünde tutulduğunda yumurta kabuk kalınlığındaki düşüşün kemik Ca depolarındaki azalmanın bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

Önceki yıllarda rasyona B ilavesinin kabuk kalınlığına etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları arasında kısmi uyum görülmektedir. Eren *et al.* (2004), Hyline Brown ırkı yumurtacı tavukları 0, 5, 10, 50, 100, 200, 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, yumurta kabuk kalınlığını sırasıyla 38.23, 38.61, 39.02, 38.74, 38.79, 38.50 ve 38.99 mm/10²; Olgun *et al.* (2009) tüy dökümüne zorlanan 78 haftalık yumurtacı tavukları 0, 100, 200 ve 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, kabuk kalınlığını 0.40, 0.38, 0.39 ve 0.39 mm; Mızrak *et al.* (2010) yumurtacı tavukları 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, yumurta kabuk kalınlığını 0.29, 0.29, 0.29, 0.29 ve 0.29 mm olarak belirleyen araştırmacılar (Eren *et al.* 2004; Olgun *et al.* 2009; Mızrak *et al.* 2010) rasyona farklı seviye ve formda B ilavesinin kabuk kalınlığını etkilemediğini bildirmişlerdir ($P>0.05$).

Ancak Yeşilbağ and Eren (2008), yaşlı yumurtacı tavukları 0, 25, 50 ve 100 mg/kg borik asit içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, yumurta kabuk kalınlığını sırasıyla 0.33, 0.34, 0.36 ve 0.36 mm olarak tespit edip, rasyona B ilavesinin kabuk kalınlığını olumlu yönde etkilediğini bildirirlerken ($P<0.01$); Olgun (2011), 26 haftalık yumurtacı tavukları 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, yumurta kabuk kalınlığını sırasıyla 37.59, 37.25, 36.91 ve 36.72 mm² olarak belirleyip rasyona B ilavesinin kabuk kalınlığını olumsuz yönde etkilediğini ($P<0.05$) bildirmiştir. İlave B'nin yumurtacı tavuklarda kabuk kalınlığını olumlu veya olumsuz etkilediğinin görüldüğü çalışmalar ile mevcut çalışma arasındaki farklılıklardan deneme

materyali olan hayvanın genotipi, kullanılan rasyonun kimyasal kompozisyonu ve çalışma şartlarının sorumlu olabileceği düşünülmektedir.

4.3. Serum Parametrelerine Ait Bulgular

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilave edilerek on iki hafta sürdürülen çalışmada lipid bileşimi (polarlipid, diaçilgliserol, triaçilgliserol, kolesterol ve hidrokarbon+kolesterol esteri), lipid peroksidasyonu, protein profili, mineral elementleri (B, Cu, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe, Na ve P) ve klinik kimya parametreleri incelenerek yerli ve yabancı dilde yazılmış kaynaklardan yararlanılarak tartışılmıştır.

4.3.1. Serum lipid bileşimi

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin serum lipid bileşimine etkisi Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Serum Lipid Bileşimi (%) ve Lipid Peroksidasyonuna Etkisi

| Bor seviyesi mg/kg | Polarlipid PL | Diaçilgliserol DAG | Triaçilgliserol TAG | Kolesterol KOL | Hidrokarbon Kolesterol E. HC+KOL-E | Peroksidasyon LPO (nmol/gdoku) |
|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 0 | 14.91±0.54 ^b | 2.59±0.44 | 61.03±1.72 ^{ab} | 12.97±0.55 ^a | 8.81±2.30 | 3.70±0.36 ^{ab} |
| 50 | 15.69±1.16 ^b | 2.09±0.31 | 60.88±1.90 ^{ab} | 12.52±0.60 ^{ab} | 8.83±1.70 | 3.89±0.35 ^a |
| 75 | 14.88±1.10 ^b | 2.19±0.34 | 62.89±1.43 ^a | 12.14±0.38 ^{bc} | 7.91±1.29 | 3.54±0.21 ^b |
| 150 | 17.68±3.39 ^a | 2.00±0.45 | 59.29±3.27 ^b | 11.57±0.71 ^c | 9.46±1.91 | 3.40±0.42 ^b |
| Ort | 15.79±2.14 | 2.14±0.38 | 61.02±2.46 | 12.30±0.76 | 8.75±1.83 | 3.63±0.38 |
| P | 0.020 | 0.571 | 0.026 | 0.000 | 0.425 | 0.017 |

a,b,c; Aynı sütundaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir
Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde ilave edilen B'nin serum lipid bileşenlerinden diaçilgliserol ve hidrokarbon+kolesterol esteri düzeylerine etkisi önemsiz olurken ($P>0.05$), polarlipid, triaçilgliserol ($P<0.05$) ve kolesterol düzeylerine etkisi önemli ($P<0.01$) olmuştur.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen 0, 50, 75 ve 150 mg/kg düzeylerindeki B'nin serum lipid bileşenlerinden olan polarlipid (%) üzerine etkisi sırasıyla 14.91, 15.69, 14.88 ve 17.68 iken, ortalama polarlipid oranı %15.79 olarak tespit edilmiştir. En düşük polarlipid oranı %14.88 ile 75 mg/kg B ilaveli, en yüksek polarlipid oranı %17.68 ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grubun serum lipid bileşenlerinden polarlipid oranı diğer gruplardan yüksektir ($P<0.05$).

Yumurta tavuk rasyonlarına ilave edilen 0, 50, 75 ve 150 mg/kg düzeylerindeki B'nin serum lipid bileşenlerinden olan diaçilgliserol (%) üzerine olan etkisi sırasıyla 2.59, 2.09, 2.19 ve 2.00 iken ortalama diaçilgliserol oranı %2.14 olarak tespit edilmiştir. En düşük diaçilgliserol oranı %2.00 ile 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek diaçilgliserol oranı %2.59 ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıklar önemsizdir ($P>0.05$) ve rasyona ilave edilen B'nin serum lipid bileşenlerinden olan diaçilgliserolü rakamsal olarak düşürdüğü gözlenmiştir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen 0, 50, 75 ve 150 mg/kg düzeylerindeki B'nin serum lipid bileşenlerinden olan triaçilgliserol (%) üzerine olan etkisi sırasıyla 61.03, 60.88, 62.89 ve 59.29 iken ortalama triaçilgliserol %61.02 olarak tespit edilmiştir. En düşük triaçilgliserol oranı %59.29 ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek triaçilgliserol oranı %62.89 ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grubun triaçilgliserol oranı diğer gruplardan düşük ($P<0.05$) bulunmuştur. Bor'un toplam serum lipid profili içindeki triaçilgliserol oranına etkisi ile ilgili daha önceki yıllarda kanatlı hayvanlarla yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak, Naghii and Samman (1997), rat diyetlerine 0 ve 2 mg/kg seviyelerinde B ilavesiyle elde edilen serum triaçilgliserol değerlerini sırasıyla 1.13 ve 0.98 mmol/L olarak belirleyip, rasyona ilave edilen B'nin serum triaçilgliserol değerlerinde önemli ($P<0.05$) azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen 0, 50, 75 ve 150 mg/kg düzeylerindeki B'nin kolesterol oranı (%) üzerine olan etkisi sırasıyla 12.97, 12.52, 12.14 ve 11.57 iken, ortalama kolesterol oranı %12.30 olarak tespit edilmiştir. En düşük kolesterol oranı %11.57 ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta gözlenirken, en yüksek kolesterol oranı %12.97 ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Gruplar arasındaki farklılıklar önemli ($P<0.01$) olarak tespit edilmiştir. Rasyona ilave edilen B miktarı arttıkça toplam serum lipid profilindeki kolesterol oranı önemli derecede azalma göstermiştir. Geçmiş yıllarda rasyona B ilavesinin plazma veya serum lipidleri düzeylerine etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut çalışma sonuçları arasında kısmi bir uyum görülmektedir. Eren *et al.* (2006) Japon bıldırcını; Eren and Uyanık (2007) yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin serum total kolesterol seviyesini düşürdüğünü, Naghii and Samman (1997) ratlarda, Armstrong and Spears (2001) domuzlarda, Mızrak ve Ceylan (2009) damızlık yumurtacı tavuklarda rasyona farklı seviye ve formda B ilavesinin kan kolesterol seviyesini etkilemediğini, Armstrong *et al.* (2000) domuzlarda; Kurtoğlu *et al.* (2005) etlik piliçlerde rasyona B ilavesinin kan total kolesterolünü arttırdığını ($P<0.05$) bildirmişlerdir. Fakat mevcut araştırma bulguları; rasyona ilave edilen B'nin, serum total kolesterol miktarını etkilemediğini, toplam yağ içindeki kolesterol oranını düşürme (polar lipid oranını arttırdığı için) bakımından etkili olduğunu göstermektedir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen 0, 50, 75 ve 150 mg/kg düzeylerindeki B'nin serum lipid bileşenlerinden olan hidrokarbon+kolesterol ester oranı (%) üzerine olan etkisi sırasıyla 8.81, 8.83, 7.91 ve 9.46 iken, ortalama hidrokarbon+kolesterol ester oranı %8.75 olarak tespit edilmiştir. En düşük hidrokarbon+kolesterol ester oranı %7.91 ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek hidrokarbon+kolesterol ester oranı ise %9.46 ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grubun serum lipid bileşenlerinden hidrokarbon+kolesterol ester oranı diğer gruplardan rakamsal olarak daha yüksek bulunmuştur.

Kanatlı hayvan rasyonlarına B ilavesinin Yüksek Performanslı İnce Tabaka Kromatografi (YPİTK) metodu ile serum toplam lipid profilindeki bileşenlerden

polarlipid, diaçilgliserol, triaçilgliserol, kolesterol ve hidrokarbon+kolesterol ester oranlarına etkisinin incelendiği yerli ya da yabancı dilde yayınlanmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmadığı için bu özelliklerle ilgili farklı araştırmacıların verileriyle bir karşılaştırma yapılamamıştır.

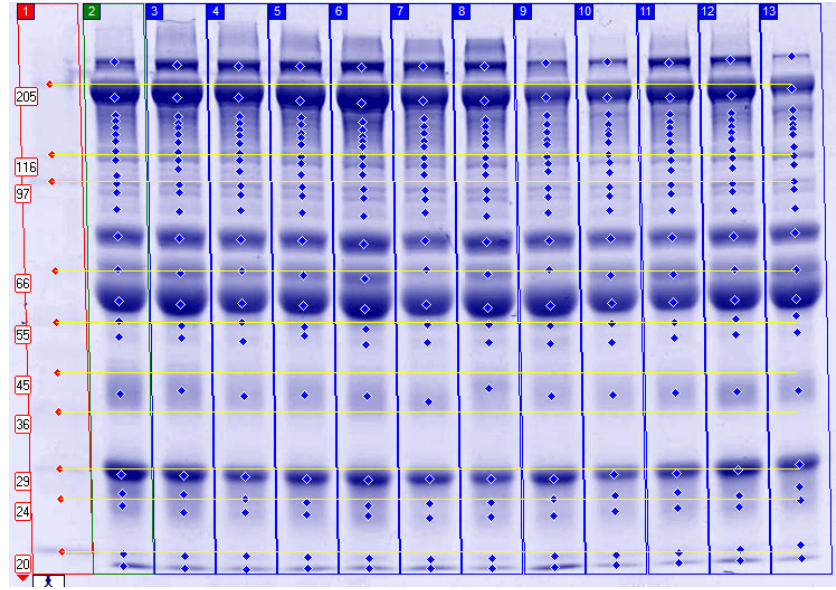
4.3.2. Serum lipid peroksidasyonu

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin serum lipid peroksidasyon (LPO) bileşimine etkisi Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Yumurta tavuk rasyonlarına ilave edilen 0, 50, 75 ve 150 mg/kg düzeylerindeki B'nin serum lipid peroksidasyonu üzerine olan etkisi sırasıyla 3.70, 3.89, 3.54 ve 3.40 nmol/g doku iken, lipid peroksidasyon ortalaması 3.63 nmol/g doku olarak tespit edilmiştir. En düşük lipid peroksidasyon değeri 3.40 nmol/g doku ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek lipid peroksidasyon değeri 3.89 nmol/gdoku ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta gözlemlenmiştir. 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupların serum lipid peroksidasyonu diğer grupların serum lipid peroksidasyonundan daha ($P<0.05$) düşüktür (artan polar lipid-fosfolipid dolayı). Kanatlı hayvan rasyonlarına B ilavesinin serum lipid peroksidasyonu oranlarına etkisinin incelendiği yerli ya da yabancı dilde yayınlanmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmadığı için bu özelliklerle ilgili farklı araştırmacıların verileriyle bir karşılaştırma yapılamamıştır.

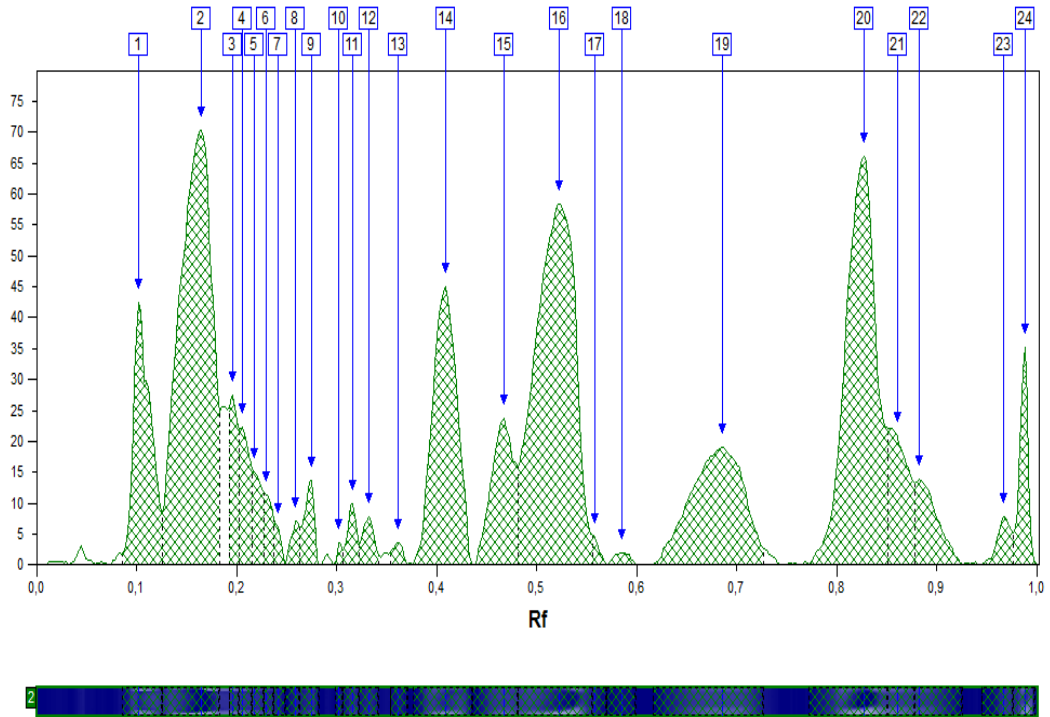
4.3.3. Serum protein elektroforezi

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin serum protein bileşimine etkisine ait elektroforetogram ve dansitometrik analiz sonuçları sırasıyla Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Çizelge 4.5'te verilmiştir.

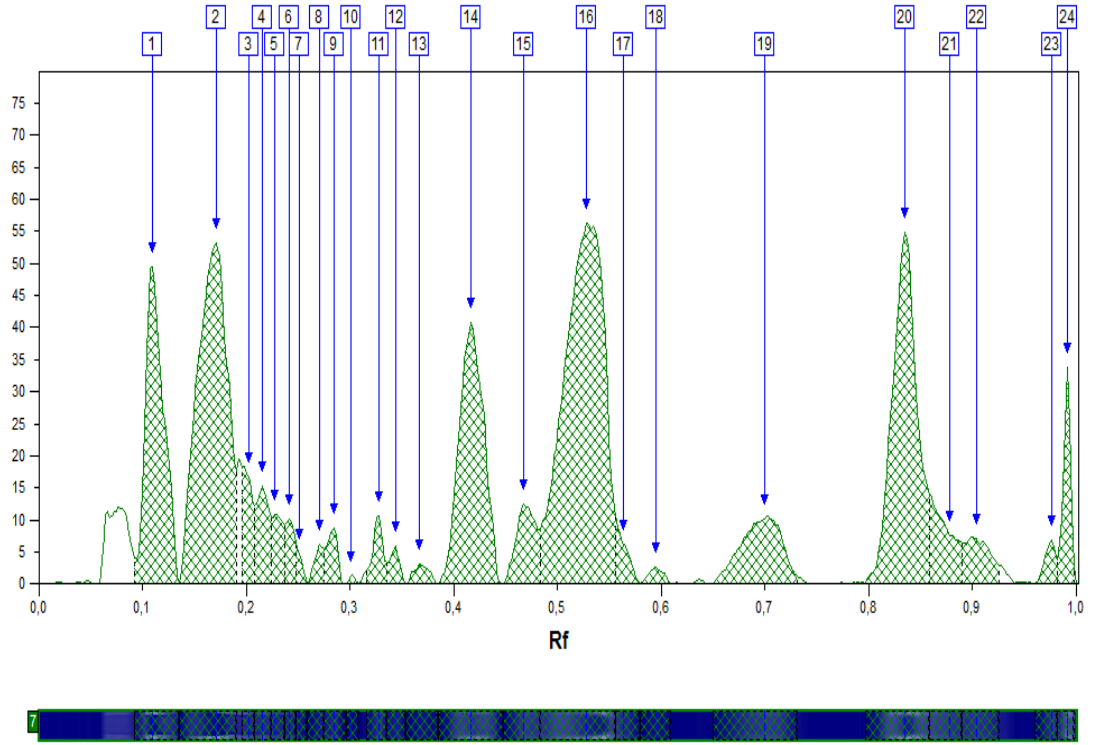


Şekil 4.1. Serum protein elektroforetogramı

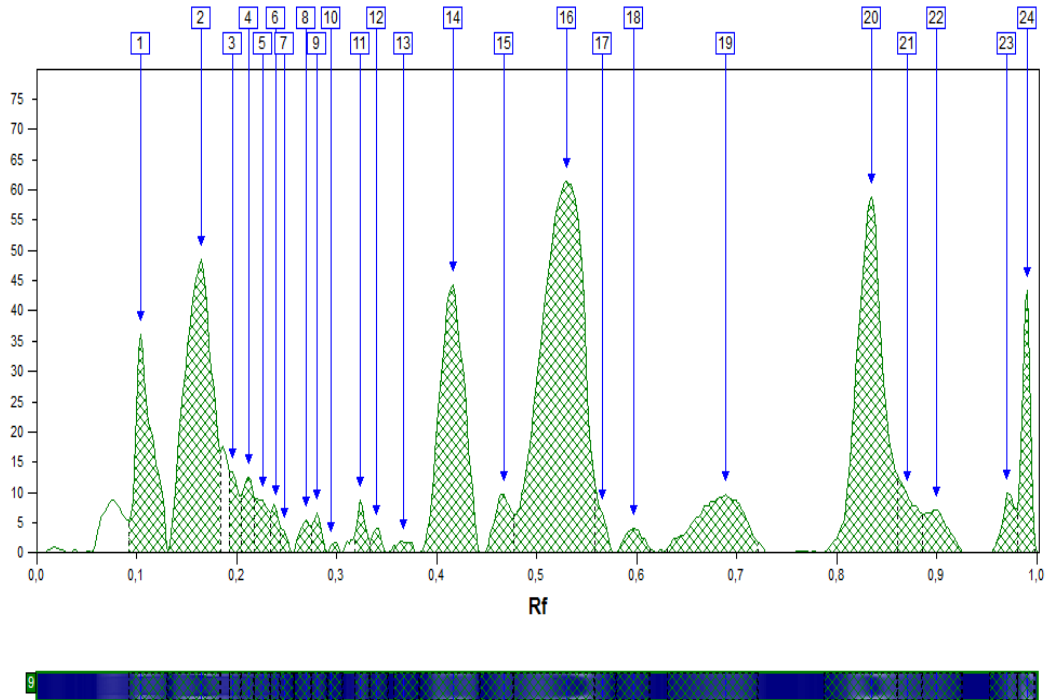
1. Kuyu: Moleküler ağırlık markeri; 2.-4. Kuyu: Kontrol grubu; 5.-7. Kuyu: 50 mg/kg Bor grubu; 8.-10. Kuyu: 75 mg/kg Bor grubu; 11.-13. Kuyu: 150 mg/kg Bor grubu.



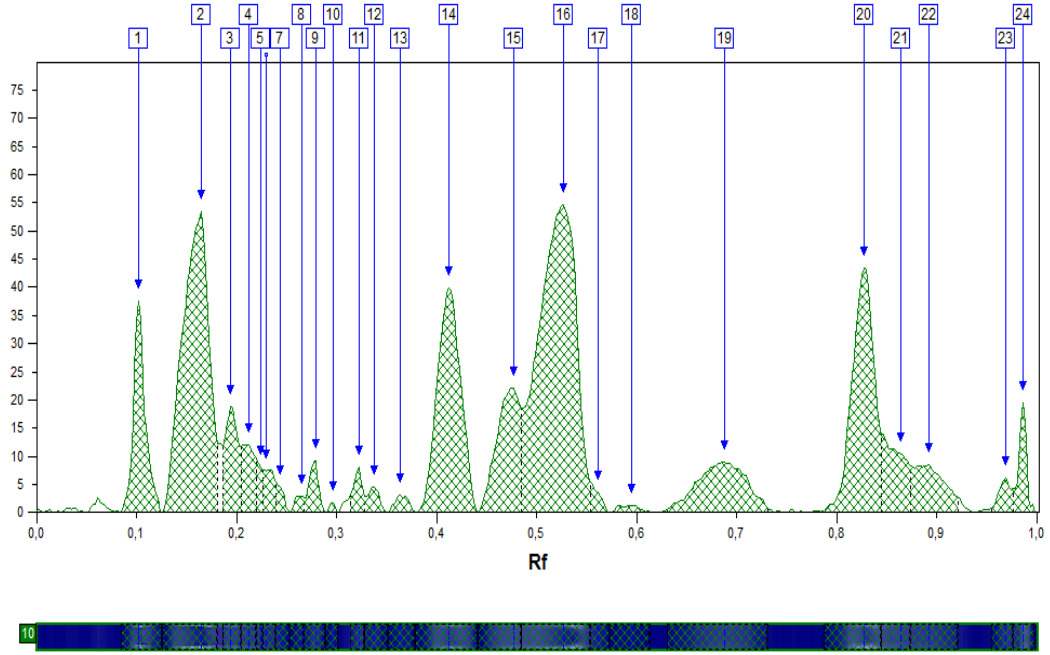
Şekil 4.2. Kontrol grubu serum örneklerinin dansitometrik analizi



Şekil 4.3. 50 mg/kg Bor grubu serum örneklerinin dansitometrik analizi



Şekil 4.4. 75 mg/kg Bor grubu serum örneklerinin dansitometrik analizi



Şekil 4.5. 150 mg/kg Bor grubu serum örneklerinin dansitometrik analizi

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde ilave edilen B'nin serum protein profili üzerine etkisi, farklı protein molekül ağırlıklarına farklı etkisi olmakla birlikte özellikle albumin, 66, 75, 161 ve 186 kDa molekül büyüklüğündeki proteinlerde farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir.

En düşük albumin miktarı 1.094 g protein/dl ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek albumin miktarı 1.181 g protein/dl ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre B ilave edilmemiş grubun albumin miktarı 50, 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla yemlenen gruplarından düşük olmuştur ($P < 0.01$). En düşük 66 kDa moleküler büyüklükteki protein miktarı 0.240 g protein/dl ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek miktarı 0.309 g protein/dl ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Bor ilave edilmemiş grubun 66 kDa moleküler büyüklükteki protein miktarı 50, 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla yemlenen gruplarından düşüktür ($P < 0.05$).

75 kDa moleküler büyüklükteki protein miktarı en düşük 0.534 g protein/dl ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek 0.655 g protein ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Bor ilave edilmemiş rasyonla beslenen 75 kDa moleküler büyüklükteki protein miktarı 50, 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla yemlenen gruplarınkinden düşüktür ($P<0.01$). Rasyona ilave edilen her düzeydeki B, serum protein profilinde 75 kDa moleküler büyüklükteki proteinin miktarını artırmıştır.

Çizelge 4.5. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Serum Protein Profiline (g/dl) Etkisi

| Protein kDa | Bor seviyesi, (mg/kg) | | | | Ort. | Grup P |
|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|--------|
| | 0 | 50 | 75 | 150 | | |
| 19 | 0.094±0.01 | 0.094±0.01 | 0.093±0.01 | 0.097±0.00 | 0.094±0.01 | 0.862 |
| 20 | 0.033±0.01 | 0.030±0.01 | 0.038±0.00 | 0.036±0.00 | 0.034±0.01 | 0.501 |
| 23 | 0.128±0.01 | 0.105±0.01 | 0.137±0.04 | 0.128±0.01 | 0.124±0.02 | 0.285 |
| 25 | 0.142±0.01 | 0.140±0.01 | 0.142±0.01 | 0.134±0.01 | 0.140±0.01 | 0.572 |
| 28 | 0.795±0.04 | 0.808±0.02 | 0.799±0.03 | 0.768±0.03 | 0.793±0.03 | 0.353 |
| 40 | 0.331±0.11 | 0.339±0.01 | 0.326±0.03 | 0.282±0.02 | 0.319±0.06 | 0.534 |
| 52 | 0.014±0.00 ^a | 0.008±0.00 ^b | 0.015±0.00 ^a | 0.015±0.00 ^a | 0.013±0.00 | 0.000 |
| 55 | 0.019±0.00 ^b | 0.021±0.00 ^b | 0.032±0.00 ^a | 0.022±0.00 ^b | 0.024±0.01 | 0.011 |
| Alb | 1.094±0.02 ^b | 1.146±0.03 ^a | 1.181±0.03 ^a | 1.170±0.03 ^a | 1.148±0.04 | 0.005 |
| 66 | 0.240±0.01 ^b | 0.309±0.03 ^a | 0.285±0.04 ^{ab} | 0.283±0.03 ^{ab} | 0.279±0.04 | 0.034 |
| 75 | 0.534±0.03 ^b | 0.655±0.02 ^a | 0.619±0.04 ^a | 0.649±0.02 ^a | 0.614±0.06 | 0.000 |
| 84 | 0.025±0.01 ^{ab} | 0.033±0.01 ^a | 0.026±0.01 ^{ab} | 0.019±0.00 ^b | 0.026±0.01 | 0.031 |
| 91 | 0.038±0.01 | 0.036±0.01 | 0.041±0.02 | 0.041±0.00 | 0.039±0.01 | 0.922 |
| 96 | 0.045±0.002 | 0.50±0.01 | 0.048±0.01 | 0.048±0.01 | 0.047±0.01 | 0.861 |
| 100 | 0.009±0.00 ^a | 0.004±0.00 ^c | 0.007±0.00 ^b | 0.006±0.00 ^{ab} | 0.007±0.00 | 0.003 |
| 111 | 0.055±0.01 | 0.064±0.00 | 0.059±0.01 | 0.056±0.01 | 0.058±0.01 | 0.527 |
| 119 | 0.043±0.01 ^a | 0.025±0.00 ^b | 0.020±0.01 ^b | 0.019±0.00 ^b | 0.027±0.01 | 0.006 |
| 129 | 0.020±0.00 | 0.019±0.00 | 0.022±0.01 | 0.022±0.01 | 0.021±0.00 | 0.854 |
| 137 | 0.047±0.01 | 0.040±0.00 | 0.039±0.00 | 0.039±0.01 | 0.041±0.01 | 0.189 |
| 145 | 0.072±0.01 ^a | 0.064±0.01 ^{ab} | 0.061±0.01 ^{ab} | 0.051±0.01 ^b | 0.061±0.01 | 0.035 |
| 153 | 0.106±0.02 | 0.088±0.00 | 0.092±0.01 | 0.087±0.00 | 0.093±0.01 | 0.104 |
| 161 | 0.100±0.00 ^b | 0.116±0.01 ^{ab} | 0.124±0.01 ^a | 0.123±0.01 ^a | 0.116±0.01 | 0.041 |
| 186 | 1.036±0.06 ^a | 1.092±0.04 ^a | 0.930±0.02 ^b | 0.920±0.03 ^b | 0.994±0.08 | 0.000 |
| 233 | 0.431±0.06 | 0.464±0.01 | 0.447±0.03 | 0.437±0.04 | 0.445±0.04 | 0.649 |
| | 5.45 g/dl | 5.75 g/dl | 5.58 g/dl | 5.45 g/dl | | |

a,b,c; Aynı satırdaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir

161 kDa moleküler büyüklükteki proteinin en düşük miktarı 0.100 g protein/dl ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek miktarı 0.124 g protein/dl ile

75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre B ilave edilmiş grubun 161 kDa büyüklüğündeki protein miktarı 50, 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla yemlenen gruplarınkinden düşük olup ($P<0.05$), rasyona ilave edilen her düzeydeki B, serum protein profilinde 161 kDa moleküler büyüklükteki proteinin miktarının önemli ($P<0.05$) derecede artmasına neden olmuştur.

186 kDa büyüklüğündeki protein molekülünün en düşük miktarı 0.920 g protein/dl ile 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek miktarı 1.092 g protein/dl ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre 0 ve 50 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenen grupların 186 kDa moleküler büyüklükteki proteinin miktarı 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplarınkinden yüksektir ($P<0.01$) ve rasyonda artan B seviyesi 186 kDa moleküler büyüklükteki proteinin miktarını azaltmıştır.

Kanatlı hayvan rasyonlarına B ilavesinin SDS-PAGE metodu ile serum protein profiline etkisinin incelendiği yerli ya da yabancı dilde yayınlanmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmadığı için bu konuyla ilgili farklı araştırmacıların verileriyle bir karşılaştırma yapılamamıştır.

4.3.4.Plazma mineral analizleri

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin plazma mineral elementlerine etkisi Çizelge 4.6'da verilmiştir. Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin deneme sonu plazma B, Cu, Fe, Mn ve Na düzeylerine çok önemli ($P<0.01$); Ca düzeyine önemli ($P<0.05$) derecede etkili olurken; plazma Mg, K, P ve Zn düzeylerine bu etki önemsiz olmuştur ($P>0.05$).

Deneme sonu en düşük plazma B düzeyi 3.88 mg/kg ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek plazma B düzeyi ise 6.02 mg/kg ile 150 mg/kg B ilave

edilmiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Bazal rasyona B ilavesinin her seviyesinde plazma B düzeyi doğrusal olarak yükselerek önemli derecede artmıştır ($P<0.01$).

Çizelge 4.6. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Plazma Mineral Elementlerine Etkisi

| Mineral mg/kg | Bor Seviyeleri (mg/kg) | | | | | Grup P |
|------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|-----------|
| | 0 | 50 | 75 | 150 | Ortalama | |
| B | 3.88±0.6 ^c | 4.17±0.6 ^c | 5.57±0.6 ^b | 6.02±0.9 ^a | 4.91±1.1 | 0.000 |
| Cu | 1.54±0.4 ^a | 1.78±0.3 ^a | 0.88±0.2 ^b | 0.96±0.2 ^b | 1.29±0.5 | 0.000 |
| Ca | 123.46±20.8 ^a | 117.19±6.9 ^a | 112.51±8.9 ^b | 106.46±12.8 ^b | 114.93±15.7 | 0.046 |
| Mg | 9.91±2.0 | 12.84±4.7 | 12.03±3.0 | 10.36±1.6 | 11.27±3.1 | 0.414 |
| Mn | 1.27±0.32 ^{ab} | 1.42±0.40 ^a | 0.90±0.12 ^{bc} | 0.72±0.11 ^c | 1.08±0.38 | 0.003 |
| Zn | 16.83±2.5 | 17.60±1.5 | 16.86±2.2 | 16.18±2.1 | 16.87±2.0 | 0.768 |
| Fe | 23.43±4.1 ^a | 14.23±4.9 ^b | 14.44±3.7 ^b | 10.38±1.7 ^b | 15.62±6.0 | 0.000 |
| Na | 5.95±0.7 ^{ab} | 6.42±1.4 ^a | 4.81±1.1 ^b | 3.46±0.5 ^c | 5.16±1.5 | 0.001 |
| P | 65.21±13.6 | 56.02±11.6 | 49.38±9.50 | 47.90±5.80 | 54.63±12.0 | 0.074 |

a,b,c; Aynı satırdaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.
Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir

Konu ile ilgili önceki yıllarda yapılan çalışma sonuçları ile mevcut çalışma sonuçları uyumluluk göstermektedir. Kurtoğlu *et al.* (2005), 5 ve 25 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde plazma B düzeylerini sırasıyla 0.043, 0.171 ve 0.318 µg/ml; Criste *et al.* (2005), 2.2 ve 4.4 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde serum B düzeylerini sırasıyla 0.005, 0.030 ve 0.033 mg/dl; Mızrak ve Ceylan (2009), 0, 25, 50 ve 75 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen damızlık yumurtacı tavuklarda serum B düzeylerini sırasıyla 0.43, 0.75, 1.29 ve 1.60 ppm; Olgun (2011) 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda deneme sonu ortalama plazma B düzeylerini 1.61, 3.70, 5.81 ve 12.03 mg/L olarak tespit etmişler ve plazma B düzeylerinin rasyona farklı seviye ve formda B ilavesiyle arttığını ($P<0.01$) bildirmişlerdir. Demirörs (2007), 0, 75, 150 ve 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı piliçlerde plazma B düzeylerini sırasıyla 5.5, 4.7, 5.8 ve 6.4 mg/L olarak tespit etmiş ve rasyona farklı seviyelerde ilave edilen B'nin plazma B düzeylerine etkisinin olmadığını ($P>0.05$) bildirmiştir.

Deneme sonu en düşük plazma Cu düzeyi 0.88 mg/kg ile 75 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek plazma Cu düzeyi ise 1.78 mg/kg ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta olmuştur. Bazal rasyona 75 ve 150 mg/kg B ilave edilen grupların plazma Cu düzeyi diğer gruplardan daha düşük olmuştur ($P<0.01$). Konu ile ilgili daha önceki yıllarda yapılan çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları arasında uyum görülmemiştir. Kurtoğlu *et al.* (2005) etlik piliçleri 0, 5 ve 25 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, plazma Cu düzeylerini sırasıyla 0.31, 0.35 ve 0.45 µg/ml; Olgun (2011) yumurtacı tavukları 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, deneme ortası plazma Cu düzeylerini 0.411, 0.403, 0.747 ve 0.779 mg/100 ml; deneme sonunda ise söz konusu düzeylerin sırasıyla 1.116, 1.765, 1.728 ve 1.645 mg/100 ml olduğunu belirlemiş ve rasyona ilave edilen B'nin plazma Cu düzeylerini ($P<0.01$) artırdığını bildirmişlerdir. İlave B'nin kanatlı hayvanlarda plazma Cu düzeylerini artırdığının görüldüğü çalışmalar ile mevcut araştırma bulguları arasındaki farklılıklardan deneme materyali olan hayvanların yaş ve genotipi, kullanılan rasyonun kimyasal kompozisyonu ve çalışma şartlarının sorumlu olabileceği düşünülmektedir.

En düşük plazma Ca düzeyi 106.46 mg/kg ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek plazma Ca düzeyi ise 123.46 mg/kg ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre 0 ve 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupların plazma Ca düzeyi 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplardan daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($P<0.05$). Konu ile ilgili daha önceki yıllarda yapılan çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları kısmen uyumluluk göstermektedir. Armstrong *et al.* (2000), domuzları 0, 5 ve 15 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, plazma Ca düzeylerini sırasıyla 2.7, 2.8 ve 2.8 mmol/L; Criste *et al.* (2005), etlik piliçlerde 2.2 ve 4.4 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, plazma Ca (mg/dl) düzeylerini 12.02, 12.31 ve 12.32; Demirörs (2007), yumurtacı piliçleri 0, 75, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, plazma Ca (mg/L) düzeylerini 1111.9, 1347.4, 1200.4 ve 888.4; Yeşilbağ and Eren (2008), yaşlı yumurtacı tavuklarda 0, 25, 50 ve 100 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri

çalışmada, plazma Ca (mg/dl) düzeylerini 25.63, 25.80, 26.93 ve 26.43; Şimşek (2011), etlik piliç 0, 100, 200 ve 400 mg/kg B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, plazma Ca (mg/dl) düzeylerini 9.82, 10.24, 9.78 ve 10.14 olarak tespit etmişlerdir. Söz konusu çalışmaların tamamında rasyona ilave edilen B'nin, plazma Ca düzeylerini etkilemediği bildirilmiştir ($P>0.05$). Öte yandan Kurtoğlu *et al.* (2002), yumurtacı tavukları 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, plazma Ca (mg/dl) düzeylerini sırasıyla 14.48, 14.36, 14.51, 15.33, 15.54 ve 15.82; Yeşilbağ and Eren (2008), yaşlı yumurtacı tavukları 0, 25, 50 ve 100 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, plazma Ca (mg/dl) düzeylerini 25.63, 25.80, 26.93 ve 26.43 olarak tespit etmişler ve rasyona ilave edilen farklı seviye ve formdaki B'nin plazma Ca düzeyini artırdığını ($P<0.05$ ve $P<0.01$) bildirmişlerdir.

Mevcut çalışma bulguları ile benzer sonuçlar tespit eden çalışmalar da mevcuttur; Armstrong and Spears (2001), 0, 5 ve 15 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen domuzlarda plazma Ca düzeylerini sırasıyla 12.00, 10.65 ve 10.54 mg/dl; Kurtoğlu vd (2001), 5 ve 25 ppm seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde plazma Ca (mg/dl) düzeylerini 6.23, 6.35 ve 5.59; Karabulut ve Eren (2006), 0, 10, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen besi bıldırcınlarında plazma Ca (mg/dl) düzeylerini 12.87, 10.69, 10.31, 9.84 ve 9.20; Olgun (2011), 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda plazma Ca (mg/100 ml) düzeylerini 27.3, 24.4, 22.7 ve 23.2 olarak tespit etmişlerdir. Rasyona farklı seviye ve formlarda ilave edilen B'nin serum Ca düzeylerini azalttığını ($P<0.05$, $P<0.05$, $P<0.01$ ve $P<0.01$) bildirmişlerdir.

İstatistikî olarak önemli olmamakla beraber deneme sonunda en düşük plazma Mg düzeyi 9.91 mg/kg ile B ilave edilmemiş rasyonla yemlenen grupta, en yüksek plazma Mg düzeyi ise 12.84 mg/kg ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla yemlenen grupta olmuştur. Rasyona B ilave edilmesi deneme sonu plazma Mg düzeyini rakamsal olarak artırmıştır. Konu ile ilgili önceki yıllarda yapılan çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları kısmen uyumluluk göstermektedir. Armstrong *et al.* (2000), 0, 5 ve 15 mg/kg

seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen domuzlarda plazma Mg düzeylerini sırasıyla 0.6, 0.7 ve 0.7 mmol/L; Armstrong and Spears (2001), 0, 5 ve 15 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen domuzlarda plazma Mg düzeylerini sırasıyla 1.92, 1.90 ve 1.97 mg/dl; Kurtoğlu *et al.* (2001), 0, 5 ve 25 ppm seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde plazma Mg (mg/dl) düzeylerini 1.81, 1.77 ve 1.54; Kurtoğlu *et al.* (2002), 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda plazma Mg (mg/dl) düzeylerini 2.78, 2.80, 3.10, 2.73, 2.81 ve 3.15; Demirörs (2007), 0, 75, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı piliçlerde plazma Mg (mg/L) düzeylerini 94.6, 121.9, 111.6 ve 78.0; Şimşek (2011), 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde plazma Mg (mmol/L) düzeylerini 2.11, 2.12, 2.01 ve 2.07 olarak tespit etmişlerdir. Rasyona farklı seviye ve formda B ilavesiyle plazma Mg düzeylerinde önemli değişim ($P>0.05$) olmadığını mevcut çalışmaya benzer şekilde belirtmişlerdir. Öte yandan Eren *et al.* (2004), 0, 5, 10, 50, 100, 200, 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda plazma Mg (mg/dl) düzeylerini sırasıyla 2.40, 2.54, 2.99, 3.08, 3.23, 3.21 ve 3.21; Yeşilbağ and Eren (2008), 0, 25, 50 ve 100 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yaşlı yumurtacı tavuklarda plazma Mg (mg/dl) düzeylerini 25.63, 25.80, 26.93 ve 26.43 olarak tespit etmişlerdir. Rasyona farklı seviye ve formda B ilavesiyle plazma Mg düzeylerinin arttığı ($P<0.01$) bildirilmiştir. Ancak Karabulut ve Eren (2006), 0, 10, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen besi bıldırcınlarında plazma Mg (mg/dl) düzeylerini sırasıyla 3.77, 3.57, 3.47, 3.26 ve 3.07; Olgun (2011), 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda deneme sonu plazma Mg (mg/100 ml) düzeylerini 3.64, 3.75, 3.09 ve 2.94 olarak tespit etmişlerdir. Rasyona farklı seviye ve formda B ilavesiyle plazma Mg düzeylerinin azaldığını ($P<0.01$) bildirmişlerdir.

En düşük plazma Mn düzeyi 0.72 mg/kg ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla yemlenen grupta, en yüksek plazma Mn düzeyi ise 1.42 mg/kg ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla yemlenen grupta olmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre 50 mg/kg B ilaveli rasyonla yemlenen grubun plazma Mn düzeyi diğer gruplardan daha yüksek

olmuştur ($P<0.01$). Konu ile ilgili önceki yıllarda yapılan yerli ya da yabancı dilde yayınlanmış herhangi bir çalışma bulunamamış olduğu için tartışma yapılamamıştır. Yumurta tavuklarında Mn yetersizliği yumurta veriminde düşüğe, kabuksuz ya da ince kabuklu yumurta miktarında artışa yol açtığından dolayı (Okuyan 1997) bu konuda sağlıklı bir sonuca ve karara varılabilmesi için rasyona ilave edilen B'nin plazma, yumurta ve kemik Mn değerlerinin detaylı bir şekilde araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

En düşük plazma Zn düzeyi 16.18 mg/kg ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla yemlenen grupta, en yüksek plazma Zn düzeyi ise 17.60 mg/kg ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla yemlenen grupta olmuştur ve gruplar arası plazma Zn değerleri farklılık göstermemiştir ($P>0.05$). Kurtoğlu *et al.* (2005), etlik piliçleri yeterli vitamin D₃ ile 5 ve 25 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada plazma Zn düzeylerini ($\mu\text{g/ml}$) sırasıyla 1.71, 1.20 ve 1.45; Olgun (2011), yumurtacı tavukları 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, deneme sonu plazma Zn (mg/L) düzeylerini 8.06, 8.48, 7.27 ve 6.95 olarak tespit etmişler ve rasyona ilave edilen B'nin plazma Zn düzeyini azalttığını ($P<0.01$) bildirmişlerdir. Diğer taraftan Demirörs (2007), 0, 75, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı piliçlerde plazma Zn (mg/L) düzeylerini sırasıyla 24.0, 23.4, 21.2 ve 19.0; Olgun (2011) 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda deneme ortası plazma Zn (mg/L) düzeylerini 7.51, 7.05, 6.97 ve 7.33 olarak tespit etmişlerdir. Rasyona ilave edilen B'nin plazma Zn düzeyini etkilemediğini ($P>0.05$) mevcut çalışmaya benzer şekilde bildirmişlerdir.

Deneme sonu en düşük plazma Fe düzeyi 10.38 mg/kg ile 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla yemlenen grupta, en yüksek plazma Fe düzeyi ise 23.43 mg/kg ile B ilave edilmemiş rasyonla yemlenen grupta olmuştur. Bazal rasyona B ilavesi plazma Fe düzeyinin azalmasına neden olmuştur ($P<0.01$). Rasyonda B miktarı arttıkça plazma Fe düzeyi buna paralel bir azalma göstermiştir. Konu ile ilgili önceki yıllarda yapılan çalışma sonuçları ile mevcut çalışma sonuçları arasında uyum görülmemiştir. Kurtoğlu *et al.* (2005), etlik piliçlerde 0, 5 ve 25 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla

besledikleri çalışmada plazma Fe düzeylerini sırasıyla 0.58, 1.29 ve 0.78 µg/ml olarak tespit etmişlerdir. Rasyona ilave edilen B'nin plazma Fe düzeyini önemli derecede ($P<0.01$) artırdığını bildirmişlerdir. Demirörs (2007) 0, 75, 150 ve 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda plazma Fe düzeylerini sırasıyla 14.7, 14.3, 10.9 ve 12.0 mg/L olarak tespit ederek, rasyona ilave edilen B'nin plazma Fe düzeyini etkilemediğini ancak rakamsal olarak azalttığını bildirmiştir ($P>0.05$).

En düşük plazma Na düzeyi 3.46 mg/kg ile 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla yemlenen grupta, en yüksek plazma Na düzeyi ise 6.42 mg/kg ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla yemlenen grupta olmuştur. Rasyona B ilavesi plazma Na düzeyini 50 mg/kg B seviyesinde artırırken 75 ve 150 mg/kg B seviyelerinde azaltmıştır ($P<0.01$). Daha önce yapılan çalışmalarda Demirörs (2007), 0, 75, 150 ve 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda plazma Na düzeylerini sırasıyla 3160.6, 3124.6, 3018.5 ve 3059.9 mg/L; Şimşek (2011) 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde plazma Na düzeylerini 152.0, 151.0, 151.8 ve 151.6 mmol/L olarak tespit etmişlerdir ve rasyona B ilavesinin plazma Na düzeyini değiştirmedeği ($P>0.05$) bildirilmiştir. Literatür verileri incelendiğinde plazma Na değerlerinde istatistikî olmasa da rakamsal azalmalar olduğu için bu yönüyle mevcut araştırma bulgularına benzer olduğu söylenebilir.

Deneme sonu en düşük plazma P düzeyi 47.90 mg/kg ile 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla yemlenen grupta, en yüksek plazma P düzeyi ise 65.21 mg/kg ile B ilave edilmemiş rasyonla yemlenen grupta olmuştur. Bazal rasyona B ilavesi plazma P düzeyini rakamsal olarak azaltmıştır ($P>0.05$). Kurtoğlu *et al.* (2001) etlik piliçleri 0, 5 ve 25 mg/kg B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada plazma P (sırasıyla 3.33, 3.40 ve 3.71) düzeylerinin 25 mg/kg B seviyesinde arttığını ($P<0.05$) bildirirlerken, Criste *et al.* (2005), 0, 2.2 ve 4.4 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde plazma P (sırasıyla 7.88, 7.98 ve 8.01 mg/dl) düzeyinin etkilenmediğini mevcut araştırma bulgularına benzer şekilde ($P>0.05$) bildirmişlerdir.

Rasyona ilave edilen B, plazma B düzeyini arttırırken, plazma Ca, Cu, Mn, Fe ve Na düzeylerini düşürmüŖ; Zn, Mg ve P düzeylerini deęiŖtirmemiŖtir. Mevcut araŖtırma bulguları ile literatür çalıŖmaları arasındaki farklılıkların rasyona ilave edilen B'nin kaynağı ve rasyondaki seviyesi, bazal rasyon mineral içeriği, deneme süresi ve araŖtırma Ŗartlarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünölmektedir.

4.3.5. Serum klinik kimya analizleri

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilave edilerek on iki hafta sürdürölen çalıŖmada klinik kimya parametrelerinden; glukoz (mg/dl), kolesterol (mg/dl), trigliserid (mg/dl), kreatinin (mg/dl), total ve direkt bilirubin (mg/dl), total protein (g/dl), albumin (g/dl), globulin (mg/dl) düzeyleri, alkalın fosfataz (ALP) U/L, aspartat amino transferaz (AST) U/L, alanin amino transferaz (ALT) U/L ve gamma glutamil transaminaz (GGT) U/L aktiviteleri incelenerek rasyona B ilavesinin yumurtacı tavukların metabolik yolları ve/veya organları üzerine olumsuz bir etkisinin olup olmadığı araŖtırılmıŖ, sonuçlar yerli ve yabancı dilde yayınlanmıŖ çalıŖmalarla karşılaŖtırılmıŖtır.

4.3.5.a. Glukoz, kolesterol, trigliserid, kreatinin, total ve direkt bilirubin özellikleri

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin serum glukoz, serum total kolesterol, serum trigliserid, serum kreatinin, serum total ve direkt bilirubin özelliklerine etkisi Çizelge 4.7'de verilmiŖtir.

Çizelge 4.7. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Serum Klinik Kimya Parametrelerine Etkisi

| Bor seviyesi mg/kg | Glukoz mg/dl | Kolesterol mg/dl | Trigliserid mg/dl | Kreatinin mg/dl | Total bilirubin mg/dl | Direkt bilirubin mg/dl |
|--------------------|--------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|------------------------|
| 0 | 197.6±7.71 | 177.60±20.65 | 1712.4±146.1 | 0.46±0.21 | 0.55±0.14 | 0.179±0.09 |
| 50 | 196.7±9.51 | 186.20±41.61 | 1782.5±150.6 | 0.49±0.29 | 0.54±0.12 | 0.204±0.10 |
| 75 | 204.8±17.35 | 197.30±27.71 | 1697.6±224.3 | 0.61±0.38 | 0.52±0.09 | 0.176±0.11 |
| 150 | 202.4±21.57 | 182.40±23.99 | 1621.8±228.4 | 0.51±0.44 | 0.52±0.09 | 0.177±0.09 |
| Ort | 200.4±14.93 | 185.88±29.36 | 1703.6±192.7 | 0.52±0.33 | 0.53±0.11 | 0.184±0.09 |
| P | 0.586 | 0.500 | 0.329 | 0.781 | 0.907 | 0.902 |

Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiŖtir

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin serum klinik kimya verilerinden glukoz, kolesterol, trigliserid, kreatinin, total bilirubin ve direkt bilirubin düzeylerine etkisi önemsiz olmuştur ($P>0.05$).

Deneme sonunda rasyona ilave edilen B'nin serum glukoz düzeylerine etkisi önemli olmamakla birlikte en düşük serum glukoz düzeyi 196.7 mg/dl ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta olurken, en yüksek serum glukoz düzeyi 204.8 mg/dl ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta olmuştur. 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen grupların serum glukoz düzeyleri rakamsal olarak artmıştır. Daha önceki yıllarda rasyona B ilavesinin serum glukoz düzeyine etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut çalışma sonuçlarının uyum gösterdiği söylenebilir. Kurtoğlu *et al.* (2001), yeterli vitamin D₃ ile 5 ve 25 ppm B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde serum glukoz (mg/dl) düzeylerini sırasıyla 234, 236 ve 246; Şimşek (2011), 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde serum glukoz (mg/dl) düzeylerini 201.4, 213.20, 205.6; Olgun (2011), 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda deneme ortası serum glukoz (mg/dl) düzeylerini 242, 242, 244 ve 237; deneme sonu serum glukoz (mg/dl) düzeylerini 248, 253, 252 ve 243 olarak tespit etmişlerdir. Söz konusu araştırmacılar kanatlı rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin serum glukozunu etkilemediğine ($P>0.05$) vurgu yaparlarken, Eren and Uyanık (2007) yumurtacı tavukların rasyonlarına B ilavesinin serum glukoz düzeyini düşürdüğünü ($P<0.01$) bildirmişlerdir.

En düşük serum total kolesterol düzeyi 177.60 mg/dl ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta tespit edilirken, en yüksek serum total kolesterol düzeyi 197.30 mg/dl ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta gözlenmiştir. Denemede yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin serum total kolesterol düzeyine etkisi önemli olmamakla ($P>0.05$) beraber, rakamsal artışa neden olmuştur. Daha önceki yıllarda rasyona B ilavesinin serum total kolesterol düzeyine etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile söz konusu araştırma bulguları kısmen uyumluluk göstermektedir. Naghii and Samman (1997), 0 ve 2 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen

ratlarda serum total kolesterol düzeylerini sırasıyla 2.18 ve 2.03 mmol/L; Armstrong and Spears (2001), 0, 5 ve 15 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen domuzlarda serum total kolesterol düzeylerini 110.3, 106.4 ve 102.1 mg/dl; Mızrak ve Ceylan (2009), 0, 25, 50 ve 75 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda serum total kolesterol (mg/dl) düzeylerini 66.8, 64.4, 69.2 ve 68.9; Olgun (2011), 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda deneme sonu serum total kolesterol (mg/dl) düzeylerini 105.8, 96.1, 91.3 ve 84.3; Şimşek (2011), 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde serum total kolesterol (mg/dl) düzeylerini 135.8, 150.4, 156.4 ve 141.2 olarak tespit edilmiş ve rasyona ilave edilen B'nin mevcut çalışma ile benzer şekilde serum total kolesterol düzeyine etkisinin olmadığı ($P>0.05$) bildirilmiştir. Ancak diğer taraftan Armstrong *et al.* (2000), 0, 5 ve 15 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen domuzlarda serum total kolesterol düzeylerini sırasıyla 2.8, 3.2 ve 2.9 mmol/L; Kurtoğlu *et al.* (2005), 5 ve 25 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde serum total kolesterol (mg/dl) düzeylerini 106.59, 136.82 ve 138.11 olarak tespit etmişler ve rasyona ilave edilen B'nin serum total kolesterol düzeyini artırdığını ($P<0.05$) bildirmişlerdir. Eren *et al.* (2006), Japon bildircini; Eren and Uyanık (2007) ile Olgun (2011) yumurtacı tavuklarda serum total kolesterol düzeylerinin ilave B ile azaldığını ($P<0.05$) belirlemişlerdir.

Deneme sonu en düşük serum trigliserid düzeyi 1621.8 mg/dl ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek serum trigliserid düzeyi ise 1782.5 mg/dl ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Bazal rasyonla beslenen grubun serum trigliserid düzeyi ile B ilaveli rasyonlarla beslenen grupların serum trigliserid düzeyi arasındaki farklılıklar önemsizdir ($P>0.05$). Ancak 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen grupların serum trigliserid düzeylerinde rakamsal azalma tespit edilmiştir. Önceki yıllarda rasyona B ilavesinin serum trigliseride etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile söz konusu araştırma bulguları kısmen uyumluluk göstermektedir. Armstrong and Spears (2001), 0, 5 ve 15 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen domuzlarda serum trigliserid düzeylerini sırasıyla 39.7, 41.2 ve 33.4 mg/dl; Mızrak ve Ceylan (2009), 0, 25, 50 ve 75 mg/kg seviyelerinde B içeren

rasyonlarla beslenen damızlık yumurtacı tavuklarda serum trigliserid (mg/dl) düzeylerini 534, 488, 540 ve 528; Olgun (2011), 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda serum trigliserid (mg/dl) düzeylerini 1063, 868, 829 ve 819; Şimşek (2011), 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde serum trigliserid (mg/dl) düzeylerini 20.2, 20.6, 18.8 ve 20.4 olarak tespit etmişler ve rasyona ilave edilen B'nin serum trigliserid düzeylerini söz konusu araştırma bulgularında olduğu gibi etkilemediğini ($P>0.05$) bildirmişlerdir. Ancak diğer taraftan Eren *et al.* (2006), Japon bildircını; Eren and Uyanık (2007) yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen farklı seviye ve form B'nin serum trigliserid miktarlarını azalttığını ($P<0.05$) tespit etmişlerdir. Armstrong *et al.* (2000) ise domuzları 0, 5 ve 15 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada serum trigliserid düzeylerini sırasıyla 0.5, 0.6 ve 0.69 mmol/L olarak belirlemişler ve ilave B'nin serum trigliserid düzeyini artırdığını ($P<0.05$) bildirmişlerdir.

Deneme sonu itibariyle rakamsal olarak en düşük serum kreatinin düzeyi 0.46 mg/dl ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek kreatinin düzeyi ise 0.61 mg/dl ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta olmuştur. Söz konusu çalışmada yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin serum kreatinin düzeyini rakamsal olarak artırmış olduğu tespit edilmiştir. En düşük serum total bilirubin düzeyi 0.52 mg/dl ile 75 ve 150 mg/kg B ilave edilmiş gruplarda, en yüksek total bilirubin düzeyi ise 0.55 mg/dl ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Rasyona B ilavesi toplam bilirubin düzeyinde rakamsal azalmaya sebep olmuştur. Şimşek (2011) etlik piliçlerde rasyona ilave edilen farklı seviyelerdeki B'nin serum kreatinin (2.4, 3.6, 3.4 ve 2.2 mg/dl); direkt bilirubin (0.02, 0.03, 0.02 ve 0.02 mg/dl); total bilirubin (0.08, 0.08, 0.07 ve 0.07 mg/dl) düzeylerine etkilerinin önemli olmadığını ($P>0.05$) bildirmiştir.

Önceki yıllarda rasyona B ilavesinin serum kreatinin, direk-total bilirubin düzeylerine etkisinin araştırıldığı çalışma sonucu ile mevcut araştırma bulgularının uyumlu olduğu gözlenmiştir.

4.3.5.b. Protein, albumin ve globulin özellikleri

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin serum protein, serum albumin, serum globulin düzeylerine etkisi Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Serum Protein Özelliklerine Etkisi

| Bor seviyesi mg/kg | Total protein g/dl | Albumin g/dl | Globulin g/dl |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------------|
| 0 | 5.45±0.45 | 3.62±0.12 | 1.83±0.40 |
| 50 | 5.75±0.51 | 3.71±0.19 | 2.04±0.39 |
| 75 | 5.57±0.40 | 3.66±0.24 | 1.91±0.42 |
| 150 | 5.43±0.48 | 3.64±0.28 | 1.83±0.37 |
| Ortalama | 5.55±0.46 | 3.63±0.20 | 1.91±0.39 |
| P | 0.398 | 0.773 | 0.470 |

Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin serum klinik kimya verilerinden protein, albumin ve globulin düzeylerine etkisi önemsizdir ($P>0.05$). Deneme sonunda ilave B’nin serum total protein düzeyine etkisi önemli olmamakla birlikte en düşük total protein düzeyi 5.43 g/dl ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla yemlenen grupta olurken, en yüksek serum total protein düzeyi 5.75 g/dl ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla yemlenen grupta olmuştur. 50 ve 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupların serum total protein düzeyi bazal rasyona göre rakamsal olarak yüksek bulunmuştur. En düşük serum albumin düzeyi 3.62 g/dl ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek serum albumin düzeyi 3.71 g/dl ile 50 mg/kg B ilaveli grupta olmuştur. En düşük serum globulin düzeyi 1.83 g/dl ile B ilave edilmemiş ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen gruplarda iken, en yüksek serum globulin düzeyi ise 2.04 g/dl ile 50 mg/kg B ilaveli grupta bulunmuştur. Rasyona B ilavesinin serum albumin ve serum globulin düzeylerini rakamsal olarak artırdığı gözlemlenmiştir.

Önceki yıllarda rasyona B ilavesinin serum total protein, albumin ve globulin düzeylerine etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları uyumluluk göstermektedir. Kurtoğlu *et al.* (2005), etlik piliçlerle yaptıkları çalışmada,

rasyona ilave edilen farklı B seviyelerinin serum total protein (6.56, 6.87, 6.66, 6.41, 6.13 ve 6.81 g/dl) ve serum albumin (2.84, 2.94, 3.01, 3.04, 2.98 ve 3.43 g/dl); Şimşek (2011) etlik piliçleri 0, 100, 200 ve 400 mg/kg B içeren rasyonlarla beslediği çalışmada, serum total protein (3.28, 3.18, 2.94 ve 2.96 g/dl) ve serum albumin düzeylerine (1.36, 1.44, 1.44 ve 1.36 g/dl) B'nin etkisinin mevcut araştırma bulgularında olduğu gibi önemli olmadığını bildirmişlerdir. Eren and Uyanık (2007) ise rasyona ilave edilen B'nin farklı düzeylerinin serum albumin düzeyini azalttığını, serum globulin düzeyini ise artırdığını ($P<0.05$) ve serum biyokimyasal parametrelerini etkilemede rasyona 5 mg/kg B ilavesinin yeterli olduğunu tespit etmişlerdir.

4.3.5.c. Serum enzim özellikleri

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin serum ALP, AST, ALT ve GGT aktivitelerine etkisi Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Serum Enzim Aktivitelerine (U/L) Etkisi

| Bor seviyesi mg/kg | Alkalin Fosfataz (ALP) | Aspartat amino transaminaz (AST) | Alanin amino transaminaz (ALT) | Gamma glutamil transaminaz (GGT) |
|--------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| 0 | 79.70±27.7 | 70.60±18.11 | 12.00±11.18 ^b | 25.30±4.85 |
| 50 | 79.70±27.7 | 62.80±9.43 | 16.90±10.02 ^{ab} | 26.10±6.65 |
| 75 | 75.60±16.5 | 58.60±13.19 | 26.30±14.81 ^a | 24.00±7.89 |
| 150 | 72.10±23.5 | 65.90±14.20 | 11.00±8.90 ^b | 26.40±5.46 |
| Ort | 76.78±23.6 | 64.48±14.23 | 16.55±12.59 | 25.45±6.15 |
| P | 0.876 | 0.292 | 0.020 | 0.834 |

a,b,c; Aynı sütundaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin serum klinik kimya verilerinden alkalin fosfataz (ALP), aspartat amino transaminaz (AST) ve gamma glutamil transaminaz (GGT) enzim aktivitelerine etkisi önemsiz olurken ($P>0.05$), alanin amino transaminaz (ALT) enzim aktivitesine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin serum ALP aktivitesine etkisi önemli olmamakla ($P>0.05$) birlikte en düşük serum ALP aktivitesi 72.10 U/L ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek serum ALP aktivitesi ise 79.70 U/L ile 0 ve 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen gruplarda olmuştur. Söz konusu araştırma bulgularına göre gruplar arasındaki farklılıklar önemli olmasa da 75 ve 150 mg/kg B seviyeleri serum ALP aktivitelerini rakamsal olarak düşürmüştür.

En düşük serum AST aktivitesi 58.60 U/L ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek serum AST aktivitesi ise 70.60 U/L ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta gözlenmiş ve rasyona farklı seviyelerde B ilavesinin serum AST aktivitesinde rakamsal azalmalara neden olduğu tespit edilmiştir. En düşük serum GGT aktivitesi 24.00 U/L ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek serum GGT aktivitesi ise 26.40 U/L ile 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. En düşük serum ALT aktivitesi 11.00 U/L ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek serum ALT aktivitesi 26.30 U/L ile 75 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta belirlenmiş ve gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grubun serum ALT aktivitesi diğer grupların serum ALT aktivitesinden önemli derecede yüksek olmuştur.

Geçmiş yıllarda rasyona B ilavesinin serum enzim düzeylerine etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut araştırmadan elde edilen bulgular arasında kısmi uyum görülmektedir. Armstrong *et al.* (2000) domuzlarda, Eren *et al.* (2004) yumurtacı tavuklarda, Karabulut ve Eren (2006) besi bildircinlerinde rasyona çeşitli form ve seviyelerde ilave edilen B'nin serum ALP aktivitesine etkisinin olmadığını ($P>0.05$) bildirirken, Kurtoğlu *et al.* (2001) etlik piliçlerde serum ALP aktivitesini (141, 111 ve 121 IU/L) azalttığını ($P<0.05$); Bozkurt vd (2009) etlik piliçlerde rasyona 60 mg/kg B ilavesinin ALP aktivitesini artırdığını ($P<0.05$) tespit etmişlerdir. Şimşek (2011) etlik piliçlerle yaptığı çalışmada serum ALP aktivitesine (2605.0, 4451.8, 3720.6 ve 3786.0 U/L), serum AST aktivitesine (216.0, 205.6, 196.4 ve 196 U/L), serum ALT aktivitesine (2.6, 3.6, 2.4 ve 3.4 U/L) ve serum GGT aktivitesine (14.6, 18.8, 17.0 ve 21.4 U/L);

Bozkurt vd (2009) ise serum ALT aktivitesine rasyona ilave edilen B'nin etkisinin olmadığını ($P>0.05$) bildirmişlerdir.

Rasyona 150 mg/kg'a kadar B ilavesinin, karaciğer (ALT-AST-Albumin), hepatobiliyer sistem (ALT-AST-GGT), böbrek (kreatinin) ya da kemik (ALP) üzerine olumsuz etkisinin olmadığı görülmüştür.

4.4. Yumurtaya Ait Bulgular

Yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 50, 75 ve 150 mg/kg B ilave edilmesi ile oluşturulan rasyonlarla on iki hafta sürdürülen çalışmada, yumurta kimyasal analiz özelliklerini belirlemek amacı ile denemenin sonunda her bir gruptan rastgele seçilen 18 yumurta olmak üzere, toplam 72 yumurta kullanılarak; yumurta sarısı lipid bileşenleri, yumurta sarısı protein bileşenleri, yumurta sarısı lipid peroksidasyonu ve yumurta kabuk mineral elementlerine ait bulgular tespit edilmiştir. Yumurtaya ait bu parametreler sırası ile ele alınarak değerlendirilmiştir.

4.4.1. Yumurta sarısı lipid bileşimi

Kolesterol, embriyo gelişimi için gerekli olduğundan dolayı doğal olarak yumurtanın kolesterol seviyesi yüksektir (Leeson and Summers 2005). Hayvansal ürünler içerisinde yumurta; üstün biyolojik değerli protein, vitamin ve mineralleri içermesine rağmen, kan kolesterol düzeyini yükselterek aterosklerozise ve kalp hastalıklarına yol açan risk faktörü olarak düşünüldüğü için yumurta tüketimi azalmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar tarafından yumurtanın besin içeriğini ve kalitesini artırıcı çalışmalar hız kazanmıştır. Yumurtanın kolesterol düzeyini azaltıcı uygulamalar da bunlardan birisidir (Çakır ve Yalçın 2004).

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin yumurta sarısı lipid bileşimine etkisi Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Yumurta Sarısı Lipid Bileşimi (%) ve Lipid Peroksidasyonuna Etkisi

| Bor seviyesi mg/kg | PL | DAG | TAG | Kolesterol KOL | HC+KOL-E | SYA | LPO (nmol/gdoku) |
|--------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|-----------|--------------------------|
| 0 | 1.38±0.30 | 3.75±0.66 ^{ab} | 61.53±1.79 ^a | 15.53±0.71 ^b | 12.59±1.90 | 5.39±1.66 | 79.74±4.94 ^b |
| 50 | 1.02±0.23 | 3.44±0.51 ^b | 61.56±1.81 ^a | 16.21±1.63 ^b | 13.68±1.38 | 4.09±0.97 | 95.30±7.61 ^a |
| 75 | 1.21±0.16 | 3.75±0.30 ^{ab} | 59.33±1.40 ^b | 18.51±1.58 ^a | 13.54±0.88 | 3.67±0.52 | 101.17±5.82 ^a |
| 150 | 1.34±0.25 | 4.38±0.46 ^a | 58.18±1.20 ^b | 17.87±0.95 ^a | 13.33±1.54 | 4.91±0.98 | 82.76±7.63 ^b |
| Ort | 1.24±0.27 | 3.83±0.58 | 60.15±2.10 | 17.03±1.72 | 13.28±1.24 | 4.51±1.24 | 89.75±10.91 |
| Grup P | 0.073 | 0.029 | 0.002 | 0.002 | 0.453 | 0.058 | 0.000 |

a,b,c; Aynı sütundaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir
Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde ilave edilen B'nin yumurta sarısı lipid bileşiminde polarlipid, hidrokarbon+ kolesterol esteri ve serbest yağ asidi düzeylerine etkisi önemsiz olurken ($P>0.05$); diaçilgliserol, triaçilgliserol ve kolesterol düzeylerine etkisi önemli ($P<0.05$, $P<0.01$, $P<0.01$) olmuştur. Yumurta sarısı total lipid bileşenlerinden polarlipidin en düşük oranı %1.02 ile 50 mg/kg B ilave edilen grupta, en yüksek polarlipid oranı ise %1.38 ile B ilave edilmemiş rasyonla yemlenen grupta olmuştur ve sözü edilen ortalamalar arasındaki fark önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur.

Total lipid bileşenleri içinde hidrokarbon+kolesterol esteri oranı en düşük %12.59 ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek hidrokarbon+kolesterol esteri oranı ise %13.68 ile 50 mg/kg B ilave edilen rasyonla beslenen grupta olmuş, muamele grupları arasındaki fark önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur.

Yumurta sarısı total lipid bileşenleri içinde serbest yağ asidi (SYA) oranı en düşük %3.67 ile 75 mg/kg B ilave edilen grupta, en yüksek serbest yağ asidi oranı ise %5.39 ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olmuş ve muamele grupları arasındaki farkın önemsiz ($P>0.05$) olduğu tespit edilmiştir. En düşük diaçilgliserol oranı %3.44 ile 50 mg/kg B ilave edilen rasyonla beslenen grupta olurken, en yüksek diaçilgliserol oranı %4.38 ile 150 mg/kg B ilaveli grupta tespit edilmiştir. Yumurta sarısı lipid bileşenlerinden diaçilgliserol oranı 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta 0, 50 ve 75 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplardan önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Yumurta sarısı total lipid bileşenlerinden triaçilgliserolün en düşük oranı %58.18 ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta gözlenirken, en yüksek oran %61.56 ile 50 mg/kg B ilaveli grupta bulunmuştur. Söz konusu parametre bakımından kontrol ve 50 mg/kg B ilaveli gruplar kendi aralarında benzer, 75 ve 150 mg/kg B ilaveli gruplardan önemli derecede farklı bulunmuştur ($P<0.01$). Rasyonda artan B oranına paralel olarak yumurta sarısı triaçilgliserol oranında azalma tespit edilmiştir. Rasyona B ilavesinin yumurta sarısı trigliserid oranına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Olgun 2011), 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda deneme sonu yumurta sarısı trigliserid değerlerini sırasıyla 105.8, 112.6, 108.6 ve 106.0 mg/dl olarak tespit etmiştir. Rasyona ilave edilen B'nin yumurta sarısı trigliserid değerlerini değiştirmedeğini ($P>0.05$) bildirmiştir.

Yumurta sarısı total lipid bileşenlerinden kolesterolün en düşük oranı %15.53 ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek kolesterol oranı ise %18.51 ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta gözlenmiştir. Bazal ve 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupların kolesterol oranı 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen gruplardan önemli derecede düşük ($P<0.01$) bulunmuştur. Çizelge 4.10 incelendiğinde rasyona farklı seviyelerde ilave edilen B'nin yumurta sarısı total kolesterol oranını arttırmada önemli ($P<0.01$) olduğu görülmektedir. Literatürde rasyona B ilavesinin yumurta sarısı total kolesterolüne etkisinin araştırıldığı çalışmalarla mevcut araştırma bulguları arasında kısmi bir uyum söz konusudur. Eren and Uyanık (2007), yumurtacı tavukları 0, 5, 10, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, yumurta sarısı total kolesterolün 10 mg/kg ve daha yüksek seviyelerdeki B ilavesiyle arttığını ($P<0.01$) bildirmişlerdir. Olgun (2011), yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B ilave ederek yürüttükleri çalışmada, total kolesterol ortalama değerlerini sırasıyla 90.0, 104.1, 144.2 ve 104.9 mg/dl olarak tespit etmiştir ve yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin mevcut araştırma bulgularında olduğu gibi yumurta sarısı total kolesterol miktarını arttırdığını ($P<0.01$) bildirmişlerdir. Öte yandan Duca *et al.*(2004) yumurtacı tavukları 3.5 ve 17.5 ppm/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada yumurta sarısı kolesterol değerlerini sırasıyla 1.189, 0.772 ve 0.757 (g/100 g); Grossu *et*

al. (2005) ise 0, 25, 40, 90 ppm/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen 60-66 haftalık yumurtacı tavuklarda yumurta sarısı kolesterol değerlerini 0.85, 0.69, 0.79 ve 0.61 g/100 g olarak tespit etmişler ve yumurta sarısı kolesterol miktarının rasyona ilave edilen farklı seviyelerdeki B ile önemli derecede ($P<0.05$) azaldığını bildirmişlerdir.

Mevcut araştırma bulgularına göre yumurta sarısı total lipid bileşenleri içindeki triaçilgliserol oranı (B seviye gruplarına göre) sırasıyla %61.53, %61.56, %59.33 ve %58.18 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan görüldüğü üzere rasyonda B miktarı arttıkça toplam yağ bileşenleri içindeki triaçilgliserol oranı azalmaktadır. Ayrıca rasyona 150 mg/kg B ilave edilmesi triaçilgliserol oranını yaklaşık olarak %5 azaltmıştır. Bu azalma özellikle kolesterol oranındaki hafif artmayı karşılamaktadır. Diğer bir deyişle kolesterol oranındaki artışın rakamsal bir artıştan değil, triaçilgliserol miktarındaki azalmaya bağlı olarak şekillenen rölatif bir artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.4.2. Yumurta sarısı lipid peroksidasyonu

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin yumurta sarısı lipid peroksidasyonuna etkisi Çizelge 4.10'da verilmiştir.

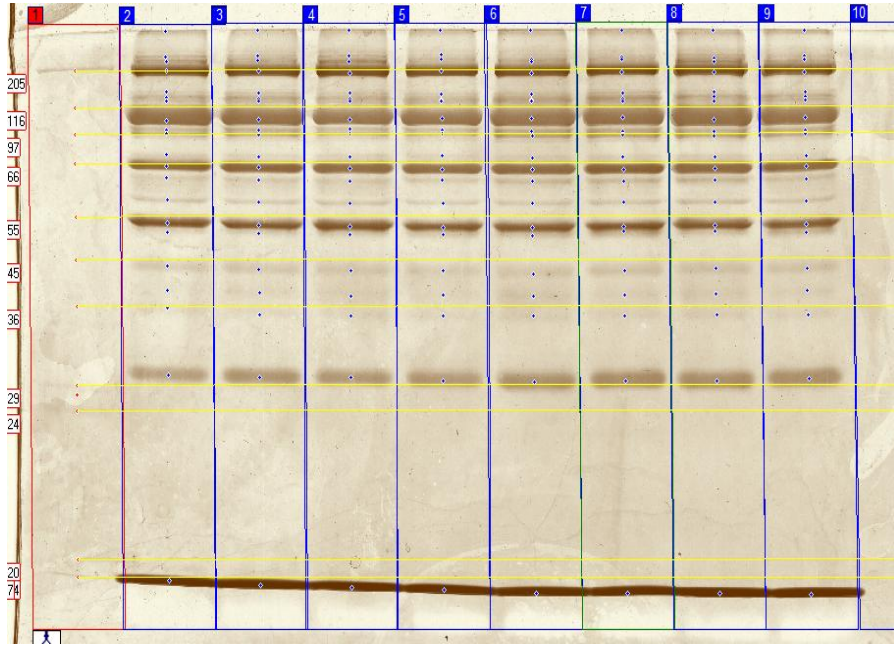
En düşük yumurta sarısı lipid peroksidasyonu 79.74 nmol/g doku ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta iken, en yüksek lipid peroksidasyonu 101.17 nmol/g doku ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta gözlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grup ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grubun yumurta sarısı lipid peroksidasyon değerleri benzer olup, söz konusu B seviyeleri 50 ve 75 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen grupların yumurta sarısı lipid peroksidasyon değerlerinden önemli derecede ($P<0.01$) düşük bulunmuştur. Daha önceki yıllarda rasyona B ilavesinin yumurta sarısı lipid peroksidasyon değerlerine etkisinin incelendiği yerli ya da yabancı dilde yayınlanmış çalışmaya rastlanılmadığı için söz konusu parametrelerle ilgili tartışma yapılamamıştır.

Sonuç olarak rasyona farklı seviyelerde B ilavesinin yumurta sarısı lipid peroksidasyonunu artırdığı, ancak 150 mg/kg seviyesinde B ilave edilen rasyonla beslenen tavukların yumurta sarısı lipid peroksidasyon değerlerinin, B ilave edilmemiş rasyonla beslenen tavukların yumurta sarısı lipid peroksidasyon değerleriyle yakın olduğu gözlenmiştir.

4.4.3. Yumurta sarısı protein elektroforezi

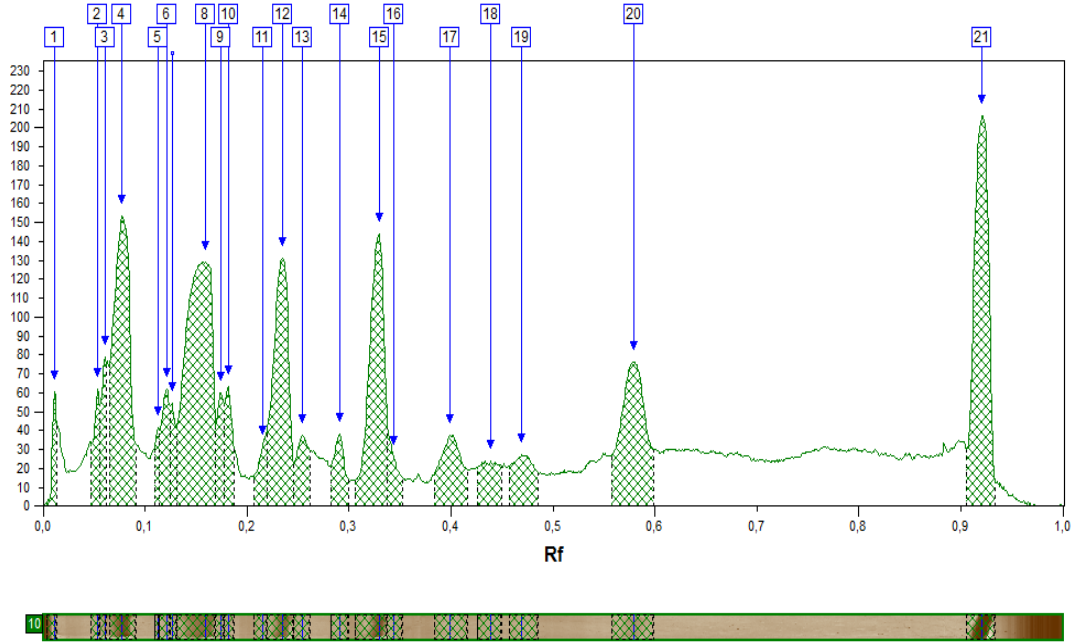
Yumurta sarısı protein elektroforezi sonucu 7'si majör olan (>0,1 g) toplam 21 protein bandı tespit edilmiştir. Yumurta tavuk rasyonlarına değişik oranlarda ilave edilen B'nin yumurta sarısında farklı moleküler ağırlıktaki proteinlere farklı etkisi olmakla birlikte çoğunlukla önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin yumurta sarısı protein bileşimine etkisine ait elektroforetogram ve dansitometrik analiz sonuçları sırasıyla Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10 ve Çizelge 4.10'de verilmiştir.

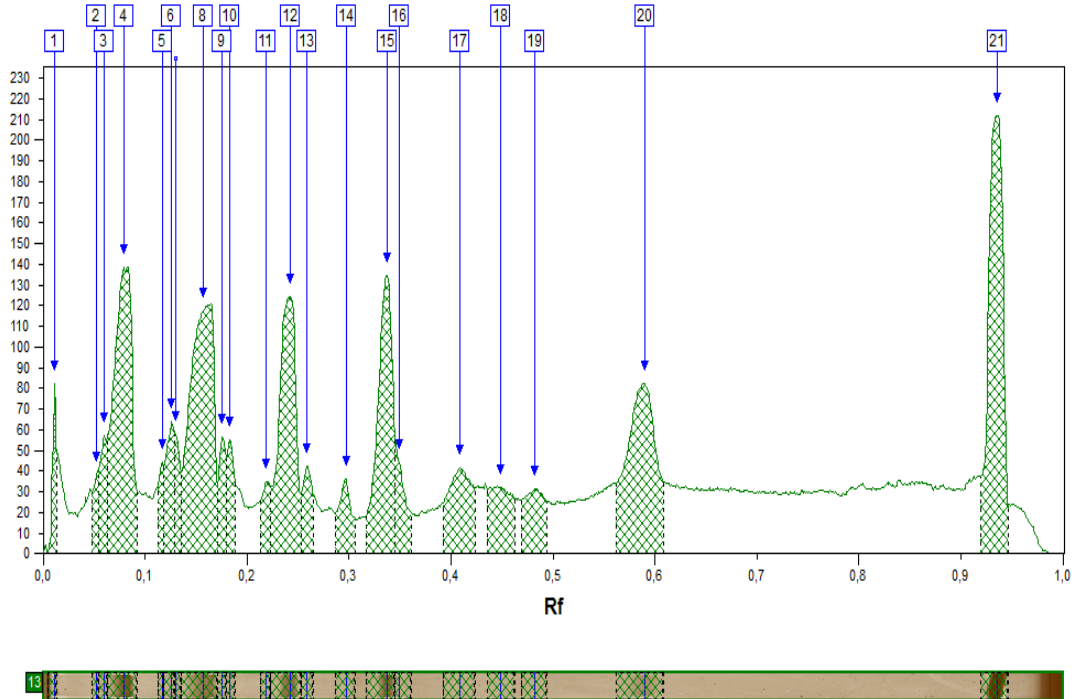


Şekil 4.6. Yumurta sarısı protein elektroforetogramı

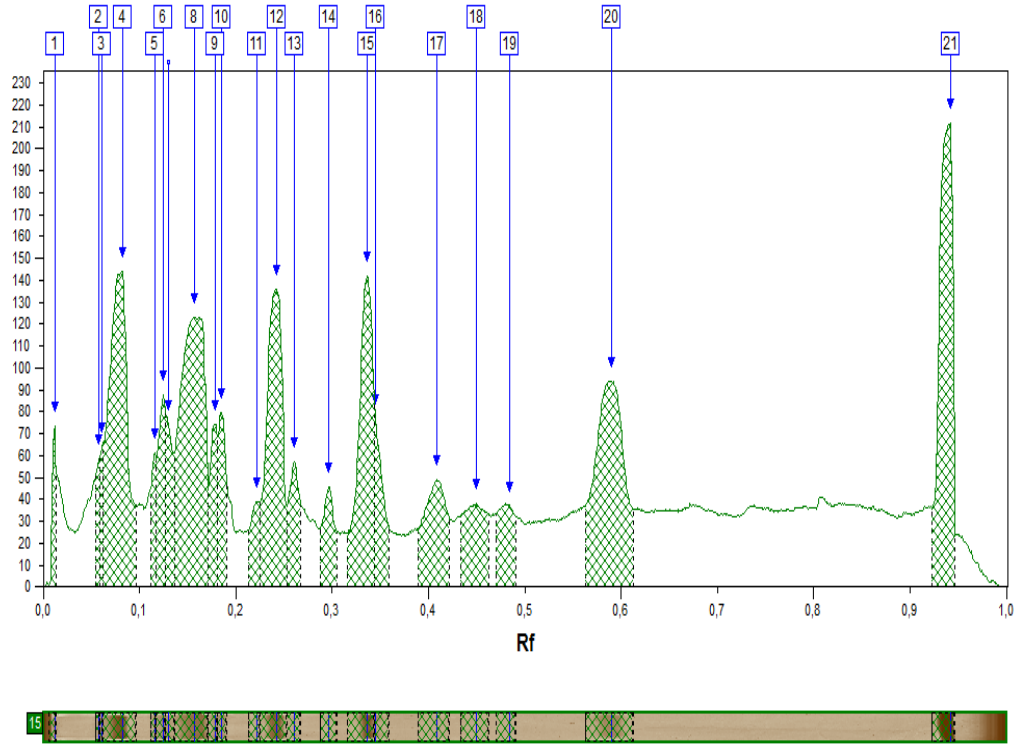
1. Kuyu: Moleküler ağırlık markeri; 2.-3. Kuyu: Kontrol grubu; 4.-5. Kuyu: 50 mg/kg Bor grubu; 6.-7. Kuyu: 75 mg/kg Bor grubu; 8.-9. Kuyu: 150 mg/kg Bor grubu



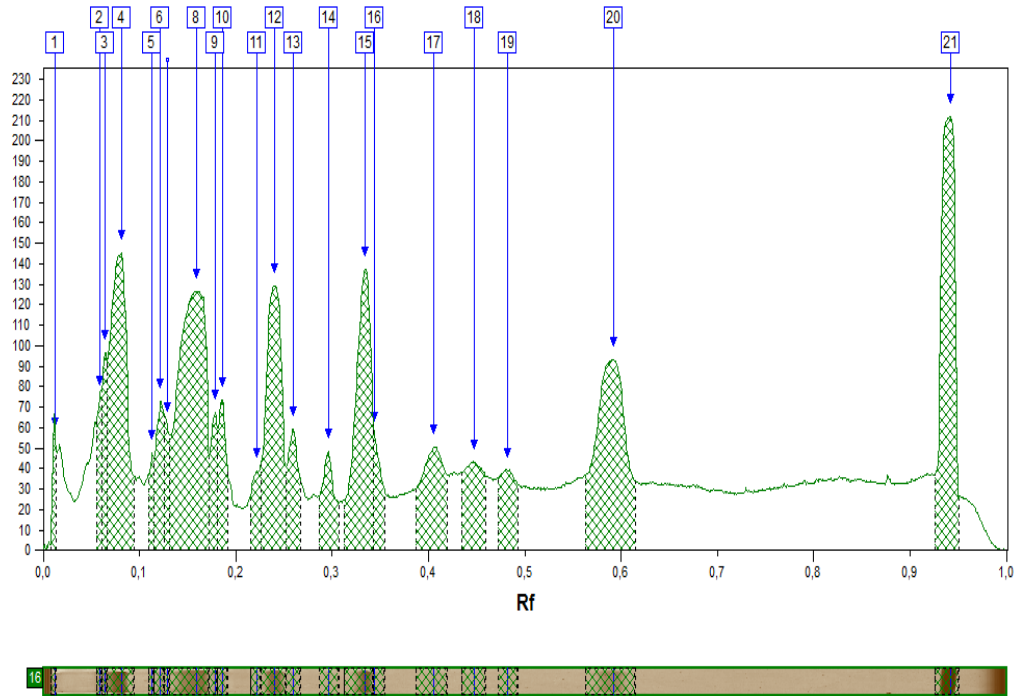
Şekil 4.7. Kontrol grubu yumurta sarısı örneklerinin dansitometrik analizi



Şekil 4.8. 50 mg/kg Bor grubu yumurta sarısı örneklerinin dansitometrik analizi



Şekil 4.9. 75 mg/kg Bor grubu yumurta sarısı örneklerinin dansitometrik analizi



Şekil 4.10. 150 mg/kg Bor grubu yumurta sarısı örneklerinin dansitometrik analizi

Çizelge 4.11. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Yumurta Sarısı Protein Profiline (g protein/ yumurta sarısı) Etkisi

| Protein (kDa) | Bor Seviyeleri (mg/kg) | | | | Ortalama | Grup P |
|---------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------|--------|
| | 0 | 50 | 75 | 150 | | |
| 13 | 0.411±0.01 ^a | 0.414±0.00 ^a | 0.398±0.00 ^b | 0.413±0.00 ^a | 0.409±0.01 | 0.005 |
| 31 | 0.271±0.01 ^c | 0.302±0.01 ^b | 0.407±0.02 ^a | 0.403±0.01 ^a | 0.347±0.06 | 0.000 |
| 36 | 0.074±0.00 ^c | 0.079±0.00 ^c | 0.089±0.00 ^b | 0.098±0.01 ^a | 0.085±0.01 | 0.000 |
| 38 | 0.068±0.00 ^d | 0.092±0.00 ^c | 0.132±0.01 ^a | 0.123±0.00 ^b | 0.104±0.03 | 0.000 |
| 43 | 0.118±0.01 ^c | 0.136±0.01 ^b | 0.137±0.01 ^b | 0.158±0.00 ^a | 0.137±0.02 | 0.000 |
| 53 | 0.048±0.00 ^c | 0.062±0.01 ^b | 0.085±0.01 ^a | 0.074±0.01 ^{ab} | 0.067±0.01 | 0.000 |
| 54 | 0.284±0.00 | 0.280±0.01 | 0.284±0.01 | 0.286±0.01 | 0.284±0.01 | 0.793 |
| 55 | 0.054±0.00 ^d | 0.062±0.00 ^c | 0.070±0.00 ^b | 0.081±0.00 ^a | 0.067±0.01 | 0.000 |
| 57 | 0.056±0.00 ^b | 0.056±0.00 ^b | 0.083±0.00 ^a | 0.084±0.00 ^a | 0.070±0.01 | 0.000 |
| 64 | 0.275±0.01 ^b | 0.281±0.00 ^b | 0.306±0.00 ^a | 0.278±0.01 ^b | 0.285±0.01 | 0.000 |
| 76 | 0.038±0.00 ^c | 0.035±0.00 ^c | 0.049±0.00 ^a | 0.043±0.00 ^b | 0.041±0.01 | 0.000 |
| 97 | 0.062±0.00 ^b | 0.048±0.00 ^c | 0.077±0.00 ^a | 0.072±0.00 ^a | 0.064±0.01 | 0.000 |
| 100 | 0.057±0.01 ^b | 0.049±0.00 ^c | 0.075±0.01 ^a | 0.063±0.00 ^{ab} | 0.061±0.01 | 0.000 |
| 105 | 0.445±0.01 ^{ab} | 0.369±0.01 ^c | 0.424±0.00 ^b | 0.463±0.03 ^a | 0.425±0.04 | 0.000 |
| 127 | 0.036±0.00 ^b | 0.038±0.00 ^b | 0.069±0.01 ^a | 0.044±0.01 ^b | 0.047±0.01 | 0.000 |
| 133 | 0.068±0.01 ^b | 0.068±0.00 ^b | 0.086±0.00 ^a | 0.074±0.01 ^b | 0.074±0.01 | 0.001 |
| 144 | 0.028±0.00 ^b | 0.026±0.00 ^c | 0.038±0.00 ^a | 0.025±0.00 ^c | 0.029±0.01 | 0.000 |
| 203 | 0.351±0.03 | 0.345±0.01 | 0.367±0.01 | 0.346±0.01 | 0.352±0.02 | 0.242 |
| 228 | 0.046±0.00 ^{ab} | 0.070±0.03 ^a | 0.033±0.00 ^b | 0.053±0.01 ^{ab} | 0.050±0.02 | 0.032 |
| 239 | 0.038±0.00 | 0.033±0.01 | 0.030±0.01 | 0.039±0.00 | 0.035±0.01 | 0.163 |
| 300 | 0.029±0.00 ^b | 0.037±0.00 ^a | 0.036±0.00 ^a | 0.030±0.00 ^b | 0.033±0.00 | 0.000 |
| | 2,85 g | 2,88 g | 3,27 g | 3,25 g | | |

a,b,c,d; Aynı satırdaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir

13 kDa büyüklüğündeki proteinin miktarı, en düşük 0.398 g protein ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek 0.414 g protein ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre 75 mg/kg B ilave edilmiş grubun 13 kDa büyüklüğündeki proteinin miktarı 0, 50 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla yemlenen gruplarınkinden daha düşük ($P<0.01$) bulunmuştur.

31 kDa büyüklüğündeki proteinin miktarı en düşük 0.271 g protein ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek 0.407 g protein ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre B ilave edilmemiş grubun 31 kDa büyüklüğündeki protein miktarı, B ilaveli

rasyonlarla beslenen gruplarınkinden daha düşük ($P<0.01$) olmuş ve rasyona ilave edilen B, yumurta sarısındaki 31 kDa'luk protein miktarını artırmıştır.

43 kDa büyüklüğündeki protein miktarı en düşük 0.118 g protein ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek miktarı 0.158 g protein ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına 150 mg/kg B ilaveli rasyonla yemlenen grubun 43 kDa büyüklüğündeki protein miktarı diğer gruplarınkinden daha yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Rasyona ilave edilen B miktarı arttıkça yumurta sarısında 43 kDa'luk protein miktarı da buna paralel bir artış göstermiştir.

64 kDa büyüklüğündeki protein miktarı en düşük 0.275 g protein ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek 0.306 g protein ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta 64 kDa büyüklüğündeki protein miktarı, 0, 50 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplardan önemli derecede yüksek ($P<0.01$) olmuştur.

105 kDa büyüklüğündeki protein miktarı en düşük 0.369 g protein ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek 0.463 g protein ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre 150 mg/kg B ilave edilmiş grubun 105 kDa büyüklüğündeki protein miktarı, diğer gruplardan daha yüksek olmuştur ($P<0.01$).

Sonuç olarak B ilave edilen rasyonla beslenen tavukların yumurta sarısı protein miktarının arttığı, bu artışı da özellikle en fazla miktarsal artış sağlayan protein profilindeki 31, 38, 43, 105 ve 203 kDa molekül büyüklüğündeki proteinlerin miktarlarını arttırarak gerçekleştirdiği görülmüştür.

4.4.4.Yumurta kabuğu mineral elementleri

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin yumurta kabuğu mineral elementlerine etkisi Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Yumurta Kabuk Mineral Elementlerine Etkisi

| Mineral | Bor Seviyeleri (mg/kg) | | | | Ortalama | Grup P |
|-----------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|--------|
| | 0 | 50 | 75 | 150 | | |
| B mg/kg | 114.9±39.7 ^{bc} | 99.0±23.7 ^c | 154.8±28.7 ^{ab} | 166.93±8.48 ^a | 133.9±37.9 | 0.000 |
| Ca mg/g | 522.8±17.4 ^b | 556.2±15.6 ^b | 605.0±25.1 ^a | 618.1±34.7 ^a | 575.5±45.1 | 0.000 |
| Fe mg/kg | 92.0±49.6 ^a | 127.5±11.5 ^a | 96.5±15.2 ^a | 48.5±1.91 ^b | 91.1±37.6 | 0.000 |
| P mg/g | 6.29±1.1 ^{ab} | 5.26±0.32 ^b | 6.81±0.76 ^a | 6.01±0.50 ^{ab} | 6.09±0.88 | 0.003 |
| Zn mg/kg | 87.0±16.7 | 78.0±23.9 | 104.8±14.7 | 68.8±5.9 | 84.6±20.2 | 0.052 |
| Mg mg/g | 17.00±2.68 | 20.50±5.15 | 20.07±2.24 | 16.46±0.87 | 18.51±3.37 | 0.211 |
| Mn mg/kg | 11.53±7.11 | 8.46±1.52 | 10.21±2.03 | 13.35±0.85 | 10.88±2.87 | 0.356 |
| Na mg/g | 12.94±1.42 | 12.83±2.24 | 13.91±2.31 | 12.77±1.06 | 13.12±1.71 | 0.797 |
| Pb mg/kg | 3.34±0.78 ^b | 3.15±0.64 ^b | 4.49±0.73 ^a | 3.56±0.14 ^{ab} | 3.64±0.77 | 0.047 |
| S mg/g | 5.56±0.49 | 5.74±1.19 | 6.05±0.60 | 5.32±0.17 | 5.67±0.70 | 0.552 |

a,b,c; Aynı satırdaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir
Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin yumurta kabuk mineral elementlerinden; Zn, Mg, Na, Mn ve S elementlerine etkisi önemsiz ($P>0.05$) iken, B, Ca, Fe, P, elementlerine $P<0.01$ seviyesinde, Pb elementine ise $P<0.05$ seviyesinde etkili olmuştur.

Yumurta kabuğu mineral elementlerinden B’nin en düşük düzeyi 99.0 mg/kg B ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta iken en yüksek B düzeyi 166.93 mg/kg B ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla yemlenen grubun yumurta kabuğu B içeriği diğer gruplardan daha yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur.

Yumurta kabuğu mineral elementlerinden Ca’nın en düşük düzeyi 522.8 mg/g ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olurken, en yüksek Ca 618.1 mg/g ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma

test sonuçlarına göre 0 ve 50 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen grupların yumurta kabuğu Ca düzeyleri, 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen grupların yumurta kabuğu Ca düzeylerinden daha düşük ($P<0.01$) olduğu gözlenmiştir. Rasyona 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilavesinin yumurta kabuğu Ca miktarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

En düşük Fe düzeyi 48.50 mg/kg ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta olurken, en yüksek Fe düzeyi 127.50 mg/kg ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Rasyonlarına 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grubun yumurta kabuğu Fe düzeyi önemli miktarda ($P<0.01$) azalmıştır.

Yumurta kabuğu P düzeyi en düşük 5.26 mg/g ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek P düzeyi ise 6.81 mg/kg ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta olmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grubun yumurta kabuğu P düzeyi diğer gruplardan daha yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur.

Yumurta kabuğu Pb düzeyi en düşük 3.15 mg/kg ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta olurken, en yüksek Pb düzeyi 4.49 mg/kg ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta gözlenmiş ve diğer grupların yumurta kabuğu Pb içeriğinden önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

En düşük Zn düzeyi ise 68.8 mg/kg ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek Zn düzeyi 104.8 mg/kg ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. En düşük Mg düzeyi ise 16.46 mg/g ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek Mg düzeyi 20.50 mg/g ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. En düşük Mn düzeyi ise 8.46 mg/kg ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek Mn düzeyi 13.35 mg/kg ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. En düşük Na düzeyi ise 12.77 mg/g ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek Na düzeyi 13.91 mg/g ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. En düşük S düzeyi ise 5.32

mg/g ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek S düzeyi 6.05 mg/g ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta tespit edilmiştir. Yumurtacı tavuklarda rasyona B ilavesinin yumurta kabuğu mineral elementlerinden Zn, Mg, Mn, Na ve S düzeylerine etkisi önemli ($P>0.05$) bulunmamıştır.

Rasyona B ilavesinin yumurta kabuğu mineral elementleri üzerine etkisinin araştırıldığı tek bir çalışmadan elde edilen sonuçlar mevcut araştırmadan elde edilen bulgularla paralellik göstermiştir. Grossu *et al.* (2005), 0, 25, 40 ve 90 ppm seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda, yumurta kabuğu Ca düzeylerini sırasıyla 25.11, 26.45, 25.48 ve 25.92 g/100 g olarak tespit etmişlerdir. Rasyona farklı seviyelerde B ilavesinin mevcut araştırma bulgularında olduğu gibi yumurta kabuğu Ca düzeyini artırdığını ($P<0.05$) bildirmişlerdir. Literatürde rasyona B ilavesinin yumurta kabuğu minerallerinden Ca hariç diğer minerallere (B, Fe, P, Zn, Mg, Mn, Na, Pb ve S) etkisinin incelendiği yerli ya da yabancı dilde yayınlanmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmadığı için söz konusu parametrelerle ilgili tartışma yapılamamıştır.

4.5. Kemiğin Biyomekanik Özellikleri ve Tibia Mineral Elementleri

Yumurtacı tavuklar, yumurta kabuk teşekkülünde Ca kaynağı olarak rasyon Ca'sını ya da kemik Ca'sını kullanırlar. Yumurtacı tavuklarda, kabuk ve dışkı yoluyla olan Ca kayıplarının, Ca tüketimlerinden daha fazla olması durumunda negatif Ca dengesi oluşur. Bu durum rasyon Ca düzeyinden bağımsızdır, başka bir ifade ile rasyonda yüksek Ca düzeyi ile düzeltilemez (Hurwitz and Griminger 1960; Keshavarz 1987). Bu yüzden kabuk teşekkülü için ihtiyaç duyulan Ca'nın bir kısmı kemiklerden sağlanır. Yüksek verim sebebiyle kemiklerden mobilize edilen Ca tekrar yerine konulamazsa, kemikler zayıflar ve osteoporoz (Whitehead 2004), kafes yorgunluğu denilen metabolik rahatsızlıkların görülme riski artar, yumurta verimi ve kabuk kalitesi düşer (Scott *et al.* 1982; Keshavarz 1987). Bu dönemde yumurta tavuklarının Ca yetersizliğine karşı koyabilme kabiliyeti, onların iskelet Ca depolarının bir fonksiyonu olduğu için tavukların iskeletlerinde mümkün olduğunca fazla Ca depolamaları arzu edilir (Keshavarz 1992). Kalsiyum, P ve vitamin D'nin besleme bakımından kemik

mineralizasyonunu etkileyen ana faktörler oldukları kabul edilmektedir. İz elementlerin kemik kalitesine olan direk etkisi yanında, bu iz elementlerin Ca tüketimine olan etkisiyle kemik kalitesine dolaylı bir etkisinin de olabileceği yönünde araştırma sonuçları da mevcuttur. (Nielsen *et al.* 1987; McCoy *et al.* 1994; Wilson and Ruszler 1996).

Kemiğin mekanik özellikleri, kemiğin fonksiyonel karakterleri ile diğer besinsel faktörlerin ilişkisini belirlemede kullanılabilir (Nimmo *et al.* 1980; Thomas *et al.* 1988). Wilson and Ruszler (1996), kemik kırılma kuvveti ve kemik kül miktarının sıklıkla kemik kırılmalarını önlemede çeşitli rasyon ilavelerinin değerlendirilmesinde kriter olarak kullanılabilirliğini, ancak iz elementlerin kemik mineralizasyonuna ve kırılma kuvvetine etkisinin daha az ilgi çektiğini bildirmişlerdir.

4.5.1.Kemiğin biyomekanik özellikleri

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin kemiğin biyomekanik özelliklerine etkisi Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13 Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Kemiğin Biyomekanik Özelliklerine Etkisi

| | Bor Seviyesi, (mg/kg) | | | | | Grup P |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------|
| | 0 | 50 | 75 | 150 | Ortalama | |
| Kemik Çapı (mm) | 5.90±0.21 | 5.95±0.06 | 5.76±0.11 | 5.74±0.17 | 5.83±0.72 | 0.689 |
| Duvar Kalınlığı (mm) | 0.31±0.02 | 0.27±0.01 | 0.28±0.01 | 0.28±0.02 | 0.28±0.08 | 0.261 |
| Boşluk Çapı (mm) | 5.28±0.19 | 5.41±0.04 | 5.20±0.12 | 5.18±0.15 | 5.27±0.68 | 0.615 |
| Kesit Alanı (mm²) | 20.45±1.43 | 20.49±0.41 | 19.30±0.68 | 19.21±1.19 | 19.83±0.48 | 0.702 |
| Kesme Kuvveti (N) | 562.43±40.2 | 510.65±8.6 | 466.31±41.9 | 481.64±24.7 | 505.26±16.9 | 0.194 |
| Kemik Stres(N/mm²) | 28.06±2.78 | 24.30±0.76 | 24.11±1.84 | 25.20±0.98 | 25.42±0.89 | 0.398 |
| Kesme Enerjisi (N.mm) | 661.63±80.5 | 638.69±106.1 | 555.62±79.5 | 542.28±100.7 | 599.55±44.0 | 0.746 |

Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde ilave edilen B'nin kemiğin biyomekanik özelliklerinin tümüne etkisi önemsiz olmuştur (P>0.05). En düşük kemik çapı 5.74 mm ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek kemik çapı

ise 5.95 mm ile 50 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta olmuştur ve sözü edilen ortalamalar arasındaki fark önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur.

En düşük kemik duvar kalınlığı 0.27 mm ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla yemlenen grupta, en yüksek kemik duvar kalınlığı ise 0.31 mm ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olmuş, gruplar arasındaki farklılık önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Araştırma bulgularına göre B ilaveli rasyonlarla beslenen grupların kemik duvar kalınlığı bazal rasyonla beslenen gruptan rakamsal olarak daha düşük olduğu tespit edilmiştir. En düşük kemik boşluk çapı 5.18 mm ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek kemik boşluk çapı 5.41 mm ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta olmuş, gruplar arasındaki farklılık önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. En düşük kesit alanı 19.21 mm² ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek kesit alanı ise 20.49 mm² ile 50 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta olmuş ve yine gruplar arasındaki farklılık önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Mevcut araştırma bulguları ile önceki yıllarda yapılan çalışma sonuçları arasında uyumdan bahsedilebilir. Wilson and Ruszler (1997) yumurtacı tavuklarda rasyona ilave B'nin (0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg); Demirörs (2007), yumurtacı piliç rasyonlarına farklı seviyelerde ilave B'nin (0, 75, 150, 300 mg/kg) deneme sonu kemik çapı (6.16, 6.24, 6.20 ve 6.17 mm) ve kemik duvar kalınlığı (0.83, 0.85, 0.84 ve 0.87 mm) değerlerine etkisinin önemsiz ($P>0.05$) olduğunu belirlemişlerdir. Olgun (2011), yumurtacı tavuklarda tibia kemiği biyomekanik özellikleri üzerine B'nin (0, 60, 120 ve 240 mg/kg) etkilerini incelediği çalışmada, kemik çapı (7.43, 7.30, 7.30 ve 7.29 mm) ve kesit alanının (34.04, 33.22, 33.39 ve 33.06 mm²) ilave B'den etkilenmediğini ($P>0.05$) bildirirken, kemik duvar kalınlığının (0.67, 0.71, 0.75 ve 0.70 mm) önemli bir artış ($P<0.01$) gösterdiğini tespit etmiştir.

En düşük kesme kuvveti 466.31 N ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek kesme kuvveti ise 562.43 N ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta bulunmuştur. En düşük kemik stres değeri ise 24.11 N/mm² ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek kemik stres değeri 28.06 N/mm² ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta gözlenirken, en düşük kesme enerjisi 542.28 N.mm

ile 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek kesme enerjisi ise 661.63 N.mm ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olmuştur.

Önceki yıllarda konu ile ilgili yapılan çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları arasında kısmen bir uyumdan bahsedilebilir. Wilson and Ruszler (1996) yumurtacı tavuk rasyonlarına B (0, 100, 200 ve 400 mg/kg) ilavesinin kesme kuvveti (406, 410, 381 ve 430 N), kemik stres (12.5, 11.9, 12.0 ve 12.7 N/mm²) ve kesme enerjisine (134, 127, 125 ve 140 N.mm); Bozkurt vd (2009), etlik piliç; Mızrak ve Ceylan (2009), yumurtacı tavuk rasyonlarına (0, 25, 50 ve 75 mg/kg) B ilave ettikleri çalışmada tibia kesme kuvvetini (51.1, 54.8, 47.1 ve 47.5 N) önemsiz (P>0,05); Demirörs (2007), yumurtacı piliç rasyonlarına ilave ettiği B'nin (0, 75, 150, 300 mg/kg) kemik stres (49.5, 51.2, 52.8 ve 54.7 N/mm²); kesme enerjisi (978.9, 955.8, 978.1 ve 854.9 N.mm) değerlerini ilave B'nin etkilemediğini bildirirken; Mızrak *et al.* (2010) yumurtacı tavuklarda B (0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg) ilavesinin tibia kesme kuvvetine (41.4, 51.3, 47.4, 51.3 ve 47.9 N) etkisinin mevcut çalışmaya benzer şekilde önemli olmadığını (P>0.05) bildirmişlerdir.

Wilson and Ruszler (1997), 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda tibia kesme kuvvetini sırasıyla 280, 325, 325, 307 ve 287 N; kemik stresini 10.9, 12.6, 12.3, 11.4 ve 11.4 N/mm²; kesme enerjisini 135, 145, 152, 150 ve 117 N.mm olarak; Demirörs (2007), 0, 75, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı piliçlerde kesme kuvvetini 696.4, 738.2, 758.8 ve 800.5 N olarak; Wilson and Ruszler (1998) 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda tibia kesme kuvvetini 108, 120, 131, 132 ve 141 N; tibia kemik stresini 16.8, 17.6, 17.9, 19.0 ve 22.5 N/mm²; tibia kesme enerjisini 31.4, 29.2, 37.2, 31.8 ve 33.0 N.mm olarak; Olgun (2011), 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda deneme sonu tibia kesme kuvvetini 630, 685, 695 ve 685 N; kemik stresini 18.59, 20.70, 20.89 ve 20.76 N/mm²; kesme enerjisini 776, 907, 876 ve 861 N.mm olarak tespit etmişlerdir. Rasyona farklı seviye ve formda B ilavesinin tibia kemiğinin belirtilen değerlerini arttırdığını bildirmişlerdir (P<0.05).

Yukarıda belirtilen çalışmalardan elde edilen sonuçların birkaçı kanatlı rasyonlarına B ilavesiyle kemiğin bazı biyomekanik özelliklerinin iyileştirilebileceğini göstermektedir. Ancak B'nin bu olumlu etkisi incelenen kemik tipine, rasyon B seviyesine, hayvanın yaş ve genotipine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Mevcut çalışma sonuçlarında yaşlı yumurtacı tavuklarda kemiğin biyomekanik özelliklerini iyileştirme bakımından rasyona B ilavesinin önemli etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

4.5.2. Tibia mineral elementleri

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin tibia mineral elementlerine etkisi Çizelge 4.14'te verilmiştir

Çizelge 4.14 Rasyona İlave Edilen Bor Seviyelerinin Yumurtacı Tavuklarda Tibia Mineral Elementlerine Etkisi

| Mineral | Bor Seviyesi, (mg/kg) | | | | | Grup P |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|--------|
| | 0 | 50 | 75 | 150 | Ortalama | |
| B mg/kg | 1.46±0.94 ^b | 1.86±0.62 ^b | 5.20±1.05 ^a | 6.26±2.12 ^a | 3.69±2.44 | 0.000 |
| Ca mg/g | 55.75±9.60 ^a | 50.51±12.07 ^a | 32.23±11.37 ^b | 25.40±9.58 ^b | 40.97±16.18 | 0.001 |
| Cu mg/kg | 4.35±4.05 | 3.33±1.07 | 5.10±2.82 | 1.16±1.07 | 3.48±2.81 | 0.130 |
| Fe mg/kg | 47.09±22.5 | 32.00±7.55 | 36.41±6.77 | 21.50±8.01 | 34.25±15.18 | 0.460 |
| Mg mg/g | 2.32±0.14 ^a | 1.79±0.22 ^b | 2.11±0.23 ^a | 1.47±0.22 ^b | 1.92±0.38 | 0.000 |
| P mg/g | 36.57±4.76 ^a | 23.96±2.84 ^b | 27.83±3.67 ^a | 20.00±3.45 ^c | 27.90±7.17 | 0.000 |
| Zn mg/g | 0.162±0.04 ^a | 0.08±0.01 ^c | 0.123±0.03 ^b | 0.08±0.02 ^c | 0.111±0.04 | 0.000 |
| Mn mg/kg | 5.37±1.07 ^a | 4.40±1.21 ^a | 2.70±0.43 ^b | 2.41±0.56 ^b | 3.72±1.49 | 0.000 |

a,b,c; Aynı satırdaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin tibia mineral elementlerinden; B, Ca, Mg, P, Zn ve Mn elementlerine etkisi önemli ($P<0.01$) iken, Cu ve Fe elementlerine etkisi önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur.

En düşük tibia B düzeyi 1.46 mg/kg ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta, en yüksek tibia B düzeyi ise 6.26 mg/kg ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta olmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre tibia B seviyesinin, 0 ve 50

mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplarda, 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplardan önemli ($P<0.01$) derecede yüksek bulunmuş ve tibia kemiği B düzeyinin rasyona ilave edilen B seviyesine paralel olarak arttığı gözlenmiştir.

Rasyona B ilavesinin kemik mineral seviyelerine etkilerinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları uyum göstermektedir. Wilson and Ruszler (1996), 0 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda tibia B değerlerini sırasıyla 0.590 ve 7.80 mg/kg; Wilson and Ruszler (1997), 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı piliçlerde tibia B düzeylerini 0.87, 2.61, 4.42, 6.88 ve 13.60 mg/kg; Wilson and Ruszler (1998), 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda tibia B düzeylerini 1.33, 3.18, 4.73, 7.21 ve 10.73 mg/kg; Kurtoğlu *et al.* (2005), 5 ve 25 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde tibia B düzeylerini 1.05, 1.64 ve 2.11 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık; Demirörs (2007), 0, 50, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı piliçlerde tibia B düzeylerini 6, 14, 19 ve 22 mg/kg; Mızrak ve Ceylan (2009), 0, 25, 50 ve 75 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda tibia B düzeylerini %3.67, 7.05, 7.58 ve 11.58; Mızrak *et al.* (2010), 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda tibia B düzeylerini 4.17, 8.83, 12.00, 16.17 ve 24.33 mg/kg; Olgun (2011), 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda tibia B düzeylerini 6.58, 26.19, 41.27 ve 72.28 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Wilson and Ruszler (1996), Kurtoğlu *et al.* (2005), Mızrak *et al.* (2010), Demirörs (2007) ve Olgun (2011) araştırmalarında kanatlı rasyonlarına farklı seviye ve formda B ilavesinin tibia B düzeylerini $P<0.01$ seviyesinde artırdığını bildirirlerken, Wilson and Ruszler (1997), Wilson and Ruszler (1998) ve Mızrak ve Ceylan (2009) ise $P<0.05$ seviyesinde arttırdığını bildirmişlerdir. Öte yandan Şimşek (2011), 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde tibia B düzeylerini sırasıyla 5.06, 6.85, 6.43 ve 7.90 mg/kg olarak tespit etmiş, rasyona ilave edilen B'nin tibia B düzeyini etkilemediğini bildirmiştir.

En düşük tibia Ca düzeyi 25.40 mg/g ile 150 mg/kg B ilave edilmiş rasyonla yemlenen grupta, en yüksek tibia Ca düzeyi ise 55.75 mg/g ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Bazal ve 50 mg/kg B ilaveli rasyonla yemlenen grubun tibia Ca düzeyi 75 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla yemlenen gruplardan daha yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur. Önceki yıllarda rasyona B ilavesinin tibia kemiği Ca düzeyine etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları kısmen uyum göstermektedir. Wilson and Ruzler (1998), 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg düzeylerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda tibia kemiği Ca düzeylerini sırasıyla 31.2, 28.0, 24.1, 25.4, 24.1, 22.8 ve 23.0 mg/kg; Kurtoğlu *et al.* (2007), 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mg /kg B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda tibia Ca düzeylerini 34574, 32807, 31698, 31488, 31218 ve 31014 µg/g kuru madde; Şimşek (2011), 0, 100, 200 ve 400 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde tibia Ca düzeylerini 127.37, 103.02, 103.16 ve 115.39 mg/g olarak tespit etmişlerdir. Wilson and Ruzler (1998) yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviye ve formda B ilavesinin tibia Ca düzeylerini $P<0.05$, Kurtoğlu *et al.* (2007) ve Şimşek (2011) ise $P<0.01$ seviyelerinde düşürdüğünü bildirmişlerdir. Diğer taraftan Wilson and Ruzler (1996) yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen (0 ve 400 mg/kg) B'nin tibia Ca düzeylerini sırasıyla 29.8 ve 27. 87 mg/g; Fassani *et al.* (2004) etlik piliç rasyonlarına 0, 30, 60, 90, 120 ve 150 ppm B ilavesinin tibia % Ca düzeylerini 20.97, 20.79, 20.17, 20.65, 20.72 ve 20.74; Demirörs (2007), yumurtacı piliçlerin rasyonlarına 0, 50, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B ilavesinin tibia Ca düzeylerini 235.8, 229.1, 230.9 ve 234.3 mg/g; Mızrak ve Ceylan (2009) damızlık yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 25, 50, 75 mg/kg seviyelerinde B ilavesinin tibia Ca (%) düzeylerini 16.5, 16.0, 17.1 ve 17.7; Olgun (2011) yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 60, 120 ve 240 mg/kg B ilavesinin tibia Ca (mg/g) düzeylerini 226.8, 227.4, 231.0 ve 228.4 mg/g olarak belirlemişler ve rasyona farklı seviyelerde B ilavesinin tibia Ca düzeylerine etkisinin önemsiz ($P>0.05$) olduğunu bildirmişlerdir. Ancak Mızrak *et al.* (2010) rasyona 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg B ilavesinin tibia Ca düzeylerini sırasıyla %17.75, 18.75, 18.25, 17.75 ve 16.75 olarak tespit etmişler ve tibia Ca düzeyini 25 mg/kg B seviyesi artırırken, 200 mg/kg B seviyesinin düşürdüğünü ($P<0.01$) belirtmişlerdir. Yine Kurtoğlu *et al.* (2005), etlik piliçleri 5 ve 25 mg/kg B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada tibia Ca değerlerini sırasıyla 114,58, 125,77 ve 129,06 mg/g kuru ağırlık olarak tespit etmişler ve kanatlı

rasyonlarına farklı form ve seviyede B ilavesinin kemik Ca seviyelerini arttırdığını ($P<0.05$) bildirmişlerdir. Bozkurt vd (2009) ise etlik piliç rasyonlarına özellikle 30 mg/kg B ilavesinin kemik Ca değerlerini kontrol grubuna göre önemli derecede arttırdığına ($P<0.01$) vurgu yapmışlardır.

En düşük tibia Cu düzeyi 1.16 mg/kg ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek tibia Cu düzeyi ise 5.10 mg/kg ile 75 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta olmuştur. Rasyona farklı seviyelerde B ilavesi tibia Cu düzeyine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Rasyona B ilavesinin tibia Cu düzeyine etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları kısmen uyum göstermektedir. Kurtoğlu *et al.* (2005), 5 ve 25 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde tibia Cu düzeylerini sırasıyla 1.21, 1.25 ve 1.31 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık; Demirörs (2007), 0, 50, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı piliçlerde tibia Cu düzeylerini 6.0, 9.0, 6.0 ve 6.0 mg/kg; Şimşek (2011), 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde tibia Cu düzeylerini 3.24, 3.87, 6.95 ve 3.94 mg/kg olarak tespit etmişler ve rasyona farklı seviyelerde ilave edilen B'nin mevcut araştırma bulgularına benzer şekilde tibia Cu düzeyini etkilemediğini ($P>0.05$) bildirmişlerdir. Ancak Olgun (2011), 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda tibia Cu düzeylerini sırasıyla 24.31, 36.33, 43.41 ve 36.08 mg/kg olarak tespit etmiş ve rasyona farklı seviyelerde ilave edilen B'nin tibia Cu düzeyini önemli derecede artırdığını bildirmiştir. ($P<0.01$).

En düşük tibia Fe düzeyi 21.50 mg/kg ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek tibia Fe düzeyi ise 47.09 mg/kg ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Rasyona B ilavesi tibia Fe düzeyini sayısal olarak düşürmüştür ($P>0.05$). Kurtoğlu *et al.* (2005), etlik piliçleri 5 ve 25 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, tibia Fe düzeylerini sırasıyla 77.56, 73.37 ve 75.61 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık; Demirörs (2007), yumurtacı piliçleri 0, 50, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, tibia Fe düzeylerini 258, 211, 229 ve 211 mg/kg; Şimşek (2011), etlik piliçleri 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde

B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, tibia Fe düzeylerini 206.4, 213.6, 243.6 ve 226.0 mg/kg olarak belirlemişler ve rasyona farklı seviye ve formda ilave edilen B'nin mevcut çalışmada olduğu gibi kanatlı hayvanlarda tibia Fe düzeylerini etkilemediğini ($P>0.05$) bildirmişlerdir.

En düşük tibia Mg düzeyi 1.47 mg/g ile 150 mg/kg B ilaveli rasyonla beslenen grupta, en yüksek tibia Mg düzeyi ise 2.32 mg/g ile B ilave edilmemiş rasyonla beslenen grupta olmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre 50 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla yemlenen grupların tibia Mg seviyeleri diğer gruplardan daha düşük olmuştur ($P<0.01$). Şimşek (2011), etlik piliçleri 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslediği çalışmada, tibia Mg düzeylerini sırasıyla 5.53, 4.76, 5.69 ve 5.69 mg/kg; Olgun (2011), yumurtacı tavukları 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslediği çalışmada, tibia Mg düzeylerini 3.52, 3.36, 3.56 ve 3.39 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Kanatlı rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin mevcut araştırma bulgularında olduğu gibi tibia Mg değerlerini düşürdüğünü ($P<0.01$ ve $P<0.05$) bildirmişlerdir. Ancak Demirörs (2007), 0, 50, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı piliçlerde tibia kemiği Mg değerlerini sırasıyla 3.9, 3.9, 4.0 ve 4.0 mg/g olarak belirleyip, piliç rasyonlarına farklı seviyede B ilavesinin tibia Mg düzeyini etkilemediğini ($P>0.05$) bildirmiştir.

En düşük tibia P düzeyi 20.00 mg/g ile 150 mg/kg B ilave edilen grupta, en yüksek tibia P düzeyi ise 36.57 mg/g ile B ilave edilmeyen rasyonla beslenen grupta olmuştur. Bazal ve 75 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen grupların tibia P düzeyi, 50 ve 150 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplardan önemli derecede yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur ve rasyona ilave edilen B'nin tibia P düzeyini azalttığı gözlenmiştir. Önceki yıllarda rasyona B ilavesinin kemik mineral element düzeyine etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları kısmen uyum göstermektedir. Wilson and Ruszler (1998), 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda tibia kemiği P düzeylerini sırasıyla 13.13, 12.14, 11.21, 11.42 ve 10.54 mg/kg; Şimşek (2011), 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde tibia P düzeylerini 69.74, 57.79, 65.79 ve 66.30

mg/kg; Olgun (2011), 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda tibia P düzeylerini 97.9, 96.7, 98.9 ve 96.5 mg/g olarak tespit etmişler ve rasyona ilave edilen farklı seviyelerdeki B'nin mevcut çalışmada olduğu gibi tibia P düzeyini azalttığını ($P<0.05$) bildirmişlerdir. Ancak diğer taraftan Wilson and Ruszler (1996) yumurtacı tavukları 0 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, tibia P düzeylerini sırasıyla 12.14 ve 11.70 mg/g; Kurtoğlu *et al.* (2007), yumurtacı tavukları 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm seviyelerin B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, tibia P düzeylerini 15141, 14483, 14046, 13731, 13684 ve 13586 $\mu\text{g/gDM}$; Demirörs (2007), yumurtacı piliçleri 0, 50, 150, 300 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, tibia P düzeylerini 186.9, 183.1, 182.0 ve 185.4 mg/g; Mızrak *et al.* (2010) yumurtacı tavukları 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg seviyelerindeki B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, tibia P (%) düzeylerini 7.95, 7.91, 7.94, 8.03 ve 8.05 olarak tespit etmişler ve kanatlı hayvanlarda rasyona ilave edilen farklı seviyelerdeki B'nin tibia P düzeyini ($P>0.05$) değiştirmedığını bildirmişlerdir. Mızrak ve Ceylan (2009) ise yumurtacı tavukları, 0, 25, 50 ve 75 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, tibia P düzeylerini sırasıyla %7.33, 7.97, 8.03 ve 7.94 olarak tespit etmişler ve kanatlı rasyonlarına ilave edilen farklı seviyelerdeki B'nin tibia P düzeyini artırdığını ($P<0.05$) belirtmişlerdir.

En düşük tibia Zn düzeyi 0.08 mg/g ile 50 ve 150 mg/kg B ilave edilen grupta, en yüksek tibia Zn düzeyi ise 0.162 mg/g ile B ilave edilmeyen rasyonla yemlenen grupta olmuştur. Bazal yemle beslenen grubun tibia Zn düzeyi diğer gruplardan daha yüksek olmuştur ($P<0.01$). Önceki yıllarda rasyona B ilavesinin kemik mineral element düzeyine etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları uyum göstermektedir. Kurtoğlu *et al.* (2005), 5 ve 25 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde tibia Zn düzeylerini sırasıyla 135.88, 127.56 ve 124.48 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık; Demirörs (2007), 0, 50, 150, 300 mg/kg seviyelerde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı piliçlerde tibia Zn düzeylerini 416, 354, 356 ve 374 mg/kg; Şimşek (2011), 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen etlik piliçlerde tibia Zn düzeylerini 31.8, 26.8, 29.3 ve 26.8 mg/kg olarak tespit etmişler ve

kanatlı rasyonlarına farklı seviyelerde ilave edilen B'nin tibia Zn düzeyini azalttığını ($P<0.05$, $P<0.01$ ve $P<0.05$) bildirmişlerdir. Ancak Olgun (2011), yumurtacı tavukları 0, 60, 120 ve 240 seviyelerinde mg/kg B içeren rasyonlarla beslediği çalışmada, tibia Zn düzeylerini sırasıyla 24.78, 31.44, 35.99 ve 30.93 mg/100 g olarak tespit etmiş ve yumurta tavuk rasyonlarına B ilavesinin tibia Zn düzeyini artırdığını ($P<0.01$) bildirmiştir.

En düşük tibia Mn düzeyi 2.41 mg/kg ile 150 mg/kg B ilave edilen grupta, en yüksek tibia Mn düzeyi ise 5.37 mg/kg ile B ilave edilmeyen rasyonla beslenen grupta olmuştur. Bazal ve 50 mg/kg B ilaveli rasyonlarla beslenen grupların tibia Mn düzeyi diğer gruplardan daha yüksek olmuştur ($P<0.01$). Önceki yıllarda rasyona B ilavesinin kemik mineral element düzeyine etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulguları kısmen uyum göstermektedir. Demirörs (2007), 14 haftalık 864 adet Super Nick ırkı yumurtacı piliçleri 0, 50, 150, 300 mg/kg seviyelerde B içeren rasyonlarla beslediği çalışmada, tibia Mn düzeylerini sırasıyla 9, 6, 6, 7 mg/kg tespit etmiştir. Rasyona B ilavesinin tibia Mn düzeylerini mevcut araştırmada olduğu gibi düşürdüğünü bildirmiştir. Öte yandan Şimşek (2011), etlik piliçleri 0, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslediği çalışmada tibia Mn düzeylerini sırasıyla 7.08, 6.24, 7.17 ve 6.96 mg/kg olarak tespit etmiş ve etlik piliç rasyonlarına B ilavesinin tibia Mn düzeyini etkilemediğini ($P>0.05$) bildirmiştir.

Gerek mevcut araştırma bulguları, gerekse yukarıda belirtilen çalışmalara göre yumurta tavuk rasyonlarına B ilavesinin tibia kemiğinin bazı minerallerinde değişiklikler oluşturulabileceği görülmektedir. Ancak rasyona ilave edilen B'nin etkileri; incelenen kemik tipine, rasyon B seviyesine, deneme hayvanlarının tükettikleri bazal rasyon mineral içeriğine ve deneme hayvanlarının genotipine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin performans, kabuk kalitesi, serum ve yumurta sarısı lipid ve protein profili, serum klinik kimya parametreleri, kemik biyomekanik özellikleri, yumurta kabuğu, kemik ve plazma minerallerine etkisini tespit etmek için yürütülen çalışmada, 288 yumurtacı tavuk 12 hafta boyunca 0, 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerde B içeren 4 dört farklı rasyonla yemlenmişlerdir. Araştırma 18 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her bir tekerrürde 4 adet yumurtacı tavuk kullanılmıştır. Araştırma boyunca 16 saat aydınlatma programı uygulanmış, yem ve su *ad-libitum* olarak verilmiştir.

Araştırmada yumurtacı tavukların canlı ağırlık değişimi, ortalama yumurta ağırlığı, yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, hasarlı yumurta oranı, yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk kırılma mukavemeti, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, serum lipid profili (polarlipid, diaçilgliserol, triaçilgliserol, kolesterol, hidrokarbon+kolesterol esteri), yumurta sarısı lipid profili (polarlipid, diaçilgliserol, triaçilgliserol, kolesterol, serbest yağ asidi, hidrokarbon+kolesterol esteri), serum ve yumurta sarısı lipid peroksidasyonu, serum klinik kimya parametreleri (glukoz, kolesterol, trigliserid, kreatinin, total ve direk bilirubin, total protein, albumin, globulin, ALP, AST, ALT, GGT), serum ve yumurta sarısı protein profili, plazma, tibia kemiği ve yumurta kabuğu mineral elementleri, kemik biyomekanik özellikleri (kemik çapı, kemik duvar kalınlığı, kemik boşluk çapı, kesit alanı, kemik kesme enerjisi, kemik stres ve kesme kuvveti) incelenmiştir.

Rasyona ilave edilen B'nin, performans özelliklerinden deneme sonu canlı ağırlığı ve ağırlık değişimi değerlerine etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Ortalama yumurta ağırlığı rasyon B ilavesinden etkilenmezken, hasarlı yumurta oranı bilhassa 50 mg/kg B seviyesinden önemli derecede etkilenmiştir ($P<0.01$). Rasyona B ilavesi, günlük yem tüketimini azaltmış ($P<0.01$), yumurta verimini ise artırmış ($P<0.01$) ve yemden yararlanma oranını ise iyileştirmiştir ($P<0.01$).

Rasyona ilave edilen B, yumurta ağırlığında 75 ve 150 mg/kg B seviyelerinde önemli ($P<0.05$) artışa neden olurken, yumurta kabuk ağırlığı ve şekil indeksi değerlerini etkilememiştir ($P>0.05$). Kabuk kalınlığı ve kırılma mukavemeti rasyona ilave edilen B'den etkilenmemiştir ($P>0.05$).

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin serum lipid bileşenlerinden diaçilgliserol ve hidrokarbon+kolesterol esteri oranlarına etkileri önemsiz ($P>0.05$) olurken, polarlipid oranı 150 mg/kg B seviyesinde artış ($P<0.05$), triaçilgliserol oranı ise 150 mg/kg B seviyesinde azalma ($P<0.05$) göstermiştir. Kolesterol oranı rasyona ilave edilen B'nin artışına paralel olarak azalmıştır ($P<0.01$). Serum lipid peroksidasyon değerinde ise 75 ve 150 mg/kg B seviyelerinde önemli derecede azalma ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Rasyon B seviyelerinin serum protein profilindeki bazı proteinlere önemli etkileri olmakla birlikte, total protein miktarı rasyona ilave edilen B ve seviyelerinden etkilenmemiştir.

Rasyona B ilavesi ile 75 ve 150 mg/kg B seviyelerinde plazma B mineral düzeyi artış göstermiş ($P<0.01$); Cu, Mn ve Na düzeyleri ise yine aynı B seviyelerinde; Fe düzeyi ise bütün B seviyelerinde azalmıştır ($P<0.01$). Plazma Ca düzeyi 75 ve 150 mg/kg B seviyelerinde önemli derecede azalma ($P<0.05$) tespit edilirken; plazma Mg, Zn ve P düzeylerinde farklılıkların önemli olmadığı ($P>0.05$) gözlenmiştir.

Serum klinik kimya analiz parametrelerinden olan glukoz, kolesterol, trigliserid, total protein, albumin, globulin düzeyleri rasyona ilave edilen B'den etkilenmemiştir ($P>0.05$).

Serum ALP, AST, ALT ve GGT enzim aktiviteleri, kreatinin, albumin, total ve direk bilirubin düzeyleri fizyolojik sınırlar içinde bulunduğundan (Kaneko *et al.* 2008), bu değerlerden ALP kemik dokuda hasar olmadığını; AST, ALT, albumin, total ve direk bilirubin hepatobiliyer sistemin sağlam olduğunu; kreatinin böbreklerin sağlam

olduğunu göstermiş ve 150 mg/kg a kadar yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin tavukların sağlığı üzerine herhangi olumsuz bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Yumurta sarısı lipid bileşenlerinden polarlipid, hidrokarbon+kolesterol esteri ve serbest yağ asidi oranları rasyona ilave edilen B'den etkilenmemiştir ($P>0.05$). Yumurta sarısı lipid bileşenlerinden triaçilgliserol oranının 75 ve 150 mg/kg B seviyelerinde azaldığı ($P<0.01$); kolesterol oranının yine aynı B seviyelerinde ($P<0.01$); diaçilgliserol oranının ise sadece 150 mg/kg B seviyesinde arttığı ($P<0.05$) tespit edilmiştir. Yumurta sarısı lipid peroksidasyon değerleri ise 50 ve 75 mg/kg B seviyelerinde önemli artış ($P<0.01$) göstermiştir.

Rasyona ilave edilen B, yumurta sarısı total protein miktarını artırmıştır ve özellikle 13 kDa'luk protein 75 mg/kg B seviyesinde, 105 kDa'luk protein ise 50 mg/kg B seviyesinde azalma göstermiştir. 31 ve 43 kDa'luk proteinlerde bütün B seviyelerinde, 64 kDa'luk protein ise 75 mg/kg B seviyesinde artmıştır ($P<0.01$).

Rasyona B ilavesi ile yumurta kabuğu B, Ca ve Pb mineral düzeyleri 75 ve 150 mg/kg B seviyelerinde ($P<0.01$, $P<0.01$, $P<0.05$), yumurta kabuğu P mineral düzeyi ise 75 mg/kg B seviyesinde önemli düzeyde artarken ($P<0.01$); yumurta kabuğu Fe mineral düzeyi ise 150 mg/kg B seviyesinde azalma göstermiştir ($P<0.01$). Rasyona ilave edilen B, yumurta kabuğu Zn, Mg, Mn, Na ve S mineral düzeylerinde önemli değişikliğe sebep olmamıştır ($P>0.05$).

Yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen B'nin tibia kemiği biyomekanik özelliklerinin tamamına etkisi önemsiz ($P>0.05$) olurken, kemik duvar kalınlığı, tibia kesme kuvveti, tibia kemik stresi ve tibia kesme enerjisi parametreleri ilave B ile rakamsal olarak azalma göstermiştir.

Rasyona 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilavesinin tibia kemik B mineral düzeylerinde önemli derecede artışa ($P<0.01$), 50 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilavesi

Mg ve P düzeylerinde; 75 ve 150 mg/kg seviyelerinde B ilavesi Ca ve Mn düzeylerinde; bütün B seviyelerinde ise Zn düzeylerinde önemli azalmaya ($P<0.01$) sebep olmuştur.

Yumurtlamanın son dönemindeki yumurtacı tavukların rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesi ile;

1. Performans ve yumurta kabuk kalitesinin olumlu yönde etkilendiği,
2. Serum total kolesterol ve triaçilgliserol oranlarının değişmediği, yumurta sarısı kolesterol oranının ise arttığı,
3. Plazma ve tibia kemiği Ca düzeyinin düşmediği ve kemiğin biyomekanik özelliklerinin değişmediği,
4. Uzun süren bir fizyolojik stres durumunun göstergesi olan serum albumin miktarı ile polar lipid oranının pozitif yönde etkilendiği,
5. B'nin hayvanların sağlığı üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı,
6. 50 mg/kg B'nin yukarıdaki olumlu etkilerinin yanı sıra yumurta kabuk kalitesini, özellikle de kırılma mukavemetini iyileştirerek ticari yumurta tavukçuluğunda önemli bir problem olan hasarlı yumurta oranını kontrol ve diğer muamele gruplarına göre önemli düzeyde düşürdüğü tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, yumurtlamanın son döneminde bulunan yumurtacı tavukların rasyonuna konfor, sağlık ve performansı iyileştirmek, hasarlı yumurta oranını ise düşürmek amacıyla 50 mg/kg B ilavesinin yeterli ve önerilebilir olacağı kanaatine varılmıştır. Ancak, söz konusu tez çalışmasıyla yumurtlamanın son dönemi araştırıldığından, daha sağlıklı ve güvenilir sonuçlar elde etmek ve B'nin kullanımıyla ilgili genel bir kanaate ulaşmak için yumurtlamanın bütün dönemlerini içine alacak şekilde daha kapsamlı daha fazla sayıda araştırma yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıköz, Z. ve Özkan, K., 1996. Yumurta tüketiminin beslenme ve sağlık üzerine etkisi. Hayvancılık' 96 Ulusal Kongresi, 18-20 Eylül, Bornova-İzmir.
- Aksoy, A., Macit, M. ve Karaoğlu, M., 2000. Hayvan Besleme Ders Kitabı. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Notu Kitapları Yay. No: 220, Erzurum.
- Ammerman, C. B., Baker, D. H. and Lewis, A. S., 1995. Bioavailability of Nutrients for Animals: Amino Acid, Minerals and Vitamins. Academic Pres. San Diego. CA.
- AOAC., 1990. Official methods of analysis. Vol.1. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Armstrong, T. A., Spears, J. W., Crenshaw, T. D. and Nielsen, F. H., 2000. Boron supplementation of a semipurified diet for weanling pigs improves feed efficiency and bone strength characteristics and alters plasma lipid metabolites. J. Nutr., 130 (10), 2575-2581.
- Armstrong, T. A. and Spears, J. W., 2001. Effect of dietary boron of growth performance, calcium and phosphorus metabolism, and bone mechanical properties in growing barrows. J. Anim. Sci., 79, 3120-3127.
- Armstrong, T. A., Flowers, W. L., Spears, J. W. and Nielsen, F. H., 2002. Long-term effects of boron supplementation on reproductive characteristics and bone mechanical properties in gilts. J. Anim. Sci., 80, 154-161.
- ASAE Standarts, 2003. Shear and three-point bending test of animal bone. ANSI/ASAE S459 DEC01, USA.
- Ayaşan, T. ve Okan, F., 2000. Kolesterol-Atherosclerosis ve yumurta üçgeni. International Animal Nutrition Congress 2000. Proceedings. Isparta-Turkey.
- Bolanos, L., Lukaszewski, K., Bonilla I. and Blevins D., 2004. Why Boron? Plant Physiol. Biochem., 42, 907- 912.
- Bozkurt, M., Küçükylmaz, K., Çatlı, A.U., Çınar, M., Çabuk, M., Mızrak, C. ve Bintaşı, E., 2009. Farklı düzeylerde kalsiyum ve fosfor içeren broiler yemlerine bor ilavesinin bazı kan, kemik ve dışkı parametreleri üzerine etkileri. 6. Ulusal Zootekni Bilim Kong. 24 – 26 Haziran 2009, s: 62-68, Erzurum.
- Burtis, C.A. and Ashwood, E.R., 1999. Tietz Textbook of Clinical Chemistry. 3rd ed. Philadelphia: W.B Saunders Company.
- Coşkun, B. ve Şeker E., 1991. Yumurta kabuğu oluşumu, kalitesi ve kaliteyi etkileyen faktörler. Agroteknik, 2, 22-24.
- Criste, R.D., Grossu, D.V., Ciurascu, C., Scorei, R. and Mihut, M., 2005. Investigations on the effect of the supplemental Vetabor, boron Enriched protein concentrate, added to broiler diets on breast meat fatty acids profile- XVII European Symposium on the Quality of poultry Meat and the XI European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Product, 23-26 May 2005, p. 165-169, Doorwerth, The Netherland.
- Çakır, S. ve Yalçın, S., 2004. Yumurta kolesterol düzeyine etki eden faktörler. Lalahan Hayv. Araşt. Enst. Derg., 44 (1), 51 – 63.
- Çelebi, Ş. ve Macit, M., 2003. Yumurtacı tavuk rasyonlarına geç dönemde hayvansal ve bitkisel yağ ilavesinin performans, yumurta kalitesi ve yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu üzerine etkileri. S: 94-98, 18-20 Eylül 2003, Konya.

- Çopur, G., Duru, M. ve Şahin, A., 2004. Düşük kolesterollü yumurta üretimi yönünde yapılan çalışmalar. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kong. s: 48-52, Isparta.
- Davis, C. and Reeves, R., 2002. High value opportunities from the chicken egg. Rural Industries Research and Development Corporation. Publication No. 02/094, Project No. DAQ-275A.
- Demirörs, G., 2007. Yumurtacı piliçlerde yumurtlama öncesi dönemde farklı seviyelerde kalsiyum ve bor içeren rasyonların büyüme, kemik mineralizasyonu, bazı serum parametreleri ve yumurtlama dönemi performans ve yumurta kabuk kalitesine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst., Konya.
- Denli, M., Okan, F. and Çelik, K., 2003. Effect of dietary probiotic, organic acid and antibiotic supplementation to diets on broyler performance and carcass yield. Pakistan J. Nutr., 2(2), 89-91.
- Devirian, T. A. and Volpe, S.L., 2003. The physiological effects of dietary boron. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 43 (2), 219-231.
- Downing, R.G. and P.L. Strong., 1999. Analytical challenges of low level boron analysis in biological matrices. J. Trace Elem. Exp. Med., 12, 205-212.
- Duca, R. C., Criste, R.D., Chetea, M., Scorei, R. and Mitrut M., 2004. Influence of a boron-enriched compound (Vetabor) on the level of egg fatty acids and cholesterol. Lucrari Stiintifice: Zootehnie si Biotehnologii, XXXVII, 76-80.
- Duncan, D. B., 1995. Multiple range and multiple F tests. Biometrics, 11: 1-42.
- Ekinci, Ö., 2006. Yumurtacı tavuklarda canlı ağırlığın performans, yumurta kalitesi ve kan parametreleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst. Erzurum.
- Eren, M., 2004. Bor'un biyolojik önemi ve metabolizma üzerine etkileri. Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg., 1(1), 55-59.
- Eren, M., Uyanık, F. and Kucukersan, S., 2004. 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., 76, 203-210.
- Eren, M., Kocaoğlu, G. B., Uyanık, F. and Karabulut, N., 2006. The effect of dietary boron supplementation on performance, carcass composition nad serum lipids in japanase quails. JAVA, 5 (12), 1105-1108.
- Eren, M. and Uyanık, F., 2007. Influence of dietary boron supplementation on some metabolites and egg-yolk cholesterol in laying hens. Acta Vet. Hung., 55 (1), 29-39.
- Erkek, R., Taluğ, A. M., Kırkpınar, F. ve Sevgican, F., 1996. Hayvan beslemede gelişmeyi teşvik edici madde kullanımı ve sorunları. Hayvancılık'96 Ulusal Kong., Cilt-1, 18-20 Eylül, İzmir.
- Fassani, E.J., Bertechini, A.G., Brito, J.A.G., Kato R.K., Fialho E.T. and Geraldo A., 2004. Boron supplementation in broiler diets. Brazilian J. Poult. Sci., ISSN 1516-635X Oct-Dec 2004 /v.6/n.4/ 213-217.
- Forbes, R. M., 1984. Use of Laboratory Animals to Define physiological functions and bioavailbility of zinc. Feed Proc., 43, 2835-2841.
- Grossu, D.V., Criste, R.D., Score, R., Duca, R. and Ciurascu, C., 2005. Effect of the supplemental PROLİNBOR, boron and linolenic acid-enriched protein concentrate, added to layer diets on egg quality. European Symposium on the

- Quality of Eggs and Egg Products. 23-26 May 2005, 113-118, Doorwerth, The Netherlands.
- Hara, A. and Radin, N. S., 1978. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Anal. Biochem.*, 90, 420–426.
- Hasipek, S. ve Aktaş, N., 1997. Türkiye'deki tavuk ürünlerinin insan beslenmesindeki yeri ve önemi. YUTAV 97 Uluslar arası Tavukçuluk Fuarı ve Konf., 14-17 Mayıs 1997, İstanbul.
- Heukeshoven, J. and Dernick, R., 1988. Improved silver staining procedure for fast staining in Phast System Development Unit. I. Staining of sodium dodecyl sulfate gels. *electrophoresis*, 9 (1), 28-32.
- Hunt, C.D. and Nielsen, F.H., 1981. Interaction between boron and cholecalciferol in the chick. In: *Trace Elements in Man and Animals-4* (McHowell, J., Gawthorne, J. H. & White, C. L., eds.), Australian Academy of Science, Canberra, Australia, 597–600.
- Hunt, C.D. and Nielsen, F.H., 1986. Dietary boron affects bone calcification in magnesium - and cholecalciferol deficient chicks. In: Underwood, E.J., Ed. *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*, 5th ed. New York: Academic Press, Inc., 275–277.
- Hunt, C. D., 1989. Dietary boron modified the effects of magnesium and molybdenum on mineral metabolism in the cholecalciferol-deficient chick. *Biol. Trace Elem. Res.*, 22, 201-220.
- Hunt, C.D., Herbel, J.L. and Nielsen, F.H., 1991a. Dietary boron modifies the effects of Vitamin D3 nutrition on indices of energy substrate utilisation and mineral metabolism in the chick. *J. Bone Min. Res.*, 9, 171-182.
- Hunt, C.D., Shuler, T.K. and Mullen, L.M., 1991b. Concentration of boron and other elements in human foods and personal care products. *J. Am. Diet. Assoc.*, 91, 558-568.
- Hunt, C.D. and Herbel, J. L., 1991–1992. Boron affects energy metabolism in the streptozotocin-injected, vitamin D3-deprived rat. *Magnesium Trace Elem.* 10, 374–386
- Hunt, C. D., 1994. The biochemical effects of physiologic amounts of dietary boron in animal nutrition models. *Environ. Health Perspect.* 102 (Suppl 7), 35-43.
- Hunt, C.D., 1998. Regulation of enzymatic activity: one possible role of dietary boron in higher animals and humans. *Biol. Trace Elem. Res.*; 66, 205- 225.
- Hunt, C.D., 2006. Dietary boron: Progress in establishing essential roles in human and animal physiology. III. Uluslararası Bor Sempozyumu. s: 3-10, 2-4 Kasım, Ankara.
- Hurtwitz, S. and Griminger, P., 1960. Observation on the calcium balance of laying hens. *J. Agric. Sci.*, 54, 373-377.
- Jansen, J.A., Schou, J.S. and Aggerback, B., 1984. Gastro-intestinal absorption and in vitro release of boric acid from water-emulsifying ointments. *Food Chem. Toxicol.*, 22, 49- 53.
- Kaneko, J.J., Harvey, J.H. and Bruss, M.L. (Eds.), 2008. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 6th Ed. Burlington, VT: Elsevier Inc.
- Karabulut, N. ve Eren, M., 2006. Besi bildircimi yemlerine bor ilavesinin serum kalsiyum, inorganik fosfor ve magnezyum düzeyleri ile alkali fosfataz aktivitesine etkisi. *Sağlık Bil. Derg.*, 15 (1), 8-12.

- Kaya, H., Kaya, A. ve Macit, M., 2009. Kanatlı ve ruminant rasyonlarında protein kaynağı olarak adi fiğın kullanımı. 6. Zootečni Bilim Kongresi, S. 90-98, 24-26 Haziran 2009 Erzurum.
- Keshavarz, K., 1987. Influence of feeding a high calcium diet for various durations in prelaying period on growth and subsequent performance of white leghorn pullets. *Poult. Sci.*, 66, 1576-1582.
- Keshavarz, K., 1992. Proper calcium and phosphorus nutrition during growing and laying periods for optimum bone formation and egg shell quality. Multi State Poultry Feeding and Nutrition Conference-1992, May 21-23, Indiana.
- King, N., Odom, T.W., Sampson, H.W. and Yersin, A.G., 1991. The effect of in ovo boron supplementation of bone mineralization of the vitamin D- deficient chicken embryo. *Biol. Trace Elem. Res.*, 31(3), 223-233.
- Krauskopf, K.B., 1972. Geochemistry of micronutrients. In: *Micronutrients in Agriculture.*, Ed: J.J.Mortvedt, P.M. Giordano, and W.L. Lindsay, Soil Sci. Soc. of Amer. Inc., Madison, WI.
- Kurtoğlu, V., Kurtoğlu F. and Coşkun, B., 2001. Effect of boron supplementation into adequate and inadequate vitamin D3-containing diet on performance and serum biochemical characters of broiler chickens. *Res. Vet. Sci.*, 71, 183-187.
- Kurtoğlu, V., Kurtoğlu, F., Coşkun, B., Şeker, E., Balevi, T. ve Őetingöl, I.S., 2002. Effects of boron supplementation on performance and some serum biochemical parameters in laying hens. *Revue Med. Vet.*, 153(12), 823-828.
- Kurtoğlu, F., Kurtoğlu, V., Çelik, İ., Keĉeci, T. and Nizamlioğlu, M., 2005. Effect of dietary boron supplementation on some 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.*, 46 (1), 87- 96.
- Kurtoğlu, V., Kurtoğlu, F., Sur E, Bulut Z. and Önder, F., 2007. Effects of boron supplementation to the diet on tibia mineral concentrations, peripheral blood leucocytes percentages and some selected variables of layers. *Arch. Geflügelk.*, 71 (1), 13-18.
- Laemmli, U.K., 1970. Cleavage of structural proteins during the assemble head of bacteriophage T4. *Nature*, 227 (15), 680-685.
- Leeson, S. and Summers, J. D., 2005. *Commercial Poultry Nutrition*. 3rd Ed. University Books, Ontario, Canada.
- Lovatt, C.J. and Dugger, W.M., 1984. Boron. In: *Biochemistry of the Essential Ultratrace Elements*. Ed: E. Frieden. Plenum Press, New York, NY, 389-421.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J., 1951. Protein measurement with folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265-275.
- McCoy, H., Kenney, M.A., Montgomery, C., Irwin, A., Williams, L. and Orrell, R., 1994. Relation of boron to the composition and mechanical properties of bone. *Environ. Health Perspect.*, 102 (Suppl 7), 49-53.
- Mertens, D., 2005. AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. *Official Methods of Analysis*, 18th edit. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp 3-4, AOAC- International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.

- Mızrak, C. ve Ceylan, M., 2009. Damızlık yumurtacı tavuk yemlerine farklı seviye ve formda bor ilavesinin performans, kemik gelişimi ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi 6.Ulusal Zootekni Bilim Kong. 60-69, 24-26 Haziran, Erzurum.
- Mızrak, C., Yenice, E., Can, M., Yıldırım, U. and Atik, Z., 2010. Effect of dietary boron on performance, egg production, egg quality and some bone parameters in layer hens. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 40(3), 257-264.
- Morgan, V., 1980. Boron geochemistry. In: supplement to Mellon's Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry. Vol. V. Part A: Boron-Oxygen Compounds. Longman, New York, NY.
- Mutaf, Y., 1981. Yumurta kalitesi ve depolanması. Batı Anadolu Tavuk Yetiştiriciliği ve Sorunları Sempozyumu. Ege Üniv. Atatürk Kültür Merkezi. İzmir.
- Nable, R.O., Banuelos G.S. and Paull. J.G., 1997. Boron toxicity. *Plant and Soil*, 193 (2), 181-198.
- Naghii, M. R. and Samman, S., 1993. The role of boron in nutrition and metabolism. *Prog. Food Nutr. Sci.*, 17, 331-49.
- Naghii, M. R. and Samman, S., 1997. The effect of boron on plazma testosterone and plazma lipis in rats. *Nutr. Res.*, 17 (3), 523-531.
- Naghii, M. R. and Mofid, M., 2008. Elevation of biosynthesis of endogenous 17- β oestradiol by boron supplementation: One possible role of dietary boron consumption in humans. *J. Nutr. Environ. Med.*, 17(2): 127-135
- Narabari, D., 2001. Nutritionally enriched egg. *Poult. Int.* 40(10), 22-30.
- Nielsen, F. H., Hunt, C. D., Mullen, L. M. and Hunt, J. R., 1987. Effect of dietary boron on mineral, estrogen, and testosterone metabolism in postmenopausal women. *FASEB J.*, 1(5), 394-397.
- Nielsen, F. H., 1988. Boron-an overlooked element of potential nutrition importance. *Nutr. Today.*, Jan/Feb., 4-7.
- Nielsen, F. H., 1990. Studies on the relationship between boron and magnesium which possibly affects the formation and maintenance of bones, *Magnes. Trace Elem.*, 9, 61-69.
- Nielsen, F. H., 1991. Nutritional requirements for boron, silicon, vanadium, nickel, and arsenic; current knowledge and speculation. *FASEB J.*, 5, 2661-2667.
- Nielsen, F.H., 1997a. Boron. In: *Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements*. Ed: B.L.O'Dell and R.A. Sunde. Marcel Dekker, New York, NY, 453-464.
- Nielsen, F.H., 1997b. Boron in human and animal nutrition. *Plan and Soil*, 193, 199-208.
- Nielsen, F.H., 2008. Is boron nutritionally relevant? *Nutr. Rev.*, 66(4), 183-191.
- Nimmo, R. D., Peo, E. R. and Jr, Moser, B. D., Cunningham P. J., Olson, D. G. and Crenshaw T. D., 1980. Effect of various levels of dietary calcium and phosphorus on performance, blood and bone parameters in growing boars. *J. Anim. Sci.*, 51, 100-111.
- NRC., 1984. National Research Council: Nutrient Requirements of Poultry, 8th ed. Subcommittee on Poultry Nutrition. National Academy Press, Washington DC., 11-13.
- Okuyan, M.R., 1997. Hayvan Besleme Biyokimyası, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 1491, Ders kitabı: 450, 350 s, Ankara.

- Olgun, O., Cufadar, Y. and Yıldız A.Ö., 2009. Effect of boron supplementation fed with low calcium to diet on performance and egg quality in molted laying hens. *J. Anim. Vet. Adv.*, 8 (4), 650-654.
- Olgun, O., 2011. Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde ilave edilen bor ve bakırın performans, yumurta kabuk kalitesi, yumurta sarısı kolesterolü ve kemiğin biyomekanik özelliklerine etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst., Konya.
- Özen, N., 1989. Tavukçuluk. On Dokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. Samsun.
- Özkan, K., 1986. Hayvansal Besinler ve Sağlık. *Tarım ve Mühendislik Derg.*, 20, 18-20.
- Parr, A.J. and Loughman, B.C., 1983. Boron and membrane functions in plants. In: D.A. Robss and WS Pierpoint (Ed.). *metals and micro-nutrients: Uptake and utilization by plants*. Academic Press, London, 87-107.
- Polat, C., Kaydı, H. D. ve Koç, F., 1999. Türkiye’de kanatlı yemlerinde katkı maddeleri, yağ kullanım durumlarının saptanması üzerine bir araştırma. *Uluslararası Hayvancılık’99 Kong.*, 21-24 Eylül, İzmir.
- Power, P. P. and Woods, W.G., 1997. The chemistry of boron and its speciation in plants. *Plant and Soil*, 193,1-13.
- Qin, X. and Klandorf, H., 1991. Effect of dietary boron supplementation on egg production, shell quality, and calcium metabolism in aged broiler breeder hens. *Poult. Sci.*, 70, 2131-2138.
- Rossi, A. F., Miles, R. D., Bootwalla, S. M., Wilson, H. R. and Eldred, A. R., 1993. The effect of feeding two sources of boron on broiler breeder performance. *Poult. Sci.*, 72:1931-1934.
- Samman, S., Naghii, M. R., Lyons Wall, P. M. and Verus, A. P., 1998. The nutritional and metabolic effects of boron in humans and animals, *Biol. Trace Elem. Res.*, 66, 227–235.
- SAS., 1996. SAS Institute Inc., NC, USA
- Şaylı, B.S., 2000. İnsan sağlığı ve bor mineralleri. Ankara Üniv. Tıp Fakültesi- Eti Holding Araştırma Projeleri Yürütücüsü. Mayıs 2000, Ankara.
- Scott, M. L., Neisheim, M. C. and Young, R. S., 1982. *Nutrition of the chicken*. 3rd ed., M.C. Scott and Associates, Ithaca, New York, 782-789.
- Sherma, J., 2003. *Handbook of Thin-Layer Chromatography*. 3rd ed. Taylor & Francis. New York.
- Şengül, T. ve Kanat, R., 1991. Yumurthanın kimyasal kompozisyonunu etkileyen faktörler. *Agro-Teknik. Tarım Teknolojisi Derg.*, 2 (5), 15-19.
- Şenköylü, N. ve Meriç, C., 1989. Yaz sıcaklığında ticari yumurtacı hibrit rasyonlarına vitamin C ve dikalsiyum fosfat ilavesinin yumurta verimi ve kalitesi üzerindeki etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniv. Çiftlik Sayı 67*, 4 (1-2), 171-179.
- Şimşek, M., 2011. Etlik piliç rasyonlarına bor (ortoborik asit) ilavesinin performans değerleri ile tibia mineral konsantrasyonu ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniv. Fen Bil.Enst., Erzurum.
- Thomas, M. L., Ibarra, M. J., Solcher, B., Wetzel, S. and Simmons, D. J., 1988. The effect of low dietary calcium and calcium supplementation on calcium metabolism and bone in the immature, growing rat. *Bone Miner.* 4,73-82.
- Thomas, L. 1998. *Clinical Laboratory Diagnostics*. 1st ed. Frankfurt: TH-Books Verlagsgesellschaft.

- Underwood, E.J., 1977. Trace Elements in Human and Animal Nutrition Academic Press, New York.
- Underwood, E.J. and Suttle, N.F., 1999. The mineral nutrition of livestock, 3rd ed. CABI Publishing, New York, NY.
- Uyanık, F., 2000. Tavuklarda bazı minerallerin metabolizması, yumurta kabuğunun oluşumu ve kabuk kalitesini etkileyen bazı faktörler. Vetaş Bülten, 7, 2-7.
- Warrington, K., 1923. The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants. Ann. Bot., 37, 629-672.
- Whitehead, C. C., 2004. Overview of bone biology in the egg-laying hen. Poult. Sci., 83, 193-199.
- WHO., 1996. Trace Elements in Human Nutrition and Health: Boron. World Health Organization. Geneva, pp. 175-182.
- WHO., 1998. Boron. International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 204. Ohio, USA. pp. 1-201.
- Wilson, J.H. and Ruzler, P.L., 1996. Effects of dietary boron supplementation on laying hens. Br. Poult. Sci., 37 (4), 723-729.
- Wilson, J.H. and Ruzler, P.L., 1997. Effect of boron on growing pullets. Biol. Trace Elem. Res., 56 (3), 287-94.
- Wilson, J.H. and Ruzler, P.L., 1998. Long term effect of boron on layer bone strength and production parameters. Br. J. Poult. Sci., 39, 11-15.
- Woods, W.G., 1994. An introduction to boron: history, sources, uses, and chemistry. Environ. Health Perspect, 102 (Suppl 7), 5-11.
- Yazgan, O., Cufadar, Y. ve Olgun, O., 2007. Hayvan besleme biyokimyası. Basılmamış Ders Notu. Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Konya.
- Yeşilbağ, D. and Eren, M., 2008. Effects of dietary boric acid supplementation on performance, eggshell quality and some serum parameters in aged laying hens. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 32 (2), 113-117.
- Yıldız, G., Özçelik, F., Koksall, H., Bağder, S. ve Abacıoğlu, Ö., 2008. Organik bor üretilebilirliği ve broyler rasyonlarında bor ile humatin kullanımı. 2. Ulusal Bor Çalıştayı Bildirileri, 597-604, 17-18 Nisan, Ankara.
- Yörük, M.A. and Bolat, D., 2003a. The effect of different enzym supplementations on the performance of laying hens fed with diets based of barley. Turk J. Vet. Anim. Sci., 27, 797-804.
- Yörük, M.A. and Bolat, D., 2003b. The effect of different enzym supplementations on the performance of laying hens fed with diets based on corn and barley. Turk J. Vet. Anim. Sci., 27, 787-796.
- Zittle, C.A., 1951. Reaction of borate with substances of biological interest. Adv. Enzymol., 12, 493-527.

ÖZ GEÇMİŞ

Araştırmacı, 1972 Narman / Erzurum doğumlu olup, ilk ve orta öğrenimini Erzurum'da tamamladı. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü'ne 1990 yılında girdi. Bu okulun 2. sınıfında Atatürk Üniversitesi'ne yatay geçiş yaparak Haziran 1994'de Bölüm ikincisi olarak mezun oldu. Yüksek lisans öğrenimine 1997'de Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde başlayıp 2006'da mezun olup aynı yıl doktora öğrenimine kayıt yaptırdı

Evli ve iki çocuk annesi olan Hacer ARSLAN KAYA, 1997'de Milli Eğitim Bakanlığı'nda başladığı öğretmenliğe devam etmektedir.