T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YUMURTACI PİLİÇLERDE YUMURTLAMA ÖNCESİ DÖNEMDE FARKLI SEVİYELERDE KALSİYUM VE BOR İÇEREN RASYONLARIN BÜYÜME, KEMİK MİNERALİZASYONU, BAZI SERUM PARAMETRELERİ VE YUMURTLAMA DÖNEMİ PERFORMANS VE YUMURTA KABUK KALİTESİNE ETKİLERİ

Gökhan DEMİRÖRS

YÜKSEKLİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
KONYA, 2007

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YUMURTACI PİLİÇLERDE YUMURTLAMA ÖNCESİ DÖNEMDE FARKLI SEVİYELERDE KALSİYUM VE BOR İÇEREN RASYONLARIN BÜYÜME, KEMİK MİNERALİZASYONU, BAZI SERUM PARAMETRELERİ VE YUMURTLAMA DÖNEMİ PERFORMANS VE YUMURTA KABUK KALİTESİNE ETKİLERİ

Gökhan DEMİRÖRS

YÜKSEKLİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

KONYA,2007

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Yumurtacı Piliçlerde Yumurtlama Öncesi Dönemde Farklı Seviyelerde Kalsiyum Ve Bor İçeren Rasyonların Büyüme, Kemik Mineralizasyonu, Bazı Serum Parametreleri Ve Yumurtlama Dönemi Performans Ve Yumurta Kabuk Kalitesine Etkileri

Gökhan DEMİRÖRS

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yılmaz BAHTİYARCA

2007, 108 sayfa

Jüri:

Prof. Dr. Oktay YAZGAN

Prof. Dr. Yılmaz BAHTİYARCA

Doç.Dr.Alp Önder YILDIZ

Bu deneme yumurtlama öncesi dönemde (14-20 hafta) 3 farklı seviyede kalsiyum (%0.8, 1.6, 3.2) ve 4 farklı seviyede (0, 75, 150, 300 mg/kg) bor içeren rasyonların, büyüme, kemik mineralizasyonu, bazı serum parametreleri ve müteakip dönemde (20-42 hafta) tavukların performans ve yumurta kabuk kalitesine etkisini tespit etmek için yapılmıştır. Ondört haftalık yaşta toplam 864 adet Super Nick piliç, 3x4 faktöriyel deneme planına göre 6 tekerrürlü olarak düzenlenmiş ve her bir tekerrüründe 12 pilicin bulunduğu 12 muamele grubuna rastgele yerleştirilmişlerdir. Yem ve su ad libitum olarak sağlanmıştır. Kan ve tibia örnekleri, her bir tekerrürden 20 ve 42 haftalık yaşlarda 3 piliç ve 3 tavuktan alınmıştır.

Mevcut çalışmanın sonuçları,ana faktör olarak yumurtlama öncesi rasyonda yüksek Ca ve B seviyelerinin CA'ları ve CAA'larını olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir.Piliçlerin yem tüketimi muamelelerden önemli olarak etkilenmemiştir.Tavukların yem tüketimi,yumurta verimi,yumurta kitlesi ve yem değerlendirme katsayısı(yem/yumurta kitlesi) ve kabuk ağırlığı bakımından muamelelerin önemli bir etkisi olmamış isede rasyon Ca ve B seviyelerinin yumurta kabuk kalınlığı,yumurta özgül ağırlığı ve kabuk kırılma mukavemeti üzerine müşterek (interaksiyon) etkisi önemli bulunmuştur.Kabuk kalınlığı ve kırılma mukavemeti yumurtlama öncesi % 3,2 Ca ve ilave B içermeyen rasyonla beslenen tavuklarda,diğer muamele gruplarından önemli derecede yüksek bulunurken, 36 haftalık yaşta yumurta özgül ağırlığı %1.6 Ca ve 75 mg/kg B içeren rasyonla beslenen grupta diğer gruplardan önemli ölçüde düşük bulunmuştur.

Rasyon Ca seviyeleri veya CaxB interaksiyonu tavukların 20 ve 42 haftalık yaşlardaki kemik kül (g veya %) muhtevalarını etkilememiş isede ana faktör olarak 150 mg/kg B içeren rasyonla beslenen piliçlerin kemik kül muhtevası (g veya %) rasyondaki diğer B seviyelerinden önemli derecede yüksek bulunmuştur.Tavukların 20 ve 42 haftalık yaşlardaki tibialarında ölçülen kemik kesme enerjilerine interaksiyonun önemli bir etkisi bulunmuş isede kemik kesme kuvveti ve kesme gerilmesi hiçbir muameleden önemli derecede etkilenmemiştir.Yumurtlama öncesi rasyon Ca ve B seviyeleri her iki yaşta da tibia kemiklerinin çapını ve ortalama duvar kalınlığını değişik şekillerde etkilemiştir.İnteraksiyonun (CaxB) 20 haftalık yaşta tibia ve serumun bazı mineral muhtevaları üzerine etkileri önemli bulunmasına rağmen 42 haftalık yaştaki tavukların sadece serum kükürt muhtevası interaksiyondan önemli olarak etkilenmiştir.

Anahtar kelimeler: piliç, kalsiyum, bor, yumurta kabuğu, kemik mineralizasyonu,

ABSTRACT
Master thesis

Effect of Diets with Various Calcium and Boron Levels in Prelaying Period on Growth, Bone Mineralization, Some Serum Parameters and Subsequent Performance and Shell Quality of Laying Hens

Gökhan DEMİRÖRS

Selçuk University

Graduate School of Natural And Applied Science

Department of Animal Science

Supervisor: Prof Dr. Yılmaz BAHTİYARCA

2007, 108 Pages

Jury:

Prof. Dr. Oktay YAZGAN
Prof Dr. Yılmaz BAHTİYARCA
Assoc.Prof.Dr.Alp Önder YILDIZ

This experiment was conducted to determine the effects of diets with three different levels of calcium (%0.8, 1.6, 3.2) and four different levels of boron (0.75, 150, 300 mg/kg) in prelaying period (14-20 weeks) on growth, bone mineralization, some serum parameters and subsequent performance and egg shell quality of laying hens. A total 864 Super Nick pullets at 14 weeks of age were randomly allocated to twelve treatments arranged in a 3x4 factorial design with six replicates of 12 pullet each. Feed and water provided for ad-libitum access. The blood and tibia samples were taken, three pullets and hens from every replicates at 20 and 42 weeks of age, respectively.

Results of the present experiment showed that body weights and body weight gains were reduced in high pre-lay dietary Ca and B as the main factor.Feed intake of the pullets was not significantly influenced by the treatments.There were no detectable difference in feed intake ,egg production ,egg mass and feed conversion ratio (feed/ egg mass) and eggshell weight,but interactive effects of dietary Ca and B levels on eggshell thickness, egg specific gravity and shell breaking strenth was significant.Shell thickness and breaking strength were significantly higher in hens fed pre-lay diet with 3.2 % Ca and no supplemental B than other treatments and egg specific gravity was significantly reduced by feeding 1.6 % Ca and 75 mg/kg B at 36 weeks of age.

Bone ash (g or %) of hens at 20 and 42 weeks of age was not changed by Ca levels or interaction dietary Ca and B levels , but pullets receiving the 150 mg /kg B as the main factor had significantly higher in bone ash (g or %) values than other dietary B levels.There was significant interactive effect in fructure energy of the tibia at 20 and 42 weeks of age, and no treatment affected the ultimate shear force and stres. Pre-lay dietary Ca or B levels differently changed the bone diameter and average wall thickness of tibia in both ages.While interactive efects of pre-lay dietary Ca and B on some mineral content of tibia and serum at 20 weeks of age was significant, only serum sulphur content of hens at 42 weeks of age was significantly influenced by the interaction.

Key words: pullet, calcium, boron, egg shell, bone mineralization, hen

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitiminin başından sonuna kadar her türlü yardımını esirgemeyen, bundan sonraki mesleki hayatımda bana rehberlik edecek ve mesleki ufkumu açacak olan çok değerli bilgi ve tecrübelerini aktaran ve her konuda bana destek olan çok değerli Danışman Hocam Sayın Prof. Dr.Yılmaz BAHTİYARCA hocama en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Araştırma süresince yakından yardımlarımı gördüğüm kıymetli arkadaşlarım A. Avşin ŞAHİN, Sait YÜCEL, Ali K. CANBAZLAR'a laboratuvar çalışmalarım esnasında yardımını esirgemeyen Toprak Bölümü Araş. Gör. Fatma GÖKMEN hanıma, çalışmanın istatistik analizlerinde yakından yardımcı olan Zootekni Bölümü Araş. Gör. Fatma İLHAN hanıma, tezin yazım aşamasında yardımcı olan Zootekni Bölümü doktora öğrencisi Muhammet Ali KARA'ya kalpten sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimimin başından sonuna kadar yakın destek ve ilgilerini esirgemeyen aileme maddi ve manevi desteklerinden dolayı sonsuz şükran sevgilerimi sunarım.

16/02/2007
Gökhan DEMİRÖRS

İÇİNDEKİLER

ÖZET……i

ABSTRACT……iii

TEŞEKKÜR……v

İÇİNDEKİLER……vi

KISALTMALAR……viii

1. GİRİŞ……1

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI……5

2.1. Kalsiyumun Önemi ve Metabolik fonksiyonları……5

2.2. Kalsiyum Metabolizması ve Ayarlanması……6

2.3. Yumurtacı Piliçlerde Yumurtlama Dönemi Öncesi Kalsiyum Metabolizması ve Kalsiyum İhtiyaçları……8

2.4. Bor……15

2.4.1. Borun kimyasal özellikleri……16

2.4.2. Borun metabolizması……17

2.4.2.1. Sindirimi……17

2.4.2.2. Dokulardaki dağılımı……18

2.4.2.3. Metabolizma (intermediyer)……18

2.4.2.4. Borun vücuttan atılması……20

2.4.3. Bor İhtiyacı, borun gerekliliği ve yetersizliği……20

2.4.4. Besleme çalışmaları……21

3. MATERYAL VE METOT……30

3.1. Materyal……30

3.1.1. Hayvan materyali……30

3.1.2. Yem materyali……30

3.2. Metot……31

3.2.1. Deneme gruplarının oluşturulması……31

3.2.2. Deneme rasyonlarının hazırlanması……31

3.2.3. Denemenin yürütülmesi ve verilerin toplanması……33

3.2.4. İstatistik metot……35

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA……37

4.1. Performans ve Bazı Verim Özelliklerine Ait Sonuçlar……37

4.1.1. Piliç ve yumurtlama dönemi canlı ağırlık (CA) ve canlı ağırlık artışı (CAA)……37

4.1.2. Yem tüketimi (YT)……39

4.1.3. Yumurta verimi (YM)……41

4.1.4. Yumurta ağırlığı (YA) ve yumurta kitlesi (YK)…….……44
4.1.5. Yem değerlendirme katsayısı (YDK)……..……48
4.2 Kabuk Kalite Kriterleri……50
4.3. Kemik Mineralizasyonu……...56
4.3.1. Kül muhtevası……...56
4.3.2. Kemiğin mekanik özellikleri……58
4.3.3 Kemik mineral muhtevası……64
4.4. Kan Parametreleri……74
5. SONUÇ……...79
6. KAYNAKLAR……83
7. EKLER……...91

KISALTMALAR

SİMGELER

CAA : Canlı ağırlık artışı

CA : Canlı ağırlık, g

YDK : Yem değerlendirme katsayısı; yem,g/yumurta kitlesi,g

YT : Yem tüketimi,g

YK : Yumurta kitlesi,g

YV : Yumurta verimi, adet veya %

YA : Yumurta ağırlığı

Ca : Kalsiyum

CaBP : Kalsiyumu bağlayan protein (kalbindin)

P : Fosfor

KP : Kullanılabilir fosfor

TP : Toplam fosfor

Mg : Mağnezyum

PTH : Paratiroid hormon

PT : Paratiroid bezi

1,25-diOHCC: 1,25- dihidroksi kolekalsiferol, vitamin D_3

1. GİRİŞ

Hayvan vücudunda çok sayıda element mevcut olup, bunların bazıları birbirleriyle, diğer bazıları ise organik bileşiklerle birleşmiş haldedir. Hayvan vücudunda metabolik bir göreve sahip olan elementlere esansiyel elementler denir (Yazgan, 2006). Bu elementlerin her biri vücutta özel fizyolojik fonksiyonlara sahiptir ve rasyonda bulunmadıklarında veya düşük seviyelerde bulunduklarında hayvanlarda ciddi noksanlık arazları (semptomları) meydana gelir. Bu elementler rasyona ilave edildiğinde arazların meydana gelmesi önlenir veya arazlar oluşmuş ise tedavi edilir. Bazı mineral elementlerin hayvan vücudunda bulunuş sebebi onların yemde bulunmalarıdır. Bu elementlerin hayvan vücudunda metabolik veya esansiyel bir fonksiyonları olmayabilir. Ayrıca bazı elementler ise insan ve hayvanlar için belli şartlarda faydalıdırlar ve vücutta da çok düşük (1 mg/kg'dan daha az) konsantrasyonlarda bulunurlar (Underwood ve Suttle, 1999)

Kalsiyum (Ca) insan ve hayvanlar için esansiyel bir element olup, hayatın idamesi, iskelet sisteminin teşekkülü ve sağlamlığının korunması ve yumurta üretimi için ihtiyaç duyulan ana elementlerden birisidir. Hayvanlarda toplam vücut ağırlığının % 1 ila 2 sini Ca teşkil eder ve vücut Ca'sının %99 kemik ve dişlerde bulunur. Ca kemiklerde fosfor (P) ile birlikte hidroksi apatit formunda depo edilir. Ca'nın yaklaşık %1'i yumuşak dokularda bulunur ve vücutta bir çok fonksiyonun yerine getirilmesinden sorumlu Ca kısmı, bu kısım olduğu için büyük öneme sahiptir (Perry, 1984). Hayvanlar Ca'ya diğer herhangi bir mineral elementten daha fazla ve yüksek miktarda ihtiyaç duyarlar. Gelişmekte olan tavukların Ca ihtiyacı iskelet mineralizasyonu için ihtiyaç duyulan miktara bağlı olup, rasyon Ca'sının önemli bir kısmı kemik formasyonunda kullanılır. Oysa gelişmesini tamamlamış tavuklarda rasyon Ca'sının önemli bir kısmı yumurta kabuğunun teşekkülünde kullanılır (Scott ve ark., 1982, NRC, 1994). Yumurta veriminin ilk yılında yüksek verimli bir tavuk herhangi bir zamanda iskelet sistemindeki mevcut Ca'nın 25 (Webster, 2002) ve hatta 30-40 (Simons, 1986) misli kadar Ca'yı bu dönemde ürettikleri yumurtaların kabuklarında depo ederler.

Yumurta tavuklarının Ca ihtiyacını belirlemek amacıyla çok sayıda araştırma yapılmış ise de, büyüme sonrasında maksimum üreme performansı, iç ve dış yumurta

kalitesi için, büyümekte olan piliçlerin 8-20 haftalık yaşlar arasında bilhassa 16-20 haftalık dönemde Ca ihtiyaçlarının tespiti konusunda yapılmış çalışma sayısı kısıtlı olduğu gibi çok münakaşalı ve tezat bildirişler mevcuttur. Tavuklar yumurta vermeye başlamadan birkaç hafta öncesi piliçlerin mineral metabolizmasında önemli değişiklikler meydana gelmektedir ve bu değişiklikler piliçlerin üreme organlarındaki değişikliklerle eş zamanda olmaktadır. Piliçlerde ilk kez kabuklu bir yumurtanın üretimi, paratiroid hormonun oluşumu ve salgılanmasında, böbreklerde kolekolsiferolün oluşumu, ince barsaklardan Ca'nın absorbsiyonunu ve ince barsaklarda ve yumurta kabuk bezlerinde (uterusta) kalsiyumu bağlayan proteinin (kalbindin, CaBP) sentezlenen miktarının önemli derecede artışına sebep olan bir sinyal olarak görev yapar (Bar ve Hurwitz, 1972., Kenny, 1976, Montecuccoli ve ark., 1977, Van de Velde ve ark, 1984). İnce barsak ve yumurta kabuk bezi kalbindin seviyesi bu organlar vasıtasıyla taşınan Ca seviyesi ile çok yakından ilgilidir (Bar ve ark., 1992). Bu değişiklikler vucütta tutulan Ca miktarının artması ve bilhassa uzun kemiklerin ilik boşluklarında medullar (süngerimsi) kemiğin oluşmasına yol açar.

Yumurta tavukları, yumurta kabuk teşekkülünde Ca kaynağı olarak rasyon Ca'sını veya iskelet Ca'sını kullanırlar. Erken yumurtlama döneminde piliçler, kabuk ve dışkı yoluyla olan Ca kayıpları onların Ca tüketimlerinden daha fazla olduğu için negatif Ca dengesindedirler ve bu durum rasyon Ca seviyesinden bağımsızdır veya rasyonda yüksek Ca seviyesi ile düzeltilemez (Hurwitz ve Griminger, 1960, Keshavarz, 1987). Bu yüzden kabuk teşekkülü için ihtiyaç duyulan Ca kemiklerden sağlanır. Yüksek verim sebebiyle kemiklerden mobilize edilen Ca tekrar yerine konulamaz, kemikler zayıflar ve osteoporoz (mineralize olmuş yapısal kemik miktarında azalma ve kemiklerin kırılmaya karşı hassas hale gelmesi, White head, 2004), kafes yorgunluğu denilen metabolik rahatsızlıkların görülme riski artar, yumurta verimi ve kabuk kalitesi düşer (Scott ve ark., 1982, Keshavarz, 1987). Bu dönemde yumurta tavuklarının Ca yetersizliğine karşı koyabilme kabiliyeti, onların iskelet Ca depolarının bir fonksiyonu olduğu için piliçlerin yumurtlama öncesi dönemde iskelette mümkün olduğunca fazla Ca depolamaları arzu edilen bir husustur. Ayrıca piliçler yumurtlamaya başlamadan önce farklı müddetlerle (2-6 hafta müddetle) yüksek kalsiyumlu rasyonlarla yemlendiklerinde kemiklerin kül ve

Ca muhtevasının ve kabuk kalitesinin arttığı gösterilmiştir (Hurwitz, 1964, Keshavarz, 1987 ve 1992).

İz elementler, vücuttaki miktarları µg/g veya daha az olan elementler (Nielsen, 1991) olup, optimum insan ve hayvan sağlığı, büyüme ve üreme için esansiyel iz elementlerin yeterli miktarda tüketilmesi gerektiği iyi bilinen bir hususdur. Yediğimiz bir çok gıdada bulunan ve bir iz element olan borun 70 yılı aşkın bir süreden beri vasküler bitkilerin büyümesi için esansiyel bir element olduğu bilinmesine ve dünya sağlık örgütü tarafından muhtemelen insanlar için esansiyel bir element olduğu (WHO, 1996) bildirilmesine rağmen, günümüzde bu elementin insan ve hayvanlar için esansiyel olduğu henüz kesinlik kazanmamıştır. Çünkü, bilhassa son 20-25 yılda (1980'den sonra) insan ve hayvanlarda yapılan çalışmalarda borun esansiyel olabileceğini gösteren bulgular elde edilmesine rağmen, insan ve hayvanlarda borun biyokimyasal fonksiyonu tespit edilememiştir (Nielsen, 1997). 1980'li yıllara gelinceye kadar borun besleme bakımından önemsiz bir element olarak düşünülmesinin muhtemel sebebi deneme hayvanlarının rasyon bor seviyesine tepkilerinin, besleme bakımından yeterli rasyonlar yedirildiğinde önemli olmamasıdır. Deneme hayvanlarının rasyon bor seviyesindeki değişikliklere tepkilerinin, bu hayvanların hormonal veya hücre zarı stabilitesini olumsuz yönde değiştiren kalsiyum, fosfor, kolekalsiferol veya magnezyum yetersizliği gibi streslere maruz bırakıldıklarında önemli veya çok daha bariz olmasıdır. Hayvanların tepkileri rasyonda bu besin maddelerinin konsantrasyonlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Nielsen, 1991). Bununla beraber şimdiye kadar yapılan çeşitli çalışmalarda borun, vücutta hayati fonksiyonların yerine getirilmesinde görev yapan bir çok bileşiğin (makro mineraller, glukoz ve trigliseritler gibi enerji substratları, amino asitler, proteinler gibi nitrojen içeren bileşikler, estrojen gibi hormonlar) vücutta kullanımı ve metabolizmalarını, beyin fonsiyonlarını, kemik gelişimini, bağışıklık fonksiyonlarını ve insulin salgılanmasını etkilediği gösterilmiştir.

Rasyon bor konsantrasyonu, kemiğin yapısını (Hunt ve Nielsen, 1981), kemiğin kompozisyonunu (Seal ve Weeth, 1980; Qin ve Klandorf, 1991; Wilson ve Ruzsler, 1997), kemiğin biyomekanik özelliklerini (Wilson ve Ruzsler, 1995, 1998, Chapin ve ark., 1997), kabuk kalitesini (Kurtoğlu ve ark., 2002) önemli olarak etkilemektedir. Borun Ca metabolizmasını etkilediği (McCoy ve ark., 1990, Bock ve

ark., 1990, Brown ve ark., 1989) tespit edilmiş isede Ca x B interaksiyonu sınırlı sayıda araştırmada incelenmiştir. Civcivler ve sıçanlarla yapılan çalışmalar borun büyüme üzerine Ca ile birlikte etkili olabileceğini ve bu interaksiyonun rasyon potasyum, magnezyum ve kolekalsiferol seviyelerince değiştirilebileceğini göstermiştir (Nielsen ve Shuler, 1992).

Şimdiye kadar yumurtlama öncesi dönemde rasyona bor ilavesinin ve CaxB interaksiyonunun büyüme ve müteakip yumurtlama dönemi performans, kabuk kalitesi ve kemik mineralizasyonuna etkisi incelenmemiştir. Bu çalışmanın amacı, büyüme peryodunun son döneminde (14-20 hafta) farklı seviyelerde Ca ve B içeren rasyonların piliçlerde büyüme,kemik mineralizasyonu,bazı serum parametrelerine etkileri yanında,bu rasyonların müteakip yumurtlama döneminde (20-42.hafta) performans,kabuk kalitesi,kemik parametreleri ve bazı serum özelliklerine etkilerini tespit etmektir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Kalsiyumun önemi ve metabolik fonksiyonları

Hayvan vücudunun mineral muhtevasının %70'den fazlasını Ca ve P teşkil eder. Hayvanların Ca ihtiyaçları diğer herhangi bir mineralden daha fazladır. Vücut Ca'sının %99'dan fazlası ve P'nin %80'i iskelet sisteminde bulunur ve bu elementler kemikte hidroksiapatit formunda depo edilirler (Maynard ve ark., 1979). Elementin vücutta dağılımı dikkate alındığında Ca tamamen yapısal bir element gibi görünmekle beraber, vücutta bir çok fizyolojik ve biyokimyasal olayın gerçekleştirilmesinde önemli rol oynar.

Kalsiyum hayatın idamesi, iskelet sisteminin teşekkülü ve yapısal bütünlüğünün (sağlamlığının) sürdürülmesi ve yumurta üretimi için ihtiyaç duyulan ana esansiyel elementlerden biridir. Büyüyen tavuklarda rasyondaki Ca'nın önemli bir kısmı kemik formasyonunda kullanılırken, gelişimini tamamlamış tavukta ise yumurta kabuğunun teşekkülünde kullanılmaktadır. Bu fonsiyonları yanında Ca, kanın pıhtılaşması, kalbin normal atması, sinir uyarılarının iletilmesi, kas kasılması, hücre duvarının sağlık ve sağlamlığının devamı ve asid-baz dengesinin devamı gibi bir çok hücre içi ve hücre dışı olayda görev alır (Scott ve ark., 1982).

Kalsiyum kan ve vücut sıvılarında proteine bağlı, iyonik veya difüzyona uğrayabilen veya sitrat ve diğer organik asitlerle kompleks halinde (bağlı Ca) olmak üzere üç ayrı formda bulunmaktadır. Bu katyonun fizyolojik olarak aktif kısmı iyon formundaki Ca'dır. Plazma (veya serum) protein miktarı kan Ca'sının ne miktarının bağlı ve ne miktarının iyonize formda olduğunu belirleyen esas faktör olup, plazma Ca'sının %50'sini iyonik Ca oluşturur. Bununla birlikte paratiroid hormon (PTH) ve 1,25-dihidroksi kolekalsiferol (1.25 dihidroksi CC, vitamin D_3) miktarı kanda toplam Ca miktarını ve iyonize Ca miktarını önemli ölçüde etkilemektedir. Kanda mevcut Ca'nın sadece %6.5 gibi az bir kısmı bağlı formda olup, bununda yarısı sitrat ve fosfatlara bağlıdır. Yumurtlayan tavuklarda plazma Ca seviyesi memelilerden (180-120mg/litre) daha yüksek olup, 300-400mg/litre arasındadır (Yazgan, 1990, 2006).

Pratikte Ca fazlalığı sık görülen bir olay olmayıp, tavuk rasyonlarında yüksek Ca'nın olumsuz etkileri, rasyon P ve vitamin D_3 seviyesine bağlıdır. İhtiyacın çok

üzerinde Ca içeren rasyonlarla civciv ve piliçlerde büyüme hızı ve yem tüketiminde düşme, cinsi olgunluğa (ilk yumurtlama yaşına) ulaşmada gecikme, ölüm olaylarında (%10-20) artış, idrar yollarında, böbrek ve üreme organlarında, eklemlerde, deri altında kalsiyum ürat depolanması (gut hastalığı), nefroz hadiselerinde artış görülmektedir. Bu hayvanlarda kan Ca seviyesi artmış (hiperkalsemia) ve P seviyesi düşmüştür (hipofosfatamia). Ayrıca paratiroid bezi küçülmekte ve bezin aktivitesi önemli ölçüde düşmektedir (Anonymous, 1980). Yumurta tavuklarında yapılan çalışmalar rasyonda yeterli P bulunduğu taktirde %5-6 gibi yüksek Ca seviyelerinin yumurta verimi, ağırlığı, yem tüketimi, yem değerlendirme kabiliyeti ve kabuk ağırlığının olumsuz yönde etkilenmediğini göstermiştir (Keshavarz ve Nakajima, 1993).

Kalsiyum noksanlığında büyümede gerileme, yem tüketiminde düşme, hareket kabiliyetinde azalma, yürüyüş ve duruşun bozulması, iç kanamaların görülme ihtimalinin artması, idrar hacminde büyük artış, ömür uzunluğunda azalma, raşitizm, tavuklarda kafes paralizi, osteoporoz, yumurta veriminde düşme, yumurta kabuğunda incelme, damızlık yumurtalarda çıkış gücünde düşme görülür. Ayrıca rasyonda Ca noksanlığında kan Ca seviyesinde hızlı bir düşme, karkasın tamamında Ca ve magnezyum (Mg) konsantrasyonunda düşme meydana gelir. Kalsiyumca noksan rasyonlarla beslenen tavukların kemiklerinde önemli ölçüde mineral kullanılmış olup, bu kemiklerin kül ve Ca muhtevaları normalin yarısına düşmüştür (Scott ve ark. 1982).

2.2. Kalsiyum Metabolizması ve Ayarlanması

Ca'nın absorbsiyonu, vücutta dağılımı ve atılımını etkileyen bir çok faktör vardır. Kalsiyumca yeterli rasyonlarla Ca'nın absorbsiyonu difüzyonla olurken, rasyonda Ca yetersizliğinde aktif transport yoluyla olmaktadır (Klasing,1998; Hurwitz ve Bar, 1965). Kalsiyum absorbsiyonunun önemli bir kısmı ince bağırsağın duodenum ve jejunum kısımlarında olmaktadır (Larbier ve Leclercq, 1994). Ca'nın ince bağırsaklardan aktif transport yoluyla taşınabilmesi için Vitamin D'ye ihtiyaç vardır. Rasyon ile alınan vitamin D_2 ve D_3 ince bağırsaklardan absorbe edilerek kan yoluyla karaciğere taşınmakta ve önce bu organda 25 nolu C atomunda hidroksilasyona uğrayarak 25- hidroksikolekalsiferolü, daha sonra bu bileşiğin

böbreklere taşınmasıyla burada 1 nolu C atomunda hidroksilasyona uğrayarak 1.25-dihidroksikolekalsiferolü (1.25-diOHCC) meydana getirir. Vitamin D_3'ün biyolojik aktivitesi en yüksek formu olan bu bileşik kan vasıtasıyla ince bağırsaklara, kemikler ve yumurta kabuk bezleri gibi hedef dokulara taşınırlar. Bileşik ince bağırsaklarda Ca bağlayıcı protein (CaBP, kalbindin) sentezini artırarak ince bağırsaklardan Ca absorbsiyonunu artırmaktadır. Böbreklerde üretilen 1.25-diOHCC miktarı paratiroid hormon (PTH) tarafından kontrol edilir (Yazgan, 2006). Vitamin D_3'ün aktif formu aynı zamanda kemiklerden Ca mobilizasyonunuda (salınmasınıda) teşvik eder.

Kalsiyumun vücut sıvıları ve hücre içi konsantrasyonu dar sınırlar içinde ve hassas bir şekilde dengede tutulmakta olup, bu kontrol sisteminde üç hormon (parathormon, kalsitonin ve 1.25- dihidroksi vitamin D_3) ve ince bağırsaklar, kemik ve böbrekler gibi üç hedef organ görev almaktadır (Hurwitz, 1996; Taylor ve Ducke, 1984). PTH, boynun alt kısmında ve onun iki tarafında lokalize olmuş bir çift paratiroid bezinden salgılanırken, kalsitonin tiroid bezlerinin C hücrelerinden salgılanır. Her iki hormonda polipeptid tabiattadır. Bir çok türde 10 mg/dl civarında olan kan kalsiyum seviyesi normalin altına düştüğünde (hipokalsemi) paratiroid bezi (PT) uyarılarak PTH üretimi artırılır. PTH, kemiklerden kana Ca akımını (reabsorbsiyonunu) hızlandırır, böbreklerde 1.25- diOHCC sentezini artırarak, ince bağırsaklardan Ca'nın absorbsiyonunu artırırken böbreklerden Ca'nın reabsorbsiyonunuda artırır (Taylor ve Ducke, 1984; Hurwitz, 1996). PT bezinin aktivitesi doğrudan plazma Ca iyon konsantrasyonu ile ilgili olup, bez plazma Ca iyon konsantrasyonuna hızlı bir şekilde tepki göstermektedir. PTH'nın salgılanan miktarı, plazma Ca seviyesinin regülasyonunda veya ayarlanmasında belirleyici rol oynamakta ve plazma Ca seviyesini düzenleyen mekanizmayı aktive etmektedir. Artan PTH seviyesi yukarda belirtilen mekanizmalarla kan Ca seviyesini yükselterek stimule edici etkiyi ortadan kaldırmaktadır (Hurwitz, 1996).

Kalsitonin hormonunun fizyolojik etkisi PTH'nın etkisiyle zıttır (antagonisttir). İnce bağırsaktan Ca absorbsiyonu sonucu plazma Ca seviyesinin yükselmesi, kalsitonin salgısını stimüle etmekte ve artan kalsitonin salgısı kemiklerden Ca'nın akımını engelleyerek ferdi hiperkalsemiye karşı korumaktadır. Absorbsiyona karşı oluşan bu tepki idrar yoluyla Ca kayıplarını önemli ölçüde azaltarak iskelet Ca'sının rezobsiyonunu önlemektedir. Bu mekanizmanın ince

bağırsaklardan absorbsiyon sonrası bireyi hiperkalsemiye karşı koruyan mekanizma olduğu bildirilmiştir (Munson ve Gray, 1970).

Duodenumdan absorbe edilen Ca miktarı daha fazla olup, kanatlılarda kabuğun aktif teşekkül ettiği zamanlarda ince bağırsağın diğer kısımlarından absorbe edilen Ca miktarıda artmaktadır. En yüksek Ca'nın absorbsiyonu kabuk teşekkülü başladıktan sonraki 4 ila 10 saatlik zaman içinde olmaktadır (Waserman ve Taylor, 1966). Kabuğun teşekkül ettiği zamanlarda ince bağırsak kanalında Ca'nın absorbe edilen miktarı %40 dan 70' e çıkmıştır (Hurwitz ve Bar,1965). Bu tepki ince bağırsaklardan Ca'nın aktif transportundan sorumlu CaBP'nin miktarının artması ile ilgilidir (Wasserman ve Taylor,1966; Bar ve ark., 1978).

Dışkı ile olan Ca kayıpları rasyon selüloz, fitat, okzalat gibi bileşiklerin seviyesine, mağnezyum ve yağ seviyesine bağlı olarak değişiklik gösterebilir ve bunların rasyondaki miktarları arttığında Ca kayıplarıda artabilir (Wasserman ve Taylor,1966). Vücuttan atılan Ca'nın sadece %19'u idrar yoluyla atılmakta olup, idrar Ca'sı 44 mg/dl'den kabuk teşekkülü anında 5-6 mg/dl'ye düşmektedir(Hurwitz ve Griminger, 1961). İdrar yoluyla Ca kayıpları, dışkı yoluyla olan kayıplardan yaklaşık 10 kez daha az olup, vücutta tutulan Ca miktarı üzerine önemli bir etkisi olmamaktadır.

2.3. Yumurtacı piliçlerde yumurtlama dönemi öncesi kalsiyum metabolizması ve kalsiyum ihtiyaçları

Kalsiyum iskelet bütünlüğünün (sağlamlığının) korunması, yumurta kabuk teşekkülü ve kalitesinin oluşturulmasında kritik bir elementtir. Yumurta kabuğunun normal oluşumu üretici ve tüketiciler için önemli bir husustur. Tavuk yumurtası yaklaşık 5-6g civarında kabuk ve 2.0-2.3g Ca ihtiva eder ki bu miktar kabuk ağırlığının %38'ine (Voisey ve Homilton, 1976) veya tavuğun tüm iskelet sistemindeki Ca'nın yaklaşık %10'una eşittir (Etches, 1987). Yumurtlama döneminde yetersiz Ca tüketimi, kabuk ağırlığında normal değerin yaklaşık %50-60 kadar azalmasına sebep olmakta ve müteakiben yumurta verimi düşmektedir (Gilbert ve ark., 1981). Düşük kabuk kalitesi sebebiyle kabukta oluşacak çatlaklar, kırıklar nedeniyle yumurtanın dış etkilere hassasiyeti artmakta ve iç kalitesinde kayıp ve bozulmalar meydana gelmektedir. Kabuk kalitesi yetersiz yumurtalar üreticilerin gelirini önemli ölçüde olumsuz yönde etkileyen başlıca faktörlerden biridir. ABD'de

ticari olarak üretilen yumurtaların %7'sinin kabuk kalitesi düşük olduğu için insan tüketimi amacıyla satılmadığı bildirilmiştir (Roland ve ark., 1996).

Yumurta tavuklarının Ca ihtiyaçlarını tespit amacıyla bir çok çalışma yapılmış ise de, büyüme sonrasında maksimum üreme performansı, iç ve dış yumurta kalitesi için büyümekte olan piliçlerin 8-20 haftalık yaşlar arasında, bilhassa 16-20 haftalık dönemde Ca ihtiyaçları konusunda yapılan çalışma sayı az olduğu gibi münakaşalı ve tezat bildirişler mevcuttur. Piliçler yumurtlamaya başladıklarında yeterli kemik gelişimi ve Ca depolanması için rasyonda gerekli minumum ve maksimun Ca seviyeleri hakkında çok az bilgi mevcuttur. Ancak konuyla ilgili yapılmış çalışmalar tavuklar yumurtlamaya başlamadan 2-3 hafta öncesi iskelette depolanan Ca'nın rasyon Ca seviyesine bağlı olarak değiştiğini göstermiştir.

Cinsi olgunluk yaşına gelindiğinde tavukların kemik biyolojisinde veya mineral metabolizmasında önemli değişiklikler meydana gelir. Bu değişiklikler piliçlerin üreme organlarındaki değişikliklerle eş zamanda görülür. Estrojene tepki olarak piliçler, yumurtlama döneminin başında medullar kemik olarak adlandırılan ve mineral muhtevası çok çabuk değişebilen kemik tipi geliştirirler. Medullar kemik, bilhassa uzun kemiklerin ilik boşluklarında oluşan yapısal olmayan tipte bir kemiktir ve yumurta verimi başlamadan yaklaşık 14-16 gün önce teşekkül etmektedir (Hurwitz, 1964). Bu dönemde piliçlerde vücut ağırlığı 400-500g, iskelet ağırlığı %20 artar (Riddel, 1992) ve sonuç olarak Ca ihtiyacı önemli miktarda artar. Bu dönemde Ca ihtiyacı karşılanmazsa tavuklar verimi devam ettirecek yeterli medullar kemik geliştiremezler (Hurwitz, 1964). Medullar kemik, rasyon Ca seviyesi yeterli olduğu taktirde üretim siklüsu boyunca teşekkül etmeye devam etmektedir. Tavukların kabuk teşekkülü için vücut Ca depolarından Ca'yı kullanabilme kabiliyeti, Ca depolarının büyüklüğüne bağlı olup (Hurwitz ve Bar, 1969), erken yumurtlama döneminde Ca'nın absorbsiyon mekanizması tam olarak gelişmemiştir ve tavuklar negatif Ca dengesindedirler. Bu durum rasyonda yüksek Ca seviyesiyle düzeltilemez (Keshavarz, 1987). Bu yüzden tavuklara rasyonla yeterli Ca depolanmasına imkan veren seviyede Ca temini önemli bir husustur. Piliçlerin yumurtaya başlamadan önce yeterli Ca içeren rasyonlarla yemlenmesi gecikirse, yumurtlama döneminde kabuk oluşumu için iskelet Ca'sı kullanılacağından iskelet problemleri artacaktır. Ayrıca erken veya daha sonraki yumurtlama döneminde kabuk problemleri ve ölüm oranı

artacak ve yem tüketimi ve yumurta büyüklüğü de azalacaktır (Roland ve Bryant, 2000). Bu tip sürüler kafes yorgunluğuna (paralizine) karşı daha hassastırlar. Rasyon Ca seviyesinin yumurtlamadan çok önce artırılması, böbrek problemlerinin artmasına, yem tüketimi ve yumurta büyüklüğünün artmasına ve sulu gübre üretimine sebep olmuştur (Roland ve Caldwell, 1985; Roland ve ark., 1985). Bununla beraber piliçler yumurtlamaya başlamadan 2 ila 6 hafta müddetle yüksek Ca'lı rasyonlarla yemlendiklerinde kemik külü ve kemik Ca muhtevasının arttığı gösterilmiştir. Bu yüzden üretim siklusunun başlangıcında kemiklerde yeterli Ca mevcudiyeti, kafes yorgunluğu vakalarının azaltılması, yumurta verimi ve kabuk kalitesinin normal devamı için kritik olabilir (Keshavarz, 1987 ve 1989).

Piliç ve yumurta tavuklarında medullar kemik kendine has bir doku olup, genç tavuklarda Ca metabolizmasındaki büyük artış ile yakından ilgilidir. Medullar kemik, sindirim kanalında yemin mevcut olmadığı ve yumurta kabuğunun teşekkül ettiği zamanda (karanlık dönem) Ca sağlamaktan sorumludur. Yumurta, yumurtalık kanalına girip kabuk oluşumu başladığında medullar kemikte önce hem osteoblastların (kemik oluşturan hücrelerin) ve hem de osteklastların (kemik hücrelerini parçalayan hücreler) sayısında artış olurken, müteakiben osteoblastların sayısında ani bir azalma ve osteoklastların sayısında ise artış olduğu tespit edilmiştir. Yani yumurta kabuk oluşumu başladığında kemiğin mineralizasyonundan (osteoblastik aktivitesiden), kemiğin mobilizasyonuna (osteoklastik aktiviteye) doğru çok hızlı bir değişim meydana gelmektedir (Candlish, 1971). Yumurta kabuğunun oluşturulduğu zamanlarda kan asit fosfotaz seviyesinin arttığı (osteoklastik aktivitenin yükseldiğinin bir göstergesidir), buna karşılık kabuğun oluşmadığı zamanlarda alkalin fosfataz aktivitesinin arttığı (osteoblastik aktivitenin arttığının göstergesidir) tespit edilmiştir(Candlish, 1971). Karanlık periyotta, kabuk oluşumu devam ederken medullar kemikten net Ca kaybı olurken, gündüzün, tavukların yem yediği zamanda, kabuğun oluşum safhasından bağımsız olarak medullar kemikte Ca birikimi olmaktadır (Etches, 1987). Medullar kemik, normal kemiğin dolaşım sisteminde herhangi bir değişiklik meydana getirmeden, kemik şaftından kemik başlarına doğru gelişmektedir. Bu kemiğin oluşumu yumurtalık aktivitesine bağlı olup, stabilitesinin muhafaza edilebilmesi için estrojen ile devamlı stimule edilmesi gerekir. Ovulasyon esnasında, plazma estrojen seviyesindeki düşüş, kemiğin

rezorbsiyonu veya mobilizasyonu ile sonuçlanır ve böylece yumurta kabuk teşekkülü için Ca temin edilir.

Yumurtlama siklusu başında tavuklar kabuk teşekkülü için gerekli Ca'yı rasyondan yeterli Ca absorbe ederek sağlayamazlar ve kabuk oluşumu için gerekli Ca, kemik depolarından karşılanmak zorundadır. Kabuk oluşumu için sindirim kanalından gelen Ca ile medullar kemikten çekilen Ca yetersiz olduğunda yapısal kemikler (trabekular ve kortikal kemik) mobilize edilirler. Ayrıca yapısal kemiklerin içi medullar kemik ile kaplanmamış ise osteoklastik aktivite artabilir (Hurwitz ve Bar 1969). Genç tavuklarda kortikal kemiğin yaşlı tavuklardan çok daha hareketli (labil) olduğu ve tavukların kortikal kemiği kullanma kabiliyetlerinin yaş ilerledikçe azaldığı tespit edilmiştir (Hurwitz ve Bar 1969). Kortikal kemik, kemiğin sağlamlığından sorumlu olduğu için, tavukların yapısal kemiği kullanmalarını zorlamamak veya azaltmak için genç tavuklara yeterli Ca temini, osteoporoz veya kafes yorgunluğu vakalarını azaltmak bakımından çok önemlidir. Kemik kitlesi yumurtlama siklusu boyunca kullanılacağı için, yumurtlama öncesi yeterli kemik kitlesi oluşumunun çok önemli olduğu bildirilmiştir (Whitehead, 2004). Bu yüzden yumurtacı piliçlere büyüme periyodunun son dönemlerinde yeterli Ca temin edilmelidir.

Amerikan Milli Araştırma Konseyi (NRC, 1984) büyümekte olan piliçlerde rasyonda Ca ihtiyacının rasyonun %1'i olduğunu bildirmiş ise de, bu seviyenin yumurtlama öncesi iskelet gelişimi ve yumurtlama sonrası optimum performans için yeterli olmadığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu yüzden daha sonra yayınlanan standartta (NRC, 1994) rasyonda Ca ihtiyacı % 2 olarak bildirilmiştir. Büyüme periyodunun ilerleyen döneminde piliçleri değişik sürelerde yüksek Ca'lı rasyonla yemlemenin büyüme ve müteakiben yumurtlama dönemi performansa etkisini tespit etmek için Keshavarz (1987) tarafından bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada kontrol grubunu oluşturan piliçler 14-20 haftalık dönemde %0.80 Ca içeren rasyonla beslenirken diğer gruplar 18,17,16,15 veya 14 haftalık yaştan 20 haftalık yaşa kadar % 3.5 Ca içeren rasyonla yemlenmişlerdir. Kontrol ve yüksek Ca'lı rasyonların kullanılabilir ve total fosfor (KP,TP) seviyeleri aynı olup, sırasıyla %0.40 ve %0.61'dir. Takip eden 20-60 haftalık dönemde bütün gruplar %3.55 ve %0.42 KP (%0.61 TP) içeren rasyonla beslenmiştir. Bu çalışmada, yüksek Ca'lı rasyonun

büyüme dönemindeki canlı ağırlık artışı (CAA), yem tüketimi (YT) ve ölüm oranına önemli bir menfi etkisi olmadığı gibi, kontrol grubu ile mukayese edildiğinde böbrek ağırlığı, karaciğer yağ miktarı ve plazma urik seviyesi bakımından farklılıkların önemli olmadığı bulunmuştur. Büyüme periyodunda 2 hafta veya daha uzun süre yüksek Ca'lı rasyonla beslenen piliçlerin tibia kül ve tibia Ca muhtevaları devamlı kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur. Büyüme periyodunda yüksek Ca'lı rasyonla yemleme cinsi olgunluğun gecikmesine neden olmuş ise de, bu dönemde değişik sürelerde yüksek Ca'lı rasyonlarla yemleme yumurtlama dönemindeki performans kriterlerini menfi olarak etkilememiştir. Sonuçta araştırıcı piliçlerin yumurtlamaya başlamadan en az 2 ila 3 hafta önce yüksek Ca'lı rasyonla yemlenmesinin faydalı bir uygulama olduğunu, bu uygulamanın yumurta kabuk kalitesini etkin bir şekilde artırmamış ise de, kemik kül ve Ca miktarını artırdığı için avantajlı olabileceğini bildirmiştir.

Wideman ve ark. (1985), büyüme periyoduna (8-18 hafta) yüksek Ca'lı (%3.25) ve KP'si düşük (%0.40) rasyonlarla yemlenen piliçlerde böbrek lezyonları (nefritis), iç organlar arasında Ca birikmesi sebebiyle ölüm vakalarının arttığını bildirmiştir. Ayrıca büyüme periyodunda görülen ölüm vakaları yumurtlama periyodunda da görülmüştür. Ancak bu çalışmada yüksek Ca'lı rasyonlarla yemleme süresi çok uzun (10 hafta) olmuştur. Bu çalışmada normal Ca ve normal KP (sırasıyla, %1 ve 0.6, kontrol gubu) ile normal Ca ve düşük KP (sırası ile %1 ve 0.40) içeren rasyonla beslenen piliçlerde yukarda belirtilen rahatsızlıklar görülmemiştir.

Yumurtlama öncesi rasyon kalsiyum seviyesinin (%0.4 ila 4.5 arasında) 18-22 haftalık yaştaki piliçlerin ve müteakiben yumurtlama döneminde tavukların performansa etkisini tespit etmek için bir dizi deneme yapılmıştır (Miller ve Sunde, 1975). Bu çalışmalarda tavuklar yumurtlama dönemindede farklı seviyelerde Ca içeren rasyonlarla (%1.5, 2.3,3.0 ila 4.5) yemlenerek yumurtlama öncesi ve yumurtlama dönemi rasyonlar arasında interaksiyon etkisinin bulunup bulunmadığı da incelenmiştir. Bu çalışmalarda büyüme döneminde %3.0 Ca ve %0.4 TP içeren rasyonlarla beslenen piliçlerin 20 haftalık yaştaki CA'ları, diğer gruplardan önemli derecede ($P<0.05$) düşük bulunduğu gibi cinsi olgunluk yaşıda önmli derecede ($P<0.05$) gecikmiştir. Bu rasyonla beslenen piliçlerin yem tüketimleri ve yemden

yararlanma kabiliyetleri ve ölüm oranları menfi yönde etkilenmiştir. Bununla beraber, yumurtlama öncesi rasyonlar, yumurtlama dönemi performansı (yumurta verimi ve ağırlığı, kabuk kusurları ve kabuk kalitesi düşük yumurta yüzdesini) etkilemediği gibi, büyütme rasyonu ve yumurtlama rasyonlarının herhangi bir kombinasyonu arasında da bir interaksiyon bulunamamıştır. Ancak yumurtlama döneminde %1.5 Ca içeren rasyonla beslenen tavukların yumurta ağırlığı, daha yüksek Ca içeren rasyonla beslenen tavuklardan önemli derecede ($P<0.05$) düşük olmuş ve bu Ca seviyesi %3.0 ve 4.5 Ca içeren rasyonlara nispetle yeterli kemik mineralizasyonu sağlayamamıştır.

Onbeş haftalık yaştaki piliçlerin %4.1 Ca ve 0.70 TP veya %1.3 Ca ve 0.97 TP içeren rasyonlarla yemlendiği başka bir çalışmada (Hurwitz ve Bar,1971), Ca ve P seviyesi yüksek rasyonlarla beslenen piliçlerin, Ca ve P seviyesi düşük rasyonlarla beslenen piliçlere nazaran, yumurtlamaya başlamadan önceki 2 haftada 400-500g ve yumurta veriminin ilk ayında 80g daha fazla CAA yaptıkları bulunmuştur. Yumurtlama öncesi yüksek Ca ve P içeren rasyonla beslenen piliçler ayrıca femurlarında daha fazla Ca depoladıkları gibi, yumurtlama döneminde yumurta ve yumurta kabuk ağırlığı artmıştır. Araştırıcılar piliç rasyonlarına Ca ve P ilavesinin kemik mineralizasyonuna yardımcı olduğunu ve yumurta kabuk kalitesini iyileştiriğini bildirmişlerdir. Ancak tavuklar yumurtaya başladıktan sonraki ilk ay içinde düşük Ca'lı rasyonlarla yemlendiklerinde, büyütme rasyonlarının tavukların performansına veya tepkilerine önemli bir etkisi olmamıştır. Daha sonra Scott ve ark. (1977), 18-22 haftalık yaştaki piliçleri, iskelete olan etkilerini tespit etmek amacıyla %1.0 ve 3.5 Ca ihtiva eden rasyonlarla yemlemişler ve yüksek Ca'lı rasyonla beslenen piliçlerin CA'larında, iskelet külünde ve Ca miktarında önemli artışlar meydana geldiğini bildirmişlerdir. Araştırıcılar 18-22 haftalık dönemde iskelet dokusunda maksimun Ca depolanması için rasyonda %3.5 Ca seviyesinin daha uygun olacağını bildirmişlerdir.

Yumurtacı piliçlerin 5,10,15 ve 19 haftalık yaştan 20 haftalık yaşa kadar değişik seviyelerde Ca içeren rasyonlarla beslendiği diğer bir çalışmada (Mraz, 1972), düşük Ca'lı rasyonla (%0.65) yemlenen piliçlerin ayak kemiklerinde (tibia), %2.0 veya 2.6 Ca içeren rasyonla beslenen piliçlerden daha fazla Ca^{45} depolandığı bildirilmiştir.

Yumurtacı piliçlerin 15 haftalık yaştan itibaren % 1.0, 2.0 ve 3.0 Ca içeren rasyonlarla veya 17. ve 19. haftadan itibaren 21 haftalık yaşa kadar % 2.0 ve 3.0 Ca içeren rasyonlarla beslendiği bir çalışmada (Brooks, 1986) erken yaşta cisi olgunluğa ulaşan piliçlerin yumurtlama öncesi 17 veya 19 haftalık yaştan itibaren % 1.0 yerine % 2.0 veya % 3.0 Ca içeren rasyonlarla yemlenmesiyle serum Ca, kemik Ca, P, K, Mg ve S muhtevasının, kabuk kalitesi ve yumurta veriminin arttırılabileceği bildirilmiştir. Bu çalışmada muamelelerin ölüm oranı, CA, CAA, karaciğer ağırlığı, karaciğer ve böbrek mineral kompozisyonuna önemli bir etkisi olmamış isede % 2.0 ve 3.0 Ca'lı rasyonlarla YT ve YDK önemli ölçüde artarken, serum Ca seviyesi rakamsal olarak, serum Mg seviyesi ise bazı yaş dönemlerinde önemli olarak artmıştır. Yüzde 1.0 Ca'lı rasyona nispetle daha yüksek Ca içeren rasyonlarla yumurta ve kabuk ağırlığı ve özgül ağırlık daha yüksek iken, kabukta daha kalın olup, yem tüketimi ve yemden yararlanma kabiliyeti artmıştır. Onyedi-21 haftalık dönemde % 2.0 ve 3.0 Ca'lı rasyonlarla kemik % kül ve mineral miktarı artmıştır.

Yakın zamanda yapılan bir tez çalışmasında (Tombul, 2004) yumurtacı piliçleri büyüme döneminin 16-20 haftaları arasında %2.0, 2.5, 3.0, 3.5 ve 4.0 Ca içeren rasyonlarla beslemenin yumurtacı piliçlerde performans, bazı kemik özelliklerine ve müteakip yumurtlama dönemi (20-36 hafta) performansa etkisi incelenmiştir. Büyütme dönemi rasyon Ca seviyesi, piliçlerin CA, CAA, ölüm oranı, kuru kemik (tibia) ağırlığını, kemik külünü, kemik Ca ve P seviyeleri ile plazma Ca ve P seviyelerini önemli derecede etkilemezken, yem tüketimini önemli olarak ($P<0.05$) etkilemiştir. Yüzde 3.5 ve 4.0 Ca içeren rasyonla yemlenen piliçlerin yem tüketimi, %3.0 Ca'lı rasyonla beslenen piliçlerden önemli derecede yüksek bulunmuştur. Büyütme rasyonları tavukların deneme sonu CA'larını, 20-36 haftalık dönemdeki CAA, ölüm oranı, yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve kitlesi, yem değerlendirme katsayısı (yem,g/yum.kitlesi,g), kemik ağırlığı ve külünü, kabuk kalite kriterlerinden birim yumurta yüzey alanı başına kabuk ağırlığını ve yumurta kabuğunda günlük depolanan Ca miktarını önemli olarak etkilememiştir. Bununla beraber, yumurtlama periyodunun ilk 28 günündeki ortalama yem tüketimini, zarlı kabuk ağırlığı, kabuk yüzdesi, yumurta kabuk yüzey alanı, kabuk Ca seviyesi ($p<0.05$), kabuk kırılma direnci, kabuk kalınlığı, kırık-çatlak yumurta oranı ($P<0.01$),

kemik P seviyesi ile plazma Ca seviyesi ($p<0.05$)büyütme rasyonu Ca seviyesinden önemli derecede etkilenmiştir.

2.4. Bor

Vücutta özel fizyolojik fonksiyonları veya metabolik bir görevi olan elementler esansiyel elementler olarak bilinir. Bu elementler rasyonda bulunmadıklarında hayvanlarda bazı noksanlık arazları meydana gelir. Bu elementler rasyona ilave edildiğinde arazların meydana gelmesi önlenir veya arazlar oluşmuş ise tedavi edilir. Bazı elementlerin ihtiyaç duyulan miktarları çok az olup, pratik şartlarda noksanlık arazları görülmez. Bunların noksanlık arazları özel şartlarda deneme hayvanlarında veya laboratuvar hayvanlarında gösterilebilir (Yazgan, 2006).

Borun bitkiler için esansiyel bir element olduğu eskiden beri bilinmekte ise de günümüzde bortn .□sanlar ve hayva□ yu□için esansiyel olup olmadığı henüz kesinlik kazanmamıştır. Bununla beraber borun fizyolojik miktarları vücutta hayati fonksiyonların yerine getirilmesinde görev yapan bir çok bileşiğin (makro elementler, trigliserit ve glukoz gibi enerji substratları, amino asitler ve proteinler gibi nitrojenli bileşikler ve estrojen) vücutta kullanımı ve metabolizmasını etkileyebilen bir iz elementtir (Nielsen, 1997). Bu yüzden bor, beyin, iskelet ve bağışıklık sistemi gibi çeşitli vücut sistemlerinin fonksiyonlarını ve kompozisyonlarını genellikle faydalı yönde etkileyebilir. Ayrıca borun idrar yoluyla hızla vücuttan atılması, yumuşak dokularda depo edilmemesi ve sağlıklı fertlerin kanlarında konsantrasyonunun nispeten dar sınırlar içinde tutulması, vücutta bor için görünüşe göre bir homeostatik mekanizmanın bulunduğunu göstermektedir (Nielsen, 1997). Bununla beraber hayvanlarda bor yetersizliği konusunda yapılan çalışmaların çoğunda rasyon bor seviyesindeki değişikliklere hayvanların tepkilerini artırmak için Ca, Mg, K, kolekalsiferol yetersizliği gibi stres faktörleri kullanılmıştır. Dolayısıyla bor yetersizliğine tepki rasyondaki Ca, P, Mg, K ve kolekasiferol gibi besin maddelerindeki değişikliklere bağlı olarak farklılık göstermektedir (Nielsen, 1998). Değişikliğin şiddeti ve tabiatı, rasyonun tabiatına göre değişmekte ise de bulguların çoğu bor yetersizliğinin Ca metabolizmasını, beyin fonksiyonlarını, enerji metabolizmasını bozduğunu, sıçanlarda bağışıklık fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilediğini ve artritisin (eklem iltihabı) şiddetini artırdığını göstermiştir. Bu yüzden bor günümüzde insan ve hayvanlarda biyokimyasal fonksiyonu tespit edilmemiş

olması sebebiyle kesin olarak esansiyel bir element olarak görülmemekte ise de, yukarda bahsedilen sebeplerden dolayı en azından insanlar ve hayvanlar için faydalı bir element olduğu söylenebilir (Nielsen,1998).

Bor diğer bazı iz elementler (nikel, krom, molibden vb.) gibi insan ve hayvan dokularında çok düşük seviyelerde (1mg/kg'den daha az) bulunur (Anonymous, 1980; Nielsen, 1996). Bu yüzden bu elementlere ultra iz elementlerde denilmektedir. Bu elementlerin heryerde bulunmamaları çoğu zaman ilgili elementlerce yetersiz beslenmiş hayvanlarda özel fonsiyonlara sahip olmaları sebebiyle, borun besleme bakımından öneminin bu gün kabul edilenden daha fazla olabileceği bildirilmiştir.

2.4.1. Borun Kimyasal Özellikleri

Peryodik cetvelde 50. element olan bor aynı zamanda bu cetvelin III A grubunun metal olmayan tek elementidir. Elektrik yükü+3 olan bor, metaller ve ametaller arası özelliklere sahiptir. Doğada serbest bir element olarak değil, bileşikleri şeklinde bulunur. Kimyasal sembolü B, atom numarası 5 olan borun, kütle numaraları 10 ve 11 olan iki kararlı izotopu vardır. Bor madeni ilk bakışta beyaz bir kaya şeklinde olup, çok sert ve ısıya dayanıklıdır. Bor elementinin amorf toz halindeki rengi koyu kahverengi ise de çok gevrek ve sert yapılı kristal halinin rengi ise sarımsı kahverengidir. Elmastan sonra en sert element bor'dur (Çalık 2002).

Farklı borat gruplarının oluşumunu ve bu grupların yapıları pH, sıcaklık ve bor konsantrasyonuna bağlıdır. pH'nın en uç asidik ve bazik bölgelerinde çözeltideki ana bor çeşitleri sırasıyla, borik asit ($B(OH)_3$) ve mononükleer borat ($B(OH)^-_4$) iyonudur. Borik asit, sulu çözeltide çok az dissosiye olan (iyonlarına ayrışan) bir asittir. Bu yüzden borik asit bir Bronsted (bir H^+ kaybeden) asitten daha çok, bir Lewis (bir OH^- kabul eden) asidi gibi davranır (Ayyıldız, 2004). Diğer bir ifade ile bor atomu proton vermez, hidroksil iyonlarını kabul ederek asitmiş gibi hareket eder.

Bor birçok elementle bağ yapar ve bilhassa oksijene karşı kuvvetli bir ilgisi vardır. Borun oksijene kovalent bağlarla bağlanması sonucu boratlar ve diğer oksijenli bileşikler oluşur. Bor, 4 oksijen atomu ile bağladığında borat anyonu ($B(OH)_4^-$), 3 oksijen atomu ile bağlandığında ortaborik asit ($B(OH)_3$) meydana gelir (Devirian ve Volpe, 2003). Ticari kullanımda borik asit ve orta borik asit birbiri yerine eş anlamlı olarak kullanılmaktadır.

Bor elementi yüksek sıcaklıklarda saf oksijen ile reaksiyona girerek bor oksit (B_2O_3), aynı şartlarda nitrojen ile bornitrit (BN), ayrıca bazı metaller ile magnezyum borit (Mg_3B_2) ve titanyum diborit gibi endüstride kullanılan bileşikler oluşabilmektedir.

Bor hidrosil grubu ihtiva eden organik bileşiklerle kompleks oluşturur ve 2'den fazla hidroksil ihtiva eden bileşiklerle daha kuvvetlice reaksiyona girer. Bu yüzden bor, biyolojik olarak önemli bileşiklerle (polisakkaritler, piridoksin, riboflavin, dehidroaskorbik asit ve piridin nükleotidleri ile) reaksiyona girer (Sammans ve ark. 1998). Nikotinamid adenin dinükleotit (NAD+) ve nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADP) bileşikleri enerji metabolizmasında aktif olan bileşiklerdir. Bor bu bileşikleri bağlayarak bazı metabolik olayları etkiler. Bor ayrıca birçok diğer metabolitlerle reaksiyona girebilir ve bu yüzden bor, insan ve hayvanlarda mineral ve enerji metabolizmasını değiştirme kabiliyetine sahip olabilir (Devirian ve Volpe, 2003).

2.4.2. Borun Metabolizması

2.4.2.1. Sindirimi

Bor sindirim kanalından hızlı bir şekilde absorbe edilmekte olup, tüketilen miktarın önemli bir kısmı idrarla atılmaktadır. Ağız yoluyla alınan borun %90 dan fazlası sindirim kanalından 3 saat içinde absorbe edilirken ve 24 saat içinde tamamen absorbe edilmektedir (Anonymous 2001).

Boraks yataklarında çalışan işçilerle yapılan bir çalışma (Culver ve ark. 1994), borun solunum yoluyla absobe edildiğini göstermiştir. Borat tozlarına (boraks, boraks pentahidrat ve susuz boraks) maruz kalan işçilerin kan ve idrarlarındaki bor seviyesi önemli derecede artmıştır. Havadaki borat tozları kan ve idrarda bor konsantrasyonun arttırmış ise de, solunum yoluyla alınan borun ne kadarını solunum sisteminden absorbe edildiği tam olarak tespit edilememiştir. Araştırmacılar çalışma bölgesindeki toz partiküllerinin olması sebebiyle soluyarak alınan borun önemli bir kısmının üst solunum yollarında depolandığını ve direk mukoz zarlar tarafından absorbe edildiğini ileri sürmüşlerdir.

Her ne kadar bor normal veya sağlıklı bir bireyde absorbe edilmemekte ise de sedef, ekzema, kurdeşen gibi derisi zarar görmüş bireylerde ve hayvanlarda en

azından boratların sulu çözeltilerinin absorbe edildiği bildirilmiştir (Anonymous 2001).

2.4.2.2. Dokulardaki dağılımı

Borik asit ve boratlar vücutta çözünmemiş borik asit şeklinde bulunur. Vücuda alınan bor bu formda vücut dokularında depolanır. Borun bir çok yumuşak dokunun kurumaddesindeki miktarı 0.5-1.5 mg/kg arasında değişirken kemiklerdeki miktarı birkaç misli daha fazladır. Tüketilen bor miktarı arttıkça konsantrasyonuda artmaktadır (Anonymous, 1980). Rasyona bor ilavesi, yağ doku ve bilhassa testislerin bor seviyesini fazla etkilemezken, karaciğer, böbrekler, kas gibi yumuşak dokuların ve plazmanın bor seviyesini arttırmıştır. Fakat en yüksek artış kemik dokuda olmaktadır. Bor, tırnak, saç ve dişlerdede yüksek seviyelerde bulunmaktadır. Yağ doku dışındaki diğer yumuşak dokularda ve plazmadaki bor seviyesi, tüketimi takiben artarak 3-4 gün içinde sabit bir duruma gelmektedir. Kandaki miktarı 0.03 ila 0.4 mg/kg olup, 1.2 mg/kg'a çıkabilmektedir. Bu seviye bor tüketimine bağlı olarak değişebilmektedir. Borun kemiklerdeki konsantrasyonu, plasmadaki konsantrasyonundan 2 ila 3 kat daha fazla olmaktadır. Ku ve ark. (1991), 9000 ppm borik asitle (1575 ppm bor) yedi gün boyunca beslenen erkek ratlarda plasma, karaciğer, böbrekler, yağ doku, kaslar ve kemik bor konsantrasyonu sırasıyla, 16.0, 13.13, 19.80, 3.78, 14.23, 47.40 mg/kg doku şeklinde bildirmişlerdir. Rossi ve ark. (1993), etlik piliçlerde kas ve karaciğer bor seviyesinin rasyon bor seviyesindeki artışla orantılı olarak arttığını bildirmişlerdir.

2.4.2.3. Metabolizma

Daha önceden de ifade edildiği gibi bor, esansiyel oluşu şüpheli bir iz element olup, bu elementlerce yetersiz dietlerle beslenmiş, insan ve hayvanlarda kalsiyum, magnezyum gibi hayati fonksiyonları etkileyen makromineralleri ve onların hücre içi metabolizmalarını etkilemektedir.

İnorganik borat bileşikleri vücutta borik asit şeklinde bulunur. Borik asit idrarda tespit edilmiş tek bor bileşiği olup, mükerrer çalışmalar ile tüketilen borun %90 dan fazlasının idrarla atıldığı gösterilmiştir (WHO, 1998). Borik asidin vücutta parçalandığını gösteren bir bulgu elde edilememiştir. Bor-oksijen bağını kırmak için fazla miktarda enerjiye ihtiyaç olduğundan, metabolizmanın bu iş için uygun

olmayabileceği belirtilmiştir. Borik asit çeşitli moleküllerle kompleksler teşkil edebilir ve hidroksil, amino ve thiol gruplarına karşı afinitesi yüksektir. Kompleks oluşumu, bileşiklerin konsantrasyonlarına bağlıdır (IEHR, 1997; WHO, 1998).

İnsanlarda bor ve mineral metabolizması arasındaki ilişkiler ilk kez Nielsen ve ark. (1987) tarafından bildirilmiştir. Bu araştırıcılar menopoz dönemi sonrası kadınları 119 gün boyunca bor seviyesi düşük bir rasyonla beslemişler ve müteakiben 48 gün boyunca 3 mg/gün seviyesinde bor (sodyum boraks şeklinde) vermişlerdir. Bu dönemde kadınların yedisi magnezyumca yeterli dietle beslenirken diğer beş kadın magnezyum seviyesi düşük bir dietle beslenmişlerdir. Bor verilen bütün kadınlarda idrarla atılan magnezyum, kalsiyum ve P seviyesi azalmış ve bu azalma magnezyum seviyesi düşük dietle beslenen kadınlarda daha çok olmuştur.

Menopoz dönemini atlatmış kadınlarla yapılan diğer bir çalışmada (Hunt ve ark. 1997), magnezyum seviyesi düşük dietle beslenen kadınlarda günlük olarak 3 mg bor verilmesiyle, idrarla atılan kalsiyum seviyesinin azaldığı bildirilmiştir. Bununla beraber 18–25 yaşındaki sağlıklı kadınlarda 3 mg/gün bor tüketimi, kalsiyum, magnezyum ve fosforun idrarla atılan miktarlarını etkilememiştir (Meacham ve ark. 1995).

Bor, hayvanlarda da mineral metabolizmasını etkileyebilmekte ve değiştirebilmektedir. Mesela Hunt (1989), kolekalsiferol veya magnezyumca yetersiz civciv rasyonlarına 3 mg/kg seviyesinde bor ilave edildiğinde civcivlerde plazma kalsiyum ve magnezyum seviyesinin arttığını bildirmiştir. Nielsen ve Shuler (1992) ise bor seviyesi düşük dietlerle beslenmiş rat'larda plazma alkalin fosfataz aktivitesinin yükseldiğini ve femur kalsiyum seviyesinin azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada, düşük kalsiyumlu dietle beslenen rat'lardan da aynı sonuçlar alınmıştır. Başka bir çalışmada (Bock ve ark. 1990), bor seviyesi düşük dietle beslenen rat'larda kalsiyum ve magnezyumun idrarla atılan miktarının arttığı ve düşük kalsiyumlu dietlerle beslenen rat'larda magnezyumun atılan miktarının arttığı bildirilmiştir.Rasyonda yüksek bor seviyesinin mineral metabolizmasına etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada (Chapin ve ark. 1997), borik asit seviyesi 200 ila 9000 mg/kg olan dietler kullanılmış olup, bor ilavesiyle serum fosfor, magnezyum seviyesi ve daha az miktarda da total kalsiyum seviyesi azalmıştır. Araştırıcılar bu

durumun bu minerallerin sindirim sisteminden absorbe edilen miktarlarının azalması, atılan miktarlarının artması veya bu minerallerin kemik dokuya geçen miktarlarının artması sonucu olabileceğini bildirmişlerdir.

Borun kümes hayvanlarında mineral metabolizması üzerindeki etkileri tezin "besleme ile ilgili çalışmalar" kısmında verilmiştir.

2.4.2.4. Borun vücuttan atılması

İnsan ve rat'larda yapılan çalışmalar, ağız yoluyla verilen borik asit dozunun %90 dan daha fazlasının, muameleden kısa bir süre sonra değişmeden idrarla atıldığını göstermiştir. Vücutta böbrekler bor dengesini ayarlamakta ve borun vücuttan atılmasında ana ve en önemli yol olmaktadır (Jansen ve ark. 1984; Naghii ve Sammans, 1997), Jansen ve ark. (1984), ağız yoluyla alınan borun yaklaşık %93 ünün, 96 saat içinde vücuttan idrar yoluyla atıldığını bildirmişlerdir.

İnsan ve rat'larda yapılan çalışmalar borik asidin absorbsiyon, vücutta dağılımı ve metabolizmasının birbirine benzer olduğunu göstermiştir. Borik asit insan ve rat'larda metabolize edilmemekte, sindirim sisteminden hızla absorbe edilmekte, vücut sıvısı vasıtasıyla dağıtılmakta ve değişmeden idrarla atılmaktadır. Rasyon veya dietle alınan borun mineral metabolizması üzerindeki etkisi, makro minerallerin, bilhassa kalsiyum, fosfor ve magnezyumun metabolizmaları üzerine etkileri sebebiyledir (Armstrong. 2000).

2.4.3. Bor ihtiyacı, borun gerekliliği ve yetersizliği

Günümüzde kümes hayvanlarının bor ihtiyacı bilinmemekle beraber NRC (1984) tarafından kimyasal yapısı belirlenmiş rasyonlarda civcivler için 2 ppm bor tavsiye edilmiştir. Çiftlik hayvanlarının rasyonlarına bor ilavesinin faydalı olduğu ilk kez 1981 de kolekalsiferol (vitamin D_3) bakımından yetersiz rasyonlarla beslenen civcivlerde gösterilmiştir. Daha sonraki çalışmalarda ise bu müspet etki doğrulanmıştır. Hunt ve Nielsen (1981 ve 1986) çok düşük seviyelerde bor içeren rasyonlara (sırasıyla, 0,28 ve 0,85 mg/kg) bor ilave ederek, rasyon bor seviyesini 3 mg/kg'ye çıkardıklarında civcivlerde canlı ağırlığın arttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Hunt ve ark. (1994) tarafından kullanılan bazal rasyonun bor muhtevası aşırı derecede düşüktü ve 0,18 mg/kg-KM'den daha azdı ve rasyona ilave edilen bor seviyesi de çok düşüktü (1,4 mgB/kg-KM). Bazal rasyona çok düşük

konsantrasyonda bor ilavesi etkili bulunmuş ise de sadece bor bakımından yetersiz topraklarda yetiştirilen bitkilerde görülebilecek bu kadar düşük bor seviyelerinin pratik kanatlı rasyonlarında bulunması mümkün değildir. Ayrıca şimdiye kadar çiftlik hayvanlarında bor yetersizliğini bildiren bir çalışma yayınlanmamıştır. Ancak büyük ölçüde dane yemlere dayalı rasyonla beslenen hayvanlarda (et sığırları gibi) yetersizliğin görülme riski vardır. Bununla beraber pratik broyler rasyonlarına bor ilavesinin (5 veya 60 mg/kg-KM) etkisinin araştırıldığı iki deneme de (Rossi, 1990), erkek ve dişi broylerlerin büyüme hızları yaklaşık %3 ila 10 kadar artmış ise de borun büyüme üzerindeki bu etkisi sadece bir çalışmada ve erkeklerde önemli bulunmuştur. Bu çalışmalarda bor ilavesiyle tibia ağırlığı ve kırılma kuvveti önemli olarak artmıştır.

Bor bakımından yetersiz rasyonlarla beslenmiş rat'larda ve civcivlerde büyümenin gerilediği, kemik gelişiminin normal olmadığı, insan ve hayvanlarda idrarla atılan kalsiyum miktarının arttığı bildirilmiştir. Bor yetersizliği civcivlerde kolekalsiferol yetersizliği semptomlarını (anormal kemik oluşumu, yetersiz büyüme) arttırdığı gibi rat'larda magnezyum seviyesi düşük rasyonlar, borun yetersizlik semptomlarını (büyüme hızının azalması organ/canlı ağırlık oranı şeklinde ifade edildiğinde böbrek ve dalakta büyüme) artırmaktadır (Nielsen 1988).

2.4.4. Besleme Çalışmaları

Damızlık broylerlerde yapılan iki ayrı çalışmada damızlık broyler rasyonlarına iki farklı kaynaktan (borik asit veya sodyum tetraborat) bor ilavesinin (0 ve 250 mg/kg) etkisi araştırılmıştır. Birinci denemede 21 haftalık yaşta 45 tavuk 16 hafta müddetle ferdi bölmelerde barındırılmışlardır. Tavuklar bazal rasyon (0, mg/kg bor), 250 mg/kg bor (borik asit, H_3BO_3, %17.5 bor içeren) veya boraks ($Na_2B_4O_7.10H_2O$: %11.35 bor içeren) içeren 3 rasyonla (muamele) üç tekerrürlü olarak (her bir alt gruba 5 tavuk) yemlenmişlerdir(Rossi ve ark. 1993).

Birinci deneme ile aynı anda yürütülen 2. denemede ise 45 erkek damızlık aynı şartlarda barındırılmış ve 1. denemede kullanılan aynı rasyonlarla beslenmişlerdir. Birinci denemede muamelelerin yem tüketimine olumsuz bir etkisi olmamış ve % 5 yumurta verim yaşı, ortalama yumurta verimi, nihai canlı ağırlık, yumurta ağırlığı, özgül ağırlık veya hesaplanmış (kabuk ağırlığı = (2,0341 x yumurta

ağırlığı)-(2,1014 x yumurta ağırlığı/yumurta özgül ağırlığı) kabuk ağırlığı, ortalama döl verimi bakımından yine muameleler arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Bununla beraber ilave bor içeren rasyonla beslenen her iki grupta çıkış gücü (randıman), kontrol grubundan önemli derecede düşük ($P \leq 0,05$) bulunmuştur. Bor ilavesinin kuluçka çıkış gücünü olumsuz yönde etkilemesinin mekanizması anlaşılamamış ise de araştırıcılar, ilave borun erkekler üzerindeki olumsuz etkilerinden bağımsız olduğunu bildirmişlerdir. İkinci çalışmada ise ortalama döl verimi, çıkış gücü, toplam spermatoza hücrelerinin konsantrasyonu ve nihai canlı ağırlık muamelelerden etkilenmezken, borik asit ile yemlenen erkek broylerlerde zarar görmüş spermatoza hücrelerinin % si, ilave bor içermeyen rasyonla beslenen kontrol grubundaki erkek broylerlerden önemli derecede ($P \leq 0,05$) yüksek bulunmuştur. Araştırıcılar bu sonuçlara dayanarak 250 mg/kg bor seviyesinin damızlık broylerler için zararlı olduğunu ve bununda çeşitli faktörlerin bir sonucu olabileceğini bildirmişlerdir. Mesela bu çalışmada ilave borun erkek ve dişi damızlık broylerler üzerindeki etkisi, aynı anda yürütülen farklı bölmelerde yetiştirilen iki ayrı deneme ile incelenmiştir. Bu hayvanlar birlikte yetiştirilmiş olsalardı, ilave borun olumsuz etkisi belkide daha yüksek olacaktı. Araştırıcılar ilave borun üreme performansı üzerindeki olumsuz etkisinin, uzun süreli yemleme ile daha artabileceğini bildirmişlerdir.

Yaşlı damızlık broylerlerde rasyon kalsiyum ve bor seviyesinin etkisini tespit etmek için 2 ayrı deneme yapılmıştır (Qin ve Klandorf, 1991). İlk denemede 60 haftalık yaştaki sürüden 32 tavuk seçilmiştir. Bu hayvanlar kalsiyum seviyesi yüksek (%3,5) ve düşük (%1,5) olan ilave bor içeren (denemenin ilk 2 haftasında 100 mg/kg yem, diğer haftalarda 60 mg/kg) ve içermeyen rasyonlarla beş hafta boyunca yemlenmişlerdir. Yemleme denemenin ilk 2 haftasında adlibitum olarak yapılırken müteakip haftalarda tavuk başına 150 g/gün ile sınırlandırılmıştır. İkinci denemede ise, 75 haftalık yaştaki 52 adet tavuk, günde tavuk başına 50 g yulaf verilerek tüy döktürülmüştür. Tavuklar, % 25 canlı ağırlık kaybına ulaştıkları dönemden itibaren 35 gün müddetle % 1,2 kalsiyum içeren rasyonla (36 adedi), geriye kalanları (16 adet) ise aynı rasyona 100 mg/kg bor ilave edilerek yemlenmişlerdir. Otuzbeşinci günün sonunda aydınlatma 8 saatten 16 saate, rasyon kalsiyum seviyesi ise % 3,5'a yükseltilirken bor seviyesi aynı (100 mg/kg) kalmıştır. Deneme 20 hafta sürmüştür.

Sonuçta 1. denemede her iki kalsiyum seviyesinde de bor içeren rasyonlarla ortalama yumurta verimi, % 3,5 kalsiyumlu rasyonla karşılaştırıldığında önemli derecede ($P < 0,01$) düşmüş ve yumurta verimindeki bu düşüş yüksek kalsiyumlu rasyonla daha fazla olmuştur. İkinci denemede ise yumurta verimine muamelelerin önemli bir etkisi olmamıştır. Birinci denemede, düşük kalsiyumlu rasyonlar, tavuklarda kabuk özgül ağırlığı ve kabuk kalınlığını önemli olarak etkilemezken, vücutta tutulan kalsiyum miktarı önemli derecede ($P < 0,05$) artmıştır. Düşük kalsiyumlu rasyona bor ilavesi her üç karakteri de önemli olarak etkilememiştir. Bu çalışmalarda rasyon kalsiyum seviyesi X bor seviyesi interaksiyonu, plazma kalsiyum seviyesini önemli olarak (P<0,01) etkilemiş olup, yüksek kalsiyumlu rasyona bor ilavesiyle plazma kalsiyum seviyesi düşmüştür. Ayrıca ilave bor kemik külünü önemli derece de ($P < 0,05$) arttırmıştır.

Borun bazı türlerde mineral metabolizmasını etkilediği anlaşıldıktan sonra yumurtacı piliçlerde, bor ilavesinin kemik kesme kuvveti, kesme gerilmesi, kesme enerjisi ve kemik kül muhtevasına etkisini tespit etmek için, bir çalışma yapılmıştır (Wilson ve Ruszler, 1997). Araştırmada günlük yaşta 125 adet beyaz Legorn civciv 16 hafta boyunca bazal rasyon (14,7 mg/kg bor içeren) ve bu rasyona borik asit formunda 50,100,200 ve 400 mg/kg seviyesinde bor ilavesinden oluşan toplam 5 rasyonla yemlenmişlerdir. Onaltıncı haftanın sonunda piliçler kesilmiş ve tibia, femur, humerus ve radius (ön kol kemiği) alınarak mekanik açıdan incelenmiştir. Bazal rasyona 50 ve 100 mg/kg bor ilavesiyle tibia ve femurun kesme kuvveti önemli derecede artarken, aynı seviyelerde bor ilavesiyle tibianın kesme gerilmesi ve femurun kesme enerjisi önemli derecede artmıştır (P<0,05). Bu sonuçlar kemiğin mukavemetinin bor ilavesiyle arttığını göstermiştir. Bazal rasyona 400 mg/kg bor ilavesi kemik mukavemetini ya etkilememiş veya azaltmıştır.

Bu çalışmada kullanılan bor seviyelerinden hiçbiri kemik çapı, kesit alanı veya kemik et kalınlığını etkilememiştir. Kemik yoğunluğunun bir ölçüsü olarak kemik kül muhtevası (%), bazal rasyona 50, 100, ve 200 mg/kg bor ilavesiyle önemli derecede (P<0,05) artmış ve maksimum değer 50 mg/kg bor ile elde edilmiştir. Canlı ağırlık 50 mg/kg bor seviyesi ile en yüksek olurken 100 mg/kg bor seviyesi ile düşmeye başlamış ve 400 mg/kg bor seviyesinde ise önemli derecede (P<0,05)

azalmıştır. Bu grubun yem tüketimi de diğer bütün gruplardan düşük bulunmuştur. Elli ve 100 mg/kg bor ilave edilen grupların canlı ağırlık değerleri ölçüm yapılan bütün haftalarda bazal rasyonla beslenen gruptan yüksek (P>0,05) olmuştur. Bu çalışmada rasyon bor seviyesi ile göğüs eti, karaciğer ve kemik bor muhtevası arasında yüksek bir korelasyon bulunduğu ve bor ilavesiyle bu dokuların bor konsantrasyonlarının önemli derecede arttığı gösterilmiştir. Bazal rasyonla beslenen piliçlerin göğüs eti, karaciğer ve kemik bor muhtevaların sırasıyla, 0.75, 0.26 ve 0.87 mg/kg-kuru doku iken, 400 mg/kg bor içeren rasyonla belirtilen dokuların bor muhtevası sırasıyla, 22.6 (bazalın 30 katı), 6.13 (bazalın 23 katı) ve 13.6 mg/kg-kuru doku (bazalın yaklaşık 16 katı) bulunmuştur.

Aynı araştırıcılar tarafından farklı yıllarda yumurta tavukları ile bir dizi araştırma yapılmıştır. Bu çalışmaların ilkinde (Wilson ve Ruszler, 1995) üretim siklusunun son 28 günü içinde olan 150 adet yumurta tavuğu kullanılmıştır. Bu çalışmada bazal rasyona 3, 5, 7, 14, 28 ve 56 mg/kg bor sağlayacak şekilde borik asit ilave edilmiştir. Rasyona bor ilavesi tavuklarda tibia, radius ve humerus'un kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve kesme enerjisini, kemik kesit alanını ve tavukların canlı ağırlıklarını önemli olarak etkilemezken, karaciğer, göğüs, but ve kemik bor konsantrasyonu 56 mg/kg bor içeren rasyonla beslenen tavuklarda, bazal rasyonla karşılaştırıldığında önemli derecede (P<0,03) yüksek bulunmuştur (göğüs etinde P=0,065 dir). Rasyon bor seviyesi yumurta verimini etkilememiştir. İkinci çalışmada (Wilson ve Ruszler, 1996), üretim siklusunun son 84 günlük döneminde olan 300 adet beyaz Leghorn tavuk normal bazal rasyona 100, 200, ve 400 mg/kg seviyesinde bor katılarak (borik asit formunda) beslenmişlerdir. Tavuklar denemenin 4, 8, ve 12. haftalarında eşit sayıda kesilmiş ve tibia, femur, radius ve humerus kemikleri alınarak kemik parametrelerinin tespitinde kullanılmışlardır. Bor ilavesi bu çalışmada 4, 8, ve 12. haftalarda test edilen hiçbir kemikte kemik kesme kuvvetini, kesme gerilmesini, kesme enerjisini, kemik külünü ve yumurta özgül ağırlığını etkilememiştir. Yumurta verimi, yem tüketimi ve canlı ağırlık 400 mg/kg bor seviyesi ile önemli derecede azalmıştır (canlı ağırlık ve yumurta verimi için P<0,10, yem tüketimi için P<0,05), yumurta ağırlığı ise etkilenmemiştir. Bazal rasyonla karşılaştırıldığında, 400 mg/kg bor içeren rasyonla beslenen tavukların but, göğüs eti, karaciğer ve kemik bor muhtevası sırasıyla, 63, 50, 15 ve 13 kat daha yüksek

bulunmuştur. Bor ilavesi hiçbir dokuda kalsiyum ve fosfor muhtevasını önemli olarak etkilememiştir. Yumurta tavukları ile yapılan son çalışma da (Wilson ve Ruszler 1998), rasyon bor seviyesinin kemik mukavemet özelliklerine ve performans karakterine etkisi araştırılmış ve 72 hafta sürmüştür. Onsekiz haftalık yaşta kafeslere alınan tavuklar düşük seviyede (3 mg/kg) bor içeren bazal rasyona 0,50, 100, 200 ve 400 mg/kg bor ilave edilmiş rasyonlarla (5 grup) beslenirlerken, 6. grup 16 haftalık yaştan ve 7. grup ise 32 haftalık yaştan itibaren 200 mg/kg bor içeren rasyonlarla beslenmişlerdir. Otuziki, 52 ve 72 haftalık yaşta her gruptan 20 tavuk kesilmiş ve tibia ve radius kemikleri alınmıştır. Bazal rasyona 50, 100, 200 ve 400 mg/kg bor ilavesiyle 32 haftalık yaşta ölçülen tibia kesme kuvveti ve kesme gerilmesi önemli derecede artarken 52. ve 72. haftalarda bu etkiler görülmemiştir. Kemiğin kırılganlığının bir ölçüsü olan kesme enerjisi tibia için sadece 100 mg/kg bor ilave edilen rasyonla, bazal rasyona nispetle, önemli derecede artarken, bütün gruplarda hem tibia ve hem de radiusta kesme enerjisi 52 haftalık yaşta, 32 haftalık yaşa nispetle, önemli derecede düşmüştür. Kesme enerjisinin azalması, kemikte kırılganlığın artması demektir.

Bu çalışmada 32 haftalık yaştan itibaren 200 mg/kg ilave bor ile beslenen tavuklarda, tibia ve radiusun 72 haftalık yaşta ölçülen kesme enerjisi, bazal rasyonla beslenen tavuklardan önemli derecede ($P<0,05$) yüksek bulunmuştur. Bu grubun tibia ve radiusa ait kesme enerjisi, kontrol grubuna nispetle sırasıyla, %45 ve 47 daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç pik verim döneminde (32 haftalık yaşta) normal tavuk rasyonlarına 200 mg/kg bor ilavesiyle üretim siklusu sonunda kemiklerdeki kırılma vakalarını önemli derecede azaltacak demektir. Dörtyüz mg/kg ilave bor verilen tavukların % 50 si, 72 haftalık yaşa gelindiğinde yumurta vermedikleri görüldü. Yumurta vermeyen bu tavuklarda da tibia ve radiusun mekanik özellikleri, kontrol grubuna nispetle önemli derecede yüksekti. Rasyona bor ilavesi tibia ve radiusun kalınlığını (dış çap), et kalınlığını ve kesit alanlarını etkilememiş ise de yumurta vermeyen tavuklarda tibianın et kalınlığı ve kesit alanı önemli derecede yüksek bulunmuştur. Kemik yoğunluğunun bir ölçüsü olarak kemik kül % si rasyon bor seviyelerinden etkilenmemiştir. Tavukların canlı ağırlıkları, yem tüketimleri ve bütün haftalardaki yumurta verimleri ve yumurta ağırlığı rasyonda 400 mg/kg bor seviyesi ile diğer gruplardan daha düşük olmuştur. Önceki çalışmalarda olduğu gibi

farklı yaşlarda doku bor konsantrasyonu farklı bulunmazken, rasyonda artan bor seviyesi ile göğüs, karaciğer, but ve kemik bor muhtevası önemli derecede artmış, fakat bu dokulardaki Ca ve P konsantrasyonları etkilenmemiştir. Bazal rasyona bor ilavesiyle kemikteki Ca veP konsantrasyonu azalmış olup bu etkinin, beklenen bir etki olmadığı bildirilmiştir. Kabuk kalitesinin bir ölçüsü olarak yumurta özgül ağırlığı rasyon bor seviyesinden etkilenmezken, 32 ve 52. haftalarda ölçülen yumurta bor muhtevası, rasyon bor seviyesindeki artışa paralel olarak artmıştır.

Kurtoğlu ve ark (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, tavuklar, 0, 50, 100, 150, 200, ve 250 mg/kg seviyelerinde bor içeren rasyonlarla 120 gün boyunca beslenmişlerdir. Araştırmada tavukların performansı (canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma kabiliyeti), yumurta verimi, ağırlığı, özgül ağırlık; kırık, çatlak ve kabuksuz yumurta oranı ve kan parametreleri (serum kalsiyum, fosfor ve magnezyum seviyeleri) incelenmiştir. Bu çalışmada rasyon bor seviyesi tavukların performansını, yumurta verimini, ağırlığını, özgül ağırlığını önemli olarak etkilememiş ise de, serum kalsiyum seviyesini önemli derecede arttırmış ve kabuksuz veya kırık, çatlak kabuklu yumurta oranını, 60-90 günlük dönemde (bilhassa 250 mg/kg bor içeren rasyonla) önemli ölçüde ($P<0,05$) düşürmüştür.

Broylerlerle yapılan bazı çalışmalarda rasyon bor ve vitamin D_3 arasında canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı bakımından önemli bir interaksiyon olduğu gösterilmiştir. Hunt ve Nielsen (1981), sadece 0,28 mg/kg bor içeren ve vitamin D_3 bakımından yeterli (2500 IU/kg) ve yetersiz (125 IU/kg) olan sentetik rasyona 3 mg/kg seviyesinde bor ilave etmişlerdir. Araştırıcılar broylerlerin 32. gündeki canlı ağırlıkları bakımından bor ve vitamin D_3 arasında ilişki bulunduğunu ve vitamin D_3 seviyesi yeterli rasyona bor ilavesiyle canlı ağırlık bazal rasyona nispetle % 11 daha yüksek bulunurken, vitamin D_3 bakımından yetersiz rasyona bor ilavesiyle canlı ağırlığın % 38 daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Broylerle faktöriyel deneme planı ile yapılan diğer bir çalışmada (Elliot ve Edwards, 1990) sentetik bazal rasyona farklı seviyelerde kalsiyum, vitamin D_3 ve bor ilavesinin etkisi incelenmiştir. Araştırıcılar bor x vitamini D_3 interaksiyonunun broylerin canlı ağırlık artışını önemli derecede etkilediğini ve rasyona 3 mg/kg bor ilavesiyle kemik külünün arttığını ($P=0,06$) bildirmişlerdir. Bununla beraber aynı araştırıcılar tarafından yapılan diğer çalışmalardan benzer sonuçlar alınamamıştır. Mesela Elliot ve Edwards

(1989), doğal yem materyallerinden oluşan (sentetik olmayan) pratik broyler rasyonlarına 20, 40 veya 80 mg/kg bor ilavesinin incelenen parametreleri önemli olarak etkilemediğini bildirmişlerdir. Bu durum muhtemelen bu rasyonların bor seviyelerinin civcivlerin bor ihtiyacını karşılayacak kadar yüksek olması sonucu olabilir.

İskelet gelişimi bakımından bor, kalsiyum ve vitamin D_3 arasında bir interaksiyon olup olmadığını tespit etmek için erkek broylerlerle 1-16 günlük yaşta bir dizi çalışma yapılmıştır. Bütün denemelerde kullanılan rasyonlar tibial diskondroplasiyi teşvik edici şekilde hazırlanmıştır. Birinci denemede 0, 20, 40, 80 mg/kg, 2. denemede ise 0, 5, 10, ve 20 mg/kg ilave bor içeren rasyonlar kullanılmış ve rasyon bor seviyesinin broylerlerle muhtelif parametrelere etkisi incelenmiştir. Her iki denemede de rasyon bor seviyesi canlı ağırlık artışı, yem değerlendirme kabiliyeti ve plazma mineral konsantrasyonlarını etkilememiştir. Birinci denemede, kemik külü ve tibial diskondroplasi'nin görülme oranı rasyon bor seviyesinden etkilenmemiş ise de, artan bor seviyesi ile diskondroplasi görülen hayvanlarda rahatsızlığın şiddeti artmıştır. İkinci denemede ise rasyonda artan bor seviyesi, tibial diskondroplasiyi etkilememiş ise de kemik kül muhtevası 5 ve 10 mg/kg bor seviyelerinde doğrusal olmayan şekilde artmıştır(Elliot ve Edwards 1990). Aynı araştırıcılar bu defa bor ile kalsiyum ve kolekalsiferol arasında interaksiyon olup olmadığını incelemek için 4 çalışma daha yapmışlardır. Bu çalışmalarda %0,65 ve 0,90 kalsiyum, 110 ve 1100 ICU/kg kolekalsiferol ve 0 ve 40 mg/kg yem bor içeren (4. denemede 0 ve 3 mg/kg bor kullanılmıştır) rasyonlar faktöriyel deneme planında (2x2x2) test edilmiştir. Kalsiyum ve kolekalsiferol seviyesi yüksek rasyonlarla canlı ağırlık artışı artmış ve bacak kusurlarının şiddeti azalmıştır. Yüksek seviyede kolekalsiferol içeren rasyonla plazma kalsiyum ve fosfor seviyesi artarken magnezyum seviyesi azalmıştır. Yüksek kalsiyumlu rasyonla plazma magnezyum ve fosfor seviyesi etkilenmezken sadece 4. denemede artmıştır. Sadece 3. denemede bor x kolekalsiferol interaksiyonunun kemik külüne etkisi önemli bulunmuş ve düşük kalsiyum ve kolekalsiferol içeren rasyonla (%0,65 Ca ve 110 ICU/kg kolekalsiferol) kemik külü azalmıştır. Araştırıcılar bor, kalsiyum ve kolekalsiferol arasında interaksiyon olmadığını bildirmişlerdir(Elliot ve Edwards 1992).

Mısır-soya küspesine dayalı rasyonlarla beslenen broylerlerin rasyonda ilave bora ihtiyaç duyup duymadıklarını ve rasyona orta seviyelerde bor ilavesinin piliçlerin performansına etkisini tespit için iki deneme yapılmıştır (Rossi, 1990.) Birinci denemede 9.4 mg/kg bor içeren rasyona 0, 5, 40, 80, ve 120 mg/kg seviyesinde bor (borik asit formunda) ilave edilirken, 2. denemede aynı yemlerden oluşan bazal rasyona (analizle bulunan bor seviyesi 15.6 mg/kg) 0, 60, 120, 180, 240 ve 300 mg/kg bor ilave edilmiştir. Birinci denemede 5 mg/kg bor içeren rasyonla erkek piliçlerin 21. gündeki canlı ağırlığı kontrol grubundan önemli derecede yüksek bulunmuştur. Dişilerin veya karışık cinsiyetteki piliçlerin ortalama canlı ağırlıkları, muamelelerden önemli olarak etkilenmemiştir. Maksimum canlı ağırlık 5 mg/kg bor seviyesi ile elde edilmiş ise de en düşük yem/canlı ağırlık artış oranı 120 mg/kg bor içeren rasyonla sağlanmıştır. Rasyonda 5 mg/kg bor ile tibia kırılma kuvveti, tibia ağırlığı ve külü (gram), kontrol grubundan önemli derecede yüksek bulunurken, % kül miktarı farklı bulunmamıştır. Tibia ağırlığının yüksek olması, tibia kül muhtevası ve muhtemelen kırılma kuvvetinin daha yüksek olması ile sonuçlanmıştır. İkinci denemede 120 mg/kg'ın üzerinde bilhassa 240 mg/kg'in üzerinde bor içeren rasyonlarla erkek ve dişi piliçlerin canlı ağırlıkları azalmış ve 300 mg/kg bor içeren rasyonla kontrolden önemli derecede düşük bulunmuştur. Yem tüketimide benzer durum göstermiş ve yem/CAA oranları farklı olmamıştır. Tibia kül yüzdesi 300 mg/kg bor içeren rasyonla en yüksek seviyede bulunmuştur. Regresyon analizi bor ilavesiyle doku bor muhtevası arasında yüksek bir korelasyon olduğunu göstermiştir. Rasyon bor seviyesi arttıkça karaciğer ve göğüs eti bor konsantrasyonu önemli derecede artmıştır. Göğüs eti bor seviyesi kontrol grubunda 2.5 mg/kg'dan, 300 mg/kg bor içeren rasyonla 67,2 mg/kg-KM'ye yükselmiştir. Karaciğer bor seviyesi ise aynı rasyonlarla 4.2 ve 58.2 mg/kg-KM olmuştur.

Etlik piliçlerle yapılan bir çalışmada (Kurtoğlu ve ark., 2005), vitamin D_3 bakımından yetersiz (6.25 mg/kg) veya yeterli (50 mg/kg) rasyonlara B ilavesinin (5 ve 25 mg/kg) bazı serum biyokimyasal parametrelerine, mineral muhtevasına, tibia ağırlığı ve kül muhtevası ile tibia mineral muhtevasına, periferal kan lenfosit konsantrasyonuna ve plasma hücre sayısına etkisi incelenmiştir. B içeren rasyonlarla, plasma B, Fe, Cu ve Zn konsantrasyonları ve tibia B, Zn ve Cu seviyeleri etkilenirken, tibia ağırlığı, tibia kül, Fe ve Cu muhtevası etkilenmemiştir. Bor ilave

edilen rasyonlarla dalaktaki plazma hücre sayısı önemli miktarda artarken, tibianın proksimal ve distal kısmınlarındaki büyüme tabakası genişliği azalmış ve tam kan hematokrit ve hemoglobin sayısı önemli miktarda artmıştır. Bor içeren rasyonlarla esinofil, basofil, monosit, limfosit ve trombosit sayıları gibi lokosit sayıları etkilenmemiştir.

Rasyon bor seviyesinin yumurta tavuklarında performans, yumurta kalitesi, serum, Ca, P, Mg ve alkalin fosfataz seviyesine etkisini tespit etmek için yapılan bir çalışmada (Eren ve ark., 2004) tavuklar 20-28 haftalık dönemde, borik asit formunda 0, 5, 10, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg bor içeren rasyonlarla beslenmişlerdir. Dörtyüz mg/kg seviyesinde ilave bor içeren rasyonla beslenen tavukların deneme sonu canlı ağırlıkları, ilk dört rasyonla beslenen tavuklardan ($P<0.05$), yem tüketimleri ve ortalama yumurta ağırlıkları diğer bütün gruplardan ($P<0.001$) önemli derecede düşük bulunurken, kırık+kabuksuz yumurta oranı yüksek ($P<0.001$) bulunmuştur. 200 mg/kg bor içeren rasyonla beslenen tavuklarda ortalama yumurta ağırlığı ilk üç gruptan önemli derecede ($P<0.001$) düşük bulunurken, kırık+kabuksuz yumurta oranı yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur. Rasyon bor seviyesi yumurta verimini, yemden yararlanma katsayısını önemli olarak etkilememiş ise de 50, 200 ve bilhassa 400 mg/kg bor seviyeleri ile düşmüştür. Deneme rasyonları kabuk kırılma kuvvetini ve yumurta özgül ağırlığını önemli olarak etkilememişsede 26 haftalık yaşta şekil indeksi bütün muamele gruplarında düşmüş, 22 haftalık yaştaki kabuk kalınlığı 10 ve 200 mg/kg bor ile önemli derecede ($P<0.01$) artmıştır. Serum alkalin, fosfataz aktivitesi muamelelerinden önemli olarak etkilenmezken serum Ca seviyesi bütün muamele gruplarında kontrol grubuna nispetle bir miktar artmış ve 28. haftada 50 mg/kg bor seviyesi ile (22.95 mg/dl), kontrolden (18.13 mg/dl) ve 100 mg/kg bor seviyesinden önemli derecede yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur. Serum inorganik P ve mg seviyeleri ise denemenin farklı dönemlerinde rasyon bor seviyelerinden farklı şekilde etkilenmiş ve bazı dönemlerde kontrolden yüksek bulunmuştur. Yumurta iç kalite özelliklerinden yumurta sarı rengi bütün bor seviyelerinden menfi olarak ($P<0.05$) etkilenirken 28 haftalık yaşta sadece 400 mg/kg bor seviyesinden olumsuz etkilenmiştir. Haugh birimi, 22 haftalık yaşta 100 ve 200 mg/kg bor seviyeleri ile düşerken ($P<0.01$) 24 haftalık yaşta 5, 10, 100 ve 200 mg/kg bor seviyeleri ile

düşmüştür (P<0.05). Ak ve sarı indeksi, rasyon bor seviyesinden farklı yaşlarda farklı şekilde etkilenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma S.Ü. Ziraat Fakültesi Orhan DÜZGÜNEŞ Araştırma ve Uygulama Çiftliğindeki yumurta tavuk kümesinde Süper Nick beyaz yumurtacı piliçler ile 07.06.2005 ila 20.12.2005 tarihleri arasında yapılmıştır. Araştırma 14-20 haftalık piliç dönemi ve 20-42 haftalık yumurtlama dönemi olmak üzere iki safhada yürütülmüştür. Piliçler 14-20 haftalık dönemde kalsiyum (Ca) ve bor (B) seviyesi farklı büyütme rasyonları (deneme rasyonları) ile beslenirken 20-42 haftalık dönemde bu ırk için tavsiye edilen seviyelerde besin maddesi içeren bir rasyon ile yemlenmiştir. Bütün rasyonlar bu ırkın yetiştirme kılavuzunda (Anonymous, 2005) belirtilen seviyelerde veya biraz daha fazla besin maddesi içerecek şekilde formüle edilmiştir. Araştırma süresince kılavuzda belirtilen seviyede suni aydınlatma yapılmıştır.

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan Materyali

Araştırmada kullanılmak üzere piyasadan 14 haftalık yaşta 960 adet Super Nick piliç satın alınmıştır. Bu piliçlerden aşırı zayıf veya gagası uygun şekilde kesilmemiş ola 96 tanesi ayrılmış ve araştırmada 864 adet piliç kullanılmıştır.

3.1.2. Yem Materyali

Deneme rasyonlarının hazırlanmasında kullanılan bütün hammaddeler (arpa, mısır, soya küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, balık unu, bitkisel yağ, mermer tozu, dikalsiyum fosfat-DCP, tuz, L-lisin, DL-metionin ve vitamin ve mineral ön karması (premiks) piyasadan temin edilmiştir. Hammaddelerin besin maddesi kompozisyonları; Yem Sanayii Türk A.Ş. Genel Müdürlüğü Merkez laboratuvarının 1992 yılı analiz sonuçları (Anonymous, 1992) ile Akyıldız'dan (1986) alınmıştır. Denemede 12'si piliç büyütme ve biri tavuk olmak üzere toplam 13 rasyon kullanılmış olup, bütün rasyonlar çiftlikte bulunan yem hazırlama ünitesinde hazırlanmıştır.

3.2. Metot

Aşağıda deneme gruplarının oluşturulması, deneme rasyonlarının hazırlanması, verilerin toplanması ve sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan metotlar hakkında bilgi verilmiştir.

3.2.1. Deneme gruplarının oluşturulması

Çiftlikteki tavuk kümesinde her biri 4 katlı, çift taraflı yemleme yapılan 400 kafes gözü içeren üç kafes bloku mevcut olup, deneme sağdaki kafes bloğunda yürütülmüştür. Doksansekiz günlük yaşta (14 hafta) satın alınan piliçler doğrudan yumurtlama kafeslerine alınmıştır

Denemede bir kafes gözüne 4 piliç yerleştirilmiş ve birbirine bitişik üç kafes gözü bir tekerrür olarak alınmıştır. Böylece 12 muamelenin 6 tekerrürlü olarak yürütüldüğü çalışmada her bir tekerrürde 12 adet piliç kullanılırken denemde toplam 864 adet piliç (12 muamelex6 tekerrür= 72 alt grupx 3 kafes gözü= 216 gözx4 piliç) kullanılmıştır. Piliçler kafes gözlerine şansa bağlı olarak yerleştirildiği gibi deneme rasyonlarının (muamelelerin) alt gruplara tahsisi de şansa bağlı olarak yapılmıştır.

3.2.2. Deneme rasyonlarının hazırlanması

Denemede kullanılan (Ca) seviyesi % 0.8, 1.6 ve 3.2 olan üç ana (basal) rasyon veya piliç büyütme yemi hazırlanmış ve bu rasyonlara % 0, 75, 150 ve 300 mg/kg rasyon seviyesinde bor (B) içerecek şekilde borik asit (H_3BO_3) ilave edilmiştir. Böylece 3 farklı seviyede Ca ve 4 farklı seviyede B içeren toplam 12 rasyon (3x4=12 rasyon) hazırlanmıştır. Bu deneme rasyonları, 14-20 haftalık dönemde verilmiş olup, 20-42 haftalık dönemde yetiştirme kılavuzunda belirtilen seviyelerde besin maddesi içeren tavuk yemi kullanılmıştır. Deneme rasyonlarının hammadde ve besin maddesi kompozisyonları Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme rasyonlarının hammadde ve hesaplanmış besin maddesi kompozisyonları (rasyonda % olarak)[1]

Hammaddeler	Büyütme rasyonu Ca seviyesi, %			Tavuk
	0.80	1.6	3.2	rasyonu
Arpa	28.08	22.00	14.35	—
Mısır	48.70	52.00	52.70	48.40
Soya küspesi (% 47.4 HP)	8.12	9.30	11.90	28.90
ATK	10.00	9.00	7.50	3.00
Balık unu (% 65 HP)	2.00	2.00	2.00	3.50
Bitkisel yağ	-	0.50	2.10	4.50
Mermer tozu	0.50	2.60	6.90	8.90
DCP	1.70	1.70	1.70	1.80
Tuz	0.40	0.40	0.40	0.40
Premiks[2]	0.25	0.25	0.25	0.25
L-lisin	0.15	0.15	0.10	-
DL-metionin	0.10	0.10	0.10	0.35
TOPLAM	100.0	100.0	100.0	100.0
Hesaplanmış besin maddesi				
ME, kcal/kg	2816	2813	2812	2803
Ham protein, %	15.13	15.17	15.19	21.20
Lisin, %	0.76	0.76	0.76	0.96
Metionin, %	0.39	0.39	0.38	0.53
Metionin+Sistin, %	0.66	0.65	0.63	0.82
Kalsiyum, %	0.823	1.604	3.21	4.08
Kullanılabilir fosfor, %	0.50	0.49	0.48	0.55

1- Farklı seviyelerde Ca içeren büyütme rasyonlarına 0.75, 150 ve 300 mg/kg rasyon seviyesinde B içerecek şekilde borik asit (H_3BO_3) formunda B ilave edilmiştir. Tavuk rasyonuna bor ilavesi yapılmamıştır.

2- Bütün rasyonlarda aynı premiks kullanılmış olup, premiks rasyonun 1 kg'ında: vitamin A, 12000 IU; vitamin D_3, 3300 IU; vitamin E, 20 mg; vitamin K_3, 4 mg; vitamim B_1, 3 mg; vitamin B2,7 mg; vitamin B6, 5 mg; vitamin B12, 0.015 mg; folik asit, 1 mg; D-biotin, 0.05 mg; nikotin amid, 25 mg; Ca-D-Pantotenat, 10 mg; kolin klorit, 125 mg; manganez, 100 mg; demir, 60 mg; çinko, 60 mg; bakır 5 mg; iyot, 2 mg; kobalt, 0.5 mg; selenyum, 0.15 mg; fitaz, 300 ünite temin etmektedir.

3.2.3. Denemenin Yürütülmesi ve Verilerin Toplanması

Deneme 14-20 haftalık piliç dönemi ve 20-42 haftalık yumurtlama dönemi olmak üzere iki safhada yürütülmüştür ve toplam 28 hafta sürmüştür.

Deneme süresince hayvanların canlı ağırlıkları 14., 20. ve 42. haftalarda, her bir tekerrürdeki bütün piliçler grup şeklinde tartılarak tespit edilmiştir. Hayvanların yem tüketimleri 14-20,20-24, 24-28, 28-32, 32-36, 36-40 ve 40-42 haftalık peryotlar şeklinde tespit edilmiştir. Yemliklerdeki yem bittikçe tartılarak yem verilmiş ve her dönemin sonunda yemliklerde kalan yemlerde tartılmış ve kaydedilmiştir. Bu kayıtlardan ortalama yem tüketimi (g gün/tavuk) hesaplanmıştır. Denemenin başından itibaren ölen hayvanlar günlük olarak kaydedilmiş ve yaşama gücü (ölüm oranı) bu kayıtlardan hesaplanmıştır. Yem tüketimleri ve yumurta verimleri hesaplanırken ölen hayvanlar için gerekli düzeltme yapılmıştır.

Tavukların günlük yumurta verimleri (YV) her gün saat 16:30'dan sonra toplanarak tespit edilmiş olup, yukarda belirtilen dönemler için ve deneme süresince ortalama adet ve % yumurta verimleri bu kayıtlardan hesaplanmıştır. Tavukların % YV'leri $=\left[\left(\text{Her bir tekerrürde bir periyotta toplanan yumurta sayısı, adet}\right) / \left(\text{tekerrürdeki hayvan sayısı}\right) / \text{Periyot uzunluğu, 28 gün}\right]*100$ formülü ile hesaplanmıştır. Yumurta ağırlığı 20., 24., 28., 32., 36., 40. ve 42. haftalarda haftanın son 3 gününde toplanan bütün yumurtalar 0.01 gram hassas terazide tartılarak tespit edilmiştir. Yumurta kitlesi (YK) bir tavuğun bir periyotta günlük olarak ürettiği yumurta miktarının gram olarak ifadesi olup, her bir tekerrürde bir periyot için tavuk başına adet olarak YV'si, aynı periyotta tespit edilen yumurta ağırlığı ile çarpılarak aşağıdaki formülde gösterildiği şekilde bulunmuştur.

Yumurta kitlesi $=\left[\left(\text{Bir periyotta üretilen toplam yumurta sayısı, adet / periyot uzunluğu,28 gün}\right) / \text{Her bir tekerrürdeki hayvan sayısı, adet}\right]*$ Aynı periyottaki ortalama YA,g.

Tavukların yem değerlendirme katsayıları (YDK) ise bir periyotta tavuk başına günlük ortalama yem tüketimi, aynı periyotta üretilen yumurta kitlesine bölünerek bulunmuştur.

Kabuk özelliklerinin tespitinde her bir tekerrürden 28 günlük periyodun son üç gününde toplanan yumurtalardan rastgele seçilen 5 yumurta kullanılmıştır. Bu yumurtalarda önce kabuk mukavemeti kırılma test cihazı, diğer adıyla çekme tezgahı (Hisar Terazi, İkitelli, İstanbul) kullanılarak tespit edilmiş ve daha sonra bu yumurtalar ortadan kırılarak muhtevası çeşme suyu ile yıkandıktan sonra üç gün müddetle oda sıcaklığında kurutularak 0.01 grama hassas terazide tek tek tartılarak kabuk ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra ikiye ayrılan kabuğun bir parçasının ekvator bölgesinden iki küçük parça ve küt ucundan bir parça alınmıştır. Bu parçaların kalınlığı mikro metre (Mitutoya, 0.01mm, Japan) ile ölçülerek kabuk kalınlığı tespit edilmiştir. Yumurta özgül ağırlığını tespit etmek için 36. ve 42. haftaların son üç gününde toplanan yumurtalardan her tekerrürden rastgele 10'ar adet yumurta seçilmiştir. Daha sonra bu yumurtaların havadaki ve sudaki ağırlıkları hassas terazi üzerine yerleştirilen uygun bir düzenekle tespit edildikten sonra Archimedes'in prensibine göre, aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Wells, 1968).

Özgül ağırlık (g/cm^3) = (havadaki ağırlık)/(yumurtanın havadaki ve sudaki ağırlıkları arasındaki fark)

Tibia kemikleri mineral muhtevasını ve onun biyomekanik özelliklerini tespit etmek için 20. ve 42. haftalarda her bir alt gruptan rastgele 4 tavuk seçilmiş, kesilip temizlendikten sonra sağ ve sol tibiaları alınıp poşetlenerek analiz yapılıncaya kadar -20 ^{0}C'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Kemik külü ve kemik mineral konsantrasyonunu tespit etmek için sağ tibialar kullanılmıştır. Derin dondurucudan çıkarılan tibialar oda sıcaklığında yumuşayıncaya kadar bekletilmiş ve sıcak suda 10 dakika bekletildikten sonra yumuşak dokuları uzaklaştırılmış ve oda sıcaklığında üç gün bekletilerek kurutulmuşlardır. Kurutulan kemikler öğütüldükten sonra bir miktar numune porselen krovözelere konulmuş ve kül fırınında 600 ^{0}C'de 24 saat yakılarak kül muhtevaları tespit edilmiş ve % kül değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra 0.2-0.3g arasında tekrar numune alınmış teflon kaplara konulmuş ve üzerlerine 10 ml, % 65'lik nitrik asit ilave edildikten sonra mikro dalga cihazında (Cem-Mars5) 175 PSI ve 180 ^{0}C'de 30 dakika müddetle yakılmış ve külsüz filtre kağıdından süzülüp 25 ml'ye tamamlandıktan sonra ICP-AES cihazında (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer, Varian-Vista Model) element konsantrasyonları okunmuştur.

Kemiklerin biyomekanik özellikleri (kesme kuvveti, kesme gerilmesi, kesme enerjisi, kemik çapı, kemik et kalınlığı, kemik kesit alanı) sol tibia kemiklerinde yaş olarak-kurutmadan tespit edilmiştir. Derin dondurucudan çıkarılan sol tibialar yumuşadıktan sonra 10 dakika sıcak suda bekletilip yumuşak dokuları uzaklaştırıldıktan sonra tekrar vakit kaybetmeden poşetlenmiştir. Bu işlemlerin kemiklerin özelliklerini etkilemediği bildirilmiştir (Wilson ve Mason, 1992). Kemik çapı; kemik gövdesinin orta kısmında, kemik döndürülerek dar ve geniş kısımlardaki kalınlığın dijital kumpas ile ölçülüp ortalaması alınarak bulunmuştur. Kemik et kalınlığı ise, kemikler özel olarak hazırlanmış kalıpta kırıldıktan sonra kırılan veya kesilen kısımların içleri temizlendikten sonra tespit edilmiştir. Tibiaların kesme kuvveti ve kesme enerjilerini tespit etmek için ANSI/ASAE'nin S459 DEC 01 nolu standardına göre bir kalıp yaptırılmış ve adı geçen parametreler bu kalıp yardımı ile çekme deney cihazında tespit edilmiştir. Kesme kuvvet-deformasyon diyagramları dataları ile birlikte elde edildikten sonra bu datalar kullanılarak kemiklerin kesme veya kırılma enerjileri bulunmuştur. Çekme-deney cihazında yükleme hızı dakikada 5mm olarak ayarlanmıştır (Wilson ve Ruszler, 1996). Kesme kuvveti kemiğin ortasında 15 mm'lik bir kısımda gerçekleştirilmiştir.

Serum element konsantrasyonu, 20. ve 42. haftalarda her bir alt gruptan rastgele seçilen 4'er tavuktan kesim esnasında sağ boyun damarı kesilerek alınan kan numunelerinde tespit edilmiştir. Cam tüplere toplanan kanlar oda sıcaklığında 1 saat kadar bekletildikten sonra satrifüje edilerek (3000 devirde 10 dakika) serumları ayrılmış ve -20 ^{0}C'de analiz yapılıncaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra serum element kompozisyonu ICP'de okunarak tespit edilmiştir.

3.2.4. İstatistik metot

Deneme 3 farklı Ca ve 4 farklı B seviyesi olmak üzere (3 x 4=12 muamele) tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme planında ve 6 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bu yüzden elde edilen bütün veriler bu deneme planına göre analiz edilmiştir. Muamelelerin incelenen parametrelere etkilerinin önemli olup olmadığını tespit etmek için toplanan bütün verilere istatistik paket programı (Minitab, 2000) kullanılarak variyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve F değerlerinin farklı bulunduğu durumlarda farklı muamele gruplarının tespiti Duncan'ın çoklu karşılaştırmalar Testi (Mstat, 1980) ile yapılmıştır (Düzgüneş, 1975).

Variyans analizi yapılmadan önce bütün % değerler aşağıdaki eşitliğe göre transforme edilmiştir (Winer, 1971).

Transformasyon değeri= 2x arcsin $\sqrt{\%/100}$

Ancak çizelgelerde kolay anlaşılması için orijinal değerler verilmiştir.

Denemenin matematik modeli aşağıdaki gibidir.

$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$

μ= Genel ortalama

α_i= i. Kalsiyum seviyesinin etkisi

β_j= j. bor seviyesinin etkisi

$(\alpha\beta)_{ij}$= interaksiyonun etkisi

e_{ijk}= Hata

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Aşağıda yumurtacı piliçleri büyüme döneminin son safhasında (yumurtlama öncesi 16-20 haftalık dönemde) farklı seviyelerde Ca ve B içeren rasyonlarla beslemenin hem piliç dönemi ve hemde yumurtlama dönemi (20-42 hafta) performans kriterleri, kabuk özellikleri, bazı serum element konsantrasyonları ve kemik mineralizyonuna etkilerine ait sonuçlar verilmiş ve bu sonuçlar literatür bildirişleri dikkate alınarak tartışılmaya çalışılmıştır.

4.1. Performans ve Bazı Verim Özelliklerine Ait Sonuçlar

4.1.1. Piliç ve yumurtlama dönemi canlı ağırlık (CA) ve canlı ağırlık artışı (CAA)

Deneme gruplarındaki piliçlerin 14. (başlangıç), 20. ve 42. haftalardaki (deneme sonu) CA ortalamaları ile büyüme ve yumurtlama dönemi CAA ortalamaları ve standart hataları Çizelge 4.1.'de, muamelelerin bu parametrelere etkilerine ait varyans analiz sonuçları ise Ek Çizelge 1'de verilmiştir.

Büyütme rasyonu farklı Ca ve B konsantrasyonlarının oluşturduğu hiçbir muamele kombinasyonu (CaxB interaksiyonu piliçlerin tartım yapılan haftalardaki CA ve CAA larını önemli olarak etkilememiş ise de, genellikle bütün Ca seviyelerinde rasyondaki en yüksek B seviyesi ile bu parametrelerde bir azalma eğilimi görülmüştür (Çizelge 4.1.). Anafaktör olarak büyütme rasyonu Ca seviyesi 20. ve 42. haftalardaki CA ile 14-20 haftalık büyüme dönemindeki CAA'yı B seviyeleri ise, 20. hafta CA ile 14-20 ve 20-42 haftalık CAA'yı önemli olarak etkilemiştir (Ek Çizelge 1).

Yüksek Ca'lı (%3.2) rasyonla piliçlerin 20. haftadaki CA'ları (1247g); %0.8 ve 1.6 Ca içeren rasyonla beslenen piliçlerden (sırasıyla, 1311 ve 1359g) önemli derecede ($P<0.01$) düşük bulunurken, 42. haftada %0.8 ve 3.2 Ca'lı büyütme rasyonları ile beslenen tavukların CA ları (sırasıyla, 1628 ve 1608g), %1.6 Ca'lı büyütme rasyonu ile beslenen tavuklardan önemli derecede ($P<0.05$) düşük bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Ayrıca %1.6 Ca içeren rasyonla yemlenen piliçlerin 14-20 haftalık dönemdeki CAA'sı (332g), daha yüksek Ca içeren rasyon verilen piliçlerden (244g) önemli derecede yüksek ($P<0.05$) bulunurken, %0.8 (303g) ve %3.2 Ca ile yemlenen grupların CAA'ları arasında önemli farklılık bulunmamıştır. Genel olarak yüksek Ca'lı büyütme rasyonu piliçlerin CA ve CAA larını olumsuz

yönde etkilemiş olup, Tombul (2004) tarafından yapılan çalışmada da rasyonda artan Ca seviyesi ile bu parametrelerin azalma temayülünde olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme Rasyonlarının Canlı Ağırlık (CA) ve Canlı Ağırlık Artışına (CAA) Etkisi, g/piliç/tavuk

Muameleler	14. Hafta CA	20. Hafta CA	42. Hafta CA	14-20 Hafta CAA	20-42 Hafta CAA
Ca Seviyesi,%					
0.8	1008±17,8	1311±19,4^{a}	1628±23,8^{b}	303±21,6^{ab}	318±26,6
1.6	1027±17,8	1359±19,4^{a}	1702±23,8^{a}	332±21,6^{a}	343±26,6
3.2	1003±17,8	1247±19,4^{b}	1608±23,8^{b}	244±21,6^{b}	361±26,6
B.Seviyesi,mg/kg					
0	1019±20,6	1341±22,4^{a}	1611±27,5	321±25,0^{a}	271^{b}±30,7
75	1014±20,6	1351±22,4^{a}	1680±27,5	336±25,0^{a}	329^{ab}±30,7
150	1032±20,6	1258±22,4^{b}	1673±27,5	226±25,0^{b}	415^{a}±30,7
300	985±20,6	1273±22,4^{b}	1621±27,5	287±25,0^{ab}	348^{ab}±30,7
CaxB İnteraksiyonu					
0.8 0	985±35,7	1286±38,8	1604±47,7	302±43,2	317±53,2
0.8 75	1047±35,7	1367±38,8	1625±47,7	300±43,2	258±53,2
0.8 150	1061±35,7	1320±38,8	1750±47,7	259±43,2	430±53,2
0.8 300	939±35,7	1269±38,8	1534±47,7	330±43,2	265±53,2
1.6 0	1038±35,7	1471±38,8	1630±47,7	433±43,2	158±53,2
1.6 75	975±35,7	1366±38,8	1748±47,7	391±43,2	382±53,2
1.6 150	1056±35,7	1288±38,8	1706±47,7	233±43,2	417±53,2
1.6 300	1041±35,7	1310±38,8	1726±47,7	269±43,2	416±53,2
3.2 0	1035±35,7	1264±38,8	1600±47,7	229±43,2	336±53,2
3.2 75	1021±35,7	1318±38,8	1666±47,7	298±43,2	348±53,2
3.2 150	979±35,7	1167±38,8	1563±47,7	188±43,2	397±53,2
3.2 300	976±35,7	1239±38,8	1603±47,7	263±43,2	364±53,2

a,b: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,05).

Büyüme döneminde 0 ve 75 mg/kg bor içeren rasyonla yemlenen piliçlerin 20. haftadaki CA'ları (sırasıyla, 1341 ve 1351g), daha yüksek seviyede bor verilen gruplardan (150 ve 300 mg/kg B seviyeleri için sırasıyla, 1258 ve 1273g) önemli derecede yüksek (P<0.05) bulunurken, 14-20 haftalık dönemde ortalama CAA, 150 mg/kg bor verilen grupta (226 g), daha düşük seviyede bor verilen gruplardan (0 ve 75 mg/kg B seviyeleri için sırasıyla, 321 ve 336 g) önemli derecede (P<0.05) düşük bulunurken 300 mg/kg bor verilen gruptan (287 g) önemli olmamakla beraber düşük bulunmuştur. Büyütme rasyonu B seviyesi tavukların deneme sonu (42.hafta)

canlı ağırlıklarını etkilemezken,yumurtlama dönemi (20-42.hafta) CAA larını önemli olarak etkilemiş ve 150mg/kg bor içeren rasyonla yemlenen grubun CAA (415 g), ilave B içermeyen rasyonla beslenen gruptan (271 g) önemli derecede yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.1). Orta veya nispeten yüksek seviyelerde B içeren rasyonlarla büyüme hızının azaldığı diğer araştırıcılar (Wilson ve Ruszler, 1997; Rossi, 1990) tarafındanda bildirilmiştir. Rossi (1990) dişi broylerlerde 120 mg/kg B içeren rasyonlarla CA'nın azaldığını bildirirken, Wilson ve Ruszler (1997), 0-16 haftalık dönemde en yüksek CA nın 50 mg/kg B seviyesi ile elde edilirken 100 mg/kg B seviyesi ile düşmeye başladığını ve 400 mg/kg B seviyesi ile önemli derecede ($P<0.05$) azaldığını bildirmişlerdir.

Deneme gruplarının, denemenin başında CA değerleri arasında önemli farklılıkların olmayışı piliçlerin muamele gruplarına gerektiği şekilde dağıtıldığının bir göstergesi olabilir. Bununla beraber piliçlerin 14. haftadaki CA değerleri bu hat için yetiştirme klavuzunda belirtilen değerlerden biraz daha düşüktür.

4.1.2. Yem tüketimi (YT)

Büyütme rasyonu Ca ve B seviyeleri ile onların kombinasyonlarının oluşturduğu rasyonların piliçlerin büyüme dönemi ve müteakip yumurtlama dönemi günlük YT ortalamalarına ait değerler Çizelge 4.2.'de verilmiş olup, hiçbir muamelenin gerek büyüme ve gerekse tavukların farklı yaş dönemlerinde YT ortalamalarını önemli olarak etkilemediği (Ek Çizelge 2) bulunmuştur.

Ondört-20 haftalık büyüme ve 20-42 haftalık yumurtlama döneminde, % 0.8,1.6 ve 3.2 Ca içeren rasyonlarla beslenen piliçlerin günlük ortalama YT'leri birbirlerine oldukça yakın ve sırasıyla, 63.7, 63.2, 65.0g ve 102.7, 103.7 ve 102.1 g/gün olurken, 0, 75, 150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenen piliçlerin YT'leri ise aynı dönemler için sırasıyla, 65.8, 64.9, 63.0, 62.2 ve 101.2, 105.2, 101.9 ve 103.7 g/gün olmuştur. CaxB interaksiyonlarının YT ortalamalarına etkisi de esas etkilerle benzer şekilde olmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Deneme Rasyonlarının Farklı Yaş Dönemlerinde Yumurta Tavuklarının, Ortalama Yem Tüketimine (YT) Etkisi (g/gün/tavuk)

Muameleler	**14-20 Hafta**	**20-24 Hafta**	**24-28 Hafta**	**28-32 Hafta**	**32-36 Hafta**	**36-40 Hafta**	**40-42 Hafta**	**20-42 Hafta**
Ca Seviyesi ,%								
0.8	63,7±1,63	84,3±1,88	103,2±2,25	96,2±1,78	104,3±1,77	113,7±1,74	114,6±2,51	102,7±1,62
1.6	63,2±1,63	85,0±1,88	104,2±2,25	99,0±1,78	105,9±1,77	115,6±1,74	112,6±2,51	103,7±1,62
3.2	65,0±1,63	84,6±1,88	103,0±2,25	96,7±1,78	103,2±1,77	112,0±1,74	113,3±2,51	102,1±1,62
B.Seviyesi,mg/kg								
0	65,8±1,89	82,6±2,17	102,0±2,60	95,2±2,05	103,7±2,04	111,6±2,00	112,1±2,90	101,2±1,87
75	64,9±1,89	85,2±2,17	106,0±2,60	100,5±2,05	106,4±2,04	116,3±2,00	116,8±2,90	105,2±1,87
150	63,0±1,89	86,5±2,17	103,1±2,60	96,2±2,05	103,1±2,004	111,5±2,00	110,9±2,90	101,9±1,87
300	62,2±1,89	84,1±2,17	102,8±2,60	97,2±2,05	104,7±2,04	115,7±2,00	114,2±2,90	103,1±1,87
CaxB İnteraksiyonu								
0.8 0	59,1±3,27	84,8±3,76	101,7±4,50	95,2±3,55	106,0±3,53	112,8±3,47	115,2±5,02	102,6±3,23
0.8 75	64,5±3,27	84,2±3,76	106,6±4,50	100,1±3,55	104,4±3,53	116,9±3,47	117,2±5,02	104,9±3,23
0.8 150	67,3±3,27	88,9±3,76	104,8±4,50	97,6±3,55	105,9±3,53	11,9±3,47	115,4±5,02	104,1±3,23
0.8 300	63,9±3,27	79,1±3,76	99,7±4,50	91,9±3,55	101,1±3,53	113,3±3,47	110,8±5,02	99,3±3,23
1.6 0	68,1±3,27	82,2±3,76	102,0±4,50	95,9±3,55	103,9±3,53	108,7±3,47	105,2±5,02	99,6±3,23
1.6 75	61,5±3,27	85,2±3,76	105,0±4,50	102,7±3,55	108,9±3,53	117,8±3,47	117,6±5,02	106,2±3,23
1.6 150	62,0±3,27	86,2±3,76	105,0±4,50	97,7±3,55	105,1±3,53	114,4±3,47	110,4±5,02	103,1±3,23
1.6 300	61,2±3,27	86,3±3,76	104,8±4,50	99,6±3,55	105,5±3,53	121,4±3,47	117,4±5,02	105,8±3,23
3.2 0	70,2±3,27	80,7±3,76	102,3±4,50	94,6±3,55	101,3±3,53	113,3±3,47	116,0±5,02	101,4±3,23
3.2 75	68,6±3,27	86,3±3,76	106,5±4,50	98,6±3,55	105,8±3,53	114,1±3,47	115,7±5,02	104,5±3,23
3.2 150	59,8±3,27	84,5±3,76	99,6±4,50	93,4±3,55	98,2±3,53	108,1±3,47	107,0±5,02	98,5±3,23
3.2 300	61,5±3,27	86,8±3,76	103,7±4,50	100,2±3,55	107,5±3,53	112,3±3,47	114,4±5,02	104,2±3,23

4.1.3. Yumurta Verimi (YV)

Büyütme rasyonu Ca, B seviyeleri ile onların kombinasyonlarının büyüme dönemi (14-20 hafta) ile yumurtlama siklusunun farklı dönemlerindeki ve 20-42 haftalık yumurtlama dönemi ortalama YV'lerine etkileri Çizelge 4.3'te gösterilmiş olup, hiçbir muamele belirtilen dönemlerdeki ve deneme süresince ortalama YV'yi önemli olarak etkilememiştir (Ek Çizelge 3).

Yumurtlama öncesi rasyon Ca seviyesindeki artışa bağlı olarak genellikle % YV'de (denemenin son iki haftası hariç) istatistiki bakımdan önemli olmasa da, rakamsal olarak artış olmuştur. Yüzde 0.8, 1.6 ve 3.2 Ca içeren rasyonlarla 20-42 haftalık ortalama YV sırasıyla, % 80.9, 81.5 ve 83.1 olmuştur (Çizelge 4.3). 14-20 haftalık dönemde düşük Ca'lı (% 0.8) rasyonla YV % 3.2 iken, % 1.6 ve 3.2 Ca içeren rasyonlarla sırasıyla, % 5.8 ve 5.5 olmuştur. Bu rakamlar büyüme döneminde düşük Ca'lı rasyonların, muhtemelen cinsi olgunluğu geciktirme (% 5 YV yaşı, cinsi olgunluk yaşı kabul edilirse) potansiyeline sahip olduğunun bir göstergesi olabilir.

Büyütme rasyonu B seviyesi denemenin hiçbir dönemindeki ve deneme süresince ortalama YV %'lerini önemli olarak etkilememiş ise de,en yüksek yüzde yumurta verimleri büyüme dönemi ile denemenin 28-42 haftalık döneminde ve ortalama YV yüzdesinde en yüksek değerler, yumurtlama öncesi 75 mg/kg B içeren rasyonla beslenen tavuklarda elde edilmiştir.

Kalsiyum seviyesi düşük (% 0.8) rasyona B ilavesiyle, bilhassa 75 ve 150 mg/kg B seviyeleri ile yumurtlama siklusunun bir çok döneminde YV önemli olmamakla beraber artarken, 300 mg/kg B seviyesi ise 14-20 haftalık dönemde (% 0.5) ve 20-24 haftalık dönemde (% 22) diğer 3 B seviyelerine nispetle düşmüştür ($P>0.05$, Ek çizelge 3). Bu sonuç yumurtlama öncesi düşük Ca'lı rasyonlara orta seviyenin üzerinde B ilavesiyle (300 mg/kg) cinsi olgunluk yaşının gecikebileceğinin bir işareti olabilir. Esasen düşük Ca'lı rasyonlara B ilavesi bu dönemdeki (14-20 hafta) YV %'sini arttırmamış ve artan B seviyesi ile YV %'si azalmıştır (Çizelge 4.3), fakat gruplar arasında farklılıklar istatistiki olarak önemli değildir (Ek Çizelge 3). Benzer husus yüksek Ca'lı (% 3.2) rasyonlarla beslenen piliçlerde de görülmekte olup, 0, 150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonlarla piliçlerin YV %'leri % 5'in altında kalırken, 75 mg/kg B içeren rasyonla % 10 civarında olmuştur. Yüksek Ca'lı

rasyonların cinsi olgunluğu geciktirdiği diğer araştırıcılar (Miller ve Sunde, 1975: Keshavarz 1987) tarafından da bildirilmiştir.

Yumurtlama öncesi % 1.0, 2.0 ve 3.0 Ca içeren rasyonlarla yemlenen yumurtacı piliçlerde, YV'nin rasyon Ca seviyesinden önemli olarak etkilenmemekle beraber, düşük Ca'lı rasyonla, % 2.0 ve 3.0 Ca içeren rasyonla beslenen piliçlere nazaran rakamsal olarak daha düşük olduğu bildirilmiştir (Brooks, 1986). Mevcut çalışmadan da benzer sonuçlar alınmakla beraber diğer bir çalışmada (Tombul, 2004) en düşük YV % 3.0 Ca içeren rasyonla elde edilmiştir ($P>0.05$). Bu farklılığın muhtemel bir sebebi araştırmalarda kullanılan hatların farklı olması olabilir. Yumurtlama öncesi B içeren rasyonların yumurtacı piliçlerin performansına etkisi sadece bir çalışmada (Wilson ve Ruszler 1997) incelenmiş olup, piliçlerin B içeren rasyonlarla (50,100,200,400 mg/kg) beslenme süresi (0-16 hafta) mevcut çalışmadan daha uzun olduğu için, rasyon B seviyesinin müteakip yumurtlama dönemi performansına etkisi incelenmemiştir. Aynı araştırıcılar tarafından yürütülen 2. bir çalışmada yumurtacı piliçler 18-72 haftalık dönemde 50,100,200,400 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenmişler ve en yüksek B seviyesi ile YV, diğer bütün gruplardan, bütün peryotlarda düşük bulunmuştur. Mevcut çalışmada, büyütme rasyonunda yüksek B seviyesinin büyüme dönemindeki ve erken yumurtlama dönemindeki (20-24 hafta) YV'yi olumsuz olarak etkileyebileceğini gösteren sonuçlar vermiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Deneme Rasyonlarının Yumurta Verimine Etkisi, %

Muameleler	14-20 Hafta	20-24 Hafta	24-28 Hafta	28-32 Hafta	32-36 Hafta	36-40 Hafta	40-42 Hafta	20-42Hafta
Ca seviyesi,%								
0.8	3,2±1,03	44,3±5,42	82,1±3,41	87,6±2,51	88,7±2,35	90,9±2,23	91,6±2,30	80,9±2,36
1.6	5,8±1,12	47,7±5,42	83,9±3,41	89,7±2,51	91,9±2,35	88,3±2,23	87,3±2,30	81,5±2,36
3.2	5,5±1,12	46,5±5,42	85,1±3,41	93,4±2,51	92,7±2,35	93,1±2,23	88,1±2,30	83,1±2,36
B.Seviyesi, mg/kg								
0	4,6±1,26	47,3±6,26	78,6±3,94	87,0±2,90	90,9±2,71	90,0±2,58	88,8±2,66	80,6±2,72
75	7,0±1,31	48,7±6,26	86,3±3,94	93,0±2,90	93,3±2,71	93,3±2,58	90,2±2,66	84,1±2,72
150	4,2±1,18	50,3±6,26	82,0±3,94	89,5±2,90	89,7±2,71	89,0±2,58	88,5±2,66	81,5±2,72
300	3,6±1,26	38,4±6,26	87,9±3,94	91,4±2,90	90,5±2,71	91,8±2,58	88,4±2,66	81,4±2,72
CaxB İnteraksiyonu								
0.8 0	5,2±1,82	51,2±10,84	73,6±6,82	80,4±5,03	86,3±4,70	85,5±4,66	92,9±4,60	78,3±4,71
0.8 75	4,3±2,10	48,0±10,84	87,9±6,82	90,7±5,03	88,7±4,70	90,3±4,46	89,7±4,60	82,5±4,71
0.8 150	0.8 150	56,0±10,84	83,3±6,82	91,7±5,03	91,3±4,70	93,9±4,46	96,0±4,60	85,4±4,71
0.8 300	0,5±2,58	22,0±10,84	83,5±6,82	87,7±5,03	88,5±4,70	93,9±4,46	87,7±4,60	77,2±4,71
1.6 0	5,0±2,58	49,2±10,84	79,1±6,82	84,5±5,03	90,9±4,70	87,7±4,46	85,7±4,60	79,5±4,71
1.6 75	6,4±2,58	42,7±10,84	87,5±6,82	94,1±5,03	94,1±4,70	92,7±4,46	92,9±4,60	84,0±4,71
1.6 150	5,7±1,82	48,0±10,84	76,0±6,82	85,3±5,03	89,7±4,70	86,1±4,46	86,5±4,60	78,6±4,71
1.6 300	6,2±1,82	51,0±10,84	92,8±6,82	94,7±5,03	93,1±4,70	86,7±4,46	84,1±4,60	83,7±4,71
3.2 0	3,5±2,10	41,4±10,84	82,9±6,82	96,2±5,03	95,5±4,70	93,7±4,46	87,7±4,60	82,9±4,71
3.2 75	10,2±2,10	55,4±10,84	83,5±6,82	94,3±5,03	97,0±4,70	97,0±4,46	88,1±4,60	85,9±4,71
3.2 150	4,0±2,58	46,9±10,84	86,7±6,82	91,5±5,03	98,1±4,70	86,9±4,46	82,9±4,60	80,5±4,71
3.2 300	4,2±2,10	42,3±10,84	87,3±6,82	91,7±5,03	90,1±4,70	94,9±4,46	93,5±4,60	83,3±4,71

4.1.4. Yumurta ağırlığı (YA) ve Yumurta kitlesi (YK)

Yumurtlama öncesi dönemde farklı seviyelerde Ca ve B içeren rasyonlarla yemlemenin yumurta ağırlığına ve yumurta kitlesine etkisi sırasıyla Çizelge 4.4 ve 4.5'te bu karakterler muamelelerin etkisinin önemli olup olmadığını tespit etmek için yapılan variyans analizi sonuçları ise sırasıyla Ek Çizelge 4 ve 5'te gösterilmiştir.

Yumurta ağırlıkları ve yumurta kitlesi 20. haftadan başlayarak denemenin sonuna kadar (42. hafta) genellikle bütün periyotlarda artmış ve % 1.6 ve 3.2 Ca ($P<0.05$) içeren rasyonlarla ortalama yumurta ağırlığı düşük Ca'lı rasyona nispetle 28-32 ($P<0.01$) ile 36-40. hafta ($P<0.05$) ve 20-42 haftalık dönemlerde ($P<0.01$) önemli derecede düşük bulunmuştur. Bununla beraber % 1.6 ve 3.2 Ca içeren büyütme rasyonlarının YA'ye etkileri birbirine çok yakın veya benzer bulunmuştur ($P>0.05$). Yüzde 0.8, 1.6 ve 3.2 Ca içeren büyütme rasyonlarıyla 20-42 haftalık ortalama yumurta ağırlığı sırasıyla 64.8, 63.1 ve 62.8 g (Çizelge 4.4) olup, Ca seviyesi yüksek son 2 rasyonla YA, kontrolden (%0.8 Ca) düşük ($P<0.01$) bulunmuştur. Benzer durum yumurta kitlesi bakımından da görülmekte ise de, bu karekter bakımından büyütme rasyonu Ca seviyeleri arasında görülen farklılıklar istatistik bakımdan önemli bulunmamıştır. (Ek Çizelge 5). Yumurta ağırlığı veya kitlesi hayvanın yaşı, yumurta verim periyodu ve hayvanın Ca depolarına ve bu da rasyon Ca seviyesine göre değiştiğinden literatürde rasyon Ca seviyesi ve yumurta ağırlığı ile ilgili çok farklı değerlerin mevcudiyeti sağlıklı bir mukayeseyi engellemiştir. Mesela Miller ve Sunde (1975) 18-22 haftalık dönemde piliçleri % 0.4 ila 4.5 arasında Ca içeren rasyonlarla yemlemişler ve yumurtlama öncesi rasyon Ca seviyesinin YA'yı önemli olarak etkilemediğini bildirirken Brooks (1986), 15-20 haftalık dönemde % 2 ve 3 Ca içeren büyütme rasyonuyla YA'nın, % 1 Ca içeren rasyonla mukayese edildiğinde sürekli yüksek olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Hurwitz ve Bar (1971) yumurta ağırlığının 15 haftalık yaştaki piliçlere yüksek Ca ve P ,içeren rasyon verilmesiyle (sırasıyla, % 4.1 Ca ve 0.70 P) arttığını bildirmişlerdir.

Yumurtacı piliçlerin 14,15,16,17 ve 18. haftadan itibaren 20 haftalık yaşa kadar yüksek Ca'lı (% 3.5) rasyonla (kontrol grubu % 0.8) beslendiği çalışmada (Keshavarz 1987), bu çalışmada kullanılan Ca seviyelerine benzer Ca içeren rasyonlar kullanılmıştır fakat yüksek Ca seviyesinin YA'ı önemli olarak etkilemediği bildirilmiştir. Tombul (2004), yumurtlama öncesi Ca seviyesinin % 2'den itibaren %

4'e kadar her seferinde % 0.5 arttırıldığı rasyonların (16-20 hafta) YA ve YK'yı önemli olarak etkilememekle beraber % 2.5 ve % 4 Ca içeren rasyonlarla deneme sonu ortalama YA en düşük bulunurken, ortalama YK % 2 Ca içeren rasyonla yemlenen piliçlerde en yüksek (44.3 g) ve, % 3.0 Ca verilen piliçlerde ise en düşük (43.1 g) olmuştur. Mevcut çalışma ile literatür bildirişleri arasındaki uyumsuzluğun muhtemel sebebi, araştırmalarda kullanılan ırkların (hatların), rasyon Ca seviyelerinin ve yüksek Ca'lı rasyonlarla yemleme sürelerinin farklı olması olabilir.

Büyütme rasyonu B seviyesinin denemenin hiçbir dönemindeki ve deneme sonu ortalama YA ve YK önemli bir etkisi olmamıştır (Ek Çizelge 4 ve 5) ve denemenin her bir döneminde gruplar arasında küçük rakamsal farklılıklar olmuştur. Benzer husus CaxB interaksiyon etkilerinde de görülmektedir. Literatürde yumurtlama öncesi rasyon B seviyesinin piliç dönemi performansa ve kemik mineralizasyonuna etkisi sadece bir çalışmada incelenmiş olup, bu çalışmada yumurtacı piliçler 0-16 haftalık dönemde 50 ila 400 mg/kg arasında B içeren rasyonlarla beslenmişlerdir (Wilson ve Ruszler, 1997). Bu çalışmada piliçlerin B içeren rasyonlarla yemleme süresi mevcut çalışmadan daha uzun olduğu gibi, büyütme rasyonu B seviyesinin müteakip yumurtlama dönemi performansa etkiside incelenmiştir. Aynı araştırıcılar tarafından daha sonraki yılda yapılan diğer bir çalışmada (Wilson ve Ruszler, 1998) piliçler 18. haftadan itibaren 72 haftalık yaşa kadar B seviyesi düşük (3 mg/kg yem) rasyona 50,100,200 ve 400 mg/kg B ilave edilmiş rasyonlarla beslenmişlerdir. Bu durum mevcut çalışmadan elde edilen sonuçların yukarıda zikredilen araştırmanın sonuçları ile karşılaştırılmasına imkan vermemektedir.

Çizelge 4.4. Deneme Rasyonlarının Yumurta Ağırlığına Etkisi,gram

Muameleler	14-20 Hafta	20-24 Hafta	24-28 Hafta	28-32 Hafta	32-36 Hafta	36-40 Hafta	40-42 Hafta	20-42 Hafta
Ca. Seviyesi %								
0.8	45,7±1,14	56,8±0,58	62,6±0,55	66,2±0,53 ^{A}	66,2±0,52	67,6±0,54^{a}	69,1±0,71	64,8±0,42 ^{A}
1.6	45,6±0,04	56,6±0,58	61,9±0,55	62,7±0,53^{B}	64,7±0,52	65,8±0,54^{b}	67,0±0,71	63, 1±0,42 ^{B}
3.2	48,6±1,20	56,3±0,58	61,4±0,55	61,4±0,53^{B}	64,7±0,52	65,7±0,54^{b}	67,0±0,71	62,8±0,42 ^{B}
B.Seviyesi,mg/kg								
0	46,3±1,24	56,8±0,66	62,0±0,64	64,7±0,62	65,6±0,60	66,2±0,62	66,5±0,82	63,6±0,48
75	48,2±1,44	56,9±0,66	61,9±0,64	63,1±0,62	65,2±0,60	66,3±0,62	68,0±0,82	63,6±0,48
150	48,0±1,24	56,2±0,66	61,6±0,64	62,5±0,62	64,7±0,60	66,6±0,62	68,7±0,82	63,4±0,48
300	44,7±1,29	56,5±0,66	62,5±0,64	63,4±0,62	65,0±0,60	66,4±0,62	67,6±0,82	63,5±0,48
CaxB İnteraksiyonu								
0.8 0	47,5±1,87	54,9±1,15	62,2±1,10	67,7±1,07	66,3±1,05	67,3±1,08	67,1±1,43	64,7±0,84
0.8 75	48,5±2,64	56,8±1,15	62,0±1,10	65,2±1,07	66,6±1,05	68,4±1,08	71,0±1,43	65,0±0,84
0.8 150	44,7±1,87	55,5±1,15	61,4±1,10	64,3±1,07	66,0±1,05	67,5±1,08	70,6±1,43	64,2±0,84
0.8 300	42,3±2,64	57,0±1,15	64,8±1,10	67,5±1,07	66,0±1,05	67,3±1,08	67,7±1,43	65,0±0,84
1.6 0	45,9±1,87	56,3±1,15	61,9±1,10	64,5±1,07	65,0±1,05	65,4±1,08	65,4±1,43	63,1±0,84
1.6 75	45,7±2,64	56,1±1,15	62,1±1,10	62,6±1,07	65,2±1,05	65,2±1,08	66,5±1,43	63,0±0,84
1.6 150	45,4±1,87	57,0±1,15	62,2±1,10	62,2±1,07	64,2±1,05	66,5±1,08	68,0±1,43	63,4±0,84
1.6 300	45,5±1,87	56,9±1,15	61,5±1,10	61,5±1,07	64,1±1,05	65,9±1,08	68,0±1,43	63,6±0,84
3.2 0	45,6±2,64	56,2±1,15	62,0±1,10	62.0±1,07	65,5±1,05	65,9±1,08	67,1±1,43	63,1±0,84
3.2 75	50,3±2,15	57,6±1,15	61,6±1,10	61,6±1,07	64,7±1,05	65,3±1,08	66,4±1,43	62,9±0,84
3.2 150	53,8±2,64	56,1±1,15	61,1±1,10	61,1±1,07	63,9±1,05	65,8±1,08	67,4±1,43	62,6±0,84
3.2 300	44,9±2,15	55,5±1,15	61,1±1,10	61,1±1,07	64,8±1,05	65,9±1,08	67,1±1,43	62,6±0,84

A, B: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,01).

Çizelge 4.5. Deneme Rasyonlarının Yumurta Kitlesine Etkisi,gram

Muameleler	**20-24 Hafta**	**24-28 Hafta**	**28-32 Hafta**	**32-36 Hafta**	**36-40 Hafta**	**40-42 Hafta**
Ca. Seviyesi, %						
0.8	25,2±3,03	51,2±2,11	57,8±1,64	58,7±1,59	61,4±1,67	63,4±1,78
1.6	26,9±3,03	51,0±2,11	55,3±1,64	58,7±1,59	58,2±1,67	58,5±1,78
3.2	26,0±3,03	52,4±2,11	57,4±1,64	59,9±1,59	60,3±1,67	59,0±1,78
B.Seviyesi, mg/kg						
0	26,5±3,50	48,7±2,44	56,0±1,89	59,6±1,84	58,8±1,92	59,2±2,05
75	27,7±3,50	53,4±2,44	58,8±1,89	61,2±1,84	62,0±1,92	61,4±2,05
150	27,9±3,50	50,3±2,44	55,9±1,89	58,0±1,84	59,3±1,92	61,0±2,05
300	21,6±3,50	53,6±2,44	56,7±1,89	57,6±1,84	59,9±1,92	58,6±2,05
CaxB İnteraksiyonu						
0.8 0	28,7±6,05	45,4±4,22	53,7±3,28	57,3±3,18	57,3±3,33	62,2±3,55
0.8 75	27,3±6,05	54,5±4,22	59,3±3,28	59,1±3,18	61,9±3,33	63,9±3,55
0.8 150	30,9±6,05	51,0±4,22	58,9±3,28	60,1±3,18	63,3±3,33	68,1±3,55
0.8 300	12,5±6,05	53,7±4,22	59,2±3,28	58,1±3,18	63,1±3,33	59,3±3,55
1.6 0	27,9±6,05	49,1±4,22	54,6±3,28	59,2±3,18	57,5±3,33	56,2±3,55
1.6 75	23,9±6,05	54,3±4,22	59,0±3,28	61,6±3,18	60,7±3,33	61,9±3,55
1.6 150	26,8±6,05	47,0±4,22	52,9±3,28	57,6±3,18	57,4±3,33	58,9±3,55
1.6 300	29,2±6,05	53,7±4,22	54,9±3,28	56,2±3,18	57,4±3,33	57,3±3,55
3.2 0	22,9±6,05	51,6±4,22	59,7±3,28	62,3±3,18	61,7±3,33	59,1±3,55
3.2 75	31,8±6,05	51,5±4,22	58,0±3,28	62,8±3,18	63,4±3,33	58,4±3,55
3.2 150	26,0±6,05	53,0±4,22	55,9±3,28	56,8±3,18	57,2±3,33	56,0±3,55
3.2 300	23,3±6,05	53,5±4,22	56,1±3,28	58,4±3,18	59,2±3,33	59,2±3,55

4.1.5. Yem Değerlendirme Katsayısı (YDK)

Yumurtlama öncesi rasyon Ca ve B seviyesinin piliçlerin denemenin farklı dönemlerindeki ve deneme sonu ortalama YDK'ya (yem,g/yumurta kitlesi,g) etkisi Çizelge 4.6'da, bu karektere ait variyans analizi sonuçları ise Ek Çizelge 6'da verilmiştir.

Büyütme döneminde Ca ve B'nin farklı seviyelerini içeren hiç bir rasyon, deneme boyumca ve deneme sonunda ortalama YDK'yı önemli olarak ($P>0.05$) etkilememiştir (Ek Çizelge 6) ve farklı muameleler için YDK'lar genellikle birbirine yakın bulunmuştur. Deneme sonu ortalama YDK'lar % 0.8, 1.6 ve 3.2 Ca içeren rasyonlar için aynı (2.2) olup, 0, 75, 150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonlar içinde aynı değer (2.0) bulunmuştur (Çizelge 4.6). Erken yumurtlama döneminde (20-24 hafta) YDK'lar yumurtlama peryodunun diğer dönemlerine ait YDK'lardan daha yüksek olmuştur. Bunun da muhtemel sebebi bu dönemde hayvanların yumurtlama döneminin hemen başında olmaları nedeniyle yumurta verimlerinin düşük olmasıdır. Mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumlu olarak büyütme rasyonu Ca seviyesinin, yumurtlama dönemi YDK'yı önemli olarak etkilemediği Tombul (2004), Keshavarz (1987), Miller ve Sunde (1975), Mraz (1972) ve Hurwitz ve Bar (1971) tarafındanda bildirilmiştir. Bununla beraber Brooks (1986), % 2.0 ve 3.0 Ca içeren büyütme rasyonu (15-21 hafta) ile yemlenen piliçlerin, yumurtlama dönemi ortalama YDK'ları, % 1.0 Ca içeren rasyonla yemlenen piliçlerden önemli derecede ($P\leq0.05$) düşük bulunurken, % 2.0 ve 3.0 Ca ihtiva eden rasyonlarla yemlenen gruplar arasında sadece rakamsal fakat istatistiki açıdan önemsiz farklılıklar görülmüştür. Bu uyumsuzluğun muhtemel sebebi denemelerde kullanılan genetik materyalin farklı oluşu olabilir.

Yumurta üretiminde önemli bir kriter ve ıslah parametresi olan YDK'ya büyütme rasyonu B seviyesinin yumurtlama dönemindeki etkisine ait literatürde bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çizelge 4.6. Deneme Rasyonlarının Yem Değerlendirme Katsayısına Etkisi, (yem,g / yumurta kitlesi,g)

Muameleler	20-24 Hafta	24-28 Hafta	28-32 Hafta	32-36 Hafta	36-40 Hafta	40-42 Hafta	Ort. 20-42 Hafta
Ca. Seviyesi, %							
0.8	3,8±0,38	2,1±0,08	1,7±0,05	1,8±0,04	1,9±0,06	1,8±0,07	2,18±0,08
1.6	3,7±0,38	2,1±0,08	1,8±0,05	1,8±0,04	2,0±0,06	2,0±0,07	2,25±0,08
3.2	4,1±0,38	2,0±0,08	1,7±0,05	1,7±0,04	1,9±0,06	2,0±0,07	2,23±0,08
Bor Seviyesi, mg/kg							
0	3,4±0,44	2,3±0,09	1,7±0,05	1,8±0,04	1,9±0,07	1,9±0,08	2,17±0,09
75	4,0±0,44	2,0±0,09	1,7±0,05	1,8±0,04	1,9±0,07	1,9±0,08	2,22±0,09
150	3,6±0,44	2,1±0,09	1,7±0,05	1,8±0,04	1,9±0,07	1,8±0,08	2,16±0,09
300	4,4±0,44	1,9±0,09	1,7±0,05	1,8±0,04	20±0,07	2,0±0,08	2,32±0,09
CaxB İnteraksiyonu							
0.8 0	2,9±0,76	2,5±0,16	1,8±0,09	1,9±0,08	2,0±0,11	1,9±0,14	2,16±0,16
0.8 75	3,7±0,76	2,0±0,16	1,7±0,09	1,8±0,08	1,9±0,11	1,9±0,14	2,17±0,16
0.8 150	3,3±0,76	2,1±0,16	1,7±0,09	1,8±0,08	1,8±0,11	1,7±0,14	2,04±0,16
0.8 300	5,2±0,76	1,9±0,16	1,6±0,09	1,8±0,08	1,8±0,11	1,9±0,14	2,35±0,16
1.6 0	3,6±0,76	2,2±0,16	1,8±0,09	1,8±0,08	1,9±0,11	1,9±0,14	2,20±0,16
1.6 75	4,0±0,76	2,0±0,16	1,8±0,09	1,8±0,08	2,0±0,11	1,9±0,14	2,23±0,16
1.6 150	3,8±0,76	2,4±0,16	1,9±0,09	1,8±0,08	2,1±0,11	1,9±0,14	2,31±0,16
1.6 300	3,4±0,76	2,0±0,16	1,8±0,09	1,9±0,08	2,2±0,11	2,2±0,14	2,24±0,16
3.2 0	3,8±0,76	2,0±0,16	1,6±0,09	1,6±0,08	1,8±0,11	2,0±0,14	2,15±0,16
3.2 75	4,2±0,76	2,1±0,16	1,7±0,09	1,7±0,08	1,8±0,11	2,0±0,14	2,26±0,16
3.2 150	3,7±0,76	1,9±0,16	1,7±0,09	1,8±0,08	1,9±0,11	1,9±0,14	2,13±0,16
3.2 300	4,6±0,76	2,0±0,16	1,8±0,09	1,9±0,08	1,9±0,11	2,0±0,14	2,36±0,16

4.2 Kabuk Kalite Kriterleri

Bu çalışmada kabuk kalitesinin ölçüsü olarak kabuk ağırlığı (g ve % olarak), kabuk kalınlığı, özgül ağırlığı ve kabuk mukavemeti (kırılma direnci) tespit edilmiştir.

Muamelelerin zarlı kabuk ağırlığına (KA) etkisine ait sonuçlar Çizelge 4.7'de gösterilmiş olup, muameler denemenin 28, 36 ve 42 haftalarında toplanan yumurtalardan ölçülen KA'yı (g) ve kabuk oranını (% kabuk ağırlığını) önemli olarak etkilememiştir (Ek Çizelge 7). Bütün deneme gruplarında KA ve kabuk oranı (%) birbirine yakın bulunmuş olup, araştırmada kullanılan farklı Ca ve B seviyelerinin oluşturduğu toplam 12 rasyon ile ortalama KA, 5.8 ile 5.9 g arasında iken ortalama kabuk oranı % 9.3 ila 9.7 arasında değişmiştir.

Yumurtlama öncesi rasyon Ca ve B seviyelerinin kabuk kalınlığına (KK) ve yumurta özgül ağırlığına etkisine ait sonuçlar Çizelge 4.8'de verilmiştir. Muamelelerin 28. hafta ve deneme sonu (42. hafta) KK'ya önemli bir etkisi olmazken 36. haftada ölçülen KK'yı ($P<0.001$) ve yumurta özgül ağırlığını önemli olarak ($P<0.001$) etkilemiştir (Ek Çizelge 8). Ana faktör olarak yumurtlama öncesi rasyon Ca seviyesindeki artış 36. haftada ölçülen KK'yı önemli olarak etkilemiş ve % 3.2 Ca içeren rasyonla (0.45 mm), % 0.8 ve 1.6 Ca içeren rasyonla (sırasıyla, 0.42 ve 0.43 mm) yemlenen piliçlerden önemli derecede ($P<0.001$) yüksek olmuştur. İlave B içermeyen kontrol rasyonu ile (0.46 mm) karşılaştırıldığında, 75, 150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonlarla KK (sırasıyla, 0.42, 0.42 ve 0.43) önemli derecede ($P<0.000$) düşmüştür (Ek Çizelge 8).Bu çalışmada Ca x B interaksiyonu 36. haftadaki KK'yı ve yumurta özgül ağırlığını önemli olarak etkilemiştir (Ek Çizelge 8). Yumurtlama öncesi (14-20 hafta), %3.2 Ca ve ilave B içermeyen rasyonla beslenen piliçlerin 36. haftadaki KK (0.54 mm) diğer bütün rasyonlardan (0.42-0.43 mm) önemli derecede yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.8). Otuzaltıncı hafta özgül ağırlığı ise, büyüme döneminde %1.6 Ca +75 mg/kg ilave B içeren rasyonla beslenen piliçlerde (1.079 g/cm^3), diğer bütün gruplardan (1.081 ila 1.083 g/cm^3) önemli derecede ($P<0.001$) düşük bulunmuştur (Çizelge 4.8 ve Ek Çizelge 8).

Deneme rasyonlarının, hayvanların 28, 36 ve 42. haftalarda ölçülen kabuk mukavemetine (KM) etkisi Çizelge 4.9'da verilmiş olup, bu karektere ait variyans analizi sonuçları (Ek Çizelge 9) yumurtlama öncesi rasyon Ca ve B seviyeleri ile

Çizelge 4.7. Deneme Rasyonlarının Zarlı Kabuk Ağırlığına (KA) Etkisi (g ve %)

Muameleler	**28.Hafta**	**36.Hafta**	**42.Hafta**	**Ort.KA**	**28.Hafta(%)**	**36.hafta(%)**	**42.Hafta(%)**	**Ort.KA(%)**
Ca. Seviyesi, %								
0.8	5,4±0,05	5,5±0,08	6,3±0,06	5,8±0,04	8,8±0,17	8,4±0,13	9,4±0,09	8,9±0,12
1.6	5,4±0,05	5,6±0,08	6,2±0,06	5,8±0,04	8,8±0,17	8,7±0,13	9,5±0,09	9,0±0,12
3.2	5,3±0,05	5,6±0,08	6,2±0,06	5,8±0,04	8,8±0,17	8,7±0,13	9,6±0,09	9,2±0,12
B.Seviyesi, mg/kg								
0	5,3±0,06	5,7±0,09	6,1±0,06	5,8±0,05	8,5±0,19	8,8±0,14	9,5±0,11	9,3±0,14
75	5,3±0,06	5,6±0,09	6,3±0,06	5,8±0,05	8,8±0,19	8,6±0,14	9,5±0,11	9,1±0,14
150	5,4±0,06	5,5±0,09	6,3±0,06	5,8±0,05	8,6±0,19	8,6±0,14	9,4±0,11	8,9±0,14
300	5,4±0,06	5,5±0,09	6,3±0,06	5,8±0,05	8,7±0,19	8,4±0,14	9,5±0,11	9,0±0,14
CaxB İnteraksiyonu								
0.8 0	5,4±0,10	5,6±0,16	6,3±0,11	5,9±0,08	8,7±0,34	8,6±0,25	9,7±0,19	9,0±0,24
0.8 75	5,4±0,10	5,5±0,16	6,3±0,11	5,8±0,08	8,9±0,34	8,3±0,25	9,3±0,19	8,9±0,24
0.8 150	5,4±0,10	5,5±0,16	6,2±0,11	5,8±0,08	8,8±0,34	8,5±0,25	9,3±0,19	8,9±0,24
0.8 300	5,4±0,10	5,3±0,16	6,3±0,11	5,8±0,08	8,8±0,34	8,0±0,25	9,5±0,19	8,9±0,24
1.6 0	5,2±0,10	5,7±0,16	6,2±0,11	5,8±0,08	8,4±0,34	8,6±0,25	9,6±0,19	8,9±0,24
1.6 75	5,3±0,10	5,6±0,16	6,2±0,11	5,8±0,08	8,8±0,34	8,7±0,25	9,6±0,19	9,2±0,24
1.6 150	5,4±0,10	5,6±0,16	6,3±0,11	5,8±0,08	7,8±0,34	8,6±0,25	9,3±0,19	8,8±0,24
1.6 300	5,4±0,10	5,6±0,16	6,2±0,11	5,8±0,08	8,7±0,34	8,8±0,25	9,4±0,19	9,0±0,24
3.2 0	5,2±0,10	5,9±0,16	5,9±0,11	5,8±0,08	8,5±0,34	9,1±0,25	9,4±0,19	9,8±0,24
3.2 75	5,3±0,10	5,6±0,16	6,2±0,11	5,8±0,08	8,6±0,34	8,9±0,25	9,6±0,19	9,1±0,24
3.2 150	5,4±0,10	5,5±0,16	6,4±0,11	5,8±0,08	9,0±0,34	8,5±0,25	9,7±0,19	9,1±0,24
3.2 300	5,4±0,10	5,5±0,16	6,3±0,11	5,8±0,08	8,6±0,34	8,3±0,25	9,6±0,19	9,0±0,24

Çizelge 4.8. Deneme Rasyonlarının Kabuk Kalınlığına (mm) ve Özgül Ağırlığa (g/cm^3) Etkisi

Muameleler	**28.Hafta Kabuk Kalınlığı**	**36.Hafta Kabuk Kalınlığı**	**42.Hafta Kabuk Kalınlığı**	**36. Hafta Özgül Ağırlığı**	**42. Hafta Özgül Ağırlığı**
Ca. Seviyesi, %					
0.8	0,59±0,10	0,42±0,005^{b}	0,40±0,002	1,082±0,000408	1,081±0,000414
1.6	0,43±0,10	0,43±0,005^{b}	0,40±0,002	1,081±0,000408	1,081±0,000414
3.2	0,43±0,10	0,45±0,005^{a}	0,41±0,002	1,082±0,000408	1,082±0,000414
B.Seviyesi, mg/kg					
0	0,43±0,12	0,46±0,006^{a}	0,40±0,003	1,082±0,000471	0,082±0,000478
75	0,67±0,12	0,42±0,006^{b}	0,40±0,003	1,081±0,000471	1,081±0,000478
150	0,43±0,12	0,42±0,006^{b}	0,41±0,003	1,082±0,000471	1,081±0,000478
300	0,42±0,12	0,43±0,006^{b}	0,40±0,003	1,082±0,000471	1,081±0,000478
CaxB İnteraksiyonu					
0.8 0	0,42±0,21	0,42±0,01^{b}	0,40±0,005	1,082±0,000817^{a}	1,082±0,000828
0.8 75	1,14±0,21	0,42±0,01^{b}	0,41±0,005	1,081±0,000817^{a}	1,080±0,000828
0.8 150	0,42±0,21	0,42±0,01^{b}	0,40±0,005	1,081±0,000817^{a}	1,0800±000828
0.8 300	0,40±0,21	0,42±0,01^{b}	0,41±0,005	1,083±0,000817^{a}	1,081±0,000828
1.6 0	0,42±0,21	0,42±0,01^{b}	0,40±0,005	1,083±0,000817^{a}	1,083±0,000828
1.6 75	0,43±0,21	0,43±0,01^{b}	0,40±0,005	1,079±0,000817^{b}	1,080±0,000828
1.6 150	0,44±0,21	0,42±0,01^{b}	0,41±0,005	1,081±0,000817^{a}	1,082±0,000828
1.6 300	0,43±0,21	0,43±0,01^{b}	0,40±0,005	1,083±0,000817^{a}	1,080±0,000828
3.2 0	0,44±0,21	0,54±0,01^{a}	0,41±0,005	1,081±0,000817^{a}	1,081±0,000828
3.2 75	0,43±0,21	0,42±0,01^{b}	0,40±0,005	1,083±0,000817^{a}	1,082±0,000828
3.2 150	0,43±0,21	0,42±0,01^{b}	0,41±0,005	1,083±0,000817^{a}	1,083±0,000828
3.2 300	0,42±0,21	0,43±0,01^{b}	0,40±0,005	1,081±0,000817^{a}	1,082±0,000828

a,b: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, Kabuk kalınlığı için P<0.000 iken Özgül Ağırlık için P<0.001'dir.

onların farklı kombinasyonlarından oluşan rasyonların 36. haftadaki KM'yi önemli olarak etkilediğini göstermiştir. Yüksek Ca'lı (% 3.2) büyütme rasyonu ile tavukların 36. haftada kabuk mukaveti (3.3 kg), daha düşük Ca içeren rasyonla beslenen piliçlere nispetle (% 0.8 ve 1.6 Ca'lı rasyonlar için 2.9 kg) önemli derecede ($P<0.001$) artmıştır (Ek Çizelge 9). Büyütme rasyonu Ca seviyesinin 28. haftadaki ve deneme sonu KM'ye etkileri ise birbirine yakın bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Ana faktör olarak büyütme rasyonu B seviyesi, tavukların sadece 36. haftadaki KM'ni önemli olarak etkilemiş olup, ilave B içermeyen (0 mg/kg B) büyütme rasyonu ile (3.3 kg) karşılaştırıldığında, 75 ve 150 mg/kg B ilave edilen rasyonlarla KM (sırasıyla, 2.8 ve 3.0 kg) önemli ölçüde ($P<0.05$) azalırken, 300 mg/kg B içeren rasyonla (3.1 kg), ilave B içermeyen rasyona yakın KM elde edilmiştir. İlave B içeren rasyonlar arasında KM bakımından farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.9).

Büyütme rasyonu CaxB interaksiyonunun 36. haftadaki KM'ne etkisi önemli (Ek Çizelge 9) bulunmuştur. Bu haftada % 3.2 Ca ve ilave B içermeyen rasyonla yemlenen piliçlerin KM'si (4.1 kg) diğer bütün rasyonlardan (2.7 ila 3.3 kg arasında) önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur.

Yumurtlama öncesi Ca seviyesi yüksek rasyonların, yumurtlama dönemi kabuk kalitesine olumlu etkileri diğer çalışmalarda da bildirilmiştir. Mesela Tombul (2004), 24, 28, 36. haftalarda ölçülen zarlı KA ile deneme sonu ortalama zarlı kabuk ağırlığına ve 24. hafta ölçülen kabuk oranı ve KM ile 32. haftada ölçülen KK hariç, denemenin diğer dönemlerinde ölçülen kabuk oranı,KM ve KK ve bu parametrelerin deneme sonu ortalama değerlerine, yumurtlama öncesi rasyon Ca seviyesinin önemli bir etkisi olmadığını, belirtilen haftalarda ise ilgili karakterler bakımından rasyon Ca seviyeleri arasında önemli farklılıklar olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmanın sonuçları ile Tombul (2004) tarafından bildirilen sonuçlar arasında belli bir uyum söz konusudur. Benzer sonuçlar Brooks (1986) tarafından da bildirilmiştir. Araştırıcı %2 ve 3.0 Ca içeren büyütme rasyonları ile % 1.0 Ca içeren rasyona nispetle kabuk ağırlığı, yumurta özgül ağırlığının sürekli daha yüksek olduğunu ve kabuğun daha kalın olduğunu bildirmiştir. Bununla beraber Miller ve Sunde (1975) ve Keshavarz (1987), yumurtlama öncesi dönemde yumurtacı piliçlerin farlı sürelerde ve faklı

seviyede Ca içeren rasyonların yumurta kabuk kalitesine önemli etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Farklı çalışmalarda büyütme dönemi Ca seviyesinin, yumurta kabuk kalitesine ait değişik parametreleri, yumurtlama siklusunun farklı dönemlerinde farklı şekillerde ve bazen olumsuz yönde etkilemesi, sonuçların yorumlanmasını güçleştirmektedir. Bununla beraber mevcut çalışmada, yumurta verimi ve yumurta ağırlığının artmaya devam ettiği 36 haftalık yaşta KK ve KM 'nin yüksek Ca'lı büyütme rasyonu ile daha düşük Ca'lı (% 0.8 ve 1.6) rasyonlara nispetle önemli ölçüde artması, yumurtacı pililerin bu Ca seviyesi ile yemlenmesini teşvik eden bir husus olabilir.

Çizelge 4.9. Deneme Rasyonlarının Kabuk Mukavemetine Etkisi, kg

Muameleler	**Kabuk Mukavemeti 28.Hafta**	**Kabuk Mukavemeti 36.Hafta**	**Kabuk Mukavemeti 42.Hafta**
Ca. Seviyesi, %			
0.8	2,8±1,10	2,9±0,09^{b}	2,7±0,09
1.6	2,8±1,10	2,9±0,09^{b}	2,8±0,09
3.2	2,9±1,10	3,3±0,09^{a}	2,9±0,09
B.Seviyesi, mg/kg			
0	2,9±0,12	3,3±1,10^{A}	2,8±0,11
75	3,0±0,12	2,8±1,10^{B}	2,8±0,11
150	2,8±0,12	3,0±1,10^{B}	2,8±0,11
300	2,7±0,12	3,1±1,10^{AB}	2,8±0,11
CaxB İnteraksiyonu			
0.8 0	2,8±0,21	2,7±0,18^{b}	2,8±0,18^{ab}
0.8 75	2,7±0,21	2,7±0,18^{b}	2,7±0,18^{abc}
0.8 150	2,8±0,21	2,8±0,18^{b}	2,7±0,18^{abc}
0.8 300	2,8±0,21	3,3±0,18^{b}	2,7±0,18^{abc}
1.6 0	3,1±0,21	3,1±0,18^{b}	2,9±0,18^{c}
1.6 75	2,9±0,21	2,9±0,18^{b}	2,7±0,18^{abc}
1.6 150	2,6±0,21	2,9±0,18^{b}	2,9±0,18^{a}
1.6 300	2,7±0,21	2,8±0,18^{b}	2,8±0,18^{abc}
3.2 0	2,9±0,21	4,1±0,18^{a}	2,9±0,18^{a}
3.2 75	3,3±0,21	2,8±0,18^{b}	2,9±0,18^{a}
3.2 150	2,9±0,21	3,1±0,18^{b}	3,0±0,18^{a}
3.2 300	2,7±0,21	3,2±0,18^{b}	2,9±0,18^{bc}

a,b.c: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.01).
A,B: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05).

Yumurtacı piliçlerde büyütme rasyonu B seviyesinin etkisi sadece iki araştırmada incelenmiş olup, bu çalışmaların birincisinde (Wilson ve Ruszler, 1997) rasyonların yumurtlama dönemi performans, kabuk ve kemik özelliklerine etkisi incelenmemiştir. İkinci çalışmada (Wilson ve Ruszler, 1998) ise sadece bir grup tavuk 16-72 haftalık yaş döneminde 200 mg/kg B içeren rasyonla beslenmiş ve kabuk kalitesinin ölçüsü olarak kullanılan özgül ağırlık etkilenmemiştir. Halbuki mevcut çalışmada piliçler sadece 14-20 haftalık dönemde değişik seviyelerde B içeren rasyonlarla beslenmişler ve 75 ila 150 mg/kg B içeren büyütme rasyonu ile 36. haftada ölçülen KM ilave B içermeyen rasyona nispetle önemli ölçüde düşerken, diğer kabuk özellikleri önemli olarak etkilenmemiştir. Ayrıca bu çalışmada CaxB interaksiyonunun 36. haftada ölçülen KK, yumurta özgül ağırlığı ve KM önemli olarak etkilemesi ve bu özelliklerin % 3.2 Ca ve ilave B içermeyen rasyonla diğer bütün gruplardan önemli derecede yüksek olması, yumurtlama öncesi tavuk rasyonlarına B ilavesinin kabuk kalitesi bakımından faydalı bir uygulama olmadığının işareti olabilir. Bununla beraber yumurta tavuklarında 22. haftada ölçülen KK nın 200 mg/kg B içeren rasyonla, diğer rasyonlara nispetle (0, 5, 50, 100 ve 400 mg/kg B) önemli derecede ($P<0.01$) arttığı, yumurta özgül ağırlığı ve kabuk kırılma kuvvetinin muamelelerden etkilendiği ve kabuksuz + kırık-çatlak yumurta oranının 200 ve 400 mg B seviyeleri ile önemli ölçüde ($P<0.01$) arttığı bildirilmiştir (Eren ve ark., 2004). Oysa yumurta tavuklarının rasyon B seviyesinin her seferinde 50 mg/kg seviyesinde tedricen arttırıldığı 0-250 mg/kg arasında B içeren rasyonlarla beslendiği çalışmada (Kurtoğlu ve ark., 2002), bilhassa 250 mg/kg B içeren rasyonla beslenen tavuklarda, denemenin 60-90 günlük döneminde kabuksuz, kırık-çatlak kabuklu yumurta oranının önemli olarak azaldığı bildirilirken, 21 haftalık yaştaki broyler damızlıkların 16 hafta boyunca, borik asit veya boraks formunda 250 mg/kg B içeren rasyonlarla beslendiği çalışmada kabuk ağırlığı ve yumurta özgül ağırlığının önemli olarak etkilenmediği bildirilmiştir(Rossi ve ark.,1993).

4.3. Kemik Mineralizasyonu

4.3.1. Kül muhtevası

Deneme rasyonlarının tavukların 20 ve 42. haftalarda kuru tibia kemiklerinde tespit edilen kül miktarına (g) ve % kül değerlerine etkisine ait ortalamalar ve standart hataları Çizelge 4.10'da, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığını gösteren varyans analizi sonuçları ise Ek Çizelge 10'da gösterilmiştir.

Yumurtlama öncesi rasyon Ca seviyesi deneme hayvanlarının 20. ve 42. haftalarda g ve % olarak tibia kül miktarını önemli olarak etkilememiş ise de, yüksek Ca'lı rasyonla artma temayülü göstermiştir (Çizelge 4.10). Yumurtlama öncesi % 0.8, 1.6 ve 3.2 Ca içeren rasyonlarla 20 haftadaki tibia kül miktarları sırasıyla, 0.48, 0.48 ve 0.50 g olup, % kül değerleri 48.2, 48.4 ve 49.5 olarak, 42. haftadaki mutlak (g) ve kül değerleri ise aynı Ca seviyeleri için sırasıyla, 0.50, 0.49 ve 0.50 g ile % 50, 49.3 ve 49.9 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.10). Benzer sonuçlar yumurtacı piliçlerin % 2.0 ve 4.0 arasında Ca içeren rasyonlarla beslendiği ve tibia külünün 20. ve 36. haftalarda (deneme sonu) tespit edildiği çalışmadada (Tombul, 2004) bildirilmiştir. Bununla beraber yumurta tavuklarının yumurtlama öncesi farklı sürelerde % 1-3 arasında değişen seviyelerde kalsiyum içeren rasyonlarla beslendiği diğer bir çalışmada (Brooks, 1986), tibia külü, femur'un kortikal ve medulla kısımlarının kül miktarı önemli olarak etkilenmezken, femur'un her iki uç kısımlarında ölçülen % kül miktarı 15 haftalık yaştan itibaren % 2 ve 3 Ca içeren rasyonla yemlenen piliçlerde % 1 Ca'lı rasyonla beslenen piliçlerden önemli derecede ($P<0.05$) yüksek bulunmuştur. Yumurtlama öncesi yüksek Ca'lı rasyonlarla 20-22 haftalık yaşlarda kemik kül muhtevasının arttığını bildiren çeşitli araştırmalar (Keshavarz, 1987; Hurwitz, 1964) mevcuttur. Farklı çalşmalardan elde edilen sonuçlardaki bu farklılıkların muhtemelen önemli sebebi genetik materyaldeki farklılıklar ve kül tayininde farklı bacak kemiklerinin kullanılmış olması olabilir.

Ana faktör olarak 0, 75,150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenen piliçlerin 20. hafta tibia kül ağırlıkları sırasıyla, 0.48, 0.47, 0.51 ve 0.49 g iken % kül değerleri 47.8, 47.5, 50.8 ve 48.6 dır (Çizelge 4.10). Yumurtlama öncesi rasyon B seviyesi piliçlerde kemik kül muhtevasını önemli olarak etkilemiş olup, 150 mg/kg ilave B içeren rasyonla yemlenen piliçlerde tibia kül ağırlığı, g ve % olarak diğer B seviyelerinden önemli derecede yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur (Ek Çizelge 10).

Ancak büyütme rasyonu B seviyesinin 42. haftada tespit edilen tibia kül ağırlığına (g ve %) önemli bir etkisi olmamıştır.

Bu çalışmada Ca x B interaksiyonunun gerek piliçlerde ve gerekse tavuklarda tibia kül muhtevasına önemli bir etkisi olmamış ise de 20. haftada mutlak ve % kül değerlerine etkisi %5 önem seviyesine çok yaklaşmıştır (Ek Çizelge 10). Bütün gruplar içinde tibia kül ağırlığı (g ve %) en düşük olan grup % 1.6 Ca ve 75 mg/kg ilave B içeren rasyonla beslenen grup olmuştur.

Bu çalışmanın sonuçları Wilson ve Ruszler (1997) tarafından bildirilen sonuçlarla nispeten uyumlu olup, araştırıcılar 0-16 haftalık dönemde ana rasyona 50, 100 ve 200 mg/kg B ilavesiyle kemik külünün önemli derecede ($P<0.05$) arttığını ve en yüksek değerin 50 mg/kg B ile sağlandığını bildirmişlerdir. Yumurtacı piliçlerin 18 haftalık yaştan itibaren 72 haftalık yaşa kadar çeşitli seviyelerde B içeren rasyonlarla beslendiği ve aynı araştırıcılar tarafından yapılan diğer bir çalışmada (Wilson ve Ruszler, 1998) gruplardan birisi 16 haftalık yaştan itibaren 200 mg/kg ilave B ile yemlenmiş ve denemenin 32, 52 ve 72. haftalarında, tibia ve radius kemiklerinde ölçülen kül değerlerine, rasyonda kullanılan hiçbir B seviyesinin etkisinin önemli olmadığı bildirilmiştir.

Etlik piliçlerle yapılan çalışmalardan da değişik sonuçlar alınmıştır. Mesela 3 farklı B kaynağının (borik asit, bor trioksit ve boraks) etlik piliçlerin 21 günlük performansa etkisinin incelendiği çalışmada (Rossi, 1990), bor kaynakları basal rasyona 30 ve 60 mg/kg seviyelerinde katılmış olup, borik asit içeren rasyonla tibia külü, kontrol grubuna nispetle önemli ölçüde azalırken, tabii yem materyalleri ile hazırlanan rasyona 20, 40, 80 mg/kg B ilavesinin etlik piliçlerde hiçbir kemik ve performans özelliğini etkilemediği bildirilmiştir (Eliot ve Edwards, 1990). Kurtoğlu ve ark. (2005), kolekalsiferol bakımından yeterli ve yetersiz rasyonlara 5 ve 25 mg/kg B ilavesiyle etlik piliçlerin 45 günlük yaştaki kemik kül muhtevasının (g ve % olarak) etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.10. Deneme Rasyonlarının yumurta piliç (20.hafta) ve tavuklarının (42 hafta) Kemik Kül Muhtevasına Etkisi

Muameleler	Piliç Kül,g	Piliç Kül, %	Tavuk Kül,g	Tavuk Kül, %
Ca. Seviyesi, %				
0.8	0,48±0,0057	48,2±0,57	0,50±0,0055	50,0±0,55
1.6	0,48±0,0057	48,4±0,57	0,49±0,0054	49,3±0,54
3.2	0,50±0,0057	49,5±0,57	0,50±0,0054	49,9±0,54
B.Seviyesi, mg/kg				
0	0,48±0,0066 ^{B}	47,8±0,65 ^{B}	0,50±0,0062	49,7±0,62
75	0,47±0,0066 ^{B}	47,5±0,65 ^{B}	0,48±0,0062	48,4±0,62
150	0,51±0,0067 ^{A}	50,8±0,66 ^{A}	0,51±0,0063	50,7±0,63
300	0,49±0,0066 ^{B}	48,6±0,65 ^{B}	0,50±0,0062	50,2±0,62
CaxB İnteraksiyonu				
0.8 0	0,47±0,011	47,0±1,13	0,50±0,011	49,9±1,08
0.8 75	0,48±0,011	48,3±1,13	0,49±0,011	48,7±1,08
0.8 150	0,50±0,012	50,2±1,18	0,50±0,011	49,9±1,13
0.8 300	0,47±0,011	47,2±1,13	0,52±0,011	51,6±1,08
1.6 0	0,48±0,011	48,2±1,13	0,50±0,011	49,6±1,08
1.6 75	0,44±0,011	44,4±1,13	0,48±0,011	48,3±1,08
1.6 150	0,51±0,011	51,4±1,13	0,51±0,011	51,1±1,08
1.6 300	0,49±0,011	49,3±1,13	0,48±0,011	48,1±1,08
3.2 0	0,48±0,011	48,2±1,13	0,50±0,011	49,6±1,08
3.2 75	0,50±0,011	49,7±1,13	0,48±0,011	48,3±1,08
3.2 150	0,51±0,011	50,8±1,13	0,51±0,011	51,0±1,08
3.2 300	0,49±0,011	49,3±1,13	0,51±0,011	50,8±1,08

A, B: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,01).

Bu sonuçlar etlik ve yumurtacı piliçlerin rasyon B seviyesine kemik kül muhtevası bakımından tepkilerinin türe, genetik yapıya, B kaynağına, bor ile yemleme süresine bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.

4.3.2. Kemiğin mekanik özellikleri

Yumurtlama öncesi farklı seviyelerde Ca ve B içeren rasyonların yumurta tavuklarının 20. ve 42. haftalarda tibia kemiklerinde ölçülen mekanik özelliklerine ait ortalamalar ve standart hataları sırasıyla, Çizelge 4.11 ve 4.12'de, varyans analizi sonuçları ise Ek Çizelge 11 ve 12'de verilmiştir.

Muamelelerin 20. haftada tibia kemiği kesme kuvvetine ve kemiğin elips şeklinde olduğu kabul edilen birim kesit alanı başına düşen kesme kuvveti şeklinde ifade edilen kesme gerilmesine önemli bir etkisi olmamış ise de, muameleler tibiaların bu haftadaki ölçülen kemik kesme enerjisi, et kalınlığı ve dış çapını önemli

olarak etkilemiştir (Ek Çizelge 11). Rasyon Ca seviyesindeki artışa bağlı olarak kesme enerjisi azalmıştır. Yüzde 0.8, 1.6 ve 3.2 Ca içeren rasyonlarla kesme enerjisi sırasıyla, 994.2, 852.4 ve 844.7 N/mm olarak bulunmuş olup, % 0.8 Ca içeren rasyonla kemik kesme enerjisi diğer iki Ca seviyesinden önemli derecede ($P<0.05$) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Diğer bir ana faktör olarak rasyonda artan B seviyesi ile 20. haftada tibia kesme enerjisi istatistik bakımdan önemli olmamakla beraber doğrusal olmayan bir şekilde artmıştır. Sıfır, 75, 150 ve 300 mg/kg ilave B içeren rasyonlarla bu haftadaki kesme enerjisi sırasıyla, 839.5, 866.3, 994.7 ve 888.0 olup, en yüksek kesme enerjisi 150 mg/kg B seviyesi ile elde edilmiştir.

Rasyon Ca x B interaksiyonu kesme enerjisini önemli olarak etkilemiştir (Ek Çizelge 11). Düşük Ca'lı rasyona bor ilavesiyle kesme enerjisi (716.8 N/mm) önemli derecede ($P<0.01$) artmış olup %0.8 Ca ve ilave B içermeyen rasyon ile karşılaştırıldığında, 150 ve 300 mg/kg ilave B içeren rasyonlarla (sırasıyla, 1095.6 ve 1111.0 N/mm) önemli derecede yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.11). Yüksek Ca'lı rasyona (% 3.2) B ilavesiyle kesme enerjisi devamlı azalmış isede, gruplar arasındaki farklılıklar önemli olmamıştır. Yüzde 1.6 Ca ve 75 mg/kg ilave B içeren rasyonla kemik kesme enerjisi düşmüş ve bütün muameleler içinde en düşük kesme enerjisi bu grupta elde edilmiştir. Bu grubun kesme enerjisi % 1.6 Ca + 150 mg/kg B ve % 0.8 Ca ve 75, 150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenen gruplardan önemli derecede düşük bulunmuştur. Ayrıca % 3.2 Ca + 300 mg/kg B içeren rasyonla beslenen piliçlerin kesme enerjisi, % 0.8 Ca + 150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonla beslenen piliçlerden önemli derecede düşük bulunmuştur.

Genel olarak ifade etmek gerekirse düşük Ca'lı rasyona farklı seviyelerde B ilavesi, kemik kesme enerjisini yükseltirken % 1.6 Ca içeren rasyona 75 mg/kg ve % 3.2 Ca içeren rasyona 300 mg /kg B ilavesi diğer bir çok gruba nispetle bu parametreyi önemli derecede olumsuz etkilemektedir. Kesme enerjisinin kemiğin kırılganlığının bir ölçüsü olduğu dikkate alınırsa belirtilen rasyonlarla kemiklerin kırılmaya hassas hale geldikleri söylenebilir. Kemiklerin kırılmaya karşı hassasiyetlerinin artması organik madde muhtevasının azalması ile yakından ilgilidir.

Yumurtlama öncesi rasyon Ca seviyesindeki artışa bağlı olarak doğrusal bir şekilde tibia kemiği et kalınlığı artmıştır. Yüzde 0.8, 1.6 ve 3.2 Ca içeren rasyonlarla

tibia et kalınlığı sırasıyla, 0.76, 0.80 ve 0.84 mm olup, yüksek Ca'lı rasyonla yemlenen piliçlerin kemik et kalınlığı, Ca seviyesi düşük (% 0.8) rasyonla beslenen piliçlerden önemli derecede (P<0.01) yüksek bulunmuştur. Rasyon B seviyeleri ile Ca ve B'nin farklı seviyelerinin kombinasyonlarından oluşan rasyonların (Ca x B interaksiyonu) kemik et kalınlığına önemli bir etkisi olmamıştır (Ek Çizelge 11).

Çizelge 4.11. Deneme Rasyonlarının 20 Haftalık Yaştaki Yumurta Tavuklarında Kemik Kesme Kuvveti,Kesme Enerjisi,Kemik Et Kalınlığı, Kemik Kesme Gerilmesi ve Kemik Dış Çapı na Etkisi.

Muameleler	**Kesme Kuvveti (N)**	**Kesme Enerjisi (N/mm)**	**Et Kalınlığı (mm)**	**Kesme Gerilmesi (N/mm)**	**Dış Çap (mm)**
Ca. Seviyesi, %					
0.8	774,3±27,83	994,2±48,31^{a}	0,76±0,02^{B}	56,7±1,52	6,37±0,05
1.6	768,0±27,83	852,4±47,27^{b}	0,80±0,02^{AB}	53,4±1,52	6,42±0,05
3.2	817,0±27,83	844,7±46,74^{b}	0,84±0,02^{A}	54,8±1,52	6,40±0,05
B.Seviyesi, mg/kg					
0	795,9±32,13	839,5±54,78	079±0,02	55,6±1,75	6,46±0,06
75	766,5±32,13	866,3±54,78	0,78±0,02	55,1±1,75	6,42±0,06
150	835,5±32,13	994,7±54,78	0,83±0,02	56,5±1,75	6,40±0,06
300	747,9±32,13	888,0±54,78	0,81±0,02	52,5±1,75	6,31±0,06
CaxB İnteraksiyonu					
0.8 0	748,8±55,65	716,8±97,63^{BC}	0,73±0,03	55,6±3,03	6,46±0,10^{abc}
0.8 75	803,5±55,65	1053,4±97,63^{AB}	0,74±0,03	60,3±3,03	6,36±0,10^{abcd}
0.8 150	825,0±55,65	1095,6±97,63^{A}	0,84±0,03	54,6±3,03	6,51±0,10^{ab}
0.8 300	719,9±55,65	1111,0±93,48^{A}	0,74±0,03	56,1±3,03	6,15±0,10^{d}
1.6 0	828,3±55,65	901,6±93,48^{ABC}	0,81±0,03	56,2±3,03	6,54±0,10^{ab}
1.6 75	711,7±55,65	653,2±93,48^{C}	0,75±0,03	53,9±3,03	6,29±0,10^{bcd}
1.6 150	820,6±55,65	1046,9±93,48^{AB}	0,83±0,03	54,7±3,03	6,46±0,10^{abc}
1.6 300	711,5±55,65	807,9±97,63^{ABC}	0,81±0,03	48,8±3,03	6,41±0,10^{abcd}
3.2 0	810,6±55,65	900,1±93,48^{ABC}	0,81±0,03	55,2±3,03	6,39±0,10^{abcd}
3.2 75	784,3±55,65	892,2±93,48^{ABC}	0,85±0,03	51,1±3,03	6,60±0,10^{a}
3.2 150	860,8±55,65	841,5±93,48^{ABC}	0,83±0,03	60,2±3,03	6,24±0,10^{cd}
3.2 300	812,4±55,65	745,0±93,48^{BC}	0,88±0,03	52,6±3,03	6,37±0,10^{abcd}

A, B, C: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,01)

a, b, c: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,05).

.Çizelge 4.12. Deneme Rasyonlarının 42 Haftalık Yaştaki Yumurta Piliçlerinin Kemik Kesme Kuvveti,Kesme Enerjisi,Kemik Et Kalınlığı, Kemik Kesme Gerilmesi ve Kemik Dış Çapı'na etkisi.

Muameleler	**Kesme Kuvveti (N)**	**Kesme Enerjisi (N/mm)**	**Et Kalınlığı (mm)**	**Kesme Gerilmesi (N/mm)**	**Dış Çap (mm)**
Ca. Seviyesi, %					
0.8	755,4±23,55	870,6±50,47	0,84±0,02	52,9±1,34	6,20±0,06
1.6	741,5±23,55	982,9±50,47	0,82±0,02	52,7±1,34	6,22±0,06
3.2	748,6±23,55	972,3±50,47	0,87±0,02	50,5±1,34	6,16±0,06
B.Seviyesi, mg/kg					
0	696,42±27,19 ^{b}	978,9±58,28	0,83±0,02	49,5±1,66	6,16±0,06
75	738,2±27,19 ^{ab}	955,8±58,28	0,85±0,02	51,2±1,66	6,24±0,06
150	758,81±27,19^{ab}	978,1±58,28	0,84±0,02	52,8±1,66	6,20±0,06
300	800,5±27,19 ^{a}	854,9±58,28	0,87±0,02	54,7±1,66	6,17±0,06
CaxB İnteraksiyonu					
0.8 0	660,1±47,10	747,1±100,94 ^{c}	0,79±0,04	49,8±2,87	6,08±0,11
0.8 75	760,9±47,10	958,8±100,94 ^{abc}	0,87±0,04	51,1±2,87	6,33±0,11
0.8 150	784,1±47,10	969,3±100,94 ^{abc}	0,89±0,04	51,4±2,87	6,27±0,11
0.8 300	816,4±47,10	807,3±100,94 ^{bc}	0,83±0,04	59,3±2,87	6,12±0,11
1.6 0	707,7±47,10	1106,2±100,94 ^{a}	0,80±0,04	51,3±2,87	6,21±0,11
1.6 75	732,2±47,10	927,6±100,94 ^{abc}	0,80±0,04	54,1±2,87	6,16±0,11
1.6 150	774,3±47,10	1147,9±100,94 ^{a}	0,83±0,04	54,6±2,87	6,22±0,11
1.6 300	751,6±47,10	749,8±100,94 ^{c}	0,85±0,04	51,0±2,87	6,29±0,11
3.2 0	721,5±47,10	1083,7±100,94 ^{ab}	0,89±0,04	47,4±2,87	6,21±0,11
3.2 75	721,4±47,10	980,9±100,94 ^{abc}	0,88±0,04	48,5±2,87	6,22±0,11
3.2 150	718,0±47,10	817,1±100,94 ^{bc}	0,81±0,04	52,4±2,87	6,11±0,11
3.2 300	833,5±47,10	1007,5±100,94^{abc}	0,92±0,04	53,8±2,87	6,10±0,11

a, b, c: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05)

Kemik dış çapı, diğer bir ifadeyle tibia kemiği kalınlığına muamelelerin etkisi önemli bulunmuştur (Ek Çizelge 11). Yüzde 0.8 Ca içeren rasyona 300 mg/kg B ilavesiyle tibia kalınlığı (6.15mm) 0 ve 150 mg/kg B içeren rasyonla yemlenen piliçlere nispetle (sırasıyla, 6.46 ve 6.51 mm) önemli ölçüde ($P<0.05$) azalmıştır. Bu grubun tibia kalınlığı ayrıca % 1.6 Ca + 0 (6.54 mm), % 1.6 Ca + 150 mg/kg B (6.46 mm) ve % 3.2 Ca + 75 mg/kg B içeren rasyonla beslenen piliçlerdende (6.60 mm) önemli derecede düşük bulunmuştur. Bütün gruplar içinde tibia kalınlığı en yüksek olan grup % 3.2 Ca ve 75 mg/kg B içeren rasyonla beslenen piliçler olup, bu grubun kemik kalınlığı % 0.8 Ca + 300 mg/kg B, % 1.6 Ca + 75 mg/kg B ve % 3.2 Ca ve 150 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenen piliçlerden önemli derecede yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Mevcut çalışmanın sonuçları ile kısmen karşılaştırma yapılabilecek literatürde sadece iki çalışma bulunmuştur. Birinci çalışmada (Wilson ve Ruszler, 1997) yumurtacı piliçler 0-16 haftalık dönemde ana rasyona 50, 100, 200 ve 400 mg/kg bor ilave edilerek yemlenmişler ve 16. haftada piliçler kesilerek tibia, femur, humerus ve radius kemikleri alınmış ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada rasyonda kullanılan hiçbir B seviyesi kemik dış çapını, kemik et kalınlığını önemli olarak etkilemezken 50 ve 100 mg/kg B seviyeleri ile tibianın kesme kuvveti ve gerilmesi ve femurun kesme kuvveti ve kesme enerjisi ana rasyona nispetle önemli derecede ($P<0.05$) artmıştır. Bununla beraber humerus ve radius kemiklerinde bu parametrelere rasyon B seviyesinin önemli bir etkisi olmamıştır. Ayrıca ana rasyona 400 mg/kg B ilavesi bu parametreleri ya etkilememiş yada azaltmıştır. Yumurtacı piliçlerin 16 haftalık yaştan itibaren 200 mg/kg B ilave edilerek 72. haftalık yaşa kadar beslendiği diğer bir çalışmada (Wilson ve Ruszler, 1998), bor ilavesiyle 32 haftalık yaşta tibia kesme kuvveti ve gerilmesi önemli derecede artarken, kesme enerjisi etkilenmemiştir.

Gerek mevcut çalışmadan ve gerekse yukarda belirtilen çalışmalardan elde edilen sonuçlar yumurtacı piliç rasyonlarına B ilavesiyle kemiğin bazı mekanik özelliklerinin iyileştiğini göstermektedir. Ancak B'nin bu müspet etkisi incelenen kemik tipine, rasyon B seviyesine ve genotipe bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

Yumurtlama öncesi rasyon Ca ve B seviyelerinin deneme gruplarının 42. hafta tibia mekanik özelliklerine etkisi Çizelge 4.12'de verilmiştir. Muameleler tavukların tibia et kalınlığı, kesme gerilmesi ve kemik dış çapını (kalınlık) önemli olarak etkilememiş ise de, ana faktör olarak rasyon B seviyesi tibia kesme kuvvetini ve rasyon Ca x B interaksiyonu ise kesme enerjisini önemli olarak etkilemiştir (Ek Çizelge 12).

Büyütme rasyonunda artan B seviyesi ile kesme kuvveti doğrusal bir şekilde artmış ve 300 mg/kg ilave B seviyesi ile rasyonda kullanılan diğer üç B seviyesine nispetle sadece sıfır seviyesinden önemli derecede yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur. Sıfır, 75, 150, 300 mg/kg B içeren rasyonlarla beslenen piliçlerin 42 haftalık yaştaki tibia kemiği kesme kuvveti sırasıyla, 694.4, 738.2, 758.8 ve 800.5 N olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada Ca x B interaksiyonunun 42. hafta tibia kesme enerjisine etkisi önemli (Ek Çizelge 12) olup, düşük Ca'lı rasyona B ilavesiyle kesme enerjisi doğrusal olmayan bir şekilde artmıştır ($P>0.05$). Yüzde 1.6 Ca + 300 mg/kg B ile % 3.2 Ca + 150 mg/kg B seviyeleri ile kesme enerjisi azalmıştır ve % 1.6 Ca + 300 mg/kg B içeren rasyonla beslenen piliçlerde kesme enerjisi, % 1.6 Ca + 0 ve 150 mg/kg B ve % 3.2 Ca + 0 mg/kg ilave B içeren rasyonla beslenen piliçlerden önemli derecede ($P<0.05$) düşük bulunmuştur. Bütün gruplar içinde en yüksek kesme enerjisi % 1.6 Ca + 150 mg/kg B içeren rasyonla elde edilmiş olup, bu grubun tibia kesme enerjisi ile % 0.8 + 0 ve 300 mg/kg, % 1.6 Ca + 300 mg/kg ve % 3.2 Ca + 150 mg/kg B içeren rasyonla beslenen gruplardan önemli derecede yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Bu sonuçlar düşük ve yüksek seviyede Ca (% 0.8 ve 3.2 Ca) içeren büyütme rasyonlarına B ilavesinin 42. haftada kemik kesme enerjisi bakımından önemli bir avantaj sağlamadığını, % 1.6 Ca içeren rasyonlara B ilavesinin doza bağlı olarak kesme enerjisini farklı şekilde etkilediğini ve 300 mg/kg B ilavesiyle kemik kesme enerjisinin azaldığını göstermektedir.

4.3.3 Kemik mineral muhtevası :

Deneme rasyonlarının 20 haftalık yaştaki piliçlerde tibia kemiği makro element ve bazı mikro element muhtevasına etkisi Çizelge 4.13'te, variyans analizi sonuçları ise, Ek Çizelge 13'te verilmiştir.

Yumurtlama öncesi rasyon Ca seviyesi, yumurtacı piliçlerin 20. haftada tibia Ca, P, K ve Mg seviyelerini önemli olarak etkilememiş isede Na ve S muhtevalarını önemli olarak etkilemiştir (Ek Çizelge 13). Yüzde 1.6 Ca içeren rasyonla beslenen piliçlerde tibia Na seviyesi (7817 mg/kg), % 0.8 ve 3.2 Ca içeren rasyonla beslenen piliçlerin tibia Na seviyelerinden (sırasıyla, 8339 ve 8441 mg/kg) önemli derecede ($P<0.05$) düşük bulunmuştur. Yüzde 3.2 Ca içeren rasyon, % 1.6 Ca içeren rasyona nispetle kemik Na muhtevasını önemli ölçüde arttırmıştır. Benzer durum kemik S muhtevasında da görülmüş olup, % 3.2 Ca içeren rasyonla kemik S muhtevası (23684 mg/kg), % 1.6 Ca içeren rasyona (19360 mg/kg) nispetle önemli ölçüde artmıştır ($P<0.01$). Yüzde 0.8 Ca içeren rasyona (20750 mg/kg) nispetle % 1.6 Ca içeren rasyonla kemik S muhtevası azalmış isede gruplar arasındaki farklılık rakamsal olup, istatistik bakımdan önemli bulunmamıştır. Esasen bu çalışmada % 1.6 Ca içeren rasyonla Na ve S dışındaki diğer makro elementlerin tibiadaki konsantrasyonları azalmıştır (Çizelge 13). Ancak Ca seviyeleri arasında Na ve S dışında kemik element konsantrasyonları arasındaki farklılıklar istatistik bakımdan önemli bulunmamıştır (Ek Çizelge 13). Yumurtlama öncesi rasyon Ca seviyesi piliçlerin kemik Mn, Zn, B, Cr, Fe muhtevalarını önemli olarak etkilememiş isede Cu muhtevasını önemli olarak etkilemiştir. İlave Ca içeren rasyonlarla (% 1.6 ve 3.2 Ca) kemik Cu muhtevası (her iki Ca seviyesi için 4 mg/kg), düşük Ca'lı kontrol grubuna (15 Cu mg/kg) nispetle önemli ölçüde ($P<0.05$) azalmıştır (Çizelge 4.13). Bu sonuçlar yumurtlama öncesi düşük Ca'lı rasyonun, makro element metabolizmasını olumlu yönde, Ca metabolizmasını ise olumsuz yönde etkilediğinin bir göstergesi olabilir. Ancak yumurtlama öncesi Ca seviyesini yumurtacı piliçlerde kemik mineralizasyonuna etkisi konusunda yapılan çalışmalarda kemikte genellikle Ca ve P muhtevaları incelenirken diğer elementler incelenmemiştir. Bu çalışmada yumurtlama öncesi

Çizelge 4.13. Deneme Rasyonlarının 20 Haftalık Yaştaki Yumurta Piliçlerinde Bazı Kemik Minerallerine Etkisi, mg/kg

Muameleler	Kalsiyum	Fosfor	Potasyum	Magnezyum	Sodyum	Kükürt
Ca Seviyesi, %						
0.8	249605±4477.5	199158±4076.2	13161±333.9	4214±70.9	8339±166.4 ^{a}	20750±848.3 ^{AB}
1.6	243778±4528.1	189147±4122.2	12556±337.6	4156±71.7	7817±168.3 ^{b}	19360±857.9 ^{B}
3.2	258671±4528.1	200432±4122.2	13506±337.6	4216±71.7	8441±168.3 ^{a}	23684±857.9 ^{A}
B Seviyesi, mg/kg						
0	242305±5247.9 ^{B}	186959±4777.6 ^{B}	12670±391.3 ^{b}	4113±83.2 ^{b}	7861±195.1 ^{B}	19807±994.3 ^{B}
75	239017±5170.2 ^{B}	185886±4706.8 ^{B}	12742±385.5 ^{b}	4036±81.9 ^{b}	7771±192.2 ^{B}	19671±979.5 ^{B}
150	262462±5170.2 ^{A}	208920±4706.8 ^{A}	14085±385.5 ^{a}	4398±81.9 ^{a}	8715±192.2 ^{A}	24910±979.5 ^{A}
300	258954±5247.9 ^{A}	203218±4777.6 ^{A}	12801±391.3 ^{b}	4235±83.2 ^{ab}	8450±195.1 ^{AB}	20671±994.3 ^{AB}
CaxB İnteraksiyonu						
0.8 0	229650±8955.1	177041±8152.4 ^{bc}	12382±667.7	4010±141.9	7711±332.9	19690±1696.6
0.8 75	231733±8955.1	183619±8152.4 ^{bc}	12400±667.7	4001±141.9	7754±332.9	18706±1696.6
0.8 150	264413±8955.1	214997±8152.4 ^{a}	14225±667.7	4374±141.9	8850±332.9	22974±1696.6
0.8 300	272625±8955.1	200974±8152.4 ^{a}	13639±667.7	4470±141.9	9043±332.9	21632±1696.6
1.6 0	241074±9353.3	184272±8514.9 ^{bc}	11863±697.4	4149±148.2	7495±347.7	17669±1772.0
1.6 75	227237±8955.1	173274±8152.4 ^{b}	12609±667.7	3910±141.9	7159±332.9	18681±1696.6
1.6 150	255001±8955.1	199354±8152.4 ^{ac}	13498±667.7	4458±141.9	8201±332.9	20875±1696.6
1.6 300	251800±8955.1	199689±8152.4 ^{ac}	12255±667.7	4108±141.9	8412±332.9	20215±1696.6
3.2 0	256192±8955.1	199563±8152.4 ^{ac}	13765±667.7	4179±141.9	8376±332.9	22062±1696.6
3.2 75	258081±8955.1	200766±8152.4 ^{ac}	13218±667.7	4198±141.9	8400±332.9	21627±1696.6
3.2 150	267973±8955.1	212410±8152.4 ^{a}	14533±667.7	4361±141.9	9093±332.9	30879±1696.6
3.2 300	252438±9353.3	188990±8514.9 ^{ac}	12508±697.4	4127±148.2	7894±347.7	20166±1772.0

A,B: Aynı sutunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.01

a,b,c: Aynı sutunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.05

Çizelge 4.13'ün devamı						
Muameleler	**Mangan**	**Çinko**	**Bor**	**Krom**	**Bakır**	**Demir**
Ca Seviyesi, %						
0.8	8±0.6	391±14.1	31±3.1	5±0.4	15±3.2^{a}	368±33.2
1.6	8±0.6	373±14.3	32±3.2	6±0.4	4±3.2^{b}	441±33.6
3.2	8±0.6	394±14.3	27±3.2	6±04	4±3.2^{b}	382±33.6
B Seviyesi, mg/kg						
0	7±0.8^{b}	371±16.5	19±3.7^{B}	5±0.5	5±3.7	454±38.9
75	7±0.7^{b}	361±16.3	32±3.6^{AB}	6±0.5	14±3.7	431±38.3
150	7±0.7^{b}	395±16.3	37±3.6^{A}	6±0.5	7±3.7	331±38.3
300	10±0.8^{a}	418±16.5	33±3.7^{A}	5±0.5	5±3.7	37±38.94
CaxB İnteraksiyonu						
0.8 0	7±1.3^{bc}	348±28.2	19±6.3^{de}	4±0.8^{B}	8±6.4	443±66.4^{abc}
0.8 75	4±1.3^{c}	331±28.2	43±6.3^{ab}	5±0.8^{B}	33±6.4	294±66.4^{c}
0.8 150	8±1.3^{b}	437±28.2	29±6.3^{bcde}	6±08^{AB}	13±6.4	328±66.4^{bc}
0.8 300	12±1.3^{a}	449±28.2	33±6.3^{bcd}	6±08^{AB}	6±6.4	409±66.4^{bc}
1.6 0	7±1.3^{bc}	366±29.5	22±6.5^{de}	5±0.8^{B}	3±6.7	505±69.3^{ab}
1.6 75	9±1.3^{ab}	345±28.2	30±6.3^{bcde}	8±0.8^{A}	3±6.4	624±66.4^{a}
1.6 150	6±1.3^{bc}	357±28.2	52±6.3^{a}	5±0.8^{B}	4±6.4	361±66.4^{bc}
1.6 300	9±1.3^{ab}	427±28.2	26±6.3^{bcde}	5±0.8^{B}	5±6.4	275±66.4^{c}
3.2 0	8±1.3^{b}	399±28.2	15±6.3^{e}	5±0.8^{B}	4±6.4	413±66.4^{bc}
3.2 75	8±1.3^{b}	407±28.2	23±6.3^{cde}	5±0.8^{B}	5±6.4	374±66.4^{bc}
3.2 150	7±1.3^{bc}	392±28.2	30±6.3^{bcde}	8±0.8^{A}	4±6.4	304±66.4^{c}
3.2 300	8±1.3^{b}	377±29.5	40±6.5^{abc}	4±0.8^{B}	4±6.7	439±69.3^{abc}
A,B: Aynı sutunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.01						
a,b,c: Aynı sutunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.05						

yüksek Ca'lı rasyonla kemik Ca, P, K, Mg değerleri artma temayülü göstermiştir. Yumurtacı piliçlerle yapılan diğer çalışmalarda da yüksek Ca'lı rasyonla kemik Ca muhtevasının (tibia veya femur) arttığı bildirilmiştir (Brooks, 1986; Keshavarz, 1987; Tombul, 2004).

Yumurtlama öncesi rasyon B seviyesi 20 haftalık yaştaki piliçlerin tibialarında tespit edilen bütün makro elementleri ve iz elementlerden Mn ve B seviyelerini önemli olarak etkilemiştir (Ek Çizelge 13). Yüz eli ve 300 mg/kg B içeren büyütme rasyonları ile kemik Ca ve P muhtevası, 0 ve 75 mg/kg B içeren rasyonla beslenen piliçlerden önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunurken; 150 mg/kg B içeren rasyonla beslenen piliçlerin tibia K, Mg, Na, S muhtevası, 0 ve 75 mg/kg B içeren rasyonla beslenen piliçlerden önemli derecede ($P<0.05$ ve $P<0.01$) yüksek bulunmuştur. Ayrıca kemik K seviyesi bakımından 150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonlar (sırasıyla, 14085 ve 12801 mg/kg) arasındaki farklılıklarda önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Esasen 150 mg/kg B içeren rasyonla karşılaştırıldığında 300 mg/kg ilave B içeren rasyonlarla ölçülen bütün makro elemntlerin tibiadaki seviyelerinde bir düşme görülmüştür. Ancak element konsantrasyonları kontrol ve 75 mg/kg B içeren rasyonla beslenen gruplardan daima daha yüksektir (Çizelge 13). Yumurtlama öncesi 300 mg/kg ilave B içeren rasyonla tibia Mn muhtevası (10 mg/kg) diğer bütün B seviyelerinden (7 mg/kg) önemli derecede ($P<0.05$) yüksek bulunmuştur. Tibia B konsantrasyonu ilave B içeren rasyonlarla önemli ölçüde artmıştır (Ek Çizelge 13). Sıfır, 75, 150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonlarla tibia B konsantrasyonu sırasıyla, 19, 32, 37 ve 33 mg/kg olup, kontrol grubu ile ilave B içeren rasyonla beslenen gruplar arasındaki farklılıklar önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. İlave B seviyeleri arasındaki farklılıklar fazla olmayıp en yüksek kemik B seviyesi 150 mg/kg B içeren rasyonla elde edilmiştir. Rasyona bu seviyenin üzerinde B ilavesi kemik B muhtevasında ilave bir artış sağlamamıştır. Rasyon B seviyesi arttıkça, yumuşak dokulardaki, kan ve kemiklerdeki B miktarının arttığı (Anonymous, 1980; Ku ve ark., 1991) bildirilmiştir. Mevcut çalışmadanda benzer sonuçlar alınmıştır. Yumurtacı piliçlerle (0-16 hafta) yapılan diğer bir çalışmada, 14.7 mg/kg B içeren ana rasyona 50, 100, 200 ve 400 mg/kg B ilavesiyle kemik B muhtevasının önemli derecede ($P<0.05$) arttığı, ilave B seviyeleri arasındaki farklılıkların önemli olduğunu ve en büyük artışın 400 mg/kg ilave B ile elde edildiği

ve rasyon B seviyesi ile kemik B muhtevası arasında yüksek bir korelasyon bulunduğu bildirilmiştir (Wilson ve Ruszler, 1997). Oysa mevcut çalışmada ilave B içeren rasyonlar arasında tibia B muhtevaları arasında önemli bir farklılık olmadığı gibi, en yüksek tibia B seviyesi ise 150 mg/kg B seviyesi ile elde edilmiştir. Wilson ve Ruszler (1997) kemik B muhtevasındaki artışın ana rasyona nispetle 16 kat daha yüksek olduğunu bildirmişler isede bu çalışmada ilave B içermeyen ana rasyonla karşılaştırıldığında tibia B muhtevasındaki artış, B muhtevasının en yüksek olduğu 150 mg/kg B içeren rasyonla (37 mg/kg B) yaklaşık 2 misli daha fazladır. Bu farklılığın en önemli sebebi Wilson ve Ruszler (1997) tarafından ilave B içermeyen ana rasyonla (14.9 mg/kg B) kemik B seviyesinin 0.87 mg/kg kuru made olarak bildirilmesidir, 400 mg/kg ilave B içeren rasyonla kemik B seviyesi ise 13.6 mg/kg'dır. Bu farklılıkların muhtemel sebebi deneme materyallerinin genotiplerinin farklı olması olabilir. Bu farklılığa deneme sürelerinin ve deneme rasyonlarında kullanılan B seviyelerinin farklı olmasıda katkıda bulunmuş olabilir. Kurtoğlu ve ark. (2005) tarafından etlik piliçlerle yapılan (45 gün) bir çalışmada ise, rasyon vitamin D_3 seviyesinden bağımsız olarak 5 ve 25 mg/kg B içeren rasyonlarla tibia B, Fe, Cu, Zn ve Ca seviyeleri önemli olarak etkilenmemiştir.

Mevcut çalışmada yumurtlama öncesi farklı rasyon Ca ve B seviyelerinin oluşturduğu muameleler (CaxB interaksiyonu) 20 haftalık yaştaki piliçlerde kemik P, Mn, B, Cr ve Fe muhtevalarını önemli olarak etkilemiştir (Ek Çizelge 13). Kalsiyum seviyesi düşük (% 0.8) rasyona B ilavesiyle kemik P seviyesi doğrusal bir şekilde artmış ve 150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonlarla, 0 ve 75 mg/kg B içeren rasyonlara nispetle önemli derecede ($P<0.05$) yüksek bulunmuştur. Yüksek Ca'lı (% 3.2) rasyona B ilavesiyle kemik P muhtevası önemli olarak etkilenmezken, % 1.6 Ca'lı rasyona 75 mg/kg B ilavesiyle kemik P seviyesi, % 0.8 Ca + 0 ve 75 mg/kg ilave B içeren rasyonlar ile % 1.6 Ca + 0 ilave B içeren rasyonlar hariç diğer bütün gruplardan önemli derecede ($P<0.05$) düşük bulunmuştur. Ayrıca % 3.2 Ca içeren rasyona 150 mg/kg B ilavesiyle kemik P muhtevası % 0.8 ve 1.6 Ca içeren 0 veya 75 mg/kg B ilave edilmiş rasyonlara nispetle önemli olarak artmıştır (Çizelge 13).

Yüzde 0.8 Ca'lı rasyona 300 mg/kg B ilavesi tibia Mn seviyesini (12 mg/kg), 0, 75 ve 150 mg/kg B içeren rasyonlara (sırasıyla, 7, 4, 8 mg/kg) nispetle önemli derecede artırmıştır. Yüzde 0.8 Ca ve 75 mg/kg B içeren rasyonla kemik Mn

muhtevası, bütün gruplar içinde Mn muhtevası en düşük olan grup olup, diğer bir çok gruptan önemli derecede farklı (düşük) bulunmuştur. Yüzde 1.6 ve 3.2 Ca içeren rasyonlara B ilavesi kemik Mn muhtevasını önemli olarak etkilememiş ve gruplar arasında rakamsal farklılıklar bulunmuştur. Mn muhtevası bakımından bütün muameleler içinde en yüksek değer % 0.8 Ca ve 300 mg/kg B içeren rasyonla elde edilmiş olup bu grubun Mn muhtevası % 1.6 Ca+75 ve 300 mg/kg içeren rasyonlar hariç, diğer bütün gruplardan istatistiki olarak önemli derecede ($P<0.05$) yüksek bulunmuştur.

Düşük Ca'lı ilave B içermeyen rasyona (tibia B muhtevası 19 mg/kg), 75 mg/kg B ilavesiyle tibia B seviyesi (43 mg/kg) önemli ölçüde ($P<0.05$) artarken, diğer B seviyeleri ile kemik B muhtevasındaki artış (29 ve 33 mg/kg B) önemli olmamıştır. Yüzde 1.6 Ca içeren rasyona 150 mg/kg B ilavesiyle kemik B muhtevası (52 mg/kg), aynı seviyede Ca ve 0, 75 ve 300 mg/kg ilave B içeren rasyonlara (sırasıyla, 22,30 ve 26 mg/kg) nispetle önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Yüzde 3.2 Ca içeren rasyona B ilavesiyle kemik B muhtevası doğrusal bir şekilde artmış isede sadece 300 mg/kg B seviyesiyle bu artış aynı seviyede Ca içeren diğer gruplardan önemli derecede yüksek bulunmuştur. Bütün muameleler içinde kemik B muhtevasının en yüksek olduğu üç grup, % 0.8 Ca + 75 , % 1.6 Ca + 150 ve % 3.2 Ca + 300 mg/kg ilave B içeren rasyonlarla beslenen gruplar olup, kemik B muhtevası sırasıyla 43, 52 ve 40 mg/kg'dır.

Düşük Ca'lı rasyona B ilavesiyle kemik Cr muhtevası önemli olmamakla beraber artarken, % 1.6 Ca'lı rasyona 75 mg/kg B ve % 3.2 Ca'lı rasyona 150 mg/kg B ilavesiyle kemik Cr muhtevası (sırasıyla 8 ve 8 mg/kg), aynı seviyede Ca içeren B seviyesi farklı diğer rasyonlardan önemli derecede yüksek bulunmuştur. Bu iki grubun kemik Cr seviyesi % 0.8 Ca+ 150 ve 300 mg/kg ilave B içeren rasyonla beslenen gruplar hariç diğer bütün gruplardan önemli derecede yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 13).

Kemik Fe muhtevasının en düşük olduğu grup, % 1.6 Ca + 300 mg/kg ilave B içeren rasyonlarla beslenen piliçler (275 mg/kg) olup, bu grubun kemik Fe muhtevası % 1.6 Ca + 0 veya 75 mg/kg ilave B içeren rasyonla beslenen piliçlerden (sırasıyla, 505 ve 604 mg/kg) önemli ölçüde düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Bütün gruplar içinde kemik Fe muhtevası en yüksek olan grup % 1.6 Ca + 75 mg/kg ilave B içeren

rasyonla beslenen grup olup, bu grubun kemik Fe muhtevası % 0.8 veya 1.6 Ca + 0 ilave B ile % 3.2 Ca + 300 mg/kg ilave B verilen gruplar hariç diğer bütün gruplardan önemli ölçüde yüksek bulunmuştur (Çizelge 13).

Genel olarak ifade etmek gerekirse yüksek Ca'lı rasyona farklı seviyelerde B ilavesi bu çalışmada tespit edilen kemik mineral muhtevalarını önemli olarak etkilememiş veya kemik P, Mn ve Cr muhtevalarında olduğu gibi diğer bazı muamelelere nispetle önemli derecede artmıştır (Çizelge 13).

Çizelge 13 genel olarak değerlendirildiğinde 20 haftalık yaştaki piliçlerde farklı seviyelerde Ca içeren büyütme rasyonlarına B ilavesinin kemik makro element muhtevasını artırdığı görülecektir. Bu durum bu elementlerin vucutta tutulan miktarlarının arttığını gösterir ki bu sonuç muhtemelen ilave B'nin bu elementlerin idrarla atılan miktarlarının azalması ile ilgili olabilir. Çünkü insanlarla yapılan çalışmalarda (Nielsen ve ark., 1987; Hunt ve ark., 1997) menapoz devresini geçirmiş ve B veya Mg'ca yetersiz dietle beslenmiş kadınlara düşük seviyede (3 mg/gün) B verildiğinde, idrarla atılan Ca, P ve Mg seviyesinin azaldığı bildirilmiştir. Bununla beraber CaxB interaksiyonun kemik iz mineral muhtevasına etkisi, rasyonda kullanılan Ca seviyelerine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Bu sonuçlar yumurtlama öncesi rasyon B seviyesinin piliçlerde mineral metabolizmasını etkilediğini göstermektedir.

Yumurtlama öncesi farklı seviyelerde Ca ve B içeren rasyonların müteakip yumurtlama döneminde, 42 haftalık yaştaki tavukların kemik mineral muhtevasına etkisi Çizelge 4.14'te, variyans analizi sonuçları ise Ek Çizelge 14'te gösterilmiştir.

Ana faktör olarak Ca seviyesi ile CaxB interaksiyonu kemik mineral (element) muhtevasını önemli olarak etkilememiştir. Bununla beraber ana faktör olarak rasyon B seviyesi tavuk kemiklerinin S, Mn, Zn ve B muhtevalarını önemli olarak ($P<0.01$) etkilemiş olup, rasyonda artan B seviyesi S, Mn ve Zn seviyeleri azalırken B muhtevası artmıştır (Çizelge 14). Yetmişbeş mg/kg B içeren rasyonla, kemik S muhtevası (19167 mg/kg), ilave B içermeyen rasyona (21432 mg/kg) nipetle önemli derecede düşmüş olup, bu gruplar ile diğer B seviyeleri ile beslenen gruplar arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır.

Yumurtlama öncesi dönemde ilave B içermeyen rasyonla beslenen tavukların kemik Mn ve Zn seviyeleri 75 ve 150 mg/kg ilave B içeren rasyonlarla önemli

ölçüde azalmış ($P<0.01$) isede ilave B içeren rasyonlar arasında önemli fark bulunmamıştır. Sıfır, 75, 150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonlarla tavukların kemik Mn muhtevaları sırasıyla, 9, 6, 6 ve 7 mg/kg ; Zn muhtevaları ise sırasıyla, 416, 354, 356 ve 374 mg/kg olarak bulunmuştur. Her iki elementin kemikteki konsantrasyonları 300 mg/kg ilave B ile B içermeyen rasyonla beslenen kontrol grubuna yakın bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu elementlerin aksine ilave B içeren rasyonlarla kemik B muhtevası, B içermeyen ana rasyona nispetle önemli ölçüde artmıştır ($P<0.01$; Çizelge 4.14). Sıfır, 75, 150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonlarla kemik B muhtevası sırasıyla, 6, 14, 19 ve 22 mg/kg olup, ilave B içeren rasyonlar arasında önemli farklılık bulunmamıştır. Literatürde maalesef bu sonuçlarla karşılaştırma yapılabilecek bir kaynak bulunamamıştır. Ancak rasyonda artan B seviyesi ile kemik B muhtevasının arttığı diğer çalışmalarda da (Ku ve ark. 1991; Wilson ve Ruszler, 1997).

Çizelge 4.14. Deneme Rasyonlarının 42 Haftalık Yaştaki Yumurta Tavuklarında Bazı Kemik Parametrelerine Etkisi, mg/kg

Muameleler	Kalsiyum	Fosfor	Potasyum	Magnezyum	Sodyum	Kükürt
Ca. Seviyesi, %						
0.8	237448±2906.4	187174±2646.1	12419±320.7	3960±53.7	8551±116.7	20820±472.2
1.6	227914±2874.0	180921±2616.5	11284±317.1	3881±53.1	8169±115.4	19852±467.0
3.2	234819±2906.4	184995±2646.1	11741±320.7	3962±53.7	8318±116.7	19915±472.2
B.Seviyesi mg/kg						
0	235780±3318.6	186914±3021.3	12466±366.1	3940±61.3	8565±133.2	21432^{A}±539.2
75	229075±3318.6	183140±3021.3	11643±366.1	3893±61.3	8221±133.2	19167^{B}±539.2
150	230850±3417.7	182032±3111.5	11787±377.1	3958±63.1	8212±137.2	20237^{AB}±555.3
300	234269±3318.6	185368±3021.3	11363±366.1	3946±61.3	8383±133.2	19946^{AB}±539.2
CaxB İnteraksiyonu						
0.8 0	242820±5747.9	193535±5233.0	13898±634.2	4066±106.2	9087±230.8	23437±933.9
0.8 75	231494±5747.9	185975±5233.0	11829±634.2	3949±106.2	8341±230.8	19198±933.9
0.8 150	234103±6003.5	183254±5465.7	12976±662.4	3949±110.9	8324±241.0	20985±975.5
0.8 300	230573±5747.9	185932±5233.0	10972±634.2	3875±106.2	8450±230.8	19659±933.9
1.6 0	235721±5747.9	189271±5233.0	11969±634.2	3968±106.2	8410±230.8	20983±933.9
1.6 75	226091±5747.9	179357±5233.0	10643±634.2	3800±106.2	8131±230.8	19025±933.9
1.6 150	226542±5747.9	178952±5233.0	11080±634.2	3922±106.2	8150±230.8	19669±933.9
1.6 300	223303±5747.9	176106±5233.0	11444±634.2	3834±106.2	7985±230.8	19733±933.9
3.2 0	228800±5747.9	177937±5233.0	11530±634.2	3786±106.2	8210±230.8	19877±933.9
3.2 75	229641±5747.9	184089±5233.0	12457±634.2	3931±106.2	8190±230.8	19279±933.9
3.2 150	231903±6003.5	183888±5465.7	11304±662.4	4002±110.9	8161±241.0	20058±975.5
3.2 300	248932±5747.9	194065±5233.0	11673±634.2	4130±106.2	8712±230.8	20466±933.2

A,B: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,01).

Çizelge 4.14'ün devamı						
Muameleler	**Mangan**	**Çinko**	**Bor**	**Krom**	**Bakır**	**Demir**
Ca Seviyesi, %						
0.8	7±0.6	382±11.4	15±2.6	5±0.3	7±1.7	245±17.8
1.6	7±0.5	368±11.3	12±2.5	5±0.2	6±1.6	209±17.6
3.2	7±0.6	375±11.4	18±2.6	4±0.3	7±1.7	228±17.8
B Seviyesi, mg/kg						
0	9±0.6 ^{A}	416±13.0 ^{A}	6±3.0 ^{B}	4±0.3	6±1.9	258±20.3
75	6±0.6 ^{B}	354±13.0 ^{B}	14±3.0 ^{AB}	5±0.3	9±1.9	211±20.3
150	6±0.7 ^{B}	356±13.4 ^{B}	19±3.0 ^{A}	5±0.3	6±1.9	229±20.9
300	7±0.6 ^{AB}	374±13.0 ^{AB}	22±3.0 ^{A}	5±0.3	6±1.9	211±20.3
CaxB İnteraksiyonu						
0.8 0	11±1.1	438±22.5	5±5.1	4±0.5	4±3.3	322±35.1
0.8 75	5±1.1	347±22.5	16±5.1	5±0.5	7±3.3	211±35.1
0.8 150	7±1.2	372±23.5	18±5.4	4±0.5	8±3.4	249±36.7
0.8 300	7±1.1	371±22.5	23±5.1	5±0.5	7±3.3	196±35.1
1.6 0	9±1.1	427±22.5	4±5.1	4±0.5	8±3.3	205±35.1
1.6 75	6±1.1	353±22.5	9±5.1	4±0.5	5±3.3	200±35.1
1.6 150	5±1.1	331±22.5	17±5.1	5±0.5	7±3.3	200±35.1
1.6 300	6±1.1	361±22.5	20±5.1	5±0.5	7±3.3	233±35.1
3.2 0	8±1.1	383±22.5	8±5.1	4±0.5	5±3.3	246±35.1
3.2 75	6±1.1	363±22.5	16±5.1	5±0.5	15±3.3	223±35.1
3.2 150	6±1.2	365±23.5	23±5.4	4±0.5	2±3.4	238±36.7
3.2 300	8±1.1	390±22.5	24±5.1	4±0.5	5±3.3	204±35.1

A,B: Aynı sutunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.01.

4.4. Kan parametreleri

Deneme rasyonlarının 20 haftalık yaştaki yumurtacı piliçlerin bazı serum parametrelerine etkisi Çizelge 4.15'te ve bu parametrelere ait variyans analiz sonuçları ise Ek Çizelge 15'te verilmiştir. Bilindiği gibi kan parametreleri hayvanın genel fizyolojik durumu hakkında faydalı bilgiler verir. Variyans analizi sonuçları muamelelerin piliçlerde bazı kan değerlerini önemli olarak etkilediğini göstermiştir.

Büyütme rasyonu Ca seviyesi 20 haftalık yaştaki piliçlerin serum K, Na, S, B, Zn ve Fe muhtevalarını önemli olarak etkilememiştir. Ancak serum Ca, Mg seviyeleri, rasyon Ca seviyesinden önemli derecede etkilenmiştir. Rasyonda artan Ca seviyesi ile serum Ca ve Mg seviyeside artmıştır. Yüzde 1.6 Ca'lı rasyonla beslenen piliçlerin serum Ca ve Mg seviyeleri, düşük Ca'lı (% 0.8) rasyonla beslenen piliçlerden önemli derecede yüksek bulunmuştur. Yüzde 3.2 Ca'lı rasyonla serum Ca ve Mg seviyeleri % 0.8 Ca'lı rasyonla beslenen piliçlere nispetle daha yüksek ise de % 1.6 Ca'lı rasyonla beslenen piliçlere nazaran daha düşük bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları yumurtlama öncesi rasyon Ca seviyesinin etkilerinin incelendiği iki araştırmadan (Tombul, 2004; Brooks, 1986) elde edilen sonuçlarla nispeten uyumludur. Tombul (2004) yumurtlama öncesi rasyon Ca seviyelerinin (% 2.0-4.0 arası) plazma Ca ve P seviyelerini önemli olarak etkilemediğini bildirmiştir. Oysa bu çalışmada serum Ca seviyesi, rasyonda artan Ca seviyesiyle artmış ve bu artış % 1.6 Ca ile önemli derecede yüksek olmuştur. Rasyonda artan Ca seviyesi ile serum Ca ve Mg muhtevasının arttığı Brooks (1986) tarafından da bildirilmiştir. Araştırıcı 15-21 haftalık büyüme döneminin 17, 19 ve 21. haftalarında piliçlerden alınan kan örneklerinde, % 2 ve 3 Ca içeren rasyonla serum Ca seviyesinin % 1 Ca'lı rasyonla beslenen piliçlere nispetle daha yüksek olduğunu, 17. haftada % 2.0 Ca içeren rasyonla serum Mg seviyesinin % 1.0 Ca'lı rasyonla beslenen gruba nispetle önemli derecede yüksek olduğunu ve fakat % 2 ve 3 Ca'lı rasyonlar arasındaki farklılığın önemli olmadığını bildirmişlerdir. Araştırıcı, 15, 17 ve 19. haftadan itibaren farklı seviyelerde Ca içeren rasyonlarla beslenen piliçlerde, 21 haftalık yaşta serum Ca, P, Mg, Na ve K seviyelerinin muamelelerden önemli olarak etkilenmediğini bildirmiştir. Bu sonuçlar piliçlerin müteakip yumurtlama dönemi için kemiklerinde daha çok Ca ve Mg depoladıklarının bir göstergesi olabilir.

Çizelge 4.15. Deneme Rasyanlarının 20 haftalık yaştaki yumurta piliçlerinde bazı serum parametrelerine etkisi (mg/L)

Muameleler	Kalsiyum	Potasyum	Magnezyum	Sodyum	Kükürt	Bor	Çinko	Demir
Ca seviyesi, %								
0.8	610±169^{b}	309±24,8	49,9±18,4^{b}	2100±143	965±130	6,6±0,55	12,3±1,7	14,3±1,55
1.6	1245±169^{a}	291±24,8	110,5±17,6^{a}	2127±143	795±129	6,8±0,55	15,8±1,7	12,7±1,55
3.2	1001±169^{ab}	316±24,8	83,5±18,0^{ab}	2269±143	893±129	7,7±0,55	15,9±1,7	12,0±1,55
B.Seviyesi, mg/kg								
0	720±194^{b}	271±28,4	59,4±21,1^{b}	1977±163	977±154	5,7±0,63^{b}	13,2±1,9	14,7±1,77
75	1465±194^{a}	358±28,4	132,0±20,1^{a}	2475±163	1006±147	6,7±0,63^{b}	17,9±1,9	14,3±1,77
150	953±194^{ab}	280±28,4	80,1±21,1^{ab}	2006±163	885±147	7,2±0,63^{ab}	14,7±1,9	10,9±1,77
300	671±194^{b}	312±29,2	53,7±20,1^{b}	2204±168	669±151	8,5±0,63^{a}	12,9±2,0	12,0±1,82
CaxB İnteraksiyonu								
0.8 0	742±331^{b}	268±48,4	66,4±37,7^{b}	1844±279	1377±270	5,2±1,08	15,9±3,2	21,7±3,02
0.8 75	605±346^{b}	398±50,6	49,5±35,9^{b}	2559±291	1021±258	5,4±1,13	12,7±3,4	17,0±3,16
0.8 150	548±331^{b}	281±48,4	41,2±37,7^{b}	1977±279	884±258	7,2±1,08	11,9±3,2	9,3±3,02
0.8 300	545±346^{b}	287±50,6	42,4±35,9^{b}	2021±291	577±258	8,5±1,13	8,7±3,4	9,2±3,16
1.6 0	817±331^{b}	261±48,4	60,7±34,4^{b}	2150±279	871±258	5,8±1,08	12,4±3,2	10,9±3,02
1.6 75	2530±331^{a}	334±48,4	245,5±34,4^{a}	2290±279	831±258	7,6±1,08	22,5±3,2	14,5±3,02
1.6 150	1025±346^{b}	233±50,6	91,8±35,9^{b}	1765±291	792±258	7,0±1,13	11,1±3,4	10,6±3,16
1.6 300	606±346^{b}	339±50,6	44,0±35,9^{b}	2306±291	687±258	7,0±1,13	17,2±3,4	14,7±3,16
3.2 0	600±346^{b}	284±50,6	51,1±37,7^{b}	1937±291	684±270	6,1±1,13	11,3±3,4	11,5±3,16
3.2 75	1258,0±331^{b}	341±48,4	101,0±34,4^{b}	2576±279	1165±247	7,2±1,08	18,6±3,2	11,4±3,02
3.2 150	1285±331^{b}	328±48,4	107,2±35,9^{b}	2276±279	980±247	7,5±1,08	20,9±3,2	12,6±3,02
3.2 300	863±346^{b}	312±50,6	74,8±35,9^{b}	2286±291	742±270	10,1±1,13	12,7±3,4	12,3±3,16

a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,05).

Ana faktör olarak rasyon B seviyesi, 20 haftalık yaştaki piliçlerin serum Ca, Mg ve B seviyelerini önemli olarak etkilerken, serum K, S, Zn ve Fe seviyelerini önemli olarak etkilememiştir (Ek Çizelge 15). Serum Ca ve Mg seviyesi ilave B içermeyen rasyonla karşılaştırıldığında, 75 mg/kg B içeren rasyonla önemli derecede ($P<0.05$) artmış isede rasyonda daha yüksek B seviyeleri ile her iki elementin serum konsantrasyonlarıda azalmıştır ve bu azalma 300 mg/kg B içeren rasyonla 75 mg/kg B içeren rasyona nispetle önemli bulunmuştur. Ana faktör olarak 0, 75, 150, 300 mg/kg B içeren rasyonla serum Ca seviyesi sırasıyla, 720, 1465, 953 ve 671 mg/L bulunurken, serum Mg seviyeleri sırasıyla, 59.4, 132.0, 80.1 ve 53.7 mg/L olarak bulunmuştur. Rasyonda artan B seviyesi ile serum B seviyeside doğrusal olarak artmış ve 0, 75, 150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonlarla sırasıyla, 5.7, 6.7, 7.2 ve 8.5 mg/L bulunmuştur. Üçyüz mg/kg B içeren rasyonla serum B seviyesi, 0 ve 75 mg/kg B içeren rasyonla beslenen piliçlereden önemli derecede yüksek bulunmuştur. Rasyonda artan B seviyesi ile plazma veya serum B seviyesinin arttığı başka çalışmalarda da (Kurtoğlu ve ark., 2005; Ku ve ark., 1991; Anonymous, 1980) bildirilmiştir. Ayrıca bu sonuçlar Chapin ve ark. (1997) tarafından bildirilen sonuçlarlada büyük ölçüde uyumludur. Araştırıcılar düşük ve çok yüksek seviyeler arasında B içeren rasyonlarla beslenen sıçanlarda, bor ilavesiyle serum Ca, P ve Mg miktarının arttığını ve bu artışın P ve Mg seviyelerinde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

CaxB interaksiyonu 20 haftalık yaştaki piliçlerin serum Ca ve Mg seviyelerini önemli olarak etkilemiştir (Ek Çizelge 15). Serum K, Na, S, B, Zn ve Fe seviyesi ise muamelelerden önemli olarak etkilenmemiştir. Yüzde 1.6 Ca+ 75 mg/kg ilave B içeren rasyonla beslenen piliçlerin serum Ca ve Mg muhtevası diğer bütün gruplardan önemli derecede ($P<0.05$) yüksek bulunmuştur (Çizelge 15). Düşük Ca'lı rasyona B ilavesiyle serum Ca ve Mg seviyeleri düşme temayülü gösterirken % 3.2 Ca'lı rasyona B ilavesiyle Ca ve Mg seviyeleri artmış isede bu artış, artan B seviyesiyle orantılı olmamıştır. Benzer durum % 1.6 Ca ve ilave B içeren rasyonlarlada gözlenmekte olup, % 1.6 Ca + 75 mg/kg B içeren rasyonla serum Ca ve Mg seviyeleri sırasıyla, 2530 ve 245.5 mg/L olup, % 1.6 Ca'lı diğer rasyonlardan ve diğer bütün muamelelerden önemli derecede yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur.

Yumurtlama öncesi rasyon Ca ve B seviyelerinin tavukların deneme sonu (42. hafta) serum mineral muhtevasına etkisi Çizelge 4.16'da verilmiş olup, yapılan variyans analizi CaxB interaksiyonunun tavukların serum S muhtevasını önemli olarak etkilediğini göstermiştir (Ek Çizelge 16). Muamelelerin 42 haftalık yaştaki tavukların serum Ca, P, Mg, Na, B ve Zn konsantrasyonlarına ise önemli bir etkisi olmamıştır.

Büyüme döneminde düşük Ca'lı rasyonla beslenen tavuklarda rasyona B ilavesiyle serum S seviyesi olumsuz yönde etkilenmiş ve % 0.8+150 mg/kg ilave B içeren rasyonla (401.7 mg/ L) serum S seviyesi, ilave B içermeyen rasyona (909.6 mg/L) nispetle önemli derecede ($P<0.05$) düşmüştür. Bu grubun serum S seviyesi ayrıca % 1.6 Ca+150 mg/kg ilave B içeren rasyonla beslenen gruptanda önemli derecede düşük ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.16). Yüzde 1.6 Ca+150 mg/kg B içeren rasyonla beslenen tavukların serum S muhtevası, aynı seviyede Ca içeren rasyonla beslenen gruplardan ve % 0.8 Ca+150 ve 300 mg/kg B içeren rasyonla beslenen gruplardan önemli derecede ($P<0.05$) yüksek bulunmuştur Ana faktör olarak büyütme rasyonu Ca ve B seviyesinin serum S konsantrasyonuna önemli bir etkisi olmamıştır.

Çizelge 4.16. Deneme Rasyonlarının 42 haftalık yastaki yumurta tavuklarında bazı serum Parametrelerine etkisi (mg/L)

Muameleler	Kalsiyum	Potasyum	Magnezyum	Sodyum	Bor	Çinko	Kükürt
Ca seviyesi, %							
0.8	1195,7±191,06	587,0±48,27	104,7±19,66	3079,8±60,87	6,0±0,74	22,2±1,94	668.9±86.6
1.6	1127,8±193,22	604,9±48,82	102,2±19,88	3090,4±61,56	4,7±0,75	23,8±1,96	637.7±87.5
3.2	1087,6±197,47	600,5±49,89	97,7±20,31	3102,5±62,91	5,9±0,76	19,8±2,00	759.5±89.5
B.Seviyesi, mg/kg							
0	1111,9±220,62	640,5±55,73	94,6±22,70	3160,6±70,29	5,5±0,85	24,0±2,24	727.8±99.9
75	1347,4±223,94	596,6±56,58	121,9±23,04	3124,6±71,35	4,7±0,86	23,4±2,27	725.0±101.5
150	1200,4±223,94	558,8±56,58	111,6±23,04	3018,5±71,35	5,8±0,86	21,2±2,27	763.4±101.6
300	888,4±227,21	594,0±57,40	78,0±23,38	3059,9±72,39	6,4±0,88	19,0±2,31	538.6±102.9
CaxB İnteraksiyonu							
0.8 0	1766,9±382,13	694,6±96,54	163,2±39,31	3223,7±121,75	6,2±1,47	23,6±3,88	909.6±173.1 ^{ab}
0.8 75	1295,5±382,13	560,5±96,54	108,0±39,31	3222,2±121,75	4,4±1,47	22,2±3,88	860.8±173.1 ^{abc}
0.8 150	876,9±382,13	583,9±96,54	75,4±39,31	3085,6±121,75	5,7±1,47	21,1±3,88	401.7±173.1 ^{c}
0.8 300	843,4±382,13	509,2±96,54	72,0±39,31	2787,7±121,75	7,8±1,47	21,7±3,88	503.7±173.1 ^{bc}
1.6 0	902,8±382,13	617,9±96,54	72,5±39,31	3102,3±121,75	4,6±1,47	30,4±3,88	559.6±173.1 ^{bc}
1.6 75	1231,9±382,13	623,2±96,54	114,3±39,31	3181,2±121,75	4,7±1,47	22,7±3,88	460.2±173.1 ^{bc}
1.6 150	1178,1±382,13	542,6±96,54	109,8±39,31	2884,6±121,75	5,0±1,47	20,9±3,88	1097±173.1 ^{a}
1.6 300	1198,4±399,12	636,1±100,84	112,2±41,06	3193,2±127,16	4,7±1,54	21,1±4,05	433.2±180.8 ^{bc}
3.2 0	665,9±382,13	609,1±96,54	48,1±39,31	3155,7±121,75	5,6±1,47	18,0±3,88	714.0±173.1 ^{abc}
3.2 75	1514,9±399,12	606,2±100,84	143,3±41,06	2970,3±127,16	4,9±1,54	25,3±4,05	853.9±180.8 ^{abc}
3.2 150	1546,1±399,12	549,9±100,84	149,4±41,06	3085,1±127,16	6,6±1,54	21,8±4,05	791.0±180.8 ^{abc}
3.2 300	623,5±399,12	636,9±100,84	49,9±41,06	3198,8±127,16	6,6±1,54	14,2±4,05	678.9±180.8 ^{abc}

a, b, c: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,05).

A, B: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,05).

5. SONUÇ

Erken yumurtlama veya maksimum (pik) verim döneminde kabuk kalitesinin arttırılması ve iskelet kusurlarının azaltılması amacıyla yumurtacı piliçleri büyüme döneminin son safhasında Ca ve B seviyesi farklı rasyonlarla yemlemenin hem büyüme ve hemde müteakip yumurtlama dönemi performans, kabuk kalitesi, kemik mineralizasyonu ve bazı serum parametrelerine etkilerini tespit amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada 14-20 haftalık yaşta 864 adet Super Nick yumurtacı piliç 3 farklı Ca (% 0.8, 1.6 ve 3.2) ve 4 farklı B seviyesinin (0, 75, 150 ve 300 mg/kg) oluşturduğu toplam 12 rasyonla yemlenmiştir. Piliçler 20-42 haftalık yaş döneminde bu ırk (hat) için tavsiye edilen seviyelerde besin maddesi içeren tavuk rasyonu ile yemlenmişlerdir. Çalışma Fakültemizin Araştırma ve Uygulama çiftliğindeki tavuk kümesinde yürütülmüştür. Her bir kafes gözüne 4 piliç konulmuş ve birbirine bitişik 3 kafes gözü alınmıştır. Oniki muamelenin 6 tekerrürlü olarak yürütüldüğü çalışmanın (72 al grup) her bir tekerrüründe 12 adet piliç kullanılmıştır. Denemede önce % 0.8, 1.6 ve 3.2 Ca içeren 3 adet büyütme yemi (ana rasyon) hazırlanmış ve bu rasyonlara 0, 75, 150 ve 300 mg/kg seviyesinde B sağlayacak şekilde borik asit katılmıştır. Denemede hayvanların performans özellikleri (CA, CAA, YT, YDK, yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve kitlesi), kabuk kalitesi (kabuk ağırlığı, kalınlığı, özgül ağırlık, kabuk mukavemeti), kemik mineralizasyonu (kül muhtevası, mineral muhtevası, kemik kesme kuvveti, kesme gerilmesi, kesme enerjisi, kemik çapı ve kemik duvarı kalınlığı gibi mekanik özellikler) ve piliçlerin 20. haftada ve tavukların 42. haftada bazı serum mineral muhtevaları incelenmiştir.

Büyüme dönemi yüksek Ca (% 3.2) ve B (bilhassa 300 mg/kg B) içeren rasyonlarla piliçlerin 20. ve 42. haftadaki canlı ağırlıkları ile 14-20 ve 20-42 haftalık dönemlerdeki CAA olumsuz yönde etkilenirken, CaxB interaksiyonu bu parametreleri önemli olarak etkilememiştir. Hiçbir muamele gerek büyüme ve gerekse yumurtlama dönemindeki YT'yi önemli olarak etkilemediği gibi, yumurta verimi, yumurta kitlesi ve yem /yumurta kitlesi şeklinde tespit edilen YDK'da muamelelerden önemli olarak etkilememiştir. Bununla beraber büyüme döneminde düşük Ca'lı rasyonla beslenen tavukların, denemenin bazı dönemlerinde ve 20-42 haftalık dönemindeki yumurta ağırlığı diğer Ca seviyelerinden önemli derecede

yüksek bulunmuştur. Rasyon B seviyesi ile CaxB interaksiyonunun YA'ya önemli bir etkisi olmamıştır.

Yüzde 3.2 Ca içeren büyütme rasyonu ile 36. haftada tespit edilen kabuk kalınlığı ve kabuk mukavemeti önemli derecede artarken, kabuk ağırlığı (g ve % olarak) ve yumurta özgül ağırlığı rasyon Ca seviyesinden önemli olarak etkilenmemiştir. İlave B içeren rasyonlarla kabuk kalınlığı ($P<0.00$) ve kabuk mukavemeti önemli derecede ($P<0.059$ azalırken, kabuk ağırlığı ve yumurta özgül ağırlığı etkilenmemiştiri. CaxB interaksiyonu bu çalışmada tespit edilen kabuk özelliklerinden sadece kabuk ağırlığını önemli olarak etkilemiş isede diğer karakterleri önemli olarak etkilememiştir. Yüzde 3.2 Ca ve hiç ilave B içermeyen (0 mg/kg) rasyonla 36. haftada ölçülen kabuk kalınlığı ve kabuk mukavemeti diğer bütün gruplardan önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunurken, aynı haftadaki yumurta özgül ağırlığı, % 1.6 Ca + 75 mg/kg ilave B içeren rasyonla beslenen grup ile diğer bütün gruplardan önemli derecede düşük ($P<0.01$) bulunmuştur.

Kırkiki haftalık yaştaki kemik kül muhtevası hiçbir muameleden önemli derecede etkilenmezken, 20 haftalık yaştaki piliçlerde kemik kül muhtevası rasyon B seviyesinden önemli derecede ($P<0.01$) etkilendi ve 150 mg/kg ilave B içeren rasyonla beslenen piliçlerde diğer B seviyelerinden yüksek olmuştur.

Yüksek Ca'lı rasyonla 20 haftalık yaştaki piliçlerde kemik et kalınlığı düşük Ca'lı (% 0.8) rasyona nispetle önemli derecede ($P<0.01$) artarken, kesme enerjisi önemli derecede azalmıştır. Rasyon Ca seviyesinin kemik çapına (kalınlık), kesme kuvveti ve kesme gerilmesine önemli bir etkisi olmamıştır. Rasyon Ca seviyesi 42 haftalık yaşta tespit edilen kemiğin mekanik özelliklerinden hiç birisinide önemli olarak etkilemedi. Rasyon B seviyesi 20 haftalık piliçlerde kemik et kalınlığı, dış çapı, kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve kesme enerjisini önemli olarak etkilemezken, 42 haftalık yaşta sadece kemik kesme kuvvetini önemli olarak etkilemiştir. Bu haftada rasyonda artan B seviyesi ile kesme kuvvetide artmış ve 300 mg/kg ilave B içeren rasyonla diğer B seviyelerine nispetle önemli derecede ($P<0.05$) yüksek bulunmuştur. CaxB interaksiyonu 20 ve 42 haftalık yaştaki tavuklarda kemiğin mekanik özelliklerine ait parametrelerden sadece kemik kesme enerjisini önemli olarak etkilemiştir. Kemik kesme enerjisi, kemiğin kırılganlığının bir ölçüsü, kesme enerjisi düşük kemikler kırılmaya karşı daha hassastırlar. Düşük

Ca'lı (% 0.8) rasyona B ilavesiyle, bilhassa 150 ve 300 mg/kg B seviyeleri ile kesme enerjisi 20 haftalık yaşta önemli derecede ($P<0.01$), 40 haftalık yaşta ise önemli olmamakla birlikte artarken, yüksek Ca'lı rasyona B ilavesiyle bir miktar düşmüştür.Yüzde 1.6 Ca + 150 mg/kg ilave B içeren rasyonla kesme enerjisi, aynı seviyede Ca içeren diğer rasyonlara nispetle 20. ($P<0.05$) ve 40. haftalarda ($P>0.05$) daha yüksek olmuştur.

CaxB interaksiyonu tavuklarda 20. haftada tibia kemiklerinde tespit edilen mineral muhtevalarını önemli olarak etkilerken 42. haftada önemli olarak etkilememiştir. Ancak bütün Ca seviyelerinde rasyonda artan B seviyesi ile kemik B muhtevası artmıştır. Yirmi haftalık yaştaki piliçlerde rasyon CaxB interaksiyonu kemik Ca, K, Mg, Na ve S muhtevasını önemli olarak etkilememiş isede bütün Ca seviyelerinde bu elementlerin kemikteki miktarları artmıştır. Düşük Ca'lı rasyona 150 ve 300 mg/kg b ilavesiyle kemik P, Mn ve B muhtevası bazı gruplara nispetle önemli derecede artarken, % 1.6 Ca + 75 mg/kg ilave B içeren rasyonla kemik Cr ve Fe muhtevası, % 3.2 Ca ve 300 mg/kg ilave B ile kemik Cr muhtevası diğer birçok gruptan önemli derecede yüksek bulunmuştur.

Anafaktör olarak rasyon Ca seviyesi 20 haftalık yaştaki piliçlerde bazı kemik mineral muhtevalarını önemli olarak etkilememiş olup, % 3.2 Ca'lı rasyonla kemik Na ve S muhtevası artarken Cu miktarı azalmıştır ($P<0.05$). Diğer bir anafaktör olan B'nin rasyonda artan seviyesi ile birlikte bazı elementlerin kemikteki konsantrasyonlarıda artmıştır. Yüzelli ve 300 mg/kg ilave B içeren rasyonlarla piliçlerin 20 haftalık yaştaki kemik Ca, K, Mg, Na, S ve B seviyeleri 0 veya 75 mg/kg ilave B içeren rasyonlara nispetle önemli derecede yüksek bulunurken, 300 mg/kg ilave B içeren rasyonla kemik Mn seviyesi diğer B seviyelerinden önemli derecede ($P<0.05$-0.01) yüksek bulunmuştur. Rasyonda artan B seviyesi ile tibia Zn muhtevası doğrusal bir şekilde artmış isede Fe muhtevası azalmıştır ($P>0.05$).

Rasyon CaxB interaksiyonu 20 haftalık yaştaki piliçlerde serum Ca ve Mg muhtevasını önemli olarak etkilemiş ve % 1.6 Ca + 75 mg/kg ilave B içeren serum Ca ve Mg seviyesi diğer bütün gruplarda yüksek bulunmuştur. Ayrıca rasyon CaxB interaksiyonu 42. haftalık yaştaki tavuklarda serum S muhtevasını da önemli olarak etkilemiş olup, % 0.8 Ca + 150 mg/kg ilave B içeren rasyonla serum S muhtevası önemli derecede azalırkeni % 0.8 Ca ve ilave B içermeyen (0 mg/kg) rasyonla

önemli derecede artmıştır ($P<0.05$). Anafaktör olarak rasyon Ca seviyesi arttıkça serum Ca ve Mg seviyesi doğrusal olmamakla beraber önemli derecede artarken ($P<0.05$), rasyon B seviyesi arttıkça, serum B konsantrasyonuda önemli derecde ($P<0.05$) artmış ve 300 mg/kg ilave B içeren rasyonla 0 ve 75 mg/kg B içeren rasyonlarda önemli derecede yüksek bulunmuştur.

Sonuç olarak bu çalışmada, büyüme döneminin son safhasında düşük (% 0.8)ve orta seviyede (% 1.6) Ca içeren rasyonlara bilhassa 150 mg/kg B ilavesiyle gerek piliçlerde (20. hafta) ve gerekse yumurta tavuklarında (42. hafta) kemik mineral metabolizmasının olumlu yönde etkilendiğini ve bu B seviyesinin yumurtlama öncesi piliç rasyonları için muhtemelen optimum olduğunu gösteren önemli bulgular vermiştir.

6. KAYNAKLAR

Akyıldız, A.R., 1986. Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. A.Ü.Z.F. Yayın No: 974. A.Ü. Basımevi, 2. Baskı, ANKARA.

Anonim, 1992. Laboratuvar analiz sonuçları özeti. Yem Sanayi Türk A.Ş. Genel Müdürlüğü Merkez laboratuarı, ANKARA.

Anonymous,1980.Mineral tolerance of domestic animals.National Academy of Sciences,Washington,D.C.

Anonymous, 2001. Toxicological review of boron and compounds. (CAS Mo. 7440-42-8), U.S. Enviromental Protection Agency-EPA, Washington, D.C.

Anonymous, 2005. "Supper Nick" Beyaz Yumurtacı. C.P. Group, Mecidiyeköy/İSTANBUL.

ASAE Standarts, 2003. Shear and three- point bending test of animal bone. ANSI/ASAE S 459 DEC 01, USA.

Ayyıldız, H.F. 2004. İyon değiştirici membranlarla bor giderilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, KONYA.

Bar, A. and Hurwitz, S., 1972. Relationship of duodenal calcium-binding protein to calcium absorbtion in the laying fowl. Comparative Biochemistry and Physiology, 4/A: 383-389.

Bar,A.,A.Cohen,S.Edelstein, M.Shemesh, G.Montecuccoli,and S.Hurvitz,1978.Involvement of cholecalciferol mecabolism in birds in the adaptation of calcium absorptions to the needs during reproduction. Comp.Biochem.Physiol.59B:245-249

Bar, A., Vax, E. and Striem, S., 1992. Relationships between calbidin and calcium transport by the eggs shell gland. Comparative Biochemistry and Physiology, 1001A: 845-848.

Bock, M.A., Povey, M. and Ortiz, M. 1990. Fecal and urinary excreation of calcium (Ca), magnesium (Mg) and manganese (Mn) in female rats fed high and low levels of calcium and boron (B). Fasebj. 4:A520 (Abstr.).

Brooks, L.G., 1986. The effect of feding pre-laying levels of dietary calcium on mineral metabolism in pullets from 15 to 21 weeks and subsequent laying performance. Ph.D. Dissertation, Texas A and M University.

Brown, T.F., McCormick, M.E., Morris, D.R., and Zerrunge, L.K, 1989. Effects of dietary boron on mineral balance in sheep. Nutrition Res., 9: 503-512.

Candlish,J.K. 1971.The formation of mineral and organic matrix of fowl cortical and medullary bone during shell calcification. Br. Poult. Sci. 12:119-127

Chapin, R.E., W. W. Ku, M.A. Kenney, H. McCoy, B. Gladen, R.N. Wine, R. Wilson, and M.R. Elwell, 1997. The effects of dietary boron on bone strength in rat. Fund. Appl. Toxicol. 35:205-215.

Culver, B.D., Shen, P.T., Taylor, T.H., 1994. The relationship of blood and urine-boron to boron exposure in borax-workers and the usefulness of urine-boron as an exposure marker. Environ Health Perspect 102 (Suppl 7): 133-137.

Çalık, A. 2002. "Türkiye'nin Bor Madenleri ve Özellikleri", Sayı: 508

Devirian, T.A. and Volpe, S.L., 2003. The physiological effects of dietary boron. Critical Reviews in Food Sci. And Nut. 43: 219-231

Düzgüneş, O., 1975. İstatistik Metotları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 578. A.Ü. Basımevi, ANKARA.

Elliot, M.A., and Edwards, H.M., Jr., 1989.Effect of dietary boron on the development of tibial dyschondroplasia in broiler chickens.Poultry Sci.68(Suppl.1):50 (Abstr.)

Elliot, M.A., and Edwards, H.M., Jr., 1990. Effect of dietary boron on tibial dyschondroplasia and rickets in broiler chicks. Paper presented at the 11th. Ann. Meet. of the S. Poultry Sci. Soc., January 29-30, Atlanta, GA.

Elliot, M.A. and H.M. Edwards, Jr., 1992. Studies to determine whether an interaction exist among boron, calcium, and cholecalciferol on the skeletal development of broiler chickens. Poultry sci. 71:677-690.

Eren, M., Uyanık, F., Küçükersan, S., 2004. The influence of dietary boron on egg quality and serum calcium, inorganic phosphorus, magnesium levels and alkaline phosphatase activity in laying hens. Res. in Vet. Sci. 76: 203-210.

Etches, R.J., 1987. Calcium logistics in the laying hen. J. Nut. 117: 619-628.

Gilbert, A.B., Peddie, J., Mitchell, G.G. and Teague, P.W., 1981. The egg laying response of domestic hen to variation in dietary calcium. Br. Poult. Sci. 22: 537-548.

Hunt, C.D. and Nielsen, F.H., 1981. Interaction between boron and cholecalciferol in the chick. In: J. McHowell, J.H. Gawthorne and C.L. White (Eds.) Trace Elements in Man and Animals., Australian Academy of Sci. Canberra, 597-600.

Hunt, C.D. and Nielsen, F.H. 1986. Interactions among dietary boron, molybdenum, and magnesium in the chick. Fed. Proc. 45:485-491.

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 Idso, J.P., 1994. Dietary boron modifies the effects of vitamin D on indices of energy substrate utilisation and mineral metabolizm in the chick. J. of Bone and Mineral Res, 9:171-181.

Hunt, C.D., S.L. Herbel and F.H. Nielsen, 1997. Metabolic responses of postmenopausal women to supplemental dietary boron and aluminum during usual and low magnezyum intake: boron, calcium and magnesium absorbtion and retention and blood mineral concentrations. Am. J. Clin. Nut.65:803-813.

Hurwitz, S. And Bar, A., 1965. Absorption of calcium and phosphorus along the gastrointestinal tract of the laying fowl as influenced by dietary calcium and egg shell formation. J. Nut. 86: 433-438.

Hurwitz, S. and Bar, A., 1969. Calcium reserves in bones of laying hens: their presence and utilization. Poultry Sci. 48: 1391-1396.

Hurwitz, S. and Bar, A., 1971. The effect of the prelaying mineral nutrition on the development, performance and mineral metabolism of pullets. Poultry Sci. 50: 1044-1055.

Hurwitz, S. and Griminger P., 1960. Observation on the calcium balance of laying hens. J. Agric. Sci. 54:373-377.

Hurwitz, S. and Grimminger, P., 1961. Partition of calcium and phosporus excretion by the hen. Nature, 189: 759-760.

Hurwitz, S., 1964. Calcium metabolism of pullets at the onset of the production as influenced by dietary calcium level. Poultry Sci. 43:1462-1472.

Hurwitz, S., 1996. Homeostatic control of plasma calcium concentration. Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology. 31: 41-100.

IEHR (Institute for Evaluating Health Risks), 1997. An assesment of boric acid and borax using the IEHR evaluative process for assessing human developmental and reproductive toxicity of agents. Reprod. Toxicol 11:123-160.

Kenny, A., 1976. Vitamin D metabolism: physiological regulation in laying Japanese quail. American J. of Physiology. 230: 1609-1615.

Keshavarz, K. and Nokajima, S., 1993. Re-evaluation of calciun and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and egg shell quality. Poultry Sci. 72:144-153.

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, Poultry Sci. 66:1576-1582.

Keshavarz, K., 1989. Calcium nutrition can directly influence shell quality. Feedstuffs, February 20, 23-25.

Keshavarz, K., 1992. Proper calcium and phodphorus nutrition during growing and laying periods for optimum bone formation and egg shell quality. Multi-State Poultry Feding and Nutrition Conference, May 21-23, Indiana.

Klassing, K.C., 1998. Comparative Avian Nutrition. CABI Publishing, Wallingford, UK. 238-248.

Ku, W.W., Chapin, R.E., Moseman, R.F., Brink, R.E., Pierce, K.D. and Adams, K.Y., 1991. Tissue disposition of boron in male Fischer rats. Toxical. Appl. Phormacol. 111:145-151.

Kurtoğlu, V., Kurtoğlu, F., Şeker, E., Balevi, T. and Çetingül, İ.S., 2002. Effects of boron supplementation on performance and some serum biochemical parameters in laing hens. Revue Med., Vet. 153: 823-828.

Kurtoğlu, F., Kurtoğlu, V., Çelik, İ., Keçeci, T. and Nizamlıoğlu, M., 2005. Effects 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 D_3) content. British Poult. Sci. 46: 87-96.

Larbier, M. and Leclercq, B., 1994. Nutrition and Feeding of Poultry. Nottingham University pree, Leicestershire, UK. 108-111.

Maynard, R.A., Loosli, S.K., Hintz, H.F. and Wasner, R.G., 1979. Animal Nutrition. (7th Ed.) McGraw-Hill book Company, NY, USA, 220-238.

McCoy, H., Montgomery, C., Kenny, M.A. and Williams, L., 1990. Effect of boron supplementation on bones from rats fed low-calcium diets. Faseb J., 4: A1050.

Meacham, S.L., Taper, L.J. and Volpe, S.L., 1995. Effect of boron supplementation on blood and urinary calcium, magnesium and phosphorus, and urinary boron in athletic and sedentary women. Am. J. Clin. Nutr. 61:341-345.

Minitab, 2000. Minitab Reference Manuel (release 13.0), Minitab Inc. State Coll. P.A., USA.

Miller, P.C. and Sunde, M.L., 1975. Dietary calcium levels in pre-lay and lay diets in leghorn pullets. Poultry Sci. 54: 1856-1867.

Montecuccoli, G., Hurwitz, S., Cohen, A., and Bar, A., 1977. The role of 25-hydroxy cholecalciferol-1-hydroxylase in the birds. Comparative Biochemistry and Physiology. 57A: 335-339.

Mraz, F.R., 1972. Influence of pre-laying dietary calcium upon tibial Ca^{45} uptake in 20 weks old pullet. Poultry Sci. 51: 1058-1059.

Mstat, 1980. Mstat User's guide: statistics (version 5), Michigan State University, Michigan, USA.

Munson, P.C. and Gray, A.H., 1970. Thyrocalcitonin; failure to demostrate a paratiroid releasing factor. Ann. Rev. Phsiol. 25: 325-360.

Nielsen,FH., Shuler, T.R., Zimmerman, T.S.and Uthes, E.O., 1988.Magnesium and methlonine deprivation affect the response of rats to boron deprivation.Biol. Trace Elem.Res. 17:91-107.

Nielsen, F.H. and Shuler, T.R. 1992. Studies of the interaction between boron and calcium, and its modifacation by magnesium and potassium, in rats: Effects on growth, blood variables and bone mineral composition. Biol. Trace Elem. Res. 35: 225-237.

Nielsen, F.H., 1991. Nutritional requirements of boron, silicon, vanadium, nickel and arsenic: current knowledge and speculations. Faseb J. 5: 2661-2667.

Nielsen,F.H.,1996.Other trace elements.In:Prensent knowledge in nutrition.Filler,L.J.,and Ziegler,E.E.(eds).7th edn.International Life Sciences Institute,Nutrition Foundation,Washington,D.C

Nielsen, F.H., 1997. Boron in human and animal nutrition. Plant and Soil, 193: 199-208.

Nielsen, F.H., 1998. Ultratrace elements in nutrition: current knowledge and speculation. The J. of Trace Elem. In Exp. Medicine, 11: 251-274.

Nielsen, F.H., Hunt, C.D., Mullen, C.M., Hunt, J.R., 1987. Effect of dietary boron on minerals, estrogen, and testosterone metabolism in post – menopausal women. Faseb J.,1:394-397.

NRC, 1984. Nutrient requirements of poultry. 8th Edition, National Academy Press, Washington, D.C.

NRC, 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th Revised Edition, National Academy Pres, Washington, D.C.

Perry, T.W., 1984. Animal Life-Cycle Feeding and Nutrition. Academic Pres, Inc. New York, USA. 22-27.

Qin, X. and Klandorf, H., 1991. Effect of dietary boron supplementation on egg production, shell quality and calcium metabolism in aged broiler-breeder hens. Poultry Sci. 70: 2131-2138.

Riddel, C., 1992. Non-infections skeletal disorders of poultry: an overview. Bone Biology and Skeletal Disorders in Poultry Sci. Symp., Carfax publishing Company. Abingdon, UK.

Roland, D.A. Sr. and Caldwell, D., 1985. Relationship of calcium to wet droppings in commercial Leghorns. Poultry Sci. 64: 1809- 1812.

Roland, D.A., Bryant, M.M. and Rabon, H.W., 1996. Influence of calcium and enviromental temperature on performance of first-cycle (phase 1) commercial leghorn. Poultry Sci. 72: 912-922.

Roland, D.A.Sr. and Bryant, M., 2000. Nutrition and feeding for optimum egg shell quality. World's Poultry Sci. Conf. Montreal, Canada.

Roland, D.A.Sr., Famer, M. and Marple, D., 1985. Calcium and its relationships to excess feed consumption, body weight, egg size, fat deposition, shell quality and fatty liver hemorrhagic syndrome. Poultry Sci. 64: 2341-2350.

Rossi, A.F. 1990. Effect of boron supplementation of pratical corn, soybean meal diets for poultry. Ph. D. Dissertation, University of Florida.

Rossi, A.F., Miles, R.D., Bootwalla, S.M., Wilson, H.R. and Eldred, A.R., 1993a. The effect of feeding two sources of boron on broiler breeder performance. Poult. Sci. 72:1931-1934.

Sammans, S., Naghii, M.R., Lyons Wall, P.M., Verus, A.P., 1998. The nutritional and metabolic effects of boron in humans and animals. Biol. Trace Elem. Res., 66:227-235.

Scott, J.T., Crager, C., Farr, F.M. and Linton, S.S., 1977. Skeletal effects in the pre-lay bird when fed a high calcium diet. Nutr. Rep. Int. 15: 139-144.

Scott, M.L., Neisheim, M.C. and Young, R.S., 1982. Nutrition of the chicken. Third Edition, M.C. Scott and Associates, Ithaca, New York, S:287-299.

Seal, B.S. and Weeth, H.S., 1980. Effect of boron in drinking water on the male laboratory rat. Bull. Environ. Contom. Toxicol. 25: 782-789.

Simons, P.C.M., 1986. Major minerals in the nutrition of poultry. In, C. Fisher and K.N. Boorman (Eds.) Nutritient Requirements of Poultry and Nutritional Research. Poultry Sci. Symposium 19. Butterworths, London, 141-153.

Taylor, T.G. and Ducke, C.G., 1984. Calcium metabolism and its regulation In. Phsiology and Biochemistry of Domestic Fowl. Ed. Freeman, B.M., Academic Pres, London, UK.

Underwood, E.J. and Suttle ,N.F. 1999. The Mineral Nutrition of Livestock. Moredun Research Institute, Pentland Science Park, Bush Loan, Penicuik, Midlothian EH 16 OPZ, England.

Tombul, 2004. Yumurta öncesi dönemde kalsiyum seviyesi farklı rasyonlarla beslemenin yumurtacı piliçlerde performans, kabuk kalitesi ve kemik mineralizasyonuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, KONYA.

Van De Velde, S.P., Loveridge, N. And Vermeiden, S.P.W., 1984. Parathyroid hormone responses to calcium stres during egg shell calcification. Endocrinology. 115:1901-1904.

Voisey, P.W. and Hamilton, R.M.G., 1976. Ultrasonic measurement of egg shell thickness. Poultry Sci. 55: 1319-1324.

Wasserman,R.H.,and A.Taylor,1966.Vitamin D3_induced calcium-binding protein in chick intestinal mucosa.Science.152:791-793.

Webster, A.B., 2002. Osteoporpsis, cage layer fatique and shell quality: Prevention rather then cure. In, Ciltofacre (Ed.) The- Poultry Informed Professional, Issue 62. Department of Avian Medicine, University of Georgia.

Wells, R.G., 1968. A study of the hen's egg. In: Carter, T.C., British Egg Marketing Board Symposium, Edinburg, UK. pp: 207-249.

Whitehead, C.C., 2004. Overwiew of bone biology in the egg-laying hen. Poultry Sci. 83: 193-199

WHO (World Health Organization), 1998. Enviromental Health Criteria 204: Boron. International Programa on Chemical Safety, Geneva, Switzerland.

WHO, 1996. Trace Elements in Human Nutrition and Health. World Health Organization, Geneva, 175-182.

Wideman, R.F., Closser, S.A., Rouch, W.B. and Cowen, B.S., 1985. Uralithiasis in pullets and laying hens: role of dietary calcium and phosphorus. Poultry Sci. 64: 2300-2307.

Wilson, J.H. and Mason, J.P., 1992. Bone breaking strenght as inluenced by preconditioning. Transactions of the ASAE, 35: 263-265.

Wilson, J.H. and Ruszler, P.L., 1995. Effects of dietary boron on poultry bone strenghth. Transactions of The. ASAE, 38: 167-170.

Wilson, S.H. and Ruszler, P.L. 1996. Effects of dietary boron supplementation on laying hens. Brit. Poult. Sci. 37: 723-729.

Wilson, J.H. and Ruszler, P.L., 1997. Effects of boron on growing pullets. Biol. Trace Elem. Res. 56: 287-294.

Wilson, J.H. and Ruszler, P.L., 1998. Long term effects of boron on layer bone strenght and production parameters. Brith. Poultry Sci. 39: 11-15.

Winer, B.S., 1971. Statistical Principles and Experimental Design. 2. Ed. McGraw-Hill Book Co. NY: 397-401.

Yazgan, O., 1990. Çiftlik hayvanlarının mineral beslenmesi. Basılmamış ders notu. S.Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Bl. KONYA

Yazgan, O., 2006. Yemler ve Hayvan Besleme. Basılmamış ders notu. S.Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl. KONYA.

7. EKLER

Ek Çizelge 1: Muameleleri Deneme Gruplarının Canlı Ağırlık (CA) ve Canlı Ağırlık Artışına (CAA) Etkisine Ait Varyans Analizi Sonuçları					
Varyans Kaynakları	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**Kareler Ortalaması**	**F**	**P**
14.Hafta CA					
Ca	2	8066	4033	0,53	0,592
B	3	21140	7047	0,92	0,435
CaxB	6	76400	12735	1,67	0,144
Hata	60	457998	7633	-----	-----
Genel	71	563614	-----	-----	-----
20.Hafta CA					
Ca	2	150993	75496	8,36**	0,001
B	3	118517	39506	4,37**	0,008
CaxB	6	107684	179447	1,99	0,082
Hata	60	541912	9032	-----	-----
Genel	71	919106	-----	-----	-----
42.Hafta CA					
Ca	2	117835	58917	4,32*	0,018
B	3	67010	22337	1,64	0,190
CaxB	6	160135	26689	1,96	0,086
Hata	60	818057	13634	-----	-----
Genel	71	1163036	-----	-----	-----
14-20.Hafta CAA					
Ca	2	94458	47229	4,21*	0,019
B	3	128599	42866	3,82*	0,014
CaxB	6	94210	15702	1,40	0,230
Hata	60	673241	11221	-----	-----
Genel	71	990508	-----	-----	-----
20-42.Hafta CAA					
Ca	2	22931	11466	0,67	0,513
B	3	190697	63566	3,74*	0,016
CaxB	6	214916	35819	2,11	0,066
Hata	60	1020389	17006	-----	-----
Genel	71	1448933	-----	-----	-----
*: P<0,05					
**: P<0,01					

Ek Çizelge 2. Muamelelerin Deneme Gruplarının Farklı Yaş Dönemlerinde Yem Tüketimine (YT) Etkilerine Ait Variyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
14-20 Hafta					
Ca	2	42,78	21,39	0,33	0,718
B	3	145,64	48,55	0,76	0,522
CaxB	6	736,33	122,72	1,92	0,093
Hata	60	3844,57	64,08	-----	-----
Genel	71	4769,32	-----	-----	-----
20-24 Hafta					
Ca	2	5,85	2,93	0,03	0,966
B	3	153,89	51,30	0,60	0,615
CaxB	6	339,73	56,62	0,67	0,677
Hata	60	5094,14	84,90	-----	-----
Genel	71	5593,62	-----	-----	-----
24-28 Hafta					
Ca	2	20,0	10,0	0,08	0,921
B	3	170,9	57,0	0,47	0,705
CaxB	6	188,9	31,5	0,26	0,954
Hata	60	7286,2	121,4	-----	-----
Genel	71	7666,0	-----	-----	-----
28-32 Hafta					
Ca	2	103,74	51,87	0,69	0,508
B	3	279,74	93,25	1,23	0,306
CaxB	6	283,00	47,17	0,62	0,711
Hata	60	4542,26	75,70	-----	-----
Genel	71	5208,74	-----	-----	-----
32-36 Hafta					
Ca	2	85,87	42,93	0,57	0,566
B	3	111,42	37,14	0,50	0,686
CaxB	6	393,50	65,58	0,88	0,518
Hata	60	4489,69	74,83	-----	-----
Genel	71	5080,47	-----	-----	-----
36-40 Hafta					
Ca	2	156,89	78,44	1,09	0,344
B	3	354,69	118,23	1,64	0,190
CaxB	6	386,89	63,98	0,89	0,511
Hata	60	4332,29	72,20	-----	-----
Genel	71	5227,75	-----	-----	-----
40-42 Hafta					
Ca	2	50,1	25,1	0,17	0,847
B	3	360,3	120,1	0,80	0,501
CaxB	6	739,9	123,3	0,82	0,561
Hata	60	9058,2	151,0	-----	-----
Genel	71	10208,5	-----	-----	-----
20-42 Hafta					
Ca	2	30,74	15,37	0,24	0,783
B	3	165,76	55,25	0,88	0,456
CaxB	6	250,62	41,77	0,67	0,677
Hata	60	3764,23	62,74	-----	-----
Genel	71	4211,35	-----	-----	-----

Ek Çizelge 3: Muamelelerin Deneme Gruplarının Yumurta Verimine (%) Etkisine Ait Varyans Analiz Tablosu					
Varyans Kaynakları	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**Kareler Ortalaması**	**F**	**P**
14-20 Hafta					
Ca	2	44,15	23,77	1,79	0,187
B	3	51,04	17,05	1,28	0,301
CaxB	6	72,21	12,04	0,91	0,506
Hata	25	331,75	13,27	-----	-----
Genel	36	499,15	-----	-----	-----
20-24 Hafta					
Ca	2	144,1	72,1	0,10	0,903
B	3	1516,9	505,6	0,72	0,545
caxB	6	3605,6	600,9	0,85	0,535
Hata	60	42287,9	704,8	-----	-----
Genel	71	47554,5	-----	-----	-----
24-28 Hafta					
Ca	2	110,8	55,4	0,20	0,820
B	3	959,4	319,8	1,15	0,338
CaxB	6	841,5	140,2	0,50	0,804
Hata	60	16734,5	278,9	-----	
Genel	71	18646,3	-----	-----	
28-32 Hafta					
Ca	2	415,6	207,8	1,37	0,262
B	3	353,9	118,0	0,78	0,511
CaxB	6	751,5	125,2	0,83	0,555
Hata	60	9101,1	151,7	-----	-----
Genel	71	10622,0	-----	-----	-----
32-36 Hafta					
Ca	2	213,6	106,8	0,81	0,451
B	3	126,2	42,1	0,32	0,813
CaxB	6	345,0	57,5	0,43	0,853
Hata	60	7949,0	132,5	-----	-----
Genel	71	8633,8	-----	-----	-----
36-40 Hafta					
Ca	2	281,1	140,5	1,18	0,316
B	3	255,9	85,3	0,71	0,548
CaxB	6	529,6	88,3	0,74	0,621
Hata	60	7173,2	119,6	-----	-----
Genel	71	8239,8	-----	-----	-----
40-42 Hafta					
Ca	2	249,2	124,6	0,98	0,381
B	3	38,0	12,7	0,10	0,960
CaxB	6	800,0	133,3	1,05	0,403
Hata	60	7623,1	127,1	-----	-----
Genel	71	8710,3	-----	-----	-----
20-42 Hafta					
Ca	2	67,4	33,7	0,25	0,777
B	3	145,4	48,5	0,36	0,779
CaxB	6	338,7	56,4	0,42	0,860
Hata	60	7986,6	133,1	-----	-----
Genel	71	8538,1	-----	-----	-----

Ek Çizelge 4: Muamelelerin Deneme Gruplarının Yumurta Ağırlığına (g) Etkisine Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
14-20 Hafta					
Ca	2	53,69	30,06	2,16	0,137
B	3	57,96	26,84	1,93	0,152
CaxB	6	117,75	19,63	1,41	0,252
Hata	24	334,06	13,92	-----	-----
Genel	35	563,47	-----	-----	-----
20-24 Hafta					
Ca	2	2,341	1,170	0,15	0,863
B	3	5,165	1,722	0,22	0,885
caxB	6	30,253	5,042	0,63	0,703
Hata	60	477,232	7,954	-----	-----
Genel	71	514,991	-----	-----	-----
24-28 Hafta					
Ca	2	16,233	8,116	1,11	0,337
B	3	7,918	2,639	0,36	0,782
CaxB	6	39,419	5,570	0,90	0,503
Hata	60	439,208	7,320	-----	-----
Genel	71	502,777	-----	-----	-----
28-32 Hafta					
Ca	2	291,060	145,530	21,20**	0,000
B	3	45,960	15,320	2,23	0,094
CaxB	6	35,838	5,973	0,87	0,522
Hata	60	411,884	6,865	-----	-----
Genel	71	784,743	-----	-----	-----
32-36 Hafta					
Ca	2	37,438	18,719	2,84	0,066
B	3	10,667	3,556	0,54	0,657
CaxB	6	4,463	0,744	0,11	0,995
Hata	60	394,947	6,582	-----	-----
Genel	71	447,516	-----	-----	-----
36-40 Hafta					
Ca	2	56,163	28,082	4,02*	0,023
B	3	1,657	0,552	0,08	0,971
CaxB	6	11,638	1,940	0,28	0,945
Hata	60	419,393	6,990	-----	-----
Genel	71	488,852	-----	-----	-----
40-42 Hafta					
Ca	2	7,50	35,25	2,88	0,64
B	3	43,11	14,37	1,17	0,327
CaxB	6	61,63	10,27	0,84	0,545
Hata	60	734,48	12,24	-----	-----
Genel	71	909,72	-----	-----	-----
20-42 Hafta					
Ca	2	53,073	26,851	6,41**	0,003
B	3	0,791	0,264	0,06	0,979
CaxB	6	3,720	0,620	0,15	0,989
Hata	60	251,424	4,190	-----	-----
Genel	71	309,638	-----	-----	-----

*: P<0,05

**: P<0,01

Ek Çizelge 5: Muamelelerin Deneme Gruplarında Yumurta Kitlesine (g) Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
20-24 Hafta					
Ca	2	54,6	27,3	0,12	0,883
B	3	467,3	155,8	0,71	0,551
CaxB	6	1215,4	202,6	0,92	0,486
Hata	60	13191,0	219,8	-----	-----
Genel	71	14928,3	-----	-----	-----
24-28 Hafta					
Ca	2	26,9	13,5	0,13	0,882
B	3	316,3	105,4	0,99	0,405
caxB	6	236,8	39,5	0,37	0,896
Hata	60	6414,6	106,9	-----	-----
Genel	71	6994,6	-----	-----	-----
28-32 Hafta					
Ca	2	84,35	42,17	0,65	0,524
B	3	96,43	32,14	0,50	0,685
CaxB	6	213,57	35,59	0,55	0,767
Hata	60	3873,62	64,56	-----	-----
Genel	71	4267,96	-----	-----	-----
32-36 Hafta					
Ca	2	25,52	12,76	0,21	0,811
B	3	146,92	48,97	0,81	0,496
CaxB	6	160,24	26,71	0,44	0,850
Hata	60	3647,15	60,79	-----	-----
Genel	71	3979,83	-----	-----	-----
36-40 Hafta					
Ca	2	124,47	62,24	0,93	0,398
B	3	103,91	34,64	0,52	0,670
CaxB	6	216,54	36,09	0,54	0,774
Hata	60	3995,46	66,59	-----	-----
Genel	71	4440,38	-----	-----	-----
40-42 Hafta					
Ca	2	398,46	199,23	2,63	0,080
B	3	103,93	34,64	0,46	0,713
CaxB	6	291,76	48,63	0,64	0,696
Hata	60	4545,89	75,76	-----	-----
Genel	71	5340,04	-----	-----	-----

Ek Çizelge 6. Muamelelerin Deneme Gruplarında Yumurta Tavuklarında Yem Değerlendirme Katsayısına (yem/yumurta kitles)Etkisine Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
YDK 20-24					
Ca	2	1,853	0,927	0,27	0,765
B	3	9,793	3,264	0,95	0,423
CaxB	6	13,373	2,229	0,65	0,692
Hata	60	206,497	3,442	-----	-----
Genel	71	231,516	-----	-----	-----
YDK 24-28					
Ca	2	0,1715	0,0858	0,54	0,584
B	3	0,8679	0,2893	1,83	0,152
CaxB	6	1,2374	0,2062	1,30	0,270
Hata	60	9,4973	0,1583	-----	-----
Genel	71	11,7742	-----	-----	-----
YDK 28-32					
Ca	2	0,22771	0,11386	2,15	0,126
B	3	0,00310	0,00103	0,02	0,996
CaxB	6	0,42498	0,07083	1,34	0,255
Hata	60	3,17901	0,05298	-----	-----
Genel	71	3,83480	-----	-----	-----
YDK 32-36					
Ca	2	0,10867	0,05433	1,51	0,228
B	3	0,09969	0,03323	0,93	0,434
CaxB	6	0,23733	0,03955	1,10	0,372
Hata	60	2,15370	0,03590	-----	-----
Genel	71	2,59939	-----	-----	-----
YDK 36-40					
Ca	2	0,44577	0,22288	2,83	0,067
B	3	0,08514	0,02838	0,36	0,782
CaxB	6	0,47463	0,07911	1,01	0,430
Hata	60	4,72146	0,07869	-----	-----
Genel	71	5,72700	-----	-----	-----
YDK 40-42					
Ca	2	0,3111	0,1555	1,40	0,255
B	3	0,2379	0,0793	0,71	0,548
CaxB	6	0,2130	0,0355	0,32	0,924
Hata	60	6,6726	0,1112	-----	-----
Genel	71	7,4346	-----	-----	-----
YDK 20-24					
Ca	2	0,0569	0,0284	0,19	0,824
B	3	0,2830	0,0943	0,64	0,590
CaxB	6	0,2473	0,0412	0,28	0,944
Hata	60	8,7972	0,1466	-----	-----
Genel	71	9,3844	-----	-----	-----

Ek Çizelge 7. Muamelelerin Deneme Gruplarında Zarlı Yumurta Kabuk Ağırlığına Etkisine Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
28.Hafta					
Ca	2	0,17662	0,08831	1,35	0,268
B	3	0,13981	0,4660	0,71	0,550
CaxB	6	0,13700	0,02283	0,35	0,908
Hata	60	3,93797	0,06563	-----	-----
Genel	71	4,39139	-----	-----	-----
36.Hafta					
Ca	2	0,2801	0,1400	0,99	0,377
B	3	0,6407	0,2136	1,51	0,220
CaxB	6	0,4382	0,0730	0,52	0,793
Hata	60	8,4642	0,1411	-----	-----
Genel	71	9,8232	-----	-----	-----
42.Hafta					
Ca	2	0,08066	0,04033	0,55	0,580
B	3	0,22606	0,07535	1,03	0,388
CaxB	6	0,56386	0,09398	1,28	0,280
Hata	60	4,40757	0,07346	-----	-----
Genel	71	5,27815	-----	-----	-----
Ort.KA					
Ca	2	0,00395	0,00198	0,05	0,948
B	3	0,00424	0,00141	0,04	0,990
CaxB	6	0,14455	0,02409	0,66	0,684
Hata	60	2,20018	0,03667	-----	-----
Genel	71	2,35292	-----	-----	-----
28.Hafta(%)					
Ca	2	1,3611	0,6806	1,01	0,370
B	3	0,7133	0,2378	0,35	0,787
CaxB	6	2,7017	0,4503	0,67	0,675
Hata	60	40,4238	0,6737	-----	-----
Genel	71	45,2000	-----	-----	-----
36.Hafta(%)					
Ca	2	1,8443	0,9221	2,44	0,095
B	3	1,4582	0,4861	1,29	0,287
CaxB	6	2,0258	0,3376	0,89	0,505
Hata	60	22,6439	0,3774	-----	-----
Genel	71	27,9722	-----	-----	-----
42.Hafta(%)					
Ca	2	0,1801	0,0901	0,42	0,657
B	3	0,1773	0,0591	0,28	0,841
CaxB	6	1,2020	0,2003	0,94	0,473
Hata	60	12,7763	0,2129	-----	-----
Genel	71	14,3357	-----	-----	-----

Ek Çizelge 8: Muamelelerin Deneme Gruplarında Yumurta Kabuk Kalınlığına Etkisine Ait Varyans Analiz Tablosu

Muameleler	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**Kareler Ortalaması**	**F**	**P**
Yum.Kabuk Kalınlığı 28.Hafta					
Ca	2	0,4411	0,2206	0,86	0,428
B	3	0,7916	0,2639	1,03	0,385
CaxB	6	1,5701	0,2617	1,02	0,42
Hata	60	15,3590	0,2560	-----	-----
Genel	71	18,1618	-----	-----	-----
Yum.Kabuk Kalınlığı 36.Hafta					
Ca	2	0,0142861	0,0071431	11,96**	0,000
B	3	0,0196111	0,0065370	10,95**	0,000
caxB	6	0,0391139	0,0065190	10,92**	0,000
Hata	60	0,0358333	0,0005972	-----	-----
Genel	71	0,1088444	-----	-----	-----
Yum.Kabuk Kalınlığı 42.Hafta					
Ca	2	0,0001194	0,0000597	0,42	0,659
B	3	0,0003667	0,0001222	0,86	0,467
CaxB	6	0,0010917	0,0001819	1,28	0,280
Hata	60	0,0085333	0,0001422	-----	-----
Genel	71	0,0101111	-----	-----	-----
Ort.KA(%)					
Ca	2	1,3713	0,6856	2,05	0,138
B	3	1,2210	0,4070	1,21	0,312
CaxB	6	2,2008	0,3668	1,09	0,376
Hata	60	20,1107	0,3352	-----	-----
Genel	71	24,9039	-----	-----	-----
36. Hafta Özgül Ağırlıklar					
Ca	2	0,0000379	0,0000190	0,68	0,509
B	3	0,0001287	0,0000429	1,53	0,205
CaxB	6	0,0006190	0,0001032	3,68**	0,001
Hata	492	0,0137803	0,0000280	-----	-----
Genel	503	0,0145659	-----	-----	-----
42. Hafta Özgül Ağırlıklar					
Ca	2	0,0001262	0,0000631	2,19	0,113
B	3	0,0000993	0,0000331	1,15	0,329
CaxB	6	0,0001932	0,0000322	1,12	0,351
Hata	492	0,0141735	0,0000288	-----	-----
Genel	503	0,0145921	-----	-----	-----

**: P<0,01

Ek Çizelge 9: Muamelelerin Deneme Gruplarında Kabuk Mukavemetine (kg) Etkisine Ait Varyans Analiz Tablosu					
Varyans Kaynakları	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**Kareler Ortalaması**	**F**	**P**
Kabuk Mukavemeti 28.Hafta					
Ca	2	0,3786	0,1893	0,73	0,487
B	3	0,5737	0,1912	0,73	0,535
CaxB	6	1,3844	0,2307	0,89	0,510
Hata	60	15,6122	0,2602	-----	-----
Genel	71	17,9489	-----	-----	-----
Kabuk Mukavemeti 36.Hafta					
Ca	2	2,5834	1,2917	6,63**	0,003
B	3	2,3176	0,7725	3,96*	0,012
caxB	6	5,3514	0,8919	4,58**	0,001
Hata	60	11,6955	0,1949	-----	-----
Genel	71	21,9479	-----	-----	-----
Kabuk Mukavemeti 42.Hafta					
Ca	2	0,4089	0,2045	1,02	0,366
B	3	0,1057	0,0352	0,18	0,912
CaxB	6	0,1302	0,0217	0,11	0,995
Hata	60	11,9908	0,1998	-----	-----
Genel	71	12,6356	-----	-----	-----
*: P<0,05					
**: P<0,01					

Ek Çizelge 10: Muamelelerin Deneme Gruplarında 42 Haftalık Yaşta Yumurta Tavuklarında Kemik Külüne Etkisine Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Piliç Kül					
Ca	2	0,005390	0,002601	1,69	0,189
B	3	0,025003	0,008312	5,39**	0,002
CaxB	6	0,019292	0,003215	2,08	0,059
Hata	131	0,202196	0,001543	-----	-----
Genel	142	0,251881	-----	-----	-----
Piliç % Kül					
Ca	2	51,07	24,50	1,59	0,208
B	3	234,74	78,02	5,06**	0,002
CaxB	6	186,13	31,02	2,01	0,068
Hata	131	2018,74	15,41	-----	-----
Genel	142	2490,67	-----	-----	-----
Tavuk Kül					
Ca	2	0,001523	0,000756	0,54	0,584
B	3	0,009864	0,003225	2,30	0,080
CaxB	6	0,007393	0,001232	0,88	0,512
Hata	131	0,183514	0,001401	-----	-----
Genel	142	0,202294	-----	-----	-----
Tavuk % Kül					
Ca	2	15,31	7,62	0,54	0,582
B	3	101,91	33,28	2,37	0,073
CaxB	6	75,97	12,63	0,90	0,496
Hata	131	1835,95	14,01	-----	-----
Genel	142	2028,94	-----	-----	-----

**: P<0,01

Ek Çizelge 11: Muamelelerin 20 Haftalık Yaştakı Yumurta Tavuklarında Kemik Kesme Enerjisi, Kesme Kuvveti, Kemik Et Kalınlığı, Kemik Kesme Gerilmesi ve Kemik Dış Çapına ait varyans analiz tablosu

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Kesme Kuvveti					
Ca	2	68291	34145	0,92	0,402
B	3	157442	52481	1,41	0,242
CaxB	6	116776	19463	0,52	0,790
Hata	132	4905868	37166	-----	-----
Genel	143	5248376	-----	-----	-----
Kesme Enerjisi					
Ca	2	669188	324505	3,09*	0,049*
B	3	465930	161594	1,54	0,207
CaxB	6	1859947	309991	2,96**	0,010**
Hata	132	13421636	104857	-----	-----
Genel	143	16416701	-----	-----	-----
Ortalama Dış Çap					
Ca	2	0,0686	0,0343	0,31	0,735
B	3	0,4453	0,1484	1,34	0,265
CaxB	6	1,6274	0,2712	2,44*	0,029
Hata	132	14,6638	0,1111	-----	-----
Genel	143	16,8051	-----	-----	-----
Et Kalınlığı					
Ca	2	0,14483	0,07242	5,19**	0,007
B	3	0,06073	0,02024	1,45	0,231
CaxB	6	0,09871	0,01645	1,18	0,321
Hata	132	1,84104	0,01395	-----	-----
Genel	143	2,14532	-----	-----	-----
Kesme Gerilmesi Elips					
Ca	2	252,1	126,0	1,14	0,322
B	3	319,7	106,6	0,97	0,411
CaxB	6	859,5	143,3	1,30	0,262
Hata	132	14554,6	110,3	-----	-----
Genel	143	15985,9	-----	-----	-----

*: P<0,05

**: P<0,01

Ek Çizelge 12: Muamelelerin 20 Haftalık Yaşlardaki Yumurta Piliçlerinin Kemik Kesme Enerjisi Kemik Kemse Kuvveti, Kemik Et Kalınlığı, Kemik Kesme Gerilemesi ve Kemik Çapına ait varyans analiz tablosu

Varyans Kaynakları	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**Kareler Ortalaması**	**F**	**P**
Kesme Kuvveti					
Ca	2	46,59	2329	0,09	0,916
B	3	202692	67564	2,54	0,059
CaxB	6	105588	17598	0,66	0,681
Hata	132	3514030	26621	-----	-----
Genel	143	3826969	-----	-----	-----
Kesme Enerjisi					
Ca	2	368671	184336	1,51	0,225
B	3	376229	125410	1,03	0,384
caxB	6	1716599	286100	2,34*	0,035
Hata	132	16139923	122272	-----	-----
Genel	143	18601423	-----	-----	-----
Ortalama Dış Çap					
Ca	2	0,0854	0,0427	0,29	0,751
B	3	0,1243	0,0414	0,28	0,841
CaxB	6	0,6453	0,1075	0,72	0,631
Hata	132	19,6051	0,1485	-----	-----
Genel	143	20,4601	-----	-----	-----
Et Kalınlığı					
Ca	2	0,07528	0,03764	2,24	0,111
B	3	0,02879	0,00960	0,57	0,636
CaxB	6	0,15216	0,02536	1,51	0,181
Hata	132	2,22294	0,01684	-----	-----
Genel	143	2,47917	-----	-----	-----
Kesme Gerilmesi Elips					
Ca	2	170,93	85,46	0,87	0,423
B	3	534,05	178,02	1,80	0,149
CaxB	6	608,05	101,34	1,03	0,410
Hata	132	13022,10	98,65	-----	-----
Genel	143	14335,13	-----	-----	-----

*: P<0,05

Ek Çizelge 13. Muamelelerin 20 haftalık yaştaki piliçlerde kemik minerallerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Kalsiyum					
Ca	2	5358398649	2644103038	2.75	0.068
B	3	1.5091E+10	4912459678	5.10**	0.002
CaxB	6	9700372791	1616728798	1.68	0.131
Hata	130	1.2510E+11	962316556	-	-
Genel	141	1.5525E+11	-	-	-
Fosfor					
Ca	2	3626294223	1797209867	2.25	0.109
B	3	1.4719E+10	4786340401	6.00**	0.001
CaxB	6	1.1808E+10	1968002878	2.47*	0.027
Hata	130	1.0368E+11	797531165	-	-
Genel	141	1.3383E+11	-	-	-
Potasyum					
Ca	2	21887577	10852703	2.03	0.136
B	3	48466633	16362537	3.06*	0.031
caxB	6	24532341	4088723	0.76	0.599
Hata	130	695479753	5349844	-	-
Genel	141	790366304	-	-	-
Magnezyum					
Ca	2	112345	54511	0.23	0.798
B	3	2705550	893812	3.70*	0.014
CaxB	6	1640065	273344	1.13	0.348
Hata	130	31403494	241565	-	-
Genel	141	35861453	-	-	-
Sodyum					
Ca	2	10587432	5276944	3.97*	0.021
B	3	22805643	7454879	5.61**	0.001
CaxB	6	15930045	2655007	2.00	0.071
Hata	130	172861655	1329705	-	-
Genel	141	222184775	-	-	-
Kükürt					
Ca	2	468943845	228781861	6.62**	0.002
B	3	652246992	218726607	6.33**	0.000
CaxB	6	392787412	65464569	1.90	0.086
Hata	130	4490247277	34540364	-	-
Genel	141	6004225526	-	-	-

*: P<0.05

**: P<0.01

Ek Çizelge 13'ün devamı

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Mangan					
Ca	2	0.74	0.46	0.02	0.977
B	3	156.69	50.53	2.59*	0.055
CaxB	6	267.80	44.63	2.29*	0.039
Hata	130	2533.49	19.49	-	-
Genel	141	2958.72	-	-	-
Çinko					
Ca	2	11404	5670	0.59	0.554
B	3	72573	23039	2.41	0.070
CaxB	6	112819	18803	1.97	0.075
Hata	130	1241625	9551	-	-
Genel	141	1438420	-	-	-
Bor					
Ca	2	914.8	387.9	0.83	0.440
B	3	6714.8	2250.0	4.79**	0.003
caxB	6	7159.6	1193.3	2.54*	0.023
Hata	130	61028.0	469.4	-	-
Genel	141	75822.1	-	-	-
Krom					
Ca	2	7.741	3.505	0.45	0.636
B	3	44.095	15.008	1.94	0.126
CaxB	6	142.242	23.707	3.07**	0.008
Hata	130	1003.775	7.721	-	-
Genel	141	1197.853	-	-	-
Bakır					
Ca	2	3829.1	1918.9	3.94*	0.022
B	3	1857.7	612.1	1.26	0.292
CaxB	6	3667.9	611.3	1.26	0.283
Hata	130	63303.4	486.9	-	-
Genel	141	72658.1	-	-	-
Demir					
Ca	2	137314	70542	1.33	0.267
B	3	332647	109813	2.08	0.106
CaxB	6	818718	136453	2.58*	0.021
Hata	130	6872221	52863	-	-
Genel	141	8160900	-	-	-

*: P<0.05

**: P<0.01

Ek Çizelge 14. Muamelelerin 42 haftalık yaştaki tavuklarda kemik minerallerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Kalsiyum					
Ca	2	1516062832	749275178	1.89	0.155
B	3	1013917357	338236236	0.85	0.467
CaxB	6	4397641897	732940316	1.85	0.095
Hata	130	5.1540E+10	396465174	-	-
Genel	141	5.8468E+10	-	-	-
Fosfor					
Ca	2	982534347	479058853	1.46	0.237
B	3	507326857	169603658	0.52	0.672
CaxB	6	2981816605	496969434	1.51	0.179
Hata	130	4.2719E+10	328610125	-	-
Genel	141	4.71991E+10	-	-	-
Potasyum					
Ca	2	30197029	15450210	3.20	0.044
B	3	23697780	7895681	1.64	0.184
caxB	6	55489530	9248255	1.92	0.083
Hata	130	627397349	4826133	-	-
Genel	141	736781688	-	-	-
Magnezyum					
Ca	2	200941	101246	0.75	0.475
B	3	85506	28208	0.21	0.890
CaxB	6	1095035	182506	1.35	0.240
Hata	130	17583553	135258	-	-
Genel	141	18965035	-	-	-
Sodyum					
Ca	2	3590388	1750940	2.74	0.068
B	3	2987691	1006050	1.57	0.199
CaxB	6	5276828	879471	1.38	0.229
Hata	130	83082996	639100	-	-
Genel	141	94937903	-	-	-
Kükürt					
Ca	2	27532671	13813952	1.32	0.271
B	3	95435158	31817666	3.04*	0.031
CaxB	6	67431177	11238529	1.07	0.382
Hata	130	1360645616	10466505	-	-
Genel	141	1551044623	-	-	-

*: P<0.05

Ek Çizelge 14'ün devamı

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Mangan					
Ca	2	16.66	8.19	0.56	0.573
B	3	300.57	99.82	6.81**	0.000
CaxB	6	61.76	10.29	0.70	0.648
Hata	130	1905.86	14.66	-	-
Genel	141	2284.85	-	-	-
Çinko					
Ca	2	4867	2360	0.39	0.680
B	3	88968	29420	4.83	0.003
CaxB	6	33437	5573	0.91	0.487
Hata	130	792081	6093	-	-
Genel	141	919353	-	-	-
Bor					
Ca	2	624.5	326.1	1.04	0.357
B	3	5668.9	1888.6	6.01**	0.001
caxB	6	223.6	37.3	0.12	0.994
Hata	130	40857.1	314.3	-	-
Genel	141	47374.2	-	-	-
Krom					
Ca	2	3.623	1.801	0.63	0.536
B	3	1.999	0.656	0.23	0.877
CaxB	6	11.166	1.861	0.65	0.692
Hata	130	373.802	2.875	-	-
Genel	141	390.589	-	-	-
Bakır					
Ca	2	10.9	3.6	0.03	0.972
B	3	279.3	94.0	0.74	0.531
CaxB	6	1064.2	177.4	1.39	0.222
Hata	130	16537.0	127.2	-	-
Genel	141	17891.3	-	-	-
Demir					
Ca	2	29149	14644	0.99	0.375
B	3	52146	17395	1.18	0.322
CaxB	6	81737	13623	0.92	0.483
Hata	130	1924193	14801	-	-
Genel	141	2087225	-	-	-

**: P<0.01

Ek Çizelge 15: Muamelelerin 20 Haftalık Yaştaki Piliçlerde Bazı Serum Parametrelerine Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Kalsiyum					
Ca	2	9937920	4702722	3,58*	0,031
B	3	14128219	4554908	3,47*	0,018
CaxB	6	16946220	2824370	2,15	0,052
Hata	126	165571209	1314057	…….	…….
Genel	137	206583567	……..	…….	…….
Potasyum					
Ca	2	15146	7481	0,27	0,767
B	3	155935	53727	1,91	0,132
CaxB	6	82795	13799	0,49	0,815
Hata	126	3547182	28152	……..	……..
Genel	137	3801058	……..	……..	……..
Magnezyum					
Ca	2	86324	40302	2,84	0,062
B	3	138099	43346	3,05*	0,031
CaxB	6	187949	31325	2,21*	0,047
Hata	120	1704110	14201	……..	……..
Genel	131	2116483	……..	……..	……..
Sodyum					
Ca	2	861826	376898	0,40	0,669
B	3	5321433	1842206	1,97	0,121
CaxB	6	2491587	415264	0,44	0,847
Hata	126	117590863	933261	……..	……..
Genel	137	126265708	……..	……..	……..
Kükürt					
Ca	2	591972	315252	0,43	0,650
B	3	2311028	750851	1,03	0,383
CaxB	6	2981515	496919	0,68	0,666
Hata	119	86911834	730352	……..	……..
Genel	130	92796349	……..	……..	……..
Bor					
Ca	2	32,41	16,27	1,16	0,316
B	3	138,65	46,56	3,33*	0,022
CaxB	6	57,26	9,54	0,68	0,665
Hata	126	1763,88	14,00	……	……
Genel	137	1992,20	……..		
Çinko					
Ca	2	394,5	191,2	1,51	0,225
B	3	558,9	183,0	1,45	0,233
CaxB	6	1415,3	235,9	1,86	0,092
Hata	126	15940,0	126,5	……..	……..
Genel	137	18308,6	……..	……..	……..
Demir					
Ca	2	140,0	66,7	0,61	0,546
B	3	360,3	118,4	1,08	0,360
CaxB	6	1154,4	192,4	1,75	0,114
Hata	126	13819,1	109,7	……..	……..
Genel	137	15473,7	……..	……..	……..

*: P<0,05

Ek Çizelge 16: Muamelelerin 42 Haftalık Yaştaki Yumurta tavuklarında Bazı Serum Parametrelerine Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Kalsiyum					
Ca	2	325245	139331	0,08	0,924
B	3	3727822	1268922	0,72	0,539
CaxB	6	12658174	2109696	1,20	0,308
Hata	128	224285430	1752230	-----	-----
Genel	139	240996670	-----	-----	-----
Potasyum					
Ca	2	7880	4137	0,04	0,964
B	3	119341	39823	0,36	0,785
CaxB	6	208038	34673	0,31	0,931
Hata	128	14316154	111845	-----	-----
Genel	139	14651413	-----	-----	-----
Magnezyum					
Ca	2	1561	577	0,03	0,969
B	3	37114	12817	0,69	0,559
CaxB	6	148224	24704	1,33	0,247
Hata	128	2373461	18543	-----	-----
Genel	139	2560360	-----	-----	-----
Sodyum					
Ca	2	13510	5957	0,03	0,967
B	3	469101	143468	0,81	0,492
CaxB	6	2103480	350580	1,97	0,074
Hata	128	22767433	177871	-----	-----
Genel	139	25353524	-----	-----	-----
Bor					
Ca	2	47,52	23,91	0,92	0,402
B	3	51,68	16,81	0,65	0,587
CaxB	6	44,01	7,33	0,28	0,945
Hata	128	3333,92	26,05	-----	-----
Genel	139	3477,13	-----	-----	-----
Kükürt					
Ca	2	340190	182938	0,51	0,603
B	3	1068875	353566	0,98	0,403
CaxB	6	4906588	817765	2,27*	0,041
Hata	128	46042079	359704	……..	……..
Genel	139	52357734	……..	……..	……..
Çinko					
Ca	2	383,7	182,7	1,01	0,366
B	3	520,6	180,5	1,00	0,395
CaxB	6	1008,2	168,0	0,93	0,475
Hata	128	23089,6	180,4	-----	-----
Genel	139	25002,1	-----	-----	-----

*: P<0,05

**: P<0,01