



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YUMURTA TAVUKLARINDA RASYONA FARKLI KALSİYUM KAYNAKLARI İLAVESİNİN PERFORMANS VE YUMURTA KABUK KALİTESİNE ETKİSİ

Arzu EROL

YÜKSEK LİSANS

Zootekni Anabilim Dalı

Nisan-2011

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

YUMURTA TAVUKLARINDA RASYONA FARKLI KALSİYUM KAYNAKLARI İLAVESİNİN PERFORMANS VE YUMURTA KABUK KALİTESİNE ETKİSİ

Arzu EROL

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Yusuf CUFADAR

2011, 76 Sayfa

Jüri
Yrd. Doç. Dr. Yusuf CUFADAR
Doç. Dr. Alp Önder YILDIZ
Yrd. Doç. Dr. Ali KARABACAK

Bu çalışma yumurta tavuklarında rasyona farklı kalsiyum kaynakları ilavesinin performans ve yumurta kabuk kalitesine etkisini belirlemek için yapılmıştır. Denemede, 44 haftalık yaşta 198 adet kahverengi yumurta tavuğu 11 farklı deneme grubuna tesadüfi olarak yerleştirilmiştir. Çalışmada, farklı seviyelerde kireçtaşı, istiridye ve yumurta kabuğunun oluşturduğu 11 farklı rasyon, her birinde 3 adet tavuk bulunan deneme ünitelerinde 6 tekerrürlü olarak denenmiştir. İri partiküllü kireçtaşı, istiridye kabuğu ve yumurta kabuğunun boyutu 2 ile 5 mm arasında olacak şekilde hazırlanmıştır.

Yumurta tavuklarının rasyonlarına farklı kalsiyum kaynakları ilavesinin, canlı ağırlık değişimi, yumurta verimi, yumurta kitlesi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta özgül ağırlığı, yumurta kabuk ağırlığı, yumurta kabuk kalınlığı ve yumurta kabuk kırılma direncine etkisi istatistiki olarak önemli olmamıştır ($P > 0,05$). Rasyon farklı kalsiyum kaynaklarının, yumurta ağırlığı ile yumurta kabuğu, tibia ve plazma mineral muhtevasına etkisi ise istatistiki olarak önemli olmuştur ($P < 0,01$).

Deneme sonuçlarına göre, kahverengi yumurta tavuğu rasyonlarında kalsiyum kaynağı olarak istiridye kabuğu ve yumurta kabuğunun kireçtaşının yarısı yerine performansı ve yumurta kabuk kalitesini olumsuz yönde etkilemeden kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: İstiridye kabuğu, kireçtaşı, performans, yumurta kabuğu, yumurta kalitesi, yumurta tavuğu

ABSTRACT

MS THESIS

EFFECT OF DIFFERENT CALCIUM SOURCES ADDITION TO DIETS ON PERFORMANCE AND EGG SHELL QUALITY IN LAYER HENS

Arzu EROL

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN ANIMAL SCIENCE

Advisor: Asst. Prof. Dr. Yusuf CUFADAR

2011, 76 Pages

Jury
Asst. Prof. Dr. Yusuf CUFADAR
Assoc. Prof. Dr. Alp Önder YILDIZ
Asst. Prof. Dr. Ali KARABACAK

An experiment was conducted to determine the effect of different calcium sources addition to diets on performance and egg shell quality in layer hens. In the experiment, 198 brown laying hens at 44 week of age were randomly assigned into 11 treatments groups. The experiment, different levels of limestone, oyster shell and egg shell were tested with 11 different diets with six replicates per treatments and three hens per experimental unit. Large particle sizes of the limestone, oyster shell and egg shell were between 2 to 5 mm.

Different calcium sources addition to the laying hens diet were not significantly effect on body weight change, egg production, egg mass, feed intake, feed conversion ratio, egg specific gravity, egg shell weight, egg shell thickness and egg shell breaking strength ($P>0,05$). Dietary different calcium sources were significantly effect on egg weight and, egg shell, tibia and plasma mineral contents ($P<0,01$).

The result of this study that oyster shell and egg shell to the brown laying hens diets can be used instead of half of the limestone as a source of calcium adversely affecting performance and eggshell quality.

Keywords: Egg shell, egg quality, layer hens, limestone, oyster shell, performance

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince ve bu tezin hazırlanmasında hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan ve her konuda bana destek olan Danışman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Yusuf CUFADAR' a en samimi teşekkürlerimi sunarım.

Deneme boyunca bilgi ve becerilerinden istifade ettiğim Zootekni Bölümü Araştırma Görevlisi Osman OLGUN ve diğer Öğretim Elemanlarına teşekkür ederim.

Arzu EROL
KONYA-2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

2. 1. Yumurta Tavuklarında Kalsiyumun Önemi 3
2. 2. Kalsiyum Metabolizması 4
2. 2. 1. Paratiroit hormon (PTH) 4
2. 2. 2. Kalsitonin 4
2 .2. 3. Vitamin D 5
2. 3. Kalsiyum Absorbsiyonu ve Atılımı 6
2. 4. Kemiklerden Kalsiyum Mineralizasyonu ve Rezorbsiyonu 7
2. 5. Yumurta Kabuğu Oluşumu 8
2. 6. Yumurta Tavuklarının Kalsiyum İhtiyaçları 10
2. 6. 1. Kalsiyum yetersizliği ve fazlalığı 12
2. 6. 1. 1. Düşük seviyelerde kalsiyumla besleme 12
2. 6. 1. 2. Yüksek seviyelerde kalsiyumla beslenme 13
2. 7. Beslemede Ca/P Oranının Önemi 13
2. 8. Kalsiyum Kaynakları ve Partikül Büyüklüğü 14
2. 8. 1. Kireç taşı 16
2. 8. 2. İstiridye kabuğu 16
2. 8. 3. Yumurta kabuğu 17
2. 9. Konu ile İlgili Daha Önce Yapılmış Olan Çalışmalar 17

3. MATERYAL VE METOT **24**

3.1. Materyal 24
3.1.1. Hayvan materyali 24
3.1.2. Yem materyali 24
3.2. Metot 25
3.2.1. Deneme rasyonlarının hazırlanması ve grupların oluşturulması 25
3.2.2. Verilerin toplanması 27
3.2.3. İstatistik metotlar 28

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **30**

4.1. Performans Kriterleri 30
4.1.1. Canlı ağırlık ve canlı ağırlık değişimi 30

4.1.2. Yumurta verimi....31
4.1.3. Yumurta ağırlığı....33
4.1.4. Yumurta kitlesi....36
4.1.5. Yem tüketimi....37
4.1.6. Yemden yararlanma oranı....39
4.2. Yumurta Kalite Kriterleri....41
4.2.1. Özgül ağırlık....41
4.2.2. Kabuk ağırlığı....43
4.2.3. Kabuk kalınlığı....45
4.2.4. Kabuk kırılma direnci....46
4.2.5. Yumurta kabuğu Ca, Mg ve P konsantrasyonları....48
4.3. Tibia ve Serum Mineral Konsantrasyonu....52
4.3.1. Tibia mineral konsantrasyonu....52
4.3.2. Serum mineral konsantrasyonları....54

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER....58

KAYNAKLAR....59

EKLER....63

ÖZGEÇMİŞ....76

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

B :Bor
Ca :Kalsiyum
Cu :Bakır
Fe :Demir
H :Hidrojen
K :Potasyum
Mg :Magnezyum
Na :Sodyum
P :Fosfor
Zn :Çinko

Kısaltmalar

CA :Canlı Ağırlık
CaBP :Kalsiyum Bağlayıcı Protein
$CaCO_3$:Kalsiyum Karbonat
CAD :Canlı Ağırlık Değişimi
CO_2 : Karbondioksit
DCP :Di kalsiyum fosfat
g :Gram
KA :Kabuk Ağırlığı
KK :Kabuk Kalınlığı
KKD :Kabuk Kırılma Direnci
KP :Kullanılabilir Fosfor
mg :Miligram
mm :Milimetre
ÖA : Özgül Ağırlık
PTH :Paratiroid Hormon
YA :Yumurta Ağırlığı
YK :Yumurta Kitlesi
YT :Yem Tüketimi
YV :Yumurta Verimi
YYO :Yemden Yararlanma Oranı

1. GİRİŞ

Hayvancılık faaliyetlerinde ana hedef, insanların gereksinim duydukları ürünleri bol miktarda, yüksek kalitede, uygun zamanda ve mümkün olduğunca ucuza sağlamaktır. Tavukçuluk, üretim potansiyeli nedeniyle gereksinim duyulan hayvansal gıda açığının kapatılmasında önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Son yıllarda dünyada broyler ve yumurta tavukçuluğunda büyük aşamalar kaydedilmiş, eskiye göre daha yüksek verimli hatlar geliştirilmiştir. Böyle bir gelişim hayvanların beslenmesinde ilk planda kullanılan çeşitli besin maddeleri gereksinimlerinin kalite ve miktarı yönünden yetersizliğini ortaya çıkarmıştır. Örneğin yumurta tavuğu rasyonlarında bulunması gereken kalsiyum (Ca) düzeyi önceleri % 1,5 - 2,5 olarak bilinirken, günümüzde bu düzey çevre şartları, yem ve hayvanın ırkına göre % 3,75 – 4,0' e kadar artmıştır (Ayhan, 1990).

Yumurta tavukçuluğunda kabuk kırıkları nedeniyle oluşan kayıplar oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Üretilen yumurtalar içinde kabuk kırıkları nedeniyle satışa sunulamayan yumurtaların oranının % 6 - 20 arasında olabileceği bildirilmiştir (Çetin ve Gürcan, 2006). Kabuk kırıklarından dolayı değerlendirilemeyen yumurtalar sadece üreticiler açısından ekonomik kayıp olarak kalmayıp, aynı zamanda artan dünya nüfusunun sağlıklı beslenmesi için başlıca protein kaynaklarından biri olan yumurtanın da kaybı anlamına gelmektedir. Kabuk bütünlüğü bozulmuş yumurtaların tüketiciye sunulması gıda güvenliği açısından risk taşımaktadır. Ticari yumurta isletmeleri için kırık-çatlak yumurta sayısındaki azalmanın anlamı satılabilir yumurtanın artması, damızlık işletmeler için ise yumurta sayısındaki artış dolayısıyla artan civciv sayısı demektir.

Kabuk kalitesi birçok faktörün etkisi altındadır. Genotip, yaş, sürü yönetimi, beslenme, hastalıklar ve sıcaklık gibi çevresel etkenlerin kabuk kalitesi üzerine önemli etkileri vardır. Özellikle yumurta kabuğu oluşumunda taşıdığı önem nedeniyle Ca, uzun zamandır araştırıcıların ilgilendiği bir konu olmuştur. Yumurta tavuklarının rasyonlarında Ca gereksiniminin karşılanabilmesi amacıyla yaygın olarak kireçtaşı, mermer tozu, kemik unu ve istiridye kabuğu gibi kaynaklar kullanılmaktadır. Uzun yıllardır ekonomik olması, kolay temin edilmesi ve rasyona katılmasının kolaylığı gibi nedenlerle kireçtaşı ve mermer tozu daha çok tercih edilmiştir. İstiridye kabuğu ve kireç taşı birbirlerine oldukça yakın miktarlarda kalsiyum içerir fakat istiridye kabuğu kireç

taşından 3 kat daha pahalı olduğundan rasyon maliyetini artırmaktadır (Saunders-Blades ve ark. 2009). Bu ekstra maliyete rağmen yumurta üreticileri daha sağlam kabuk teşekkülü için istiridye kabuğunu kullanmaya gayret göstermektedirler. İstiridye kabuğu, iri partiküllü bir yapıya sahip olup sindirim sisteminde daha yavaş çözünmektedir. Öğütülmüş haldeki Ca kaynakları ise sindirim sisteminde çok çabuk çözünmekte ve tavuğun gereksinim duyduğu Ca miktarını gerektiği zamanda yeterince karşılayamamaktadır. Yumurtlamanın çoğu saat 9:00 ile 13:00 arasında, genellikle 11:00'de meydana gelmektedir (Çetin ve Gürcan, 2006). Kabuk oluşumunun yaklaşık 20 saatlik bir süreyi kapsadığı düşünülürse Ca ihtiyacı özellikle gece yem tüketiminin olmadığı karanlık periyotta önemli olmaktadır. İri partiküller halinde verilen Ca kaynakları, taslıkta birikip yavaş yavaş çözünerek kana karışmakta ve özellikle yem alımının olmadığı karanlık periyotta, kabuk oluşum sürecine paralel olarak artan Ca gereksinimini karşılamaktadır (Çetin ve Gürcan, 2006). Kireçtaşının iri partikülleri de geniş bir zaman diliminde potansiyel olarak istiridye kabuğuna benzer etki gösterebilmektedir. Günümüz ticari yumurta endüstrisinde, likit yumurta üretiminde ve kuluçkahanelerde atık ürün olarak bol miktarda yumurta kabuğu meydana gelmektedir. Bu da yumurta kabuklarının rasyonlarda Ca kaynağı olarak değerlendirilmesi için geçerli bir sebep haline gelmiştir. Yapılan çalışmalar yumurta kabuklarının kanatlı rasyonlarında Ca kaynağı olarak kullanımının uygun olabileceğini göstermiştir (Scheideler, 1998). Bu nedenle yumurta tavuklarının rasyonlarında Ca kaynağı olarak kireçtaşının belirli bir kısmı yerine istiridye, midye ve yumurta kabukları gibi ürünlerin kullanılması hem bu kaynakların değerlendirilmesi açısından hem de yumurta tavuklarında yumurta verimi ve kabuk kalitesini desteklemesi bakımından Ca kaynağı olarak önem taşımaktadır.

Bu çalışma, yumurta tavuklarının rasyonlarında kullanılan kireçtaşının yerine belirli oranlarda ve iri formda istiridye ve yumurta kabuğu kullanımının performans, yumurta kabuk kalitesi, tibia ve serum mineral konsantrasyonlarına etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2. 1. Yumurta Tavuklarında Kalsiyumun Önemi

Kalsiyum (Ca) +2 değerli bir mineral olup omurgalı hayvan organizmasının kemik yapısında, kan serumunda ve yumuşak dokularda bulunmaktadır. Organizmada kanın pıhtılaşmasında, düz kasların işleyişinde, sinir sisteminde protein biyosentezinde, sindirim enzimlerinin aktiflik kazanmasında rol oynamaktadır (Boitumelo, 2004). Toplam vücut ağırlığının % 1 - 2'sini teşkil eder. Vücutta Ca'nın % 99'u kemik ve dişlerde kalan % 1'i ise diğer vücut dokularında bulunur. Kalsiyum kemik oluşumunda en önemli mineraldir (Siebrits, 1993). Yağsız kuru kemik ağırlığının üçte birine yakın bir kısmı Ca'dır. Bu nedenle Ca iskeletin en bol inorganik komponentidir. Yaşamsal işlevleri olan Ca mineralinin, hemen hemen tamamına yakın bir bölümü kemiklerde çözünmesi güç olan hidroksiapatit ve karbonatapatit formunda bulunmaktadır. Apatit mineralleri sadece kemiklerin korunmasında etkin olurken, metabolizma olayları için gerek duyulan Ca iyonları kemikte kolay çözünebilir Ca tuzlarından karşılanmaktadır (Erener ve Sarıçiçek, 1997). Bu görevlerine ilave olarak kalbin normal atması ve vücutta normal fizyolojik dengenin (asit - baz dengesinin) korunmasında Ca'ya ihtiyaç duyulur (Çetin ve Gürcan, 2006).

Kalsiyum minerali tüm fizyolojik işlevleri dışında, yumurta veren tavuklar için ayrı bir önem taşımaktadır. Zira yumurta kabuğunun çok büyük bir kısmı (% 93 - 97) kristalize kalsiyum karbonat ($CaCO_3$)' tan oluşmaktadır (Öğün, 1981). Ticari yumurtacı tavuklar 52 haftalık yumurta verim periyodu boyunca ortalama 300 adet yumurta vermekte olup bu miktar hayvanın canlı ağırlığının yaklaşık 12 katına denk gelmektedir. Bir adet yumurta kabuğunda ise 2 g civarında Ca bulunmaktadır. Bu miktar, Ca toplam vücut Ca'sının % 10' una eşittir. Böylece bir tavuk bir yıllık üretim dönemi boyunca vücudundaki toplam Ca'nın 30 katına eşit bir Ca'yı yumurta ile dışarı atmaktadır. Bu durum, tavuklardaki olağanüstü Ca homeostasisi mekanizmasıyla açıklanmaktadır. Büyüyen tavuklarda rasyon Ca'sının önemli bir kısmı kemik teşekkülünde, gelişimini tamamlamış tavuklarda ise yumurta kabuğunun teşekkülünde kullanılmaktadır. Yumurta üretimi ve bu üretiminin devamı için Ca anahtar elementlerden biridir (Elaroussi ve ark., 1994).

2. 2. Kalsiyum Metabolizması

Memelilerde olduğu gibi kuşlarda da Ca metabolizması üç hormonun kontrolü altındadır. Bunlar; paratiroit hormon (PTH), kalsitonin ve 1.25-diOH kolikalsiferol ($1.25(OH)_2D_3$)'dür. Ayrıca rasyondaki Ca ve vitamin D_3'nin miktarları da bu elementin metabolizması üzerinde önemli etkiye sahiptir (Shafey, 1983).

2. 2. 1. Paratiroit hormon (PTH)

Paratiroit hormon, paratiroit bezinin şef hücrelerinden salgılanır. PTH genellikle polipeptit yapısında ve düz zincir şeklindedir. PTH sentezi ve salgısı negatif feedback mekanizmasıyla inhibe edebilir. Plazmada iyonize Ca^{+2} seviyesi yüksek olduğunda hormonun salgısı azalır ve fazla Ca kemiklerde depolanır. Plazmadaki iyonik Ca^{+2} seviyesi düştüğünde ise paratiroit bezi stimule edilerek PTH salgısı artar ve buna bağlı olarak kemiklerden Ca mobilizasyonunda artış görülür.

Katekolaminler, dopamin ve sekretin gibi hormonlar PTH salgısını stimule ederler ve PTH sentezini etkileyerek ince bağırsaklarda absorbe edilen kalsiyumun regülasyonunda rol oynarlar. $1,25(OH)_2D_3$ bir vitamin D derivatı olup, kalsiyum bağlayıcı protein (CaBP) sentezini hızlandırır (Yazgan ve ark., 2007).

PTH, kemiklerde Ca mobilizasyonunu hızlandırarak ve böbreklerdeki Ca reabsorbsiyonu arttırarak plazma Ca seviyesini arttırır. Ayrıca fosfat salgısını etkileyerek vücuttan atılan fosfat miktarını arttırır. PTH, $1.25(OH)_2D_3$ sentezini arttırarak, incebağırsaklardan Ca absorbsiyonunu arttırır. Bu olayın etkisi ile plazma Ca seviyesi artar. PTH hayat için gerekli bir hormon olup paratiroit bezinin vücuttan uzaklaştırılması halinde plazma Ca seviyesi devamlı düşme gösterir (Yazgan ve ark., 2007).

2. 2. 2. Kalsitonin

Kalsitonin, tiroid bezinin parafoliküler C (folikül ihtiva etmeyen) hücrelerinde sentezlenen ve depolanan bir polipeptit hormondur. Hormon, 5.000-6.000 mol/g ağırlığındadır.

Kalsitonin, etki itibariyle PTH'nın etkisini inhibe edici bir etkiye sahiptir. Hormonun etkisi PTH'dan daha hızlı olup, plazma Ca seviyesinde hızlı bir düşüşe sebep olur. Kanda kalsitonin ve Ca seviyesi arasında doğru bir orantı mevcuttur. Çok hafif bir hiperkalsemi kanda kalsitonin seviyesinin hızlı bir şekilde artmasına sebep olur (Yazgan ve ark., 2007).

Tavuklar yumurtlamaya başladıklarında plazma kalsitonin konsantrasyonu düşme gösterir. Ergin dişilerde plazma Ca seviyesi ergin erkeklerden daha yüksek olmakla beraber, erkeklerde plazma kalsitonin seviyesi dişilerden daha yüksektir (Öztemel ve Sezgin, 2001). Hormonun başlıca hedef dokusu kemiktir. Kalsitonin kemiklerden demineralizasyonu engeller. Hormonun kemiklere etkisi doğrudan olup, paratiroit bezinin, sindirim kanalının ve böbreklerin yokluğunda bile bu etki görülür. Kalsitonin böbreklerden Ca, P ve Na atılımını arttırarak idrar hacmini arttırır (Yazgan ve ark., 2007).

2 .2. 3. Vitamin D

Vitamin D aktivitesine sahip birçok farklı bileşik mevcut olup bunla rın tamamı tabii olarak bulunmazlar. Bu bileşiklerden önemli iki tanesi ergokalsiferol (D_2) ve kolekalsiferol (D_3)'dür. Bitki dokularında bulunan ergesterol ve hayvan dokularında bulunan 7-dehidrokolesterol sırasıyla, vitamin D_2 ve D_3 prokürsörleridir. Provitaminler vitamin aktivitesi ve vitamin değerine sahip değildir. Provitaminlerin hayvanlarda etkili olabilmeleri için öncelikle kolikalsiferole dönüşmeleri gerekir. Bu dönüşümün olabilmesi için sterol molekülüne dışarıdan bir miktar enerji verilmesi gerekir. Bu enerji, güneşten gelen ışınlarda mevcut ultraviyole ışınları vasıtasıyla veya bazı fiziki işlemlerle temin edilir. Normal şartlar altında aktivasyon güneşten gelen ışınlarla meydana gelir. Sterollerin kimyasal dönüşümleri, bünyesinde prokürsörleri ihtiva eden deride ve deri salgılarında da meydana gelebilir (Yazgan ve ark., 2007).

Rasyonla alınan veya vücutta sentezlenen vitamin D_2 ve D_3 ince bağırsaklardan absorbe edilerek kan vasıtasıyla karaciğere taşınır. Bileşik karaciğerde 25 nolu karbon atomunda hidroksilasyona uğrayarak 25- hidroksikolekalsiferole dönüştürülür. Meydana gelen bu bileşik böbreklere taşınır ve orada bir nolu karbon atomunda yeniden hidroksilasyona uğrar ve 1.25 dihidrokolekalsiferol ($1.25(OH)_2D_3$) 'ü meydana getirir. Bu son bileşik vitamin D'nin biyolojik aktivitesi en yüksek formudur. Bu bileşik daha

sonra kan vasıtasıyla ince bağırsak, kemikler ve yumurta kabuk bezleri gibi değişik hedef dokulara taşınır.

$1.25(OH)_2D_3$, ince bağırsakların mikrovillilerinde steroid hormonların davranışlarına benzer bir davranış tarzı sergiler ve bu organda DNA transkripsiyonunu regüle eder. Bu görev, ince bağırsak lümeninde kalsiyum absorbsiyonunda görev alan Ca bağlayıcı proteininin (CaBP) sentezinden sorumlu olan spesifik haberci RNA'nın transkripsiyonunu da içine alır. $1.25(OH)_2D_3$, ince bağırsaklardan Ca absorbsiyonunu CaBP'nin sentezlenen miktarını yükselterek arttırır.

Böbreklerde sentezlenen $1.25(OH)_2D_3$ miktarı PTH tarafından kontrol edilir. Kan Ca seviyesi normalin altında olduğunda (hipokalsemi), paratiroit bezi daha fazla paratiroit hormon salgılanması için stimule edilir. PTH ise böbrekleri etkileyerek bu organdan daha fazla $1.25(OH)_2D_3$ salgılanmasını sağlar. Bu bileşiğin artan miktarı ise ince bağırsaklardan Ca absorbsiyonunu arttırır. $1,25(OH)_2D_3$ ince bağırsaklardan kalsiyum absorbsiyonunu arttırması yanında incebağırsaklardan fosfor absorbsiyonunu, böbreklerden ve kemiklerden fosfor reabsorbsiyonunu da arttırır. Civcivlerdeki kontrol sisteminin plazma Ca^{+2} seviyesini normal seviyede tutma kapasitesi Vitamin D'nin yokluğunda ortadan kalkar ve sonuçta Vitamin D ihtiva etmeyen bir rasyonla yemlenen hayvanda 18 gün sonra Plazma Ca^{+2} seviyesi 10 mg/dl'den 5 mg/dl'ye kadar düşer. $1.25(OH)_2D_3$ aynı zamanda hayvanların düşük kalsiyumlu rasyonlara adaptasyonlarında da aktif bir bileşiktir (Yazgan ve ark., 2007).

2. 3. Kalsiyum Absorbsiyonu ve Atılımı

Kalsiyum absorbsiyonu rasyonla vücuda giren Ca ile ters orantılıdır ve Ca absorbsiyonu hayvanların ihtiyaçları doğrultusunda ayarlanır (Boitumelo**,** 2004). Kalsiyum absorbsiyonu vitamin D_3, PTH ve kalsitonin hormonlarının faaliyetiyle yakın bir ilişki içindedir (Thompson ve Fowler, 1990). Vücut ihtiyaçlarını karşılamak üzere yeterli Ca absorbsiyonu Vitamin D'nin aktif metabolitlerinin mevcudiyetine bağlıdır. Bu metabolitler incebağırsaklardan Ca absorbsiyonunu kolaylaştıran CaBP'in sentezini hızlandırır. Vitamin D'nin mevcudiyetinde PTH, Ca absorbsiyonunu stimule edici ilave bir etkiye sahipse de, Vitamin D'nin yokluğunda PTH'nın bu tür bir etkisi yoktur. Optimum miktarda Vitamin D ve PTH'nın mevcudiyetinde bile Ca absorbsiyonu yüksek miktardaki glukokortikoid hormonlarca inhibe edilir. Ayrıca incebağırsaklarda

yüksek konsantrasyonda fosfat, okzalat, fitat, tetrasiklinler gibi Ca'u çökelten veya bağlayan bileşiklerce de Ca absorbsiyonu yavaşlatılır veya durdurulur (Özen, 1995). Yemlerdeki Ca' un emilimine etki eden faktörlerden birisi de emilimin gerçekleştiği bölgenin pH' sı ve Ca bileşiklerinin çözünür olup olmamamsıdır. Bazik ortamda Ca iyonları emilmesi güç olan trikalsiyum fosfat şeklinde bulunmaktadır. Bu nedenle asit ortamda Ca' un emilimi daha yüksek düşeyde gerçekleşmektedir (Erener ve Sarıçiçek, 1997).

Saf Ca, asit çözeltilerin içinde çözülebilir. Bu yüzden absorbsiyon büyük ölçüde ince bağırsağın üst kısmında (doudenum) meydana gelir. Burada ince bağırsak muhtevası, mide içinde devam eden sindirimden dolayı asidiktir (Boitumelo**,** 2004). Absorbsiyonun bir kısmı ise ince bağırsağın aşağı bölümlerinde de vuku bulur (Underwood ve Suttle, 1999). Vücut içine giren Ca yeterli veya yüksek olduğu zaman absorbsiyon daha çok jejenum ile ileumda meydana gelir (Bronner ve Pansu, 1999; Boitumelo, 2004).

Kalsiyum, ince bağırsağa ulaştığı zaman aktif ve pasif transportla absorbsiyona uğrar (Bronner ve Pansu, 1999). Rasyondaki Ca seviyesi düşük olduğu zaman, Ca aktif transport ile absorbe edilir. Aktif transportla meydana gelen Ca absorbsiyonu için enerjiye ihtiyaç vardır. Bu enerji hücrelere pasif difüzyon ile taşınır.

Civciv ve piliçlerin rasyonlarındaki Ca oranı % 1 - 1,5 olduğunda ve incebağırsak pH'sı 5 - 6 arasında olduğunda absorbsiyon optimum olur. Eğer pH 6 veya üzerinde olursa Ca^{+2} absorbe edilmeyen kompleks haline gelir. Kalsiyumun sindirim sisteminden ortalama absorbsiyon oranı her saat için 83 mg'dır (Boitumelo, 2004).

Böbrekler süzme (filtrasyon) olayı sırasında Ca'u reabsorbe ederler ve bu olay PTH tarafından stimule edilir. PTH aynı zamanda PO_4 atılımını da hızlandırır. Ayrıca, PTH Vitamin D'ye bağımlı olan bir reabsorbsiyon mekanizmasında da görev alır. PTH'nın aksine kalsitonin böbreklerden Ca atılımını hızlandırır. Fakat bu durum kalsitoninin hipokalsemik etkisinde esas sebep değildir (Yazgan ve ark., 2007).

2. 4. Kemiklerden Kalsiyum Mineralizasyonu ve Rezorbsiyonu

Kalsiyum kemikte en bol miktarda bulunan elementtir. Kemik külünde yaklaşık olarak 370 g/kg Ca, 170 g/kg P ve 10 g/kg Mg bulunur. Kemik oldukça kompleks bir yapıya sahiptir ve bileşimi hayvanın beslenme durumuna ve yaşına bağlı olarak

değişkenlik gösterir. İskelet, kimyasal anlamda stabil değildir, çünkü kemikler ile yumuşak doku arasında sürekli olarak Ca ve P alışverişi söz konusudur.

Kemiklerde Ca mineralizasyonu; kollagen sentezi veya mevcudiyetine ve ossifikasyonun vuku bulduğu bölgede yeterli miktarda Ca ve PO_4 mevcudiyetine bağlıdır. Ossifikasyon olayı vitamin D noksanlığından ve glukokortikoidlerin fazlalığından menfi yönde etkilenir. Ossifikasyonun aksine, kemik rezorbsiyonu daha çok hormonal kontrol altındadır. PTH kemiklerin demineralizasyonunu stimule ederken, kalsitonin bu olayı inhibe eder. PTH'nın bu etkisi vitamin D'nin mevcudiyetine bağlıdır. Normal şartlar altında (optimum Ca ve vitamin D tüketimi durumunda), kemiklerde kalsitonin ve demineralizasyon arasındaki denge büyük ölçüde PTH veya kanda PTH/kalsitonin dengesince kontrol edilir (Yazgan ve ark., 2007).

2. 5. Yumurta Kabuğu Oluşumu

Tavuklarda yumurtalıkta 3.600-4.000 kadar küçük yumurta hücresi bulunabilir ki, bunlar geliştiklerinde normal yumurta sarısı büyüklüğüne ulaşırlar. Ergin yumurta sarısı (ovum) infundibuluma girdikten sonra albuminin (yumurta akının) meydana geldiği uzun yumurtalık kanalını (ovidukt) hızla geçer. Yumurta üreme kanalının istmus kısmına ulaştığında yumurta sarısı ak ile tamamen kaplanmış ve normal büyüklüğüne ulaşmış durumdadır. Yumurta ilk olarak özel protein (keratin) ile örtülür. Bu kısımda yumurtanın iç zarı meydana gelir. Yumurta istmusta ilerlerken ikinci ve daha kaba yapıdaki protein tabakası olan dış zar ile örtülür. Yumurta kabuğu bu son kısım üzerine teşekkül edilir. Kalsiyum karbonattan müteşekkil kabuk bu zar üzerine istmus ve uterusun birleştiği noktadan itibaren teşkil edilmeye başlanır ve uterus boyunca devam eder. Yumurta yumurtlamadan önce kabuk üzerine ince, düzgün ve gözenekli kutikul denilen dış örtü meydana getirilir. Kutikul kısmı yumurta kabuğunun sağlamlığını korumada görev yapar (El-Bousby ve Raterink, 1989).

Yumurta kabuğunun rengi ait olduğu hayvana göre farklılık gösterir. Bazı tavuk ırklarının esmer olan kabuk rengi porfirinden ileri gelir. Yumurtanın kabuk rengi ile bileşimi arasında bir ilgi yoktur.

Yumurtanın (büyüklüğüne göre) % 7,8 - 13,6'sını yumurta kabuğu oluşturur. Kabuk, mineral ve organik maddeler ile sudan ibaret olup, % 3 - 4 oranında bir protein

ve % 95 - 96 oranında birikerek yerleşmiş inorganik tuzlardan oluşmuştur. Çizelge 2.1.'de yumurta kabuğunun kimyasal bileşimi görülmektedir.

Çizelge 2.1. Yumurta kabuğunun kimyasal bileşimi

Bileşenler	**Miktar (%)**
Kalsiyum Karbonat	93,7
Magnezyum Karbonat	1,0
Kalsiyum Fosfat	1,0
Organik Maddeler	3,3
Su	0,1

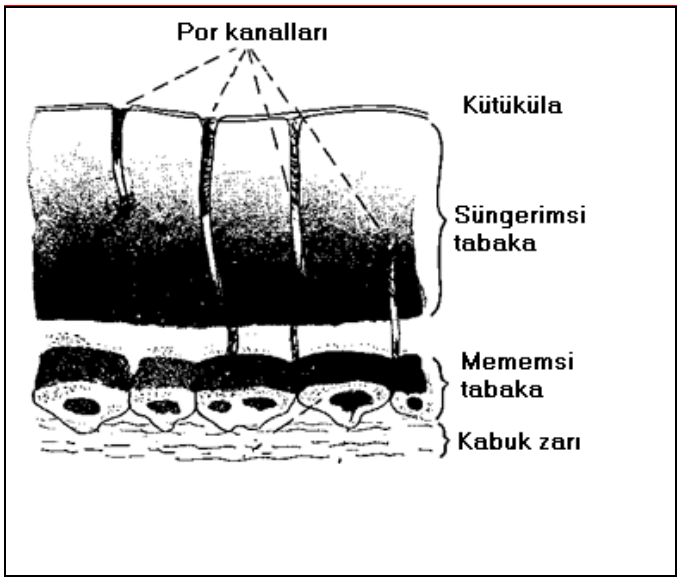
(Tayar, 2009)

Yumurta kabuğunun oluşumu organik matriks içinde $CaCO_3$ kristallerinin depolanması şeklinde olur (Şenköylü, 1991). Kabukta Ca^{+2} birikmesi uterustaki kabuk bezlerinin salgıları ile olur. Bu safhada bikarbonat (HCO_3^-) salgısı, CO_3 veya CO_2 salgısından daha önemlidir. Kabuk bezleri kendisine ulaşan CO_2'yi karbonik anhidraz enziminin etkisiyle HCO3$^-$'e dönüştürerek kabuk yapımında kullanır (Özen, 1995). Kabuk oluşumunda Ca^{+2} ve HCO_3^-' e ilaveten enerji (ATP)'de çok önemlidir (Balnave ve ark., 1992).

Fizyolojik olarak yumurta kabuğu oluşumu, yumurta kabuğu öğesi olan bikarbonatın reabsorbsiyonu sonucu asidoza neden olur. Çünkü yumurta kabuğu sekresyonu sırasında, HCO_3^- ve Ca'dan oluşan çözünmeyen $CaCO_3$, H^+ iyonlarının serbest bırakılmasına neden olur. Bu tip bir H^+ salınımı, fizyolojik yönden zararlı durumlara yol açabilir ve zorunlu olarak uterusun sıvı sisteminde bikarbonat tampon sistemi ile dengelenir. Yumurta kabuğu sentezi süresince, şiddetli olmayan bir metabolik asidoz durumu normalken, daha şiddetli bir durumda, dengeleyici veya kabuk unsuru olarak HCO_3^- ile yoğun rekabetinden ötürü, azalan kabuk oluşumuna neden olur.

Yumurtayı dış etkenlerden koruyan yumurta kabuğu 0,2 - 0,4 mm kalınlığında ve oldukça sert, sayısı 7.000-17.000 arasında bulunan gözenekli bir yapı gösterir. Bu gözenekler rutubet ve gazı geçirirler. Gözenekler yumurtanın uç kısımlarında, özellikle hava boşluğunun bulunduğu tarafta yan yüzeylere göre daha fazla sayıda bulunur. En dışta kabuğun dış yüzeyini örten keratine benzer bir proteinden oluşan ve kütikula adı verilen bir zar vardır. Bu yumurtlama esnasında havanın etkisiyle yumurta yüzeyinde albümin'in kurumasıyla oluşur. Elle yoklandığında kayganlık hissi verir. Zamanla kaybolup donuk bir manzara alır. Kütikül aynı zamanda porların üzerini de örttüğü için yumurtanın korunmasında etkin rol oynar. Kütikül tabakasından sonra süngerimsi

tabaka ortaya çıkar. Kabuğun iç yüzünde süngerimsi tabakaya paralel, mamillar tabaka adı verilen bir tabaka vardır. Bu tabaka, kalın yüzeye paralel dizilmiş kalsiyum zerreciklerinden oluşmuştur. Yumurta kabuğu iç yüzeyi iki tabakadan oluşmuş bir zarla donatılmıştır. Dıştakine dış kabuk zarı, diğerine iç kabuk zarı adı verilir. Yumurtanın geniş olan kutbunda bu iki zar birbirinden ayrılarak hava boşluğunu oluşturur. Yumurtanın depolama süresi uzadığında porlardan hava gireceğinden bu hava boşluğu büyür.



Şekil 2. 1. Yumurta kabuğunun yapısı (Tayar, 2009)

2. 6. Yumurta Tavuklarının Kalsiyum İhtiyaçları

Ticari Leghornların Ca ihtiyaçları hala geniş bir çalışma konusudur. Beslemeciler, genetik yapı, ırk, yaş, çevre, bakım ve besleme gibi faktörlerin yumurta kabuk kalitesi üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar yapmaya devam etmektedirler. Kalsiyum ihtiyacının yumurta tavuklarındaki önemi, yumurta kabuğunun yaklaşık % 94'ünün $CaCO_3$'tan oluşması gerçeği ile belirlenmiş olabilir ki, bu da 2 g Ca'a denk gelmektedir. Literatürde optimum Ca ihtiyacı hakkında 3,25 - 5,17 g/gün/tavuk arasında değişen birçok farklı bildiriş bulunmaktadır. Ticari Leghornlarda optimum performans için tavsiye edilen günlük Ca ihtiyacı 3,9 ile 4,20 g/gün/tavuk arasındadır (NRC, 1994).

Şimdiye kadar yapılan çalışmalar, çeşitli tavuk ırklarının yumurta verimi, yumurta ağırlığı, % kabuk oranı ve rasyon Ca' unun kullanma etkinliği veya vücutta tutma kabiliyetleri bakımından farklılıklar olduğunu göstermiştir. Bu yüzden farklı

tavuk ırklarının Ca ihtiyaçları arasında farklılıklar mevcuttur. Pratikte yumurta tavuklarının Ca ihtiyaçlarını karşılamak için rasyon hazırlanacağı zaman yapılacak en iyi iş yetiştirilen ırkın bakım kılavuzunda belirtilen yem tüketimini ve günlük Ca ihtiyaçlarını dikkate alarak rasyon hazırlamaktır. Mesela bir ırk için 20 - 36 haftalık dönemde günde 3,6 g Ca tüketimi tavsiye edilmiş ve bu dönemdeki günlük ortalama yem tüketimi 96 g ise rasyonda bulunması gereken Ca miktarı (3,6 / 96) x 100= % 3,75 olacaktır. Çevre sıcaklığı ve rasyon enerji seviyesi normal yem tüketiminin düşmesine sebep olacak kadar yüksek ise rasyon Ca seviyesi, P seviyesi ile besin madde seviyeleri yeni yem tüketim seviyelerine göre ayarlanmalıdır.

Günümüzde ticari yumurta tavuklarının Ca ve P bakımından safha usulü beslenmesi yaygın bir uygulama olup tavuklar 18 - 36, 36 - 52 ve 52. haftadan üretimin kesileceği zamana kadar artan seviyelerde Ca içeren rasyonlarla beslenmektedir. Bazı araştırıcılar yaş ilerledikçe Ca absorbsiyonunun düştüğünü ileri sürerek rasyon Ca seviyesinin yaşa bağlı olarak arttırılmasını tavsiye etmişlerse de yapılan çalışmalar, bunun doğru olmadığını ve yaşlı tavukların rasyon Ca'sını genç tavuklar kadar yüksek oranda absorbe edebildiklerini göstermiştir (Ortakçı ve Bekmezci, 2003).

Vücuttaki Ca, sindirim sisteminden absorbe edilerek sabit tutulur. Saatte yaklaşık 83 mg Ca sindirim sisteminden absorbe edilir ve 4 - 5 g kalsiyum kemiğin medulla kısmında biriktirilir. Tavuklar her saat 100 mg Ca'yı yumurta kabuğunun oluşumu için absorbe ederler (Boitumelo, 2004). Yaş ilerledikçe yumurta büyüklüğü tedricen artarken, yumurta kabuk oranı ve buna paralel olarak kabuk Ca seviyesi de artar. Fakat Ca'nın yumurta kabuğu üzerinde depolanma miktarı, tavukların yaşlarıyla birlikte günden güne azalış gösterir. Tavukların Ca ihtiyacının en yüksek olduğu zaman yumurta veriminin maksimum olduğu zamandır. Yumurta kabuğu formasyonu için tavuklarda ortalama Ca gereksinimi pik dönemde en fazla olmaktadır (Roland, 1986). Daha sonraki yaşlarda; yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı ve kabuktaki Ca miktarı tedricen artmakla bununla beraber yumurta verimi düşmeye başladığı için günlük olarak kabukta depo edilen Ca miktarı da düşmektedir. Kalsiyumun yumurta kabuğu üzerinde depolanması, önceki pik dönemde sonraki pik dönemdekine göre % 5 daha azdır (Boitumelo, 2004).

Rasyondaki Ca seviyesi yumurta verimi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Yumurtlayan hayvanlar yumurtlamayanlara göre kalsiyuma 100 kat daha fazla ihtiyaç duyarlar. Sunders ve Hayes (2000)'e göre ise bu oran 20 kattır. Yüzde 2,5 Ca

seviyesiyle beslenen hayvanlarda yumurta verimi % 75,3, % 5 Ca seviyesiyle beslenen hayvanlarda ise % 82,3'tür (Ahmad ve ark., 2003). Scott ve ark. (1971) tarafından yapılan çalışmalara göre ise; % 5 seviyede Ca içeren rasyonlarla beslenen hayvanların yem tüketimlerinde bir azalma meydana gelmiş ve % 3,5'tan fazla Ca içeren diyetlerle beslenen tavuklarda, yumurta kabuk kalitesi üzerinde bir gelişme olmamıştır.

2. 6. 1. Kalsiyum yetersizliği ve fazlalığı

2. 6. 1. 1. Düşük seviyelerde kalsiyumla besleme

Günümüzün yüksek verimli tavuklarının, büyüme periyodunun son zamanları ve üretim periyodunun başlangıcında (16-20 haftalık dönem) Ca seviyesi düşük rasyonlarla beslendiklerinde, yumurta veriminin maksimum olduğu dönemde osteoporosise yakalandıkları ve bu durumu önlemek için, yumurtacı piliçlerin verime geçiş dönemlerinde yüksek Ca içeriğine sahip rasyonlarla beslenmeleri gerektiği bildirilmiştir (Özkan ve Açıkgöz, 2007).

Düşük Ca içeriğine sahip rasyonlarla beslenen tavuklar Ca ihtiyacını karşılamak için daha fazla yem tüketirler. Şayet tavuklar ihtiyaçları olan Ca'u rasyonlarla karşılayamaz ise yumurta veriminde azalma ve kabuk kalitesinde kötüleşme görülür. Bununla birlikte, rasyondaki Ca seviyesinin yumurta verimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmakla birlikte yem tüketimi üzerinde önemli bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (Ahmad ve ark., 2003).

Rasyondaki Ca seviyesi maksimum noksanlığa ulaştığında yumurta kabuk formasyonunda anormallikler görülmeye başlar ve zayıf kabuk oluşumu görülür. Kalsiyum bakımından yetersiz rasyonlar verilmesiyle normal yumurta verimi ve yumurtanın kabuk yapısındaki bozulma Ca bakımından normal rasyonlarla yemlenmeye başladıktan 6 - 8 gün sonra normale döner. Kemikler ise ancak 3 hafta sonra tamamen rekalsifiye olur.

Kafes yorgunluğu kemiklerden aşırı miktarda kalsiyum fosfatın mobilizasyonu olarak karakterize edilir. Hastalık bütün hayatı boyunca kafeste kalan hayvanlarda görülmektedir. Rahatsızlığın görüldüğü hayvanlarda bilhassa ayağın uzun kemikleri çok incelmiş olup, kolayca kırılır. Aynı zamanda bu kemiklerden o kadar çok mineral uzaklaştırılır ki, hayvanın ayakları vücut ağırlığını taşıyamaz. Hayvanın görünüşü

normal olmakla beraber ayakta duramaz. Hayvan yem ve suya karşı isteksizdir. Bu hayvanlarda geçici paraliz veya felç durumu ortaya çıkar. Çoğu kez hastalığın görüldüğü hayvanlar kafesten alınıp yataklık serili kümeslere alındığında normal yemleme ile 2 - 3 haftada iyileşmektedirler. Hastalığın gerçek sebebi kesin olarak anlaşılmamış ise de araştırıcılar Ca ve P bakımından noksan diyetlerle beslenen hayvanlarda ve çevre sıcaklığının ve rasyon enerji seviyesinin yem tüketimini düşürecek kadar yüksek olduğu zamanlarda kafes yorgunluğu daha çok görülmektedir.

2. 6. 1. 2. Yüksek seviyelerde kalsiyumla beslenme

Cornell Üniversitesinde yapılan çalışmalar 8 - 20 haftalık büyüme periyodunda piliçlere rasyonla % 2,5 seviyesinde verilen Ca'nın nefrosis (böbrek dejenerasyonu), gut, üreterlerde Ca birikmesi gibi patolojik durumlara sebep olduğunu, % 10 - 20 seviyesinde verilen Ca'nın ise ölüm meydana getirdiğini göstermiştir (Ayhan, 1990). Yüksek seviyede Ca ihtiva eden rasyonlarla beslenen piliçlerde 1 hafta içerisinde hiperkalsemi ve hipofosfatanemi meydana gelmektedir. Paratiroit bezi küçülmekte ve aktivitesi büyük çapta düşmektedir. Yüksek seviyede Ca beslenmesi sonucu yem tüketimi ve canlı ağırlık artışı azalmakta ve seksüel erginliğe geçiş gecikmektedir. Büyüme periyodunda % 3 Ca ihtiva eden rasyonlarla beslenen hayvanlarda görülen hiperkalsemi ve hipofosfatanemi rasyondaki P seviyesinin % 0,4'ten % 1,0'e çıkarılmasıyla tamamen önlenebilmekte ve böbreklerde meydana gelen lezyon vakaları da büyük oranda azalmaktadır. Yirmi haftalık yaştaki genç tavuklara yüksek seviyede Ca beslenmesinin uygulanması zararlı olmaktadır. Çünkü bu yaşta; hiperkalsemi, seksüel gelişme nedeniyle normal olarak ortaya çıkar ve henüz ergenlik çağına ulaşmamış piliçlere göre daha fazla kalsiyum metabolize edilir.

2. 7. Beslemede Ca/P Oranının Önemi

Bugüne kadar Ca ve P ilişkisi üzerinde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalar açık bir şekilde göstermiştir ki rasyon hiç olmazsa minimum seviyede Ca ihtiva etmesinin yanı sıra Ca ve P arasında optimum veya belli bir oran bulunmalıdır. Başka bir ifadeyle rasyon gereğinden fazla Ca ve P ihtiva etmemelidir.

Civcivlerde normal kemik gelişimi için bugün rasyonda bulunması gereken yararlanılabilir P seviyesi yaklaşık % 0,5 olarak belirlenmiştir (Ayhan, 1990). Kalsiyum ve P arasındaki oranın normal bir büyüme için 1/1 veya 2,2/1 olması gerektiği öne sürülmüştür. Bu oranın olması durumunda 2,5/1 hayvanın tolere edebileceği en son bir değer olduğu 3,3/1 oranının ise zararlı olduğu, hayvanlarda raşitizm ve çeşitli bacak rahatsızlıkları meydana getirdiği bildirilmiştir (Ayhan, 1990). Yumurtlayan tavuklar için Ca/P oranı daha geniş tutulmalıdır. Çünkü yumurta tavuğunun Ca ihtiyacı civcivin ve büyüyen bir tavuğun Ca ihtiyacından çok daha fazladır. Yumurta tavukları ile yapılan çalışmalar rasyonda yeterli P bulunduğu taktirde % 5 - 6 gibi yüksek Ca seviyelerinin yumurta verimi, ağırlığı, yem tüketimi, yem değerlendirme kabiliyeti ve kabuk ağırlığını olumsuz yönde etkilemediğini göstermiştir (Ortakçı ve Bekmezci, 2003).

Kalsiyum ve P ihtiyaçlarını karşılarken oranın büyük ölçüde bozulması ve elementlerden herhangi birinin ihtiyacın çok üzerinde temin edilmesinden mutlaka kaçınılmalıdır. Bu elementlerin yeterli miktarlarda temin edilmelerine, bütün fizyolojik fonksiyonların etkin bir şekilde yapılabilmesi için birbiri ile uygun olmaları ve özellikle Ca'un diğer elementlerin kullanımına olabilecek menfi etkileri unutulmamalıdır.

2. 8. Kalsiyum Kaynakları ve Partikül Büyüklüğü

Yumurta tavuklarının rasyonlarında Ca kaynağı olarak kolay bulunabilir ve ucuz olmasından dolayı genellikle kireçtaşı kullanılmaktadır. Bunun yanında deniz kabukluları (istiridye, midye) ve yumurta kabuğu gibi kaynaklarda kolay bulunabilmeleri ve ucuz olması durumunda kullanılabilmektedir. Fakat bu iki kaynağın kullanımında güvenilir yerden temin edilmiş olması ve mikroorganizma ile bulaşık olmaması gerekmektedir. Kemik unu, et-kemik unu, balık unu gibi hayvansal orijinli olan yemler çok iyi Ca kaynaklarıdır. Yemlere Ca kaynağı olarak katılan kireç taşı % 35 civarında Ca ihtiva ederken, istiridye kabuğu ve yumurta kabuğu yaklaşık % 38 civarında Ca içermektedir.

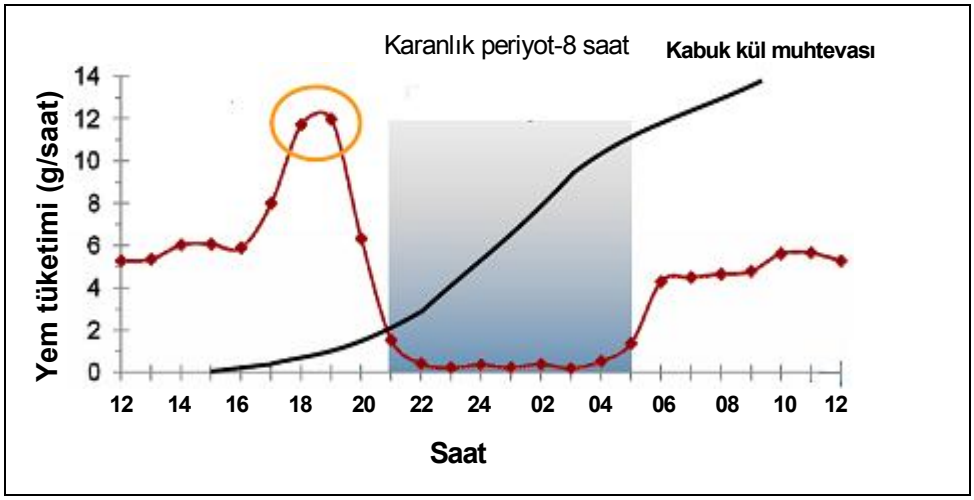
Yeme katılan hammaddelerden en ucuzu Ca kaynaklarıdır. Bu nedenle bilerek veya bilmeyerek en çok hatalar Ca katkılarında oluşmaktadır. Yem katkı maddesi olarak kullanılacak Ca kaynaklarında aşağıdaki üç özellik mutlaka bulunmalıdır.

1) $CaCO_3$ miktarı % 95 - 98'den aşağı olmamalıdır.

2) Magnezyumkarbonat miktarı % 2'den az olmamalıdır.

3) Tavuklar için toksik veya hoşlanmadıkları bir materyal içermemelidir.

Yumurta kabuk kalitesi, kullanılan Ca kaynağı ve kaynağın kalitesi yanında, rasyon Ca seviyesi, kaynağın sindirim sisteminde çözünebilirliği ve kullanılan kaynağın partikül büyüklüğü (formu) tarafından da etkilenmektedir (Lichovnikova, 2007). Kullanılan Ca kaynaklarının kalitesi onların çözünebilirliği ile yakından ilgilidir. Ca kaynağının partikül büyüklüğü 0,8 mm' den fazla olduğunda taşlıktaki çözünmesinin yavaşladığı ve burada kalma süresinin arttığını dolayısıyla kaynağının kullanılabilirliğinin arttığı bildirilmiştir (Zhang ve Coon, 1997). Öğütülmüş haldeki Ca kaynağı taşlıkta daha hızlı çözünerek sindirim sisteminden çok çabuk geçmektedir. Büyük partiküller halinde verilen Ca kaynakları ise, taşlıkta daha yavaş çözünerek tedrici olarak ince bağırsağa ve kan dolaşımına geçmekte ve özellikle yem alımının olmadığı karanlık periyotta (gece), kabuk oluşum sürecine paralel olarak artan Ca gereksinimini karşılamada daha etkili olmaktadır (Boitumelo, 2004; Çetin ve Gürcan, 2006). Kalsiyum kaynağı olarak sadece öğütülmüş kireçtaşı ile beslenen yumurta tavuklarında yumurta kabuk kalitesinin, öğütülmüş kireçtaşı ve partiküllü kireçtaşı karışımından oluşan kaynaklarla beslenenlere göre daha düşük olduğu bildirilmiştir (Boitumelo, 2004; Lichovnikova, 2007).



Şekil 2.2. Yumurta kabuk oluşumu esmasında tüketilen yem miktarı

2. 8. 1. Kireç taşı

Kalsiyum kaynağı olarak sadece öğütülmüş kireçtaşı ile beslenen yumurta tavuklarında yumurta kabuk kalitesinin, öğütülmüş kireçtaşı ve iri partiküllü kireçtaşı karışımından oluşan kaynaklarla beslenenlere göre daha düşük olduğu bildirilmiştir (Boitumelo, 2004; Lichovnikova, 2007). Yumurtlayan hayvanlarda kireçtaşının taşlıkta tutulma zamanı uzatılırsa, kireçtaşının çözünürlüğünde artış meydana gelmektedir (Rao ve ark., 2003). Bu nedenle diyetlerde 1,0 mm'lik partiküllere sahip kireçtaşı kullanımı uygun olup, daha küçük partiküllerin rasyonda kullanılması, bu partiküllerin taşlıkta daha kısa süre kalmasına neden olmaktadır. İri partiküllü kireçtaşı, tavuk yem yedikten sonra devam eden karanlık saatte taşlıktan sindirim sistemine geçmektedir (Woolford, 1994). Pavlovski ve ark. (2003) ise, 58 - 62 haftalar arasında yumurta tavuklarında yaptıkları çalışmada ince formdaki kireç taşı ve yerine iri taneli kireç taşı ilavesinin kabuk kalitesi üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu bildirilmişlerdir.

2. 8. 2. İstiridye kabuğu

Yeme kalsiyum kaynağı olarak istiridye kabuğu ilave edilmesiyle ilgili ilk çalışmalardan biri 1892 yılında Collier tarafından yapılmıştır. Daha sonra Stuart ve Hart tarafından 1938 yılında yapılan çalışmada rasyona katılan istiridye kabuğunun kırılma direncini önemli düzeyde artırdığı bulunmuştur. Hauser ve Norris'de *ad libitum* istiridye kabuğu verilen gruplarda yumurta kabuk kırılma direncinin arttığını bildirmişlerdir. Rasyonda Ca kaynağı olarak kullanılan istiridye kabuğunun kireç taşına göre taşlıkta daha yavaş çözündüğü ve uzun süre kaldığı için kabuk kalitesi üzerinde olumlu etki göstermektedir (Lichovnikova, 2007). Keshavarz ve ark. (1993), 22-38 ve 38-62. haftalar arasında yumurta tavuklarında yaptıkları çalışmada, pülverize (ince formda) kireçtaşı ve istiridye kabuğu ve iri taneli istiridye kabuğundan oluşan kaynakların farklı kombinasyonları ile farklı Ca seviyelerinden oluşan rasyonları denemişler ve rasyonlara iri formda olmak şartıyla istiridye kabuğu ilavesinin kabuk kalitesini iyileştirmede olumlu etki gösterebileceği bildirmişlerdir. Ahmad ve Balander (2004), Hy-line W36 hibritlerle yaptıkları çalışmada Ca gereksiniminin yarısının istiridye kabuğu ile karşılanmasının kabuk kalitesinin bir ölçüsü olarak kabul edilen özgül ağırlığı artırdığını, yumurta ağırlığı ve kabuk kalınlığında ise bir değişim gözlenmediğini

bildirmişlerdir. Cheng ve Coon (1990), öğütülmüş kireçtaşı ile istiridye kabuğunu karşılaştırmış ve iki grup arasında yumurta ağırlığı bakımından önemli bir fark bulunmadığını saptamışlardır.

Yapılan araştırmalarda ulaşılan sonuçlar birbirinden farklı olmakla birlikte iri partiküller seklinde istiridye kabuğu verilmesinin kabuk kalitesi üzerine olumlu etkisi bulunduğu genel kabul gören bir anlayıştır.

2. 8. 3. Yumurta kabuğu

Bugün ticari yumurta endüstrisi, likit yumurta üretiminden dolayı yüksek miktarda yumurta kabuğu üretmektedir. Bu da yumurta kabuklarının rasyonlarda kullanılması için geçerli bir sebep haline gelmiştir. Yumurta kabuğunun besin değeri kireçtaşı ve istiridye kabuğuyla karşılaştırıldığında, yumurta kabuğuna yapışık albumenden dolayı daha yararlı bulunmuştur. Yumurta kabuğu kalitesini arttırmak için yumurta kabukları ile birlikte iri partiküllü Ca kaynakları kullanılabilir. Yumurta tavuğu rasyonlarına öğütülmüş yumurta kabuklarının katılmasının önemli avantajının bulunmadığı bildirilmektedir (Scheideler, 1998).

2. 9. Konu ile İlgili Daha Önce Yapılmış Olan Çalışmalar

Skrivan ve ark. (2010) 24 ve 56 haftalık iki farklı yaş grubundaki kahverengi yumurta tavuklarında 12 hafta süren çalışma yapmışlardır. Denemede her iki yaş grubundaki hayvanlar ince formda kireçtaşı (<0,5 mm) ve iri formda kireçtaşından (0,8 - 2,0 mm) oluşan iki farklı rasyonla yemlenmişlerdir. Deneme sonunda genç hayvanlarda yumurta verimi yaşlı hayvanlara göre daha yüksek, yumurta ağırlığı ise daha düşük bulunmuştur. Yaşlı hayvanlardaki düşük yumurta üretimi yüksek yumurta ağırlığı ile telafi edilmiştir. Genç ve yaşlı hayvanlarda iri formda kireçtaşının kullanımıyla yumurta kabuk ağırlığında 0,2 g' lık önemli seviyede artışlar görülmüştür. Benzer artışlar yumurta kabuk kalınlığı ve kabuk Ca muhtevasında da görülmüştür. Muamelelerin yumurta kabuk kırılma direncine önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Deneme sonuçlarına göre iri formda kireçtaşı kullanımıyla her iki yaştaki hayvan grubu için ince formdaki kireçtaşı kullanımına göre daha tatminkâr sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir.

De Witt ve ark. (2009a)' nın 17 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında, rasyonda kullanılan farklı partikül büyüklüğündeki kireçtaşının 54 ve 70. haftalar arasındaki performans ve yumurta kabuk kalitesi üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; rasyonda Ca kaynağı olarak ince (<1,0 mm), orta (1,0 - 2,0 mm) ve iri (2,0 – 3,8 mm) partiküllü olmak üzere üç farklı formda kalsitik kireçtaşı kullanmışlardır. Rasyon Ca seviyesi 39,95 g/kg olarak belirlenmiştir. Deneme sonuçları itibariyle; farklı partikül büyüklüğüne sahip kireçtaşlarının yumurta verimi üzerinde istatistiki açıdan herhangi bir etkisi olmamıştır. Bu çalışma sonuçları iri partiküllü kireçtaşının yumurtlama dönemi sonlarındaki yumurta tavuklarında yumurta verimi ve yumurta kabuk kalitesi için yeterli Ca'yı sağlayamadığını, yumurta tavuklarının ihtiyacı olan Ca'yı rasyona ilave Ca ile sağlanması gerektiğini bildirmişlerdir.

De Witt ve ark. (2009b)'nın 17 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında, rasyonda kullanılan farklı partikül büyüklüğündeki kireçtaşının 70. haftadaki kemik kalitesi üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; rasyonda Ca kaynağı olarak ince (<1,0 mm), orta (1,0 - 2,0 mm) ve iri (2,0 – 3,8 mm) partiküllü olmak üzere üç farklı formda kalsitik kireçtaşı kullanmışlardır. Deneme sonuçları itibariyle, farklı partikül büyüklüklerine sahip kireçtaşlarının, 70 haftalık yaştaki tavukların kemik ağırlıkları ve uzunlukları üzerinde bir önemli bir etkisi olmamıştır. Kireçtaşı partikül büyüklüğündeki artış tibia kırılma direnci üzerinde önemli artış meydana getirmiştir. Sonuç olarak iri partiküllü kireç taşının (>1,0 mm) yaşlı yumurta tavuk rasyonlarında kullanımının kemiğin mekanik özellikleri üzerinde iyileştirici etkisinin olduğu bildirilmiştir.

Saunders-Blades ve ark. (2009)'ı tarafından yumurta tavuklarında 19 - 74. haftalar arasında ticari olarak kullanılan ince formda kireçtaşı ile 1,5 – 4 ,0 mm arasında partikül iriliğine sahip beyaz, kahverengi ve gri olmak üzere üç farklı kireçtaşı kaynağından oluşan 4 farklı rasyon ile % 100 ince formda normal ticari kireçtaşı ve 2/3 oranında bu kireçtaşı + 1/3 oranında iri formda istiridye kabuğu (% 50' si 4,0 mm' den daha iri formda) karışımdan oluşan toplam 8 adet rasyon kullanarak bir çalışma yapmışlardır. Deneme sonuçları itibariyle canlı ağırlık bakımından denemede kullanılan rasyonlar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. Yem tüketimi kullanılan Ca kaynaklarından önemli seviyede etkilenmez iken, partikül boyutundan önemli seviyede etkilenmiştir. Buna göre 27 - 70. haftalar arasında 2/3 oranında bu kireçtaşı + 1/3 oranında iri formda istiridye kabuğu içeren rasyonla yemlenen grubun yem tüketimi %

100 ince formda normal ticari kireçtaşı içeren rasyonal yemlenen gruba göre önemli seviyede yüksek olmuştur. Yumurta verimine Ca kaynaklarının etkisi sadece 71 - 74. haftalar arasında önemli olmuş diğer haftalarda önemli bir etkisi olmamıştır. Partikül formunun yumurta verimine önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Yumurta ağırlığına muamelelerin interaksiyon etkisi sadece 71 - 74. haftalar arasında önemli olmuş, en yüksek yumurta ağırlığı 2/3 oranında bu kireçtaşı + 1/3 oranında iri formda istiridye kabuğu içeren rasyonla yemlenen grupta görülmüştür. Yumurta özgül ağırlığı uygulanan muamelelerin hiçbirinden önemli seviyede etkilenmemiştir. Tibia toplam mineral konsantrasyonuna partikül iriliğinin etkisi önemli olmuş ve 2/3 oranında bu kireçtaşı + 1/3 oranında iri formda istiridye kabuğu içeren rasyonla yemlenen grupta daha yüksek bulunmuştur. Muamelelerin tibia Ca konsantrasyonu ve % tibia kül muhtevasına etkileri önemsiz olmuştur. Çalışma sonuçları itibariyle beyaz, kahverengi ve gri kireçtaşlarının yumurta tavukları için uygun alternatif Ca kaynakları olabileceği ve iri partiküllü Ca kaynaklarının (istiridye kabuğu) kemik kalitesini iyileştirici etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

Pelicia ve ark. (2009)' nın 58 haftalık yaştaki kahverengi yumurta tavuklarında yaptıkları çalışmada, 4 farklı Ca seviyesi (%3,0, 3,5, 4,0, 4,5) ve 3 farklı partikül büyüklüğüne sahip kireçtaşından (% 100 ince, % 50 ince + % 50 iri, % 30 ince + % 70 iri) oluşan toplam 12 adet rasyon kullanılmıştır. Deneme sonunda muamelelerin iç ve dış yumurta kalitesi ve performans üzerine etkisi önemsiz olmuştur. Rasyon Ca seviyesinin artmasıyla yumurta kabuk ağırlığında ve dışkı ile atılan Ca miktarında önemli artışlar görülmüştür. Deneme sonuçları itibariyle, % 4,5 Ca seviyesi ve % 50 ince + % 50 iri formda partikül büyüklüğüne sahip rasyonla beslenen tavuklarda yumurta kalitesinde ve pazarlanılabilir yumurta sayısında artış olduğu bildirilmiştir.

Safaa ve ark. (2008)' nın 58 haftalık kahverengi yumurta tavuklarında yaptıkları 15 hafta süren çalışmada; rasyonlarda % 3,5 - % 4,0 seviyelerinde Ca ve ince ve iri partiküllü kireçtaşı ile istiridye kabuğu kullanılmıştır. Deneme rasyonlarında Ca kaynağı olarak % 100 ince formda kireçtaşı ve bunun % 40' ı yerine iri partiküllü kireçtaşı ve istiridye kabuğu denenmiştir. Araştırıcılar deneme sonunda Ca kaynaklarının farklı oranlarda kullanılmasının verim performansı, tibia özellikleri ve yumurta kalite kriterlerinde kabuk yoğunluğu hariç önemli değişikliklere sebep olmadığını bildirmişlerdir. Kabuk yoğunluğu en yüksek % 60 ince + % 40 iri partiküllü kireçtaşı içeren rasyonla yemlenen grupta görülmüştür. Deneme sonuçları itibariyle;

yumurtlama dönemi sonundaki kahverengi yumurta tavuklarının rasyonlarında bulunması gereken Ca miktarı % 3,5 (günlük tavuk başına Ca tüketimi 4,08 g) olarak belirlenmiştir. İnce partiküllü Ca kaynağının % 40'ı yerine ilave edilen iri partiküllü Ca kaynağı veya istiridye kabuğu yumurtlama performansında etkili olmadığı, yumurta kalitesi ve tibia özelliklerinde ise az da olsa olumlu bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

Lichovnikova (2007) 56 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında iki haftalık süreyle yaptığı çalışmada**;** % 29 ince partiküllü kireç taşı (LF) + % 71 iri partiküllü kireç taşı (LG), % 32 ince partiküllü kireç taşı + % 68 yumurta kabuğu, % 32 ince partiküllü kireçtaşı % 68 istiridye kabuğu, % 50 ince + % 50 iri partiküllü kireçtaşı karışımından oluşan ve sırayla % 4,46, 3,97, 3,98 ve 4,08 Ca içeren 4 farklı rasyon kullanmıştır. 29:71 LF:LG ve 32:68 LF: istiridye kabuğu rasyonları ile beslenen yumurta tavuklarında, yumurta kabuk kalitesi, yumurta kabuk ağırlığı, yumurta kabuk kalınlığı ve yumurta kabuk kırılma direnci diğer kalsiyum kaynaklarıyla beslenen yumurta tavuklarına göre daha yüksek olurken, gece yarısı yemlemesinin yumurta kalitesi üzerinde önemli bir etkisi bulunmadığını bildirmiştir. Rasyonda kullanılan istiridye kabuğu Ca'un % 96,5 oranında tutulmasına ve tutulan kalsiyum yumurta kabuğunun oluşumunda kullanılmasına sebep olurken, 32:68 LF: yumurta kabuğu ve 50:50 LF:LG içeren rasyonların kullanımında ise bu oranlar sırasıyla % 73,9 ve % 78,6 olmuştur. Deneme sonuçları itibariyle yumurta verim periyodunun 3. döneminde kaliteli yumurta üretimi için rasyonda 4,1 g/kg Ca kullanılması tavsiye edilirken, üretimin bu aşamasında rasyonda iri partiküllü kalsiyum kaynaklarının 2/3 oranında kullanılması gerektiği tavsiye edilmiştir.

Pizzolante ve ark. (2006)'ı 83 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında iki farklı Ca seviyesi ile ince ve iri formdaki kireçtaşının farklı oranlarda kullanılmasının performansa etkisi belirlemek amacıyla 16 hafta süren bir çalışma yapmışlardır. Denemede hayvanlar % 3,5 ve 4,0 Ca seviyesi ile % 100 ince formda, % 70 ince + % 30 iri formda ve % 50 ince + % 50 iri formda kireçtaşının oluşturduğu toplam 6 farklı rasyonla yemlenmişlerdir. Deneme sonuçlarına göre, deneme gruplarının performans parametreleri arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Deneme sonuçları itibariyle, farklı Ca seviyesi ve farklı partikül büyüklüğünden oluşan rasyonlar 2. yumurtlama döneminde bulunan yumurta tavuklarının performansları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı bildirilmiştir.

Ahmad ve Balander (2004)'ın 36 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında yaptıkları çalışmada; 3 farklı deneme grubu oluşturularak birinci grup, Ca kaynağı olarak kireçtaşının kullanıldığı ticari bir rasyonla sabah ve akşam, ikinci grup sabah ticari rasyonla beslenmiş, öğleden sonra ise kireç taşının Ca kaynağı olarak kullanıldığı normal seviyede Ca içeren rasyonla beslenmiş fakat P seviyesi 2. gruptan daha düşük tutulmuştur. Üçüncü grupta ise; Ca kaynağı olarak % 50 kireçtaşı + % 50 istiridye kabuğu kullanılmış ve gündüz beslenmesinde normal seviyede Ca ve P kullanılırken, öğleden sonra ise normal Ca seviyesiyle düşük P seviyesi kullanılmıştır. Deneme sonuçları itibariyle; 1. grubun plazma Ca seviyesi ise önemli seviyede artış göstermiştir. Düşük P seviyesi, plazma inorganik P seviyesinin düşmesinde dolaylı etki yaparak yumurta kabuk kalitesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmuş, yumurta kabuk kalitesi ise kalsiyum kaynağı olarak % 50 kireçtaşı + % 50 istiridye kabuğunun kullanıldığı rasyonlarla beslenen gruplarda diğer gruplara göre daha yüksek olmuştur.

Boitumelo (2004)' nun yaptığı iki farklı çalışmanın ilkinde 17 haftalık yaştaki yumurta tavukları, 1,0 mm, 1,0 - 2,0 mm ve 2,0 - 3,8 mm olan 3 farklı partikül büyüklüğüne sahip kireçtaşı içeren rasyonların pik verim döneminde yumurta verimi ve yumurta kalitesi üzerine olan etkilerini incelemiştir. Pik dönemde, farklı partikül büyüklüğüne sahip rasyon kullanımı yumurta ağırlığı ve yumurta verimi üzerinde önemli etkilere sahip olmamış, fakat yumurta ağırlığı iri partiküllü Ca kaynaklarıyla beslenen gruplarda daha yüksek olmuştur. Muamelelerin yumurta özgül ağırlığına, yumurta iç kalite özelliklerine, kabuk ağırlığına, kabuk yüzdesine ve kabuk kalınlığına olan etkileri istatistikî olarak önemli olmamıştır. Çalışma sonuçları itibariyle rasyonda kullanılan kireçtaşının partikül büyüklüğünün yumurta kabuk kalitesi üzerinde önemli seviyede bir farklılığa sebep olmadığı bildirilmiştir.

Çalışmanın ikinci kısmı ise, yumurta tavuğu rasyonlarına farklı boyutlarda ve farklı oranlarda karıştırılan kireçtaşlarının, pik dönemde yumurta verimi ve yumurta kabuk kalitesi üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada tavuklar iki farklı partikül büyüklüğü (1,0 mm'den küçük ve 2,0 - 3,8 mm arasında) ve farklı oranlarda (% 100, % 75, % 50, % 25 ve % 0) ince ve iri formdaki kireçtaşı içeren 10 farklı rasyonla yemlenmişlerdir. Farklı rasyonlarla yemlenen gruplar arasında, yem tüketimi, canlı ağırlık ve yumurta verimi, yumurta özgül ağırlığı, kabuk ağırlığı ve yüzde kabuk oranı bakımından önemli farklılıklara rastlanmamıştır. Deneme sonuçları

itibariyle farklı oranlarda ve boyutlarda partikül büyüklüğüne sahip rasyonların pik dönemde yumurta kabuk kalitesi üzerinde etkilerinin önemli olmadığı bildirilmiştir.

Pavlovski ve ark. (2003), 58 - 62 haftalık dönemde 108 adet yumurta tavuğunda, % 100 ince kireçtaşı, % 40 ince + % 60 iri kireçtaşı ve % 20 ince + % 80 iri kireçtaşından oluşan rasyonların yumurta kabuk kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; % 80 iri formda kireçtaşı içeren rasyonla yemlenen grubun yumurta kabuk kırılma direnci, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı diğer rasyonlarla yemlenen gruplardan önemli yüksek bulunmuştur. Çalışma sonuçları itibariyle yumurta tavuğu rasyonlarında Ca kaynağı olarak kullanılan iri partiküllü kireçtaşının yumurta kabuk kalitesini geliştirici etkisinin olduğu, % 60 ve % 80 iri partiküllü kireçtaşı içeren rasyonların yumurta kabuk kalitesi üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Scheideler (1998) farklı partikül büyüklüklerine sahip, farklı Ca kaynaklarının (kireçtaşı, yumurta kabuğu ve istiridye kabuğu) kombinasyonlarının 25 ve 108 haftalık yaşlardaki yumurta tavuklarında performans ve yumurta kalitesine etkileri incelenmiştir. Denemede kullanılan rasyonlar, 0,8 mm' den küçük partiküllü yumurta kabuğu, 0,8 - 2,0 mm arasında patikül iriliğine sahip yumurta kabuğu, % 50 ince + % 50 iri partiküllü kireçtaşı, % 75 iri partiküllü kireçtaşı + % 25 iri partiküllü istiridye kabuğu, % 100 ince partiküllü kireçtaşı ve tamamı 0,5 mm' den daha ince partiküllü yumurta kabuğundan şeklinde oluşturulmuştur. Deneme rasyonlarının 25 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında özgül ağırlık hariç yumurta verimi, canlı ağırlık değişimi, yem tüketimi, yumurta ağırlığı ve yumurta kabuk ağırlığı üzerine olan etkisi önemli olmamıştır. Rasyonların 108 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında ise yumurta verimi ve özgül ağırlık hariç diğer parametreler üzerinde etkileri önemli olmamıştır. Bu dönemde daha iri formdaki (0,8 - 2,0 mm arasında) yumurta kabuğuyla yemlenen grupta yumurta veriminde diğer gruplara göre önemli seviyede bir düşüş görülmüştür. Deneme sonuçları itibariyle yumurta kabuklarının yumurta verimini desteklemek amacıyla kullanılabileceğini fakat arzulanan yumurta kabuk kalitesine ulaşmak için bu kaynağın iri partiküllü kalsiyum kaynakları ile desteklenmesi gerektiği bildirilmiştir.

Keshavarz ve ark. (1993)'ı % 3,0, 3,5 ve 4,0 olmak üzere üç farklı seviyede Ca ve farklı oranlarda kireçtaşı ve istiridye kabuğu içeren rasyonların 22 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında yumurta kalitesine ve kemik mineralizasyonuna etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Denemede kireçtaşı ve istiridye

kabuklardan oluşan 4 farklı rasyon; tamamı ince formda kireçtaşı, tamamı ince formda istiridye kabuğu, 2/3 ince formda kireçtaşı + 1/3 ince formda istiridye kabuğu ve 2/3 ince formda istiridye kabuğu + 1/3 iri formda kireçtaşı şeklinde hazırlanmıştır. Deneme sonuçları itibariyle canlı ağırlık ve yem tüketimi % 3 Ca seviyesine sahip rasyonla yemlenen grupta diğer Ca seviyelerine göre daha yüksek olmuş, fakat ince formda istiridye kabuğu içeren grubun canlı ağırlık ve yem tüketimi diğer gruplara göre daha düşük olmuştur. Yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yumurta kitlesi ve yemden yararlanma deneme süresince Ca seviyesi ve Ca kaynaklarından önemli seviyede etkilenmemiştir. Deneme rasyonlarının kemik mineral konsantrasyonları üzerine önemli bir etkili olmamıştır. Kalsiyum seviyesinin % 3 olduğu rasyonla beslenen grubun yumurta özgül ağırlığı diğer Ca seviyeleri ile beslenen grupların özgül ağırlıklarına göre önemli derecede düşük bulunmuştur. Çalışma sonuçlarına göre tavuklarda günlük 3,3 g Ca tüketiminin performans açısından yeterli olmasına rağmen optimum kabuk kalitesi ve kemik gelişimi için günlük 3,85 g Ca tüketmelerinin uygun olacağını bildirilmiştir. Ayrıca rasyonlara istiridye kabuğunun iri formda olmak şartıyla ilavesinin kabuk kalitesini iyileştirmede olumlu etki gösterebileceği belirtilmiştir.

Sultana ve ark. (2007)' ı tarafından farklı seviyelerde ve farklı Ca kaynaklarının, 23 haftalık yaşa kadar olan Japon bıldırcınlarında yumurta üretimi ve yumurta kabuk kalitesi üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada toplam 108 adet 20 haftalık yaştaki Japon bıldırcını, farklı Ca seviyeleri (% 2,5, % 2,75, % 3,0) ve farklı Ca kaynakları (istiridye kabuğu, kireçtaşı, kalsiyum premiksi) içeren rasyonlarla beslenmişlerdir. Farklı Ca seviyeleri ve farklı Ca kaynakları içeren rasyonların yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı, yüzde kabuk oranı, yumurta verimi ve kabuk kalınlığı üzerine önemli etkilerinin olmadığı gözlenmiştir. Fakat Ca premiksi ile beslenen bıldırcınlarında yumurta kabuk kalitesinin, istiridye kabuğu ve kireç taşı ile beslenenlerden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Japon bıldırcınlarının ileriki dönemlerinde kullanılan Ca kaynaklarında hiçbiri yumurta kalitesini iyileştirmede Ca premiksi kadar etkili olmamıştır. Çalışma sonuçları, % 2,5 Ca içeren rasyonlarla yemlenen Japon bıldırcınlarında yumurta ağırlığının ve kabuk kalınlığının % 2,75 Ca içeren rasyonlarla yemlenenlerde canlı ağırlık ve yumurta kabuk ağırlığının, % 3,0 Ca içeren rasyonlarla yemlenenlerde ise yumurta veriminin ve % kabuk oranının arttığını göstermiştir.

3. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Prof. Dr. Orhan DÜZGÜNEŞ Hayvancılık Araştırma ve Uygulama Çiftliği yumurta tavuğu kümesinde yürütülmüştür. Araştırma her biri 28'er günlük 3 periyot halinde yürütülmüş olup toplam 12 hafta (84 gün) sürmüştür.

Deneme hayvanları deneme başlamadan bir hafta önce denemenin yürütüleceği kafeslere her bir kafes gözünde 3'er adet hayvan olacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Yumurta tavuklarının kafes gözlerine dağıtımı tesadüfi olarak (kura ile) yapılmıştır.

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan materyali

Araştırmada, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Prof. Dr. Orhan DÜZGÜNEŞ Hayvancılık Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde bulunan 44 haftalık yaştaki toplam 198 adet Lohmann Brown-Classic hattı yumurta tavuğu kullanılmıştır.

3.1.2. Yem materyali

Deneme rasyonlarının hazırlanmasında kullanılan yem hammaddeleri ticari firmalardan satın alınmıştır. Temin edilen hammaddeler Zootekni Bölümü uygulama çiftliğinde bulunan yem ünitesinde hazırlanmıştır. Denemede kullanılan yumurta kabukları, yumurtanın içi boşaltılıp çeşme suyu ile yıkandıktan sonra oda sıcaklığında bir hafta kurulmuştur. İstiridye kabukları ise ticari bir firmadan temin edilmiştir. Rasyonda kullanılan hammaddelerin besin maddesi muhtevaları Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Araştırma boyunca yem ve su *ad-libitum* olarak verilmiş ve 16 saat aydınlatma programı uygulanmıştır.

Çizelge 3. 1. Deneme rasyonlarında kullanılan hammaddelerinin besin maddeleri muhtevaları

Hammadde	HP	ME	Ca	KP	Lisin	Metiyonin	Sistin
	%	kkal/kg	%	%	%	%	%
Mısır	8,60	3330	0,030	0,080	0,250	0,180	0,190
Arpa	11,00	2761	0,070	0,130	0,391	0,179	0,233
Soya Küspesi	45,35*	2254	0,280	0,290	2,764	0,516	0,797
Ayçiçeği Tohumu Küspesi	27,50*	2018	0,430	0,333	0,988	0,594	0,510
Bitkisel Yağ	---	9000	---	---	---	---	--
DCP	---	---	24,00	18,00	---	---	---
Mermer Tozu	---	---	33,90*	---	---	---	---
İstiridye Kabuğu	---	---	33,41*	0,010*	---	---	---
Yumurta Kabuğu	2,75*	---	33,28*	0,070*	---	---	---

*Analiz sonucu bulunan değerler

3.2. Metot

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

3.2.1. Deneme rasyonlarının hazırlanması ve grupların oluşturulması

Araştırmada, ilk önce bir bazal rasyon hazırlanmıştır. Bu rasyonda kullanılan ince formdaki Ca kaynağının yerine farklı seviyelerde iri formda kireç taşı, yumurta kabuğu ve istiridye kabuğu kullanılarak farklı oranlarda Ca kaynağı içeren 11 farklı rasyon hazırlanmıştır. Bütün rasyonların Ca seviyeleri kullanılan hayvanın yetiştirme klavuzunda bildirildiği şekilde %3,56 olacak şekilde ayarlanmıştır. Kullanılacak Ca kaynaklarının denemede kullanılacak rasyonlara hangi oranda katıldığı Çizelge 3.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırma rasyonlarında kullanılan Ca kaynaklarının oranları (%)

Deneme rasyonları	İnce formda kireç taşı	Kalın formda kireç taşı	İstiridye kabuğu	Yumurta kabuğu
1	100	0	0	0
2	50	50	0	0
3	50	0	50	0
4	50	0	0	50
5	50	25	25	0
6	50	25	0	25
7	50	0	25	25
8	75	25	0	0
9	75	0	25	0
10	75	0	0	25
11	25	25	25	25

Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan rasyonların hammadde ve hesaplanmış besin maddeleri kompozisyonu

Hammaddeler (%)	Rasyonlar										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mısır	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00
Arpa	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Soya Küspesi	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Ayçiçeği Tohumu Küspesi	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
BitkiselYağ	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63
Kireçtaşı[3]	9,50	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	7,13	7,13	7,13	2,38
DCP	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Tuz	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Vitamin Premiksi [1]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Mineral Premiksi [2]	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Metiyonin	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Kireçtaşı[4]	---	4,75	---	---	2,38	2,38	---	2,38	---	---	2,38
İstiridye Kabuğu[4]	---	---	4,75	---	2,38	---	2,38	---	2,38	---	2,38
Yumurta Kabuğu[4]	---	---	---	4,75	---	2,38	2,38	---	---	2,38	2,38
Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Besin Maddeleri											
Enerji, kkal/kg ME	2729	2729	2729	2729	2729	2729	2729	2729	2729	2729	2729
HP, %	15,22	15,22	15,22	15,22	15,22	15,22	15,22	15,22	15,22	15,22	15,22
Ca, %	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56
KP, %	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335
Lisin, %	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Metiyonin, %	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33

[1] Vitamin ön karması rasyonun 1 kg'ında: vitamin A, 8.800 IU; vitamin D_3, 2.200 IU; vitamin E, 11 mg; nikotin asit, 44 mg; Cal-D-Pantotenat, 8.8 mg; riboflavin 4.4 mg; tiamin 2.5 mg; vitamin B_{12}, 6.6 mg; folik asit, 1 mg; D-Biotin, 0.11 mg; kolin, 220 mg sağlar.
[2] Mineral ön karması rasyonun 1 kg'ında: mangan, 80 mg; bakır, 5 mg; demir, 60 mg; çinko, 60 mg; kobalt, 0.20 mg; iyot, 1 mg; selenyum, 0.15 mg sağlar.
[3] İnce formda (<2 mm) kullanılan kalsiyum kaynağı.
[4] İri formda (2-5 mm) kullanılan kalsiyum kaynakları.

Araştırma 6 tekerrürlü olarak yürütülmüş (11 muamele x 6 tekerrür = 66 alt grup) olup, her bir alt grupta (kafes gözü) 3 yumurta tavuğu kullanılmıştır. Muamele gruplarının ve yumurta tavuklarının kafes gözlerine dağıtımı kura (tesadüfi) ile yapılmıştır.

Denemede kullanılan rasyonların hammadde ve hesaplanmış besin maddesi kompozisyonu Çizelge 3.3.'de verilmiştir. Deneme rasyonlarının hazırlanmasında Lohmann Brown-Classic teknik el kitabında tavsiye edilen besin madde değerleri kullanılmıştır.

Kullanılan Ca kaynakları (kireçtaşı, istiridye kabuğu ve yumurta kabuğu)sırasıyla 5 ve 2 mm'lik eleklerden geçirilerek partikül boyutu 2-5 mm arasında olacak şekilde ayarlanmıştır. Bazal rasyonda (1 nolu) kullanılan ince partiküllü kireç taşının boyutu ise 0-2 mm arasında olacak şekilde ayarlanmıştır. Bazal rasyondaki ince partiküllü kireçtaşının yerine iri formdaki Ca kaynakları Çizelge 3.2' de verilen oranlarda katılmıştır.

3.2.2. Verilerin toplanması

Bu araştırma 28'er günlük 3 dönem halinde yürütülmüş olup, 84 gün sürmüştür. Elde edilen performans ve yumurta kabuk özellikleri ile ilgili veriler 28 günlük periyoda göre hesaplanmıştır. Kan ve kemik ile ilgili parametreler deneme sonunda alınan örneklerden hesaplanmıştır.

Tavukların canlı ağırlıkları (CA) denemenin başında ve sonunda, her bir gözdeki tavukların grup şeklinde tartılmasıyla tespit edilmiş olup, her bir gruba ait canlı ağırlık değişimi (CAD), denemenin sonundaki CA'dan deneme başındaki CA'nın çıkarılmasıyla hesaplanmıştır. Ölen hayvanlar günlük olarak kaydedilmiş olup, ölümün vuku bulduğu gruplarda performans değerleri hesaplanırken bu dikkate alınmıştır.

Tavukların yumurta verimleri (YV) günlük olarak kaydedilmiştir. Yüzde YV'leri bu kayıtlardan hesaplanmıştır. Yumurta ağırlığı (YA), haftalık her periyodun son iki gününde 1 g hassas terazide her bir alt gruptaki toplanan bütün yumurtaların tartımlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Yumurta kitlesi (YK) ise her bir dönemdeki tavuk başına ortalama % YV, o dönemdeki ortalama YA ile çarpılıp 100'e bölünerek [$YK=(\%YV \times YA)/100$ formülüyle] bulunmuştur. Hayvanlar grup şeklinde yemlenmiş ve verilen yem miktarı günlük olarak kaydedilmiştir. Her bir dönemin sonunda yemlikte kalan yemler tartılmış ve ilgili döneme ait yem tüketimi (YT) bu kayıtlardan tavuk başına günlük ortalama YT şeklinde hesaplanmıştır. Yemden yararlanma oranı (YYO) ise, her bir dönemde tavuk başına günlük ortalama YT (g), o dönemdeki YK'sine (g) bölünerek ($YYO=YT/YK$) bulunmuştur.

Kabuk kalitesi (özgül ağırlık, kabuk kırılma direnci, zarlı kabuk ağırlığı ve zarlı kabuk kalınlığı) ve kabuk mineral muhtevası her 28'er günlük dönemlerin son iki günü toplanan yumurtalardan rastgele seçilen 2'şer adet yumurtada tespit edilmiştir. Özgül ağırlık, Arşimet prensibinden yararlanılarak yumurtaların havada ve su içerisinde 0,01 g'a hassas dijital terazi tartımlarıyla belirlenen ağırlıklardan, özgül ağırlık [Özgül ağırlık = havadaki ağırlık/(havadaki ağırlık-sudaki ağırlık)] formülü kullanılarak tespit edilmiştir. Yumurta kabuğu kırılma direnci ise, 0 - 5 kg aralığında kuvvet uygulayan yumurta kabuk direnci ölçme cihazı (Egg Force Reader, Orka Food Technology, Israel) ile tespit edilmiştir. Zarlı kabuk ağırlıkları ise, yumurtalar kırılıp muhtevası ayrıldıktan sonra çeşme suyu ile iyice yıkanıp, 105 ^{o}C'de 24 saat süreyle etüvde kurutularak oda sıcaklığında soğutulup 0,01 g'a hassas dijital teraziyle tartılarak tespit edilmiştir. Yüzde

kabuk ağırlıkları ortalama zarlı kabuk ağırlığının toplanan yumurtaların ortalama yumurta ağırlığına bölünüp 100 ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Zarlı kabuk kalınlığı ise, kırılan yumurta kabuklarının mikrometre ile küt ve sivri uçlarından yapılan 1'er, orta kısmından (ekvator) yapılan 2 ölçümün ortalaması alınarak tespit edilmiştir. Yumurta kabuk mineral muhtevaları için toplanan yumurtaların içi boşaltılmış, önce çeşme suyuyla daha sonra da saf su ile yıkandıktan sonra etüvde 105 ^{o}C'de 24 saat kurutulmuştur. Tibia kemiklerinin element muhtevası tespit etmek için denemenin sonunda her alt gruptan rastgele 2 adet tavuk seçilmiş, kesilip temizlendikten sonra sağ ve sol tibiaları alınıp poşetlenerek analiz yapılıncaya kadar – 20 ^{o}C'de derin dondurucuda muhafaza edilmiş ve analizden bir gün önce dondurucudan çıkartılarak çözülmeleri için beklenmiştir. Kemik element muhtevası tespiti için sağ tibialar kullanılmıştır. Derin dondurucudan çıkarılan kemiklerdeki yumuşak dokular ve kemik iliği uzaklaştırılıp, etüvde 105 ^{o}C'de 24 saat bekletilerek kurutulmuştur.

Kurutulan kemiklerden ve yumurta kabuklarından yaklaşık 0,15 g tartılarak numune alınmıştır. Alınan numunelere 5 cc nitrik asit, 2 cc hidrojen peroksit ve 3 cc perklorik asit ilave edilerek mikrodalga cihazında (Cem-Mars5) 175 PSI ve 190 ^{o}C'de 40 dakika süreyle yakılmıştır. Yakma işleminden sonra saf su ile 50 cc tamamlanan numunelerde S.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde bulunan ICP (VISTA AX CCD Simultaneous ICP-AES) cihazında okutulmuştur.

Denemenin son gününde her bir alt gruptan kan mineral muhtevasını tespit etmek için rastgele bir tavuk ve bu tavukların kalplerinden cam tüplere 5 cc kan alınmıştır. Cam tüplere alınan kanlar 5 dakika süre ile 3.000 devir/dakika'da santrifüj edilerek serum ayrılmış ve analiz edilene kadar – 20 ^{o}C'de saklanmıştır. Serum element konsantrasyonlarını tespit etmek için serum alınan 1,0 - 1,5 g örneklere 5 cc nitrik asit ve 2 cc hidrojen peroksit ilave edilerek mikrodalga cihazında (Cem-Mars5) 175 PSI ve 190 ^{o}C'de 40 dakika süreyle yakılmıştır. Yakma işleminden sonra saf su ile 20 cc tamamlanan numunelerde S.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde bulunan ICP (VISTA AX CCD Simultaneous ICP-AES) cihazında okutulmuştur.

3.2.3. İstatistik metotlar

Araştırma, farklı Ca kaynaklarının farklı oranlarda kullanılması ile hazırlanan 11 farklı muamele rasyonu tesadüf parselleri deneme planında ve altı tekerrürlü olarak

denenmiştir. Elde edilen sonuçlar 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 muamele grupları arasındaki farklılıklar Duncan'ın Çoklu Karşılaştırmalar Testi (Mstat, 1980) ile belirlenmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).

Denemenin matematik modeli aşağıdaki gibidir:

$Yij: \mu + \alpha i + eij$

Bu modelde;

μ : Genel ortalama

αi : İncelenen muamelelerin etkisi

eij : Hata' dır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Performans Kriterleri

4.1.1. Canlı ağırlık ve canlı ağırlık değişimi

Deneme gruplarının başlangıç ve deneme sonundaki CA'ları ile CA değişimleri ve standart hataları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Denemede kullanılan farklı seviyelerde, farklı Ca kaynakları içeren rasyonların CA üzerine olan etkilerinin önemli olup olmadıklarını belirlemek maksadıyla yapılan variyans analiz sonuçları EK-1'de verilmiştir.

Denemede kullanılan rasyonlar, grupların başlangıç CA'larını, deneme sonu CA'larını ve deneme sonu CA değişimini istatistiki olarak etkilememiştir ($P>0.05$). Deneme sonu ortalama CA değerleri bakımından en yüksek CA 1922 g ile 4 nolu rasyonla, en düşük CA ise 1794 g ile 10 nolu rasyon ile beslenen grupta görülmüştür. Deneme başlangıcında en yüksek CA'a sahip grup ile en düşük CA'a sahip grup arasındaki ortalama CA farkı 146 g olup, deneme sonunda en yüksek CA'a sahip grup ile en düşük CA'a sahip grup arasındaki fark 128 g olmuştur. Deneme sonunda en yüksek CA kaybı 77,28 g ile 3 nolu rasyonla beslenen grupta görülürken, en düşüş CA kaybı ise 3,45 g ile 9 nolu rasyonla beslenen grupta görülmüştür. Deneme sonunda en yüksek CA artışı ise 52.00 g ile 11. rasyonla beslenen grupta görülürken, en düşük CA artışı 4,17 g ile 5 nolu rasyon ile beslenen grupta görülmüştür.

Keshavarz ve ark. (1993), 22-62 haftalar arasında yumurta tavuklarında ince formda kireçtaşı yerine ince ve iri formda ve farklı oranlarda istiridye kabuğu içeren rasyonlarla yemlenen gruplar arasında deneme sonu itibariyle CA ve CA değişimleri bakımından önemli bir farklılığın görülmediğini bildirmişlerdir. Skrivan ve ark. (2010)'nın yaptıkları çalışmada ise yine benzer sonuçlar bildirilmiştir. Saunders-Blades ve ark. (2009) ise yumurta tavuklarında 19-74 haftalar arasında yaptıkları çalışmada farklı Ca kaynaklarının ve bunların farklı formlarının CA üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını bildirmişlerdir. Diğer bir çalışma ise, yumurta kabuğu istiridye kabuğu ve kireçtaşından oluşan Ca kaynaklarının farklı oranlarda rasyonda kullanılmasıyla yumurta tavuklarında deneme sonu itibariyle gruplar arasında CA değişimi bakımından bir farklılık gözlenmediği bildirilmiştir (Scheideler, 1998). Safaa ve ark. (2008)'ı ise 58-

73 haftalar arasında yumurta tavuklarında ince, kalın formda kireçtaşı ve istiridye kabuğundan oluşan üç farklı rasyonla yemlenen gruplar arasında CA değişimi bakımından gözlenen farklılıkların önemli olmadığını bildirmişlerdir. Konuyla ilgili yapılmış çalışma sonuçlarından CA ve CA değişimiyle ilgili parametrelerin sonuçları mevcut çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir. Bu sonuçlardan anlaşılabileceği gibi yumurta tavuğu rasyonlarında kullanılan farklı Ca kaynaklarının ve bunların partikül iriliklerinin CA değişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı söylenebilir.

Çizelge 4.1. Deneme rasyonlarının, grupların deneme başı, deneme sonu ortalama canlı ağırlığa ve canlı ağırlık değişimine etkisi ve standart hataları

Rasyonlar	Deneme başı CA (g/tavuk)	Deneme sonu CA (g/tavuk)	CA değişimi (g/tavuk)
1	1889 ± 41,4	1856 ± 45,2	-32,39 ± 23,7
2	1863 ± 47,2	1876 ± 28,9	12,63 ± 40,6
3	1948 ± 61,3	1871 ± 33,5	-77,28 ± 51,5
4	1946 ± 39,9	1922 ± 49,0	-23,83 ± 15,8
5	1820 ± 40,5	1824 ± 39,1	4,17 ± 10,8
6	1924 ± 51,1	1881 ± 54,9	-42,50 ± 15,1
7	1854 ± 48,7	1833 ± 48,9	-20,84 ± 9,6
8	1871 ± 25,5	1833 ± 14,1	-37,56 ± 35,9
9	1892 ± 32,4	1888 ± 46,6	-3,45 ± 32,5
10	1802 ± 33,6	1794 ± 37,8	-8,33 ± 37,0
11	1825 ± 23,0	1877 ± 33,2	52,00 ± 11,7

4.1.2. Yumurta verimi

Denemenin 1, 2 ve 3. dönemlerindeki yumurta verimi (YV) ve deneme sonu ortalama YV (YV_{ORT}) ve standart hataları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Muamelelerin grupların YV'lerine etkilerinin önemli olup olmadıklarını belirlemek maksadıyla yapılan variyans analiz sonuçları EK-2'de verilmiştir.

Rasyonların birinci dönemdeki yumurta verimi (YV1) üzerine olan etkileri istatistikî olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05). Denemede birinci dönemdeki en yüksek YV % 95,5 ile 10 nolu rasyonla beslenen grupta olurken, en düşük YV ise % 88,9 ile 1 nolu rasyonla beslenen grupta olmuştur. En yüksek ve düşük YV'ye sahip gruplar arasında % 6.6'lik bir fark gözlenmiştir.

Deneme rasyonlarının ikinci dönemdeki yumurta verimi (YV2) üzerine olan etkileri istatistikî olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05). Denemenin ikinci döneminde 7 nolu rasyonla beslenen grup % 92,0 ile en yüksek YV' ne sahipken, 9 nolu rasyonla

beslenen grup % 86,3 ile en düşük YV' nin görüldüğü grup olmuştur. Bu iki grup arasında % 5.7'lik bir verim farkı gözlenmiştir.

Rasyonların üçüncü dönemdeki YV (YV3) üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (P> 0,05). Bu dönemde denemede kullanılan rasyonların YV' ye etkileri değerlendirildiğinde, en yüksek (% 95,5) ve en düşük (% 88,8) YV sırasıyla 10 ve 1 nolu rasyonlarla yemlenen gruplarda gözlenmiş ve bu iki grup arasındaki fark % 6,7 olarak tespit edilmiştir.

Muamelelerin deneme sonu itibariyle ortalama YV (YV_{ORT}) üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05). Deneme sonunda en yüksek YV_{ORT} % 94,1 ile 10 nolu rasyonla beslenen grupta en düşük YV_{ORT} ise % 89,1 ile 2 nolu rasyonla beslenen grupta görülmüştür. Her ne kadar istatistiki olarak önemli olmasa da en yüksek YV_{ORT}' ne sahip grup ile en düşük YV_{ORT}' ne sahip grup arasında % 5' lik bir fark gözlenmiştir.

Çizelge 4.2. Deneme rasyonlarının grupların yumurta verimin etkisi ve standart hataları

Rasyonlar	YV1 (%)	YV2 (%)	YV3 (%)	$YV_{ORT,}$ (%)
1	88,9 ± 3,33	89,8 ± 2,36	88,8 ± 3,33	89,2 ± 2,78
2	90,5 ± 3,01	86,5 ± 3,01	90,4 ± 3,01	89,1 ± 2,48
3	92,5 ± 1,78	88,3 ± 2,14	92,4 ± 1,78	91,0 ± 1,85
4	92,6 ± 1,78	90,3 ± 0,85	92,6 ± 1,78	91,9 ± 1,26
5	93,8 ± 1,39	90,3 ± 2,63	93,8 ± 1,39	92,6 ± 1,15
6	93,0 ± 1,61	87,3 ± 2,91	93,0 ± 1,61	91,1 ± 1,94
7	94,6 ± 0,91	92,0 ± 1,14	94,6 ± 0,91	93,7 ± 0,93
8	93,8 ± 1,21	90,8 ± 0,96	93,8 ± 1,21	92,8 ± 0,95
9	92,2 ± 2,01	86,3 ± 4,11	92,2 ± 2,01	90,2 ± 2,96
10	95,5 ± 2,29	91,3 ± 3,00	95,5 ± 2,29	94,1 ± 2,42
11	94,6 ± 1,26	88,8 ± 2,43	94,6 ± 1,26	92,7 ± 1,55

Uygulanan muamelelerin denemenin deneme boyunca YV'ne etkileri önemsiz olmuştur. Yumurta verimi bakımından yumurta tavuğu rasyonlarında ince ve kalın formda kireç taşının kullanılabileceği, ayrıca bunların yarısı yerine istiridye kabuğu veya yumurta kabuğunun kullanılabileceği söylenebilir.

Farklı partikül büyüklüğüne sahip kireç taşı, istiridye kabuğu ve yumurta kabuğu gibi Ca kaynaklarının yumurta tavuklarında YV'ne etkisini belirlemek amacıyla yapılmış çalışmaların sonuçlarına göre Ca kaynağı ve boyutunun YV'ne önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmektedir. Saunders-Blades ve ark. (2009)'ı 19 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında 74 haftaya kadar süren denemede, beyaz, kahverengi ve gri kireç

taşı ile ince ve % 67 ince + % 33 iri partikülden oluşan Ca kaynağı ile yemledikleri yumurta tavuklarında YV bakımından gruplar arasında önemli bir farklılığın görülmediğini bildirmişlerdir. Koutoulis ve ark. (2009), yumurta tavuklarında ince formda ve granül formda (>0.4 mm) kireçtaşı arasında YV bakımından fark görülmediği bildirilmiştir. Benzer bir sonuç ise, Pelicia ve ark. (2009) tamamı ince formda, yarısı ince yarısı iri formda ve % 30 ince + %70 kalın formda kireçtaşından oluşan üç farklı rasyonla yemlenen yumurta tavuklarında görüldüğünü bildirmişlerdir. Keshavarz ve ark. (1993)'nın yaptıkları bir çalışmada tamamı ince formda kireçtaşı, tamamı ince formda istiridye kabuğu, 2/3 ince formda kireçtaşı + 1/3 iri formda istiridye kabuğu ve 2/3 ince istiridye kabuğu + 1/3 iri formda istiridye kabuğundan oluşan 4 farklı rasyonla yemlenen yumurta tavuklarında 22-62. haftalar arasında yaptıkları çalışmada, rasyonların YV üzerine olan etkilerinin önemli olmadığını bildirmişlerdir. Boitumelo (2004) ise farklı oranlarda ince ve iri formda kireçtaşının karışımından oluşan rasyonların yumurta tavuklarında YV'de önemli bir değişikliğe sebep olmadığını bildirmiştir. Safaa ve ark. (2008) ise %100 ince formda kireçtaşı, % 60 ince formda+ % 40 iri formda kireç taşı ve % 60 ince formda kireçtaşı + % 40 istiridye kabuğundan oluşan üç farklı rasyonun yumurta tavuklarının YV'de önemli bir değişikliğe sebep olmadığını bildirmişlerdir. Yine, De Witt ve ark. (2009a)'nın yaptığı bir çalışmada üç farklı partikül boyutuna sahip (<1,0, 1-2, 2-3,8 mm) kireçtaşının yumurta tavuklarında YV'de önemli bir değişimeye sebep olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmaların sonuçları, yaptığımız çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir. Konuyla ilgili yapılmış diğer bir çalışmada ise, benzer verim dönemlerinde iri partiküllü kireçtaşı ile yemlenen yumurta tavuklarında, ince partiküllü kireç taşı ile yemlenenlere göre YV'nin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Skrivan ve ark., 2010).

4.1.3. Yumurta ağırlığı

Farklı Ca kaynaklarının denemenin 1, 2 ve 3. dönemlerinde yumurta ağırlıklarına (YA) ve deneme sonu yumurta ağırlıklarına (YA_{ORT}) ait ortalamaları ve standart hataları Çizelge 4.3' te verilmiştir. Muamelelerin YA ortalamaları üzerine olan etkilerinin önemli olup olmadığını tespit etmek için yapılan variyans analiz sonuçları ise EK-3'te verilmiştir.

Farklı Ca kaynakları içeren rasyonların birinci dönem yumurta ağırlığı (YA1) üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Gruplar arasında en yüksek YA1 64,17 g ile 2 nolu rasyonu, en düşük YA1 ise 60,11 g ile 3 nolu rasyonu tüketen gruplarda görülmüştür. En yüksek YA1 ortalamasına sahip grup ile en düşük YA1 ortalamasına sahip grubun YA ortalamaları arasındaki fark 4,06 g olup bu fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Denemenin birinci döneminde YA' nın en yüksek olduğu 2 nolu rasyonu tüketen grup ile 1, 4, 5, 6, 7, 8, 10 ve 11 nolu rasyonları tüketen grupların YA ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmazken, 5 ve 9 nolu rasyonu tüketen grupların YA ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Birinci dönemde, YA1 ortalaması en düşük olan grup ile 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ve 11 nolu rasyonları tüketen grupların YA ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmazken, 4 nolu rasyonu tüketen grubun YA ortalaması arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Deneme rasyonları arasında ikinci periyottaki yumurta ağırlığı (YA2) bakımından gözlenen farklılıklar istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0.05$). En yüksek ortalama YA2, 62,63 g ile 2 nolu rasyonla beslenen grupta olmuş ve bu grubun ortalama YA' sı 3 ve 9 nolu rasyonla beslenen gruplardan önemli seviyede yüksek olmuştur. En düşük ortalama YA2 ise 58,83 g ile 3 nolu rasyonu tüketen grupta görülmüş, fakat bu grupla 5, 6, 7 ve 9 nolu rasyonlarla beslenen grupların YA2 ortalaması ile arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olmamıştır.

Rasyonların YA3 üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuş ($P>0,05$) ve en yüksek YA3 ortalaması 62,93 g ile 2 nolu rasyonu, en düşük YA3 ortalaması ise 59,00 g ile 3 nolu rasyonu tüketen gruplarda görülmüştür.

Muamelelerin YA_{ORT} üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Deneme sonu itibariyle YA_{ORT} bakımından 2 nolu rasyonla beslenen grup, 3, 5 ve 9 nolu rasyonlarla beslenen gruplardan önemli seviyede yüksek bulunmuştur. En düşük YA_{ORT} ortalaması ise 59,31 g olup 3 nolu rasyonu tüketen grupta görülmüş ve 1, 2, 4, 8, 10 ve 11 nolu rasyonlarla beslenen gruplardan önemli seviyede düşük olmuştur. En yüksek ve en düşük YA_{ORT} sahip gruplar arasında 3,93 g' lık ve istatistiki olarak önem taşıyan farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Çizelge 4.3. Deneme rasyonlarının, grupların yumurta ağırlıkları üzerine olan etkileri ve standart hataları

Rasyonlar	YA1 (g)	YA2 (g)	YA3 (g)	YA_{ORT} (g)
1	$62,55 \pm 0,68^{ab}$	$61, 94 \pm 0,82^{ab}$	$61,60 \pm 0,88$	$62,03 \pm 0,78^{ab}$
2	$64,17 \pm 0,89^{a}$	$62,63 \pm 0,70^{a}$	$62,93 \pm 0,62$	$63,24 \pm 0,66^{a}$
3	$60,11 \pm 0,95^{b}$	$58,83 \pm 0,90^{c}$	$59,00 \pm 0,70$	$59,31 \pm 0,78^{c}$
4	$63,31 \pm 0,88^{a}$	$61,60 \pm 0,84^{ab}$	$61,90 \pm 1,05$	$62,27 \pm 0,89^{ab}$
5	$60,51 \pm 0,91^{b}$	$60,10 \pm 1,02^{abc}$	$59,94 \pm 1,02$	$60,18 \pm 0,93^{bc}$
6	$62,05 \pm 0,62^{ab}$	$60,58 \pm 0,62^{abc}$	$61,31 \pm 0,64$	$61,31 \pm 0,52^{abc}$
7	$61,49 \pm 0,77^{ab}$	$60,92 \pm 0,74^{abc}$	$61,44 \pm 0,59$	$61,28 \pm 0,66^{abc}$
8	$62,40 \pm 1,13^{ab}$	$61,65 \pm 0,86^{ab}$	$61,64 \pm 0,98$	$61,90 \pm 0,94^{ab}$
9	$60,31 \pm 0,79^{b}$	$59,72 \pm 0,63^{bc}$	$59,93 \pm 0,72$	$59,98 \pm 0,68^{bc}$
10	$61,45 \pm 0,68^{ab}$	$61,45 \pm 0,58^{ab}$	$62,53 \pm 1,46$	$61,81 \pm 0,79^{ab}$
11	$62,83 \pm 0,91^{ab}$	$61,97 \pm 0,64^{ab}$	$62,82 \pm 0,83$	$62,54 \pm 0,75^{ab}$

$^{a, b, c}$: Aynı sütunda farklı harfle belirtilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P< 0.05$).

Deneme sonuçlarına göre farklı Ca kaynaklarının farklı oranlarda kullanıldığı rasyonlardan YA üzerine olan olumlu etkisi 2 nolu yani %50 ince ve %50 iri partiküllü kireç taşının oluşturduğu rasyonla yemlenen grupta görülmüştür. Bunun aksine %50 ince partiküllü kireç taşı ve %50 istiridye kabuğu içeren 3 nolu ile yine %25 seviyesinde istiridye kabuğu içeren 5 ve 9 nolu rasyonlarla yemlenen gruplarda YA' nın düşük olduğu görülmüştür. İstiridye kabuğunun YA üzerine gösterdiği bu olumsuz etki yumurta kabuğu içeren rasyonlarla yemlenen grupta gözlenmemiştir. Keshavarz ve ark. (1993)'nın yaptıkları çalışmada 38-62. haftalar arasında istiridye kabuğu içeren rasyonlarla yemlenen grupta, tamamen kireçtaşı içeren rasyonla yemlenen gruba göre YA daha düşük bulunmuştur. Mevcut çalışmada sadece kireçtaşının ince ve iri formlarının kullanıldığı 1, 2 ve 8 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar arasında YA bakımından gözlenen farklılıklar önemli olmamıştır. Pelicia ve ark. (2009)'ın yumurta tavuklarında yaptıkları çalışmada, %100'ü ince, %50'si iri ve %70'i iri formda kireç taşından oluşan rasyonlarla yemlenen grupların YA'ları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Safaa ve ark. (2008)'nın yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur. Bu çalışmada araştırıcılar %100'ü ince formda, %60 ince + %40 kalın formda kireçtaşı ve % 60 ince formda kireçtaşı + %40 istiridye kabuğundan oluşan 3 farklı rasyon kullanmışlardır. Buradaki dikkat çeken bir uyumsuzluk istiridye kabuğunun bu çalışmada YA üzerine olumsuz etki göstermemiş olmasıdır. Boitumelo (2004) ise üç farklı formda kireçtaşının kullanıldığı rasyonlarla yemlenen yumurta tavuklarında önemli bir farklılığın gözlenmediğini bildirmiştir. Çalışmamız sonuçları ile uyumlu sonuçlar içeren bu çalışmaların dışındaki diğer bazı çalışmalarda ise kısmen uyumsuz sonuçlar da bildirilmiştir. Lichovnikova (2007)'nın yumurta tavuklarında 56

ve 57. haftalarda yaptığı iki hafta süren bir çalışmada Ca kaynağı olarak kireçtaşı yerine yaklaşık 2/3 oranında yumurta kabuğu ve istiridye kabuğunun kullanılmasıyla 2/3 oranında iri formda kireç taşı içeren rasyonla yemlenen gruba göre YA'nın önemli seviyede yüksek bulunduğunu bildirmiştir. Bu çalışmanın iki hafta gibi kısa bir çalışma olması kısmi uyumsuzluğun muhtemel sebebi olabilir. Scheideler (1998) ise ince, orta ve kalın olmak üzere üç farklı formda yumurta kabuğu, %50 ince + %50 kalın formda kireç taşı, %75 kireçtaşı + %25 istiridye kabuğu ve %100 ince formda kireçtaşı içeren üç farklı rasyonla beslenen 25 ve 108 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında gruplar arasında YA'ları bakımından önemli bir farklılık görülmediğini bildirmiştir. Bu çalışma sonuçları ile mevcut çalışma sonuçları arasında istiridye kabuğu içeren gruplar bakımından bir uyumsuzluk mevcut olup bunun muhtemel sebebi kullanılan hayvan materyalinin yaşlarının mevcut çalışmadaki hayvanların yaşları ile farklı olması olabilir.

4.1.4. Yumurta kitlesi

Deneme gruplarının 1. dönem YK1, 2. dönem YK2, 3. dönem YK3 ile üç döneme ait ortalama YK_{ORT}'leri ve standart hataları Çizelge 4.4.'te verilmiştir. Deneme rasyonlarının YK'leri üzerine olan etkilerinin önemli olup olmadıklarını belirlemek amacıyla yapılan variyans analiz sonuçları EK-4'te verilmiştir.

Deneme rasyonlarının YK1 üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0,05$). Farklı rasyonlarla beslenen grupların ortalama YK1'leri 59,45 g ile 55,63 g arasında olup bu gruplar sırasıyla 11. ve 3. rasyonlarla beslenen gruplardır. En yüksek YK'ye sahip grup ile en düşük YK'ye sahip grup arasında 3,82 g fark gözlenmiştir.

Rasyonların YK2 üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0,05$). Farklı rasyonlarla beslenen grupların YK2'leri 56,15 g ile 51,54 g arasında olup bu gruplar sırasıyla 10. ve 9. rasyonlarla beslenen gruplardır. En yüksen YK'ye sahip grup ile en düşük YK'ye sahip grup arasında 4,61 g fark gözlenmiştir.

Deneme rasyonlarının YK3 üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Farklı rasyonlarla beslenen grupların ortalama YK3'leri 59,61 g ile 54,60 g arasında olup bu gruplar sırasıyla 10. ve 3. rasyonlarla beslenen gruplardır. En yüksek YK'ye sahip grup ile en düşük YK'ye sahip grup arasında 5,01 g fark gözlenmiştir.

Rasyonların YK_{ORT} üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05). Farklı rasyonlarla beslenen grupların ortalama YK_{ORT}'leri 58,16 g ile 54,08 g arasında olup bu gruplar sırasıyla 10. ve 3. rasyonlarla beslenen gruplardır. En yüksek YK_{ORT}'sine sahip grup ile en düşük YK_{ORT}'sine sahip grup arasında 4,08 g fark gözlenmiştir.

Çizelge 4.4. Deneme rasyonlarının, grupların yumurta kitlelerine etkileri ve standart hataları

Rasyonlar	YK1 (g/gün/tavuk)	YK2 (g/gün/tavuk)	YK3 (g/gün/tavuk)	YK_{ORT} (g/gün/tavuk)
1	55,67 ± 2,52	55,98 ± 1,61	54,80 ± 2,44	55,48 ± 2,11
2	58,05 ± 2,04	54,21 ± 2,00	56,98 ± 2,17	56,41 ± 1,79
3	55,63 ± 1,76	52,01 ± 1,87	54,60 ± 1,62	54,08 ± 1,69
4	58,64 ± 1,10	55,66 ± 0,76	57,34 ± 1,29	57,21 ± 0,89
5	56,80 ± 1,28	54,41 ± 2,27	56,23 ± 1,12	55,81 ± 1,30
6	57,71 ± 0,89	52,94 ± 2,11	57,06 ± 1,24	55,90 ± 1,29
7	58,19 ± 0,84	56,10 ± 1,20	58,16 ± 0,88	57,48 ± 0,92
8	58,61 ± 1,69	56,05 ± 1,25	57,89 ± 1,48	57,51 ± 1,39
9	55,68 ± 1,70	51,54 ± 2,52	55,32 ± 1,61	54,18 ± 1,92
10	58,70 ± 1,50	56,15 ± 1,95	59,61 ± 1,09	58,16 ± 1,39
11	59,45 ± 1,00	55,08 ± 1,63	59,43 ± 0,91	57,99 ± 1,06

Uygulanan muamelelerin denemenin 1., 2. ve 3. dönemlerindeki ve deneme sonu itibariyle ortalama YK'ye etkileri önemsiz olmuştur. Keshavarz ve ark. (1993), 22-62 haftalar arasında tamamı ince formda kireçtaşı, tamamı ince formda istiridye kabuğu, 2/3 ince formda kireçtaşı + 1/3 iri formda istiridye kabuğu ve 2/3 ince istiridye kabuğu + 1/3 iri formda istiridye kabuğundan oluşan 4 farklı rasyonla yemlenen ince formda kireç taşı yerine ince ve iri formda ve farklı oranlarda istiridye kabuğu içeren rasyonlarla yemlenen yumurta tavuklarıyla yaptıkları çalışmada, deneme sonu itibariyle yumurta kitlesi bakımından önemli bir farklılığın görülmediğini bildirmişlerdir. Pelicia ve ark. (2009)'nın yumurta tavuklarında yaptıkları diğer bir çalışmada, % 100'ü ince, % 50'si iri ve % 70'i iri formda kireçtaşından oluşan rasyonlarla yemlenen grupların YK'leri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Bu çalışmaların sonuçları, yaptığımız çalışma sonuçları ile uyumlu olup destekler niteliktedir.

4.1.5. Yem tüketimi

Deneme rasyonlarının 1. dönem, 2. dönem, 3. dönem ve üç döneme ait ortalama YT'lerine etkisi ve standart hataları Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Uygulanan muamelelerin

grupların YT'leri üzerine etkilerinin önemli olup olmadığını belirlemek maksadıyla yapılan variyans analiz sonuçları ise EK-5'de verilmiştir.

Deneme rasyonları 1.,2., ve 3. dönem YT'lerini istatistiki olarak etkilememiştir (P>0,05). Birinci dönem ortalama günlük YT (YT1) 109,65 - 115,56 g arasında, 2. dönem ortalama günlük YT (YT2) tüketimleri YT1'e göre azalmış ve 109,65 - 115,56 g arasında olmuştur. Üçüncü dönem ortalama günlük yem tüketimleri (YT3) ise 104,39 g ile 108,16 g arasında değişmiştir.

Tüm araştırma döneminde muamele gruplarının günlük ortalama YT'leri (YT_{ORT}) istatistiki olarak önemsiz olmuştur (P>0,05). En yüksek yem tüketimi 109,05 g ile 9. rasyonla beslenen, en düşük YT ise 105,74 g ile 2. rasyonla beslenen gruplarda gözlenmiştir.

Çizelge 4.5. Deneme rasyonlarının, grupların yem tüketimlerine etkisi ve standart hataları

Rasyonlar	YT1 (g/gün/tavuk)	YT2 (g/gün/tavuk)	YT3 (g/gün/tavuk)	YT_{ORT} (g/gün/tavuk)
1	112,00 ± 3,03	105,88 ± 1,81	106,60 ± 2,70	108,16 ± 2,41
2	109,65 ± 3,27	103,01 ± 1,07	104,57 ± 2,17	105,74 ± 1,63
3	111,85 ± 3,04	105,02 ± 1,89	105,47 ± 1,74	107,45 ± 2,08
4	111,91 ± 4,23	104,53 ± 1,43	108,06 ± 2,76	108,16 ± 2,58
5	110,94 ± 2,87	104,70 ± 2,87	104,39 ± 3,25	106,68 ± 2,91
6	110,60 ± 2,77	102,91 ± 2,41	105,25 ± 2,47	106,25 ± 2,35
7	110,78 ± 2,22	105,40 ± 2,93	106,97 ± 3,72	107,72 ± 2,33
8	110,65 ± 2,65	103,06 ± 1,91	104,54 ± 3,77	106,08 ± 1,92
9	113,82 ± 3,79	105,18 ± 1,58	108,16 ± 3,10	109,05 ± 1,62
10	111,02 ± 4,07	106,60 ± 2,98	106,65 ± 2,28	108,09 ± 2,63
11	115,56 ± 1,53	105,44 ± 2,20	106,09 ± 2,64	109,03 ± 1,98

Deneme sonuçları itibariyle muameleler 1, 2 ve 3. dönemlerdeki YT ile deneme sonu YT_{ORT} üzerinde önemli istatistiki farklar meydana getirmemiştir. Farklı seviyelerde ve farklı Ca kaynakları içeren rasyonların yumurta tavuklarında YT'ye etkisini belirlemek amacıyla bazı çalışmalar yapılmıştır. Scheideler (1998) ince, orta ve iri olmak üzere üç farklı formda yumurta kabuğu, % 50 ince + % 50 kalın formda kireç taşı, % 75 kireç taşı + % 25 istiridye kabuğu ve % 100 ince formda kireç taşı içeren üç farklı rasyonla beslenen 25 ve 108 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında gruplar arasında yem tüketimleri bakımından önemli bir farklılık görülmediğini bildirmiştir. Boitumelo (2004) farklı boyutlarda ve farklı oranlarda karıştırılan kireç taşları içeren rasyonlarla beslenen yumurta tavuklarında grupların yem tüketimleri bakımından önemli farklılıklar göstermediklerini belirtmiştir. Saunders-Blades ve ark. (2009)'nın

19 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında yaptıkları ve 74 haftaya kadar süren denemede; beyaz, kahverengi ve gri kireçtaşı ile ince ve % 67 ince + % 33 iri partikülden oluşan Ca kaynağı ile yemledikleri yumurta tavuklarında YT'leri bakımından gruplar arasında önemli bir farklılığın görülmediğini ifade etmişlerdir. Pizzolante ve ark. (2006)'ın 83 haftalık yaşta iki farklı Ca seviyesi (% 3.5 ve % 4.0) ve üç farklı partikül büyüklüğüne sahip kireçtaşlarından (% 100 ince, % 30 iri + % 70 ince, % 50 iri + % 50 ince) oluşan rasyonlarla yemlenen gruplar arasında farklılıklara rastlanmadığını bildirmişlerdir. Pelicia ve ark. (2009)'nın yumurta tavuklarında yaptıkları çalışmada, % 100'ü ince, % 50'si iri ve % 70'i iri formda kireç taşından oluşan rasyonlarla yemlenen grupların YT'leri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Bu konuda yapılmış çalışmaların sonuçları ile mevcut çalışmamızın sonuçlarının uyum içerisinde olduğu söylenebilir.

Keshavarz ve ark. (1993)'ı, 22-62 haftalar arasında yumurta tavuklarında üç farklı Ca seviyesi ile ince formda kireçtaşı yerine ince ve iri formda ve farklı oranlarda istiridye kabuğu içeren rasyonlarla yemlenen gruplar arasında deneme sonu itibariyle yem tüketiminin % 3,0 Ca seviyesine sahip rasyonla yemlenen grupta diğer Ca seviyelerine göre daha yüksek bulunduğunu ifade etmişler, fakat ince formda istiridye kabuğu içeren grubun yem tüketiminin diğer gruplara göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmanın sonuçları ile mevcut çalışmamızın sonuçları arasında bir uyumsuzluk söz konusudur.

4.1.6. Yemden yararlanma oranı

Deneme rasyonlarının 1. dönem YYO (YYO1), 2. dönem YYO (YYO2), 3. dönem YYO (YYO3) ile üç döneme ait ortalama YYO (YYO_{ORT}) ve standart hataları Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Muamelelerin YYO üzerine olan etkilerinin önemli olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan variyans analiz sonuçları ise EK-6'da verilmiştir.

Rasyonların YYO1 üzerine olan etkileri istatistiki olarak önem taşımaktadır ($P<0,05$). Gruplar arasında en yüksek YYO 9 nolu rasyonla beslenen, en düşük YYO ise 2, 8, ve 10 nolu rasyonlarla beslenen gruplarda gözlenmiştir. En yüksek YYO'na sahip grup ile en düşük YYO'na sahip gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önem taşımaktadır. En yüksek YYO'na sahip grup (9. rasyonla beslenen) ile 1, 3, 5, 6 ve 11 nolu rasyonlarla beslenen grupların YYO arasındaki fark istatistiki olarak önem

taşımazken 2, 4, 7, 8 ve 10 nolu rasyonlarla beslenen grupların YYO arasındaki fark istatistiki olarak önemli olmuştur. En düşük YYO'na sahip gruplar (2, 8 ve 10 nolu rasyonlarla beslenen) ile 1, 3, 5, 6, 7, 8, 10 ve 11 nolu rasyonlarla beslenen grupların YYO arasındaki fark istatistiki olarak önem taşımazken 9 nolu rasyonla beslenen grubun YYO arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$).

Deneme rasyonlarının YYO2 ve YYO3 üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P > 0,05$). En yüksek YYO2 2,06 ile 9 nolu rasyonla, en düşük YYO3 ise 1.78 ile 11 nolu rasyonla beslenen gruplarda görülürken, en düşük YYO2 ve YYO3 ise 8 nolu rasyon ile beslenen gruplarda gözlenmiştir.

Deneme rasyonlarının üç döneme ait ortalama YYO (YYO_{ORT}) üzerine olan etkileri istatistiki olarak önem taşımamaktadır. En yüksek YYO_{ORT} 9 nolu Rasyonla beslenen grupta görülürken, en düşük YYO_{ORT} ise 8 nolu rasyon ile beslenen grupta gözlenmiştir.

Çizelge 4.6. Deneme rasyonlarının grupların yemden yararlanma oranlarına etkisi ve standart hataları

Rasyonlar	YYO1 (YT/YK)	YYO2 (YT/YK)	YYO3 (YT/YK)	YYO_{ORT} (YT/YK)
1	$2,03 \pm 0,08^{ab}$	$1,90 \pm 0,03$	$1,96 \pm 0,07$	$1,96 \pm 0,06$
2	$1,89 \pm 0,02^{b}$	$1,91 \pm 0,07$	$1,85 \pm 0,09$	$1,89 \pm 0,04$
3	$2,01 \pm 0,03^{ab}$	$2,03 \pm 0,05$	$1,94 \pm 0,03$	$1,99 \pm 0,03$
4	$1,91 \pm 0,05^{b}$	$1,88 \pm 0,05$	$1,89 \pm 0,05$	$1,89 \pm 0,04$
5	$1,95 \pm 0,02^{ab}$	$1,94 \pm 0,08$	$1,86 \pm 0,04$	$1,92 \pm 0,03$
6	$1,92 \pm 0,03^{ab}$	$1,96 \pm 0,08$	$1,85 \pm 0,04$	$1,91 \pm 0,05$
7	$1,91 \pm 0,02^{b}$	$1,88 \pm 0,05$	$1,84 \pm 0,04$	$1,88 \pm 0,03$
8	$1,89 \pm 0,03^{b}$	$1,84 \pm 0,04$	$1,81 \pm 0,08$	$1,85 \pm 0,04$
9	$2,04 \pm 0,04^{a}$	$2,06 \pm 0,09$	$1,97 \pm 0,10$	$2,03 \pm 0,07$
10	$1,89 \pm 0,05^{b}$	$1,90 \pm 0,03$	$1,79 \pm 0,04$	$1,86 \pm 0,03$
11	$1,95 \pm 0,02^{ab}$	$1,92 \pm 0,04$	$1,78 \pm 0,03$	$1,88 \pm 0,02$

[a. b, c]: Aynı sütunda farklı harfle belirtilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P < 0.05$).

Uygulanan muamelelerin denemenin 1. dönem YYO üzerine olan etkileri önemli olmuş, 2. ve 3. dönemlerindeki ve deneme sonu itibariyle YYO üzerine olan etkileri önemsiz olmuştur. Safaa ve ark. (2008)'ı ise 58-73 haftalar arasında yumurta tavuklarında ince, iri formda kireçtaşı ve istiridye kabuğundan oluşan rasyonlarla yemlenen gruplar arasında YYO bakımından deneme sonu itibariyle önemli bir farklılığın görülmediğini bildirmişlerdir. Yine Pelica ve ark. (2009)'nın yaptıkları çalışma sonuçlarında da YYO bakımından farklı oranlarda Ca kaynağı içeren gruplar arasında önemli bir farklılığın görülmediği bildirilmiştir. Keshavarz ve ark. (1993), 22-62 haftalar arasında yumurta tavuklarında ince formda kireçtaşı yerine ince ve iri

formda ve farklı oranlarda istiridye kabuğu içeren rasyonlarla yemlenen gruplar arasında deneme sonu itibariyle YYO bakımından önemli bir farklılığın görülmediğini bildirmişlerdir. Pizzolante ve ark. (2006) 83 haftalık yaşta iki farklı Ca seviyesi (% 3,5 ve % 4,0) ve üç farklı partikül büyüklüğüne sahip kireçtaşlarının (% 100 ince, % 30 iri + % 70 ince, % 50 iri + % 50 ince) oluşturduğu rasyonlarla yemlenen gruplar arasında YYO'lar bakımından önemli farklılığa rastlanmadığını bildirmişlerdir. Bu konuda yapılmış çalışmaların sonuçları ile mevcut çalışmamızın sonuçlarının büyük oranda uyum içerisinde olduğu söylenebilir. Bununla birlikte Skrivan ve ark. (2010) yaptıkları çalışma sonuçlarında ise ince partiküllü Ca kaynağı ile yemlenen grupta YYO'nun iri partiküllü Ca kaynağı ile yemlenen gruba göre önemli seviyede yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu uyumsuzluğun muhtemel sebebinin hayvanın yaşı ve kullanılan Ca kaynağının formu ve oranından kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

4.2. Yumurta Kalite Kriterleri

4.2.1. Özgül ağırlık

Deneme gruplarının 1. dönem ÖA'ya (ÖA1), 2. dönem ÖA'ya (ÖA2), 3. dönem ÖA'ya (ÖA3) ve 3. döneme ait ortalama ÖA'ya ($ÖA_{ORT}$) etkileri ve standart hataları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Uygulanan muamelelerin grupların ÖA'ları üzerine etkilerinin önemli olup olmadıklarını belirlemek maksadıyla yapılan variyans analiz sonuçları ise EK-7'de verilmiştir.

Deneme rasyonları ÖA1, ÖA2, ÖA3 ve $ÖA_{ORT}$ üzerine istatistiki olarak önemli etkilere sahip değildir ($P>0,05$). ÖA1, ÖA2, ÖA3 ve $ÖA_{ORT}$'ye ait değerler 1,08 – 1,09 arasında olup gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önem taşımamaktadır.

Deneme sonuçları itibariyle muameleler 1, 2 ve 3. dönemlerindeki ÖA ile deneme sonu $ÖA_{ORT}$ üzerinde önemli istatistiki farklar meydana getirmemiştir. Pelicia ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada farklı irilikte Ca kaynakları arasında ÖA bakımından önemli bir farklılığın görülmediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.7. Deneme rasyonlarının, grupların yumurta özgül ağırlıkları üzerine olan etkileri ve standart hataları

Rasyonlar	ÖA1 (g/cm^3)	ÖA2 (g/cm^3)	ÖA3 (g/cm^3)	$ÖA_{ORT}$ (g/cm^3)
1	1,0879 ± 0,001	1,0859 ± 0,001	1,0853 ± 0,001	1,0863 ± 0,001
2	1,0850 ± 0,002	1,0824 ± 0,002	1,0836 ± 0,002	1,0837 ± 0,002
3	1,0846 ± 0,001	1,0837 ± 0,001	1,0841 ± 0,001	1,0842 ± 0,001
4	1,0857 ± 0,002	1,0833 ± 0,003	1,0862 ± 0,001	1,0851 ± 0,002
5	1,0861 ± 0,002	1,0853 ± 0,001	1,0871 ± 0,001	1,0862 ± 0,001
6	1,0869 ± 0,001	1,0853 ± 0,001	1,0881 ± 0,002	1,0868 ± 0,001
7	1,0856 ± 0,001	1,0845 ± 0,001	1,0855 ± 0,001	1,0852 ± 0,001
8	1,0845 ± 0,001	1,0820 ± 0,001	1,0838 ± 0,001	1,0834 ± 0,001
9	1,0856 ± 0,001	1,0836 ± 0,001	1,0855 ± 0,001	1,0849 ± 0,001
10	1,0875 ± 0,001	1,0847 ± 0,001	1,0857 ± 0,002	1,0860 ± 0,001
11	1,0870 ± 0,001	1,0846 ± 0,001	1,0867 ± 0,001	1,0861 ± 0,001

Boitumelo (2004) üç farklı formda kireç taşının kullanıldığı rasyonlarla yemlenen yumurta tavuklarında ÖA bakımından önemli bir farklılığın gözlenmediğini bildirmiştir. Boitumelo (2004) tarafından, yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı boyutlarda ve farklı oranlarda karıştırılan kireç taşlarının etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmanın ikinci aşamasında; gruplar arasında ÖA bakımından önemli istatistiki farklılıklara rastlanmamıştır. Saunder-Blades ve ark. (2009), yumurta tavuklarında 19-74 haftalar arasında yaptıkları çalışmada farklı Ca kaynaklarının ve bunların farklı formlarının ÖA üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını bildirmişlerdir. Ahmad ve Balander (2003) ise farklı Ca kaynaklarından oluşan kombinasyonların grupların ÖA'ları üzerinde önemli istatistiki farklılıkların olmadığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar ile mevcut çalışmadaki sonuçlar arasında bir uyum olduğu görülmektedir.

Scheideler (1998)'in ince, orta ve iri olmak üzere üç farklı formda yumurta kabuğu, % 50 ince + % 50 iri formda kireçtaşı, % 75 kireçtaşı + % 25 istiridye kabuğu ve % 100 ince formda kireçtaşı içeren üç farklı rasyonla beslenen 25 ve 108 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında, yumurta kabuğu ve küçük partiküllü kireçtaşının Ca kaynağı olarak kullanıldığı rasyonları tüketen grupların yumurta ÖA'larında düşüş meydana gelmiş, rasyon kireçtaşından veya istiridye kabuğundan başka iri partiküllü Ca kaynakları içerdiğinde ise yumurta ÖA'larında artış meydana gelmiştir. Keshavarz ve ark. (1993)'nın, üç farklı Ca seviyesi (% 3, % 3,5 ve % 4) ile ince formda kireç taşı yerine ince ve iri formda ve farklı oranlarda istiridye kabuğu içeren rasyonlarla yemlenen yumurta tavuklarıyla yaptıkları çalışmada, % 3 Ca içeren rasyonlarla beslenen grupların özgül ağırlıkları diğer Ca seviyelerinde rasyonlarla beslenen grupların özgül

ağırlıklarına göre önemli derecede düşük bulunmuştur. Bu araştırmaların sonuçları ile mevcut çalışmanın sonuçları arasında bir uyumsuzluk söz konusudur.

4.2.2. Kabuk ağırlığı

Deneme gruplarının 1. dönem KA'ları (KA1), 2. dönem KA'ları (KA2), 3. dönem KA'ları (KA3) ile ortalama KA'ları (KA_{ORT}) ve standart hataları Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Deneme rasyonlarının KA'ları üzerine olan etkilerinin önemli olup olmadıklarını belirlemek maksadıyla yapılan variyans analiz sonuçları EK- 8' de verilmiştir.

Deneme rasyonlarının KA1, KA2 ve KA3 üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Farklı rasyonlarla beslenen grupların KA1'leri 9,78 g ile 9,34 g arasında olup bu gruplar sırasıyla 1 nolu ve 2 nolu rasyonlarla beslenen gruplardır. En yüksek KA1'e sahip grup ile en düşük KA1'e sahip grup arasında 0,44g fark gözlenirken grupların KA2'leri 9,59 g ile 9,14 g arasında değişmekte olup bu gruplar sırasıyla 1 ve 2 nolu rasyonlarla beslenen gruplardır. En yüksek KA2'ye sahip gruplar ile en düşük KA2'ye sahip gruplar arasında 0,45 g fark gözlenmiştir. Farklı Ca kaynaklarına sahip rasyonlarla beslenen grupların KA3'leri ise 9,70 g ile 9,27 g arasında olup bu gruplar sırasıyla 1 ve 2 nolu rasyonlarla beslenen gruplardır. En yüksek KA3'e sahip grup ile en düşük KA3'e sahip grup arasında ise 0,43 g fark gözlenmiştir.

Deneme rasyonlarının deneme sonu itibariyle ortalama KA üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Grupların KA_{ORT}'ları 9,65 g ile 9,25 g arasında değişmekte olup bu gruplar sırasıyla 1 ve 2 nolu rasyonlarla beslenen gruplardır. Bu gruplar arasında 0,4 g fark gözlenmiştir.

Uygulanan muamelelerin denemenin 1., 2. ve 3. dönemlerindeki ve deneme sonu itibariyle ortalama KA'ya etkileri önemsiz olmuştur. Boitumelo (2004), yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı boyutlarda ve farklı oranlarda karıştırılan kireç taşlarının grupların KA'ları üzerinde önemli bir farklılığa sebep olmadığını bildirmiştir. Sultana ve ark. (2007)'ı tarafından 20 haftalık yaştaki farklı Ca seviyeleri (% 2,5, % 2,75, % 3,0) ve farklı Ca kaynakları (istiridye kabuğu, kireç taşı, kalsiyum premiksi) içeren rasyonların Japon bıldırcınlarında yumurta KA'ları üzerinde etkisinin önemli olmadığını bildirilmişlerdir.

Çizelge 4.8. Deneme rasyonlarının, grupların yumurta kabuk kalınlıkları üzerine olan etkileri ve standart hataları

Rasyonlar	KA1 (g)	KA2 (g)	KA3 (g)	KA_{ORT} (g)
1	9,78 ± 0,22	9,59 ± 0,20	9,59 ± 0,10	9,65 ± 0,15
2	9,34 ± 0,22	9,14 ± 0,28	9,27 ± 0,29	9,25 ± 0,2
3	9,40 ± 0,09	9,34 ± 0,15	9,45 ± 0,20	9,40 ± 0,11
4	9,36 ± 0,24	9,31 ± 0,23	9,57 ± 0,16	9,41 ± 0,20
5	9,68 ± 0,12	9,49 ± 0,14	9,70 ± 0,08	9,62 ± 0,09
6	9,54 ± 0,22	9,52 ± 0,11	9,84 ± 0,24	9,63 ± 0,17
7	9,39 ± 0,10	9,42 ± 0,12	9,50 ± 0,18	9,44 ± 0,11
8	9,57 ± 0,27	9,17 ± 0,19	9,40 ± 0,19	9,39 ± 0,21
9	9,55 ± 0,17	9,43 ± 0,20	9,50 ± 0,14	9,49 ± 0,17
10	9,64 ± 0,15	9,30 ± 0,14	9,42 ± 0,18	9,45 ± 0,12
11	9,64 ± 0,17	9,30 ± 0,09	9,55 ± 0,20	9,49 ± 0,15

Koutoulis ve ark. (2009)'ı ise cinsel olgunluk ve yumurtlama dönemi sonlarındaki kahverengi yumurta tavuklarında ince ve iri formdaki ilave Ca kaynaklarının, KA üzerine olan etkilerinin önemli olmadığını bildirmişlerdir. Pelicia ve ark. (2009)'nın yaptığı çalışmada ise % 100 ince, % 70 iri ve % 30 iri formda kireç taşı içeren rasyonların yumurta kabuk ağırlığına etkilerinin önemsiz olduğu bildirilmiştir. Scheideler (1998) ise kurutulmamış taze kabuk ağırlığının farklı Ca kaynakları ve oranlarından önemli seviyede etkilenmediğini bildirmiştir. Safaa ve ark. (2008)'ı % 100 ince partiküllü kireç taşı ve bunun % 40'ı yerine iri partiküllü kireç taşı ve istiridye kabuğu içeren rasyonlar arasında yumurta kabuk ağırlığı bakımından önemli bir farklılığın bulunmadığını bildirmişlerdir.Çalışmamız sonuçları ile olumlu sonuçlar içeren bu çalışmaların dışındaki diğer bazı çalışmalarda ise kısmen uyumsuz çalışma sonuçları da bildirilmiştir. Pavlovski ve ark. (2003)'ın, 58-62 haftalık yaşlar arasında bulunan yumurta tavukları ile yaptıkları çalışmada, % 100'ü, % 40'ı ve % 20'si ince formda kireç taşı içeren rasyonlar arasında KA bakımından farklılığın önemli olmadığını bildirmişlerdir. Lichovnikova (2007)'nın 56 ve 57. haftalarda yaptığı iki hafta süren bir çalışmada, Ca kaynağı olarak % 29 ince partiküllü kireçtaşı + % 71 iri partiküllü kireçtaşı ve % 32 ince partiküllü kireçtaşı + istiridye kabuğu ile beslenen yumurta tavuklarında, KA diğer kalsiyum kaynaklarıyla beslenen yumurta tavuklarına göre daha tatminkar değerlere sahip olmuştur. Bu sonuçlar ile mevcut çalışmanın sonuçları arasında bir uyumsuzluk söz konusudur. Bu uyumsuzluklar ilk çalışma için deneme süresinin çok kısa oluşu, hayvanların yaşı ve kullanılan Ca kaynağının formunun farklı olmasından kaynaklanabileceği söylenebilir.

4.2.3. Kabuk kalınlığı

Deneme gruplarının 1. dönem KK'leri (KK1), 2. dönem KK'leri (KK2), 3. dönem KK'leri (KK3) ile 3 döneme ait ortalama KK'leri (KK_{ORT})ve standart hataları Çizelge 9' da verilmiştir. Deneme rasyonlarının KK'leri üzerine olan etkilerinin önemli olup olmadıklarını belirlemek maksadıyla yapılan variyans analiz sonuçları EK-9'da verilmiştir.

Deneme rasyonlarının KK1, KK2 ve KK3 üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05). Farklı rasyonlarla beslenen grupların KK1'leri 0,37 – 0,38 mm arasında, KK2'leri 0,34 – 0,36 mm arasında, KK3'leri ise 0,36 ile 0,38 mm arasında değişmektedir.

Rasyonların KK_{ORT} üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05). En yüksek KK'ye sahip gruplar 1, 6, 7, 10 ve 11 nolu rasyonlarla beslenen gruplar olup, en düşük KK'ye sahip gruplar ise 2, 3, 4, 5, 8 ve 9 nolu rasyonlarla beslenen gruplardır.

Çizelge 4.9. Deneme rasyonlarının, grupların yumurta kabuk kalınlıkları üzerine olan etkileri ve standart hataları

Rasyonlar	KK1 (mm)	KK2 (mm)	KK3 (mm)	KK_{ORT} (mm)
1	0,37 ± 0,005	0,36 ± 0,007	0,36 ± 0,003	0,37 ± 0,003
2	0,37 ± 0,006	0,35 ± 0,010	0,36 ± 0,010	0,36 ± 0,008
3	0,37 ± 0,005	0,35 ± 0,003	0,36 ± 0,009	0,36 ± 0,004
4	0,37 ± 0,007	0,35 ± 0,010	0,37 ± 0,008	0,36 ± 0,007
5	0,37 ± 0,006	0,36 ± 0,005	0,37 ± 0,003	0,36 ± 0,003
6	0,38 ± 0,008	0,36 ± 0,006	0,37 ± 0,008	0,37 ± 0,007
7	0,38 ± 0,004	0,35 ± 0,004	0,36 ± 0,006	0,37 ± 0,004
8	0,37 ± 0,005	0,34 ± 0,006	0,36 ± 0,005	0,36 ± 0,006
9	0,37 ± 0,005	0,35 ± 0,007	0,37 ± 0,006	0,36 ± 0,005
10	0,38 ± 0,005	0,35 ± 0,008	0,37 ± 0,005	0,37 ± 0,005
11	0,38 ± 0,006	0,35 ± 0,006	0,38 ± 0,009	0,37 ± 0,006

Uygulanan muamelelerin denemenin 1., 2. ve 3. dönemlerindeki ve deneme sonu itibariyle ortalama KK_{ORT}'ye etkileri önemsiz olmuştur. Farklı Ca kaynakları içeren rasyonların yumurta tavuklarında KK'ye etkisini tespit etmek maksadıyla farklı araştırıcılar tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Safaa ve ark. (2008)'ı yumurta tavuklarında uygulanan muamelelerin KK'ye üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Sultana ve ark. (2007) tarafından 20 haftalık yaştaki farklı Ca seviyeleri (% 2,5, % 2,75, % 3,0) ve farklı Ca kaynakları (istiridye kabuğu, kireç taşı, kalsiyum

premiks) içeren rasyonların Japon bıldırcınlarının KK'ları üzerinde önemli etkilere sebep olmadığı bildirilmiştir. Koutoulis ve ark. (2009) ise yumurtlama dönemi sonlarındaki kahverengi yumurta tavuklarında ince ve iri formdaki ilave Ca kaynaklarının, KK üzerine olan etkilerinin önemli olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmalar ile mevcut çalışmanın sonuçları birbiri ile uyum içerisinde olduğu söylenebilir.

Lichovnikova (2007) 56 ve 57. haftalarda yaptığı iki hafta süren bir çalışmada, Ca kaynağı olarak % 29 ince partiküllü kireç taşı + % 71 iri partiküllü kireçtaşı ve % 32 ince partiküllü kireçtaşı + % 68 istiridye kabuğu ile beslenen yumurta tavuklarında, KK diğer kalsiyum kaynaklarıyla beslenen yumurta tavuklarına göre daha iyi değerlere sahip olduğunu belirtmiştir. Pavlovski ve ark. (2003)'nın, 58-62 haftalık yaşlar arasında bulunan yumurta tavukları ile yaptıkları çalışmada ise % 80 ince, % 20 iri formda kireç taşı ile beslenen grubun KK'ı yalnızca ince formda kireçtaşı içeren rasyon ile yemlenen gruba göre önemli derecede yüksek bulunmuşlardır. Bu araştırmaların sonuçları ile mevcut çalışmanın sonuçları arasında bir uyumsuzluk söz konusudur.

4.2.4. Kabuk kırılma direnci

Deneme gruplarının 1. dönem KKD'leri (KKD1), 2. dönem KKD'leri (KKD2), 3. dönem KKD'leri (KKD3) ile 3 döneme ait ortalama KKD'leri (KKD_{ORT}) ve standart hataları Çizelge 10' da verilmiştir. Deneme rasyonlarının KKD'leri üzerine olan etkilerinin önemli olup olmadıklarını belirlemek maksadıyla yapılan variyans analiz sonuçları EK-10'da verilmiştir.

Deneme rasyonlarının KKD1, KKD2 ve KKD3 üzerine olanetkileri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Farklı rasyonlarla beslenen grupların KKD1'leri 3,75 ile 4,13 kg arasında olup bu gruplar sırasıyla 3 ve 9 nolu rasyonlarla beslenen gruplardır. En yüksek KKD1'e sahip grup ile en düşük KKD1'e sahip grup arasında 0,38 fark gözlenmiştir. Farklı rasyonlarla beslenen grupların KKD2'leri ise 3,66 ile 4,07 kg arasında değişmekte olup bu gruplar sırasıyla 11 ve 8 nolu rasyonlarla beslenen gruplardır ve en yüksek KKD2'ye sahip grup iken en düşük KKD2'ye sahip grup arasında 0,41 kg fark gözlenirken farklı rasyonlarla beslenen grupların KKD3'leri 3,82 ile 4,20 kg arasında değişmektedir. Bu gruplar sırasıyla 11 ve 8 nolu rasyonlarla

beslenen gruplardır. En yüksek KKD3'e sahip grup ile en düşük KKD3'e sahip grup arasında ise 0,38 kg fark gözlenmiştir.

Deneme rasyonlarının KKD_{ORT} üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli olmamıştır (P>0,05). Farklı rasyonlarla beslenen grupların KKD_{ORT}'leri 3,77 ile 4,08 kg arasında değişmektedir ve bu gruplar sırasıyla 11 ve 8 nolu rasyonlarla beslenen gruplardır. En yüksek KKD_{ORT}'ye sahip grup ile en düşük KKD_{ORT}'ye sahip grup arasında 0,31 fark gözlenmiştir.

Çizelge 4.10. Deneme rasyonlarının, grupların kabuk kırılma dirençleri üzerine olan etkileri ve standart hataları

Rasyonlar	KKD1 (kg)	KKD2 (kg)	KKD3 (kg)	KKD_{ORT} (kg)
1	4,04 ± 0,16	3,86 ± 0,05	3,90 ± 0,15	3,93 ± 0,12
2	4,05 ± 0,17	3,75 ± 0,19	3,88 ± 0,14	3,89 ± 0,15
3	4,13 ± 0,12	3,99 ± 0,10	4,10 ± 0,11	4,07 ± 0,08
4	3,84 ± 0,08	3,82 ± 0,22	3,97 ± 0,07	3,88 ± 0,10
5	3,99 ± 0,20	3,82 ± 0,14	4,04 ± 0,12	3,95 ± 0,14
6	3,97 ± 0,21	3,76 ± 0,10	4,09 ± 0,26	3,94 ± 0,17
7	3,94 ± 0,18	3,87 ± 0,10	4,02 ± 0,08	3,94 ± 0,08
8	3,84 ± 0,14	3,66 ± 0,19	3,82 ± 0,15	3,77 ± 0,15
9	3,75 ± 0,07	3,75 ± 0,09	3,83 ± 0,10	3,78 ± 0,07
10	3,84 ± 0,06	3,72 ± 0,10	3,84 ± 0,09	3,80 ± 0,04
11	3,97 ± 0,13	4,07 ± 0,13	4,20 ± 0,12	4,08 ± 0,12

Deneme sonuçları itibariyle muameleler 1, 2 ve 3. dönemlerindeki KKD'leri ve deneme sonu KKD_{ORT}'leri üzerinde önemli istatistiki farklar meydana getirmemiştir. Yumurta tavuğu rasyonlarına farklı Ca kaynakları ilavesinin KKD'ne etkisini tespit etmek maksadıyla Lichovnikova (2007) 56 ve 57. haftalarda yaptığı iki hafta süren bir çalışmada, Ca kaynağı olarak % 29 ince partiküllü kireçtaşı + % 71 iri partiküllü kireçtaşı ve % 32 küçük partiküllü kireçtaşı + % 68 istiridye kabuğu ile beslenen yumurta tavuklarında, KKD diğer kalsiyum kaynaklarıyla beslenen yumurta tavuklarına göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Çetin ve Gürcan (2006) tarafından yapılan deneme sonuçlarına göre rasyona istiridye kabuğu ilavesinin KKD üzerine olan etkileri olumlu bulunmuştur. Pavlovski ve ark. (2003)'nın, 58-62 haftalık yaşlar arasında bulunan yumurta tavukları ile yaptıkları çalışmada ise % 80 ince, % 20 iri formda kireçtaşı ile beslenen grubun KKD yalnızca ince formda kireç taşı içeren rasyon ile yemlenen gruba (3,4 kg) göre önemli derecede yüksek bulunmuş olup, bu çalışmaların sonuçları ile mevcut çalışmanın sonuçları arasında uyumsuzluk söz konusudur.

4.2.5. Yumurta kabuğu Ca, Mg ve P konsantrasyonları

Deneme gruplarının 1. ve 2. dönem ile deneme sonu itibariyle ortalama yumurta kabuğu Ca, Mg, P konsantrasyonları ve standart hataları Çizelge 11' de verilmiştir. Deneme rasyonlarının yumurta kabuğu Ca, Mg ve P konsantrasyonları üzerine olan etkilerinin önemli olup olmadıklarını belirlemek maksadıyla yapılan variyans analiz sonuçları EK-11'de verilmiştir.

Farklı Ca kaynakları içeren rasyonların, grupların 1. dönem yumurta kabuğu Ca konsantrasyonlarına (Ca1) etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0.01$). Deneme gruplarının Ca1 değerleri % 37,2- 32,8 arasında değişmekte olup, en yüksek Ca1 değeri 1 nolu rasyonla yemlenen grup olurken, en düşük Ca1 değeri ise 8 nolu rasyonla yemlenen grup olmuştur. En yüksek Ca1'e sahip 1 nolu rasyonla yemlenen grup ile diğer tüm rasyonlarla yemlenen gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli olmuştur. En düşük Ca1'e sahip 8 nolu rasyonla yemlenen grup ile sadece 9 nolu rasyonlarla yemlenen grup arasındaki fark istatistiki olarak önemli olmayıp, diğer gruplardan önemli seviyede düşük olmuştur.

Rasyonların 2. dönem yumurta kabuğu Ca konsantrasyonu (Ca2) üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisi bulunmamıştır ($P>0.05$). En yüksek Ca2'ye sahip grup % 34,7 ile 7 nolu rasyonla yemlenen grup olurken, en düşük Ca2'ye sahip grup ise % 32,2 ile 3 nolu rasyonla yemlenen grup olmuştur.

Deneme rasyonlarının yumurta kabuğu ortalama Ca konsantrasyonu (Ca_{ORT}) üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli olup ($P<0.01$), en yüksek Ca_{ORT}'ye sahip grup % 35.5 ile 1 nolu rasyonla beslenen grup, en düşük Ca_{ORT}'ye sahip grup ise % 33.0 ile 8 ve 9 nolu rasyonla beslenen gruplar olmuştur. En yüksek Ca_{ORT}'ye sahip grubun 3, 4, 8, 9 ve 10 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar ile arasındaki fark istatistiki olarak önemli olup, diğer rasyonlarla yemlenen gruplar arasındaki fark ise istatistiki olarak önemli olmamıştır. En düşük Ca_{ORT}'ye sahip grupların 2, 3, 4, 5, 7, 10 ve 11 nolu rasyonlarla beslenen gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsizken, diğer gruplar ile arasındaki farklılıklar ise istatistiki olarak önemli olmuştur.

Farklı oranlarda Ca kaynakları içeren rasyonlarla yemlenen grupların 1. döneme ait yumurta kabuğu Mg konsantrasyonları (Mg1) arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0,01$). Grupların yumurta Mg konsantrasyonları 4,11 ile 3,39 mg/kg arasında değişmekte olup en yüksek Mg konsantrasyonuna sahip

grup 1 nolu rasyonla yemlenen grup, en düşük Mg konsantrasyonuna sahip grup ise 10 nolu rasyonla yemlenen grup olmuştur. Bu iki grup arasında 0,72 mg/kg' lık istatistiki olarak önemli olan bir farklılık mevcuttur ($P<0,01$). Birinci dönemdeki Mg konsantrasyonları bakımından en yüksek Mg 1 değerine sahip grup ile 2 ve 11 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önem taşımazken, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar arasındaki fark ise istatistiki olarak önem taşımaktadır. En düşük Mg1'e sahip grup ile 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 nolu rasyonlarla yemlenen guruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli olmamıştır.

Deneme rasyonlarının 2. döneme ait yumurta kabuğu Mg konsantrasyonları (Mg2) üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisi bulunmamaktadır ($P>0,01$). Grupların Mg2 konsantrasyonları 3,83 ile 3,12 mg/kg arasında değişmekte olup, en yüksek Mg2 değeri ile en düşük Mg2 değeri arasında 0,71 mg/kg'lık bir fark gözlenmiştir.

Rasyonların yumurta kabuğu ortalama Mg konsantrasyonu (Mg_{ORT}) üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0,01$). En yüksek Mg_{ORT}'ye sahip grup 3,78 mg/kg ile 11 nolu rasyonla beslenen, en düşük Mg_{ORT}'ye sahip grup ise 3,29 mg/kg ile 10 nolu rasyonla beslenen gruplarda olmuştur. Bu iki grup arasında 0,72 mg/kg fark gözlenmiştir. Mg_{ORT} değeri en yüksek 11 nolu rasyonla yemlenen grup ile 5 ve 10 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar arasında fark istatistiki olarak önemli olurken, diğer rasyonlarla yemlenen gruplar arasındaki farklılıklar önemli olmamıştır.

Farklı Ca kaynakları içeren rasyonların, grupların 1. döneme ait yumurta kabuğu P konsantrasyonları (P1) üzerine olan etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0,01$). Deneme gruplarının P1 değerleri 2,58 ile 2,02 mg/kg arasında değişmekte olup en yüksek P1'e sahip grup 2 nolu rasyonla yemlenen, en düşük P1'e sahip grup ise 8 nolu rasyonla yemlenen grup olmuştur. En yüksek ve en düşük P1 değerlerine sahip gruplar arasında 0,55 mg/kg fark gözlenmiştir. En yüksek P1'e sahip grup ile 1, 3, 4, 5 ve 6 nolu rasyonlarla beslenen gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli olmazken, 7, 8, 9, 10 ve 11 nolu rasyonlarla beslenen gruplar arasındaki fark ise istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0,01$).

Rasyonların, 2. dönem yumurta kabuğu P konsantrasyonları (P2) üzerinde istatistiki olarak önemli etkileri bulunmamıştır ($P>0,01$). Deneme gruplarının P2 değerleri 2,18 ile 1,97 mg/kg arasında değişmektedir.

Deneme rasyonlarının, deneme sonu itibariyle yumurta kabuğu ortalama P konsantrasyonu (P_{ORT}) üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0,01$).

En yüksek P_{ORT}'ye sahip grup 2,35 mg/kg ile 2 nolu rasyonla yemlenen grup olurken, en düşük P_{ORT}'ye sahip grup ise 2,06 mg/kg ile 9 nolu rasyonla yemlenen grup olmuştur. Bu rasyonlarla yemlenen gruplar arasınada P_{ORT} bakımından 0,29 mg/kg' lık bir fark gözlenmiştir. En yüksek P_{ORT}'ye sahip 2 nolu rasyonla yemlenen grup ile 1, 3, 4, 5, 6 ve 11 nolu rasyonlarla beslenen grupların P_{ORT}'leri arasındaki fark istatistiki olarak önem taşımazken, 7, 8, 9 ve 10 nolu rasyonlarla beslenen grupların P_{ORT}'leri ile arasındaki fark ise istatistiki olarak önem taşımaktadır.

Deneme sonuçları itibariyle muameleler yumurta kabuğu Ca konsantrasyonu (Ca_{ORT}), yumurta kabuğu Mg konsantrasyonu (Mg_{ORT}), yumurta kabuğu P konsantrasyonu (P_{ORT}) üzerinde önemli istatistiki etkilere sahip olmuştur. Lichovnikova (2007), farklı oranlarda Ca kaynaklarının yumurta kabuğu Ca konsantrasyonunda önemli seviyede bir farklılığa sebep olmadığını ve kaynaklar arasında benzer Ca konsantrasyonuna sahip yumurta kabuklarının bulunduğunu bildirmiştir. Skrivan ve ark. (2010)'ı ise yumurta kabuğu Ca seviyesinin iri partiküllü Ca kaynağı içeren rasyonla yemlenen grupta ince partikül içeren rasyona göre az da olsa yüksek olduğunu bildirmişlerdir. De Witt ve ark. (2009a)'nın yaptığı çalışmada ise, yumurta kabuğu Ca seviyesinin farklı irilikteki kireç taşından oluşan rasyonlarla önemli seviyede etkilenmediğini bildirmişlerdir. En ince (< 1,0 mm) ve iri (2–3,8 mm) partikül boyutuna sahip rasyonlar arasında kabuk Ca konsantrasyonu bakımından farklılık görülmemiştir.

Çizelge 4.11. Deneme rasyonlarının, grupların yumurta kabuğu Ca, Mg ve P konsantrasyonları üzerine olan etkileri ile standart hataları

Rasyonlar	Ca1 (%)	Ca2 (%)	Ca_{ORT} (%)	Mg1 (mg/g)	Mg2 (mg/g)	Mg_{ORT} (mg/g)	P1 (mg/g)	P2 (mg/g)	P_{ORT} (mg/g)
1	$37,2 \pm 0,68^{A}$	$33,8 \pm 0,98$	$35,5 \pm 0,65^{A}$	$4,11 \pm 0,11^{A}$	$3,43 \pm 0,14$	$3,77 \pm 0,10^{A}$	$2,46 \pm 0,05^{AB}$	$2,10 \pm 0,10$	$2,28 \pm 0,08^{AB}$
2	$35,9 \pm 0,58^{B}$	$33,2 \pm 0,42$	$34,5 \pm 0,40^{ABC}$	$3,80 \pm 0,15^{ABC}$	$3,70 \pm 0,50$	$3,75 \pm 0,95^{A}$	$2,58 \pm 0,12^{A}$	$2,13 \pm 0,10$	$2,35 \pm 0,10^{A}$
3	$34,1 \pm 0,45^{D}$	$32,2 \pm 0,75$	$33,2 \pm 0,27^{BC}$	$3,46 \pm 0,11^{BC}$	$3,52 \pm 0,13$	$3,49 \pm 0,88^{AB}$	$2,35 \pm 0,05^{ABC}$	$2,07 \pm 0,10$	$2,21 \pm 0,05^{AB}$
4	$34,5 \pm 0,29^{CD}$	$32,9 \pm 0,31$	$33,7 \pm 0,20^{BC}$	$3,54 \pm 0,12^{BC}$	$3,12 \pm 0,21$	$3,33 \pm 0,70^{B}$	$2,36 \pm 0,05^{ABC}$	$2,01 \pm 0,08$	$2,18 \pm 0,04^{AB}$
5	$34,8 \pm 0,47^{C}$	$34,3 \pm 0,80$	$34,5 \pm 0,32^{ABC}$	$3,65 \pm 0,54^{BC}$	$3,49 \pm 0,15$	$3,57 \pm 0,36^{AB}$	$2,34 \pm 0,08^{ABC}$	$2,18 \pm 0,08$	$2,26 \pm 0,03^{AB}$
6	$35,6 \pm 0,48^{B}$	$33,8 \pm 0,58$	$34,7 \pm 0,40^{AB}$	$3,63 \pm 0,39^{BC}$	$3,44 \pm 0,16$	$3,54 \pm 0,65^{AB}$	$2,36 \pm 0,09^{ABC}$	$2,05 \pm 0,11$	$2,21 \pm 0,08^{AB}$
7	$33,4 \pm 0,39^{E}$	$34,7 \pm 0,88$	$34,1 \pm 0,57^{ABC}$	$3,68 \pm 0,14^{BC}$	$3,83 \pm 0,28$	$3,76 \pm 0,12^{A}$	$2,10 \pm 0,04^{CD}$	$2,08 \pm 0,05$	$2,10 \pm 0,05^{B}$
8	$32,8 \pm 0,48^{F}$	$33,2 \pm 0,20$	$33,0 \pm 0,30^{C}$	$3,58 \pm 0,91^{BC}$	$3,48 \pm 0,13$	$3,53 \pm 0,74^{AB}$	$2,02 \pm 0,06^{D}$	$2,15 \pm 0,01$	$2,09 \pm 0,03^{B}$
9	$33,3 \pm 0,52^{EF}$	$32,8 \pm 0,35$	$33,0 \pm 0,29^{C}$	$3,63 \pm 0,31^{BC}$	$3,52 \pm 0,18$	$3,58 \pm 0,80^{AB}$	$2,07 \pm 0,05^{CD}$	$2,04 \pm 0,08$	$2,06 \pm 0,05^{B}$
10	$34,3 \pm 0,36^{CD}$	$33,1 \pm 0,62$	$33,7 \pm 0,32^{BC}$	$3,39 \pm 0,73^{C}$	$3,19 \pm 0,14$	$3,29 \pm 0,86^{B}$	$2,22 \pm 0,10^{BCD}$	$1,97 \pm 0,05$	$2,10 \pm 0,05^{B}$
11	$34,8 \pm 0,51^{C}$	$33,9 \pm 0,37$	$34,3 \pm 0,35^{ABC}$	$3,86 \pm 0,73^{AB}$	$3,70 \pm 0,13$	$3,78 \pm 0,37^{A}$	$2,15 \pm 0,07^{CD}$	$2,10 \pm 0,05$	$2,13 \pm 0,04^{AB}$

$^{A, B, C, D}$: Aynı sütunda farklı harfle belirtilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P< 0.01$).

4.3. Tibia ve Serum Mineral Konsantrasyonu

4.3.1. Tibia mineral konsantrasyonu

Deneme gruplarının tibia Ca, P, Mg, Zn ve B konsantrasyonları ile standart hataları Çizelge 12' de verilmiştir. Farklı Ca kaynakları içeren deneme rasyonlarının tibia Ca, P, Mg, Zn ve B konsantrasyonları üzerine olan etkilerinin önemli olup olmadıklarını belirlemek maksadıyla yapılan variyans analiz sonuçları ise EK-12'de verilmiştir.

Deneme rasyonları, grupların tibia Ca konsantrasyonları üzerinde istatistiki olarak önemli etkilere sahip olmuştur ($P<0,01$). Grupların tibia Ca konsantrasyonları % 30,6 ile 27,0 arasında değişmekte olup, bu gruplar sırasıyla 11 ve 7 ile 9 nolu rasyonlarla yemlenen gruplardır. Tibia Ca konsantrasyonu en yüksek grup ile en düşük grup arasında % 3,6' lık bir fark gözlenmiştir. En yüksek tibia Ca konsantrasyonuna sahip grup ile diğer rasyonlarla beslenen gruplar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli olmuştur. En düşük tibia Ca konsantrasyonuna sahip gruplar ile 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10 ve 11 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli olurken, 8 nolu rasyonlarla yemlenen grup ile arasındaki fark ise istatistiki olarak önemli olmamıştır.

Rasyonların, grupların tibia P konsantrasyonları üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0,01$). Deneme gruplarının P konsantrasyonları % 13,0 ile 11,3 arasında değişmektedir. En yüksek tibia P konsantrasyonu 11 nolu rasyonla yemlenen grupta görülürken, tibia P konsantrasyonu en düşük olan grup ise 9 nolu rasyonla yemlenen grup olmuştur. Bu iki grubun tibia P konsantrasyonları arasında fark ise % 1,7 olarak bulunmuştur. En yüksek tibia P konsantrasyonuna sahip grup ile 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 10 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz olmuş, 7, 8 ve 9 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar ile arasındaki farklılıklar ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Deneme rasyonlarının, grupların tibia Mg konsantrasyonları üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0,01$). Deneme gruplarının Mg konsantrasyonları % 0,46 ile 0,39 arasında değişmektedir. Tibia Mg konsantrasyonu en yüksek olan grup 11 nolu rasyonla beslenirken, tibia Mg konsantrasyonu en düşük grup ise 10 nolu rasyonla beslenmiştir. Bu iki grubun tibia Mg konsantrasyonları arasında % 0,7' lik bir

fark gözlenmiştir. En yüksek tibia Mg konsantrasyonuna sahip grup ile 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 9 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz olmuş, 7 ve 8 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar ile arasındaki farklılıklar ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Tibia Mg konsantrasyonu en düşük grubun 1, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 nolu rasyonlarla yemlenen grupların tibia Mg konsantrasyonları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz olmuş, 2, 3 ve 11 nolu rasyonlarla yemlenen grupların Mg konsantrasyonları ile arasındaki farklar ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Rasyonların, grupların tibia Zn konsantrasyonları üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0,01$). Deneme gruplarının Zn konsantrasyonları 177 mg/kg ile 146 mg/kg arasında değişmiştir. Tibia Zn konsantrasyonu en yüksek olan grup 2 nolu rasyonla yemlenirken, tibia Zn konsantrasyonu en düşük olan grup ise 8 nolu rasyonla yemlenmekte olup, bu iki grubun tibia Zn konsantrasyonları arasında 31 mg/kg fark gözlenmiştir. Tibia Zn konsantrasyonu en yüksek olan grubun 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 ve 11 nolu rasyonlarla yemlenen grupların tibia Zn konsantrasyonları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz olmuş, 8 ve 10 nolu rasyonlarla yemlenen grupların Zn konsantrasyonları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En düşük Zn konsantrasyonuna sahip grup ile 1, 3, 4, 7, 9 ve 10 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar arasındaki farklar ise istatistiki olarak önemsiz olup, 2, 5, 6 ve 11 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Rasyonların, grupların tibia B konsantrasyonları üzerine olan etkileri istatistiki olarak önem taşımaktadır ($P<0,01$). Grupların tibia B konsantrasyonları 18,16 mg/kg ile 5,60 mg/kg arasında değişmiştir. En yüksek tibia B konsantrasyonuna sahip grup 1 nolu rasyonla beslenen, en düşük tibia B konsantrasyona sahip grup ise 9 nolu rasyonla beslenen grup olurken, bu iki grup arasında 12,56 mg/kg fark gözlenmiştir. Tibia B konsantrasyonu en yüksek grup ile diğer bütün rasyonlarla beslenen gruplar arasındaki farklar istatistiki olarak önem taşımaktadır. En düşük tibia B konsantrasyonuna sahip grup ile 6, 7, 8, 10 ve 11 nolu rasyonlarla beslenen gruplar arasındaki farklar ise istatistiki olarak önem taşımazken, 1, 2, 3, 4 ve 5 nolu rasyonlarla beslenen gruplar ile arasındaki farklar istatistiki olarak önem taşımaktadır.

Çizelge 4.12. Deneme rasyonlarının, grupların tibia mineral konsantrasyonları üzerine olan etkileri ve standart hataları

Rasyonlar	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)
1	$29,6 \pm 0,24^{B}$	$12,5 \pm 0,04^{ABC}$	$0,42 \pm 0,008^{ABC}$	$166,8 \pm 6,95^{ABC}$	$18,16 \pm 0,72^{A}$
2	$29,9 \pm 0,78^{B}$	$12,7 \pm 0,278^{AB}$	$0,45 \pm 0,018^{AB}$	$177,0 \pm 5,43^{A}$	$15,73 \pm 0,66^{B}$
3	$28,7 \pm 0,59^{CD}$	$12,4 \pm 0,23^{ABC}$	$0,44 \pm 0,010^{AB}$	$167,9 \pm 10,45^{ABC}$	$10,95 \pm 0,49^{C}$
4	$28,3 \pm 0,26^{DE}$	$12,1 \pm 0,06^{ABCD}$	$0,43 \pm 0,011^{ABC}$	$156,3 \pm 10,43^{ABC}$	$9,33 \pm 0,41^{CD}$
5	$29,2 \pm 0,61^{BC}$	$12,4 \pm 0,24^{ABC}$	$0,43 \pm 0,009^{ABC}$	$173,6 \pm 9,28^{AB}$	$8,49 \pm 0,34^{DE}$
6	$28,1 \pm 0,52^{DE}$	$12,0 \pm 0,22^{ABCD}$	$0,42 \pm 0,010^{ABC}$	$173,5 \pm 0,98^{AB}$	$7,34 \pm 0,46^{DEF}$
7	$27,0 \pm 0,64^{F}$	$11,6 \pm 0,23^{CD}$	$0,40 \pm 0,009^{BC}$	$156,5 \pm 6,11^{ABC}$	$7,40 \pm 0,29^{DEF}$
8	$27,6 \pm 0,50^{EF}$	$11,8 \pm 0,24^{BCD}$	$0,41 \pm 0,009^{BC}$	$146,3 \pm 4,48^{C}$	$7,23 \pm 0,74^{DEF}$
9	$27,0 \pm 0,63^{F}$	$11,3 \pm 0,25^{D}$	$0,42 \pm 0,007^{ABC}$	$154,6 \pm 10,77^{ABC}$	$5,60 \pm 0,50^{F}$
10	$28,5 \pm 0,50C^{D}$	$12,2 \pm 0,22^{ABCD}$	$0,39 \pm 0,006^{C}$	$150,7 \pm 4,18^{BC}$	$6,16 \pm 0,39^{F}$
11	$30,6 \pm 0,77^{A}$	$13,0 \pm 0,36^{A}$	$0,46 \pm 0,021^{A}$	$175,0 \pm 4,07^{AB}$	$7,25 \pm 0,31^{EF}$

$^{A, B, C, D, E, F}$: Aynı sütunda farklı harfle belirtilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P< 0.01$).

Deneme sonuçları itibariyle muamelelerin deneme sonu tibia Ca, P, Mg, Zn ve B konsantrasyonları üzerinde önemli etkilere sahip olurken, yumurta tavuk rasyonlarına farklı Ca kaynakları ilavesinin tibia mineral konsantrasyonuna etkisini tespit etmek maksadıyla Keshavarz ve ark. (1993) tarafından yapılan çalışma sonuçları itibariyle, 22-62 haftalar arasında yumurta tavuklarında ince formda kireç taşı yerine ince ve iri formda ve farklı oranlarda istiridye kabuğu içeren rasyonlar tibia mineral madde konsantrasyonları üzerine etkili olmamıştır. Saunder-Blades ve ark. (2009) tarafından yumurta tavuklarında 19-74 haftalar arasında yaptıkları çalışmada ise farklı Ca kaynaklarının ve bunların farklı formlarının tibia Ca konsantrasyonu bakımından gruplar arasında bir farklılık gözlenmediğini bildirmişlerdir. Safaa ve ark. (2008)'nın yaptığı çalışmada, denemede kullanılan rasyonların tibia Ca ve P muhtevalarına etkileri önemsiz olmuştur. Bu çalışmalar ile mevcut çalışma sonuçları uyumsuzluk göstermektedir. Bu uyumsuzluk kullanılan kaynaklardan ve bu kaynakların seviyelerinden kaynaklanabileceği gibi hayvan materyali veya verim dönemlerinin farklı olmasından da kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

4.3.2. Serum mineral konsantrasyonları

Deneme gruplarının, serum Ca, Cu, Fe, Mg ve Zn konsantrasyonları ile standart hataları Çizelge 13'de verilmiştir. Deneme rasyonlarının serum Ca, Cu, Fe, Mg ve Zn konsantrasyonları üzerine olan etkilerinin önemli olup olmadıklarını belirlemek maksadıyla variyans analiz sonuçları ise EK-13'de verilmiştir.

Deneme rasyonlarının, grupların serum Ca konsantrasyonları üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli olmuştur (P<0,01). Deneme gruplarının serum Ca konsantrasyonları 195 mg/kg ile 153 mg/kg arasında değişmektedir. Serum Ca konsantrasyonu en yüksek olan grup 1 nolu rasyonla beslenirken, serum Ca konsantrasyonu en düşük olan grup ise 4 nolu rasyonla beslenmiştir. Bu iki grubun serum konsantrasyonları arasında 42 mg/kg fark gözlenmiştir. En yüksek serum Ca konsantrasyonuna sahip olan grubun, 2, 3, 5, 8, 9, 10 ve 11 nolu rasyonlarla beslenen grupların serum Ca konsantrasyonları ile arasındaki farlar istatistiki olarak önemli olmamış, 4, 6 ve 7 nolu rasyonlarla beslenen grupların serum Ca konsantrasyonları ile arasındaki farklılıklar ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Serum Ca konsantrasyonu en düşük olan grup ile, 3, 4, 5 ve 6 nolu rasyonlarla beslenen grupların serum Ca konsantrasyonları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olmazken, 1, 2, 8, 9, 10 ve 11 nolu rasyonlarla beslenen grupların serum Ca konsantrasyonları arasındaki farklılıklar ise istatistiki olarak önemli olmuştur.

Rasyonların, grupların serum Cu konsantrasyonları üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli olmuştur (P<0,01). Grupların serum Cu konsantrasyonları 0,17 mg/kg ile 0,08 mg/kg arasında değişmekte olup, serum Cu konsantrasyonu en yüksek olan grup 9 nolu rasyonla, serum Cu konsantrasyonu en düşük olan grup ise 2 nolu rasyonla yemlenmektedir. 2 ve 9 nolu rasyonla yemlenen grupların serum Cu konsantrasyonları arasında 0,09 mg/kg fark gözlenmiştir. En yüksek serum Cu konsantrasyonuna sahip grup ile 1, 10 ve 11 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz olup, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar arasındaki farklar ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En düşük serum Cu konsantrasyonuna sahip olan grubun 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10 ve 11 nolu rasyonlarla yemlenen grupların serum Cu konsantrasyonları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz, 4 ve 7 nolu rasyonlarla yemlenen grupların serum Cu konsantrasyonları ile arasındaki farklar ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Deneme rasyonlarının, grupların serum Fe konsantrasyonları üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,01). Deneme gruplarının serum Fe konsantrasyonları 5,27 mg/kg ile 2,90 mg/kg arasında değişmektedir. serum Fe konsantrasyonu en yüksek olan grup 10 nolu rasyonla yemlenirken, serum Fe konsantrasyonu en düşük olan grup ise 6 nolu rasyonla yemlenmekte olup, bu iki grubun serum Fe konsantrasyonları arasında 2,37 mg/kg fark gözlenmştir. Serum Fe

konsantrasyonu en yüksek olan grubun, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9 ve 11 nolu rasyonlarla yemlenen grupların serum Fe konsantrasyonları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz olmuş, 6 ve 7 nolu rasyonlarla yemlenen grupların serum Fe konsantrasyonları ile arasındaki farklar ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En düşük serum Fe konsantrasyonuna sahip grup ile 4 ve 7 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar arasındaki farklar ise istatistiki olarak önemsiz olup, 1, 2, 3, 5, 8, 9, 10 ve 11 nolu rasyonlarla yemlene gruplar ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Rasyonların, grupların serum Mg konsantrasyonları üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0,05$). Deneme gruplarının serum Mg konsantrasyonları 27,05 mg/kg ile 20,96 mg/kg arasında değişmektedir. Serum Mg konsantrasyonu en yüksek olan grup 9 nolu rasyonla yemlenirken, serum Mg konsantrasyonu en düşük olan grup ise 4. rasyonla yemlenmekte olup, bu iki grubun serum Mg konsantrasyonları arasında 6,09 mg/kg fark gözlenmiştir. En yüksek serum Mg konsantrasyonuna sahip grup ile 1, 2, 3, 7, 9 ve 10 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz olmuş, 4, 5, 6 ve 8 nolu rasyonlarla yemlenen gruplar ile arasındaki farklar ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Serum Mg konsantrasyonu en düşük olan grubun, 2, 5, 6 ve 8 nolu rasyonlarla yemlenen grupların kan Mg konsantrasyonları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz olmuş, 1, 3, 7, 9, 10 ve 11 nolu rasyonlarla yemlenen grupların serum Mg konsantrasyonları ile arasındaki farklar ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Rasyonların, grupların serum Zn konsantrasyonları üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Deneme gruplarının serum Zn konsantrasyonları 4,33 mg/kg ile 3,51 mg/kg arasında değişmiştir. Serum Zn konsantrasyonu en yüksek olan grup 2 nolu rasyonla, serum Zn konsantrasyonu en düşük olan grup ise 4 nolu rasyonla beslenmişlerdir.

Cizelge 4.13. Deneme rasyonlarının, grupların serum mineral konsantrasyonları üzerine olan etkileri ve standart hataları

Rasyonlar	Ca (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Zn (mg/kg)
1	195 ±6,50^{A}	0,14 ± 0,010^{AB}	4,50 ± 0,45^{AB}	24,57 ± 0,59^{ab}	3,98 ± 0,15
2	187 ± 6,21^{A}	0,08 ± 0,020^{D}	4,98 ± 0,49^{AB}	24,08 ± 0,95^{abc}	4,33 ± 0,22
3	177 ±3,37^{ABC}	0,13 ± 0,008^{BC}	5,11 ± 0,22^{A}	25,26 ± 1,15^{ab}	3,93 ± 0,17
4	153 ± 7,33^{C}	0,10 ± 0,006^{CD}	3,97±0,16^{ABC}	20,96 ± 0,72^{c}	3,51 ± 0,15
5	170 ±7,18^{ABC}	0,13 ± 0,010^{BC}	4,36 ± 0,14^{AB}	23,10 ± 0,87^{bc}	4,12 ± 0,27
6	161 ± 2,32^{BC}	0,12 ± 0,006^{BC}	2,90 ± 0,09^{C}	22,22 ± 0,41^{bc}	3,52 ± 0,09
7	154 ± 7,87^{C}	0,11 ± 0,005^{BCD}	3,74 ± 0,24^{BC}	24,57 ± 1,53^{ab}	3,58 ± 0,24
8	180 ± 7,57^{AB}	0,13 ± 0,008^{BC}	4,23 ± 0,36^{AB}	22,63 ± 1,05^{bc}	3,63 ± 0,23
9	188 ± 3,48^{A}	0,17 ± 0,004^{A}	4,72 ± 0,45^{AB}	27,05 ± 1,46^{a}	4,18 ± 0,30
10	192 ± 8,18^{A}	0,13 ± 0,007^{AB}	5,27 ± 0,24^{A}	24,63 ± 1,26^{ab}	3,89 ± 0,36
11	187 ± 4,12^{A}	0,13 ± 0,010^{AB}	4,65 ± 0,13^{AB}	25,10 ± 0,88^{ab}	4,07 ± 0,17

$^{a, b, c}$: Aynı sütunda farklı harfle belirtilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P< 0.05).

$^{A, B, C, D}$: Aynı sütunda farklı harfle belirtilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P< 0.01).

Deneme sonuçları itibariyle muamelelerin serum Ca Cu, Fe ve Mg konsantrasyonları üzerinde etkileri istatistiki olarak önemli, Zn konsantrasyonu üzerindeki etkileri ise istatistiki olarak önemsiz olmuştur. Kanatlı rasyonlarına ilave edilen farklı seviyelerde ve farklı partikül büyüklüğüne sahip Ca kaynaklarının serum mineral konsantrasyonu üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla Ahmad ve Balander (2004) tarafından, 36 haftalık yaştaki beyaz yumurta tavuklarında yapılan, çalışmada, istiridye kabuğu ve düşük P seviyesine sahip rasyonlarla yemlenen gruplarının serum Ca seviyeleri daha düşük olmuştur. Pelicia ve ark. (2009)'nın yaptığı çalışmada, serum Ca konsantrasyonları bakımından deneme grupları arasında önemli bir farklılığın görülmediği bildirilmiştir. Bu çalışmaların sonuçları ile mevcut çalışmanın sonuçları arasında bir uyum söz konusudur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yumurta tavuklarının rasyonlarında kullanılan kalsiyum kaynaklarının canlının ihtiyaçlarını karşılayabilecek kalite ve seviyede olması, istenilen yumurta verimi ve yumurta kabuk kalitesine ulaşılabilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle özellikle yumurta tavukçuluğunda kalsiyum ihtiyaçlarının tam ve doğru olarak karşılanması gerekmektedir. Günümüzde yumurta tavuklarının rasyonlarında kalsiyum kaynağı olarak daha çok kireçtaşı ve mermer tozu gibi ucuz ve bol bulunabilir kaynaklar kullanılmakla birlikte, bunlara alternatif olabilecek deniz kabuklularının kabukları ve yumurta kabuğu gibi kalsiyum kaynakları da kullanılabilmektedir. Kullanılan kalsiyum kaynağının formu da önemli olup genellikle rasyondaki kalsiyumun belirli bir kısmının iri partiküllü formda olmasının yumurta kabuk kalitesini iyileştirmede olumlu etkileri bulunmaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, verim periyodunun ortasında bulunan yumurta tavuklarının rasyonlarında ince formda kireçtaşı yerine farklı kalsiyum kaynaklarının iri formlarının farklı seviyelerde kullanımının performans değerleri ve yumurta kabuk kalitesi bakımından önemli bir farklılığa sebep olmadığı görülmüştür. Bunun yanında kullanılan kaynakların tibia ve serum parametrelerinde önemli farklılıklar oluşturduğu fakat bu farklılıkların verim üzerinde ve yumurta kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak, yumurta tavuklarının rasyonlarında kolay bulunabilir bir kaynak olması bakımından kalite standartlarına uygun olduğu sürece kalsiyum kaynağı olarak kireçtaşının kullanılabileceği, fakat fiyatının uygun olması ve son yıllarda su canlıları ve sıvı yumurta gibi ürünlerin endüstriyel olarak işlenip pazara sunulması sonucunda elde edilen istiridye kabuğu gibi su canlılarının kabukları ve yumurta kabuklarının da uygun şartlarda elde edilmesi koşuluyla yumurta tavuklarının rasyonlarında performansı olumsuz yönde etkilemeden kullanılabileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

Ahmad, H. A., Yadalam, S. S. and Roland, D. A., 2003, Calcium requirements of bovanes hens, *International Journal of Poultry Science* 2(6), 417-420.

Ahmad, H. A. and Balander, R. J., 2004, Physiological response of layers to alternative feeding regimen of calcium source and phosphorus level, *International Journal of Poultry Science*, 3 (2), 100-111.

Ayhan, F., 1990, Yumurta tavuklarında kalsiyum ve fosfor beslenmesi, Lisans Semineri, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Konya.

Balnave, D., Usaryan, N. and Zhang, D., 1992, Calcium and carbonate supply in the shell gland of hens laying eggs with strong and weak shell and dring after a rest from lay, *Poultry Science*, 71, 2035-2040.

Boitumelo, P. T., 2004, Influence of limestone particle size in layer diets on shell characteristics at peak production, Department of Animal Science, *Wildlife and Grassland Sciences*, University of the Free State, Bloemfontein.

Bronner, F. and Pansu, P., 1999, Nutritional aspects of calcium absorption, *Journal Nutrition*, 129, 9-12.

Cheng, T. K. and Coon, C. N., 1990, Effect on layer performance and shell quality of switching limestone with different solubilities, *Poultry Science*, 69, 2199-2203.

Çetin, S. ve Gürcan, İ. S. 2006, Kahverengi ve beyaz yumurtacı hibrit tavuk yemlerine istiridye kabuğu ilavesinin yumurta kabuk kalitesine ve serum kalsiyum düzeyine etkileri, *Lalahan Hayvancılık Araştırma Derg*isi, 46 (2), 23-31.

De Witt, F. H., Kuleile, N. P., Van Der Merwe, H. J. and Fair, M. D., 2009a, Effect of limestone size on egg production and eggshell quality of hens during late production, *South African Journal of Animal Science*, 39(Supp 1), 37-40.

De Witt, F. H., Kuleile, N. P., Van Der Merwe, H. J. and Fair, M. D., 2009b, Effect of limestone particle size on bone quality characteristics of hens at end-of-lay, *South African Journal of Animal Science*, 39(Supp 1), 41-44.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve deneme metodları (İstatistiksel Metodları-II), Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi, Yayın No:1021, Ankara.

Elaroussi, M. A. Forte, L.R., Eber, S. L. and Biellier, H. V., 1994, Calcium homeostasis in laying hen. I. Age and dietary calcium effects, *Poultry Science* 73, 1581-1589.

El-Bousby, A. R. ve Raterink, R., 1989, Yumurta kabuğu sağlamlığı, beslenme yetiştirme ve çevreye bağlı olan yumurta kabuğu kırılmalarının nedenleri, Damla 89/7 Roche.

Erener, G. ve Sarıçiçek, Z., 1997, Yumurta tavuklarında Ca metabolizması ve yumurta kabuğu oluşumu, *YUTAV Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı*, İstanbul, 260-265.

Keshavarz, I. C., Scott, M. L., and Blanchard, J., 1993, The effect of solubility and particle size of calcium sources on shell quality and bone mineralization, *Journal of Applied Poultry Research*, 2, 25-267.

Koutoulis, K.C., Kyriazakis, I., Perry G.C., and Lewis, P.D., 2009, Effect of different calcium sources and calcium ıntake on shell quality and bone characteristics of laying hens at sexual maturity and end of lay, *International Journal of Poultry Science,* 8 (4), 342-348.

Lichovnikova, M., 2007, The effect of dietary calcium source, concentration and particle size on calcium retention, eggshell quality and overall calcium requirement in laying hens, *British Poultry Science,* 48, 71-75.

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

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

National Research Council (NRC), 1994, Nutrient requirement of poultry. 9th Revised Edition, National Academy Press, Washington DC., USA.

Ortakçı, Ş. ve Bekmezci, H., 2003, Yumurta tavuklarının Ca beslenmesi, Lisans Semineri, Selçuk Üniv., Ziraat Fak., Zootekni Böl., Konya.

Öğün, S., 1981., Tavuklarda değişik kalsiyum fosfor oranlarının yumurta verimine ilişkin ölçütler üzerindeki etkileri, Çukurova Üniv. Zir. Fak. Yayınları: 156, Bilimsel Araştırma ve Inceleme Tezleri: 47, Adana.

Özen, N., 1995, Hayvan besleme fizyolojisi ve metabolizması. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Genişletilmiş 2. Baskı, Ders Notu, No:6.

Özkan, K. ve Açıkgöz, Z., 2007, Kanatlı kümes hayvanlarının beslenmesi, *Hasad Yayıncılık*, P.K. 35 Ümraniye, İstanbul.

Öztemel, İ. ve Sezgin, M., 2001, Hayvan beslemede kalsiyum-fosfor ve yumurta tavuklarında kalsiyum metabolizması, Lisans Semineri, Selçuk Üniv., Ziraat Fak., Zootekni Böl., Konya.

Pavlovski, Z., Vitorovic D., Lukic, M. and Spasojevic, I., 2003, Improving eggshell quality by replacement of pulverized limestone by granular limestone in the hen diet, *Acta Veterinaria-Beograd*, 53, 35–40.

Pelicia, K., Garcia, E., Móri, C., Faitarone, A. B. G., Silva, A. P., Molino, A. B., Vercese, F. and Berto, D. A., 2009, Calcium levels and limestone particle size in

the diet of commercial layers at the end of the first production cycle, *Brazilian Journal of Poultry Science*, 11 (2), 87 – 94.

Pizzolante, C. C., Garcia, E. A., Laganá, C., Saldanha, E. S. P. B., Deodato, A.P, Faitarone, A.B.G., Scherer, M.R. and Batista, L., 2006, Effect of the calcium level and limestone particle size on the performance of semi-heavy layers in the second cycle of egg production, *Revista Brasileira de Ciência Avícola,8 (3),173-176.*

Rao, S. V. R., Pnada, A. K., Raju, M. V. L. N., Sunder, G. S. and Praharaj, N. K., 2003, Requirement of calcium for commercial broilers and white leghorn layers at low dietary phosphorus levels, *Animal Feed Science and Technology*, 106, 199–208.

Roland, D. A. Sr., 1986, Oyster shell versus limestone and the importance of particle size or solubility of calcium source, *World's Poultry Science Journal,* 42, 166-171.

Safaa, H. M., Serrano, M. P., Valencia, D. G., Frikha, M. and Jimenez-Moreno, E., 2008, Productive perfonmance and egg quality of brown egg-laying hens in the late phase of production as influenced by level and source calcium in the diet, *Poultry Science*, 87, 2043-2051.

Saunders-Blades, J. L., Mac Isaac, J. L., Korver, D. R. and Anderson, D. M**.,** 2009, Effect of calcium source and particle size on production performance and bone quality of the laying hen, *Poultry Science*, 88, 338-353.

Scheideler, S. E., 1998, Eggshell calcium effects on egg quality and ca digestibility in first or third-cycle laying hens, *Journal of Applied Poultry Research*, 7, 69–74.

Scott, M. L., Hull. S. J. ve Mullen Hoff, P. A., 1971, The calcium requirements of laying hens and effects of dietary oyster shell quality upon egg shell quality, *Poultry Sci*ence, 50, 1055-1063.

Shafey, T. M., 1993. Calcium tolerance of growing chickens effect of ratio of dietary calcium to available phosphorus, *World's Poultry Science Journal*, 49, 5-18.

Siebrits, F. K., 1993, Mineral and vitamins in pig diets. In: E.H. Kemm (Ed.), Pig Production in South Africa, Agricultural Research Council Bulletin, 427.

Skrivan, M., Marounek, M., Bubancova, I. and Podsednicek M., 2010, Influence of limestone particle size on performance and egg quality in laying hens aged 24–36 weeks and 56–68 weeks, *Animal Feed Science and Technology,* 158, 110-114.

Sultana, F., Islam M. S. and Howlider M. A. R., 2007, Effect of dietary calcium sources and levels on egg production and egg shell quality of japanese quail, *International Journal of Poultry Science* 6 (2), 131-136.

Sunders, A. and Hayes, J. P., 2000, Handbook on breeder management in Southern Africa, University of Stellenbosch.

Şenköylü, N., 1991, Modern Tavuk Üretimi, Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü,, Çiftlik Yayıncılık, Onaran Matbaası, Tekirdağ.

Tayar M., 2009, http://homepage.uludag.edu.tr/~mtayar/yumurtahijyeni.htm, [Ziyaret Tarihi: 03.11.2009].

Thompson, J. K. and Fowler, V. R., 1990, The evaluation of minerals in the diet of farm animals. In: J. Wiseman ve Cole D. J. A. (Ed.) Feedstuffs Evaluation, Butterworth, London. UK.

Underwood, E. J. U. and Suttle, N. F., 1999, The mineral nutrition of livestock, (3rd Edition). Commonwealth Agricultural Bureau International, Wallingford, UK.

Yazgan, O., Cufadar, Y., ve Olgun, O., 2007, Hayvan besleme biyokimyası ders notları. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Konya.

Zhang, B. and Coon, C.N., 1997, Improved in vitro methods for determining limestone oyster shell solubility, *Journal of Applied Poultry Research,* 6, 94-99.

EKLER

EK-1 Deneme rasyonlarının, grupların deneme başı, deneme sonu ortalama canlı ağırlığa ve canlı ağırlık değişimine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	P
Başlangıç CA				
Rasyon	10	148291	14829	0,202
Hata	55	579653	10539	
Genel	65	727944		
Bitiş CA				
Rasyon	10	77613	7761	0,648
Hata	55	547881	9961	
Genel	65	625495		
CA Değişimi				
Rasyon	10	68050	6805	0,241
Hata	55	282573	5138	
Genel	65	350623		

EK- 2 Deneme rasyonlarının grupların yumurta verimlerine olan etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	P
1. Dönem				
Rasyon	10	224,8	22,5	0,511
Hata	55	1326,0	24,1	
Genel	65	1550,8		
2. Dönem				
Rasyon	10	233,9	23,4	0,786
Hata	55	2058,3	37,4	
Genel	65	2292,2		
3. Dönem				
Rasyon	10	224,8	22,5	0,511
Hata	55	1326,0	24,1	
Genel	65	1550,8		
YV_{ORT}				
Rasyon	10	174,5	17,5	0,650
Hata	55	1235,6	22,5	
Genel	65	1410,2		

EK-3 Deneme rasyonlarının, grupların yumurta ağırlıkları üzerine olan etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	P
1. Dönem				
Rasyon	10	100,39	10,04	0,023
Hata	55	238,23	4,33	
Genel	65	338,61		
2. Dönem				
Rasyon	10	76,78	7,68	0,035
Hata	55	196,27	3,57	
Genel	65	273,05		
3. Dönem				
Rasyon	10	96,34	9,63	0,052
Hata	55	265,96	4,84	
Genel	65	362,30		
YA_{ORT}				
Rasyon	10	84,67	8,47	0,021
Hata	55	196,40	3,57	
Genel	65	281,07		

EK- 4 Deneme rasyonlarının, grupların yumurta kitlelerine olan etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	P
1. Dönem				
Rasyon	10	115,1	11,5	0,643
Hata	55	806,9	14,7	
Genel	922,0	922,0		
2. Dönem				
Rasyon	174,2	174,2	17,4	0,551
Hata	55	1080,8	19,7	
Genel	65	1255,0		
3. Dönem				
Rasyon	10	173,7	17,4	0,277
Hata	55	759,4	13,8	
Genel	65	933,1		
YK_{ORT}				
Rasyon	10	122,5	12,3	0,513
Hata	55	724,0	13,2	
Genel	65	846,5		

EK-5 Deneme rasyonlarının, grupların yem tüketimlerine olan etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**Kareler Ortalaması**	**P**
1. Dönem				
Rasyon	10	168,0	16,8	0,982
Hata	55	3244,9	59,0	
Genel	65	3412,9		
2. Dönem				
Rasyon	10	90,8	9,1	0,973
Hata	55	1576,7	28,7	
Genel	65	1667,5		
3. Dönem				
Rasyon	10	109,1	10,9	0,993
Hata	55	2672,3	48,6	
Genel	65	2781,3		
YT_{ORT}				
Rasyon	10	80,1	8,0	0,987
Hata	55	1679,8	30,5	
Genel	65	1760,0		

EK-6 Deneme rasyonlarının grupların yemden yararlanma oranlarına olan etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**Kareler Ortalaması**	**P**
1. Dönem				
Rasyon	10	0,20061	0,02006	0,049
Hata	55	0,54840	0,00997	
Genel	65	0,74901		
2. Dönem				
Rasyon	10	0,2557	0,0256	0,244
Hata	55	1,0663	0,0194	
Genel	65	1,3220		
3. Dönem				
Rasyon	10	0,2462	0,0246	0,406
Hata	55	1,2733	0,0232	
Genel	65	1,5196		
YYO_{ORT}				
Rasyon	10	0,19107	0,01911	0,060
Hata	55	0,54348	0,00988	
Genel	65	0,73455		

EK-7 Deneme rasyonlarının, grupların yumurta özgül ağırlıkları üzerine olan etkileri ve standart hataları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	P
1. Dönem				
Rasyon	10	0,0000771	0,0000077	0,735
Hata	55	0,0006209	0,0000113	
Genel	65	0,0006980		
2. Dönem				
Rasyon	10	0,0000903	0,0000090	0,616
Hata	55	0,0006096	0,0000111	
Genel	65	0,0006999		
3. Dönem				
Rasyon	10	0,0001180	0,0000118	0,499
Hata	55	0,0006858	0,0000125	
Genel	65	0,0008038		
$ÖA_{ORT}$				
Rasyon	10	0,0000764	0,0000076	0,618
Hata	55	0,0005176	0,0000094	
Genel	65	0,0005940		

EK-8 Deneme rasyonlarının, grupların yumurta kabuk ağırlıkları üzerine olan etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	P
1. Dönem				
Rasyon	10	1,292	0,129	0,792
Hata	55	11,493	0,209	
Genel	65	12,786		
2. Dönem				
Rasyon	10	1,178	0,118	0,781
Hata	55	0,187	0,187	
Genel	65	11,437		
3. Dönem				
Rasyon	10	1,418	0,142	0,732
Hata	55	11,360	0,207	
Genel	65	12,778		
KA_{ORT}				
Rasyon	10	0,903	0,090	0,838
Hata	55	8,845	0,161	
Genel	65	9,748		

EK-9 Deneme rasyonlarının, grupların yumurta kabuk kalınlıkları üzerine olan etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	P
1. Dönem				
Rasyon	10	0,002048	0,000205	0,435
Hata	55	0,010983	0,000200	
Genel	65	0,013032		
2. Dönem				
Rasyon	10	0,001876	0,000188	0,794
Hata	55	0,016750	0,000305	
Genel	65	0,018626		
3. Dönem				
Rasyon	10	0,002333	0,000233	0,667
Hata	55	0,016917	0,000308	
Genel	65	0,019250		
$ÖA_{ORT}$				
Rasyon	10	0,001461	0,000146	0,650
Hata	55	0,010333	0,000188	
Genel	65	0,011794		

EK-10 Deneme rasyonlarının, grupların kabuk kırılma dirençleri üzerine olan etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**Kareler Ortalaması**	**P**
1. Dönem				
Rasyon	10	0,778	0,078	0,808
Hata	55	7,140	0,130	
Genel	65	7,918		
2. Dönem				
Rasyon	10	0,853	0,085	0,672
Hata	55	6,224	0,113	
Genel	65	7,077		
3. Dönem				
Rasyon	10	0,982	0,098	0,553
Hata	55	6,107	0,111	
Genel	65	7,089		
KKD_{ORT}				
Rasyon	10	0,6514	0,0651	0,624
Hata	55	4,4475	0,0809	
Genel	65	5,0988		

EK-11 Deneme rasyonlarının, grupların yumurta kabuğu Ca, Mg ve P konsantrasyonları üzerine olan etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	P
YK1 Ca				
Rasyon	10	9746988036	974698804	0,000
Hata	55	7766085950	141201563	
Genel	65	17513073986		
YK2 Ca				
Rasyon	10	3141229607	314122961	0,221
Hata	55	12658602861	230156416	
Genel	65	15799832468		
YK_{ORT} Ca				
Rasyon	10	12890694939	1289069494	0,000
Hata	55	4017424236	73044077	
Genel	65	16908119175		
YK1 Mg				
Rasyon	10	2349998	235000	0,000
Hata	55	3099941	56363	
Genel	65	5449938		
YK2 Mg				
Rasyon	10	2616583	261658	0,126
Hata	55	8890622	161648	
Genel	65	11507205		
YK_{ORT} Mg				
Rasyon	10	2347104	234710	0,000
Hata	55	2164698	39358	
Genel	65	4511802		
YK1 P				
Rasyon	10	1799832	179983	0,000
Hata	55	1728764	31432	
Genel	65	3528596		
YK2 P				
Rasyon	10	229522	22952	0,863
Hata	55	2390787	43469	
Genel	65	2620310		
YK_{ORT} P				
Rasyon	10	1225875	122588	0,000
Hata	55	1117147	20312	
Genel	65	2343022		

EK-12 Deneme rasyonlarının, grupların kemik Ca, P, Mg, Zn ve B konsantrsyonları üzerine olan etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	P
Tibia Ca				
Rasyon	10	8041592270	804159227	0,000
Hata	55	10841775730	197123195	
Genel	65	18883368000		
Tibia P				
Rasyon	10	1474658548	147465855	0,000
Hata	55	1777406156	32316476	
Genel	65	3252064705		
Tibia Mg				
Rasyon	10	2848979	284898	0,001
Hata	55	4325314	78642	
Genel	65	7174293		
Tibia Zn				
Rasyon	10	7125	713	0,030
Hata	55	17714	322	
Genel	65	24839		
Tibia B				
Rasyon	10	975,86	97,59	0,000
Hata	55	84,01	1,53	
Genel	65	1059,87		

EK-13 Deneme rasyonlarının, grupların serum mineral Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na, S ve Zn konsantrasyonları üzerine olan etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	P
Serum Ca				
Rasyon	10	13696	1370	0,000
Hata	55	12544	228	
Genel	65	26240		
Serum Cu				
Rasyon	10	0,028982	0,002898	0,000
Hata	55	0,027650	0,000503	
Genel	65	0,056632		
Serum Fe				
Rasyon	10	28,029	2,803	0,000
Hata	55	30,059	0,547	
Genel	65	58,087		
Serum Mg				
Rasyon	10	169,62	16,96	0,012
Hata	55	358,19	6,51	
Genel	65	527,80		
Serum Zn				
Rasyon	10	4,899	0,490	0,082
Hata	55	14,971	0,272	
Genel	65	19,871		

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Arzu Erol
Uyruğu	**:**	TC
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Merzifon 09. 02. 1986
Telefon	**:**	0535 830 23 56
Faks	**:**	
e-mail	**:**	ar.zoo@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Halide Edip Lisesi, Yenimahalle, Ankara**	**2003**
Üniversite	:	**Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Konya**	**2008**
Yüksek Lisans	:		
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2007	Selçuk Üniversitesi, Prof. Dr. Orhan Düzgüneş Araştırma ve Uygulama Çiftliği	Stajer
2006	Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi	Stajer

YABANCI DİLLER

İngilizce (Upper Beginner)

YAYINLAR

Erol, A. ve Cufadar, Y., 2010, Yumurta tavuklarının rasyonlarında kullanılan kalsiyum kaynaklarının yumurta kabuk kalitesine etkisi, *Kümes Hayvanları Kongresi,* 7 - 9 Ekim, Kayseri.