



## Yumurta Tavuklarının Rasyonlarında Kullanılan Kalsiyum Kaynaklarının Yumurta Kabuk Kalitesine Etkisi

Arzu Erol<sup>1</sup> Yusuf Cufadar<sup>2</sup>

**ÖZET:** Hayvancılık faaliyetlerinde ana hedef, insanların gereksinim duydukları ürünleri bol miktarda, yüksek kalitede, uygun zamanda ve mümkün olduğunca ucuzca sağlamaktır. Yumurta tavukçuluğunda kabuk kırıkları nedeniyle oluşan kayıplar oldukça önemli bir yer tutmaktadır. 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.

Özellikle yumurta kabuğu oluşumunda taşıdığı önem nedeniyle kalsiyum (Ca), uzun zamandır araştırmacıların ilgilendiği bir konu olmuştur. Bu ilgi, daha çok en uygun Ca kaynağı ve partikül büyüklüğü üzerinde yoğunlaşmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yumurta kabuk kalitesi, kalsiyum, yumurta tavuğu

### Effect of Calcium Sources Used in Diets for Laying Hens on Egg Shell Quality

**ABSTRACT:** The main objective of animal production, large amounts of products needed by consumers, high-quality, cheaper to supply the appropriate time and as much as possible. Commercial egg production losses caused by a broken shell eggs is a very important role. The eggs cannot be evaluated for broken shell not only in economic losses for producers, but also one of the main sources of protein for healthy nutrition of the growing world population which means that the egg in the loss. Corrupt the integrity of the shell eggs to be available to consumers in food safety risk.

Calcium (Ca), in particular because of their importance in the formation of the egg shell has been a subject of interest of researchers for a long time. This interest more focused on the most appropriate particle size and source of Ca.

**Keywords:** Calcium, egg shell quality, laying hens

#### GİRİŞ

Yumurta tavukçuğu, 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 ilk planda kullanılan çeşitli besin maddeleri gereksinimlerinin kalite ve miktarı yönünden yetersizliğini ortaya çıkarmıştır. Örneğin yumurta tavuğu rasyonlarında bulunması gereken Ca düzeyi önceleri % 1.5-2.5 olarak bilinirken, günümüzde bu düzey çevre şartları, yem ve hayvanın ırkına göre % 3.75-4' e kadar artmıştır (1).

Yumurta tavukçuluğunda kabuk kırıkları nedeniyle oluşan kayıplar oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Öyle ki yıllık yumurta üretiminin yaklaşık %6-16'sı tavukla tüketici arasındaki süreç içerisinde kırılmakta veya çatlamaktadır. Türkiye'de yıllık yumurta üretimi 8 milyar 443 milyon adettir (2). Ancak üretilen yumurtaların en iyimser yaklaşımla ortalama %5'inin satışa sunulmadan önce kırıldığı düşünülürse ekonomik kaybın yılda ne fazla olduğu tahmin edilebilir. Değerlendirilemeyen yumurtalar ticari işletmeler açısından ciddi bir ekonomik kayıp olmasının yanında insanoğlunun önemli protein kaynaklarından birinin de kaybıdır. Ayrıca, kırık veya çatlak kabuklu yumurtalar muhafazası zor olduğundan tüketiciye sunulması durumunda da gıda güvenliği açısından ciddi bir risk oluşturmaktadır. Bu kayıpların önüne geçmede yumurta kabuk kalitesinin artırılması araştırmacıların uzun yıllardan beridir ilgilendiği bir konu

olmuştur. Bu nedenle yumurta tavuklarının Ca ihtiyaçlarının tespiti, rasyonda kullanılacak Ca kaynağı ve bu kaynağın hangi formlarda verilmesi gerektiği yumurta tavuklarının beslenmesi açısından önem arz etmektedir.

Bu derlemede, yumurta tavuklarında Ca' un önemi, yumurta kabuğunun yapısı ve oluşumu, yumurta tavuklarının Ca ihtiyaçları, Ca kaynaklarının ve partikül büyüklüğünün yumurta kabuk kalitesine etkisi hakkında bilgiler verilecektir.

#### YUMURTA TAVUKLARINDA KALSİYUMUN ÖNEMİ FONKSİYONLARI

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 (3). Bu görevlerine ilave olarak kalbin normal atması ve vücutta normal fizyolojik dengeyi (asit-baz dengesinin) korunmasında Ca' a ihtiyaç duyulur (2). Yaşamsal işlevleri olan Ca mineralinin, hemen hemen tamamına yakın bir bölümü kemiklerde çözünmesi güç olan hidroksiapatit ve karbonat apatit formunda bulunmaktadır. Apatit mineralleri sadece kemiklerin korunmasında etkin olurken, metabolizma olayları için gerek duyulan Ca iyonları kemikte kolay çözünebilir Ca tuzlarından karşılanmaktadır (4). Kalsiyum minerali tüm fizyolojik işlevleri dışında, yumurta veren tavuklar için ayrı

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü KONYA, ar.zoo@hotmail.com

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü KONYA, ycufadar@selcuk.edu.tr

bir önem taşımaktadır. Zira yumurta kabuğunun çok büyük bir kısmı (%93-97) kristalize kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )'tan oluşmaktadır (5). Ticari yumurtacı tavuklar 52 haftalık periyot boyunca 280-300 civarında yumurta vermektedir ve bu ağırlık bakımından hayvanın vücut ağırlığının yaklaşık 12 katına denk gelmektedir. 5-6 g yumurta kabuğunda 2 g civarında Ca bulunmaktadır. Bu miktar, toplam vücut Ca'unun %10'una eşittir. Böylece 1 tavuk 1 yıllık üretim boyunca vücudundan toplam Ca' un 30 katına eşit bir Ca'u yumurta ile dışarı atmaktadır. Bu durum, tavuklardaki olağanüstü Ca homeostasisi mekanizmasıyla açıklanmaktadır (3).

### METABOLİZMASI

Kalsiyum homeostasisi 3 önemli faktör tarafından kontrol edilmektedir. Bunlar paratiroid hormon (PTH), kalsitonin ve  $1,25$  dihidroksikolekalsiferoldür (6).

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 1 nolu karbon atomunda yeniden hidroksilasyona uğrar ve  $1,25$  dihidroksikolekalsiferol ( $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ) ü meydana getirir. Bu son bileşik Vitamin D'nin biyolojik aktivitesi en yüksek olan formudur. Bu bileşik daha sonra kan vasıtasıyla ince bağırsak, kemikler ve yumurta kabuk bezleri gibi değişik hedef dokulara taşınır. Karaciğerin 25-hidroksikolekalsiferol sentezi her hangi bir özel denetim altında olmamasına karşın, böbreğin  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  sentezi sıkı bir homeostatik denetime tabi olup bu sistemin unsurları Ca, fosfor (P) ve PTH seviyeleridir. Düşük serum P düzeyi piliçlerde  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  üretimini artırmaktadır (7). Plazma Ca düzeyinin düşmesi ise PTH'nın salgılanması uyarmaktadır. Plazma Ca seviyesi düştüğünde PTH,  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  ile bağlantı kurarak kemiklerden Ca ve P mobilizasyonu ile böbrek tübüllerinden Ca'un reabsorpsiyonu ve ince bağırsaktan Ca absorpsiyonu ile kan Ca düzeyini dengelenmektedir. Plazma Ca konsantrasyonunda görülen hiperkalsemi, idrar Ca atılımındaki artış ve  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  ün oluşumunun azaltılması ile ve kandan normal hızda Ca' un kemiklerde depolanması ile dengelenmektedir (8). Kalsitonin, kemiklerden serbest bırakılan Ca'un düzeyini azaltarak kemik Ca rezorpsiyonunu engellemektedir. Böylece kemiklerde Ca depolanmasını ve böbreklerden Ca atılımını artırırken, absorpsiyonu azaltarak kan Ca düzeyini düşürücü etkide bulunmaktadır (8). Kan Ca düzeyi düştüğünde yani hipokalsemi durumunda PTH ve  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  tarafından kontrol edilen kemik rezorpsiyonu ile ilave Ca sağlanmaktadır.

Kan Ca konsantrasyonuna, rasyonla alınan Ca miktarları da etkili olmaktadır. Rasyondaki Ca'un absorpsiyonuna etki eden faktörlerden birisi de emilimin gerçekleştiği bölgenin pH'sı ve Ca bileşiklerinin çözünürlüğüdür. Bazik ortamda Ca iyonları çoğunlukla emilmesi güç olan trikalsiyumfosfat şeklinde bulunmaktadır. Bu nedenle asit ortamda Ca'un emilimi daha yüksek düzeyde gerçekleşmektedir. Karbonhidratlarca zengin yemleme koşullarında ince bağırsaklarda Ca emilimine uygun ortam hazırlanırken, proteince zengin yemleme koşulları ince bağırsak pH'sının bazik ortama doğru kaydığı için emilim yavaşlamaktadır. Yağlarca zengin besleme koşulları da emilimi olumsuz

yönde etkilemektedir. Zira ince bağırsaklarda yağ asidi konsantrasyonu arttıkça emilimi güç olan Ca tuzları oluşmaktadır (9). Ayrıca yemler içerisindeki yüksek düzeylerde bulunan fosfor, magnezyum, potasyum, fitik asit ile selüloz ve hemiselüloz gibi bileşikler emilimi olumsuz yönde etkilerken, Vitamin D miktarı ve proteinlerin biyolojik değeri arttıkça emilim de yükselmektedir (10; 11). Absorpsiyonun normal olarak gerçekleşebilmesi için her şeyden önce Ca ile P arasında o hayvan türü için optimal bir oranın bulunması da şarttır (11). Absorpsiyon büyük ölçüde ince bağırsağın üst kısmında (doudenum) meydana gelir (3). Absorpsiyonun bir kısmı ise ince bağırsağın aşağı bölümlerinde de vuku bulur (12). Rasyondaki Ca seviyesi düşük olduğu zaman Ca aktif transport ile absorbe edilir. Vücut içine giren Ca yeterli veya yüksek olduğu zaman absorpsiyon daha çok ince bağırsağın alt kısımlarında (jejunum ve ileum) meydana gelir (13).

### YETERSİZLİĞİ ve FAZLALIĞI

Rasyon Ca noksanlığı maksimuma ulaştığında kemik ve yumurta kabuğundan mineralizasyon başlar. Yumurta kabuğunun dayanıklılığı diğer fonksiyonlardan çok daha önemlidir. Yumurtlayan hayvanlar, yumurtlamayan hayvanlara göre daha fazla Ca'a ihtiyaç duyarlar. Ca eksikliği yumurta kabuk formasyonunun anormal olmasına sebep olur.

Düşük Ca içeriğine sahip rasyonlarla beslenen tavuklar, bu problemi ortadan kaldırmak için daha fazla yem tüketirler. Tavuklar ihtiyaçları olan Ca'u Ca bakımından noksan rasyonlarla karşılayamazlar ve tavukların yumurta üretiminde azalma meydana gelir.

Kafes yorgunluğu kemiklerden aşırı miktarda kalsiyum fosfatın mobilizasyonu olarak tanımlanır. Hastalığın gerçek sebebi kesin olarak anlaşılmamış ise de araştırmacılar Ca ve P'ca noksan rasyonlarla beslenen hayvanlarda çevre sıcaklığının ve rasyon enerji seviyesinin yem tüketimini düşürecek kadar yüksek olduğu zamanlarda kafes yorgunluğunun daha çok görüldüğünü bildirmişlerdir. 20 haftalık yaştaki genç tavuklarda yüksek seviyede Ca içeren rasyonlarla beslenme uygulanması zararlı olmaktadır. Çünkü bu yaşta; hiperkalsemi, seksüel gelişme nedeniyle normal olarak ortaya çıkar ve henüz ergenlik çağına ulaşmamış piliçlere göre daha fazla Ca metabolize edilir. Cornell Üniversitesinde yapılan çalışmalar 8-20 haftalık büyüme periyodunda piliçlere rasyonla %2.5 seviyesinde verilen Ca'un nefrosis (böbrek dejenerasyonu), gut, ureterlerde Ca birikmesi gibi patolojik durumlara sebep olduğunu, %10-20 seviyesinde verilen Ca'un ise ölüm meydana getirdiğini göstermiştir (1).

### YUMURTA KABUĞUNUN YAPISI ve OLUŞUMU

Yumurtanın ağırlığına göre % 10-11' ini yumurta kabuğu oluşturur. Kabuğun yaklaşık % 3.5 kadarı organik matriks ve % 95' i ise kalsiyum karbonattan ( $\text{CaCO}_3$ ) oluşmuştur. Yumurta kabuğunun sentezlenmesi olayı organik matriks içinde kalsit kristallerinin depolanması şeklinde özetlenmektedir (2). Yumurta kabuğu genel olarak içten dışa doğru kabuk zarları, kabuk ve kütikula olmak üzere üç tabakadan oluşmaktadır (11).

Yumurta kabuk oluşumu istmüstta başlar ve burada zarların üzerinde kalsiyum kristallerinin oluşumu görülür. Yumurta burada yaklaşık 2-3 saat kalmaktadır. Esas kalsiyum depolanması ve kabuk oluşumu uterus yani

kabuk bezinde meydana gelmektedir. 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  $CO_2$ 'i karbonik anhidraz enziminin etkisiyle  $HCO_3^-$ 'e dönüştürerek kabuk yapımında kullanır.  $CO_2$  az miktarda da olsa olduğu gibi salgılanırsa da bundan kabuk yapımında yararlanılmaz. Kabuk oluşumunda  $Ca^{+2}$  ve  $HCO_3^-$ 'e ilaveten enerji (ATP)'de çok önemlidir. Kabuk bezinde yumurta yaklaşık 20 saat kalmaktadır. Uterusta en son olarak yumurta kütikül denilen bir tabaka ile daha kaplanmaktadır ki bu işlem yumurtlamadan yaklaşık yarım saat önce gerçekleştirilmektedir. Yumurta tavuklarında kabuk oluşumu esnasında yeterli miktarda Ca ve  $CO_3$  iyonlarının kabuk bezine ulaştırılması kabuk kalitesi bakımından önemlidir. Yumurta, oluşum sürecini tamamlayıp vaginaya kadar geldikten sonra burada fazla bekletilmeden hemen yumurtlanmaktadır.

### YUMURTA TAVUKLARININ CA İHTİYAÇLARI

Yumurta tavuklarının sağlam kabuklu yumurtalar meydana getirebilmesi için her şeyden önce yeterli miktarda Ca tüketmeleri gereklidir. Kalsiyum tüketiminin yetersiz olması yumurta kabuk kalitesinin düşmesine ve yumurta kırıklarına sebep olmaktadır. 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. Yumurta kabuğu formasyonu için tavuklarda ortalama Ca gereksinimi pik dönemde en fazla olmaktadır (3).

Çeşitli tavuk ırklarında; yumurta verimi, yumurta ağırlığı, % kabuk oranı ve rasyon Ca'unu kullanma etkinliği veya vücutta tutma kabiliyetleri bakımından farklılıklar olduğundan tavuk ırklarının Ca ihtiyaçları arasında farklılıklar mevcuttur (3). Pratikte yumurta tavuklarının Ca ihtiyaçlarını karşılamak için rasyon hazırlanacağı zaman yapılacak en doğru iş yetiştirilen ırkın yetiştirme kılavuzunda belirtilen yem tüketimini ve günlük Ca ihtiyaçlarını dikkate alarak rasyon hazırlamaktır. Çevre sıcaklığı ve rasyon enerji seviyesi yem tüketiminin düşmesine sebep olacak kadar yüksek ise rasyon Ca ve fosfor seviyesi ile diğer besin maddelerinin seviyeleri yeni yem tüketimine göre ayarlanmalıdır. Ayrıca Ca ihtiyaçları ile yaş arasında sıkı bir ilişki vardır. Genç tavuklar rasyonla alınan Ca'un yaklaşık % 60'ından yararlanabilmelerine karşın yaşlı tavuklar % 50 veya daha da altında bir düzeyde yararlanabilirler. Genç tavukların (20-40 haftalık yaşlar arası) rasyonlarında % 3.8 Ca yeterli iken, yaşa bağlı olarak bu oran 40-60 haftalık yaşlar arasında % 4.2 ve daha ileriki yaşlarda da % 4.5'e kadar çıkarılması gerektiği bildirilmiştir (14).

Çizelge 1. Yumurta tavuklarının Ca ihtiyaçları ile ilgili yayınlanmış bazı bülten ve yayınlar

g/tavuk/gün	Referans
3.9 - 4.2	NRC, 1994
5.57	Ahmad ve ark., 2003
3.75	Boitumelo, 2004
4.0	Solarte ve ark., 2006
4 - 4.5	Lichovnikova ve Zeman, 2008

### KULLANILAN KALSİYUM KAYNAĞI VE PARTİKÜL BÜYÜKLÜĞÜNÜN KABUK KALİTESİNE ETKİSİ

Yumurta tavuklarının rasyonlarında Ca kaynağı olarak kolay bulunabilir ve ucuz olmasından dolayı genellikle kireç taşı kullanılmaktadır. Bunun yanında deniz kabukluları (istiridyeye, midye) ve yumurta kabuğu gibi kaynaklarda kolay bulunabilmeleri ve ucuz olması durumunda kullanılabilirler. Fakat bu iki kaynağın kullanımında güvenilir yerden temin edilmiş olması ve mikroorganizma ile bulaşık olmaması gerekmektedir. Özellikle yumurta kabuklarının iyi yıkanmış ve sterilize edilmiş olmaları gerekmektedir. Yumurta kabuğu son yıllarda işlenmiş yumurta ürünlerinin (sıvı yumurta vb.) artmasıyla birlikte yan ürün olarak bol miktarda elde edilmektedir. TS 8606 standardına göre hayvan yemi katkı maddesi olarak kullanılan kalsiyum karbonat bileşikleri kendine has beyaz renkte olmalı, asidik olmamalı, suda çözünmemeli ve  $CaCO_3$  miktarı % 95'den düşük olmamalıdır. Yemlere Ca kaynağı olarak katılan kireç taşı % 35 civarında Ca ihtiva ederken, istiridyeye kabuğu ve yumurta kabuğu yaklaşık % 38 civarında Ca içermektedir (15).

Yumurta kabuk kalitesi, kullanılan Ca kaynağı ve kaynağın kalitesi, rasyon Ca seviyesi, kaynağın sindirim sisteminde çözünürlüğü ve kullanılan kaynağın partikül

büyüklüğü (formu) tarafından da etkilenmektedir (16). Kullanılan Ca kaynaklarının kalitesi onların taşlıkta çözünürlüğü ile yakından ilgilidir. Ca kaynağının partikül büyüklüğü 0.8 mm' den fazla olduğunda taşlıktaki çözünmesinin yavaşladığı ve burada kalma süresinin arttığını dolayısıyla kaynağının kullanılabilirliğini arttırdığı bildirilmiştir (17). 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.

Kalsiyum kaynağı olarak sadece öğütülmüş kireç taşı ile beslenen yumurta tavuklarında yumurta kabuk kalitesinin, öğütülmüş kireç taşı ve iri partiküllü kireç taşı karışımından oluşan kaynaklarla beslenenlere göre daha düşük olduğu bildirilmiştir (3, 16). Rasyonda Ca kaynağı olarak kullanılan istiridyeye kabuğunun kireç taşına göre taşlıkta daha yavaş çözündüğü ve uzun süre kaldığı için kabuk kalitesi üzerinde olumlu etki göstermektedir (16,18).

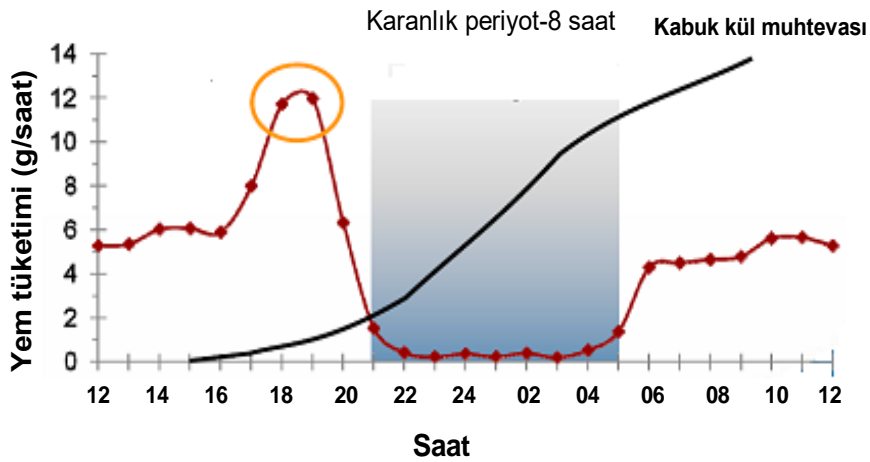
Konuyla ilgili olarak; Scheideler (19) tarafından yapılan bir çalışmada, 25 ve 108 haftalık yaşlarda iki farklı ırktaki yumurta tavuklarında 6 farklı rasyon kullanılmıştır. Rasyonlar; farklı irilikte, kırılmış ve öğütülmüş olmak üzere

3 farklı yumurta kabuğu, % 50 iri ve %50 ince formda kireç taşı karışımı, % 75 kireç taşı ve %25 istiridye kabuğu karışımı ve % 100 ince formda kireç taşı olmak üzere 6 adettir. Deneme sonucuna ait veriler Çizelge 2' de verilmiştir.

Diğer bir araştırmada ise (16), 56. haftalık yaştaki yumurta tavuklarında farklı tip ve oranlarda Ca kaynağı kullanımının yumurta kalitesi üzerine etkisini araştırmıştır. Denemede %29 ince, %71 iri formda kireç taşı, %32 ince formda kireç taşı, % 68 yumurta kabuğu, % 32 ince formda kireç taşı, % 68 istiridye kabuğu ve % 50 ince, % 50 iri formda kireç taşı olmak üzere 4 farklı rasyon kullanılmıştır. Sonuç olarak yumurta kalitesi bakımından 1/3 ü ince formda kireç taşı ile 2/3' ü iri formda kireç taşı veya istiridye kabuğuyla beslenebileceğini bildirmiştir. Denemeye ait sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir.

## SONUÇ

Yumurta tavuklarında Ca ihtiyaçları fizyolojik, metabolik, hormonal ve çevresel birçok faktörün etkisi altındadır. Bu nedenle yumurta tavuklarının Ca ihtiyaçlarının yeterli ve doğru miktarda karşılanabilmesi yumurta kabuk kalitesi bakımından önem arz etmektedir. Yumurta tavuklarının rasyonlarına uygun Ca kaynağının uygun miktarlarda ilave edilmesi yumurta kabuk kalitesinin korunmasında ve kırık yumurtaların sebep olduğu ekonomik kaybın önüne geçmede önemli olacaktır. Ayrıca kabuk kalitesini artırmada alternatif Ca kaynaklarının hangi formda ve ne oranda kullanılabileceğini belirlemek için detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 1. Yumurta kabuk oluşumu esnasında tüketilen yem miktarı

Çizelge 2. Ca kaynağının performans, kabuk ağırlığı ve Ca sindirimine etkisi\*

Kaynaklar	Yumurta verimi (%)		Yem tüketimi (g)		Yaş kabuk oranı (%)		Ca Sindirilebilirliği (%)	
	108.Hf.	25.Hf.	108.Hf.	25.Hf.	108.Hf.	25.Hf.	108.Hf.	25.Hf.
Yumurta kabuğu 1 (0.6- 0.8 mm)	81.7 <sup>a</sup>	92.6	106.3	96.4	14.0	12.7	46.5 <sup>ab</sup>	54.7 <sup>b</sup>
Yumurta kabuğu 2 (0.8-2.0 mm)	56.1 <sup>b</sup>	91.3	107.7	95.0	14.0	12.6	38.0 <sup>cd</sup>	52.1 <sup>b</sup>
% 50 İri : % 50 toz kireçtaşı (2-4 mm : 0.1-0.4 mm)	76.9 <sup>a</sup>	91.7	107.7	97.8	14.1	12.9	47.5 <sup>ab</sup>	54.4 <sup>b</sup>
%75kireçtaşı:%25istiridye kabuğu (0.8-4.0 mm)	81.9 <sup>a</sup>	91.3	107.7	91.1	14.2	13.0	33.9 <sup>cd</sup>	47.9 <sup>b</sup>
% 100 ince formda kireçtaşı (< 0.4 mm)	73.7 <sup>a</sup>	91.3	108.2	96.2	14.1	12.3	38.6 <sup>cd</sup>	50.5 <sup>b</sup>
% 100 İnce formda yumurta kabuğu (< 0.4 mm)	75.7 <sup>a</sup>	90.5	107.7	97.4	14.0	12.5	56.4 <sup>a</sup>	66.4 <sup>a</sup>

\*(Scheideler, 1998)

Çizelge 3. Farklı Ca kaynaklarının yumurta tavuklarında performans ve yumurta kabuk kalitesine etkisi\*

İncelenen Özellikler	%29:%71 İK:İK	%32:%68 İK:YK	%32:%68 İK:İSK	%50:50 İK:İK
Yumurta verimi (adet)	52	49	46	53
Yem tüketimi (g/gün)	109.3	108.5	104.9	109.3
Ca tüketimi (g/gün)	4.9	4.3	4.2	4.5
Yumurta ağırlığı (g)	61.7	63.7	64.0	63.9
Kabuk oranı (%)	10.8	9.8	10.4	10.0
Kabuk kalınlığı (mm)	0.432	0.397	0.428	0.406
Kabuk kırılma direnci (N)	38.1	35.7	39.1	32.6

\*(Lichovnikova, 2007), İKİK: İnce kireçtaşı:İri kireçtaşı, İK:YK: ince kireçtaşı: yumurta kabuğu, İK:İSK: ince kireçtaşı: istiridye kabuğu

**KAYNAKLAR**

1. **Ayhan, F., 1990.** Yumurta tavuklarında Ca ve P beslenmesi. Lisans Semineri, Selçuk Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Böl., Konya.
2. **Çetin, S. ve Gürcan, İ.S., 2006.** Kahverengi ve beyaz yumurtacı hibrit tavuk yemlerine istiridye kabuğu ilavesinin yumurta kabuk kalitesine ve serum C düzeyine etkileri. Lalahan Hay. Araşt. Derg. 46 (2), 23-31.
3. **Boitumelo, P.T., 2004.** Influence of limestone particle size in layer diets on shell characteristics at peak production. Department of Animal, Wildlife and Grassland Sciences, University of the Free State, Bloemfontein.
4. **Erener, G. ve Sarıççek, Z., 1997.** Yumurta tavuklarında Ca metabolizması yumurta kabuğu oluşumu. YUTAV Uluslar Arası Tavukçuluk Fuarı ve Konf., p. 260-265.
5. **Öğün, S., 1981.** Tavuklarda Değişik Ca Fosfor Oranlarının Yumurta Verimine İlişkin Ölçütler Üzerindeki Etkileri. Çukurova Üniv. Zir. Fak. Yayınları: 156, Bilimsel Araştırma ve inceleme Tezleri: 47, Adana.
6. **Lichovniková, M., Zeman, L., 2008.** Effect of housing system on the calcium requirement of laying hens and on eggshell quality. Czech J. Anim. Sci., 53 (4), 162-168.
7. **Baxter, L.A, De Luca H.F., 1976.** Stimulation of 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> -1- alphahydroxylase by phosphate depletion. J. Biol. Chem. 251-3158-3161. Edition. J. Biol. Chem. 251-3158-3161
8. **Shafey, T.M., 1993.** Calcium tolerance of growing chickens effect of ratio of. dietary calcium to available phosphorus. W. Poult. Sci. Journal, 49, 5-18.
9. **Polat, C., 1990.** Farklı Ca kaynaklarının farklı veriliş zamanları ve dozların yem tüketimine, yemden yararlanmaya, yumurta verimine, yumurta ağırlığına ve yumurta kabuk kalitesine etkileri. Teknik Tavukçuluk Derg. Sayı:69 Temmuz-Eylül Sayfa :10-19.
10. **Öğün, S., Uluocak, N., Eroğlu, F., 1981.** Yumurta tavuklarında Ca mineralinin önemi. Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi, Yayınları: 151, Bilimsel Araştırma ve incelemeler: 42, Adana.
11. **Özen, N., 1995.** Hayvan besleme fizyolojisi ve metabolizması. Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Genişletilmiş. 2. Baskı. Ders Notu No:6
12. **Underwood, E.J.U., Suttle, N.F., 1999.** The Mineral Nutrition of Livestock (3rd Edition). Commonwealth Agricultural Bureau International. Wallingford, UK.
13. **Bronner, F., Pansu, P., 1999.** Nutritional aspects of calcium absorption. J. Nutr. 129, 9-12.
14. **Kutlu, H. R., 2008.** Kanatlı hayvan besleme ders notları. Sayfa: 87.
15. **Scott, M.L., Hull, S.J., Mullen Hoff, P.A., 1971.** The calcium requirements of laying hens and effects of dietary oyster shell quality upon egg shell quality. Poult. Sci. 50, 1055-1063.
16. **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. Br. Poult. Sci., 48, 71-75.
17. **Zhang, B., Coon, C., 1997.** The relationship of calcium intake, source, size, solubility in vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. Department of Animal Science, University of Minnesota, St. Paul, Minnesota, 55108
18. **Ahmad, H.A., Balander, R.J., 2004.** Physiological response of layers to alternative feeding regimen of calcium source and phosphorus level. In. J. of Poult. Sci., 3 (2), 100-111.
19. **Scheideler, S.E., 1998.** Eggshell Calcium Effects on Egg Quality and Ca Digestibility in First- or Third-Cycle Laying Hens. J. of Appl. Poult. Res., 7, 69-74.