

Yumurta Kabuk Kalitesine Mineral Maddelerin Etkisi*

Zafer ATİK¹

Necmettin CEYLAN²

ÖZET: Yumurta sektöründe kırık ve çatlak yumurta nedeni ile önemli boyutta ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. Kabuk kalitesi besleme ile ilişkilidir. Bu nedenle iyi bir kabuk kalitesini sağlayacak besleme özelliklerinin göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Bu derlemede kanatlılarda, beslemenin yumurta kabuk kalite kriterlerine etkilerine yer verilmiştir. Bu bağlamda makro ve mikro elementlerin yumurta tavuklarındaki fonksiyonları ve kabuk oluşumu ile ilgili etki mekanizmaları incelenmiş ve somut öneriler ortaya konulmuştur. Yumurta tavuklarında sağlam ve kaliteli bir kabuk elde etmek için özellikle Ca, Mn, Zn, Cu ve Cr minerallerin önemli olduğu, ayrıca bu minerallerin formlarına dikkat edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yumurta tavuğu, besin maddesi, yumurta kabuk kalitesi, Ca, Mn, Zn, Cu ve Cr

Effects of Minerals on Egg Shell Quality

ABSTRACT: There are serious economic losses because of broken and cracked eggs in layer industry. Egg shell quality is based on nutrition. That's why specifications of laying hen nutrition must be considered to obtain a proper egg shell quality. In this collected the effects of laying hen nutrition taken into consideration. In this case, the function of macro and micro minerals in laying hens and their detailed mode of action for egg shell formation was examined and then some special recommendations was given to get less broken-cracked eggs. As a short summary it was concluded that Ca, Mn, Zn, Cu and Cr minerals are important factors for good quality egg shell formation. In addition the form of those minerals must also be considered.

Keywords: Laying hens, nutrition, egg shell quality, Ca, Mn, Zn, Cu and Cr

GİRİŞ

Hayvancılık faaliyetlerinde ana hedef, insanların gereksinim duydukları hayvansal ürünleri bol miktarda, yüksek kalitede, uygun zamanda ve mümkün olduğunca ucuzca sağlamaktır. Tavukçuluk, üretim potansiyeli nedeniyle gereksinim duyulan hayvansal gıda açığının kapatılmasında önemli bir kaynak olmuştur. 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 karmalarında bulunması gereken kalsiyum düzeyi % 1.5-2.5 olarak bilinirken günümüzde bu düzey çevre şartları, yem ve hayvan ırklarına göre % 3.75-4 düzeyindedir (1).

Yumurta tavukçuluğunda kabuk kırıkları nedeniyle oluşan kayıplar oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Üretilen yumurtalar içinde kabuk kırıkları nedeniyle satışı sunulamayan yumurtaların oranını bildirişlere göre % 6-20 arasında değiştiği belirtilmiştir. A.B.D.'de ticari yumurtacı tavuk işletmelerinde düşük kabuk kalitesi ve kırık yumurtaların tavuk başına yılda 1.38-2.09 dolar zarara neden olduğu, toplam kaybın yıllık 478 milyon dolara ulaştığı bildirilmektedir (4). Türkiye'de yıllık yumurta üretimi 2007 yılı TÜİK verilerine göre 12.724.959.000 adettir (24). Türkiye'de kırık ve çatlak yumurta oranlarıyla ilgili bir istatistik bilgiye ulaşılamamıştır. Ancak üretilen yumurtaların en iyimser yaklaşımla ortalama %5'inin satışı sunulmadan önce kırıldığı ve bir yumurtanın maliyetinin yaklaşık 10 Kr olduğu düşünülürse ekonomik kaybın yılda yaklaşık 60 milyon TL olduğu tahmin edilebilir. 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 (4).

Seleksiyonun bir sonucu olarak yumurta verimi ve ağırlığı gibi özelliklerde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Ancak yumurta verimi veya ağırlığı gibi özellikler açısından seleksiyon uygulanırken yumurta kabuk kalitesi de bu uygulamadan etkilenmektedir. Tavuk başına yumurta verimi bakımından arzulanan noktaya ulaşılmış olsa da, kabuk sorunları nedeniyle tüketime sunulamayan yumurta oranı artmıştır.

Kabuk kalitesi birçok faktörün etkisi altındadır. Bunlardan en önemlisi tavuğun genotipidir. Ayrıca yaş, sürü yönetimi, beslenme, hastalıklar ve sıcaklık gibi çevresel etkenlerin de kabuk kalitesi üzerine çok önemli etkileri vardır (19).

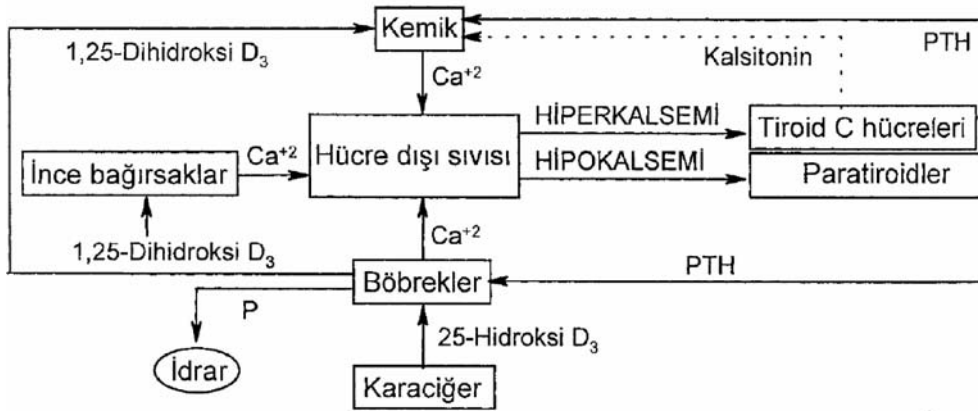
Yumurta Tavuklarında Kalsiyum Metabolizması

Kabuk kalitesi beslemeden önemli şekilde etkilenmekte olup, bu açıdan özellikle mineraller önem arz etmektedir. Yumurtanın dış etkenlere karşı korunmasını sağlayan ve yumurtada dış kaliteyi oluşturan kısım yumurta kabuğudur. Yumurta kabuğu, yumurtayı saran zarların üzerinde CaCO₃ kristallerinin birikiminden oluşmaktadır ve kabuk oluşumunu etkileyen en etkili faktör Kalsiyum (Ca) metabolizmasıdır. Şekil 1'de görüldüğü gibi; kalsiyum homostasisi, bağırsak Ca absorpsiyonu, böbrek Ca boşaltımı ve kemik mineral metabolizması arasındaki etkinin dengelenmesi ile oluşturulmuştur. Kalsiyum hemostasisi 3 önemli faktör tarafından kontrol edilmektedir. Bunlar parathormon (PTH), kalsitonin ve 1.25 dihidroksikolekalsiferoldür (2,5).

* Yüksek lisans dönem projesinden özetlenmiştir.

¹ Tavukçuluk Araştırma Enstitüsü - Ankara

² Ankara Üniversitesi Ziraat fakültesi Zootekni Bölümü - Ankara



Şekil 1. Kalsiyum Metabolizmasının Regülasyonu

Plazma Ca düzeyinin düşmesi (Hipokalsemi) durumunda Parathormon (PTH) salgılanması uyarılmaktadır. PTH'un asıl hedefi böbrek ve kemiklerdir. Kemiklerdeki Ca ve HPO_4 (hidrojenfosfat) serbest kalarak kanda daha yüksek düzeyde aktarılmasını sağlamaktadır. Böbreklerde 25-hidroksi vitamin D enzim (hidroksilaz) etkisiyle 1,25(OH) $_2$ D $_3$ dönüşür. 1,25(OH) $_2$ D $_3$ şeklinde bağırsak epitel hücrelerine ulaşan vitamin D kalsiyum bağlayıcı özel bir protein sentezini (CaBP) uyarır. Böylece böbreklerde Ca absorpsiyonu artırılmış olur (5).

Plazma Ca düzeyinin yükselmesi (Hiperkalsemi) durumunda ise Kalsitonin salgılanır (PTH'un Antagonistidir). Kemiklerde serbest bırakılan Ca'un düzeyini azaltarak kemik rezorpsiyonunu engellemektedir. İdrar ile Ca atımı artar. 1,25(OH) $_2$ D $_3$ 'ün oluşumunun azaltılır. Kandan normal hızla kalsiyumun kemiklerde depolanması ile dengelenmektedir (5).

Yumurtlama boyunca kalsiyum metabolizmasının düzenlenmesinde PTH'un rolü ile ilgili birçok delil bulunmaktadır. Örneğin kabuk oluşumu boyunca PTH artarken kalsifikasyon tamamen azalmaktadır. Serum PTH düzeyi kabuk oluşumu boyunca 5.95 pg/ml iken yumurtlamadan sonra 0.55 pg/ml'ye düşmektedir. Kemiklerden Ca'un mobilizasyonunda peptite bağlı (PTH-rP) endokrinin rol oynadığı da bilinmektedir (5).

Yumurta tavuklarında performans ve özellikle yumurta kabuk kalitesine etki eden minerallerin başında Ca yer almaktadır. Bunun ile beraber Ca dışında yumurta kabuk kalitesinde etkili önemli rol oynayan başka makro ve mikro mineraller bulunmaktadır. Çizelge 1'de yumurtacı tavuk rasyonlarında bulunması gereken makro ve mikro mineral düzeyleri verilmiştir (17).

Çizelge 1. Yumurtacı Tavuk Rasyonlarında Bulunması Gereken Makro ve Mikro Mineral Düzeyleri (% 90 KM)

Makro Mineraller	Birim	Damızlık Beyaz Yumurtacı	Ticari Beyaz Yumurtacı	Ticari Kahverengi Yumurtacı
Kalsiyum	%	3.25	3.25	3.6
Klor	%	0.130	0.130	0.145
Mağnezyum	mg/kg	50	50	55
Fosfor(P _v)	%	0.25	0.25	0.275
Potasyum	%	0.150	0.150	0.165
Sodyum	%	0.150	0.150	0.165
İz Mineraller				
İyot	mg/kg	0.01	0.004	0.004
Demir	mg/kg	6	4.5	5
Manganez	mg/kg	2	2	2.2
Selenyum	mg/kg	0.006	0.006	0.006
Çinko	mg/kg	4.5	3.5	3.9

Rasyonlarda Kalsiyum Seviyesi, Partikül Büyüklüğü ve Kabuk Kalitesi İlişkisi

Kalsiyum kaynağı ve partikül büyüklüğü yumurta kabuk kalitesinde önemli rol oynamaktadır. Normal kireç taşı verilen tavukların, parçacıklı ve normal kireç taşı karışımlarıyla beslenen tavuklara göre kabuk kalitesinin daha düşük olduğu bilinmektedir. Kireç taşının taşıltaki kalma süresi uzarsa buna bağlı olarak kireç taşının çözünürlülüğü artmaktadır. Minimum parçacık büyüklüğünün 1.0 mm'den aşağı olması durumunda taşıltaki tutulma süresi kısalmaktadır.

Büyük kalsiyum parçacıklarıyla beslenen tavuklarda yumurtanın özgül ağırlığının, % 100 ince kireçtaşı ya da % 100 ezilmiş yumurta kabuğu ile beslenen tavuklara göre önemli derecede ($p<0,05$) yüksek bildirilmiştir. Araştırma

sonuçlarına dayanarak yumurta tavuğu yemlerinde kalsiyumun en az %25'inin büyük partiküllü kaynaklardan oluşturulması önerilmektedir (20, 21).

Yapılan bir araştırmada (15) rasyondaki kalsiyum kaynağının, yoğunluğunun ve parçacık büyüklüğünün yumurta tavuklarında kabuk kalitesine etkileri araştırılmıştır. Yapılan bu araştırmada 56 ve 57 haftalık yaşta hayvanlarla 2 hafta sürdürülmüştür. Araştırma süresince 4 farklı kalsiyum kaynağı kullanılmıştır. Kalsiyum kaynağı karışımları % 29 toz-% 71 büyük partikül, % 32 Toz-% 68 yumurta kabuğu, % 32 toz-% 68 midye kabuğu, % 50 toz-% 50 büyük partiküllerden oluşturulmuştur. Çizelge 2'de araştırmaya ait performans ve kabuk kalite kriterleri verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı Kalsiyum Kaynakları Karışımının Yumurta Tavuklarında Performans ve Kabuk Kalitesine Etkisi

	29:71 Toz:Büyük Partikül Mean±SH	50:50 Toz:Büyük Partikül Mean ±SH	32:68 Toz:Yumurta Kabuğu Mean ±SH	32:68 Toz:Midye Kabuğu Mean ±SH	P
Yem tüketimi, (g/tavuk/gün)	109.3	109.3	108.5	104.9	-
Ca tüketimi, (g/tavuk/gün)	4.9±0.24	4.5±0.13	4.3±0.20	4.2±0.30	ÖD
Yumurta ağırlığı, (g)	61.7±0.45 ^a	63.9±0.78 ^b	63.7±0.66 ^b	64.0±0.59 ^b	<0.05
Yumurta kabuk ağırlığı, (g)	6.63±0.58 ^b	6.40±0.130 ^a	6.24±0.086 ^a	6.69±0.110 ^b	<0.01
Kabuk oranı, (%)	10.8±0.87 ^b	10.0±0.154 ^c	9.81±0.108 ^{ac}	10.4±0.126 ^{bc}	<0.001
Kabuk kalınlığı, (mm)	0.432±0.0034 ^b	0.406±0.0067 ^a	0.397±0.0045 ^a	0.428±0.0050 ^b	<0.001
Kırılma mukavemeti, (N)	38.1±1.01 ^b	32.6±1.65 ^a	35.7±0.97 ^a	39.1±1.14 ^b	<0.01
Kabuk Ca içeriği, (g/kg)	359.7±1.75	359.4±1.26	359.1±1.30	359.8±1.26	ÖD
Kabuktaki Ca tutulumu, (%)	84.1±4.18	78.6±3.97	73.9±8.04	96.5±10.0	ÖD

Araştırma sonucunda kalsiyum kaynağı olarak % 29 toz-% 71 büyük partikül ve % 32 toz-% 68 midye kabuğu içeren gruplarda kabuk mukavemeti ve kabuk kalınlığı diğer 2 gruba oranla istatistiki olarak yüksek bulunmuştur. Yumurta ağırlığı bakımında en düşük sonuç % 29 toz-% 71 büyük partikül kullanılan grupta görülmüştür. Kabuk ağırlığı

ve kabuk oranı bakımından ise en düşük değerler % 32 toz-% 68 yumurta kabuğu kullanılan grupta görülmüştür.

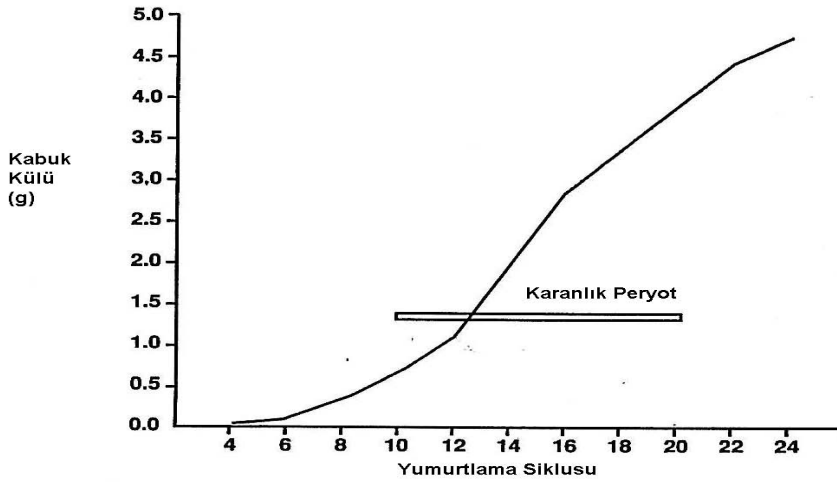
Rasyondaki kalsiyum düzeyinin eksikliği veya fazlalığının birçok sorunları da beraberinde getirmektedir. Rasyondaki farklı kalsiyum düzeylerinin neden olduğu etkiler Çizelge 3'te verilmiştir (14).

Çizelge 3 Rasyon Kalsiyum Düzeyi ve Etkileri

<3.0 %	Zayıf kabuk kalınlığı, Kafes yorgunluğu, yem tüketiminde artış ve yağlı karaciğer sendromu
3.5-3.0 %	İnce kabuk, zayıf kemikler, uzun süre devamında yem tüketimde düşüş
3.5-4.5 %	İyi kabuk kalitesi ve kemik dayanıklılığı
4.5-5 %	Kabuk kalitesi ve kemikte iyileşme olmaz, yüksek yem maliyeti
>5.0 %	Yemde seyrekleşme, kalite kontrol ve kalibrasyon zorluğu

Bir günlük periyotda kabuk mineral birikiminin değişimi Şekil 2'de gösterilmiştir. Özellikle karanlık periyotdaki

birikimin dikkat çekici bir şekilde fazlaştığı Şekil 2'de çarpıcı şekilde görülmektedir (14).



Şekil 2 Bir Günlük Ovulasyon Siklusunun Kabuk Mineral Birikimine Etkisi

Fosforun Kabuk Kalitesine Etkisi

Yumurta tavuklarının fosfor ihtiyacını ırk, yaş, verim seviyesi, rasyonun enerji ve kalsiyum seviyesi, yem tüketimi, çevre sıcaklığı gibi birçok faktör etkilemektedir. Ergin tavuklar, genç hayvanlara kıyasla (civciv-piliç) rasyon fosfor seviyelerine daha az hassastırlar. Bu nedenle tavukların fosfor ihtiyacını tespit etmek daha zordur. Rasyon fosfor bakımından aşırı yetersiz değilse, tavuklar uzun süre normal performanslarını devam ettirebilmekte ve hayvanların ölüm oranı ile iskelet problemlerinde az bir artış olurken, yumurta veriminde kolayca fark edilmeyen bir düşüş olmaktadır (11,12).

Yapılan bir çalışmada 2772 haftalık dönemde % 0.35 ve 0.50 rasyon yararlanılabilir fosfor (Py) düzeyinin gerek normal ve gerekse sıcak şartlarda yumurta kabuk özellikleri ve yem değerlendirme sayısı hariç, diğer performans özelliklerinin % 0.20 Py içeren rasyonla beslenen tavuklardan önemli derecede farklı olmadığını

bildirmişlerdir. Kabuk kalite kriterleri bakımından % 0.20 Py ile beslenen grupta daha yüksek değerler elde edilmiştir (11,12).

Çizelge 4'de % 0.10-0.40 arasında yedi farklı seviyede yararlanılabilir fosfor içeren yumurta tavuğu rasyonlarına 300 U/kg fitaz enzimi katarak 30-66 haftalar arasında üç farklı dönemde yapılan araştırma sonuçları verilmiştir. % 0.10 ve 0.15 yararlanılabilir fosfor içeren rasyonlarla beslenen tavukların yumurta verimi ve yumurta kütlelerinin önemli derecede düşük olduğu, ancak bu rasyonlara fitaz ilavesiyle bu düşüşün önlendiği bildirilmiştir. Rasyon yararlanılabilir fosfor seviyesi ve rasyona fitaz ilavesi yem tüketimini etkilememiştir. Araştırma sonucunda % 0.25, 0.20, 0.15 yararlanılabilir fosfor; % 0.15 ve 0.10+fitaz ile % 0.40, 0.30, 0.25 yararlanılabilir fosfor içeren rasyonlarla beslenen grupların performanslarının birbirine benzer olduğu saptanmıştır (10).

Çizelge 4. Farklı Fosfor ve Fitaz Seviyelerinin Performans ve Kabuk Kalitesine Etkileri

	Y.Verimi, %		Y.Kütlesi, g		Yem Tüketimi, g		Kabuk Yüzdesi, %		BAKA, g/cm ²	
	Kontrol	Fitaz	Kontrol	Fitaz	Kontrol	Fitaz	Kontrol	Fitaz	Kontrol	Fitaz
Py (%)										
0.40 - 0.35 - 0.30	83.7 ^{abc}	82.7 ^{abc}	50.1 ^{abc}	49.9 ^{abc}	100.4	101.6	9.51	9.53	80.2	80.3
0.35 - 0.30 - 0.25	84.2 ^{abc}	87.0 ^a	50.0 ^{abc}	52.0 ^a	98.3	100.2	9.35	9.43	78.4	79.4
0.30 - 0.25 - 0.20	80.5 ^c	85.5 ^{ab}	47.8 ^c	51.4 ^{ab}	98.1	98.9	9.56	9.53	80.4	80.3
0.25 - 0.20 - 0.15	80.9 ^c	84.3 ^{abc}	47.7 ^c	50.0 ^{abc}	99.7	97.9	9.51	9.57	79.8	80.4
0.20 - 0.15 - 0.10	71.2 ^d	82.0 ^{bc}	41.8 ^c	49.0 ^{bc}	96.2	97.3	9.68	9.45	81.2	79.4
0.15 - 0.10 - 0.10	62.4 ^e	81.2 ^{bc}	36.9 ^d	48.2 ^c	94.9	101.0	9.70	9.44	81.2	79.2
SEM	1.40		0.8		1.90		0.09		0.8	
Grup Etki	0.0001		0.0001		0.3539		0.2241		0.3358	
Fosfor Etkisi	0.0001		0.0001		0.3453		0.3330		0.3962	
Fitaz Etkisi	0.0001		0.0001		0.1595		0.2085		0.3560	
Fosfor x Fitaz	0.0001		0.0001		0.4625		0.2136		0.2660	

Elektrolit Dengesi

Na, Cl ve K asit baz dengesinde çok önemli işlevleri olan minerallerdir. Yumurta tavuklarında Na, Cl ve K arasında kritik bir denge vardır. Bu dengenin optimum düzeyde olması, yumurta verimi, yemden yararlanma ve yumurta kalitesinin iyileşmesini sağlamaktadır. Elektrolit dengesi genellikle rasyondaki Na + K Cl olarak düşünülmektedir.

Genelde 250 mEq/kg civarında bir denge istenir. Rasyon elektrolit dengesindeki değişiklikler en çok yemin temel hammaddeleri yada protein kaynakları değiştirildiğinde ortaya çıkmaktadır. Özellikle soya küspesinin yerini hayvansal kökenli protein kaynakları aldığıında oluşmaktadır. Bazı ana yem hammaddelerin elektrolit içeriği ve elektrolit dengesi Çizelge 5'te verilmiştir (14).

Çizelge 5. Bazı Yem Hammaddelerinin Elektrolit Dengesi

Hammaddeler	Na	K	Cl	Na+K-Cl (mEq/kg)
Mısır	0.05	0.38	0.04	108
Buğday	0.09	0.38	0.08	150
Sorgum	0.04	0.34	0.08	82
Soya küspesi	0.05	2.61	0.05	675
Kanola	0.09	1.47	0.05	400
Et unu	0.55	1.23	0.90	300
Balık unu	0.47	0.73	0.55	230
PTK	0.05	1.20	0.03	320

Mikro Elementlerin Etkisi

Yumurta kabuğu; protein ve mukopolisakaritlerin kombinasyonundan oluşan organik matriks üzerine kalsiyum karbonat iyonlarının depolanması ile meydana gelmektedir. Organik matriks içi uzunlamasına ve dış tarafı ise glikoprotein bir örtüyle çevrelenmiş bir yapıya sahiptir. Bu yapıdaki proteinlerin % 70-75'inin kükürlü amino asitlerce zengin keratin benzeri, % 10 gibi bir kısmının ise kollagen tipinde yapıya sahiptir (3). İşte bu organik matriks yada membranın sentezi kabuk kalitesini belirleyen en önemli etmenlerden biridir. Mangan (Mn) elementinin protein ve mukopolisakarit yapının oluşmasında çok önemli rol oynadığı ve bu glikoprotein örtünün kabuk kalsifikasyonunun başlangıcını etkilediği sanılmaktadır (7).

Yumurta kabuğu ise uterusu bulunan yumurta kabuk bezi adını da verdiğimiz doku sayesinde şekillenmekte ve bunun için yeterli miktarda Ca iyonlarına gereksinim duyulmaktadır. Ayrıca kabuk formasyonu için bu dokunun sıvılarında yeterli miktarda karbonat iyonlarının bulunması da şarttır. Karbonat iyonlarının temel kaynağı kan ve yumurta kabuk bezlerindeki hücrelerin metabolizması sonucu üretilen Karbondioksittir. Su ve karbondioksitten

bikarbonat iyonlarının oluşması reaksiyonunda karbonik anhidraz enzimi rol oynamaktadır. Bu enzimin ko-faktörü ise çinko (Zn) elementidir. Dolayısı ile karbonik anhidraz enziminin normal fonksiyonu ve de yumurta kabuğu oluşumu için çinko esansiyel bir rol oynamaktadır (3).

Böylece Mn ve Zn metabolizmasındaki bir aksamanın veya bu elementlerin yeterince sağlanamamasının yumurta kabuk kalitesini önemli düzeyde etkilemektedir. Yine sıcak havalarda aşırı solunum nedeniyle karbondioksit atıldığı hatırlanırsa karbonik anhidraz enziminin ve Mn, Zn'nun yumurta tavukları için bir diğer önemi daha ortaya çıkmış olacaktır (9).

Ticari yumurtacı tavuğu yemlerine inorganik kaynaklı Mn ve Zn ile Mn ve Zn-proteinat ilavesinin etkilerini araştıran bir çalışmanın sonuçları Çizelge 6'de verilmiştir. Araştırmada İnorganik'de Düzey(1) 30 mg/kg Mn ve 25 mg/kg Zn düzey(2)'de ise 60 mg/kg Mn ve 50 mg/kg Zn ilave Organik'de Düzey (1) 4.5 mg/kg Mn ve 7.5 mg/kg Zn; Düzey(2)'de ise 9 mg/kg Mn ve 15 mg/kg Zn proteinat organik-mineral bileşiği olarak ES49'dan sağlanarak katılmıştır (9).

Çizelge 6. İnorganik ve Organik Mn ve Zn İlavesinin Yumurta Tavuklarında Performans ve Yumurta Kabuk Kalitesine Etkileri

Form ve Düzey	Yumurta Verimi %	Yumurta Ağırlığı g	YDS	Haugh Birimi %	Spesifik Gravite g/cm ³	Kabuk Ağırlığı g	Kabuk Kalınlığı mm	Kırık Yumurta Oranı %	Anormal Kabuk Oranı %
İnorganik									
(0)	76.7	63.8	2.13 ^b	80.7 ^a	1.0748	9.04	371 ^a	6.0	7.3
(1)	78.4	64.3	2.33 ^{ab}	78.9 ^b	1.0749	9.11	376 ^a	7.3	6.3
(2)	75.8	63.4	2.41 ^a	79.5 ^{ab}	1.0745	8.97	369 ^b	6.0	6.3
Organik									
(0)	76.5	63.9	2.36	79.8	1.0744	8.99	371	7.3	7.0
(1)	76.2	63.6	2.38	79.9	1.0752	9.1	373	6.5	7.2
(2)	78.0	64.0	2.31	79.4	1.0745	9.03	372	5.4	5.58

Araştırmacı ticari yumurta tavuğu yemlerine 2 farklı düzeyde inorganik kaynaklı Mn ve Zn ilavesi durumunda; 1. düzeyin değişik kabuk kalite kriterlerine olumlu etkisi var gibi görüldüğünü ancak değişik stres koşullarında bunda etkili olmuş olabileceğinin ve normal olarak rasyonlarda bulunan düzeyin ihtiyaçları karşılamada güvenli olduğu bildirilmiştir. 2. düzeyin ilavesi ise gereksiz bulunmuştur.

Krom (Cr), tüm memeliler için gerekli esansiyel iz minerallerden birisidir. Hayvansal dokuların tamamında yer almaktadır. Hayvanlarda verim artırılmasında ve bazı metabolizma hastalıklarının önlenmesinde rol oynamaktadır. Hayvanların iz mineral ihtiyaçlarının karşılanmasında genellikle inorganik krom kaynakları kullanılsa da yapılan araştırmalar, bu bileşiklerin sindirilebilirliklerinin, emilimlerinin ve biyoyararlanımlarının organik krom kaynaklarına göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Bu nedenle son yıllarda, kromun kimyasal olarak amino asitten oluşan bir ligant ile reaksiyona girmesiyle şekillenen organik krom bileşikleri hayvan beslemede yaygın olarak kullanılmaktadır (22).

Yapılan bir araştırmada, bıldırcın rasyonlarına 0, 200, 400, 800 ve 1200 ppb düzeylerinde ilave edilen organik Cr'un yumurta verimi, yumurta kalitesi ile insülin, kortikosteron ve bazı kan metabolitleri üzerine etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak, özellikle 1200 ppb düzeyinde organik Cr ilavesinin bıldırcınlarda performans ve yemden yararlanma oranını olumlu yönde etkilediği, yumurta kalitesi ve serum insülin konsantrasyonlarını artırdığı saptanmıştır(22).

Yumurta tavuklarında performans, stres ve bağışıklık üzerine organik Cr'un etkisinin incelendiği bir diğer araştırmada, stres durumlarında yumurta verimi ve kalitesinde önemli derecede azalma gözlemlendiği, organik Cr

ilavesinin tavuklarda stres önleyici olarak kullanılan vitamin C'nin etkinliğini de artırdığı saptanmıştır (16).

Yapılan başka bir araştırmada ise Organik ve inorganik kromun vitamin E ile kombine edilmesinin etkileri araştırılmıştır.

- 1.gruba 20 mg/kg organik krom
- 2.gruba 20 mg/kg organik krom ve 250 mg/kg vitamin E
- 3.gruba 800 mg/kg inorganik krom
- 4.gruba 800 mg/kg inorganik krom ve 250 mg/kg vitaminE
- 5.gruba ise 250 mg/kg vitamin E ilave edilmiştir.

Sonuç olarak 2. grup yumurta ağırlığı ve yumurta kabuk kalınlığı parametrelerinde istatistik olarak önemli artışlar olduğu belirlenmiştir. Kırılma mukavemetinde ise sayısal bir artış olduğu belirlenmiştir (13).

Yumurta tavuğu rasyonlarına krom ilavesinin yumurta verimi, kalitesi, yumurta sarısı kolesterolü ve bazı serum parametreleri üzerine etkisini belirlemek üzere bir araştırma yapılmıştır. Araştırma sonunda rasyona krom ilavesinin yumurta kabuk kalitesini olumlu etkilediği, diğer verim parametreleri üzerinde etkili olmadığı, serum trigliserit ve yumurta sarısı kolesterol seviyesini önemli, toplam kan kolesterolünü ise önemsiz seviyede azalttığı tespit etmişlerdir (25).

Bakır organizmada önemli görevleri olan ve özellikle bitkisel kaynaklı besinlerde bol miktarda bulunan bir elementtir. Bakır içeren bileşikler, canlılarda çeşitli hastalıkların sağıtımlarında ve antiseptik amaçlarla kullanılmaktadır. Ayrıca bakır organizma da önemli görevleri yerine getirir. Başlıca görevler; Hücre solunumu, kemik oluşumunda görevleri vardır. Özel kalp fonksiyonları, bağ dokunun gelişimi birçok enzimin (stokrom, oksidaz, lisil

oksidaz, tirozinaz) esansiyel öğesidir. Lipid metabolizması, üreme sistemi ve bağışıklık sisteminde görevleri vardır. ABD ulusal araştırma konseyi kanatlı hayvanlar tarafından tolere edilebilen en yüksek yem bakır düzeyinin 300 mg/kg olduğunu bildirmiştir (23).

Yumurta tavuğu yemine katılan bakırın yumurta verimi ve kabuk kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada; Kontrol grubunun yemine deneme süresince dışarıdan bakır ilave edilmezken, deneme-1 grubunun yemine 250 mg/kg, deneme-2 grubunun yemine ise 500mg/kg dozlarda çalışmanın ilk gününden itibaren bakır katılmıştır. Çalışmanın ilk 42 günü süresince, yumurta verimi açısından tüm gruplar arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır. Fakat daha sonraki günlerde deneme-1 grubunda, diğer gruplara oranla daha fazla yumurta elde edilmiştir ($p<0.05$). Çalışmanın ilk 4 periyodunda deneme gruplarına göre, kontrol grubunun yumurta kabuklarında daha kalın oldukları gözlenmiştir. Yine son üç peryotta kontrol grubunun yumurta kabuklarının diğer iki deneme grubuna göre daha ağır olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak yeme yüksek dozda katılan bakırın yumurta kalitesini olumsuz yönde etkilemesine karşın yeme 250 mg/kg dozda katılan bakırın yumurta verimini olumlu yönde etkilediğini ileri sürülmüştür (23).

Yumurta Tavuklarında Sodyumbikarbonat Kullanımın Kabuk Kalitesine Etkisi

Sıcaklık stresi altındaki yumurta tavuklarındaki bikarbonat iyonlarının öncelikle solunuma bağlı CO₂ üretimi ve atımında kullanılması sonucu oluşan kabuk kalite gerilemesi için de karma yeme NaHCO₃ eklenmesinin veya karbonatlı su kullanımının yararlı olduğu bildirilmektedir (8).

NaHCO₃ (% 0.2) ilavesinin yumurta verimi, yumurta ağırlığı, Yumurta özgül ağırlığını, yumurta kabuk kalınlığını artırdığı tespit edilmiştir. % 0.3 ve % 0.4 düzeyinde NaHCO₃ eklendiğinde ise kabuk kalınlığı ve kırılmaya karşı direnç arttığı böylece kırılmadan kaynaklanan ekonomik kayıplar azalırken yumurta verimi ve yumurta ağırlığının olumlu şekilde etkilendiği gözlenmiştir (6).

Sıcaklık stresi altındaki yumurta tavuklarında kandaki bikarbonat iyonlarının öncelikle solunuma bağlı CO₂ üretimi ve atımında kullanımı sonucu kabuk kalitesi gerilemesinin giderilmesi için de, karma yeme NaHCO₃ eklenmesinin veya karbonatlı su kullanımının yararlı olacağı bildirilmektedir (8).

Bıldırın rasyonlarına sodyum bikarbonat ilavesinin yumurta verim ve kalitesi ile kan parametrelerine etkisi üzerine bir araştırma yürütmüştür. Araştırmada kullanılan hayvan materyali 40. günlük yaşta olan japon bıldırınlarından oluşturmuştur. Yem materyali olarak yumurtlayan japon bıldırınlarının ihtiyacını karşılayacak oranda besin maddesi içeren bir bazal rasyona sırasıyla % 0.0, % 0.1, % 0.3 ve % 0.5 düzeyinde sodyum bikarbonat ilave edilmiştir. Araştırmada incelenen tüm yumurta kalite özelliklerinde sodyum bikarbonat ilavesiyle önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Yumurta ağırlığı, kuru kabuk ağırlığı, kuru kabuk oranı, ve kabuk kalınlığında % 0.3 ve % 0.5 NaHCO₃ ilavesine paralel olarak bir miktar rakamsal artış sağlanmıştır. Ancak bu artışlar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (18).

SONUÇ

Yumurta kabuk kalitesi beslemeden önemli şekilde etkilenmekte olup, bu açıdan özellikle mineraller önem arz etmektedir. Kabuk problemlerinden dolayı yararlanılamayan yumurtalar ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu durum artan dünya nüfusu düşünüldüğünde insanların sağlıklı beslenmesi açısından önemli bir protein kaynağının kaybı anlamına da gelmektedir. Yumurta kabuğunun sağlamlığı ve bütünlüğü karlılık ve tüketim kalitesi açısından son derece önemlidir. Kabuk kalitesinin elde edilmesinde özellikle Ca, Mn, Zn Cu ve Cr gibi minerallerin tavuğa yeterli ve uygun oranlarda, uygun kaynaklardan sağlanmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca rasyondaki elektrolit dengesine önem verilmelidir. Na+K-Cl arasındaki dengenin optimum seviye olan 250 mEq/kg civarında olmasına dikkat edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Anonim., 2004. *Humifulvare a Natural Active Ingredient. Erişim Adresi* http://www.humintech.com/001/animalfeeds/applications/veterinary_medicine.html. Erişim Tarihi: 02.08.2005.
2. Anonim., 2008. *Kalsiyum metabolizması regülasyonu*. <http://www.ctf.edu.tr> Erişim Tarihi:02.01.2009.
3. Basauri, J.G., 1997. *Eggshell Quality: a New Insight. Feed Compounder*.
4. Çetin, S., Gürcan, S., 2006. *Kahverengi ve Beyaz Yumurtacı Hibrit Tavuk Yemlerine İstiritye Kabuğu İlavasının Yumurta Kabuk Kalitesine ve Serum Kalsiyum Düzeyine Etkileri Lalahan Hay. Araş. Enst. Dergisi* .46,(2): 23-31.
5. Erener, G., Sarıççek, B.Z., 1997. *Yumurta Kabuklarında Kalsiyum Metabolizması ve Kabuk Oluşumu. Yutav 1997 Uluslararası Tavukçuluk Fuarı*, S:260-266. İstanbul.
6. Ergün, A., Dikicioğlu, T., 1992. *Kanatlı Hayvan Yemlerinde Sodyum Bikarbonatın Kullanılması. Hayvan Beslemede Sodyum Bikarbonat Sempozyumu*,S:61-69,İstanbul.
7. Garlich, J.D., 1982. *Symposium: Egg Shell Quality. Poultry Science*, 61.
8. Gordon, R.W., Roland, D.A. Sr., 1997. *Performance of commercial laying hens fed various phosphorus levels with and without supplemental phytase. Poultry Science*, 76, 11721177.
9. Keshavarz, K., 1997. *The use of Zinc and Manganase Proteinates on Performance and Shell Quality of Laying Hens. Alltech's ad. Book. Encloure code egg 1.3.*
10. Keshavarz, K., 2000. *Nonphosphate Phosphorus Requirement of Laying Hens With and Without Phytase on a Phytase Feeding Program. Poultry Science*, 79:748-763.

- 11. Konca, Y., Yazgan, O.,** 1999a. Rasyon Fosfor ve Vitamin C Seviyelerinin Yumurta Tavuklarında Performans ve kabuk kalitesine Etkisi. Uluslararası Tavukçuluk Konferansı, 36 Haziran, İstanbul.
- 12. Konca, Y., Yazgan, O.,** 1999b. Sıcak Şartlarda Yetiştirilen Yumurta Tavuklarında Rasyon Fosfor ve Vitamin C Seviyelerinin Performans Karakterleri, Kabuk Kalitesi ve Kemik Özelliklerine Etkileri. Uluslararası Hayvancılık'99 Kongresi, 2124 Eylül, İzmir.
- 13. Küçükersan, S., Göncüoğlu, E., Küçükersan, K., Yeşilbağ, D.,** 2005. Yumurta Tavuğu Rasyonlarında Organik ve İnorganik Kromun Vitamin E ile Kombine Edilmesinin Performans, Yumurta Veimi ve Kalite Üzerine Etkisi. III. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, Sayfa:182-187. Adana.
- 14. Leeson, S., Summers, JD.,** 2005. *Commercial Poultry Nutrition*.
- 15. Lichnikova, 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*, Volume 48, nummer 1 pp. 71-75.
- 16. Mowat, DN.,** 1993. Organic Chromium: A New Nutrient for Stressed Animals. 275281. In: Lyons TP, Jacques Kabiotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's 9th Annual Symposium. Nottingham University Press, England.
- 17. NRC.,** 1994. National Research Council. Nutrients requirements of poultry. 9th ed. Washington, D.C.: National Academic Pres; 155p.
- 18. Öztürk, E.,** 1999. Bıldırcın Rasyonlarına Sodyum Bikarbonat İlavelerini Yumurta Verim Kalitesi ile Bazı Kan Parametrelerine Etkisi. *Tr.J of Veterinary and Animal Sci.*23(1999) Ek Sayı 2,359-365.
- 19. Roberts, J.,** 2004. Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Quality in Laying Hens. *Journal of Poultry Science*, 41:161-177.
- 20. 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.S:69-74.
- 21. Scheideler, S.E.,** 2004. Calcium Source, Particle Size and Calcium Level for Laying Hens, in: Proceedings of the Midwest Poultry Federation Convention (St Paul, MN, Midwest Poultry Federation).
- 22. Şahin, K., Küçük, O., Şahin, N., Ozbey, O.,** 2001. Effect of Dietary Chromium Picolinate Supplementation on Egg Production, Egg Quality and Serum Concentrations of Insulin, Corticosterone, and some Metabolites of Japanese Quails. *Nutrition Research* 21.
- 23. Tekeli, K.S., Öztürk, K., Gürsel, E.F.,** 2005. Yumurtacı Tavukların Yemine Yüksek Dozda İlave Edilen Bakırın Yumurta Üretim, Yumurta Kabuk Ağırlığı ve Yumurta Kabuk Kalınlığına Etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, Cilt :31 Sayı :1, S: 179-185.
- 24. TÜİK.,** 2007. İl Bazında Tavuk ve Yumurta Üretimi Erişim Adresi: <http://www.yum-bir.org> Erişim Tarihi:02.01.2009.
- 25. Uyanık, F., Kaya, Ş., Kolsuz, A.H., Eren, M., Şahin, N.,** 2001. The Effect of Chromium Supplementation on Egg Production, Egg Quality and Some Serum Parameters in Laying Hens. IX. Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, S: 231. Turkey.