

**YUMURTA TAVUĞU KARMA YEMLERİNE KATILAN METİYONİN VE
MAGNEZYUMUN CANLI PERFORMANSA, YUMURTA VERİMİ VE
KALİTESİNE ETKİSİ**

**Effects of Supplemental Methionine and Magnesium on Live Performance,
Egg Production and Egg Quality in Laying Hens**

Atalay KAHRAMAN¹, Osman KÜÇÜK²

Özet : Bu çalışmanın amacı yumurta tavuğu rasyonlarına metiyonin ve magnezyum ilavesinin yumurta verimi ve kalitesine etkisini araştırmaktır. Bowans türü 28 haftalık yaşta 120 adet yumurta tavuğu her grupta 30 adet olmak üzere 4 eşit gruba ayrılmıştır. Tavuklar temel rasyon ile ya da temel rasyona 300 ppm magnezyum, %1 metiyonin ya da %1 metiyonin + 300 ppm magnezyum ilaveli rasyonlarla beslenmişlerdir. Çalışma süresi sonunda gruplar arasında canlı ağırlık değişimi farklı olmamıştır ($P > 0.05$). Benzer şekilde yem tüketimi ($P > 0.05$) yemden yararlanma ($P > 0.05$) ve yumurta verimi (Hen-day) ($P > 0.05$) gruplar arasında farklılık göstermemiştir. Yumurta tavuk rasyonlarına ilave edilen metiyonin ya da magnezyum yumurta ağırlığına etki etmemiştir ($P > 0.05$). Yumurta kabuk kalınlığı metiyonin ve magnezyumu kombine halde içeren rasyonla beslenen tavuklarda diğer gruplara oranla artmıştır ($P \leq 0.01$). Ak genişliği değişmediği için ($P > 0.05$) ak indeksi de gruplar arasında benzerlik göstermiştir ($P > 0.05$). Haugh birimi deneme grupları arasında benzerlik göstermiştir ($P > 0.05$). Serum fosfor konsantrasyonu hariç bu çalışmada ölçülen serum parametreleri (Ca, Mg, Protein, kolesterol, trigliserit ve glikoz) uygulamalardan etkilenmemiştir ($P > 0.05$). Çalışma sonuçlarına göre, yumurta tavuk rasyonlarına National Research Council tarafından tavsiye edilen magnezyum ya da metiyonin düzeyinin fazlası katıldığında, canlı ağırlık, performans ve yumurta verimi ve kalitesinin etkilenmediği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Magnezyum, metionin, yumurta tavuğu, yumurta kalitesi

Summary: The objective of this study was to investigate the effects of supplemental methionine and magnesium on egg production and quality in laying hens. Twenty eight-week old 120 laying hens (Bowans) were divided into 4 groups each containing 30. The hens were fed either a basal diet or basal diet supplemented with 300 ppm magnesium, 1% methionine, or 300 ppm magnesium + 1% methionine. Live weight changes were similar between groups ($P > 0.05$). Similarly, feed intake ($P > 0.05$), feed efficiency ($P > 0.05$) and egg production (Hen-day) ($P > 0.05$) between groups were similar. Supplementing methionine or magnesium to laying hens did not change egg weights ($P > 0.05$). Egg shell thickness was greater in eggs from hens fed a combination of methionine and magnesium compared with that of other groups ($P \leq 0.01$). Because albumin width did not change ($P > 0.05$) albumin index remained similar among treatments ($P > 0.05$). Haugh unit remained similar among treatments ($P > 0.05$). Except serum phosphorous concentrations, serum parameters measured in this study (Ca, Mg, protein, cholesterol, triglyceride, and glucose) upon methionine and magnesium supplementation remained similar among treatments ($P > 0.05$). In conclusion, greater magnesium and methionine concentrations in the diet of laying hens than National Research Council recommendations did not result in improvement in live performance and egg production and quality.

Keywords: Magnesium, methionine, laying hens, egg quality

¹ Bilim Uz.Erciyes Ün.Sağ.Bil.Ens.Hay.Bes.Has.AD, Kayseri

² Doç.Dr.Erciyes Ün.Vet.Fak.Hay.Bes.Hast. AD, Kayseri

Geliş Tarihi : 07.04.2009 Kabul Tarihi : 25.03.2010

***Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından SBT-07-23 nolu proje ile desteklenmiş olup, aynı adlı yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.**

Magnezyum (Mg), kalsiyum ve fosfordan sonra vücutta miktar olarak en çok bulunan elementtir. Magnezyum vücutta 300 den fazla reaksiyon için gereklidir. Mitokondrilerdeki oksidatif fosforilasyon için gerekli olan magnezyumun başlıca görevi ATP nin yer aldığı birçok enzimatik reaksiyonda ATP yi stabilize etmek, nöromuskular transmisyon ve aktivitesine katılmaktır (1). ATP nin ihtiyaç duyulduğu reaksiyonlar arasında: kas kontraksiyonu, protein, yağ, nükleik asit ve koenzim sentezleri, glikoz kullanımı, metil grup transferi ve sülfat ve asetatın aktivasyonu sayılabilir (2). Metiyonin, apolar ve esansiyel bir amino asittir. Metiyonin ve sistein standart 20 aminoasit arasında sülfür atomu içeren aminoasitlerdir. Metiyonin türevi S-adenozil metiyonin, enzimatik reaksiyonlarda metil grubu vericidir. Metiyonin, transsülfürasyon reaksiyonlarındaki katkısıyla sistein, karnitin, taurin, fosfatidilkolin ve fosfolipidlerin sentezinde rol alır (2). Metiyonin diğer aminoasitler gibi proteinlerin başka pozisyonlarında da yer alabilmektedir, fakat protein sentezi esnasında ilk eklenen aminoasit her zaman metiyonindir (3). Bu çalışmanın amacı, protein sentezinde rol oynayan magnezyumun yine protein sentezinde ilk eklenen amino asit olarak görev yapan metiyonin ile birlikte vücutta protein sentezini artırarak performans ve yumurta verimine nasıl yansıtacağını araştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada 120 adet 28 haftalık yaşta Bowans türü beyaz yumurta tavuğu kullanılmıştır. Tavuklar başlangıç vücut ağırlıklarına göre her grupta 30 adet yumurta tavuğu olmak üzere 4 eşit gruba ayrılmıştır. Tavuklar temel rasyon ile ya da temel rasyona 300 ppm magnezyum, %1 metiyonin ya da %1 metiyonin + 300 ppm magnezyum ilave edilen rasyonlarla beslenmişlerdir. Magnezyum kaynağı olarak magnezyum sülfat ($MgSO_4$) metiyonin kaynağı olarak ise DL-metiyonin (%99) kullanılmıştır. Basal rasyon yem hammadde bileşenleri ve kimyasal bileşimi Tablo I de gösterilmiştir. Bazal rasyon yumurta tavukları için National Research Council

(NRC) (4) tarafından belirtilen değerlere uygun olacak şekilde hazırlanmıştır. Rasyonun ham protein, ham yağ ve ham kül değerleri 3 paralel şekilde Association of Agricultural Chemists (AOAC) (5) tarafından belirtilen analiz metotlarına göre yapılmıştır. Rasyonda kullanılan kireçtaşı %0.5 oranında Mg içermektedir. Rasyona vitamin-mineral karışımı ilavesi (INTEVIT Y 1220 M 15/5-3802, İnterkim, Ankara) 1 ton yeme 2.5 kg olacak şekilde yapılır ve her 2.5 kg'daki miktarlar aşağıdaki gibidir: vitamin A 12. 000. 000 IU, vitamin D₃ 2. 000. 000 IU, vitamin E 20. 000 mg, vitamin K₃ 3.000 mg, vitamin B₁ 3.000 mg, vitamin B₂ 5.000 mg, vitamin B₆ 5.000 mg, vitamin B₁₂ 15 mg, nikotin amid 20.000 mg, Cal-D-Pan 6.000 mg, folik asit 750 mg, vitamin C 50.000 mg, D-biyotin 50 mg, kolin 150.000 mg, kantaksantin 1.500 mg, apo ester 500 mg, mangan ($MnSO_4$) 80.000 mg, demir ($FeSO_4$) 60.000 mg, çinko (ZnO) 60.000 mg, bakır ($CuSO_4$) 5.000 mg, iyot 1.000 mg, kobalt 200 mg ve selenyum 150 mg. Rasyondaki enzim karışımı (KAVİMİX SAFIZYM GP 60, Kartal Kimya, İstanbul) 1ton yeme 1 kg olacak şekilde ayarlanır ve her kilogramdaki miktarları: Endo-1,3 (4)-beta-glukanaz, 1.410.000 ünite; Endo-1,4-beta-ksilanaz, 600.000 ünite; selüloz, 10.2 ünite. Fitaz enzimi (KAVİMİX NATUPHOS 500 G, Kartal Kimya, İstanbul) 1 ton yeme 700 gram olarak ilave edilir. Her kilogram enzimde 500.000 ünite (FTU)/kg fitaz enzimi bulunur. Ham yağ (HY) ve ham protein (HP) hariç, değerler NRC (4) tablolarından hesaplanmıştır. Metiyonin (Kartal Kimya, İstanbul) % 75 HP içerir. Lizin (Kartal Kimya, İstanbul) % 72 HP içerir.

Tavuklar her kafeste (30 x 45 x 35 cm) 3 tavuk bulunacak şekilde barındırılmış olup her gruptaki tekrar sayısı 10'dur. Taze su ve rasyon serbest olarak verilmiştir. Kümes günde 17 saat ışık alacak şekilde gün ışığına ilave olarak yapay ışıklandırılmaya tabi tutulmuştur. Çalışma süresi 100 gün olarak belirlenmiştir.

Canlı performans parametreleri olarak deneme başı ve sonu canlı ağırlıkları, yem tüketimi, yemden yararlanma ve yumurta verimine bakılmıştır. Canlı

ağırlıklarını belirlemek için tavukların başlangıç ve deneme sonu canlı ağırlıkları, yem tüketimi haftalık olarak ölçülmüş ve yemden yararlanma oranı hesaplanmıştır. Yumurta sayısı ve ağırlıkları günlük olarak tespit edilmiştir. Yumurta kalitesini ölçmek amacıyla ayda bir defa olmak üzere günlük bütün yumurtlar (120 adet) toplanmış ve yumurta kalitesi ölçülmüştür. Yumurta kalitesi ölçümleri için yumurta ağırlığı, yumurta kabuk kalınlığı, ak yüksekliği, genişliği ve derinliği, albumin indeksi, yumurta sarısı çapı, yumurta sarısı indeksi, yumurta eni boyu ve şekil indeksi, ve ayrıca Haugh birimi (HU) literatürde belirtilen yöntemlerle (6-11) hesaplanmıştır. İlgili parametrelerin ölçümünde kullanılan formüller aşağıda verilmiştir:

Şekil indeksi = (yumurta eni x 100) / yumurta uzunluğu.

Sarı renk indeksi: Roch renk skalası (fan) kullanılarak ölçülmüştür. 1 açık sarı renge, 15 rakamı ise turuncu-kırmızı renge karşılık gelmektedir.

Ak indeksi = ak yüksekliği (mm)/[(ak uzunluğu (mm) + ak genişliği (mm)]/2) x 100

Haugh birimi = 100 x log(T - 1.7 x W^{0.37} + 7.57);

T: ak kalınlığı (mm), W: yumurta ağırlığıdır (g).

Çalışma sonunda kan örnekleri her gruptan rasgele seçilen 9 tavuktan öğlen vakti Vena brachialis den alınmıştır. Kan örneklerinden serumları ayrılarak analiz yapılmaya kadar -20 °C de saklanmıştır. Oda ısısında çözülen serum örneklerinde kalsiyum (Ca), fosfor (P), glikoz, total protein, trigliserit ve kolesterol konsantrasyonları kitler yardımı ile (Chema, İtalya) ve spektrofotometre (Shimadzu UV-1700) ile ölçülmüştür. Çalışma sonunda elde edilen verilerin istatistik analizleri, SAS paket programı kullanılarak yapılmıştır (12). Gruplar arasındaki farklılıkların önemlilik kontrolü için Duncan testi uygulanmıştır (12).

BULGULAR

Çalışmanın sonunda gruplar arasında canlı ağırlıklar bakımından fark bulunamamıştır ($P > 0.05$) (Tablo II). Diğer bir değiş ile yumurta tavuğu rasyonuna ilave edilen magnezyum ya da metiyonin canlı ağırlığı etkilememiştir. Benzer şekilde yem tüketimi ($P > 0.05$), yemden yararlanma oranı ($P > 0.05$) ve yumurta verimi ($P > 0.05$) için gruplar arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir. Gruplar arasında canlı ağırlık ve yumurta verimi parametrelerinin aksine yumurta iç ve dış kalitesi açısından önemli farklılıklar gözlenmiştir (Tablo III). Yumurta tavuk rasyonlarına ilave edilen metiyonin ya da magnezyum yumurta ağırlığına etki etmemiştir ($P > 0.05$). Ancak, yumurta kabuk ağırlığı metiyonin ve magnezyum ilave edilen gruplarda daha hafif bulunmuştur ($P < 0.05$). Ancak yumurta kabuk kalınlığı metiyonin ve magnezyumu kombine halde içeren rasyonla beslenen tavuklarda diğer gruplara oranla daha kalın gerçekleşmiştir ($P < 0.05$). Yumurta ak yüksekliği ve uzunluğu kontrol grubunda diğer gruplara oranla daha yüksek bulunmuştur ($P > 0.05$). Yumurta sarısı çapı, metiyonin ve magnezyumun kombine olarak rasyona ilave edildiği durumda en düşük değerde kalmıştır ($P < 0.05$). Yumurta genişliği, rasyona metiyonin ve magnezyum ilavesi ile birlikte azalmış ($P < 0.05$) ancak yumurta uzunluğu deneme grupları arasında farklılık göstermemiştir ($P > 0.05$). Yumurta tavuğu rasyonlarına metiyonin ilavesi diğer gruplara oranla yumurta sarısı renginin sarı renkten daha fazla turuncu-kırmızı renge dönüşmesini sağlamıştır ($P < 0.05$). Ak genişliği değişmediği için ($P > 0.05$) ak indeksi de gruplar arasında farklılık göstermemiştir ($P > 0.05$). Haugh birimi uygulama grupları arasında benzerlik göstermiştir ($P > 0.05$). Serum fosfor konsantrasyonu hariç bu çalışmada ölçülen serum parametreleri uygulamalardan etkilenmemiştir ($P > 0.05$) (Tablo IV). Serum fosfor konsantrasyonları, yalnız Mg ve aynı zamanda Mg ile birlikte metiyonin içeren rasyon tüketen tavuk serumlarında daha düşük bulunmuştur ($P < 0.05$).

Tablo I. Yumurta tavuklarına yedirilen bazal ve metiyonin ilave edilmiş rasyonların bileşimi (kuru madde (KM) de)

Yem Hammaddesi	Bazal rasyon içeriği (%)	%1 metionin ilaveli rasyon içeriği (%)
Buğday kırması	32,7	32,4
Mısır kırması	25,5	25,5
Ayçiçeği küspesi, %36 HP içerir	17,0	17,0
Kireç taşı	8,1	8,0
Soya küspesi, %44 HP içerir	7,3	6,7
Hayvansal yağ	3,0	3,0
Tam yağlı soya	2,5	1,0
Et kemik unu, %33 HP içerir	2,1	2,0
Buğday kepeği	0,88	2,39
Tuz	0,30	0,3
Vitamin-Mineral karışımı	0,25	0,25
Lizin	0,13	0,19
Enzim	0,10	0,10
Metiyonin	0,07	1,10
Fitaz	0,06	0,07
KM, %	91,10	91,30
Kimyasal kompozisyon (KM bazında)		
Metabolik enerji, Kcal/kg	2820	2820
Ham protein, %	17,50	17,50
Ham yağ, %	5,35	5,30
Ham kül, %	12,22	12,30
Kalsiyum, %	3,50	3,50
Fosfor, %	0,42	0,42
Mg, %	0,27	0,27
Metiyonin, %	0,38	1,38
Lizin, %	0,80	0,80

Tablo II. Yumurta tavuklarında yeme katılan metiyonin ve magnezyumun canlı performans etkisi

	Deneme Grupları				P
	K (n=30) (X±SD)	K+Met (n=30) (X±SD)	K+Mg (n=30) (X±SD)	K+Met+Mg (n=30) (X±SD)	
Deneme başı canlı ağırlık (g)	1292,77±23,95	1356,10±24,22	1313,10±24,35	1322,03±24,28	0,31
Deneme sonu canlı ağırlık (g)	1448,37±24,87	1436,64±25,27	1428,43±24,77	1420,73±25,11	0,88
Yem tüketimi (g/gün)	103,49±4,24	104,25±4,07	104,28±4,15	102,18±4,09	0,98
Yemden yararlanma oranı ^a	2,13±0,10	2,08±0,09	2,15±0,07	2,10±0,08	0,95
Yumurta verimi ^b (%)	85,90±1,46	87,95±1,57	85,64±1,42	87,95±1,48	0,53

K: bazal rasyon ile beslenen kontrol grubu; K+Met: % 1 metiyonin ilave edilmiş bazal rasyon ile beslenen grup; K+Mg: bazal rasyon + 300 ppm magnezyum ile beslenen grup; K+Met+Mg: % 1 metiyonin ilave edilmiş bazal rasyon +300 ppm magnezyum karışımı ile beslenen grup.

^a tüketilen yem (gram) / üretilen yumurta (gram)

^b günlük olarak 100 tavuktan elde edilen yumurta sayısı (Hen-day)

Tablo III. Yumurta tavuklarında yeme katılan metiyonin ve magnezyumun yumurta kalitesine etkisi

	Deneme Grupları				P
	K (n=30) (X±SD)	K+Met (n=30) (X±SD)	K+Mg (n=30) (X±SD)	K+Met+Mg (n=30) (X±SD)	
Yumurta ağırlığı (g)	56,86±0,83	56,83±0,79	55,63±0,75	55,19±0,80	0,25
Kabuk ağırlığı (g)	5,79±0,13 ^a	5,61±0,15 ^{ab}	5,39±0,12 ^b	5,49±0,16 ^{ab}	0,02
Kabuk kalınlığı (mm)	0,370±0,005 ^{bc}	0,382±0,003 ^{ab}	0,369±0,004 ^c	0,386±0,005 ^a	0,01
Ak yüksekliği (mm)	7,29±0,12 ^a	7,12±0,09 ^{ab}	7,13±0,10 ^{ab}	6,68±0,09 ^b	0,08
Ak uzunluğu (mm)	89,76±1,27 ^a	86,75±1,36 ^{ab}	84,53±1,38 ^b	83,32±1,21 ^b	0,001
Sarı çapı (mm)	39,57±0,41 ^a	39,58±0,48 ^a	39,23±0,39 ^a	37,79±0,42 ^b	0,001
Yumurta eni (cm)	4,39±0,024 ^a	4,38±0,028 ^{ab}	4,33±0,030 ^{bc}	4,29±0,027 ^c	0,004
Yumurta boyu (cm)	5,68±0,052	5,66±0,047	5,64±0,061	5,68±0,042	0,79
Şekil indeksi (%)	77,39±0,74	77,45±0,67	76,84±0,72	75,62±0,65	0,13
Sarı renk indeksi	9,43±0,30 ^{ab}	10,00±0,28 ^a	8,90±0,25 ^b	9,32±0,24 ^{ab}	0,02
Ak genişliği (mm)	68,48±0,91	67,58±0,95	66,33±0,89	66,28±0,92	0,20
Ak indeksi	9,27±0,41	9,29±0,29	9,53±0,31	8,97±0,27	0,57
Haugh birimi (HB)	85,93±1,25	84,95±1,22	85,27±1,68	82,57±1,37	0,15

^{a,b,c} her bir parametre için aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir (P < 0,05).

K: bazal rasyon ile beslenen kontrol grubu; K+Met: % 1 metiyonin ilave edilmiş bazal rasyon ile beslenen grup; K+Mg: bazal rasyon + 300 ppm magnezyum ile beslenen grup; K+Met+Mg: % 1 metiyonin ilave edilmiş bazal rasyon +300 ppm magnezyum karışımı ile beslenen grup

Tablo IV. Yumurta tavuklarında yeme katılan metiyonin ve magnezyumun çalışma sonunda ölçülen bazı kan parametrelerine etkisi

	Deneme Grupları				P
	K (n=9) (X±SD)	K+Met (n=9) (X±SD)	K+Mg (n=9) (X±SD)	K+Met+Mg (n=9) (X±SD)	
Ca (mg/dl)	10,69±0,67	12,32±0,89	11,39±0,78	11,51±0,59	0,50
P (mg/dl)	9,72±0,30 ^a	9,52±0,32 ^a	8,74±0,25 ^b	8,75±0,27 ^b	0,01
Mg (mEq/l)	4,41±0,31	4,55±0,28	5,22±0,22	4,87±0,29	0,14
Protein (g/dl)	4,50±0,25	4,06±0,22	4,32±0,24	4,30±0,28	0,62
Kolesterol (mg/dl)	201,83±7,76	206,75±6,73	216,60±7,48	202,30±6,29	0,33
Trigliserit (mg/dl)	289,48±6,98	283,52±7,03	303,33±6,34	287,05±6,89	0,17
Glikoz (mg/dl)	204,61±7,56	210,78±6,26	199,32±6,11	202,11±7,29	0,62

^{a,b} her bir parametre için aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir (P < 0,05).

K: bazal rasyon ile beslenen kontrol grubu; K+Met: % 1 metiyonin ilave edilmiş bazal rasyon ile beslenen grup; K+Mg: bazal rasyon + 300 ppm magnezyum ile beslenen grup; K+Met+Mg: % 1 metiyonin ilave edilmiş bazal rasyon +300 ppm magnezyum karışımı ile beslenen grup.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, rasyondaki metiyonin düzeyi NRC (4) tarafından tavsiye edilen dozun üzerinde katıldığı durumda yine NRC (4) tarafından tavsiye edilen fazla ilave edilen magnezyum ile etkileşime girmemiştir. Diğer bir deyişle, rasyondaki fazla miktardaki magnezyum, metiyoninin protein sentezine katılımını sağlayarak ürüne (yumurta verimi ve canlı ağırlık artışı) dönüşmesine katkıda bulunmamıştır. Magnezyum'un başlıca görevi ATP'nin yer aldığı birçok enzimatik reaksiyonda ATP'yi stabilize etmek ve bir çok enzim reaksiyonunda yer almaktır (1). ATP'nin ihtiyaç duyulduğu reaksiyonlar arasında protein sentezi de yer almaktadır. Tam bu noktada metiyonin bahsi geçen protein sentezinde başlangıç sinyali taşıyarak anahtar rol üstlenir (3). Dolayısıyla, bu çalışmadaki ana çıkış noktası rasyona ilave edilen fazla miktardaki magnezyum ve metiyoninin protein sentezini hızlandırarak ürüne dönüşmesinin ne denli mümkün olduğunu araştırmak idi. Ancak, sonuçlar bu düşüncüyü destekle-

memiştir. Elde edilen sonuçlar Atteh ve Leeson (13)'ün yumurta tavuk rasyonuna ilave edilen Mg'nin performansa etkisi olmadığı şeklindeki bulguları ile aynı yöndedir. Buna karşın, içme suyuna ilave edilen Mg'nin broiler civcivlerde yemden yararlanma oranını artırdığı bilmektedir (14). Rasyona ilave edilen metiyoninin etkileri konusunda bu çalışma sonuçlarına uyumlu sonuçlar literatürde de rapor edilmiştir. Wideman ve arkadaşları (15) yumurta tavuğu rasyonuna %0,5, 1, 1,5 ve 2 düzeylerinde metiyonin ilave edilmesinde performans ve yumurta kalitesinin etkilenmediğini, sadece %2 metiyonin ilave edilen grupta yem tüketimi ve yumurta üretiminin düştüğünü tespit etmişlerdir. Koelkebeck ve arkadaşları da (16) mısır-soya küspesi temeline dayanan yumurta tavuğu rasyonuna %1 metiyonin ilave etmişler ancak yem tüketimi ve yumurta üretiminin uygulamadan etkilenmediğini bulmuşlardır. Bu çalışmada da metiyoninin karma yeme ilavelenen düzeyi de performansı etkilememiştir ve bu sonuçlar literatür (13, 15, 16) ile paraleldir.

Yumurta kabuk kalınlığı hem magnezyum hem metiyonin içeren rasyon tüketen tavuklarda daha yüksek bulunmuştur. Her ne kadar yumurta kabuğunun kalın olması kabuk kırılmasını zorlaştırırsa da yumurta kabuk kalınlığı ile kırılma gücü arasında zayıf ilişki olduğu bildirilmiştir (17). Kabuk kalınlığının yeterince kompakt olmadığı durumlarda kırılma kolayca gerçekleşmektedir. Bu çalışmada kırılma direnci ölçülmediği için kabuk kalınlığı ile ilgili sonuçların kırılma direnci ile ilişkisi dikkatle yorumlanmalıdır. Kabuk ağırlığının yüksek olduğu durumlarda beklenenin tersine kabuğun daha ince olduğu gözlenmektedir. Bu durum kabuk yoğunluğu ile ilgili olup beslenme dahil birçok faktörden etkilenmektedir (17). Yumurta kabuğunun yapısında bulunan kristal kalsiyum karbonat, rasyondaki kalsiyum miktarına ve taşlıkta çözünme hızı farklı kalsiyum kaynaklarına (mermer kırıntıları gibi) bağlı olarak kabukta birikim gösterir. Bu çalışmada sarı indeksi sadece magnezyum içeren rasyonla beslenen tavuklarda diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur. Yumurta sarısının rengi yumurta iç kalitesi için önemli bir kriterdir. Ülkemizde yumurta sarısının turuncu olması tüketiciler tarafından tercih edilirken batılı ülkelerde daha çok açık sarı renk tercih edilmektedir (17,18). Yumurta iç kalitesiyle ilgili olarak en önemli kriter Haugh birimidir. Ancak bu çalışmada uygulama grupları arasında Haugh birimi için fark bulunamamıştır.

Genel olarak, gerek metiyonin gerekse magnezyum serum parametrelerini etkilememiştir. Wideman ve arkadaşları (15) yumurta tavukları rasyonuna %0.5, 1, 1.5 ve 2 düzeylerinde metiyonin ilave etmeleri sonucu plazma Ca ve P konsantrasyonlarının etkilenmediğini tespit etmişlerdir. Bu çalışma sonuçları magnezyum etkisi ile ilgili olarak da literatürle (15) uyumludur. Magnezyum uygulamasının normalde kan magnezyum düzeyini artıracığı beklenebilir ancak yapılan çalışmalar kan magnezyum düzeyinin vücut tarafından %1 olarak sabit tutulduğunu göstermiştir (19). Ayrıca yapılan çalışmalar, kan total magnezyum düzeyi ile iyonize magnezyum düzeyi arasında zayıf bir ilişki bulunduğunu dolayısıyla kan magnezyum düzeyinin tam olarak tespiti için iyonize magnezyum düzeyinin ölçülmesi gerektiği ifade edilmiştir (20). Bu çalışmada

iyonize magnezyum düzeyi ölçülmemiştir. Magnezyum, glikoz metabolizmasında ve insulin salınmasında rol üstendiğinden (21) magnezyum uygulaması yapılan rasyonla beslenen tavuklarda glikoz düzeyinin değişmesi beklenmişti ancak bu sonuç gerçekleşmemiştir. Benzer şekilde magnezyum ilave edilen tavuk rasyonlarında lipid parametrelerinin de değişmesi beklenmekte idi çünkü magnezyum lesitin kolesterol aciltransferaz (LCAT) ve lipoprotein lipaz enzim aktiviteleri için gerekli bir kofaktördür (22). Ayrıca magnezyum kolesterol biyosentezinde anahtar basamakta (rate-limitin step) anahtar enzim için elzem rol üstendiği bildirilmektedir (22).

Çalışma sonuçları göstermiştir ki yumurta tavuk rasyonlarına NRC tarafından tavsiye edilen magnezyum ya da metiyonin düzeyinin fazlası katıldığına, canlı performans ve yumurta verimi etkilenmemektedir. Magnezyum fazlası yine fazla miktardaki metiyoninin proteine ve sonuç olarak ürüne dönüşmesini sağlayamamıştır.

KAYNAKLAR

1. Linder MC. *Nutrition and metabolism of the major minerals*. In: Linder MC (ed), *Nutritional Biochemistry and Metabolism with Clinical Applications*. Elsevier, New York 1991; pp 191-214.
2. Pond WG, Church DC, and Pond KR. *Basic Animal Nutrition and Feeding*. John Wiley and Sons, New York 1995.
3. Wolf FA, Trapani V, Cittadini A. *Magnesium and the control of cell proliferation: looking for a needle in a haystack*. *Magnes Res* 2008; 21:83-91.
4. NRC. *Nutrient Requirements of Poultry (9th ed)*. National Academy Press, Washington, DC 1994.
5. AOAC. *Official Methods of Analysis*. Association of Agricultural Chemists. Virginia, USA 1990.

6. Eisen EJ, Bohren BB, McKean HE. The haugh unit as a measure of egg albumen quality. *Poult Sci* 1962; 41:1461-1468.
7. Tyler, C. Shell strength. Its measurement and its relationship to other factors. *Br Poult Sci* 1961; 2:3-19.
8. Nesheim MC, Austic RE, and Card LE. *Poultry production* (12th ed). Lea & Febiger, Philadelphia USA 1979.
9. Csuka J and Ledec M. Egg quality evaluation by selected physical markers. *Rocz Nauk Zoot T* 1981; 8:45-58.
10. Stadelman WJ. The preservation of quality in shell eggs. In: Stadelman WJ, Cotteril OJ (eds), *Egg Science and Technology*. Avi Publishing Com Inc Westport, Connecticut USA 1986.
11. Yannakopoulos, AL and Tserveni-Gousi AS. Quality characteristics of quail eggs. *Br Poult Sci* 1986; 27:171-176.
12. SAS Institute. *SAS[®] User's Guide: Statistics*. SAS Institute Inc. Cary, NC 1996.
13. Atteh JO, Leeson S. Influence of increasing dietary calcium and magnesium levels on performance, mineral metabolism, and egg mineral content of laying hens. *Poult Sci* 1983; 62:1261-1268.
14. Atteh JO, Leeson S. Influence of increasing the calcium and magnesium content of the drinking water on performance and bone and plasma minerals of broiler chickens. *Poult Sci* 1983; 62:869-874.
15. Wideman RF, Ford BC, Dibner JJ, Robey WW, Yersin AG. Responses of laying hens to diets containing up to 2% DL-methionine or equimolar (2.25%) 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid. *Poult Sci* 1994; 73:259-267.
16. Koelkebeck KW, Baker DH, Han Y, Parsons CM. Research note: effect of excess lysine, methionine, threonine, or tryptophan on production performance of laying hens. *Poult Sci* 1991; 70:1651-1653.
17. Şenköylü, N. *Modern Tavuk Üretimi*. Anadolu Matbaası, İstanbul 2001.
18. Ensminger, WE. *Poultry Science* (2nd ed). The Interstate Printers and Publishers, Inc. Danville, Illinois USA 1980.
19. Rude RK. Magnesium deficiency: A cause of heterogeneous disease in humans. *J Bone Miner Res* 1998; 13:749-758.
20. Johansson M and Whiss PA. Weak relationship between ionized and total magnesium in serum of patients requiring magnesium status. *Biol Trace Elem Res* 2007; 115:13-21.
21. Tosiello L. Hypomagnesaemia and diabetes mellitus: a review of clinical implications. *Arch Int Med* 1996; 156:1143-1160.
22. Inoue I. Lipid metabolism and magnesium. *Clin Calcium* 2005; 15:65-76.