



Yumurtlamanın Son Dönemindeki Yumurtacı Tavukların Rasyonlarına Bor (Ortoborik Asit) İlavesinin Bazı Yumurta Sarısı Parametreleri Üzerine Etkisi[#]

Hacer Kaya^{1*}, Muhlis Macit²

¹Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Endüstriyel Tavukçuluk Programı, 69400 Bayburt, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 25240 Erzurum, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

[#]21-23 Eylül tarihleri arasında Bayburt Üniversitesi tarafından düzenlenen İCADET'17 Uluslararası Sempozyum'da sözlü olarak sunulmuştur.

Araştırma Makalesi

Geliş 10 Ekim 2017
Kabul 25 Aralık 2017

Anahtar Kelimeler:

Yumurtacı tavuk
Yumurta sarısı
Lipid
Protein profili
Lipid peroksidasyonu

*Sorumlu Yazar:

E-mail: hacerkaya@bayburt.edu.tr

Ö Z E T

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde Bor (orthoborik asit) ilavesinin bazı önemli yumurta sarısı parametreleri üzerine etkisini tespit etmek amacıyla yürütülen çalışmada, 62 haftalık 288 adet Lohman yumurtacı ticari hibrit 12 hafta boyunca 0, 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerde B içeren dört farklı rasyonla yemlenmişlerdir. Araştırma 18 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her bir tekerrürde 4 adet tavuk bulundurulmuştur. Araştırma boyunca 16 saat aydınlatma programı uygulanmış, yem ve su *ad-libitum* olarak verilmiştir. Yumurta sarısı lipid bileşenlerinden polarlipid, hidrokarbon+kolesterol esteri ve serbest yağ asidi oranları muameleden etkilenmemiştir. Toplam lipid içerisindeki triaçilgliserol oranı azalırken; total kolesterol, diaçilgliserol oranları ve yumurta sarısı lipid peroksidasyon düzeyleri artmıştır. Rasyona Bor (B) ilavesi yumurta sarısı protein profilinde, farklı moleküler ağırlıktaki proteinleri farklı seviyelerde etkilemiştir. Sonuç olarak, yumurtlamanın son döneminde bulunan tavukların rasyonlarına değişik miktarlarda B ilavesi yumurta sarısı lipid bileşimi ve protein miktarı ile lipid peroksidasyonunu önemli derecede etkilemiştir. Sonuç olarak, yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin bazı yumurta sarısı parametreleri üzerine etkisini açıklığa kavuşturmak için gelecekte konu ile ilgili daha fazla araştırma yapılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(3): 278-284, 2018

The Effect of Boron (Orthoboric Acid) Supplementation into Diets of Laying Hens on Some Egg Yolk Parameters During Late Laying Period

ARTICLE INFO

Research Article

Received 10 October 2017
Accepted 25 December 2017

Keywords:

Laying hen
Egg yolk
Lipid profile
Protein profile
Lipid peroxidation

*Corresponding Author:

E-mail: hacerkaya@bayburt.edu.tr

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of boron (orthoboric acid) addition into the diets of hens in the late laying period on some egg yolk parameters. Two hundred eighty eight Lohman commercial laying hens which are 62 weeks old were fed with 0, 50, 75, and 150 mg/kg of B for 12 weeks. The research was carried out in 18 replicates, and four laying hens were used for each replicate. During the research, 16-hour lighting was applied, and feed and water were given as *ad-libitum*. The rates of egg yolk, polar lipid, hydrocarbon+ cholesterol ester and the fatty acid ratios from lipid components were not affected from treatment. While the ratio of triacylglycerol in total lipid is decreased; total cholesterol, diacylglycerol ratios and egg yolk lipid peroxidation levels increased. Boron (B) addition into diets of laying hens affected the outcome of egg yolk protein profile, the proteins being at different molecular weights at different levels. In conclusion, the lipid composition and protein profile of egg yolk and lipid peroxidation parameters were affected by B addition into diets of laying hens. But, further studies are needed to clarify the changes related to the effects of diets including Bor at different levels on some egg yolk parameters of laying hens during late laying period.

Giriş

Dünya’da meydana gelen siyasal, ekonomik, sosyoekonomik ve teknolojik gelişmeler hayvan besleme üzerinde ciddi etkiler yaratarak, önemli değişimlere neden olmuştur. Dünya nüfus artışı, buna paralel olarak artan besin ihtiyacı dikkate alındığında yeterli ve sağlıklı beslenme insanoğlunun en önemli sorunu olmaya devam etmektedir. Nüfus artışı ve üretimini dengelemeyen ülkeler bu sorunları daha şiddetli hissetmektedir. Yeterli, güvenli, kaliteli ve sağlıklı beslenme Türkiye’de de üzerinde durulması gereken en temel ihtiyaçların başında gelmektedir.

Yumurta, anne sütünün haricinde insanın ihtiyacı olan tüm besin öğelerini bulduran gıda maddelerinden birisidir. Yumurta düşük enerji içeriğine karşın (büyük boy yumurta=75 kkal), birçok esansiyel besin öğesini yüksek oranda bulundurması nedeniyle “besleyici değeri yüksek” gıda maddesi olarak tanımlanmaktadır. Sindirilebilirliği ve biyolojik değeri yüksek olan yumurtanın tamamına yakını vücut tarafından kullanılmakta olup vücut proteinlerine dönüşebilmektedir. Yumurta, dengesiz beslenme sorununun çözülmesinde üzerinde önemle durulması gereken hayvansal gıda maddelerinden birisidir (Açıkgöz ve Özkan, 1996; Hasipek ve Aktaş, 1997; Çopur ve ark., 2004).

İnsan beslenmesi açısından yumurtanın önemli olması nedeniyle yumurta tavukçuluğu sektörü de giderek önem kazanmıştır (Aksoy ve ark., 2000). Yumurta tavukçuluğunda temel amaç, az yemle daha fazla yumurta üretmek elde edilen ürünün maliyetini düşürmenin yanı sıra üretilen ürünlerin kalitesini iyileştirme, hayvan ve insan sağlığını koruma gibi birçok faktörler vardır (Erkek ve ark., 1996; Polat ve ark., 1999).

Bunun için rasyondaki enerji, protein ve diğer besin maddelerinin dengeli tutulmasıyla, birlikte verim artırıcı çeşitli yem katkı maddelerinin ve mikro besin elementlerinin de rasyona ilave edilmesi son yıllarda sıkça başvurulan bir yöntemdir.

Mikro besin elementlerinden biri olan Bor’un (B) bitkiler için esansiyel bir element olduğu uzun zamandan beri bilinmesine rağmen insanlar ve hayvanlar için esansiyel olup olmadığı henüz kesinlik kazanmamıştır.

Bununla beraber 1980’li yılların başından itibaren insan ve hayvanlarda yapılan çalışmalarda B’nin esansiyel olabileceğine vurgu yapılmış fakat biyokimyasal fonksiyonu ya da fonksiyonlarının tam olarak henüz belirlenmediği ifade edilmiştir (Nielsen, 1997). Bor ile ilgili araştırmaların daha ziyade endüstriyel çalışmalar olduğu, hayvan besleme ve insan sağlığına etkilerini inceleyen araştırmaların son yıllarda yoğunluk kazandığı bildirilmiştir (Eren, 2004).

Bor’un, vücutta hayati fonksiyonların yerine getirilmesinde görev yapan enerji sübstratlarının (makro elementler, trigliserid, glukoz gibi) kullanım ve metabolizmalarını etkilediği, beyin, iskelet ve bağışıklık sistemi gibi çeşitli vücut sistemlerinin fonksiyonlarını ve kompozisyonlarını genellikle faydalı yönde değiştirdiği bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Hunt, 1989; Hunt ve Herbel, 1991-1992; Wilson ve Ruzler, 1998; Eren ve ark., 2004). Underwood ve Suttle (1999), yumurtacı tavuklarda B’nin toksik seviyesini 300 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Kanatlı hayvanlarda B ihtiyacı henüz net olarak tespit edilmediği gibi yumurta sarısı lipid ve protein profili üzerine de daha önceki yıllarda herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Mevcut çalışma; yumurtlamanın üçüncü döneminde (62-82 haftalık yaş grubunda) bulunan yumurtacı tavuklarda rasyona 0, 50, 75 ve 150 mg/kg dozlarında %99,995 oranında saf Bor’un yaygın kaynağı olan Ortoboric Asit ilavesinin yumurta sarısı lipid bileşenleri, yumurta sarısı protein profili ve yumurta sarısı lipid peroksidasyonu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metod

Çalışmanın hayvan materyalini Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Tavukçuluk Ünitesinde yetiştirilen ve yumurtlamanın üçüncü döneminde (62-82 haftalar arası) bulunan 288 adet 62 haftalık yaşta Lohman beyaz yumurtacı tavuk oluşturmuştur. Araştırmanın yem materyalini (2. dönem kafes yumurta tavuk yemi) bileşimi ve kimyasal kompozisyonu Çizelge 1’de verilen yemler oluşturmuştur.

Çizelge 1 Araştırmada Kullanılan Bazal Yemin Bileşimi ve Besin Madde Kompozisyonu

Table 1 Basal Food Composition and Nutrient Composition Used in Research

Yem Ham Maddesi	%	Kimyasal Kompozisyon	%
Mısır	29,90	Kuru Madde	88,00
Buğday	40,00	Ham Protein	16,00
Ayçiçeği Tohumu Küşpesi.	4,00	Ham Selüloz	7,00
Soya Küşpesi	15,00	Ham Kül	13,00
Yağ	1,00	HCL’de Çözünmeyen kül	1,00
Tuz	0,30	NaCl	0,35
DCP 18	1,00	Lisin	0,65
Kalsiyum Karbonat	8,00	Metiyonin	0,32
Premiksler	0,20	Sistin	0,30
		Kalsiyum	3,50
		Fosfor	0,60
		Sodyum	0,16
		ME, kcal/kg	2650

Her 2 kg’da: 12.000.000 IU Vitamin A, 2.400.000 IU Vitamin D₃, 30.000 mg Vitamin E, 4.000 mg Vitamin K₃, 3.000 mg Vitamin B₁, 7.000 mg Vitamin B₂, 25.000 mg Niasin, 10.000 mg Cal-D-Pantotenat, 5.000 mg Vitamin B₆, 15 mg Vitamin B₁₂, 45 mg D-Biotin, 1.000 mg Folik Asid, 125.000 mg kolin klorit, 2.000 mg kantaksantin, 5.000 mg Apo-karotenoik asit ester, 50.000 mg Vitamin C, 80.000 mg Mn, 60.000 mg Fe, 60.000 mg Zn, 5.000 mg Cu, 2.00 mg Co, 1.000 mg I, 150 mg Se.

ETİ Maden İşletmeleri'nden temin edilerek araştırmada kullanılan katı haldeki Bor (düşük sülfatlı borik asit B₂O₃: B₂O₃ ppm %56,30, SO₄ ppm %110, Fe ppm %4,69, Cl ppm %5,92) deneme yeminin kg'ına belirlenen oranlarda (0, 50 75 ve 150 mg/kg B) homojen bir şekilde karıştırılarak muamele gruplarının yemleri hazırlanmıştır. B'nin rasyona homojen bir şekilde karışımını sağlamak için, önce her bir deneme grubuna ait bir miktar yem ile o grubun rasyonuna katılacak B, mikserde iyi bir şekilde karıştırılarak ön bir karma

oluşturulmuş, daha sonra bu ön karma azar azar rasyona ilave edilmiştir. Farklı düzeylerde B içeren rasyonların hazırlanması işlemleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yem Ünitesi'nde yapılmıştır. Araştırma yemlerinin kimyasal analizleri (kuru madde, ham protein, ham yağ, ham kül, ADF, NDF) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarı'nda Weende analiz yöntemine göre belirlenmiş (AOAC, 1990) ve Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2 Araştırmada kullanılan karma yemlerin laboratuvar analiz sonuçları
Table 2 Laboratory Analysis Results of Mixed Feeds Used in Research

Gruplar	B0	B50	B75	B150
Kuru Madde	88,9	89,2	89,0	88,8
Ham Protein	16,2	16,4	16,0	17,1
Ham Yağ	3,0	3,1	3,0	2,9
Ham Kül	11,4	12,0	11,7	12,4
ADF	7,6	7,5	7,6	7,9
NDF	24,4	21,4	20,2	26,9
ME*	2650	2641	2636	2640

*Hesaplanarak bulunmuştur (TSE, 1991)

Araştırma yemlerinde Bor elementi seviyesinin belirlenmesi için yem örnekleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarı'nda 40 bar basınca dayanıklı mikrodalga yaş yakma ünitesinde (speedwave MWS-2 Berghof products + Instruments Harresstr.1. 72800 Enien Gernmany) yakıldıktan sonra Atomik Emüsyon Spektrofotometre (AX-ICP, Varian Vista) ile belirlenmiştir (Mertens, 2005). Çalışmada kullanılan yemlerin Bor içeriği gruplara göre sırasıyla 2,9, 52,8, 77,4 ve 150,2 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Deneme grupları; 18 tekerrürlü ve her tekerrürde 4 hayvan olmak üzere, her bir grup için 72 tavuk konularak toplam 288 hayvandan oluşturulmuştur. Deneme gruplarından 1. grup (kontrol grubu) bazal yemle (B0), 2. grup bazal yeme 50 mg/kg B (B50), 3. grup bazal yeme 75 mg/kg B (B75) ve 4. grup 150 mg/kg B (B150) ilave edilmiş rasyonlarla beslenmişlerdir. Deneme yemlerine alıştırmaya periyodu (1 hafta) hariç hayvanlar toplam 12 hafta süreyle denemeye alınmışlardır. Hayvanlara yem ve su *ad-libitum* olarak verilmiştir. Deneme süresi boyunca 16 saatlik günlük aydınlatma programı flüoresan lamba ile sağlanmıştır. Hayvanların deneme süresince bakım ve beslenmeleri araştırmanın yürütüldüğü kümede üç katlı batarya tipi kafeslerde gerçekleştirilmiştir. Kafeslerin herbirine 4 tavuk ve birer adet nippel başlıklı suluk konulmuştur.

Deneme periyodunun sonunda, her deneme grubundan 10'ar adet yumurta olmak üzere 40 adet yumurta analiz edilmek üzere alınmıştır. Yumurta sarısı filtre kâğıdı boyunca yuvarlanmış ve steril pastör pipeti ile patlatılıp içeriği, önceden tartılmış, 50 ml'lik falkon tüpe alınmıştır. Tüpler tekrar tartılmış ve aradaki fark hesaplanarak, 1 g sarı üzerine 5 ml %10 SDS ilave edilmiştir. Ultra-turrax homojenizatörde 5000 rpm'de minimum 2 dk. süreyle homojenize edilmiş ve analizler gerçekleştirilinceye kadar -82°C'de saklanmıştır. Yumurta sarısı lipid profilini tespit etmek için; homojenize edilmiş yumurta sarısı tüpleri analizden bir gün önce dondurucudan çıkartılarak çözümleri için beklenmiştir. Atatürk Üniversitesi

Veteriner Fakültesi Biyokimya ABD Laboratuvarı'nda Yüksek Performanslı İnce Tabaka Kromatografi (YPİTK) metodu ile yumurta sarısı lipid profili analizi yapılmıştır (Sherma, 2003).

Lipid peroksidasyonu için, 250 µl yumurta homojenatı üzerine 2,25 ml renk ayırıcı eklenerek kaynar su banyosunda 20 dakika süreyle kaynatılmıştır. Süre sonunda soğuk suda soğutulularak 2000×G'de 5 dk. süreyle santrifüj edildikten sonra tüpler santrifüjden çıkartılmış ve 200 µl süpernatant alınarak 532 nanometre dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometrede absorbans değeri köre karşı okunarak, yumurta sarısı malondialdehit (MDA) düzeyleri (YS) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Placer ve ark., 1966).

$$YS = 35,61 \times \text{Optik Dansite} \times \text{Sulandırma Faktörü}$$

Yumurta sarısı proteinlerini belirlemek için homojenize edilmiş yumurta sarısı örnekleri analizden bir gün önce dondurucudan çıkartılarak çözdürülmüştür. Yumurta sarısı protein profili analizi Veteriner Fakültesi Biyokimya Laboratuvarı'nda sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) metodu ile gerçekleştirilmiştir (Laemmli, 1970). Analiz sonucunda her bir protein bandının total protein konsantrasyonu içindeki "bireysel yüzde" değerleri kullanılarak, Lowry yöntemiyle total protein miktarları hesaplanmış olan örneklerde "g" olarak bireysel protein miktarları belirlenmiştir (Lowry ve ark., 1951). Deneme süresince elde edilen ham veriler SPSS 10.01 paket programı yardımıyla GLM prosedürünün tekrarlamalı gözlem yöntemine göre analize tabi tutulmuştur. Gruplar arası önemlilik kontrolü için Duncan (1995) çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Kolesterol embriyo gelişimi için gerekli bir besin maddesidir, dolayısıyla yumurtanın kolesterol içeriği

yüksektir (Leeson ve Summers, 2005). Hayvansal ürünler içerisinde yumurta; üstün biyolojik değerli protein, vitamin ve mineralleri içermesine rağmen, kan kolesterol düzeyini yükselterek aterosklerozise ve kalp hastalıklarına yol açan risk faktörü olarak düşünüldüğü için yumurta tüketimi azalmaktadır. Bu nedenle

araştırmacılar tarafından yumurtanın besin içeriğini ve kalitesini artırıcı çalışmalar hız kazanmıştır. Yumurtanın kolesterol düzeyini azaltıcı uygulamalar da bunlardan birisidir (Çakır ve Yalçın, 2004). Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin yumurta sarısı lipid bileşimine etkisi Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3 Rasyona ilave edilen bor (ortoborik asit) seviyelerinin yumurtacı tavuklarda yumurta sarısı lipid bileşimi (%) ve lipid peroksidasyonuna etkisi

Table 3 Effect of Boron (Orthoboric Acid) Levels Added to Ration on Egg Yolk Lipid Composition (%) and Lipid Peroxidation in Laying Hens

Grup	Polarlipid	Diaçilgliserol	Triaçilgliserol	Kolesterol	H+KE	SYA	LP
B0	1,38±0,30	3,75±0,66 ^{ab}	61,53±1,79 ^a	15,53±0,71 ^b	12,59±1,90	5,39±1,66	79,74±4,94 ^b
B50	1,02±0,23	3,44±0,51 ^b	61,56±1,81 ^a	16,21±1,63 ^b	13,68±1,38	4,09±0,97	95,30±7,61 ^a
B75	1,21±0,16	3,75±0,30 ^{ab}	59,33±1,40 ^b	18,51±1,58 ^a	13,54±0,88	3,67±0,52	101,17±5,82 ^a
B150	1,34±0,25	4,38±0,46 ^a	58,18±1,20 ^b	17,87±0,95 ^a	13,33±1,54	4,91±0,98	82,76±7,63 ^b
Ort.	1,24±0,27	3,83±0,58	60,15±2,10	17,03±1,72	13,28±1,24	4,51±1,24	89,75±10,91
Grup P	0,073	0,029	0,002	0,002	0,453	0,058	0,000

H+KE: Hidrokarbon+Kolesterol Esteri, SA: Serbest Yağ Asidi, LP: Lipid Peroksidasyonu (nmol/gdoku), a, b, c; Aynı sütündeki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde ilave edilen B'nin yumurta sarısı lipid bileşiminde polarlipid, hidrokarbon+ kolesterol esterleri ve serbest yağ asidi düzeylerine etkisi önemsiz olurken ($P>0,05$); diaçilgliserol, triaçilgliserol ve kolesterol düzeylerine etkisi önemli (sırasıyla $P<0,05$, $P<0,01$, $P<0,01$) olmuştur. Yumurta sarısı total lipid bileşenlerinden polarlipidin en düşük oranı %1,02 ile B50 grubunda, en yüksek polarlipid oranı ise %1,38 ile B0 grubunda olmuştur ve söz edilen ortalamalar arasındaki fark önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur. Total lipid bileşenleri içinde hidrokarbon+kolesterol esterleri oranı en düşük %12,59 ile B0 grubunda, en yüksek hidrokarbon+kolesterol esterleri oranı ise %13,68 ile B50 grubunda olmuş, muamele grupları arasındaki fark önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur.

Yumurta sarısı total lipid bileşenleri içinde serbest yağ asidi oranı en düşük %3,67 ile B75 grubunda, en yüksek serbest yağ asidi oranı ise %5,39 ile B0 grubunda olmuş ve muamele grupları arasındaki farkın önemsiz ($P>0,05$) olduğu tespit edilmiştir. En düşük diaçilgliserol oranı %3,44 ile B50 grubunda olurken, en yüksek diaçilgliserol oranı %4,38 ile B150 grubunda tespit edilmiştir. Yumurta sarısı lipid bileşenlerinden diaçilgliserol oranı B150 grubunda B0, B50 ve B75 gruplarından önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($P<0,05$).

Yumurta sarısı total lipid bileşenlerinden triaçilgliserolün en düşük oranı %58,18 ile B150 grubunda gözlenirken, en yüksek oran %61,56 ile B50 grubunda bulunmuştur. Söz konusu parametre bakımından B0 ve B50 grupları kendi aralarında benzer iken B75 ve B150 gruplarından önemli derecede farklı bulunmuştur ($P<0,01$). Rasyonda artan B oranına paralel olarak yumurta sarısı triaçilgliserol oranında azalma tespit edilmiştir. Rasyona B ilavesinin yumurta sarısı trigliserid oranına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda deneme sonu yumurta sarısı trigliserid değerleri sırasıyla 105,8, 112,6, 108,6 ve 106,0 mg/dl olarak tespit edilmiş (Olgun 2011) ve rasyona ilave edilen B'nin yumurta sarısı trigliserid değerlerini değiştirmedikleri ($P>0,05$) bildirilmiştir.

Yumurta sarısı total lipid bileşenlerinden kolesterolün en düşük oranı %15,53 ile B0 grubunda, en yüksek kolesterol oranı ise %18,51 ile B75 grubunda gözlenmiştir. B0 ve B50 gruplarının kolesterol oranı B75 ve B150 gruplarından önemli derecede düşük ($P<0,01$) bulunmuştur. Çizelge 3 incelendiğinde rasyona farklı seviyelerde ilave edilen B'nin yumurta sarısı total kolesterol oranını arttırmada önemli ($P<0,01$) olduğu görülmektedir. Literatürde rasyona B ilavesinin yumurta sarısı total kolesterolüne etkisinin araştırıldığı çalışmalarla mevcut araştırma bulguları arasında kısmi bir uyum söz konusudur. Yumurtacı tavukların, 5, 10, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada, Eren ve Uyanık (2007) yumurta sarısı total kolesterolün 10 mg/kg ve daha yüksek seviyelerdeki B ilavesiyle arttığını ($P<0,01$) bildirmişlerdir. Yumurtacı tavuk rasyonlarına 0, 60, 120 ve 240 mg/kg seviyelerinde B ilave ederek yürütülen çalışmada ise total kolesterol ortalama değerleri sırasıyla 90,0, 104,1, 144,2 ve 104,9 mg/dl olarak tespit edilmiş ve yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin mevcut araştırma bulgularında olduğu gibi yumurta sarısı total kolesterol miktarını arttırdığı ($P<0,01$) bildirilmiştir (Olgun, 2011). Öte yandan Duca ve ark., (2004), yumurtacı tavukları 0, 3,5 ve 17,5 ppm/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla besledikleri çalışmada yumurta sarısı kolesterol değerlerini sırasıyla 1,189, 0,772 ve 0,757 g/100g olarak belirleyerek yumurta sarısı kolesterolünün ilave B ile azaldığını ($P<0,05$) tespit etmişlerdir. Ayrıca 0, 25, 40, 90 ppm/kg seviyelerinde B içeren rasyonlarla beslenen 60-66 haftalık yumurtacı tavuklarla yapılan bir diğer çalışmada (Grossu ve ark., 2005) ise yumurta sarısı kolesterol değerleri 0,85, 0,69, 0,79 ve 0,61 g/100g olarak tespit edilmiş ve yumurta sarısı kolesterol miktarının rasyona ilave edilen farklı seviyelerdeki B ile önemli derecede ($P<0,05$) azaldığı bildirilmiştir.

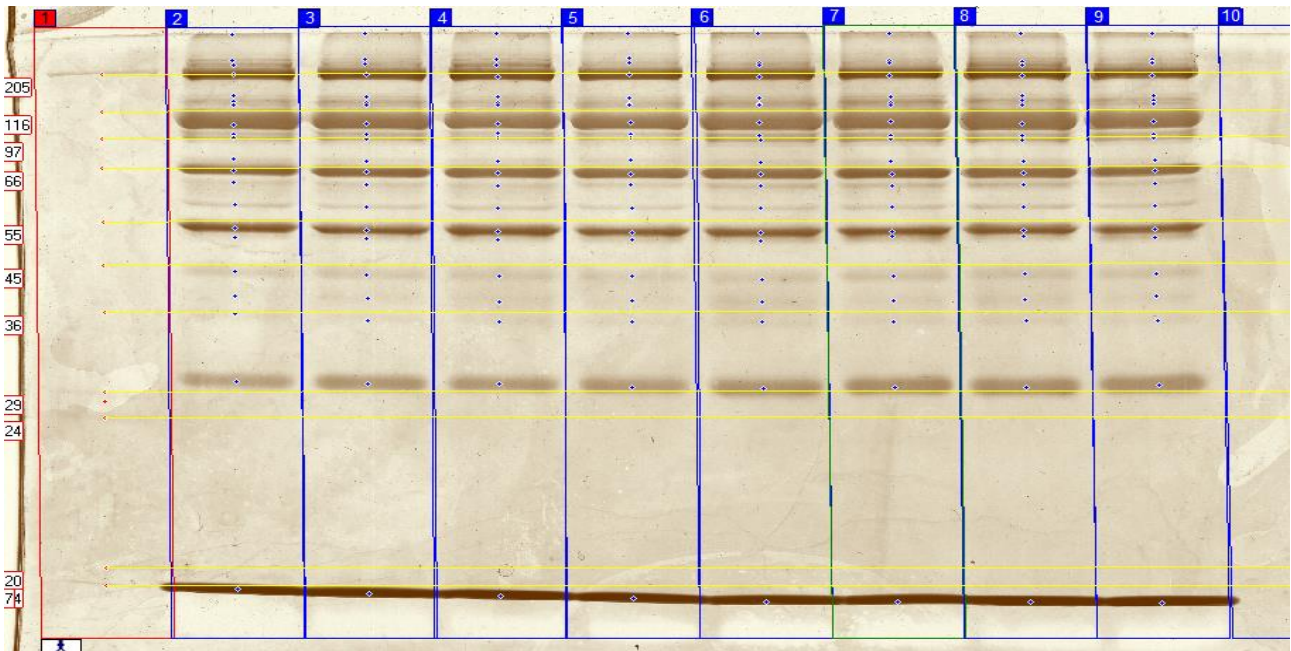
Mevcut araştırma bulgularına göre yumurta sarısı total lipid bileşenleri içindeki triaçilgliserol oranı (B seviye gruplarına göre) sırasıyla %61,53, %61,56, %59,33 ve %58,18 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan görüldüğü

üzere rasyonda B miktarı arttıkça toplam yağ bileşenleri içindeki triaçilgliserol oranı azalmaktadır. Ayrıca rasyona 150 mg/kg B ilave edilmesi triaçilgliserol oranını yaklaşık olarak %5 azaltmıştır. Bu azalma özellikle kolesterol oranındaki hafif artmayı karşılamaktadır. Diğer bir deyişle kolesterol oranındaki artışın rakamsal bir artıştan değil, triaçilgliserol miktarındaki azalmaya bağlı olarak şekillenen rölatif bir artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yumurta sarısı lipid peroksidasyonu en düşük 79,74 nmol/gdoku ile B0 grubunda iken, en yüksek lipid peroksidasyonu 101,17 nmol/gdoku ile B75 grubunda gözlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre B0 grubu ile B150 grubunun yumurta sarısı lipid peroksidasyon değerleri benzer olup, söz konusu B seviyeleri B50 ve B75 gruplarının yumurta sarısı lipid peroksidasyon değerlerinden önemli derecede ($P<0,01$) düşük bulunmuştur (Çizelge 3). Rasyona farklı seviyelerde B ilavesinin yumurta sarısı lipid peroksidasyonunu artırdığı, ancak B150 grubunun yumurta sarısı lipid peroksidasyon değerinin, istatistiki olarak B0 grubuyla aynı olduğu gözlenmiştir. Ancak, 50 ve 75 mg/kg B ilavesi ile gözlenen lipid peroksidasyon değerlerindeki artış yumurta raf ömrü açısından istenen bir durum olarak görünmese de standartlarda belirtilen değerlerin ve bazı araştırmacıların (Cadun ve ark., 2005; Aktaş Bölükbaşı, 2017) bildirdikleri MDA miktarlarının çok altında bulunmuştur.

Yumurta sarısı protein elektroforezi sonucu 7'si majör olan ($>0,1$ g) toplam 21 protein bandı tespit edilmiştir (Şekil 1). Yumurta tavuk rasyonlarına değişik oranlarda ilave edilen B'nin yumurta sarısında farklı moleküler ağırlıktaki proteinlere farklı etkisi olmakla birlikte çoğunlukla önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin yumurta sarısı protein bileşimine etkisine ait elektroforetogram ve dansitometrik analiz sonuçları Şekil 1 ve Çizelge 4'de verilmiştir.

On üç kDa büyüklüğündeki proteinin miktarı, en düşük 0,398 g protein ile B75 grubunda, en yüksek 0,414 g protein ile B50 grubunda tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre B75 grubunun 13 kDa büyüklüğündeki proteinin miktarı B0, B50 ve B150 gruplarından daha düşük ($P<0,01$) bulunmuştur. 31 kDa büyüklüğündeki proteinin miktarı en düşük 0,271 g protein ile B0 grubunda, en yüksek 0,407 g protein ile B75 grubunda tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre B0 grubunun 31 kDa büyüklüğündeki protein miktarı, B ilaveli rasyonlarla beslenen gruplarından daha düşük ($P<0,01$) olmuş ve rasyona ilave edilen B, yumurta sarısındaki 31 kDa'luk protein miktarını artırmıştır. 43 kDa büyüklüğündeki protein miktarı en düşük 0,118 g protein ile B0 grubun, en yüksek miktarı 0,158 g protein ile B150 grubunda tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına B150 grubunun 43 kDa büyüklüğündeki protein miktarı diğer gruplarından daha yüksek bulunmuştur ($P<0,01$). Rasyona ilave edilen B miktarı arttıkça yumurta sarısında 43 kDa'luk protein miktarı da buna paralel bir artış göstermiştir. 64 kDa büyüklüğündeki protein miktarı en düşük 0,275 g protein ile B0 grubunda, en yüksek 0,306 g protein ile B75 grubunda tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre B75 grubunda 64 kDa büyüklüğündeki protein miktarı, B0, B50 ve B150 gruplarından önemli derecede yüksek ($P<0,01$) olmuştur. 105 kDa büyüklüğündeki protein miktarı en düşük 0,369 g protein ile B50 grubunda, en yüksek 0,463 g protein ile B150 grubunda tespit edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre B150 grubunun 105 kDa büyüklüğündeki protein miktarı, diğer gruplardan daha yüksek olmuştur ($P<0,01$). Ayrıca, B ilave edilen rasyonla beslenen tavukların yumurta sarısı protein miktarının arttığı, bu artışı da özellikle en fazla miktarsal artış sağlayan protein profilindeki 31, 38, 43, 105 ve 203 kDa molekül büyüklüğündeki proteinlerin miktarlarını artırarak gerçeleştirdiği görülmüştür.



Şekil 1 Yumurta sarısı protein elektroforetogramı

Figure 1 Egg yolk protein electrophoresis

1. Kuyu: Moleküler ağırlık markeri; 2.-3. Kuyu: Kontrol grubu; 4.-5. Kuyu: 50 mg/kg Bor grubu; 6.-7. Kuyu: 75 mg/kg Bor grubu; 8.-9. Kuyu: 150 mg/kg Bor grubu

Çizelge 4 Rasyona ilave edilen bor (ortoborik asit) seviyelerinin yumurtacı tavuklarda yumurta sarısı protein profiline (g protein/ yumurta sarısı) etkisi

Table 4 Effect of Boron (Orthoboric Acid) Levels Added to Ration on Egg Yolk Protein Profile (g protein / egg yolk) in Laying Hens

Protein (kDa)	Gruplar				Ortalama	Grup P
	B0	B50	B75	B150		
13	0,411±0,01 ^a	0,414±0,00 ^a	0,398±0,00 ^b	0,413±0,00 ^a	0,409±0,01	0,005
31	0,271±0,01 ^c	0,302±0,01 ^b	0,407±0,02 ^a	0,403±0,01 ^a	0,347±0,06	0,000
36	0,074±0,00 ^c	0,079±0,00 ^c	0,089±0,00 ^b	0,098±0,01 ^a	0,085±0,01	0,000
38	0,068±0,00 ^d	0,092±0,00 ^c	0,132±0,01 ^a	0,123±0,00 ^b	0,104±0,03	0,000
43	0,118±0,01 ^c	0,136±0,01 ^b	0,137±0,01 ^b	0,158±0,00 ^a	0,137±0,02	0,000
53	0,048±0,00 ^c	0,062±0,01 ^b	0,085±0,01 ^a	0,074±0,01 ^{ab}	0,067±0,01	0,000
54	0,284±0,00	0,280±0,01	0,284±0,01	0,286±0,01	0,284±0,01	0,793
55	0,054±0,00 ^d	0,062±0,00 ^c	0,070±0,00 ^b	0,081±0,00 ^a	0,067±0,01	0,000
57	0,056±0,00 ^b	0,056±0,00 ^b	0,083±0,00 ^a	0,084±0,00 ^a	0,070±0,01	0,000
64	0,275±0,01 ^b	0,281±0,00 ^b	0,306±0,00 ^a	0,278±0,01 ^b	0,285±0,01	0,000
76	0,038±0,00 ^c	0,035±0,00 ^c	0,049±0,00 ^a	0,043±0,00 ^b	0,041±0,01	0,000
97	0,062±0,00 ^b	0,048±0,00 ^c	0,077±0,00 ^a	0,072±0,00 ^a	0,064±0,01	0,000
100	0,057±0,01 ^b	0,049±0,00 ^c	0,075±0,01 ^a	0,063±0,00 ^{ab}	0,061±0,01	0,000
105	0,445±0,01 ^{ab}	0,369±0,01 ^c	0,424±0,00 ^b	0,463±0,03 ^a	0,425±0,04	0,000
127	0,036±0,00 ^b	0,038±0,00 ^b	0,069±0,01 ^a	0,044±0,01 ^b	0,047±0,01	0,000
133	0,068±0,01 ^b	0,068±0,00 ^b	0,086±0,00 ^a	0,074±0,01 ^b	0,074±0,01	0,001
144	0,028±0,00 ^b	0,026±0,00 ^c	0,038±0,00 ^a	0,025±0,00 ^c	0,029±0,01	0,000
203	0,351±0,03	0,345±0,01	0,367±0,01	0,346±0,01	0,352±0,02	0,242
228	0,046±0,00 ^{ab}	0,070±0,03 ^a	0,033±0,00 ^b	0,053±0,01 ^{ab}	0,050±0,02	0,032
239	0,038±0,00	0,033±0,01	0,030±0,01	0,039±0,00	0,035±0,01	0,163
300	0,029±0,00 ^b	0,037±0,00 ^a	0,036±0,00 ^a	0,030±0,00 ^b	0,033±0,00	0,000
	2,85 g	2,88 g	3,27 g	3,25 g		

a, b, c, d; Aynı satırdaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Yumurtlamanın son döneminde bulunan tavukların rasyonlarına değişik miktarlarda B ilavesi yumurta sarısı lipid bileşenlerinden polarlipid, hidrokarbon+kolesterol esteri ve serbest yağ asidi oranlarını etkilemezken, triaçilgliserol oranında azalma, total kolesterol ve diaçilgliserol oranlarını artırmış, yumurta sarısı lipid peroksidasyonunu ise B50 ve B75 gruplarında artırırken B150 grubunda B0 grubunun sahip olduğu düzeye düşürmüştür. Ayrıca, rasyona B ilavesi yumurta sarısı protein profilinde farklı moleküler ağırlıktaki proteinleri farklı seviyelerde etkilemiştir.

Fakat, söz konusu parametrelerle ilgili sonuçlar, daha önceki yıllarda rasyona B ilavesinin yumurta sarısı lipid peroksidasyon değerlerine etkisinin incelendiği yerli ya da yabancı dilde yayınlanmış çalışmaya rastlanılmadığı için arzu edilen düzeyde tartışılmamıştır.

Sonuç olarak, yumurtlamanın son döneminde bulunan tavukların rasyonlarına değişik miktarlarda B ilavesi yumurta sarısı lipid bileşimi ve protein miktarı ile lipid peroksidasyonunu önemli derecede etkilemiştir. Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin bazı yumurta sarısı parametreleri üzerine etkisini açıklığa kavuşturmak için gelecekte konu ile ilgili daha fazla araştırma yapılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Teşekkür

2009/213 proje numarasıyla Atatürk Üniversitesi BAP komisyonu tarafından desteklenen ve Prof. Dr. Muhlis MACİT danışmanlığında Ziraat Yüksek Müh. Hacer KAYA tarafından hazırlanan Doktora Tezinden özetlenmiş olan bu çalışma, 21-23 Eylül tarihleri arasında

Bayburt Üniversitesi tarafından düzenlenen İCADET'17 Uluslararası Sempozyum'da sözlü olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- Açıkgöz Z, Özkan K. 1996. Yumurta tüketiminin beslenme ve sağlık üzerine etkisi. Hayvancılık' 96 Ulusal Kongresi, Bornova-İzmir, 18-20 Eylül. ss:305-312.
- Aksoy A, Macit M, Karaoğlu M. 2000. Hayvan Besleme Ders Kitabı. Erzurum. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yay. No: 220.
- Aktaş ŞCB. 2017. Narenciye Kabuk Yağlarının Etlik Piliçlerde Doku Yağ Asidi Kompozisyonu ve Raf Ömrü Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 12(2), 157-166. Erişim Adresi: <http://dx.doi.org/10.17094/ataunivbd.347682>. [28.02.2018].
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. Vol.1. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Cadun A, Caklı S, Kısıl D. (2005). A study of marination of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*, Lucas, 1846) and its shelf life. Food Chemistry, 90(1), 53-59. DOI:10.1016/j.foodchem.2004.02.024
- Çakır S, Yalçın S. 2004. Yumurta kolesterol düzeyine etki eden faktörler. Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg., 44 (1), 51 – 63.
- Çopur G, Duru M, Şahin A. 2004. Düşük kolesterolü yumurta üretimi yönünde yapılan çalışmalar. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Isparta, 01-03 Eylül. ss: 48-52.
- Duca RC, Criste RD, Chetea M, Scorei R, Mitrut M. 2004. Influence of a boron-enriched compound (Vetabor) on the level of egg fatty acids and cholesterol. Lucrari Stiintifice: Zootehnie si Biotehnoologii, ss:76-80.
- Duncan DB. 1995. Multiple range and multiple F tests. Biometrics, 11: 1-42.
- Eren M. 2004. Bor'un biyolojik önemi ve metabolizma üzerine etkileri. Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg., 1(1), 55-59. Erişim Adresi: <http://dergipark.gov.tr/ercivet/issue/5811/77329>. [24.02.2018].

- Eren M, Uyanık F, Kucukersan S. 2004. The influence of dietary boron supplementation on egg quality and serum calcium, inorganic phosphorus, magnesium levels and alkaline phosphatase activity in laying hens. *Res. Vet. Sci.*, 76, 203-210. Erişim Adresi: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2003.11.004>. [24.02.2018].
- Eren M, Uyanık F. 2007. Influence of dietary boron supplementation on some metabolites and egg-yolk cholesterol in laying hens. *Acta Vet. Hung.*, 55 (1), 29-39. Erişim Adresi: <https://doi.org/10.1556/AVet.55.2007.1.4>. [24.02.2018].
- Erkek R, Taluğ AM, Kırkpınar F, Sevgican F. 1996. Hayvan beslemede gelişmeyi teşvik edici madde kullanımı ve sorunları. *Hayvancılık'96 Ulusal Kong.*, İzmir, Cilt-1, 18-20 Eylül.
- Grossu DV, Criste RD, Score R, Duca R, Ciurascu C. 2005. Effect of the supplemental PROLINBOR, boron and linolenic acid-enriched protein concentrate, added to layer diets on egg quality. *European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*. Doorwerth, The Netherlands, 23-26 May, ss:113-118.
- Hasipek S, Aktaş N. 1997. Türkiye'deki tavuk ürünlerinin insan beslenmesindeki yeri ve önemi. *YUTAV 97 Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konf.*, İstanbul, 14-17 Mayıs. ss:15-22.
- Hunt CD. 1989. Dietary boron modified the effects of magnesium and molybdenum on mineral metabolism in the cholecalciferol-deficient chick. *Biol. Trace Elem. Res.*, 22:201-220.
- Hunt CD, Herbel JL. 1991-1992. Boron affects energy metabolism in the streptozotocin-injected, vitamin D3-deprived rat. *Magnesium Trace Elem.* 10:374-386.
- Laemmli UK. 1970. Cleavage of structural proteins during the assemble head of bacteriophage T4. *Nature*, 227 (15):680-685.
- Leeson S, Summers JD. 2005. *Commercial Poultry Nutrition*. 3rd Ed. University Books, Ontario, Canada.
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. 1951. Protein measurement with folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193:265-275.
- Mertens D. 2005. AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. *Official Methods of Analysis*, 18th edit. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp:3-4.
- Nielsen FH. 1997. Boron in human and animal nutrition. *Plan and Soil*, 193:199-208. Erişim Adresi: <https://link.springer.com/article/10.1023>. [28.02.2018].
- Olgun O. 2011. Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde ilave edilen bor ve bakırın performans, yumurta kabuk kalitesi, yumurta sarısı kolesterolü ve kemiğin biyomekanik özelliklerine etkisi. *Doktora Tezi, Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst., Konya*.
- Placer ZA, Cushman LL, Johnson BC, 1966. Estimation of product of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biochemical systems. *Anal Biochem.* Aug;16(2):359-64. Erişim Adresi: [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(66\)90167-9](https://doi.org/10.1016/0003-2697(66)90167-9). [28.02.2018].
- Polat C, Kaydı HD, Koç F. 1999. Türkiye'de kanatlı yemlerinde katkı maddeleri, yağ kullanım durumlarının saptanması üzerine bir araştırma. *Uluslararası Hayvancılık'99 Kong.*, İzmir, 21-24 Eylül. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
- SAS. 1996. SAS Institute Inc., NC, USA
- Sherma J, Fried B. 2003. *Handbook of Thin-Layer Chromatography*. 3rd ed. Vol:89. CRC press. New York. ISBN: 0-203-91243-8.
- TSE. 1991. "Hayvan Yemleri Metabolik Enerji Tayini," TSE No:9610. *Türk Stant. Enst*; Ankara.
- Underwood EJ, Suttle NF. 1999. *The mineral nutrition of livestock*. 3rd ed. CABI Publishing, New York. ISBN: 0-85199-128-9
- Wilson JH, Ruzler PL. 1998. Long term effect of boron on layer bone strength and production parameters. *Br. J. of Poult. Sci.*, 39, 11-15. Erişim Adresi: <https://doi.org/10.1080/00071669889312>. [28.02.2018].