

Umut EKİZ<sup>1</sup>  
Zümrüt AÇIKGÖZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ekiz Tavukçuluk Tarım Ürünleri ve Yem Sanayi  
Ticaret A. Ş., 35110 İzmir / Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni  
Bölümü, 35100 İzmir / Türkiye

sorumlu yazar: umutekiz@ekizyumurta.com

## Yumurtacı Tavuklarda Yeme Likopen, Lutein ve Vitamin E İlavesinin Performans, Yumurta Kalitesi ve Oksidatif Stabilité Üzerine Etkileri \*

Effects of Lutein, Lycopene and Vitamin E Supplementation to Diet on Performance, Egg Quality and Oxidative Stability in Laying Hens

\* Bu araştırma ilk yazarın yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

Alınış (Received): 14.03.2016

Kabul tarihi (Accepted): 02.05.2016

Anahtar Sözcükler:

Fonksiyonel yumurta, lutein, likopen, vitamin E, oksidatif stabilite

Key Words:

Functional egg, lutein, lycopene, vitamin E, oxidative stability

### ÖZET

**Çalışmada, yumurta tavukların yemine likopen, lutein ve vitamin E ilavesinin performans, yumurta kalitesi ve oksidatif stabilite üzerine etkileri incelenmiştir. Toplam 28 hafta yaşında 250 adet (Supernick-Beyaz) yumurtacı tavuk kullanılmıştır. Tavuklar rastgele her biri 5 tekerrürden (10 tavuk) oluşan 5 muamele grubuna ayrılmıştır. Kontrol (K) grubu yemine renk maddesi ilavesi yapılmamıştır. Diğer dört muamele grubunun yemine likopen (LK, 250 mg/kg), lutein (LT, 500 mg/kg), likopen+lutein (LK+LT, 125+250 mg/kg) ve likopen+lutein+vitamin E (LK+LT+E, 125+250+200 mg/kg) ilavesi yapılmıştır. Yeme likopen, lutein ve vitamin E ilave edilmesi tavukların canlı ağırlığını, yem tüketimi etkilememiştir. Yemden yararlanma bakımından K ile diğer muamele grupları arasında önemli düzeyde farklılıklar oluşmamıştır. Ancak, LK ve LK+LT gruplarında LT ve LK+LT+E gruplarına göre yemden yararlanma iyileşmiştir. Yumurta verimi LK ve LK+LT gruplarında önemli düzeyde artmış ancak LK+LT+E grubunda azalmıştır. Sarısı rengi hariç yumurta kalite kriterleri likopen, lutein ve vitamin E ilavesinden etkilenmemiştir. Renk maddesi ilavesi önemli düzeyde L\* değerini azaltırken Roche Renk Yelpazesi puanı ile a\* ve b\* değerlerini artırmıştır. Yumurta sarısı lutein ve likopen içeriği önemli düzeyde yükselmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, yumurta sarısı MDA düzeyi renk maddesi ilave edilen gruplarda sadece 15.günde önemli düzeyde azalma göstermiştir.**

### ABSTRACT

**In this study, it was examined the effects of lycopene, lutein and vitamin E supplementation to layer diet on performance, egg quality and oxidative stability. A total of 250 layer hens (Supernick-White) at the age of 28 weeks were used. Hens were randomly allocated to five groups consisting of five replicates (10 hens). The diet of control group (C) was not supplemented any carotenoids. Diets of the other four experimental groups were added lycopene (LK, 250 mg/kg), lutein (LT, 500 mg/kg), lycopene+lutein (LK+LT, 125+250 mg/kg) and lycopene+lutein+vitamin E (LK+L+E, 125+250+200 mg/kg). Supplementation of lycopene, lutein and vitamin E to diet did not affect body weight and feed intake of hens. In terms of feed conversion ratio, no significant differences were occurred between C and other experimental groups. However, feed conversion ratio significantly improved in LK and LK+LT groups than LT and LK+LT+E groups. Egg yield increased in LK and LK+LT groups but decreased in LK+LT+E group. Egg quality criteria were not affected by lutein, lycopene and vitamin E supplementation except yolk color. Carotenoids supplementation significantly decreased L\* values whereas increased Roche Color Fan score and the values of a\* and b\*. The lycopene and lutein contents of egg yolk significantly rised. Compared with the control group, the MDA level of egg yolk showed significant reduction in groups supplemented carotenoids only in 15th day.**

## GİRİŞ

Gıda ve beslenme bilimindeki son gelişmeler, gıdaların bireyin besin madde ihtiyacını karşılama yanısıra metabolik fonksiyonların düzenlenmesinde ve bazı hastalıkların önlenmesinde de etkili olduğunu göstermiştir (Korhonen, 2002). Gıdalara fonksiyonellik özelliğini kazandıran yapılarındaki biyolojik aktif bileşenlerdir (Paas and Pierce, 2002; Arvanitoyannis and Houwelingen-Koukaliaroglou, 2005). Hayvansal gıdalarda üzerinde önemle durulan biyolojik aktif bileşenler ise omega-3 yağ asitleri, konjuge linoleik asit ve bazı vitaminler ile mineral maddelerdir (Açıkgöz ve Soycan Önenç, 2006).

Yumurta, doğal besin madde kompozisyonu bakımından fonksiyonel özelliğe sahip bir hayvansal gıdadır (Altan, 2015). Ancak, son yıllarda dünyada ve ülkemizde değişen tüketici talepleri doğrultusunda bazı besin maddelerince zenginleştirilmiş fonksiyonel yumurta üretimine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Üretim dönemi boyunca yem yapısında veya besin madde bileşiminde yapılan çeşitli düzenlemelerle yumurtanın besin madde kompozisyonu değiştirilebilmektedir. Bu bağlamda, yürütülen çalışmalar; düşük düzeyde kolesterol ve doymuş yağ asidi veya yüksek düzeyde n-3 yağ asidi, konjuge linoleik asit, vitamin (A, D<sub>3</sub>, E ve C) ve mineral madde (iyot, potasyum, selenyum ve demir) içeren yumurta üretimi konularında yoğunlaşmıştır (Açıkgöz ve Soycan Önenç, 2006).

Renk maddeleri, tavukçuluk sektöründe özellikle yemeklik yumurta üretiminde yaygın olarak kullanılan yem katkı maddelerindedir. Köy tipi küçük işletmelerde dışarıda dolaşarak yeşil ot tüketen tavuklar doğal olarak koyu sarı renkli yumurta üretebilmektedirler. Ancak endüstriyel üretimde renk maddelerini organizmalarında sentezleyemeyen tavukların gelişmiş kapalı sistemlerde barındırılması nedeniyle tüketicilerin tercih ettiği yumurta sarısı renginin elde edilebilmesi için doğal veya sentetik renk maddelerinin yemlere ilave edilmesi zorunlu bir uygulamadır (Kırkpınar, 1993). Ancak sağlıklı ve güvenilir gıda arayışının arttığı günümüzde yumurta tavuklarının yemlerine kırmızı biber, kadife çiçeği, yonca unu, domates posası gibi doğal kaynaklar veya doğal kaynaklardan ekstrakte edilen lutein, likopen ve zeaksantin gibi renk maddelerinin kullanımı önem kazanmıştır.

Son yıllarda doğal renk maddelerinin antioksidan savunma sistemini olumlu etkilediği, bağırsıklığı güçlendirdiği ve koroner kalp hastalığı, bazı kanser türleri, katarakt ve diyabet gibi hastalıklara karşı koruyucu etkilerinin bulunduğu ileri sürülmektedir. Yumurta sarısındaki başlıca renk maddesi olan luteinin göz sağlığı açısından önemli olduğu ve lutein ile

zeaksantinın yaşlanmaya bağlı maküler dejenerasyonu (görüş bozulmasını) azalttığı belirtilmektedir (Landrum and Bone, 2001; Moeller et al., 2006). Yine güçlü bir antioksidan olan likopenin lipid, protein ve DNA'yı oksidatif hasarlara karşı koruduğu, göğüs, rahim, karaciğer ve prostat kanserleri riskini azalttığı, alzheimer ve kalp-damar hastalıklarını önlediği, kemik ve cilt sağlığını olumlu etkilediği ve yaşlanma sürecini yavaşlattığı bildirilmektedir (Giovannucci et al., 1995; Giovannucci, 1999; Gianetti et al., 2002; Rao and Ali, 2007).

Tüketicilerin uzun, sağlıklı ve kaliteli bir yaşam sürdürebilmeleri için biyolojik aktif bileşen tüketimlerini artırmaları bir başka deyişle fonksiyonel gıdalara yönelmeleri önerilmektedir. Bu bağlamda, yumurta dünyada ve ülkemizde ticari olarak üzerinde önemle durulan ekonomik bir hayvansal gıdadır. Ancak ülkemizde ticari koşullarda lutein ve likopen zenginleştirilmiş yumurta üretilmemektedir. Planlanan bu çalışma ile yumurtanın lutein ve likopen içeriği artırılarak raf ömrünün uzatılması, arzulanan yumurta sarısı renginin doğal renk maddeleri ile oluşturulması ve fonksiyonel yumurta üretimine yeni bir alternatif sunulması hedeflenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Yem ve Hayvan Materyali ile Deneme Düzeni

Bu çalışma için Ege Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul'undan onay (2009-171) alınmıştır.

Ekiz Tavukçuluk A.Ş. Foça Ilıpınar Üretim Tesislerinde yürütülen çalışmada 28 hafta yaşında 250 adet beyaz Supernick yumurtacı hibrit tavuk kullanılmıştır. Tavuklar 5 katlı batarya tipi kafeslerin bulunduğu bir pencereless kümeste barındırılmış ve her biri 5 tekerrürden oluşan 5 deneme grubuna (50 tavuk/grup) ayrılmıştır. Kafes gözlerine 5'er tavuk yerleştirilmiş ve her bir tekerrür iki kafes gözünden oluşmuştur. Deneme süresince (8 hafta) floresan lambalarla 16 saat aydınlık-8 saat karanlık aydınlatma programı uygulanmıştır. Su ve yem *ad libitum* olarak verilmiştir. Muamele gruplarında aşağıda özellikleri belirtilen yemler kullanılmıştır.

K (kontrol) grubu: Yeme organik veya sentetik renk maddesi ilavesi yapılmamıştır.

LK grubu: K grubu yemine 250 mg/kg likopen ilave edilmiştir.

LT grubu: K grubu yemine 500 mg/kg lutein ilave edilmiştir.

LK+LT grubu: K grubu yemine 125 mg/kg likopen+250 mg/kg lutein ilave edilmiştir.

LK+LT+E grubu: K grubu yemine 125 mg/kg likopen+250 mg/kg lutein+200 mg/kg vitamin E ilave ( $\alpha$ -tokoferol) ilave edilmiştir.

Likopen (%10'luk) ve lutein (%5'lik) kullanılan gruplarda yemlere ilave edilen toplam renk maddesi 25 mg/kg'a eşitlenmiştir.

Denemenin başlangıcında ve sonunda tavuklar bireysel tartılmışlardır. Yem tüketimi ve yemden yararlanma (yem tüketimi, kg/yumurta verimi, kg) haftalık olarak tekerrür bazında belirlenmiştir.

K grubu yeminde VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs-und Forschungsanstalten) yöntemine göre kuru madde, ham protein, ham yağ, ham kül, ham selüloz, nişasta, şeker, toplam kalsiyum ve toplam fosfor analizleri yapılmıştır (Naumann and Bassler, 1993). Yemin kimyasal kompozisyonundan yararlanarak metabolik enerji (ME) içeriği hesaplanmıştır (Anonim, 2004). K grubu yeminin yapısı ve besin madde içerikleri  izelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Kontrol yeminin yapısı ve besin madde bileşimi  
**Table 1.** The ingredients and chemical composition of control diet

Yemler, g/kg	Kontrol yemi
Mısır	574.81
Soya k�şpesi	214.56
Mermer tozu	89.97
Tam yağlı soya	76.30
Bitkisel yağ	15.00
MCP (Mono kalsiyum fosfat)	10.03
Balık unu	10.00
Tuz	2.66
Vitamin-mineral premiksi*	2.50
DL methionine	1.07
Sodyumbikarbonat	1.00
Toksin bağlayıcı**	1.00
Hy-D ***	0.60
Kolin klorit	0.50
<b>Hesaplanan besin madde bileşimi,%</b>	
Kuru madde	88.34
Ham kül	13.26
Ham protein	18.00
Ham yağ	5.22
Ham selüloz	3.01
ME, kcal/kg	2800
Lisin	0.93
Metiyonin	0.40
Metiyonin+sistin	0.72
Kalsiyum	4.10
Toplam fosfor,	0.65
Yararlanabilir fosfor	0.40
<b>Analiz ile bulunan besin madde bileşimi,%</b>	
Kuru madde	92.52
Ham kül	15.09
Ham protein	18.14
Ham yağ	5.76
Ham selüloz	5.11
ME, kcal/kg	2876.25
Kalsiyum	4.10
Toplam fosfor	0.60

\*: 2.5 g vitamin-mineral premiksi; 13.500 000 IU vitamin A, 4000 000 Vitamin D<sub>3</sub>, 5000 mg Vitamin K<sub>3</sub>, 3000 mg Vitamin B<sub>1</sub>, 6000 mg vitamin B<sub>2</sub>, 5000 mg Vitamin B<sub>6</sub>, 15 mg Vitamin B<sub>12</sub>, 20 000 mg vitamin P, 6000 mg D-pantotenik asit, 50 mg biotin, 700 mg folik asit, 5000 mg bakır, 60000 mg demir, 80000 mg, mangan, 200 mg kobalt, 1000 mg iyot, 60 000 mg çinko, 150 mg selenyum, 120,00 mg kolin klorit içermektedir.

\*\* : TB Premix; Odun kömürü + Bentonite E 558 Montmorillonit + Maya h creduvarı ekstraktı içermektedir.

\*\*\*: Vitamin D<sub>3</sub> metaboliti; 25- OHD<sub>3</sub> (25-hidroksikolekasilferol).

### Yumurta Verimi ve Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi

Yumurta verimi tekerrür bazında günlük olarak kümese giren hayvan sayısına göre hesaplanmıştır. Deneme süresince yumurta ağırlığı her hafta aynı gün yumurtlanan yumurtaların tamamı tartılarak saptanmıştır. Yumurta kalite kriterlerine ilişkin ölçümler için iki haftada bir aynı gün yumurtlanan yumurtaların 40 tanesi (8 yumurta/grup) ayrılmıştır. Ağırlıkları, en ve boyları ölçülen yumurtalar kırılarak sarı, kabuk ve ak ağırlıkları, sarı çapı ve yüksekliği ile ak genişliği, uzunluğu ve yüksekliği saptanmış, daha sonra aşağıda belirtilen eşitlikler kullanılarak şekil, ak ve sarı indeksleri ile Haugh Birimi (Card and Nesheim, 1972) hesaplanmıştır.

Şekil indeksi (%)= [Yumurtanın genişliği (mm) / Yumurtanın uzunluğu (mm)] x100

Ak indeksi (%)=[Ak yüksekliği (mm) / {(Ak uzunluğu + Ak genişliği (mm)) / 2}] x100

Sarı indeksi (%)= [Sarı yüksekliği (mm) / Sarı çapı (mm)] x100

Haugh Birimi = 100 x log ( H+7.57-1.7 x W<sup>0.37</sup>)

H: Yumurta ak yüksekliği (mm)

W: Yumurta ağırlığı (g)

Yumurta sarılarına ait renk ölçümleri subjektif olarak Roche Renk Yelpazesi kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca yumurta sarısında üç temel renk parametresi L\* (parlaklık), a\* (kırmızılık), b\* (sarılık) Minolta (CR 200) marka spektrokolorimetre ile ölçülmüştür.

**Çizelge 2.** Likopen, lutein ve vitamin E ilavesinin yumurta tavuklarının performansı (canlı ağırlık, yem tüketimleri, yemden yararlanma ve yumurta verimi) üzerine etkileri ( $\bar{x}$ +SE)

**Table 2.** The effects of lutein, lycopene and vitamin E supplementation on performance (body weight, feed intake, feed conversion ratio and egg yield) of laying hens.

Özellikler	Muamele Grupları					Önemlilik P değeri
	K	LK	LT	LK+LT	LK+LT+E	
Deneme başı canlı ağırlık, g	1540.16±16.57	1535.84±15.81	1512.32±17.55	1544.74±14.11	1521.60±21.01	0.6468
Deneme sonu canlı ağırlık, g	1600.84±18.99	1615.12±16.51	1597.14±19.82	1598.58±17.49	1578.16±21.35	0.7458
Yem tüketimi, g/tavuk/gün	103.34±1.40	101.29±1.40	103.78±1.40	101.55±1.40	102.74±1.40	0.0659
Yemden yararlanma, kg/kg	1.85±0.02 <sup>ab</sup>	1.80±0.02 <sup>a</sup>	1.93±0.02 <sup>b</sup>	1.79±0.02 <sup>a</sup>	1.92±0.02 <sup>b</sup>	0.0009
Yumurta verimi, %	93.82±0.65 <sup>b</sup>	95.53±0.65 <sup>a</sup>	92.46±0.65 <sup>bc</sup>	96.42±0.65 <sup>a</sup>	91.17±0.65 <sup>c</sup>	<.0001

<sup>a-c</sup>: Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Muamele grupları arasında deneme başı ve sonu canlı ağırlığı ile yem tüketimi bakımından istatistiksel olarak önemli düzeylerde farklılıklar oluşmamıştır. Tavukların deneme başı ve sonu canlı ağırlıkları ile yem tüketimleri sırasıyla 1512.32-1544.74 g, 1578.16-

### Yumurta Sarısında Malondialdehit (MDA) Konsantrasyonunun Belirlenmesi

Yumurta sarısında lipid peroksidasyon düzeyini belirlemek amacıyla her periyot için 40 yumurta (8x5 grup) kullanılmış ve yumurtalar buzdolabı şartlarında (+4°C) depolanmıştır. Yumurta sarılarında 0., 15., 30. ve 60. günlerde MDA düzeyi HPLC ile floresan deteksiyonla (Shimadzu VP Series and RF-10AXL floresan dedektör, Japan) saptanmıştır (Lykkesfeldt, 2001).

### Yumurta Sarısı Lutein ve Likopen İçeriğinin Belirlenmesi

Denemenin 50. gününde her gruptan alınan beş yumurtanın likopen ve lutein içerikleri Tübitak MAM'da belirlenmiştir (Konings and Roomans, 1997).

#### İstatistik Analiz

Elde edilen verilerin istatistik analizleri SAS (V6) istatistik programı yardımıyla "doğrusal model" kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüm verilere, muamele ana etkisine göre ANOVA testi uygulanmıştır. Deneme grupları arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testiyle karşılaştırılmıştır ve önem düzeyi 0.05 kabul edilmiştir (SAS, 1999).

### ARAŞTIRMA BULGULARI

Muamele gruplarındaki tavukların deneme başı ve sonu canlı ağırlıkları, 8 haftalık yem tüketimleri, yemden yararlanma değerleri ve yumurta verimleri Çizelge 2'de görülmektedir.

1615.12 g ve 101.29-103.78 g/gün arasında değişim göstermiştir. Çizelge 2' de görüldüğü gibi, LK ve LK+LT gruplarında (1.80 ve 1.79) yemden yararlanma LT ve LK+LT+E gruplarına (1.93 ve 1.92) göre önemli düzeyde iyileşmiştir (p<0.05). Buna karşın, K grubunun

yemden yararlanma değeri diğer muamele gruplarından önemli düzeyde farklılık göstermemiştir. Gruplar arasında ortalama yumurta verimi bakımından gözlenen farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). K grubuyla (%93.82) kıyaslandığında yumurta veriminin önemli düzeyde LK (%95.53) ve LK+LT (%96.42) gruplarında yükseldiği buna karşın LK+LT+E (%91.17) grubunda azaldığı saptanmıştır.

Lutein ve likopen ilavesinin yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi Çizelge 3'de görülmektedir.

Yumurta ağırlığı ile sarı, ak ve kabuk oranları bakımından muamele grupları arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıklar oluşmamıştır. Yumurta ağırlığı 59.74-61.89 g, sarı oranı %24.63-25.42, ak oranı %65.01-65.89 ve kabuk oranı %9.40-9.63 arasında değişim göstermiştir. Benzer şekilde, şekil (%73.95-74.63 arasında), sarı (%43.09-44.06 arasında) ve ak (%9.16-9.80 arasında) indeksi değerleri ile Haugh Birimi (83.64-85.93) bakımından da önemli düzeyde istatistiki farklılıklar söz konusu değildir.

**Çizelge 3.** Likopen, lutein ve vitamin E ilavesinin yumurta kalitesi ile yumurta sarısı likopen ve lutein içerikleri üzerine etkileri ( $\bar{x}\pm SE$ )

**Table 3.** The effects of lutein, lycopen and vitamin E supplementation on egg quality and lycopen and lutein contents of egg yolk

Özellikler	Muamele Grupları					Önemlilik P değeri
	K	LK	LT	LK+LT	LK+LT+E	
Yumurta ağırlığı, g	60.68±0.63	59.74±0.70	60.21±0.53	60.25±0.54	61.89±0.55	0.1200
Sarı oranı, %	25.02±0.28	25.36±0.31	25.42±0.23	24.96±0.31	24.63±0.27	0.2872
Ak oranı, %	65.50±0.32	65.01±0.37	65.17±0.25	65.58±0.33	65.89±0.30	0.3233
Kabuk oranı,%	9.48±0.08	9.63±0.08	9.40±0.09	9.45±0.08	9.44±0.09	0.4227
Şekil indeksi,%	74.29±0.28	74.63±0.29	74.13±0.24	73.95±0.77	74.37±0.27	0.8413
Sarı indeksi,%	43.24±1.0	44.06±0.37	43.09±0.42	43.55±0.39	43.96±0.39	0.7293
Ak indeksi,%	9.80±0.34	9.57±0.34	9.60±0.28	9.16±0.30	9.65±0.29	0.6903
Haugh Birimi	85.71±1.18	83.88±1.36	85.31±0.97	83.64±1.23	85.93±1.04	0.5104
L*	62.30±0.22 <sup>a</sup>	61.40 ±0.26 <sup>b</sup>	59.37±0.28 <sup>c</sup>	59.77±0.27 <sup>c</sup>	60.09±0.21 <sup>c</sup>	0.0117
a*	-2.89±0.06 <sup>d</sup>	1.51±0.07 <sup>c</sup>	2.26±0.13 <sup>b</sup>	2.29±0.12 <sup>b</sup>	2.76±0.16 <sup>a</sup>	<.0001
b*	40.73±0.51 <sup>c</sup>	41.55±0.41 <sup>c</sup>	51.06±0.36 <sup>a</sup>	48.27±0.50 <sup>b</sup>	49.05±0.32 <sup>b</sup>	<.0001
Roch Renk Yelpazesi değeri	5.30±0.17 <sup>c</sup>	9.10±0.22 <sup>b</sup>	11.10±0.18 <sup>a</sup>	11.10±0.18 <sup>a</sup>	11.35±0.17 <sup>a</sup>	<.0001
Sarı likopen içeriği, µg/100g	0.00 <sup>c</sup>	56.59±0.66 <sup>b</sup>	-	-	69.41±4.63 <sup>a</sup>	<.0001
Sarı lutein içeriği, µg/100g	112.39±2.24 <sup>c</sup>	-	437.44±11.36 <sup>a</sup>	-	280.35±3.52 <sup>b</sup>	<.0001

<sup>a-d</sup>: Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 3'de görüldüğü gibi yumurta sarısı L\* değeri LK (61.40), LT (59.37), LK+LT (59.77) ve LK+LT+E (60.09) gruplarında K grubuna (62.30) göre önemli düzeyde azalmıştır ( $p<0.05$ ). Yumurta sarısı a\* değerleri ise K (-2.89) grubuna kıyasla LK (1.51), LT (2.26), LK+LT (2.29) ve LK+LT+E (2.76) gruplarında artmıştır ( $p<0.05$ ). Yine yumurta sarısı b\* değerleri de LT, LK+LT, LK+LT+E (51.06, 48.27 ve 49.05) gruplarında K ve LK (40.73 ve 41.55) gruplarına kıyasla yükselmiştir ( $p<0.05$ ). Roche Renk Yelpazesi değerleri de lutein ve likopen ilaveli tüm muamele gruplarında K grubuna göre önemli düzeyde artmıştır ( $p<0.05$ ).

Yumurta sarısı lutein içeriğinin yeme 500 ve 250 mg/kg lutein ilave edilen LT ve LK+LT+E gruplarında (437.44 ve 280.35 µg/100 g) K grubuna (112.39 µg/100g) göre önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). K grubuna göre 250 veya 125 mg/kg likopen ilave edilen LK ve LK+LT+E gruplarında yumurta sarısı

likopen içeriği 56.59 ve 69.41 µg/100 g'a yükselmiştir ( $p<0.05$ ).

Farklı sürelerde (0, 15, 30 ve 60 gün) depolan yumurtalarda lipid peroksidasyon düzeyi hakkında bilgi veren MDA değerlerindeki değişim Çizelge 4' de görülmektedir. Yumurta sarısı MDA değerleri 15 ve 60 gün bekletilen yumurtalarda muamele grupları arasında önemli düzeyde değişmiştir. MDA değeri 15 gün bekletilen yumurta sarılarında LK, LT ve LK+LT gruplarında (285.95, 242.23 ve 293.05 nmol/g protein) K (475.92 nmol/g protein) grubuna göre önemli düzeyde azalmıştır. Ancak, LK+LT+E grubunda MDA düzeyi K grubu yumurtalarına benzerlik göstermiştir. Depolama süresi 60 güne uzatıldığında ise LK+LT+E grubunda (552.29 nmol/g protein) yumurta sarısı MDA düzeyi önemli düzeyde yükselmiştir. K, LK, LT ve LK+LT gruplarında ise (231.46, 286.36, 361.63 ve 302.47 nmol/g protein) birbirine yakın MDA değerleri saptanmıştır.

**Çizelge 4.** Likopen, lutein ve vitamin E ilavesinin yumurta sarısında lipid peroksidasyonu (MDA) üzerine etkisi ( $\bar{x}$ ±SE)  
**Table 4.** The effects of lutein, lycopen and vitamin E supplementation on lipid peroxidation (MDA) in egg yolk

Muamele Grupları	MDA, nmol/g protein			
	0. gün	15. gün	30. gün	60. gün
K	439.16 ± 84.36	475.92±35.02 <sup>a</sup>	339.92±15.14	231.46±19.52 <sup>b</sup>
LK	332.20 ±44.90	285.95±27.45 <sup>b</sup>	358.53±50.57	286.36±45.21 <sup>b</sup>
LT	366.60 ±39.00	242.23±27.49 <sup>b</sup>	333.65±56.83	361.63±75.34 <sup>ab</sup>
LK +LT	358.80 ±56.97	293.05±36.88 <sup>b</sup>	440.33±75.40	302.47±37.91 <sup>b</sup>
LK+LT+ E	337.15 ±24.98	508.06±67.27 <sup>a</sup>	339.90±34.36	522.29±97.42 <sup>a</sup>
Önemlilik	P değeri			
	0.6476	0.0002	0.5527	0.0223

<sup>a,b</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Yeme ilave edilen likopen, lutein ve vitamin E yumurtacı hibrit tavukların canlı ağırlığını önemli düzeyde etkilememiştir. Kullanılan renk maddelerinin (renklendirici ve antioksidan) ve vitamin E'nin (antioksidan) etki şekilleri dikkate alındığında bu bulgu beklenen doğal bir sonuçtur. Likopen, lutein ve vitamin E ilavesi tavukların 8 haftalık ortalama günlük yem tüketimlerinde de önemli düzeyde farklılıklar oluşturmamıştır. Yemden yararlanma bakımından ise K grubu ile diğer 4 muamele grubu arasında önemli düzeyde farklılıklar oluşmamasına karşın renk maddesi ilavesi yapılan bu 4 muamele grubu içinde LK ve LK+LT grupları LT ve LK+LT+E gruplarına göre yemi daha iyi değerlendirmişlerdir (p<0.05).

Doğan (2007) tarafından yürütülen çalışmada 28 haftalık kahverengi ATA-S yumurtacı tavuklar 100, 200 ve 400 mg/kg likopen ilaveli yemlerle beslenmişler ve 8 haftalık deneme süresinin sonunda canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma bakımından önemli düzeyde farklılıklar saptanmamıştır. Buna karşın, Akdemir ve ark. (2012) yeme 5 ve 10 g/kg domates tozu konsantresi ilavesinin önemli düzeyde yem tüketimini arttırdığını ve yemden yararlanmayı iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Sahin ve ark. (2008) ise Japon bıldırcınlarında yeme likopen ilavesinin (100 ve 200 mg/kg) yem tüketimini arttırdığını ancak yemden yararlanmayı etkilemediğini belirtmişlerdir. Beyaz Lohman tavuklarını %10, 15 ve 20 kurutulmuş domates posası ilaveli yemlerle besleyen Çalışlar ve Uygur (2010) yem tüketiminin arttığını, canlı ağırlığın özellikle %15 ve 20 kurutulmuş domates posası ilaveli gruplarda önemli düzeyde yükseldiğini ve yemden yararlanmanın % 10 ve %20 kurutulmuş domates posası kullanılan gruplarda kontrol grubunkine benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Yumurtacı tavuk yemlerine 25-28.haftalar arasında kadife çiçeği unu veya ekstraktı kullanarak yeme 10, 20, 30 ve 40 mg/kg sabunlaşmış lutein ilave eden

Lokaewmanee et al. (2011) canlı ağırlık ve yem tüketiminde önemli değişimler belirlemedi. Benzer şekilde, Rowghani et al. (2006) Hyline beyaz yumurtacı tavukların yemine kadife çiçeği (%0.4, 0.8 ve 1.2), aspir taç yaprağı (%0.4, 0.8 ve 1.2), kırmızı biber (%0.5, 1,2 ve 3) ve ticari renk maddesi (%0.6) ilavesinin yem tüketimi ve yemden yararlanmayı etkilemediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 2'de belirtilen beş muamele grubuna ait 8 haftalık ortalama değerler incelendiğinde lutein ilavesinin yumurta verimini etkilemediği buna karşın likopen ilavesinin yumurta verimini önemli düzeyde arttırdığı açıkça görülmektedir. Ancak, likopenin yumurta verimi üzerindeki bu pozitif etkisi LK+LT+E grubunda saptanamamış hatta bu muamele grubunda en düşük yumurta verimi belirlenmiştir. Sahin ve ark. (2008) bulgularımızla uyumlu olarak, 100 ve 200 mg/kg likopen ilavesinin yumurta verimini önemli düzeyde arttırdığını belirtmişlerdir. Buna karşın, yeme 100, 200 ve 400 mg/kg likopen ilave eden Doğan (2007) ise yumurta verimi bakımından gruplar arasında önemli düzeyde farklılıklar oluşmadığını bildirmiştir. Kurutulmuş domates posası ilaveli yemlerin kullanıldığı bir başka çalışmada da yumurta veriminde önemli değişimler belirlenmemiştir (Çalışlar ve Uygur, 2010).

Rowghani et al. (2006) farklı renk maddesi kaynaklarını kullandığı çalışmada, % 0, 0.4, 0.8 ve 1.2 kadife çiçeği ilave edilen grupların yumurta verimini sırasıyla %81.96, 88.39, 85.49 ve 80.00 olarak saptamışlar ve gruplar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir. Kadife çiçeği unu veya ekstraktı kullanarak yeme farklı düzeylerde (0, 10, 20, 30 ve 40 mg/kg) lutein ilave eden Lokaewmanee et al. (2011) da yumurta verimi bakımından gruplar arasında önemli düzeyde farklılıklar oluşmadığını bildirmelerine karşın kontrol grubuna (%94.3) kıyasla 10 mg/kg (%78.5 ve 78.6) ve 40 mg/kg (%77.7 ve 76.2) lutein ilave edilen gruplarda yumurta verimi azalma göstermiştir.

Yumurta ağırlığı, sarı-ak-kabuk oranları,  ekil-sarı-ak indeksleri ve Haugh Birimi likopen, lutein ve vitamin E ilavesine bağlı olarak önemli düzeylerde değişlikler göstermemiştir. Bulgularımızla uyumlu olarak, Lokaewmanee et al. (2011) lutein ve Doğan (2007) likopen ilavesinin sarı rengi dışındaki yumurta kalite kriterlerini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda yeme ilave edilen lutein düzeyi artıkça yumurta sarısı lutein içeriği yükselmiştir ( $p<0.05$ ). Ancak benzer değişim likopen ilave edilen gruplarda gözlenmemiştir. Yumurta sarısı likopen içeriğinin 125 mg/kg likopen ilave edilen LK+LT+E grubunda (69.41  $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) 250 mg/kg likopen kullanılan LK grubuna (56.59  $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) göre önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Bu sonuç, belli bir düzeyden sonra yumurta sarısında likopen birikimin azalması ile ilişkili olabilir.

Yumurta sarısı  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri muamele grupları arasında önemli düzeylerde farklılık göstermiştir (Çizelge 3). Lutein ve likopen ilavesi yumurta sarısı  $L^*$  değerini önemli düzeyde azaltmıştır. Likopen, lutein ve vitamin E ilave edilen gruplarda yumurta sarısı  $a^*$  değerleri K grubuna göre önemli düzeyde artmıştır. Yumurta sarısı  $b^*$  değeri ise lutein ilave edilen gruplarda yükselmiştir ve bu artışı düzeyi ilave edilen lutein miktarına bağlı olarak değişmiştir. Yeme ilave edilen likopen ve lutein yumurta sarısının parlaklığı hakkında bilgi veren  $L^*$  parametresini azaltmıştır. Galobart et al. (2004) göre bu sonuç kırmızı ksantofillerin miktarının yumurta sarısında artması ile ilişkilidir.

Yeme lutein ve likopen ilave edilmesi yumurta sarısı Roche Renk Yelpazesi değerini de artırmıştır ( $p<0.05$ ). Artışı düzeyi lutein ilave edilen gruplarda önemli düzeyde daha fazladır. Bu sonuç, lutein ilave edilen muamele gruplarında yumurta sarısı lutein içeriğinin artması ile ilişkilidir. Bulgularımızla uyumlu olarak, Leeson and Caston (2004) ve Leeson et al. (2007) lutein ilavesinin yumurta sarısının lutein içeriğini artırarak Roch Renk Yelpazesi skorunu yükselttiğini bildirmişlerdir. Lokaewmanee et al. (2011)'da yeme 20, 30 ve 40 mg /kg sabunlaşmış lutein ekstraktı ilavesinin yumurta sarısı Roch Renk Yelpazesi değerini önemli düzeyde arttırdığını belirtmişlerdir.

Olson et al. (2008) 65, 257 ve 650 mg/ kg likopen ilaveli yemleri tüketen tavuklardan elde edilen yumurtalarda sarı rengi skorunun arttığını, Sahin ve ark. (2008) 100 ve 200 mg/ kg likopen ilaveli yemlerle beslenen bıldırcınlarda yumurtanın likopen içeriğinin arttığını ve CIE standardında Sarı Renk Yelpazesi değerinin yükseldiğini bildirmişlerdir. Yeme 80 ve 150 g/kg domates posası ilave eden Yannakopoulos et al.

(1992) yumurta sarısı skorunun arttığını belirtmişlerdir. Akdemir ve ark. (2012) 5 ve 10 g/kg domates tozu konsantresi ilave ettiklerinde CIE standardında Roch Renk Yelpazesi değerinde linear bir artışı meydana geldiğini belirlemişlerdir. Buna karşın, Jafari et al. (2006), 27-38.haftalar arasında yumurtaç tavukların yemine 50, 100 ve 150 kg/ton kurutulmuş domates posası ilavesinin yumurta sarı rengini etkilemediğini saptamışlardır.

Yeme lutein ve likopen ilavesiyle yumurta sarısı likopen ve lutein içerikleri dolayısıyla antioksidan içeriği artmıştır. Bu nedenle, likopen ve lutein içeren yemlerin tükettiği gruplara ait yumurta sarılarında lipid oksidasyon hızının yavaşlaması ve yumurtanın raf ömrünün iyileşmesi umulmuştur. Nitekim, Sahin ve ark. (2008) yumurta sarısı likopen içeriği ile sarı rengi arasında pozitif ( $r=0.85$ ) ve sarı MDA düzeyi arasında negatif bir korelasyon ( $r=-0.76$ ) bulunduğunu bildirmişlerdir. Sahin ve ark. (2006) tarafından yürütülen bir başka çalışmada optimum ve yüksek sıcaklık uygulan Japon bıldırcınlarında likopen ilavesinin serum, karaciğer ve kalp MDA düzeylerini azalttığı belirlenmiştir. Benzer  ekilde, Akdemir ve ark. (2012) 5 ve 10 g/kg domates tozu konsantresi ile beslenen tavuklardan elde edilen yumurtaların sarılarında MDA içeriğinde azalma saptamışlardır. Çalışmamızda ise likopen ve lutein ilavesi beklentiler doğrultusunda 15.gün yumurta sarısı MDA düzeyini önemli düzeyde azaltmıştır. Ancak bu olumlu etki 30. ve 60.günlerde saptanamamıştır.

Sonuç olarak, yeme lutein ve likopen ilave edilerek yumurta lutein ve likopen zenginleştirilebilir. Antioksidan özellikteki lutein ve likopenin yumurtadaki miktarlarının artırılması lipid peroksidasyonunu yavaşlatarak/önleyerek raf ömrünü de olumlu etkileyebilir. Ayrıca, yumurta sarısının doğal renk maddeleri kullanılarak renklendirilmesi gıda güvenliği açısından da önemlidir. Bu bağlamda, ülkemizde lutein, zeaksantin ve likopen zenginleştirilmiş yumurtaların marketlerde yerini alabilmesi için  niversiteler ve özel sektörün işbirliği içinde çalışması yararlı olacaktır.

## TEŐEKKÜR

Bu alışma Ege Üniversitesi Bilim Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (EBİLTEM) tarafından desteklenen 2010-BİL-029 nolu proje kapsamında gerçekleşmiştir. Ayrıca, projede kullanılan lutein ve likopenin tedarikiinde Ekol Gıda Tarım Hayvancılık Pazarlama Sanayi Ticaret Ltd. şti. ile BASF firmalarına ve hayvan ile yem materyallerinin temininde Ekiz Tavuçuluk Tarım  r nleri ve Yem Sanayi Ticaret A.ř. şirketine sağladıkları katkılardan dolayı teőekkürlerimizi sunarız.

**KAYNAKLAR**

- Açıkgöz, Z. ve S. Soycan Öneç. 2006. Fonksiyonel yumurta üretimi. *Hayvansal Üretim*, 47 (1): 36-46.
- Akdemir, F., C. Orhan, N. Sahin, K. Sahin, A. Hayirli. 2012. Tomato powder in laying hen diets effects on concentrations of yolk carotenoids and lipid peroxidation. *British Poultry Science*, 53 (5): 675-680.
- Altan, Ö. 2015. YUMURTA Oluşumu, Kalitesi ve Biyoaktif Komponentleri. ISBN:978-605-84400-0-5, Ege Üniversitesi Basımevi, İZMİR.
- Anonim. 2004. Yem Analiz Metodları (Tebliğ no:2004/33). Resmi Gazete, 02.09.2004, Ankara, Sayı: 25571.
- Arvanitoyannis, I.S. and M.V. Houwelingen-Koukaliaroglou. 2005. Functional foods: A survey of health claims, pros and cons, and current legislation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45: 385-404.
- Card, L.E. and M.C. Nesheim. 1972. *Poultry Production*. 11th ed. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Çalışlar, S. ve G. Uygur. 2010. Effect of dry tomato pulp on egg yolk pigmentation and some egg yield characteristics of laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(1):96-98.
- Doğan, N. 2007. Rasyon likopen içeriğinin yumurtacı tavuklarda yumurta verimi, yumurta kalite özellikleri ve bazı kan parametreleri üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Gianetti J., R. Pedrinelli, R. Petrucci, G. Lazzerini, M. De Caterina, G. Bellomo and R. De Caterina. 2002. Inverse association between carotid intima-media thickness and the antioxidant lycopene in atherosclerosis. *American Heart Journal*, 143(3): 467-74.
- Giovannucci, E. 1999. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: Review of the epidemiologic literature. *Journal of the National Cancer Institute*, 91 (4): 317-331
- Giovannucci, E., A. Ascherio, E.B. Rimm, M.J. Stampfer, G.A. Colditz and W.C. Willett. 1995. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. *Journal of the National Cancer Institute*, 87(23): 1767-1776.
- Galobart, J., R. Sala, X. Rincón-Carruyo, E.G. Manzanilla, B. Vilà and J. Gasa, 2004. Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmentation sources. *The Journal of Applied Poultry Research*, 13: 328-334.
- Jafari, M., R. Pirmohammadi and V. Bampidis. 2006. The use of dried tomato pulp in diets of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 5(7): 618-622.
- Kırkpınar, F. 1993. Bazı doğal ve sentetik renk maddelerinin yumurta sarısının rengi ve verimle ilgili çeşitli kriterler üzerine etkileri. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı Doktora Tezi, İzmir.
- Konings, E.J.M. and H.H.S. Roomans. 1997. Evaluation and validation of an LC method for the analysis of carotenoids in vegetables and fruit. *Food Chemistry*, 59: 599-603.
- Korhonen, H. 2002. Technology options for new nutritional concept. *International Journal of Dairy Technology*, 55(2): 79-87.
- Landrum, J. and R. Bone. 2001. Lutein, zeaxanthin, and the macular pigment. *Archives Biochemistry Biophysics*, 385:28-40.
- Leeson, S. and L. Caston. 2004. Enrichment of eggs with lutein. *Poultry Science*, 83: 1709-1712.
- Leeson, S., L. Caston, and H. Namkung. 2007. Effect of dietary lutein and flax on performance, egg composition and liver status of laying hens. *Canadian Journal of Animal Science*, 87: 365-372.
- Lokaewmanee, K., K., Yamauchi, T. Komori and K. Saito. 2011. Enhancement of yolk color in raw and boiled egg yolk with lutein from marigold flower meal and marigold flower extract. *Journal of Poultry Science*, 48(1): 25-32.
- Lykkesfeldt, L. 2001. Determination of malondialdehyde as thiobarbituric acid adduct in biological samples by HPLC with fluorescence detection: Comparison with ultraviolet-visible spectrophotometry. *Clinical Chemistry*, 47: 1725-1727.
- Moeller, S.M., N. Parekh, L. Tinker, C. Ritenbaugh, B. Blodi, R.B. Wallace and J.A. Mares. 2006. Associations between intermediate age-related macular degeneration and lutein and zeaxanthin in the carotenoids in age-related eye disease study (CAREDS): Ancillary study of the women's health initiative. *Archives of Ophthalmology*, 124(8): 1151-62.
- Naumann, C. and R. Bassler. 1993. *Methodenbuch, Band III. Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln*. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, Germany.
- Olson, J.B., N.E. Ward and E.A. Koutsos. 2008. Lycopene incorporation into egg yolk and effects on laying hen immune function. *Poultry Science*, 87: 2573-2580.
- Paas, E. and G. Pierce. 2002. An Introduction to Functional Foods, Nutraceuticals and Natural Health Products. National Centre for Agri-Food Research in Medicine. <http://www.sbr.ca/ncarm/introfuncfoods.htm>.
- Rao A.V. and A. Ali. 2007. Biologically active phytochemicals in human health: Lycopene. *International Journal of Food Properties*, 10(2): 279-288.
- Rowghani, E., A. Maddahian and M. Arab Abousadi. 2006. Effects of addition of marigold flower, safflower petals, red pepper on egg-yolk color and egg production in laying hens. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(7): 1333-1337.
- SAS, 1999. System for Windows, Release 6. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sahin, K., F. Akdemir, C. Orhan, O. Küçük, A. Hayirli and K. Sahin. 2008. Lycopene-enriched quail egg as functional food for humans. *Food Research International*, 41: 295-300.
- Sahin, K., M. Onderci, N. Sahin, M.F. Gursu, F. Khachik, and O. Kucuk. 2006. Effects of lycopene supplementation on antioxidant status, oxidative stress, performance and carcass characteristics in heat-stressed Japanese quail. *Journal of Thermal Biology*, 31: 307-312.
- Yannakopoulos, A.L., A.S. Tserveni-Gousi and E.V. Christiaki. 1992. Effect of locally produced tomato meal on the performance and the egg quality of laying hens. *Animal Feed Science and Technology*, 36(1-2):53-57.