



## Yumurtacı Tavuk Yemlerine Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Uçucu Yağ İlavesinin Performans, Yumurta Kalite Kriterleri ve Yumurta Sarısı Lipit Oksidasyonu Üzerine Etkisi<sup>#</sup>

Tülay Çimrin<sup>1\*</sup>, Murat Demirel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü 31034 Hatay, Türkiye

<sup>2</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü 65080 Van, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

<sup>#</sup>Tülay Çimrin'in Doktora Tezinden özetlenmiştir.

Geliş 03 Kasım 2015  
Kabul 24 Kasım 2015  
Çevrimiçi baskı, ISSN: 2148-127X

#### Anahtar Kelimeler:

Yumurtacı tavuk  
Biberiye uçucu yağı  
Performans  
Yumurta kalite kriterleri  
Yumurta sarısı malondialdehit (MDA)

\* Sorumlu yazar:

E-mail: tcimrin@mku.edu.tr

### Ö Z E T

Bu çalışma, yumurtacı tavuk yemlerine farklı dozlarda biberiye uçucu yağı ilavelerinin performans, yumurta kalite kriterleri, taze ve depolanan yumurta sarısı malondialdehit (MDA) düzeyi üzerindeki etkilerini belirlemek üzere yapılmıştır. Çalışmada, tavuklar tesadüf parselleri deneme desenine göre rastgele 6 gruba ayrılmış ve her bir grup 5 tekerrüre ayrılmıştır. Her tekerrürde 8 tavuk olmak üzere toplam 240 adet, 32 haftalık yaşta Bovans genotipi beyaz yumurtacı tavuk kullanılmıştır. Deneme grupları; Kontrol (Negatif Kontrol), 500 mg/kg antibiyotik (Pozitif Kontrol 1), 200 mg/kg vitamin E (Pozitif Kontrol 2), 100 mg/kg biberiye uçucu yağı, 200 mg/kg biberiye uçucu yağı ve 300 mg/kg biberiye uçucu yağı içeren karma yemle oluşturulmuştur. Canlı ağırlık, yumurta verimi, yumurta ağırlığı, hasarlı yumurta oranı, ölüm oranı ve yumurta kalite kriterleri bakımından kontrol ve deneme grupları arasında önemli bir fark bulunmamış fakat yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve yumurta sarısı MDA değerleri önemli düzeyde etkilenmiştir. Negatif kontrol grubuna göre tüm gruplar yem tüketimini düşürmüştür. 500 mg/kg antibiyotik ve 100 mg/kg biberiye dozu hariç diğer dozlar yemden yararlanma oranını önemli düzeyde iyileştirmiştir. Karma yeme 100 mg/kg biberiye uçucu yağ ilavesi 42 ve 56 günlük depolama süresinde ve 200 mg/kg vitamin E ilavesi ise tüm depolama sürelerinde yumurta sarısı MDA değerlerini önemli düzeyde düşürmüştür. Sonuç olarak yumurtacı kanatlı karma yemlerinde 200 mg/kg vitamin E ve 100 mg/kg biberiye uçucu yağı katkıları lipit oksidasyonunu önlemek için kullanılabilir.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 4(2): 113-119, 2016

## The Effects of Dietary Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Essential Oil Supplementation on Laying Hen Performance, Egg Quality and Oxidative Stability of Egg

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 03 November 2015  
Accepted 24 November 2015  
Available online, ISSN: 2148-127X

#### Keywords:

Laying hen  
Rosemary essential oil  
Performance  
Egg quality  
Egg yolk malondialdehyde (MDA)

### ABSTRACT

This experiment was designed to investigate the effects of rosemary essential oils in various doses on hen performance, egg quality, lipid peroxidation malondialdehyde (MDA) level in fresh and stored egg yolk. The experiment was carried out in random parcel experimental design. In the experiment, 6 groups were formed and each group was divided into 5 replicates. In total 240 Bovans hite laying hens, each replicate included 8 hens, 32 weeks old, were used. Treatment groups were control (Negative Control), 500 mg/kg antibiotic (Positive Control 1), 200 mg/kg vitamin E (Positive Control 2), 100 mg/kg rosemary essential oil, 200 mg/kg rosemary essential oil, 300 mg/kg rosemary essential oil. There was no significant difference in live weight, egg production, egg weight, damaged egg ratio, mortality and egg quality but feed consumption, feed conversion ratio (FCR) and egg yolk MDA values were affected significantly in between control and treatment groups. At all treatment groups feed consumption decreased significantly and other groups improved in feed conversion ratio except 500 mg/kg antibiotic and 100 mg/kg rosemary doses groups compared to negative control significantly. 100 mg/kg rosemary essential oil addition during the storage time for 42 and 56 days and 200 mg/kg vitamin E addition for all storage time to ration decreased egg yolk MDA values significantly. As a result, laying birds fed 200 mg/kg vitamin E, and 100 mg/kg of rosemary essential oil additives can use to prevent lipid oxidation.

\* Corresponding Author:

E-mail: tcimrin@mku.edu.tr

## Giriş

Antibiyotikler hayvancılık sektöründe uzun yıllar yem katkı maddesi olarak kullanılmıştır. Amaç kısa sürede daha az riskle daha fazla ürün elde etmek ve doğal olarak karlılığı artırmaktır. Ancak antibiyotiklere karşı direnç geliştiren patojen mikroorganizmalar ve ürünlerde kalıntı varlığının anlaşılmasından sonra (Hinton, 1988; Newman, 2002), pek çok ülkede yem katkı maddesi olarak kullanımı yasaklanmıştır (Ceylan ve ark., 2003). Yine benzer amaçla kanatlı hayvanlar ve bunlardan elde edilen ürünlerde oluşan lipid oksidasyonu engellemek için butil hidroksitoluen (BHT), butil hidroksianisol (BHA), tersiyer butil hidroksikinin (TBHQ) ve propil gallatlar gibi sentetik veya vitamin E, C ve  $\beta$ -karotenler gibi doğal antioksidan maddeler yem katkı maddesi olarak kullanılmıştır. Üreticiler ucuz olmaları, yüksek düzeyde stabilite ve güçlü antioksidan aktivite göstermelerinden dolayı sentetik antioksidanları tercih ederken (Bandoniene ve ark., 2002), tüketiciler sentetik katkıların insan sağlığını olumsuz yönde etkileyeceğinden endişe etmektedir. Son dönemlerde yapılan bazı toksikolojik çalışmalarla bu sentetik antioksidanların kanserli hücre gelişimini teşvik ettiği ve toksik etkilere sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Botsoglou ve ark., 2002). Ayrıca sentetik antioksidanların kızartılmış ürünlerde tam etki göstermediği, hoş olmayan tat ve kokulara sebep olduğu ve en önemlisi kanserli hücre oluşumunu uyararak insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Bu yüzden Avrupa Birliği ülkeleri ve bazı Asya ülkelerinde sentetik antioksidanların kullanımları ya kısıtlanmış ya da yasaklanmıştır (Akgül, 1989; Akgül ve Ayar, 1993). Doğal bir antioksidan olan vitamin E ile yapılan çalışmalarda, kesimden önceki 28 gün boyunca en az 200 mg/kg vitamin E ilavesinin etlik piliçlerde lipid peroksidasyonunu engellediği ortaya konulmuştur (Marrissey ve ark., 1997). Vitamin E'nin hindi etlerinin saklanması oksidatif bozulmaya engel olduğunu (Govaris ve ark., 2007), 21 ve 42 gün depolanan yumurtalarda Tiyobarbitürik asid-reaktif maddeler (TBARS) oluşumunu önemli derecede yavaşlattığını belirtmişlerdir (Kaya ve Turgut, 2012). Ancak tokoferollerin kimyasallara göre dayanıksız olması kullanımında bazı güçlükler neden olmaktadır (Akgül ve Ayar, 1993). İşte tüm bu nedenler hayvan beslemede farklı doğal ürünlerin arayış sürecini başlatmıştır. Bitkiler farklı bileşenlere sahip, kompleks karışımlar olup, sentezledikleri flavonoid, terpenoid alkaloid, kinin, berberin, tanin gibi maddeler pekçok hastalığın tedavisinde etkin biçimde kullanılmaktadır (Korukluoğlu ve ark., 2006). Bu konuda ilgi çeken bitkilerden biri de biberiyedir. Yapılan çalışmalarda biberiyenin antimikrobiyal, antioksidan ve bağışıklık sistemini iyileştirici etkileri olduğu (Gachkar ve ark., 2007), bitkiden elde edilen uçucu yağın antimikrobiyal (Elgayyar ve ark., 2001; Gachkar ve ark., 2007), ekstraktın ise antioksidan (Bracco ve ark., 1981) etkisinin güçlü olduğu bildirilmiştir. Yine farklı bir çalışmada biberiye bitki ekstraktın da bulunan karnosik asitin BHT (butil hidroksitoluen) ve BHA'den (butil hidroksianisol) yedi kat daha fazla antioksidan etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Richheimer ve ark., 1996). Ancak hayvan beslemede bitkisel ekstraktlardan yararlanma oldukça

sınırlıdır. Bitkisel ekstraktların etkilerinin tam anlamıyla belirlenmesi için daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda çalışma Türkiye'de yaygın olarak bulunan ve üretimi yapılan biberiye uçucu yağının yumurtacı tavuk yemlerine ilave edilmesinin performans, yumurta kalite kriterleri ve depolamanın yumurta sarısı malondialdehit (MDA) düzeyi üzerindeki etkilerini vitamin E ve antibiyotikle beslenen gruplar ile karşılaştırmalı olarak belirlemek ve alternatif bir yem katkı maddesi olarak yumurtacı tavuk yemlerinde kullanım olanağını değerlendirebilmek amacıyla yapılmıştır.

## Materyal ve Metot

Bu çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2011-FBE D029 No'lu proje olarak desteklenmiş ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hayvan Deneyleeri Yerel Etik Kurulu'nun 02/01/2014 ve 2014/01 sayılı kararı ile kabul edilmiştir. Araştırma alanı Etaş Afyon Tavukçuluk İşletmesi tarafından sağlanmıştır. Hayvan materyalini 240 adet 32 haftalık yaşta Bovans genotipi beyaz yumurtacı tavuklar oluşturmuştur. Yem materyali olarak birinci dönem kafes yumurta tavuğu yemi kullanılmış, yem ve su ad-libitum olarak verilmiştir. Yemlerin ham besin madde içeriği AOAC (1984)'e bildirilen yöntemlere göre belirlenmiş ve Tablo 1'de verilmiştir.

Karma yemler izonitrojenik ve izokalorik olacak şekilde hazırlanmıştır. Biberiye uçucu yağı, denemede kullanılan bitkisel yağa farklı düzeylerde karıştırılmış ve daha sonra bu yağ karışımı yeme ilave edilmiştir (Şimşek ve ark., 2005). Yemin Metabolik Enerji düzeyi Carpenter ve Clegs (1956)'e göre hesaplanmıştır.

Antibiyotik [(Klortetrasiklin) Vimar Gıda Tarım Hayvancılık Anonim Şirketi], vitamin E [(DL- $\alpha$ -tokoferol asetat) (Ekol Gıda Tarım Hayvancılık Pazarlama Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi)] ve biberiye [(*Rosmarinus officinalis* L.) (Agromiks Yem Katkı Maddeleri Hayvancılık Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti. Güzelbahçe- İZMİR)] ticari bir firmadan temin edilmiş olup, biberiye uçucu yağı Ege Üniversitesi İlaç Geliştirme ve Farmakokinetik Araştırma ve Uygulama Merkezi Çevre ve Gıda Analizleri laboratuvarlarında Pharmacopeia National Formulary USP 23 NF 18, p 1755 (1995) analiz yöntemine göre yapılmıştır (Tablo 2).

Küme 16 saat aydınlık 8 saat karanlık aydınlatma programı uygulanmıştır. Optimum sıcaklık 21–23°C arasında tutulmuştur. Çalışma, tesadüf parselleri deneme deseninde 3 ay (90 gün) sürdürülmüştür. Deneme grupları Tablo 3 deki gibi oluşturulmuştur.

Çalışmanın başında ve sonunda grupların canlı ağırlıkları belirlenmiş ve canlı ağırlık değişimleri hesaplanmıştır. Yem tüketimleri 15 günde bir tüketilen toplam yem miktarının gün ve hayvan sayısına bölünmesiyle belirlenmiştir. 15 günde bir toplam tüketilen yemin (kg), üretilen yumurta miktarına (kg) bölünmesiyle yemden yararlanma oranları belirlenmiştir. Her gün aynı saatte (14:00 - 15:00) toplanan yumurtalar kaydedilerek yumurta verimleri ve hasarlı yumurta oranları tespit edilmiştir. Yumurtalar 24 saat oda sıcaklığında

bekletildikten sonra tartılarak yumurta ağırlıkları belirlenmiştir. Yumurta kalite kriterleri ayda bir 90 adet yumurtada (her bir tekerrürden rastgele seçilen 3 adet olmak üzere 1 grup için 15 adet, 6 grup için 90 adet), 3 ayda toplamda 270 adet yumurtada belirlenmiştir. Ölümler günlük olarak kaydedilmiştir. Yumurta sarı ve ak yüksekliği 0,01 mm'ye hassas üçayaklı mikrometre ile sarı çapı, ak uzunluğu ve genişliği ise 0,01 mm'ye hassas dijital sürgülü kumpas ile ölçülerek kaydedilmiş ve şekil indeksi, sarı indeksi, ak indeksi ve haugh birimi (Haugh, 1937) aşağıdaki şekilde hesaplanmış, yumurta sarı rengi ise Roche renk skalası ile tespit edilmiştir.

$$\text{Şekil indeksi (\%)} = \frac{YE}{YB} \times 100$$

$$\text{Sarı indeksi (\%)} = \frac{SY}{SG} \times 100$$

$$\text{Ak indeksi (\%)} = \left[ \frac{AY}{(AU + AG)/2} \right] \times 100$$

$$\text{Haugh birimi} = 100 \times \log(A Y + 7,57 - 1,7 \times Y A^{0,37})$$

- YE = Yumurtanın eni
- YB = Yumurtanın boyu
- SY = Sarı yüksekliği
- SG = Sarı genişliği
- AY = Ak yüksekliği
- AU = Ak uzunluğu
- AG = Ak genişliği
- YA = Yumurta Ağırlığı

Yumurta sarısında MDA düzeyi ölçümü: Her bir tekerrürden 4'er adet olmak üzere 120 adet yumurta her bir depolama süresi için ayrılmış (1., 14., 28., 42. ve 56. gün) ve oda sıcaklığında (16±2°C) depolanmıştır. Yumurtalar Ahi Evran Üniversitesi Biyokimya Laboratuvar'ında analiz edilmiştir. Yumurta sarısının içerdiği protein miktarı Layne (1957)'nin Biüret Protein analizi metoduna göre belirlenmiştir. Yumurta sarısı MDA analizi Buege ve Aust (1978)'e göre yapılmış ve yumurta sarısının tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) değeri malondialdehit olarak aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Malondialdehit} = \frac{OD \times OH}{1,56 \times 10^5 \times TH \times P}$$

- OD = Absorbans değeri
- ÖH = Örnek hacmi
- TH = Toplam hacim
- P = Protein (mg/ml)

Araştırmada elde edilen veriler; MINITAB 14.1 V paket programı yardımıyla General Linear Model prosedürü ile varyans analizine tabi tutulmuştur. Gruplara ait ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli olup olmadıklarının belirlenmesi için çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi kullanılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

Tablo 1 Birinci dönem kafes yumurtacı tavuk yeminin bileşimi ve besin madde kompozisyonu

Hammadde	kg/ton
Mısır	632,75
Soya Fasulyesi Küspesi	160,75
ATK	45
Tam Yağlı Soya (Fulfat Soya)	29
Mermer Tozu	82
Et kemik unu	25
Vitamin Mineral Karışımı	25
Bitkisel yağ (Ayçiçeği Yağı)	0,5
<b>Toplam</b>	<b>1000</b>
Analizle Bulunan Besin Madde İçeriği	%
Kuru Madde	90,83
Ham Protein	16,27
Ham Yağ	3,66
Ham Selüloz	3,46
Ham Kül	9,39
Nişasta	41,0
Şeker	3,6
Metabolik Enerji (Kcal/Kg)	2841,63
Hesaplanan Besin Madde İçeriği	%
Lizin	0,83
Metiyonin	0,42
Metiyonin+Sistin	0,72
Linoleik Asit	1,21
Kalsiyum	3,83
Yararlanılabilir Fosfor	0,40
Sodyum	0,20
Klor	0,18

1 kg premix içeriğinde: 3.600mg Glucan, 2.400mg Manan, 75.000 HUT Proteaz, 500 CMCU Selüloz, 240 mg Çinko, 40 mg Bakır, 180 mg Mangan, 1.800 SPU 3 Phytase, 47.520 mg DL- Methionin, 32.400 mg Fosfor, 480.000 IU Vitamin A, 100.000 IU Vitamin D3, 1.200 mg Vitamin E, 160 mg Vitamin K3, 120 mg Vitamin B1, 280 mg Vitamin B2, 1.200 mg Niacin, 200 mg Vitamin B6, 0.6 mg Vitamin B12, 2.000 mg Vitamin C, 400 mg Ca-D-Pantothenate, 1.8mg D-Biotin, 40 mg Folik Asit, 8.000 mg Kolin Klorür, 140 mg Cantaxanthin, 40 mg İyot, 6 mg Selenyum ve 200.000 mg NuPro.

Tablo 2 Biberiye uçucu yağının kimyasal bileşimi ve etken madde oranları (%)

Aktif madde	%	Aktif madde	%
1.8 Cineole	45,04	Alpha humulene	1,23
Alpha Pinen	13,30	Caryophyllene oxide	0,56
Trans Caryophyllene	7,57	Beta Bisabolene	0,35
(+) Campher	5,51	1-Octen-3-Ol	0,29
(+)Borneol	4,44	Delta Cadinen	0,29
Para Cymen	3,71	Alpha copaene	0,28
Camphene	3,56	Alpha Terpinen	0,25
Alpha Terpeneol	3,35	Delta 3 Caren	0,18
Limonen	2,80	Gamma Terpinen	0,25
Beta Myrcene	2,24	Alpha Fenchene	0,17
Levo-bornyl acetate	1,93	Tricylene	0,14

Tablo 3 Deneme gruplarının oluşturulması

Grupları	Muameleler	Yem katkıları
1.Grup	NK	SBKY (özel katkı maddesi içermeyen birinci dönem yumurtacı kafes tavuk yemi)
2.Grup	PK1	SBKY + 500 mg/kg düzeyinde antibiyotik (Klortetrasiklin) katkılı karma yem
3.Grup	PK2	SBKY + 200 mg/kg düzeyinde vitamin E katkılı karma yem
4.Grup	B1	SBKY + 100 mg/kg düzeyinde biberiye uçucu yağı katkılı karma yem
5.Grup	B2	SBKY + 200 mg/kg düzeyinde biberiye uçucu yağı katkılı karma yem
6.Grup	B3	SBKY + 300 mg/kg düzeyinde biberiye uçucu yağı katkılı karma yem

NK: Negatif Kontrol, SBKY: Standart Bazal Karma Yem, PK1: Pozitif Kontrol 1(Antibiyotik), PK2: Pozitif Kontrol 2(Vitamin E), B1: Biberiye100 mg/kg, B2: Biberiye 200 mg/kg, B3: Biberiye 300 mg/kg

## Bulgular ve Tartışma

Yumurtacı tavukların deneme başı, deneme sonu canlı ağırlıkları, canlı ağırlık artışı, yumurta üretimi, yumurta ağırlığı, hasarlı yumurta oranı ve ölüm oranları bakımından grup ortalamaları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ) (Tablo 4). Bu sonuçlar yemlere biberiye uçucu yağı ilavesinin canlı ağırlık (Yeşilbağ ve ark., 2013; Çiftçi ve ark., 2013), yumurta verimi ve yumurta ağırlığı (Orhan ve Eren, 2011) üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildiren çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Tablo 4’de görüldüğü gibi negatif kontrol grubuna göre yeme ilave edilen tüm katkıları yem tüketimini düşürmüş, 200 ve 300 mg/kg biberiye uçucu yağı ve vitamin E ilavesi diğer gruplara göre yemden yararlanma oranını önemli düzeyde artırmıştır ( $P<0,05$ ). Benzer şekilde biberiye yağı içeren deneme gruplarında yem tüketiminin düştüğü ve yemden yararlanmanın önemli oranda arttığını saptamışlardır (Buğdaycı ve Ergün, 2011; Yeşilbağ ve ark., 2013). Yem tüketimindeki azalma ve yemden yararlanmada ki iyileşme kullanılan katkılarının doğrudan sindirim sistemini üzerindeki olumlu etkilerinden olabilir. Iqbal ve ark., (2013) vitamin E’nin yumurtacı tavukların hastalıklara karşı direncini artırarak bağışıklık sistemini güçlendirici etki gösterdiğini, yem değerlendirme oranı, yumurta üretimi ve karaciğer fonksiyonları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Yine antibiyotik (Hernandez ve ark., 2004; Mathlouthi ve ark., 2012) ve vitamin E’nin sindirim sistemi üzerine olan olumlu etkilerinden söz edilmektedir (Iqbal ve ark., 2013). Tablo 2’de verilen analiz sonuçlarına göre biberiye %45,04 oranında 1,8 Cineole bileşiği içermektedir. Bazı araştırma bulguları bu fenolik bileşiği sindirim sistemi üzerinde antioksidan ve antimikrobiyal özelliğe sahip olduğu, sindirim sistemi, dolayısıyla da hayvan sağlığını ve bağışıklık sistemini olumlu yönde etkilediği (Gachkar ve ark., 2007), sindirim enzimlerinin aktivitesini

yükselterek sindirimi artırdığı yönündedir (Jamroz ve Kamel, 2002). Aynı şekilde biberiye bitkisinin öğütülmüş veya uçucu yağ olarak yeme ilavesinin bazı performans değerlerini olumlu etkilediği belirlenmiştir (Botsoglou ve ark., 2005; Mitsopoulos ve ark., 2006; Beyazıtöglü, 2009). Aynı bitkiyle benzer şekilde çalışılmasına rağmen farklı sonuçlar alınmasının nedenleri arasında; yapılarındaki etken maddelerin çeşidi, kimyasal yapısı, miktarları, bitkinin yetiştiği bölge, hasat zamanı, kullanılan bitki kısmı, fenolik yapı ve konsantrasyonu, ekstraksiyon yöntemi, ürün ve oksidasyon koşulları ve hayvan türü gibi faktörlerin (Malayoğlu, 2010) yanında çeşitli sebeplerle oluşan stresin kanatlılarda çeşitli doku ve sistemleri etkilediği, bu etkileri azaltmada ise aydınlatma programları ve vitamin uygulamalarının yanında, bitki ekstraktları üzerinde durulduğu (Taşkın ve ark., 2015) antioksidan özelliğe sahip bu tür bitki ekstraktları (Çabuk ve ark., 2006) ve vitamin E’nin olumlu etkilerinin stres faktörlerinin varlığında daha belirgin hale gelebildiği ifade edilmektedir (Şahin ve ark., 2002).

Muamele grupları arasında yumurta kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, kabuk kırılma mukavemeti, şekil indeksi, sarı indeksi, ak indeksi, Haugh Birimi ve sarı renk değerleri bakımından istatistiksel bir farklılık görülmemiştir (Tablo 5). Bu sonuçların yapılan bazı çalışmalar ile uyumlu olduğu gözlenirken (Florou-Paneri ve ark., 2006; Yeşilbağ ve ark., 2013), mannan-oligosakkarit ve uçucu yağ karışımı ile beslemenin yumurta kabuk ağırlığını artırmakla birlikte diğer yumurta kalite kriterlerini etkilemediğini bildiren çalışma sonuçları ile kısmi bir uyum göstermektedir (Bozkurt ve ark., 2012). Diğer taraftan sarı ve ak indeksi değerlerini önemli oranda arttırdığı, sarı rengini önemli ölçüde koyulaştırdığı bildiren bulgular ile de çelişki oluşturmaktadır (Yeşilbağ ve ark., 2013)

Tablo 4 Muamele gruplarının performans değerleri

Parametreler	Gruplar						P
	Negatif Kontrol	Antibiyotik (500mg/kg)	Vitamin E (200 mg/kg)	Biberiye (100 mg/kg)	Biberiye (200 mg/kg)	Biberiye (300 mg/kg)	
BCA	1620,6±11,7	1618,6±27,9	1611,4±13,8	1622,1±13,1	1629,1±12,4	1631,9±17,1	0,465
FCA	1750,4±15,0	1751,2±22,7	1742,5±18,8	1759,4±24,0	1775,8±18,9	1737,0±44,4	0,258
CAA	129,77±16,99	132,65±45,68	131,06±26,08	137,30±22,50	146,72±27,29	105,10±30,90	0,389
YT	117,76±2,45 <sup>a</sup>	115,74±0,52 <sup>b</sup>	114,88±0,71 <sup>b</sup>	114,22±2,74 <sup>b</sup>	115,55±0,86 <sup>b</sup>	114,29±0,64 <sup>b</sup>	0,020
YYO	1,93±0,04 <sup>a</sup>	1,96±0,10 <sup>a</sup>	1,88±0,04 <sup>b</sup>	1,97±0,07 <sup>a</sup>	1,87±0,01 <sup>b</sup>	1,85±0,05 <sup>b</sup>	0,028
YV	96,34±2,09	95,63±4,25	98,10±0,92	94,41±5,24	97,55±1,16	97,11±2,84	0,486
YA	63,33±1,25	62,15±1,24	62,10±1,06	61,88±0,84	63,47±0,57	63,55±1,30	0,050
HYO	0,68±0,98	0,46±0,61	0,15±0,15	0,36±0,23	0,47±0,46	0,15±0,15	0,572
ÖO		2,5		2,5		2,5	

<sup>a,b</sup>: Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05); BCA: Başlangıç canlı ağırlık (g), FCA: Final canlı ağırlık (g), CAA: Canlı ağırlık artışı (g), YT: Yem tüketimi (g/gün), YYO: Yemden yararlanma oranı (kg yem/kg yumurta), YV: Yumurta verimi (%), YA: Yumurta ağırlığı (g), HYO: Hasarlı yumurta oranı (%), ÖO: ölüm oranı (%)

Tablo 5 Muamele gruplarının yumurta kalite kriterleri değerleri

Parametreler	Gruplar						P
	Negatif Kontrol	Antibiyotik (500mg/kg)	Vitamin E (200 mg/kg)	Biberiye (100 mg/kg)	Biberiye (200 mg/kg)	Biberiye (300 mg/kg)	
KA	7,74±0,16	7,39±0,14	7,51±0,26	7,35±0,36	7,49±0,15	7,52±0,27	0,205
KK	0,44±0,01	0,43±0,01	0,43±0,01	0,43±0,01	0,43±0,01	0,43±0,01	0,328
KKD	3,36±0,39	3,46±0,23	3,59±0,34	3,73±0,44	3,69±0,25	3,69±0,24	0,413
Şİ	76,93±0,53	77,75±0,41	77,49±0,74	77,67±0,95	77,53±0,47	77,27±0,97	0,516
Sİ	41,53±0,90	41,79±1,10	42,28±0,70	41,66±0,85	42,23±0,88	41,43±0,33	0,470
Aİ	8,86±0,18	8,68±0,27	8,95±0,24	9,05±0,27	9,04±0,16	8,84±0,29	0,190
HB	82,82±1,20	83,78±1,19	84,73±1,42	84,64±0,92	84,53±1,09	84,71±1,23	0,104
SR	11,42±0,34	11,55±0,14	11,51±0,10	11,78±0,15	11,68±0,35	11,71±0,20	0,177

KA: Kabuk ağırlığı (g), KK: Kabuk kalınlığı (mm), KKD: Kabuk kırılma direnci (kg/cm<sup>2</sup>), Şİ: Şekil indeksi (%), Sİ: Sarı indeksi (%), Aİ: Ak indeksi (%), HB: Haugh Birimi, SR: Sarı Rengi

Tablo 6 Muamele grupları ve depolama süresine göre yumurta sarısı MDA düzeyleri (MDA, nmol/mg)

Depolama periyotları	Gruplar						P
	Negatif Kontrol	Antibiyotik (500mg/kg)	Vitamin E (200 mg/kg)	Biberiye (100 mg/kg)	Biberiye (200 mg/kg)	Biberiye (300 mg/kg)	
1. Gün	0,122±0,03a <sup>C</sup>	0,096±0,02ab <sup>C</sup>	0,070±0,00b <sup>C</sup>	0,107±0,02a <sup>C</sup>	0,114±0,03a <sup>C</sup>	0,109±0,02a <sup>C</sup>	0,015
14. Gün	0,120±0,02a <sup>C</sup>	0,115±0,02a <sup>C</sup>	0,073±0,03b <sup>C</sup>	0,110±0,01a <sup>C</sup>	0,118±0,04a <sup>C</sup>	0,121±0,01a <sup>C</sup>	0,040
28. Gün	0,127±0,03a <sup>C</sup>	0,132±0,02a <sup>B</sup>	0,071±0,02b <sup>C</sup>	0,120±0,01a <sup>B</sup>	0,138±0,04a <sup>B</sup>	0,135±0,01a <sup>B</sup>	0,001
42. Gün	0,163±0,04a <sup>B</sup>	0,138±0,04b <sup>B</sup>	0,107±0,01c <sup>B</sup>	0,132±0,02b <sup>B</sup>	0,166±0,02a <sup>B</sup>	0,150±0,03a <sup>B</sup>	0,031
56. Gün	0,231±0,02a <sup>A</sup>	0,167±0,03b <sup>A</sup>	0,135±0,02c <sup>A</sup>	0,177±0,04b <sup>A</sup>	0,208±0,05a <sup>A</sup>	0,217±0,02a <sup>A</sup>	0,001
1-56. Gün	0,153±0,01a <sup>B</sup>	0,130±0,02b <sup>B</sup>	0,092±0,01c <sup>BC</sup>	0,129±0,01b <sup>B</sup>	0,149±0,01a <sup>B</sup>	0,147±0,01a <sup>B</sup>	0,000
P	0,000	0,010	0,000	0,000	0,001	0,000	

a,b,c: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05)

A,B,C: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05)

Yumurta sarısında oluşan lipid peroksidasyon parametresi olarak bilinen MDA değerleri bakımından, gruplar arası farklılık depolamanın 1., 14. ve 42. günlerinde önemli iken (P<0,05), 28., 56. ve 1-56. günlerde ise çok önemli (P<0,01) bulunmuştur (Tablo 6).

Muamele gruplarının kendi içerisinde zamana bağlı olarak değişiminde negatif kontrol, antibiyotik, vitamin E ve biberiye uçucu yağının her üç dozunda MDA değerlerinde oluşan fark önemli bulunmuştur (P<0,01) (Tablo 6).

Yumurta sarısı malondialdehit (MDA) değerlerine bakıldığında, yeme 200 mg/kg vitamin E ilavesi depolamanın 1. günü negatif kontrol ve tüm biberiye uçucu yağ ilaveli gruplarına göre, 14, 28, 42, 56. ve 1-56. günlerinde ise tüm yemleme gruplarına göre önemli düzeyde düşürmüştür (P<0,05) (Tablo 6). Çalışmadan elde edilen bulgular, lipid oksidasyonu engelleme

açısından  $\alpha$ -tokoferol asetatın bitki ekstraktlarına göre daha etkili olduğunu bildiren bulgularla tam bir benzerlik gösterirken (Lopez-Bote ve ark., 1998; Botsoglou ve ark., 2013), biberiye, kekik ve zerdçal gibi uçucu yağların yumurta sarısı MDA düzeylerini önemli oranda düşürdüğünü bildiren çalışmalar ile kısmen benzerlik göstermektedir (Yeşilbağ ve ark., 2013; Radwan Nadia ve ark., 2008). Diğer taraftan biberiyenin antioksidan aktivitesinin doza bağlı olarak değiştiği ve doz arttıkça etkisinin arttığını belirten farklı çalışmalar da saptanmıştır (Florou-Paneri ve ark., 2006). Biberiyenin 100 mg/kg dozunun 200 ve 300 mg/kg dozuna göre yumurta sarısı MDA değerlerini önemli olarak düşürmesi ve artan dozların antioksidan etki göstermemesinin nedeni belki de Rietjens ve ark. (2002)'nin C vitamini, E vitamini, karotenoidler ve flavonoidler gibi doğal antioksidanların yüksek dozlarda tam tersi bir etki göstererek oksidasyonu

hızlandırıcı bir etkiye sahip olabileceği şeklindeki görüşleri ile açıklanabilir. Yine etken maddesi klortetrasiklin olan yemle beslenen grubun yumurta sarısı MDA değerleri, negatif kontrol ve yüksek dozlarda biberiye uçucu yağı içeren gruplara göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Bu durum, Kladna ve ark. (2012)'ın kesin olarak mekanizması bilinmemekle birlikte tetrasiklin grubu antibiyotiklerin antiradikal aktivite gösterdiği, hatta doğrudan serbest radikal süpürücü aktiviteye sahip olabileceğini bildiren ifadesi ile açıklanabilir.

Her grubun kendi içinde zamana bağlı olarak değişim sürecine bakıldığında, tüm muamele gruplarında 14. güne kadar değerlerde artış olmadığı görülmektedir. 14. günden sonra antibiyotik ve biberiye uçucu yağ ilaveli yem gruplarında, 28. günden sonra ise negatif kontrol ve vitamin E ilaveli yem gruplarında değerlerin arttığı saptanmıştır ( $P<0,05$ ) (Tablo 6). Yumurtacı tavuk yemlerine bitkisel ekstrakt ve vitamin E ilavesinin 21. ve 42. gün depolanan yumurtalarda TBARS oluşumunu önemli derecede yavaşlattığı bildirilmektedir (Kaya ve Turgut, 2012). Tüm deneme gruplarına ait yumurta sarılarında ölçülen MDA değerleri zamana bağlı olarak artmış ve 56. günde 1. gün belirlenen değerlere göre yaklaşık iki katına ulaşmıştır. Bu durum her ne kadar antioksidan katkılar içeren yemlerle besleme sonucu elde edilen ürünler olsa da belli bir süre sonra zamana bağlı istenmeyen değişimlerin olabildiğini göstermektedir. Ancak Tablo 6'da görüldüğü gibi 56 gün depolanan yumurtalarda 0,135 (nmol/mg) MDA değeri ile vitamin E grubu, diğer gruplardan önemli derecede düşüktür ( $P<0,001$ ). Vitamin E ve biberiye ekstraktının MDA seviyelerini azaltarak oksidasyonuna karşı etkin rol oynadıkları (Florou-Paneri ve ark., 2006; Kaya ve Turgut, 2012), malondialdehit ve lipid hidroperoksit seviyelerinin azaldığı (Botsoglou ve ark., 2012) ve n-3- yağ asitleri ile zenginleştirilmiş yumurtalarda oksidatif stabilitenin arttığı bildirilmektedir (Botsoglou ve ark., 2013). Aynı araştırmacıların başka bir çalışmasında yumurta sarısı lipid oksidasyonunu engellemedeki sıralamanın,  $\alpha$ -tokoferol asetat ve bitkisel ekstraktlar şeklinde olduğu, antioksidan özelliklerinin yemle yumurtaya taşınabildiği belirtilmiştir (Botsoglou ve ark., 2005). Çalışmanın sonucunda vitamin E'nin etkili bir antioksidan olduğu gözlemlenirken, biberiyenin antioksidan özelliğinin düşük bulunması belki de biberiyeden elde edilen uçucu yağ ve ekstraktın ana bileşenlerinin farklı olmasından ya da Del Baño ve ark. (2003)'ün belirttiği gibi biberiyenin antioksidan etkili bileşenleri, oranları ve aktivitelerinin mevsime, bölgelere, bitkinin kullanılan kısmına, elde edilme yöntemi ve ekstraksiyonda kullanılan çözücüye göre değiştiği hatta genetik, su, ışık ve vejetasyon döneminin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Negatif kontrol grubuna göre tüm katkıların olumlu etki göstererek yem tüketimini düşürmesi, antibiyotik ve biberiyenin 100 mg/kg dozu hariç diğer katkıların yemden yararlanma oranını iyileştirmesi ekonomik anlamda da olumlu sonuçlardır. Çalışmada yeme 200 mg/kg vitamin E katkısı, yumurta sarısı MDA analiz sonuçlarına göre lipid peroksidasyonunu düşürmüştür. Ancak 100 mg/kg biberiye uçucu yağının antioksidan özellik göstermesi, artan dozlarının oksidasyona karşı etkisiz veya hızlandırıcı etki göstermesi bu konuda daha ayrıntılı

çalışmaların yapılması gerektiği sonucunu doğurmuştur. Ticari yetiştiricilikteki hayvan sağlığı ürün kalitesi, ürünlerin raf ömrü üzerine etkisi düşünüldüğünde, etkili bir antioksidan kaynağı olarak yeme ekstra 200 mg/kg vitamin E ve/veya 100 mg/kg biberiye uçucu yağ ilavesi lipid oksidasyonu önlemeye ve ürünün raf ömrünü artırmaya yönelik alternatif bir kaynak olarak yumurtacı karma yemlerinde kullanılabilir.

## Teşekkür

Bu çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2011-FBE D029 No'lu proje olarak desteklenmiştir. Araştırma alanı Etaş Afyon Tavukçuluk İşletmesi tarafından sağlanmıştır.

## Kaynaklar

- Akgül A. 1989. Baharatların antioksidan özellikleri. Doğa-TR J. of Agr. and Forestry, 13: 11-24.
- Akgül A, Ayar A. 1993. Yerli baharatların antioksidan etkileri. Doğa-TR. J. of Agriculture and Forestry, 17: 1061-1068.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis (14th ed.), Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Bandoniene D, Venskutonis P R, Gruzdiene D, Murkovic M. 2002. Antioxidative activity of sage (*Salvina officinalis* L.) savory (*Satureja hortensis* L.) and borage (*Borage officinalis* L.) extracts in rapeseed oil. Eur. J. Lipid Sci. Technol, 104: 286-292.
- Beyazitoğlu Ş. 2009. Yüksek Sıcaklık Altında Rasyona Biyoantioksidan (Alfa-Tokoferol Asetat, Karvakrol, Karnosik Asit) Katkısının Yumurtacı Tavuklarda Performans, Yumurta Verimi, Yumurta Kalitesi ve İmmün Sistem Üzerine Etkileri. Yüksek lisans tezi, Ç. Ü Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Adana.
- Botsoglou NA, Florou-Paneri P, Christaki E, Fletouris DJ, Spais AB. 2002. Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. Br. Poult. Science, 43: 223-230.
- Botsoglou N, Florou-Paneri P, Botsoglou E, Dotas V, Giannenas I, Koidis A, Mitrakos P. 2005. The effect of feeding rosemary, oregano, saffron and  $\alpha$ -tocopheryl acetate on hen performance and oxidative stability of eggs. South African Journal of Animal Science, 35: 143 – 151.
- Botsoglou E, Govaris A, Fletouris D, Botsoglou N. 2012. Lipid oxidation of stored eggs enriched with very long chain n-3 fatty acids, as affected by dietary olive leaves (*Olea europea* L.) or  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation. Food Chemistry, 134: 1059–1068.
- Botsoglou E, Govaris A, Fletouris D, Iliadis S. 2013. Olive leaves (*Olea europea* L.) and  $\alpha$ -tocopheryl acetate as feed antioxidants for improving the oxidative stability of  $\alpha$ -linolenic acid-enriched eggs. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 97: 740–753.
- Bozkurt M, Küçükylmaz K, Çatlı AU, Çınar M, Bintas E, Coven F. 2012. Performance, egg quality, and immune response of laying hens fed diets supplemented with mannan-oligosaccharide or an essential oil mixture under moderate and hot environmental conditions. Poultry Science, 91: 1379–1386.
- Bracco U, Loliger J, Viret JL. 1981. Production and use of natural antioxidants. Journal of the American Oil Chemists' Society, 58: 686-690.
- Buege JA, Aust SD. 1978. Microsomal lipid peroxidation. Methods in Enzymology, 52: 302-310.
- Buğdaycı KE, Ergün A. 2011. Esansiyel yağ ve/veya probiyotiklerin broylerlerde performans, immün sistem ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 58: 279-284.

- Carpenter KJ, Clegg KM. 1956. The metabolizable energy of poultry feeding stuffs in relation to their chemical composition. *J. Sci. Food Agriculture*, 7: 45-51.
- Ceylan N, Çiftçi İ, İlhan Z. 2003. Büyütme faktörü antibiyotiklere alternatif yem katkılarının etlik piliçlerde besi performansını ve bağırsak mikroflorası üzerine etkileri. *Türk. J. Vet. Anim. Science*, 27: 727-733.
- Çabuk M, Bozkurt M, Alcicek A, Çatlı AU, Baser KHC. 2006. Effect of dietary essential oil mixture on performance of laying hens in the summer season. *South Afr. J. Anim. Science* 36: 215-221.
- Çiftçi M, Şimşek ÜG, Azman MA, Çerçi İH, Tonbak F. 2013. The effects of dietary rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oil supplementation on performance, carcass traits and some blood parameters of Japanese quail under heat stressed condition. *Kafkas Uni. Vet. Fakültesi Dergisi*, 19(4): 595-599.
- Del Baño MJ, Lorente J, Castillo J, Benavente García O, Del Río JA, Ortuño A, Quirin KW, Gerard D. 2003. Phenolic diterpenes, flavones, and rosmarinic acid distribution during the development of leaves, flowers, stems, and roots of *Rosmarinus officinalis* Antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.*, 51: 4247- 4253.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik metodları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1021, Ders Kitabı 295s, Ankara.
- Elgayyar M, Draughon FA, Golden DA, Mount JR. 2001. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *J. Food Protection*, 64: 1019- 1024.
- Florou-Paneri P, Dotas D, Mitsopoulos I, Dotas V, Botsoglou E, Nikolakakis I, Botsoglou N. 2006. Effect of feeding rosemary and  $\alpha$ -tocopheryl acetate on hen performance and egg quality. *The Journal of Poultry Science*, 43: 143-149.
- Gachkar L, Yadegari D, Rezaei MB, Taghizadeh M, Astaneh SA, Rasooli I. 2007. Chemical and biological characteristics of cuminum cyminum and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Food Chemistry* 102: 898-904.
- Haugh RR. 1937. The Haugh Unit For Measuring Egg Quality. *United States Egg Poultry Magazine*, 43: 522-555.
- Hernandez F, Madrid J, Garcia V, Orengo J, Megias MD. 2004. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility and digestive organ size. *Poultry Science*, 4 (83): 169-174.
- Hinton MH. 1988. Antibiotics, poultry production and public health. *World's Poultry Science*, 44: 67-69.
- Iqbal R, Aziz T, Sarfaraz I, Shabir R, Ansari MS, Malik MF, Saleem R, Zahra A, Mehwish S. 2013. Effect of vitamin E and selenium on immunity, egg production and lever function in laying hens (HY-LINE W-98). *Middle-East Journal of Scientific Research* 14 (9): 1165-1170.
- Jamroz D, Kamel C. 2002. Plant extracts enhance broiler performance, nonruminant nutrition antimicrobial agents and plant extracts on immunity, health and performance. *Journal of Animal Science*, 80(1): 41(Abs). <http://www.jtmtg.org/2002/abstracts/jnabs16.pdf>. Erişim tarihi: 24.07.2013.
- Kaya A, Turgut L. 2012. Yumurtacı tavuk rasyonlarına değişik oranlarda katılan adaçayı (*Salvia officinalis*), kekik (*Thymbra spicata*), nane (*menthae piperitae*) ekstraktları ile vitamin E'nin performans, yumurta kalitesi ve yumurta sarısı TBARS değerleri üzerine etkileri. *Atatürk Üni. Ziraat Fak. Derg.*, 43(1): 49-58.
- Kladna A, Michalska T, Berczyński P, Kruk I, Aboul-Enein HY. 2012. Evaluation of the antioxidant activity of tetracycline antibiotics in vitro. *The Journal of Biological and Chemical Luminescence*, 27: 249-255.
- Korukluoğlu M, İrkin R, Sertel S. 2006. Salmonella ve Shigella Türlerinin gelişmesini engelleyen tıbbi bitkiler ve esansiyel yağlar. *Gıda Dergisi* 31(6): 319-324.
- Layne E. 1957. Spectrophotometric and turbidimetric methods for measuring proteins. *Methods in Enzymology*, 10: 447-455.
- Lopez-Bote CJ, Gray JI, Gomaa EA, Flegal CJ. 1998. Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. *British Poultry Science* 39: 235-240.
- Malayoğlu HB. 2010. Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis* L.) antioksidan etkisi. *Hayvansal Üretim*, 51(2): 59-67.
- Marrissey PA, Brandon S, Buckley DJ, Shehy PJA, Frigg M. 1997. Tissue content of alpha tocopherol and oxidative stability of broilers receiving dietary alpha tocopheryl acetate supplement for various periods pre slaughter. *Bri. Poult. Science*, 38 (1): 84-88.
- Mathlouthi, N, Bouzaïenne T, Oueslati I, Recoquillay F, Hamdi M, Urdaci M, Bergaoui R. 2012. Use of rosemary, oregano, and a commercial blend of essential oils in broiler chickens: In vitro antimicrobial activities and effects on growth performance. *Journal Animal. Science*, 90: 813-823.
- Mitsopoulos I, Mitrakos P, Nikolakakis I, Nitas D, Dotas D. 2006. The effect of dietary rosemary dried leaves and annual stems and oregano essential oil on the performance and egg characteristics of laying hens. *Epitheorese Zootehnikes Epistemes*, 35: 61-72.
- Newman KE. 2002. Antibiotic resistance is a reality novel techniques for overcoming antibiotic resistance when using new growth promoters. *nutritional biotechnology in the feed and food industries. Proceedings of Alltech's 18 th Annual Symposium, Nottingham, Nottingham University Press, 2002. pg. 98-106.*
- Radwan Nadia L, Hassan RA, Qota EM, Fayek HM. 2008. Effect of natural antioxidant on oxidative stability of eggs and productive and reproductive performance of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 7(2): 134-150.
- Richheimer SL, Bernart MW, King GA, Kent MC, Bailey DT. 1996. Antioxidant activity of lipid soluble phenolic diterpenes from rosemary. *J. Am. Oil. Chemistry Soc.*, 73: 507-514.
- Rietjens IMCM, Marelle G, Boersma MG, Haan L, Spenkelink B, Awad HM, Cnubben NH P, Zanden JJ, Woude H, Alink GM, Koeman LH. 2002. The pro-oxidant chemistry of the natural antioxidants vitamin C, vitamin E, carotenoids and flavonoids. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 11: 321-333.
- Şahin K, Şahin N, Önderci M. 2002. Vitamin E supplementation can alleviate negative effects of heat stress on egg production, egg quality, digestibility of nutrients and egg yolk mineral concentrations of Japanese quails. *Research in Veterinary Science*, 73: 307-312.
- Şimşek ÜG, Güler T, Çiftçi M, Ertaş ON, Dalkılıç B. 2005. Esans yağ karışımının (kekik, karanfil ve anason) broylerlerde canlı ağırlık, karkas ve etlerin duyu özellikleri üzerine etkisi. *YYÜ. Vet. Fak. Dergisi*, 16 (2): 1-5.
- Taşkın A, Şahin A, Camcı Ö, Erener G. 2015. Kanatlılarda anti-stres uygulamalarında yeni yaklaşımlar. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(7): 571-576.
- Yeşilbağ D, Gezen SS, Biricik H, Meral Y. 2013. Effects of dietary rosemary and oregano volatile oil mixture on quail performance, egg traits and egg oxidative stability. *British Poultry Science* 54 (2): 231-237.