RESEARCH ARTICLE

Karvakrol, alfa pinen ve sineol'den zengin esansiyel yağ karışımlarının yumurtacı bıldırcınlarda performans, yumurta verimi ve kalitesi ile yumurta lipid peroksidasyonu üzerine etkisi

Aziz Bülbül¹, Elmas Ulutaş¹, Vural Özdemir², Tuba Bülbül^{1*}

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı,

²Anatomi Anabilim Dalı, ³Hayvan Besleme Anabilim Dalı, Afyonkarahisar, Türkiye

Geliş: 02.11.2016, Kabul: 15.12.2016

*tbulbul@aku.edu.tr

Effects of carvacrol, alfa pinene and cineole-rich essential oil mixed on performance, egg production and quality and egg lipid peroxidation in laying quails

Eurasian J Vet Sci, 2017, 33, 1, 60-67

DOI: 10.15312/EurasianJVetSci.2016.137

Öz

Amaç: Bu araştırma bıldırcın rasyonlarına katılan karvakrol, alfa pinen ve sineol'den zengin esansiyel yağ karışımlarının performans, yumurta kalitesi ile yumurta lipid peroksidasyonu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapıldı.

Gereç ve Yöntem: Araştırmada toplam 420 adet (280 dişi ve 140 erkek) sekiz haftalık yaşta Japon bıldırcını (*Coturnix coturnix japonica*) kullanıldı. Bıldırcınlar her birinde 60 adet bulunan 1 kontrol ve 6 deneme grubuna ayrıldı. Her bir grup da kendi arasında 15 bıldırcın içeren 4 alt gruba bölündü. Kontrol grubu temel rasyonla beslendi. Karvakrol (K), alfa-pinen (P) ve sineol (S)'den oluşan deneme grubu rasyonlarına 100 ve 1000 mg/kg esansiyel yağ karışımları ilave edildi. Araştırma 8 haftada tamamlandı.

Bulgular: Araştırmada yem tüketiminin P1000 ve S1000 gruplarında azaldığı ($P<0.01$), yemden yararlanma oranının ise K1000, P1000 ve S1000 gruplarında iyileştiği ($P<0.001$) tespit edildi. Depolamaya bağlı yumurta malondialdehid düzeyinin 15. günde P1000 grubunda ($P<0.05$) ve 30. günde ($P<0.001$) K100, K1000 ve P1000 gruplarında kontrol grubuna göre azaldığı tespit edildi.

Öneri: Yumurtacı bıldırcın rasyonlarına 1000 mg/kg düzeyinde karvakrol veya alfa-pinenden zengin esansiyel yağ karışımı ilavesinin, yemden yararlanma ve depolama koşullarına bağlı yumurtada lipid peroksidasyonuna olan olumlu etkisi nedeniyle kullanılabileceği kanısına varıldı.

Anahtar kelimeler: Karvakrol, alfa pinen, sineol, performans, lipid peroksidasyon, bıldırcın

Abstract

Aim: The present study was conducted to determine the effects of essential oil mixtures rich in carvacrol, alpha-pinene and cineole supplementation in laying quail diets on performance, egg quality, and egg lipid peroxidation.

Materials and Methods: A total of 420 (280 females and 140 males) eight-week-old Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) were used. They were divided into 1 control group and 6 treatment groups containing 60 quails in each. Each group was divided into four replicate groups each containing 15 quails. The control group was fed basal diet. The diets of treatment groups occurring from carvacrol (C), alpha-pinene (P) and cineole (Cn) were supplemented with 100 and 1000 mg/kg essential oil mixed. The experimental period was lasted for 8 weeks.

Results: The results showed that feed consumption decreased in the P1000 and Cn1000 groups ($P<0.01$). Feed conversion ratio was improved in the C1000, P1000 and Cn1000 groups ($p<0.001$). The egg yolk malondialdehid level during storage periods decreased in the P1000 group on the 15th day ($P<0.05$) and in the C100, C1000 and P1000 groups on the 30th day ($P<0.001$) compared with the control group.

Conclusion: It was concluded that essential oil mixed supplementation rich in carvacrol or alpha-pinene can be used in laying quail diets because of these might be positive effect on feed conversion and the egg lipid peroxidation during storage periods.

Keywords: Carvacrol, alfa pinene, cineole, performance, oxidative stress, quails

Giriş

Hayvan beslemede antibiyotiklerin kullanımının yasaklanması ve sentetik ürünlerin sağlığı olumsuz etkilemesi sonucunda antibiyotiklere ve sentetik antioksidanlara alternatif; büyümeyi, yemden yararlanmayı ve sindirim sistemi sağlığını düzenleyici ürünlerin bulunmasına yönelik çalışmalara hız verilmiştir (Hertrampf 2001, Spornakova ve ark 2007). Bu hususta doğal, güvenli, kalıntı bırakmayan, antioksidan, antiinflamatuar, antimikrobiyal etkileri olan çeşitli bitki ve bitki ekstraktları kanatlı karma yemlerinde geniş ölçüde kullanılmaya başlanmıştır (Botsoglou ve ark 2002, Brenes ve Roura 2010, Biricik ve ark 2012). Yumurtacı kanatlı rasyonlarına ilave edilen esansiyel yağların çeşidine ve kullanım miktarlarına bağlı olarak yem tüketiminin azaldığı (Bölükbaşı ve ark 2008), yemden yararlanma oranı (Ma ve ark 2005, Çabuk ve ark 2006, Bölükbaşı ve Erhan 2007, Bölükbaşı ve ark 2008, Çabuk ve ark 2014) ile bazı yumurta kalite özelliklerinin (Bölükbaşı ve ark 2008, Özek ve ark 2011, Bölükbaşı ve ark 2010, Bulbul ve ark 2014, Cengiz ve ark 2015) olumlu yönde etkilendiği bildirilmektedir. Bunun yanı sıra, rasyonlarda bitki ekstraktlarının kullanılmasıyla birlikte yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta verimi ve yumurta ağırlığı (Botsoglou ve ark 2005a, Florou-Paneri ve ark 2005, Sızma ve ark 2014) ile bazı yumurta kalite özelliklerinin (Botsoglou ve ark 2005a, Florou-Paneri ve ark 2006, Bozkurt ve ark 2012, Sızma ve ark 2014) değişmediği yönünde bildirimler de bulunmaktadır.

Bitki ekstraktlarının bilinen etkilerinden biri de antioksidan aktiviteleridir. Söz konusu bu etki bitki ekstraktlarının çeşidine, kullanım düzeylerine, yapılarındaki temel aktif bileşiklere göre değişebilmektedir (Economou ve ark 1991, Özcan ve Arslan 2011, Boulanouar ve ark 2013). Çeşitli çalışmalarda esansiyel yağların bazı serum parametreleri üzerine antioksidatif durumu değiştirdiği (Botsoglou ve ark 2002, Bulbul ve ark 2016), yumurtada lipid oksidasyonunu önlediği (Yeşilbağ ve ark 2013, Bulbul ve ark 2014) bildirilmektedir. Kanatlıların karma yemlerinde esansiyel yağ kullanımına yönelik pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda esansiyel yağın elde edildiği bitki esas alınmış esansiyel yağın kompozisyonunda ikincil değerlendirilmiştir. Esansiyel yağların genelinde oranları değişmekle beraber en fazla bulunan içerikler karvakrol, alfa-pinen ve sineoldur (Florou-Paneri ve ark 2006, Spornakova ve ark 2007, Bulbul ve ark 2014). Bu çalışmada karvakrol, alfa-pinen ve sineolden zengin esansiyel yağ karışımlarının bıldırcınlarda kullanımının performans, yumurta verimi ve kalitesi ile yumurta lipid peroksidasyonu üzerine etkisi değerlendirildi.

Gereç ve Yöntem

Hayvanlar, rasyonlar ve deneme düzeni

Araştırmada toplam 420 adet (280 dişi ve 140 erkek) sekiz

haftalık yaşta Japon bıldırcını (*Coturnix coturnix japonica*) kullanıldı. Araştırma, her birinde 60 bıldırcın bulunan 7 grup halinde yürütüldü. Her bir grup da 15 (10 dişi ve 5 erkek) bıldırcından oluşan 4 alt gruba ayrıldı. Araştırma, Afyon Kocatepe Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun (AKÜHADYK-272-13) onayını takiben, AKÜ Hayvancılık Araştırma Merkezi'nde bulunan bıldırcın araştırma kümesinde yürütüldü.

Araştırmada kafes sisteminde barındırılan bıldırcınlara grup yemlemesi uygulanarak yem ve su günlük tüketilecek miktarda ad libitum olarak verildi. Araştırma süresince bıldırcınlara gündüz gün ışığıyla birlikte, gece floresan lambalarla 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık uygulandı. Havalandırma, pencere ve fanla yapıp ortamın sıcaklığının 22-24°C olması sağlanarak bu sıcaklığın deneme süresince devam etmesine özen gösterildi. Araştırma 8 haftada tamamlandı.

Araştırmayı oluşturan rasyonlara ait yem ham maddeleri Tı naztepe Un ve Yem Fabrikası'ndan (Afyonkarahisar) alındı. Ham besin madde içerikleri analiz edilen mısır, buğday, soya küspesi, kanola küspesi, mısır gluten unu ve bitkisel yağdan oluşturulan rasyonlar hayvanların NRC (1994)'de bildirilen gereksinimlerine göre hazırlandı (Tablo 1).

Araştırmada kullanılan esansiyel yağların kimyasal yapıları belirlendikten sonra her bir bitkinin karvakrol, alfa pinen ve sineol düzeylerine göre karışımlar hazırlandı. Kontrol grubu temel rasyonla beslenirken; deneme grupları karvakrol (*Thymus vulgaris* L.; kekik ve *Origanum vulgare* L.; kekik otu yağlarının karışımı), alfa pinen (*Pistacia terebinthus* L.; çam terebentin, *Salvia triloba* L.; adaçayı ve *Myrtus communis* L.; mersin yağlarının karışımı) ve sineolden (*Laurus nobilis* L.; defne, *Rosmarinus officinalis* L.; biberiye yağlarının karışımı) zengin olacak ve 3 ana gruba ayrılacak şekilde beslenmeye tabi tutuldu. Bu 3 ana grup ise 100 ve 1000 mg/kg olmak üzere 2 farklı düzeyde yağ karışımı rasyonlara püskürtme tarzında ilave edildi. Araştırmayı oluşturan gruplar Tablo 2'de gösterildi.

Rasyonun ve rasyona ilave edilen esansiyel yağların kimyasal bileşiminin belirlenmesi

Araştırmayı oluşturan rasyonun besin madde miktarları AOAC (2000)'de bildirilen analiz metotlarına göre belirlendi. Metabolize olabilir enerji (ME) düzeyinin hesaplanmasında aşağıda gösterilen Carpenter ve Clegg'in (1956) eşitliği kullanıldı.

$$ME \text{ (kcal/kg)} = 53 + 38 [(\% \text{ Ham Protein}) + (2.25 \times \% \text{ Ham Yağ}) + (1.1 \times \% \text{ Nişasta}) + (1.05 \times \% \text{ Şeker})]$$

Araştırmada kullanılan kekik (*Thymus vulgaris* L.), çam terebentin (*Pistacia terebinthus* L.), adaçayı (*Salvia triloba* L.)

Tablo 1. Temel rasyonun kimyasal bileşimi (%)

Yem maddeleri	%
Mısır	49.6
Buğday	8.75
Soya küspesi	17
Kanola küspesi	9
Mısır gluten unu	5.4
Bitkisel yağ	2
Kireçtaşı	6.1
Tuz	0.3
DCP	1.4
L-lizin	0.1
NaHCO ₃	0.1
Vitamin-mineral karması ¹	0.25
Kimyasal kompozisyon (analiz edilen)	
Ham protein (%)	19.9
Metabolize olabilir enerji ² (kcal/kg)	2895
Kalsiyum (%)	2.48
Toplam fosfor (%)	0.36

¹Her 2.5 kg vitamin-mineral karmasının içeriği: 12.000.000 IU vitamin A, 2.400.000 IU vitamin D₃, 30 g vitamin E, 2.5 g vitamin K₃, 2.5 g vitamin B₁, 6 g vitamin B₂, 4 g vitamin B₆, 20 mg vitamin B₁₂, 30 g niyasin, 8 g Ca-D-pantotenat, 1 g folik asit, 50 mg biyotin, 50 g vitamin C, 300 g kolin klorit, 100 g Mn, 60 g Zn, 60 g Fe, 5 g Cu, 1 g I, 0.5 g Co, 0.2 g Se.

ve defne (*Laurus nobilis* L.) ucucu yağlarına ait aktif maddeler ve miktarları Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Gıda Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Araştırma Laboratuvarı'nda; keklik otu (*Origanum vulgare* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve mersin (*Myrtus communis* L.) yağları ise Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde GC/MS analiz metodu ile belirlendi.

Performans özelliklerinin belirlenmesi

Araştırmanın başında ve sonunda bıldırcınlar tartılarak canlı ağırlıkları belirlendi. Gruplarda yumurta verimi kayıtları günlük tutuldu. Kırık, çatlak ve kabuksuz yumurtalar hasarlı olarak kaydedildi. Sonuçlar haftalık değerlendirildi. Gruplardan alınan yumurtalar haftada bir kez oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra birer birer hassas terazi ile tartılıp ağırlıkları saptandı. Gruplarda yemden yararlanma oranı iki haftada bir, kg yumurta için tüketilen yem miktarının hesaplanması ile bulundu.

Yumurta kalite özelliklerinin belirlenmesi

Gruplardan 4 haftada bir, 20 yumurta (her alt gruptan 5 yumurta) alınarak 24 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra yumurtalarda dış ve iç kalite özellikleri belirlendi. Yumurta şekil indeksinin hesaplanmasında gerekli olan yumurta genişliği ve uzunluğu kumpas (Mitutoyo Digimatic Caliper, CDN- P20PMX, Japan) ile; yumurta sarı indeksi, ak indeksi ve Haugh birimi için yumurtaların sarı yüksekliği, ak yüksekliği 1/100 mm duyarlılıkla "Mitutoyo" marka 3 ayaklı mikrometre; sarı çapı, ak uzunluğu ve ak genişliği kumpas (Mitutoyo Digimatic Caliper, CDN- P20PMX, Japan) ile ölçüldü. Sarı renk indeksi, Roch tarafından geliştirilmiş renk skalasıyla ölçüldü. Yumurta kabuk kalınlığı kırılan yumurtanın sivri, küp ve orta kısmından alınan örneklerde kabuk zarı çıkarıldıktan sonra mikrometre ile mmx102 olarak ölçüldü. Bu üç değer ortalaması kabuk kalınlığı olarak alındı (Card ve Nesheim, 1972). Bu değerler kullanılarak belirlenen yumurta kalite özelliklerine ait formüller aşağıda gösterilmektedir (Haugh 1937, Card ve Nesheim 1972):

Şekil indeksi (%) = Yumurta genişliği (mm) / Yumurta uzunluğu (mm) x 100

Sarı indeksi (%) = Sarı yüksekliği (mm) / Sarı çapı (mm) x

Tablo 2. Araştırmada kullanılan deneme düzeni.

Gruplar	Temel rasyon
Kontrol grubu	Eşit miktarda karıştırılmış kekik (<i>Thymus vulgaris</i> L.) ve keklik otu (<i>Origanum vulgare</i> L.) esansiyel yağ
K100; Karvakrol 100 grubu	karışımından 100 mg/kg
	Eşit miktarda karıştırılmış kekik (<i>Thymus vulgaris</i> L.) ve keklik otu (<i>Origanum vulgare</i> L.) esansiyel yağ
K1000; Karvakrol 1000 grubu	karışımından 1000 mg/kg
	Eşit miktarda karıştırılmış çam terebentin (<i>Pistacia terebinthus</i> L.), adaçayı (<i>Salvia triloba</i> L.) ve mersin (<i>Myrtus communis</i> L.) esansiyel yağ karışımından 100 mg/kg
P100; Pinen 100 grubu	Eşit miktarda karıştırılmış çam terebentin (<i>Pistacia terebinthus</i> L.), adaçayı (<i>Salvia triloba</i> L.) ve mersin (<i>Myrtus communis</i> L.) esansiyel yağ karışımından 1000 mg/kg
P1000; Pinen 1000 grubu	Eşit miktarda karıştırılmış defne (<i>Laurus nobilis</i> L.), biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) esansiyel yağ karışımından 100 mg/kg
S100; Sineol 100 grubu	Eşit miktarda karıştırılmış defne (<i>Laurus nobilis</i> L.), biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) esansiyel yağ karışımından 1000 mg/kg
S1000; Sineol 1000 grubu

Tablo 3. Karvakrol, alfa pinen ve sineol gruplarına ilave edilen esansiyel yağlar ve oranları.

Karvakrol grubu						Alfa-pinen grubu				Sineol grubu			
Kekik	%	Keklik otu	%	Çam terebt.	%	Adaçayı	%	Mersin	%	Defne	%	Biberiye	%
Karvakrol	79.59	Karvakrol	71.2	α pinen	81.64	α-pinene	61.59	α-pinene	31.2	1,8-Sineol	58.99	1,8-Sineol	43.96
Timol	11.46	Terpinen	10.0	β pinen	10.84	β-pinene	8.49	1,8-Sineol	24.2	Sabinen	6.65	Kamfen	11.09
Simen	3.34	Simen	9.8	Limonen	3.15	Kamfen	1.32	Limonen	13.8	α-pinene	2.94	β-pinene	1.40
Linalol	3.03	α-Pinene	1.7	Kamfen	1.33	Karen	0.76	Linalol	8.8	β-pinene	2.71	Limonene	1.77

Tablo 4. Yumurtacı bıldırcın rasyonlarında karvakrol, alfa-pinen ve sineolden zengin bazı esansiyel yağ karışımlarının performans üzerine etkisi.

	Karvakrol grubu			Alfa-pinen grubu			Sineol grubu		
Parametreler	Kontrol	K100	K1000	P100	P1000	S100	S1000	SEM	p
Canlı ağırlık, g									
Başlangıç	188.21	189.23	188.64	187.11	187.38	189.11	180.02	0.98	0.974
Bitiş	201.23	203.45	198.34	204.76	198.76	205.45	200.07	1.45	0.341
Yumurta verimi, %									
0-2 hafta	85.67	87.22	87.61	85.11	87.60	88.01	88.94	0.657	0.781
2-4 hafta	87.69	83.92	88.07	85.49	87.64	86.53	85.45	0.657	0.641
4-6 hafta	87.29	87.11	86.34	86.67	86.52	87.64	89.52	0.492	0.705
6-8 hafta	85.11 ^b	89.38 ^a	89.35 ^a	86.29 ^b	89.86 ^a	87.24 ^{ab}	88.36 ^{ab}	0.448	0.014
0-8 hafta	86.44	86.91	87.84	85.89	87.91	87.35	88.06	0.299	0.392
Yem tüketimi, g/gün									
0-2 hafta	37.38	35.88	35.03	35.94	35.38	36.30	34.77	0.356	0.559
2-4 hafta	36.88	36.01	34.43	36.75	34.16	35.98	34.59	0.314	0.059
4-6 hafta	36.86	35.67	35.60	35.89	33.68	36.44	33.82	0.323	0.063
6-8 hafta	36.47 ^a	35.26 ^{ab}	34.82 ^{ab}	36.13 ^a	33.32 ^b	35.19 ^{ab}	34.09 ^{ab}	0.278	0.017
0-8 hafta	36.90 ^a	35.70 ^{ab}	34.97 ^{ab}	36.18 ^a	34.13 ^b	35.98 ^{ab}	34.32 ^b	0.235	0.002
Yemden yararlanma oranı, kg yem/kg yumurta									
0-2 hafta	3.36	3.23	3.03	3.25	3.16	3.18	2.99	0.042	0.258
2-4 hafta	3.23 ^a	3.34 ^a	3.00 ^{bc}	3.31 ^a	2.96 ^c	3.19ab	3.07 ^{ab}	0.038	0.031
4-6 hafta	3.24 ^a	3.16 ^a	3.12 ^a	3.18 ^a	3.01 ^{ab}	3.22 ^a	2.89 ^b	0.029	0.006
6-8 hafta	3.33 ^a	3.04 ^{abc}	3.00 ^{bc}	3.25 ^{ab}	2.87 ^c	3.08 ^{ab}	2.99 ^{bc}	0.036	0.002
0-8 hafta	3.29 ^a	3.18 ^{ab}	3.04 ^{bc}	3.24 ^a	3.00 ^c	3.16 ^{ab}	2.98 ^c	0.025	0.000
Yumurta ağırlığı, g									
0-2 hafta	13.00	12.72	13.20	13.00	12.77	12.98	13.08	0.058	0.332
2-4 hafta	12.95	12.89	13.02	12.98	13.14	13.03	13.18	0.048	0.797
4-6 hafta	13.02	12.96	13.19	13.01	12.92	12.90	13.03	0.036	0.494
6-8 hafta	12.85	12.97	12.96	12.88	12.91	13.06	12.91	0.037	0.845
0-8 hafta	12.94	12.89	13.09	12.97	12.93	12.99	13.05	0.031	0.694

100

Ak indeksi (%)=Ak yüksekliği (mm)/Ak uzunluğu ve ak genişliği ortalaması (mm) x 100

Haugh birimi= 100 x log [Ak yüksekliği (mm) + 7.57-1.7 x Yumurta ağırlığı 0.37(g)]

Yumurta sarısı malondialdehit (MDA) düzeyinin belirlenmesi

Araştırmada her gruptan 30 yumurta (her alt gruptan 6) +4°C'de buzdolabında depolandı. Depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde 10'ar yumurtanın sarısı tartılarak ışık geçirmez

Tablo 5. Yumurtacı bıldırcın rasyonlarında karvakrol, alfa-pinen ve sineolden zengin bazı esansiyel yağ karışımlarının yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi.

Parametreler	Kontrol	K100	K1000	P100	P1000	S100	S1000	SEM	P
Şekil indeksi, %									
4.hafta	79.95	76.36	80.27	74.20	76.25	82.11	78.31	0.718	0.487
8.hafta	77.11	78.97	75.60	77.38	80.28	78.53	76.70	0.826	0.835
Kabuk kalınlığı, mm/100									
4.hafta	19.93	20.32	21.94	21.65	19.11	20.73	20.23	0.339	0.311
8.hafta	21.58	21.94	20.90	19.53	19.78	20.03	20.52	0.363	0.202
Sarı indeks, %									
4.hafta	47.43	47.42	50.80	52.98	48.96	54.27	50.28	0.763	0.095
8.hafta	52.06	49.44	51.07	48.21	52.87	47.63	49.86	0.645	0.259
Ak indeks, %									
4.hafta	12.81	12.29	12.47	12.98	12.29	12.47	12.59	0.144	0.321
8.hafta	13.10	12.44	12.15	12.64	12.45	12.03	12.10	0.178	0.679
Haugh birimi									
4.hafta	71.11	69.74	79.56	76.78	74.46	78.31	72.42	1.457	0.499
8.hafta	68.64	74.60	71.00	74.27	73.06	71.75	69.95	1.273	0.709
Sarı renk indeksi									
4.hafta	6.75	7.50	6.25	7.00	6.75	8.00	7.00	0.181	0.206
8.hafta	7.00	7.00	6.50	8.00	6.25	6.50	6.25	0.214	0.315

Gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir.

Tablo 6. Yumurtacı bıldırcın rasyonlarında karvakrol, alfa-pinen ve sineolden zengin bazı esansiyel yağ karışımlarının yumurta MDA düzeyi (mg MDA/kg yumurta) üzerine etkisi.

	Kontrol	K100	K1000	P100	P1000	S100	S100	S1000	SEM	p
1. gün	2.05	1.91	1.88	1.98	1.91	1.97	1.97	1.92	0.017	0.126
15. gün	3.12 ^a	3.01 ^{ab}	2.87 ^{ab}	2.93 ^{ab}	2.78 ^b	2.97 ^{ab}	2.97 ^{ab}	3.00 ^{ab}	0.027	0.021
30. gün	4.78 ^a	4.36 ^{bc}	4.27 ^c	4.60 ^{ab}	4.37 ^{bc}	4.57 ^{abc}	4.57 ^{abc}	4.48 ^{ab}	0.032	0.000***

^{a, b, c}: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir (*): P<0.05, (**): P<0.01, (***) P<0.001.

cam tüplere alındı. Takibinde, bu yumurta sarıları bahsi geçen günlerde MDA düzeyinin belirlenmesi amacıyla -18°C'de saklandı.

Depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde yumurta sarısı MDA düzeyi Kanner ve Rosenthal'ın (1992) belirttiği spektrofotometrik metodun ELISA'ya modifikasyonu ile ölçüldü. Numune yumurta sarılarından TBARS analizi için alınan 0.2 g örnek 10 ml'lik test tüplerine konularak, üzerlerine 1.8'er mL %3.86'lık perklorik asit konuldu. Homojenize edilen bu karışım filtre kâğıdından süzüldü. Süzüntüden 0.5 mL alınarak 20 mM TBA solüsyonundan 1 mL ile karıştırılarak kaynayan su banyosunda 30 dk bekletildi. Absorbans spektrofotometrede 532 nm'de okundu.

İstatistiksel analizler

İstatistiksel analizler için SPSS (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA)

paket programı kullanıldı. Verilerin istatistiksel analizi ve grupların ortalama değerleri arasındaki farklılığın önemliliği Varyans analiz metodu ile gruplar arası farklılığın önemlilik derecesi ise Tukey testi ile belirlendi. Önemlilik düzeyi P<0.05 olarak alındı.

Bulgular

Araştırmada deneme grupları rasyonuna ilave edilen esansiyel yağların bileşimi Tablo 3'de gösterildi. Karvakrol gruplarında kullanılan kekik ve keklik otu esansiyel yağlarında karvakrol düzeyi sırasıyla %79.59 ve %71.2 bulundu. İkinci sırada en fazla bulunan bileşiklerin ise kekikte timol (%11.46) ve keklik otunda ise p-cymene (%9.8) olduğu görüldü.

Alfa pinen gruplarında kullanılan çam terebentin, adaçayı ve mersin esansiyel yağlarında alfa pinen düzeyi sırasıyla %81.64, 61.59 ve 31.2 olarak belirlendi. İkinci sırada en fazla

bulunan ise çam terebentin ve adaçayında beta pinen sırasıyla %10.84, %18.96 ve mersinde 1,8-cineole (%24.2) olduğu bulundu.

Sineol gruplarında kullanılan defne ve biberiye esansiyel yağlarında 1,8-sineole düzeyinin sırasıyla %58.99 ve %43.96 bulunduğu ikinci sırada en fazla defnede sabinene (%6.65), biberiyede ise kamfen (%11.09) olduğu belirlendi.

Araştırmada başlangıç ve son canlı ağırlıklar ile yumurta ağırlığının gruplar arasında haftalara bağlı olarak değişmediği tespit edildi ($P>0.05$). Yumurta verimi araştırmanın 0-2., 2-4., 4-6. ve 0-8. haftalarında değişmezken ($P>0.05$); 6-8. haftalarda karvakrol grupları ile P1000 grubunda kontrol ve P100 grubuna göre daha fazla ($P<0.05$) yumurta verimi elde edildi. Yem tüketimi 6-8. haftalarda P1000 grubunda kontrol ve P100 grubuna göre azalırken ($P<0.05$), 0-8. haftadaki yem tüketiminin P1000 ve S1000 gruplarında kontrol ve P100 gruplarına göre daha düşük olduğu belirlendi ($P<0.01$). Yemden yararlanma oranının tüm araştırma süresince K1000, P1000 ve S1000 gruplarında kontrol grubuna göre azaldığı ($P<0.001$) tespit edildi (Tablo 4).

Araştırmada yumurta dış kalite özelliklerinden şekil indeksi ve kabuk kalınlığı ile yumurta iç kalite özelliklerinden sarı indeks, ak indeks, Haugh birimi ve sarı renk indeksinin rasyonlara ilave edilen karvakrol, alfa-pinen ve sineolden zengin esansiyel yağ karışımlarından etkilenmediği belirlendi ($P>0.05$, Tablo 5).

Araştırmada depolamaya bağlı olarak yumurta sarısı MDA düzeyinin 1. gün gruplar arasında değişmezken ($P>0.05$), sayısal olarak K1000 grubunda düşük olduğu belirlendi. Depolamanın 15. günündeki yumurta MDA düzeyinin P1000 grubunda ($P<0.05$), 30. gündeki MDA düzeyinin ise K100, K1000 ve P1000 gruplarında ($P<0.001$) kontrol grubuna göre azaldığı tespit edildi (Tablo 6).

Tartışma

Bu çalışmada yumurtacı bıldırcın rasyonlarına karvakrol, alfa-pinen ve sineolce zengin esansiyel yağ karışımı ilavesinin canlı ağırlıklar, yumurta verimi ve yumurta ağırlığı üzerine değişiklik oluşturmadığı belirlendi ($P>0.05$, Tablo 4). Esansiyel yağların ayrı ayrı ya da birarada kullanıldığı bazı çalışmalarda da yumurtacı rasyonlarına esansiyel yağ ilavesinin canlı ağırlık (Yesilbag ve ark 2013, Bulbul ve ark 2014), yumurta verimi (Botsoglou ve ark 2005a, Florou-Paneri ve ark 2005, Orhan ve Eren 2011, Bölükbaşı ve ark 2008, Sızma ve ark 2014) ve yumurta ağırlığını (Botsoglou ve ark 2005b, Florou-Paneri ve ark 2005, Orhan ve Eren 2011, Bulbul ve ark 2014) değiştirmediği bildirilmiştir. Buna karşın, çeşitli esansiyel yağların rasyona ilavesinin canlı ağırlığı artırdığı (Bassett 2000, Langhout 2000), yumurta verimini geliştirdiği (Ma ve ark 2005, Florou-Paneri ve ark 2005, Yesilbag ve ark 2013),

yumurta ağırlığını artırdığı (Bölükbaşı ve ark 2008, 2010) yönünde bildirimler bulunmaktadır. Tüm bu farklı bildirimler esansiyel yağların rasyona ilave edilen miktarı ile içeriğinin farklılığından kaynaklandığını düşündürmektedir. Bu bağlamda araştırmada kullanılan doz ve sürelerdeki karvakrol, alfa-pinen ve sineolce zengin esansiyel yağ karışımlarının yumurta verimini değiştirmediği bulunmuştur. Bununla beraber bu araştırmada 6-8 haftalar arasında karvakrol grupları ile P1000 gruplarında yumurta veriminde görülen artışın, bu uçucu yağların uzun süreli diyetle ilavesiyle yumurta verimini olumlu etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Esansiyel yağların, özellikle sindirim sistemi enzimleri üretimini artırarak ve karaciğer fonksiyonunu geliştirerek sindirim ürünlerinin kullanımını artırdığı ifade edilmektedir (Langhout 2000, Williams ve Losa 2001). Benzer şekilde çeşitli türlerden elde edilen esansiyel yağların tavuklarda rasyona ilavesinin aromatik karakterlerinden dolayı yem tüketimini artırarak büyümeyi teşvik ettiği rapor edilmektedir (Hertrampf 2001). Bu araştırmada ise yem tüketiminin P1000 ve S1000 gruplarında azalırken ($P<0.01$), yemden yararlanma oranının K1000, P1000 ve S1000 gruplarında olumlu etkilendiği ($P<0.001$) tespit edildi (Tablo 4). Bu bağlamda araştırma bulgusu alfa-pinen ve sineolun yemden yararlanma oranını daha olumlu etkilediğini göstermektedir. Bu bulgu bazı esansiyel yağların yem tüketimini azalttığı (Bölükbaşı ve ark 2008, Bulbul ve ark 2014) ve yemden yararlanma oranını geliştirdiği (Ma ve ark 2005, Çabuk ve ark 2006, Bölükbaşı ve Erhan 2007, Bölükbaşı ve ark 2008) yönündeki çalışmalarla örtüşmektedir.

Araştırmada yumurta dış ve iç kalite özelliklerinden yumurta şekil indeksi, kabuk kalınlığı; sarı indeksi, ak indeksi, Haugh birimi ve sarı renk indeksinin rasyonlardaki karvakrol, alfa-pinen ve sineolden zengin uçucu yağ karışımlarından etkilenmediği belirlendi ($P>0.05$, Tablo 5). Bu araştırma bulgusunun esansiyel yağların tek başına (Florou-Paneri ve ark 2005, Yeşilbag ve ark 2013, Bulbul ve ark 2014) ya da karışım şeklinde (Botsoglou ve ark 2005a, Yeşilbag ve ark 2013) rasyona ilavesinin yumurta şekil indeksi, Haugh birimi ve kabuk kalınlığı gibi yumurta kalitesinin özelliklerini değiştirmediği yönündeki bildirimler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Labiatae familyasında yer alan kekik ve keklik otu yağlarındaki karvakrol (Yeşilbag ve ark 2013) ile Myrtaceae familyasına ait mersin yağının içerdiği alfa-pinen (Bulbul ve ark 2014) gibi fenolik bileşiklerin yumurtalarda oksidatif stabiliteyi artırdığı rapor edilmektedir. Farklı aktif bileşiklere sahip esansiyel yağların bıldırcınlarda kullanıldığı çalışmalarda yağların tek başına artan miktarlarına göre alfa-pinen (Bulbul ve ark 2014) ve karvakrolce (Cengiz ve ark 2015) ya da farklı oranlarda karıştırılmış şekilde sineol ve karvakrolce (Yeşilbag ve ark 2013) zengin olması; bu yağların bıldırcın rasyonlarına ilavesinin 15. ve 30. günlerde depolanan yumurtalardaki sarı MDA düzeyini azalttığı bildirilmiştir. Bu-

nunla birlikte 3000 mg/kg kekik (Botsoglou ve ark 1997) ile 1000 mg/kg kekik (Radwan Nadia ve ark 2008), 500 mg/kg kekik ve kekik otunun (Orhan ve Eren 2011) da yer aldığı esansiyel yağ karışımıyla beslenen tavukların yumurtalarına yağlardaki aktif bileşenlerin geçtiği; böylece yumurta sarısı lipid oksidasyonunun azalarak yumurtaların uzun süre depolanabileceği saptanmıştır. Bu bağlamda bıldırcın rasyonlarına 1000 mg/kg alfa pinen ve karvakrol esansiyel yağ karışımı ilavesinin yumurtada lipid oksidasyonunu engellediği yönündeki araştırma bulgumuz bu bildirimlerle uyumluluk sağlamaktadır.

Öneriler

Elde edilen bulgular doğrultusunda, yumurtacı bıldırcın rasyonlarına farklı düzeylerde karvakrol, alfa-pinen ve sineol'den zengin bazı esansiyel yağ karışımları ilavesinin canlı ağırlık, yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve bazı yumurta kalite özelliklerini etkilemediği; bu karışımların 1000 mg/kg düzeyinin yemden yararlanma oranını geliştirdiği tespit edildi. Bu bağlamda yumurtacı bıldırcın rasyonlarına yemden yararlanma oranının iyileştirilmesi ve depolama koşullarındaki yumurtada lipid peroksidasyonun düşürülmesi için 1000 mg/kg düzeyinde alfa pinen veya karvakrol ilavesi önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Afyon Kocatepe Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından (Proje no: 13.VF.09) desteklenmiştir.

Kaynaklar

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 2000. Official Methods of Analysis, 17th edition, AOAC International, Maryland, USA.
- Bassett R, 2000. Oregano's positive impact on poultry production. World Poultry-Elsevier, 16, 31-34.
- Biricik H, Yesilbag D, Gezen SS, Bulbul T, 2012. Effects of dietary myrtle oil (*Myrtus communis* L.) supplementation on growth performance, meat oxidative stability, meat quality and erythrocyte parameters in quails. Revue Med Vet, 163, 131-138.
- Botsoglou NA, Florou-Paner 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 Sci, 43, 223-230.
- Botsoglou NA, Florou-Paneri P, Botsoglou E, Datas V, Giannenas I, Koidis A, Mittrakos P, 2005a. The effect of feeding rosemary, oregano, saffron and α -tocopheryl acetate on hen performance and oxidative stability of eggs. S Afr J Anim Sci, 35, 143-151.
- Botsoglou NA, Florou-Paneri P, Nikolakakis I, Giannenas I,

Dotas V, Botsoglou EN, Aggelopoulos S, 2005b. Effect of dietary saffron (*Crocus sativus* L.) on the oxidative stability of egg yolk. Br Poult Sci, 46, 701-707.

- Botsoglou NA, Yannakopoulos AL, Fletouris DJ, Tservenigoussi AS, Fortomaris PD, 1997. Effect of dietary thyme on the oxidative stability of egg yolk. J Agri Food Chem, 45, 3711-3716.
- Boulanouar B, Abdelaziz G, Aazza S, Gago C, Miguel MG, 2013. Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils. Ind Crops Prod, 46, 85-96.
- Bozkurt M, Kuçukyılmaz K, Pamukcu M, Cabuk M, Alcicek A, Catlı AU, 2012. Long-term effects of dietary supplementation with an essential oil mixture on the growth and laying performance of two layer strains. Italian J Anim Sci, 11, 23-28.
- Bölükbaşı SC, Erhan MK, Kaynar Ö, 2008. The effect of feeding thyme, sage and rosemary oil on laying hen performance, cholesterol and some proteins ratio of egg yolk and *Escherichia coli* count in feces, Arch Geflügelkd, 72, 231-237.
- Bölükbaşı SC, Urusan H, Erhan MK, Kızıltunc A, 2010. Effect of dietary supplementation with bergamot oil (*Citrus bergamia*) on performance and serum metabolic profile of hens, egg quality and yolk fatty acid composition during the late laying period. Arch Geflügelkd, 74, 172-177.
- Bölükbaşı ŞC, Erhan MK, 2007. Effect of dietary thyme (*Thymus vulgaris*) on laying hen performance and *Escherichia coli* (*E. coli*) concentration in faeces. Int J Nat Eng Sci, 1, 55-58.
- Brenes A, Roura E, 2010. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. Anim Feed Sci Tech, 158, 1-14.
- Bulbul T, Ulutas E, Ozdemir V, Bulbul A, Evcimen M, 2016. Effects of dietary supplementation of combined safflower meal and sunflower meal on fattening performance, carcass quality characteristics in quails. Eurasian J Vet Sci, 32, 41-47.
- Bulbul T, Yesilbag D, Ulutas E, Biricik H, Gezen SS, Bulbul A, 2014. Effect of myrtle (*Myrtus communis* L.) oil on performance, egg quality, some biochemical values and hatchability in laying quails. Revue Med Vet, 165, 280-288.
- Cabuk M, Bozkurt M, Alcicek A, Catlı AU, Baser KHC, 2006. Effect of a dietary essential oil mixture on performance of laying hens in the summer season. S Afr J Anim Sci, 36, 215-221.
- Cabuk M, Eratak S, Alcicek A, Bozkurt M, 2014. Effects of herbal essential oil mixture as a dietary supplement on egg production in quail. Sci World J, 1-4.
- Card LE, Nesheim, MC, 1972. Poultry Production, 11th edition, Lea and Febiger, Philadelphia, USA, pp: 274-337.
- Carpenter KJ, Clegg KM, 1956. The metabolizable energy of poultry feedingstuffs in relation to their chemical composition. J Sci Food Agric, 7, 45-51.
- Cengiz SS, Yesilbag D, Meral Y, Cetin I, Biricik H, 2015. Juniper oil improves oxidative stability and eggshell and albumin quality of quail eggs. Br Poult Sci, 56, 58-65.
- Economou KD, Oreopoulou V, Thomopoulous CD, 1991. Antioxidant properties of some plant extracts of the Labiatae

- family. *J Am Oil Chem Soc*, 68, 109-113.
- Florou-Paneri P, Dotas V, Mitsopoulos I, Dotas V, Botsoglou E, Nikolakakis I, Botsoglou N, 2006. Effect of feeding rosemary and α -tocopheryl acetate on hen performance and egg quality. *J Poult Sci*, 43, 143-149.
- Florou-Paneri P, Palatos G, Govaris A, Botsoglou D, Giannas I, Ambrosiadis A, 2005. Oregano herb versus oregano essential oil as feed supplements to increase the oxidative stability of turkey meat. *International J Poult Sci*, 11, 866-871.
- Haugh R, 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poult Magazine*, 43, 552-555.
- Hertrampt JW, 2001. Alternative antibacterial performance promoters. *Poult Int*, 40, 50-52.
- Kanner J, Rosenthli I, 1992. An assessment of lipid oxidation in foods. *Pure Appl Chem*, 64, 1959-1964.
- Langhout, P, 2000. New additives for broiler chickens. *World Poultry-Elsevier*, 16, 22-27.
- Ma DY, Shan AS, Chen ZH, Du J, Song K, Li JP, Xu QY, 2005. Effects of *ligustrum lucidum* and *schisandra chinensis* on the egg production, antioxidant status and immunity of laying hens during heat stress. *Arch Anim Nutr*, 59, 439-447.
- National Research Council (NRC), 1994. Nutrient Requirements of Poultry, 9th revised edition, Natl Acad Press, Washington, USA, pp: 44-46.
- Orhan F, Eren M, 2011. Effect of herbal mixture supplementation to fish oiled layer diets on lipid oxidation of egg yolk, hen performance and egg quality. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 58, 33-39.
- Özcan MM, Arslan D, 2011. Antioxidant effect of essential oils of rosemary, clove and cinnamon on hazelnut and poppy oils. *Food Chem*, 129, 171-174.
- Özek K, Wellmann, KT, Ertekin B, Tarım B, 2011. Effects of dietary herbal essential oil mixture and organic acid preparation on laying traits, gastrointestinal tract characteristics, blood parameters and immune response of laying hens in a hot summer season. *J Anim Feed Sci*, 20, 575-586.
- 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. *Int J Poult Sci*, 7, 134-150.
- Sızmaç Ö, Yıldız G, Köksal BH, 2014. Effects of single or combined dietary supplementation of boric acid and plant extract mixture on egg production, egg quality and blood cholesterolemia in laying hens. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 20, 599-604.
- Spernakova D, Mate D, Rozanska H, Kovac G, 2007. Effects of dietary rosemary extract and α -tocopherol on the performance of chickens, meat quality, and lipid oxidation in meat stored under chilling conditions. *Bulletin Vet Inst Pulawy*, 51, 585-589.
- Williams P, Losa R, 2001. The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. *World Poult-Elsevier*, 17, 14-15.
- Yesilbag D, Gezen SS, Biricik H, Meral Y, 2013. Effect of dietary rosemary and oregano volatile oil mixture on quail performance, egg traits and egg oxidative stability. *Br Poult Sci*, 54, 231-237.