

AYÇİÇEK VE BALIK YAĞI KATILAN YUMURTA TAVUĞU
RASYONLARINA E ve C VİTAMİNİ İLAVESİNİN YUMURTA SARISI YAĞ
ASİTLERİ KOMPOZİSYONU İLE MALONDİALDEHİT DÜZEYİNE ETKİSİ*

Hüseyin ESECELİ**

Recep KAHRAMAN***

**Effect of dietary supplementation of sunflower and fish oil with additive vitamin E
or C on fatty acid compositions of egg yolks and malondialdehyde levels in layer
hens**

Summary: The purpose of this research is to determine the effects of vitamin E and C (100 and 400 ppm, respectively), added to layer hen rations including 4% oil sources (sunflower oil and fish oil) on egg yolk fatty acid composition and malondialdehyde (MDA) level. In this study, 108 layer hens (ISA-Brown) at 69 weeks of age were used. They were divided into 6 groups, each including 18 birds. The diets of the groups were sunflower oil (SFO), sunflower oil + vitamin E (SFO + E), sunflower oil + vitamin C (SFO + C), fish oil (FO), fish oil + vitamin E (FO + E) and fish oil + vitamin C (FO + C), respectively. The research lasted 56 days.

The lowest saturated fatty acids (SFA) levels were found in SFO + E group and the highest level was in FO + E group. Egg yolk monounsaturated fatty acids (MUFA) levels showed a decrease tendency in the fish and sunflower oil groups. On the other hand, polyunsaturated fatty acids (PUFA) and n-6 levels in yolk were found lower in fish oil supplemented groups compared to the sunflower oil groups. Dietary sunflower oil increased egg yolk linoleic acid level. Egg yolk n-3 levels were found higher in fish oil groups than the sunflower oil groups. Dietary fish oil increased egg yolk α -linolenic acid, eicosapentanoic acid (EPA) and docosahexanoic acid (DHA) levels. Dietary sunflower oil increased egg yolk n-6/n-3 ratio although dietary fish oil decreased this ratio evidently.

Eggs collected in the periods (start of the experiment and 28. days) except at the 8. week, MDA levels were found lower in sunflower oil groups compared to fish oil groups ($p < 0.001$). Yolk MDA levels obtained from the fish oil and sunflower oil group at 4. week decreased with supplementation of vitamin E and C.

Key Words: Layer, sunflower oil, fish oil, vitamin, fatty acid, malondialdehyde

* Birinci yazarın doktora tezinden özetlenmiştir.

** Balıkesir Üniversitesi, Bandırma Meslek Yüksek Okulu, BALIKESİR

*** İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları ABD, İSTANBUL,
recep@istanbul.edu.tr

Özet: Bu çalışma, %4 düzeyinde farklı iki yağ kaynağı (ayçiçek yağı ve balık yağı) içeren yumurta tavuğu rasyonlarına E ve C vitaminleri (sırasıyla, 100 ve 400 ppm) ilavesinin yumurta sarısı yağ asitleri kompozisyonuna ve malondialdehit (MDA) düzeyine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmada 69 haftalık yaşta 108 adet yumurtacı hibrit (ISA-Brown) kullanılmıştır. Her birinde 18 adet tavuk bulunacak şekilde 6 gruba "ayçiçek yağı (AY), ayçiçek yağı + E vitamini (AYE), ayçiçek yağı + C vitamini (AYC), balık yağı (BY), balık yağı + E vitamini (BYE) ve balık yağı + C vitamini (BYC)" ayrılmıştır. Deneme 56 gün sürmüştür.

Araştırmada en düşük doymuş yağ asidi (SFA) düzeyi AYE grubuna ait yumurta sarılarında, en yüksek ise BYE grubunda saptanmıştır. Balık ve ayçiçek yağlı gruplarda yumurta sarısı tekli doymamış yağ asidi (MUFA) düzeyleri azalma eğilimi göstermiştir. Diğer yandan, balık yağlı rasyon verilen tavuklardan elde edilen yumurta sarısı yağındaki çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve n-6 düzeyleri ayçiçek yağlı gruplara göre daha düşük bulunmuştur. Rasyona ayçiçek yağı ilavesi ile yumurta sarısı linoleik asit düzeyi yükselmiştir. Balık yağlı rasyon verilen tavuklardan elde edilen yumurta sarısı n-3 düzeyleri ayçiçek yağlı rasyona beslenen gruplara göre daha yüksek saptanmıştır. Rasyona balık yağı ilavesi yumurta sarısı yağın α-linolenik asit, ekosaheksaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) düzeylerini belirgin olarak yükseltmiştir. Rasyona ayçiçek yağı katılması yumurta sarısı n-6/n-3 oranını arttırmış, balık yağı ilavesi ise bu oranı düşürmüştür.

Denemenin 8. haftasında toplanan yumurtalar hariç, diğer dönemlerde (deneme başlangıcı ve 4. hafta) ayçiçek yağlı rasyon verilen grupların yumurta sarısı MDA düzeyleri balık yağlı gruplara göre daha düşük bulunmuştur ($p < 0.001$). Çalışmanın 4. haftasında toplanan AY ve BY grubuna ait yumurta sarılarında saptanan MDA düzeyi, rasyona E ve C vitaminleri ilavesi ile azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yumurta tavuğu, ayçiçek yağı, balık yağı, vitamin, yağ asidi, malondialdehit

Giriş

Yumurtada çoğunlukla proteinlere bağlı olarak (%56-64 trigliserid ve %28-31 fosfolipid) yaklaşık 6 g yağ bulunmaktadır (8). Yumurta sarısında bulunan %11-12 oranındaki yağın %60'a yakını doymuş yağ asitlerinden oluştuğu bildirilmiştir (4). Yumurta sarısı yağının bileşimi üzerine rasyonun bileşiminden başka bakım ve çevre koşulları ile yaşın ve iklimin etkisi de bulunmaktadır (19). Son yıllarda, tavuklardaki besleme stratejisi yumurtanın n-3 yağ asidi kompozisyonunun artırılması yönündedir (3). Ancak, ticari yumurtalar genellikle n-6 PUFA (çoklu doymamış yağ asidi) açısından zengin (özellikle linoleik asit), n-3 yağ asitleri bakımından ise fakirdir (23).

Omega-3 yağ asitlerince zengin gıdalar olarak; balık yağı, deniz algleri, keten tohumu ve yeşil yapraklı sebzeler bildirilmektedir (16). Omega-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş yumurta elde edilmesine yönelik çalışmalar bu zengin kaynaklara yumurta tavuğu rasyonlarında yer verilmesi fikrinden esinlenmiştir. Rasyonda balık yağının kullanılması ile yumurta sarısında uzun zincirli yağ asitleri düzeyinin önemli derecede arttığı bildirilmiştir (17). Balık yağlı rasyonlarda yumurta sarısı yağ asitlerinin doymuşluk düzeyi azalmış, linoleik ve α-linolenik asit düzeyi ile birlikte n-6 ve n-3 düzeyi ise yükselmiştir (2). Dokosaheksaenoik asit (DHA) içeriği bakımından zengin deniz alglerinin kullanıldığı bir çalışmada (24) ise yumurta sarısında ringa yağına göre daha yüksek ve istenilen düzeyde DHA'nın biriktiği görülmüştür. Ekosaheksaenoik asit (EPA) ve DHA bakımından zengin ringa yağı içeren rasyonların kullanılması sonucu yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu istenilen düzeyde olmasının yanında lezzet bakımından değişiklikler oluşmuştur. Balık ve deniz yosunlarında bol miktarda n-3 yağ

asidi bulunmasına rağmen, bu kaynakların fiyatlı olması ve ayrıca ağır metaller içermesi nedeniyle insanlar tarafından isteksiz tüketilmektedir.

Yumurtanın renk, koku ve lezzeti rasyon değişikliklerinden etkilenmektedir. Omega-3 yağ asitlerinden zengin hammaddelerin kullanımı sonucu elde edilen yumurtalarda oksidasyona bağlı olarak yumurta lezzetinde değişiklikler oluşabileceği ifade edilmiştir (17, 24). Yumurtanın PUFA düzeyinin artırılması beraberinde oksidatif bozulma ve neticesinde besleyici değerini etkileyen sorunları da gündeme getirmiştir. Doymamış yağ asidi ve özellikle de PUFA kapsayan yemlerde acılaşıma daha fazla olmakta ve yemlerdeki E vitamini zarar görmektedir. Dolayısıyla hayvanın E vitamini gereksinimini arttırmaktadır. Balık yağı veya unu katılmış yemler yüksek düzeyde PUFA içerdiği için gerektiği gibi antioksidan maddeler konulmaz ise E vitamini eksikliğine neden olabilir (26). Yeme E vitamini ilavesi hayvansal ürünlerin ve özellikle de yumurta sarısı lipit stabilizesini artırdığı bildirilmiştir (3, 7). Rasyona yüksek düzeyde E vitamini katılması oksidasyona bağlı şekillenen yumurtadaki kötü kokuların giderilmesinde önem taşımaktadır (14). Ayrıca, oksidatif bozulmaya karşı rasyona C vitamini ilavesinde yararlı etki oluşacağı belirtilmiştir (20). Diğer yandan, E ve C vitaminleri arasında belirli bir etkileşim bulunmaktadır. E vitamini hücre zarında antioksidan olarak fonksiyon gören bir vitamindir. C vitamini ise okside olmuş E vitamini indirgeyerek onun hücre düzeyinde tekrar antioksidan olarak görev yapmasını sağlamaktadır. Hayvan beslemede oksidatif etkileri önlemek için genellikle sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Yumurta tavuğu yemlerine lipitlerin stabilizesini sağlamak amacıyla α -tokoferollerin katılması önerilmektedir (3, 7).

Bu çalışma, %4 düzeyinde farklı iki yağ kaynağı (ayçiçek yağı ve balık yağı) içeren yumurta tavuğu rasyonlarına E ve C vitaminleri (sırasıyla, 100 ve 400 ppm) ilavesinin yumurta sarısı yağ asitleri kompozisyonu ve lipit oksidasyon parametresi olan malondialdehit (MDA) düzeyine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada kullanılan 69 haftalık yaşta 108 adet yumurta tavuğu (ISA-Brown) her birinde 18 adet tavuk bulunan şekilde "ayçiçek yağı (AY), ayçiçek yağı + E vitamini (AYE), ayçiçek yağı + C vitamini (AYC), balık yağı (BY), balık yağı + E vitamini (BYE) ve balık yağı + C vitamini (BYC)" gruplarına ayrılmıştır. Yumurta tavuğu rasyonlarına E ve C vitaminleri sırasıyla 100 ve 400 ppm olarak ilave edilmiştir. Deneme 56 gün sürmüştür. Hayvanlara verilen rasyonlar %16 ham protein ve 11.50 MJ/kg metabolize olabilir enerji içerecek şekilde hazırlanmıştır (Tablo 1).

Araştırmada kullanılan balık yağı (Roche, ROPUFA® '30' n-3 Food Oil) Roche Vitamins (UK) Ltd., Roche Affiliates & Distributors, firmasından temin edilmiştir. Kullanılan balık yağı en az %30 n-3 PUFA içermekte olup, kapsamında rafine balık yağı (n-3 yağ asidi kaynağı), biberiye ekstraktı, karışık tokoferoller ve askorbil palmitat bulunmaktadır. Çalışmada kullanılan ayçiçek yağı ticari bir tavukçuluk işletmesinden

sağlanmıştır. Ayrıca, yeme katılan E vitamini (Rovimix 421-F, %4'lük) ve C vitamini (Rovimix C, %10'luk) Roche Müstahzarları Sanayi A.Ş.'den temin edilmiştir.

Tablo 1. Yumurta tavuğu rasyonunun bileşimi
Table 1. Composition of layer diets

Yem hammaddeleri	%
Mısır	25.50
Buğday	32.00
Soya fasulyesi küspesi (ekstrude, %45 HP)	20.00
Buğday kepeği, ince	8.00
Yağ	4.00
Kireç taşı	9.00
Dikalsiyumfosfat	0.50
Vitamin ve mineral premiksi ⁽¹⁾	0.30
Tuz	0.25
Lizin	0.15
DL-metiyonin	0.20
Antioksidan ⁽²⁾	0.10

(1) Premiksin her kg'da bulunan vitamin ve mineral madde miktarları: A vitamini, 4 800 000 IU; D₃ vitamini, 960 000 IU; E vitamini, 12 g; K₁ vitamini, 1 g; B₁ vitamini, 1.2 g; B₂ vitamini, 2.8 g; B₆ vitamini, 1.6 g; B₁₂ vitamini, 6 mg; niyasin, 16 g; kalsiyum D-pantotenat, 3.2 g; folik asit, 0.4 g; C vitamini, 20 g; kolin klorit, 60 g; karofil kırmızısı, 6 g; karofil sarısı, 2 g; D-biyotin, 18 mg; mangan, 32 g; demir, 16 g; çinko, 24 g; bakır, 2 g; iyot, 0.8 g; kobalt, 0.2 g; selenyum, 60 mg; antioksidan, 4 g.

(2) Antioksidan – Oxistop® Premix (Etoksikuinin, BHT, sitrik asit karışımı)

Araştırma İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalına ait deneme kümesindeki yumurta tavuğu kafeslerinde yürütülmüştür. Hayvanlar yemlerini *ad libitum* olarak tüketmişlerdir. Kafeslerde bulunan nipple suluk sistemi ile su devamlı olarak verilmiştir. Deneme kümesinde 17 saatlik günlük aydınlatma programı flüoresan lamba ile sağlanmıştır.

Tablo 2. Rasyonların besin maddeleri içeriği (%) ve enerji düzeyleri (ME, MJ / kg yem)**Table 2.** Nutrients content (%) and energy levels (ME, MJ/kg) of layer diets

	Deneme grupları*					
	AY	AYE	AYC	BY	BYE	BYC
Kuru madde, %	92.21	92.08	91.01	90.72	92.14	92.22
Ham protein, %	15.98	16.33	16.71	16.54	15.85	16.09
Ham yağ, %	7.24	7.32	7.29	6.92	7.13	7.09
Ham selüloz, %	3.73	3.85	3.64	3.60	3.92	3.59
Ham kül, %	11.60	11.65	11.64	11.54	11.45	11.68
N'suz öz madde**, %	53.66	52.93	51.73	52.12	53.79	53.77
Nişasta, %	35.53	35.73	35.47	35.38	35.82	35.93
Şeker, %	3.41	3.43	3.40	3.21	3.25	3.26
Kalsiyum, %	3.69	3.97	3.71	3.91	3.57	3.43
Fosfor, %	0.39	0.43	0.35	0.49	0.32	0.46
ME, MJ / kg yem ***	11.34	11.45	11.45	11.26	11.31	11.35

* Deneme grupları: AY (Ayçiçek yağı); AYE (Ayçiçek yağı + E vitamini); AYC (Ayçiçek yağı + C vitamini); BY (Balık yağı); BYE (Balık yağı + E vitamini); BYC (Balık yağı + C vitamini)

** N'suz öz madde, % = Kuru madde, % - (Ham protein, % + Ham yağ, % + Ham selüloz, % + Ham kül, %)

*** ME, MJ / kg = (0.03431 x Ham yağ, g/kg) + (0.01551 x Ham protein, g/kg) + (0.01669 x Nişasta, g/kg) + (0.01301 x Şeker, g/kg)

Deneme yemlerinin kimyasal analizleri AOAC (1)'de bildirilen yöntemlere göre yapılmıştır. Tablo 2'de doğal halde rasyonların besin maddeleri içeriği ve enerji düzeyleri verilmiştir. Yemlerin metabolize olabilir enerji düzeyleri (ME, MJ/kg yem), analiz sonuçlarına göre yemlerde tespit edilen ham yağ, ham protein, nişasta ve şeker düzeyleri dikkate alınarak hesaplanmıştır (12).

Araştırmada kullanılan ham yağ ve yem ile yumurta sarısı yağlarında bulunan yağ asitlerinin kompozisyonları esterleştirme metoduna göre (11) gaz kromatografik olarak saptanmıştır. Bu amaçla, araştırmanın başlangıcında, 4. ve 8. haftalarında toplanan ve rasgele seçilen 5'er adet yumurtanın sarıları birleştirilerek analiz için örnekleme yapılmıştır. Ön işlemden geçirilen örnekler derin dondurucuda saklandıktan sonra TÜBİTAK – MAM, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırma Enstitüsünde bulunan gaz kromatografi cihazına (Thermoquest Trace GC) enjekte edilmiştir.

Yumurta sarısı lipit peroksidasyon parametresi malondialdehit (MDA) düzeyinin belirlenmesi amacıyla denemenin başlangıcında ve 4. ve 8. haftalarında toplanan ve rasgele seçilen 5'er adet yumurta analizler yapılmaya kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Yumurta sarısı MDA düzeyleri modifiye edilmiş distilasyon metoduna

göre (13) ekstinksiyon katsayısı ve okunan absorbans değeri dikkate alınarak hesaplanmıştır " MDA (nmol/mg) = 1.92306 (ekstinksiyon katsayısı) x okunan absorbans değeri".

Dönemler bazında yumurta sarılarından örnekleme yapıldığından, yağ asidi verilerinde istatistiksel değerlendirme uygulanmamıştır. Farklı dönemlere göre saptanan MDA verileri ise SPSS istatistik paket programı yardımıyla tek yönlü varyans (ANOVA) analizi ile değerlendirilmiştir (22). Gruplara ait veri ortalamaları arasındaki farklılıklar TUKEY HSD testi ile karşılaştırılmıştır. Araştırma gruplarına ait veriler 0.05 güvenlik eşiğine göre istatistiksel analize tabi tutulmuştur (21).

Bulgular ve Tartışma

Rasyonların yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonuna etkisi

Araştırmada kullanılan yağ kaynaklarının ve bu kaynakları içeren rasyonların yağ asidi kompozisyonları Tablo 3'de, deneme başlangıcı ve denemenin 4. ve 8. haftalarında yumurta sarılarında saptanan yağ asidi düzeyleri ise sırasıyla Tablo 4, 5 ve 6'da verilmiştir.

Tablo 3. Yağ kaynağı ve rasyonların yağ asidi kompozisyonları, %

Table 3. Fatty acid composition of oil sources and diets, %

Yağ asitleri	Yağ kaynağı		Rasyon	
	AY*	BY**	AY*	BY**
Miristik asit, C14:0	0.08	7.41	0.14	3.99
Palmütik asit, C16:0	6.75	19.36	7.23	12.38
Palmiteoleik asit, C16:1n7c	0.16	5.98	0.29	3.53
Stearik asit, C18:0	3.77	4.22	1.54	2.74
Oleik asit, C18:1n9c	36.40	9.42	25.13	10.96
Linoleik asit, C18:2n6c	50.37	1.36	62.48	12.65
α -Linolenik asit, C18:3n3	0.18	1.13	1.54	1.17
Arahidonik asit, C20:4n6	-	0.06	-	0.51
Ekosapentaenoik asit, C20:5n3c	0.10	12.25	0.26	10.81
Dokosaheksaenoik asit, C22:6n3c	0.02	15.85	-	9.93
Doymuş yağ asitleri (Σ SFA)	12.11	33.57	9.47	22.14
Tekli doymamış yağ asitleri (Σ MUFA)	36.77	19.69	25.55	18.60
Çoklu doymamış yağ asitleri (Σ PUFA)	50.70	32.12	64.36	35.89
n-6	50.40	2.77	62.57	13.91
n-3	0.29	29.35	1.80	21.98
n-6/n-3	173.40	0.09	35.34	0.63

* AY - Ayçiçek yağı

** BY - Balık yağı

Gerek denemede kullanılan balık yağında ve gerekse balık yağı içeren rasyonda doymuş yağ asidi (SFA) düzeyi, ayçiçek yağına ve ayçiçek yağlı rasyona göre daha yüksek bulunmuştur (Tablo 3). Diğer yandan, denemede kullanılan balık yağının miristik, palmitik ve stearik asitlerin düzeyleri rasyona katılan ayçiçek yağına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Deneme sonunda en düşük SFA düzeyi AYE grubuna ait yumurta sarılarında, en yüksek ise BYE grubunda saptanmıştır (Tablo 6). Bu durum balık ve ayçiçek yağlı rasyonların SFA kompozisyonlarına da yansımıştır. Bir çalışmada (2), balık yağlı rasyonlarda yumurta sarısı yağ asitlerinin doymuşluk düzeyinin azaldığı bildirilmiştir.

Tablo 4. Araştırma başlangıcında yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu, %
Table 4. Fatty acid composition (%) of egg yolk at starter of the experiment

Yağ asitleri	Deneme grupları					
	AY	AYE	AYC	BY	BYE	BYC
C14:0	0.41	0.40	0.40	0.41	0.39	0.38
C16:0	23.20	27.10	24.03	22.04	22.94	24.87
C16:1n7c	4.63	4.86	4.39	4.74	3.93	3.79
C18:0	5.58	7.63	6.02	4.35	5.11	7.44
C18:1n9c	54.88	46.54	50.32	52.58	52.76	44.86
C18:2n6c	6.57	7.82	9.47	11.28	10.76	10.90
C18:3n3	0.27	0.23	0.36	0.48	0.45	0.36
C22:6n3c	0.13	0.42	0.26	0.08	0.08	0.61
Σ SFA	29.48	35.40	30.75	27.09	28.77	33.02
Σ MUFA	60.41	52.35	55.69	58.27	57.57	49.86
Σ PUFA	7.84	10.27	11.35	12.61	11.95	14.08
n-6	7.35	9.46	10.62	11.97	11.35	12.94
n-3	0.49	0.81	0.73	0.64	0.60	1.13
n-6/n-3	15.27	11.67	15.24	18.80	19.04	11.42

Deneme grupları: AY (Ayçiçek yağı); AYE (Ayçiçek yağı + E vitamini); AYC (Ayçiçek yağı + C vitamini); BY (Balık yağı); BYE (Balık yağı + E vitamini); BYC (Balık yağı + C vitamini)

Denemenin 8. haftasında toplanan yumurta sarılarından elde edilen yağlarda en yüksek miristik asit düzeyi BY grubunda tespit edilmişken, en düşük AYC grubunda bulunmuştur (Tablo 6). Ayrıca, en yüksek palmitik ve stearik asit düzeyi BYE grubu

yumurta sarısı yağlarında saptanırken, en düşük palmitik asit seviyesi AYE grubunda ve en düşük stearik asit düzeyi ise BY grubunda tespit edilmiştir. Bu değişkenlikte rasyona katılan yağın yanı sıra bileşimindeki karbonhidrat kaynaklı yağ asidi miktarları da etkili olmuştur.

Tablo 5. Araştırmanın 4. haftasında yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu, %
Table 5. Fatty acid composition (%) of egg yolk at 4. week of the experiment

Yağ asitleri	Deneme grupları					
	AY	AYE	AYC	BY	BYE	BYC
C14:0	0.31	0.35	0.20	0.69	0.65	0.72
C16:0	23.06	22.05	25.47	25.07	25.88	23.99
C16:1n7c	2.15	2.30	1.14	3.19	3.30	2.96
C18:0	7.06	4.66	13.75	8.05	8.95	8.08
C18:1n9c	40.14	42.68	34.62	41.07	38.29	40.42
C18:2n6c	21.74	24.24	16.08	10.10	9.96	12.77
C18:3n3	0.28	0.37	0.10	0.58	0.50	0.74
C20:5n3c	-	-	-	0.67	0.60	0.61
C22:6n3c	0.31	0.06	0.76	4.61	6.13	4.30
Σ SFA	30.67	27.34	39.64	34.67	32.29	33.62
Σ MUFA	43.12	45.68	36.76	45.11	42.52	44.26
Σ PUFA	24.51	25.63	21.25	16.58	17.83	19.18
n-6	23.77	25.11	20.20	10.66	10.53	13.46
n-3	0.74	0.51	1.05	5.92	7.30	5.72
n-6/n-3	32.19	48.96	19.27	1.80	1.44	2.35

Deneme grupları: AY (Ayçiçek yağı); AYE (Ayçiçek yağı + E vitamini); AYC (Ayçiçek yağı + C vitamini); BY (Balık yağı); BYE (Balık yağı + E vitamini); BYC (Balık yağı + C vitamini)

Tablo 6. Araştırmanın 8. haftasında yumurta sarısı yağ asidi düzeyleri, %**Table 6.** Fatty acid composition (%) of egg yolk at 8. week of the experiment

Yağ asitleri	Deneme grupları					
	AY	AYE	AYC	BY	BYE	BYC
C14:0	0.58	0.30	0.28	0.86	0.67	0.78
C16:0	24.26	19.60	20.19	23.23	24.86	21.18
C16:1n7c	3.43	1.93	1.87	3.94	3.67	3.34
C18:0	4.57	5.37	5.70	3.22	6.69	5.86
C18:1n9c	37.93	44.49	50.77	45.83	43.73	46.35
C18:2n6c	18.84	17.63	16.95	11.86	10.70	14.98
C18:3n3	0.24	0.63	0.22	0.82	0.63	0.88
C20:4n6	2.42	-	0.53	0.21	-	0.18
C20:5n3c	0.17	0.60	-	0.50	0.59	0.30
C22:6n3c	0.44	0.22	0.07	1.41	3.44	1.11
Σ SFA	29.40	25.95	26.48	28.27	33.04	28.77
Σ MUFA	42.50	48.10	53.31	51.14	48.24	50.84
Σ PUFA	22.58	22.13	18.64	15.22	15.89	17.85
n-6	21.59	20.28	18.26	12.42	11.17	15.50
n-3	1.00	1.84	0.38	2.80	4.72	2.35
n-6/n-3	21.68	11.78	48.70	4.45	2.37	6.60

Deneme grupları: AY (Ayçiçek yağı); AYE (Ayçiçek yağı + E vitamini); AYC (Ayçiçek yağı + C vitamini); BY (Balık yağı); BYE (Balık yağı + E vitamini); BYC (Balık yağı + C vitamini)

Tavuklar yemleriyle aldıkları karbonhidratlardan da yağları sentezlediği için yumurta sarısı yağının bileşimi normal bir yemlemede çok az farklılık göstermektedir. Yağdan yoksun veya az yağlı yemlerin verilmesi halinde yumurta sarısı yağında doymuş yağ asitlerinin oranı artmakta ve doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içeren yemler verildiğinde ise değişiklikler görülmektedir. Diğer yandan, bir çalışmada (16), balık yağının yumurta sarısı stearik asit düzeyini azalttığı bildirilmiştir.

Denemede kullanılan ayçiçek yağının ve bu yağı içeren rasyonun tekli doymamış yağ asidi (MUFA) düzeyleri, balık yağına ve balık yağlı rasyona göre daha yüksek

tespit edilmiştir (Tablo 3). Deneme sonunda en düşük (MUFA) düzeyi AY grubuna ait yumurta sarısında ve en yüksek ise AYC grubunda bulunmuştur (Tablo 6). Bu dönemde BYC grubu hariç, diğer gruplardan toplanan yumurta sarılarında saptanan MUFA düzeyleri, denemenin başlangıcına göre düşük saptanmıştır.

Balık yağının palmiteoleik asit düzeyi ayçiçek yağına göre daha yüksek olmuşken, oleik asit seviyesi daha düşük bulunmuştur. Bu durum balık ve ayçiçek yağlı rasyonların MUFA kompozisyonuna da benzer şekilde yansımıştır (Tablo 3). Denemenin sonunda en yüksek palmiteoleik asit düzeyi BY grubunda ve en düşük seviye ise AYC grubunda saptanmıştır (Tablo 6). Diğer yandan AYC grubunda en yüksek yumurta sarısı oleik asit düzeyi tespit edilirken, en düşük AY grubunda bulunmuştur. Yumurtada bulunan yağ asitlerinin çoğunu (%53-56) doymamış yağ asitlerinin oluşturduğu bildirilmiştir (4).

Araştırma sonunda en düşük çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) düzeyi BY grubunda, en yüksek ise AY grubunda tespit edilmiştir (Tablo 6). Denemede kullanılan ayçiçek yağının PUFA düzeyi, balık yağındaki PUFA seviyesine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca, ayçiçek yağı içeren rasyonda, balık yağlı yeme göre daha yüksek seviyede PUFA bulunmuştur (Tablo 3). Diğer yandan, deneme başlangıcında balık yağlı rasyonla beslenen tavukların yumurta sarısı PUFA düzeyleri daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Bununla birlikte, araştırmanın 4. ve 8. haftalarında balık yağlı rasyon verilen tavuklardan elde edilen yumurta sarısı yağındaki PUFA düzeyleri, ayçiçek yağlı gruplara göre daha düşük saptanmıştır (Tablo 5 ve 6). Genel olarak, hem ayçiçek ve hem de balık yağlı rasyonla besleme sonucunda yumurta sarısı PUFA düzeyleri başlangıç dönemine göre beklendiği gibi belirgin bir şekilde yükselmiştir.

Balık yağı ve balık yağlı rasyonun n-6 yağ asidi düzeyi ayçiçek yağı ve ayçiçek yağlı rasyona göre daha düşük saptanmıştır (Tablo 3). Yumurta sarısı PUFA düzeylerine benzer olarak, deneme başlangıcında balık yağlı rasyonla beslenen tavukların yumurta sarısı n-6 düzeyleri daha yüksek bulunmuştur. Deneme sonunda en düşük n-6 yağ asidi düzeyi BYE grubu tavukların yumurta sarılarında, en yüksek ise AY grubunda tespit edilmiştir (Tablo 6). Araştırmanın 4. ve 8. haftalarında balık yağlı rasyon verilen tavukların yumurta sarısı yağındaki n-6 düzeyleri ayçiçek yağlı gruplara göre daha düşük saptanmıştır (Tablo 4 ve 5). Diğer yandan, BY grubunun 4. haftada ve BYE grubunun ise hem 4. ve hem de 8. haftalardaki yumurta sarısı n-6 düzeyi başlangıç dönemine göre daha düşüktür. Ancak, diğer grupların yumurta sarısı n-6 düzeyleri başlangıç dönemine göre yükselmiştir. Bir çalışmada (2), balık yağlı rasyonların linoleik asit düzeyi ile birlikte n-6 düzeyini de yükselttiği bildirilmiştir.

Denemede kullanılan balık yağının ve balık yağlı rasyonun linoleik asit düzeyi ayçiçek yağına ve ayçiçek yağlı rasyona göre daha düşük bulunmuştur (Tablo 3). Diğer yandan, n-6 grubu yağ asidi üyesi olan arahidonik asit ise sadece balık yağında

saptanmıştır. Denemenin 8. haftasında toplanan yumurta sarılarında tespit edilen linoleik ve arahidonik asit düzeyleri değişken bulunmuştur (Tablo 6). Bu dönemde en yüksek linoleik asit düzeyi AY grubunda ve en düşük ise BYE grubunda saptanmıştır. Rasyona ayçiçek yağı ilavesi ile yumurta sarısı linoleik asit düzeyi belirgin bir şekilde yükselmiştir. Diğer yandan, rasyonuna E vitamini katılan tavuklardan (AYE ve BYE) elde edilen yumurta sarılarında arahidonik asit tespit edilmemiştir. Diğer gruplar içinde ise en yüksek arahidonik asit düzeyi AY grubunda saptanırken, en düşük BYC grubu yumurta sarılarında saptanmıştır.

Araştırmada beklendiği gibi balık yağı kaynağı ve balık yağı içeren rasyonun n-3 düzeyi, ayçiçek yağı ve ayçiçek yağlı rasyona göre daha yüksek saptanmıştır (Tablo 3). Doğal olarak da balık yağlı rasyon verilen tavuklardan elde edilen yumurta sarısı n-3 düzeyleri ayçiçek yağlı rasyonla beslenen gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Yumurta sarısı n-3 düzeyleri, denemenin başlangıcında BYC grubu hariç diğer gruplarda birbirine yakın saptanmıştır (Tablo 4). Deneme sonunda ise en düşük n-3 yağ asidi düzeyi AYC grubu yumurta sarısı yağlarında, en yüksek de BYE grubunda tespit edilmiştir (Tablo 6).

Genç ve ergin kanatlıların rasyonlarında linoleik asidin %0.9 düzeyinde bulunması yeterli görülmüştür. Bu oranın yumurta tavuklarında %1.5 kadar çıktığı bildirilmiştir (25). Balık yağının rasyona katılmasıyla da linoleik asit ihtiyacının karşılanacağı da belirtilmiştir (8). Rasyon linoleik asit düzeyinin incelendiği bir araştırmada (5), linoleik asitten zengin rasyon verildiğinde yumurta sarısı arahidonik asit düzeyinin azaldığı, linolenik asit bakımından zengin rasyon verildiğinde ise ekosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) düzeyinin arttığı ve her iki yağ asidinin azalan arahidonik asit düzeyini dengelemek amacıyla yükseldiği bildirilmiştir. Ayrıca, linoleik asit n-6 düzeyini ve linolenik asit ise n-3 seviyesini arttırmıştır. Başka bir çalışmada, EPA ve DHA bakımından zengin ringa yağı içeren rasyonların kullanılması sonucu yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu istenilen düzeye ulaşmıştır (17). DHA içeriği bakımından zengin deniz alglerinin kullanıldığı diğer bir çalışmada (24) ise yumurta sarısında ringa yağına göre daha yüksek ve istenilen düzeyde DHA'nın biriktiği görülmüştür. Başka bir literatürde ise (18), yumurta tavuğu rasyonlarında alglerin kullanılmasıyla yumurta sarısında özellikle EPA olmak üzere n-3 yağ asidi miktarının artacağı bildirilmiştir.

Bu araştırmada kullanılan balık yağının α -linolenik, EPA ve DHA asitlerin düzeyleri, ayçiçek yağına göre beklendiği gibi daha yüksek bulunmuştur. Ancak, beklenen aksine ayçiçek yağlı rasyonda α -linolenik asit düzeyi balık yağlı rasyona göre daha yüksek saptanmıştır (Tablo 3). Diğer yandan, n-3 grubu yağ asitlerinin başlıca temsilcilerinden olan EPA ve DHA sadece balık yağlı rasyonda bulunması beklenen bir sonuçtur. Denemenin 8. haftasında toplanan yumurta sarılarında tespit edilen α -linolenik asit, EPA ve DHA düzeyleri oldukça değişken bulunmuştur (Tablo 6). Bu dönemde en

yüksek α -linolenik asit düzeyi BYC grubunda, en düşük ise AYC grubunda saptanmıştır. Ayrıca, BYE grubunda en yüksek DHA düzeyi saptanırken, en düşük ayçiçek yağlı gruplarda ve özellikle de AYC grubunda tespit edilmiştir. Rasyona sadece balık yağı ilavesi yumurta sarısı yağı α -linolenik asit, EPA ve DHA düzeylerini yükseltmiştir. Yumurtadaki DHA içeriğinin artırılmasında bitkisel yağ kaynaklarının balık ve deniz yosununa göre daha az etkili olduğu bildirilmiştir (16). Yumurtanın n-3 yağ asidi ve E vitamini kompozisyonunun artırılması amacıyla düzenlenen bir çalışmada (15), farklı E vitamini düzeyleri (0, 50, 100 ve 200 ppm) ve %3 balık yağı ilavesi özellikle EPA ve DHA olmak üzere n-3 yağ asidi seviyesini yükseltmiş ve arahidonik asit miktarını azaltmıştır. Diğer yandan, rasyonun E vitamini düzeyinin yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonuna etkisi önemsiz bulunmuştur.

Yumurta sarılarında n-3 ve n-6 düzeyleri kadar önemli bir diğer parametrede n-6/n-3 oranıdır. Tavukların beslenmesinde kullanılan ayçiçek yağı ve ayçiçek yağlı rasyonun n-6/n-3 oranı, balık yağı ve balık yağlı rasyona göre belirgin derecede daha yüksek bulunmuştur (Tablo 3). Denemenin başlangıcında BYC grubu hariç diğer balık yağlı rasyonla beslenen tavukların yumurta sarılarında saptanan n-6/n-3 oranı, ayçiçek yağlı yem tüketen gruplara göre daha yüksek tespit edilmiştir (Tablo 4). Bununla birlikte, denemenin 4. ve 8. haftalarında balık yağlı gruplardan toplanan yumurta sarılarında n-6/n-3 oranı, ayçiçek yağlı gruplara göre belirgin düzeyde daha düşük bulunmuştur (Tablo 5 ve 6). Denemenin 4. haftasında AYE grubunun, ayrıca 8. haftada AYC grubunun yumurta sarısı yağı n-6/n-3 oranının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan, denemenin 8. haftasında en düşük n-6/n-3 oranı BYE grubu yumurta sarısı yağlarında, en yüksek ise AYC grubunda saptanmıştır. Rasyona ayçiçek yağı ilavesi yumurta sarısı yağı n-6/n-3 oranını arttırmışken, balık yağı ilavesi bu oranı belirgin bir şekilde düşürmüştür. Yemde n-3 düzeyinin yükseltilmesinin yanı sıra n-6/n-3 oranı dengesinin önemi vurgulanmaktadır. Balık yağı içeren rasyonla besleme sonucunda kontrol diyeteye göre n-6 yağ asitlerinin ve n-6/n-3 yağ asitleri oranı önemli ölçüde azalırken, n-3 yağ asitleri miktarı artmıştır (9).

Rasyonların yumurta sarısı malondialdehit (MDA) düzeyine etkisi

Araştırmada yumurta sarılarında lipit peroksidasyon parametresi olarak analizi yapılan malondialdehit (MDA, nmol/mg) sonuçlarına göre gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0.001$). Genel olarak, analiz sürecine bağlı olarak (0., 30., 60. ve 90. dakikalarda) yumurta sarısı örneklerinde saptanan MDA düzeyleri gittikçe yükselmiştir (Tablo 7). Bu çalışmada balık yağlı rasyon verilen grupların (BY, BYE ve BYC) yumurta sarısı MDA düzeyleri ayçiçek yağlı gruplara (AY, AYE ve AYC) göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Rasyonun özelliği nedeniyle balık yağında doymamış yağ asitlerinin daha fazla olması ve bu yağ asitlerinin de oksidasyona müsait bir yapıda bulunması bu sonucu doğrular niteliktedir. Yumurtanın rengi, kokusu ve

lezzeti rasyon değişikliklerinden, özellikle de rasyonun yağ asidi kompozisyonundan etkilenmektedir (17). Yüksek düzeyde doymamış yağ asidi içeren rasyonların verilmesi ile elde edilen ürünlerde lipit peroksidasyon sorunu oluşmaktadır (16). Yağların oksidatif acılaşması sonucunda oluşan bileşikler yumurtaya geçerek istenmeyen karakterdeki kokunun ortaya çıkmasına yol açmaktadır (20).

Omega-3 yağ asitlerinden zengin hammaddelerin kullanımı sonucu elde edilen yumurtalarda oksidasyona bağlı olarak yumurta lezzetinde değişiklikler oluşabileceği ifade edilmiştir (16, 17, 24). Yumurtanın PUFA düzeyinin artırılması beraberinde oksidatif bozulma ve neticesinde besleyici değerini etkileyen sorunları da gündeme getirmiştir. Bir çalışmada (10), balık yağının rasyonlara %0, 1, 2 ve 3 oranlarında katılması sonucu yemleme süresi ve rasyondaki yağın artmasıyla birlikte yumurta sarısında EPA ve DHA'nın önemli oranda artmış ve balık yağının bir antioksidanla birlikte kullanılması sonucunda ise yumurtada balık kokusu sorunu gözlenmemiştir.

Denemenin 4. haftasında ayçiçek ve balık yağlı rasyonlara E ve C vitaminlerinin katılmasıyla tüm gruplarda yumurta sarılarında saptanan MDA düzeyinin azalmış olması, E ve C vitaminlerinin antioksidan etkisini bu dönemlerde yeterince gösterdiğinin bir kanıtı olarak kabul edilebilir. Ayrıca bu dönemlerde C vitamininin yemdeki antioksidan etkisinin E vitaminine göre daha belirgin olduğu görülmektedir.

Denemenin 8. haftasında her iki yağ kaynaklı ve özellikle de balık yağlı gruplarda E ve C vitaminleri ilavesi ile de yumurta sarısı MDA düzeyleri yükselmiştir (Tablo 7). Bu durum aktif E ve C vitaminlerinin yemlerdeki miktarının azalmasına ve antioksidan etkisini tam olarak göstermediğine yorumlanabilir. Bu çalışmadaki gibi doymamış yağ asidi içeren yemlerde acılaşma daha fazla olmakta ve yemlerdeki E vitamini de zarar görmektedir. Dolayısıyla yemlerde PUFA oranının fazla olması hayvanlarda E vitamini gereksinimini de arttırmaktadır. Balık yağı veya unu katılmış yemlerin yüksek düzeyde PUFA içermesi nedeniyle rasyona antioksidan madde katılmadığında E vitamini eksikliğine yol açtığı bildirilmiştir (26).

Oksidatif etkilerin önlenmesi amacıyla yeme antioksidanların katılması yem sanayiinde yaygın bir şekilde uygulanmaktadır (3, 7). Bu amaçla genellikle yemlerde lipitlerin stabilizesini sağlamak amacıyla yumurta tavuğu yemlerine α -tokoferollerin katılması önerilmektedir (7). Yeme E vitamini ilavesinin hayvansal ürünlerin ve özellikle de yumurta sarısı lipit stabilitesini arttırmıştır (3, 14). Bir çalışmada (6), n-3 yağ asitlerinden zenginleştirilmiş yumurtalardaki lipit oksidatif stabilitesinin, rasyona 200 ppm düzeyinde α -tokoferol asetat katılmasıyla korunacağı bildirilmiştir. Diğer yandan, rasyona C vitamini ilavesinde de oksidatif stabilitenin korunmasında başarılı olunacağı belirtilmiştir (20).

Tablo 7. Yumurta sarısı malondialdehit düzeyleri (MDA, nmol/mg), n=5

Table 7. Malondialdehyde concentrations in egg yolk (MDA, nmol/mg), n=5

Deneme grupları	0. dk	30. dk	60. dk	90. dk
	Deneme başlangıcı			
Ayçiçek yağı (AY)	0.345 ^e	0.519 ^d	0.582 ^d	0.717 ^d
Ayçiçek yağı + E vitamini (AYE)	0.333 ^f	0.567 ^c	0.660 ^b	0.718 ^d
Ayçiçek yağı + C vitamini (AYC)	0.442 ^d	0.714 ^a	0.473 ^f	0.614 ^e
Balık yağı (BY)	0.491 ^b	0.525 ^d	0.560 ^e	1.337 ^c
Balık yağı + E vitamini (BYE)	0.467 ^c	0.524 ^d	0.594 ^c	1.940 ^a
Balık yağı + C vitamini (BYC)	0.539 ^a	0.642 ^b	0.890 ^a	1.398 ^b
<i>SEM</i>	0.018	0.018	0.032	0.116
<i>P</i>	***	***	***	***
4. Hafta				
Ayçiçek yağı (AY)	0.489 ^c	0.620 ^d	0.594 ^c	0.667 ^d
Ayçiçek yağı + E vitamini (AYE)	0.402 ^e	0.517 ^e	0.541 ^d	0.585 ^e
Ayçiçek yağı + C vitamini (AYC)	0.196 ^f	0.495 ^f	0.437 ^e	0.519 ^f
Balık yağı (BY)	0.816 ^a	0.912 ^a	0.837 ^a	0.928 ^a
Balık yağı + E vitamini (BYE)	0.601 ^b	0.769 ^b	0.664 ^b	0.755 ^c
Balık yağı + C vitamini (BYC)	0.467 ^d	0.728 ^c	0.659 ^b	0.793 ^b
<i>SEM</i>	0.046	0.036	0.030	0.033
<i>P</i>	***	***	***	***
8. Hafta				
Ayçiçek yağı (AY)	0.354 ^d	0.598 ^e	0.617 ^d	0.733 ^e
Ayçiçek yağı + E vitamini (AYE)	0.390 ^c	0.656 ^c	0.662 ^c	0.717 ^d
Ayçiçek yağı + C vitamini (AYC)	0.337 ^e	0.642 ^d	0.620 ^d	0.633 ^e
Balık yağı (BY)	0.339 ^e	0.494 ^f	0.410 ^e	0.448 ^f
Balık yağı + E vitamini (BYE)	0.774 ^d	0.851 ^b	0.942 ^a	0.853 ^a
Balık yağı + C vitamini (BYC)	0.537 ^b	0.870 ^a	0.779 ^b	0.762 ^b
<i>SEM</i>	0.038	0.033	0.040	0.031
<i>P</i>	***	***	***	***

a-f) Dönemlere göre aynı sütunda farklı harf taşıyan grupların ortalama değerleri birbirinden farklıdır (p<0.05)

*** p<0.001

Sonuç

İnsan tüketimine sunulan yumurtanın yağ asidi kompozisyonu, hayvanın beslenmesine bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Rasyonda balık yağı kullanılması, insan sağlığı için önem arz eden n-3 yağ asitleri düzeyini arttırmakta ve n-6/n-3 oranı düşürmektedir. Ancak, doymamış yağ asitlerince ve özellikle de n-3 yağ

asitleri bakımından zengin balık yağlarının kullanılmasında, oksidasyon sorununun önlenmesi amacıyla yağın mutlaka antioksidan bir madde ile korunması gereklidir.

Kaynaklar

1. AOAC.: Official Methods of Analysis, 14th ed. Association of Official Agricultural Chemist, Washington, DC, 1984.
2. Baucells, M.D., Crespo, N., Barroeta, A.C., Lopez-Ferrer, S., Grashorn, M.A.: Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. Poultry Sci., 2000; 79 (1): 51-59.
3. Cherian, G., Wolfe, F.W., Sim, J.S.: Dietary oils with added tocopherols: Effect on egg or tissue tocopherols, fatty acids and oxidative stability. Poultry Sci., 1996; 75: 423-431.
4. Demirulus, H.: Yumurta tüketiminin kan kolesterolü üzerindeki etkisi. Uluslar arası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı, İstanbul, 3-6 Haziran, Bildiriler, 1999, 308-315.
5. Du, M., Ahn, D.U., Sell, J.L.: Effects of dietary conjugated linoleic acid and linoleic: Linolenic acid ratio on polyunsaturated fatty acid status in laying hens. Poultry Sci., 2000; 79 (12): 1749-1756.
6. Galobart, J., Barroeta, A.C., Baucells, M.D., Codony, R., Ternes, W.: Effect of dietary supplementation with rosemary extract and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in eggs enriched with ω 3-fatty acids. Poultry Sci., 2001; 80: 460-467.
7. Galobart, J., Barroeta, A.C., Baucells, M.D., Guardiola, F.: Oxidation in fresh and spray-dried ω 3 and ω 6 fatty acid enriched eggs: Vitamin E vs. Canthaxanthin. In: Proceedings of the VIII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. Bologna, Italy, 1999, 165-169.
8. Halle, I.: Effects of dietary fat on egg components, fatty acids composition of egg yolk, hatchability and growth of progeny by breeding hens. World's Poultry science Association Proceedings, 11th European Symposium on Poultry Nutrition. August 24-28, Faaborg, Denmark. 1997, 46-56.
9. Hargis, P.S., Elswyk, M.E.V., Hargis, B.M.: Dietary modification of yolk lipid with menhaden oil. Poultry Sci., 1991; 70: 917-922.
10. Huang, Z., Leibovitz, H., Lee, C.M., Millar, R.: Effect of dietary fish oil on omega-3 fatty acid levels in chicken eggs and thigh flesh. American Chemical Society 1990; 38 (3): 743-747.
11. IUPAC.: Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives. Method. 2.301, International Union of Pure and Applied Chemistry, Applied Chemistry Division, Commission on Oils, Fats and Derivaties. 6th ed. Part 1, Paquot C, Centre

- National de la Recherche Scientifique, F-94320 Thiais, France, Pergamon Press, 1979, 96-102.
12. **Kirchgessner, M.:** Tierernahrung, 10., Neubearbeitete Auflage, Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. Verlags Union Agrar, ISBN 3-7690-0549-X, Seite, 1997, 140.
 13. **Kornbrust, D.J., Mavis, R.D.:** Relative susceptibility of microsomes from lung, heart, liver, kidney, brain and testes to lipid peroxidation; correlation with vitamin E content. *Lipid*, 1980; 15: 315-322.
 14. **Leeson, S., Caston, L., Mc Laurin, T.:** Organoleptic evaluation of eggs produced by laying hens fed diets containing graded levels of flaxseed and vitamin E. *Poultry Sci.*, 1998; 77: 1436-1440.
 15. **Meluzzi, A., Sirri, F., Manfreda, G., Tallarico, N., Franchini, A.:** Effects of dietary vitamin E on the quality of table eggs enriched with with n-3 long-chain fatty acids. *Poultry Sci.*, 2000; 79 (4): 539-545.
 16. **Meluzzi, A., Tallarico, N., Sirri, F., Franchini, A.:** Using dietary fish oils to enrich yolks with omega-3 polyunsaturated fatty acids. *World's Poultry science Association Proceedings. 11th European Symposium on Poultry Nutrition. August 24-28, Faaborg, Denmark. 1997, 283-285.*
 17. **Nardone, A., Valfre, F.:** Effects of changing production methods on quality of meat, milk and eggs. *Livestock Production Sci.*, 1999; 59: 165-182.
 18. **Nitsan, Z., Mokady, S., Sukenik, A.:** Enrichment of poultry products with omega-3 fatty acids by dietary supplementation with the alga *Nannochloropsis* and mantur oil. *J Agricultural Food Chemistry* 1999; 47 (12): 5127-5132.
 19. **Scheideler, S.E., Jaroni, D., Froning, G.W.:** Strain and age effects on egg composition from hens fed diets rich in n-3 fatty acids. *Poultry Sci.*, 1998; 77 (2): 192-196.
 20. **Sheehy, P.J.A., Morrissey, P.A., Buckley, D.J., Neill, L.O., Wen, J.:** Advances in research and application of dietary antioxidants. *World's Poultry science Association Proceedings. 11th European Symposium on Poultry Nutrition. August 24-28, Faaborg, Denmark. 1997, 57-63.*
 21. **Snedecor, G.W., Cochran, W.G.:** *Statistical Methods*, 7th ed., The Iowa State Univ. Press, Ames., Iowa, 1980.
 22. **SPSS.:** SPSS for windows, Standard version 10.0.1, SPSS Inc., Headquarters, Chicago, Illinois, 1999.
 23. **Surai, P.F., Sparks, N.H.C.:** Designer eggs: from improvement of egg composition to functional food. *Trends in Food Science & Technology*, 2001; 12 (1): 7-16.

24. **Van Elswyk, M.E.:** Comparison of n-3 fatty acid sources in laying hen rations for improvement of whole egg nutritional quality: a review. *The British Journal of Nutrition* 1997; 78: Suppl., 1: 61-69.
25. **Yalçın, S., Çiftçi, İ.:** Yemlik yağlar ve özellikleri. *Yem Magazin*, Aralık, 1996, 41-46.
26. **Yılmaz, H., Gün, H.:** E vitamini ve selenyumun biyolojik ve immunolojik önemi. *Bültendif, Veteriner Bülten*, 1995; 5: 2-4.