

### FARKLI YAĞ ASİTİ KAYNAKLARININ YUMURTA SARISI YAĞ ASİTİ KOMPOZİSYONU VE MALONDİALDEHİT DÜZEYİNE ETKİSİ\*

Recep KAHRAMAN\*\* İsmail ABAŞ\*\* Haydar ÖZPINAR\*\*  
Ahmet Yavuz PEKEL\*\* Halil Can KUTAY\*\* Onur KESER\*\*

#### Effects of different fatty acid sources on fatty acid composition and malondialdehyde levels in layers

**Summary:** The purpose of this research was to determine the effects of three different types of oil sources (sunflower oil, linseed oil and fish oil) added to layer hens rations including 2% and 4% oil levels in their rations on egg yolk fatty acid composition and malondialdehyde (MDA) levels.

In this study, 120-layer (ISA-Brown) at 34 weeks of age was used. They were divided into 6 groups, each including 20 birds. The diets of the groups were 2% sunflower oil (SFO), 2% linseed oil (LO), 2% fish oil (FO), 4% SFO, 4% LO and 4% FO, respectively. The research lasted 56 days.

At the end of the experiment, while the lowest total saturated fatty acid (SFA) level was found in 4% FO group's egg yolk, the highest level was found in 2% SFO group. The lowest and the highest MUFA rate were found in 4% LO group and 4% SFO group, respectively. On the other hand, the highest PUFA level was found in 4% LO group's egg yolk, and the lowest was found in 4% SFO. In the experiment, n-6 fatty acid level of egg yolk in 2% FO group and n-3 fatty acid level of egg yolk in 4% SF group were found lower. Also, n-6 and n-3 fatty acid level of egg yolk in 4% LO group was found higher. The n-3 fatty acid level of egg yolks obtained from chicks fed diet supplemented with LO and FO was found higher than those of fed diet supplemented with SFO. Supplementation of FO and LO increased  $\alpha$ -linolenic acid, EPA, DHA levels of egg yolk. At the end of the experiment, the lowest n-6 / n-3 rates were found in 4% LO group and FO group, the highest was found in 2% and 4% SFO groups.

MDA levels of egg yolks were found statistically different between groups in all experimental periods ( $p < 0.001$ ). Depending on analysis period, MDA levels of egg yolk samples collected from experimental groups increased linearly as time depending (0, 30, 60, and 90 minutes). Generally, egg yolk MDA levels included 2% and 4% SFO groups were found lower than those of similar levels of LO and FO groups ( $p < 0.001$ ).

**Key Words:** Layer, fish oil, linseed oil, sunflower oil, fatty acid, malondialdehyde

\* Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projelerince desteklenmiştir. Proje No: 1635/30042001

\*\* İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları ABD, 34 320 / AVCILAR - İSTANBUL

**Özet:** Bu çalışmada, yumurta tavuğu yemlerinde %2 ve 4 düzeydeki 3 farklı yağ kaynağının (balık, keten ve ayçiçek yağları) yumurta sarısı yağ asitleri kompozisyonuna ve malondialdehit (MDA) düzeyine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada 34 haftalık yaşta 120 adet yumurtacı tavuk (ISA-Brown) kullanılmıştır. Yumurta tavukları her birinde 20 adet bulunacak şekilde 6 gruba "%2 ayçiçek yağı (AY), %2 keten yağı (KY), %2 balık yağı (BY), %4 AY, %4KY ve %4 BY" ayrılmıştır. Deneme 56 gün sürmüştür.

Deneme sonunda en düşük toplam doymuş yağ asidi düzeyi BY4 grubu yumurta sarılarında, en yüksek ise AY2 grubunda saptanmıştır. En düşük ve en yüksek MUFA düzeyi ise sırasıyla KY4 ve AY4 gruplarında bulunmuştur. Diğer yandan en yüksek PUFA düzeyi KY4 grubu yumurta sarılarında, en düşük ise AY4 grubunda tespit edilmiştir. Araştırmada BY2 grubunda yumurta sarısı n-6 yağ asitleri düzeyi, AY4 grubunda ise n-3 yağ asitleri düzeyi düşük bulunmuştur. Ayrıca, KY4 grubu yumurta sarılarında n-6 ve n-3 yağ asitlerinin de daha yüksek olduğu saptanmıştır. Keten ve balık yağlı rasyon verilen tavuklardan elde edilen yumurta sarısı n-3 düzeyleri ayçiçek yağlı rasyonla beslenen gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Rasyona balık ve keten yağı ilavesi yumurta sarısı yağı  $\alpha$ -linolenik asit, EPA ve DHA düzeylerini de yükseltmiştir. Deneme sonunda en düşük n-6 / n-3 oranı KY4 ve BY4 grubu yumurta sarısı yağlarında, en yüksek ise AY2 ve AY4 gruplarında saptanmıştır.

Yumurta sarılarının malondialdehit düzeyleri bakımından tüm dönemlerde gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel yönden önemli bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). Analiz sürecine bağlı olarak (0., 30., 60. ve 90. dakikalarda) deneme gruplarından toplanan yumurta sarısı örneklerinde saptanan MDA düzeyleri zaman içerisinde yükselmiştir. Genel olarak, AY2 ve AY4 gruplarının yumurta sarısı MDA düzeyleri aynı düzeylerde yeme keten ve balık yağı katılan gruplara göre daha düşük saptanmıştır ( $p < 0.001$ ).

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

## Giriş

Günümüzde insanların beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak yağ tüketimi margarin ve kızartma yağları yönünde olması linoleik asit (C18:2n6) alımının artmasına yol açmıştır. Oysa diğer esansiyel yağ asitleri arasında bulunan linolenik asit (C18:3n3) ile ekosaetenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dokosaheksaetenoik asit (DHA, C22:6n3) tüketimi azalmaktadır. Bu tür uzun zincirli yağ asitlerinin kalp hastalıklarını önlenmesinin yanı sıra erken dönemde zeka gelişimi, hastalıklara direnç, çocuk doğum ağırlığı gibi pek çok önemli etkisi bulunmaktadır (15). Diğer yandan, son yıllarda tavuklardaki besleme stratejisi uzun zincirli n-3 yağ asidi kaynakları ile beslenerek yumurtanın n-3 yağ asidi kompozisyonunun artırılması yönündedir (4). Ancak, ticari yumurtalar özellikle linoleik asit olmak üzere genellikle n-6 grubu çoklu doymamış yağ asitleri (n-6 PUFA) açısından zengin, n-3 yağ asitleri bakımından ise fakirdir (26). Dolayısıyla n-3 bakımından zenginleştirilmiş yumurtalar insanlar için balık ve yağlı tohumların yerine alternatif bir kaynak olmaktadır.

Yumurta sarısı yağının bileşimi üzerine yemlemeden başka bakım ve çevre koşulları ile yaşı ve iklimin de etkisi bulunmaktadır (21, 31). Yumurta çoğunlukla proteinlere bağlı olarak farklı formlarda yaklaşık 6 g yağ içermektedir (10). Yumurtanın içerdiği yağ asitlerinin çoğu (%53 - 56) doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır (6). Yapılan araştırma sonuçlarına göre rasyon uygulamaları ile bu tavuklardan elde edilen yumurtaların yağ asidi içeriğinin de değişebileceği bildirilmiştir (1, 8, 11, 27, 29). Tavuklar yemleriyle aldıkları karbonhidratlardan da yağ sentezlediği için yumurta sarısı

yağının bileşimi normal bir yemlemede çok az farklılık göstermektedir (31). Diğer yandan, büyüme döneminde bulunan kanatlılar için yeterli düzeydeki esansiyel yağ asitleri miktarı %1.2 olup, bu oran yumurta döneminde %1.5'a kadar çıkmaktadır (30).

Hayvan beslemede kullanılan yağ asitleri genellikle 14 ile 20 karbon içeren zincirlerden oluşurlar. Buna istisna olarak, balık yağlarında daha uzun (22, 24 ve 26) karbon zinciri yapısı bulunmaktadır. Balık yağlarındaki yağ asitlerinin %90'ından fazlası n-3 yapısındadır. Bunlar arasında insan vücudunda sentezlenmediklerinden dışarıdan alınmaları zorunlu olan EPA ve DHA, balık yağlarının içerdiği PUFA'ların %80'ini oluştururlar. Omega-3 yağ asitleri bakımından zengin gıdalar arasında; balık yağı, keten tohumu, soya ve yeşil yapraklı sebzeler bilinmektedir. Pek çok sebze ve yağlı tohumlardan  $\alpha$ -linolenik asitleri kolaylıkla alınabilirken, EPA ve DHA'nın ise ancak balık yağlarından doğrudan alımı mümkündür. Balık yağlarının %5 - 30 civarında EPA + DHA içerdiği de bildirilmiştir (19).

Rasyona balık yağı katılmasının yumurta sarısı uzun zincirli yağ asidi kompozisyonunu artırdığı (17) ve keten tohumu yağı veya balık yağının (%30 n-3 yağ asidi) yeme ilavesi ile de linolenik asit ihtiyacının karşılanacağı bildirilmiştir (10). Linolenik asit keten tohumu ve balık yağında bulunan ve n-3 grubu esansiyel bir yağ asididir (5). Rasyona %2 ve 4 balık yağı katılan bir çalışmada (16), yumurta sarısı n-3 PUFA'ların arttığı, diğer yandan n-6 ve stearik asit düzeyinin ise azaldığı belirtilmiştir. Başka bir çalışmada (3) ise balık yağlı rasyonlarda yumurta sarısı yağ asitlerinin doymuşluk düzeyi azalmış ve linoleik asit düzeyi ile birlikte n-6 düzeyi de yükselmiştir.

Yumurtada renk, koku ve lezzet rasyon değişikliklerinden etkilenmektedir. Yağların oksidasyonu sonucunda oluşan bileşikler yumurtaya geçerek bu ürünlerde istenmeyen karakterdeki kokunun ortaya çıkmasına neden olmaktadır (22). Organizma için son derece önemli olan doymamış yağ asitleri ışık, hava ve sıcaklık karşısında kolayca yıkımlanarak, ürünün acılaşmasına ve bozulmasına yol açmaktadır. Omega-3 yağ asitlerinden zengin hammaddelerin kullanımı sonucu elde edilen yumurtalarda oksidasyona bağlı olarak lezzetinde değişikliklerin oluşabileceği bildirilmiştir (17, 28).

Bu çalışmada, yumurta tavuğu rasyonlarında %2 ve 4 oranlarında kullanılan 3 farklı yağ kaynağının (ayçiçek yağı, keten yağı ve balık yağı) yumurta sarısı yağ asitleri kompozisyonuna ve bir oksidasyon parametresi olan malondialdehit (MDA) düzeyine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Kalp-damar hastalıklarından sorumlu kişilere yüksek düzeyde n-3 içeren yumurtanın sunulması ve yumurtadaki n-6 / n-3 oranının düşürülmesine çalışılmıştır.

#### Materyal ve Metot

Araştırmada 34 haftalık yaşta 120 adet yumurta tavuğu (ISA-Brown) kullanılmıştır. Hayvanlar başlangıç canlı ağırlıkları belirlendikten sonra, her birinde 20 adet tavuk bulunacak şekilde (ayçiçek yağı, keten yağı ve balık yağı içeren 3 farklı yağ kaynağı ile %2 ve 4 yağ içeren 2 farklı düzey) 6 gruba ayrılarak kafeslere

yerleştirilmiştir. Deneme süresince tavuklara bileşimi Tablo 1'de verilen yumurta tavuğu yemi yedirilmiştir. Rasyonlar %16 ham protein ve 11.50 MJ/kg (2750 Kkal/kg) metabolize olabilir enerji içerecek şekilde hazırlanmıştır.

Araştırmada kullanılan balık yağı (Marine Oil) Kanada'dan, Newfoundland lisansı ile Balıkçılık ve Su Ürünleri Bölümü'nden temin edilmiştir. Balık yağı içerisinde yüzeyle yaşayan-açık deniz balıklarından olan uskumru, ringa ve somon balıkları yağının karışımını bulunmaktadır. Kullanılan balık yağı uzun zincirli n-3 yağ asitleri "ekosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3), dokosapentaenoik asit (DPA, C22:5n3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3)" özelliğindedir. Ayrıca, balık yağı içerisinde E ve D vitaminleri bulunmakta olup, etoksiquin isimli antioksidan madde ile korunmuştur. Çalışmada kullanılan ayçiçek yağı ve keten yağı ise yerli kaynaklardan temin edilmiştir.

Araştırma İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalına ait deneme kümesindeki yumurta tavuğu kafeslerinde yürütülmüştür. Hayvanlara yem *ad libitum* olarak verilmiştir. Tavuklara kafeslerde bulunan nipel suluk sistemi ile su devamlı olarak verilmiştir. Deneme kümesinde 17 saatlik günlük aydınlatma programı flüoresan lamba ile uygulanmıştır.

Deneme yemlerinin kimyasal analizleri AOAC (2)'de bildirilen yöntemlere göre yapılmış ve sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Rasyonların metabolize olabilir enerji düzeyleri (ME MJ/kg yem) yapılan analiz sonuçlarına göre yemlerde saptanan ham yağ, ham protein, nişasta ve şeker düzeyleri dikkate alınarak hesaplanmıştır (13).

Yumurta sarısı yağ asitleri düzeylerinin belirlenmesi amacıyla denemenin başlangıcı ile 4. ve 8. haftalarında 6 deneme grubundan rasgele alınan 5'er adet yumurtanın sarıları ayrılmış ve ayrılan yumurta sarıları karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Alınan yumurta sarısı örnekleri analizler yapılmaya kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Deneme gruplarının yemleri ile yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonları Folch ve ark., (9) tarafından bildirilen esterleştirme metoduna uygun olarak gaz kromatografi (Varian 3700 GC) kullanılarak analiz edilmiştir.

Yumurta sarısı lipit peroksidasyon parametresi olan malondialdehit (MDA) düzeyinin belirlenmesi amacıyla denemenin başlangıcı ile 4. ve 8. haftalarında deneme gruplarından rasgele seçilen 5'er adet yumurta örneği analizler yapılmaya kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Yumurta sarısı MDA düzeyleri Kornbrust and Mavis'in (14) bildirdiği modifiye edilmiş distilasyon metoduna göre ekstinksiyon katsayısı ve okunan absorbans değeri dikkate alınarak hesaplanmıştır "MDA (nmol/mg) = 1.92306 "ekstinksiyon katsayısı" X okunan absorbans değeri".

Deneme gruplarına ait 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 (25). Gruplara ait veri ortalamaları arasındaki farklılıklar TUKEY HSD testi ile karşılaştırılmıştır. Araştırma gruplarına ait veriler 0.05 güvenlik eşliğine göre istatistiksel analize tabi tutulmuştur (24).

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

Yem hammaddeleri	%2 yağlı rasvon	%4 yağlı rasvon
Mısır	32.50	25.50
Buğday	32.00	32.00
Soya fasulyesi küspesi (ekstrude, %45)	20.00	20.00
Buğday kepeği, ince	3.00	8.00
Yağ	2.00	4.00
Kireç taşı	9.00	9.00
Dikalsiyumfosfat	0.50	0.50
Vitamin ve mineral premiksi <sup>(1)</sup>	0.30	0.30
Tuz	0.25	0.25
Lizin	0.15	0.15
DL-metiyonin	0.20	0.20
Antioksidan <sup>(2)</sup>	0.10	0.10

<sup>(1)</sup> Premiksin her kilogramında bulunan vitamin ve mineral madde miktarları: A vitamini, 4 800 000 IU; D<sub>3</sub> vitamini, 960 000 IU; E vitamini, 12 g; K<sub>3</sub> vitamini, 1 g; B<sub>1</sub> vitamini, 1.2 g; B<sub>2</sub> vitamini, 2.8 g; B<sub>6</sub> vitamini, 1.6 g; B<sub>12</sub> vitamini, 6 mg; niyasin, 16 g; kalsiyum D-pantotenat, 3.2 g; folk asit, 0.4 g; C vitamini, 20 g; kolin klorit, 60 g; karofil kırmızı, 6 g; karofil sarısı, 2 g; D-biyotin, 18 mg; manganez, 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.

<sup>(2)</sup> Antioksidan – Etoksiquin, BHT ve sitrik asit karışımı

## Bulgular ve Tartışma

### 1. Rasyonların yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonuna etkisi

Yumurta tavuğu rasyonlarında kullanılan %2 ve 4 düzeydeki 3 farklı yağ kaynağının "ayçiçek yağı (AY), keten yağı (KY) ve balık yağı (BY)" yumurta sarısı yağ asitleri kompozisyonuna ve oksidasyon parametresine (malondialdehit, MDA) etkisinin incelenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada kullanılan rasyonların ham besin maddeleri analiz sonuçları ve metabolize edilebilir enerji düzeyleri Tablo 2'de verilmiştir. Bilgisayar destekli olarak %16 ham protein ve 11.50 MJ/kg (2750 Kkal/kg) metabolize edilebilir enerji içerecek şekilde formüle edilen rasyonların yapılan kimyasal analiz sonuçları birbirine yakın olmasına rağmen, istenilen düzeylerden biraz daha düşük saptanmıştır. Nitekim, rasyonların ham protein düzeyleri %14.88 ve 15.84; metabolize edilebilir enerji düzeyleri ise 11.09 ve 11.31 MJ/kg arasında bulunmuştur. Denemede kullanılan rasyonların yağ asidi kompozisyonları Tablo 3'de verilmiştir. Araştırmanın başlangıcı ile 4. ve 8. haftalarında yumurta sarılarında saptanan yağ asidi kompozisyonları ise Tablo 4, 5 ve 6'da sunulmuştur.

Araştırmada, yumurta sarısı doymuş yağ asidi (toplam SFA) seviyesi deneme başlangıcı ile 4. ve 8. haftalarında sırasıyla, %30.32 – 32.97; 23.47 – 27.53 ve %24.18 – 32.92 arasında bir dağılım göstermiştir (Tablo 4, 5 ve 6). Deneme sonunda en düşük toplam SFA düzeyi BY4 grubunda, en yüksek ise AY2 grubunda saptanmıştır. Bununla birlikte, balık yağı içeren rasyonların da SFA düzeyi, ayçiçek ve keten yağı içeren rasyonlara göre rakamsal olarak daha yüksek bulunmuştur (Tablo 3). Rasyona katılan yağın yanı sıra bileşimindeki karbonhidrat kaynaklı yağ asidi miktarları da yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonunda etkili olmaktadır. Tavuklar yemleriyle aldıkları karbonhidratlardan da yağları sentezlediği için yumurta sarısı yağının bileşimi dengeli ve yeterli bir yemlemede çok az farklılık göstermektedir. Yağdan yoksun veya az yağlı yemlerin verilmesi halinde yumurta sarısı yağında SFA oranının arttığı ve doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içeren yemler verildiğinde ise değişikliklerin meydana geldiği bildirilmiştir (12, 31).

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

	Deneme grupları*					
	AY2	KY2	BY2	AY4	KY4	BY4
Kuru madde, %	87.74	88.19	87.68	87.99	87.87	87.90
Ham protein, %	14.88	15.84	15.62	15.53	15.42	15.18
Ham yağ, %	4.80	4.76	4.84	6.30	6.81	6.37
Ham selüloz, %	2.34	2.52	2.42	2.79	3.49	3.08
Ham kül, %	11.99	14.53	11.94	10.59	11.33	11.92
Azotsuz öz madde**, %	53.74	50.56	52.88	52.79	50.85	51.36
Nişasta, %	39.96	39.99	40.81	37.64	36.56	36.89
Şeker, %	3.58	3.99	3.22	3.39	3.46	3.39
Kalsiyum, %	3.71	4.66	3.61	3.14	3.32	3.49
Yararlanılabilir fosfor, %	0.41	0.41	0.41	0.42	0.43	0.42
ME, MJ / kg yem ***	11.09	11.28	11.31	11.29	11.28	11.14

\* Deneme grupları: AY2 (Ayçiçek yağı, %2); KY2 (Keten yağı, %2); BY2 (Balık yağı, %2); AY4 (Ayçiçek yağı, %4); KY4 (Keten yağı, %4); BY4 (Balık yağı, %4)

\*\* Azotsuz 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)

Yumurta sarısı toplam tekli doymamış yağ asidi (toplam MUFA) seviyesi deneme başlangıcı ile 4. ve 8. haftalarda ise sırasıyla, %40.57 – 47.30; 44.82 – 58.78 ve

%43.52 – 56.75 arasında bir dağılım göstermiştir (Tablo 4, 5 ve 6). Deneme sonunda en düşük MUFA düzeyi KY4 grubu yumurta sarılarında, en yüksek ise AY4 grubunda bulunmuştur. Diğer yandan, yumurta sarısı toplam çoklu doymamış yağ asidi (toplam PUFA) seviyesi denemenin başlangıcı ile 4. ve 8. haftalarda sırasıyla, %19.29 – 25.77; 14.35 – 30.76 ve %16.85 – 26.79 arasında olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda en düşük PUFA düzeyi AY4 grubu yumurta sarılarında, en yüksek ise KY4 grubunda saptanmıştır. Ayçiçek yağı içeren rasyonun MUFA düzeyinin, keten ve balık yağı içeren rasyonlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 3). Ayçiçek yağlı rasyonlardaki oleik asit düzeyinin daha yüksek olması bu durumun başlıca etkenidir. Diğer yandan, denemede keten yağlı rasyonun PUFA düzeyi, ayçiçek ve balık yağlı rasyonlardaki PUFA seviyesine göre daha yüksek bulunmuştur. Keten yağlı rasyonda yüksek düzeyde  $\alpha$ -linolenik asitin bulunması PUFA seviyesini de arttırmıştır.

Yumurta sarılarının n-6 yağ asidi düzeyleri, denemenin başlangıcında %17.87 – 23.65 arasında iken, denemenin 4. haftasında %12.01 – 19.59 ve denemenin sonunda ise %13.41 – 16.62 arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4, 5 ve 6). Deneme sonunda en düşük n-6 düzeyi BY2 grubu yumurta sarılarında, en yüksek ise KY4 grubunda bulunmuştur. Diğer yandan, yumurta sarılarının n-3 yağ asidi düzeyleri, denemenin başlangıcında %1.11 – 2.13 arasında iken, denemenin 4. haftasında %1.01 – 11.17 ve denemenin sonunda ise %1.04 – 10.16 arasında olduğu saptanmıştır. Deneme sonunda en düşük n-3 düzeyi AY4 grubu yumurta sarılarında, en yüksek ise KY4 grubunda tespit edilmiştir. Ayçiçek ve balık yağı içeren rasyonların n-6 düzeyinin keten yağlı rasyondaki seviyesine göre daha düşük olduğu görülmüştür (Tablo 3). Araştırmada beklendiği gibi keten ve balık yağlı rasyonların n-3 düzeyleri, ayçiçek yağlı rasyona göre daha yüksek saptanmıştır. Dolayısıyla, keten ve balık yağlı rasyon verilen tavuklardan elde edilen yumurta sarısı n-3 düzeyleri de ayçiçek yağlı rasyonla beslenen gruplara göre daha yüksek bulunmuştur.

Rasyonların değiştirilmesi ile elde edilen yumurtaların yağ asitleri içeriğinin de değişebileceği bildirilmiştir (3, 8, 11, 16, 17, 18, 20, 27, 29). Yumurtada bulunan yağ asitlerinin çoğunu (%53 - 56) ise doymamış yağ asitlerinin oluşturduğu bildirilmiştir (6). Yumurta sarısı yağının bileşimi üzerine verilen rasyonun haricinde bakım ve çevre koşulları ile yaştın ve iklimlerin etkisi de bulunmaktadır (12, 21, 31). Tavuklardaki genel besleme öngörüsü yumurtanın n-3 yağ asidi kompozisyonunun artırılması yönündedir (4). Ancak, ticari yumurtalar genellikle n-6 PUFA (özellikle linoleik asit) açısından zengin, n-3 yağ asitleri (linolenik asit, EPA ve DHA) bakımından ise fakirdir (26).

Tablo 3. Rasyonların Yağ Asidi Kompozisyonları, %  
Table 3. Fatty acid composition of diets, %

Yağ asitleri	Deneme grupları					
	AY2	KY2	BY2	AY4	KY4	BY4
Miristik, C14:0	-	-	2.08	-	-	2.80
Palmitik, C16:0	9.32	9.40	11.06	7.43	8.37	10.25
Palmitoleik, C16:1n7c	-	-	8.45	-	-	11.54
Stearik, C18:0	2.78	2.85	2.05	2.28	2.94	1.76
Oleik, C18:1n9c	50.65	25.88	24.12	59.14	23.99	22.95
Vaksenik, C18: 1n7	0.38	0.58	3.14	0.41	0.30	3.58
Linoleik, C18:2n6c	34.50	38.43	30.41	28.90	32.70	21.85
$\alpha$ -Linolenik, C18:3n3	2.07	22.87	2.11	1.84	31.70	1.89
Eikosanoik, C20: 1n9	0.31	-	5.47	-	-	8.38
Ekosapentaenoik, C20:5n3c	-	-	3.33	-	-	4.40
Dokosapentaenoik, C22: 5n3	-	-	1.88	-	-	2.37
Dokosaheksaenoik, C22:6n3c	-	-	3.88	-	-	5.69
Toplam SFA	12.09	12.25	15.20	9.71	11.31	14.80
Toplam MUFA	51.34	26.46	41.18	59.55	24.29	48.32
Toplam PUFA	36.57	61.29	42.35	30.74	64.40	36.87
n-6	34.50	38.43	30.41	28.90	32.70	21.85
n-3	2.07	22.87	11.94	1.84	31.70	15.02
n-6/n-3	16.70	1.68	2.55	15.73	1.03	1.45

Deneme grupları: (AY2) Ayçiçek yağı, %2; (KY2) Keten yağı, %2; (BY2) Balık yağı, %2; (AY4) Ayçiçek yağı, %4; (KY4) Keten yağı, %4; (BY4) Balık yağı, %4.



**Tablo 4.** Deneme başlangıcı yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonları, %  
**Table 4.** Fatty acid composition (%) of egg yolk at starter of the experiment

Yağ asitleri	Deneme grupları					
	AY2	KY2	BY2	AY4	KY4	BY4
Miristik, C14:0	-	-	-	-	-	0.17
Palmitik, C16:0	23.67	23.05	23.95	24.03	21.83	24.37
Palmitoleik, C16:1n7c	2.46	2.04	3.09	2.80	2.56	2.96
Stearik, C18:0	7.67	7.26	9.02	8.25	8.88	7.93
Oleik, C18:1n9c	38.11	40.96	42.87	39.23	39.88	38.80
Vaksenik, C18: 1n7	-	0.57	1.22	1.35	0.66	0.81
Linoleik, C18:2n6c	20.56	20.44	15.98	21.01	21.37	20.54
$\alpha$ -Linolenik, C18:3n3	0.83	0.73	0.57	-	0.77	0.85
Eikosanoik, C20: 1n9	-	-	0.14	-	-	-
Arahidonik, C20:4n6	1.87	2.05	1.89	2.22	2.28	1.83
Dokosaheksaenoik, C22:6n3c	1.27	1.16	0.85	1.11	1.35	0.89
Toplam SFA	31.34	30.32	32.97	32.28	30.71	32.47
Toplam MUFA	40.57	43.57	47.30	43.39	43.10	42.56
Toplam PUFA	24.53	24.38	19.29	24.34	25.77	24.11
n-6	22.42	22.49	17.87	23.22	23.65	22.37
n-3	2.11	1.89	1.42	1.11	2.13	1.74
n-6/n-3	10.64	11.88	12.59	20.90	11.11	12.85

Deneme grupları: (AY2) Ayçiçek yağı, %2; (KY2) Keten yağı, %2; (BY2) Balık yağı, %2; (AY4) Ayçiçek yağı, %4; (KY4) Keten yağı, %4; (BY4) Balık yağı, %4;

Yumurta tavuğu yemindeki bitkisel yağlar veya yağlı tohumlar yumurtadaki doymamış yağ asidi düzeyini yükseltmektedir. Ayçiçek tohumları ile beslenen tavukların yumurtalarında linoleik ve stearik asit miktarında önemli artışlar saptanmıştır (12, 31). Araştırmada kullanılan balık yağlı rasyonun linoleik asit düzeyi ayçiçek ve keten yağlı rasyonlara göre daha düşük bulunmuştur. Balık yağlı deneme grubu yemlerinde EPA ve DHA'ların daha yüksek olması da kullanılan yağın özelliğini göstermektedir (Tablo 3).

**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					
	AY2	KY2	BY2	AY4	KY4	BY4
Miristik, C14:0	-	-	-	-	-	0.27
Palmitik, C16:0	21.18	18.46	18.83	19.84	17.37	17.49
Palmitoleik, C16:1n7c	2.48	3.52	5.16	3.82	3.17	6.60
Stearik, C18:0	6.35	6.70	6.23	5.46	7.06	5.71
Oleik, C18:1n9c	52.45	45.17	51.40	51.35	40.79	45.48
Vaksenik, C18: 1n7	1.37	1.14	2.23	1.26	0.86	4.85
Linoleik, C18:2n6c	11.24	15.89	11.08	13.82	18.33	13.20
$\alpha$ -Linolenik, C18:3n3	0.27	4.97	-	0.33	8.83	0.74
Eikosaenik, C20: 1n9	-	-	-	-	-	0.58
Arahidonik, C20:4n6	2.09	1.25	0.94	1.95	1.27	0.62
Ekosapentaenik, C20:5n3c	-	-	-	-	-	0.54
Dokosapentaenik, C22: 5n3	-	0.27	0.35	-	-	0.43
Dokosaheksaenik, C22:6n3c	0.74	2.30	3.80	0.85	2.34	3.49
Toplam SFA	27.53	25.16	25.06	25.31	24.42	23.47
Toplam MUFA	56.30	49.84	58.78	56.44	44.82	57.50
Toplam PUFA	14.35	24.68	16.15	16.95	30.76	19.03
n-6	13.34	17.14	12.01	15.77	19.59	13.83
n-3	1.01	7.54	4.14	1.18	11.17	5.20
n-6/n-3	13.14	2.27	2.90	13.33	1.75	2.66

Deneme grupları: (AY2) Ayçiçek yağı, %2; (KY2) Keten yağı, %2; (BY2) Balık yağı, %2; (AY4) Ayçiçek yağı, %4; (KY4) Keten yağı, %4; (BY4) Balık yağı, %4;

Rasyona balık ve keten yağı ilavesi yumurta sarısı  $\alpha$ -linolenik asit, EPA ve DHA düzeylerini yükseltmiştir. Nitekim, keten yağlı yemle beslenen tavukların yumurta sarılarında  $\alpha$ -linolenik asit, balık yağı bulunan gruplarda DHA'nın ve ayçiçek yağı kullanımında ise arahidonik asidin diğer grupların yumurta sarılarındaki düzeylere göre sayısal olarak daha yüksek bulunmuştur (Tablo 5 ve 6). Kanatlıların rasyonlarında linoleik asidin %0.9 düzeyinde bulunması yeterli görülmüştür. Ayrıca, büyüme döneminde rasyondaki esansiyel yağ asitleri miktarının %1.2 olup, bu oranın yumurta

dönemindeki tavuklarda %1.5'a kadar çıkarılması önerilmiştir (30). Rasyona balık yağı katılmasının yumurta sarısı uzun zincirli yağ asidi kompozisyonunu arttırdığı (17) ve balık yağının (%30 n-3 yağ asidi) rasyona katılmasıyla da linoleik asit ihtiyacının karşılanacağı belirtilmiştir (10).

Omega-3 yağ asitlerince zengin gıdalar olarak; balık yağı, deniz algleri, keten tohumu ve yeşil yapraklı sebzeler bildirilmektedir (16). Omega-3 yağ asitlerince zengin kaynaklara yumurta tavuğu rasyonlarında yer verilmesi fikrinden esinlenerek, n-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş yumurta üretimine yönelik çalışmalara ağırlık verilmiştir. Balık yağlı rasyonların kullanılması sonucu yumurta sarısı yağ asitlerinin doymuşluk düzeyi azalmış, linoleik asit düzeyi ile birlikte n-6 düzeyi ise yükselmiştir. Ayrıca, rasyona balık yağı ilavesiyle yumurta sarısı linolenik asit düzeyi ve dolayısıyla n-3 seviyesinin yükseldiği de bildirilmiştir (3). Diğer yandan, linolenik asit keten tohumu ve balık yağında bulunan ve n-3 grubu esansiyel bir yağ asididir (5). Uzun zincirli n-3 yağ asidi kaynakları ile besleme sonucu yumurta sarısının linolenik asit miktarı artmaktadır (8, 15, 23). Rasyon linoleik asit düzeyinin incelendiği bir çalışmada (7), linoleik asitten zengin rasyon verildiğinde yumurta sarısı arahidonik asit düzeyinin azaldığı, linolenik asit bakımından zengin rasyon verildiğinde ise EPA ve DHA düzeyinin arttığı ve azalan arahidonik asit düzeyini dengelemek amacıyla bu iki yağ asidinin yükseldiği belirtilmiştir.

Bir çalışmada (8), %4 balık yağlı rasyon verilen tavuklardan elde edilen yumurta sarısı yağındaki PUFA ve n-6 düzeylerinin %4 ayçiçek yağlı gruplara göre daha düşük bulunmuştur. Rasyona ayçiçek yağı ilavesi ile yumurta sarısı linoleik asit düzeyi yükselmiştir. Diğer yandan, balık yağlı rasyon verilen tavuklardan elde edilen yumurta sarısı n-3 düzeyleri ayçiçek yağlı rasyonla beslenen gruplara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca, balık yağı ilavesi yumurta sarısı yağı  $\alpha$ -linolenik asit, EPA ve DHA düzeylerini de belirgin olarak yükselttiği bildirilmiştir.

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

Yağ asitleri	Deneme grupları					
	AY2	KY2	BY2	AY4	KY4	BY4
Miristik, C14:0	-	-	-	-	-	0.38
Palmitik, C16:0	24.76	24.29	19.71	18.50	21.10	18.85
Palmitoleik, C16:1n7c	2.94	4.63	6.17	3.33	2.92	6.66
Stearik, C18:0	8.17	7.33	5.81	6.01	8.11	4.94
Oleik, C18:1n9c	43.71	41.79	48.20	52.10	39.62	40.80
Vaksenik, C18:1n7	1.05	1.32	2.24	1.32	0.98	4.41
Linoleik, C18:2n6c	14.62	13.30	12.79	13.44	15.64	14.20
$\alpha$ -Linolenik, C18:3n3	0.41	3.66	-	0.34	7.41	0.90
Eikosanoik, C20:1n9	-	-	-	-	-	0.74
Arahidonik, C20:4n6	1.97	1.04	0.62	2.37	0.99	0.61
Ekosapentaenoik, C20:5n3c	-	-	-	-	-	0.44
Dokosapentaenoik, C22:5n3	-	-	-	-	-	0.95
Dokosaheksaenoik, C22:6n3c	0.77	2.41	4.47	0.70	2.76	5.34
Toplam SFA	32.92	31.61	25.52	24.51	29.21	24.18
Toplam MUFA	47.70	47.74	56.61	56.75	43.52	52.61
Toplam PUFA	17.78	20.65	17.87	16.85	26.79	22.44
n-6	16.59	14.35	13.41	15.82	16.62	14.80
n-3	1.19	6.30	4.47	1.04	10.16	7.64
n-6/n-3	13.99	2.28	3.00	15.24	1.64	1.94

Deneme grupları: (AY2) Ayçiçek yağı, %2; (KY2) Keten yağı, %2; (BY2) Balık yağı, %2; (AY4) Ayçiçek yağı, %4; (KY4) Keten yağı, %4; (BY4) Balık yağı, %4;

Başka bir çalışmada (17), EPA ve DHA bakımından zengin ringa yağı içeren rasyonların kullanılması sonucu yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu istenilen düzeye ulaşmıştır. DHA içeriği bakımından zengin deniz alglerinin kullanıldığı diğer bir çalışmada (28) da yumurta sarısında ringa yağına göre daha yüksek düzeyde DHA'nın biriktiği görülmüştür. Rasyona balık yağı ilavesiyle yumurtada n-3 yağ asidi miktarının 200 mg'a kadar çıkarılması sonucu yumurta sarısı n-3 PUFA'ların arttığı, diğer yandan n-6 ve stearik asit düzeyinin azaldığı bildirilmiştir (16).

Yumurta sarılarındaki yağlarda saptanan n-3 ve n-6 düzeyleri kadar önemli bir diğer parametre olan n-6/n-3 oranı incelendiğinde; bu değer denemenin başlangıcında 10.64 – 20.90 arasında saptanmışken, 4. haftasında 1.75 – 13.33 ve denemenin sonunda ise 1.64 – 15.24 arasında bulunmuştur (Tablo 4, 5 ve 6). Deneme sonunda en düşük n-6 / n-3 oranı KY4 ve BY4 grubu yumurta sarısı yağlarında, en yüksek ise %2 ve 4 ayçiçek yağı içeren rasyonla beslenen gruplarda saptanmıştır. Ayçiçek yağlı rasyonun n-6 / n-3 oranı balık ve keten yağları içeren rasyonlara göre rakamsal olarak daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 3). Yemde n-3 düzeyinin yükseltilmesinin yanı sıra n-6 / n-3 oranı dengesinin de önemi bilinmektedir. Nitekim, Eseceli ve Kahraman (8), tarafından

yürütülen bir çalışmada rasyona %4 ayçiçek yağı katılması sonucu yumurta sarısı n-6 / n-3 oranı artmış ve %4 balık yağı ilavesinde ise bu oran belirgin bir şekilde azalmıştır.

## 2. Rasyonların yumurta sarısı malondialdehit (MDA) düzeyine etkisi

Araştırmanın başlangıcı ile 4. ve 8. haftalarında yumurta sarılarında lipit peroksidasyon parametresi olarak analizi yapılan malondialdehit (MDA, nmol/mg) sonuçlarına göre gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel yönden önemli bulunmuştur ( $p<0.001$ ). Analiz sürecine bağlı olarak 0., 30., 60. ve 90. dakikalarda yumurta sarısı örneklerinde saptanan MDA düzeyleri zamana bağlı olarak değişmiştir (Tablo 7). Genel olarak, denemenin 4. ve 8. haftalarında %2 ve 4 ayçiçek yağı rasyon verilen grupların yumurta sarısı MDA düzeyleri, aynı düzeylerde keten ve balık yağı gruplara göre daha düşük olduğu görülmüştür ( $p<0.001$ ). Keten ve balık yağında doymamış yağ asitlerinin daha fazla olması ve bu yağ asitlerinin de oksidasyona müsait bir yapıda bulunması bu bulguyu doğrular niteliktedir.

**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, %2	0.884 <sup>a</sup>	0.956 <sup>ab</sup>	0.857 <sup>c</sup>	0.958 <sup>d</sup>
Keten yağı, %2	0.412 <sup>a</sup>	0.746 <sup>c</sup>	0.862 <sup>c</sup>	1.219 <sup>e</sup>
Balık yağı, %2	0.799 <sup>c</sup>	0.919 <sup>b</sup>	0.865 <sup>c</sup>	0.953 <sup>c</sup>
Ayçiçek yağı, %4	0.356 <sup>a</sup>	0.733 <sup>c</sup>	0.833 <sup>d</sup>	1.105 <sup>b</sup>
Keten yağı, %4	0.859 <sup>b</sup>	1.003 <sup>a</sup>	1.005 <sup>a</sup>	0.855 <sup>e</sup>
Balık yağı, %4	0.300 <sup>a</sup>	0.716 <sup>c</sup>	0.929 <sup>b</sup>	1.031 <sup>c</sup>
SEM	0.060***	0.029***	0.014***	0.029***
4. hafta				
Ayçiçek yağı, %2	0.645 <sup>c</sup>	0.692 <sup>c</sup>	0.778 <sup>c</sup>	1.122 <sup>a</sup>
Keten yağı, %2	0.526 <sup>f</sup>	0.960 <sup>d</sup>	1.096 <sup>c</sup>	1.412 <sup>c</sup>
Balık yağı, %2	0.894 <sup>c</sup>	1.021 <sup>c</sup>	0.993 <sup>d</sup>	1.116 <sup>a</sup>
Ayçiçek yağı, %4	0.665 <sup>d</sup>	0.670 <sup>f</sup>	0.690 <sup>f</sup>	0.628 <sup>e</sup>
Keten yağı, %4	1.082 <sup>b</sup>	1.276 <sup>a</sup>	1.631 <sup>b</sup>	1.639 <sup>b</sup>
Balık yağı, %4	1.210 <sup>a</sup>	1.120 <sup>b</sup>	1.711 <sup>a</sup>	1.733 <sup>a</sup>
SEM	0.060***	0.053***	0.095***	0.090***
8. hafta				
Ayçiçek yağı, %2	0.212 <sup>e</sup>	0.702 <sup>e</sup>	0.698 <sup>f</sup>	0.821 <sup>e</sup>
Keten yağı, %2	1.183 <sup>b</sup>	1.553 <sup>a</sup>	1.527 <sup>b</sup>	1.818 <sup>a</sup>
Balık yağı, %2	0.335 <sup>d</sup>	0.918 <sup>d</sup>	1.064 <sup>d</sup>	1.462 <sup>d</sup>
Ayçiçek yağı, %4	0.516 <sup>c</sup>	0.694 <sup>e</sup>	0.751 <sup>e</sup>	0.820 <sup>e</sup>
Keten yağı, %4	0.887 <sup>b</sup>	1.175 <sup>c</sup>	1.457 <sup>d</sup>	1.722 <sup>b</sup>
Balık yağı, %4	1.176 <sup>a</sup>	1.233 <sup>b</sup>	1.594 <sup>d</sup>	1.510 <sup>c</sup>
SEM	0.094***	0.075***	0.089***	0.097***

a - f) Aynı sütunda farklı harf taşıyan alt grupların ortalama değerleri birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ )

\*\*\*  $P<0.001$

SEM – Ortalamanın standart hatası

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 ürünlere lipit peroksidasyon sorununun olduğu bilinmektedir. Yağların oksidasyonu sonucunda oluşan bileşiklerin yumurtaya geçerek istenmeyen karakterdeki kokunun ortaya çıkmasına neden olduğu belirtilmiştir (22).

Yumurtanın PUFA düzeyinin artırılması beraberinde oksidatif bozulma ve neticesinde besleyici değerini etkileyen sorunları da gündeme getirmiştir. Nitekim, n-3 yağ asitlerinden zengin hammaddelerin kullanımı sonucu elde edilen yumurtalarda oksidasyona bağlı olarak yumurta lezzetinde değişiklikler oluşabileceği ifade edilmiştir (15, 17, 28). Eseceli ve Kahraman (8) tarafından yapılan bir çalışmada, %4 ayçiçek yağlı rasyon verilen tavuklarda yumurta sarısı MDA düzeylerinin %4 balık yağlı gruplara göre daha düşük bulunmuştur. Başka bir çalışmada (16) ise rasyona balık yağı ilavesiyle yumurtada n-3 yağ asidi miktarının 200 mg'a kadar çıkarılması sonucu yemdeki balık kokusunun yumurta tüketimini olumsuz etkilediği bildirilmiştir.

### Sonuç

Yumurtanın yağ asidi kompozisyonu, hayvanın beslenmesine bağlı olarak önemli ölçüde etkilenmektedir. Rasyonda keten veya balık yağı kullanılması, insan sağlığı için önem arz eden n-3 yağ asitleri düzeyini artırmakta ve n-6/n-3 oranı ise düşürmektedir. Ancak, doymamış yağ asitleri bakımından zengin keten ve balık yağlarının kullanıldığı rasyonlarda oksidasyon sorununun önlenmesi için yeme katılacak yağın mutlaka antioksidan bir madde ile korunması gereklidir.

### Kaynaklar

1. Ahn, D.U., Sunwoo, H.H., Wolfe, F.H., Sim, J.S.: effects of dietary linolenic acid and strain of hen on the fatty acid composition; storage stability and flavor characteristics of chicken eggs. *poultry sci.*, 1995; 74: 1540-1547.
2. AOAC.: Official Methods of Analysis, 14<sup>th</sup> ed. Association of Official Agricultural Chemist, Washington, DC, 1984.
3. 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.
4. 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.

5. **Crowley, J.G.:** Evaluation of *Camelina sativa* as an alternative oilseed crop. End of Project Report 7, Crops Research Center, Oak Park, Carlow, Ireland, 1998.
6. **Demirulus, H.:** Yumurta tüketiminin kan kolesterolü üzerindeki etkisi. Uluslar arası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı, İstanbul, 3-6 Haziran, Bildiriler, 1999; 308-315.
7. **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.
8. **Eseceli, H., Kahraman, R.:** Ayçiçek ve balık yağı katılan yumurta tavuğu rasyonlarına E ve C vitamini ilavesinin yumurta sarısı yağ asitleri kompozisyonu ile malondialdehit düzeyine etkisi. *İ.Ü.Vet.Fak.Derg.*, 2004; 30 (2): 19-35.
9. **Folch, J., Lees, M., Stanley, S.:** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J.Biol. Chem.*, 1957; 226: 497-509.
10. **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. 11<sup>th</sup> European Symp., on Poultry Nutrition. August 24-28, Faaborg, Denmark, 1997; 46-56.*
11. **Hammershoj, M.:** Effect of dietary vegetable oils for egg laying hens on yolk fatty acid composition and other quality traits in phase feeding programme. In: *Proc. VII Euro. Symp. on the Quality of Eggs and Egg Products, September 21-26, Ponzan, Poland, 1997.*
12. **İnal, T.:** Besin Hijyeni, Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü. Genişletilmiş 2. baskı, Final Ofset A.Ş., İstanbul, 1992; 687-723.
13. **Kirchgeßner, M.:** Tierernaehrung, 10., Neubearbeitete Auflage, Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. Verlags Union Agrar, ISBN 3-7690-0549-X, Seite, 1997; 140.
14. **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.
15. **Leskanich, C.O., Noble, R.C.:** Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of eggs and meat. *World's Poultry Science J.*, 1997; 53, June.
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. 11<sup>th</sup> 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. Özçelik, B., Karaali, A.: Fonksiyonel gıda ingrediyesi olarak balık yağları. Türkiye 7. Gıda Kongresi, 22-24 Mayıs, Ankara, 2002; 23-32.
20. Raes, K., Huyghebaert, G., Smet, S.D., Nollet, L., Arnouts, S., Demeyer, D.: The deposition of conjugated linoleic acids in eggs of laying hens fed diets varying in fat level and fatty acid profile. *The American Society for Nutritional Science J Nutrition*, 2002; 132: 182-189.
21. 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.
22. 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. 11<sup>th</sup> European Symposium on Poultry Nutrition. August 24-28, Faaborg, Denmark, 1997; 57-63.*
23. Simopoulos, A.P.: New products from the agri-food industry: the return of n-3 fatty acids into the food supply. *Lipids*, 1999; 34: 297-301.
24. Snedecor, G.W., Cochran, W.G.: *Statistical Methods*, 7<sup>th</sup> ed., The Iowa State Univ. Press, Ames., Iowa, 1980.
25. SPSS.: *SPSS for windows, Standard version 10.0.1*, SPSS Inc., Headquarters, Chicago, Illinois, 1999.
26. Surai, P.F., Sparks, N.H.C.: Designer eggs: from improvement of egg composition to functional food. *Trends in Food Sci., & Tech.*, 2001; 12 (1): 7-16.
27. Terned, W., Leitsch, S.: Chemistry of egg yolk. In: *Proc. VII Eur. Symp. on the Quality of eggs and egg products, September 21-26, Poznan, Poland, 1997.*
28. 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.
29. Wiseman, J.: The influence of dietary factors on fat and fatty acid digestibility and utilization. *World's Poultry science Association Proceedings. 11<sup>th</sup> European Symp., on Poultry Nutrition. August 24-28, Faaborg, Denmark, 1997; 34-45.*
30. Yalçın, S., Çiftçi, İ.: Yemlik yağlar ve özellikleri. *Yem Magazin*, Aralık, 1996; 41-46.
31. Yücel, A.: Yumurta ve Bal. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yardımcı Ders Notları*, 2000; 4.