

108230

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YUMURTA TAVUKLARINDA KULLANILAN  
KETEN TOHUMU YAĞININ YUMURTA KALİTESİ, YAĞ  
ASİTLERİ VE KOLESTEROL DÜZEYİNE ETKİLERİ**

Araş Gör. Ebru GÖNCÜOĞLU

HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI  
ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Ahmet ERGÜN**

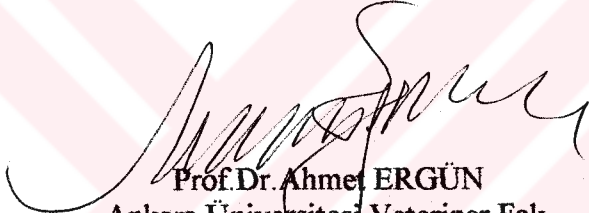
2003-ANKARA

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Doktora Programı

çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından  
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 14.10.2003

  
Prof. Dr. Ahmet ERGÜN  
Ankara Üniversitesi Veteriner Fak.  
Jüri Başkanı

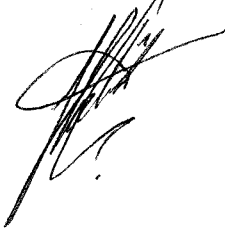
Prof. Dr. Şakir Doğan TUNCER  
Ankara Üniversitesi Veteriner Fak.



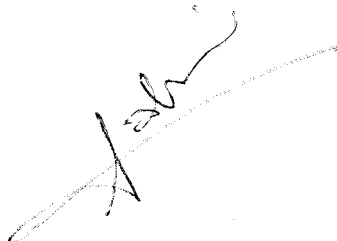
Prof. Dr. Seher KÜÇÜKERSAN  
Ankara Üniversitesi Veteriner Fak.



Doç. Dr. T. Haluk ÇELİK  
Ankara Üniversitesi Veteriner Fak.



Doç. Dr. Tahir BALEVİ  
Selçuk Üniversitesi Veteriner Fak.



## ÖNSÖZ

Son 10 yıl içerisinde ülkemizde tavukçuluk sektörü oldukça büyük bir gelişme göstermektedir. Genetik bilimindeki ilerlemeler, modern ve büyük kümeslerin, entegre tesislerin sayısındaki artış, hijyen koşullarına gösterilen hassasiyet, biyogüvenlik kavramının ve teknolojinin hayvan beslemede kullanılması, bu gelişmenin başlıca nedenlerinden birkaçıdır.

Tavukçuluk sektörü, gerek beyaz et gerekse yumurta üretimi ile protein ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılamaktadır. Kanatlı eti, üretim maliyetinin düşük olması nedeniyle tüketiciye ekonomik avantaj sağlamakta, sağlıklı bir beslenme sunmakta ve daha kolay işlenmektedir. Yumurta ise insanlar için dengeli ve mükemmel bir hayvansal proteindir. Biyolojik değerlendirilebilirliği %100'dür ve içerisinde bulunan karbonhidrat, protein ve yağ dengeli bir şekilde dağılmıştır. Ayrıca vitamin ve mineralce de zengindir. Yaşlı ve çocukların beslenmesinde, hastaların diyetlerinde, kilo problemi olanlarca kolaylıkla kullanılabilen bir besin maddesidir. Ancak Türkiye'de 1998 yılında 70 milyon olan yumurta üretimi 2001 yılında 56 milyona ve 122 adet olan kişi başı yumurta tüketimi 80 adete kadar düşmüştür. Bu azalmanın en önemli nedeni de yumurtanın yüksek kolesterol içeriğine sahip olması ve kolesterolce zengin gıdaların kalp hastalıkları ve ateroskleroza neden olduğu düşüncesidir. Bu konuda yapılan gerçeği yansıtmayan yayınlar insanların yumurta tüketimini sınırlandırmakta ve gelişmekte olan ülkeler arasında yeralan ülkemizde son derece ekonomik ve besleyici olan yumurta tüketimi sınırlandırılmaktadır.

Son yıllarda yumurtanın besin içeriğini ve kalitesini artırıcı çalışmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda yumurtanın kolesterol düzeyini düşürmeye yönelik çalışmalar ile yumurtayı omega-3 ve omega-6 yağ asitlerince zenginleştirmeye yönelik araştırmalar bu uygulamalardan bir kaç tanesini oluşturmaktadır.

Bu araştırmada, omega-3 yağ asidince zengin olan keten tohumu yağı ve omega-6 yağ asidince zengin olan ayçiçeği yağının ve değişik oranlardaki karışımlarının yumurta tavuğu rasyonlarına ilavesinin, yumurta verimi ve kalitesi, yem tüketimi,

yemden yararlanma oranı ve yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonları ile kolesterol içeriği üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Doktora tez çalışmam süresince yol gösteren ve bu konuda çalışma fırsatı tanıyan danışman hocam sayın Prof.Dr. Ahmet Ergün'e, deneme çalışmaları ve yazım aşamalarında sürekli destek aldığım sayın Prof.Dr. Seher Küçükersan'a, doktora öğrenimim süresince desteklerini gördüğüm Hayvan Besleme ve beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Şakir D. Tuncer'e, Anabilim Dalı öğretim üyesi hocalarım sayın Prof.Dr. İrfan Çolpan, Prof.Dr.Sakine Yalçın, Prof.Dr. Gültekin Yıldız, Prof.Dr. Kemal Küçükersan ve Prof.Dr. Adnan Şehu'ya, deneme aşamalarını birlikte yürüttüğümüz çalışma arkadaşım Araş.Gör. Dr. Derya Yeşilbağ'a, Anabilim Dalında görevli diğer tüm öğretim elemanları ve teknik personele ve ayrıca çalışmam süresince sabır ve desteğini benden esirgemeyen sevgili eşim Araş Gör. Dr. Muammer Göncüoğlu'na ve aileme teşekkürü borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

Önsöz	i
İçindekiler	iii
Simgeler ve Kısaltmalar	v
Şekiller ve Grafikler	vi
Çizelgeler	vii
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR BİLGİ</b>	<b>4</b>
2.1. Yumurtanın Bileşimi ve Besleyici Değeri	4
2.2. Yağların Rasyonlarda Kullanılması	5
2.3. Yağ Asitleri	6
2.4. Keten Tohumu ve Yağının Rasyonlarda Kullanılması	16
2.5. Kolesterol	20
2.5.1. Vücutta Kolesterol Sentezi	21
2.5.2. Yumurta Kolesterol Düzeyine Etki Eden Etmenler	23
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM</b>	<b>25</b>
3.1. Gereç	25
3.1.1. Hayvan Materyali	25
3.1.2. Yem Materyali	25
3.2. Yöntem	26
3.2.1. Deneme Yeri	26
3.2.2. Deneme Düzeni	26

3.2.3. Yemlerin Hazırlanması ve Kimyasal İçeriklerinin Belirlenmesi	26
3.2.4. Deneme Hayvanlarının Beslenmesi	28
3.2.5. Canlı Ağırlıklarının Belirlenmesi	28
3.2.6. Yem Tüketiminin Belirlenmesi	28
3.2.7. Yumurta Veriminin Belirlenmesi	28
3.2.8. Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi	28
3.2.9. Yumurta Ağırlığının Belirlenmesi	28
3.2.10. Yumurta Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi	29
3.2.10.1. Yumurta Kırılma Mukavemetinin Belirlenmesi	29
3.2.10.2. Yumurta İç Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi	29
3.2.10.3. Yumurta Kabuk Kalınlığının Belirlenmesi	30
3.2.11. Rasyonların ve Yumurta Sarısı Yağ Asidi İçeriklerinin Belirlenmesi	30
3.2.12. Yumurta Sarısı Kolesterol İçeriğinin Belirlenmesi	31
3.2.13. Yem Maliyetinin Belirlenmesi	32
3.2.14. İstatistik Analizler	32
<b>4. BULGULAR</b>	<b>33</b>
<b>5.TARTIŞMA</b>	<b>50</b>
<b>6. SONUÇ</b>	<b>57</b>
ÖZET	58
SUMMARY	59
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	67

## SİMGELER VE KISALTMALAR

DİE	:Devlet İstatistik Enstitüsü
TSE	:Türk Standartları Enstitüsü
mg	:miligram
g	:gram
kg	:kilogram
ml	:mililitre
mm	:milimetre
cm <sup>2</sup>	:santimetrekare
MUFA	:Monounsaturated Fatty Acid=Tekli doymamış yağ asidi
PUFA	:Polyunsaturated Fatty Acid= Çoklu doymamış yağ asidi
C	:Carbon
ALA	:Alfalinolenik asit
DHA	:Dokozahexaenoik asit
EPA	:Eikopentaenoik asit
DPA	:Dokozapentaenoik asit
$\alpha$	:Alfa
$\Delta$	:Delta
$\gamma$	:Gama
$\omega$	:Omega
KTY	:Keten tohumu yağı
AY	:Ayçiçek yağı
KT	:Keten Tohumu
LDL	:Low Density Lipoprotein=Düşük yoğunluktaki lipoprotein
HDL	:High Density Lipoprotein=Yüksek yoğunluktaki lipoprotein
A.B.D.	:Amerika Birleşik Devletleri
IU	:Internasyonal Unit
kcal	:Kilo kalori
AOAC	:Association of Official Analytical Chemists
ME	:Metabolik Enerji
HP	:Ham Protein
Ca	:Kalsiyum
P	:Fosfor
Log	:Logaritma
BF <sub>3</sub>	:Borontrifloride
NaOH	:Sodyumhidroksit
NaCl	:Sodyumklorür
dk	:dakika
$\mu$ l	:mikrolitre
TL	:Türk Lirası
C <sup>o</sup>	:Santigrat derece
GC	:Gaz Kromatografi

## ŞEKİLLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ŞEKİLLER</b>	
<b>Şekil 2.1.</b> Omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin metabolizması	9
<b>Şekil 2.2.</b> Yağ asitlerinin zincir uzatması ve çift bağ eklemesi	10
<b>Şekil 2.3.</b> Linoleik ve $\alpha$ -linolenik asidin kimyasal yapısı	12
<b>Şekil 2.4.</b> Asetat kaynakları ve dönüşüm ürünleri	22
<b>Şekil 2.5.</b> Organizmadaki kolesterol dengesi	23

## GRAFİKLER

<b>Grafik 4.1.</b> Gruplarda haftalara göre ortalama yem tüketimi	48
<b>Grafik 4.2.</b> Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta verimi	48
<b>Grafik 4.3.</b> Haftalara göre ortalama yemden yararlanma oranı	49
<b>Grafik 4.4.</b> Haftalara göre ortalama yumurta ağırlığı	49



## ÇİZELGELER

	<u>Sayfa</u>
<b>Çizelge 1.1.</b> Dünyada ve ülkemizde protein tüketimi	2
<b>Çizelge 1.2.</b> Türkiye'de yıllara göre yumurta üretimi ve tüketimi	3
<b>Çizelge 2.1.</b> Tavuk yumurtasının besin madde bileşimi	4
<b>Çizelge 2.2.</b> Yumurta akı ve sarısının kimyasal yapısı	5
<b>Çizelge 2.3.</b> Bazı doymuş yağ asitleri	7
<b>Çizelge 2.4.</b> Doymamış yağ asitleri	8
<b>Çizelge 2.5.</b> Bazı yağların yağ asidi kompozisyonları	11
<b>Çizelge 2.6.</b> Omega yumurta ile standart yumurtanın karşılaştırılması	13
<b>Çizelge 2.7.</b> Ükelere göre trombosit fosfolipitlerde yağ asidi düzeyi ile kalp damar hastalığından ölenlerin %'si	14
<b>Çizelge 3.1.</b> Araştırmada kullanılan yağların bileşimi	25
<b>Çizelge 3.2.</b> Araştırmada kullanılan rasyonların bileşimi	27
<b>Çizelge 4.1.</b> Deneme gruplarının ME değerleri ve besin madde miktarları	33
<b>Çizelge 4.2.</b> Deneme gruplarındaki yağların bazı yağ asidi kompozisyonları	33
<b>Çizelge 4.3.</b> Gruplarda deneme başı ve deneme sonu canlı ağırlık ortalamaları	35
<b>Çizelge 4.4.</b> Gruplarda haftalara göre ortalama yem tüketimi	36
<b>Çizelge 4.5.</b> Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta verimi	37
<b>Çizelge 4.6.</b> Gruplarda haftalara göre ortalama yemden yararlanma oranı	38
<b>Çizelge 4.7.</b> Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta ağırlığı	39
<b>Çizelge 4.8.</b> Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta kırılma mukavemeti	40
<b>Çizelge 4.9.</b> Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta sarı indeksi	41
<b>Çizelge 4.10.</b> Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta akı indeksi	42
<b>Çizelge 4.11.</b> Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta Haugh birimi	43
<b>Çizelge 4.12.</b> Gruplarda haftalara göre ortalama kabuk kalınlığı	44

<b>Çizelge 4.13.</b> Rasyonların toplam lipit ve yağ asidi kompozisyonları	45
<b>Çizelge 4.14.</b> Grupların yumurta sarısı toplam yağ asidi, lipit ve kolesterol içerikleri	46
<b>Çizelge 4.15.</b> Deneme gruplarına ait yem maliyeti	47



## 1.GİRİŞ

Ülkemizde tavukçuluk sektörü hızla gelişmektedir. Kırmızı ete göre daha sağlıklı, besleyici ve ucuz olduğu düşünülen beyaz et tüketimi de artmaktadır. Yumurta, esansiyel amino asitler ve esansiyel yağ asitleri bakımından zengin oluşu, proteininin biyolojik değerinin yüksek olup, % 100 oranında vücut proteinine dönüşebilmesi ile diğer hayvansal protein kaynakları arasında önemli bir yere sahiptir. Ayrıca yumurta besleyici değerinin yüksek olması yanında kalori değerinin düşük olması ve kişiye doygunluk hissi vermesi nedeniyle diyet programlarında çekinmeden tavsiye edilebilen bir yiyecektir (Altan ve ark., 1993; Anonim, 1998).

Yumurta olumlu etkilerine karşın kolesterol düzeyinin yüksek oluşu düşüncesi tüketiminin azalmasına neden olmaktadır. Sadece koroner kalp hastalıkları gibi risk grubuna giren kişilerin gıdalarla kolesterol alımını sınırlandırmaları gerekirken, sağlık problemi bulunmayan kişilerin yumurta gibi önemli gıdaların tüketimini azaltmaları önemli bir kayıp olarak nitelendirilmektedir. Gıdalar kan kolesterol seviyesinin oluşumunu etkiler fakat gıdaların içerdiği kolesterol dışında kalıtım, sigara, stress, şeker hastalığı, şişmanlık gibi başka risk faktörleri de önem teşkil etmektedir (McCharen, 1994). Düşük kolesterollü yumurta üretimi, insan sağlığı için önemli olabileceği gibi yumurta üreticilerine de ekonomik bir avantaj sağlayacaktır.

Gıdalarla alınan her 100 mg kolesterol kan kolesterol seviyesini ortalama olarak 1-2 mg artırmaktadır. Başka bir ifade ile yenilen her yumurta çoğu sağlıklı kişide kan kolesterol seviyesini yalnızca 3-4 mg artırmaktadır. Kolesterole karşı hassas kişilerde bile bu artış çok fazla değildir ve tek başına kronik kalp rahatsızlığına neden olacak boyutta olmamaktadır (McCharen, 1994).

Yağlı kırmızı etler, kümes hayvanlarının derileri, tereyağ, domuz yağı, kaymak, dondurma ve peynir yüksek düzeyde doymuş yağ asidi içeren besinlerdir. Bu gıdalarla alınan kolesterol kan yağlarının bileşimini ve oksidasyonunu değiştirmekte olup, bu durumda kronik kalp rahatsızlığı ortaya çıkabilmektedir (Mattysse, 1998).

Bir yumurta, yetişkin bir insanın günlük protein ihtiyacının yaklaşık 1/10'unu karşılayabilmektedir. Fakat kolesterol düzeyinin yüksek oluşu değerli bir protein kaynağı olan yumurtanın tüketimini azaltmaktadır. Kronik kalp hastalıkları, kanser ve şeker hastalıkları riskini artıran en önemli sebepler yüksek doymuş yağ tüketimi ve kolesteroldür. Bu hastalıklarda görülen artışlar, insanları bu hastalıkların önemli bir nedeni olarak bilinen hayvansal yağ ve yumurta tüketiminden kaçınmaya zorlamaktadır. Fakat gelişmekte olan ülkeler arasında bulunan ülkemizde et, süt ve önemli ve ekonomik bir protein kaynağı olan yumurtanın daha az tüketilmesi büyüme ve gelişme geriliği, enfeksiyonlara dirençsizlik, kronik, dejeneratif hastalıklara duyarlılık ve iş veriminde düşüklük gibi önemli sorunlara yol açabilmektedir.

Daha sağlıklı ve bilinçli bir toplum için tüketilmesi zorunlu olan hayvansal ürünlerin üretilmesi zor olduğundan fiyatları da genellikle yüksektir. Gelişmiş topluluklarda bu gıdaların tüketilmesi oldukça yüksek iken, gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan ülkemizde bu oran oldukça düşüktür (Çizelge 1.1.) (Çizelge 1.2.) (Koçak ve ark., 1988).

**Çizelge 1.1.** Dünyada ve ülkemizde protein tüketimi, g / gün/ kişi

Ülkeler	Toplam Protein Tüketimi	Hayvansal Protein Tüketimi
Dünya Ortalaması	68.1	22.7
Gelişmiş Ülkeler Ortalaması	97.7	55.3
Gelişmekte olan Ülkeler Ortalaması	57.9	11.4
<b>TÜRKİYE</b>	<b>68.0</b>	<b>18.0</b>

(Koçak ve ark., 1988).

Bu nedenle son yıllarda yumurtanın besleyici değerini ve önemini belirten araştırmalar yayınlanmaya başlanmış ve yumurtanın besin içeriğini ve kalitesini artırıcı çalışmalar hız kazanmıştır. Yumurtanın kolesterol düzeyini ve yağ asitleri içeriğini değiştiren çalışmalar bunlardan birkaçıdır.

**Çizelge 1.2.** Türkiye'de yıllara göre yumurta üretimi ve tüketimi

Yıl	1998 <sup>a</sup>	1999 <sup>a</sup>	2000 <sup>a</sup>	2001 <sup>b</sup>	2002 <sup>b</sup>
<b>Üretim</b>					
Adet	69.722.000	71.885.000	64.709.000	55.676.000	56.000.000
Ton	868.000	881.000	844.000	634.500	636.000
<b>Tüketim</b>					
Adet	122 <sup>c</sup>	96 <sup>c</sup>	79 <sup>c</sup>	81 <sup>c</sup>	-

a: DİE, 2000      b: Anonim 2003a      c: Anonim2003b

(1ton = 16.000 adet)

Doymamış yağ asitlerinden olan Omega-3 ( $\omega$ -3) yağ asitlerince zengin rasyonlarla beslenen tavuklardan elde edilen yumurtaların da bu yağ asitlerince zengin olduğu ve bu yumurtaları tüketen insanların kan plazmasında söz konusu yağ asitlerinin arttığı bildirilmektedir (Farrell, 1993).

## 2.LİTERATÜR BİLGİ

### 2.1. Yumurtanın Bileşimi ve Besleyici Değeri

İnsan beslenmesinde çok önemli bir gıda maddesidir olan yumurta yağ, üstün biyolojik değerli protein, vitaminler, mineraller (özellikle demir) ve ekzojen amino asitlerin tamamını dengeli bir şekilde bulduran bir gıda maddesidir. Demir eksikliği bulunan gebe ve emzirme dönemindeki bayanların haftada en az 2-3 adet yumurta yemeleri, demir eksikliğini gidermeye önemli katkı sağlamaktadır. Anne sütü alamayan bebeklere üçüncü aydan itibaren katı yumurta sarısı verilmesi ile çocuk için gerekli olan kolesterol, esansiyel aminoasitler, fosfor ve demir gibi besin madde ihtiyaçları karşılanmaktadır (Demirulus ve ark., 1999). Yumurta, karbonhidrat miktarının çok az olması nedeniyle şeker hastalarının diyetlerine de ilave edilebilmektedir (Köksal, 1994).

Yumurta kabuk (%11), ak (%58) ve sarı (%31) olmak üzere üç ana kısımdan oluşur. Bütün bir tavuk yumurtasının besin madde bileşimi Çizelge 2.1.'de görüldüğü gibidir (Tekinşen, 1980).

**Çizelge2.1.** Tavuk yumurtasının besin madde bileşimi, %

	<b>Su</b>	<b>Protein</b>	<b>Yağ</b>	<b>Kül</b>
<b>Miktar, %</b>	65.5	11.8	11.0	11.7

(Tekinşen, 1980)

Yumurta akının %0.2'si, yumurta sarısının da %32.5'i yağdır ve yumurtadaki lipidin hemen hemen tamamını içerir (Çizelge 2.2.). Yumurta lipidinin %65.5'i trigliserid, %28.3'ü fosfolipid ve %5.2'si kolesterolden (%5'i serbest kolesterol, geri kalanı ise kolesterol esterleri) oluşur (Beyer ve Jensen, 1989). Bir yumurtanın kolesterol seviyesi ise yaklaşık 213 mg'dır (McCharen, 1994).

**Çizelge 2.2.** Yumurta akı ve sarısının kimyasal yapısı

	<b>Yumurta Akı</b>	<b>Yumurta Sarısı</b>
	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>
<b>Su</b>	88	48
<b>Protein</b>	11	17.5
<b>Yağ</b>	0.2	32.5
<b>Kül</b>	0.8	2.0
<b>Karbonhidrat</b>	Eseri	-

(Tekinşen, 1980)

## 2.2. Yağların Rasyonlarda Kullanılması

Hayvan beslemede yağlar çok çeşitli amaçlarla kullanılırlar. Bu amaçlar şu şekilde özetlenebilir:

1. Rasyonun başlıca enerji kaynağıdır.
2. Esansiyel yağ asidi kaynağıdır.
3. Yağda eriyen vitaminlerin (A, D, E, K ) taşınmasında ve emilmesinde görev alırlar.
4. Rasyona yağ katılması ile daha az ısı artışı meydana gelir. Böylece hayvanların sıcak stresine karşı dirençleri artar.
5. Yemde tozumayı engeller.
6. Yemin lezzetini artırır.
7. Yem fabrikalarındaki ve kümeslerdeki makinaları yağlama etkisi ile korur.
8. Pelet yapımını kolaylaştırır.

### 2.3.Yağ asitleri

Yağlar yapılarında buldukları yağ asitleri bakımından farklılık gösterirler. Bitkisel yağlar uzun zincirli doymamış yağ asitleri, hayvansal yağlar ise balık yağı hariç uzun zincirli doymuş yağ asitleri açısından zengindir. Bitkisel yağlardan olan zeytin yağı oleik asit gibi tek çift bağa sahip olan yağ asitleri (MUFA=Monounsaturated Fatty Acid) yönünden zengin iken, keten tohumu yağı linolenik asit gibi çok sayıda çift bağa sahip olan yağ asitleri (PUFA=Polyunsaturated Fatty Acid) yönünden zengindir (Padley ve ark., 1986).

Yağ asitleri vücutta serbest (esterleşmemiş) veya triasilgliserol gibi daha karmaşık moleküllerde yağ asit esterleri olarak bulunurlar. Serbest yağ asitleri enerji üretmek amacıyla karaciğer ve kas gibi birçok doku tarafından okside edilebilirler. Yağ asitleri ayrıca glikolipidler, fosfolipidler, sfingolipidler, prostaglandinler ve kolesterol esterleri içeren birçok bileşiğin öncül maddesidir. Triasilgliserol bünyesindeki esterleşmiş yağ asitleri vücudun ana enerji kaynağı olarak işlev görürler.

Tabiatta 50'yi aşkın yağ asidi bulunmaktadır. Yağ asitleri karbon sayılarına ve çift bağların pozisyonlarına göre sınıflandırılırlar. İsimlendirme metil (-CH<sub>3</sub>) grubunun bulunduğu uçtan itibaren ilk çift bağın bulunduğu karbona göre yapılır. Çift bağ 3. karbondan bulunuyorsa omega (ω) 3, 6. karbondan bulunuyorsa omega (ω) 6 veya 9. karbondan bulunuyorsa omega (ω) 9 gibi gruplara ayrılırlar.

Yağ asitleri kimyasal yapıları dikkate alınmak suretiyle doymuş ve doymamış yağ asitleri olarak ikiye ayrılırlar (Çizelge 2.3; Çizelge 2.4.). Yağ asiti zinciri çift bağ içermiyorsa doymuş, bir veya daha fazla sayıda çift bağ içeriyorsa doymamış olur (Champe ve Harvey, 1994). Doymamış yağ asitleri bir adet çift bağ içeriyorsa monounsaturated = tekli doymamış yağ asidi (MUFA), birden fazla çift bağ içeriyorsa polyunsaturated = çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) adı verilir (Horton ve ark., 1993).



**Çizelge 2.3.** Bazı doymuş yağ asitleri

<b>Karbon Sayısı</b>	<b>Adı</b>	<b>Formülü</b>
12:0	Laurik Asit	$H_3C-(CH_2)_{10}-COOH$
14:0	Miristik Asit	$H_3C-(CH_2)_{12}-COOH$
16:0	Palmitik Asit	$H_3C-(CH_2)_{14}-COOH$
18:0	Stearik Asit	$H_3C-(CH_2)_{16}-COOH$
20:0	Arahidik Asit	$H_3C-(CH_2)_{18}-COOH$
22:0	Behenik Asit	$H_3C-(CH_2)_{20}-COOH$
24:0	Lignoserik Asit	$H_3C-(CH_2)_{22}-COOH$
26:0	Serotik Asit	$H_3C-(CH_2)_{24}-COOH$

(Balevi, T., 1996)

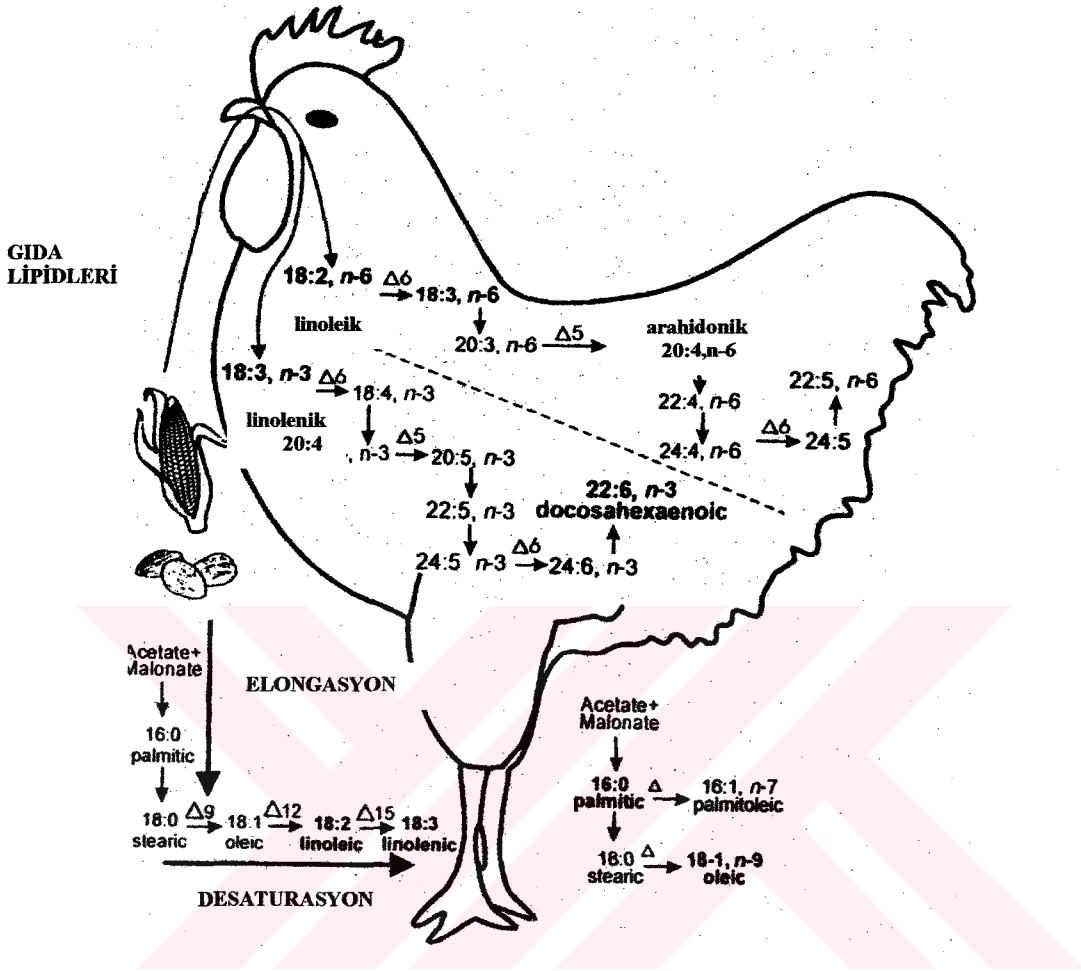
Çizelge 2.4. Doymamış yağ asitleri

Karbon Sayısı	Adı	Formülü
14:1	Miristoleik Asit	$H_3C-(CH_2)_5-CH=CH-(CH_2)_5-COOH$
16:1(ω9)	Palmitoleik Asit	$H_3C-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_5-COOH$
16:2(ω9)	Hekzadekadienoik Asit	$H_3C-(CH_2)_7-CH=CH-CH=CH-(CH_2)_2-COOH$
18:1(ω9)	Oleik Asit	$H_3C-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$
18:2 (ω6)	Linoleik Asit	$H_3C-(CH_2)_4-CH=CH-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$
18:3 (ω3)	Linolenik Asit	$H_3C-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$
20:1(ω3)	Ekosanoik Asit	$H_3C-(CH_2)-CH=CH-(CH_2)_{15}-COOH$
20:3(ω3)	Eikosatrienoik Asit	$H_3C-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-(CH_2)_9-COOH$
20:4 (ω6)	Arahidonik Asit	$H_3C-(CH_2)_4-CH=CH-(CH_2)_{12}-COOH$
20:5 (ω3)	Eicosapentaenoik Asit	$H_3C-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-(CH_2)_3-COOH$
22:3(ω3)	Dokosatrienoik Asit	$H_3C-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-(CH_2)_{11}-COOH$
22:4(ω3)	Dokosatetraenoik Asit	$H_3C-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-(CH_2)_8-COOH$
22:5(ω3)	Dokosapentaenoik Asit	$H_3C-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-(CH_2)_5-COOH$
22:6 (ω3)	Dokosaheksaenoik Asit	$H_3C-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-(CH_2)_2-COOH$

(Balevi, T., 1996)



Şekil 2.2. Yağ asitlerinin zincir uzatması ve çift bağ eklemesi



(Klasing, 1998)

Esansiyel yağ asitlerince yetersiz beslenen kişilerde, özellikle çocuklarda, büyüme ve gelişme aksamakta, ekzema, aşırı nem kaybı, yüzde deri kızarıklıkları, immun sistem yetersizliği, hipertansiyon ve karaciğer yağlanması gibi metabolik bozukluklar ortaya çıkabilmektedir (Wetherilt, 1998). Ayrıca karaciğer ve böbreklerde dejenerasyon, erkeklerde sterilite, bayanlarda düşük, arthritis, kalp ve dolaşım sistemi bozuklukları, motor sistem inkordinasyonu ve davranış bozuklukları gibi semptomlar da görülebilmektedir (Anonim, 2000a)

Omega-3 yağ asidi grubuna dahil ve esansiyel bir yağ asidi olan alfa-linolenik asit keten tohumu, soya, kolza, ceviz yağı ile bitkisel yağlarda oldukça yüksek miktarda bulunmaktadır.  $\omega$ -6 grubuna dahil olan linoleik asit ise soya, ayçiçek, mısır

ve susam yağında yüksek oranda bulunmaktadır (Çizelge 2.5).  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitlerinin etkili olabilmesi her iki yağ asitinin çok iyi dengelenmiş olmasına bağlıdır (Watkins, 1991). Diyetlerde  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 yağ asiti arasındaki oranın 4:1 ile 10:1 arasında olması iyi sonuçlar vermektedir (Şekil 2.3.) (Caston ve Leeson, 1990; Klasing, 1998).

**Çizelge 2.5.** Bazı yağların yağ asidi kompozisyonları, %

Yağ asitleri	Keten T. Yağı <sup>a</sup>	Soya Yağı <sup>a</sup>	Mısır Yağı <sup>a</sup>	Ayçiçek Yağı <sup>b</sup>
Stearik asit (C18:0)	4	4	1	4,7
Oleik asit (C18:1)	22	27	25	17,8
Linoleik asit (C18:2)	15	50	60	68,7
Linolenik asit (C18:3)	52	7	1	0,2

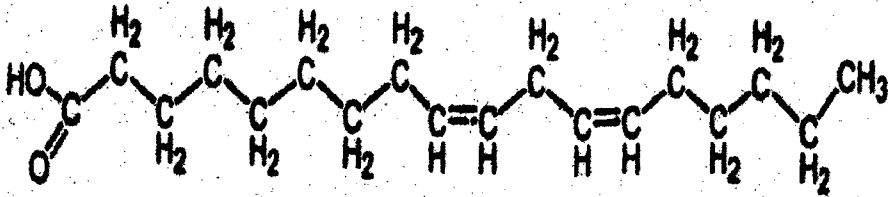
a: (Kratzer ve Pran, 1996)

b: (Balevi, 1996)

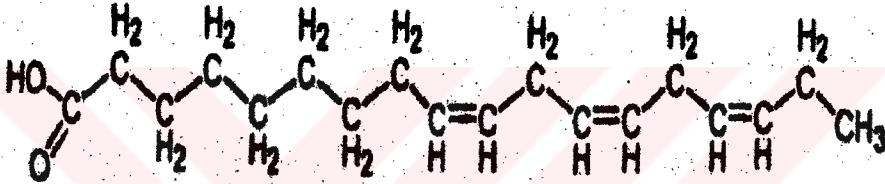
Hayvansal ürünlerde linolenik asit yeterince bulunmadığından, insanların diet beslenmesinde bu gıdalar kullanıldığında ihtiyaç karşılanmamaktadır. Bu nedenle  $\omega$ -3 yağ asidince zengin yumurta elde etmek hastalık durumlarında da son derece önemlidir. Bu nedenle yumurta tavuğu rasyonlarına değişik yağlar katılarak denemeler (Farrell ve Gibson, 1991; Baucells ve ark., 2000; Olomu ve Baracos, 1991) yapılmaktadır. Bu yağlardan birisi de keten tohumu yağıdır (Caston ve Leeson, 1990).

Şekil 2.3. Linoleik ve  $\alpha$ -Linolenik asidin kimyasal yapısı

**Linoleik asit ( $\omega 6$ )**



**$\alpha$ -Linolenik asit ( $\omega 3$ )**



(Klasing, 1998)

Esansiyel yağ asitlerinin öneminden dolayı yumurta tavuklarında yapılan çalışmalar sonunda elde edilen yumurtalar, doymamış yağ asitlerince zengin olmaktadır. Bu nedenle bu yumurtalar "light yumurta" veya "omega yumurta" olarak adlandırılmaktadır. Yumurta tavuğu rasyonlarına keten tohumu, balık yağı, çeşitli algler, mineraller ve ilaçlar katılarak omega yumurta elde edilmeye çalışılmaktadır. Bu yumurtalarda toplam  $\omega$ -3 yağ asitleri düzeyi artarken (350mg/yumurta), doymuş yağ asitleri düzeyi düşmektedir. Çizelge 2.5.'de ABD. Tarım Bakanlığı'nın (USDA) standart yumurtası ile Nebraska Üniversitesi'nde araştırılan omega yumurtanın karşılaştırması verilmektedir. Omega yumurtada DHA (C22:6) ve linolenic asit (C18:3) miktarları sırasıyla 100 ve 250 mg bulunmuştur. Bu oranlar standart yumurtanın DHA ve linolenik asitlerinden oldukça yüksektir. Ayrıca standart yumurtada 210 mg/yumurta olan kolesterol oranı 180 mg/yumurta düşmüştür. Omega yumurtalar tat olarak da denenmiş ve beğenilmiştir. Ayrıca

kolesterolu yüksek kişilerde test edilmiş ve bu kişilerin haftada 12 yumurtaya kadar yiyebilecekleri ve serum trigliseridlerinde %14 lük bir düşme olduğu bildirilmiştir ( Scheideler, 2003)

**Çizelge 2.6.** Omega yumurta ile standart yumurtanın karşılaştırılması (60g)

	Omega Yumurta	Standart Yumurta
Protein, g	6	6
Karbonhidrat, g	0,6	0,6
Toplam Yağ, g	6	6
Doymuş Yağ, g	1,5	2
PUFA, g	1,35	0,9
$\omega$ -6 yağ asitleri, mg	750	800
$\omega$ -3 yağ asitleri, mg	350	60
C18:3 (linolenik asit), mg	250	40
C22:6 (Dokozahexaenoik asit),mg	100	20
$\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı	2,6	13
MUFA, g	2,8	2,4
Kolesterol, mg	180	210

(Scheideler, 2003)

Yem yağı ile vücut yağının yağ asidi kompozisyonları arasında büyük bir benzerlik görülmektedir. Doymuş yağ asidi bakımından zengin yemlerle beslenen kanatlılardan elde edilen ürünler doymuş yağ asidi, doymamış yağ asidi bakımından zengin yemlerle beslenenlerden elde edilen ürünler ise doymamış yağ asidi yönünden zengin olmaktadır. Kolesterol metabolizmasında önemli görevler üstlenen lipoproteinlerin çeşit ve miktarları ise, tüketilen gıdalardaki yağ asitleri kompozisyonundan önemli ölçüde etkilenmektedir (Balevi, T., 1996).

Bir yumurtanın trigliserid (%65) oranı ile fosfolipid (%28) oranı karşılaştırıldığında, fosfolipidlerde doymamış yağ asidi miktarı, trigliseridlerden daha yüksek olmasına karşın, oleik asidin trigliseridlerde 2 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum fosfolipidlerin miktarı ile uzun zincirli doymamış yağ asitleri kompozisyonunun yağ asidi konsantrasyonundan etkilendiği ifade

edilmektedir. Bir başka deyişle yumurta sarısının yağ asitleri kompozisyonu rasyonun yağını da yansıtmaktadır (Cherian ve Sim, 1991; Vichez ve ark., 1991; Weisseman, 1997).

Rasyonlardaki  $\omega$ -3 yağ asitlerinin insanlarda ve hayvanlarda kalp hastalıklarını önlemek, kolesterol seviyesini düşürmek ve enfeksiyonlardan korumak gibi bir dizi yararları vardır (Klatt, 1986). Omega-3 yağ asitlerinin biyolojik aktiviteleri, metabolizmalarına ve kas lipidlerine nüfuz etme özelliklerine dayanmaktadır. Domuzlarda (Cunnane ve ark., 1990), laboratuvar hayvanlarında (Lee ve ark., 1988; Garg ve ark., 1988) ve broylerlerde yapılan çalışmalarda keten tohumu yağının yağ asitleri ve dokulara olan etkileri incelenmiştir. Araştırmacılar, doku ve organların  $C_{18:3\omega3}$  içeriğinde ve uzun zincirli doymamış yağ asitlerinde ( $C_{20:5\omega3}$ ,  $C_{22:5\omega3}$  ve  $C_{22:6\omega3}$ ) genel bir yükselme olduğunu belirtmişlerdir.

Japonya'da ve eskimolarda yapılan çalışmalar kalp ve damar hastalıklarından ölüm oranında düşüklük balık yağı ( $\omega$ -3'ce zengin) tüketimi ile açıklanmaktadır (Simopulos, 1997). Balık yağında bulunan  $\omega$ -3 çoklu doymamış yağ asitlerinin (EPA ve DHA) serum total ve LDL kolesterol düzeylerini düşürdüğü, serum trigliserit üzerinde de olumlu etkiler yaptığı, membran fosfolipitlerine arahidonik asitin girmesini önlediği, arter duvarlarının endotel hücrelerinde birikime neden olan etkenleri ile plazmanın bozulmasına neden olan fibrinojen üretimini azalttığı ortaya konulmuştur (Allman, 1995).

**Çizelge 2.7.** Ülkelere göre kan(trombosit) fosfolipitlerde yağ asidi düzeyi ile kalp-damar hastalığından ölenlerin %'si

	Avrupalı ve Amerikalılar	Japonlar	Eskimolar
Arahidonik Asit ( $C_{20:4\omega6}$ )(%)	26	21	8.3
Eikozapentaenoik asit ( $C_{20:5\omega3}$ )(%)	0.5	1.5	8.0
$\omega6/\omega3$ oranı	50	12	1
Kalp-damar hastalığından ölenlerin %'si	45	12	7

(Simopulos, 1997)



Lamprey ve Walker (1976), ratlarda yaptıkları çalışmada, rasyonda bulunan  $\omega$ -3 yağ asidi içeren soya yağının diğer  $\omega$ -3 metabolitleri ile beyin lipidleri ve nörofizyolojik gelişimde rol oynadıklarını ileri sürmüşlerdir. Nörolojik abnormaliteler ve yağ asitleri arasındaki bağlantı halen araştırılmaktadır. Yapılan çalışmalar  $\omega$ -3 yağ asidi alımındaki artışın insan plazmasında ve alyuvarlardaki  $\omega$ -3 konsantrasyonunu arttırdığını ve serum kolesterolünü düşürdüğünü göstermiştir (Singer ve ark., 1986; Cunnane ve ark., 1989).

Yapılan bir çalışmada yumurta tavuğu rasyonlarına % 2.5 oranında 9 farklı yağ ilave edilmiş ve yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve yumurta sarısı yağ asitleri kompozisyonlarına etkileri incelenmiştir (Balevi, 1996). Keten yağı içeren grupta ortalama günlük yem tüketimi 88.41 g yumurta verimi %76.81, yumurta ağırlığı 55.70 g ve yemden yararlanma oranı 2.08 (kg yem / kg yumurta) olarak bulunurken ayçiçeği yağı içeren grubun günlük yem tüketimi ise 88.89g ,yumurta verimi %69.96 ve yumurta ağırlığı 55.71 g ve yemden yararlanma oranı 2.31 (kg yem / kg yumurta) olarak bulunmuştur. Bu parametrelerde gruplar arasında bir fark bulunmamıştır. Doymuş yağ asitleri bakımından zengin olan iç ve rendering yağlarını içeren rasyonların tüketilmesi sonucu, yumurta sarısında doymuş yağ asitleri düzeyi sırasıyla %46.09 ve %42.21 olarak tespit edilmiştir. Omega-3 yağ asitleri bakımından zengin olan keten yağı ve  $\omega$ -6 bakımından zengin olan soya yağı içeren rasyonlarla beslenme sonunda yumurta sarılarında sırayla  $\omega$ -3 (%6.48) ve  $\omega$ -6 (%21.46) yağ asitleri diğer gruplardan yüksek bulunmuştur.

Gao ve Charter (2000) Kanada'da yaptıkları çalışmada 6 farklı kümeden yumurta toplamışlar ve bu yumurtaların yağ asitleri düzeyini gaz kromatografi cihazında incelemişlerdir. Alışılmış yemlerle beslenen 3 kümes ve özel rasyonlarla (rasyon 1:keten tohumu-mısır ve soya küspesi kombinasyonu) beslenen 3 kümesden alınan yumurtaların yağ asitleri profillerine bakılmış ve özel rasyonlarla beslenen tavukların yumurtalarında linolenik asit (C18:3) ve DHA (C22:6) oldukça yüksek bulunurken arahidonik asit (C20:4) düşük bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Hipertansiyon, atheroskleroz veya diabet gibi hastalıkların profilaksisinde önemli rol oynayan (Cunnane ve ark., 1989), linolenik asitce zenginleştirilmiş yumurtalar, pazarda daha çok tercih edilecektir. Balık yağının, yumurtanın organoleptik muayenesinde yarattığı tat ve koku değişikliği gibi istenmeyen etkilerin (Koehler ve Bearse, 1975; Wakeling, 1982) keten tohumu yağı kullanımı ile ortadan kaldırılabileceği bildirilmektedir.

#### **2.4. Keten Tohumu ve Yağının Rasyonlarda Kullanılması**

Keten tohumu (*Linum usitatissimum* L.) 5000 yıldır sağlık amaçlı olarak kullanılmaktadır. Hipokrat karın ağrılarını geçirmek için keten tohumu yağı kullanmıştır. Kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve diabet gibi hastalıkların tedavisinde oldukça sık kullanılan keten tohumu, karoten, vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, E, lesitin ve fosfolipidlere sahiptir. Tohumun içerisinde antioksidanlar bulunmaktadır ve eğer tohum bütünlüğü bozulmazsa, içeriğindeki yağı taze olarak uzun süre muhafaza edebilir. İçeriğinde bulunan musilaj laksatif etki gösterir ve safranın tekrar emilmesini önleyerek kolesterolü düşürür (Anonim, 2000b)

Keten tohumu A.B.D. kuzeyinde ve Kanada'da yaygın olarak yetiştirilmektedir. Türkiye'de ise daha çok Diyarbakır ve Kocaeli illerinde toplam 173 ton keten tohumu üretilmektedir (DİE, 2000). Keten tohumu yağı ise kurutucu yağ olarak resimlerde, verniklerde ve plastiklerde kullanılmaktadır. Yağı mekanik ekspeller veya solvent ekstraksiyon metodu ile alındıktan sonra geriye kalan keten tohumu küspesi hayvan beslemede özellikle de besi sığırlarında önem taşımaktadır. Keten tohumu, bir glukozit olan linamarin içermektedir ve bunlar linaz enziminin varlığında hidrojen siyanit oluşturmaktadır. Ancak üretim koşullarındaki yüksek ısıda linaz enzimi tahrip olmakta ve bu nedenle hidrojen siyanit oluşmadığı için problem teşkil etmemektedir (Kratzer ve Pran, 1996)

Keten tohumu yağı (KTY) yaklaşık %50  $\alpha$ -linolenik asit (C<sub>18:3 $\omega$ 3</sub>) ve % 15 linoleik asit içeriğine sahiptir ve en zengin  $\omega$ -3 yağ asidi kaynağıdır. Ayrıca konsantre bir esansiyel yağ asidi ve alternatif bir enerji kaynağıdır. Soya fasülyesi

yađı, kanola yađı ve ayııeđeđi yađının linolenik asit dűzeyi sırasıyla %9.9, 8.0 ve 0.1'dir (Canadian Grain Commission, 1989). Ayııeđek yađının linoleik asit ( $\omega$ -6) oranı ise %51.1-61.1'dir ve %57.2 űretim dűzeyi ile Tűrkiye'de en çok űretilen bitkisel yađdır (Coşge, 1999).

Keten tohumu yağı eikosapentaenoik asit ve prostaglandin sentezinde rol oynar. Keten tohumu yağının yem içeriğinde bulunması  $\omega$ -3 yađ asitlerinin dokulara nűfuz etmelerini sağlar. Bu da tavuk etini  $\omega$ -3 yađ asitleri potansiyeli bakımından deniz balığı etine alternatif hale getirmektedir (Olomu ve Baracos, 1991).

Niemiec ve ark. (1997) tarafından yumurta tavuđu rasyonuna % 8 dűzeyinde keten tohumu katılmıř ve  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yađ asitleri dűzeyi yűkselirken yađ, trigliserid ve kolesterol dűzeyi daha dűřuk bulunmuřtur.

Ferrier ve ark. (1995) tarafından yumurta tavuđu rasyonlarına % 0,10 ve 20 dűzeyinde keten tohumu katılarak yapılan denemede, yumurtaların  $\omega$ -3 yađ asidi içerikleri sırasıyla 28, 261 ve 527mg/yumurta dűzeyinde bulunmuř, kolesterol miktarı ise 183 mg'dan 174 mg'a dűřműřtűr.

Novak ve Scheideler (2001) yumurta tavuđu rasyonlarına %10 keten tohumu (KT) yanısıra %3.8 ve %4.5 dűzeylerinde kalsiyum ve 22.000 IU/kg vitamin D3 katarak yaptıkları çalıřmada ve yem tűketiminin %10 keten tohumu tűketen grupta kontrol grubundan (98.9g ) nemli lűde yűksek olduđunu (100.9g ) belirtmiřlerdir. Kontrol grubunda %87.6 olan yumurta veriminin KT katılan grupta %86.6 olduđunu, yumurta ađırlıđının ise kontrol grubunda 58.25g iken KT ilave edilen grupta 57.84 g olarak belirlendiđini ve bu parametrelerin KT ilavesinden etkilenmediđini bildirmiřlerdir. Keten tohumu içeren rasyonla beslenen grupların incelenen yumurta kabuđu kalitesine iliřkin parametrelerden kabuk ađırlıđının ve zgűl ađırlıđın da deđiřmediđi tespit edilmiřtir.

Jiang ve ark (1991) tarafından yumurta tavuğu rasyonlarına %15 keten tohumu ve iki çeşit ayııeğeği tohumu (yűksek oleik asit içeren ayııeğeği tohumu ve

yüksek linoleik asit içeren ayçiçeği tohumu) katılarak yapılan çalışmada yumurta verimi, haugh birimi ve yumurta sarısı yağ oranına bakılmış ve bu parametrelerin deneme rasyonları ile değişmediği bildirilmiştir. Ancak yumurta sarısı yağ asitleri profilleri oldukça farklılık göstermiş ve keten tohumu ilave edilen grubun alfa-linolenik asit, EPA (%0.3), DPA (%0.3) ve DHA(%2.7) oranları diğer gruplara göre oldukça yüksek bulunmuştur. Kontrol grubunun linoleik asit düzeyi % 11.6 iken yüksek linoleik asit içeren ayçiçeği tohumu ilave edilen grubun linoleik asit düzeyi %28.5'a yükselmiştir ve kontrol grubunun linolenik asit oranı % 0.9 iken keten tohumu ilave edildiğinde bu düzey % 5.8'e yükselmiştir.

Caston ve Leeson (1990) yumurta tavuğu rasyonlarına %0, 10, 20 ve 30 düzeylerinde keten tohumu katmışlar ve 28 günlük period sonunda 3 gün yumurta toplamış ve gaz kromatografide yapılan analizler sonucunda tüm grupların  $\omega$ -3 yağ asitleri profilinde ve bazı  $\omega$ -6 yağ asitlerinde belirgin bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Linoleik asit oranı kontrol grubunda % 14.1 düzeyinden %30 keten tohumu ilave edildiğinde %17.1 düzeyine çıkmıştır. Ancak en etkili sonuçlar %20 keten tohumu ilave edilen gruptan (linolenik asit düzeyi %0.38'den %8.9'a yükselmiştir) alınmıştır. Yumurta kolesterol oranları ise sırasıyla 200.8, 202.7, 202.6 ve 198 (mg/yumurta) olarak belirlenmiş ve gruplar arasında bir fark bulunamamıştır.

Scheideler ve Froning (1996) yumurta tavuğu rasyonlarında %5, 10 ve 15 düzeyinde bütün ve öğütülmüş keten tohumu denemişler ve keten tohumunun yem tüketimi, canlı ağırlığı ve yumurta ağırlığını (kontrol grubunda 63.5 gramdan 62.9 grama) düşürdüğünü yumurta verimini ise yükselttiğini (kontrol grubunda %83.1'den %86.3'a) bildirmişlerdir. Rasyona %10 düzeyinde öğütülmüş ve öğütülmemiş keten tohumu ilave edildiğinde yem tüketimi değerlerini sırasıyla 101.2 ve 103.8 g olarak bulmuş ve kontrol grubuyla (101.4 g) karşılaştırıldığında önemli bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Keten tohumu kullanımının, yumurta beyazı, sarısı, kabuk kalınlığını yüzdesini veya kolesterol düzeyini (kontrol grubunda 11.2mg/g olan yumurta sarısı kolesterol düzeyi sırasıyla 11.56, 11.23 ve 11.5 olarak tespit edilmiştir) etkilemediğini bildirmişlerdir. Keten tohumu % 5,10 ve 15 düzeylerinde ilave yapıldığında yumurta sarısı linolenik asit düzeyini sırasıyla %2.31, 4.18 ve

6.83 oranında yükselttiğini, DPA ve DHA düzeylerini ise önemli ölçüde artırdığını belirtmişlerdir.

Farrell ve Gibson (1991) tarafından yapılan bir başka çalışmada kanola yağı, balık yağı ve keten yağı denenmiştir. MUFA ve PUFA düzeyleri, en yüksek olarak keten tohumu yağı katılan grubun yumurta sarılarında sırasıyla % 42.2 ve 22.2 olarak belirlenmiştir. Kolesterol oranı ise, kontrol grubuna göre keten yağlı grupta (1.98) düşmüştür (g/100g).

Baucells ve ark. (2000) tarafından yapılan araştırmada yumurta tavuğu rasyonlarına % 4 oranında balık yağı, keten tohumu yağı, kolza yağı, ayçiçeği yağı ve kuyruk yağı gibi çeşitli yağlar ilave edilmiştir. Yem tüketimi, yumurta ağırlığı, yemden yararlanma oranı ve canlı ağırlık kazancı gibi parametrelerde önemli bir farklılık bulunamazken, yumurta yağ asitleri düzeyleri oldukça büyük farklılık göstermiştir. KTY ilave edilen gruptaki hayvanların ortalama günlük yem tüketimi 92.09g, yumurta ağırlıkları 59.54g ve yemden yararlanma oranları 1.96 (kg yem/ kg yumurta) bulunurken, rasyonlarına AY ilave edilen hayvanların yem tüketimi 98.10 g, yumurta ağırlığı 60.76g ve yemden yararlanma oranı 2.06 olarak bulunmuştur. Linolenik asit düzeyi en yüksek KTY kullanılan grupta (4.87), linoleik asitse en yüksek AY kullanılan grupta (21.34) tespit edilmiştir. En yüksek PUFA düzeyi AY (25.08) kullanılan grupta bulunmuştur. Toplam  $\omega$ -6'ların en yüksek olduğu grup AY kullanılan grup (24.26) , toplam  $\omega$ -3'ların en yüksek olduğu grup ise KTY (7.07) kullanıldığı grup olmuştur.

Sarıfakıoğulları (2003), yumurta tavuğu rasyonlarına % 0,10 ve 20 oranlarında keten tohumu katarak yaptığı çalışmasında hayvanların deneme sonu ortalama canlı ağırlıkları sırasıyla 1615.83, 1547.98 ve 1533.30 g olarak; grupların günlük yem tüketimlerini 109.65, 118.13 ve 119.48 g olarak; yemden yararlanma oranını 1.26, 1.37 ve 1.54 olarak; grupların yumurta verimlerini % 88.47, 87.98 ve 80.63 ve yumurta ağırlıklarını 60.21, 59.40 ve 58.25 g olarak bulmuştur. Deneme gruplarından elde edilen yumurtaların ortalama kırılma mukavemetleri sırasıyla 3.60, 3.78 ve 3.39 kg/cm<sup>2</sup>; yumurta akı indekslerini 9.66, 9.46 ve 9.56; yumurta sarı

indekslerini 43.96, 43.67 ve 44.04; Haugh birimlerini 84.06, 82.08 ve 82.57 ve kabuk kalınlıklarını 40.31, 41.05 ve 40.11 ( $\times 100\text{mm}$ ) olarak belirlemiş ve keten tohumunun yumurta iç kalite özelliklerini etkilemediğini bildirmiştir. Yumurta sarısı yağ asidi içeriklerinde ise  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asidi oranlarının özellikle de linolenik asit oranının yükseldiğini belirlemiştir (% 0.38, 4.97 ve 9.32).

Olomu ve Baracos (1991) tarafından broylerlerde yapılan çalışmada % 4.5 oranında KTY rasyonlara hayvansal yağ ile birlikte katılmıştır. Mortalite, canlı ağırlık kazancı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranlarında gruplar arasında önemli farklılıklar kaydedilmezken, KTY ile beslemede iskelet kası lipidlerindeki  $\omega$ -3 yağ asitlerinde belirgin bir artış (%4.5 düzeyinde KTY ilavesi ile kontrol grubunda %3.09'dan % 12.4'e),  $\omega$ -6 yağ asitleri miktarlarında ise 21 gün sonunda düşüş (kontrol grubunda % 32.8'den % 28.1'e) kaydedilmiştir. Bunun delta-6-desaturase enziminin aktivitesindeki düşmeden ileri gelebileceği düşünülmüştür.

## 2.5. Kolesterol

Kolesterol insan ve hayvan organizmasında yer alan bir steroldür. Karaciğer, bağırsak, adrenal korteks ve yumurtalıklar, testisler ve plasentayı kapsayan üreme dokuları vücudun kolesterol havuzuna en büyük katkıyı yapmasına rağmen, kolesterol insanlarda hemen hemen tüm dokular tarafından sentezlenir. Karaciğerde trigliseritlerden yapılabildiğinden, yiyeceklerle alınması mutlak gerekli bir madde değildir.

Kolesterol bitkilerde ve bitkisel yağlarda bulunmamaktadır. Bitkiler, fitosterol adı verilen diğer sterolleri içerirler ve bu steroller kolesterol gibi hızlı bir şekilde emilmezler. Bitki sterollerinin fazla miktarda alınması, kolesterol sentezini büyük ölçüde engellemektedir (Montgomery ve ark., 1990).

Kolesterol insanlardaki en yaygın steroldür ve vücutta bir grup işleve sahiptir. Örneğin; kolesterol bütün hücre zarlarının bir bileşenidir ve safra tuzları, steroid hormonları ve D vitamininin öncül maddesidir (Champe ve Harvey, 1994).

Kan serumundaki total kolesterol düzeyi 200 mg/100ml civarındadır. Bu değerin % 50-60 kısmını yağ asitleri ile esterleşmiş şekli oluşturur (Çördük ve Demirel, 1996).

Canlılar doymuş yağ asitlerince zengin diyetler tükettikleri zaman kan plazmasında kolesterolü çevre dokulardan karaciğere taşıyan HDL (High Density Lipoprotein=Yüksek yoğunluktaki lipoprotein) azalırken, vücut dokularında kolesterol sentezini stimüle eden ve karaciğerden çevre dokulara taşıyan LDL (Low Density Lipoprotein=Düşük yoğunluktaki lipoprotein) artmakta ve kolesterol düzeyi artarak kardiyovasküler bozukluklar ve atheroskleroz gibi çeşitli hastalıklar oluşmaktadır (Wetherilt, 1998)

Kanda LDL-kolesterol aşırı arttığında özellikle oksitlendiği durumlarda, herhangi bir mekanik hasar nedeniyle damarların iç cidarında bulunan ölü dokulara, makrofaj, monositlere ve kalsiyum bileşiklerine sarılmış bir şekilde plaklar oluşturarak damar duvarlarının elastik yapısını bozup, sertleştirebilirler. Normalde, her kalp atışında genişleyerek kan geçirebilen damarlar sertleşip daralınca yetersiz kalırlar, kan pıhtıları ve basıncı artar, kalp yorulur. Damar spazmı sonucu kan akımı engellenebilir veya zayıflayan damar duvarları baloncuklar halinde çıkıntılar yaparak patlayabilir. "Atheroskleroz" diye tanımlanan bu durum kalbe, akciğerlere ve beyne giden ana damarlarda çıkarsa enfarktüs, aşırı kanama ve ölüm ihtimali artar (Wetherilt, 1998). Bu nedenle LDL'ye "kötü kolesterol", dokularda oluşan hatta damarların iç yüzünde biriken kolesterolü buralardan kopararak karaciğere taşıyan HDL'ye ise "iyi kolesterol" veya "çöpçü kolesterol" denmektedir (Montgomery ve ark., 1990).

Bu nedenle insanlar, diyetlerinde HDL'yi artıran ve LDL'yi azaltan kompozisyondaki yiyecekleri tüketme eğilimi göstermektedirler.

### 2.5.1. Vücutta Kolesterol Sentezi

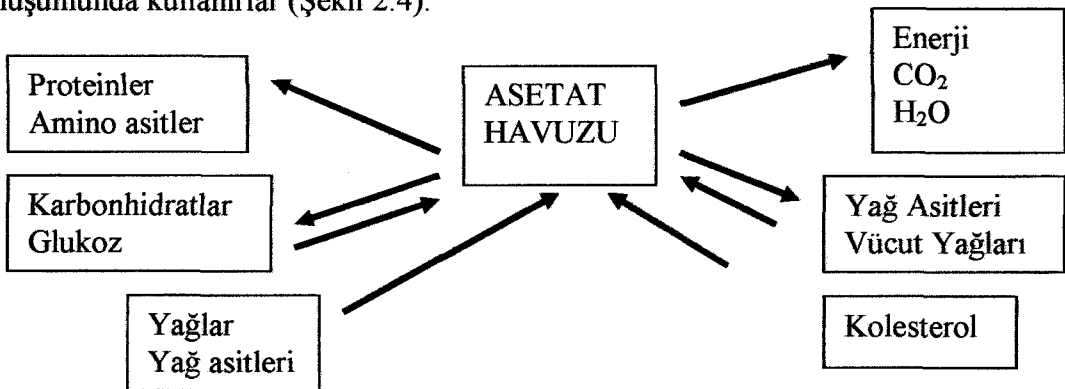
Bazı araştırmalarda kolesterolün büyük bir kısmının vücutta sentezlendiği belirlenmiş, bir kısmında ise 2/3'nün vücutta sentezlendiği ancak 1/3'nün besinlerle

alındığı ifade edilmektedir (Naber, 1976). Hemen hemen tüm besin maddeleri kolesterol yapımına katkıda bulunmaktadır. Proteinler, yağlar ve karbonhidratlar enerji üretim döngüsünde asetata kadar parçalanırlar. Bu besin maddeleriyle olan aşırı beslenme sonucunda fazla miktarda oluşan asetat, vücutta fazla miktarda yağ asidi ve kolesterol oluşumuna neden olur. Sonuçta bir yandan yağlanma şekillenirken, diğer yandan atılımı artmaz ise fazla miktarda kolesterol organizmada birikir (Montgomery ve ark., 1990).

Vücutta sentezlenen veya doğrudan beslenme yoluyla alınan kolesterol karaciğerde lipoprotein (HDL ve LDL) şeklinde paketlenerek kan yoluyla doku ve organlara taşınır (Anonim 1999a; Anonim 1999b).

Kanatlılarda karaciğer ve yumurtalıklar kolesterolün temel sentez bölgeleri olup, yumurta sarısı kolesterol içeriğinin büyük bir kısmı karaciğer kaynaklıdır. Burada sentezlenen kolesterol kan yolu ile lipoprotein formunda yumurtalıklara taşınarak gelişen folliküllerde depolanmasına rağmen, kan kolesterol seviyesi ile yumurta sarısı kolesterolü arasındaki ilişki tam olarak açıklanamamıştır (Hargis, 1998).

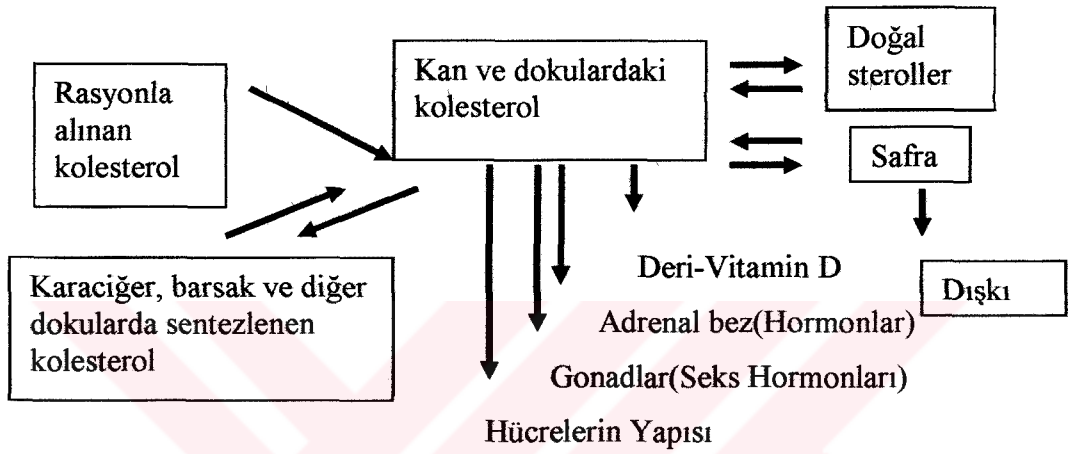
Proteinler, yağlar ve karbonhidratlar vücutta enerji sağlamak için yapı taşları olan asetatlara parçalanırlar. Enerji üretiminin sonraki aşamalarında asetatlar sitrik asit siklusu içerisinde  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$ 'ya kadar okside olurlar. Diğer taraftan asetatlar hem vücut yağına katılabilen yağ asitlerinin oluşumunda hem de kolesterolün oluşumunda kullanırlar (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Asetat kaynakları ve dönüşüm ürünleri (Naber, 1976)



Kolesterolün vücuda alımı ve atılımı arasında bir denge mevcuttur. Kolesterolün vücuttan çıkarılması başlıca ya karaciğerde doğal steroller şeklinde ya da karaciğerde kolesterolün oksidasyonu sonucu oluşan safra asitlerinin şekillenmesiyle olur. Sonuçta kolesterol dışkıyla atılır yada tekrar sıklusa geri döner. Az miktarda da olsa deriyle, idrarla ve reproduktif sistemle de çıkartılmaktadır (Naber, 1990). Kan ve dokulardaki kolesterol dengesi Şekil 2.5'de verilmektedir.



Şekil 2.5. Organizmadaki kolesterol dengesi (Naber, 1976)

### 2.5.2. Yumurta Kolesterol Düzeyine Etki Eden Etmenler

Yumurta kolesterol düzeyi yapılan çeşitli çalışmalarla düşürülmeye çalışılmaktadır.

Bu amaçla;

- Genetik seleksiyonlar yapılmakta
- Yumurta tavuklarının rasyonları değiştirilmekte (saponin, krom, bakır, selüloz, yağ, bitki sterolü ve C vitamini gibi çeşitli ilaveler yapılmaktadır)
- Çeşitli ilaçlar denenmektedir.

Yapılan çalışmalar karaciğerde kolesterol sentezini sınırlayarak ya da kolesterolün bağırsaklardan emilimini azaltarak yumurta kolesterolünün düşürülmesine yönelik olmuştur (Beyer ve Jensen, 1989). Ancak yumurta kolesterol düzeyi oldukça dirençlidir ve kolay değişmemektedir. Bu direncin, embriyonun

gelişmesi sırasında kolesterole olan ihtiyacından kaynaklandığı düşünülmektedir fakat yumurta içerisindeki kolesterol ihtiyacından çok fazladır ve embriyonun neden kendi kolesterolünü sentezleyemediği bilinmemektedir. Yumurta sarısındaki kolesterol karaciğerde sentezlenen lipoprotein kompozisyonu ile belirlenmektedir.

Yapılan çalışmalarda bu lipoproteinlerin kompozisyonundan çok konsantrasyon oranını değiştirmektedir (Griffin, 1990). Eğer lipoproteinlerin çeşidini değiştirecek çalışmalar yapılabilirse yumurta sarısındaki kolesterol oranının da düşürülebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle yumurtadaki  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitlerinin yükseltilmesi oldukça önem taşımaktadır.

Yumurta kolesterol düzeyinin yeme bağı olarak % 25 veya daha fazla arttığı bildirilmiştir (Çördük ve Demirel, 1996). Bu artış, yumurtaya kolesterol geçişi veya kandaki normal kolesterol seviyesinin korunmasında kullanılırken, asetatlardan endojen biosentezi azalmakta ve dışkı ile sterol çıkışı kolesterollü yemlemede artmaktadır (Weiss ve ark., 1967; Sim ve ark., 1984). Kanatlılarda sterol metabolizmasını rasyon yağ asitlerinin tipi ve miktarı belirgin olarak etkilemektedir. Yumurta tavuklarının kolesterol emilim yetenekleri yüksek olup rasyon yağının yapısına bağlıdır (Çördük ve Demirel, 1996).

Bu çalışmada yumurta tavuğu rasyonlarına, linolenik asitce ( $\omega$ -3) zengin keten tohumu yağı ve linoleik asitce ( $\omega$ -6) zengin ayçiçek yağı ve belirli düzeylerdeki karışımları ilave edilerek, yumurtanın  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitlerince zenginleştirilmesi ve kolesterol oranının düşürülmesi amaçlanmıştır.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada keten tohumu yağının, yumurta tavuklarında canlı ağırlık, yem tüketimi, yumurta verimi, yemden yararlanma oranı, yumurta ağırlığı, yumurta kalitesi, yumurta sarısı yağ asitleri ve kolesterol içeriği üzerine etkileri incelenmiştir.

#### 3.1. Gereç

##### 3.1.1. Hayvan materyali

Araştırmada hayvan materyali olarak özel bir damızlık işletmesinden tüm aşuları yapılmış olarak alınan 16 haftalık yaşta toplam 200 adet Lohmann LSL tipi beyaz yumurtacı hibrit tavuk kullanılmıştır.

##### 3.1.2. Yem Materyali

Araştırmada kullanılan yem hammaddeleri çeşitli yem fabrikalarından temin edildikten sonra, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Deneme Ünitesinde bulunan yem karma ünitesinde hazırlanmıştır. Birinci deneme grubu rasyonuna %4 keten tohumu yağı (KTY), ikinci deneme grubu rasyonuna %3 keten tohumu yağı + %1 ayçiçek yağı (AY), üçüncü deneme grubu rasyonuna %2 keten tohumu yağı + %2 ayçiçek yağı, dördüncü deneme grubu rasyonuna %1 keten tohumu yağı + %3 ayçiçek yağı ve beşinci deneme grubu rasyonuna %4 ayçiçek yağı ilave edilmiştir. Araştırmada kullanılan yağların düzeyleri Çizelge 3.1.' de gösterilmektedir.

**Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan yağlar, %**

	Deneme Grupları				
	1	2	3	4	5
Keten Tohumu Yağı	4	3	2	1	0
Ayçiçek Yağı	0	1	2	3	4

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Deneme Yeri

Araştırma Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Deneme Ünitesinde yürütülmüştür. Denemede California tipi kafesler kullanılmış ve 40x40x46 cm'lik bölmelerde 5 hayvan yer almıştır.

Denemede 22 haftalık yaşta yumurta tavukları kullanılmıştır. Deneme yeri floresan lambalarla aydınlatılmış ve deneme başında günlük 14 saat ışık almaları sağlanmıştır. Yumurta veriminin başlamasından itibaren aydınlatma süreleri günde 17 saat ışık alacak şekilde yapılmıştır.

### 3.2.2. Deneme Düzeni

Denemede kullanılan 200 adet tavuk, her bir grupta 40 adet hayvan olacak şekilde 5 deneme grubuna ayrılmış ve her grupta 10 hayvandan oluşan 4 alt gruba ayrılmıştır. Grupların eşit koşullarda tutulmasına özen gösterilmiştir.

Hayvanlar grup yemlemesine tabi tutulmuş ve hayvanların günlük tüketebilecekleri kadar yem sürekli olarak yemliklerde bulundurulmak sureti ile *ad libitum* yemleme yapılmıştır. Denemede damlalıklı su sistemi ile taze su sürekli sağlanmıştır. Deneme 4 ay sürdürülmüştür.

### 3.2.3. Yemlerin Hazırlanması ve Kimyasal İçeriklerinin Belirlenmesi

Çizelge 3.2.'de bileşimleri ve besin madde içeriği gösterilen deneme yemleri Araştırma A. Ü. Veteriner Fakültesi Deneme Ünitesi'nde hazırlanmıştır.

Deneme yemlerinin kimyasal bileşimleri de Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı laboratuvarında AOAC'de (1984) bildirilen metodlara göre belirlenmiştir. Metabolize olabilir enerji düzeyinin hesaplanmasında ise TSE'nin (1991) önerdiği formül kullanılmıştır.

**Çizelge 3.2.** Araştırmada kullanılan rasyonların bileşimi

Yem Maddesi	%
Mısır	48.8
Soya Küspesi	26.5
Buğday	7
Et-Kemik Unu	4
Bitkisel Yağ	4
Kireç taşı	8
Dikalsiyum Fosfat	1
Vitamin+Mineral Premiksi**	0.25
Tuz	0.25
Metiyonin	0.2
TOPLAM	100
Besin maddeleri bileşimi ve ME enerji düzeyleri	
ME (Kcal/kg)*	2835
HP (%)*	18
Ca (%)*	3.7
P (%)*	0.75
Lizin (%)*	1.03
Metiyonin+Sistin (%)*	0.78

\* Hesaplama ile bulunan değerler

\*\* Vitamin Mineral karması: Her 2.5 kg'lık karışımında; 12.000.000 IU Vitamin A, 2.000.000 IU Vitamin D3, 35.000mg Vitamin E, 3.000 mg Vitamin K3, 3.000mg Vitamin B1, 6.000mg Vitamin B2, 4.000mg Vitamin B6, 15mg Vitamin B12, 30.000 mg Niacin, 8.000mg Kalsiyum 10.000mg D- Pantotenat, 1.000 mg Folik Asit, 50.000 mg Vitamin C, 50 mg Biotin, 80.000 mg Manganez, 60.000mg Demir, 60.000 mg Çinko, 5.000 mg Bakır, 5.000 mg Iyot, 200 mg Kobalt, 150 mg Selenyum, 10.000 mg Antikoksidan, 15.000 mg Karofil kırmızısı, 5.000 mg Karofil sarısı bulunmaktadır.

### 3.2.4. Deneme Hayvanlarının Beslenmesi

Araştırma hayvanları grup yemlemesine tabi tutularak, günlük tüketebilecekleri kadar yem önlerinde bulundurulmak sureti ile *ad libitum* olarak beslenmiştir. Su ihtiyacı nipel suluklarla taze olarak sağlanmıştır. Hayvanlar 16 haftalık iken ilk 4 hafta piliç geliştirme yemi (%14 HP, 2600 kcal/kg ME) ile beslendikten sonra yumurta veriminin başladığı 20. haftadan itibaren yaklaşık %18 HP ve 2830 kcal/kg ME içeren deneme yemleriyle beslenmeye başlanmıştır.

### 3.2.5. Canlı Ağırlıkların Belirlenmesi

Tavuklar denemenin başlangıcında ve sonunda olmak üzere iki kez ve tek tek tartılarak canlı ağırlıkları belirlenmiştir.

### 3.2.6. Yem Tüketiminin Belirlenmesi

Her bir alt grupta bulunan tavuklar grup yemlemesine tabi tutulup iki haftada bir yapılan tartımlarla yem tüketimi grup ortalaması olarak tespit edilmiştir.

### 3.2.7. Yumurta Veriminin Belirlenmesi

Gruplarda her gün yumurta verim kayıtları tutulmuştur.

### 3.2.8. Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi

Her bir alt gruba ait yemden yararlanma oranı, bir düzine yumurta için tüketilen toplam yem miktarının hesaplanması ile bulunmuştur.

### 3.2.9. Yumurta Ağırlığının Belirlenmesi

Yumurtalar iki haftada bir oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra tartılıp ağırlıkları saptanmıştır.

### 3.2.10. Yumurta Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Araştırma süresince dört haftada bir olmak üzere toplam 4 kez her gruptan 12 adet yumurta (her alt gruptan üçer adet) alınmış ve yumurtalar oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra tartılıp ağırlıkları saptanmıştır.

#### 3.2.10.1. Yumurta Kırılma Mukavemetinin Belirlenmesi

Yumurtaların kırılma mukavemetleri Rauch (1965) tarafından geliştirilmiş olan kırılma mukavemeti ölçme aleti ile  $\text{kg/cm}^2$  olarak ölçülmüştür.

#### 3.2.10.2. Yumurta İç Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Yumurtaların kırılma mukavemetleri belirlendikten sonra cam bir masaya kırılmış ve ölçümlerde büyük değişimlerin meydana gelmemesi için 10 dakika beklendikten sonra sarı ve ak yüksekliği üç ayaklı mikrometre (1/100 duyarlı) sarı çapı, ak uzunluğu ve ak genişliği ise kompas ile ölçülmüştür. Bu değerlerden yararlanılarak sarı indeksi, ak indeksi ve Haugh birimi aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (Card ve Nesheim, 1972).

$$\text{Ak İndeksi} = \frac{\text{Kırılan yumurta akının yüksekliği (mm)}}{\text{Kırılan yumurta akının uzunluk ve genişliğinin ortalaması (mm)}} \times 100$$

$$\text{Sarı İndeksi} = \frac{\text{Kırılan yumurta sarısının yüksekliği (mm)}}{\text{Kırılan yumurta sarısının çapı (mm)}} \times 100$$

$$\text{Haugh Birimi} = 100 \cdot \log ( H + 7.57 - 1.7W^{0.37} )$$

Burada H= Yumurta akı yüksekliği (mm)

W= yumurta ağırlığı (g)

### 3.2.10.3. Yumurta Kabuk Kalınlığının Belirlenmesi

Kırılan yumurtanın sivri, küt ve orta kısımlarından alınan örneklerde kabuk zarları çıkarılarak mikrometre ile ölçümü yapılmıştır. Bu üç değerin ortalamaları kabuk kalınlığı olarak alınmıştır (Card ve Nesheim, 1972).

### 3.2.11. Rasyonların ve Yumurta Sarısı Yağ Asidi İçeriklerinin Belirlenmesi

Deneme rasyonlarına ilave edilen yağların ve deneme rasyonlarının lipid içerikleri Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarındaki soxhelet cihazında eter ile ekstrakte edilmiş ve yağ asidi içerikleri AOAC (1980) belirtilen metoda göre metil-esterleştirme yapıldıktan sonra A.Ü. Bilimsel Teknolojik Araştırma ve Uygulama Merkezi (BİTAUM)'da gaz kromatografi cihazına enjekte edilmek sureti ile belirlenmiştir.

Yumurta sarısı yağ asidi konsantrasyonlarını belirlemek için deneme sonunda her gruptan 8 adet (her alt gruptan ikişer adet) yumurta alınarak önce 10 dk haşlanmış daha sonra sarıları ayrılarak eter-ekstraksiyon ile yağları ayrılmıştır. Ayrılan bu yağlar aşağıda anlatılan şekilde metil-esterleştirme yapıldıktan sonra gaz kromatografi cihazına enjekte edilerek yağ asitleri konsantrasyonları bulunmuştur.

Örneklerin yağ asidi metil esterlerinin kalitatif tayini Sigma marka L1876, L2626, A9298, D2659, E2012 ve U19919 katalog nolu yağ asidi metil esteri standartları ile karşılaştırarak yapılmıştır.

### Yağ Asitlerinin Esterleştirilmesi

- Yumurtalar haşlanarak yumurta sarısı ayrılır.
- Eter ekstraksiyon ile yağları alınır



### Kullanılan Kimyasal Maddeler:

- %2'lik metanolik NaOH
- %14'lük Borontriflüride (BF<sub>3</sub>)-Metanol Kompleksi
- n-heptan (Merck)
- Doymuş NaCl

### Analizin Yapılışı:

- Yağ ekstraktı üzerine 4ml %2'lik Metanolik NaOH çözeltisi ilave edilir.
- Su banyosunda sabunlaşma oluncaya kadar kaynatılır.
- Sabunlaşma sonunda 5cc %14'lük BF-Metanol eklenir.  
5 dk. daha kaynatılır.
- Kaynama sırasında balon el ile yavaş bir şekilde sürekli karıştırılır.
- 2 ml n-heptan ilave edilir.
- 1 dk daha kaynatıldıktan sonra 5 ml doymuş NaCl çözeltisi ilave edilir.  
İyice karıştırıldıktan sonra ayırma hunisine alınır.
- 5-10 dk fazların ayrılması beklenir. Üstteki açık sarı renkli faz ayrılır(AOAC, 1980).
- Üstteki bu sarı renkli faz 1,5 ml'lik plastik kapaklı tüpe alınarak yağ asidi analizleri BİTAUM'da bulunan Shimadzu Gc-14B marka gaz kromatografi cihazında FID (alev iyonlaştırıcı dedektör) ve GL Science TC1 marka kolon kullanılarak yapılmıştır. Analizler sırasında kolon ısısı 100<sup>0</sup>C, dedektör ısısı 280<sup>0</sup>C ve enjeksiyon ısısı 240<sup>0</sup>C olarak ayarlanmış, taşıyıcı gaz olarak azot kullanılmıştır.

Isı programı;

100<sup>0</sup>C (3 dk)  $\xrightarrow{3^{\circ}\text{C}/\text{dk}}$  150<sup>0</sup>C (2 dk)  $\xrightarrow{3^{\circ}\text{C}/\text{dk}}$  185<sup>0</sup>C (2dk)  $\xrightarrow{3^{\circ}\text{C}/\text{dk}}$  245<sup>0</sup>C (5dk) şeklinde düzenlenmiştir.

### 3.2.13. Yumurta Sarısı Kolesterol İçeriğinin Belirlenmesi

Yumurta sarısı kolesterol içeriklerini belirlemek için deneme sonunda her gruptan 12 adet (her alt gruptan üçer adet) alınan yumurtalar haşlandıktan sonra sarılarında

kolesterol içerikleri aşağıdaki metod (Boehringer Mannheim GmbH Biochemica, 1989) ile belirlenmiştir.

#### **Analizin Yapılışı:**

- Yumurta sarıları ezilerek homojenize edilir.
- Cam tüpe 0.1 g yumurta sarısı tartılarak, üzerine 4 ml izo-propil alkol ilave edilir.
- Vortekste homojen hale gelinceye kadar karıştırılır ve filtre kağıdından süzülür
- Kolesterol kiti için cam tüpler numune, standart ve kör olarak işaretlenir.
- Bütün tüplere 2ml kolesterol kiti ilave edilerek, 2 dk 37°C'lik su banyosunda tutulur.
- Bu süre sonunda numune tüplerine 0,02 ml (20µl) kit, standart tüpüne 0,02 ml kolesterol standartı, kör tüpüne ise 0,02 ml saf su ilave edilir. Bütün tüpler 10 dk 37°C'lik su banyosunda tutulur.
- Sonuçlar spektrofotometrede 520 nm dalga boyunda okunur.
- Okunan değerler aşağıdaki formüllere uygulanarak değerlendirilir;

$$\text{Ekstraktaki kolesterol miktarı (mg/dl)} = \frac{\text{Numune O.D.}}{\text{Standart O.D.}} \times \text{Standartın konsantrasyonu}$$

$$\text{Yumurta sarısı kolesterolü (mg/g)} = \frac{(\text{Ekstrakt kolesterol miktarı}/100) \times 4}{\text{Numune Miktarı (g)}}$$

#### **3.2.14. Yem Maliyetinin Belirlenmesi**

Araştırmada deneme gruplarına ait 1 kg tavuk yemi maliyeti (TL), yem hammaddelerinin temin edildiği Temmuz 2002 fiyatları kullanılarak hesaplanmıştır. Yem maliyeti, yemden yararlanma oranı ile 1 kg tavuk yemi fiyatının çarpılmasıyla elde edilmiştir.

#### **3.2.15. İstatistik Analizler**

Gruplara ait istatistiksel hesaplamalar ve grupların ortalama değerleri arasındaki farklılıkların önemliliği için Varyans analiz metodu, gruplar arası farkın önemlilik kontrolü için de Duncan testi uygulanmıştır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 1995).

## 4. BULGULAR

Araştırmada kullanılan karma yemlerin besin madde miktarları ile metabolize olabilir enerji (ME) değerleri Çizelge 4.1.'de verilmektedir.

**Çizelge.4.1.** Deneme gruplarının ME değerleri (kcal/kg) ile besin madde (%) miktarları

	Deneme grupları				
	1	2	3	4	5
ME	2832	2832	2842	2831	2827
Kuru madde	91.34	91.84	91.33	91.37	92.01
Ham protein	18.02	18.10	18.05	18.07	18.11
Ham Yağ	6.56	6.53	6.60	6.51	6.52
Ham selüloz	2.45	2.53	2.56	2.45	2.44
Ham Kül	9.63	9.58	9.75	9.79	9.68
Azotsuz öz madde	54.40	54.95	54.07	54.33	55.10
Kalsiyum	3.29	3.32	3.35	3.30	3.27
Fosfor	0.73	0.69	0.75	0.71	0.74

**Çizelge 4.2.** Deneme gruplarındaki yağların bazı yağ asidi kompozisyonları

	Deneme Grupları				
	1	2	3	4	5
Palmitik asit	6.50	6.39	6.46	6.65	6.98
Oleik asit	16.96	16.21	15.09	15.10	15.06
Linoleik asit	15.95	28.25	34.80	46.55	68.06
Linolenik asit	52.73	45.22	26.15	13.01	0.02

Gruplardaki tavukların deneme başı, sonu ve ortalama canlı ağırlıkları Çizelge 4.3.' de gösterilmiştir. Araştırma sonunda ortalama canlı ağırlıkları deneme gruplarında sırasıyla 1655.25, 1642.52, 1625.05, 1666.05 ve 1615.82 g olarak tespit

edilmiş olup gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Araştırma süresince deneme gruplarının hiçbirinde ölüm gözlenmemiştir. Gruplarda haftalara göre bir tavuğun ortalama yem tüketimi Çizelge 4.4. ve Grafik 4.1'de verilmiştir. Yem tüketimi deneme gruplarında sırasıyla 110.36, 112.56, 109.69, 110.53 ve 111.36 g olarak bulunmuş olup istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Araştırma süresince ortalama yumurta verimi deneme gruplarında sırasıyla %88.15, 88.32, 88.86, 88.00 ve 91.16 olarak hesaplanmış olup gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli ( $p>0,05$ ) olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.5 ve Grafik 4.2). Araştırma süresince, bir düzine yumurta için tüketilen yem miktarı değerleri gruplarda sırasıyla 1.50, 1.53, 1.49, 1.51 ve 1.46 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.6 ve Grafik 4.3). Araştırma süresince haftalara göre yumurta ağırlığı ise sırasıyla 60.31, 60.00, 60.35, 60.57 ve 60.26g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.7 ve Grafik 4.4).

Gruplarda haftalara göre ortalama kırılma mukavemeti, yumurta kabuk kalınlığı, yumurta sarı indeksi, yumurta akı indeksi ve haugh birimi sırasıyla Çizelge 4.8., 4.12., 4.9., 4.10. ve 4.11.'de gösterilmiştir. Dört dönemdeki yumurta kalite kriterleri toplam olarak ele alındığında söz konusu kalite özelliklerinde gruplar arasında istatistik farklılık bazı haftalarda ortaya çıkmıştır.

Deneme gruplarının rasyon ve yumurta sarısı yağ asidi ve kolesterol içerikleri sırasıyla Çizelge 4.13. ve 4.14.'de gösterilmiştir. Gruplar arasındaki yem maliyeti sonuçları ise Çizelge 4.15.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.3. Gruplarda deneme başı ve deneme sonu canlı ağırlık ortalamaları (g)

Hafta	Deneme grupları										
	1		2		3		4		5		F
	x	Sx	x	Sx	x	Sx	x	Sx	x	Sx	
22	1042.55	14.64	1089.15	13.78	1078.35	10.84	1069.25	12.79	1056.75	11.38	2.03
38	1655.25	23.28	1642.52	24.77	1625.05	23.06	1666.05	25.24	1615.82	19.07	0.80

İstatistikî bakımdan fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).  
n=40

**Çizelge 4.4. Gruplarda haftalara göre ortalama yem tüketimi (g)**

Hafta	Deneme Grupları												F			
	1			2			3			4				5		
	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx		x	±	Sx
22	92.18	0.78	0.87b	96.38	2.11	2.17a	95.52	1.47	1.47	93.48	2.40	2.40	97.30	2.55	2.55	1.13
24	90.51	0.87b	0.87b	99.52	2.17a	2.17a	96.91	2.54a	2.54a	95.18	1.32ab	1.32ab	100.56	0.89a	0.89a	5.44**
26	103.96	4.63	4.63	112.33	2.31	2.31	112.57	2.82	2.82	111.22	2.82	2.82	110.86	5.08	5.08	0.99
28	114.88	3.30	3.30	114.71	1.55	1.55	112.22	3.11	3.11	115.23	0.44	0.44	110.33	3.93	3.93	0.58
30	122.38	5.56	5.56	125.83	2.00	2.00	110.75	7.12	7.12	122.93	3.06	3.06	123.77	1.55	1.55	1.81
32	115.20	4.23	4.23	118.22	1.58	1.58	114.48	2.48	2.48	115.95	2.06	2.06	113.04	2.22	2.22	0.51
34	122.90	2.99	2.99	119.69	2.41	2.41	119.72	1.65	1.65	120.90	1.12	1.12	122.96	1.24	1.24	0.04
36	111.04	2.13	2.13	109.21	4.72	4.72	110.38	0.73	0.73	107.90	3.39	3.39	110.38	1.02	1.02	0.19
38	120.23	5.80	5.80	117.14	1.97	1.97	114.70	1.97	1.97	111.94	2.88	2.88	113.00	3.85	3.85	0.84
<b>Ortalama</b>	110.36	2.25	2.25	112.56	1.68	1.68	109.69	1.59	1.59	110.53	1.76	1.76	111.36	1.62	1.62	0.37

Aynı sırada aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistik bakımından fark bulunmamıştır.

(\*\*): p<0.01

n= 4



**Çizelge 4.6.** Gruplarda haftalara göre ortalama yemden yararlanma oranı (kg yem/ 1 düzine yumurta)

Hafta	Deneme Grupları															
	1			2			3			4			5			
	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	F
22	1.72	0.14		1.76	0.11		1.55	0.02		1.58	0.06		1.59	0.08		1.11
24	1.34	0.04		1.45	0.09		1.42	0.11		1.37	0.04		1.40	0.02		0.36
26	1.45	0.07		1.56	0.04		1.63	0.04		1.56	0.04		1.45	0.06		1.96
28	1.58	0.08		1.56	0.01		1.56	0.07		1.66	0.04		1.44	0.04		1.97
30	1.57	0.06		1.65	0.02		1.46	0.08		1.61	0.03		1.61	0.02		1.89
32	1.47	0.05		1.50	0.02		1.45	0.03		1.46	0.02		1.42	0.04		0.51
34	1.37	0.02		1.34	0.05		1.37	0.01		1.35	0.03		1.36	0.00		0.12
36	1.54	0.03		1.52	0.02		1.49	0.03		1.56	0.02		1.54	0.00		0.88
38	1.49	0.05		1.46	0.00		1.46	0.01		1.42	0.04		1.39	0.04		1.13
<b>Ortalama</b>	1.50	0.02		1.53	0.02		1.49	0.02		1.51	0.02		1.46	0.01		1.18

Aynı sırada aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistik bakımından fark bulunmamıştır (p>0.05).  
n=4



Çizelge 4.7. Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta ağırlığı (g)

Hafta	Deneme Grupları															F
	1			2			3			4			5			
	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	
22	49.61		0.79	51.52		0.51	52.87		1.36	51.81		0.84	51.93		1.01	1.41
24	55.94		0.41	57.02		0.68	56.33		0.85	56.99		0.51	57.22		0.51	0.79
26	56.97		0.43	56.47		0.65	56.44		0.73	56.91		0.63	57.83		0.59	0.85
28	60.01		0.65	58.92		0.57	59.29		0.60	59.94		0.64	59.62		0.67	0.51
30	61.86		0.61	61.06		0.62	61.12		0.57	61.66		0.60	61.28		0.51	0.34
32	61.92		0.49	61.03		0.59	60.94		0.75	62.64		0.59	61.65		0.63	1.25
34	63.85		0.54	63.27		0.45	64.06		0.68	63.74		0.54	63.43		0.54	0.33
36	64.09		0.45	63.55		0.64	64.83		0.63	64.56		0.63	63.49		0.43	1.12
38	64.15		0.55	64.18		0.58	64.26		0.65	64.10		0.58	63.83		0.64	0.07
<b>Ortalama</b>	60.31		0.30	60.00		0.29	60.35		0.32	60.57		0.30	60.26		0.28	0.45

İstatistikî bakımdan fark bulunmamıştır (p>0.05).

n=38

**Çizelge 4.8.** Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta kırılma mukavemeti (kg/cm<sup>2</sup>)

Hafta	Deneme Grupları															F
	1			2			3			4			5			
	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	
26	3.64		0.12	4.01		0.14	3.81		0.12	3.77		0.19	3.82		0.21	0.60
30	3.02		0.17b	3.82		0.19a	3.01		0.19b	3.13		0.19b	3.41		0.23ab	2.92*
34	3.69		0.24	3.89		0.21	3.53		0.24	3.84		0.21	3.76		0.19	0.38
38	3.01		0.15b	3.48		0.18b	3.29		0.16b	4.05		0.15a	3.45		0.20b	3.73**
<b>Ortalama</b>	3.34		0.09a	3.81		0.09c	3.46		0.09ab	3.67		0.11bc	3.63		0.10abc	3.42**

Aynı sırada aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistik bakımından fark bulunmamıştır (p>0.05).

(\*): p< 0.05      (\*\*): p<0.01

n=12

Çizelge 4.9. Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta sarı indeksi

Hafta	Deneme Grupları															
	1			2			3			4			5			
	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	F
26	46.49		0.83b	50.67		0.82a	48.11		0.84ab	46.22		1.06b	48.23		0.77ab	4.18**
30	44.21		1.52	41.41		1.03	44.34		0.85	42.31		0.93	40.51		0.66	2.62
34	40.63		0.60	41.86		0.58	40.75		0.86	41.70		0.63	40.76		0.51	0.80
38	42.29		0.58	42.27		0.67	43.62		1.15	43.53		0.69	43.97		0.85	0.94
<b>Ortalama</b>	43.48		0.57	44.61		0.70	44.53		0.60	43.34		0.52	43.96		0.58	0.92

Aynı sırada aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistik bakımından fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

(\*\*):  $p<0.01$

n=12

**Çizelge 4.10. Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta akı indeksi**

Hafta	Deneme Grupları												F
	1		2		3		4		5		x	Sx	
	x	± Sx	x	± Sx	x	± Sx	x	± Sx	x	± Sx			
26	9.22	0.25	9.49	0.37	9.94	0.44	9.71	0.59	9.13	0.39	9.13	0.39	0.54
30	9.56	0.60	9.74	0.33	10.11	0.35	9.17	0.36	9.61	0.48	9.61	0.48	0.30
34	9.73	0.27	9.43	0.44	8.83	0.46	9.82	0.70	9.77	0.46	9.77	0.46	0.77
38	9.80	0.29	9.05	0.49	9.25	0.60	9.89	0.62	8.78	0.43	8.78	0.43	0.77
<b>Ortalama</b>	9.63	0.17	9.38	0.22	9.49	0.26	9.61	0.29	9.41	0.20	9.41	0.20	0.21

İstatistikî bakımından fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).  
n=12

**Çizelge 4.11. Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta Haugh birimi**

Hafta	Deneme Grupları												F			
	1			2			3			4				5		
	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx		x	±	Sx
26	91.67		3.42a	88.44		1.42ab	87.89		1.54abc	81.79		2.45c	83.02		1.73bc	3.52*
30	83.71		2.30	86.81		1.35	85.81		1.02	82.63		1.92	82.94		1.84	1.14
34	85.63		1.39	83.42		1.72	78.40		1.86	81.16		2.47	85.22		1.74	2.76
38	84.98		1.71	77.68		2.07	83.78		2.76	87.65		2.47	84.83		2.13	2.67
<b>Ortalama</b>	86.59		1.23	84.48		0.97	84.25		1.03	82.96		1.18	84.20		0.89	1.45

Aynı sırada aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistik bakımından fark bulunmamıştır (p>0.05).

(\*): p<0.05

n=12

**Çizelge 4.12.** Gruplarda haftalara göre ortalama kabuk kalınlığı (x100mm)

Hafta	Deneme Grupları															F
	1			2			3			4			5			
	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	
26	40.44		0.35	41.26		0.44	39.82		0.49	40.30		0.43	40.03		0.43	1.67
30	39.02		0.75	41.19		0.49	38.13		0.64	38.99		0.94	39.02		0.56	2.83
34	42.41		0.36	42.85		0.29	41.11		0.51	42.13		0.61	41.71		0.55	2.04
38	38.52		0.48c	41.02		0.35a	39.74		0.34b	40.27		0.25ab	40.30		0.29ab	6.83***
<b>Ortalama</b>	40.12		0.33b	41.56		0.22a	39.71		0.28b	40.40		0.31b	40.24		0.27b	6.09***

Aynı sırada aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistik bakımından fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).  
 (\*\*\*) :  $p<0.001$   
 n=12

**Çizelge 4.13.** Rasyonların toplam lipit ve yağ asidi kompozisyonları (%)

Yağ Asitleri	Deneme Grupları												F
	1		2		3		4		5		F		
	x	Sx	x	Sx	x	Sx	x	Sx	x	Sx			
C16:0 (Palmitik asit)	7.33	0.12d	8.96	0.14c	9.87	0.22c	10.96	0.45b	13.39	0.32a	64.90***		
C18:1 (Oleik asit)	25.15	0.19cd	24.75	0.38d	26.69	0.36bc	27.87	0.76b	29.63	0.22a	21.26**		
C18:2 ω6 (Linoleik asit)	20.33	0.01e	23.83	0.28d	30.85	0.64c	36.25	0.59b	41.10	0.89a	223.63***		
C18:3 ω3 (Linolenik asit)	47.04	0.52a	44.44	0.88a	22.97	1.58b	1.95	0.10c	0.51	0.03c	695.19***		
Omega-6 Yağ Asitleri	20.33	0.01e	23.83	0.28d	30.85	0.64c	36.25	0.59b	41.10	0.89a	223.63***		
Omega-3 Yağ Asitleri	47.04	0.52a	44.44	0.88a	22.97	1.58b	1.95	0.10c	0.51	0.03c	695.19***		
Toplam lipit	6.53	0.01b	6.53	0.00b	6.61	0.01a	6.53	0.02b	6.58	0.01ab	7.14*		

Aynı sırada aynı harfli taşıyan değerler arasında istatistik bakımından fark bulunmamıştır (p>0.05).

(\*): p<0.05 (\*\*): p<0.01 (\*\*\*): p<0.001

**Çizelge 4.14.** Grupların yumurta sarısı toplam yağ asidi, lipit (%) ve kolesterol (mg/yumurta) içerikleri

Yağ asitleri	Deneme Grupları															F
	1			2			3			4			5			
	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx	
C16:0 (Palmitik asit)	24.76	0.25	0.37	25.43	0.37	0.39	25.74	0.39	0.63	26.04	0.63	26.22	1.41	0.55		
C18:1 (Oleik asit)	39.79	4.02	0.27	44.65	0.27	0.73	43.85	0.73	0.50	41.00	0.50	42.32	0.88	0.45		
C18:2 ω6 (Linoleik asit)	9.28	0.54b	0.48b	9.24	0.48b	0.62b	8.46	0.62b	0.84b	9.97	0.84b	13.97	0.64a	12.12***		
C20:4 ω6 (Arahidonik asit)	0.88	0.14b	0.07b	0.90	0.07b	0.09b	1.11	0.09b	0.03a	1.38	0.03a	1.49	0.07a	9.26***		
C18:3 ω3 (Linolenik asit)	4.82	0.13a	0.17b	3.51	0.17b	0.34b	3.27	0.34b	0.03c	1.38	0.03c	0.38	0.01d	105.64***		
C20:5 ω3 (Eicozapentaenoik asit)	0.39	0.04	0.09	0.32	0.09	0.22	0.24	0.22	0.06	0.22	0.06	0.21	0.07	1.04		
C22:6 ω6 (Dokozahexaenoik asit)	1.57	0.59	0.29	0.81	0.29	0.21	0.81	0.21	0.13	0.64	0.13	0.53	0.09	2.33		
Toplam lipit	28.60	0.52	0.43	28.63	0.43	0.48	27.21	0.48	0.50	28.30	0.50	30.16	3.01	0.81		
Omega-6 Yağ Asitleri	10.86	0.92d	0.47c	10.13	0.47c	0.60c	9.57	0.60c	0.52b	10.68	0.52b	15.47	0.64a	13.55***		
Omega-3 Yağ Asitleri	5.80	0.10a	0.26a	4.51	0.26a	0.40a	4.19	0.40a	0.06a	2.13	0.06a	1.13	0.31b	67.14***		
Omega-6/ Omega-3	1.60	0.08c	0.13bc	2.25	0.13bc	0.48bc	2.69	0.48bc	0.20b	5.06	0.20b	14.35	1.45a	37.56***		
Kolesterol (mg/yumurta)	216.93	6.24	6.73	230.80	6.73	7.49	241.53	7.49	7.45	242.97	7.45	244.35	7.54	2.21		
Haşlanmış Yumurta Sarısı Ağırlıkları	17.92	0.42	0.22	17.09	0.22	0.44	17.93	0.44	0.55	16.94	0.55	17.64	0.26	1.35		
Haşlanmış Yumurta Ağırlıkları	63.16	1.00	1.50	62.00	1.50	1.67	63.04	1.67	1.36	62.81	1.36	61.49	1.25	0.27		

Aynı sırada aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistik bakımından fark bulunmamıştır (p>0.05).

(\*\*\*): p<0.001

n=8

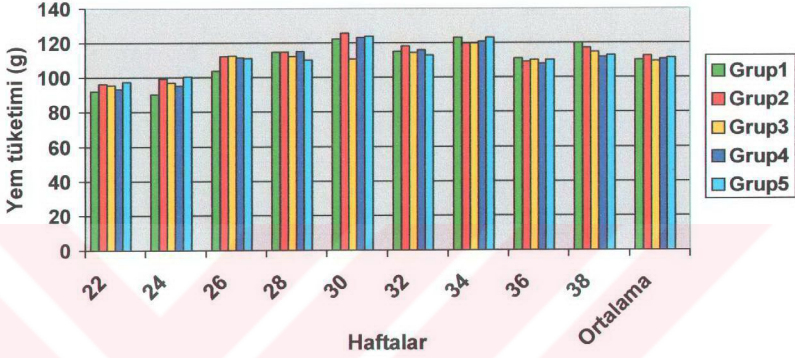


**Çizelge 4.15.** Deneme gruplarına ait yem maliyeti (Bir düzine yumurta için yem maliyeti, TL)

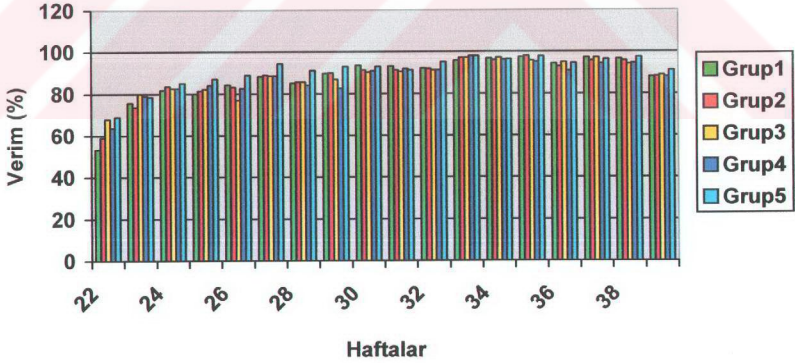
Kriterler	Deneme Grupları				
	1	2	3	4	5
1 kg tavuk yeminin maliyeti	415335	409955	404575	399195	393815
Yemden yararlanma oranı	1.50	1.53	1.49	1.51	1.46
<b>Deneme Grupları</b>					
Bir düzine yumurta için yem maliyeti, TL	1	2	3	4	5
	x ± Sx	x ± Sx	x ± Sx	x ± Sx	x ± Sx
	609874	7.06	616561	5.93	597862
			7.09	607156	6.95
				592404	8.15
					1.83

İstatistikî bakımdan fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).  
(Temmuz 2002 fiyatları üzerinden hesaplanmıştır)

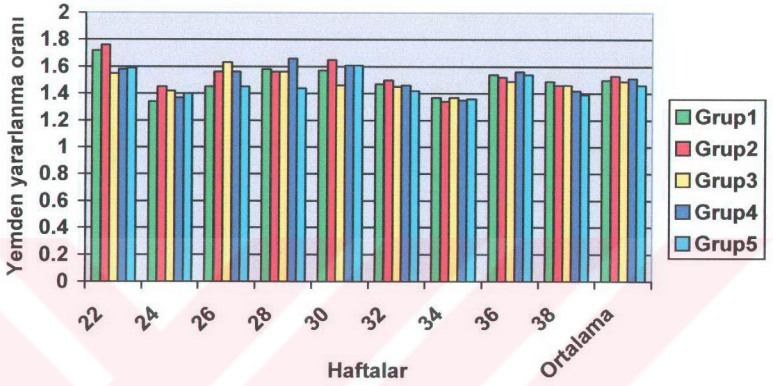
Grafik 4.1. Gruplarda haftalara göre ortalama yem tüketimi (g)



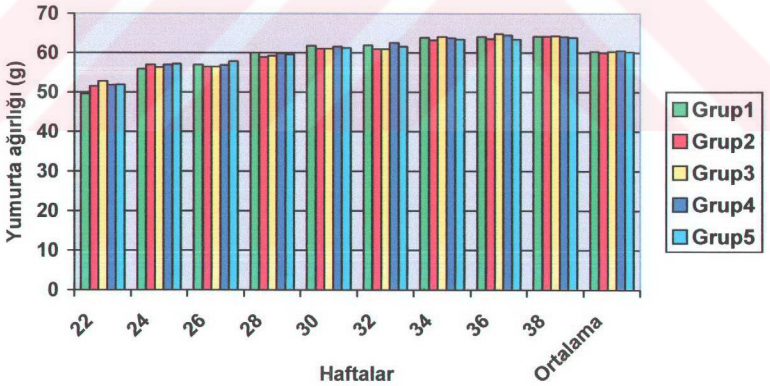
Grafik 4.2. Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta verimi (%)



**Grafik 4.3. Haftalara göre ortalama yemden yararlanma oranı (kg yem/1 düzine yumurta)**



**Grafik 4.4. Haftalara göre ortalama yumurta ağırlığı (g)**



## 5. TARTIŞMA

Araştırma sonunda gruplarda elde edilen canlı ağırlıklar sırasıyla 1655.25; 1642.52; 1625.05; 1666.05 ve 1615.82 g olarak bulunmuş olup (Çizelge 4.3) bu verilerin istatistik açıdan önemli bir farklılık göstermediği saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Yumurta tavuğu rasyonlarında keten tohumu kullanılan birçok çalışmada, bu yem maddesinin canlı ağırlıklarda azalmaya neden olduğu vurgulanmıştır (Novak ve Scheideler, 2001; Barbour ve Sim, 1991; Caston ve ark., 1994; Bean ve Leeson, 2003). Nitekim Caston ve ark.'nın (1994) yaptıkları çalışmada da canlı ağırlıkla ilgili benzer bulguların olduğu gözlenmiş ve bunun en önemli nedeninin keten tohumunun hesaplama ile elde edilen ME (kcal/kg) düzeyinin analiz ile belirlenenden daha az olması ve bu bağlamda yumurta tavuklarının daha az ME tüketmesine bağlanmıştır. Sarıfakıoğulları (2003) da %10 ve %20 keten tohumu kullandığı araştırmasında, ME düzeylerini hesaplama ile edilen düzeyden daha az bulmuştur.

Bean ve Leeson (2003), yumurta tavuklarında keten tohumunun etkisini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada canlı ağırlıkta azalma tespit etmişler ve bunda en etkili faktörün keten tohumunun ihtiva ettiği antinutrisyonel faktörlerin sindirimi olumsuz etkilemesi ve enerji sağlayan yem maddelerinin absorpsiyonunu azaltması olduğu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada %4 düzeyinde keten tohumu yağı kullanılması ile ME düzeylerinde böyle bir azalma tespit edilmemiş ve canlı ağırlıklarda herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Keten tohumundan yağ elde edilmesi sırasında uygulanan sıcaklığın keten tohumunda bulunan antinutrisyonel faktörleri tahrip ettiği bu nedenle de keten tohumu yağının canlı ağırlıkları olumsuz yönde etkilemediği düşünülmüştür.

Araştırma süresince grupların ortalama yem tüketimlerinin genel olarak değişmediği ( $p>0.05$ ) yalnızca denemenin 2. haftasında değerler arasında önemli ( $p<0.01$ ) farklılık olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.4 ve Grafik 4.1). Sözü edilen bu dönemde KTY ilave edilen grubun 2. haftadaki yem tüketimi değeri 90.51 g iken AY ilave edilen grubun yem tüketimi değeri 100.56g olarak tespit edilmiştir.

Ortalama yem tüketimleri deneme gruplarında sırasıyla 110.36, 112.56, 109.69, 110.53 ve 111.36 g olarak bulunmuştur.

Bu araştırmada rasyonlarında %4 düzeyinde KTY ve AY kullanılan yem tüketimi değerleri arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık olmadığı görölmüştür. Nitekim bu durum diğer araştırmalarla uyum göstermektedir (Scheideler ve Froning, 1996; Balevi, 1996; Sarıfakıoğulları, 2003) Scheideler ve Froning (1996) %10 düzeyinde öğütölmüş ve öğütölmemiş keten tohumu denediği çalışmalarında yem tüketimi değerlerini kontrol grubuyla (101.4g) karşılaştırdıklarında istatistiki açıdan önemli bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Balevi (1996) 8 hafta süreyle değişik yağ kaynaklarını denediği çalışmasında KTY ve AY ilave edilen grupların yem tüketimlerini sırasıyla 88.41 ve 88.89 g olarak bulmuştur. Bu araştırmada bulunan değerlerin Balevi'nin deneme değerlerine göre daha yüksek olması, Balevi'nin araştırmasının 8 haftada biterken bu araştırmanın 16 hafta sürmesi ile açıklanabileceği düşünölmüştür. Ayrıca araştırıcı, yem tüketimi değerlerinin düşük olmasının denemenin hava sıcaklığının yüksek olduğu yaz aylarında yapılmış olmasına bağlı olabileceğini bildirmiştir. Sarıfakıoğulları (2003)'da % 10 ve 20 düzeyinde keten tohumu ilavesi ile yem tüketiminin önemli ölçüde arttığını belirlemiş bunu da rasyonun enerji değerinin düşük olmasına ve yüksek yağ içeriğinin yemin lezzetini arttırmasına bağlamıştır. Bu bağlamda araştırıcının bildirdiği sonuçlarla bu çalışmada elde edilen sonuçlar benzememektedir. Bu farklılığın da keten tohumu yerine keten tohumu yağı kullanılmasına bağlı olabileceği düşünölmüştür.

Araştırma süresince ortalama yumurta verimi gruplarda sırasıyla %88.15, 88.32, 88.86, 88.00 ve 91.16 olup, istatistiki açıdan önemli ( $p>0.05$ ) bir fark gözlenmemiştir (izelge 4.5 ve Grafik 4.2). En yüksek sonuç rasyonuna %4 AY katılan deneme grubundan alınmıştır. Jiang ve ark.(1991) tarafından yapılan araştırmada rasyonlara katılan keten tohumu ve ayçiçeği tohumu ilavesinin yumurta verimini etkilemediği bildirilmiştir. Novak ve Scheideler (2001) %10 keten tohumu ilavesinin (% 87.8) kontrol grubuna (% 87.1) göre yumurta verimi üzerinde etkili olmadığını bildirmişler. Scheideler ve Froning (1996) tarafından yapılan çalışmada

ise %5 keten tohumu ilave edilen grubun yumurta verimini kontrol grubundan yüksek bulunmuştur. Balevi (1996), KTY ve AY ilave edilen grupların yumurta verimini sırasıyla %76.81 ve %69.96 olarak bulmuştur. Bu çalışmadaki yumurta verimi değerlerinin daha yüksek oluşu buradaki çalışmanın 16 hafta sürdürülmüş olmasına bağlanmıştır. Sarıfakıoğulları (2003)'da % 20 keten tohumu ilave etmenin yumurta verimini olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Ancak elde edilen veriler araştırmacının verileri ile paralellik göstermektedir. Elde edilen yumurta verimi değerleri bazı literatür bulguları ile benzerlik göstermekte (Jiang ve ark.,1991; Novak ve Scheideler 2001; Sarıfakıoğulları , 2003) bazısı ile de (Scheideler ve Froning, 1996; Balevi, 1996) örtüşmemektedir. Bu farklılığın keten tohumu yerine keten tohumu yağı kullanılmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Araştırma süresince bir düzine yumurta için tüketilen ortalama yem miktarı deneme gruplarında sırasıyla 1.50, 1.53, 1.49, 1.51, ve 1.46 (kg yem/1 düzine yumurta) olarak hesaplanmış ve gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli ( $p>0,05$ ) bulunmamıştır (Çizelge 4.6 ve Grafik 4.3). Elde edilen veriler Baucells ve ark. (2000) %4 düzeyinde değişik yağ kaynakları deneği ve aralarında KTY da bulunduğu çalışmada bildirdikleri yemden yararlanma oranını ile benzerlik göstermektedir. Sarıfakıoğulları (2003)'da keten tohumu deneği çalışmasında benzer yemden yararlanma değerleri bildirmiştir. Balevi (1996) KTY ve AY ilave ettiği gruplarda yemden yararlanma oranını sırasıyla 2.08 ve 2.31(kg yem/ kg yumurta) olarak hesaplamış ve istatistiki açıdan fark olmadığını bildirmiştir. Balevi'nin bildirdiği yemden yararlanma oranlarının daha yüksek olmasının birim farklılığından (kg yem/kg yumurta) kaynaklanmış olabileceğini düşündürmüştür.

Ortalama yumurta ağırlığı verileri gruplarda sırasıyla 60.31; 60.00; 60.35; 60.57 ve 60.26 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7 ve Grafik 4.4). Araştırma süresince grupların yumurta ağırlıkları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Çalışmada elde edilen yumurta ağırlığı bulguları Baucells ve ark. (2000)'nın tavuk rasyonlarında %4 KTY veya AY kullanımının yumurta ağırlığı üzerine herhangi bir etkisi olmadığını ifade eden bulguları (Ortalama 58.3g) ile örtüşmektedir. Ancak sözü edilen bu verilerin Scheideler ve Froning (1996)

rasyonlara %5 ve %15 keten tohumu ilavesiyle yumurta ağırlıklarının azaldığı yönündeki bulguları ile çelişmektedir. Sarıfakıoğulları (2003)'da % 20 keten tohumu ilavesinin yumurta ağırlığı üzerine olumsuz etkisi olduğunu bildirmiştir. Bu farklılıkların araştırmalarda kullanılan (Scheideler ve Froning, 1996) keten tohumunda bulunan antinutrisyonel faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Araştırma süresince dört haftada bir kırılan yumurtalarda ortalama yumurta kırılma mukavemeti deneme gruplarında sırasıyla 3.34; 3.81; 3.46; 3.67 ve 3.63 kg/cm<sup>2</sup> ve gruplar arasındaki fark istatistik açıdan önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.8). Denemenin 30 ve 38. haftasında gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Bu haftada en düşük değer KTY ve AY oranının eşit olarak kullanıldığı grupta bulunmuştur. Denemenin son haftasındaki değerler de istatistik açıdan önemli bulunmuş ve en düşük değer 3,01 kg/cm<sup>2</sup> ile %4 KTY kullanılan grupta tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin Sarıfakıoğulları (2003)'nın bildirdiği verilerle örtüştüğü görülmüştür.

Araştırma boyunca gruplarda ortalama sarı indeksi sırasıyla 43.48; 44.61; 44.53; 43.34 ve 43.96 olarak bulunmuş ve gruplar arasında istatistik açıdan farklılık ( $p > 0,05$ ) saptanmamıştır (Çizelge 4.9). Denemenin yalnızca 26.haftasında gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,01$ ). Bu haftada %1 KTY ve %3 AY ilave edilen grubun yumurta sarı indeksi değeri diğer deneme gruplarına göre daha düşük bulunmuştur. Sarıfakıoğulları (2003) da yumurta tavuğu rasyonlarında keten tohumu kullanmanın yumurta sarı indeksini etkilemediğini belirtmiştir. Burada elde edilen verilerle araştırmacının verilerinin benzemekte olduğu görülmüştür.

Araştırma süresince gruplarda ortalama yumurta akı indeksi sırasıyla 9.63; 9.38; 9.49; 9.61 ve 9.41 olarak bulunmuş ve gruplar arasında istatistik açıdan önemli bir farklılık oluşmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.10). Yumurta akı indeksi değerlerinin de Sarıfakıoğulları (2003)'nın değerleri ile uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Ortalama Haugh birimi değerleri gruplarda sırasıyla 86.59; 84.48; 84.25; 82.96 ve 84.20 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Deneme boyunca gruplar arasındaki Haugh biriminin istatistik açıdan farklılık oluşturmadığı belirlenmiş olup ( $p>0.05$ ) yalnızca denemenin 26. haftasında rasyonuna %4 KTY katılan deneme grubunun Haugh birimi diğer grupların Haugh birimi değeri diğerlerinden daha yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Genel olarak, araştırma sonunda elde edilen Haugh birimi değerlerinin Jiang ve ark. (1991)'nin bildirdiğı değerlerden (80,5) yüksek olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin Jiang ve ark., yaptıkları araştırmada kullandıkları hayvan materyalinin daha yaşı olmasına bağlanmıştır.

Araştırma sonunda deneme gruplarında ortalama yumurta kabuk kalınlığı sırasıyla 40.12; 41.56; 39.71; 40.40 ve 40.24 (x100)mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Yumurta kabuk kalınlığı yönünden gruplar arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.001$ ). Denemenin özellikle 38. haftasında gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur. En düşük kabuk kalınlığı %2 KTY ve %2 AY'nın kullanıldığı grupta, en yüksek kabuk kalınlığı ise %3 KTY ve %1 AY kullanılan grupta belirlenmiştir. Bu değerler de Sarıfakıoğulları (2003) 'nın değerleri ile paralellik göstermektedir.

Sonuçta rasyona ilave edilen keten tohumu ve ayçiçek yağlarının, yumurta kalitesini belirleyen parametreler üzerine çok önemli bir etkiye neden olmadığını sadece kırılma mukavemeti ve kabuk kalınlığı parametrelerini etkilediğı söylenebilir.

Rasyonların kapsadıkları yağ asitleri (Çizelge 4.13) büyük oranda yumurta sarısına yansımıştır (Çizelge 4.14). Linolenik asit, EPA ve DHA'dan oluşan omega-3 yağ asidi düzeyleri %4 KTY kullanılan grupta önemli derecede yüksek bulunmuştur. Linolenik asit en yüksek olarak %4.82 ile %4 KTY kullanılan grupta, linoleik asit ise en yüksek olarak % 13.97 ile %4 AY ilave edilen grupta tespit edilmiştir ( $p<0.001$ ). Bu sonuçlara göre KTY ilavesi ile linolenik asit, AY ilave edilen gruba göre 12.68 kat daha yüksek bulunmuştur. Linoleik asit ise AY ilave edilen grupta KTY ilave edilen gruba göre 1,5 kat daha fazla belirlenmiştir. Bu bağlamda elde



edilen sonuçların literatür (Balevi, 1996; Baucells ve ark., 2000, Sarıfakioğulları, 2003) verileriyle örtüştüğü görülmüştür.

Yumurta sarısı EPA düzeyleri deneme gruplarında sırasıyla % 0.39; 0.32; 0.24; 0.22 ve 0.21 olarak bulunmuştur. DHA düzeyleri ise sırasıyla 1.57; 0.81; 0.81; 0.64 ve 0.53 olarak tespit edilmiştir. EPA ve DHA düzeyleri %4 KTY ilave edilen grupta daha yüksek bulunmuş fakat istatistiksel açıdan önemli bir farklılık görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Elde edilen EPA verileri Baucells ve ark.(2000)'nın bildirdiklerinden yüksek, Balevi(1996)'nin bildirdiklerinden ise düşük bulunmuştur. DHA düzeyleri ise Baucells ve ark.(2000)'nin kaynak verileriyle uyum göstermektedir.

Bir linoleik asit metaboliti olan arahidonik asitin deneme grupları yumurta sarılarındaki düzeyleri sırasıyla % 0.88; 0.90; 1.11; 1.38 ve 1.49 olarak bulunmuştur. Bu veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmiştir ( $p<0,001$ ). Brenner ve ark. (1969) yağ metabolizmasında linolenik asit ve arahidonik asit arasında negatif bir ilişki olduğunu ve linolenik asitin arahidonik asitin ön maddesi olan linoleik asit ile  $\Delta 6$ - desaturase enzimi için yarıştığını ve linoleik aside göre substrat olarak daha fazla kullanıldığını bildirmiştir. Bu bağlamda linolenik asidin en yüksek düzeye ulaştığı %4 KTY kullanılan grupta, arahidonik asit düzeyi %0,88 ile en düşük olarak tespit edilmiştir. Linolenik asit düzeyinin düşük olduğu gruplarda ise arahidonik asit düzeyi daha yüksek bulunmuştur. Bu verilerde Baucells ve ark.(2000)'nin literatür verileriyle uyum göstermektedir.

Yumurta sarısı kolesterol içerikleri bir adet yumurta için deneme gruplarında sırasıyla 216.93; 230.80; 241.53; 242.97 ve 244.35mg/yumurta olarak belirlenmiştir. Kolesterol miktarı %4 KTY ilave edilen grupta %4 AY ilave edilen gruba göre %1.12 oranında azalmış fakat istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Nitekim Caston ve Leeson (1990) 'da rasyonlara %10 ve %20 düzeyinde keten tohumu ilavesinin yumurta sarısı kolesterol içeriğine etkisi olmadığını bildirmiştir. Tavukların yumurta kolesterol düzeyi genetik bir mekanizma ile sabit tutulmaya çalışılmakta ve değişime karşı direnç göstermektedir. Bu bağlamda

çalışmada elde edilen bulgular bazı kaynaklarla benzerlik göstermekte (Caston ve Leeson, 1990) bazısı ile de (Sarıkıoğulları, 2003) ayrılmaktadır.

Araştırmadaki deneme gruplarına ait yem maliyetlerinin hesaplanmasında, Temmuz 2002 yılına ait fiyatlar kullanılmıştır. Deneme sonunda bir düzine yumurta üretimi için yem maliyeti hesaplandığında deneme grupları arasında istatistiki açıdan önemli derecede farklılığın oluşmadığı dolayısıyla rasyona KTY veya AY ilavesinin yem maliyetini olumsuz yönde etkilemediği Çizelge 4.15’de görülmektedir.



## 6. SONUÇ

- Çalışmada elde edilen bulgulara göre yumurta tavuğu rasyonlarına keten tohumu yağı veya ayçiçeği yağı ilavesinin hayvanların canlı ağırlığını, yem tüketimini, yumurta verimini, yemden yararlanma oranını ve yumurta ağırlığını etkilemediği belirlenmiştir.
- Keten tohumu yağı ve ayçiçeği yağı ilavesi yumurta kalitesini belirleyen parametrelerden yumurta sarı indeksi, yumurta akı indeksi ve Haugh birimini etkilemezken, yumurta kırılma mukavemetiyle kabuk kalınlığı parametrelerinde gruplar arasında istatistiki açıdan önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir.
- Rasyona keten tohumu yağı ilavesi ile yumurta sarısında omega-3 yağ asitleri düzeyi özellikle de linolenik asit düzeyi, ayçiçeği yağı ilavesi ile de linoleik asit düzeyi önemli ölçüde artmıştır. Yumurta kolesterol miktarının ise keten tohumu yağı ilavesi ile diğer gruplara göre matematiksel olarak azaldığı görülmüştür.
- Rasyona keten tohumu yağı ilavesinin gruplar arasında yem maliyeti açısından önemli bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir.
- Sonuç olarak, keten tohumu yağı yumurta sarısında omega-3 yağ asitleri düzeyini özellikle linolenik asit düzeyini önemli ölçüde artırdığı ve kolesterol miktarını da matematiksel olarak %1.12 oranında azalttığı için yumurta tavuğu rasyonlarında kullanılmasının tavsiye edilebileceği düşünülmüştür.

## ÖZET

### **Yumurta Tavuklarında Kullanılan Keten Tohumu Yağının Yumurta Kalitesi, Yağ Asitleri ve Kolesterol Düzeyine Etkileri**

Bu araştırma yumurta tavuğu rasyonlarında kullanılan keten tohumu yağının yumurta verimi ve kalitesi, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı, yumurta sarısı yağ asidi ve kolesterol içeriğine etkisini belirlemek amacı ile yapılmıştır.

Araştırmada toplam 200 adet 22 haftalık Lohmann LSL tipi yumurta tavuğu kullanılmıştır. Çalışma, her biri 40 adet tavuktan meydana gelen 5 deneme grubu şeklinde yürütülmüştür. Her bir deneme grubu 10 tavuk içeren 4 alt gruba ayrılmıştır. Deneme grubu rasyonları %18 ham protein ve 2830 kcal/kg metabolize olabilir enerji içerecek şekilde düzenlenmiştir. Deneme rasyonlarına sırasıyla % 4, 3, 2, 1, 0 azalan düzeyde keten tohumu yağı ve % 0, 1, 2, 3, 4 artan düzeyde de ayçiçeği yağı katılmıştır. Araştırma 16 hafta sürdürülmüştür.

Denemenin sonunda, keten tohumu yağının değişik düzeylerde yumurta tavuğu rasyonlarına katılması ile hayvanların canlı ağırlığı, yem tüketimi, yumurta verimi, yemden yararlanma oranı ve yumurta ağırlığı etkilenmemiştir ( $p>0.05$ ).

Gruplardan 4 haftada bir 12'şer adet alınan yumurtalarda kırılma mukavemeti, ak indeksi, sarı indeksi, haugh birimi ve kabuk kalınlığı incelenmiş bu parametrelerden yalnızca kırılma mukavemeti ve kabuk kalınlığı istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur ( $p<0.001$ ).

Deneme sonunda belirlenen yumurta sarısı yağ asidi içeriklerinde, %4 KTY katılan grupta omega-3 yağ asidi düzeyi ve %4 AY katılan grupta omega-6 yağ asidi düzeyi yüksek bulunmuştur ( $p<0.001$ ). Yumurta sarısı total kolesterol düzeyi ise KTY ilavesi ile düşük bulunmuştur. Bu sonuç istatistiksel açıdan önemli bulunmasa da matematiksel açıdan bir fark oluşturmaktadır. (216mg/yumurta).

**Anahtar Sözcükler:** Keten tohumu yağı, yumurta sarısı, yağ asidi, kolesterol, yumurta tavuğu

## SUMMARY

### **The Effect of Flaxseed Oil to Egg Quality, Fatty acids and Cholesterol Content of Egg Yolk In Laying Hens.**

This study was carried out to determine the effects of the flaxseed oil to egg production and quality, feed consumption and feed conversion rate, fatty acids and cholesterol content of egg yolk in laying hens.

Totally 200 Lohmann LSLayers which in 22 weeks of age were used in this study. There were five treatment groups, each containing 40 hens. All of the groups were divided to 4 replicated groups each including 10 hens. The diets of experimental groups formulated as including 18% crude protein and 2830 kcal/kg metabolizable energy. Flaxseed oil was added to experimental groups diets respectively 4, 3, 2, 1 and 0 % as decreasing levels and sunflower oil was added 0, 1, 2, 3 and 4% as increasing levels. The experimental period lasted 16 weeks.

At the end of the experiment, live weight, feed consumption, feed efficiency, egg production and egg weight were not affected ( $p>0.05$ ) by the addition of different ratios of flaxseed oil to the laying hens rations.

Breaking strength, white index, yolk index, Haugh unit, shell thickness were determined at four weeks intervals using 12 eggs from each group and only the breaking strength and shell thickness parameters were detected statistically important difference ( $p<0.001$ ).

At the end of the experiment, egg yolks omega-3 fatty acids level, group fed the rations containing 4% flaxseed oil, and egg yolk omega-6 fatty acids level, group fed the rations containing 4% sunflower oil, was found to be higher ( $p<0.001$ ). Egg yolk total cholesterol level was found to be lower on group fed the rations containing 4% flaxseed oil. It was not statistically important difference but also it shows a mathematical difference (216mg/egg).

**Key words:** Flaxseed oil, egg yolk, fatty acids, cholesterol, laying hens.

## KAYNAKLAR

- ALTAN,Ö., YALÇIN, S., KOÇAK, Ç. (1993). Toplumun değişik kesimlerinde yumurta tüketimi alışkanlığı ve tüketimi etkileyen etmenler. Uluslararası Tavukçuluk Kongresi, İstanbul. 178-194.
- ALLMAN, M.A. (1995). Plant Source of n-3 Fatty Acids. In: University of Sydney Nutrition Research Foundation Annual Symposium, 47(3).
- ANONİM (1996). Metabolism of omega-3 and omega-6 fatty acids. Erişim: (<http://www.flaxcouncil.ca/flaxnut12.html>), Erişim tarihi: 05.03.1996.
- ANONİM (1998). The common egg. Uncommon Foodstuff. Erişim: (<http://www.128.118.26.102/undergrad/Courses/nutr-120/Section4.html>). Erişim tarihi:12.12.2001.
- ANONİM (1999a). Eggs: Lower cholesterol eggs on the way. Erişim: (<http://www.longevity101.com/html>) Erişim tarihi: 25.06.1999
- ANONİM (1999b).What is cholesterol? Erişim: (<http://www.ruralmetro.nebraska.com/cholesterol.html>) Erişim tarihi: 25.06.1999
- ANONİM (2000a). What are essential fatty acids?. Erişim: (<http://www.lis.ab.ca/walton/omega7ess-fat.html>) Erişim tarihi: 18.05.2000
- ANONİM (2000b). Flax. Erişim: (<http://www.lis.ab.ca/walton/omega/flax.html>) Erişim tarihi: 18.05.2000
- ANONİM (2003a): Erişim: (<http://www.kanatli.net/asp/tuketimler.html>). Erişim tarihi:19.02.2003
- ANONİM (2003b): Erişim(<http://www.fao.org/page/collections>). Erişim tarihi:19.02.2003

AOAC (1980) Official Methods of Analysis. The Association of Official Analytical Chemist. 13<sup>th</sup> ed Inc., Washington, D.C.

AOAC (1984) Official Methods of Analysis. The Association of Official Analytical Chemist. 14<sup>th</sup> ed Inc., Arlington, Virginia.

BALEVİ, T. (1996). Tavuk rasyonlarına katılan çeşitli yağların performansa ve ürünlerin yağ asidi kompozisyonlarına etkileri. Doktora Tezi. Selçuk Üniv. Sağlık Bilimleri Enst. Konya.

BAUCELLS, M.D., CRESPO, N., BAROETA, S., LOPEZ-FERRER, S., GRASHORN, M.A. (2000). Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. *Poult. Sci.*, 79: 51-59.

BARBOUR, G.W., SIM, J.S. (1991). True metabolizable energy and true amino acid availability in canola and flax products for poultry. *Poult. Sci.* 70:2154-2160.

BEAN, L.D., LEESON, S. (2003). Long-term effects of feeding flaxseed on performance and egg fatty acid composition of brown and white hens. *Poult. Sci.*, 82:388-394

BEYER, R.S., JENSEN, L.S. (1989). Research note. Cholesterol content of commercially produced eggs in Georgia. *Poult. Sci.*, 68:1703-6.

BOEHRINGER MANHEIM GmbH BIOCHEMICA (1989). Methods of biochemical analysis and food analysis. Mannheim, Germany, pp. 26-28.

BRENNER, R.R., PLUFFO, A.M., DeTHOMAS, M.E. (1969). Competitive effect of  $\alpha$ - and  $\gamma$ -linolenyl-coA and arachidonyl-coa desaturation to  $\gamma$ -linolenyl-coA. *Biochim. Biophys. Acta*, 176:420-422.

CANADIAN GRAIN COMMISSION (1989). Grain Research Laboratory. Quality of Western Canadian Flaxseed 1988. Minister of Supply and Services, Ottawa, Ontario, Canada.

CARD, L.E., NESHEIM, M.C. (1972). Poultry Production. 11th ed. Lea and Febiger, Philadelphia.

- CASTON, L., LEESON, S. (1990). Research note: Dietary flax and egg composition. *Poult. Sci.*, 69, 1617-1620.
- CASTON, L., SQUIRES, E.S., LEESON, S. (1994). Hen performance, egg quality and sensory evaluation of eggs from SCWL hens fed dietary flax. *Can. J. Animal Sci.*, 74: 347-353.
- CHAMPE, P.C., HARVEY, R.A. (1994). Biochemistry. Lippincott's Illustrated Reviews. 171-205.
- CHERIAN, G., SIM, J.S. (1991). Effect of full fat flax and canola seeds to laying hens on the fatty acid composition of eggs embryo and newly hatched chicks. *Poult. Sci.* 70, 917-922.
- COŞGE, B. (1999). Ayçiçek yağının tıbbi önemi ve ayçiçeği yağı sanayi. *Türk-Koop Ekin Derg.* 3(9): 90-95.
- CUNNANE, S.C., JENKINS, J.A., ARMSTRONG, J.K., WOLEVER, T.M.S. (1989). Flax consumption by humans increases plasma and red cell omega-3 fatty acids and decreases serum cholesterol. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 66: 4: 438. (Abstr.)
- CUNNANE, S.C., STITT, P.A., GANGULI, S., ARMSTRONG, J.K. (1990). Raised omega-3 fatty acid levels in pigs fed flax. *Can. J. Anim. Sci.* 70:251-254.
- ÇÖRDÜK, M., DEMİREL, R. (1996). Yumurta kolesterol düzeyini etkileyen faktörler. *Yem Magazin Derg.*, 48-52.
- DEMİRULUS, H., AYDIN, A., ALTAN, Ö., KARA, K. (1999). Yumurta üretimi ve tüketiminin artırılması açısından halkın değişik kesimlerinde tüketim alışkanlığının belirlenmesi ve irdelenmesi. İzmir Uluslararası Hayvancılık Kongresi. 18-20 Eylül, İzmir, Türkiye. 313-320.
- DEVLET İSTATİSTİK ENSTİTÜSÜ, (2000). Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). DİE Matbaası. Ankara.
- FARRELL, D.J. (1993). Une's designer egg. *Poult. Inter.*, 32 (5):62-66.



- FARRELL, D.J., GIBSON, R.A. (1991). The enrichment of eggs with omega-3 fatty acids and their effects in humans. In *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, 256-270.
- FERRIER, L.K., CASTON, L.J., LEESON, S., SQUIRES, J., WEAVER, B.J., HOLUB, B.J. (1995). Alpha-linolenic acid and docosahexaenoic acid-enriched eggs from hens fed flaxseed: influence on blood lipids and platelet phospholipid fatty acids in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, 62:81-86.
- GAO, Y.C., CHARTER, E.A. (2000). Nutritionally important fatty acids in hen egg yolks from different sources. *Poult. Sci.* 79:921-924.
- GARG, M.L., SEBOKOVA, E., WIERZBICKI, A., THOMSON, A.B.R., CLANDININ, M.T. (1988). Differential effects of dietary linoleic and  $\lambda$ -linolenic acid on lipid metabolism in rat tissues. *Lipids* 23:847-852.
- GRIFFIN, H.D. (1990). Egg cholesterol resists change. *Poult. Int.* 20-22.
- HARGIS, P.S. (1998). Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl- A review. *World's Poult.Sci.*, 44:17-29.
- HORTON, H.R., MORA, L.A., OCHS, R.S., RAWN, J.D., SCRIMGEOUR, K.G. (1993). *Principles of Biochemistry*. Neil Patterson Publishers Prentice Hall International, Inc., USA.
- JIANG, Z., AHN, D.U., SIM, J.S. (1991). Effect of feeding flax and two types of sunflower seeds on fatty acid compositions of yolk lipid classes. *Poult. Sci.* 70: 2467-2475.
- KLASING, K.C. (1998). *Comparative Avian Nutrition*. University Press Cambridge, UK.
- KINSELLA, J.E. (1991). Linoleic acid:Function and effects on linoleic acid metabolism and eicosanoid mediated reaction. *Adv. in Food and Nutr. Resch.* 1-21.
- KLATT, L. (1986). The lure of omega-3-polyunsaturated fatty acids. *Food Sci. Newsl.* 16:1-4.

KOÇAK, Ç., ÖZKAN, K., ALTAN, Ö.(1988). Kanatlı Eti Üretimi, AT ile İlişkiler Açısından Türkiye Hayvancılığı Sempozyumu. 4-6 Nisan, İzmir, Türkiye.

KOEHLER, H.H., BEARSE, G.E. (1975). Egg flavour quality as effected by fish meal or fish oils in laying rations. *Poult. Sci.* 54: 881-889.

KÖKSAL, O. (1994). Kalp damar hastalıkları ve beslenme. *Çiftlik Derg.*, 123:52-58.

KRATZER, F.H., PRAN, V. (1996). The use of flaxseed as a poultry feedstuff. Erişim: (<http://www.animalscience.ucdavis.edu/Avian/pfs21.htm>). Erişim tarihi:18.05.2003.

LAMPTEY, M.S., WALKER, B.C. (1976). A possible essential role for dietary linolenic acid in the development of the young rat. *J. Nutr.* 106:86-93.

LEE, J.H., SUGANO, M., IDE, T. (1988). Effect of various combinations of omega-3 and omega-6 polyunsaturated fats with saturated fats on serum lipid levels and eicosanoid production in rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 34:117-129.

MATTHYSSE, A. (1998). Nutrition advice for lowering cholesterol. Erişim: ([http://www.metabolism.com/topics/nutrition advice for lowering cholesterol](http://www.metabolism.com/topics/nutrition_advice_for_lowering_cholesterol)). Erişim tarihi:31.05.1998.

McCHAREN, C. (1994). Cholesterol: What is it? And why are they blaming eggs? 2. Uluslararası Yem Kongresi ve Yem Sergisi, 6-8 Nisan Kuşadası, Türkiye.

MONTGOMERY, R., CONWAY, T.W., SPECTOR, A.A. (1990). Biochemistry. Acase-Oriented Approach. 5<sup>th</sup> Ed. Mosby Company.

NABER, E.C. (1976). The cholesterol problem, the egg and lipid metabolism in the laying hen. *Poult. Sci.*, 55(1): 14-30.

NABER, E.C., (1990). Cholesterol content of eggs: Can and should it be changed? *Feedstuffs.* 62(5): 47, 49-52.

NIEMIEC, J., SWIERCZEWSKA, E., STEPINSKA, M., RIEDEL, J. (1997). The effect of rapeseed on lipid content in the egg yolk World's Poultry Science

Association Proceedings. 11<sup>th</sup> European Symposium on Poultry Nutrition. August 24-28, Faaborg, Denmark.. 289-291.

NOVAK, C., SCHEIDELER, S.E. (2001). Long-term effects of feeding flaxseed-based diets. 1. egg production parameters, components and eggshell quality in two strains of laying hens. *Poult. Sci.*, 80: 1480-1489.

OLOMU, J.M., BARACOS, V.E. (1991). Influence of dietary flaxseed oil on the performance, muscle protein deposition and fatty acid composition of broiler chicks. *Poult. Sci.* 70: 1403-1411.

PADLEY, F.B., GUNSTONE, F.D., HARWOOD, J.L. (1986). Occurrence and Characteristics of Oils and Fats. *The Lipid Handbook*. The University Press, Cambridge.

RAUCH, W. (1965). Die elastische verformung von hühner eiern als maßstab für die beurteilung der schalen stabilität. *Arch Geflügelk.* 29: 467-477.

SARIFAKIOĞULLARI, K. (2003). Yumurta tavuklarında keten tohumunun yumurta verimi ve kalitesi kan ve yumurta sarısı yağ asidi ve kolesterol içeriğine etkisi. Doktora Tezi. Ankara Üniv. Sağlık Bilimleri Ens. Ankara.

SCHEIDELER, S.E. (2003). Omega eggs- A dietary source of n-3 fatty acids. Erişim: (<http://www.omegaegg.htm>). Erişim Tarihi:27.03.2003.

SCHEIDELER, S.E., FRONING, G.W. (1996). The combined influence of dietary flaxseed variety, level, form and storage condition on egg production and composition among vitamin E supplemented hens. *Poult.Sci.*, 75(10), 1221-1226.

SIM, J.D., KITTS, W.D., BRAGG, D.B. (1984). Effect of dietary saponin on egg cholesterol level and laying hen performance. *Can. J. Anim. Sci.*, 64, 977-984.

SIMOPULOS, A.P. (1997). Essential fatty acids in health and chronic disease. *Food Rw. Int.* 13(4): 623-631.

SINGER, P., BERGER, I., WIRTH, M., GODICKE, W., JAEGER, W., VOIGE, S. (1986). Slow desaturation and elongation of linoleic and  $\alpha$ -linolenic acids as a rationale of eicosapentaenoic acid-rich diet to lower blood pressure and serum

lipids in normal, hypertensive and hyperlipemic subjects. *Prostaglandins, Leukotrienes Med.* 24: 173-193.

SÜMBÜLOĞLU, K. ve SÜMBÜLOĞLU, V. (1995). Biyoistatistik. 6. Baskı. Özdemiroğlu Yay. Cebeci, Ankara.

TEKİNŞEN, O.C. (1980). Yumurta. Ogun Kardeşler Matbaası, Ankara.

TSE (1991). Hayvan Yemleri Metabolik Enerji Tayini. TSE No: 9610. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

VICHEZ, C., TOUCBURN, S.P., CHAAVEZ, E.R., CHAN, C.W. (1991). Effect of feeding palmitic, oleic and linoleic acids to Japanese quail hens (*Coturnix coturnix japonica*). 1. Reproductive performance and tissue fatty acids. *Poult. Sci.*, 70, 2484-2493.

WAKELING, D.E. (1982). A fishy taint in eggs: Interaction between fish meal diets and strain of bird. *Br. Poult. Sci.* 23:89-93.

WATKINS, B.A. (1987). Feed grade fats and oils for poultry: Nutrition and metabolism. *Zootec. Int.* (sept): 45-54.

WATKINS, B.A. (1991). Importance of essential fatty acids and their derivatives in poultry. *J. Nutr.*, 121, 1475-1485.

WEISS, J.F., RALPH, M.J., NABER, E.C. (1967). Effect of some dietary factors and drugs on cholesterol concentration in the egg and plasma of the laying hen. *J. Nutr.*, 91, 119-128.

WEISSEMAN, J. (1997). The influence of dietary factors on fat and fatty acid digestibility and utilisation. World's Poultry Science Association Proceedings. 11th European Symposium on Poultry Nutrition. August 24-28, 1997, Faaborg, Denmark. 34-45.

WETHERILT, H. (1998). Kolesterol gerçeği. *Gıda ve Teknoloji Derg.*, 3(1):17-26.

## ÖZGEÇMİŞ

1. Soyadı : GÖNCÜOĞLU
2. Adı : EBRU
3. Ünvanı : Araştırma Görevlisi
4. İş Adresi : Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi  
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları A.B.D.  
Dışkapı/Ankara
5. Doğum Yeri : Ankara
6. Doğum Tarihi : 05.03.1974
7. Tabiyeti : T.C.
8. Medeni Hali : Evli
9. Yabancı Dil : İngilizce
10. Eğitim Durumu :  
Yüksek Lisans.....1997 (Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi)
11. İş Deneyimi :  
1999- Akdeniz Üniversitesi Burdur Veteriner Fakültesi  
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları A.B.D.