



T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI  
ANABİLİM DALI  
VHB-YL-2008-0001

**YUMURTA TAVUĞU RASYONLARINA  
BAKIR ve/veya KETEN TOHUMU KATKISININ  
BAZI VERİM ÖZELLİKLERİ ve YUMURTA SARISI  
KOLESTEROL DÜZEYİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Meltem ÖZTÜRK**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Mustafa SARI**

**AYDIN-2008**

**T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI  
ANABİLİM DALI  
VHB-YL-2008-0001**

**YUMURTA TAVUĞU RASYONLARINA  
BAKIR ve/veya KETEN TOHUMU KATKISININ  
BAZI VERİM ÖZELLİKLERİ ve YUMURTA SARISI  
KOLESTEROL DÜZEYİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Meltem ÖZTÜRK**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Mustafa SARI**

**AYDIN-2008**

## ÖN SÖZ

Ülkelerin kalkınması, ancak sağlıklı insan kaynakları, sağlıklı insan kaynakları da ancak dengeli bir beslenme ile elde edilebilir. Dengeli beslenme ise günlük protein ihtiyacının yaklaşık üçte birinin hayvansal proteinlerle karşılanması anlamına gelir. Bu açıdan bakıldığında halkımızın dengeli beslendiği söylenemez. Nitekim, güvenilir kaynaklara göre (FAO 2004), dengeli beslenmenin ölçütü olarak kabul edilen kişi başına hayvansal protein tüketimi açısından ülkemizin konumu dünya ortalamasının bile altında bulunmaktadır.

Bazı ülkelerde kişi başına protein tüketim değerleri, g/gün

Ülkeler	Toplam protein	Bitkisel protein	Hayvansal protein
Dünya ortalaması	75	46	29
Türkiye	96	72	24
Avrupa Birliği	100	45	55

İnsanların dengeli beslenmesinde biyolojik değeri oldukça yüksek olan (%94) yumurta kuşkusuz çok önemli bir kaynaktır. Bununla birlikte, yumurtanın içerdiği kolesterol ve doymuş yağ asitleri ile insanlarda kardiyovasküler hastalıkları tetiklediği yönünde endişeler tüketimini sınırlandırmaktadır. Bu endişeden çıkarak, yumurta kolesterol düzeyini düşürmek amacıyla çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. İnsan sağlığı ile doğrudan ilişkili olduğu için, bu tür çalışmalar önemli ve güncel sayılabilir.

Bu proje, Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu\* tarafından desteklenmiştir.

---

\* Proje No: VTF-07001

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL ve ONAY	i
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
RESİMLER DİZİNİ	İx
1. GİRİŞ	1
1.1. Yumurta	2
1.1.1. Yumurtanın Kimyasal Yapısı	2
1.1.1.1. Yumurta akı	5
1.1.1.2. Yumurta sarısı	5
1.1.1.3. Yumurta kabuğu	6
1.1.2. Yumurta Kalitesi ve Kaliteyi Etkileyen Faktörler	6
1.1.2.1. Genotip	7
1.1.2.2. Yaş	7
1.1.2.3. Hastalıklar	7
1.1.2.4. Sürü yönetimi	7
1.1.2.5. Yumurta ağırlığı	8
1.1.2.6. Yumurta sarısının rengi	9
1.1.2.7. Yumurtanın tadı ve kokusu	10
1.1.2.8. Yumurta lekeleri	10
1.1.2.9. Yumurta kabuğu	11
1.1.3. Beslenme	11
1.1.4. Yumurtanın Besinsel Değeri	12
1.2. Kolesterol Metabolizması	13

1.2.1. Kolesterol Sentezi ve Kimyasal Yapısı	13
1.2.2. Kolesterol İşlevleri	16
1.2.3. İnsan Sağlığı Açısından Kolesterol	17
1.3. Yumurta Kolesterol Düzeyini Etkileyen Faktörler	19
1.3.1. Rasyona Bağlı Etmenler	19
1.3.1.1. Selüloz	20
1.3.1.2. Yağlar	20
1.3.1.3. Bitkisel steroller ve saponinler	20
1.3.1.4. Vitaminler	21
1.3.1.5. Mineraller	21
1.3. 2. Hayvana Bağlı Etmenler	22
1.3.2.1. Genotip	22
1.3.2.2. Yaş	23
1.4. Yumurta Kolesterol Düzeyini Düşürmeye Yönelik Çalışmalar	24
1.4.1. Keten Tohumu	24
1.4.2. Keten Tohumu Yağı	27
1.4.3. Bakır	28
2. GEREÇ ve YÖNTEM	31
2.1. Gereç	31
2.1.1. Deneme Hayvanları	31
2.1.2. Deneme Yemleri	31
2.2. Yöntem	32
2.2.1. Deneme Deseni ve Süresi	32
2.2.2. Deneme Hayvanlarının Barındırılması	32
2.2.3. Deneme Rasyonlarının Hazırlanması	33
2.3. Deneme Verilerinin Elde Edilmesi	34
2.3.1. Canlı Ağırlık	35
2.3.2. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranı	35
2.3.3. Yumurta Verimi	35
2.3.4. Yumurta Kalite Özellikleri	35
2.3.4.1. Yumurtanın ağırlığı	36
2.3.4.2. Yumurta sarısının çapı ve ağırlığı	36
2.3.4.3. Yumurta kabuğunun ağırlığı ve kalınlığı	36

2.3.5. Kanda Kolesterol Düzeyi	36
2.3.6. Yumurtada Kolesterol Düzeyi	37
2.4. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi	37
3. BULGULAR	38
3.1. Canlı Ağırlık	38
3.2. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranı	39
3.3. Yumurta Verimi	42
3.4. Yumurta Kalite Özellikleri	44
3.5. Kan ve Yumurta Sarısı Kolesterol Düzeyleri	46
4. TARTIŞMA	48
4.1. Canlı Ağırlık	48
4.2. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma	49
4.3. Yumurta Verimi	51
4.4. Yumurta Kalite Özellikleri	53
4.5. Kan ve Yumurta Sarısı Kolesterol Düzeyleri	54
5. SONUÇ	57
ÖZET	59
SUMMARY	61
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	72
TEŞEKKÜR	73

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

B	: Bakır
DHA	: Dokosahaekzaenoik asit
DCP	: Dikalsiyum Fosfat
EPA	: Eikosapentaenoik Asit
HDL	: High Density Lipoprotein
KT	: Keten Tohumu
LA	: Linoleik Asit
LnA	: Linolenik Asit
LDL	: Low Density Lipoprotein
OA	: Oleik Asit
PUFA	: Polyunsaturated Fatty Acid
SFK	: Soya Fasulyesi K�spesti
VLDL	: Very Low Density Lipoprotein

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Yumurtanın kimyasal bileşimi	3
Çizelge 1.2. Kabuksuz çiğ yumurtanın aminoasit bileşimi	4
Çizelge 1.3. Yumurtanın yağ asitleri bileşimi	5
Çizelge 1.4. Yumurta sarısında bulunan lipitler ve düzeyleri	6
Çizelge 1.5. Haftalara göre yumurtaya ilişkin bazı ağırlık ve kolesterol değerleri	16
Çizelge 1.6. Bazı hayvansal gıdaların kolesterol düzeyleri	19
Çizelge 1.7. Dünya’da keten tohumu üretimi	25
Çizelge 1.8. Keten tohumunun besin madde bileşimi	26
Çizelge 1.9. Keten tohumu yağ asitleri bileşimi	26
Çizelge 2.1. Rasyonda keten tohumu ve organik bakır katkı düzeyleri	32
Çizelge 2.2. Denemede kullanılan rasyonların bileşimi	34
Çizelge 3.1. Deneme hayvanlarının başlangıç ve bitiş canlı ağırlık değerleri	39
Çizelge 3.2. Deneme boyunca rasyon gruplarına ilişkin yem tüketimi	40
Çizelge 3.3. Deneme süresince rasyon gruplarına ilişkin yemden yararlanma oranı	41
Çizelge 3.4. Deneme süresince rasyon gruplarına ilişkin günlük yumurta verimi	43
Çizelge 3.5. Yumurta kalite özellikleri	45
Çizelge 3.6. Rasyon gruplarına ilişkin kan kolesterol düzeyleri	46
Çizelge 3.7. Rasyon gruplarına ilişkin yumurta sarısı kolesterol düzeyleri	47



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Mevalonat oluşumu	14
Şekil 1.2. Skualen oluşumu	14
Şekil 1.3. Kolesterol oluşumu	15

## RESİMLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Resim 1.1. Keten tohumu ve bitkisi	25

## 1.GİRİŞ

Dünya genelinde hayvancılık kolları içerisinde verim etkinliği açısından en hızlı gelişme tavukçuluk sektöründe olmuştur. Nitekim, son 50 yıl içerisinde yaklaşık olarak, yumurtacı tavuklarda bir düzine yumurta için tüketilen yem 7,40 kg' dan 3,75 kg, bir etlik piliçte bir kg canlı ağırlık için tüketilen yem 4,70 kg' dan 1,90 kg düzeyine inmiştir. Öte yandan son 50 yıl içerisinde kırmızı et (sığır, koyun ve domuz) tüketimi yaklaşık %42 kadar düşmüş, buna karşılık beyaz et (tavuk, hindi) tüketimi %150 kadar yükselmiştir (Ensminger ve ark 1990). Son 35 yıllık dönemde gelişen bu talep hayvansal üretim sektörlerine yansımış ve kırmızı et üretimi iki katı kadar artarken, kanatlı eti üretimi 5,2 katı, yumurta üretimi ise üç katı kadar artmıştır (FAO 2004 ).

Tavuk yetiştiriciliğinde Dünya genelinde gözlenen verim etkinliği ve beyaz et talebi artışları doğal olarak ülkemizde de sektöre yansımada gecikmemiştir. Nitekim, 1970–2004 arasında kırmızı et üretimi 1,9 kat, beyaz et üretimi dört kat, yumurta üretimi 2,9 kat, tavuk başına yumurta verimi de 1,8 kat kadar artmıştır (DPT 2006).

Ülkemizde kanatlı sektöründeki bilimsel ve teknolojik gelişmeler, yumurtanın bol ve ekonomik bir şekilde üretilmesine olanak sağlamışsa da tüketiminde istenilen düzeye ulaşıldığı söylenemez. Nitekim, yumurta tüketimi açısından ülkeler arasında bir karşılaştırma yapıldığında, yıllık kişi başına yumurta tüketiminin Amerika'da 13,3 kg, Almanya'da 12,5 kg, İngiltere'de 10,3 kg, İtalya'da 12,1 kg, Yunanistan'da 10,6 kg, Türkiye'de ise 3,4 kg kadar olduğu görülmektedir (Anonim 1999). Ülkemizdeki yumurta tüketiminin böylesine düşük olmasında, (a) yumurtanın yüksek kolesterol içeriği kadar, (b) insanların tüketim alışkanlığı da önemli rol oynamıştır (Yalçın ve Çakır 2004).

Tavukçuluk sektörünün dünya genelinde ve ülkemizde gelişimine yukarıda kısaca değindikten sonra, bu bölümde, önce yumurta ile ilgili temel bilgiler özetlenecek, ardından da tez konusuna ilişkin literatür bilgileri verilecektir.

## **1.1. Yumurta**

Yumurta sözcüğü, genel yaklaşımla dişi üreme hücresi (ovum) anlamına gelse bile, pratikte kanatlı hayvan, özellikle tavuk yumurtası anlamında kullanılmaktadır. Bu nedenle, tez içerisinde tavuk yumurtası yerine yalnızca yumurta sözcüğü yer alacaktır.

Yumurta, oval şekilde ve ağırlığı yaşa ve genotipe bağlı olarak yaklaşık 50–60 g arasında, kabuk rengi ise beyazdan kahverengiye kadar farklılık gösterebilmektedir (İnal 1992). Yumurtanın %63,8'ini akı, %27,2'ini sarısı, %9'unu ise kabuğu oluşturmaktadır (Muğlalı 2001).

### **1.1.1. Yumurtanın Kimyasal Yapısı**

Yumurta; insan vücudunun ihtiyaç duyduğu protein, yağ, karbonhidrat, vitamin, mineral gibi besin maddelerini uygun oranlarda içerdiği için sağlıklı yaşam için tüketilmesi gereken gıda maddelerinden biridir. Yumurtanın kimyasal yapısıyla ilgili bazı değerler Çizelge 1.1.'de verilmiştir (USDA 1976).

Çizelge 1.1. Yumurtanın kimyasal bileşimi

	<b>Tüm yumurta</b>	<b>Yumurta sarısı</b>	<b>Yumurta akı</b>
Ağırlık, g	50	17	33
Su, g	37,28	8,29	29,06
Enerji, cal	79	63	16
Protein, g	6,07	2,79	3,35
Yağ, g	5,58	5,60	İz
Karbonhidrat, g	0,60	0,04	0
Kül, g	0,47	0,29	0,18
<i>Mineraller, mg</i>			
Kalsiyum	28	26	4
Demir	1,04	0,95	0,01
Magnezyum	6	3	3
Fosfor	90	86	4
Potasyum	65	15	45
Sodyum	69	8	50
Çinko	0,72	0,58	0,01
<i>Vitaminler, mg</i>			
Tiamin	0,044	0,043	0,002
Riboflavin	0,150	0,074	0,094
Niasin	0,031	0,012	0,029
Pantotenik asit	0,864	0,753	0,080
Vitamin B <sub>6</sub>	0,060	0,053	0,001
Folasin, mcg	32	26	5
Vitamin B <sub>12</sub> , mcg	0,773	0,647	0,021

Yumurta proteininin amino asit içeriği insanın amino asit gereksinimi ile benzerlik göstermekte (Muğlalı 2001) olup Çizelge 1.2.'de sunulmuştur (USDA 1999).

Çizelge 1.2. Kabuksuz çiğ yumurtanın amino asit bileşimi, g

<b>Aminoasitler</b>	<b>Bütün yumurta</b>	<b>Yumurta sarısı</b>	<b>Yumurta akı</b>
Ağırlık, g	50	16,6	33,4
Alanin	0,346	0,143	0,203
Arjinin	0,390	0,199	0,191
Aspartik asit	0,630	0,272	0,358
Sistin	0,141	0,050	0,091
Glutamik asit	0,820	0,353	0,467
Glisin	0,209	0,086	0,123
Histidin	0,151	0,072	0,079
İsölysin	0,339	0,141	0,198
Löysin	0,540	0,244	0,296
Lizin	0,460	0,221	0,239
Metiyonin	0,190	0,069	0,121
Fenilalanin	0,324	0,119	0,205
Prolin	0,253	0,116	0,137
Serin	0,480	0,238	0,242
Treonin	0,308	0,148	0,160
Triptofan	0,076	0,033	0,043
Tirozin	0,261	0,124	0,137
Valin	0,379	0,155	0,224

Yumurtanın yağ asitleri bileşimi Çizelge 1.3.'te gösterilmiştir (Köksal 1994).

Çizelge 1.3. Yumurthanın yağ asitleri bileşimi, %

<i>i. Doymuş yağ asitleri</i>	
Kaprilik asit	0,06
Kaprik asit	0,20
Laurik asit	0,06
Miristik asit	0,04
Stearik asit	0,97
Araşidik asit	0,04
Palmitik asit	3,02
<i>ii. Doymamış yağ Asitleri</i>	
<i>a. Tekli doymamış yağ asitleri</i>	
Miristoleik asit	0,01
Palmitoleik asit	0,47
Oleik asit	4,88
<i>b. Çoklu doymamış yağ asitleri</i>	
Linoleik asit	1,58
Linolenik asit	0,03
Araşidonik asit	0,08

#### 1.1.1.1. Yumurta akı

Albumin niteliğinde olan yumurta akı, yumurtanın sıvı ağırlığının büyük bir kısmını (yaklaşık %67) oluşturur ve basit proteinler olarak bilinen ovalbümin, ovoglobülin ve glukoproteinlerden oluşur. Albumin, yumurtadaki toplam protein, niasin, riboflavin, klor, magnezyum, potasyum, sodyum ile kükürdün yarısından fazlasını içerir. Albumin, ovomusin proteininin uzun liflerinden meydana gelmiş bir protein solüsyonudur. Ovomusin, albumindeki toplam protein miktarının yaklaşık %75'ini oluşturur. Albumin proteinlerinin geri kalan kısmını ise globuler proteinler oluşturur. Yumurta akında %1 oranında karbonhidrat bulunurken, lipit bulunmaz (Muğlalı 2001).

#### 1.1.1.2. Yumurta sarısı

Yumurta sarısı, yumurtanın sıvı ağırlığının yaklaşık olarak %33'ünü oluşturur ve yumurtadaki yağın tamamını, proteinin de yarısından biraz daha azını içerir. Vitamin içeriği, riboflavin ve niasin dışında, yumurta akınınkinden daha fazladır. Yumurtadaki A,

D, E vitaminlerinin tamamı yumurta sarısında bulunur. Yumurta sarısı, D vitaminini doğal olarak içeren çok az gıda maddesinden biridir. Yumurta sarısı, yumurta akına oranla daha yüksek düzeyde fosfor, manganez, demir, iyot, bakır, kalsiyum ve çinko içerir (Muğlalı 2001). Yumurta sarısının lipit içeriği aşağıya çıkarılmıştır (Noble ve ark 1990).

Çizelge 1.4. Yumurta sarısında bulunan lipitler ve düzeyleri

<b>Lipitler</b>	<b>Düzeyleyler, %</b>
Trigliseritler	63,1
Fosfolipitler	29,7
Serbest kolesterol	4,9
Kolesterol esterleri	1,3
Serbest yağ asitleri	0,9

### **1.1.1.3. Yumurta kabuğu**

Yumurta kabuğu, temel olarak inorganik materyalden, inorganik materyalin de büyük bir kısmı (%93,7) kalsiyum karbonattan oluşur. Ayrıca düşük düzeylerde Mg, P, Mn da içerir. Organik kısmı ise glikoprotein yapısındadır (Şenköylü 2001).

### **1.1.2. Yumurta Kalitesi ve Kaliteyi Etkileyen Faktörler**

Yumurta kalitesi; (a) dış (yumurta kabuğunun rengi, şekli, yapısı, sağlamlığı ve temizliği vb) ve (b) iç (yumurtadaki hava boşluğunun durumu, yumurta akı, sarısı ve rengi vb) kalite faktörleri ile (c) yumurta kütlesi tarafından belirlenen bir değerdir (İnal 1992).

Yumurta kalitesinin değerlendirilmesinde, genellikle, yumurta akının jelimsi niteliği ölçüt olarak kabul edilmektedir. Yumurta akına bu niteliği bir protein olan ovomisin verir. Yumurta akındaki ovomisin düzeyinin artması daha katı kıvamlı, dolayısıyla daha kaliteli yumurta anlamına gelir. Ancak, beslenmenin ovomisin düzeyi üzerine belirgin bir etki yapıp yapmadığı belirlenememiştir (İnal 1992).

Yumurta kalitesini etkileyen faktörlerin başlıcaları aşağıda verilmiştir.



### **1.1.2.1. Genotip**

Genetik yapı, yumurta rengini belirleyen başlıca faktördür. Kaldı ki, kabuk kalınlığı ve yapısı, albumin kalitesi, yumurtada kan ve et parçacıkları gibi özellikleri de etkiler. Bu faktörler bakımından yapılacak seleksiyon yumurta kalitesinin gelişmesine yardımcı olabilir (Aksoy 1999, Basmacıoğlu ve Ergül 2003).

### **1.1.2.2. Yaş**

Yumurta kalitesi yaşa bağlı olarak değişir. Tavukların ikinci verim yılında yumurta kalitesi önemli ölçüde düşer. Kalite düşüklüğü hem kabuk yapısının görünüşünde hem de albümin kalitesinde görülür. Kalitede görülen bu düşüklüğün, tavuktaki yumurta üretim organlarının yaşlanıp yıpranmasından kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Basmacıoğlu ve Ergül 2003, Şenköylü 2001).

### **1.1.2.3. Hastalıklar**

Bazı hastalıklar yumurta kalitesini yakından etkiler. Solunum sistemiyle ilgili enfeksiyöz bronşit ve newcastle gibi hastalıkların, yumurta kalitesini önemli ölçüde olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Bu hastalıkların ortaya çıkmasıyla birlikte yumurta kabuğu incelmekte veya kabuksuz yumurta çıkmakta ve albümin kalitesi düşmektedir. Hayvanlar iyileşse bile yumurta kalitesi düzelmemektedir. Bu nedenle, tavuklarının adı geçen hastalıklara karşı aşılınması gerekmektedir (Arda ve ark 2002).

### **1.1.2.4. Sürü yönetimi**

Kaliteli yumurta elde edilmesinde belirleyici etmenlerden biri de iyi ve etkin bir sürü yönetimidir.

Kümes ve ekipmanların temizliği temiz yumurta elde edilmesinin de belirleyici koşullarından biridir. Kafes sistemli yumurta üretim işletmelerinde kafeslerin tabanları haftada bir temizlenmelidir. Kafes taban eğimi, kırık ve çatlak yumurta elde edilmesine izin vermeyecek derecede olmalıdır. Üretim sistemi nasıl olursa olsun, kümes ve ekipmanları sık sık temizlenmeli, folluklarda temiz ve kaliteli altlık bulundurulmalıdır. Yumurtaların günde iki kez toplanmasının kaliteli yumurta elde etme üzerinde olumlu bir etkisi bulunmaktadır (Aksoy 1999, şenköylü 2001).

Embriyo gelişimi olmamışsa, döllu yumurtalar tüketim amacıyla kullanılabilir. Ancak, bu yumurtaların 25 °C'nin altında tutulması gerekir. Çünkü, bu sıcaklık derecelerinin üzerinde embriyonal gelişme olabilir.

#### **1.1.2.5. Yumurtanın ağırlığı**

Yumurta kalite ölçütleri arasında en önemli yer tutan yumurtanın ağırlığı, (a) genotip, (b) yaş ve (c) beslenme ile yakından ilişkilidir. Kaldı ki, yumurta ağırlığındaki değişim yumurtadaki ak, sarı ve kabuk oranları ile iç kalite özelliklerine de yansımaktadır.

Yumurta üretiminde karlılığı etkileyen en önemli faktörlerden biri kuşkusuz yumurta ağırlığıdır. Kahverengi yumurtacılar da 20–74. haftalar arasında ortalama yumurta ağırlığı 62–65 g, beyaz yumurtacıların ortalama yumurta ağırlığı ise 60,7–64,8 g olarak kabul edilmektedir. Yumurtanın ağırlığı ile beslenme arasında sıkı bir ilişki vardır. Beslenme bağlamında yumurta ağırlığını etkileyen faktörler ise rasyondaki (a) enerji, (b) protein, (c) bazı esansiyel amino asitler (arjinin, lizin, metiyonin), (c) bazı esansiyel yağ asitleri (özellikle linoleik asit), (d) bazı vitaminler ve (e) bazı minerallerin (özellikle Na, Cl) düzeyleri ile (f) tüketilen su miktarıdır. Sıralanan bu etmenlerin yetersizliklerin yumurta ağırlığı olumsuz yönde etkilenmektedir. Yaşlı tavuklardan doğal olarak daha ağır yumurta elde edilir. Ancak, bunun üretici açısından pratik bir avantajı yoktur. Böyle durumlarda, sınırlayıcı amino asit düzeyleri verimi olumsuz yönde etkilemeyecek biçimde düşürülerek yumurta ağırlığı aşağıya çekilebilir. Söz gelimi, metiyonin düzeyi 38. haftadan sonra 300 mg düzeyinden 270 mg düzeyine indirilerek yumurta ağırlığı da düşürülebilir (Eratek 1991).

Yemdeki enerji düzeyinin artması yumurta ağırlığını da arttırmaktadır. Yumurta ağırlığını artırma açısından, yemin enerjisini yükseltmede bitkisel yağların kullanılması karbonhidrat kullanılmasından daha etkili sonuçlar vermektedir. Bitkisel yağın etkisi içerdiği linoleik asitten ileri gelmektedir. Yapılan araştırmalarda yüksek oranda linoleik asit içeren bitkisel yağların yumurta ağırlığını önemli derecede artırdığı saptanmıştır (Eratek 1991).

Doran ve ark (1980), yumurta tavukları üzerinde yaptığı çalışmada karma yemdeki protein ve enerji düzeyi arttıkça (a) yumurta verimi, (b) yemden yararlanma ve (c) yumurta ağırlığında artış olduğunu bildirmişlerdir.

Yumurtacı tavuklarda benzer yaklaşımla yapılan çalışmalardan, rasyona metiyonin, yağ ve protein katkısı ile yumurta ağırlığında bir iyileşme sağlanamadığı (Kling ve Hawes 1990), buna karşılık rasyonda linoleik asit düzeyinin artması ile yumurta ağırlığının arttığı (March ve MacMillan 1990) bildirilmektedir.

Uygulanan yemleme yöntemi de yumurta ağırlığı üzerinde etkili olmaktadır. Özellikle yumurtacı tavuklarda büyütme döneminde uygulanan sınırlı yemleme cinsel olgunluk yaşını geciktirmektedir. Hızlı bir canlı ağırlık artışı yumurtacı tavukların erken yaşta yumurtlamalarına ve dolayısıyla yumurtalarının çok küçük olmasına neden olur (Ayhan 1990).

Yumurtacı genç piliçlerin yumurta üretim dönemi başlangıcında aldıkları enerji düzeyi, genellikle, (a) hem vücut ağırlığının normal artması, (b) hem yumurta üretimi, (c) hem de normal yumurta büyüklüğüne ulaşma için yeterli değildir. Gereksinilen enerji düzeyi ile alınan enerji düzeyi arasındaki fark, sıcak havalarda daha da artar (Koru 1995).

#### **1.1.2.6. Yumurta sarısının rengi**

Yumurtanın duyu organları ile algılanan (organoleptic) özellikleri (renk, koku, tat vb) de yumurta kalitesi etmenlerindedir. Yumurta sarısının rengi, beslenme ile doğrudan

ilişkili olup yumurtanın pazarlama gücünü yakından etkiler. Yumurta sarısının rengi, isteğe göre sarı-kırmızı arasında ayarlanabilir. Bu amaçla karoten benzeri (carotenoid) doğal (sarı mısır, yonca yaprağı unu vb) ve yapay (carophyll vb) pigment kaynaklarından yararlanılmaktadır (Anonim 1974).

Rasyonlara yeterli düzeylerde sarı mısır, yonca yaprağı unu, yeşil çim ve sentetik pigmentlerin katılması, yumurta sarısında istenen sarımsı-turuncu renk için iyi pigment kaynağı oluşturabilir. Bu arada yumurtada istenmeyen renk oluşumuna neden olan yem hammaddelerinden de kaçınmak gerekir. Örneğin, pamuk tohumu küspesinin tavuk rasyonlarına %10-15'den çok katılması durumunda, içerdiği gossipol, yumurta sarısında yeşilimsi, sterkulik asit ise yumurta akında pembemsi renk oluşumuna neden olur (Şenköylü 2001).

#### **1.1.2.7. Yumurtanın tadı ve kokusu**

Bazı yemlerin yapısında bulunan bazı maddeler yumurtanın doğal tadını ve kokusunu bozabilirler. Söz gelişi, balık unu içerdiği betain maddesi ile yumurtanın kokusunu, pamuk tohumu içerdiği fenolik bileşikler (gossipol), fiğ de içerdiği siyanik asitli glikozitler (vicin/vicianin) ile yumurtanın tadını olumsuz yönde etkiler (Akyıldız 1981, Ensminger ve Olentine 1980, Kaya ve Pirinççi 2002).

#### **1.1.2.8. Yumurta lekeleri**

Yumurtada leke görülmesi önemli bir yumurta kusuru olarak kabul edilir ve yumurtanın pazarlama gücünü düşürür. Lekeler küçük noktacıklar biçiminde olabildiği gibi, tüm yumurtaya da yayılabilir (İnal 1992).

Yumurtada görülebilen lekelerden biri kan lekeleridir. Kan lekeleri yumurta sarısının ovaryumdan atılması sırasında kan damarlarının yırtılması sonucu oluşmaktadır. Alınan vitamin A düzeyi ile kan lekelerinin oluşumu arasında ters bir bağıntı bulunmaktadır.

Nitekim, bu vitaminin yetersizliği kan lekeleri oluşumunu artırmıştır. Aşırı K vitamini alınmasında ise, kan pıhtılaşmasını kolaylaştırdığından, yumurtada lekeleri belirginleştirmektedir. Yůksek dűzeyde yonca unu kullanılması da leke oluşumunu artırmaktadır (Muğlalı 2001).

Pamuk tohumu kűspesinde bulunan gossipol yumurta sarısında yeşilimsi mavi benekler oluşurmaktadır. Renk değişimi bayat yumurtalarda belirginleşir. Bu nedenle, yumurta tavuklarında pamuk tohumu kűspesi ya kullanılmamalı ya da sınırlı kullanılmalıdır (Akyıldız 1981).

#### **1.1.2.9. Yumurta kabuğu**

Yumurta kabuk kalınlıđı ve dayanıklılıđı da ekonomik yűnden ۆnemli kalite ۆlçűtlerindedir. Tűketilen kalsiyumun miktarı ve kűkeni yumurta kabuk kalitesini yakından etkilemektedir (İnal 1992).

#### **1.1.3. Besleme**

Rasyon kalitesi ile yumurta kalitesi arasında pozitif bir iliřki vardır. İyi hazırlanmıř, enerji ve besin maddelerince dengelenmiř bir rasyon yumurta verimi kadar yumurta kalitesi ۆzerine de olumlu yűnde etki gűsterir. Kullanılan rasyon ve yemleme tekniđi, yumurta kalitesini belirleyen pek çok faktűrű yakından etkiler. Bunlar yukarıda alt bařlıklar (1.1.2.5–1.1.2.9.) altında ele alınmıřtır.

Rasyon enerji ve protein dűzeyinin yumurta verimi, yumurta ađırlıđı, kabuk kalitesi hatta yumurta sarısı ve akı ۆzerine etkisi vardır (Eratek 1991). Kanatlılarda řiddetli protein ya da amino asit yetersizliđi durumunda 4-5 gűn içinde yumurta verimi durmakta ve yumurta hűcresi absorbe edilmektedir. Hafif yetersizlik durumunda ise yumurta bűyűklűgűnde azalma gűrűlműřtűr (Okuyan ve ark 1977).

### 1.1.3. Yumurtanın Besinsel Değeri

İnsanlarda sağlıklı yaşam, büyüme, çoğalma, beyinsel ve zihinsel işlevlerin sürekliliği, ancak yeterli ve dengeli bir beslenme ile gerçekleşebilir. Yeterli ve dengeli beslenme için ihtiyaç duyulan enerji, protein, vitamin ve minerallerin karşılanmasında et, süt ve yumurta gibi hayvansal ürünler büyük rol üstlenmektedir (İnal 1992). Bunlardan yumurta, yüksek biyolojik değerliliği (%94) ile insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü yumurta, (a) hem insan beslenme gereksinimlerini karşılayacak miktar ve oranda besin maddelerini içerir, (b) hem kolay sindirilir, (c) hem de oldukça lezzetlidir ( Akbay 1982, Cook ve Briggs 1986, İnal 1992, Stadelman ve ark 1988). Yumurta, sıralanan nitelikleri ile anne sütüne eşdeğer protein kaynağı ve çok değerli bir besin maddesi olarak kabul edilmektedir (Sencer 1983, Hasipek ve Akbaş 1991, İnal 1992).

Yaklaşık 50–60 g ağırlığında olan bir yumurta, içediği besin maddeleri bakımından 90 g ağırlığındaki ete ve 160 g ağırlığındaki süte eşdeğerdedir (Akbay 1982). Günde normal büyüklükte iki yumurta tüketen bir insanda günlük protein gereksiniminin %20, enerji gereksiniminin %8, kalsiyum gereksiniminin %10, fosfor gereksiniminin de %20 kadarı karşılanmaktadır (Leeson ve Summers 1997).

Besleyici değeri dışında yumurtanın diyetetik özellikleri de vardır. Nitekim, yumurta, (a) zayıf ve şişman insanlar ile iyileşme dönemindeki hastalar için hazırlanan diyetlerde önemli yer tutar, (b) yiyeceklerin besin değerini yükseltmek amacıyla kullanılır ve (c) gastrit, ülser, diyabet, gut, anemi gibi hastalıklarda rahatlıkla kullanılabilir (Anonim 1989).

Yumurtanın besinsel değeri makro besin maddeleri (protein, yağ, kül) açısından beslenmeden pek etkilenmemektedir (İnal 1992). Buna karşılık, yumurtadaki yağ asitleri bileşimi (Sarı ve ark 2002) ile iz element ve B grubu vitaminlerinin düzeyleri beslenmeye bağlı olarak bir ölçüde değişebilmektedir (İnal 1992).

## 1.2. Kolesterol ve Metabolizması

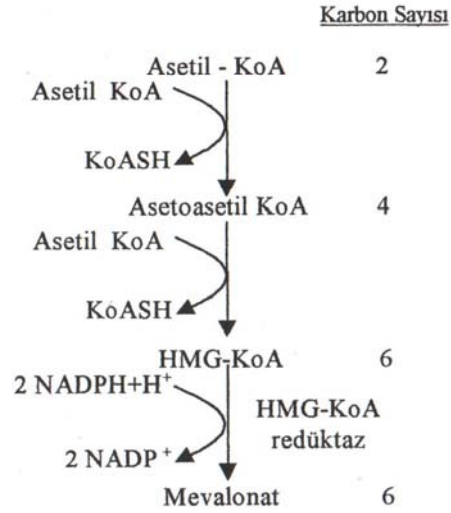
Kolesterol ilk kez 1975 yılında safra taşından elde edilmiştir. 'Kole' safra, 'stereo' katı, 'ol' eki de bir alkol olduğunu ifade etmektedir. Yani kolesterol safra sterolü anlamına gelmektedir (Thompson 1991, Çördük ve Demirel 1996).

Kolesterol kokusuz, sarımsı, yağ benzeri bir madde olup yalnızca hayvansal dokularda bulunmaktadır. Bitkilerde ve bitkisel yağlarda kolesterol yoktur. Kolesterol hayvanlar için esansiyel bir madde değildir. Yani dışardan alınmasa da vücut gerekli kolesterolü kendisi sentezlemektedir. Ergin bir insanda 140–160 g kadar kolesterol depolanmaktadır. Beyinde ve omurilikte yüksek düzeyde kolesterol vardır (Yalçın ve ark 1992).

### 1.2.1. Kolesterol Sentezi ve Kimyasal Yapısı

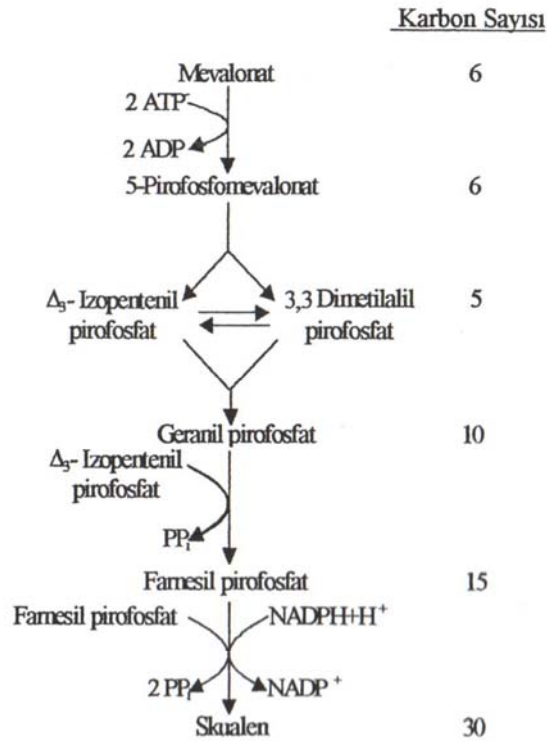
Erişkin insanlarda normal bir diyetle bağırsaklardan günde yaklaşık 0,5 g kolesterol emilmektedir. Kolesterol, ince bağırsaklardan besin maddeleri emilirken, trigliseritlerle birlikte şilomikronlarla karaciğere taşınır. Karaciğer tarafından alınan kolesterol, (a) membran ve (b) çok düşük yoğunluklu lipoprotein (Very Low Density Lipoprotein, VLDL) biyosentezinde kullanılmakta, (c) safradan kolesterol olarak veya (d) safra asitlerine çevrilip safra olarak atılmaktadır (Erlaçin 1985).

Kolesterol, organizmada ağırlıklı olarak karaciğerde, daha düşük düzeylerde de diğer dokularda (adrenal korteks, testisler, yumurtalıklar, ince bağırsak, aort, deri vb) sentezlenmektedir. Karbonhidrat, yağ ve proteinlerin enerji üretimi için parçalanması sonucunda kolesterol sentezinin başlangıç maddesi Asetil-CoA oluşur. Daha sonra Asetil-CoA, 6 karbonlu bir bileşik olan mevolonata dönüşür (Harper 1976, Erlaçin 1985, Beteridge ve Morrell 1998, Murray ve ark 1999).



Şekil. 1.1. Mevalonat oluşumu

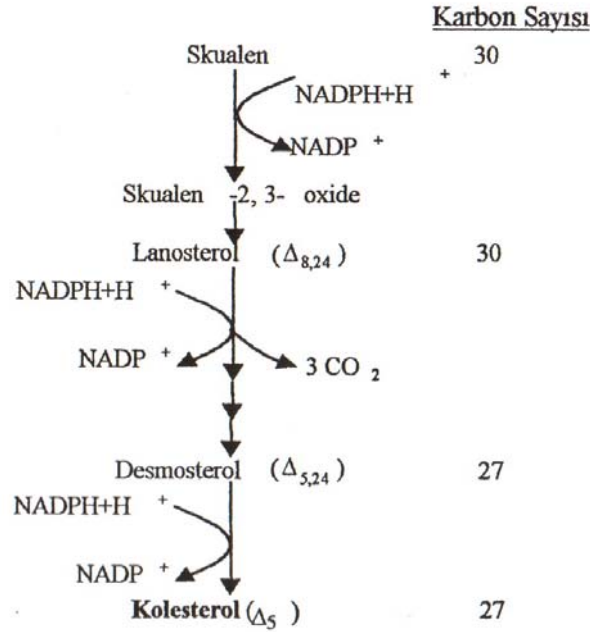
Bundan sonraki basamakta ise 2 ATP molekülü kullanılarak mevalonattan 5-pirofosfomevalonat oluşur. Bundan CO<sub>2</sub> kaybı ile stereo iskeletinin yapı taşı olarak kabul edilen izopentenit, bu maddeden de skualen meydana gelir.



Şekil 1.2. Skualen oluşumu



En son aşamada ise skualen aerobik ortamda bir dizi tepkimeye girer, bu tepkimeler sonucu ana steroid olan lanosterol, bundan da 3-metil grubunun kaybından sonra kolesterol sentezlenmektedir (Thompson 1991).



Şekil.1.3 Kolesterol oluşumu

Asetat → HMG-CoA (Hidroksi Metil Glutasil Coenzim A) → Mevalonik asit → Kolesterol

Karaciğerde üretilen kolesterolün miktarı besinlerle alınan kolesterole bağlı olmasına rağmen, diğer dokularda (adrenal korteks, testisler, yumurtalıklar, ince bağırsak, aort, deri vb) oluşan kolesterol bu durumdan etkilenmemektedir. Örneğin, yetişkin bir insana günde 15–20 adet yumurta tükettiğinde karaciğerde kolesterol sentezi durmaktadır. Gıdalarla kolesterol alınmasa bile vücut kendisi için gerekli kolesterolü sentezlemektedir. Karaciğerde sentezlenen kolesterol, düşük yoğunluklu lipoprotein (Low Density Lipoprotein, LDL) tarafından dokulara taşınır. Yapısında düşük miktarda protein olan LDL, taşıdığı kolesterolü hasarlı ve pürüzlü olan damarların iç yüzeylerinde kalsiyum ve fibrinlerle birleşerek plaklar biçiminde birikmeye başlar. Bu yüzden buna kötü kolesterol denir ve erişkin insan kanında 70–160 mg/dl düzeyinde olması fizyolojik olarak kabul edilir. Dokularda oluşan ve damarların iç yüzeyinde biriken kolesterol ise yüksek

yoğunluklu lipoprotein (High Density Lipoprotein, HDL) tarafından karaciğere taşınır; bundan dolayı buna iyi kolesterol veya çöpçü kolesterol denmektedir. HDL'nin kandaki yoğunluğu 37–70 mg/dl arasında olmalıdır. Erişkin insanlar için kandaki toplam kolesterol düzeyinin 150–250 mg/dl arasında olması normal olarak kabul edilmektedir (Donald ve ark 1999).

Leskanich ve Noble (1997) tarafından yapılan bir çalışmada değişik haftalarda elde edilen taze yumurtalara ilişkin ağırlık ve kolesterol değerleri Çizelge 1.6'da verilmiştir.

Çizelge 1.5. Haftalara göre yumurtaya ilişkin bazı ağırlık ve kolesterol değerleri

Hafta	Yumurta sarı ağırlığı, g	Yumurta ağırlığı, g	Taze yumurtada kolesterol, mg/100g		
			Ortalama	En fazla	En az
1	9,9+/-0,6	41,5+/-2,0	369,77+/-29,85	417,96	318,20
10	15,0+/-1,0	49,0+/-2,1	368,20+/-22,54	403,23	355,19
20	17,6+/-1,1	56,2+/-3,6	370,50+/-32,36	422,71	311,20
30	19,3+/-1,3	60,3+/-1,2	437,63+/-24,61	476,50	403,86
40	17,5+/-1,7	57,0+/-6,2	415,30+/-46,02	420,19	331,36
50	17,9+/-1,4	57,8+/-5,5	412,25+/-42,11	474,21	340,55
60	18,0+/-1,4	58,1+/-5,4	410,50+/-41,32	477,43	349,45

### 1.2.2. Kolesterolün İşlevleri

Kolesterolün pek çok fizyolojik işlevi vardır. Başlıcaları şöyle özetlenebilir (Thompson 1991, Murray ve ark 1999):

- Yeni doğan yavrunun gelişimi, vitamin D sentezi, kalsiyum ve fosforun yayarışlılığı, safra tuzların ile, böbrek üstü bezi hormonları, steroit ve cinsiyet hormonlarının sentezi için gereklidir.

- Hücre zarının yapı taşıdır.
- Anne sütü ve ağız sütünde bulunmaktadır.
- Suyu tutarak dehidrasyon oluşmasını engeller.
- Lipit ve yağda eriyen vitaminlerin sindiriminde gerekli olan safra asitleri

kolesterolden sentezlenir.

- Sinir sisteminde kolesterolün rolü büyüktür. Beyin ve omuriliğin yapısında yüksek düzeyde kolesterol vardır.

### **1.2.3. İnsan Sağlığı Açısından Kolesterol**

İnsanlarda bir zoosterin olan kolesterolün damar sertliği, buna bağlı olarak da yüksek tansiyon ve koroner kalp rahatsızlıkları gibi hastalıklara yol açtığı bilinmektedir (Hansen ve Thorling 1994, Marshall ve ark 1994, Cherian ve Sim 1996, Farrell 1997). Kolesterolün kalp-damar hastalıkları üzerine etkileri yıllardan beri araştırılmaktadır.

Damar sertliği; kolesterol ve lipit gibi maddelerin atardamar çeperlerinde yağlı sarı bir birikim oluşturmasıdır. Yağ benzeri yapıdaki arteriyoskleroz plak, damar iç yüzeyini kaplayarak kan akımını azaltmaktadır. Kalbi besleyen koroner atar damarlardan biri bu yağ artıkları ile tıkanırsa miyokardiyal enfarktüs veya kalp krizi oluşmaktadır. Arteriyosklerotik plak oluşumunda düşük yoğunluklu lipoproteinlerin (LDL) oksidatif modifikasyonu önemli rol oynamaktadır. Kolesterolün arteriyosklerotik plak şekillenmesini başlattığı, zamanla kalbi besleyen damarlarda tıkanma ve buna bağlı olarak koroner kalp yetmezliği, beyne giden damarlarda tıkanma, buna bağlı olarak da inme oluşturabileceği öne sürülmektedir (Özkan 1986, Tunstall-Pedeo 1987, Alhan ve Şan 2002).

Damar sertliğine bağlı olarak insanlarda kardiyovasküler hastalıkların oluşumunda kolesterolün kaynağı konusunda farklı görüşler vardır. Yaygın görüş, insanların dengeli beslenmesinde büyük önem taşıyan ancak kolesterolce zengin sayılan et, süt, yumurta gibi besinlerin alınmasının başlıca sorumlu olduğu yönündedir (Hansen ve Thorling 1994, Marshall ve ark. 1994, Cherian ve Sim 1996, Farrell 1997). Bir diğer görüşe göre de insanlarda damar sertliği, yüksek tansiyon, koroner kalp rahatsızlıkları gibi hastalıkları arttırdığı ifade edilen kolesterolün çoğunun vücut tarafından sentezlendiği, az bir kısmının ise gıdalarla dışarıdan alındığı ve gıdalarla alınan kolesterolün kan kolesterol düzeyine çok az etkisinin olduğu, dolayısıyla tetikleyici ana nedenin kalıtım olduğu belirtilmektedir (Ceylan ve ark 1999).

İnsanlarda kalp ve damar hastalıklarının gelişmesinde yumurta tüketiminin etkisi konusunda da değişik görüşlere rastlanmaktadır. Kimi araştırmacılar bu konuda yumurta için olumsuz görüşler ileri sürmektedir. Bu araştırmacılara göre, yumurtadaki kolesterol kalp krizi ve paraliz gibi sağlık sorunlarına yol açmaktadır (Beyer ve Jensen 1989, Hargis ve Van Elswyk 1993, Ahn ve ark 1995, Melluzi ve ark 1995, Van Elswyk ve ark 1997, Scharf ve Elmadfa 1998).

Kimi araştırmacılara göre ise böyle bir endişeye gerek yoktur. Çünkü, yumurta sarısı fazla miktarda kolesterol içermesine, doymuş yağ asitleri (hayvansal yağlar) bakımından oldukça zengin olmasına ve bunun yanında kan kolesterol seviyesini artırmasına rağmen yumurta sarısında bulunan lesitin, kolesterolün bağırsaklardan emilimini büyük ölçüde önlemektedir. Yumurta tüketimi günde bir yumurtadan az olmamak üzere bir haftada 6 yumurta tüketilse bile bunun insanlarda kalp hastalıkları riskini artırmadığı bildirilmektedir (Qureshi ve ark 2007).

Son yıllarda daha çok yandaş bulan bir diğer görüşe göre de insan sağlığı üzerine besinlerle alınan kolesterol düzeyinin yanı sıra tüketilen yağ asitlerinin çeşit ve düzeyi de oldukça önemli rol oynamaktadır. Özellikle son zamanlarda insanların gıda tüketim alışkanlıklarındaki değişimlere bağlı olarak margarin ve kızartma yağlarının tüketiminin artması linoleik asit (omega-6) tüketiminin de artmasına yol açmıştır Oysa, bir diğer esansiyel yağ asidi olan linolenik asit (omega-3) kolaylıkla aynı formdaki eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosahekzaenoik asit (DHA) gibi uzun zincirli doymamış yağ asitlerine dönüşmektedir. Uzun zincirli doymamış yağ asitlerinden olan linoleik, linolenik ve araşidonik yağ asitlerinin vücuda yeterli miktarda alınması durumunda, bunlardan omega-3 serisinden olan çoklu doymamış yağ asitleri de sentezlenebilmektedir. Omega-3 serisinden çoklu doymamış yağ asitlerinin kalp hastalıklarının önlenmesi, erken dönemde beyin ve hücre gelişimi, hastalıklara karşı vücut direncinin artırılması gibi olumlu etkilerinin bulunduğu bildirilmektedir. İnsan vücudunda sentezlenemedikleri için gıdalarla dışardan alınmaları gereken omega-3 yağ asitleri tüketiminin artırılmasının, kan kolesterol yoğunluğunu düşürdüğü, arteriyoskleroz oluşumunu geciktirdiği ve damarlarda oluşan trombozu engelleyerek kalp krizi riskini önemli derecede azalttığı saptanmıştır (Simopoulos 1991).

Bazı hayvansal gıdaların kolesterol içerikleri Çizelge 1.6.'da gösterilmiştir (Erlaçin 1985).

Çizelge 1.6. Bazı hayvansal gıdaların kolesterol düzeyleri, mg /100 g

Beyin	2000–2300
Yumurta	550
Karaciğer	250
Deniz kabukluları (midye, istakoz vb)	200
Koyun ve dana eti	60-90
Yağlı peynir	82
Balık	70
Tavuk eti	60
Süt	10

### 1.3. Yumurta Kolesterol Düzeyini Etkileyen Faktörler

Yumurta kolesterol düzeyini etkileyen pek çok etmen vardır. Bunlar, ortak özelliklerine göre, rasyona ait faktörler ve hayvana ilişkin faktörler olmak üzere iki ana grup altında incelenebilir:

#### 1.3.1. Rasyona Bağlı Faktörler

Rasyondaki saponin, kolesterol, krom, selüloz, yağ, bitki sterolü ve vitamin C düzeyleri yumurta kolesterol düzeyi üzerinde etkili olmaktadır. Kanatlılarda rasyon yağ asitlerinin nitelik ve niceliği, sterol metabolizmasını yakından etkilemektedir. Nitekim, rasyondaki doymuş yağ asitleri kan ve yumurta sarısı kolesterol düzeylerini artırmakta, buna karşılık doymamış yağ asitleri, özellikle omega-3 yağ asitleri düşürmektedir (Yalçın ve Çakır 2004).

Tavuk rasyonlarına bazı katkı maddelerinin eklenmesi yumurta kolesterol düzeyini düşürmektedir. Bu amaçla başvurulan yöntemlerden biri, omega-3 yağ asitleri bakımından

zengin yem veya yem katkı maddelerinin rasyona katılmasıdır. Bunlardan biri keten tohumudur. Rasyona eklenen bakır, probiyotik, orotik asit, sarımsak ve sorboz gibi maddelerin yumurta kolesterol düzeyi üzerine düşürücü etkileri sınırlı kalmaktadır (Yalçın ve Çakır 2004).

#### **1.3.1.1. Selüloz**

Yumurtadaki kolesterol yoğunluğunu düşürmek için kullanılan katkı maddelerinden biri de selülozdur. Rasyonlarda selüloz düzeyi artırılarak plazmada, dokularda ve yumurtada kolesterol miktarı azaltılabilmektedir. Bu etki, kolesterol emiliminin azalması ile şekillenmektedir. Rasyon selüloz düzeyinin artması sonucu, kolesterolün safra tuzlarıyla bağlanması ve bağırsaktan geçiş süresinin kısalması ile dışkı sterol düzeyi artmakta, kolesterol emilimi azalmaktadır. Ancak, bu yolla yumurta kolesterolündeki azalma sınırlı düzeyde kalmaktadır (Hargis 1998).

#### **1.3.1.2. Yağlar**

Kanatlılarda rasyon yağ asitlerinin çeşit ve düzeyi sterol metabolizmasını belirgin olarak etkilemektedir. Doymuş yağ asitleri kan kolesterol düzeyini artırmakta, buna karşılık doymamış yağ asitleri düşürmektedir. Doymamış yağ asitlerinin kan kolesterol düzeyini düşürücü etkisi, vücuttan sterol atılımını artırmalarıyla gerçekleşmektedir. Özellikle balık yağı, keten ve kanola yağında yüksek oranda bulunan omega-3 yağ asitlerinin kan kolesterol düzeylerini düşürdüğü ve kalp damar hastalıkları oluşma riskini azalttığı bildirilmektedir (Mensik 1995, Naber 1976).

#### **1.3.1.3. Bitkisel steroller ve saponinler**

Kolesterol metabolizmasında bitki sterollerinin etkisi, kolesterol emiliminin engellenmesi veya azaltılması şeklinde olmaktadır. Soysterol katkılı rasyonlarla beslenen tavuklarda dışkı yoluyla atılan sterol metabolitleri düzeyinin arttığı bildirilmektedir (Sims ve Bragg 1977).

Rasyonda triterpenoit saponinlerin kullanımı yoluyla düşük kolesterolü yumurta üretimi yönünde yapılan çalışmalarda sınırlı bir başarı sağlanmıştır. Biyokimyasal özelliklerinden dolayı steroid saponinlerin, yumurta kolesterol düzeyini azaltmada daha etkin olabilecekleri bildirilmektedir (Nakaue ve ark 1980). Saponinlerin kolesterol düşürücü etkileri, ince bağırsaklarda kolesterol veya safra asitleri ile çözünmez yapılar oluşturarak onların emilimlerini engellemeleri şeklinde olmaktadır (Cheeke 1995).

#### **1.3.1.4. Vitaminler**

C vitamin lipit metabolizmasını düzenleyen reaksiyonlarda görev almakta ve kolesterol metabolizmasını etkilemektedir. C vitaminin alım düzeyi ile plazma LDL düzeyi arasında negatif, HDL düzeyi arasına ise pozitif bir ilişki vardır. C vitamininin kolesterolü düşürücü etkisi, bağırsaklardan kolesterol emilimini azaltarak şekillenmektedir (Velioğlu 2000).

#### **1.3.1.5. Mineraller**

Yumurta kolesterol düzeyi üzerine minerallerin etkilerini inceleyen çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda, söz konusu araştırmalardan bakır ve krom ile yapılanlar göze çarpmaktadır.

Bunlardan bakırın değişik formlarının rasyonlarda kullanımı sonucunda yumurta kolesterolü düşürülebilmektedir. Bakırın kolesterolü düşürücü etkisi kesin olarak bilinmemekle birlikte, *HMG CoA redüktaz* etkinliğini önleyerek bu etkiyi oluşturduğu düşünülmektedir (Pesti ve Bakalli 1998).

Karbonhidrat ve lipit metabolizmasında gerekli olan kromun kan glikoz düzeyi üzerinde önemli bir etkisinin olduğu saptanmıştır. Krom yetersizliğinde hiperkolesterolemi ve hiperlipidemi şekillenmektedir. Rasyona krom eklenmesi kandaki glikoz, lipit ve

kolesterol düzeylerini düşürmektedir (Miles 1998).

### **1.3.2. Hayvana Bağlı Faktörler**

Hayvana bağlı etmenler de aşağıya çıkarılmıştır (Baumgartner ve Simenovova 1994, Beyer ve Jensen 1989).

#### **1.3.2.1. Genotip**

Yumurta kolesterol içeriği bakımından türler, ırklar, akraba hatlar arasında farklar vardır. Çeşitli kanatlı türleri ile yapılan bir çalışmada yumurta kolesterol düzeyinin düşükten yükseğe doğru beç tavuğu, tavuk, sülün, bıldırcın, hindi, ördek, kaz ve güvercin biçiminde sıralandığı saptanmıştır (Bair ve Marion 1978).

Aynı sürü üzerinde yürütülen bir çalışmada bireyler arasında kolesterol düzeylerinin belirgin bir farklılık göstermediği, farklı sürülerde ise kolesterol değerlerinin genetik varyasyona bağlı olarak önemli düzeyde farklılık gösterdiği kanıtlanmıştır (Ksiazkiewicz ve Kisiel 2001).

Onbaşılar ve ark (2001), aynı rasyonla beslenen Denizli ve Hyline Brown gibi iki farklı ırk üzerine yaptıkları çalışmada yumurta sarısı kolesterol değerlerinin Denizli ve Hyline Brown genotipinde, sırasıyla, 13,24 ve 12,85 mg/g olduğunu saptamışlardır.

Marks ve Washburn (1977) ile Becker ve ark (1977)'na göre tüy dökümüne giren sürülerin yumurtalarında kolesterol düzeyinin, tüy dökümüne girmeyen sürülerinkinden daha yüksek olduğunu ve yumurtanın kolesterol düzeyi için hesaplanan kalıtım derecelerinin 0,04–0,25 arasında değiştiğini bulmuşlardır.



### 1.3.2.2. Yaş

Tavuklarda yaş ile yumurta kolesterol yoğunluğu arasındaki ilişki birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve farklı sonuçlar alınmıştır.

Çalışmaların çoğunda yumurta kolesterol düzeyinin genellikle yaşa bağlı olarak değiştiği ve yaş ilerledikçe azaldığı bildirilmektedir. Bu görüşü paylaşan araştırmacılardan kimileri (Oltjen ve Dinius 1975, Gissel ve ark 1976) genç tavuklardan elde edilen yumurta kolesterol düzeyinin yaşlı hayvanlardan elde edilenlere göre daha yüksek olduğunu, Brendl ve ark (1979) yumurta sarısı kolesterol içeriğinin üretim sonunda üretim başlangıç dönemine göre % 25 daha düşük olduğunu, Jiang ve Sim (1991) 22 haftalık White Leghorn ile yürütülen bir araştırmada da 0, 3, 6, 12, 15, 82 ve 180. günlerde toplanan yumurtalardaki kolesterol düzeyinin ilk iki hafta hızlı olmak üzere yaşla birlikte azaldığını, sonunda 12,2 mg/kg düzeyinde sabit kaldığını ve toplam yumurta kolesterolü ise 205 mg/yumurta düzeyine kadar çıktığını, Basmacıoğlu ve Ergül (2000) yumurta tavuklarında yaptıkları bir araştırmada yaş ilerledikçe yumurta sarısındaki kolesterol içeriğinin (mg/g yumurta sarısı) azaldığını, toplam yumurta sarısı kolesterol düzeyinin ise arttığını saptamışlardır.

Benzer yaklaşımla yapılan bir çalışmada da (Hall ve McKay 1992) yumurta kolesterolünün 20.-30. haftalar arasında azalıp 70. haftaya kadar sabit kaldığı; lipit yoğunluğunun 40. haftada yükseğe ulaştıktan sonra 60.-70. haftaya kadar azalarak normal değerlerine ulaştığı gözlemlenmiştir. Aynı araştırmacılar, 30.-70. haftalar arasında, kolesterol miktarlarını, kolesterol ile diğer lipitler arasındaki oranların farklılığına bağlamışlar ve 20. haftadaki yüksek kolesterol düzeyinin plazma lipoproteinlerinin emilimi sonucu şekillendiğini belirtmişlerdir.

Kimi araştırmacılar ise yaptıkları çalışmada yaşın kolesterol düzeyi üzerine önemli bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir (Salageanu ve Bota 1981).

#### 1.4. Yumurta Kolesterol Düzeyini Düşürmeye Yönelik Çalışmalar

İnsanlar tarafından yumurtanın tüketilmesini sınırlandıran etmenler içerisinde yumurtanın kolesterol içeriği kuşkusuz önemli bir yer tutmaktadır. Bu görüşten çıkarak, yumurta kolesterol düzeyini düşürmeye yönelik çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Rasyon düzenlemeleri ile yumurta kolesterol düzeyinin düşürülmesi bu yöntemlerden biridir. Bu amaçla bazı yağ asitlerinin hipokolesterolemik etkisinden yararlanılmaktadır. Bu bağlamda, oleik asit (OA) gibi tekli doymamış yağ asitleri ile linoleik asit (LA) gibi çoklu doymamış yağ asitleri ve linolenik asit (LnA), eicosapentaenoik asit (EPA), docosahexaenoik asitin (DHA) gibi omega-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin (polyunsaturated fatty acids, PUFA) daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Farrell 1993, Hansen ve Thorling 1994, Cherian ve Sim 1996). Adı geçen doymamış yağ asitleri ya da bunların kaynakları tavuk rasyonlarına katılarak yumurta kolesterol düzeyini düşürmeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Yumurta kolesterol düzeyini düşürmek amacıyla kullanılan rasyon katkı maddelerinden biri LnA (omega-3) bakımından zengin olan keten tohumu, biri de olası etkisi henüz netleşmemiş olan bakır bileşikleridir.

##### 1.4.1. Keten Tohumu

Keten (*Linum usitatissimum*) (Şekil 1.1.), 30–100 cm boyunda, mavi çiçekli ve tek yıllık, antik Mısırlılar döneminden beri tarımı yapılan ve çok değişik amaçlarla kullanılan bir kültür bitkisidir. Tohumları, 4–6 mm uzunlukta, yumurta biçiminde, yassı, parlak, kırmızımsıtrak esmer renkli, kokusuz, yağlı ve lezzetlidir (İşleroğlu ve ark 2005).



Resim 1.1. Keten bitkisi ve tohumu

Keten tohumu, 5 000 yıldır sağlık amaçlı olarak kullanılmaktadır. Kanseri, diyabet ve kardiyovasküler hastalıkların sağaltımında oldukça sık kullanılan keten tohumu belirli düzeyde karoten, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, E vitaminlerini ile lesitin ve fosfolipitleri içermektedir. Tohum bütünlüğünü bozulmadıkça, antioksidanlar bakımından zengin olan keten tohumu yağı uzun süre tazeliğini korumaktadır. İçeriğinde bulunan laksatif etkili müsilaj maddesi safranın tekrar emilmesini önleyerek kolesterolü düşürmektedir (Göncüoğlu 2003).

Kanada başta olmak üzere birçok ülkede keten tohumu üretilmekle birlikte üretim miktarı diğer yağlı tohumlarla kıyaslanabilecek düzeyde değildir.

Bazı ülkelerde keten tohumu üretim değerleri Çizelge 1.8.'de sunulmuştur (Anonim 2006).

Çizelge 1.7. Dünya'da keten tohumu üretimi, 1000 ton

Ülkeler	Keten tohumu üretimi	Ülkeler	Keten tohumu üretimi
Kanada	1150	Fransa	25
ABD	475	Türkiye	18
Hindistan	230	İsveç	16
İngiltere	83	Almanya	14
Dünya keten tohumu üretimi = 2 906 ton			

Keten tohumunun ham besin maddeleri, amino asit, vitamin ve mineral bileşimi (Barbour ve Sim 1991) ile yağ asitleri bileşimi, sırasıyla, Çizelge 1.9 ve 1.10'da verilmiştir (Kratzer ve Pran 1996).

Çizelge 1.8. Keten tohumunun besin maddeleri bileşimi

Bileşenleri	%	Bileşenleri	%
Nem	7,1–8,3	Glisin	1,34
Yağ	34	Serin	1,14
Ham protein	22	Vitamin E, mg/kg	18,9
Ham selüloz	6,5	Tiamin, mg/kg	7,0
Metiyonin	0,35	Riboflavin, mg/kg	4,5
Sistin	0,42	Niasin, mg/kg	41,0
Triptofan	0,22	Kolin, mg/kg	3150
Treonin	0,77	Kalsiyum	0,25
İzolöysin	0,95	Fosfor	0,50
Histidin	0,44	Sodyum	0,08
Valin	1,17	Potasyum	1,50
Löysin	1,25	Magnezyum	0,50
Arjinin	2,05	Demir, mg/kg	236
Fenilalanin	0,97	Bakır, mg/kg	22,0
Tirozin	0,59	Çinko, mg/kg	91

Çizelge 1.9. Keten tohumunun yağ asitleri bileşimi

Yağ asitleri	%
Palmitik asit (C16:0)	4,6–6,3
Stearik asit (C18:0)	3,3–6,1
Oleik asit (C18:1)	19,3–29,4
Linoleik asit (C18:2)	14,0–18,2
Linolenik asit (C18:3)	44,6–51,5

Yukarıda çeşitli besin maddeleri açısından bileşimi verilen keten tohumunun dünya genelindeki üretim ve kullanılmasının sınırlı kalmasında birçok faktörün etkili olduğu söylenebilir. Bunlardan biri, siyanürlü (CN) bir glikozit olan linemarin içermesidir. Linemarin, *linaz* enziminin varlığında hidrojenasiyanit oluşturmaktadır. Ancak, keten tohumu küspesinin elde edilmesinde olduğu gibi, tohumlara yüksek ısı uygulanması durumunda *linaz* enzimi yıkılmakta ve bu nedenle hidrojenasiyanit oluşmadığı için genellikle sorun oluşturmamaktadır. Keten tohumu ayrıca tanen, kompleks karbonhidratlar

ve tripsin inhibitörleri (linatin) gibi başka anti-besinsel faktörleri de içermektedir (Kratzer ve Pran 1996).

Besinler, son yıllarda yalnızca temel beslenme aracı olarak değil aynı zamanda sağlık üzerinde faydalı etkileri bulunan maddeler olarak da görülmektedir. Bu açıdan incelendiğinde, keten tohumu sağlığa yararlı bileşikler içeren önemli bir bitkisel kaynak sayılabilir. Protein ve  $\alpha$ -linolenik asit (LnA) açısından zengin olan keten tohumu flavonoit, lignan ve fenolik asitler gibi fitokimyasalların da doğal kaynağıdır. Anılan nitelikleriyle keten tohumu “fonksiyonel besin”, “biyoaktif besin” ve/veya “endokrin aktif besin” olarak nitelendirilmektedir (İşleroğlu ve ark 2005).

#### **1.4.2. Keten Tohumu Yağı**

Keten tohumu yağı, yüksek düzeyde ( $\geq$  %90) doymamış yağ asitlerini içeren sağlıklı bir yağdır. Zengin linolenik asit (omega-3 yağ asidi) içeriği ile keten tohumu yağı, kronik yangılara karşı koruyucu etki gösterebilir. İçerdiği lignan ve alfa-linolenik asit ile de kanser hastalığında koruyucu ve sağaltımı destekleyici yönde etkili olmaktadır. Ayrıca, keten tohumu yağı mide asidinin bileşimini değiştirerek mide ülseri sağaltımında da kullanılmaktadır (Anonim 2006).

Son yıllarda hayvan beslemede kullanılan antibiyotik gibi bazı kimyasal yem katkı maddeleri ile insan sağlığının tehdit edildiği vurgulanarak hayvan besleme biliminde insan sağlığı daha çok tartışılır hale gelmiştir. Bu durum, kimyasal katkı maddeleri kullanımından kaçışı ve yeni alternatif doğal ürün arayışını gündeme getirmiştir. Gerek hayvan sağlığı gerekse insan sağlığı üzerinde olumlu birçok etkisi olduğu bilinen ve fonksiyonel gıda tanımlaması içinde yer alan omega-3 yağ asitleri de bunlardan biridir. Keten tohumu, omega-3 yağ asitleri bakımından zengin kaynaklardan biridir (Sarica 2003).

İnsan sağlığı üzerinde olumlu etkiler yaratan işlevsel gıdalara talebin artması omega-3 yağ asitlerine olan ilgiyi de artırmıştır. Gıdalarla alınan çoklu doymamış yağ asitlerinden omega-3 yağ asitlerinin normal büyüme, gelişme, bağışıklık sistemi, koroner kalp hastalığı,

hipertansiyon, şeker hastalığı, iltihaplı romatizma ve kronik akciğer hastalığı üzerinde oldukça önemli fonksiyonları olduğu bilinmektedir. Batı toplumlarında aşırı doymuş yağ asitleri tüketimi dikkat çekmektedir. Sağlıklı beslenme açısından çoklu doymamış yağ asitleri/aşırı doymuş yağ asitlerinin oranının 0,45, omega-6/omega-3 yağ asitleri oranının 4,0-5,0 olması ve günde 200 mg'dan fazla omega-3 yağ asitlerinin tüketilmesi önerilmektedir (Simopoulos 2000). Tüketilen gıdalar içerisinde balık ve diğer deniz ürünleri bu yağ asitlerince zengindir. Ancak bu ürünlerin yeterli düzeyde tüketilmemesi nedeniyle omega-3 yağ asitleri tüketimi sınırlı kalmaktadır. Böylece son yıllarda söz konusu gıdalara alternatif olabilecek gıda üretimi, özellikle omega-3 yağ asitlerince zengin yumurta ve et üretimi gündeme gelmiş ve birçok bilimsel çalışma uygulamaya konulmuştur (Hargis ve ark 1991). Bu amaçla da balık yağı, keten tohumu ve yağı, deniz yosunu gibi omega-3 yağ asitlerince zengin kaynakların kullanımı ile elde edilen yumurta gibi ürünlerin söz konusu yağ asitleri içeriği önemli düzeyde artmıştır (Lopez-Ferrer ve ark 2001).

Yumurtacı tavuk rasyonlarında %20 oranında keten tohumu kullanılması durumunda, yumurtadaki linolenik asit düzeyinin yaklaşık 30 kat, doksoheksajonik asit düzeyinin ise yaklaşık 4 kat arttığı, toplam çoklu doymamış yağ asitlerinin yaklaşık olarak 2 kat, toplam yağ asitlerinin %12'den %22'ye yükseldiği saptanmıştır (Ferrrier ve ark 1995). Bununla ilgili yapılan diğer bir çalışmada da rasyona %5, 10, 15 düzeyinde keten tohumu eklenmesinin linolenik asit, dokozaheksaenoik asit, omega-3 yağ asitleri ve doymamış yağ asitleri düzeyini aşamalı olarak artırdığı tespit edilmiştir (Sarı ve ark 2002).

### **1.4.3. Bakır**

Bakır; MÖ.400 yıllarında medikal amaçlarla kullanılırken, 1920'li yıllarda hayvanlar için esansiyel besin maddesi olarak tanımlanmıştır. Günümüzde ise bakırın insan ve hayvanlarda pek çok işlevinin olduğu bilinmektedir.

Bakır; hücrel respirasyon, kemik yapısına katılma, kalbin düzenli çalışması, bağ doku gelişimi, spinal kordun miyelinleşmesi, keratinizasyon ve doku pigmentasyonu için gerekli bir mineral olup metalloenzimler, sitokrom oksidaz, lizil oksidaz, süperoksidad

dismutaz, dopamin  $\beta$ -hidroksilaz ve tirozinaz gibi birçok farklı fizyolojik önemi olan enzimlerin esansiyel yapıtaşıdır. Bazı enzim sistemlerinde anahtar rol oynadığı, yetersizliğine bağlı olarak da anemi, diyare, kemik bozuklukları, neonatal ataksi, kıl ve yapağı pigmentasyonunda değişiklik, infertilite, kardiyovasküler bozukluk, glikoz ve lipit metabolizmasında bozulma, immun sistemin baskılanması gibi sorunların yol geliştiği kanıtlanmıştır (Davis ve Mertz 1987). Bakır iyonları serbest radikal yıkımın ortaya çıkmasında katalizör rol oynar (Halliwell ve Gutteridge 1984). Bakırın indüklendiği oksidatif yıkım, genellikle yüksek derecede reaktif olan OH<sup>-</sup> radikalinin oluşumuyla gerçekleşir. Bu oluşum dokularda yıkıma yol açan lipit peroksidasyonunu başlatabilmektedir (Gaetke ve Chow 2003, Toplan ve ark 2003).

Bakır, rasyon/diyet ile alındıktan sonra duodenumdan amino asitler ya da küçük peptitler ile birleşerek absorbe olur. Mukoza hücrelerinden kana geçerek albumine bağlanır. Bakır-albumin kompleksi karaciğere taşınır ve seruloplazmin olarak plazmaya geri salınır (Marceau ve Aspin 1973, Gutteridge ve Stocks 1981, Toplan ve ark 2003).

Yumurtacı tavuk rasyonlarına değişik form ve düzeylerde bakır katkısının yumurta kolesterolü üzerine etkisini inceleyen ve değişik bildirili çalışmalara rastlanmaktadır.

Çalışmaların bir kısmında rasyonlara bakır katkısının yumurta kolesterol düzeyini düşürdüğü bildirilmektedir. Bakırın kolesterolü düşürücü etkisi kesin olarak bilinmemekle birlikte, *HMG CoA redüktaz* enziminin etkinliğini önleyerek bu etkiyi oluşturduğu düşünülmektedir (Cohen 2002, Pesti ve Bakalli 1998). Bu amaçla farklı düzeylerde bakırın (50, 150 ve 250 mg/kg) yumurta kolesterol düzeyine etkisini inceleyen Al Ankari ve ark. (1998), araştırma sonucunda 250 mg/kg bakır eklenen grupta yumurta ve plazma kolesterol düzeyinin sırasıyla %14 ve 20 oranlarına kadar azaltılabileceğini belirlemişler ve 250 mg/kg dozunda rasyona eklenen bakırın yumurta sarısındaki kolesterolü düşürmede daha etkili olduğunu savunmuşlardır. Yumurtacı tavukların rasyonuna farklı düzeylerde bakır katkısının yumurta sarısı kolesterol ve kan plazması lipit yoğunluklarının azalmasıyla sonuçlanmıştır (Pearce ve ark 1983, Al Ankari ve ark 1998, Pesti ve Bakalli 1998).

Yapılan bazı çalışmalara göre, yumurtacı tavukların rasyonuna yüksek düzeyde

(800–1000 mg/kg) eklenen bakır, yem tüketimini (Pearce ve ark 1983), yumurta verimini (Pearce ve ark 1983, Stevenson ve ark 1983), yumurta ağırlığını (Stevenson ve ark 1983), yemden yararlanma oranını (Jackson ve ark 1979) ve karaciğer ağırlığını (Jackson ve ark 1979, Stevenson ve ark 1983) önemli düzeyde düşürmüştür.

Baumgartner ve ark (1978), yaptıkları çalışmada düşük düzeyde bakır içeren rasyonla beslenen tavuklarda anormal yumurtalar tespit etmişlerdir. Yumurtalardan %10 kadarının kabuk kalitesinin kötü, %40 kadarının ise anormal biçimde olduğu gözlenmiştir. Tavuklar üzerinde benzer yaklaşımlı bir başka çalışmada da yumurtada pigmentasyon kaybı ve deneme hayvanlarının gelişiminde yavaşlama olduğu belirlenmiştir (Savage ve ark 1966).

Ülkemizde, yumurtacı tavuk rasyonlarına keten tohumu ve organik bakır bileşikleri katılmasının yumurta kolesterol düzeyi üzerine etkilerine eğilen bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu görüşten çıkarak, yumurtacı tavuk rasyonlarına keten tohumu ve organik bakır katkısının bazı verim özellikleri ile yumurta ve kan kolesterol düzeyleri üzerine etkilerini ele almak amacı ile bu araştırma yapılmıştır.



## **2. GEREÇ ve YÖNTEM**

Araştırmada kullanılan deneme hayvanları ve yemleri ile yöntemler hakkında bilgiler aşağıda sırasıyla verilmiştir.

### **2.1. Gereç**

#### **2.1.1. Deneme Hayvanları**

Araştırmada, özel bir tavukçuluk işletmesinden alınan 19 haftalık 192 adet beyaz yumurtacı yarka (Leghorn) kullanılmıştır.

#### **2.1.2. Deneme Yemleri**

Deneme rasyonlarının bileşimlerine giren mısır, arpa, soya fasulyesi küspesi (SFK) gibi yemler ile dikalsiyum fosfat (DCP) ve tuz Yöre Besin Maddeleri A.ř.' den, metiyonin, vitamin–mineral karması ve organik bakır Sinerji A.ř.'den, keten tohumu (KT) ise Kandıra/İZMİT piyasasından sağlanmıştır.

## 2.2 Yöntem

### 2.2.1. Deneme Deseni ve Süresi

Hayvanlar, gelişigüzel (randomly) olarak, bir kontrol (K), beş deneme (1, 2, 3, 4, 5) olmak üzere, altı rasyon grubuna ayrıldıktan sonra kafeslerine alınmıştır. Rasyon grupları, keten tohumu (KT) ve organik bakır (B) katkı düzeylerine göre, K, KT6,25, KT12,5, B, B+KT6,25, B+KT12,5 biçiminde oluşturulmuştur (Çizelge2.1).

Çizelge 2.1.Rasyonda keten tohumu ve organik bakır katkı düzeyleri

	Kontrol grubu	Deneme grupları				
	K	1	2	3	4	5
Keten tohumu,%	0	6,25	12,50	0	6,25	12,50
Org. Cu, ppm	0	0	0	125	125	125
Rasyonlar	K	KT6,25	KT12,5	B	B+KT6,25	B+KT12,5

Her rasyon grubunda, 8 tekerrür x 4 hayvan olmak üzere 32, araştırmada ise toplam 192 tavuk kullanılmıştır. Deneme, 10 hafta (26.-36. haftalık yaş arasında) sürmüştür.

### 2.2.2. Deneme Hayvanlarının Barındırılması

Çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Kanatlı Araştırma ve Uygulama Biriminde Kaliforniya tipi kafeslere sahip odada gerçekleştirilmiştir. Hayvanlar gelmeden bir iki gün önce kafes sistemi, ışıklandırma, sulandırma ve havalandırma sistemleri uygun şekilde düzenlenmiştir. Araştırma birimine getirilen yarkalar, her gruba 32 hayvan gelecek şekilde 6 gruba ayrılmıştır. Bu gruplar da, her birinde 32 hayvan bulunan 8 alt gruba ayrılmış ve hayvanlar '8, tekrar x 4, hayvan/kafes x 6, grup = 192 biçiminde kafeslere alınmıştır.

Deneme hayvanları, her birinde dört tavuk olmak üzere üç katlı kafes sistemine yerleştirilmiştir. Erişme ve gözleme kolaylığı nedeniyle yalnızca birinci ve ikinci kattaki kafes gözlerinden yararlanılmıştır. Yemleme ve örnekleme sırasında olası bir karışıklığı önlemek amacıyla, her kafesin önüne kullanılan rasyon ve tekerrür (t) grubunu gösteren harf ve rakamlar (KT1, ...KT8, KT6,25t1, ...KT6,25t8... vb.) verilmiştir.

Su gereksinimi her kafes gözünde bulunan damlalıklı (nipel) suluklarla, yem gereksinimi ise yemliklerde sürekli yem bulundurularak karşılanmıştır. Deneme hayvanlarına yem ve su *ad libitum* olarak sunulmuştur.

Barınma ortamındaki günlük sıcaklık ve nem değerleri termometre ve higrometre yardımı ile ölçülmüş ve deneme süresince ortam sıcaklığının 18–25 °C, bağıl neminin ise %45–65 aralığında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışma boyunca 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olacak şekilde bir aydınlatma programı uygulanmıştır.

### **2.2.3. Deneme Rasyonlarının Hazırlanması**

Araştırmada kullanılan rasyonlar, yem hammaddeleri özel bir yem fabrikasından sağlandıktan sonra, Veteriner Fakültesi Kanatlı Araştırma Biriminde hazırlanmıştır. Eklenecek olan katkı maddeleri (KT, organik bakır, vitamin-mineral karışımı, DCP, tuz, kireç taşı, metiyonin) hayvanlara birer haftalık gereksinimlerini karşılayacak miktardaki yeme azdan çoğa doğru ön karışımlar yapılarak elle karıştırılmıştır. Tavuk başına haftalık 15 g/gün olmak üzere her tekrar grubuna toplam 60 g/gün grit verilmiştir.

Aynı düzeyde enerji (iso-energetic) ve protein (iso-nitrogenic) içermesine özen gösterilen deneme rasyonlarının kuruluş ve bileşimleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 2.2. Denemede kullanılan rasyonların kuruluş ve bileşimleri

Rasyonlar	Kontrol rasyonu	Deneme rasyonları				
	K	KT6,25	KT12,5	B	B+KT6,25	B+KT12,5
<i>i. Rasyon kuruluşu, %</i>						
Mısır	59,5	57,29	56,2	59,4	57,36	56,10
SFK	24,1	21,94	20,06	24,10	21,95	20,04
KT	-	6,25	12,5	-	6,25	12,5
Arpa	5,11	3,28	-	5,08	3,08	-
Kireç taşı	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
DCP	1,77	1,72	1,72	1,78	1,72	1,72
Bakır, ppm	-	-	-	0,125	0,125	0,125
Metiyonin	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Tuz	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
Vit.- Min.	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
<i>ii. Rasyon bileşimi*</i>						
ME, kcal/kg	2753	2753	2751	2750	2750	2750
HP, %	16,84	16,84	16,80	16,84	16,80	16,80
Ca, %	3,73	3,73	3,74	3,74	3,73	3,73
P <sub>v</sub> , %	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Metiyonin, %	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Lizin, %	0,86	0,90	0,86	0,90	0,88	0,86
Met.+Sis.	0,66	0,67	0,64	0,67	0,66	0,64

\* Hesapla bulunan

### 2.3. Deneme Verilerinin Elde Edilmesi

Araştırma birimine 19 haftalık yaşta getirilen hayvanlar, yaklaşık altı haftalık bir hazırlık döneminden sonra 26 haftalık yaşta çalışmaya alınmıştır. Deneme 26.- 36. haftalar arasında yürütülmüştür. Bu süreçte, gerekli örneklemeler yapılmış ve veriler toplanmıştır.

#### 2.3.1. Canlı Ağırlık

Deneme başında ve deneme sonunda olmak üzere, hayvanlara iki kez tartım işlemi uygulanmıştır. Her hayvan bireysel olarak tartılmıştır. Ancak, hayvanların kanat numaraları olmadığı ve ikinci tartım işlemi sırasında birinci tartımın hangi hayvana ait olduğu tam olarak bilinmediği için, canlı ağırlık verileri grup bazında değerlendirilmiştir.

### **2.3.2. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranı**

Her hafta aynı saatlerde yemliklerde ve kovalarda kalan yemler tartılmıştır. Bu işlem için ilk olarak kafes gözlerinin önlerinde bulunan yemliklerdeki tüketilmeyen yemler tamamen boşaltılmıştır. Yem tüketimi tekerrür grupları bazında hayvan başına düşen günlük yem tüketimi olarak değerlendirilmiş ve hesaplanmıştır.

Yumurtlama dönemi içinde yemden yararlanma oranı, her bir tavuğun bir yumurta üretimi için tükettiği yem miktarı göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Bunu hesaplayabilmek içinde haftalık yem tüketimi ve o hafta içinde tavuğun yumurtladığı yumurta sayısına göre bir yumurta için tüketilmiş yem miktarı matematiksel olarak hesaplanmıştır.

### **2.3.3. Yumurta Verimi**

Her gün aynı saatlerde olmak üzere yumurtalar toplanarak yumurta sayılarıyla ilgili kayıtlar tutulmuştur. Bu veriler her grup için ayrı ayrı tutulmuştur. Her bir kafes bölmesi için önceden belirlenen grup numaralarıyla ve her bir bölmedeki dört tavuğun yumurtladığı yumurta sayısı günlük olarak kayıtlara geçirilmiş ve yumurta verimi % olarak değerlendirilmiştir. Her hafta gruplardaki tavuk başına günlük yumurta verimini hesaplamak için; gruplardaki her bir haftadaki toplam yumurta sayısı önce 7'ye sonra gruplardaki tavuk sayısına bölünüp 100 ile çarpılarak bulunmuştur.

### **2.3.4. Yumurta Kalite Özellikleri**

Çalışma boyunca 15 günde bir olmak üzere her gruptaki tüm yumurtalar ayrı ayrı toplanıp laboratuvara getirilmiştir. Bu işlemler 10 hafta süren çalışma boyunca beş kez yapılmıştır. Toplanan her bir yumurta, grup ve tekrar numaraları yazılmış olan petri kutularına yerleştirilmiş ve elde edilen veriler her yumurta için bireysel olarak tutulmuştur.

#### **2.3.4.1. Yumurthanın ağırlığı**

Örnekleme alınmış her bir yumurtanın ağırlığı belirlenmiştir. Yumurta ağırlığının belirlenmesinde hassas terazi (Scaltec, max. 1500 g, d: 0,01 g) kullanılmıştır.

#### **2.3.4.2. Yumurta sarısının çapı ve ağırlığı**

İncelenecek yumurtalar bir petri kutusunda kırılarak yumurtanın sarısı ve akı kabuğundan ayrılmıştır. Yumurta sarısının çapı 0.01 mm'ye hassas kompas, ağırlığı ise darası alınmış petri kutusuna alınarak hassas terazi ile belirlenmiştir. Yumurta sarısının çapı ve ağırlığına ilişkin veriler her grup için ayrı ayrı saptanmıştır.

#### **2.3.4.3. Yumurta kabuğunun ağırlığı ve kalınlığı**

İncelemeye alınan yumurtaların kabukları yavaş akan bir musluk suyu altında hiçbir ak kalıntısı kalmayacak biçimde iyice temizlenmiştir. Ardından, numaralanmış petri kutularına yerleştirilerek kurutma dolabında 24 saat 105 °C'de kurutulmuştur. Kuruyan kabuklar zarla birlikte tartılarak her bir yumurtanın kabuk ağırlığı tespit edilmiştir. Ağırlık belirlemelerinde 0.01 g duyarlılıktaki hassas terazi kullanılmıştır. Tartım işlemi uygulanmış kabuklarda 0.01 mm hassas mikrometre ile kabuğun yan sivri ve küt kalınlıkları ölçümleri yapılmıştır. Bu üç bölge kalınlık değerlerinin aritmetik ortalaması kabuk kalınlığı olarak kullanılmıştır.

#### **2.3.5. Kanda Kolesterol Düzeyi**

Çalışmanın son günü tekerrür gruplarından rasgele ikişer hayvan olmak üzere her gruptan sekiz hayvandan kan alındıktan sonra kanlar santrifüj edilerek serumları ayrılmıştır. Serumlar analizler yapılana kadar -20 °C'de derin dondurucuda bekletilmiştir. Kan serumlarında kolesterol düzeylerini belirlemek için kit olarak bsm (Ref.: CHO-004) kullanılmış ve kolesterol düzeyleri spektrofotometrik (Shimadzu Corp. UV-1601, Australia) olarak belirlenmiştir.

### **2.3.6. Yumurtada Kolesterol Düzeyi**

Çalışmanın ortası ve sonunda, diğer bir anlatımla beşinci ve onuncu haftalarında olmak üzere, çalışma süresince iki kez yumurtada kolesterol analizi yapılmıştır. İlk olarak her tekrar grubundan bir tane olmak üzere toplam 48 adet yumurta toplanıp grup ve tekerrür numaralarını belirterek poşetlere yerleştirilmiştir. Analizler, Adnan Menderes Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İlk olarak yumurtalar daha sonra da yumurta sarısı yumurtanın kabuk ve ak kısmından ayrılarak hassas terazide tartılmıştır. Yumurta sarısı homojenize edildikten sonra 0.25 g miktarda tüplere alınmıştır. Tartım işlemi için otomatik pipet yardımı ile yapılmıştır. Daha sonra bu tüplerin her birine 5 ml %2'lik potasyum hidroksit (KOH) ve saf alkol (absolut etanol) eklenmiş ve vortekste iyice karıştırılmıştır. Ardından 50 °C 'lık su banyosunda 120 dakika süreyle bekletilmiştir. Süre dolduktan sonra akan soğuk suda tüpler soğutulmuş ve üzerlerine 5 ml su eklenmiştir. İki kez hegzanla ekstrakte edildikten sonra 3 ml hekzanlı fazdan alıp hekzanı uçurma işlemi uygulanmıştır. Ardından 3 ml asetonitril isoproponal ile yeniden çözülmüştür (Bragagnolo ve Rodriguez-Amaya 2003).

### **2.4. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi**

İncelenen verim özelliklerine ilişkin veriler SPSS 11.5 paket programına girilmiş ve istatistik hesaplamalar program yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Yumurta verimi, yumurta ağırlığı, sarı ağırlığı ve çapı, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, kan ve yumurta sarısındaki kolesterol düzeyi bakımından gruplar arası farklar için tek yönlü varyans analizi yapılmış olup, gruplar arası farkların önem kontrolü için ise Duncan testi kullanılmıştır. Yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı için gruplar arası farkın ortaya konulmasında tekerrür grup ortalamalarından yola çıkarak varyans analizi uygulanmıştır. Gruplar arası farkın önemli çıkması durumunda ise farklılığın hangi grup ya da gruplardan kaynaklandığını ortaya koymak için yine Duncan testi kullanılmıştır (Duncan 1955, Özdamar 2004).

### 3. BULGULAR

Bu bölümde canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta verimi, yumurta kalite özellikleri (yumurta ağırlığı, yumurta sarısının çapı ve ağırlığı, yumurta kabuğunun ağırlığı ve kalınlığı), yumurta sarısı kolesterol düzeyi ve kanda kolesterol düzeyleri ile ilgili değerler izleyen alt başlıklar kapsamında, sırasıyla, aşağıdaki çizelgelerde sunulmuştur.

#### 3.1. Canlı Ağırlık

Araştırmanın başlangıcında (26. hafta) ve bitişinde (36. hafta) yapılan tartımlar sonucu elde edilen canlı ağırlık değerleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Canlı ağırlık değerleri (26. ve 36. haftadaki), sırasıyla, K grubunda 1437,97 ve 1514,69 g., KT6,25 grubunda 1447,22 ve 1510,65 g, KT12,5 grubunda 1455,50 ve 1517,03 g, B grubunda 1447, 06 ve 1532,29 g, B+KT6,25 grubunda 1461,59 ve 1526,88 g, B+KT12,5 grubunda ise 1470,37 ve 1551,87 g bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizde rasyon grupları arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır.



Çizelge. 3.1. Deneme hayvanlarının başlangıç ve bitiş canlı ağırlık değerleri, g

Gruplar	n	26. hafta		Gruplar	n	36. hafta	
		$\bar{X} \pm S_x$				$\bar{X} \pm S_x$	
K	32	1437,97±7,72		K	32	1514,69±10,75	
KT6,25	32	1447,22±11,94		KT6,25	31	1510,65±14,30	
KT12,5	32	1455,50±8,17		KT12,5	32	1517,03±10,14	
B	32	1447,06±9,53		B	32	1532,29±13,92	
B+KT6,25	32	1461,59±13,21		B+KT6,25	32	1526,88±13,89	
B+KT12,5	32	1470,37±13,87		B+KT12,5	32	1551,87±13,87	
P		ÖD		P		ÖD	

ÖD: Önemli değil

### 3.2. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranı

Deneme süresince rasyon gruplarına ilişkin yem tüketim değerleri ve yemden yararlanma oranları, sırasıyla, Çizelge 3.2. ve 3.3.'te verilmiştir. Deneme boyunca K, KT6,25, KT12,5, B, B+KT6,25, B+KT12,5 gruplarına ilişkin ortalama yem tüketim değerleri 1., 3., 4., 5., 7., 8., 9. ve 10. haftalarda istatistiksel açıdan önemli farklılık göstermezken, 2. ve 6. haftalar ve 1.-10 haftalar arasında ( $P<0,01$ ) önemli derecede farklılık göstermiştir. Yem tüketimi, 2. ve 7. haftalarda su dağıtım sistemindeki bir aksaklık nedeniyle tüm gruplarda düşmüştür.

Günlük yem tüketim değerleri, sırasıyla, 2. haftada 119,41, 120,99, 126,53, 121,00, 121,53, 124,27 g, 6. haftada 115,36, 117,58, 128,60, 114,90, 116,33, 127,98 g ve 1.-10. haftalar arasında 110,06, 113,88, 116,81, 110,16, 110,79, 117,43 g bulunmuştur.

Araştırmada rasyon gruplarına ilişkin yemden yararlanma oranları 2., 8. haftalarda ve 1.-10. haftalar arasında istatistiksel açıdan önemli ( $P<0,05$ ) farklılık gösterirken, 1., 3., 4., 5., 6., 7., 9., 10. haftalarda ise istatistiksel farklılık önemsiz bulunmuştur. K, KT6,25, KT12,5, B, B+KT6,25, B+KT12,5 rasyon gruplarında yemden yararlanma oranları 2. haftada 117,33, 132,32, 131,78, 125,38, 129,91, 126,85, 8. haftada 115,21, 117,69, 126,20, 114,29, 119,52, 121,47, 1.-10. haftalar arasında ise 114,24, 119,91, 122,53, 115,52, 119,17, 120,51 g/yumurta olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme boyunca rasyon gruplarına ilişkin yem tüketimi, g yem/tavuk/gün

		Rasyon grupları						
Haftalar	n	K	KT6,25	KT12,5	B	B+KT6,25	B+KT12,5	P
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
1. hafta	8	119,41±1,32	120,99±2,58	126,53±2,53	121,00±3,41	121,23±2,67	124,27±1,87	ÖD
2. hafta	8	115,72±2,34 <sup>c</sup>	122,88±2,14 <sup>ab</sup>	128,65±1,51 <sup>a</sup>	121,27±2,90 <sup>bc</sup>	121,51±2,48 <sup>bc</sup>	127,57±1,57 <sup>ab</sup>	**
3. hafta	8	118,64±2,44	120,66±4,30	127,41±1,69	117,86±1,94	124,34±4,06	123,00±1,30	ÖD
4. hafta	8	112,58±5,48	113,22±4,53	116,82±4,59	107,60±4,17	102,58±9,05	118,59±3,50	ÖD
5. hafta	8	116,00±2,12	115,12±3,09	109,40±6,09	119,13±3,31	117,53±5,40	120,67±4,46	ÖD
6. hafta	8	115,36±1,33 <sup>b</sup>	117,58±2,32 <sup>b</sup>	128,60±4,30 <sup>a</sup>	114,90±2,08 <sup>b</sup>	116,33±2,10 <sup>b</sup>	127,98±4,69 <sup>a</sup>	**
7. hafta	8	79,39±0,87	92,50±10,07	82,08±4,93	79,13±1,44	79,42±1,98	84,80±1,07	ÖD
8. hafta	8	114,16±1,18	116,60±1,50	122,85±4,62	114,22±1,64	115,62±2,61	118,67±0,80	ÖD
9. hafta	8	108,26±0,87	114,02±2,55	111,49±4,86	110,95±1,47	111,90±2,54	116,22±1,05	ÖD
10. hafta	8	100,08±9,27	105,25±2,76	114,30±2,16	114,30±2,16	107,46±4,36	111,51±2,00	ÖD
1.-10. hafta	80	110,06±1,14 <sup>c</sup>	113,88±1,55 <sup>abc</sup>	116,81±1,02 <sup>ab</sup>	110,16±1,99 <sup>c</sup>	110,79±1,92 <sup>bc</sup>	117,43±0,72 <sup>a</sup>	**

ÖD: Önemli değil \*\* : P<0,01

a,b,c: Aynı satırda farklı harf ile gösterilen ortalama değerler arasındaki farklar istatistik bakımından önemlidir (P<0,05).

Çizelge 3.3. Deneme süresince rasyon gruplarına ilişkin yemden yararlanma oranı, g yem/yumurta

Haftalar	n	Rasyon grupları						P
		K	KT6,25	KT12,5	B	B+KT6,25	B+KT12,5	
		$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	
1. hafta	8	126,47±2,31	130,55±3,84	132,70±3,73	123,69±2,88	129,45±4,86	129,58±2,46	ÖD
2. hafta	8	117,33±2,39 <sup>b</sup>	132,32±4,88 <sup>a</sup>	131,78±2,56 <sup>a</sup>	125,38±3,84 <sup>ab</sup>	129,91±2,42 <sup>ab</sup>	126,85±0,93 <sup>a</sup>	*
3. hafta	8	122,79±3,52	128,36±2,64	128,77±2,66	124,07±4,50	128,46±6,24	127,18±2,84	ÖD
4. hafta	8	119,93±4,97	120,73±3,43	122,14±4,12	112,92±2,72	110,00±8,72	120,95±4,04	ÖD
5. hafta	8	131,93±4,02	127,40±8,13	130,00±13,88	137,06±5,98	140,97±9,18	127,80±5,26	ÖD
6. hafta	8	118,10±1,92	125,03±4,27	135,90±7,99	118,75±2,62	124,60±3,39	129,43±5,63	ÖD
7. hafta	8	79,05±0,94	93,80±9,97	85,21±4,45	81,34±1,36	81,37±2,37	85,97±0,99	ÖD
8. hafta	8	115,21±1,12 <sup>b</sup>	117,69±1,59 <sup>b</sup>	126,20±4,19 <sup>a</sup>	114,29±2,04 <sup>b</sup>	119,52±2,85 <sup>ab</sup>	121,47±1,53 <sup>ab</sup>	*
9. hafta	8	109,77±1,02	115,67±3,09	113,56±5,98	116,32±2,47	118,18±4,15	118,06±2,31	ÖD
10. hafta	8	101,85±9,56	107,55±2,29	119,02±3,64	101,36±4,05	114,77±4,83	114,74±3,00	ÖD
1.-10. hafta	80	114,24±1,08 <sup>c</sup>	119,91±2,34 <sup>abc</sup>	122,53±1,66 <sup>a</sup>	115,52±1,94 <sup>bc</sup>	119,17±2,84 <sup>abc</sup>	120,51±1,10 <sup>ab</sup>	*

ÖD: Önemli değil      \*: P<0,05

a,b,c: Aynı satırda farklı harf ile gösterilen ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistik bakımından önemlidir (P<0.05).

### 3.3. Yumurta Verimi

Denemede rasyon gruplarına ilişkin günlük yumurta verimi değerleri izelge 3.4.'te sunulmuştur. Araştırma boyunca K, KT6,25, KT12,5, B, B+KT6,25, B+KT12,5 gruplarına ilişkin günlük yumurta verimi değerleri arasında istatistiksel açıdan 1., 2., 3., 4., 5., 8., 9., 10. haftalarda önemli farklılık göze çarpmazken, 6. ( $P<0,01$ ) ve 7. ( $P<0,05$ ) haftalar ile 1.-10. haftalar arasında ilişkin değerler arasında ( $P<0,001$ ) önemli farklılık bulunmuştur.

Günlük yumurta verimi değerleri, rasyon gruplarında sırasıyla, 6. haftada %97,77, 91,07, 96,98, 96,88, 94,20, 99,11, 7. haftada %100,00, 95,54, 95,98, 97,32, 98,22, 98,66, 1.-10. haftalar arasında ise %96,65, 93,35, 96,33, 95,61, 94,25, 97,47 olarak saptanmıştır.

Çizelge 3.4. Deneme süresince rasyon gruplarına ilişkin günlük yumurta verimi, %

Haftalar	n	Rasyon grupları						P
		K	KT6,25	KT12,5	B	B+KT6,25	B+KT12,5	
		$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	
1. hafta	32	95,54±1,50	93,31±1,73	95,54±1,34	97,33±0,45	93,75±1,52	95,98±0,89	ÖD
2. hafta	32	98,22±1,50	93,31±0,81	98,22±0,93	96,88±1,67	97,77±1,48	98,21±1,15	ÖD
3. hafta	32	95,98±1,31	93,75±0,96	98,66±1,15	95,09±1,65	96,88±0,96	97,77±1,77	ÖD
4. hafta	32	94,20±4,12	90,63±2,46	95,54±2,45	95,09±3,97	92,86±5,09	94,64±1,48	ÖD
5. hafta	32	89,29±1,65	89,29±2,14	90,18±1,73	87,95±3,01	85,27±3,84	94,64±1,48	ÖD
6.hafta	32	97,77±0,89 <sup>ab</sup>	91,07±0,81 <sup>c</sup>	95,98±1,63 <sup>ab</sup>	96,88±1,52 <sup>ab</sup>	94,20±1,59 <sup>bc</sup>	99,11±1,63 <sup>a</sup>	**
7. hafta	32	100,00±0,68 <sup>a</sup>	95,54±0,63 <sup>b</sup>	95,98±1,12 <sup>b</sup>	97,32±1,06 <sup>ab</sup>	98,22±1,50 <sup>ab</sup>	98,66±0,63 <sup>ab</sup>	*
8. hafta	32	99,11±0,89	95,99±0,58	97,32±1,26	100,00±0,96	95,98±1,32	97,77±1,31	ÖD
9. hafta	32	98,22±1,65	95,54±0,63	99,56±1,44	95,54±1,15	94,65±1,31	98,66±1,50	ÖD
10. hafta	32	98,44±0,70	95,32±1,07	96,36±1,49	93,75±1,61	92,71±2,38	96,36±1,49	ÖD
1.-10. hafta	320	96,65±0,64 <sup>a</sup>	93,35±0,48 <sup>c</sup>	96,33±0,54 <sup>a</sup>	95,61±0,69 <sup>ab</sup>	94,25±0,84 <sup>bc</sup>	97,47±0,46 <sup>a</sup>	***

ÖD: Önemli değil      \*: P<0,05,      \*\*: P<0,005,      \*\*\*: P<0,001

a,b,c: Aynı satırda farklı harf ile gösterilen ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistik bakımından önemlidir (P<0,05).

### 3.4. Yumurta Kalite Özellikleri

Denemenin 2., 4., 6., 8. ve 10. haftalarındaki yumurta kalite özelliklerine (yumurta ağırlığı, sarı ağırlığı, sarı çapı, kabuk ağırlığı ve kabuk kalınlığı) ait değerler Çizelge 3.5.'te verilmiştir.

Yumurta sarı ağırlığı değerleri K, KT6,25, KT12,5, B, B+KT6,25, B+KT12,5 rasyon gruplarında, sırasıyla, 4. haftada 14,98 g, 14,51 g, 15,05 g, 14,39 g, 15,27 g, 14,89 g, sarı çapı değerleri ise 38,44 mm, 38,17 mm, 39,16 mm, 38,53 mm, 39,44 mm, 38,69 mm olarak bulunmuştur. Onuncu haftadaki yumurta sarı çapı değerleri ise, sırasıyla, 37,82 mm, 37,89 mm, 37,70 mm, 39,42 mm, 38,46 mm, 36,94 mm olarak saptanmıştır. Araştırma boyunca 4. haftada yumurta sarı ağırlığı ve yumurta sarı çapı, 10. haftada ise yumurta sarı çapı değerleri bakımından rasyon grupları ortalamaları arası farklar istatistiksel açıdan önemli farklılıklar bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

Çizelge 3.5. Yumurta kalite özellikleri

Hafta	Yumurta Türü	n	Yumurta ağırlığı, g	Sarı ağırlığı, g	Sarı çapı, mm	Kabuk ağırlığı, g	Kabuk kalınlığı, mm
			$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
2. hafta	K	32	56,70±0,50	14,15±0,20	38,18±0,35	5,68±0,08	0,39±0,00
	KT6,25	30	57,17±0,52	14,16±0,20	37,54±0,35	5,75±0,05	0,39±0,00
	KT12,5	31	56,98±0,73	14,06±0,21	38,06±0,27	5,60±0,10	0,38±0,00
	B	29	57,40±0,57	14,24±0,24	38,38±0,33	5,77±0,06	0,39±0,00
	B+KT6,25	31	57,53±0,74	14,08±0,22	38,04±0,33	5,78±0,09	0,39±0,00
	B+KT12,5	30	57,20±0,84	14,24±0,21	38,15±0,22	5,82±0,08	0,39±0,00
P			ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
4. hafta	K	22	58,55±0,64	14,98±0,21 <sup>abc</sup>	38,44±0,28 <sup>bc</sup>	5,80±0,11	0,39±0,00
	KT6,25	25	57,01±0,57	14,51±0,20 <sup>bc</sup>	38,17±0,28 <sup>c</sup>	5,39±0,15	0,37±0,00
	KT12,5	26	58,43±0,77	15,05±0,16 <sup>ab</sup>	39,16±0,22 <sup>ab</sup>	5,39±0,21	0,37±0,01
	B	23	56,86±0,63	14,39±0,28 <sup>c</sup>	38,53±0,24 <sup>bc</sup>	5,04±0,18	0,35±0,01
	B+KT6,25	20	58,04±0,95	15,27±0,24 <sup>a</sup>	39,44±0,31 <sup>a</sup>	5,58±0,21	0,37±0,01
	B+KT12,5	28	57,21±0,59	14,89±0,15 <sup>abc</sup>	38,69±0,24 <sup>abc</sup>	5,16±0,20	0,35±0,01
P			ÖD	*	*	ÖD	ÖD
6. hafta	K	32	58,62±0,56	15,51±0,20	39,28±0,30	5,78±0,08	0,39±0,00
	KT6,25	28	59,03±0,68	15,56±0,19	39,55±0,24	5,81±0,06	0,39±0,00
	KT12,5	31	59,49±0,73	15,56±0,19	39,91±0,33	5,82±0,07	0,39±0,00
	B	29	58,18±0,68	15,49±0,30	40,28±0,40	5,69±0,06	0,38±0,00
	B+KT6,25	30	59,11±0,60	15,59±0,27	39,34±0,40	5,80±0,07	0,39±0,00
	B+KT12,5	31	58,32±0,67	15,42±0,17	39,40±0,28	5,84±0,06	0,39±0,00
P			ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
8. hafta	K	30	57,99±0,49	16,42±0,19	41,29±0,31	5,63±0,06	0,37±0,00
	KT6,25	30	58,10±0,50	16,11±0,18	40,16±0,29	5,67±0,08	0,38±0,00
	KT12,5	31	58,42±0,74	16,24±0,21	40,72±0,28	5,61±0,08	0,37±0,00
	B	31	57,57±0,58	15,82±0,24	40,23±0,34	5,66±0,05	0,38±0,00
	B+KT6,25	29	59,08±0,97	16,08±0,24	40,82±0,34	5,73±0,07	0,38±0,00
	B+KT12,5	32	58,03±0,62	16,07±0,18	40,60±0,28	5,69±0,07	0,38±0,00
P			ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
10. hafta	K	24	59,26±0,65	16,89±0,20	37,82±0,35 <sup>bc</sup>	5,90±0,09	0,39±0,00
	KT6,25	20	58,01±0,75	16,38±0,29	37,89±0,44 <sup>bc</sup>	5,76±0,09	0,39±0,00
	KT12,5	22	59,35±0,92	16,55±0,27	37,70±0,29 <sup>bc</sup>	5,67±0,12	0,38±0,00
	B	20	59,55±0,78	16,90±0,31	39,42±0,38 <sup>a</sup>	5,80±0,07	0,39±0,00
	B+KT6,25	22	58,91±0,96	16,49±0,22	38,46±0,44 <sup>ab</sup>	5,84±0,08	0,39±0,00
	B+KT12,5	23	59,26±0,83	16,38±0,19	36,94±0,33 <sup>c</sup>	5,88±0,09	0,39±0,00
P			ÖD	ÖD	*	ÖD	ÖD
1.- 10. hafta	K	140	58,15±0,26	15,54±0,12	39,08±0,18	5,75±0,04	0,38±0,00
	KT6,25	133	57,87±0,27	15,28±0,12	38,70±0,17	5,68±0,04	0,38±0,00
	KT12,5	141	58,48±0,35	15,44±0,12	39,20±0,16	5,63±0,05	0,38±0,00
	B	132	57,82±0,29	15,29±0,15	39,40±0,17	5,61±0,05	0,38±0,00
	B+KT6,25	132	58,38±0,34	15,45±0,13	39,23±0,19	5,75±0,05	0,38±0,00
	B+KT12,5	144	58,02±0,35	15,39±0,10	38,88±0,16	5,68±0,05	0,38±0,00
P			ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

Ö.D: Önemli değil

\*: P<0,05a,b,c: Aynı satırda farklı harf ile gösterilen ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistik bakımından önemlidir (P<0,05).

### 3.5. Kan ve Yumurta Sarısı Kolesterol Düzeyleri

Çalışmanın sonunda (10. hafta) elde edilen kan kolesterol düzeyleri Çizelge 3.6.'da sunulmuştur. Kan kolesterol değerleri K grubunda 129,81, KT6,25 grubunda 116,26, KT12,5 grubunda 97,52, B grubunda 129,02, B+KT6,25 grubunda 116,27, B+KT12,5 grubunda 102,95 mg/dl olarak saptanmıştır. Yapılan istatistiksel analizde gruplar arası fark önemli ( $P<0,001$ ) çıkmıştır.

Çizelge 3.6. Rasyon gruplarına ilişkin kan kolesterol düzeyleri, mg/dl

Gruplar	n	$\bar{X} \pm S_x$
K	8	129,81±2,63 <sup>a</sup>
KT6,25	8	116,26±4,19 <sup>ab</sup>
KT12,5	8	97,52±3,17 <sup>c</sup>
B	8	129,02±5,70 <sup>a</sup>
B+KT6,25	8	116,27±4,99 <sup>ab</sup>
B+KT12,5	8	102,95±5,42 <sup>bc</sup>
P		***

\*\*\*:  $P<0,001$

a,b,c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalama değerler arasındaki farklar istatistik bakımından önemlidir ( $P<0,05$ ).

Araştırmanın ortasında (5. hafta) ve bitişinde (10. hafta) alınan örneklerle ilişkin yumurta sarısı kolesterol değerleri Çizelge 3.7.'de verilmiştir. Yumurta sarısı kolesterol değerleri (5. ve 10. haftada), sırasıyla, K grubunda 10,40 ve 12,65, KT6,25 grubunda 8,66 ve 12,29, KT12,5 grubunda 8,33 ve 11,39, B grubunda 10,21 ve 10,38, B+KT6,25 grubunda 9,38 ve 10,65, B+KT12,5 grubunda 9,67 ve 11,63 mg/kg bulunmuştur. Rasyon grupları ile ilgili yumurta sarısı kolesterol değerleri arasında istatistiksel açıdan 5. haftada önemli ( $P < 0,05$ ) farklılık bulunurken, 10. haftada ise böyle bir farklılık bulunmamıştır.



Çizelge 3.7. Rasyon gruplarına ilişkin yumurta sarısı kolesterol düzeyleri, mg/g

Gruplar	n	5. hafta		10. hafta	
		$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	n	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	n
K	8	10,40 ± 0,65 <sup>a</sup>	8	12,65 ± 0,88	8
KT6,25	8	8,66 ± 0,51 <sup>ab</sup>	8	12,29 ± 0,45	8
KT12,5	8	8,33 ± 0,47 <sup>b</sup>	8	11,39 ± 0,80	8
B	8	10,21 ± 0,76 <sup>a</sup>	8	10,38 ± 0,82	8
B+KT6,25	8	9,38 ± 0,56 <sup>ab</sup>	8	10,65 ± 0,69	8
B+KT12,5	8	9,67 ± 0,30 <sup>ab</sup>	8	11,63 ± 0,73	8
P		*		ÖD	

ÖD: Önemli değil ,

\*: P < 0,05

a,b: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalama değerler arasındaki farklar istatistik bakımından önemlidir (P<0.05).

## 4. TARTIŞMA

Yumurtacı tavuklarda farklı düzeylerde keten tohumu ve/veya bakır eklene rasyonların yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta verimi, bazı yumurta kalite özellikleri, kan ve yumurta sarısı kolesterol düzeyleri üzerine etkilerini incelemek üzere bu araştırma düzenlenip yürütülmüştür.

### 4.1. Canlı Ağırlık

Araştırmanın başlangıcında (26.hafta) ve bitişinde (36. hafta) yapılan tartımlar sonucu elde edilen ortalama canlı ağırlık değerleri (Çizelge 3.1) rasyonlara göre, K grubunda 1437,97 g ve 1514,69 g, KT6,25 grubunda 1447,22 g ve 1510,65 g, KT12,5 grubunda 1455,50 g ve 1517,03 g, B grubunda 1447, 06 g ve 1532,29 g, B+KT6,25 grubunda 1461,59 g ve 1526,88 g, B+KT12,5 grubunda ise 1470,37 g ve 1551,87 g olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizde gruplar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur.

Canlı ağırlık bağlamında elde edilen sonuçlar benzer yaklaşımlı araştırma sonuçları ile uyum içerisindedir. Nitekim, farklı düzeylerde (0, 125, 250 mg/kg) bakır eklene rasyonlarla yumurtacı tavuklarda yapılan çalışmada canlı ağırlık değerlerinin gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir (Pesti ve Bakalli 1998). Benzer biçimde, Idowu ve ark (2006) tarafından farklı düzeylerde (0, 125, 250 ppm) organik (CuP) ve inorganik (CuSO<sub>4</sub>) bakır katkılı rasyonlarla tavuklarda yapılan çalışmada da rasyonlara değişik bakır düzeylerinin canlı ağırlık değerleri üzerine istatistiksel açıdan farklı etki yapmadığı gözlenmiştir. Yine, tavuk rasyonlarında 50, 100,

150, 200 mg/kg düzeylerinde bakır kullanılmasının canlı ağırlık üzerine etkisinin istatistiksel farklılık oluşturmadığı saptanmıştır (Balevi ve oşkun 2004).

#### 4.2. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranı

Araştırma süresince elde edilen yem tüketim değerleri rasyon gruplarında 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9 ve 10. haftalarda istatistiksel açıdan önemli bir farklılık gözlenmezken 2. ve 6. haftalar ile 1.-10. haftalar arasında ( $P<0,01$ ) önemli farklılıklar gözlenmiştir (Çizelge 3.2.). Günlük yem tüketim değerleri, sırasıyla, 2. haftada 119,41 g, 120,99 g, 126,53 g, 121,00 g, 121,53, 124,27 g, 6. haftada 115,36 g, 117,58 g, 128,60 g, 114,90 g, 116,33 g, 127,98 g ve 1.-10. haftalar arasında 110,06 g, 113,88 g, 116,81 g, 110,16 g, 110,79 g ve 117,43 g bulunmuştur. Deneme rasyonlarına %12,5 oranında keten tohumunun yalnız veya bakır ile birlikte eklenmesi yem tüketimini, deneme boyunca kontrol grubuna göre etkilememiştir. Elde olmayan nedenlerle, barınaktaki su dağıtım sisteminde çalışmanın ikinci haftasında bazı grupları, yedinci haftasında ise tüm grupları kapsayan bir aksaklıkla karşılaşılmış, buna bağlı olarak da yem tüketimi bu süreçte düşmüştür.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına keten tohumu ve/veya bakır katkısına ilişkin olarak yürütülen benzer yaklaşımlı çalışmalara göz atıldığında yem tüketimi açısından farklı sonuçlara rastlanmaktadır.

Keten tohumu katkılı rasyonlarla kanatlılarda yürütülen çalışmalarda katkı düzeyine bağlı olarak yem tüketiminin etkilendiği bildirilmektedir. Nitekim, rasyonlara %0, 5, 10, 15 düzeylerinde keten tohumu eklenmesinin yem tüketimi üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli ( $P<0,01$ ) olduğu, %10 ve 15 düzeylerinde keten tohumu katkılı gruplarda yem tüketiminin giderek azaldığı tespit edilmiştir (Sarı ve ark 2002). Benzer yaklaşımlı bir diğer çalışmada da farklı düzeylerde (%0, 2,5, 5, 10) keten tohumunun kullanılmasının yumurta tavuklarında yem tüketimini önemli derecede ( $P<0,05$ ) etkilediği ve yem tüketiminin kontrol grubuna göre azaldığı belirlenmiştir (Gürbüz ve ark 2007). Adı geçen çalışmalarda rasyona keten tohumu katkı düzeyinin %10 ve üzerinde olması durumunda yem tüketiminin olumsuz yönde etkilendiği saptanmıştır. Bu bulgunun, çiğ keten

tohumunda bulunan bazı toksik maddelerden ileri gelebileceği bildirilmektedir (Ajuyah ve ark 1991).

Bakır katkılı rasyonlarla yumurta tavuklarında yürütülen çalışmalarda da katkı düzeyinin yem tüketimi üzerine etkisi açısından farklı sonuçlara rastlanmaktadır.

Azman ve Yılmaz (2006) tarafından yürütülen bir araştırmada rasyona 0, 125 ve 250 mg/kg bakır sülfat (inorganik bakır) katkısının yem tüketimi açısından istatistiksel fark gözlenmediği ve 250 mg/kg bakır kullanılan grupta günlük yem tüketiminin kontrol grubu ve 125 mg/kg bakır eklenen gruba göre düşük olduğu belirlenmiştir. Yapılan diğer bir denemede rasyona aynı düzeylerde (0, 125, 250 mg/kg), fakat organik ve inorganik bakır katıldığında yem tüketiminin bakır düzeyi arttıkça (organik–inorganik) azaldığı ve istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğu saptanmıştır ( $P<0,05$ ). Araştırmacılar, bu durumun rasyona yüksek düzeyde (250 mg/kg) bakır eklenmesinden kaynaklanabileceğini bildirmiştir (Idowu ve ark 2006).

Öte yandan, kanatlı rasyonlarına farklı düzeylerde (0–250 mg/kg) bakır katkısının yem tüketimini etkilemediği yönlü bildirişlere de rastlanmaktadır. Balevi ve Çoşkun (2004)'nin yaptığı araştırmada rasyona 0, 50, 100, 150, 200 mg/kg bakır kullanılması durumunda yem tüketimi üzerine istatistiksel fark oluşturmadığı gözlenmiştir. Farklı düzeylerde (0, 125mg ve 250 mg/kg) bakır sülfat pentahidrat içeren rasyonlarla yürütülen bir çalışmada da yem tüketiminin önemli derecede etkilenmediği saptanmıştır (Pesti ve Bakalli 1998). Rasyonlarda 0, 50, 150, 250 mg/kg düzeylerinde bakır kullanılmasına ilişkin yapılan diğer bir çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur (Al Ankari ve ark 1998).

Rasyon gruplarına ilişkin yemden yararlanma oranı 2. haftada 117,33, 132,32, 131,78, 125,38, 129,91, 126,85, 8. haftada 115,21, 117,69, 126,20, 114,29, 119,52, 121,47, 1.-10. haftalar arasında ise 114,24, 119,91, 122,53, 115,52, 119,17, 120,51 olarak saptanmıştır (Çizelge 3.3.) Yemden yararlanma oranı 2, 8. haftalarda ve 1.-10. haftalar arasında istatistiksel açıdan önemli ( $P<0,05$ ) farklılık gösterirken, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10. haftalarda ise istatistiksel farklılık önemsiz bulunmuştur. Çalışmaya bütünüyle

bakıldığında, keten tohumu katkılı rasyon gruplarında yemden yararlanma oranı değerlerinin olumsuz yönde etkilendiği göze çarpmaktadır.

Çalışmada elde edilen bu bulgu, farklı düzeylerde (%0, 5, 10, 15) keten tohumu katkılı rasyonlarla tavuklarda yapılan ve yemden yararlanma oranının, rasyondaki keten tohumu düzeyi ile ters orantılı olarak değiştiğini ( $P<0,01$ ) bildiren bir çalışmanın sonuçları ile uyum içerisindedir (Sarı ve ark 2002). Yine, Gürbüz ve ark (2007) tarafından yapılmış olan deneme de rasyona %2,5 ve 5 düzeyinde keten tohumu katkısının yemden yararlanma oranını azalttığı, %10 düzeyinde keten tohumu eklenmesi durumunda ise yemden yararlanma oranını arttırdığı saptanmıştır. Ancak istatistiksel açıdan önemli bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir.

Bakır katkılı rasyonlarla tavuklarda yürütülen bazı çalışma sonuçları ile de bu denemenin sonuçları benzerlik göstermektedir. Balevi ve Çoşkun (2004) rasyona eklenen bakırın (0, 50, 100, 150, 200 mg/kg) yemden yararlanma oranını istatistiksel açıdan etkilemediğini, Azman ve Yılmaz (2006) rasyonda 0, 125 ve 250 mg/kg bakır kullanılması durumunda gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığını bildirmektedir. Aynı yaklaşımla yapılan bir başka araştırmada 0, 50, 150, 250 mg/kg düzeyinde bakır sülfat veya bakır asetat katkılı rasyonların yemden yararlanma oranı üzerine istatistiksel bakımdan farklı etki yapmadığı gözlenmiştir (Al Ankari ve ark 1998). Pesti ve Bakallı (1998)'nin rasyona 0, 125, 250 mg/kg bakır sülfat pentahidrat (inorganik bakır) katkısı yaptığı denemede de benzer sonuçlar elde edilmiştir.

### **4.3. Yumurta Verimi**

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre (Çizelge 3.4.) rasyon gruplarına ilişkin günlük yumurta verimi değerleri arasında istatistiksel açıdan 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10. haftalarda önemli farklılık göze çarpmazken, 6. hafta ( $P<0,01$ ) ve 7. hafta ( $P<0,05$ ) ile 1.-10. haftalar arasında ( $P<0,001$ ) önemli farklılık bulunmuştur. Günlük yumurta verimi değerleri, rasyon gruplarında sırasıyla, 6. haftada %97,77, 91,07, 96,98, 96,88, 94,20, 99,11, 7. haftada %100,00, 95,54, 95,98, 97,32, 98,22, 98,66, 1.-10. haftalar arasında ise %96,65, 93,35, 96,33, 95,61, 94,25, 97,47 olarak saptanmıştır.

Keten tohumu katkılı rasyonlarla tavuklarda yapılan çalışmalarda yumurta verimi ile ilgili farklı sonuçlar elde edilmiştir. Benzer yaklaşımla yürütülen bir çalışmada (Sarı ve ark 2002) rasyona %0, 5, 10, 15 düzeylerinde keten tohumu eklenmiş ve yumurta veriminin kontrol grubuna göre arttığı belirlenmiştir. Ancak en fazla artışın %10 keten tohumu kullanılan rasyon grubunda olduğunu saptanmıştır. Rasyon grupları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0,001$ ). Yapılan diğer bir çalışmada ise rasyonda %0, 2,5, 5 ve 10 düzeylerinde keten tohumu kullanılmış ve gruplar arasında istatistiksel fark önemli bulunmamasına rağmen rasyonda keten tohumu düzeyi arttıkça yumurta veriminin azaldığını saptanmıştır (Gürbüz ve ark 2007).

Yumurtacı tavuklarda bakır katkılı rasyonlarla yapılan çalışmalarda bakır katkısının yumurta verimi üzerine etkisi bağlamında da farklı bildirişlere rastlanmaktadır. Nitekim, Balevi ve Çoşkun (2004) tarafından yapılan bir araştırmada rasyonlara farklı düzeylerde (%0, 50, 100, 150, 200 mg/kg) bakır eklenmesinin yumurta verimini istatistiksel olarak etkilemediği, ancak 50, 100 mg/kg bakır kullanılan gruplarda yumurta veriminin arttığı, 150, 200 mg/kg bakır eklenen gruplarda ise kontrol grubuna göre azaldığı saptanmıştır.

Buna karşılık, Pesti ve Bakalli (1998), rasyonda 0, 125, 250 mg/kg bakır kullanılan araştırmada gruplar arasında istatistiksel farklılığın olduğunu ( $P<0,05$ ) ve bakır düzeyi arttıkça yumurta veriminin arttığını saptamışlardır. Benzer yaklaşımla yumurta tavuklarında yapılan diğer bir çalışmada ise (Azman ve Yılmaz 2006) farklı düzeylerde (0, 125, 250 mg/kg) bakır katkı düzeyinden yumurta veriminin istatistiksel olarak etkilenmediği, ancak yumurta veriminin 125 mg/kg bakır kullanılan grupta en yüksek, kontrol grubunda ise en düşük olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, yumurta verimi üzerine keten tohumu ve/veya organik bakır katkısının bazı gruplar arasında farklı değerler alınmış olsa bile, düzenli bir etki yapmadığı anlaşılmaktadır. Bu bulgu, keten tohumu ( $\leq \%12,5$ ) ve organik bakır ( $\leq 125$  mg/kg) düzeylerinin rasyonlarda sınırlı tutulması ile açıklanabilir. Oysa, farklı sonuç alınan çalışmalarda keten tohumu (Sarı ve ark 2002) ve bakır (Azman ve Yılmaz 2006) daha yüksek düzeylerde kullanılmıştır.

#### 4.4. Yumurta Kalite Özellikleri

Yumurta kalite özelliklerine ilişkin olarak (Çizelge 3.5.) yumurta sarı ağırlığı değerleri K, KT6,25, KT12,5, B, B+KT6,25, B+KT12,5 rasyon gruplarında, sırasıyla, 4. haftada 14,98 g, 14,51 g, 15,05 g, 14,39 g, 15,27 g, 14,89 g, sarı çapı değerleri ise 38,44 mm, 38,17 mm, 39,16 mm, 38,53 mm, 39,44 mm, 38,69 mm olarak bulunmuştur. Onuncu haftadaki yumurta sarı çapı değerleri ise, sırasıyla, 37,82 mm, 37,89 mm, 37,70 mm, 39,42 mm, 38,46 mm, 36,94 mm olarak saptanmıştır. Araştırma boyunca 4. haftada yumurta sarı ağırlığı, yumurta sarı çapı ve 10. haftada yumurta sarı çapı değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Ancak 1.-10. haftalar arası yumurta kalite özellikleri açısından istatistiksel fark gözlenmemiştir.

Araştırmada elde edilen bu bulgular bazı çalışmalarda elde edilen bulgular ile karşılaştırıldığında benzerlik görülmektedir. Idowu ve ark (2006) tarafından 0, 125, 250 mg/kg organik veya inorganik bakır kullandığı denemede yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı ve kabuk kalınlığı açısından rasyon grupları arasında istatistiksel fark bulunmamıştır. Aynı yaklaşımla Pesti ve Bakalli (1998) tarafından yürütülen çalışmada da yumurta ağırlığı ve sarı ağırlığı açısından gruplar arasında istatistiksel fark tespit edilmemiştir. Yapılan diğer bir çalışmada da rasyona 0, 125, 250 mg/kg bakır sülfat eklenmiş ve yumurta ağırlığı bakımından istatistiksel fark önemsiz bulunmuştur (Azman ve Yılmaz 2006).

Öte yandan, deneme sonuçları ile uyuşmayan literatür bildirişlere de rastlanmaktadır. Nitekim, farklı düzeylerde (%0, 5, 10, 15) keten tohumu katkılı rasyonlarla yumurtacı tavuklarda yürütülen bir çalışmada (Sarı ve ark 2002) yumurta sarısı ağırlığı rasyon grupları arasında önemli derecede farklılık göstermiştir ( $P<0,01$ ). Yine, farklı düzeylerde (0, 250, 500 mg/kg) bakır katkılı rasyonlarla yapılan bir diğer çalışmaya göre, araştırmanın 42.-70. günleri arasında kabuk ağırlığı, çalışmanın 14.-56. günleri arasında ise kabuk kalınlığı önemli düzeyde ( $P<0,05$ ) düşüş gözlenmiştir (Tekeli ve ark 2005). Bu çalışma sonuçları ile adı geçen çalışmaların sonuçları arasındaki farklılık, her iki çalışmada da yüksek düzeylerde keten tohumu ve bakır kullanılmasından kaynaklanabilir.

Çalışmada elde edilen değerlere göz atıldığında (Çizelge 3.5.) tavuk rasyonlarına keten tohumu ve/veya bakır katkısının yumurta kalitesi üzerine olumsuz etki yapmadığı söylenebilir.

#### **4.5. Kan ve Yumurta Sarısı Kolesterol Düzeyleri**

Kan kolesterol değerleri, rasyon gruplarında sırasıyla, 129,81, 116,26, 97,52, 129,02, 116,27 ve 102,95 mg/dl olarak saptanmıştır (Çizelge 3.6). Elde edilen bu sonuçlara göre, rasyonlara keten tohumunun tek başına ya da bakır ile birlikte katılmasına bağlı olarak kan kolesterol düzeyinin azaldığı gözlenmiş ve istatistiksel olarak gruplar arası fark önemli çıkmıştır ( $P<0,001$ ). Buna karşılık, yalnız bakır katkısının kan kolesterol düzeyi üzerine önemli bir etkisi gözlenmemiştir.

Keten tohumu katkılı rasyonların kan kolesterol düzeyi üzerine etkilerini ele alan çalışmada (Sarı ve ark 2002) rasyona farklı düzeylerde keten tohumu eklenmesinin (%0, 5, 10, 15) kan kolesterol düzeyi üzerine gruplar arasında önemli ( $P<0,01$ ) derecede farklılık oluşturduğu ve kan kolesterol değerlerini azalttığı saptanmıştır ( $P<0,01$ ).

Tavuklarda bakır katkılı rasyonların kan kolesterol düzeyine etkisi üzerine eğilen çalışmalarda farklı sonuçlara rastlanmaktadır. Deneme sonuçları bunların bir kısmı ile uyusmaktadır. Nitekim, Azman ve Yılmaz (2006)'nın yapmış olduğu araştırmada bakırın kan kolesterolü üzerine önemli bir etki oluşturmadığı saptanmıştır. Aynı yaklaşımla yapılan diğer çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Al Ankari ve ark 1998).

Öte yandan, tavuk rasyonlarına bakır katkısının kan kolesterol düzeyini düşürdüğü belirtilen çalışmalara da literatürde rastlanmaktadır. Idowu ve ark (2006), yapmış olduğu çalışmayla rasyonda bakır (organik veya inorganik bakır) düzeyi arttıkça kan kolesterolünün azaldığını saptamışlardır. Diğer bir çalışmada rasyona 0, 50, 150, 250 mg/kg bakır sülfat eklenmiş ve aynı şekilde bakır düzeyi arttıkça kan kolesterol değerinin azaldığı belirlenmiştir (Al Ankari ve ark 1998).



Deneme hayvanlarından 5. ve 10. haftalarda alınan yumurta sarısı örneklerine ilişkin kolesterol değerleri (Çizelge 3.7.), sırasıyla, K grubunda 10,40 ve 12,65, KT6,25 grubunda 8,66 ve 12,29, KT12,5 grubunda 8,33 ve 11,39, B grubunda 10,21 ve 10,38, B+KT6,25 grubunda 9,38 ve 10,65, B+KT12,5 grubunda 9,67 ve 11,63 mg/g bulunmuştur. Rasyon grupları ile ilgili yumurta sarısı kolesterol değerleri arasında istatistiksel açıdan 5. haftada önemli ( $P<0,05$ ) farklılık bulunurken, 10. haftada ise böyle bir farklılık göze çarpmamıştır.

Keten tohumu katkılı rasyon gruplarında elde edilen sonuçlar benzer yaklaşımla yumurtacı tavuklarında yapılan bazı çalışmaların sonuçları ile uyum göstermektedir. Nitekim, farklı düzeylerde (%0, 5, 10 ve 15) keten tohumu katkılı rasyonlarla tavuklarda yürütülen iki çalışmada keten tohumu düzeyinin artmasına bağlı olarak yumurta sarısı kolesterol düzeyinin azaldığı belirlenmiştir ve istatistiksel açıdan rasyon grupları arasındaki farklılık önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur (Ansari ve ark 2006, Sarı ve ark 2002).

Farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15 düzeyinde) keten tohumu ve/veya bakır (250 mg/kg) katkısı yapılan bir araştırmada, yalnız keten tohumu katkılı gruplarda yumurta sarısı kolesterol düzeyinin düştüğü, keten tohumu yanında bakır katkısı yapılması durumunda kolesterol düzeyinin daha çok düştüğü gözlenmiştir. Bu bulgunun rasyona yüksek düzeyde (250 mg/kg) bakır eklenmesinden kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Ansari ve ark 2006).

Balevi ve Çoşkun (2004) tarafından yürütülen denemede rasyona 0, 50, 150, 200 mg/kg bakır eklenmiş ve yumurta kolesterol değerinin 0, 50, 150 mg/kg bakır eklenen gruplarda azalma olduğu, ancak 200 mg/kg bakır eklenen grupta 50 ve 150 mg/kg bakır kullanılan gruplara göre yumurta kolesterol düzeyinin arttığı saptanmıştır. İstatistiksel olarak gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Aynı yaklaşımla yapılan diğer bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş ve inorganik veya organik bakır düzeyi arttıkça yumurta kolesterolünün azaldığı, ancak 250 mg/kg bakır kullanılan grupta tekrar bir artışın olduğu tespit edilmiştir (Al Ankari ve ark 1998). Bakırın belirli bir düzeye kadar yumurta kolesterol düzeyini azalttığı şeklinde açıklanabilmektedir.

Pesti ve Bakalli (1998) rasyonda 0, 125, 250 mg/kg bakır kullandıkları araştırmada yumurta sarısı kolesterol düzeyinin rasyondaki bakır düzeyi arttıka önemli ( $P<0,05$ ) düzeyde azaldığını saptamışlardır. Benzer sonuçlar Idowu ve ark (2006)'nın yapmış olduğu çalışmada da elde edilmiştir.

Bu araştırmanın temel amacı, yumurta tavuklarında keten tohumu ve/veya bakır katkısının yumurta kolesterol düzeyi üzerine etkisini ele almak olmuştur. Bu açıdan bakıldığında, rasyonlara keten tohumu katkısının yumurta kolesterol düzeyini dūřürdüđu ( $P<0,05$ ), bakır katkısının ise dūřürmediđi görülmektedir. Elde edilen bir diğer sonuç da yumurta kolesterol düzeyi üzerine farklı düzeylerde keten tohumu ile organik bakırın sinerjik bir etki yapmamasıdır.

## 5. SONUÇ

Yumurta tavuklarında farklı düzeylerde keten tohumu ve/veya organik bakır bulunan rasyonların performans ve kimi parametreler üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Rasyon grupları (K, KT6,25, KT12,5, B, B+KT6,25, B+KT12,5) arasında deneme hayvanlarına ilişkin canlı ağırlık değerleri istatistiksel açıdan önemli farklılık göstermemiştir.

- Yem tüketim değerleri sırasıyla 110,06, 113,88, 116,81, 110,16, 110,79, 117,43 g/gün olarak bulunmuş ve gruplar arası fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ( $P<0,01$ ).

- Yemden yararlanma oranı gruplarda sırasıyla 114,24, 119,91, 122,53, 115,52, 119,17, 120,51 g/yumurta olarak saptanmış ve gruplar arası farkın istatistiksel önem taşıdığı belirlenmiştir ( $P<0,05$ ).

- Yumurta verimi gruplarda sırasıyla %96,65, 93,35, 96,33, 95,61, 94,25, 97,47 olarak çıkmış ve gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0,001$ ).

- Rasyon değişiklikleri yumurta ağırlığı, yumurta sarısının ağırlığı ve çapı, kabuk ağırlığı ve kalınlığı gibi yumurta kalite özelliklerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilememiştir.

- Kan kolesterol düzeyleri gruplarda sırasıyla 129,81, 116,26, 97,52, 129,02, 116,27, 102,95 mg/dl biçiminde çıkmış ve gruplar arasında önemli farklılık göstermiştir ( $P<0,001$ ).

- Yumurta sarısı kolesterol düzeyleri ise rasyon gruplarında sırasıyla 5. haftasında 10,40, 8,66, 8,33, 10,21, 9,38 ve 9,67 mg/g, 10. haftada ise 12,65, 12,29, 11,39, 10,38, 10,65 ve 11,63 mg/g olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizde gruplar arasındaki farklılık 5. haftada önemli ( $P<0,05$ ), 10. haftada ise önemsiz bulunmuştur.

- Çalışma genel olarak değerlendirildiğinde, yumurta tavuğu rasyonlarına %12,5 düzeyinde keten tohumu katkısının, yumurta verimi ve kalitesini olumsuz yönde etkilemeden, yumurta kolesterol yoğunluğunu düşürebileceği söylenebilir. Denemenin ikinci ve yedinci haftalarında barınak su dağıtım sisteminde bir aksaklıkla karşılaşılmıştır. Engellenemeyen bu aksaklık yem tüketimi ve buna bağlı değerleri o süreçte kuşkusuz etkilemiştir. Ancak, kısa süren bu durum çalışmanın bütününe gölge düşürücü bulunmamıştır. Araştırmadan ortaya çıkan bir başka sonuç, yumurta kolesterol düzeyi üzerine organik bakır ile keten tohumu arasında sinerjik bir etkinin gözlenmemesidir. İlgili araştırmaların da ışığı altında, denemede kullanılan 125 ppm düzeyindeki organik bakır katkısının beklenen etkiyi göstermede yetersiz kaldığı söylenebilir.

- Kaynak yetersizliği nedeniyle, bu çalışmada, yumurta sarısı yağ asitleri profili üzerine eğilinmemiştir. Daha çok sayıda tavuk üzerinde, daha yüksek ve farklı düzeylerde organik bakır katkılı rasyonlarla yumurta sarısı yağ asitleri profiline eğilmekte yarar görülmektedir. Bununla birlikte, elde edilen sonuçlarının konu ile ilgilenelelere ışık tutacağı söylenebilir.

## ÖZET

### **Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Keten Tohumu ve/veya Bakır Katkısının Bazı Verim Özellikleri ve Yumurta Sarısı Kolesterol Düzeyi Üzerine Etkileri**

Bu çalışma, yumurta tavuğu rasyonlarında farklı düzeylerde keten tohumu ve/veya organik bakır kullanılmasının performans, kan ve yumurta kolesterol düzeyleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla düzenlenmiştir.

Araştırmada 26 haftalık yaşta, 192 adet beyaz yumurtacı yarka (Leghorn) kullanılmıştır. Yarkalar, kontrol (K) ile keten tohumu (KT) ve bakır (B) katkı düzeylerine göre, %6,25 keten tohumu (KT6,25), %12,5 keten tohumu (KT12,5), 125 ppm organik bakır (B), 125 ppm organik bakır + % 6,25 keten tohumu (B+KT6,25), 125 ppm organik bakır + %12,5 keten tohumu (B+KT12,5) biçiminde oluşturulan deneme gruplarına gelişigüzel dağıtılmıştır. Deneme hayvanları, her rasyon grubunda 32 yarka (8 tekerrür x 4 yarka) olacak biçimde kafeslere yerleştirilmiştir. Çalışma 10 hafta sürmüştür.

Denemede 2750 kcal/kg metabolizlenebilir enerji, %16,84 ham protein, %3,73 kalsiyum, %0,44 yararlanabilir fosfor, %0,38 metiyonin ve %0,86 lizin içeren rasyon kullanılmıştır. Deneme grubu rasyonlarına ise belirtilen düzeylerde keten tohumu ve/veya bakır katkısı yapılmıştır. Hayvanlara yem ve su *ad libitum* olarak sunulmuştur.

Günlük yem tüketim düzeyleri, rasyon gruplarında sırasıyla, 110,06, 113,88, 116,81, 110,16, 110,79, 117,43 g bulunmuş ve istatistiksel açıdan gruplar arasındaki farklılık önemli ( $P<0,01$ ) çıkmıştır. Yemden yararlanma oranı ise gruplarda sırasıyla 114,24, 119,91, 122,53, 115,52, 119,17, 120,51 g/yumurta olarak saptanmış ve yapılan istatistiksel analizde gruplar arası farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir ( $P<0,05$ ).

Yumurta verimi, rasyon gruplarında sırasıyla %96,65, 93,35, 96,33, 95,61, 94,25, 97,47 olarak belirlenmiş ve gruplar arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,001$ ).

Rasyonda keten tohumu ve/veya bakır kullanılmasının canlı ağırlık ve yumurta kalite özellikleri (yumurta ağırlığı, sarı ağırlığı, sarı çapı, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı) üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır.

Kan kolesterol yoğunluğu rasyon gruplarında sırasıyla 129,81, 116,26, 97,52, 129,02, 116,27, 102,95 mg/dl biçiminde saptanmış ve gruplar arası farkın önemli olduğu belirlenmiştir ( $P<0,001$ ). Yumurta sarısı kolesterol yoğunluğu da rasyon gruplarında sırasıyla 5. haftada 10,40, 8,66, 8,33, 10,21, 9,38, 9,67, 10. haftada 12,65, 12,29, 11,39, 10,38, 10,65, 11,63 mg/kg olarak belirlenmiştir. Gruplar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan 5. haftada önemli ( $P<0,05$ ), 10. haftada ise önemsiz bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Tavuk, keten tohumu, organik bakır, performans, kolesterol

## SUMMARY

### **Effects of Addition of Flaxseed and/or Organic Copper to Diets of Laying Hens on Production Characteristics, Yolk and Blood Cholesterol Levels**

This study was carried out to determine the effects of different levels of dietary flaxseed and/or organic on performance, blood and yolk cholesterol levels in laying hens.

One hundred ninety two 26-weeks-old leghorn layers were used in the experiment. Laying hens were randomly allocated into 6,25% flaxseed (6,25F), 12,5% flaxseed (12,5F), 125 ppm organic copper (C), 125 ppm organic copper plus 6,25% flaxseed (C+6,25F), 125 ppm organic copper plus 12,5% flaxseed (C+12,5F) treatment groups according to flaxseed (F) and copper (C) levels. They were assigned to treatment groups each containing 32 birds (8 replicates of 4 birds). The experimental period lasted 10 weeks.

Laying hens fed diets including 2750 kcal/kg metabolisable energy, 16,84% crude protein, 3,73% calcium, 0,44% available phosphorus, 0,38% methionine ve 0,86% lysine in the experiment. Flaxseed and/or organic copper was supplemented to treatment group diets at expressed levels. Birds consumed the diets and water *ad libitum*.

Feed consumptions in experimental groups were 110,06, 113,88, 116,81, 110,16, 110,79, 117,43 g/hen/day respectively and statistical differences among the groups were found significant ( $P < 0.01$ ). Feed conversion ratios (FCR) were determined 114,24, 119,91, 122,53, 115,52, 119,17, 120,51 g feed/egg in the experimental groups and differences between the groups were statistically significant ( $P < 0.05$ ).

Egg production in dietary treatment groups were determined as 96,65, 93,35, 96,33, 95,61, 94,25, 97,47% respectively and significant differences were found between experimental groups ( $P < 0.001$ ).

Body weight and egg quality characteristics (egg weight, yolk weight, yolk diameter, shell weight, shell thickness) were not affected by the dietary treatments whereas diets supplemented with flaxseed and/or organic copper.

Blood cholesterol concentrations were determined as 129,81, 116,26, 97,52, 129,02, 116,27, 102,95 mg/dl respectively and differences among the experimental groups were found statistically significant ( $P<0,001$ ). Egg yolk cholesterol concentration in treatment groups were indicated at 5<sup>th</sup> week 10,40, 8,66, 8,33, 10,21, 9,38, 9,67, 10<sup>th</sup> week 12,65, 12,29, 11,39, 10,38, 10,65, 11,63 mg/kg respectively. Differences between groups were found significant ( $P<0.05$ ) at 5<sup>th</sup> week but not significant at 10<sup>th</sup> week.

**Keywords:** Hen, flaxseed, organic copper, performance, cholesterol



## KAYNAKLAR

**Ahn DU, Sunwood HH, Wolfe FH, Sim JS** (1995) *Effects of dietary alpha-linoleic acid and strain of hen on the fatty acid composition, storage, stability and flavor characteristics of chicken eggs*, Poultry Science, 64: 1540–1547.

**Ajuyah, AO, Lee KH, Hardin RT, Sim JS** (1991) *Changes in the yield and in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full fat oil seeds*, Poultry Science, 70: 2304–2314.

**Akbay R** (1982) Bilimsel Tavukçuluk, Güven Matbaası, s: 290, Ankara.

**Aksoy T** (1999) *Tavukların kökeni ve ırkları, sürü yönetim ve bakımı*, Tavuk Yetiştiriciliği, 3. Basım, s: 18–30, 95–108, Ankara.

**Akyıldız AR** (1981) *Baklagil tohumları*, Yemler Bilgisi ve Teknolojisi, 2. basım, s: 126, Ankara.

**Al Ankari A, Najib H, Al Hozab A** (1998) *Yolk and serum cholesterol and production traits, as affected by incorporating a supraoptimal amount of copper in the diet of the leghorn hen*, British Poultry Science, 39: 393–397.

**Alhan CC, Şan M** (2002) *Koroner kalp hastalığı tedavisinde anti-oksidanlar yararlı mı?*, Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi, 15: 203–213.

**Anonim** (1974) *Eidotter-Pigmentierung mit Carophyll*, 2. Auflage, F. Hoffmann-La Roche and Co. AG, Basel, Schweiz, 4–31.

**Anonim** (1989) *Cholesterol and egg news us feed grins*, Council 31.

**Anonim** (2006) *Oilword: World's flaxseed production*, Erişim: [http://www.oilword.biz], Erişim Tarihi: 15.01.2008.

**Anonim** (1999) Watt Poultry Statistical Yearbook.

**Ansari R, Azerbayejani A, Ansari S, Asgari S, Gheisari A** (2006) *Production of egg enriched with omega-3 fatty acids in laying hens*, Arya Journal, 1(4): 242-246.

**Arda M, Minbay A, Aydın N, Akay Ö, İzgür M, Yardımcı H, Esenal ÖM, Erdener J, Akan M** (2002) Kanatlı Hayvan Hastalıkları, Medisan Yayınları, No: 26, s: 135-145, Ankara.

**Ayhan V** (1990) *Yumurta tavuklarında farklı tip yemlemenin yumurta verimi ve kabuk kalitesine etkisi*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yüksek Lisans Tezi, 79 s.

**Azman MA, Yılmaz M** (2006) *Yumurta tavuğu rasyonlarına katılan bakırın performans ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi*, Lalahan Araştırma Enstitüsü Dergisi, 46 (2): 33–38.

**Bair CW, Marion WW** (1978) *Yolk cholesterol in eggs from various avian species*, Poultry Science, 57: 1260–1265.

**Balevi T, Coşkun B** (2004) *Effects of dietary copper on production and egg cholesterol content in laying hens*, British Poultry Science, 45(4): 530–534.

**Barbour GW, Sim JS** (1991) *True metabolizable energy and true amino acid availability in canola and flax products for poultry*, Poultry Science, 70: 2154–2160.

**Basmacıoğlu H, Ergül M** (2000) *Yumurta tavuklarında yumurtanın kolesterol içeriği ile diğer bazı özelliklerine etki eden etmenler üzerinde bir araştırma*, Uluslararası Hayvancılık Kongresi, s: 318–325.

**Basmacıoğlu H, Ergül M** (2003) *Research on the factors affecting cholesterol content and some other characteristics of eggs in laying hens, the effects of genotype and rearing system*, Turk Journal Veterinary Animal Science, 29: 157–164.

**Baumgartner J, Simenovova J** (1994) *Breed or line differences of cholesterol content in quail eggs*, Proceedings of 19. World's Poultry Congress, 20–24 September, 3: 265–267, Amsterdam-Netherlands.

**Baumgartner S, Brown DL, Salevsky E, Leach RM** (1978) *Copper deficiency in laying hen*, Journal Nutrition, 108: 804-811.

**Becker WA, Spencer JV, Verstrate JH, Mirosh LW** (1977) *Genetic analysis of chicken egg yolk cholesterol*, Poultry Science, 56: 895–901.

**Beteridge DJ, Morrell JM** (1998) *Lipids and coronary heart disease*, Chapman and Health Medical, pp: 276, London.

**Beyer RS, Jensen LS** (1989) *Cholesterol content of commercially produced eggs in Georgia*, Poultry Science, 68: 1703–1706.

**Bragagnolo N, Rodriguez-Amaya DB** (2003) *Comparasion of cholesterol content of Brazilian chicken and quail eggs*, Journal of Food Comparision and Analysis 16: 147-153.

**Brendl J, Kruparova M, Kminke M** (1979) *Trends in and prospects for cholesterol concentration in hens eggs on a World Wide Scala*, Food Science and Technology, Abstract 15: 7092, British Poultry Science, 41: 608–614.

**Ceylan N, Tuncer E, Gökçeyrek D, Yenice E** (1999) *Yumurta tavuklarının beslenmesinde organik mineral (şelat) bileşiklerin önemi*, Yutav Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı Bildiriler, 3–5.06.1999, İstanbul.

**Cheeke PR** (1995) *Toxicans of plant origin, Volume 2 Glicosides*, CRC Press Inc., Boca Raton, pp: 97-141, Florida.

**Cherian G, Sim JS** (1996) *Changes in the breast milk fatty acids and plasma lipids of nursing mothers following consumption of n–3 polyunsaturated fatty acid enriched eggs*, Nutrition, 12: 8–12.

**Cohen J** (2002) *Tribasic copper concentration of eggs and tissues*, Poultry Science, 55 (3): 1077–1083.

**Cook and Briggs GM** (1986) *The nutritive value of eggs*, Egg Science and Technology, pp: 141–165.

**Çördük M, Demirel R** (1996) *Yumurtada kolesterol düzeyeni etkileyen faktörler*, Çiftlik Dergisi, 130: 48-53.

**Davis GK, Mertz W** (1987) *Copper. in: W. Mertz (Ed.) Trace elements in human and animal nutrition*, Academic Press Inc., pp: 301-364, San Diego.

**Donald S, Mc. Namara, Gürel A** (1999) *Kolesterol ve kalp hastalıkları* (Tercüme) Çiftlik Dergisi, 182: 66-73.

**Doran BH, Quisenberry JH, Krueger WF, Bradley JW** (1980) *Response of thirty egg type stocks of four layer diets differing in protein and caloric levels*, Poultry Science, 59: 1082–1089.

**DPT** (2006) *Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007–2013)*, Hayvancılık Özel İhtisas Komisyonu, Ankara.

**Duncan DB** (1955) *Multiple range and multiple F-tests*, Biometrics, 11: 1–42.

**Ensminger ME, Olentine CG** (1980) *Feeds and Nutrition Complete*, First Edition, The Ensminger Publishing Company, California.

**Ensminger ME, Oldfield JH, Heinemann WW** (1990) *Feeding Goats*, Feeds and Nutrition, Second Edition, Volume 1, Ensminger Publishing Company, California.

**Eratek S** (1991) *Yumurta tavuklarında karma yem besin madde yoğunluğunun yumurta kalitesine etkileri*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 81 s.

**Erlaçın S** (1985) *Lipidler*, Temel İlkeler ile Biyokimya, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, s: 164 -197, İzmir.

**FAO** (2004) *İstatik bilgi*, Erişim: [<http://faostat.fao.org/faostat/>], Erişim Tarihi: 12.15.2007.

**Farrell DJ** (1993) *One's Designer Egg; Recent Advances*, Recent Advances in Animal Nutrition in Australia, pp: 291–302.

**Farrell DJ** (1997) *The importance of eggs in a healthy diet*, Poultry International, 36: 72–78.

**Ferrrier LK, Leeson S, Holub BJ, Caston L, Squires FJ** (1995) *High linolenic acid eggs and their influence on blood lipids in humans*, department of animal, Poultry Science, 362–373.

**Gaetke LM, Chow CK** (2003) *Copper toxicity, oxidative stres and antioxidant nutrients*, Toxicology, 189: 147–163.

**Gissel C, Lindfeld A, Ehnenbrink HL** (1976) *Effects of breed, age and diet of hens on the cholesterol content of the egg yolk*, Food Science and Technology, Abstract 9: 2020.

**Göncüoğlu E** (2003) *Yumurta tavuklarında kullanılan keten tohumu yağının yumurta kalitesi, yağ asitleri ve kolesterol düzeyine etkileri*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

**Guttridge JMC, Stocks J** (1981) *Ceruloplasmin: physiological and pathological perspectives*. CRC. Crit. Review Clinical Laboratory Science 14: 257-329.

**Gürbüz E, Balevi T, Coşkun B, Çitil Ö** (2007) *Rasyonlara farklı oranlarda ilave edilen keten tohumu ve selenyumun yumurta tavuklarında performans ve yumurta yağ asidi kompozisyonları üzerine etkisi*, 4.Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, Bursa.

**Hall LM, Mckay JC** (1992) *The relationship between yolk cholesterol and total lipid concentration throughout the first year of egg production in the domestic fowl*, British Poultry Science, 34 (3): 487–95.

**Halliwell B, Gutteridge JMC** (1984) *Lipid peroxidation oxygen radicals, cell damage and antioxidant therapy*, The Lancet 23:1396-1398

**Hansen JC, Thorling EB** (1994) *Fatty acid composition in Danish eggs*, Dansk Veterinærtidsskrift 77: 844–845.

**Hargis PS** (1998) *Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl, a review*, World's Poultry Science Journal, 44: 17–29.

**Hargis PS, Van Elswyk ME** (1993) *Manipulating the fatty acid composition of poultry meat and eggs for the health conscious consumer*, World's Poultry Science Journal, 49: 251-264.

**Hargis, PS, VanElswyk ME, Hargis BM** (1991) *Dietary modification of yolk lipid with menhaden oil*, Poultry Science, 70: 874–884.

**Harper HA** (1976) *Lipid metabolizması*, Fizyolojik Kimyaya Bakış, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları, s: 409–420, İzmir.

**Hasipek S, Akbaş N** (1991) *Ülkemizde tavuk eti ve yumurtanın beslenmedeki yeri ve önemi*, Tavukçuluk Kongresi, s: 26–35, İstanbul.

**Idowu OMO, Laniyan TF, Kuye OA, Oladele- Ojo VO, Eruvbetine D** (2006) *Effects of copper salts on performance cholesterol residues in liver, eggs and excreta of laying hens*, Archivos de Zootecnia, 55 (212): 327-338.

**İnal T** (1992) *Yumurta hijyeni*, Besin Hijyeni Hayvansal Gıdaların Sağlık ve Kontrolü, Final Ofset, 687–723, İstanbul.

**İşleroğlu H, Yıldırım Z, Yıldırım M** (2005) *Fonksiyonel bir gıda olarak keten tohumu*, Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (2): 23–30.

**Jackson N, Stevenson MH, Kirkpatrick GMCC** (1979) *Effects of the protracted feeding of copper sulphate-supplemented diets to laying, domestic fowl on egg production and on specific tissues, with special reference to mineral content*, British Journal Nutrition, 42: 253–266.

**Jiang Z, Sim JS** (1991) *Research note: egg cholesterol values in relation to the age of laying hens and to egg and yolk weights*, Poultry Science, 70: 1838–1841.

**Kaya S, Pirinççi İ** (2002) *Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji*, Edit. Kaya S, Pirinççi İ, Bilgili A, Medisan Yayınları, 2. Baskı, 313–329, 332–338, Ankara.

**Kling LJ, Hawes RO** (1990) *Effect of fat, protein and methionine concentrations on egg size and production in early matured Brown-egg type pullets*, Poultry Science, 69: 1943–1949.

**Koru İC** (1995) *Kanatlılar için rendering ürünleri*, National Renderers Association, No: 1995–6.

**Köksal O** (1994) *Kalp damar hastalıkları ve beslenme*, Çiftlik Dergisi, 123: 52–58.

**Kratzer F, Pran V** (1996) *The use of flaxseed as a poultry feedstuff*, Erişim: [<http://www.animal.science.ucdavis.edu/Avian/psf21.html>], Erişim Tarihi: 10.02.2007

**Ksiazkiewicz J, Kisiel T** (2001) *Effect of origin on the relationship between physical traits of eggs and lipid compounds of egg yolk in conservative flocks of ducks*, Proceedings of IX European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, pp: 73–79, Kuşadası-Türkiye.

**Leeson S, Summers JD** (1997) *Feeding programs for laying hens*, 191, Commercial Poultry Nutrition (Second Edition), Published by University Books, Guelph, Ontario, pp: 35, Canada.

**Leskanich CO, Noble RC** (1997) *Manipulation of the n–3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat*, World's Poultry Science Journal, Vol.53 (2): 155–183.

**Lopez-Ferrer S, Baucells MD, Barroeta AC, Grashorn MA** (2001) *N–3 enrichment of chicken meat using fish oil, Alternative substitution with rapeseed and linseed oils*. Poultry Science, 1999; 78: 356–365.

**Marceau N, Aspin N** (1973) *The intracellular distribution of radio-copper derived from ceruplasmin and from albumin*, Biochimica Biophysica Acta, 328: 338–350.

**March BE, MacMillan C** (1990) *Linoleic acid as mediator of egg size*, Poultry Science, 69: 634–639.

**Marks HL, Washburn KW** (1977) *Divergent selection for cholesterol in laying hens*, British Polutry Science 18: 179–188.

**Marshall AC, Kubena KR, Hinton KS, Hargis PS, Elswyk ME** (1994) *n–3 fatty acid enriched table eggs; a survey of consumer acceptability*, Poultry Science, 73: 1334–1340.

**Melluzi A, Sirri F, Giordani G, Franhini A** (1995) *Cholesterol level and fatty acid composition of commercially produced eggs*, Italy Rivista di Avicoltura, 64(10): 65–68.

**Mensik RP** (1995) *Effects of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on risk factors for ischaemic heart disease*, Universty of Sydney Nutrition Research Foundation Annual Symposium.

**Miles RD** (1998) *Designer eggs*, In: Biotechno-logy in the Feed Industry. Proceedings of Alltech's 14<sup>th</sup> Annual Symposium, Nottingham Universty Press. Ed: Lyons TP, Jacques KA, pp: 427-435, England.

**Muğlalı ÖH** (2001) *Yumurta tavuklarının beslenmesi*, Kanatlı Beslenme Dinamiği ve Biyogüvenlik, Minpa Matbaacılık s: 196–219, Ankara.

**Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW** (1999) *Haper's Biochemistry A Large Medical Book Appleton and Large Satmford Connecticut*, London Twenty- fifth Edition, pp: 1927.

**Naber EC** (1976) *The cholesterol problem, the egg and lipid metabolism in the laying hen*, Poultry Science, 55 (1): 14–30.

**Nakaue HS, Lowry RR, Cheeko PR, Arscott GH** (1980) *The effect of dietary alfalfa of varying saponin content on egg cholesterol and laying performance*, Poultry Science, 59: 2744–2749.

**Noble RC, Cocchi M, Tuchetto E** (1990) *Egg Ft, A case for Concern?* World Poultry Science Journal, 46:109-118.

**Okuyan MR, Tuncel E, Bayındır Ş, Yıldırım Z** (1977) *Kümes kanatlılarının besin madde gereksinimleri*, Uludağ Üniversitesi Yayınları, No: 7–009–0143, Ulusal Bilimler Akademisi Çeviri, Sayı:1, Bursa.

**Oltjen RR, Dinius DA** (1975) *Poduction practices that alter composition of foods of animal orgin*, Journal Animal Science, 41: 703–722.

**Onbaşlar E, Atasoy F, Yalçın S** (2001) *The egg cholesterol levels of Denizli and Hyline brown chickens*, Proceedings of IX European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, pp: 85–89.

**Özdamar K** (2004) *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi*, 5. Baskı, Kaan Kitabevi, s: 451–475, Eskişehir.

**Özkan K** (1986) *Hayvansal besinler ve sağlık*, Tarım ve Mühendislik Dergisi 20: 18–20.

**Pearce, J, Jackson, N, Stevenson MH** (1983) *The effect of dietary concentration on copper sulphate on the laying domestic fowl: effects on some aspects of lipid, carbohydrate and amino acid metabolism*, British Poultry Science, 24: 337–348.

**Pesti, BM, Bakkalli RI** (1998) *Studies on the effect of feeding cupric sulfate pentahydrate to laying hens on egg cholesterol content*, Poultry Science, 77: 1540-1545.

**Qureshi AI, Suri M, Ahmed S, Nasar A, Divani A, Kirmani J** (2007) *Regular egg consumption does not increase the risk of stroke and cardiyovaskuler disease*, Medical Science Monitor, 13(1): CR1-8.

**Salageanu G, Bota AN** (1981) *Cholesterol content of hen's egg in relation to the age of hen's and the egg storage conditions*, Food Science Technology, Abstract, 15:7185.

**Sarı M, Akşit M, Özdoğan M, Basmacıoğlu H** (2002) *Effects of addition of Flaxseed to diets of laying hens on some production characteristics, levels of yolk and serum cholesterol and fatty acid composition of yolk*, Arch. Geflügelk, 66 (2) 75-79.

**Sarıca Ş** (2003) *Omega-3 yağ asitlerinin insan sağlığı üzerine etkileri ve tavuk etinin omega-3 yağ asitlerince zenginleştirilmesi*, Hayvansal Üretim, 44(2): 1-9.

**Savage JE, Bird DW, Reynolds G, O'Dell BL** (1966) *Comparison of copper deficiency and lathyrism in Turkey poults*, Journal Nutrition, 88:1525.

**Scharf G, Elmadfa** (1998) *Fatty acid composition of commercially available eggs*, Ernährung, 22:99-102.

**Sencer E** (1983) *Beslenme ve diet*, İstanbul Tıp Fakültesi Yayınları, 404s.

**Sims JS, Bragg DB** (1977) *Effect of dietary factors on serum and egg yolk cholesterol levels of laying hens*, Poultry Science, 56 (5):1616-621.

**Simopoulos AP** (1991) *Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development*, American Journal of Clinical Nutrition, 54: 438-463.

**Simopoulos AP** (2000) *Symposium: role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA, Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids*, Poultry Science, 79.

**Stadelman W J, Olson WM, Shemwell GA, Pasch S** (1988) *Egg and Poultry Meat Processing*, Ellis Horwood Ltd. Chichester, pp: 20-40, England.

**Stevenson MH, Pearce J, Jackson N** (1983) *The effects of dietary intake and of dietary concentration of copper sulphate on the laying domestic fowl: effects on laying performance and tissue mineral content*, British Poultry Science, 24: 327-335



**Şenköylü N** (2001) *Ticari yumurta tavukların besleme ve yemlenmesi*, Ticari Yumurta Tavukçuluğu Modern Tavuk Üretimi, 277-290, 467-488.

**Tekeli SK, Öztapak K, Esen Gürsel F** (2005) *Yumurtacı tavukların yemine yüksek dozda ilave edilen bakırın yumurta üretimi, yumurta kabuk ağırlığı ve yumurta kabuk kalınlığına etkisi*, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 31(1): 179-185.

**Thompson GR** (1991) *Plazma Lipitleri ve Lipoproteinleri Hiperlipidemi El Kitabı* (Çeviri Editörü E. Tamuğur ), Uycan Yayınları A.Ş. 237s, İstanbul.

**Toplan S, Darıyerli N, Özçelik D, Akyolcu MC** (2003) *Sıçanlarda deneysel bakır uygulamasının oksidan ve antioksidan sistemler üzerine etkileri*, Cerrahpaşa Journal of Medicine, 34:185-187.

**Tunstall- Pedeo H** (1987) *Cholesterol in the human diet a medical viewpoint*, Egg quality- Current Problems and Recent Advances Wells, R.G. ve Belyavin C.G. (Eds.) Carfax Publishing Company, Butterfworths, 57-67, England.

**USDA** (1976) *Composition of Food Dairy and Egg Production-Raw Processed Prepared Agriculture Handbook No. 8-1*. USDA ARS Washington, D.C.

**USDA** (1999) *Nutrient Database for Standard Reference*, Release 13, November, NDB No: 01124 and 01125.

**Van Elswyk ME, Givens DI, Frayn KN** (1997) *Comporision of n-3 fatty acid sources in laying hen rations for improvoment of whole nutritional quality: a review* British Journal Nutrion, 78: 61-69.

**Velioğlu S** (2000) *Doğal Antioksidanların İnsan Sağlığına Etkileri*, Gıda, 3: 167-77.

**Yalçın, S, Çakır S** (2004) *Yumurta kolesterol düzeyine etki eden faktörler*, Lalahan Hayvansal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 44 (1) 51– 63.

**Yalçın S, Altan Ö, Koçak Ç** (1992) *Trakya Bölgesi 1. Hayvancılık Sempozyum*, Tekirdağ Hasad Yayıncılık Hayvancılık Serisi 2.

## **ÖZGEÇMİŞ**

İzmir’de 1981 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini aynı ilde tamamladı. Liseyi İzmir Çimentaş Süper Lisesinde tamamladıktan sonra yüksek öğrenimine 1999 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesinde başladı ve 2005 yılında mezun oldu. Aynı yıl Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalında Yüksek Lisans Programına başladı. Halen aynı anabilim dalında lisansüstü öğrenimine devam etmektedir.

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince yakın ilgi ve tavsiyelerini esirgemeyen başta danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa SARI'ya, her konuda katkılarını hiç eksik etmeyen Sayın Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL'a, istatistiksel analizlerinin yapılmasındaki yardımlarından dolayı Sayın Prof. Dr. Ahmet NAZLIGÜL'e, Sayın Doç Dr. Erbay BARDAKÇIOĞLU'na ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Değer ORAL TOPLU'ya, yumurtada kolesterol analizindeki katkılarından dolayı Sayın Doç. Dr. Cengiz GÖKBULUT'a, deneme aşamasında eşsiz yardımlarından dolayı Arş. Gör. Dr. Özcan CENGİZ'e, Araş. Gör. Onur TATLI'ya, Araş. Gör. Ömer SEVİM'e ve Araş. Gör. Evrim DERELİ FİDAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bana her zaman sabır ve anlayış gösteren ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

VTF-07001 nolu projeye sağladıkları destekten dolayı Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na teşekkürü borç bilirim.