

**FARKLI SEVİYELERDEKİ SARIMSAK
TOZUNUN (*Allium sativum*) VE
BAKIRIN YUMURTACI TAVUKLARDA
PERFORMANS, YUMURTA KALİTESİ VE
LİPİD METABOLİZMASI ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Hatice KAYA
Doktora Tezi
Zootekni Anabilim Dalı
Prof. Dr. Muhlis MACİT
2008
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

FARKLI SEVİYELERDEKİ SARIMSAK
TOZUNUN (*Allium sativum*) VE BAKIRIN YUMURTACI
TAVUKLARDA PERFORMANS, YUMURTA KALİTESİ VE LİPİD
METABOLİZMASI ÜZERİNE ETKİLERİ

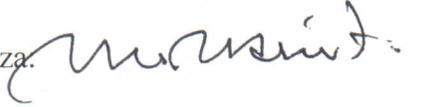
Hatice KAYA

ZOOOTEKNİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2008

Her hakkı saklıdır

Prof Dr. Muhlis MACİT danışmanlığında, Arş. Gör. Hatice KAYA tarafından hazırlanan bu çalışma 22./12./2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Muhlis MACİT İmza: 

Üye : Doç. Dr. Murat DEMİREL İmza: 

Üye : Doç. Dr. Mehmet KARAOĞLU İmza: 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif YAKIŞ İmza: 

Üye : Yrd.-Doç.-Dr. Şaban GELEBİ İmza: 

Yukarıdaki sonucu onaylarım



Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdürü

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir. Proje No: BAP 2007/111

ÖZET

Doktora Tezi

FARKLI SEVİYELERDEKİ SARIMSAK TOZUNUN (*Allium sativum*) VE BAKIRIN YUMURTACI TAVUKLARDA PERFORMANS, YUMURTA KALİTESİ VE LİPİD METABOLİZMASI ÜZERİNE ETKİLERİ

Hatice KAYA

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootečni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Muhlis MACİT

Farklı seviyelerde fırında kurutulmuş sarımsak tozu (*Allium sativum*) ve bakırın herbirinin ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) tek başına ve kombine olarak rasyona ilavesinin yumurtacı tavuklarda performans, yumurta kalitesi, organoleptik özellikler ve lipid metabolizması üzerine etkilerini incelemek amacıyla yürütülen çalışmada, 38 haftalık yaşta, 240 adet Lohmann ırkı hibrit ticari yumurta tavuğu, her bir grupta 6 tekerrür ve her tekerrürde (kafes) 5 hayvan olacak şekilde 8 farklı diyetel gruba ayrılmıştır. Birinci gruptaki hayvanlar bazal rasyonla, diğer gruptakiler ise bazal rasyona 200 ppm bakır, %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+200 ppm bakır, %4 sarımsak tozu, %4 sarımsak tozu +200 ppm bakır, %6 sarımsak tozu ve %6 sarımsak tozu+200 ppm bakır ilave edilerek oluşturulan rasyonlarla bir haftası deneme yemlerine alıştırmaya periyodu olmak üzere toplam on iki hafta süreyle beslenmişlerdir.

Sarımsak tozu ve bakır ile besleme yemden yararlanma ve hasarlı yumurta oranını etkilemezken yumurta ağırlığı, yumurta verimi ve yem tüketimini düşürmüştür ($P < 0.01$). Kırılma mukavemeti ve sarı indeksi hariç yumurta kalite kriterlerinde gruplar arasında herhangi bir farklılık olmamıştır. Organoleptik değerlendirmede yalnızca aroma ve genel kabuledilebilirlikte gruplar arası farklılık olmuştur ($P < 0.05$). Sarımsak tozunun artan seviyesiyle yumurtanın aroma, tat ve genel kabuledilebilirlik değerlendirmeleri linear olarak azalmış ve sarımsak tozunun etkisi daha fazla hissedilmiştir. Rasyona sarımsak tozu ve bakır ilavesi karaciğerde ve abdominal bölgede yağ birikimini azaltmıştır. Ayrıca, linoleik ve linolenik yağ asitleri bakımından zengin olan sarımsağın bu özelliğini yumurta sarısı yağ asidi profiline yansıttığı belirlenmiştir.

Grupların yumurta sarısı ve serum kolesterol konsantrasyonları sırasıyla %18.36, 18.07, 18.10, 18.69, 17.57, 17.97, 15.68, 17.38 ve %18.59, 18.15, 18.62, 18.99, 19.81, 20.41, 20.32, 20.53 olarak tespit edilmiştir. Linear olarak artan sarımsak tozu seviyesiyle yumurta sarısı kolesterol içeriği azalırken, serum kolesterolü artmıştır. Yumurta sarısı ve serum kolesterolü arasındaki korelasyon negatif yönlü ve önemsiz bulunmuştur ($r = -0.153$, $P = 0.347$). Sonuç olarak, fırında kurutulmuş sarımsak tozu performans ve yumurta kalite kriterleri üzerine önemli ve olumsuz bir etki yapmaksızın bakırsız olarak tek başına yumurtacı tavuk rasyonlarında kolesterol düşürücü ajan olarak %6 seviyesine kadar kullanılabilceği tespit edilmiştir.

2008, 108 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yumurtacı tavuk, Sarımsak tozu, Bakır, Performans, Yumurta kalitesi, Lipid metabolizması.

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

EFFECT OF INCLUSION OF GARLIC (*Allium sativum*) POWDER AT DIFFERENT LEVELS AND CUPPER INTO DIETS OF HENS ON PERFORMANCE, EGG QUALITY TRAITS AND LIPID METABOLISM

Hatice KAYA

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Muhlis MACİT

This experiment was conducted to investigate the effects of inclusion of oven dried garlic powder (*Allium sativum*) at different levels and copper into diets of hens on performance, egg quality traits, organoleptic traits and lipid metabolism. A total of 240 Lohmann white layers, 38 wks of age, were allocated randomly eight groups, each formed 6 replicate cages as subgroups, comprising of five hens. Treatment groups were fed diets containing a standard commercial layer diet, basal diet plus 200 ppm copper ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), %2 garlic powder, %2 garlic powder+200 ppm copper, %4 garlic powder, %4 garlic powder+200 ppm copper, %6 garlic powder and %6 garlic powder+ 200 ppm copper from week 38th to 50rd.

Feed conversion efficiency (kg feed consumed/kg egg obtained) and cracked egg (%) were not affected by feeding garlic powder and copper. Egg weight, egg production and feed consumption decreased with garlic powder and copper supplementation ($P < 0.01$). There were no differences in the egg quality traits except for shell stiffness (kg/cm^2) and yolk index (%). The only organoleptic assessment difference was for aroma and overall acceptability. Aroma, flavor and overall acceptability of the egg decreased linearly with increasing levels of garlic powder. Garlic powder and copper supplementation reduced the lipid accumulation in the liver and abdominal fat. The garlic powder fatty acid compositions were reflected to fatty acid composition of egg yolk.

Cholesterol in egg yolk and serum for the groups were %18.36, 18.07, 18.10, 18.69, 17.57, 17.97, 15.68, 17.38 and %18.59, 18.15, 18.62, 18.99, 19.81, 20.41, 20.32, 20.53, respectively. Egg yolk cholesterol concentration decreased linearly with increased levels of garlic powder but serum cholesterol concentration increased. The correlation between serum and egg yolk cholesterol levels were appeared low and negative ($r = -0.153$, $P = 0.347$). Consequently, supplemental oven dried garlic decreased linearly yolk cholesterol concentration without having a significant effect on laying performance and quality characteristics of egg but not copper. At the end of the study it was observed that oven dried garlic powder can be used up to %6 as a hypocholesterolemic agent in practical layer diets without copper.

2008, 108 pages

Keywords: Laying hen, Garlic powder, Copper, Performance, Egg quality, Lipid metabolism

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlama aşamasından son aşamasına kadar bilgisi, tecrübesi ve gösterdiği sabır ile her konuda bana destek olan tez danışmanım çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Muhlis MACİT'e sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Hayatıma girdiği andan beri özellikle doktora çalışmam süresince büyük destek ve yardımını gördüğüm eşim Adem KAYA'ya en derin şükranlarımı sunarım.

Ayrıca istatistik analizlerin yapılmasında bilgisinden faydalandığım Sayın Doç. Dr. Nurinisa ESENBOĞA'ya teşekkür ederim.

Hatice KAYA

Aralık 2008

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1. 1. Genel.....	1
1. 2. Yumurtanın besin madde kompozisyonu.....	3
1. 3. Yumurta tüketimi ve kolesterol.....	5
1. 4. Yumurta sarısı kolesterolü ile kan kolesterolü arasındaki ilişki.....	9
1. 5. Yumurta sarısı kolesterolünü düşürücü faktörler.....	10
1. 5. 1. Sarımsak (<i>Allium sativum</i>).....	12
1. 5. 1. a. Sarımsağın kimyasal bileşimi.....	13
1. 5. 1. b. Sarımsağın performans ve yumurta kalitesi üzerine etkileri.....	15
1. 5. 1. c. Sarımsağın lipid metabolizması üzerine etkileri.....	16
1. 5. 2. Bakır.....	17
1. 5. 2. a. Bakır metabolizması.....	18
1. 5. 2. b. Bakır kaynakları.....	18
1. 5. 2. c. Bakırın kanatlı rasyonlarında kullanımı.....	19
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	21
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	42
3. 1. Materyal.....	42
3. 1. 1. Hayvan materyali.....	42
3. 1. 2. Yem materyali.....	42
3. 1. 3. Yağ asitlerinin ekstraksiyonlarında kullanılan çözeltiler	42
3. 1. 4. Yağ asitlerinin belirlenmesinde kullanılan gaz kromatografisi	43
3. 1. 5. Yumurta sarısı ile kan kolesterolü ve trigliserid içeriklerinin belirlenmesinde kullanılan çözeltiler.....	43

3. 2. Yöntem	44
3. 2. 1. Deneme gruplarının oluşturulması ve beslenmesi.....	44
3. 2. 2. Performans özelliklerinin belirlenmesi.....	46
3. 2. 2. a. Yumurta ağırlığının belirlenmesi.....	46
3. 2. 2. b. Yumurta veriminin belirlenmesi.....	47
3. 2. 2. c. Yem tüketiminin belirlenmesi.....	47
3. 2. 2. d. Yemden yararlanma oranının belirlenmesi.....	47
3. 2. 2. e. Hasarlı yumurta oranının belirlenmesi.....	47
3. 2. 3. Yumurta kalite kriterlerinin belirlenmesi.....	48
3. 2. 3. a. Yumurta ağırlığının belirlenmesi.....	48
3. 2. 3. b. Kabuk ağırlığının belirlenmesi.....	48
3. 2. 3. c. Kabuk kalınlığının belirlenmesi.....	48
3. 2. 3. d. Kırılma mukavemetinin belirlenmesi.....	49
3. 2. 3. e. Şekil indeksinin belirlenmesi.....	49
3. 2. 3. f. Yumurta iç kalite özelliklerinin belirlenmesi.....	49
3. 2. 3. g. Haugh biriminin belirlenmesi.....	50
3. 2. 4. Duyusal analizler.....	51
3. 2. 5. Lipid metabolizması parametrelerinin belirlenmesi.....	52
3. 2. 5. a. Abdominal yağ ve karaciğer ağırlıklarının belirlenmesi.....	52
3. 2. 5. b. Karaciğer yağ oranının belirlenmesi.....	52
3. 2. 5. c. Yumurta sarısı örneklerinde yağ ekstraksiyonu.....	52
3. 2. 5. d. Yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonlarının belirlenmesi.....	53
3. 2. 5. e. Yumurta sarısı kolesterol ve trigliserid düzeylerinin belirlenmesi....	53
3. 2. 5. f. Kan kolesterol ve trigliserid düzeylerinin belirlenmesi.....	55
3. 2. 6. İstatistik analizler.....	55
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	57
4. 1. Performansa ait bulgular.....	57
4. 1. 1. Canlı ağırlık değişimi.....	57
4. 1. 2. Yumurta ağırlığı.....	60
4. 1. 3. Yumurta verimi.....	62
4. 1. 4. Yem tüketimi.....	63
4. 1. 5. Yemden yararlanma oranı.....	64

4. 1. 6. Hasarlı yumurta oranları.....	65
4. 2. Yumurta kalite kriterlerine ait bulgular.....	66
4. 2. 1. Yumurta ağırlığı.....	66
4. 2. 2. Şekil indeksi.....	68
4. 2. 3. Kırılma mukavemeti.....	69
4. 2. 4. Kabuk kalınlığı.....	71
4. 2. 5. Kabuk ağırlığı.....	72
4. 2. 6. Sarı rengi.....	73
4. 2. 7. Sarı indeksi.....	74
4. 2. 8. Ak indeksi.....	75
4. 2. 9. Haugh birimi.....	76
4. 3. Yumurta duysal analizlerine ait bulgular.....	77
4. 3. 1. Koku.....	77
4. 3. 2. Renk.....	78
4. 3. 3. Tat.....	78
4. 3. 4. Aroma.....	79
4. 3. 5. Genel kabuledilebilirlik.....	80
4. 4. Lipid metabolizmasına ait bulgular.....	80
4. 4. 1. Karaciğer ve abdominal yağ ağırlıklarına ait bulgular.....	81
4. 4. 2. Karaciğer yağ oranına ait bulgular.....	84
4.4.3. Karaciğer kuru maddesi ve kuru madde yağ oranı... ..	84
4. 4. 4. Yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonuna ait değerler.....	86
4. 4. 5. Yumurta sarısı kolesterol ve trigliserid düzeyine ait değerler.....	90
4. 4. 6. Kan kolesterol ve trigliserid düzeyine ait değerler.....	94
4. 4. 7. Yumurta sarısı kolesterol içeriği ve serum kolesterol içeriği arasındaki ilişki.....	95
4. 4. 8. Yumurta ve serum kolesterol içerikleri ile bazı verim kriterleri arasındaki ilişkiler.....	96
5.SONUÇ.....	98
KAYNAKLAR.....	101
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER DİZİNİ

μ l	Mikrolitre
dk	Dakika
dl	Desilitre
g	Gram
HDL	Yüksek Dansiteli Lipoprotein
kg	Kilogram
LDL	Düşük Dansiteli Lipoprotein
ME	Metabolik Enerji
mg	Miligram
ml	Mililitre
MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asidi
ω -3	Omega-3 Yağ Asidi
ω -6	Omega-6 Yağ Asidi
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asidi
SFA	Doymuş Yağ Asidi
UFA	Doymamış Yağ asidi
VLDL	Çok Düşük Dansiteli Lipoprotein

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. Kolesterol biyosentezi.....	7
Şekil 1. 2. Allisin'in oluşum mekanizması.....	14
Şekil 4.1. Sarımsak tozu seviyelerinin kırılma mukavemeti üzerine etkileri.....	70
Şekil 4.2. 200 ppm bakırın kırılma mukavemeti üzerine etkisi.....	70
Şekil 4.3. Sarımsak tozu ve bakırın kırılma mukavemeti üzerine etkileri.....	71
Şekil 4.4. Sarımsak tozu seviyelerinin kabuk ağırlığı üzerine etkileri.....	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Yumurtanın yağ asidi kompozisyonu	4
Çizelge 1.2. Kolesterol seviyelerinin canlılar üzerindeki etkisi.....	8
Çizelge 1.3. Yumurta tüketimi ve serum kolesterol düzeyleri arasındaki ilişki.....	10
Çizelge 1.4. Sarımsağın toplam lipid yağ asidi kompozisyonu.....	15
Çizelge 1.5. Bazı hayvanların rasyonundaki bakır ihtiyacı ve toksik miktar.....	19
Çizelge 1.6. Değişik kaynaklarda bulunan bakırın biyolojik yararlılık oranları.....	19
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan sarımsak tozunun kimyasal kompozisyonu.....	45
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan bazal yemin bileşimi ve kimyasal kompozisyonu.	45
Çizelge 3.3. Denemede kullanılan karma yemlerin bileşimi ve kimyasal kompozisyonu.....	46
Çizelge 3.4. Yumurtaların duyuusal analizinde kullanılan skala örneği.....	51
Çizelge 4.1. Sarımsak ve bakır gruplarının canlı ağırlık kriterlerine ait ortalama değerleri.....	58
Çizelge 4.2. Deneme gruplarının canlı ağırlık kriterlerine ait ortalama değerleri.....	59
Çizelge 4.3. Sarımsak ve bakır gruplarının performans özelliklerine ait ortalama değerleri.....	60
Çizelge 4.4. Deneme gruplarının performans özelliklerine ait ortalama değerleri.....	61
Çizelge 4.5. Sarımsak ve bakır gruplarının yumurta kalite kriterlerine ait ortalama değerleri.....	67
Çizelge 4.6. Deneme gruplarının yumurta kalite kriterlerine ait ortalama değerler.....	68
Çizelge 4.7. Deneme gruplarından elde edilen yumurtaların duyuusal analiz değerleri.....	78
Çizelge 4.8. Sarımsak ve bakır gruplarının karaciğer ve abdominal yağ ağırlıkları ile karaciğer yağ oranına ait ortalama değerler.....	82
Çizelge 4.9. Deneme gruplarının karaciğer ve abdominal yağ ağırlıkları ile karaciğer yağ oranına ait ortalama değerler.....	83
Çizelge 4.10. Sarımsak ve bakır gruplarının yumurta sarısı yağ asidi kompozisyon değerleri	88

Çizelge 4.11. Deneme gruplarının yumurta sarısı yağ asidi kompozisyon değerleri.....	89
Çizelge 4.12. Sarımsak ve bakır gruplarının yumurta sarısı ve serum kolesterolü ile trigliserid seviyelerine ait ortalama değerler.....	91
Çizelge 4.13. Deneme gruplarının yumurta sarısı ve serum kolesterolü ile trigliserid seviyelerine ait ortalama değerler.....	93
Çizelge 4. 14. Deneme gruplarının yumurta sarısı kolesterol içeriği ile serum kolesterol içeriği arasındaki ilişkiye ait korelasyon katsayıları ve önemlilik dereceleri.....	96
Çizelge 4.15. Deneme gruplarının yumurta sarısı ve serum kolesterol içeriği ile yumurta verimi ve yumurta ağırlığı arasındaki ilişkiye ait korelasyon katsayıları ve önemlilik dereceleri	97

1. GİRİŞ

1.1. Genel

Ekonomik, siyasal ve sosyal ilişkilerin giderek artması sonucu dünyanın globalleşmesi ile tüm gelişmiş ülkeler 21. yüzyılda bilgi ve endüstri toplumu olarak yerlerini almaya çalışmaktadırlar. Aynı zamanda bitkisel ve hayvansal üretimde akılcı ekonomik politikalar geliştirerek istikrarlı ülke konumunda olmak istemektedirler. Türkiye'nin Avrupa Birliğine tam üyelik için uğraştığı günümüzde hayvancılıkta kaliteyi artırması gerekmektedir.

Gelişmiş ülkelerde bilim ve teknolojiye paralel olarak tüketiciler; insan sağlığı, tükettikleri gıdaların güvenli olması ve çevre gibi konularda oluşabilecek potansiyel tehlikelere karşı, sürekli artan bir özen göstermektedirler. İnsanlar sağlıklı yaşayabilmek ve uzun ömürlü olabilmek için yüksek kalitede ürün tüketerek beslenmelerine daha fazla dikkat etmeye başlamışlardır.

Hayvansal ürünlerin miktar ve kalitesini olumlu yönde etkilemek, gelişmeyi teşvik etmek, hayvanların ve insanların sağlıklarını korumak, elde edilen ürünün maliyetini düşürmek için hayvan beslemede yem katkı maddeleri kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda organik ürünlerin üretim ve tüketimine olan talep, hayvansal ürünlerin üretiminde doğal yem katkı maddelerinin kullanımına eğilimi artırmıştır (Erkek vd 1996; Polat vd 1999). Bu bağlamda fenolik bileşiklerle (kaffeik-sinnamik-ferulik ve galik asitlerle öloropin, timol ve ögenol) organik asitler (benzoik, sorbik, sitrik, asetik asitler) ve esansiyel yağların (alil, izotiyosiyanat ve allisin), bunlara ek olarak tarçın, karanfil, kekik, yenibahar, yabani mercanköşk, çeşitli deniz yosunları, sarımsak ve yukka gibi bitkilerin yem katkı maddesi olarak kullanılabilme olanakları üzerinde giderek artan sayıda çalışmalar yapılmaktadır.

Yem katkı maddeleri konusunda en büyük sorunlar antibiyotiklerle ilgili olanlardır. İnce bağırsakta çözünen antibiyotikler 1995’li yıllara kadar tüm Dünya’da büyüme ve gelişmeyi arttırıcı ajan olarak yoğun şekilde kullanılmışlardır. Ancak antibiyotiklere dirençli bakterilerin potansiyel gelişimi, ürünlerde kalıntı bırakması gibi problemler dikkati çekmeye başlamıştır. Bunun sonucu olarak, Kuzey Avrupa ülkelerinden başlayan kamuoyu tepkileri kısa zamanda tüm kıtayı sarınca, AB ülkelerinde tedavi amacı dışında kullanılmaları yasaklanmıştır. Ardından, aynı yasak Türkiye’de de yürürlüğe sokulmuştur. Artan tüketici baskısına maruz kalan hayvan besleme endüstrisi kanatlı rasyonlarında antibiyotik kullanımını azaltmak için yem katkı maddesi olarak antibiyotiklerin yerine daha güvenle kullanılacak alternatif kaynaklara yönelmek zorunda kalmıştır. Bazı bitkiler antimikrobiyal özellikleri nedeniyle kanatlı beslemede antibiyotiklere alternatif yem katkıları olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bilimsel kanıtlar bitki ve bitki ekstraktlarının, kanatlı sindirim sisteminde patojenik bakteri seviyesini minimize ederek, faydalı bakterilerin büyümesini artırdığını göstermiştir (Kutlu ve Görgülü 2001; Ceylan vd 2003; Çetin ve Yıldız 2004; Sarıca *et al.* 2005).

Yeterli düzeyde ve dengeli bir şekilde beslenen insanların daha sağlıklı ve daha yüksek zihinsel yeteneğe sahip oldukları, buna paralel olarak da daha hızlı geliştikleri bilinen bir gerçektir. Sağlıklı dengeli beslenme için ihtiyaç duyulan enerji, protein, vitamin ve mineraller hayvansal ve bitkisel kaynaklardan sağlanmaktadır. Ancak et, süt, yumurta gibi hayvansal kaynaklar bitkisel kaynaklara göre ilgili besin maddelerini daha bol, dengeli ve daha fazla yararlanılabilir şekilde içermelerinden dolayı ilk sırayı almaktadırlar (Özkan 1986). Sağlıklı bir insanın günde 70 gram protein alması ve bunun en az 1/3’ünün hayvansal kaynaklı olması yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Yörük 1998). Bu konuda önemli bir hayvansal gıda kaynağı olan yumurta, dünyanın her tarafında geçmişten günümüze insan beslenmesinde kıymetli bir hayvansal protein kaynağı olarak yerini korumakta, gelecekte de bu özelliğini koruması kaçınılmaz olan seçkin bir gıda maddesi olarak görünmektedir (Uluocak vd 1996; Hasipek ve Aktaş 1997; Çakır ve Yalçın 2004).

1.2. Yumurtanın Besin Madde Kompozisyonu

İnsan vücudunun gereksinim duyduğu hemen hemen tüm besin maddelerini içeren yumurta, dengesiz beslenme sorununun çözümlenmesinde üzerinde önemle durulması gereken hayvansal gıda kaynaklarından birisidir. Özellikle esansiyel amino asitlerce zengin olmasından dolayı balık, et ve süt gibi protein kaynağı olarak ele alınmakta ve biyolojik değeri 100 olarak kabul edilmektedir (Açıkgöz ve Özkan 1996; Hasipek ve Aktaş 1997). Yumurta proteini biyolojik değer bakımından diğer gıda maddeleriyle karşılaştırıldığı zaman %95’lik sindirilebilirlik değeri ile ilk sırayı almakta bunu %85 ile süt, %76 ile balık ve %74 ile sığır eti takip etmektedir (Çopur vd 2004).

Bir yumurtanın yaklaşık 80-85 kkal enerji içermesinden dolayı kilo problemi olan veya özel diyetlerle beslenmesi gereken bireyler için önerilen bir gıda maddesidir (Yalçın vd 2000). Yumurta vitamin ve minarellerce de oldukça zengindir. Yumurta akı ve sarısının vitamin ve mineral madde içeriği birbirinden farklıdır. Yumurta sarısı; vitamin A, D, E, tiyamin, riboflavin, biyotin, kolin ve pantotenik asit; yumurta akı ise niasin bakımından oldukça zengindir. Vitamin C yumurtada bulunmamaktadır. Yumurta akında sodyum, potasyum, klor, kükürt ve magnezyum; yumurta sarısında ise başta fosfor olmak üzere kalsiyum, çinko, demir ve bakır daha fazla bulunur. Yumurtanın karbonhidrat içeriği çok azdır (Açıkgöz ve Özkan 1996; Hasipek ve Aktaş 1997).

Kabuksuz bir yumurta %73.6 su, %12.8 protein, %11.8 lipid, %1.0 diğer organik bileşikler, %0.8 inorganik iyonlardan ibarettir. Yumurta sarısı yumurtanın hemen hemen lipid materyalinin tamamını ihtiva eder. Bu lipidlerin çoğu, “lipovitellin” ve “lipovitellinin” gibi lipoprotein yapısındadır. Fosforca zengin bu bileşikler ekseriya kalsiyum ve demirle birleşerek bir kompleks oluştururlar. Lipovitellin, %11 fosfoprotein (fosvitin), %46 trigliseridler, %23 fosfolipidler ve %4 kolesterolden meydana gelir (Aksoy vd 2000; Çopur vd 2004).

Yumurta sarısının ana bileşeni %31.8-35.5 ile lipidler olup bunu %15.7-16.6 protein, %1.1 mineral ve %0.2-1 karbonhidratlar izlemektedir. Lipidler trigliserid, fosfolipid,

kolesterol, serebrosid ve diğ er iz miktardaki lipidlerden oluş ur. Yumurta sarısı trigliseridlerindeki en fazla bulunan yağ asitleri oleik (C18:1), palmitik (C16:0), linoleik (C18:2) ve stearik (C18:0) asitlerdir. Miristik asit gibi yağ asitleri yalnız ca iz miktarda bulunur. Yumurtanın yağ asidi kompozisyonu Çizelge 1.1'de gösterilmektedir (Davis and Reeves 2002).

Çizelge 1.1. Yumurtanın Yağ Asidi Kompozisyonu ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)

Yağ Asidi		Miktar (mg/100g yumurta)	Oran (%)
Palmitik Asit	C16:0	2030 ± 215	23.7 ± 0.4
Stearik Asit	C18:0	670 ± 66	7.8 ± 0.1
Araş idik Asit	C20:0	13 ± 1	0.2 ± 0.1
Toplam Doymuş Yağ Asitleri		2772 ± 284	32.4 ± 0.4
Palmitoleik Asit	C16:1 (ω-7)	253 ± 14	3.0 ± 0.1
Oleik Asit	C18:1 (ω-9)	3687 ± 230	43.1 ± 1.2
Vaksenik Asit	C18:1 (ω-7)	194 ± 18	2.3 ± 0.1
Eikosaenoik Asit	C20:1 (ω-9)	23 ± 3	0.3 ± 0.1
Toplam Tekli Doymamış Yağ Asitleri		4258 ± 272	49.8 ± 1.3
Linoleik Asit	C18:2 (ω-6)	1141 ± 168	13.3 ± 0.8
Araş idonik Asit	C20:4 (ω-6)	170 ± 21	2.0 ± 0.1
Adrenik Asit	C22:1 (ω-6)	16 ± 3	0.2 ± 0.1
4,7,10,13,16-Dokosapentaenoik Asit	C22:5 (ω-6)	31 ± 10	0.4±0.1
Toplam Omega-6		1385 ± 206	16.1 ± 1.0
-Linolenik Asit	C18:3 (ω-3)	41 ± 2	0.5 ± 0.1
Eikosapentaenoik Asit	C20:5 (ω-3)	-	-
7,10,13,16,19-Dokosapentaenoik Asit	C22:5 (ω-3)	11 ± 1	0.1 ± 0.1
4,7,10,13,16,19-Dokosaheksaenoik Asit	C22:6 (ω-3)	73 ± 10	0.9 ± 0.1
Toplam Omega-3		126 ± 14	1.5 ± 0.1

Doymuş (sature) yağ asitleri, hidrokarbon zincirleri çift bağ içermeyen ve dallanmamış olan yağ asitleri olarak tanımlanırken, doymamış yağ asitleri hidrokarbon zincirleri çift bağ içeren ve dallanmış olan yağ asitleri olarak tanımlanırlar. Doymamış yağ asitlerinden bünyelerinde bir adet çift bağ ihtiva eden MUFA (monoansaturated=Tekli doymamış yağ asidi), birden fazla çift bağ ihtiva ederse PUFA (poliansaturated=Çoklu doymamış yağ asidi) adı verilir (Keha ve Küfrevioğ lu 1993). Doğ al yağlarda çift bağ metil-grubundan başlamak üzere çoğ unlukla 3. ya da 6. karbon atomundan sonra gelir ve bu yağ asitleri omega-3 (ω-3) ya da omega-6 (ω-6) olarak adlandırılırlar (Çelebi 2003).

Omega-3 yağ asitleri, trombositlerde Δ -6 desaturaz, siklooksijenaz ve lipoksijenaz enzimlerini inhibe edip, damar büzücü etkiye sahip tromboxanların sentezinde kullanılan araşidonik asidin linoleik asitten sentezini engellemek suretiyle, onun yerine damar genişletici ve antiagregasyon özelliğe sahip olan EPA (eikosapentaenoikasit)'nin yer almasını sağlayarak trombositlerin damarlarda kümeleşme ve pıhtılaşmasını önler. Bunun sonucunda kan akışkanlığının artmasına bağlı olarak kan basıncının düşmesiyle, miyokardiyal enfarktüs riski azalmış olur (Çelebi ve Karaca 2006).

Yumurta yaklaşık olarak %11 kabuk, %31 sarı ve %58 akta oluşmaktadır (Özen 1989; Şengül ve Kanat 1991; Ayaşan ve Okan 2000; Aksoy vd 2000). Ortalama 50-60 gr ağırlığındaki bir tavuk yumurtası, erişkin bir insanın günlük protein ihtiyacının yaklaşık olarak %10'unu, linoleik asitin %7.2'sini, vitamin A'nın %100'ünü, vitamin D3'ün %18'ini, riboflavinin (B2) %36'sını, E vitamininin %15'ini, tiyaminin (B1) %17'sini, folik asitin %45'ini, fosfor ve magnezyumun %15'ini, kalsiyum ve bakırın %9'unu, çinkonun %17'sini, iyodun %35'ini, demirin ise önemli bir kısmını karşılamaktadır (Narabari 2001).

1.3. Yumurta Tüketimi ve Kolesterol

Yumurta, biyolojik değeri çok yüksek protein, kolay sindirilebilir ve dengeli yağ asidi kompozisyonu, zengin vitamin, mineral ve fosfolipid içeriği ile yüksek besin değerine sahip mükemmel bir hayvansal gıda olmasına karşın, tüketimi gerek ülkemiz gerekse diğer pek çok ülkede Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından önerilen kişi başına minimum düzey olan yılda 180 yumurtaya bile ulaşamamıştır. Nitekim ülkemizde kişi başına yıllık yumurta tüketimi oldukça düşük olup 125 adet civarındadır (Ceylan 2005; Çelebi ve Karaca 2006).

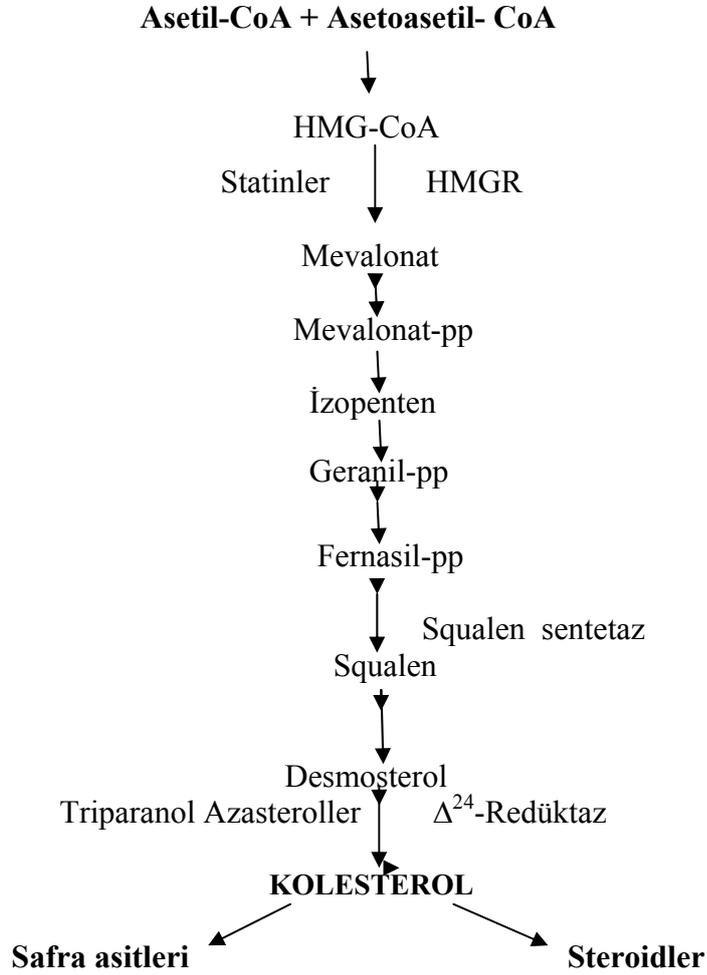
Kanatlı sektöründeki bilimsel ve teknolojik gelişmelerin, yumurtanın bol ve ekonomik bir şekilde üretilmesine olanak sağlamasına rağmen tüketiminin istenilen düzeyde olmamasının en önemli nedenleri, tüketim alışkanlıkları, yumurtanın yüksek kolesterol

içeriği ve kolesterolce zengin gıdaların koroner kalp yetmezliği ve arteroskleroz'a yol açan etkenlerin başında yer alması şeklindeki düşüncelerdir (Çakır ve Yalçın 2004).

Kalp damar hastalıklarından sorumlu olduğu iddia edilen kolesterol hayvan organizmasında bulunan bir steroldür. Kolesterol katı, kokusuz ve sarı renkli bir madde olup lipidlerin sabunlaşmayan kısmını oluşturur. Yumurta tüketiminin azalmasına neden olan kolesterol vücutta bütün hücre membranlarının temel bileşenlerinden biri olup hücre membranlarına akışkanlık ve esneklik sağlar. Gıdalarla vücuda alınan yağların sindirim ve absorpsiyonu için gerekli olan safra asitlerinin sentezinde kullanılır. Kalsiyum, fosfor ve magnezyum gibi minerallerin bağırsaklardan emiliminde rol oynar. Çok sayıda hayati fonksiyona sahip D vitamininin ön maddesi deride bulunan 7-dehidrokolesteroldür. Karbonhidrat ve mineral metabolizmasında fonksiyon gösteren kortizon, kortizol ve aldosteron gibi adrenal korteks (böbrek üstü) hormonları ile testosteron, progesteron ve östrojenler gibi erkek ve dişi cinsiyet hormonları da kolesterolden sentezlenir. Keza, sinir dokunun izolasyonunu sağlayan miyelin tabakasının önemli bir kısmını kolesterol meydana getirmektedir. Öyleki, beynin kuru maddesinin %14'ü kolesterolden oluşmaktadır (Naber 1976; Açıkgöz ve Özkan 1996; Keha ve Küfrevioğlu 1997; Ceylan vd 1999; Ayaşan ve Okan 2000; Aksoy vd 2000; Çopur vd 2004).

Memelilerde kolesterol, başta karaciğer olmak üzere ince bağırsaklar, böbrek üstü bezleri, yumurtalıklar, testisler, deri ve damar iç çeperlerinde belirli miktarlarda sentezlenir. Bu organlardaki kolesterol sentez hızı yiyeceklerle alınan kolesterol miktarından çok kolay etkilenir. Vücutta sentezlenen kolesterol miktarı diyetle alınan kolesterol miktarına göre ayarlanır. Bu kontrol (feed-back) mekanizması 3-hidroksi-3-metilglutaril CoA redüktaz aktivitesindeki değişikliklerle sağlanır. Diyetle fazla miktarda alınan kolesterol karaciğerde redüktaz enzimini baskı altına alır ve mevcut olan diğer enzimlerin substratsız kalarak inaktif olmasına yol açar ve böylece kolesterol sentezi azaltılır (Keha ve Küfrevioğlu 1997).

Son yıllarda kolesterol metabolizması tavuklarda da araştırılan konuların başında yer almaktadır. Asetil CoA molekülleri yumurta sarısı kolesterolünün oluşumunda temel yapılarıdır. Endoplazmik retikulumda, asetil CoA'dan mevalonat üretmek için bir redüktazla reaksiyona giren ve kolesterol biyosentezini sınırlandıran HMG-CoA üretilir. Yumurtacı tavuklarda kolesterol'ün sentezi karaciğer ve yumurtalıklarda gerçekleşmekte olup, vücuttan atılımı ilk sırada yumurta ile gerçekleşir. Bunun yanında kolesterol dışkı ile nötral ve asidik steroller şeklinde de dışarıya atılır (Basmacıoğlu 1999; Mottaghitalab and Taraz 2004).



Şekil 1.1. Kolesterol Biyosentezi (Elkin 2007)

Sentezlenen ve gıda maddeleri ile alınan kolesterol toplam kan kolesterolünü oluşturur. Kanda kolesterol, yoğunluklarına göre sınıflandırılan bir seri lipoproteinler tarafından

taşınır. Bunlar şilomikronlar (diyetle alınan trigliserid ve diğer lipidleri bağırsaklardan karaciğer ve adipoz dokulara taşırlar), çok düşük yoğunluklu lipoproteinler (VLDL; vücutta sentezlenmiş olan trigliseridleri adipoz dokulara aktarırlar), düşük yoğunluklu lipoproteinler (LDL; kolesterolü periferel dokulara taşımak ve buralarda kolesterol sentezini düzenlemek) ve yüksek yoğunluklu lipoproteinlerdir (HDL; kolesterolü periferel dokulardan karaciğere taşıyarak burada safra asitlerinin sentezinde kullanımını ve ekskresyonunu sağlamak). Görevleri dolayısıyla koroner kalp hastalığı açısından HDL bileşikleri yararlı, LDL bileşikleri ise zararlı kabul edilir (Simon and Park 1991; Açıkgöz ve Özkan 1996; Keha ve Küfrevioğlu 1997; Basmacıoğlu 1999).

Toplam kolesterol seviyesinin düşük olması sağlık açısından iyi sonuçlar vermektedir. 100 ml kandaki normal seviye 200 mg iken, 240 mg'ın üstü yüksek risk grubunu oluşturmaktadır (Ayaşan ve Okan 2000). Bu duruma ilişkin çizelge aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1.2. Kolesterol Seviyelerinin Canlılar Üzerindeki Etkisi

Düşük Risk Grubu	Toplam kolesterol miktarı: 200 mg/dl'nin altında
	LDL Kolesterol Düzeyi: 130 mg/dl veya aşağısı
	HDL Kolesterol Düzeyi: 35 mg/dl veya daha üzeri
	LDL/HDL Oranı: 3'den az
Orta-Yüksek Risk Grubu	Toplam Kolesterol/HDL Kolesterol Oranı: 3.5 veya daha aşağısı
	Toplam kolesterol miktarı: 200-239 mg/dl'nin arası
	LDL Kolesterol Düzeyi: 130-159 mg/dl
Yüksek Risk Grubu	Toplam Kolesterol/HDL Kolesterol Oranı: 3.5 -4.5 arası
	Toplam kolesterol miktarı: 240 mg/dl veya daha üzeri
	HDL Kolesterol Düzeyi: 35 mg/dl'den daha az
	LDL/HDL Oranı: 3 veya daha fazlası
	Toplam Kolesterol/HDL Kolesterol Oranı: 4.5 veya daha fazlası

Kan kolesterol düzeyi üzerine birçok faktör etkilidir. Bunlar içerisinde gıdalarla alınan kolesterolün etkisi en az ve değişken düzeydedir. Nitekim bu yolla alınan 100 mg kolesterolün serum kolesterolünü ancak 1-2 mg/dl düzeyinde artırabildiği bildirilmiştir. Kan kolesterolü üzerinde gıdalarla alınan kolesterolden çok yağ türü, yağ asitleri kompozisyonu ve hatta çoklu doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranının (P/S) önemli bir etkisi vardır. Sağlıklı beslenme açısından P/S oranının 0.32-0.45 olması

önerilirken, bunun 0.7 olması durumunda serum toplam kolesterolünün %10, koroner kalp hastalığı riskinin de %50 oranında azaldığı bildirilmiştir (Noble *et al.* 1990; Yücel 1994; McCharen 1994; Basmacıoğlu 1999).

Ortalama 60 gr ağırlığındaki bir yumurtanın kolesterol miktarı uzun yıllar 270 mg civarında olduğu bildirilmişken son yıllarda bu değer 195-210 mg (yaklaşık 12 mg/1 g yumurta sarısı) civarında olduğu ve bu azalmanın nedeninin ise analizlerin yapılmasında daha hassas yöntemlerin kullanılması, tavukçulukta yapılan ıslah çalışmaları ve çevre şartlarının iyileştirilmesi gibi faktörler olduğu bildirilmektedir (Bayer and Jensen 1989; Griffin 1992; Award *et al.* 1997; Shafey *et al.* 2002; Basmacıoğlu ve Ergül 2005). Vorlova *et al.* (2001), bir yumurtanın kolesterol içeriğinin 217 mg olduğunu, yumurtanın kolesterol miktarının genetik faktörler, rasyonun kompozisyonu, yumurtlama yoğunluğu, hayvanın yaşı ve tıbbi (medikal) muamelelerden etkilendiğini bildirmişlerdir.

1.4. Yumurta Sarısı Kolesterolü İle Kan Kolesterolü Arasındaki İlişki

Kolesterol ve onun esterleri olan LDL, VLDL ve HDL yumurta sarısında emülsiyon halinde bulunurlar. Vitellogeninler olarak bilinen yumurta sarısı lipoproteinleri kimyasal özellikleri bakımından memelilerin kan serumunda bulunan lipoproteinlere benzerler. Bunlar karaciğerde sentezlenir ve kan yoluyla hedef dokulara taşınırlar (Vorlova *et al.* 2001).

Yumurta sarısı kolesterolü ile kan kolesterolü arasında pozitif korelasyon olduğu savunulmaktadır (Holland *et al.* 1980). Ancak bu iki parametre arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını veya negatif ve düşük bir ilişkinin varlığını savunan araştırmacılar da mevcuttur (Harris and Wilcox 1963; Washburn 1982; Mottaghitalab and Taraz 2004; Basmacıoğlu ve Ergül 2005). Yumurta sarısı kolesterolü, kökenini hayvanın plazma kolesterolünden almaktadır. Kanatlı hayvanlarda yumurta sarısındaki kolesterol düzeyinin azalmasını sağlayıcı uygulamalarda bu ilişkiden yararlanılmaktadır (Eklin *et al.* 1999; Çakır ve Yalçın 2004).

Yiyeceklerle kolesterolün yüksek seviyede alımı ile insan kan kolesterol seviyesi etkilenmekte ve kalp hastalığı riski artmaktadır. Kehoe (1994) artan yumurta tüketiminin kan kolesterolü düzeyi üzerine çok az düzeyde etkili olduğunu ve her 100 mg kolesterol tüketimine karşılık serum kolesterolünün 1.47 mg/dl düzeyinde arttığını ifade etmiştir. Levy *et al.* (1996), üç hafta boyunca günde 2 adet yumurta tüketiminin plazma LDL düzeyini yükselttiğini, HDL düzeyini ise %11 oranında azalttığını bildirmiştir.

Ayaşan ve Okan (2000), ASA (Animal Nutrition Highlights)'ın yumurta tüketimi ve serum kolesterol düzeyleri arasındaki ilişkileri incelemek üzere yaptığı bir çalışmada, bireylere 1 hafta süresince yedirilen yumurta miktarındaki artış ile serum kolesterol düzeyinin etkilemediğini bildirmişlerdir (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3. Yumurta Tüketimi ve Serum Kolesterol Düzeyleri Arasındaki İlişki Ayaşan ve Okan (2000)

Haftalık Yenen Yumurta (Adet)	Toplam Serum Kolesterolü (mg/dl)
0.5	199
2.4	195
4.9	196
9.2	203
15.2	193
20.9	201

1.5. Yumurta Sarısı Kolesterolünü Düşürücü Faktörler

Gelişmiş ülkelerde bilimsel ve teknolojik ilerlemeler kanatlı sektörde yumurtanın bol ve ekonomik bir şekilde üretilmesine imkan ve zemin hazırlamış olmasına rağmen, söz konusu ürünün yüksek kolesterol içeriğinin koroner kalp yetmezliği ve aterosklerotik vakaların insidansını artırdığına yönelik sağlıkla ilgili endişelerden dolayı yumurta tüketiminde istenilen düzeye henüz ulaşamadığı rapor edilmiştir. Yumurta kolesteroluyla ilgili insanlarda oluşan negatif düşünceler araştırmacıları yumurta kalitesini iyileştirmeyi ve yumurta sarısındaki kolesterol miktarını düşürmeyi hedefleyen çalışmalara yönlendirmiştir.

Türkiye’de düşük kolesterolü yumurta üretimiyle ilgili ilk çalışmalar Keskinoglu Şirketler grubunun 1999 yılında “ light yumurta” adı altında üretimiyle başlamıştır. 15 Ekim 2002 tarihinde TUBİTAK tarafından, Keskinoglu Şirketinin özel bir yemleme programı uygulayarak ürettikleri yumurtanın 170 mg kolesterol içerdiği onaylanmıştır. Yumurta sarısındaki kolesterolü azaltmaya yönelik yapılmış olan çalışmalar kolesterol seviyesinin aşağı yukarı 10-30 mg oranında azaltılabileceğini ortaya koymuştur (Çopur vd 2004).

Yumurta kolesterol düzeyini etkileyen faktörler, rasyona ait faktörler ve hayvana ait faktörler olmak üzere iki grup altında incelenebilir. Yumurta kolesterol düzeyi üzerinde etkili olan hayvana ait faktörler hayvanın yaşı ve genotipidir. Rasyonun saponin, kolesterol, krom, selüloz, yağ, bitki sterolü ve C vitamini miktarı yumurta kolesterol düzeyi üzerinde etkili olmaktadır. Rasyona bakır, probiyotik, orotik asit, sarımsak ve sorboz gibi maddeleri ilave etmek veya değişik ilaç uygulamaları ile yumurta kolesterol düzeyi düşürülebilmektedir (Bayer and Jensen 1989; Çakır ve Yalçın 2004; Basmacıoğlu ve Ergül 2005). Pek çok araştırmacı son yıllarda kolesterol düşürücü ajan olarak çeşitli doğal maddeler üzerinde yoğunlaşmışlardır (Santoso *et al.* 2005).

Son 40 yıl boyunca yumurtanın kolesterol içeriğini azaltmaya yönelik araştırmalar genetik seleksiyon, yumurta tavuğu rasyonlarına çeşitli besin maddeleri, doğal ürünler, besleyici olmayan faktörler yada farmakolojik maddeler ilave edilerek rasyondaki değişiklikler üzerine yoğunlaşmıştır. Bu denemelerin çoğunda çok az bir değişiklik (<%10) meydana gelmiştir. Ancak rasyona 3-hidroksi-3-metilglutaril koenzim A (HMG-CoA) redüktaz inhibitörleri (statinler), sarımsak tozu yada bakırın farmakolojik miktarları ilave edilerek yumurta sarısı kolesterol seviyelerinin sırasıyla %46, %32 yada %34 oranında azaltılabileceği bulunmuştur (Elkin 2006, 2007).

Yumurta kolesterol içeriğinin azaltılması yönünde yapılan çalışmaların birçoğunda kolesterol sentezinin metabolik kontrolü üzerinde durulmuştur. İlk metabolik kontrolün HMG-CoA redüktaz enzimi aracılığıyla Asetil CoA’dan mevalonik asit oluşumunun engellenmesi, diğeri ise kolesterolden safra asitlerinin sentezlenmesinde rol oynayan

kolesterol-7 α hidroksilaz etkinliğinin artırılmasıdır. Böylece kolesterol sentezi azalacak ve safra asitlerine dönüşen kolesterol miktarı artacaktır (Basmacıoğlu 1999).

Araştırmacılar yumurta kolesterolünü düşürmek için geleneksel ilaçları, sentetik kimyasalları ve tıbbi bitkileri kanatlıların rasyonlarında kullanarak söz konusu maddelerin lipojenik enzim aktivitesi ile ham yağ, kolesterol ve trigliserid seviyesini düşürmede etkili olduklarını kanıtlamışlardır. Fakat, yumurta kolesterolünü düşürmek için kullanılan sentetik kolesterol düşürücüler veya onların metabolitlerinin doğal olanlarıyla karşılaştırıldığında, hem yumurtada kalıntı bıraktığı, hem de yan etkileriyle immün sistemini zayıflatarak büyük çapta zararlara neden olduğu görülmüştür. Bu sonuç, sentetik ilaçların bu amaçla kullanımını sınırlandırmaktadır. Son yıllarda gerek Avrupa'da gerekse Türkiye'de hem yumurta kalitesini artırmak hem de yumurta kolesterol düzeyini düşürmek amacıyla sentetik ilaçlara (kimyasallara) alternatif olarak, hayvansal ürünlerde kalıntı riski çok az veya hiç olmayan, insan sağlığına zararsız ve ekonomik olabilecek bitkiler ve ekstraktların kanatlı yemlerinde kullanımı üzerinde durulmaktadır.

Söz konusu bitki ve ekstraktlarından olan sarımsak (*Allium sativum*) ve ekstraktının hipokolesterolemik etkiye sahip doğal ürün olduğu bilimsel çalışmalarla ortaya konması sonucunda, yumurta sarısı kolesterol seviyesini düşürmek amacıyla son zamanlarda ticari yumurtacı tavuk rasyonlarına katılmaları gündeme gelmiştir.

1.5.1. Sarımsak (*Allium sativum*)

Liliaceae familyasına ait bir bitki olan sarımsağın (*Allium sativum* L.) anavatanının Orta Asya olduğu sanılmaktadır. Dünya üzerinde halen 300–400 çeşit sarımsağın yetiştiği bilinmektedir. Yeşilimsi beyaz veya pembe çiçekli, otsu bir kültür bitkisidir. Nadir olarak tohum bağlar. Bu nedenle soğancıklarla (dişlerle) üretilir. Soğan adı verilen çok sayıda soğancıktan oluşan sarımsak, kendine özgü renk, koku ve lezzeti çeşitlere göre değişebilen bir bitkidir. Soğancıkların bileşimi uçucu yağ, karbonhidrat, protein,

selüloz, mineraller ve vitaminlerden (A, B, C vitaminleri) oluşmaktadır (Gündoğdu 2005; Sermenli 2006).

Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) kayıtlarına göre ülkemizde 2004 yılı sarımsak üretiminin 25 000 ton olduğu bildirilmiştir (Anonim 2004).

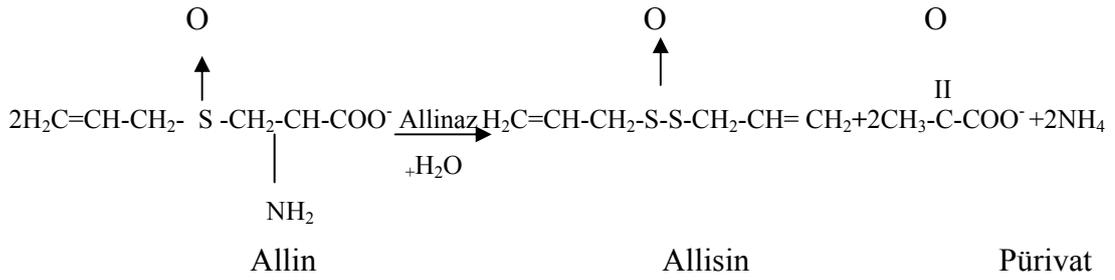
Sarımsağın sağlık üzerine olan olumlu etkisi 5000 yıldan daha fazla süreden beri bilinmektedir (Amagase *et al.* 2001). Babilliler, Mısırlılar, Fenikeliler, Romalılar, Çinliler, Yunanlılar ve Hintliler sarımsağın intestinal rahatsızlıklar, şişkinlik, bağırsak kurtları, solunum sistemi enfeksiyonları, deri hastalıkları, yaralar, yaşlanma belirtileri gibi hastalıkların tedavisinde kullanıldığını bildirmişlerdir (Block 1985; Rivlin 2001). Son yıllarda sarımsak (*Allium sativum*) ve soğanın çeşitli ekstraktlarının doğal bir hipokolesterolemik etken olduğu, bunların antibakteriyel, antitümoral, hipoglisemik ve antiaterosklerotik amaçlar için de kullanıldığı açıklanmıştır (Essman 1984; Çakır ve Yalçın 2004; Yalçın *et al.* 2006).

1.5.1.a. Sarımsağın kimyasal bileşimi

Sarımsağın kimyasal yapısı oldukça karmaşıktır. Sarımsağın %35'lik kurumadde içeriğini başta fruktoz içeren karbonhidratlar (%26-30) olmak üzere, enzimler (allinaz, katalaz), en az 33 sülfürlü bileşik (%1,1-3,5), protein (%1,5-2,1), serbest amino asit (arginin), lif (%1.5) ve lipid oluşturur. Sarımsağın lipid içeriği %0,1-0,2 olarak bildirilmektedir. İşlenmemiş sarımsak, ağırlığının %5'i kadar protein içerir. Sarımsak yüksek oranda saponin, fosfor, potasyum, sülfür, çinko, orta derecede selenyum, A ve C vitamini ve az miktarda da kalsiyum, magnezyum, sodyum, demir, manganez ve B grubu vitaminleri içerir. Aynı zamanda yüksek fenolik maddeler (polifenol) ve fitosteroller de mevcuttur (Kemper 2000; Gündoğdu 2005; Sermenli 2006).

Sarımsakta bulunan aktif bileşiklerin, organosülfür bileşiklerinin bir türü olabileceği ileri sürülmektedir. Bu organosülfür bileşiklerin başlıca sülfür bileşenleri; allin, allicin, allylpropyl disulfide, sallylcysteine, vinyl dithiines, S-allylmercaptocystein, diallil sülfid

(DAS), dialil disülfid (DADS) ve dialil trisülfid (DATS), ajoene, allixin, allil mercaptan'lar ve allil metil sülfid'lerdir. Ayrıca, enzim özelliği olan allinaz, peroksidaz, mirosinaz ve arginin ile selenyum, germanyum gibi elementler bulunmaktadır. Sarımsak organosülfür bileşiklerinin biyolojik etkilerini belirlemede rol oynayan faktörün, allil grupları ve sülfür atomlarının sayısı olduğu da sanılmaktadır. Sarımsağın fizyolojik etkisi içerdiği fizyolojik bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Biyolojik aktiviteye sahip kükürtlü bileşik olan allisin (alil-2-propentiyosülfinat veya dialil disülfür) sarımsağın hoş olmayan kokusunun başlıca sorumlusudur ve sarımsak ezilmeden veya kesilmeden bu koku ortaya çıkmaz. Sarımsak soğanları ezildiğinde veya parçalandığında allinaz veya alliin liyaz enzimi aktif hale geçer ve allini allisine dönüştürür. Tüm reaksiyon 10 dakika içinde tamamlanır (Block 1985; Kemper 2000; Itakura *et al.* 2001; Amagase *et al.* 2001; Teke ve Tefloncu 2005; Sermenli 2006).



Şekil 1. 2. Allisin'in Oluşum Mekanizması (Gündoğdu 2005)

Kastamonu Taşköprü yöresinde yetiştirilen sarımsakların fiziksel ve besleyici özelliklerinin incelendiği bir araştırmada, sarımsağın ham protein, ham yağ, ham enerji, ham lif, kül, dimetilsülfid (DMS), esansiyel yağ, potasyum, fosfor, magnezyum, sodyum, kalsiyum, ve demir içeriği tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, ham protein, DMS ve esansiyel yağ içeriği sırasıyla %17.2, 1779 µg/kg ve %0.14 olarak belirlenmiştir. Yine ana minerallerden potasyum 21.378.84 mg/kg, fosfor 6009.37 mg/kg, magnezyum 1056.15mg/kg, sodyum 532.78 ppm ve kalsiyum 363.61 ppm olarak tespit edilmiştir (Hacıseferoğulları *et al.* 2005).

Sarımsağın (*Allium sativum*) protein içeriğinin araştırıldığı bir çalışmada, gaz kromatografisi (GC) ve kütle spektrometri (MS) kullanılarak sarımsağın amino asit kompozisyonu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda sarımsağın ortalama amino asit kompozisyonu glutamik asit (Glu; %29), aspartik asit (Asp; %17), serin (Ser; %11), alanin, glisin, valin, lösin, lisin ve fenil alanin (Ala, Gly, Val, Leu, Lys and Phe; %5–6), izölösin, prolin ve tirozin (Ile, Pro and Tyr; %2–3), metiyonin ve hidroksiprolin (Met ve Hyp; %0.5) olarak tespit edilmiştir (Bonaduce *et al.* 2006).

Tsiaganis *et al.* (2006) piyasadan satın alınan soğan, pırasa ve sarımsağın toplam lipid, nötral lipid, glikolipid ve fosfolipid yağ asidi kompozisyonunu gaz kromatografisi yöntemi ile belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmadan elde ettikleri sarımsağa ait toplam lipid yağ asidi kompozisyon değerleri aşağıda tabloda verilmiştir.

Çizelge 1.4. Sarımsağın Toplam Lipid Yağ Asidi Kompozisyonu

Yağ asitleri	Minimum	Ortalama	Maksimum
C18:2 (cis-9,12);	53.6	57.1	36.9
C 16:0	20.0	20.7	16.0 1
C 18:3 (cis-9,12,15) α-lin	4.5	6.0	2.5
C 18:1 (cis-9)	3.7	5.0	1.9
C 17:0	0.42	0.5	0.37
C 16:1 (cis-9)	0.42	0.7	0.26
C 24:0	0.39	0.48	-
C 18:0	0.38	0.39	-
C 23:0	0.37	0.45	0.22
C 22:0	0.35	0.49	0.19
C 14:1 (trans-9)	0.34	0.9	0.13
C 16:1 (trans-9)	0.32	0.48	0.23

1.5.1.b. Sarımsağın performans ve yumurta kalitesi üzerine etkileri

Sarımsağın tıbbi özellikleri dikkate alınarak binlerce yıldan beri insan hastalıklarının tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (Yeh and Liu 2001). Sarımsağın özellikle kolesterol düşürücü özelliği yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Reddy *et al.* 1991; Chowdhury *et al.* 2002; Lanzotti 2006; Yalçın *et al.* 2006).

Sarımsağın kolesterol düşürücü özelliğinden yararlanarak hayvansal ürünlerde kolesterol miktarını düşürmek için çok sayıda araştırmacı sarımsak ve sarımsağın ticari ürünlerini hayvan rasyonlarında kullanmışlar, yumurtacı tavuklarda bunların performans ve yumurta kalite özellikleri üzerine olumsuz anlamda herhangi bir etkilerinin olmadığını tespit etmişlerdir (Reddy *et al.* 1991; Chowdhury *et al.* 2002; Lanzotti 2006). Aynı şekilde, yumurta kalite kriterleri olarak ele alınan şekil indeksi, kırılma mukavemeti, kabuk kalınlığı, ak indeksi, sarı indeksi ve haugh biriminin sarımsak ve ürünlerinden etkilenmediği bildirilmiştir (Yalçın *et al.* 2006; Lim *et al.* 2006).

1.5.1.c. Sarımsağın lipid metabolizması üzerine etkileri

İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, sarımsağın özellikle LDL kolesterol, toplam kolesterol ve plazma lipid seviyesini önemli bir şekilde azalttığı belirlenmiştir (Arora and Arora 1981; Bordia 1981; Jain *et al.* 1993; Steiner *et al.* 1996).

Sarımsağın lipid metabolizması üzerine etkileri tam olarak araştırılmamıştır. Ancak sıçan, tavşan ve tavuk gibi hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda rasyona sarımsak ilavesinin malik enzim, yağ asit sentetaz, glukoz-6 fosfat dehidrogenaz, 3-hidroksi-3-metil-glutaril-CoA redüktaz gibi lipogenik ve kolesterogenik enzimlerin karaciğer aktivitelerini sınırlandırdığı belirlenmiştir. Mekanizma henüz tam olarak bilinmemekle birlikte, sarımsağın içerdiği sülfürlü bileşiklerin, kolesterol sentezini sağlayan enzimleri inhibe ederek kan kolesterol düzeyini düşürdüğü bildirilmektedir (Chi *et al.* 1982; Qureshi *et al.* 1983a, 1983b; Yeh and Liu 2001; Chowdhury *et al.* 2002).

Sarımsağın substratların temininde aktif anahtar enzim seviyesini düşürüp yağ asit sentezini önleyerek karaciğerde lipid birikimini ve kanda trigliserid seviyesini azalttığı belirlenmiştir (Gofman *et al.* 1966; Aouadi *et al.* 2000).

Chowdhury *et al.* (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, hipokolesterolemik etkisi olmasına rağmen sarımsağın ticari ürünlerinin (sarımsak yağı, sarımsak tozu vs) kullanıldığı başka çalışmalarda söz konusu ürünlerin bu etkiyi göstermediklerini

bildirmişlerdir. Bu duruma tam olarak bilinmemesine rağmen ticari ürünlerin hazırlanmasında kullanılan metotların, kimyasal bileşiğin durağanlığının ve çalışma süresinin etkili olabileceği bildirilmiştir. Diğer taraftan aynı çalışmada, diyetsel sarımsak ve ürünleriyle ilgili olarak yürütülen araştırmalarda yumurtada renk, tat ve koku üzerine etkilerini belirlemek amacıyla organoleptik özelliklerin de incelenmesi gerektiği ifade edilmiştir.

1.5.2. Bakır

Bakır, organizmada önemli görevler üstlenen ve canlı yaşamı için gerekli olan özellikle bitkisel kaynaklı besinlerde bol miktarda bulunan esansiyel bir elementtir. Hayvan vücudunda 2 mg/kg CA olup, insan organizmasında 1.5-2 mg/kg CA civarında bulunur (Ergün ve Tuncer 2001).

Tarihsel açıdan ele alındığında bakırın tıpta kullanılması M.Ö. 400'lü yıllara kadar gitmektedir. İlk çağlarda bile bakır pek çok hastalıkta denenmiş fakat pek başarılı olunamamıştır. Bitki ve hayvanlarda varlığının tanınması 150 yıl öncesine kadar gitmektedir. Bakırın önemi, ilk defa sadece sütle beslenen sığırcılarda şekillenen aneminin yalnız başına organik demir verilmesi ile tedavi edilememesi, fakat bakır ilavesi ile hemoglobin seviyesinin yükselmesi sonucu anlaşılmıştır (Göksoy 2003).

Demirle yakın ilişkisi olup, demirin düzenli kullanılması için küçük miktarda bakıra gereksinim duyulur. Bakır olmaksızın demir assimile olur ve karaciğerde depolanır fakat hemoglobine dönüşemez. Hemoglobinin oluşumunda rol aldığı gibi alyuvarların aktivitesinin sürdürülmesinde ve oluşmalarında da önemlidir (Ergün ve Tuncer 2001).

Ayrıca Cu, organizmada diğer önemli görevleri de yerine getirir. Hücresel solunum, kemik oluşumu, uygun kardiyak fonksiyon, bağ doku gelişimi, spinal kordun miyelinizasyonu, keratinizasyon ve doku pigmentasyonu için bakıra ihtiyaç duyulmaktadır. Bakır içeren enzimlere, çeşitli redoks reaksiyonları ve amin metabolizması ile eritrosit ve lökositlerin üretimi için gereksinim vardır. Bakır fizyolojik

olarak önemli metalloenzimler olan sitokrom C oksidaz, lizil oksidaz, triptofan oksijenaz, dopamin β -hidroksilaz, askorbat oksidaz, süperoksit dismutaz, tirozinaz, katalaz, monoamin oksidaz, amin oksidaz, polifenol oksidaz, lesitin, kolesterol asiltransferaz, postheparin plazma lipoprotein lipaz, mikrozomal heme oksijenaz ve ürikaz enzimlerinin esansiyel bir komponentidir. Bakır en çok karaciğer ve böbreklerde depolanır. (Aksoy vd 2000; İpek vd 2003; Tekeli vd 2005).

1.5.2.a. Bakır metabolizması

Sindirim sisteminden bakır elementinin absorpsiyonu bileşiğin özelliğine bağlıdır. Genel olarak bakırın absorpsiyonu oldukça düşük olup, yiyecekten alınan bakırın %5-10'u absorbe edilerek vücutta tutulur. Absorpsiyon tüm bağırsak segmentlerinden olabilir fakat büyük oranda duodenum ve jejunumda gerçekleşir. Tek mideli yetişkinlerde diyetle yer alan bakırın %5-10'u, gençlerde %15-30'u, ruminantlarda ancak %1-3'ü emilebilir. Absorpsiyon oranı organizmanın ihtiyacına göre değişir. Diğer elementlerle etkileşim absorpsiyon oranını düşürür. Diyetle alınan fitatlar, yüksek oranda kalsiyum, demir, çinko, kadmiyum ve bilhassa molibden absorpsiyonu olumsuz yönde etkiler. İnce bağırsaktan emilen bakır kan dolaşımına katılır. Kan plazmasında %90 düzeyinde serublazmine bağlı halde olup geri kalan %10'u eritrositlerde bulunur. Bakır metabolizmasının cereyan ettiği esas organ karaciğerdir. Karaciğer bakırın başlıca depo edildiği yerdir (Ergün ve Tuncer 2001; Göksoy 2003). Tüm hayvan türlerinde aktif olmayan bakır atılımı gaita iledir. Aktif atılım ise safra yolu ile gerçekleşir. Pek az kısmı da idrar, süt, bağırsak salgısı ve solunum ile atılır (Göksoy 2003).

1.5.2.b. Bakır kaynakları

Melas, mısır gluteni, pamuk ve ayçiçeği tohumu, soya fasülyesi küspesi ve buğday kepeği gibi yem maddeleri bakırca zengin kaynaklardır. Eğer bu element yetersizliği varsa en iyisi bakır sülfat gibi yem katkı maddelerini rasyona ilave etmektir. Fazlası toksik olup bazı hayvanlarda toksik düzey ve optimum doz Çizelge 1.4.'de, değişik

kaynaklarda bulunan bakırın biyolojik yararlılık oranları ise Çizelge 1.5.'de verilmiştir (Ergün ve Tuncer 2001).

Çizelge 1.4. Bazı Hayvanların Rasyonundaki Bakır İhtiyacı ve Toksik Miktar (mg/kg)

Özellik	At	Koyun	Sığır	Kanatlı
Optimal doz	8	5-10	8-12	5
Toksik doz	800	25-100	100-115	300

Çizelge 1.5. Değişik Kaynaklarda Bulunan Bakırın Biyolojik Yararlılık Oranları (%)

Kaynak	Kanatlı	Ruminant
CuSO ₄ .5H ₂ O	100	100
CuO	100	100
Cu ₂ O	-	100
CuCl ₂	100	100
Cu(NO ₃) ₂	-	100
CuCO ₃	100	100
Cu pirofosfat	Yüksek	-
CuS	Düşük	Düşük
Tane ve konsantreler	Orta	Orta
Kaba yemler	-	Orta
Metalik bakır	-	0
Bakır glisinat	-	Yüksek
Bakır methionat	-	Yüksek

1.5.2.c. Bakırın kanatlı rasyonlarında kullanımı

Kanatlı hayvanlarda verim özelliklerini artırmak amacıyla yeme Cu ilavesi ve Cu zehirlenmeleri üzerine son zamanlarda daha sık araştırma yapılmaya başlanmıştır. ABD Ulusal Araştırma Konseyi kanatlı hayvanlar tarafından tolere edilebilen en yüksek yem Cu düzeyinin 300 mg/kg olduğunu bildirmiştir (Tekeli vd 2005).

Bakırın antimikrobiyal etkili, büyüme faktörü ile dokularda kolesterolü azaltıcı etkisinin olduğu bildirilmektedir (Pesti and Bakali 1996). Kim *et al.* (1992) bakır eksikliğinin yüksek kolesterole neden olduğunu, buna neden olarak da karaciğerde glutatyon sentezinin azalması, glutatyon/okside glutatyon oranının değişmesini göstermişlerdir

(Konjufca *et al.* 1997). Bu verilerden hareket ederek, rasyona katılan bakırın serum kolesterolünü azaltması gerektiği tezi ortaya atılmıştır. Ancak, bakır düzeyinin artmasının, rasyon fosforunun sindirimi ve kemiklerin kalsifikasyonu üzerine olumsuz etki yaptığı da bildirilmektedir (Pesti and Bakali 1996).

Bakırın değişik formlarının rasyonlarda kullanımı sonucunda da yumurta kolesterolü düşürülebilmektedir. Bakırın kolesterolü düşürücü etkisi kesin olarak bilinmemekle birlikte, HMG-CoA redüktaz etkinliğini önleyerek bu etkiyi oluşturduğu düşünülmektedir (Çakır ve Yalçın 2004).

Diyetsel sarımsak ve bakırın birlikte yumurtacı tavuklarda performans ve yumurta kalitesi özellikleri üzerine etkisi hakkında sınırlı bilgiler mevcuttur. Bu çalışmada, diyetsel sarımsak tozu ve bakırın (Cu) değişik oranlarda, tek başına ve kombine olarak rasyona ilavesinin yumurtacı tavuklarda performans (canlı ağırlık değişimi, yem tüketimi, yumurta verimi (%), yumurta ağırlığı, yemden yararlanma katsayısı), yumurta kalite özellikleri (kabuk kalınlığı, kabuk direnci, sarı rengi, ak indeksi, sarı indeksi ve Haugh birimi) ve lipid metabolizması (yumurta sarısında yağ asidi kompozisyonu, serumda ve yumurtada kolesterol ve trigliserid, karaciğer ağırlığı ve yağ oranı) üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca deneme sonunda kesilen hayvanlarda abdominal yağ (karın çevresi, taşlık ve bağırsak etrafında biriken yağ miktarları) ile organoleptik (yumurtada koku, renk, tat, aroma, genel kabuledilebilirlik) özellikler üzerine sarımsak ve bakırın etkisi belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Chi *et al.* (1982) lipid metabolizması üzerine sarımsağın etkisini araştırdıkları bir çalışmada, ratları kontrol, %1 kolesterol, %1 kolesterol+%2 sarımsak (yüksek vakumla dondurulmuş), %15 domuz yağı, %15 domuz yağı+%2 sarımsak (yüksek vakumla dondurulmuş) ve %1 kolesterol+%4 sarımsak (yüksek vakumla dondurulmuş) rasyonlarıyla beslemişlerdir. Plazma glukoz seviyesinin diyetel muameleler ile değişmediği görülmüştür. Domuz yağı ve kolesterolle beslenen ratlar kontrolle karşılaştırıldığında plazma kolesterol ve trigliserid değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Rasyona sarımsak ilavesinin, plazma kolesterolünü hem kolesterol ilaveli rasyonla beslenen grupta hemde domuz yağı ilaveli rasyonla beslenen grupta; plazma trigliserid değerini ise sadece domuz yağı ilaveli rasyonla beslenen grupta düşürdüğü tespit edilmiştir. Kontrol, %1 kolesterol, %1 kolesterol+%2 sarımsak, %1 kolesterol+%4 sarımsak gruplarında plazma trigliserid düzeyleri sırasıyla 88.7, 122.9, 91.6, 84.9 mg/dl ve kolesterol düzeyleri sırasıyla 81.3, 129.5, 70.5, 72.7 mg/dl olarak belirlenmiştir. Sarımsağın VLDL kolesterolünü düşürdüğü, HDL kolesterolünü ise yükselttiği bildirilmiştir. Karaciğer ağırlığı, total karaciğer lipidi ve kolesterolü ile abdominal yağın kolesterol rasyonuyla beslenen grupta arttığı fakat rasyona sarımsak ilavesi ile bu parametrelerin yaklaşık %30 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Deneme sonunda sarımsak seviyelerinin etkisinin olmadığını ve %2 seviyesindeki sarımsağın lipid metabolizması üzerine etkisinin %4 seviyesindeki sarımsak ile benzerlik gösterdiği bildirilmiştir.

Kamanna ve Chandrasekhara (1982), sarımsağın hipokolesteromik etkisini araştırmak için %1 seviyesinde kolesterol içeren bazal yeme %0.5, 1, 2 ve 3 seviyelerinde dondurulmuş kurutulmuş sarımsak tozu katarak oluşturdukları rasyonlarla ratları beslemişler ve %0.5 ve 1 seviyelerinin incelenen özelliklere etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. %2 sarımsak tozu ilaveli rasyonla beslenen grupta serum kolesterol seviyesinin %3 seviyesinde sarımsak içeren rasyonu alan gruptan daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Kolesterol içeren bazal rasyonla beslenen ratlarda artan LDL ve LDL-kolesterol seviyesinin %2 sarımsak tozu ilaveli rasyonu tüketen ratlarda kısmi olarak

iyileştiği belirlenmiştir. Kolesterol içeren bazal rasyonla beslenen ratlarda HDL ve HDL kolesterol seviyesinin dūřtūđu tespit edilmiştir. Kolesterol içeren rasyona sarımsak tozu ilavesinin HDL ortalamasını artırmasına rağmen, HDL kolesterol seviyesinde herhangi bir değişimin olmadığı bildirilmiştir. Kolesterol içeren bazal rasyona ilave edilen sarımsak tozunun ratlarda serum ve karaciğer kolesterol seviyesinde önemli bir azalma sağladığı ifade edilmiştir.

Qureshi *et al.* (1983a) taze sarımsak tozunun %1-8'ine eřit suda veya metanolde çözünebilen polar kısımlarının farklı konsantrasyonlarını mısır ve soya fasülyesine dayalı kontrol yemine ilave ederek, 5 haftalık yaştaki broyler civcivlerine hepatik betahidroksi betametil gulutaril koenzimA (HMG-CoA) redūktaz, kolesterol 7 alfa hidroksilaz (7 Alfa hidroksi) ve yađ asit sentetaz (FAS) enzimlerinin inhibasyonunu ölçmek için yedirmişlerdir. Deneme sonunda bu enzimlerin aktiviteleri ile total serum kolesterolü ve LDL seviyelerinde bir azalma elde edilmiştir. HDL-kolesterol seviyesinde herhangi bir etki gözlenmemiştir. Bu azalmalar için en etkili dozun taze sarımsağın %6'sına eřit değerdeki %1.2 suda çözünebilen kısım ve %0.54 metanolde çözünen kısım olarak tespit edilmiştir. Erkek ve diři hayvanların karaciğerleri üzerinde yapılan invitro çalışmalarda 15 dakikada (HMG-CoA) redūktaz ve yađ asit sentetaz enzimlerinin 25-300 mikrogram azaldığı test edilmiştir. Sonuç olarak, sarımsağın kokusuz suda çözünebilen kısmının rasyona ilavesi kontrol grubu ile karşılaştırıldığında toplam ve LDL kolesterol seviyesinde çok etkili olduğu görüşü ileri sürülmüştür.

Qureshi *et al.* (1983b) beyaz leghorn pililerinde lipid metabolizması üzerine sarımsağın etkilerini inceledikleri çalışmada, 4 hafta süre ile tavukları mısır ve soya fasülyesine dayalı kontrol yemi ile %3.8 sarımsak keki, sarımsak kekinin solvent ekstraktı (metanol ve su) ve ticari sarımsak yağı içeren rasyonlarla beslemişlerdir. Deneme sonunda sarımsak keki ve yağının hepatik 3-hidroksi 3-metil glutaril CoA redūktaz, kolesterol 7-alfahidroksilaz, yađ asit sentetaz gibi enzim aktivitelerini sınırlandırdığı tespit edilmiştir. Serum lipid düzeyinde önemli bir azalma olduğu (serum total kolesterol %20-25, LDL kolesterol %28-41, trigliserid %10-26) ancak HDL kolesterolünün etkilenmediği saptanmıştır. Sonuç olarak, en dūřük kolesterol

seviyesinin sarımsak yağı, kokulu sarımsak komponentleri ve suda çözünebilen kokusuz sarımsak komponentlerini içeren rasyonlarla beslenen gruplarda olduğunu belirtmişlerdir. Hipokolestromik etkinin kolesterol biyosentezinin bastırılması seviyesinde olduğunu ifade etmişlerdir.

Karma yeme keten tohumu ilavesinin yumurta sarısı kolesterol ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisini saptamak amacıyla yürüttükleri bir çalışmada Caston and Leeson (1990) 32 haftalık yaşta 40 adet leghorn yumurta tavuğunu dört gruba ayırarak, sırasıyla %0, 10, 20 ve 30 seviyelerinde öğütülmüş keten tohumu içeren rasyonlarla 28 gün süreyle beslemişlerdir. Rasyona öğütülmüş keten tohumu ilavesinin yumurta kolesterol içeriğini önemli derecede etkilemediğini, yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonunu ise önemli derecede etkilediğini bildirmişlerdir.

Yumurta tavuğu rasyonlarına balık yağı ilavesinin yumurta sarısı omega-3 yağ asitlerine etkisinin incelendiği başka bir çalışmada (Zhi-Bin *et al.* 1990), 24 adet Leghorn yumurta tavuğu dört gruba bölünerek ilk üç grup sırasıyla %1, 2 ve 3 oranlarında balık yağı ilave edilmiş rasyonlarla, 4. grup ise yağsız bazal yemle 4 hafta süreyle beslenmişlerdir. Çalışma sonunda her gruptan 3 adet yumurtanın yağ asidi kompozisyonu incelenmiş ve rasyonların yağ asidi profilinin, yumurta sarısı yağ asidi profiline çok yüksek düzeyde yansıdığı ve ilave edilen yağ oranına paralel olarak grupların yumurta sarısında omega-3 yağ asitleri oranlarının yükseldiği tespit edilmiştir.

Bileşiminde %0 ve 0.02 sarımsak yağı bulunan rasyonlarla 28 gün beslenen yumurtacı tavuklarla yürütülen bir çalışmada, diyetsel sarımsak yağının yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve yemden yararlanma katsayısını etkilemediği tespit edilmiştir. Ayrıca toplam plazma lipid ve kolesterolü ile yumurta sarısı kolesterolünün diyetsel muameleden etkilenmediği belirlenmiştir. Deneme sonu itibarıyla kontrol ve sarımsak yağı içeren rasyonlarla beslenen gruplara ait başlangıç canlı ağırlığı sırasıyla 1514 ve 1495 g; deneme sonu canlı ağırlığı 1557 ve 1570 g; yumurta verimi %90.6 ve 90.3; yumurta ağırlığı 57.4 ve 56.2 g; yem tüketimi 96.9 ve 92.8 g; yemden yararlanma katsayısı (yumurta verimi/yem tüketimi) 0.54 ve 0.55; yumurta sarısı kolesterolü 11.49 ve 11.41

mg/g; toplam yumurta kolesterolü 180 ve 171 mg; plazma lipidi 125.2 ve 126.9 mmol/L; plazma kolesterolü 5.05 ve 5.27 mmol/L olarak tespit edilmiştir (Reddy *et al.* 1991).

Bıldırcın rasyonlarına palmitik, oleik ve linoleik asit ilavesinin yumurta sarısı ile plazma ve karaciğer yağ asitleri kompozisyonuna etkilerini incelemek amacıyla, %3 düzeyinde palmitik, oleik ve linoleik asit ilave ederek oluşturulan rasyonlarla 60 adet japon bıldırcını üç gruba ayırılarak beslenmiştir. Çalışmada rasyona eklenen ilgili yağ asitlerinin, yumurta sarısı, plazma ve karaciğer lipid kompozisyonlarını önemli derecede etkilediği ve rasyonlardaki yağ asidi kompozisyonlarının ilgili dokulara yansıdığı tespit edilmiştir (Wilchez *et al.* 1991).

Horton *et al.* (1991) sarımsak tozunun rasyona 0, 100, 1000 ve 10000 mg/kg ilavesinin etlik piliçlerin performans ve kan kimyasal değişkenleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, yemden yararlanma, yem tüketimi ve canlı ağırlık artışında sarımsak tozu ilavesinin etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Ancak serum kolesterol ve HDL (yüksek yoğunluklu lipoprotein) düzeylerinin 10000 mg/kg sarımsak tozu ilaveli grupta daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Sonuç olarak 10000mg/kg sarımsak tozu ilavesi kolesterol ve plazma HDL oranını %10'dan daha fazla düşürmesine rağmen performans kriterlerini iyileştirmediği ifade edilmiştir.

Karma yeme değişik düzeylerde öğütülmüş ve öğütülmemiş keten tohumu ilavesinin, performans, yumurta kalitesi ve yumurta sarısı lipid kompozisyonu üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, Schiedeler and Froning (1996) beyaz leghorn yumurtacı tavukları izokalorik ve izonitrojenik rasyonlarla sekiz gruba ayırarak, 1. grubu soya-mısır esasına dayalı kontrol yemiyle, 2. grubu %1.5 balık yağı, 3. grubu %5 öğütülmüş KT, 4. grubu %5 öğütülmemiş KT, 5. grubu %10 öğütülmüş KT, 6. grubu %10 öğütülmemiş KT, 7. ve 8. grupları ise %15 oranında sırasıyla öğütülmüş ve öğütülmemiş KT içeren yemlerle sekiz hafta süreyle beslemişlerdir. Söz konusu çalışmada performans değerleri ve yumurta sarısı lipid kompozisyonunun diyetel muamelelerden etkilendiğini, yumurta kalite kriterlerinin ise etkilenmediğini tespit

etmişlerdir. Diyetlerin yağ asidi kompozisyonlarının yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonuna yansıdığı ve diyetlere ilave edilen keten tohumunun seviyelerine paralel olarak omega-3 yağ asitlerinin arttığını ifade etmişlerdir.

Collins *et al.* (1996) yumurta sarısı omega-3 yağ asitleri miktarını artırmak amacıyla yumurta tavuğu rasyonlarına doymamış yağ asitleri bakımından zengin olan mısır, kanola, keten ve balık yağlarından %3 oranında ilave ederek yaptıkları bir çalışmada grupların toplam omega-3 yağ asidi oranını, kontrol grubunda %1.2, mısır, kanola, keten ve balık yağı içeren rasyonlarla beslenen gruplarda sırasıyla %2, 2.7, 6.5 ve 6 olarak; omega-3/omega-6 oranını ise yine aynı sırayla 1.7:1, 8.3:1, 6.3:1, 2.4:1 ve 2.4:1 olarak tespit etmişlerdir.

Yumurta tavuğu rasyonlarına keten tohumuyla birlikte probiyotik ilavesinin yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu ve plazma kolesterol seviyesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada Pherko *et al.* (1998) yumurta tavuklarını üç gruba ayırarak kontrol grubunu soya fasulyesi küspesi ve mısıra dayalı bazal diyetle, ikinci grubu %15 keten tohumu ilave edilmiş diyetle, üçüncü grubu ise %15 keten tohumu ve probiyotik ilave edilmiş diyetlerle beslemişlerdir. Rasyona probiyotik ilavesinin yumurta sarısı yağ asidi bileşimini etkilemediğini ancak keten tohumu ilavesinin yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonunu önemli ($P<0.05$) düzeyde etkilediğini ve omega-3 yağ asidi oranını %1.05'ten %8.5'a yükselttiğini, omega-6 yağ asitlerini kontrol grubuna göre %10, oleik asit miktarını ise %14 oranında azalttığını belirlemişlerdir.

Botsoglou *et al.* (1998), 35 haftalık yaştaki Lohmann ırkı yumurtacı tavuklarla yaptıkları bir çalışmada, rasyona keten tohumu ilave ederek yumurta sarısı yağ asidi ve kolesterol içeriğini araştırmışlardır. Araştırmada keten tohumunun rasyona ilavesinin MUFA'yı azaltıp, PUFA'yı artırarak yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonunu değiştirdiğini ancak yumurta kolesterol seviyesine herhangi bir etki yapmadığını tespit etmişlerdir. Yumurta kolesterol içeriğini ortalama bir yumurtada 188 mg, yumurta sarısının 100 gramında 1247 mg olarak belirlemişlerdir.

Konjufca *et. al.* (1997) 21 günden oluşan seri bir deneme yürüterek broiler civcivlerinde sarımsak ve bakırın performans ve kolesterol metabolizmasına etkisini incelemişlerdir. Deney 1 ve 2 de kontrol rasyonuna ticari sarımsak tozunu %0, 1.5, 3.0 ve 4.5 seviyelerinde ilave ederek hayvanları beslemişlerdir. Deney 1 ve 2 sonuçlarına göre sarımsak tozunun %0, 1.5, 3.0 ve 4.5 seviyeleri için, plazma total kolesterolü 143, 118, 115 ve 120 mg/100 ml, plazma trigliseridi 86, 76, 71 ve 58 mg/100 ml olarak tespit edilmiştir. Plazma trigliseridi linear olarak azalmıştır. Deney sonunda, sarımsak tozu ilavesi ile hayvanlarda plazma kolesterolü ($P<0.01$), triaçilgliserol ($P<0.01$) ve karaciğer kolesterolü ($P<0.01$)'nün düştüğü gözlemlenmiştir. Sarımsak ilavesi ile canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranının etkilenmediği belirlenmiştir. Deney 1 ve 2 de sarımsak seviyesi ile ilgili cevaplar elde edildikten sonra %3 sarımsak tozu veya 63 ve 180mg/kg bakır (bakır sitrat veya bakır sülfatpenhidrat olarak) rasyona ilave edilerek oluşturulan gruplarla diğer denemeler yapılmıştır (Deney 3, 4, 5 ve 6). Deney sonuçlarında, sarımsak tozu yada bakırla beslemenin karaciğer ve kan kolesterol seviyesinde kan glutatyon seviyesinde, kalp ve but dokularının kolesterol seviyesinde azalma tespit edilmiştir. Diyetel sarımsak nedeniyle 3-hidroksi 3-metil glutaril CoA redüktaz aktivitesinin azaldığı ($P<0.05$), diyetel bakırın farmakolojik seviyesinin böyle bir etki göstermediği saptanmıştır ($P<0.05$). Yağ asit sentetaz aktivitesinin bakırla beslenen hayvanlarda azaldığı bulunmuştur ($P<0.05$). Hem sarımsak hem bakır ilavesinin kolesterol 7 α - hidroksilaz aktivitesini azalttığı tespit edilmiştir (sırayla $P<0.05$ ve $P<0.05$). Sonuç olarak, sarımsak ve bakırın benzer mekanizmalarla çalışmamasına rağmen lipid ve kolesterol metabolizmasını değiştirdiği ifade edilmiştir.

Pesti and Bakalli (1998) yumurta tavuğu rasyonlarına 0, 125 ve 250 mg/kg bakır ilave ederek yürüttükleri araştırmada denemenin ilk 4 haftası içinde yumurta veriminin önemli derece ($P<0.05$) arttığını ve 125 mg/kg bakır içeren rasyonla beslenme sonucu yumurta kolesterolünün 11.7 mg/g'dan 8.6 mg/g'a kadar azaldığını saptamışlardır. Rasyonda 250 mg/kg bakırın bir miktar daha azalma sağladığı (7.9 mg/g) ancak 125 mg/kg miktarında bakır bulunan grupla farklılığın önemsiz olduğu, plazma kolesterol miktarındaki değişmelerin de yumurtadaki miktarlara paralel bir değişme gösterdiği bildirilmiştir.

Disülfid konsantrasyonları farklı yüksek vakum altında dondurulmuş sarımsak ve soğanın %2 düzeyinde %18 soya fasülyesi yağı içeren rasyona ilave edilerek 14 gün boyunca tavuklara yedirildiği bir çalışmada (Sklan *et al.* 1992), hepatik kükürt seviyelerinin sarımsakla beslenen grupta neredeyse 2 kat arttığı belirlenmiştir. Hepatik kolesterol konsantrasyonunun sarımsak tarafından azaltıldığı, ancak soğandan etkilenmediği tespit edilmiştir. Toplam süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz aktivitelerinin yine sarımsak tarafından azaltıldığı ifade edilmiştir. Toplam süperoksit dismutazın azalmasına sebep olarak süperoksit dismutazın Cu---Zn aktivitesinin azalması gösterilmiştir. Sonuç olarak diyetel sarımsağın hipokolesterolemik ajan olarak soğandan daha etkili olduğu bildirilmiştir.

Elkin *et al.* (1999) 3-Hidroksi 3-metilglutaril CoA redüktaz enziminin aktivitesini azaltarak karaciğer ve kan kolesterolünü düşürmek için eşit ağırlıktaki Beyaz Leghorn tavuklarını 5 hafta boyunca farklı statin çeşitlerini (atorvastatin, lovastatin, simvastatin) %0.03 ve 0.06 seviyelerinde rasyona ilave ederek beslemişlerdir. Deneme sonunda kesilen hayvanların karaciğer ağırlıkları kontrol, %0.03 atorvastatin, %0.06 atorvastatin, %0.03 lovastatin, %0.06 lovastatin, %0.03 simvastatin ve %0.06 simvastatin gruplarında sırası ile 26.4, 30.9, 35.3, 31.4, 28.8, 28.0 ve 28.1 g olarak tespit edilmiştir. Karaciğer kolesterol içeriği statinin her çeşidi için önemli derecede azalmıştır. Ancak total karaciğer kolesterolü bakımından gruplar arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Plazma total kolesterol yoğunluğu atorvastatin (%56, 63) ve simvastatinin (%36, 45) her iki dozunda da önemli derecede düşmüştür ($P<0.05$). Yumurta kolesterol içeriği maksimum derecede azalmıştır. Lovastatin plazma lipid konsantrasyonunu etkilememiştir.

Tavuk, hindi, ördek ve kaz yumurtalarında yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonunun araştırıldığı bir çalışmada, olgun yaşta ticari yemle beslenen hayvanlar kullanılmıştır. Deneme sonunda Rhode Island Red ırkı tavuklarda yumurta sarısı yağ asitleri 14:0 0.4±0.1; 16:0 25.8±0.8; 16:1 (n-7) 2.1±0.2; 18:0 8.6±0.3; 18:1 (n-9) 40.5±1.1; 18:1 (n-7) 1.6±0.2; 18:2 (n-6) 14.7±0.5; 18:3 (n-3) 0.4±0.0; 20:1 (n-9) 0.3±0.1; 20:4 (n-6) 1.7±0.0; 22:6 (n-3) 1.6±0.2 olarak tespit edilmiştir (Surai *et al.* 1999).

Kutlu vd (2000) yumurta tavuğu rasyonlarına yucca tozu ilavesinin yumurta verimi, kalitesi ve kolestrolü üzerine etkisini araştırmak amacıyla, 2600 kkal/kg ME ve %17 ham protein içeren bazal rasyona 0, 30, 60 ve 120 ppm düzeylerinde yucca tozu ilave ederek sekiz hafta süreyle yürüttükleri çalışmada, yumurta ağırlıklarını gruplara göre sırasıyla 65.45, 65.12, 65.48 ve 65.87 gr; yumurta ak oranlarını %62.26, 62.10, 62.35 ve 62.24; sarı oranlarını %27.76, 27.94, 27.79 ve 27.59; kabuk oranlarını %9.99, 9.95, 8.33 ve 10.15; kabuk kalınlıklarını 365.18, 358.34, 358.30 ve 363.92 µm ve şekil indeks değerlerini 74, 73, 73 ve 73 olarak tespit etmişlerdir. Söz konusu özellikler bakımından gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel bakımdan önemli bulunmadığını bildirmişlerdir.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına %3 düzeyinde sarımsak tozu ilave edilen bir çalışmada, yumurta sarısı ve kan kolesterol konsantrasyonu 8 ay süre ile incelenmiştir. Yumurtalar günlük olarak toplanıp kaydedilirken kan örnekleri haftalık olarak alınmıştır. Belirli aralıklarla alınan yumurtalarda yumurta sarısı kolesterol seviyesi, kan örneklerinde ise düşük ve yüksek yoğunluklu lipoproteinler ile trigliserid miktarları belirlenmiştir. Rasyona %3 sarımsak ilavesinin, yumurtacı tavuklarda serum kolesterol ve diğer lipid bileşiklerini düşürücü bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Organoleptik değerlendirmede aromada bir farklılık olduğu saptanmıştır. Farklılığın yumurtaların panelistlere verilmiş şeklinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Kontrol grubundan elde edilen yumurtalar panelistler tarafından önce yenildiğinde sonra yenilen sarımsak aromasını fark ettikleri, sarımsaklı rasyon tüketen hayvanlardan elde edilen yumurtaları önce tadan panelistlerin bu aromayı fark etmedikleri belirlenmiştir. Panelistlerin, yumurta sarısı rengi ve tadı üzerine diyetel muamelenin herhangi bir etkisinin olmadığını keşfettikleri de tespit edilmiştir (Birrenkott *et al.* 2000).

Yüksek seviyedeki diyetel bakırın yumurta sarısı kolesterolünü azalttığı ve doymamış yağ asidi miktarını artırdığı hipotezini araştırmak için yapılan bir çalışmada, beyaz ve kahverengi kabuklu yumurta veren 2 ırka 8 mg/kg bakır içeren rasyona 250mg/kg bakır ilave edilerek yedirilmiştir. Deneme sonunda kahverengi kabuklu yumurta veren ırklarda her birim yumurta sarısı kolesterolünün %11 daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Diyetesel bakırın performans, yumurta sarısı kolesterol içeriği ve 20:4 n-6 (araşidonik asit) hariç yağ asidi profilini etkilemediği belirlenmiştir. Araşidonik asit miktarının beyaz kabuklu yumurtalarda arttığı tespit edilmiştir ($P<0.05$). Çalışma sonuçlarının yumurta tavuğu rasyonlarında farmakolojik seviyedeki bakırın doymamış yağ asitlerini artırıp kolesterolü azaltarak yumurta sarısı lipidlerini değiştirdiği hipotezini desteklemediği ifade edilmiştir (Maurice and Lightsey 2000).

Sarımsaktan elde edilen organosülfür bileşikleri ile kolesterol biyosentezinin engellenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, sarımsağın lipidde çözünebilir 6, suda çözünebilir 11 bileşiği test edilmiştir. Suda çözünen kısımlardan S-allil sistein (SAC), S-etil sistein (SEC) ve S-propil sistein'in (SPC) %42-55 oranında bir engelleme sağladığı, gamma-glutamil-S-allil sistein, gamma-glutamil-S-metil sistein ve gamma-glutamil-S-propil sistein'in ise %16-29 oranında bir engelleme sağladığı gözlenmiştir. Alliin, S-allil-N-asetil sistein, S-allilsulfonil alanin ve S-metil sistein'in ise kolesterol sentezi üzerine herhangi bir etki göstermediği belirlenmiştir. Sarımsağın lipidde çözünen kısımlarından, diallil disülfid (DADS), diallil trisülfid (DATS) ve dipropil disülfid (DPDS) düşük konsantrasyonlarda ($< \text{yada}=0.5 \text{ mmol/L}$) kolesterol sentezini %10-25 kadar düşürdüğü, yüksek konsantrasyonlarda ise ($> \text{yada}=1.0 \text{ mmol/L}$) sentezi bozduğu tespit edilmiştir. DADS, DATS ve DPDS tarafından tam bir sınırlama hücresele LDL'nin serbest kalmasındaki artış olarak gösterilen sitotoksiti ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Kolesterol sentezini bozan S-allil merkaptosistein hariç suda çözünen bileşikler tarafından LDL sekresyonunda herhangi bir artışın olmadığı gözlenmiştir. Deneme sonunda kolesterol sentezinin inhibasyonundaki maksimum sınırlamada SAC, SEC ve SPC'nin eşit potansiyele sahip olduğu hükmüne varılmıştır (Liu and Yeh 2000).

Kanatlılarda esansiyel yağ asitleri dışındaki diğer yağ asitlerinin tümü esansiyel yağ asitlerinden sentezlenebilmektedir. Esansiyel yağ asitlerinden olan linoleik asidin vücuda yeterli miktarda alınması sonucunda omega-6 yağ asitleri özellikle de arşidonik asit; linolenik asidin yeterli miktarda alınması durumunda ise eikosapentaenoik asit, dokosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit gibi ekzojen nitelikteki omega-3 yağ asitleri sentezlenebilmektedir (Surai *et al.* 1999; Du *et al.* 2000).

Klinik çalışmalar omega-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirilmiş yumurta tüketiminin kalp hastalıkları risk faktörlerinden olan plazma, kolesterol ve trigliserid seviyesini düşürerek bu hastalıklara yakalanma riskini azalttığını göstermiştir. Bir hafta süreyle α -Linolenik asit bakımından zenginleştirilmiş yumurtalarla beslenen insanların plazma trigliserid seviyesinin çok önemli düzeyde etkilendiğini ve plazma trigliserid seviyesinin %35 oranında azaldığı bildirilmiştir (Ayerza and Coates 2000).

Aouadi *et al.* (2000) diyetsel sarımsağın lipid metabolizması üzerine etkilerini inceledikleri bir çalışmada, ratlardan oluşan 4 deneme grubu oluşturmuşlardır. Kontrol grubu standart rasyonla, 2. grup %10 taze sarımsak, 3. grup %2 kolesterol, 4. grup %2 kolesterol+%10 taze sarımsak içeren rasyonlarla beslenmişlerdir. Serum kolesterol ve trigliserid seviyeleri sarımsak içeren rasyonla beslenen gruplarda (63.21 ± 7.24 ve 50.25 ± 4.40) diğer gruplara göre (72.00 ± 8.32 ve 59.89 ± 6.55) önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada rasyona sarımsak ilavesi ile normal ve hipokolesterolemik ratlarda yüksek dansiteli lipoprotein miktarının arttığı düşük dansiteli lipoprotein miktarının azaldığı ifade edilmiştir. Sarımsak ilavesi ile karaciğer ağırlıklarının önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir. Sarımsak ilaveli rasyonlarla beslenen hayvanların karaciğer ağırlığının (3.00 ± 0.13), kontrol grubundaki hayvanların (3.33 ± 0.26), kolesterol+sarımsak ilaveli rasyonları tüketen hayvanların (3.66 ± 0.24) ve kolesterol ilaveli rasyonları tüketen hayvanların (3.35 ± 0.15) karaciğer ağırlıklarından daha düşük olduğu gözlenmiştir. Sarımsak+kolesterol rasyonu ile beslenen gruplarda plazma glukozu konsantrasyonunun sadece kolesterol ilaveli rasyonla beslenen gruplara göre karşılaştırıldığında azaldığı fakat bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Yumurtanın gerçek kolesterol içeriğini belirlemek amacı ile yapılan bir çalışmada, bütün yumurtlama periyodu boyunca Hisex Brown hibritlerinden oluşan tavuklardan 10'ar hafta ara ile alınan yumurtalar biriktirilmiştir. Ortalama yumurta kolesterol içeriğinin 153.45 ± 12.39 mg'dan 263.90 ± 14.83 mg'a kadar değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. En düşük değer (153.45 ± 12.39 mg) yumurtlama döneminin başlangıcındaki yumurtalarda tespit edilmiştir ($P < 0.01$). Haftalar ilerledikçe yumurtanın

kolesterol içeriğinde artmıştır. 10. haftada 180.26 ± 11.16 mg, 20. haftada 208.22 ± 18.19 mg ve 30. haftada 263.90 ± 14.83 mg olarak pik noktaya ulaştığı belirlenmiştir. 40. haftada 236.72 ± 26.23 mg ($P < 0.05$) şeklinde bir düşüş olduktan sonra yumurtlama periyodunun sonuna kadar herhangi bir değişme gözlenmemiştir. Yumurta sarısının 100 g'ındaki kolesterol içeriği 1185.76 ± 110.12 mg dan 1549.80 ± 107.87 mg'a kadar değişmiştir. En yüksek konsantrasyonun yumurtlama sezonunun başlangıcında olduğu (1549.80 ± 107.87 mg) tespit edilmiştir ($P < 0.01$). 10. ve 20. haftalarda kolesterol içeriğinin azaldığı ve 30. haftada tekrar arttığı görülmüştür ($P < 0.05$). Daha sonra kolesterol içeriği yumurtlama periyodunun sonuna kadar biraz düştüğü belirlenmiştir. Yumurtlama başlangıcında, yumurta ve yumurta sarısı ağırlığı en düşük olmasına rağmen her 100 g yumurta sarısı kolesterol içeriği en yüksek olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, bir yumurtadaki kolesterol miktarının 217 mg olduğu fakat 153 ile 264 mg arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. İnsanların yumurtadan aldığı kolesterol miktarının yalnızca yumurta sarısının ağırlığına değil aynı zamanda yumurtlama periyoduna bağlı olduğu bildirilmiştir (Vorlova *et al.* 2001).

Sarımsak tozunun çeşitli seviyelerinin (%0, 1, 2 ve 3) yumurtacı tavuk rasyonlarına ilavesinin yumurta kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, 96 adet 40 haftalık yaştaki beyaz leghorn ırkı tavuk kullanılmıştır. Yumurta kalite kriterleri olarak yumurta kütlesi, yumurta kabuk kalınlığı, yemden yararlanma oranı, haugh birimi, sarı indeksi ve yumurta sarısı kolesterolünün incelendiği çalışma 12 hafta sürdürülmüştür. Deneme sonunda en yüksek yumurta kütlesi %1 sarımsak tozu içeren gruptan (0.303 kg), en düşüğü ise %3 sarımsak tozu içeren gruptan (0.255kg) elde edilmiştir. Her kg yumurta kütlesi için tüketilen yem miktarı %2 ve 3 sarımsak tozu içeren gruplarda önemli bir şekilde artmıştır ($P < 0.01$). En iyi yemden yararlanma oranı %1 sarımsak tozu içeren grupta (1.85) elde edilmiştir. Yumurta kabuk kalınlığı %3 sarımsak tozu içeren grupta önemli bir şekilde düşmesine ($P < 0.01$) rağmen %0, 1 ve 2 sarımsak tozu içeren gruplarda artmıştır. En yüksek kabuk kalınlığı 0.32 mm ile %0, 1 ve 2 sarımsak tozu içeren gruplarda, en düşük kabuk kalınlığı ise 0.30 mm ile %3 sarımsak tozu içeren grupta tespit edilmiştir. Rasyona sarımsak tozu ilavesi haugh birimi ve sarı indeksini etkilememiştir. En yüksek haugh birimi 67.83 ile kontrol grubunda, en düşük haugh

birimi ise 64.52 puanla %3 sarımsak tozu ilave edilen grupta bulunmuştur. En yüksek sarı indeksi 0.42 ile kontrol grubunda, en düşük sarı indeksi ise 0.40 ile %2 sarımsak tozu içeren gruptan elde edilmiştir. Rasyona sarımsak tozu ilavesi ile yumurta sarısı kolesterolünün önemli bir şekilde düştüğü gözlenmiştir ($P<0.01$). En yüksek yumurta sarısı kolesterolü kontrol grubunda olurken (251 mg/50 g yumurta), en düşük yumurta sarısı kolesterolü %3 sarımsak tozu içeren grupta (201 mg/50 g yumurta) tespit edilmiştir (Rehman *et al.* 2002).

Yumurta tavuğu rasyonlarına %0, 2, 4, 6, 8 ve 10 düzeylerinde güneşte kurutulmuş sarımsak keki ilave edilerek yürütülen bir çalışmada, performans ve yumurta sarısı kolesterol konsantrasyonu 6 hafta süre ile incelenmiştir. Çalışma sonunda yumurta ağırlığı, yem tüketimi, yemden yararlanma ve canlı ağırlık artışı olarak ele alınan performans özelliklerinin belirtilen düzeylerde rasyona sarımsak ilavesinden etkilenmediği, serum ve yumurta sarısı kolesterol içeriğinin ise artan sarımsak ilavesi ile linear olarak azaldığı tespit edilmiştir. Yumurta sarısı ağırlığının 3. ve 4. haftalarda artan sarımsak seviyesi ile kademeli olarak arttığı belirtilmiştir. Denemenin altıncı haftasında rasyonlarına %0, 2, 4, 6, 8 ve 10 sarımsak keki ilave edilen gruplarda serum kolesterol içeriğinin sırasıyla 243, 179, 141, 129, 111 ve 112 mg/100 ml, yumurta sarısı kolesterol konsantrasyonunun sırasıyla 13.7, 12.9, 12.4, 11.9, 10.6 ve 9.9 mg/g olduğu tespit edilmiştir (Chowdhury *et al.* 2002).

Yumurtlama dönemindeki bıldırcın karma yemlerine farklı oranlarda çinko ve bakır ilavesinin yumurta verim özellikleri ile bazı kan parametreleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada gruplar kontrol, 50 ppm bakır, 150 ppm bakır, 50 ppm çinko, 150 ppm çinko ve 150 ppm bakır+150 ppm çinko ilave edilerek oluşturulmuş ve deneme 12 hafta sürdürülmüştür. Deneme sonunda kontrol, 50 ppm bakır ve 150 ppm bakır gruplarında günlük yem tüketimi sırasıyla 36.80 ± 0.52 , 30.28 ± 0.52 ve 28.60 ± 0.61 ; yemden yararlanma oranı 5.53 ± 0.02 , 4.23 ± 0.07 ve 3.80 ± 0.10 ; yumurta verimi $\%56.20\pm 0.35$, 63.25 ± 0.36 ve 68.91 ± 0.26 ; yumurta ağırlığı 12.02 ± 0.16 , 11.52 ± 0.11 ve 11.04 ± 0.11 g; yumurta şekil indeksi $\%77.85\pm 0.05$, 77.85 ± 0.03 ve

77.84±0.04 olarak tespit edilmiştir. Rasyona bakır ilavesinin kan parametreleri üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir (İpek vd 2003).

Yumurta tavuğu rasyonlarına hayvansal ve bitkisel yağ ilavesinin, performans, yumurta kalitesi ve yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini incelemek amacıyla 67 haftalık yaşta 200 adet Isa-Brown yumurta tavuğunun beş gruba ayrılarak yapıldığı bir çalışmada, kontrol grubu bazal yemle, diğer gruplar ise bazal yeme %4 düzeyinde sırasıyla iç yağı, yarı yarıya iç ve keten yağı karışımı, ayçiçek yağı ve keten yağı ilave edilerek oluşturulan rasyonlarla 9 hafta beslenmişlerdir. Deneme sonunda performans değerleri önemli derecede etkilenirken, yumurta kalite özelliklerinin diyetel muamelelerden etkilenmediği gözlenmiştir. Yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu diyetel muamelelerden çok önemli düzeyde etkilenmiş ve rasyona ilave edilen yağların yağ asidi kompozisyonlarını yumurta sarısı yağ asidi profiline yansıttıkları tespit edilmiştir. Yine yumurta tavukları omega-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirilmiş yemlerle beslenerek, yumurtaların omega-3 yağ asitleri içeriğinin artırılacağı ve yumurtanın söz konusu yağ asitlerinin ucuz ve kolay temin edilebilir, önemli bir kaynağı olabileceği önerilmiştir (Çelebi 2003).

Lewis *et al.* (2003) yaptıkları bir çalışmada, erkek broylerlerin büyüme performansı üzerine çeşitli bitki ekstraktlarının etkisini araştırmışlardır. Çalışmada düşük ve yüksek seviyelerde civanperçemi, yabani mercan köşk, ardiç, meryem anadiken, yaban turpu ve sarımsak olmak üzere 6 ekstrakt kullanılmıştır. 12.9 MJ/kg ME ve 215 g/kg ham proteine sahip kontrol rasyonuna düşük seviye olarak 8230 mg/kg, yüksek seviye olarakta 16460 mg/kg sarımsak ekstraktından ilave edilmiştir. Denemenin son 17.-27. günleri arasında kontrol, düşük ve yüksek seviyedeki sarımsak ekstraktı ilaveli rasyonlarla beslenen hayvanların yem tüketimleri sırası ile 1128, 1069 ve 1116 g/hayvan, ağırlık kazançları 658, 694 ve 719 g/hayvan, yemden yararlanma oranları 0.58, 0.65 ve 0.65 ağırlık kazancı/yem olarak tespit edilmiştir.

Yumurta tavuğu rasyonlarına farklı oranlarda bakır ilavesinin spesifik gravite, ölüm oranı, hasarlı yumurta oranı, yumurta ağırlığı, yemden yararlanma, yem tüketimi,

yumurta verimi ve yumurta sarısı kolesterol konsantrasyonu üzerine etkisini incelemek amacıyla rasyona sırasıyla 0, 50, 100, 150 ve 200 mg/kg Cu ilave edilerek 27 haftalık Hisex – Brown tavuklarıyla 90 gün süre ile yapılan bir araştırmada (Balevi and Coskun 2004) adı geçen performans kriterleri bakımından gruplar arası farklılıklar önemli bulunmazken, yumurta sarısı kolesterol içeriğinin diyetel muamelelerden etkilendiği ve en düşük yumurta sarısı kolesterol içeriğinin 150 g/kg Cu ilave edilen gruplarda olduğu bildirilmiştir. Denemenin 30. gününde 0, 50, 100, 150 ve 200 mg/kg Cu ilave edilen gruplardan elde edilen yumurtalarda yumurta sarısı kolesterol içeriği sırası ile 16.73±0.84, 16.48±1.15, 15.50±1.11, 13.92±0.81 ve 15.68±0.75, 60. gününde sırasıyla 16.26±0.70, 15.79±0.98, 15.15±0.69, 12.80±1.02 ve 15.49±0.71, 90. gününde ise yine sırasıyla 16.86±1.13, 16.50±1.05, 14.67±1.00, 13.15±0.43 ve 16.64±0.89 mg/g olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, performansa kötü bir etkisi olmadan yumurta kolesterolünü düşürmek için rasyona 150 g/kg Cu ilave edilebileceği önerilmiştir.

Lien *et al.* (2004), yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen bakır ve kromun yumurta kalite ve serum özellikleri üzerine etkileri araştırmışlardır. Çalışma, 44 haftalık yaşta 144 Leghorn yumurta tavuğuyla 3×3 faktöriyel deneme planına göre 9 grup oluşturularak sürdürülmüştür. Deneme rasyonları, bakır; bakır sülfat olarak 0, 125 ve 250 mg/kg, krom; krom pikolinat olarak 0, 800 ve 1600 µg/kg seviyelerinde ilave edilerek oluşturulmuştur. Rasyona bakır ve krom ilavesi ile yumurta sarısı kolesterol içeriğinin önemli ölçüde azaldığı, yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yumurta kabuk kalınlığı ve kabuk mukavemetinin ise etkilenmediği bildirilmiştir. Serum kolesterol konsantrasyonunun bakır ilavesi ile düştüğü, hem bakır hem krom ilavesi ile VLDL'nin fark edilir bir şekilde azaldığı, HDL'nin ise önemli bir düzeyde arttığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, en düşük yumurta sarısı kolesterol içeriği için rasyona 125mg/kg bakırla birlikte 800 ile 1600 µg/kg kromun yumurta tavuğu rasyonlarına ilave edilebileceği önerilmiştir.

Mottaghitalab and Taraz (2004) yumurta tavuğu rasyonlarına sarımsak tozu ilavesinin yumurta sarısı ve kan serum kolesterolü üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, 200 adet yumurta tavuğunu 5 gruba ayırarak 1. grubu negatif kontrol (NC) olarak soya-

mısıra dayalı bazal yemle, 2., 3. ve 4. grupları sırasıyla %0.5, 1 ve 1.5 sarımsak tozu ilaveli rasyonlarla, 5. grubu ise pozitif kontrol olarak Tylosin içeren rasyonla 10 hafta süreyle beslemişlerdir. Çalışmada serum kolesterolünü belirlemek için kan örnekleri iki hafta aralıklı olarak her hayvanın kanat altındaki damarlarından alınmıştır. Yumurta kolesterolünü belirlemek için haftada bir kez yumurta numuneleri toplanmıştır. Rasyona sarımsak tozu ve Tylosin ilavesi hem serum hemde yumurta kolesterolünü önemli düzeyde etkilemiştir ($P < 0.01$). En yüksek serum ve yumurta kolesterol seviyesi NC grubunda olmasına rağmen en düşük serum ve yumurta kolesterolü %1 sarımsak tozu içeren rasyonla beslenen grupta olduğu gözlenmiştir. Negatif kontrol (1.), 2., 3. ve 4. gruplarda serum kolesterolü düzeyi sırasıyla 182.4 ± 1.9 , 156.1 ± 0.65 , 142.5 ± 2.7 , 159.9 ± 2.4 ve 171.3 ± 1.7 mg/dl, yumurta sarısı kolesterol düzeyleri ise 16.9 ± 0.27 , 14.1 ± 0.39 , 13.4 ± 0.97 , 13.7 ± 0.83 ve 14.9 ± 0.43 mg/g olarak tespit edilmiştir. Sarımsak tozu seviyeleri arasında herhangi bir farklılığın olmadığı ancak sarımsak tozunun sarı ağırlığını önemli bir şekilde ($P < 0.01$) azalttığı görülmüştür. Yumurta sarısı ve serum kolesterolü arasındaki korelasyonun negatif ve düşük olduğu tespit edilmiştir ($r = -0.09$, $P < 0.05$). Sonuç olarak, yumurta tavuğu rasyonlarında kimyasal ajanlardan ziyade sarımsak tozu kullanımının farkedilebilir bir avantaj sağladığını bildirmişlerdir.

Tekeli vd (2005) yumurta tavuğu yemine katılan bakırın yumurta verimi ve kabuk kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, 70 gün süre ile 20 haftalık beyaz leghorn yumurta tavuğu kullanmışlardır. Denemede biri kontrol diğer ikisi ise deneme grubu olmak üzere 3 grup oluşturulmuştur. Kontrol grubu standart tavuk yemi ile beslenirken diğer gruplar kontrole 250 mg/kg ve 500 mg/kg bakır bileşiği ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ilave edilerek oluşturulan rasyonlarla beslenmişlerdir. Çalışmanın ilk 42 günlük periyodunda gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmazken daha sonraki zamanlarda yumurta veriminin kontrol grubunda, diğer gruplardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Denemenin son üç periyodunda (42., 56. ve 70. günler) kontrol grubundan elde edilen yumurtaların ağırlık ve kabuk kalınlıklarının diğer iki gruptan (14. ve 28. günler) elde edilenlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak yeme yüksek düzeyde bakır ilavesinin yumurta kalitesini olumsuz yönde

etkilemesine karşılık, yeme 250 mg/kg bakır ilavesinin yumurta verimini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir.

Basmacıoğlu ve Ergül (2005) yumurta tavuklarında yaş, genotip, yetiştirme sistemi ve rasyon yapısının yumurta ve serum kolesterol içeriği ile diğer bazı yumurta özelliklerine etkilerini inceledikleri bir araştırmada, beyaz ve kahve renkli tavuklar, yer ve kafes yetiştirme sistemi, selülozu artırılmış rasyon ile C vitamini ilave edilmiş rasyon kullanılmıştır. Genotip ve yetiştirme sistemi, yumurta ve serum kolesterol içeriğini önemli düzeyde etkilemiştir. Serum ve yumurta kolesterol içeriğinin beyaz yumurta tavuklarında daha düşük olduğu saptanmıştır. Yumurta verimi, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı bakımından genotipler arasında beyaz yumurta tavuklarının yetiştirme tipleri arasında da kafeste yetiştirilenlerin daha iyi performans gösterdikleri tespit edilmiştir. Her iki genotip için yumurta kolesterol içeriği (mg/yumurta) ile yumurta ve sarı ağırlığı; serum kolesterol içeriği ile yumurta verimi arasında pozitif ve önemli korelasyonlar bulunmuştur. Serum ve yumurta kolesterol içeriği (mg/g ve mg/yumurta) arasındaki korelasyonun ise negatif olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu korelasyon ilişkisinin beyaz yumurta tavuklarında önemli çıktığı belirtilmiştir.

Rasyona ilave edilen bakırın doz ve kaynağının yumurtacı tavuklarda dışkı, karaciğer, kan ve yumurtanın kolesterol içeriği ile dışkıda, bütün bir yumurtada, yumurta sarısında ve karaciğerde bakır kalıntısının seviyesi üzerine etkisinin incelendiği çalışmada (Idowu *et al.* 2005), 35 haftalık yaşta Black Harco ırkı yumurtacı tavuklar kullanılmıştır. On hafta sürdürülen araştırmada bakır kaynağı olarak bakır proteinat (CuP) ve bakır sülfat pentahidrat (CuSO₄.5H₂O), doz olarak 0, 125 ve 250 Cu mg/kg kullanılmıştır. Bütün bir yumurta ve yumurta sarısı kolesterol konsantrasyonunun bakır proteinat ilave edilen rasyonla beslenen gruplarda, bakır sülfat pentahidrat katılan rasyonla beslenen gruplardan önemli bir şekilde düşük olduğu tespit edilmiştir. Ancak bakır proteinat ilave edilen rasyonla beslenen gruplarda daha fazla kolesterol salgılanmış ve bu gruplarda karaciğer ve dışkıda daha fazla bakır kalıntısı belirlenmiştir (P<0.05). Rasyona ilave edilen bakırın artan dozunun linear olarak yumurta sarısı ve kan kolesterolü ile lipoprotein ve karaciğer kolesterol konsantrasyonlarını azalttığı tespit edilmiştir

($P<0.05$). Yumurta sarısı kolesterol konsantrsyonuyla ilgili olarak bakırın kaynağı ve dozu arasında interaksiyon olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Santoso *et al.* (2005) yumurtacı tavuklarda performans ve lipid metabolizması üzerine katuk ekstraktının etkisini araştırdıkları çalışmada, 42 haftalık yaştaki 48 yumurta tavuğuyla 6 deneme grubu oluşturarak 10 hafta süresince denemeyi yürütmüşlerdir. Etanol kullanılarak elde edilen katuk ekstraktının yumurta verimini artırdığını, yumurtadaki trigliserit ve kolesterol miktarı ile serum trigliserit, toplam kolesterol ve VLDL+LDL-c miktarlarını önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir. Ele alınan özelliklerdeki değişikliğin ekstraksiyon metotlarının farklılığından kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, sentetik kolesterol düşürücüler ve tıbbi bitkilerin trigliserit, kolesterol, ham yağ ve lipid metabolizmasında rol alan enzimlerin aktivitelerinin azalmasında etkili olduğunu, ancak doğal kimyasallarla karşılaştırıldığında sentetik kimyasalların doğal bağışıklık sisteminin bozulması hususunda daha fazla yan etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Macit vd (2005) yumurtacı tavuk rasyonlarına humat ilavesinin yumurtlama performans, yumurta kalite özellikleri ve yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisini incelemişlerdir. Deneme sonunda kontrol grubuna göre humat içeren gruplarda miristik (14:0), miristoleik(14:1), palmitoleik(16:1) ve heptadekenoik (17:1) yağ asitlerinin arttığı, stearik (18:0) yağ asidinin ise azaldığı tespit edilmiştir.

Yumurta tavuğu rasyonlarına iki farklı düzeyde katılan bakırın yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı ile bazı kan parametreleri üzerine olan etkisinin araştırıldığı çalışma, her birinde 4 alt grup bulunan 3 grupta toplam 96 adet yumurtacı tavuk (Nick-chick) ile yürütülmüştür. Tavuklar, her biri 32 hayvan içerecek şekilde, bir kontrol ve iki deneme grubuna rastgele olarak dağıtılmıştır. Araştırmada bakır katılmayan temel rasyon kontrol grubunu, 125 ve 250 mg/kg düzeyinde bakır ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) katılarak oluşturulan rasyonlar deneme gruplarını oluşturmuş ve deneme 56 gün sürdürülmüştür. Kontrol, 125 mg/kg ve 250 mg/kg düzeyinde bakır ihtiva eden rasyonlarla beslenen gruplarda sırası ile günlük yem

tüketimi 140.88 ± 18.6 , 139.23 ± 19.0 ve 132.23 ± 12.3 ; yumurta verimi $\%73.8 \pm 1.1$, 79.3 ± 0.6 ve 77.8 ± 0.4 ; yumurta ağırlığı 69.42 ± 5.72 , 67.88 ± 4.57 ve 68.00 ± 4.79 g; yemden yararlanma oranı 3.13 ± 0.45 , 2.71 ± 0.41 ve 2.84 ± 0.11 ; başlangıç canlı ağırlığı 1688.7 ± 8.84 , 1732.3 ± 27.9 ve 1719.3 ± 11.0 g; deneme sonu canlı ağırlığı 1711.1 ± 39.7 , 1682.7 ± 33.7 ve 1732.5 ± 40.1 g; serum kolesterol 178.50 ± 26.5 , 138.17 ± 4.78 ve 125.83 ± 13.6 mg/dl; trigliserit 889.50 ± 147.0 , 796.17 ± 110.1 ve 616.50 ± 145.6 mg/dl ve HDL kolesterol 39.83 ± 3.4 , 42.00 ± 1.1 ve 57.50 ± 12.6 mg/dl şeklinde bulunmuş ve gruplar arasında farklılıklar önemsiz olmuştur. LDL kolesterol düzeyi sırasıyla 39.50 ± 7.2 , 45.50 ± 2.4 ve 25.50 ± 5.9 mg/dl olarak belirlenmiş ve gruplar arasında farkın önemli olduğu bildirilmiştir. 250 mg/kg bakır katılan grupta LDL kolesterol düzeyinin azaldığı ($P < 0.05$) tespit edilmiştir. Sonuç olarak, araştırmadan elde edilen bulgular yumurta tavuğu rasyonlarına 125 ve 250 mg/kg düzeyinde katılan bakırın performans, serum kolesterol, serum trigliserit ve HDL kolesterol düzeyleri üzerine etkili olmadığını fakat 250 mg/kg bakır katılan grupta LDL kolesterol düzeyinin azaldığını göstermiştir (Azman ve Yılmaz 2006).

Ansari *et al.* (2006) bakır ve keten tohumunun yumurtacı tavuk rasyonlarına ilavesinin yumurta sarısı kolesterolü ve yağ asidi kompozisyonu ile kan kolesterolü üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla 250 ppm bakır (bakır sülfat pentahidrat) ve keten tohumunu $\%0$, 5, 10, ve 15 seviyelerinde tek başına ve kombine olarak katarak oluşturdukları rasyonlarla 50 haftalık yaşta beyaz leghorn ırkı yumurtacı tavukları 120 gün süre ile beslemişlerdir. Kan ve yumurta sarısı kolesterolü ile yağ asidi ayda bir tekrarlanan analizlerle belirlenmiştir. Deneme sonunda kontrol ve 250 ppm bakır ilaveli rasyonlarla beslenen gruplarda kan kolesterolü sırası ile 153.8 ve 172.6 mg/dl, yumurta sarısı kolesterolü 13.8 ve 10 mg/g, yumurta kolesterolü 200.2 ve 200 mg, yumurta sarısı toplam yağı $\%25.7$ ve $\%25.6$, doymuş yağ asidi $\%42.1$ ve $\%42.1$, doymamış yağ asidi $\%28$ ve $\%28$ olarak tespit edilmiştir.

Lim *et al.* (2006) $\%0$, 1, 3, 5 oranlarında sarımsak tozu, 200 ppm bakır ve $\%3$ sarımsak tozu + 200 ppm bakır ilavesi ile hazırladıkları rasyonlarla yumurtacı tavukları 5 hafta süreyle besleyerek performans, yumurta kalite özellikleri ve yumurta sarısı kolesterol

içeriğini araştırmışlardır. Çalışma sonunda bakır ve sarımsak tozunun performans ve kalite özelliklerinden kabuk mukavemeti, kabuk kalınlığı ve sarı rengi üzerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Haugh biriminin ise rasyona katılan sarımsak oranındaki artışa bağlı olarak yükseldiğini bildirmişlerdir. Sarımsaktaki allisinin, sülfür içeren bileşiklerle reaksiyonu sonucu antioksidatif aktiviteye sahip olan çeşitli disülfid bileşiklerine dönüştüğü ve haugh birimindeki artışa sarımsaktaki allisin derivatlarından meydana gelen antioksidan etkinin neden olabileceği ileri sürülmüştür. Sarımsak tozu ve bakırın tek başına veya kombine olarak rasyona katılmasının toplam serum kolesterolü ile yumurta kolesterolünü azalttığı bildirilmiştir. Kontrol, %1, 3, 5 sarımsak tozu, bakır ve bakır+%3 sarımsak tozu ilave edilen rasyonlarla beslenen grupların yumurta verimleri sırasıyla %74.38, 70.00, 69.33, 79.71, 84.19 ve 73.05; yumurta ağırlıkları 58.14, 57.10, 56.81, 56.66, 57.29 ve 57.17 g; yem tüketimleri 100.33, 104.57, 102.85, 102.63, 104.12 ve 99.82 g; kabuk mukavemeti 3.96, 3.87, 3.76, 3.89, 3.87 ve 3.89 kg/cm²; kabuk kalınlığı sırasıyla (0.01 mm) 35.76, 34.40, 34.33, 35.06, 34.85 ve 34.35; sarı renkleri 7.83, 7.92, 7.87, 7.76, 7.77 ve 7.72; serum kolesterol içerikleri 170.4±6.15, 135.56±4.76, 142.98±7.05, 154.71±6.85, 131.27±5.41 ve 123.53±6.22 mg/dl; yumurta sarısı kolesterol içeriği ise 14.79±0.27, 14.03±0.38, 13.3±0.18, 13.79±0.12, 13.66±0.49 ve 13.12±0.28 mg/g yumurta sarısı olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, deneme sonunda kesilen hayvanlardan elde edilen karaciğerlerin nisbi ağırlığı bakımından muameleler arasında önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Yalçın *et al.* (2006), sarımsak tozunun rasyona 0, 5 and 10 g kg⁻¹ ilave edilmesinin yumurta tavuklarında performans, yumurta kalite özellikleri ve kan parametreleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Deneme, 22 haftalık yaşta SHSY-tipi kahverengi yumurta tavuğu kullanılarak 22 hafta sürdürülmüştür. Rasyona sarımsak tozu ilavesinin canlı ağırlık, yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, şekil indeksi, kırılma mukavemeti, kabuk kalınlığı, ak indeksi, sarı indeksi, haugh birimi, sarı ağırlığı ve kan protein konsantrasyonunu etkilemediği tespit edilmiş ve sarımsak oranı arttıkça yumurta sarısı kolesterolünün azaldığı bildirilmiştir. Grupların yumurta sarısı kolesterol içeriklerinin sırasıyla 14.79±0.41, 13.97±0.25 ve 13.27±0.24 mg/g olduğu belirlenmiştir. Rasyona sarımsak tozu ilavesi ile yumurta ağırlığının arttığı tespit

edilmiştir ($P<0.01$). Yine sarımsak tozu ilavesi ile tavukların kanlarındaki trigliserid ($P<0.05$) ve toplam kolesterol konsantrasyonlarının azaldığı ($P<0.01$) ifade edilmiştir. Rasyona 0, 5 and 10 g kg⁻¹ sarımsak tozu katılarak oluşturulan gruplardaki hayvanların kan trigliserid seviyelerini sırasıyla 15.35±0.34, 13.84±0.38 ve 13.77±0.49 g/L, kolesterol seviyelerini ise 5.09±0.14, 4.76±0.06 ve 4.17±0.09 mmol/L olarak ölçmüşlerdir. Sonuç olarak, sarımsak tozunun rasyona katılmasının yumurta ağırlığını artırdığını, yumurta sarısı ve kan kolesterolü ile trigliserid miktarını ise yumurta kalitesi ve performans üzerine olumsuz bir etki yapmaksızın düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Diyetsel sarımsak ve soğanın %1 seviyesinde rasyona ilavesinin yumurta sarısı trigliserid, fosfolipid ve kolesterol içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, Japon bıldırcınları 6 hafta süre ile beslenmişlerdir. Çalışma sonunda gruplar arasında yumurta sarısı trigliserid, toplam kolesterol ve toplam fosfolipid içeriği bakımından önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Kontrol, soğan ve sarımsak ilaveli yemlerle beslenen gruplardan elde edilen yumurtaların trigliserid içerikleri sırasıyla 20.14±1.19, 20.11±1.19 ve 20.10±1.20 g, fosfolipid seviyeleri %8.31±0.34, 8.29±0.13 ve 8.29±0.13, kolesterol içerikleri ise %2.2±0.16, 1.87±0.19 ve 1.93±0.16 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, hipolipidemik ajan olan sarımsak ve soğanın Japon bıldırcınlarında yumurta sarısı trigliserid, fosfolipid ve kolesterol seviyelerini etkilemediği bildirilmiştir (Kumar *et al.* 2007).

Diyetsel sarımsağın yumurtacı tavuklarda, performans, yumurta sarısı ve kan serum kolesterolü üzerine etkisini incelemek amacıyla leghorn yumurta tavuğu rasyonlarına sırasıyla %0, 2, 6 ve 8 düzeylerinde 50⁰C'ta fırında kurutulmuş sarımsak tozu ilave edilerek oluşturulan rasyonlarla yürütülen 6 haftalık araştırmada, deneme geneli itibariyle ağırlık kazancı, yumurta verimi ve yem tüketiminde rasyonlar arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). %0, 2, 6 ve 8 düzeylerinde sarımsak tozu içeren gruplarda ağırlık kazancı sırasıyla 75, 95, 117 ve 130 g/hafta, yumurta verimi %75, 78, 78 ve 80, günlük yem tüketimi ise sırasıyla 112, 117, 120 ve 125 olarak bulunmuştur. Ancak, yemden yararlanma oranı ve yumurta ağırlığı kriterlerinde diyetsel sarımsağın artan seviyesi ile gruplar arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$).

Serum ve yumurta sarısı kolesterol konsantrasyonlarının diyetel sarımsağın artan seviyesi ile düştüğü belirlenmiştir ($P<0.01$). Altıncı hafta sonu itibariyle grupların serum kolesterol konsantrasyonları 169, 136, 112 ve 90 mg/100ml, yumurta sarısı kolesterolleri ise 14, 13.2, 12 ve 10.7 mg/g şeklinde bulunmuştur. Sonuç olarak, ticari yumurta tavuğı rasyonlarına kurutulmuş sarımsak tozu ilavesinin serum ve yumurta sarısı kolesterol konsantrasyonunu düşürdüğü ve performans üzerinde önemli etkiye sahip olduğı ifade edilmiştir (Khan *et al.* 2007).

Yumurta tavuğı rasyonlarına humat, probiyotik ve humat + probiyotik ilavesinin performans, yumurta kalitesi ve yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerinin incelendiğı bir çalışmada, 46 haftalık yaşta Lohmann LSL beyaz yumurta tavuğı 4 ayrı gruba şansa bağı olarak dağıtılmıştır. Bazal yeme (K) ilaveten %0.30 humat (H), %0.30 probiyotik (P) ve %0.15 humat + %0.15 probiyotik (HP) ilave edilerek oluşturulan rasyonla yapılan çalışmada, tavuk rasyonlarının % 0.30 düzeyinde diyetel humat ve probiyotik ile desteklenmesinin yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonunu etkilediğı tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden stearik asit, tekli doymamış yağ asitlerinden ise palmitoleik, miristoleik ve oleik yağ asitleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Muamelenin toplam doymuş yağ asitlerini rakamsal olarak düşürdüğü gözlenmiştir (Macit vd 2007).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan materyali

Çalışmanın hayvan materyalini, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Tavukçuluk Şubesinde yetiştirilen, 38 haftalık yaşta 240 adet Lohmann beyaz ticari yumurta tavuğu oluşturmuştur.

3.1.2. Yem materyali

Bu araştırmanın yem materyalini (I. dönem kafes yumurta tavuk yemi) Erzurum Bayramoğlu Yem Fabrikasından temin edilen, bileşimi ve kimyasal kompozisyonu Çizelge 3.2’de verilen ticari yumurta tavuğu yemine 200 ppm bakır ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+200 ppm bakır, %4 sarımsak tozu, %4 sarımsak tozu+200 ppm bakır, %6 sarımsak tozu, %6 sarımsak tozu+200 ppm bakır ilave edilerek oluşturulan 7 deneme ve biri kontrol olmak üzere toplam 8 rasyon oluşturmuştur. Rasyona ilave edilen bakır Farmavet İlaç San. ve Tic. A.Ş.’den, sarımsak ise Erzurum sebze ve meyve halinden temin edilmiştir. Araştırmada kullanılan rasyonların kimyasal kompozisyonu Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü’nde Weende analiz yöntemine göre belirlenmiştir (AOAC, 1990).

3.1.3. Yağ asitlerinin ekstraksiyonlarında kullanılan çözeltiler

Çözelti 1 : Hücre parçalayıcı

Maddeler	Miktarları
Sodyumhidroksit (ACS grade)	45 mg
Metilalkol (H.P.L.C grade)	150 mg
Saf su (deiyonize)	150 ml

Çözelti 2 : Metilasyon çözeltisi: BF₃ Metanol çözeltisi hazır olarak alınmıştır.

Çözelti 3 : Ekstraksiyon çözeltisi

Maddeler	Miktarları
Hexan (H.P.L.C grade)	250 ml
Metil-terd butil eter (H.P.L.C grade)	200 ml

Çözelti 4: Bazık yıkama çözeltisi: NaCl'ü saf su (deiyonize) ile doyuyarak doymuş çözelti hazırlanmıştır.

3.1.4. Yağ asitlerinin belirlenmesinde kullanılan gaz kromatografisi

Yağ asitlerinin analizi, Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde bulunan gaz kromatografisi cihazı (Agilent 6890N) ve bu cihaza entegre olarak çalışan bir bilgisayar ile numuneleri tam otomatik olarak belirleyebilen MIDI Sherlock sisteminden yararlanılarak yapılmıştır.

3.1.5. Yumurta sarısı ile kan kolesterolü ve trigliserid içeriklerinin belirlenmesinde kullanılan çözeltiler

HPTLC analizi için standartlar:

1. Skualen
2. Kolesterol
3. Triolein
4. Kolesterol palmitate
5. Kolesterol-3-sülfat
6. Fosfatidil kolin
7. Oleik asit

1,2,3,4 no'lu standartlar 3 mg tartılmış ve 5 ml n-Hexan ilave edilerek, 5,6,7 no'lu standartlar 3 mg alınmış ve 5 ml kloroform:metanol (1:1, v/v) ilave edilerek çözülmüştür. Her bir lipid standartından 100 µl alınıp karıştırılarak kombine bir standart elde edilmiştir.

Boyama işleminde kullanılan çözelti: %8 fosforik asitte hazırlanmış %10'luk bakır sülfat çözeltisi kullanılmıştır (9,4 ml H₃PO₄, 10 gr CuSO₄ karıştırılıp toplam hacim distile H₂O ile 100 ml' ye tamamlanır).

Kan parametrelerinde HPTLC yönteminde kullanılacak standart ve çözelti yumurta sarısı için kullanılan çözeltilerle aynı olup yukarıda bu çözeltiler verilmiştir.

%10 (v/w) Sodyum Dodesil Sülfat (SDS) Çözeltisi: Yumurta örneklerinin seyreltilerek homejenizasyonunda, 10 g SDS 50 ml distile suda hafifçe karıştırılarak çözülüp toplam hacim distile su ile 100 ml'ye tamamlandıktan sonra elde edilen çözelti kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme gruplarının oluşturulması ve beslenmesi

Rasyona %0, 2, 4 ve 6 seviyelerinde katılan sarımsak piyasadan alınarak sapları temizlenmiştir. Temizlenen sarımsak yumruları Gıda Mühendisliği Bölümü'nde 3mm'lik ayna çapına sahip et kıyma makinasında kıyılarak branda üzerine ince bir şekilde serilip açık havada 24 saat süreyle bekletildikten sonra 50⁰C sıcaklıkta kuruyuncaya kadar (%90 kuru madde, %10 su) fırınlanmıştır. Daha sonra toz haline getirilmiş ve rasyonun izokalorik ve izonitrojenik olması açısından arpanın yerine ikame edilerek rasyona belirtilen oranlarda Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yem Hazırlama Ünitesi'nde karıştırılmıştır. Denemede kullanılan sarımsak tozunun kimyasal kompozisyonu Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Çalışma, herbirinde 30 hayvan bulunan biri kontrol, yedisi deneme grubu olmak üzere toplam sekiz grupta 240 adet hayvan kullanılarak tam şansa bağlı deneme planına göre yürütülmüştür. Her grupta kendi içerisinde herbirinde 5 hayvan bulunan altı alt gruba ayrılmış ve üç katlı batarya tipi kafeslere şansa bağlı olarak dağıtılmıştır. 1. grup kontrol grubu olup bazal yemle, 2. grup bazal yeme 200 ppm bakır ilave edilmiş yemle, 3. grup %2 sarımsak tozu, 4. grup

%2 sarımsak tozu+200 ppm bakır, 5. grup %4 sarımsak tozu, 6. grup %4 sarımsak tozu+200 ppm bakır, 7. grup %6 sarımsak tozu, 8. grup %6 sarımsak tozu+200ppm bakır içeren rasyonlarla, bir haftası deneme yemlerine alıştırmaya periyodu olmak üzere toplam oniki hafta süreyle denemeye alınmışlardır. Denemede kullanılan bakır (%25.6 bakır içeren $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bileşiği) Farmavet A.Ş.'den temin edilmiştir. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bileşiği içerdiği bakır dikkate alınarak 200 ppm olacak şekilde rasyona ilave edilmiştir. Hayvanlara yem ve su ad-libitum olarak verilmiştir. Deneme kümesinde 17 saatlik günlük aydınlatma programı floresan lamba ile sağlanmıştır.

Çizelge 3.1. Denemede Kullanılan Sarımsak Tozunun Kimyasal Kompozisyonu (%)

Kuru Madde	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Selüloz	Ham Kül	NÖM	ME Kkal/Kg yem
88.8	13.74	0.79	5.52	6.64	62.11	2975*

*Hesaplanarak bulunmuştur.

Çizelge 3.2. Denemede Kullanılan Bazal Yemin Bileşimi Ve Kimyasal Kompozisyonu (%)

Yem Maddeleri	Miktarı	Kimyasal Kompozisyonu	Miktarları
Mısır	52.81	Kuru Madde	89.47
Arpa	6.00	Ham Protein	16.50
Soya Küspesi	18.13	Ham Selüloz	4.49
Tam Yağlı Soya	1.65	Ham Kül	11.70
Ayçiçeği Tohumu K.	7.5	HCL'de Çözünen Kül	1
Mısır Gluten Unu	2.04	Ham Yağ	4.88
Soya Yağı	1.60	Lisin	0.7
Mermer Tozu	6.82	Metiyonin	0.33
Tuz	0.30	Kalsiyum	3.4
DCP 18	2.65	Fosfor	0.7
D-L Metiyonun 99	0.15	Tuz	0.35
L-Lisin	0.10		
Yumurta Vit-Min	0.25	ME	2720

Her 2 kg'da 12.000.000 IU Vitamin A, 2.500.000 IU Vitamin D3, 30.000 mg Vitamin E, 34.000 mg Vitamin K, 3.000 mg Vitamin B1, 6.000 mg Vitamin B2 30.000 mg Nicotin Amid, 10.000 mg Cal.-D-Paln, 5.000 mg Vitamin B6, 15 mg Vitamin B12, 1.000 mg Folik Asit, 50 mg D-Biotin, 300.000 mg Cholin, 50.000 mg Vitamin C, 80.000 mg Manganez, 60.000 mg Demir (Fe), 60.000 mg Çinko (Zn), 5.000 mg Bakır (Cu), 2.000 mg İyot (I), 500 mg Kobalt (Co), 150 mg Selenyum (Se), 10000 mg Antioksidan, 2500 mg Canthaxanthin, 500 mg Apo Ester.

Çizelge 3.3. Denemede Kullanılan Karma Yemlerin Bileşimi Ve Kimyasal Kompozisyonu (%)

Gruplar	Kontrol	Kontrol +Bakır	%2 Sarımsak	%2 Sarımsak + Bakır	%4 Sarımsak	%4 Sarımsak + Bakır	%6 Sarımsak	%6 Sarımsak + Bakır
Yem Bileşimi								
Bazal yem	94	94	94	94	94	94	94	94
Sarımsak	-	-	2	2	4	4	6	6
Arpa	6	6	4	4	2	2	-	-
Bakır	-	200ppm	-	200ppm	-	200ppm	-	200ppm
Analiz İle Belirlenen Besin Madde Kompozisyonları								
Kuru Madde	87.9	88.1	88.6	88.3	88.3	88.2	88.5	89.1
Ham protein	18.9	18.1	19.0	19.2	18.6	19.7	20.2	19.6
Ham Yağ	3.1	3.2	3.0	3.1	3.1	3.1	2.9	2.9
Ham selüloz	4.9	4.9	5.4	4.8	5.1	4.7	4.5	4.5
Ham Kül	6.4	6.5	6.5	6.6	6.6	6.7	6.9	7.0
NÖM	54.6	55.4	54.7	54.6	54.9	54.0	54.0	55.1
ME*	2660	2668	2667	2667	2666	2661	2653	2675

*Hesaplanarak bulunmuştur.

3.2.2. Performans özelliklerinin belirlenmesi

Bu çalışmada performans özellikleri olarak canlı ağırlık değişimi, yumurta ağırlığı, yumurta verimi, günlük yem tüketimi, yemden yararlanma oranı (toplam tüketilen yem miktarı (kg)/toplam üretilen yumurta miktarı (kg)) ve hasarlı yumurta oranları tespit edilmiştir.

3.2.2.a. Yumurta ağırlığının belirlenmesi

Yumurta ağırlıkları her 15 günde herbir alt gruba ait yumurtalar 0.1 mg'a hassas terazi ile tartılarak tespit edilmiştir.

3.2.2.b. Yumurta veriminin belirlenmesi

Grupların yumurta verimleri, her gruptaki alt grupların yumurtaları hergün aynı saatte sayım yapılarak kaydedilmiş ve 15. güne kadar üretilen toplam yumurtanın toplam hayvan sayısına bölünüp 100 ile çarpılarak yumurta verimi yüzde olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.c. Yem tüketiminin belirlenmesi

Grupların yem tüketimleri, her alt grupta ayrı ayrı olmak üzere 15 günde bir yapılan tartımlarla belirlenmiştir. Bu amaçla alt gruplara verilecek yemler önceden tartılarak hayvanlara ad-libitum olarak verilmiş 15. gün sabah yemleme yapılmadan önce önlerindeki yemler toplanarak artan yemler verilen yemden çıkarılarak 15 günlük toplam yem tüketimleri bulunmuştur. Her alt grupta 15 günde tüketilen toplam yem miktarının toplam hayvan sayısına bölünmesiyle günlük yem tüketimleri belirlenmiştir.

3.2.2.d. Yemden yararlanma oranının belirlenmesi

Yemden yararlanma terimi, hayvanların yemi yumurtaya çevirme kabiliyeti olarak bilinir. Her bir gruba ait alt grupların (kafeslerin) 15 günlük yem tüketimleri ve üretilen yumurta ağırlıkları tespit edilerek, tüketilen yemin üretilen yumurta miktarına (kg) bölünmesiyle yemden yararlanma oranları saptanmıştır.

3.2.2.e. Hasarlı yumurta oranının belirlenmesi

Bu amaçla; her gün toplanan yumurtalardan çatlak, kırık, yumuşak kabuklu, anormal şekilli ve 45 gr'dan küçük yumurta sayısı belirlendikten sonra gruplardan elde edilen toplam yumurta sayısına oranlanarak hasarlı yumurta sayısı yüzde olarak tespit edilmiştir.

3.2.3. Yumurta kalite kriterlerinin belirlenmesi

Yumurta kalite kriterlerinin (yumurta ağırlığı, kabuk kalınlığı, kırılma mukavemeti, ak indeksi, sarı indeksi, sarı rengi, şekil indeksi, haugh birimi) belirlenmesi için araştırmanın başlangıcından itibaren ayda bir, her gruptan rastgele seçilen altı yumurta örneği oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra Veteriner Fakültesi Hayvan Hastalıkları ve Hayvan Besleme Laboratuvarı'nda analize tabi tutulmuştur.

3.2.3.a. Yumurta ağırlığının belirlenmesi

Yumurta ağırlıkları, ayda bir her alt gruptan rastgele seçilen yumurtanın 24 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra 0.1 mg'a hassas terazi ile tartılması ile tespit edilmiştir.

3.2.3.b. Kabuk ağırlığının belirlenmesi

Yumurtalar kırıldıktan sonra kabuğa yapışan ak kalıntısı temizlenerek kabuk ağırlığı 0.1 mg'a hassas terazi ile tartılarak saptanmıştır. Kabuk ağırlığı kabuk kalitesinin belirlenmesinde tek başına kullanılamaz. Ancak diğer kriterlerin belirlenmesinde gerekli bir özelliktir. Çünkü kabuk ağırlığı, yumurta ağırlığına bağlı olarak değişmektedir. Yumurta ağırlığında her 1 gramlık artış sonucu kabuk ağırlığının 0.055 g arttığı bildirilmiştir (Ekinci 2006).

3.2.3.c. Kabuk kalınlığının belirlenmesi

Yumurta dış kalitesi veya kabuk kalitesinin en önemli kriteri kabuk sertliğidir. Kabuk kalınlığının belirlenmesinde mikrometre kullanılmıştır. Bu amaçla kullanılan yumurtanın sivri, küt ve orta kısmından alınan kabuk örneklerinden zarları çıkarıldıktan sonra kalınlıkları mikrometre ile ölçülüp ortalamaları tek bir kalınlık değeri olarak hesaplanmıştır. Kabuk kalınlığının 320 µm'nin altına düşmemesi istenir (Ekinci 2006).

3.2.3.d. Kırılma mukavemetinin belirlenmesi

Yumurta kırılma mukavemeti, kırılma mukavemeti ölçme aleti (kg/ cm^2) kullanılarak tespit edilmiştir. Yumurta cihaza yatay olarak yerleştirilip güç uygulanarak yumurtanın çatladığı andaki direnç okunmuş ve kırılma mukavemeti olarak kaydedilmiştir (Yörük and Bolat 2003; Karaca 2004).

3.2.3.e. Şekil indeksinin belirlenmesi

Kumpas ile ölçülen yumurta genişliği, yumurta uzunluğuna bölünüp yüzle çarpılarak şekil indeksi yüzde olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Yumurta şekil indeksi (\%)} = \frac{\text{Yumurta genişliği (cm)}}{\text{Yumurta uzunluğu (cm)}} \times 100$$

3.2.3.f. Yumurta iç kalite özelliklerinin belirlenmesi

İç kalite özelliklerini belirlemek için yumurtalar cam bir masaya kırıldıktan 10 dakika sonra ölçme işlemleri yapılmaktadır. Bu beklemin sebebi yumurta kırıldıktan sonraki ilk 10 dakika içerisinde ölçümlerde büyük değişikliklerin oluşmasıdır. Bu değişiklikler 10 dakika sonra minimum düzeye inmektedir (Ergün vd 1987). Yumurta kırıldıktan sonra ölçümler eşit aralıklarla alınmalıdır. Çünkü sarıyı örten ak çabuk yayılır, sonra yavaş yavaş dağılır ve akın yüksekliği azalır. Bu nedenle yarım dakika aralıklardaki ölçmelerde farklılıklar oluşur (Mutaf 1981).

Sarı renk tayini standart kalorimetrik sisteme göre (CIE) ticari bir firma (ROCHE) tarafından üretilen ve 1'den 15'e kadar farklı tonda sarı renkleri içeren sarı renk yelpazesi kullanılarak tespit edilmiştir.

Yumurta ak uzunluğu ve genişliği kumpasla, ak yüksekliği ise üç ayaklı mikrometre (1/100 mm duyarlı) ile ölçülerek aşağıdaki formül yardımıyla ak indeksi hesaplanmıştır (Yörük 1998).

$$\text{Ak indeksi(\%)} = \frac{\text{Yumurta akının yüksekliği (mm)}}{\text{Yumurta akının uzunluğu ve genişliğinin ortalaması (mm)}} \times 100$$

Sarı indeksi, sarının orijinal ve tabii şekli ile sarı membranın sertliğinin indirekt bir ölçümü olarak kabul edilmektedir. Sarı indeksi yumurta sarısının yayılmadan dik durma özelliğinin ölçümüdür. Yumurta sarı indeksi için yumurta sarısının çapı kumpas, yüksekliği ise mikrometre ile ölçülerek aşağıdaki formül kullanılarak tespit edilmiştir. Bu ölçüm düz-pürüzsüz bir yüzeye yumurta kırıldıktan sonra yapılır. Sarı indeksi taze yumurtalarda ortalama olarak 40–42 arasındadır.

$$\text{Sarı indeksi\%} = \frac{\text{Yumurta sarısının yüksekliği (mm)}}{\text{Yumurta sarısının çapı (mm)}} \times 100$$

3.2.3.g. Haugh biriminin belirlenmesi

Akın fiziki kondüsyonunu ölçmede kullanılan yumurta iç kalitesine ilişkin en önemli ve en güvenilir ölçütlerden biri olan haugh birimi yumurtanın dayanıklılığı, pişmeye elverişliliği ve tazeliği ile yakından ilgilidir. Perakende satışı ile yumurta tazeliğinin doğrudan belirlenmesinde başvurulan ve çok önemli bir kalite kontrol ölçütü olan haugh birimi sayısal değerinin 70'in altında olmaması arzu edilir (Mutaf 1981). Haugh birimi üzerine normal beslemenin faydalı bir etkisi olmamasına (Naber 1979) rağmen vitamin E, vitamin C ve sarımsak gibi doğal antioksidan niteliğindeki yem katkıları olumlu etki göstermiştir (Şahin *et al.* 2003; Lim *et al.* 2006). Haugh tarafından bu amaçla geliştirilmiş formül yardımı ile aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Silverides 1994).

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

H= Yumurta ak yüksekliği (mm)

W= Yumurta ağırlığı (g)

3.2.4. Duyusal analizler

Duyusal analizler Leeson *et al.* (1998), Williams and Damron (1999), Gonzalez-Esquerra and Leeson (2000) tarafından belirtilen kriterler dikkate alınarak oluşturulan bir skala ile en düşük 1 ve en yüksek 9 puan üzerinden değerlendirilmiştir. % 0, 2, 4 ve 6 oranlarındaki sarımsağın ilave edildiği rasyonlarla beslenen gruplardan alınan yumurta örnekleri kolay soyulması için 14 gün süre ile 5 °C'de tutulmuştur. 14 gün sonra yumurtalar su kaynamaya başladıktan sonra 15 dakika süre ile haşlanmıştır. Haşlanan yumurtalar akan soğuk suyun altında tutulup kabukları soyulduktan sonra her bir yumurta 4 parçaya bölünüp her muamele için rastgele numaralar verilmiştir. Atatürk Üniversitesi Zootekni Bölümü elemanlarından oluşan 10 kişilik panelistlere bu yumurtalar servis yapılmıştır. Panelistlere kriterler hakkında bilgi verilerek her bir numunenin arasında tuzsuz 2 kraker yenmesi ve su içilmesi istenmiştir. Panelistler tarafından koku, renk, tat, aroma ve genel kabuledilebilirlik kriterleri hazırlanan skalada puanlamaya tabi tutularak değerlendirme yapılmıştır. Duyusal analizlerde kullanılan skala örneği Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Yumurtaların Duyusal Analizinde Kullanılan Skala Örneği

Tarih:

Panelistin Adı Soyadı:

ÖZELLİK	ÖRNEK NO			
	1	2	3	4
Koku				
Renk				
Tat				
Aroma				
Genel Kabuledilebilirlik				

NOT: Puanlarınızı ilgili kutucuğa 9-8 (Çok İyi), 7-6 (İyi), 5-4 (Orta), 3-2-1 (Bozuk) rakamları kullanarak yapınız

3.2.5. Lipid metabolizması parametrelerinin belirlenmesi

3.2.5.a. Abdominal yağ ve karaciğer ağırlıklarının belirlenmesi

Deneme sonunda her gruptan kesilen 4 hayvanın abdominal yağları (karın çevresi yağı, taşlık çevresi yağı, bağırsak çevresi ve mide çevresi yağı) ve karaciğerleri çıkarılarak hassas terazi ile tartılmıştır.

3.2.5.b. Karaciğer yağ oranının belirlenmesi

Deneme sonunda her gruptan kesilen 4 hayvandan elde edilen karaciğer numuneleri, -80⁰C'de analiz yapılana kadar muhafaza edilmiştir. Karaciğerde kuru madde tayini için numuneler laboratuvar ortamında çözdürüldükten sonra 105⁰C'de 18 saat kurutulularak kuru madde oranı belirlenmiştir. Daha sonra karaciğer % lipid düzeyleri eter ekstraksiyon (Soxsholet) yöntemine göre yapılmıştır. Kuru madde analizi yapılmış numuneler 8 saat süreyle ankom marka Soxsholet cihazında tutularak ağırlık kaybı % yağ olarak belirlenmiştir (Karadaş vd 1999; Gökalp vd 1999).

3.2.5.c. Yumurta sarısı örneklerinde yağ ekstraksiyonu

Deneme gruplarının yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonlarının belirlenmesi amacıyla deneme sonunda her gruptan şansa bağlı olarak seçilen üç yumurta örneği çiğ olarak akından ayrılarak yumurta sarısından ekstraksiyon için numune alınmıştır (Lim *et al.* 2006). Alınan söz konusu örneklerin yağ ekstraksiyonları Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünde Nas vd (1998)'nin bildirdiği yöntemine göre yapılmıştır.

Yumurta sarısından alınan örneklerden yağ ekstraksiyon işlemi dört aşamada yapılmıştır. Birinci aşamada, yumurta sarısı örneklerinden alınan yaklaşık 100-200 mg ağırlığındaki numuneler 250 ml'lik balonlar içerisine konulmuştur. Numunelerin üzerine 5ml NaOH'li metanol ilave edilerek kaynama sıcaklığındaki su banyosunda

ekstrakt ünitesine bağlı durumda 10 dakika bekletilmiştir. Böylece dokulardaki hücre çeperleri parçalanarak yağ asitlerinin serbest kalması sağlanmıştır.

İkinci aşamada, balonlardaki numuneler üzerine 5ml BF₃ Metanol ilave edilerek 2 dakika daha kaynama sıcaklığındaki su banyosunda tutulduktan sonrada 5ml Heptan ilave edilerek 1 dakika daha bekletilmiştir. Hemen akabinde içine su kaçmayacak şekilde balonlar musluk suyunda tutularak soğutulmuştur. Bu uygulama ile serbest yağ asitlerine ester bağları ile metil grupları eklenmiştir. Üçüncü aşamada, soğutulmuş numuneler 25 ml'lik küçük balon içerisine alınmıştır. Bu numuneler doymuş NaCl tuz çözeltisi ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Balonların ağzı kapatılıp çalkalanarak sabunlaşma oluşumu sağlanmıştır. Dördüncü aşamada ise balonlarda oluşan üst fazdan bir pipet yardımıyla 1 ml'lik numune vial tüplere alınmıştır. Oluşabilecek nemlenmeyi önlemek için tüpler içerisine çok az miktarda Sodyum Sülfat ilave edilmiştir. Vial tüplere alınan bu numuneler gaz kromatografisinde analize hazır duruma getirilmiştir (Nas vd 1998).

3.2.5.d. Yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonlarının belirlenmesi

Ekstraksiyon işleminden sonra elde edilen ekstrakt Agilent 6890N marka gaz kromatografisine enjekte edilmiştir. Akış 1.2 ml'ye ayarlanmış ve mobil faz olarak helyum gazı kullanılmıştır. Dedektör sıcaklığı 280°C olup fırın sıcaklığı 100°C'de 2 dk ile başlatılmış sonrasında dakikada 5°C artarak 200°C'ye ulaşıldıktan sonra 5 dakika daha tutulmuştur. Daha sonra dakikada 4°C artarak 250°C'ye ulaşınca 5 dk daha bekletilecek şekilde programlanmıştır. Toplam işlem süresi 44.50 dakika sürmüştür.

3.2.5.e. Yumurta sarısı kolesterol ve trigliserid düzeylerinin belirlenmesi

Deneme sonunda toplanan örnek yumurtalar hemen kırılarak yumurta sarısı ve beyazı ayrılmış, yumurta sarıları önceden ağırlıkları ölçülmüş 50 ml kapasiteli falkon tüplere konulmuştur. Yumurta sarısı örnekleri analizler gerçekleştirilinceye kadar -86°C de dondurucuda saklanmıştır. Yumurta sarısı trigliserid ve kolesterol düzeylerinin tespiti

HPTLC yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (Macala *et al.* 1983). Bu amaçla öncelikle falkon tüplerine yaklaşık 5 g yumurta sarısı örneği alınarak üzerine %10'luk SDS çözeltisinden 1:3 oranında ilave edilmiş ve ultra thoraxta 15-20 saniye homojenizasyon yapılmıştır. Hazırlanan homojenattan 1ml numune eppendorf tüplerine alınmış ve üzerine 1ml Hexane-Isopropanol ilave edildikten sonra 2dk süreyle vortexlenmiştir. Daha sonra soğutmalı santrifüjde 5000 x g de +4⁰C' de 10 dk süreyle santrifüj edilerek, üstteki hexan fazı (ekstraksiyon)'nın HPTLC yöntemi ile kolesterol ve trigliserid içerikleri tespit edilmiştir (Hara 1978).

HPTLC metodu:

Solventlerin hazırlanması: Kromatoğrafide yürütme Hexan/Dietileter/Formik asit (80/20/2) solvent karışımı ile gerçekleştirilmiştir.

HPTLC plakalarının aktivasyonu: Kullanılacak HPTLC plakaları, 30 dk süreyle oda ısısında bekletildikten sonra 100⁰C lik etüvde 30 dk süreyle aktive edilmiştir.

Yumurta örneklerinin ve standartların plakaya uygulanması: Standartlar ve numuneler 5 µl hacimde ılık hava akımı altında uygulanmıştır.

Plakaların yürütülmesi: Yumurta örneklerinin yürütme işlemleri kapaklı yürütme tankında yapılmıştır. Tankın tabanından 1 cm lik yüksekliğe karşılık gelen kısım bir çizgi ile belirlenmiştir. Yürütme tankına solvent konduktan sonra tankın kapağı kapatılmış ve tank hafifçe çalkalanarak solvent ile doyması sağlanmıştır. Daha sonra HPTLC plakaları hafifçe tanka konularak 6 cm çizgisine kadar yürütme gerçekleştirilmiştir.

Lipid bantlarının görünür hale getirilmesi

a-Boyama: Boyama işleminde, %8 fosforik asitte hazırlanmış %10'luk bakır sülfat çözeltisi kullanılmıştır. Yürütülen plakalar ılık hava akımı ile kurutulduktan sonra

plakalar 30° bir açıyla zemin üzerine yerleştirilmiş ve yaklaşık 30 cm mesafeden boya karışımı plakalar üzerine püskürtülmüştür. Boya karışımı püskürtülen plakalar ılık hava akımı ile kurutulmuştur.

b-Yakma: Kurutulan plakalar 150°C sıcaklıktaki etüvde yaklaşık 10 dk bekletilmek suretiyle yakılarak bantlar görünür hale getirilmiştir.

Plakaların taranması ve değerlendirilmesi: Lipid bandları, HPTLC plağında görünür hale getirildikten sonra Epson Perfection 4490 foto-tarayıcı ile taranmıştır. Phoretix 1D programı kullanılarak her bir lipid bandının yoğunluğu ayrı ayrı tespit edilmiştir.

3. 2. 5. f. Kan kolesterol ve trigliserid düzeylerinin belirlenmesi

Deneme sonunda her gruptan 6 hayvanın kanat altı damarlarından yaklaşık 5 ml kan alınarak pıhtılaşma aktivatörlü vakumlu tüplere konularak soğuk zincir ile laboratuvara ulaştırılmıştır. Laboratuvara getirilen serum tüpleri 3000 x g de 5 dk süreyle santrifüj edildikten sonra serum alınmış eppendorf tüplere porsiyonlanmıştır. Analiz yapılincaya kadar -86°C'de dondurucuda muhafaza edilmiştir. Daha sonra kan örnekleri alınarak trigliserid (TG) ve kolesterol (CHOL) konsantrasyonu Veteriner Fakültesi Biyokimya Laboratuvarı'nda saptanarak bu kan parametreleri ile yumurta sarısı kolesterolü, yumurta ağırlığı ve yumurta verimi arasındaki ilişki incelenmiştir.

HPTLC yöntemi ile serum numunelerinin kolesterol ve trigliserid içerikleri tespit edilmiştir. HPTLC yöntemi yumurta örneklerinde yapılan aynı işlem basamaklarıyla gerçekleştirilmiştir

3.2.6. İstatistik analizler

Araştırmadan elde edilen performans, yumurta kalite özellikleri, yumurta ve kan kolesterol ve trigliserid yoğunlukları, duyuşsal analiz, yumurta sarısı yağ asidi

kompozisyonu, vücutta yağ birikimi ve karaciğerde yağlanma ile ilgili değerlere ait verilerin varyans analizleri (Genel Linear Model prosedürü ile) ve önemli bulunan ortalamaların önem kontrolleri SPSS 10.01 (1996) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Sarımsak tozunun artan seviyesinin etkisini belirlemek için polinomial analiz yapılmıştır. Yumurta ve kan kolesterolü ile bunların yumurta verimi ve yumurta ağırlık ilişkileri korelasyon yapılarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlardaki deney rasyonlarının etkileride (önemlilikleri) $P < 0.05$ test edilmiştir. Performans, yumurta kalite özellikleri ve lipid metabolizması üzerine araştırma rasyonlarının etkilerini test etmek için aşağıdaki matematik model kullanılmıştır.

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + z_k + (a*b)_{ij} + (a*z)_{ik} + (b*z)_{jk} + (a*b*z)_{ijk} + e_{ijkl}$$

Y_{ijkl}	=	Lipid metabolizması, performans ve kalite özelliklerinden herhangi birisinin değeri
μ	=	Populasyon ortalaması
a_i	=	Sarımsağın etkisi
b_j	=	Bakırın etkisi
z_k	=	Zamanın etkisi
$(a*b)_{ij}$	=	Sarımsak (i) ve bakırın (j) interaksyonu
$(a*z)_{ik}$	=	Sarımsak (i) ve zaman (k) interaksyonu
$(b*z)_{jk}$	=	Bakır (j) ve zaman (k) interaksyonu
$(a*b*z)_{ijk}$	=	Sarımsak (i), bakır (j) ve zaman (k) interaksyonu
e_{ijkl}	=	Hata

*Yumurta sarısı yağ asidi, yumurta sarısı kolesterolü, kan kolesterolü ve karaciğer ile abdominal yağ verileri deneme sonunda bakıldığından zamanın etkisi dikkate alınmamıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Yumurta tavuğu karma yemlerine değişik oranlarda sarımsak tozu (%0, 2, 4, 6) ve bakırın ($\text{Cu} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bileşiğinden 200 ppm) tek başına ve kombine olarak ilavesinin performans (canlı ağırlık değişimi, yem tüketimi, yumurta verimi (%), yumurta ağırlığı, yemden yararlanma katsayısı, hasarlı yumurta oranı), yumurta kalitesi (yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kırılma mukavemeti, kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı, sarı rengi, sarı indeksi, ak indeksi ve haugh birimi), organoleptik özellikler (koku, renk, tat, aroma ve genel kabuledilebilirlik) ve lipid metabolizmasıyla ilgili olarak, karaciğer yağ oranı ile abdominal yağ miktarı, yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu, yumurta sarısı ile serumda kolesterol ve trigliserid miktarları üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma ile ilgili bulgular aşağıda ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmiştir.

4.1. Performansa Ait Bulgular

Yumurta tavuğu rasyonlarına sarımsak tozu ve bakırın ayrı ayrı ve kombine ilave edilmesi ile oluşturulan sekiz farklı rasyonla (kontrol, bakır, %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+bakır, %4 sarımsak tozu, %4 sarımsak tozu+bakır, %6 sarımsak tozu, %6 sarımsak tozu+bakır) oniki hafta sürdürülen bu çalışmada, canlı ağırlık değişimi yem tüketimi, yumurta verimi (%), yumurta ağırlığı, yemden yararlanma katsayısı ve hasarlı yumurta oranına ait bulgular tespit edilmiştir. Performansa ait bu kriterler incelenerek yerli ve yabancı dilde yazılmış kaynaklardan yararlanılarak tartışılmıştır.

4.1.1. Canlı ağırlık değişimi

Rasyona ayrı ayrı ilave edilen sarımsak tozu ve bakıra ait ortalama canlı ağırlıkları ve bu katkı maddelerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Sarımsak tozu ilave edilen rasyonlarla beslenen gruplarda deneme sonu ağırlığı linear olarak azalmış ($P < 0.01$), ağırlık değişimi ise istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte

linear bir azalma göstermiştir (Çizelge 4.1). Kuadratik olarak sarımsak seviyelerinde herhangi bir etki tespit edilmemiştir. Konuyla ilgili olarak yapılan bir çalışmada (Chowdhury *et al.* 2002) rasyona sarımsak tozu ilavesinin canlı ağırlık değişimi üzerine linear ve kuadratik bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir.

Rasyona bakır ilavesi deneme sonu ağırlığı ve ağırlık değişim kriterlerini etkilememiştir (Çizelge 4.1). Bu çalışma ile benzer olarak Pesti and Bakalli (1998) ile Balevi ve Coşkun (2004) farmakolojik seviyede (125 ve 250 mg Cu/kg) bakır ilavesinin canlı ağırlığı etkilemediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.1. Sarımsak ve Bakır Gruplarının Canlı Ağırlık Kriterlerine Ait Ortalama Değerleri

Yem Katkı Maddeleri	Seviye	CANLI AĞIRLIK KRİTERLERİ		
		Deneme Başı Ağırlığı (g)	Deneme Sonu Ağırlığı (g)	Ağırlık Değişimi (g)
SARIMSAK	0	1602.00	1751.79	149.79
	2	1591.68	1680.27	88.59
	4	1577.83	1659.50	81.67
	6	1579.00	1650.98	71.98
	SEM	21.64	25.60	24.25
BAKIR	0	1597.30	1688.21	90.91
	200	1577.96	1683.06	105.10
	SEM	15.30	18.10	17.15

ANOVA

Sarımsak	0.839	0.033	0.115
Bakır	0.377	0.842	0.562
Linear Sarımsak	0.397	0.007	0.032
Kuadratik Sarımsak	0.792	0.226	0.295

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte rasyonda yer alması durumunda grupların deneme başı ve deneme sonu ağırlıkları ile deneme süresince ağırlık değişimleri Çizelge 4.2' de verilmiştir. Ortalama deneme başı ile deneme sonu ağırlık değerleri ve ağırlık değişim değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Kontrol, bakır, %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+bakır, %4

sarımsak tozu, %4 sarımsak tozu+bakır, %6 sarımsak tozu ve %6 sarımsak tozu+bakır gruplarında ağırlık değişimi sırasıyla 132.83, 166.75, 80.34, 96.83, 86.50, 76.83, 63.96 ve 80.00 g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Deneme Gruplarının Canlı Ağırlık Kriterlerine Ait Ortalama Değerleri

SARIMSAK	BAKIR	CANLI AĞIRLIK KRİTERLERİ		
		Deneme Başı Ağırlığı (g)	Deneme Sonu Ağırlığı (g)	Ağırlık Değişimi (g)
0	0	1627.17	1760.00	132.83
	200	1576.83	1743.58	166.75
2	0	1578.03	1658.38	80.34
	200	1605.33	1702.17	96.83
4	0	1594.67	1681.17	86.50
	200	1561.00	1637.83	76.83
6	0	1589.33	1653.29	63.96
	200	1568.67	1648.67	80.00
SEM		30.60	36.20	34.30
ANOVA				
Grup		0.622	0.680	0.937

Canlı ağırlık ile ilgili elde edilen bulgular, Konjufca *et al.* (1997)'nin kontrol, %3 sarımsak, 180 mg/kg Cu ve %3 sarımsak+180 mg/kg bakır ilavesi ile oluşturdukları rasyonlarla besledikleri broylerlerden elde ettikleri sonuçlarla benzer olmuştur. Bu çalışmadan farklı olarak Khan *et al.* (2007), deneme geneli itibarıyla ağırlık kazancının artan sarımsak tozu seviyesi (%0, 2, 6, 8) ile birlikte arttığını tespit etmişlerdir. Broylerle yapılan başka bir çalışmada, kontrol ve düşük seviyedeki (8230 mg kg⁻¹) sarımsak ekstraktına göre yüksek seviyedeki (16460 mg kg⁻¹) sarımsak ekstraktı ile sağlanan canlı ağırlık kazancının önemli olmadığı bildirilmiştir (Lewis *et al.* 2003). Canlı ağırlıkla ilgili olarak Reddy *et al.* (1991) rasyona sarımsak yağı ilavesinin yumurta tavuklarında performans ve yumurta sarısı kolesterolü üzerine etkisini araştırdıkları çalışmadan elde ettikleri değerlerle, Yalçın *et al.* (2006)'nın rasyona 0,5 ve

10 g/kg sarımsak tozu ilave ederek yürüttükleri çalışmadan elde ettikleri bulgular mevcut çalışma ile paralellik göstermektedir.

4.1.2. Yumurta ağırlığı

Rasyona ayrı ayrı ilave edilen sarımsak tozu ve bakıra ait ortalama yumurta ağırlıkları ve bu katkı maddelerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. Yapılan polinomiyal analiz, değişik seviyelerde rasyona katılan sarımsağın ortalama yumurta ağırlığını linear olarak azalttığını ($P<0.01$), fakat quadratik bir etki yapmadığını göstermiştir. Aynı şekilde 200 ppm düzeyinde bakırın rasyona ilavesi ile ortalama yumurta ağırlığının düştüğü belirlenmiştir ($P<0.01$) (Çizelge 4.3). İlerleyen zamanla birlikte hem sarımsak tozunun hemde bakırın yumurta ağırlığını etkilemediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Sarımsak ve Bakır Gruplarının Performans Özelliklerine Ait Ortalama Değerleri

Yem Katkı Maddeleri	Seviye	PERFORMANS PARAMETRELERİ				
		YA (g)	YV (%)	YT (g)	YYO (YT:YV)	HYO (%)
SARIMSAK	0	66.55	87.06	125.88	2.19	0.09
	2	65.90	89.52	126.76	2.17	0.25
	4	65.24	89.61	125.73	2.16	0.28
	6	65.22	87.77	126.79	2.23	0.41
	SEM	0.24	0.68	0.97	0.02	0.09
BAKIR	0	66.01	89.37	128.46	2.19	0.21
	200	65.44	87.62	124.12	2.18	0.30
	SEM	0.171	0.478	0.689	0.02	0.06

ANOVA

Sarımsak	0.000	0.015	0.800	0.066	0.071
Bakır	0.020	0.010	0.000	0.699	0.322
Sarımsak*Zaman	0.824	0.540	0.734	0.799	0.434
Bakır*Zaman	0.552	0.607	0.808	0.784	0.778
Linear Sarımsak	0.000	0.463	0.695	0.222	0.010
Quadratik Sarımsak	0.192	0.002	0.923	0.019	0.892

YA= yumurta ağırlığı; YV =yumurta verimi; YT = yem tüketimi; YYO =yemden yararlanma oranı (1 kg yumurta için tüketilen kg yem); HYO= hasarlı yumurta oranı

Bu çalışmadan farklı olarak Chowdhury *et al.* (2002) ve Khan *et al.* (2007) rasyona ilave edilen sarımsağın seviyelerinin yumurta ağırlığını etkilemediğini bulmuşlardır ($P>0.05$). Bu çalışma ile benzer olarak İpek vd (2003)'nin yaptığı çalışmada bıldırcın rasyonlarına bakır ilavesinin kontrole göre yumurta ağırlığını düşürdüğü tespit edilmiştir.

Sarımsak ve bakırın birlikte incelendiği deneme gruplarına ait ortalama yumurta ağırlıkları ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Grupların ortalama yumurta ağırlıkları sırasıyla 67.57, 65.53, 65.89, 65.91, 64.61, 65.86, 65.96 ve 64.47 g olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Deneme Gruplarının Performans Özelliklerine Ait Ortalama Değerleri

SARIMSAK	BAKIR	PERFORMANS PARAMETRELERİ				
		YA (g)	YV (%)	YT (g)	YYO (YT:YV)	HYO (%)
0	0	67.57	89.62	130.94	2.17	0.13
	200	65.53	84.51	120.82	2.21	0.05
2	0	65.89	90.53	128.73	2.17	0.22
	200	65.91	88.51	124.78	2.15	0.27
4	0	64.61	90.51	126.64	2.17	0.23
	200	65.86	88.70	124.81	2.14	0.32
6	0	65.96	86.80	127.51	2.24	0.26
	200	64.47	88.74	126.07	2.21	0.57
SEM		0.34	0.96	1.378	0.03	0.12

ANOVA

Grup	0.000	0.003	0.006	0.561	0.480
Zaman	0.200	0.000	0.000	0.000	0.816
Grup* Zaman	0.940	0.897	0.999	0.180	0.850

YA= yumurta ağırlığı; YV =yumurta verimi; YT = yem tüketimi; YYO =yemden yararlanma oranı (1 kg yumurta için tüketilen kg yem); HYO= hasarlı yumurta oranı

Sarımsak bakır interaksiyonu önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Bakır ve sarımsak ilave edilen grupların yumurta ağırlığı kontrol grubundan düşük olduğu tespit edilmiştir. Yumurta ağırlığındaki bu düşüş sarımsak ve bakırın sinerjik etkisinden kaynaklanmış

olabilir. Yumurta ağırlığında zamanın ve grup x zaman interaksiyonunun etkisi önemsiz çıkmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgulardan farklı olarak yumurta tavuğu rasyonlarına çeşitli seviyelerde bakır, sarımsak tozu, sarımsak yağı veya sarımsak bakır kombinasyonunun yumurta ağırlığını etkilemediğini gösteren çalışmalar olduğu gibi (Reddy *et al.* 1991; Pesti and Bakalli 1998; Balevi ve Coskun 2004; Lim *et al.* 2006) sarımsak tozunun yumurtacı tavuk rasyonlarına ilavesinin yumurta ağırlığını artırdığını gösteren çalışma da mevcuttur (Yalçın *et al.* 2006).

Yumurta ağırlığı ile ilgili olarak elde edilen değerler Reddy *et al.* (1991), Pesti and Bakalli (1998), Chowdhury *et al.* (2002), Balevi ve Coşkun (2004), Lim *et al.* (2006), Yalçın *et al.* (2006) ve Khan *et al.* (2007)'nin bulgularından yüksek olmuştur.

4.1.3. Yumurta verimi

Yumurta verim yüzdesinde sarımsak tozu ve bakıra ait ortalama değerler ve bunlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Polinomiyal analiz sonucuna göre %0, 2, 4 ve 6 seviyelerinde sarımsak tozu ilave edilen rasyonlarla beslenen gruplarda ortalama yumurta verimi quadratik olarak etkilenmiştir ($P < 0.01$). Çizelge 4.3'den görüleceği gibi rasyona %4 seviyesine kadar sarımsak ilavesi ile yumurta veriminin arttığı, %6 seviyesinde ise verimin azaldığı tespit edilmiştir. 200 ppm bakırın rasyona ilave edilmesi ile yumurta veriminin düştüğü belirlenmiştir ($P < 0.05$) (Çizelge 4.3). Hem sarımsak hemde bakırın zamanla birlikte yumurta verimini değiştirmedeği saptanmıştır. Chowdhury *et al.* (2002) rasyona ilave edilen sarımsak kekinin yumurta verimini linear veya quadratik olarak etkilemediğini ifade etmişlerdir. Khan *et al.* (2007) %0, 2, 6 ve 8 oranında sarımsak içeren rasyonlarla yumurtacı tavukları beslemişler ve sarımsak tozunun rasyondaki artışına bağlı olarak yumurta veriminin arttığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmadan farklı olarak Balevi ve Coskun (2004) 200mg/kg bakır içeren rasyonla beslenen grupta yumurta veriminin kontrole göre farksız olduğunu bulurken, Chiou *et al.* (1997) 200 mg/kg Cu, Tekeli vd (2005) 250

mg/kg Cu ve İpek vd (2003) 150 mg/kg Cu ilave edilerek oluşturulan rasyonlarla beslenen tavuklarda yumurta veriminin arttığını bildirmişlerdir.

Rasyona ilave edilen sarımsak tozu ve bakırın birlikte incelendiği gruplara ait ortalama yumurta verimleri ile bunlara ait varyans analizi Çizelge 4.4'de verilmiştir. Deneme geneli itibariyle grupların ortalama yumurta verimleri sırasıyla % 89.62, 84.51, 90.53, 88.51, 90.51, 88.70, 86.80 ve 88.74 olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Yumurta veriminde zamanın etkisi önemli olurken ($P<0.01$), grup x zaman interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

Yumurta verimine ait elde edilen değerler Lim *et al.* (2006), Chowdhury *et al.* (2002) ve Yalçın *et al.* (2006)'nın bildirdikleri değerlerden yüksek; Reddy *et al.* (1991)'nin değerleri ile benzer olmuştur. Bakırla ilgili çalışma yapan Pesti and Bakalli (1998)'nin değerlerinden düşük bulunmuştur.

4.1.4. Yem tüketimi

Yumurtacı tavukların yem tüketimi hayvanın ırkı, yaşı, canlı ağırlığı, yumurtlama dönemi, rasyonun besin madde kompozisyonu, çevre sıcaklığı ve sağlık durumu gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir.

Sarımsak ve bakırın rasyonda ayrı ayrı olmaları durumunda grupların ortalama günlük yem tüketimleri ile bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Rasyona ilave edilen sarımsak tozu seviyesi ile birlikte yem tüketiminin değişmediği tespit edilmiştir. Bakırın rasyona ilavesi ile yem tüketiminin azaldığı belirlenmiştir ($P<0.01$). Chowdhury *et al.* (2002), mevcut çalışmadan elde edilen bulgularla benzer olarak sarımsağın yem tüketimi üzerine linear veya quadratik bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Khan *et al.* (2007) deneme geneli itibariyle yem tüketiminin sarımsak ilaveli rasyonları tüketen gruplarda daha fazla olduğunu; Lewis *et al.* (2003) ise rasyona sarımsak ekstraktı ilavesinin kontrole göre yem tüketimini düşürdüğünü tespit

etmişlerdir. Rasyona bakır ilavesinin yem tüketimini azalttığı yönünde elde ettiğimiz bulgular İpek vd (2003)'nin bulgularıyla örtüşmektedir.

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte olduğu rasyonlarla oluşturulan grupların ortalama günlük yem tüketimleri ile bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde görüleceği gibi grupların ortalama günlük yem tüketimleri deneme geneli itibariyle sırasıyla 130.94, 120.82, 128.73, 124.78, 126.64, 124.81, 127.51 ve 126.07 g olarak bulunmuştur. Yem tüketimi bakımından gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Sarımsak ve bakırın rasyonda birlikte bulunmaları yem tüketimini kontrole göre düşürmüştür. Bu durum bu iki yem katkı maddesi arasında negatif bir sinerjik etkiden veya bakırın yemin lezzetini bozmasından kaynaklanmış olabilir. Yem tüketimi üzerine zamanın etkisi önemli ($P<0.01$) olmasına rağmen, grup x zaman interaksyonunun etkisi önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur.

Yem tüketimiyle ilgili olarak elde edilen değerler Reddy *et al.* (1991), Pesti and Bakalli (1998), Chowdhury *et al.* (2002), Balevi ve Coşkun (2004), Lim *et al.* (2006), Yalçın *et al.* (2006) ve Khan *et al.* (2007)'nin bildirdikleri bulgulardan yüksek olmuştur.

4.1.5. Yemden yararlanma oranı

Rasyona ayrı ayrı ilave edilen sarımsak tozu ve bakır gruplarına ait yemden yararlanma oranları ile bunlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Rasyona ilave edilen sarımsak tozu ve bakırın grupların yemden yararlanma oranını etkilemediği tespit edilmiştir ($P>0.05$). Ancak yapılan polinomial analizle sarımsak tozu seviyesinin %4'e kadar yemden yararlanma oranını düşürdüğü, %6'da artırarak kuadratik bir etki yaptığı belirlenmiştir ($P<0.05$). İlerleyen zamanla birlikte hem sarımsak tozu hemde bakırın yemden yararlanma oranını değiştirmedeği tespit edilmiştir.

Sarımsak ve bakır birlikte dikkate alınarak oluşturulan deneme gruplarına ait yemden yararlanma oranları ile bunlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4' den de görüleceği gibi denemenin geneli itibariyle grupların 1 kg yumurta verimi için tükettikleri yem miktarı sırayla 2.17, 2.21, 2.17, 2.15, 2.17, 2.14, 2.24 ve 2.21 kg olarak tespit edilmiştir. Denemede gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır. 1 kg yumurta verimi için tüketilen yem miktarı üzerine zamanın etkisi önemli bulunurken ($P<0.01$), grup x zaman interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuştur.

Bu çalışmada yumurta tavuğu rasyonlarına farklı oranlarda (%0, 2, 4 ve 6) sarımsak tozu ilavesinin yemden yararlanma oranını önemli derecede etkilemediğine ait elde edilen sonuç, yine yumurta tavuğu rasyonlarına farklı oranlarda sarımsak keki (Chowdhury *et al.* 2002) ve sarımsak tozu (Khan *et al.* 2007) ilave edilerek yapılan çalışmalarda sarımsak keki ve tozunun yemden yararlanma oranını etkilemediğini bildiren sonuçlarla paralellik göstermekle birlikte, yumurta tavuğu karma yemlerine farklı düzeylerde sarımsak (Lewis *et al.* 2003) ve sarımsak tozu (Rehman *et al.* 2002) ilavesinin yemden yararlanma oranını etkilediğini bildiren sonuçlardaki farklılık göstermektedir. Keza Balevi ve Coskun (2004), 200 mg/kg bakır içeren rasyonlarla beslenen grup için tespit ettikleri yemden yararlanma katsayısı değerinin kontrole göre farksız olduğunu bildirmişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen bulgular söz konusu araştırma sonuçlarıyla uyum içerisindedir. Deneme gruplarının yemden yararlanma oranı ile ilgili elde edilen sonuçlar, Reddy *et al.* (1991)'nin bildirdiği bulgulardan yüksek; Yalçın *et al.* (2006)'nın tespit ettiği değerlerden ise düşük bulunmuştur.

4.1.6. Hasarlı yumurta oranları

Sarımsak ve bakırın rasyonda ayrı ayrı olmaları durumunda grupların hasarlı yumurta oranları ile bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Rasyona ilave edilen sarımsak ve bakır hasarlı yumurta oranını istatistiki olarak etkilememiştir. Ancak yapılan polinomial analizde artan sarımsak tozu seviyesi ile birlikte hasarlı yumurta oranının arttığı tespit edilmiştir ($P<0.05$). Sarımsak tozu ve bakır zamanla birlikte hasarlı yumurta oranını değiştirmemiştir. Balevi ve Coşkun (2004) mevcut çalışmadakine benzer şekilde hasarlı yumurta oranının rasyona ilave edilen bakırdan etkilenmediğini ifade etmişlerdir.

Deneme geneli itibariyle sarımsak ve bakırın birlikte incelendiği grupların ortalama hasarlı yumurta oranları ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Grupların hasarlı yumurta oranları sırasıyla % 0.13, 0.05, 0.22, 0.27, 0.23, 0.32, 0.26 ve 0.57 olarak belirlenmiştir. Hasarlı yumurta oranı bakımından grubun, zamanın ve grup x zaman interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

Bu araştırmada, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve hasarlı yumurta oranları gibi performans değerlerine ait elde ettiğimiz bulguların, diğer araştırmacıların söz konusu verim özellikleriyle ilgili olarak elde etmiş oldukları bulgulardan farklılıklar göstermesi, araştırmalarda kullanılan hayvanların ırk, yaş ve verim dönemi ile yem materyali, deneme süresi, sarımsağa uygulanan işlemler, sarımsak ve bakırın rasyona katılma düzeyi gibi faktörlerden kaynaklanmış olabilir.

4.2. Yumurta Kalitesine Ait Bulgular

Yumurta tavuğu rasyonlarına sarımsak tozu (%0, 2, 4, 6) ve bakırın (200ppm) ayrı ayrı ve kombine (%2 sarımsak tozu+ 200 ppm bakır, %4 sarımsak tozu+ 200 ppm bakır, %6 sarımsak tozu+ 200 ppm bakır) ilave edilmesi ile oluşturulan rasyonlarla oniki hafta sürdürülen bu çalışmada, yumurta kalite özelliklerini belirlemek amacıyla denemenin birinci, ikinci ve üçüncü aylarında her gruptan rastgele seçilen altı yumurta kullanılarak yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kırılma mukavemeti, kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı, sarı rengi, sarı indeksi, ak indeksi ve haugh birimine ait bulgular tespit edilmiştir. Yumurta kalitesine ait bu kriterler sırası ile ele alınarak değerlendirilmiştir.

4.2.1. Yumurta ağırlığı

Sarımsak tozu ve bakır gruplarına ait yumurta ağırlık değerleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Hem sarımsak tozu hemde bakır kalite kriteri olarak incelenen yumurta ağırlığını etkilememiştir. Sarımsak tozu x zaman ve bakır x zaman interaksiyonunun yumurta ağırlığı üzerine etkisi önemsiz olmuştur. Mevcut çalışmadan farklı olarak Rehman *et al.* (2002) rasyona sarımsak tozunun artan

düzeylerde ilavesinin yumurta kalite kriterlerinden yumurta ağırlığını düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.5. Sarımsak ve Bakır Gruplarının Yumurta Kalite Kriterlerine Ait Ortalama Değerleri

Yem Katkı Maddeleri	Seviye	YUMURTA KALİTE KRİTERLERİ								
		YA (g)	Şİ (%)	KM (kg/cm ²)	KK (mm)	KA (g)	SR	Sİ (%)	Aİ (%)	HB
Sarımsak	0	67.12	73.88	0.79	0.40	8.60	8.44	43.32	8.59	82.73
	2	66.68	74.32	0.98	0.39	8.61	8.03	44.96	8.69	83.69
	4	65.67	74.31	1.06	0.40	8.67	8.25	44.98	8.19	81.73
	6	65.35	74.42	0.84	0.39	8.46	8.22	44.68	8.55	83.37
	SEM	0.68	0.33	0.04	0.01	0.13	0.16	0.43	0.26	1.12
Bakır	0	65.89	74.41	0.92	0.39	8.58	8.36	44.18	8.35	82.21
	200	66.52	74.05	0.90	0.39	8.59	8.11	44.79	8.67	83.55
	SEM	0.48	0.24	0.03	0.01	0.09	0.11	0.31	0.19	0.79

ANOVA

Sarımsak	0.219	0.666	0.000	0.411	0.710	0.334	0.021	0.559	0.616
Bakır	0.352	0.280	0.645	0.806	0.962	0.119	0.161	0.224	0.234
Sarımsak×Zaman	0.949	0.774	0.000	0.798	0.018	0.665	0.420	0.844	0.646
Bakır*Zaman	0.404	0.564	0.003	0.719	0.678	0.108	0.938	0.598	0.371
Linear Sarımsak	0.071	0.414	0.295	0.239	0.542	0.343	0.018	0.790	0.801
Quadratik Sarımsak	0.938	0.877	0.001	0.669	0.187	0.404	0.053	0.926	0.776

YA =yumurta ağırlığı, Şİ =şekil indeksi; KM=kırılma mukavemeti; KK=kabuk kalınlığı; KA= kabuk ağırlığı; SR=sarı rengi; Sİ=sarı indeksi; Aİ =ak indeksi; HB = Haugh birimi

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte ele alındığı deneme gruplarına ait ortalama yumurta ağırlık değerleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Denemenin geneli itibariyle grupların ortalama yumurta ağırlıkları sırasıyla 67.14, 67.11, 66.84, 66.53, 63.41, 67.94, 66.18 ve 64.53 g olarak bulunmuştur. Grupların ortalama yumurta ağırlıkları denemenin geneli itibariyle diyetset muamelelerden etkilenmiş ve gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Yumurta ağırlığı üzerine zaman ve grup x zaman interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

4.2.2. Şekil indeksi

Yumurta üretiminde yumurtanın dış görünümü tüketicinin gözüne hitap eden önemli bir kalite kriteridir. Normalde yumurta şekil indeksinin 72-78 arasında olması arzu edilir. 78 den daha büyük şekil indeksine sahip yumurtalar yuvarlak, 72 den küçük şekil indeksine sahip yumurtalar ise uzun kabul edilmektedir (Mutaf 1981).

Çizelge 4.6. Deneme Gruplarının Yumurta Kalite Kriterlerine Ait Ortalama Değerler

Sarımsak	Bakır	Yumurta Kalite Kriterleri								
		YA (g)	Şİ (%)	KM (kg/cm ²)	KK (mm)	KA (g)	SR	Sİ (%)	Aİ (%)	HB
0	0	67.14	74.28	0.73	0.39	8.42	8.67	42.54	8.19	81.24
	200	67.11	73.47	0.84	0.41	8.79	8.22	44.09	8.99	84.23
2	0	66.84	74.78	1.14	0.39	8.81	7.83	45.30	8.41	82.07
	200	66.53	73.86	0.81	0.38	8.42	8.22	44.61	8.97	85.38
4	0	63.41	74.17	1.06	0.40	8.45	8.56	44.80	8.38	82.62
	200	67.94	74.44	1.05	0.39	8.89	7.94	45.16	8.01	80.84
6	0	66.18	74.42	0.76	0.39	8.66	8.39	44.07	8.41	82.93
	200	64.53	74.42	0.91	0.39	8.27	8.06	45.30	8.68	83.82
SEM		0.96	0.47	0.06	0.01	0.18	0.23	0.61	0.37	1.58

ANOVA

Grup	0.010	0.505	0.001	0.299	0.026	0.131	0.262	0.423	0.356
Zaman	0.919	0.091	0.000	0.240	0.002	0.002	0.000	0.033	0.006
Grup*Zaman	0.737	0.564	0.003	0.719	0.678	0.108	0.938	0.598	0.371

YA =yumurta ağırlığı, Şİ =şekil indeksi; KM=kırılma mukavemeti; KK=kabuk kalınlığı; KA= kabuk ağırlığı; SR=sarı rengi; Sİ=sarı indeksi; Aİ =ak indeksi; HB = Haugh birimi

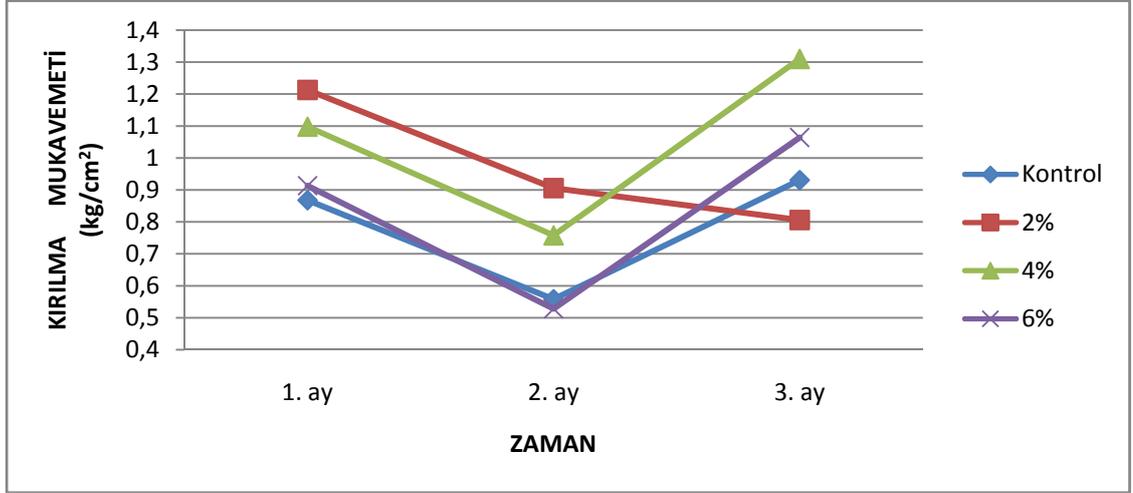
Yumurtaların normal şekil indeksine sahip olması pazarlama açısından büyük önem taşımaktadır. Çünkü aşırı uzun ya da toparlak yumurtaların pazarlama ve taşıma için yapılan paketlemede problemlere sebep olduğu bilinmektedir. Yine anormal şekilli ve kabuğu pürüzlü yumurtalar tüketiciler tarafından tercih edilmemektedir (Çelebi 2003).

Rasyona ayrı ayrı ilave edilen sarımsak tozu ve bakır gruplarına ait şekil indeksi ile bunlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Sarımsak tozu ve bakır gruplarına ait yumurtaların şekil indeksinin muameleden etkilenmediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). İlerleyen zamanla birlikte sarımsak tozu ve bakır şekil indeksini değiştirmemiştir.

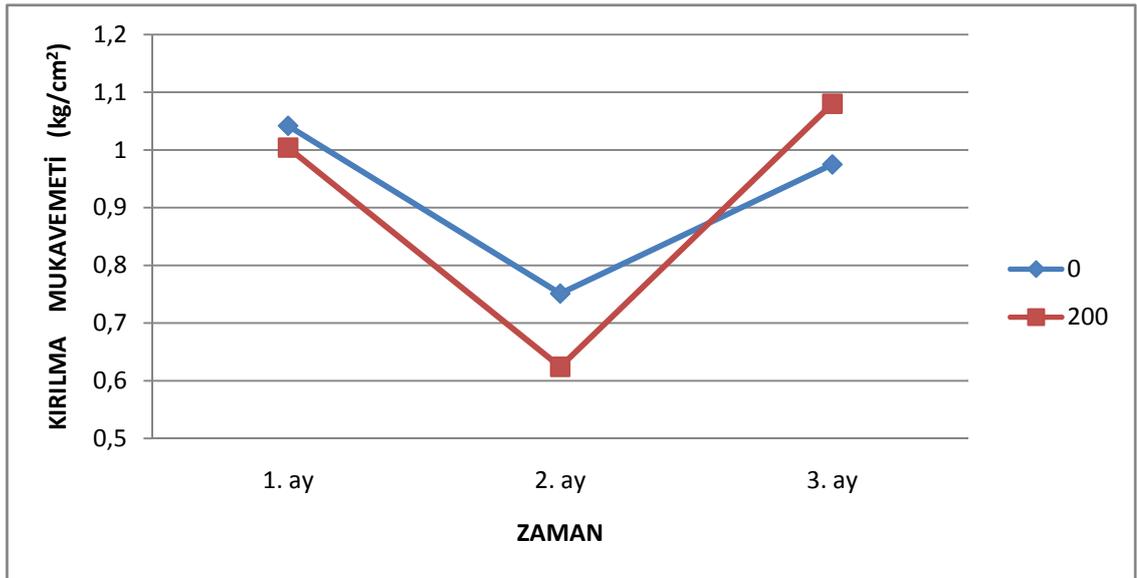
Sarımsak ve bakırın birlikte incelendiği grupların yumurta şekil indeksine ait değerler ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir. Grupların ortalama şekil indeksleri sırasıyla %74.28, 73.47, 74.78, 73.86, 74.17, 74.44, 74.42 ve 74.42 bulunmuştur. Bu çalışmada şekil indeksi değerlerinin 73.47 - 74.78 arasında olması söz konusu değerlerin arzu edilen ve olması gereken sınırlar içerisinde yer aldığını göstermektedir. Şekil indeksi bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır. Şekil indeksi üzerine zaman ve grup x zaman interaksiyonunun etkisi de önemsiz olmuştur. Yumurta şekil indeksi ile ilgili olarak elde edilen sonuçlar, yumurta tavuğu rasyonlarına farklı yem katkı maddeleri ilave ederek oluşturulan rasyonların yumurta şekil indeksini önemli derecede etkilemediğini bildiren Kutlu vd (2000), Çelebi (2003) ve İpek vd (2003)’nin bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

4.2.3. Kırılma mukavemeti

Sarımsak ve bakırın rasyonda ayrı ayrı olmaları durumunda gruplara ait yumurtaların kırılma mukavemeti değerleri ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Yapılan polinomial analizle rasyona ilave edilen sarımsak tozunun kırılma mukavemetini kuadratik olarak etkilediği tespit edilmiştir ($P<0.01$). Rasyona %2 ve 4 düzeylerinde sarımsak tozu ilavesi kırılma mukavemetini kontrole göre artırmış, %6 düzeyinde sarımsak tozu ilavesi kontrolle benzer bulunmuştur. Kırılma mukavemeti kriterinde sarımsak x zaman (Şekil 4.1) ve bakır x zaman (Şekil 4.2) ilişkisi tespit edilmiştir ($P<0.01$) (Çizelge 4.5).



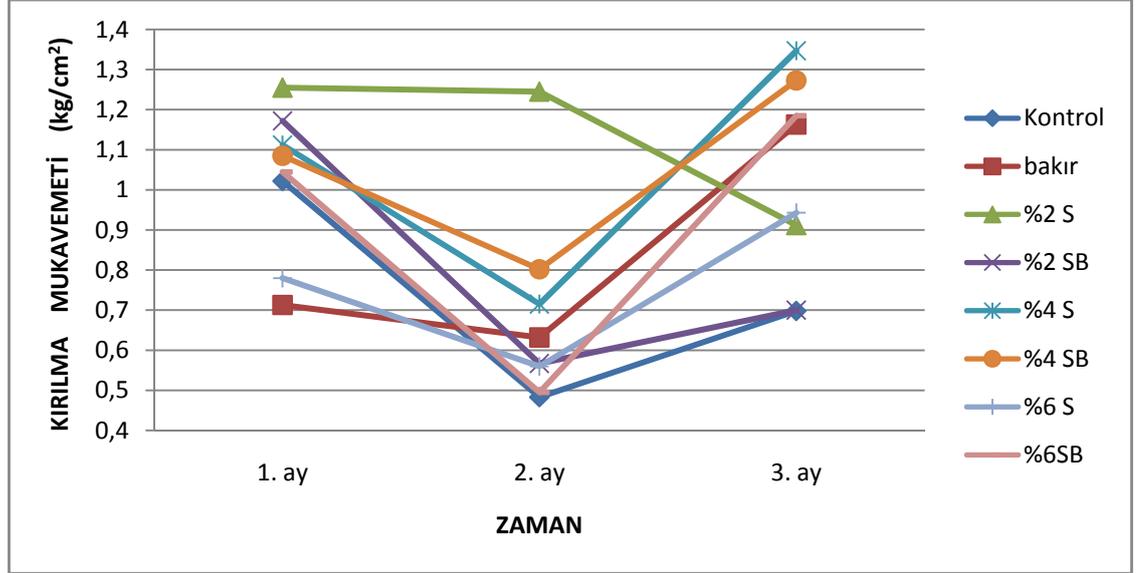
Şekil 4.1. Sarımsak Tozu Seviyelerinin Kırılma Mukavemeti Üzerine Etkileri



Şekil 4.2. 200 ppm Bakırın Kırılma Mukavemeti Üzerine Etkisi

Rasyona ilave edilen sarımsak ve bakırın birlikte incelendiği deneme gruplarından elde edilen yumurta kırılma mukavemetine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Denemenin geneli itibariyle ortalama yumurta kırılma mukavemetleri gruplara göre sırasıyla 0.73, 0.84, 1.14, 0.81, 1.06, 1.05, 0.76 ve 0.91 kg/cm² olarak bulunmuştur. Çizelgeden de gözleneceği gibi kırılma mukavemeti üzerine grup, zaman ve grup x zaman interaksiyonunun etkisi çok önemli bulunmuştur (P<0.01). Kırılma

mukavemeti ile ilgili olarak elde edilen rakamsal değerler Yalçın *et al.* (2006) ve Lim *et al.* (2006)'nın bulgularından düşük olmuştur.



Şekil 4.3. Sarımsak Tozu ve Bakırın Kırılma Mukavemeti Üzerine Etkileri

4.2.4. Kabuk kalınlığı

Yumurta kabuk kalınlığı, kabuk kalitesiyle ilgili ölçütlerden biri olup, kabuk dayanıklılığını doğrudan etkileyen en önemli faktördür. Yumurta kabuk kalınlığı, yumurtaların toplanması, yıkanması, sınıflandırılması, paketlenmesi, nakliyesi ve depolanmasında çok önemli bir kriterdir (Şenköylü ve Meriç 1989; Çelebi 2003).

Rasyona ayrı ayrı ilave edilen sarımsak tozu ve bakır gruplarının ortalama yumurta kabuk kalınlığına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Sarımsak tozu ve bakırın yumurta kabuk kalınlığı üzerine etki yapmadığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde bu iki katkı maddesinin zamanla bir etkileşiminde olmadığı belirlenmiştir.

Değişik oranlarda sarımsak tozu ve bakır içeren rasyonlarla beslenen deneme gruplarından elde edilen yumurta kabuk kalınlığına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Grupların ortalama yumurta kabuk kalınlığı 0.39, 0.41, 0.39, 0.38,

0.40, 0.39, 0.39 ve 0.39 mm olarak tespit edilmiştir. Yumurta kabuk kalınlığı üzerine grup, zaman ve grup x zaman interaksyonunun etkisi önemsiz olmuştur. Bu çalışmadan farklı olarak sarımsak tozu seviyesinin kabuk kalınlığı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, rasyona %0, 1, 2 ve 3 oranında sarımsak tozu katılmış ve yumurta kabuk kalınlığının %0, 1 ve 2 düzeylerinde benzer, %3 seviyesinde ise daha düşük olduğu belirlenmiştir (Rehman *et al.* 2002).

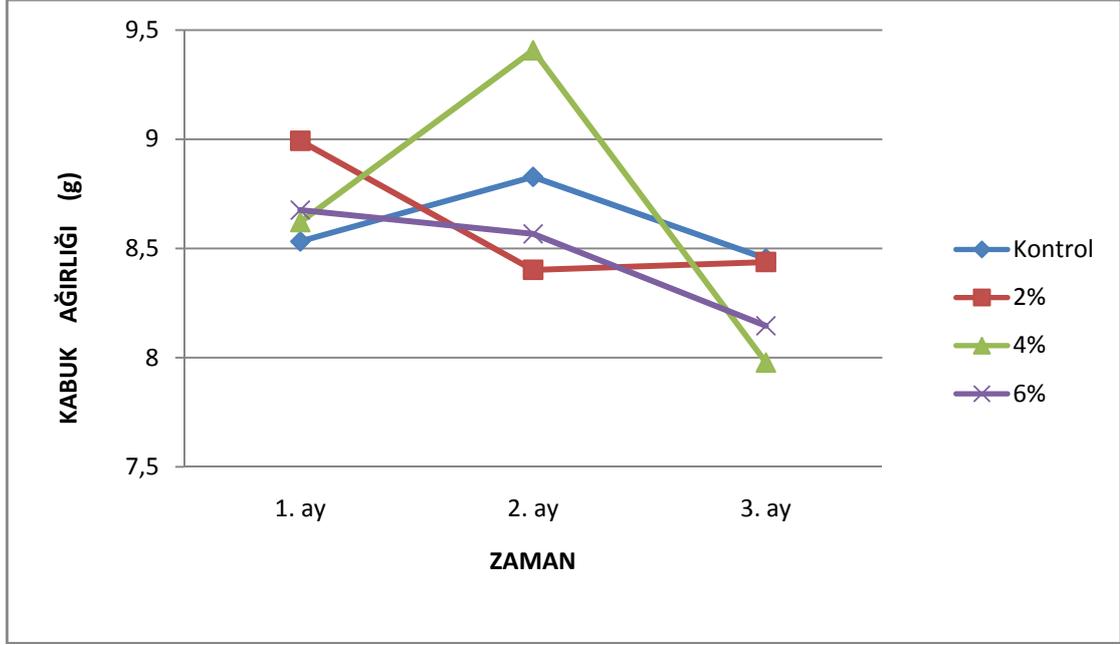
Daha önce yumurta tavuğu rasyonlarına farklı düzeylerde sarımsak tozu veya sarımsak tozu ve bakır birlikte ilave edilerek yapılan çalışma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, kabuk kalınlığı ile ilgili olarak mevcut çalışmadan elde edilen değerler Rehman *et al.* (2002), Yalçın *et al.* (2006) ve Lim *et al.* (2006) tarafından bildirilen bulgulardan yüksek; Tekeli vd (2005)'nin rasyona yalnızca bakır ilavesi ile yapmış olduğu çalışmadan elde edilen değerlerden düşük bulunmuştur. Kabuk kalınlığı ile ilgili bulguların diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlarla farklılık göstermesi hayvanın yaşı, rasyon kalsiyum içeriği ve kümes sıcaklığının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.2.5. Kabuk ağırlığı

Sarımsak tozu ve bakırın rasyonda ayrı ayrı olmaları durumunda gruplara ait yumurtaların kabuk ağırlığı değerleri ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Rasyona ilave edilen sarımsak tozu ve bakırın yumurta kabuk ağırlığını etkilemediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Sarımsak tozu x zaman etkileşimi önemli olurken bakır x zaman etkileşimi önemsiz bulunmuştur. Sarımsak tozu x zaman ilişkisine ait grafik Şekil 4.4' de gösterilmiştir.

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte incelendiği grupların yumurta kabuk ağırlığına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Deneme gruplarının ortalama yumurta kabuk ağırlığı sırasıyla 8.42, 8.79, 8.81, 8.42, 8.45, 8.89, 8.66 ve 8.27 g olarak tespit edilmiştir. Deneme geneli dikkate alınarak yapılan istatistik analizde gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Çizelge 4.6'dan da görüldüğü gibi

deneme süresinin ilerlemesiyle yaşa bağlı olarak kabuk ağırlığında genel bir azalma olmuştur ($P<0.01$). Kabuk ağırlığı kriterinde grup x zaman ilişkisi görülmemiştir.



Şekil 4.4. Sarımsak Tozu Seviyelerinin Kabuk Ağırlığı Üzerine Etkileri

Bu çalışmada elde ettiğimiz kabuk ağırlığıyla ilgili değerler, Tekeli vd (2005)'nin bulgularından yüksek olmuştur. Söz konusu değerlerin farklılık göstermesi kabuk ağırlığını ölçüm şekli ve hayvanın yumurtlama yaşından kaynaklanmış olabilir.

4.2.6. Sarı rengi

Özellikle pazarlama ve tüketici açısından önem kazanan bir iç kalite kriteri olan yumurta sarı rengi ksantofiller olarak bilinen renk maddeleri tarafından oluşturulmaktadır. Yumurta sarısının rengine luteinin tek başına katkısı yaklaşık % 70 kadardır. Luteinden sonra en önemli etki zeaksantin tarafından yapılmaktadır. Yumurta tavukları, yemle tüketilen renk maddelerinin düzeyine bağlı olarak değişmekle birlikte yemlerindeki renk maddelerinin ancak %10–14'ünü yumurta sarısında biriktirebilmektedirler. Yemlerle hayvana sunulan renk maddelerinin organizmada yumurta sarısının pigmentasyonu için değerlendirilmeleri birçok faktöre bağlı olarak

değişebilmektedir. Bu faktörlerin birçoğu doğrudan doğruya kullanılan renk maddesi kaynağına ve karma yemi oluşturan diğer bileşenlere, bir kısmı hayvanların genetik yapılarına ve yaşlarına, diğer bir kısmı da hastalıklara ve çevre koşullarına bağlıdır (Kırkpınar ve Erkek 1999; Gürbüz *et al.* 2003).

Rasyona ayrı ayrı ilave edilen sarımsak tozu ve bakır gruplarının sarı rengine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Rasyona katılan sarımsak tozu ve bakırın yumurta sarı rengini etkilemediği tespit edilmiştir. Sarımsak x zaman ve bakır x zaman etkileşimi önemsiz bulunmuştur. Yapılan polinomial analiz sonucu linear veya quadratik bir etki tespit edilmemiştir.

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte oluşturduğu deneme gruplarından elde edilen yumurta sarı rengine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir. Denemenin geneli itibariyle ortalama sarı rengi kontrol, bakır, %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+bakır, %4 sarımsak tozu, %4 sarımsak tozu+bakır, %6 sarımsak tozu, %6 sarımsak tozu+bakır gruplarında sırasıyla 8.67, 8.22, 7.83, 8.22, 8.56, 7.94, 8.39 ve 8.06 olarak bulunmuştur. Sarı rengi üzerine zamanın etkisi önemli ($P<0.01$), grup ve grup x zaman interaksyonunun etkisi ise önemsiz olmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar Lim *et al.* (2006)’nın bildirdiği değerlerden yüksek bulunmuştur. Bu farklılık rasyona ilave edilen sarımsağın seviyesinden kaynaklanmış olabilir.

4.2.7. Sarı indeksi

Sarımsak tozu ve bakır ilave edilen rasyonlarla beslenen deneme gruplarından elde edilen yumurtalara ait ortalama yumurta sarı indeksleri ve bunlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Rasyona ilave edilen sarımsak tozunun sarı indeksini %4’e kadar linear olarak artırdığı, %6 seviyesinde düşürerek kuadratik etki yaptığı tespit edilmiştir ($P<0.05$). Yeme ilave edilen bakırın ise kontrolle benzer olduğu belirlenmiştir. Zamanla birlikte sarımsak tozu ve bakırında herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Bu çalışmadan farklı olarak Rehman *et al.* (2002) sarımsak tozu seviyelerinin sarı indeksini etkilemediğini belirtmişlerdir.

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte incelendiği deneme gruplarına ait ortalama yumurta sarı indeksleri ve bunlara ait varyans analizi Çizelge 4.6'da verilmiştir. Buna göre grupların ortalama yumurta sarı indeksleri sırasıyla %42.54, 44.09, 45.30, 44.61, 44.80, 45.16, 44.07 ve 45.30 olarak tespit edilmiştir. Gruplar arası farklılıklar önemsiz olmuştur. Yumurta sarı indeksi üzerine zamanın etkisi önemli ($P<0.01$), grup x zaman interaksyonunun etkisi ise önemsiz bulunmuştur.

Sarı indeksine ait elde edilen sonuçlar çok farklı olmamakla beraber Yalçın *et al.* (2006)'nin bulgularından düşük, Rehman *et al.* (2002)'nin bildirdiği değerlerden ise yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın rasyona katılan sarımsak tozu seviyelerinden kaynaklanmış olabileceği tahmin edilmektedir.

4.2.8. Ak indeksi

Rasyona ayrı ayrı ilave edilen sarımsak tozu ve bakır gruplarından elde edilen yumurtalara ait ortalama ak indeksi değerleri ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Rasyona ilave edilen sarımsak tozu ve bakırın yumurta ak indeksini etkilemediği tespit edilmiştir. Sarımsak x zaman ve bakır x zaman etkileşimi önemsiz bulunmuştur. Yapılan polinomial analiz sonucu linear veya quadratik bir etki tespit edilmemiştir.

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte incelendiği deneme gruplarına ait ortalama yumurta ak indeksleri ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Kontrol, bakır, %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+bakır, %4 sarımsak tozu, %4 sarımsak tozu+bakır, %6 sarımsak tozu ve %6 sarımsak tozu+bakır gruplarının ortalama yumurta ak indeksleri sırasıyla %8.19, 8.99, 8.41, 8.97, 8.38, 8.01, 8.41 ve 8.68 olarak tespit edilmiştir. Yumurta ak indeksi üzerine zamanın etkisi önemli olmuştur ($P<0.05$). Grup x zaman interaksyonunun yumurta ak indeksi üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Ak indeksi ile ilgili olarak elde edilen bulgular Yalçın *et al.* (2006)'nın bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

4.2.9. Haugh birimi

Sarımsak tozu ve bakır katılarak oluşturulan rasyonlarla beslenen deneme gruplarına ait ortalama yumurta haugh birimi ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Rasyona ilave edilen sarımsak tozu ve bakırın haugh birimini etkilemediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Sarımsak x zaman ve bakır x zaman etkileşimi önemsiz bulunmuştur. Yapılan polinomial analiz sonucu linear veya quadratik bir etki tespit edilmemiştir.

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte incelendiği deneme gruplarına ait haugh birimi değerleri ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir. Çizelge 4.6’dan da görüleceği gibi deneme geneli itibariyle grupların ortalama haugh birimi değerleri 81.24, 84.23, 82.07, 85.38, 82.62, 80.84, 82.93 ve 83.82 olarak saptanmıştır. Deneme geneli dikkate alınarak yapılmış olan istatistiksel analizde, deneme grupları arasındaki rakamsal farklılıkların önemsiz olduğu, dolayısıyla haugh birimi değeri üzerine beslemenin önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu çalışmada, haugh birimi üzerine zamanın etkisi önemli ($P<0.01$) grup x zaman interaksiyonunun etkisi ise önemsiz bulunmuştur.

Haugh birimiyle ilgili olarak elde ettiğimiz değerler Yalçın *et al.* (2006) ile Lim *et al.* (2006)’nin bulgularından yüksek olmuştur. Rehman *et al.* (2002)’nin yaptıkları çalışmadan elde ettikleri bulgular mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlarla uyum içerisinde olmuş ve haugh biriminin sarımsak tozu seviyelerinden etkilenmediği tespit edilmiştir. Carves (1970), Amer (1972), Mutaf (1981), Jlang *et al.* (1991), Yörük (1998), Yıldız ve Dikicioğlu (1999) ile Çelebi (2003)’nin haugh birimi üzerine beslemeden ziyade yaş, kalıtım, yumurta büyüklüğü ve sağlık durumu gibi faktörlerin daha önemli olduğunu bildirmiş olmaları söz konusu araştırmadan elde edilen bulguları desteklemektedir.

Söz konusu çalışmadan elde ettiğimiz değerlerle diğer araştırmacıların bulguları arasındaki rakamsal farklılıklar, söz konusu araştırmalarda kullanılan hayvan

materyallerinin yaşı, ırkı, yumurtlama sezonu ve kullanılan karma yemlere katılan sarımsağın formu ve oranı ile bakır oranının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.3. Yumurta Duyusal Analizlerine Ait Bulgular

Yumurtanın renk, koku ve lezzeti rasyon değişikliklerinden etkilenmektedir. Yumurta tavuğu rasyonlarına sarımsak tozu (%0, 2, 4 ve 6) katılarak oluşturulan yemlerle beslenen gruplardan denemenin ikişer haftalık periyotlarında rastgele seçilen yumurta örneklerinde koku, renk, tat, aroma ve genel kabuledilebilirlik gibi duyusal özelliklere ait bulgular tespit edilmiştir. Yumurta örneklerindeki duyusal özelliklere ait bu kriterler sırası ile ele alınarak değerlendirilmiştir.

4.3.1. Koku

Gruplardan elde edilen yumurta örneklerinin ortalama koku puanı değerleri ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Deneme geneli itibariyle grupların ortalama koku değerleri sırasıyla 6.42, 6.35, 5.85 ve 5.82 olarak bulunmuştur. Ancak gruplar arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir. Duyusal özelliklerden koku kriteri üzerine grup, zaman ve grup x zaman interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuştur. Yapılan polinomial analiz sonucunda artan sarımsak tozu seviyesine bağlı olarak sarımsak kokusu daha fazla hissedilmiştir. İlgili çizelge incelendiğinde, kontrol ve %2 oranında sarımsak tozu içeren rasyonlarla beslenen gruplardan elde edilen yumurta örneklerinin daha iyi koku puanı aldıkları ve panalistler tarafından daha fazla beğenildikleri anlaşılmaktadır.

Konu ile ilgili olarak yerli yada yabancı dilde yayınlanmış literatür olmadığından dolayı söz konusu parametre tartışılmamıştır.

Çizelge 4. 7. Deneme gruplarından elde edilen yumurtaların duyu analizi değerleri

Grup	Koku	Renk	Tat	Aroma	Genel Kabuledilebilirlik
Kontrol	6.42	3.80	6.40	6.35	6.50
%2 S	6.35	3.60	5.60	5.47	5.62
%4 S	5.85	3.52	5.52	5.37	5.47
%6 S	5.82	3.80	5.30	5.17	5.37
S _x	0.238	0.094	0.304	0.312	0.306

ANOVA

Grup Etkisi	0.151	0.088	0.063	0.044	0.041
Zaman Etkisi	0.498	0.000	0.878	0.763	0.716
Grup×Zaman	0.840	0.391	0.533	0.418	0.285
Linear	0.033	0.859	0.014	0.010	0.011
Quadratik	0.917	0.013	0.346	0.282	0.207

Puanlama 9-8 (**Çok İyi**). 7-6 (**İyi**). 5-4 (**Orta**). 3-2-1 (**Bozuk**) rakamları kullanarak yapılmıştır.

4.3.2. Renk

Deneme gruplarından elde edilen yumurtalara ait ortalama renk puanı değerleri ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Deneme geneli itibariyle gruplara ait yumurtaların panelistler tarafından belirlenen ortalama renk değerleri sırasıyla 3.80, 3.60, 3.52 ve 3.80 olarak bulunmuştur. Renk değeri bakımından gruplar arası bir farklılık gözlenmemiştir. Renk üzerine zamanın etkisi önemli ($P<0.01$), grup x zaman interaksiyonunun etkisi ise önemsiz tespit edilmiştir. Polinomiyal analiz sonucu renk parametresinde quadratik bir etkinin olduğu belirlenmiştir. Rasyona %3 düzeyinde sarımsak tozu ilavesinin renk üzerine etkisini araştıran Birrenkott *et al.* (2000)’nin bulguları bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

4.3.3. Tat

Deneme gruplarından elde edilen yumurta örneklerine ait ortalama tat puanı değerleri ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Deneme geneli itibariyle gruplardan elde edilen yumurtaların ortalama tat değerlerinin sırasıyla 6.40, 5.60, 5.52 ve 5.30 olarak tespit edilmiştir. Tat kriteri üzerine grup, zaman ve grup x zaman

interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Yapılan polinomiyal analizde linear bir etki tespit edilmiştir. Yani, panalistler tarafından yapılan değerlendirmede sarımsak tozu seviyesi arttıkça yumurta tadında sarımsak tadı daha fazla hissedilmiştir. Analiz sonuçlarına göre panelistler kontrol grubundaki yumurtaların tatlarının sarımsak tozu içeren rasyonlarla beslenen gruptan alınan yumurta örneklerinde daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. Tatlar arasındaki bu farklılık %6 sarımsak tozu içeren rasyonla beslenen gruptan alınan yumurta örneklerinde daha belirgin olmuştur. Panelistlerin yaptığı puanlamaya göre sarımsak tozu içeren rasyonla beslenen gruptan elde edilen yumurta örnekleri orta seviyede tat değerlerine sahip olmuş, fakat yumurta tüketimini olumsuz anlamda etkilememiştir. Rasyona %3 düzeyinde sarımsak tozu ilavesinin yumurta sarısı tadı üzerine etkisini araştıran Birrenkott *et al.* (2000)'nin elde ettiği bulgular mevcut çalışma ile paralellik göstermektedir.

4.3.4. Aroma

Aroma olarak ele alınan kriter yumurta örneklerinde farklı bir tat ve koku hissinin olup olmadığını tanımlamak amacıyla değerlendirilmiştir. Bu amaçla deneme gruplarından alınan örnekler panelistlerce değerlendirilmiş ve analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Deneme gruplarının ait yumurta örneklerine ait aroma kriter değerleri sırası ile 6.35, 5.47, 5.37 ve 5.17 olarak gözlenmiştir. Aroma kriteri bakımından gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Çizelgeden de görüleceği gibi sarımsak tozu katılarak oluşturulan rasyonlarla beslenen gruptan elde edilen yumurta örneklerinde aroma daha iyi hissedildiğinden puanlama değerleri daha düşük olmuştur. Sarımsak tozu ilavesinin rasyondaki seviyesi arttıkça aroma daha fazla hissedilmiş ve puanlamayı seviyeye bağlı olarak düşürmüştür. Aroma kriteri üzerine zamanın ve grup x zaman interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuştur ($P > 0.05$).

Birrenkott *et al.* (2000) rasyona %3 düzeyinde sarımsak tozu ilavesinin yumurta duyuşsal analizinde aroma kriterinde kontrole göre bir farklılığın olduğunu tespit etmişlerdir. Aromadaki bu farklılığın yumurtaların panelistlere verilmiş şeklinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Ayrıca, panalistlerin önce kontrol grubundan elde

edilen yumurtaları yiyip daha sonra sarımsak içeren rasyonlarla beslenen gruplara ait yumurta örneklerini yediklerinde sarımsak aromasını fark ettikleri, fakat önce sarımsaklı rasyon tüketen hayvanlardan elde edilen yumurtaları taddıklarında bu aromayı fark edemedikleri belirlenmiştir. Söz konusu çalışmadan elde edilen sonuçlar Birrenkott *et al.* (2000)'nin bulguları ile benzerlik göstermiştir.

4.3.5. Genel kabuledilebilirlik

Deneme gruplarından elde edilen yumurta örneklerine ait ortalama genel kabuledilebilirlik puanı değerleri ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4. 7'de verilmiştir. Gruplara ait ortalama genel kabul edilebilirlik değerleri 6.50, 5.62, 5.47 ve 5.37 olarak tespit edilmiştir. Genel kabuledilebilirlik üzerine grubun etkisinin önemli ($P<0.05$), zaman ve grup x zaman interaksiyonunun etkisinin ise önemsiz olduğu gözlenmiştir. Sarımsak tozu katılarak oluşturulan rasyonlarla beslenen gruplardan elde edilen yumurta örneklerinde rasyondaki sarımsak seviyesi arttıkça genel kabuledilebilirlik puanlarının diğer kriterlere bağlı olarak dahada düştüğü tespit edilmiştir.

Konu ile ilgili olarak yerli veya yabancı dilde yayınlanmış literatür olmadığından dolayı genel kabuledilebilirlik parametresi tartışılmamıştır.

4.4. Lipid Metabolizmasına Ait Bulgular

Sarımsak tozu ve bakırın ayrı ayrı ve kombine olarak yumurta tavuğu rasyonlarına ilave edilmesi ile oluşturulan sekiz farklı diyetle (kontrol, bakır, %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+bakır, %4 sarımsak tozu, %4 sarımsak tozu+bakır, %6 sarımsak tozu, %6 sarımsak tozu+bakır) 12 hafta yürütülen bu çalışmada, karaciğer ve abdominal yağ ağırlıkları, karaciğer yağ oranı, yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu, yumurta sarısı kolesterol düzeyi ve kan parametrelerine ait bulgular tespit edilmiştir. Lipid metabolizmasına ait bu kriterler aşağıda sırası ile ele alınarak değerlendirilmiştir.

4.4.1. Karaciğer ve abdominal yağ ağırlıklarına ait bulgular

Yumurta tavuğu rasyonlarına sarımsak tozu (%0, 2, 4, 6) ve bakırın (200 ppm) ayrı ayrı ve kombine ilave edilmesi ile oluşturulan rasyonlarla oniki hafta sürdürülen bu çalışma sonunda, deneme gruplarının her birinden şansa bağlı olarak seçilen 4 hayvan kesilerek karaciğer ve adipoz doku (karın, taşlık, bağırsak ve mide çevresi yağı) ağırlıkları tespit edilmiştir.

Rasyona ayrı ayrı ilave edilen sarımsak tozu ve bakır gruplarına ait ortalama karaciğer ağırlıkları ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Sarımsak tozunun karaciğer ağırlığı üzerine etkisi önemli olmuştur ($P<0.01$). Yapılan polinomiyal analizde, sarımsak tozunun %4 seviyesine kadar karaciğer ağırlığının linear olarak arttığı ($P<0.05$), %6 seviyesinde tekrar düşerek quadratik etki gösterdiği ($P<0.01$) tespit edilmiştir. Rasyona ilave edilen 200 ppm bakırın karaciğer ağırlığını etkilemediği belirlenmiştir.

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte incelendiği deneme gruplarına ait ortalama karaciğer ağırlıkları ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Deneme grupları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Kontrol, bakır, %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+bakır, %4 sarımsak tozu, %4 sarımsak tozu+bakır, %6 sarımsak tozu ve %6 sarımsak tozu+bakır gruplarının ortalama karaciğer ağırlıkları sırasıyla 31.15, 32.44, 31.26, 34.24, 34.78, 32.59, 23.77 ve 30.15 g olarak tespit edilmiştir.

Chi *et al.* (1982) yüksek vakumla dondurulmuş sarımsağın rasyona ilavesinin kontrole göre karaciğer ağırlığını düşürdüğünü ve %2 ve 4 oranında rasyona katılan sarımsağın karaciğer ağırlığı üzerine etkisinin benzer olduğunu ifade etmişlerdir. Aouadi *et al.* (2000) ise diyetel sarımsağın lipid metabolizması üzerine etkilerini inceledikleri bir çalışmada, %10 taze sarımsak içeren rasyonlarla beslenen ratlarda karaciğer ağırlığının kontrol grubuna göre düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.8. Sarımsak ve Bakır Gruplarının Karaciğer ve Abdominal Yağ Ağırlıkları İle Karaciğer Yağ Oranına Ait Ortalama Değerler

Yem Katkı Maddeleri	Seviye	Karaciğer ve Abdominal Yağ Kriterleri				
		Karaciğer Ağırlığı (g)	Abdominal Yağ Ağırlığı (g)	Karaciğer Yağ Oranı (%)	Karaciğer Kuru Maddesi (%)	Kuru Maddedeki Yağ Oranı (%)
SARIMSAK	0	31.80	95.41	8.71	34.83	24.73
	2	32.75	49.97	4.87	30.86	15.74
	4	33.69	75.53	5.97	32.07	18.67
	6	26.96	74.03	4.86	33.64	14.40
	SEM	1.040	16.696	0.645	1.378	1.696
BAKIR	0	30.24	82.54	6.38	33.08	19.07
	200	32.36	64.93	5.82	32.62	17.70
	SEM	0.735	11.806	0.456	0.974	1.199
ANOVA						
Sarımsak		0.001	0.418	0.002	0.228	0.003
Bakır		0.059	0.332	0.396	0.742	0.429
Linear Sarımsak		0.010	0.199	0.002	0.704	0.002
Karelik Sarımsak		0.002	0.332	0.050	0.061	0.183

Bu çalışma ile benzer olarak, Lim *et al.* (2006) rasyona %1, 3 ve 5 düzeylerinde sarımsak tozu, bakır ve %3 sarımsak tozu + bakır ilave ederek oluşturdukları rasyonlarla beslenen yumurtacı tavuklarda nisbi karaciğer ağırlığının gruplar arasında önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

Rasyona ayrı ayrı ilave edilen sarımsak tozu ve bakır gruplarına ait ortalama abdominal yağ ağırlıkları ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi hem sarımsak tozu hemde bakır abdominal yağ ağırlığını istatistiksel olarak etkilememiştir. Ancak her iki katkı maddesi de kontrole göre abdominal yağ ağırlığını rakamsal olarak düşürmüştür. Yapılan polinomiyal analizde, sarımsak tozu seviyelerinin abdominal yağ ağırlığı üzerine etkisinin olmadığı

görülmüştür. İstatistiksel olarak önemli bulunmasada, abdominal yağ miktarındaki azalma, hem sarımsak hemde bakırın yağ sentezini kısmende olsa inhibe etmesinden kaynaklanmış olabilir.

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte değerlendirildiği deneme gruplarının ortalama abdominal yağ ağırlıkları ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9'de gösterilmiştir. Grupların ortalama abdominal yağ ağırlıkları sırasıyla 114.28, 76.56, 38.97, 60.97, 83.01, 68.06, 93.91 ve 54.15 g olarak elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizde deneme grupları arasında farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir. Ancak rakamlar dikkate alındığında rasyona bakır ve sarımsak tozunun birlikte ilavesinin abdominal yağ birikimini daha çok düşürdüğü görülebilir.

Çizelge 4.9. Deneme Gruplarının Karaciğer ve Abdominal Yağ Ağırlıkları İle Karaciğer Yağ Oranına Ait Ortalama Değerler

Yem Katkı Maddeleri		Karaciğer ve Abdominal Yağ Kriterleri				
SARIMSAK	BAKIR	Karaciğer Ağırlığı (g)	Abdominal Yağ Ağırlığı (g)	Karaciğer Yağ Oranı (%)	Karaciğer Kuru Maddesi (%)	Kuru Maddedeki Yağ Oranı (%)
0	0	31.15	114.28	10.48	35.63	29.44
	200	32.44	76.56	6.94	34.04	20.02
2	0	31.26	38.97	4.47	30.27	14.75
	200	34.24	60.97	5.27	31.44	16.72
4	0	34.78	83.01	6.01	30.99	19.44
	200	32.59	68.06	5.93	33.15	17.89
6	0	23.77	93.91	4.58	35.43	12.66
	200	30.15	54.15	5.14	31.84	16.15
SEM		1.47	23.61	0.91	1.95	2.40

ANOVA

Grup	0.065	0.418	0.068	0.460	0.102
------	-------	-------	-------	-------	-------

4.4.2. Karaciğer yağ oranına ait bulgular

Bazal rasyona %0, 2, 4 ve 6 düzeylerinde sarımsak tozu ve her bir düzeye ayrıca 200ppm bakır katılarak oluşturulan sekiz farklı rasyon kullanılarak oniki hafta sürdürülen çalışma sonunda her gruptan 4 hayvan şansa bağlı olarak kesilerek elde edilen karaciğerlerin yağ oranları tespit edilmiştir.

Rasyona ayrı ayrı ilave edilen sarımsak tozu ve bakır gruplarına ait ortalama karaciğer yağ oranı ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi rasyona ilave edilen sarımsak tozunun seviyesi arttıkça karaciğer yağ oranı kontrole göre linear olarak azalmıştır ($P<0.01$). Rasyona ilave edilen 200 ppm düzeyindeki bakır karaciğer yağ oranını değiştirmemiştir.

Çalışmada sarımsak ve bakırın birlikte incelendiği deneme gruplarının ortalama karaciğer yağ oranı ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde kontrol grubunda karaciğer yağ oranı %10.48 olurken, diğer gruplarda sırası ile %6.94, 4.47, 5.27, 6.01, 5.93, 5.93, 4.58 ve 5.14 olarak tespit edilmiştir. Ortalama karaciğer yağ oranı üzerine grubun etkisi önemsiz olmuştur. Rasyona sarımsak tozu ve bakır ilavesinin karaciğer yağ oranını rakamsal olarak azalttığı tespit edilmiştir. Bu azalma, sarımsak tozunun yağ asit sentetaz enziminin aktivitesini sınırlandırmasından, bakırın ise rasyon fosforunun sindirilmesi üzerine olumsuz etkisi ile yağ asit sentezini azaltmasından kaynaklanmış olabilir.

4.4.3. Karaciğer kuru maddesi ve kuru maddedeki yağ oranı

Deneme sonunda sarımsak tozu ve bakır verilen hayvanlardan elde edilen karaciğerlerin kuru maddesi ile kuru maddedeki yağ oranı ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Rasyona ilave edilen sarımsak tozu karaciğer kuru maddesini etkilemezken, kuru maddedeki yağ oranını linear olarak azaltmıştır ($P<0.01$). Rasyona bakır ilavesi ise hem karaciğer kuru maddesini hemde karaciğer kuru maddesindeki yağ oranını etkilememiştir (Çizelge 4.8).

Sarımsak tozu ve bakır verilen hayvanlardan oluşturulan deneme gruplarından elde edilen karaciğerlerin kuru maddesi ile kuru maddedeki yağ oranını ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9'da sunulmuştur. Çizelgeden de görüleceği gibi kontrol, bakır, %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+bakır, %4 sarımsak tozu, %4 sarımsak tozu+bakır, %6 sarımsak tozu ve %6 sarımsak tozu+bakır gruplarının ortalama karaciğer kuru maddesi sırasıyla %35.63, 34.04, 30.27, 31.44, 30.99, 33.15, 35.43 ve 31.84 şeklinde tespit edilmiştir. Ortalama karaciğer kuru maddesi ve karaciğer kuru maddesindeki yağ oranı üzerine grubun etkisi önemsiz olmuştur.

Chi *et al.* (1982) lipid metabolizması üzerine sarımsağın etkisini araştırdıkları bir çalışmada kontrol, %1 kolesterol, %1 kolesterol+%2 sarımsak, %15 domuz yağı, %15 domuz yağı+%2 sarımsak ve %1 kolesterol+%4 sarımsak rasyonlarıyla beslenen ratlarda karaciğer ağırlığı, total karaciğer lipid ve kolesterolü ile abdominal yağ parametrelerinde kolesterol rasyonu ile beslenen grupta artışın olduğunu fakat rasyona sarımsak ilavesi ile bu parametrelerde yaklaşık %30 oranında bir azalmanın meydana geldiğini tespit etmişlerdir. %2 ve %4 seviyesindeki sarımsak ilavesinin incelenen özellikler üzerine etkisi benzer bulunmuştur. Bu çalışmadan farklı olarak seviyenin herhangi bir etkisi tespit edilmemiştir. Rasyona sarımsak tozu ilave ederek yaptığımız çalışmada abdominal yağ ve karaciğer yağ oranı parametreleri ile ilgili elde ettiğimiz sonuçlar Chi *et al.* (1982)'nin yürüttükleri çalışmada bildirdikleri bulgularla benzerlik göstermektedir.

Vücutta yağ birikimini etkileyen ana aktif bileşik glutamata dönüşen metilproglutamat olabilir. Glutamat tarafından protein sentezinin sitümlasyonu yağ asit sentezi için substrat teminini azaltabilir (Santoso *et al.* 2005). Sarımsak tüketimi, substrat teminindeki anahtar enzim aktivitelerini düşürerek karaciğerde yağ asit sentezini engellemektedir. Bunun sonucu olarak karaciğerde yağ birikimi ve plazma trigliserid seviyesi azalmaktadır (Aouadi *et al.* 2000). Yaptığımız çalışma sonucunda karaciğer yağı ve abdominal yağ birikiminin azalması anahtar enzim aktivitelerinin düşmesi neticesinde yağ asit sentezinin engellenmesinden kaynaklanmış olabilir.

4.4.4. Yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonuna ait değerler

Yumurta sarısı yağ asidi niteliği, gerek insan gerekse embriyonun beslenmesi bakımından göz önünde bulundurulması gereken çok önemli bir kriterdir. Yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu üzerine bakım, çevre koşulları, iklim, genetik ve yaş gibi bazı faktörlerin çok az miktarda etkisi bulunmakla birlikte en önemli faktör rasyonun besin madde kompozisyonu ve bileşimidir. Yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonunda istenilen yönde değişiklikler yapabilmek için çeşitli yağ ve katkı maddelerini değişik oran ve miktarlarda içeren rasyonlarla yürütülen araştırmalar bulunmaktadır.

Sarımsağın toplam yağ asidi içeriğinin %4.5'ini α -linolenik ve %53'ünü linoleik yağ asitleri oluşturmaktadır (Tsiaganis *et al.*2006). Bazal rasyona %0, 2, 4 ve 6 düzeylerinde sarımsak tozu ile 200 ppm bakır ilave edilerek hazırlanan sekiz farklı rasyonla [kontrol, kontrol+bakır, %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+bakır, %4 sarımsak tozu, %4 sarımsak tozu+bakır, %6 sarımsak tozu, %6 sarımsak tozu+bakır] oniki hafta süreyle yürütülen bu çalışmada, sarımsak tozu ve bakırın yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu üzerine olan etkileri hem ayrı ayrı (Çizelge 4.10) hemde birlikte (Çizelge 4.11) incelenmiştir.

Rasyona ayrı ayrı ilave edilen sarımsak tozu ve bakır gruplarına ait ortalama yumurta sarısı yağ asidi yüzdeleri ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'de verilmiştir. Çizelge 4.10'da görüleceği gibi yumurta tavuğu rasyonlarına farklı düzeylerde sarımsak tozu ilavesinin yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu üzerine önemli etkisinin olduğu görülmektedir. Rasyona sarımsak tozu ilavesinin yumurta sarısındaki miristoleik (C14:1), linoleik (ω 6,C18:2c), γ -linolenik (C18:3N6), toplam çoklu doymamış (Σ PUFA) ve toplam omega 6 (Σ ω -6) yağ asitlerini önemli ($P<0.05$); palmitik asit (C16:0), α -linolenik asit (ω 3,C18:3), gadoleik asit (C20:1), eikosadienoik asit (C20:2), araşidonik asit (C20:4), nervonik asit (C24:1), toplam doymuş (Σ SFA), toplam doymamış (Σ UFA) ve toplam omega 3 (Σ ω -3) yağ asitlerini ise çok önemli ($P<0.01$) düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Yapılan polinomial analizde, yumurta

sarınsındaki palmitik asit, linoleik asit (ω 6,C18:2c), α -linolenik asit, gadoleik asit, eikosadienoik asit, eikosatrienoik asit (ω 6,C20:3), toplam doymamış, toplam çoklu doymamış, toplam omega 6 ve omega 3 yağ asitleri ilave edilen sarımsak oranına göre linear olarak artarken, oleik (ω 9,C18:1c), araşidonik, nervonik, toplam doymuş ve toplam tekli doymamış yağ asitleri ise linear olarak azalmıştır (Çizelge 4.10). Toplam doymuş yağ asidi oranında sarımsak tozu seviyesi ile birlikte linear bir etki tespit edilmiştir.

Yine rasyona bakır ilavesi, genel olarak yumurta sarısı yağ asidi profilini önemli düzeyde etkilememekle beraber palmitik ($P<0.01$), palmitoleik ($P<0.05$) ve linoleik (ω 6,C18:2t) ($P<0.05$) yağ asitlerini önemli düzeyde yükseltmiş, heptadekanoik (C17:0) ve stearik asit (C18:0) oranlarını ise düşürmüştür ($P<0.01$). İncelenen diğer tüm yağ asitleri ise kontrol grubu ile benzer bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlar Ansari *et al.* (2006)'nın bulguları ile benzerlik göstermiştir. Yine bu çalışma ile benzer olarak Maurice and Lightsey (2000) rasyona 250 mg/kg bakır ilavesinin yalnızca araşidonik asit miktarını artırıp diğer yağ asitlerini etkilemediğini ifade etmişlerdir.

Sarımsak tozu ve bakırın etkisinin birlikte incelendiği deneme gruplarının ortalama yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonlarıyla ilgili ortalamalar ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi sarımsak ve bakırın birlikte etkisinin incelenmesi durumunda, α -linolenik asit (C18.3N3), gadoleik asit (C20:1), eikosadienoik asit (C20:2) ve \sum ω -3 yağ asitlerindeki artış çok önemli bulunurken ($P<0.01$), diğer yağ asitleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Kontrol, bakır, %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+bakır, %4 sarımsak tozu, %4 sarımsak tozu+bakır, %6 sarımsak tozu ve %6 sarımsak tozu+bakır gruplarının ortalama α -linolenik asit oranları sırasıyla %0.402, 0.401, 0.551, 0.481, 0.524, 0.479, 0.521 ve 0.658 olarak bulunmuştur. Grupların gadoleik asit oranları %0.180, 0.199, 0.228, 0.207, 0.249, 0.180, 0.232 ve 0.285; eikosadienoik asit oranları ise 0.177, 0.192, 0.220, 0.204, 0.245, 0.204, 0.232 ve 0.305 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Sarımsak ve Bakır Gruplarının Yumurta Sarısı Yağ Asidi Kompozisyon Değerleri (%)

Yağ asitleri	Sarımsak (%)					Bakır (ppm)			ANOVA			
	0	2	4	6	SEM	0	200	SEM	Sarımsak	Bakır	Linear	Quadrat ik
Miristik Asit, C14:0	0.276	0.250	0.266	0.241	0.010	0.254	0.263	0.007	0.123	0.412	0.083	0.963
Miristioleik Asit, C14:1	0.009	0.017	0.036	0.021	0.008	0.009	0.024	0.006	0.044	0.077	0.082	0.731
Palmitik Asit, C16:0	25.928	25.432	26.126	24.797	0.249	25.136	26.005	0.176	0.008	0.003	0.027	0.114
Palmitoleik Asit, C16:1	2.272	2.236	2.715	2.209	0.144	2.158	2.557	0.102	0.076	0.014	0.657	0.122
Heptadekanoik Asit, C17:0	0.177	0.181	0.165	0.183	0.008	0.186	0.167	0.006	0.428	0.043	0.938	0.408
Heptadekenoik Asit, C17:1	0.081	0.085	0.079	0.084	0.003	0.082	0.082	0.002	0.341	0.923	0.762	0.822
Stearik Asit, C18:0	9.243	9.000	9.378	8.878	0.187	9.466	8.784	0.132	0.262	0.002	0.405	0.504
Elaidik Asit, ω-9, C18:1t	0.064	0.075	0.064	0.074	0.011	0.077	0.062	0.008	0.835	0.194	0.718	0.994
Oleik Asit ω-9, C18:1c	37.907	37.529	36.588	36.776	0.461	37.471	36.929	0.326	0.183	0.256	0.052	0.547
Linoleik Asit, ω-6, C18:2t	1.562	1.607	1.626	1.660	0.043	1.566	1.662	0.030	0.458	0.039	0.122	0.908
Linoleik Asit, ω-6, C18:2c	17.003	18.136	17.349	19.322	0.460	18.064	17.842	0.325	0.012	0.636	0.008	0.374
γ-Linolenik Asit, ω-6, C18:3	0.112	0.064	0.112	0.059	0.015	0.092	0.081	0.010	0.025	0.450	0.102	0.888
α-Linolenik Asit, ω-3, C18:3	0.401	0.516	0.502	0.590	0.019	0.500	0.505	0.013	0.000	0.782	0.000	0.491
Gadoleik Asit, C20:1	0.190	0.218	0.214	0.258	0.010	0.222	0.218	0.007	0.001	0.675	0.000	0.424
Eikosadienoik Asit, C20:2	0.185	0.212	0.225	0.269	0.011	0.219	0.226	0.007	0.000	0.487	0.000	0.432
Eikosatrienoik Asit, ω-6, C20:3	0.180	0.179	0.201	0.205	0.009	0.192	0.191	0.006	0.107	0.925	0.026	0.750
Araşidonik Asit, C20:4	1.856	1.780	1.807	1.616	0.043	1.798	1.732	0.031	0.007	0.148	0.002	0.202
Nervonik Asit, C24:1	0.724	0.698	0.649	0.578	0.022	0.664	0.660	0.015	0.001	0.865	0.000	0.311
Toplam Doymuş Yağ Asidi Σ SFA	35.631	34.891	35.958	34.141	0.267	35.070	35.240	0.189	0.001	0.532	0.012	0.061
Toplam Doymamış Yağ Asidi Σ UFA	62.546	63.332	62.165	63.721	0.255	63.112	62.770	0.180	0.002	0.199	0.055	0.150
Toplam Tekli Doymamış Yağ Asidi Σ MUFA	41.246	40.840	40.345	40.000	0.441	40.683	40.532	0.312	0.243	0.737	0.048	0.945
Toplam Çoklu Doymamış Yağ Asidi Σ PUFA	21.300	22.493	21.820	23.721	0.470	22.429	22.238	0.333	0.013	0.690	0.006	0.462
Toplam Omega-6 Σ (ω-6)	20.714	21.765	21.094	22.862	0.449	21.711	21.507	0.317	0.019	0.656	0.011	0.436
Toplam Omega-3 Σ (ω-3)	0.401	0.516	0.502	0.590	0.019	0.500	0.505	0.013	0.000	0.782	0.000	0.491
Tanımlanmayan	1.824	1.777	1.878	2.138	0.170	1.819	1.990	0.120	0.463	0.331	0.189	0.380

Çizelge 4.11. Deneme Gruplarının Yumurta Sarısı Yağ Asidi Kompozisyon Değerleri (%)

Yağ asitleri	Sarımsak	0		2		4		6		SEM	Grup
	Bakır	0	200	0	200	0	200	0	200		
Miristik Asit,	C14:0	0.280	0.271	0.230	0.269	0.263	0.270	0.242	0.240	0.015	0.394
Miristioleik Asit,	C14:1	0.000	0.019	0.000	0.000	0.019	0.052	0.015	0.026	0.012	0.582
Palmitik Asit,	C16:0	25.579	26.276	24.901	25.963	25.473	26.778	24.591	25.002	0.352	0.608
Palmitoleik Asit,	C16:1	2.013	2.530	2.094	2.377	2.405	3.025	2.121	2.297	0.204	0.684
Heptadekanoik Asit,	C17:0	0.192	0.161	0.195	0.167	0.170	0.159	0.185	0.182	0.012	0.606
Heptadekenoik Asit,	C17:1	0.082	0.080	0.087	0.083	0.078	0.080	0.081	0.087	0.004	0.571
Stearik Asit,	C18:0	9.672	8.814	9.126	8.873	9.554	9.201	9.511	8.246	0.265	0.234
Elaidik Asit,	ω -9, C18:1t	0.050	0.078	0.101	0.048	0.076	0.052	0.080	0.068	0.016	0.129
Oleik Asit	ω -9, C18:1c	37.916	37.898	37.378	37.679	37.097	36.079	37.494	36.058	0.651	0.517
Linoleik Asit,	ω -6, C18:2t	1.442	1.683	1.574	1.640	1.644	1.607	1.603	1.717	0.060	0.185
Linoleik Asit,	ω -6, C18:2c	17.310	16.697	18.764	17.507	17.723	16.975	18.458	20.187	0.651	0.142
γ -Linolenik Asit,	ω -6, C18:3	0.121	0.104	0.068	0.060	0.092	0.131	0.089	0.029	0.021	0.164
α -Linolenik Asit,	ω -3, C18:3	0.402	0.401	0.551	0.481	0.524	0.479	0.521	0.658	0.027	0.006
Gadoleik Asit,	C20:1	0.180	0.199	0.228	0.207	0.249	0.180	0.232	0.285	0.014	0.003
Eikosadienoik Asit,	C20:2	0.177	0.192	0.220	0.204	0.245	0.204	0.232	0.305	0.015	0.009
Eikosatrienoik Asit,	ω -6, C20:3	0.174	0.187	0.194	0.164	0.189	0.212	0.210	0.200	0.012	0.180
Araşidonik Asit,	C20:4	1.860	1.852	1.818	1.741	1.796	1.819	1.717	1.515	0.061	0.299
Nervonik Asit,	C24:1	0.716	0.731	0.665	0.731	0.660	0.638	0.615	0.541	0.031	0.179
Toplam Doymuş Yağ Asidi Σ SFA		35.739	35.522	34.492	35.290	35.490	36.425	34.558	33.724	0.378	0.097
Toplam Doymamış Yağ Asidi Σ UFA		62.442	62.650	63.741	62.924	62.797	61.532	63.467	63.974	0.360	0.080
Toplam Tekli Doymamış Yağ Asidi Σ MUFA		40.957	41.535	40.553	41.126	40.584	40.105	40.638	39.362	0.624	0.402
Toplam Çoklu Doymamış Yağ Asidi Σ PUFA		21.485	21.115	23.188	21.798	22.213	21.427	22.829	24.612	0.665	0.133
Toplam Omega-6 Σ (ω -6)		20.906	20.523	22.417	21.113	21.444	20.744	22.076	23.649	0.635	0.167
Toplam Omega-3 Σ (ω -3)		0.402	0.401	0.551	0.481	0.524	0.479	0.521	0.658	0.027	0.006
Tanımlanmayan		1.819	1.828	1.767	1.786	1.713	2.042	1.975	2.302	0.241	0.836

Deneme gruplarının toplam omega-3 ($\sum \omega$ -3) yağ asidi oranları rasyona sarımsak ilavesine paralel olarak bir artış gösterirken, bakır ilavesi %6 oranında sarımsak tozu içeren rasyonla beslenen grup hariç diğer gruplarda azalmaya neden olmuştur. Grupların toplam omega-3 yağ asitleri oranları %0.402, 0.401, 0.551, 0.481, 0.524, 0.479, 0.521 ve 0.658 olarak tespit edilmiştir.

Sarımsak ve bakırın birlikte incelendiği deneme gruplarında önemli bulunan ortalama yumurta sarısı yağ asidi yüzdelerinin %6SB grubunda diğer gruplara göre daha yüksek bulunması, sarımsak ve bakırın sinerjik etkisinden kaynaklanmış olabilir.

Daha önce yumurta tavuğu rasyonlarına farklı oran ve miktarlarda sarımsak, sarımsak tozu, sarımsak yağı ve keki ilave edilerek yapılmış çok sayıda çalışma bulunmakla birlikte söz konusu çalışmaların hiç birisinde sarımsağın yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisi incelenmediğinden dolayı bu çalışmada yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonuna ait elde edilen sonuçları diğer araştırmacıların bulgularıyla doğrudan karşılaştırmak mümkün olmamıştır. Ancak, daha önce mısır yağı, kanola yağı, balık yağı (Zhi-Bin *et al.* 1990; Collins *et al.* 1996; Schiedeler and Froning 1996), keten tohumu (Caston and Leeson 1990; Botsoglou *et al.* 1998), iç yağı, ayçiçeği yağı ve keten yağı (Çelebi 2003) ile humat ve probiyotik (Pherko *et al.* 1998; Macit vd 2005; Macit vd 2007) gibi yem katkı maddeleri ilave edilerek yapılan çalışmalar mevcut çalışmada da olduğu gibi rasyonun yağ asidi kompozisyonunun büyük ölçüde yumurta sarısı yağ asidi profiline yansıdığını göstermiştir.

Yapılan bu çalışma ile değişik oranlarda yumurta tavuğu rasyonlarına katılan linoleik ve linolenik yağ asitleri bakımından zengin olan sarımsak tozunun (%0, 2, 4 ve 6) bu özelliğini yumurta sarısı yağ asidi profiline yansıttığı tespit edilmiştir.

4.4.5. Yumurta sarısı kolesterol ve trigliserid düzeyine ait değerler

Kontrol, bakır, %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+bakır, %4 sarımsak tozu, %4 sarımsak tozu+bakır, %6 sarımsak tozu ve %6 sarımsak tozu+bakır şeklinde oluşturulan

sekiz farklı rasyonla oniki hafta sürdürülen bu çalışmada, deneme sonunda her gruptan şansa bağlı olarak 5 yumurta örneği alınarak yumurta sarısı kolesterol düzeyine ait değerler tespit edilmiştir.

Sarımsak tozu ve bakır ayrı ayrı ilave edilerek oluşturulan rasyonlarla beslenen deneme gruplarının yumurta sarısı kolesterol düzeyleri ile ilgili değerler ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de gösterilmiştir. Polinomiyal analiz sonucuna göre %0, 2, 4 ve 6 seviyelerinde sarımsak tozu ilave edilen rasyonlarla beslenen gruplarda yumurta sarısı kolesterol düzeyleri linear olarak azalmıştır ($P<0.01$). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında %6 seviyesinde sarımsak tozu içeren gruptan elde edilen yumurtaların kolesterolü %14.60 oranında düşmüştür. Chowdhury *et al.* 2002 değişik oranlarda sarımsak tozu içeren rasyonların yumurta sarısı kolesterolü üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, %6 sarımsak tozunun yumurta kolesterolünü %14 oranında azalttığını tespit etmişlerdir. 200 ppm bakırın rasyona ilave edilmesi ile yumurta kolesterol seviyesinin etkilenmediği gözlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Sarımsak ve Bakır Gruplarının Yumurta Sarısı ve Serum Kolesterolü İle Trigliserid Seviyelerine Ait Ortalama Değerler

Yem Katkı Maddeleri	Seviye	Yumurta Sarısı (%)		Serum(%)	
		Kolesterol	Trigliserid	Kolesterol	Trigliserid
SARIMSAK	0	18.213	70.320	18.371	55.543
	2	18.396	71.788	18.806	57.500
	4	17.769	73.544	20.110	51.775
	6	16.531	68.987	20.426	52.579
	SEM	0.376	0.464	0.265	0.541
BAKIR	0	17.428	71.236	19.335	53.954
	200	18.027	71.084	19.522	54.745
	SEM	0.266	0.328	0.187	0.383

ANOVA

Sarımsak	0.006	0.000	0.000	0.000
Bakır	0.744	0.121	0.484	0.153
Linear	0.002	0.287	0.000	0.000
Quadratik	0.068	0.000	0.823	0.295

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte değerlendirildiği deneme gruplarının yumurta sarısı kolesterol düzeyleri ile ilgili değerler (%) ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13'de gösterilmiştir. Grupların yumurta sarısı kolesterol düzeyleri sırası ile %18.36, 18.07, 18.10, 18.69, 17.57, 17.97, 15.68 ve 17.38 olarak tespit edilmiş ve gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur.

Mevcut çalışmadan farklı olarak Lim *et al.* (2006) sarımsak tozu ve bakırın tek başlarına rasyona katılmasından ziyade birlikte katılmasının yumurta sarısı kolesterol içeriğini daha fazla düşürdüğünü ifade etmişlerdir.

Yumurta sarısı kolesterol konsantrasyonlarına ait bu çalışmada elde edilen sonuçlar, yumurta tavuğu rasyonlarına farklı oranlarda sarımsak ilave edilerek yürütülen ve yumurta sarısı kolesterol içeriğinin azaldığını gösteren çok sayıdaki (Rehman *et al.* 2002; Chowdhury *et al.* 2002; Mottaghitab and Taraz 2004; Lim *et al.* 2006; Yalçın *et al.* 2006; Khan *et al.* 2007) araştırma bulgularıyla uyum içerisinde olmuştur. Ancak Reddy *et al.* (1991) ve Birrenkott *et al.* (2000) yumurtacı tavuklarda rasyona %0.02 sarımsak yağı ve %3 sarımsak tozu ilavesinin yumurta sarısı kolesterol içeriğini etkilemediğini bildirmişlerdir. Yine mevcut çalışmadan farklı olarak yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen çeşitli seviyelerdeki bakırın yumurta sarısı kolesterol seviyesini düşürdüğünü gösteren çalışmalar mevcuttur (Pesti and Bakalli 1998; Balevi ve Coskun 2004; Idowu *et al.* 2005; Azman ve Yılmaz 2006).

Rasyona ilave edilen sarımsak tozu ve bakırın ayrı ayrı değerlendirilmesi durumunda yumurta sarısı trigliserid düzeyine ait değerler ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12'de gösterilmiştir. Sarımsak tozunun rasyonda yer alması grupların yumurta sarısı trigliserid miktarını etkilemiştir ($P < 0.01$). Artan sarımsak tozu seviyesi ile birlikte yumurta sarısı trigliserid yüzdesi quadratik olarak etkilenmiştir (Çizelge 4.12). Rasyona bakır ilavesi ise yumurta sarısı trigliserid içeriğini etkilememiştir.

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte incelendiği deneme gruplarının yumurta sarısı trigliserid düzeyleriyle ilgili ortalama değerler ve bunlara ait varyans analizi sonuçları

Çizelge 4.13'de gösterilmiştir. Grupların yumurta sarısı trigliserid düzeyleri sırası ile %70.24, 70.40, 71.64, 71.93, 73.12, 73.96, 69.94 ve 68.04 olarak belirlenmiştir. Deneme grupları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur.

Çalışmada yumurta sarısı kolesterol düzeyine ait elde edilen sonuçlar sarımsak tozunun yumurta sarısı kolesterolünü düşürücü etkiye sahip olduğunu açık bir şekilde göstermektedir. Sarımsak tozunun bu etkisinin karaciğerde kolesterol biyosentezini kontrol altında tutan HMG-CoA redüktaz enziminin inhibasyonu ile sağlanmış olabileceği bildirilmiştir (Konjufca et al. 1997; Chowdhury *et al.* 2002; Mottaghitlab and Taraz 2004; Yalçın *et al.* 2006).

Çizelge 4.13. Deneme Gruplarının Yumurta Sarısı ve Serum Kolesterolü İle Trigliserid Seviyelerine Ait Ortalama Değerler

Sarımsak	Bakır				
		Yumurta Sarısı (%)		Serum(%)	
		Kolesterol	Trigliserid	Kolesterol	Trigliserid
0	0	18.36	70.24	18.59	54.13
	200	18.07	70.40	18.15	56.96
2	0	18.10	71.64	18.62	57.04
	200	18.69	71.93	18.99	57.96
4	0	17.57	73.12	19.81	51.84
	200	17.97	73.96	20.41	51.71
6	0	15.68	69.94	20.32	52.81
	200	17.38	68.04	20.53	52.35
SEM		0.531	0.656	0.374	0.766

ANOVA

Grup	0.192	0.323	0.547	0.156
------	-------	-------	-------	-------

4.4.6. Kan kolesterol ve trigliserid düzeyine ait değerler

%0, 2, 4 ve 6 oranlarında sarımsak tozu ve bakırın (200 ppm) yumurta tavuğu rasyonlarına ayrı ayrı ve kombine (%2 sarımsak tozu+200 ppm bakır, %4 sarımsak tozu+200 ppm bakır, %6 sarımsak tozu+200 ppm bakır) ilave edilmesi ile oluşturulan rasyonlarla yürütülen bu çalışmada, deneme sonunda her gruptan şansa bağlı olarak seçilen 5 hayvanın kanat damarlarından alınan kan örneklerinde serum kolesterol ve trigliserid değerleri tespit edilmiştir.

Sarımsak tozu ve bakırın ayrı ayrı ilave edildiği deneme gruplarının kan kolesterol düzeyleri ile ilgili değerler ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12'de gösterilmiştir. Polinomial analiz sonucuna göre, %0, 2, 4 ve 6 seviyelerinde sarımsak tozu ilave edilen rasyonlarla beslenen grupların kan kolesterol düzeyleri linear olarak artmıştır ($P<0.01$). Rasyona bakır ilavesi ise serum kolesterolünü etkilememiştir.

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte değerlendirildiği deneme gruplarının serum kolesterol değerleri ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13'de gösterilmiştir. Grupların serum kolesterol düzeyleri sırası ile %18.59, 18.15, 18.62, 18.99, 19.81, 20.41, 20.32 ve 20.53 olarak tespit edilmiştir. Deneme grupları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Bu çalışmadan farklı olarak Lim *et al.* (2006) bakırın serum kolesterolünü kontrole göre düşürdüğünü, hatta %3 sarımsakla birlikte rasyona katılan bakırın daha fazla bir düşüş yaptığını bildirmişlerdir. Pesti and Bakalli (1998) rasyona sadece bakır ilavesinin serum kolesterolünü düşürdüğünü ifade etmişlerdir.

Söz konusu çalışmadan farklı olarak rasyona sarımsak ilavesinin serum kolesterol seviyesini düşürdüğünü bildiren araştırmalar (Kamanna and Chandrasekhara 1982; Chi *et al.* 1982; Qureshi *et al.* 1983b; Horton *et al.* 1991; Konjufca *et al.* 1997; Aouadi *et al.* 2000; Chowdhury *et al.* 2002; Mottaghitlab and Taraz 2004; Yalçın *et al.* 2006; Khan *et al.* 2007) olduğu gibi mevcut çalışma ile uyumlu olarak sarımsak ilavesinin serum kolesterolünü etkilemediğini bildiren çalışmalarda (Reddy *et al.* 1991; Birrenkott *et al.* 2000; Lim *et al.* 2006;) mevcuttur.

Rasyona ilave edilen sarımsak tozu ve bakırın ayrı ayrı değerlendirildiği deneme gruplarının serum trigliserid düzeyleri ile ilgili değerler ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Sarımsak tozu kan trigliserid düzeyini önemli bir şekilde etkilemiş ve artan dozla birlikte trigliserid oranı linear olarak azaltmıştır ($P<0.01$) (Çizelge 4.12). Rasyona bakır ilavesi kan trigliserid oranını etkilememiştir (Çizelge 4. 11).

Sarımsak tozu ve bakırın birlikte değerlendirildiği deneme gruplarının serum trigliserid oranları ve bunlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13’de gösterilmiştir. Grupların serum trigliserid düzeyleri sırası ile %54.13, 56.96, 57.04, 57.96, 51.84, 51.71, 52.81 ve 52.35 olarak tespit edilmiş ve gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur.

Bu çalışmadan farklı olarak Aouadi *et al.* (2000) rasyona sarımsak ilavesi ile serum trigliserid düzeyinin düştüğünü bildirmişlerdir. Azman ve Yılmaz (2006) 125 ve 250 mg/kg seviyelerinde bakırın, Konjufca *et al.* (1997) ise %3 sarımsak tozu ve 180 ppm bakırın rasyona ilavesinin söz konusu çalışmadan elde edilen bulgularla benzer olarak kan trigliserid seviyesini etkilemediğini belirtmişlerdir.

4.4.7. Yumurta sarısı kolesterol içeriği ve serum kolesterol içeriği arasındaki ilişki

Yumurta sarısı ve serum kolesterol değerleri arasındaki ilişki korelasyon analizi ile belirlenerek elde edilen sonuçlar Çizelge 4.14’de gösterilmiştir. Çizelgeye göre kontrol, bakır, %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+bakır, %4 sarımsak tozu, %4 sarımsak tozu+bakır, %6 sarımsak tozu ve %6 sarımsak tozu+bakır gruplarına ait korelasyon katsayıları / önemlilik dereceleri sırasıyla – 0.136/0.828, 0.078/0.901, 0.679/0.208, 0.261/0.672, -0.307/0.616, 0.571/0.315, 0.725/0.166 ve 0.359/0.553 olarak tespit edilmiştir. Korelasyon katsayısı kontrol ve %4 sarımsak tozu içeren gruplarda negatif, diğer gruplarda pozitif olmuş ve korelasyon katsayısı bütün gruplarda önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Deneme gruplarının yumurta sarısı kolesterol içeriği ile serum kolesterol içeriği arasındaki ilişkinin genelde negatif yönlü (-0.153) ve önemsiz (0.347) olduğu tespit edilmiştir. Mottaghitalab and Taraz (2004) rasyona sarımsak tozu ilave ederek yürüttükleri çalışmada serum ve yumurta sarısı kolesterol seviyeleri arasındaki korelasyonun negatif ve düşük ($r = -0.09$, $P < 0.05$) olduğunu ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.14. Deneme Gruplarının Yumurta Sarısı Kolesterol İçeriği İle Serum Kolesterol İçeriği Arasındaki İlişkiye Ait Korelasyon Katsayıları ve Önemlilik Dereceleri

Grup	Katsayı (r)	Önemlilik (p)
Kontrol	-0.136	0.828
Bakır	0.078	0.901
%2 S	0.679	0.208
%2 S B	0.261	0.672
%4 S	-0.307	0.616
%4 S B	0.571	0.315
%6 S	0.725	0.166
%6 S B	0.359	0.553
Genel	-0.153	0.347

Yumurtadaki kolesterol sentezinin artışına bağlı olarak serum kolesterolünün azalması veya sentezin azalması durumunda serum kolesterolünün artması fizyolojik gerekler açısından daha uygun gelmektedir (Basmacıoğlu 1999).

4.4.8. Yumurta ve serum kolesterol içerikleri ile bazı verim kriterleri arasındaki ilişkiler

Yumurta ve serum kolesterol içerikleri ile yumurta verimi ve yumurta ağırlığı arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik dereceleri Çizelge 4.15’de verilmiştir. Yumurta sarısı kolesterol içeriği ve yumurta verimi arasında pozitif ($r = 0.221$) korelasyon saptanmış ve bu korelasyon katsayısı önemsiz ($P = 0.170$) bulunmuştur ($P > 0.05$). Serum kolesterolü ile yumurta verimi arasındaki korelasyon da benzer eğilimde olmuştur ($r = 0.206$, $P = 0.202$). Yumurta verimi arttıkça gereksinim duyulan

yüksek düzeyde kolesterol sentezinden dolayı kandaki kolesterol değeri de doğal olarak artacaktır.

Çizelge 4.15. Deneme Gruplarının Yumurta Sarısı ve Serum Kolesterol İçeriği İle Yumurta Verimi ve Yumurta Ağırlığı Arasındaki İlişkiye Ait Korelasyon Katsayıları ve Önemlilik Dereceleri

	Yumurta verimi (%)		Yumurta ağırlığı (g)	
	Katsayı (r)	Önemlilik	Katsayı (r)	Önemlilik
Yumurta kolesterol(%)	0.221	0.170	-0.017	0.916
Serum kolesterol (%)	0.206	0.202	-0.076	0.639

Yumurta sarısı kolesterol içeriği ile yumurta ağırlığı arasında negatif yönde ($r = -0.017$) korelasyon saptanmıştır. Ancak bu korelasyon katsayısı önemsiz ($P = 0.916$) olmuştur. Yumurta kolesterolünün yumurta ağırlığı ile negatif bir ilişki göstermesi organizmanın her gün belli miktarda kolesterolü yumurtayla dışa atması gerçeği ile izah edilebilir. Buna göre artan yumurta ağırlığının her gramındaki kolesterol oranının azalması veya azalan ağırlıklarda bu oranın yükselmesi yumurta ile atılan toplam kolesterolün belli sınırlar içinde kalmasını sağlamaktadır (Basmacıoğlu 1999). Serum kolesterol içeriği ve yumurta ağırlığı arasında negatif yönde ($r = -0.076$) korelasyon saptanmış ve bu korelasyon katsayısı önemsiz ($P=0.639$) bulunmuştur.

5. SONUÇ

Yumurta tavuğu karma yemlerine değişik oranlarda sarımsak tozu (% 2, 4, 6) ve 200 ppm bakırın ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) tek başına ve kombine olarak ilavesinin performans, yumurta kalitesi, organoleptik özellikler ve lipid metabolizması üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada, 38 haftalık yaşta 240 adet Lohmann beyaz ticari yumurta tavuğu sekiz gruba ayrılarak kontrol grubu bazal yemle, diğer gruplar ise bazal yeme 200 ppm bakır ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), %2 sarımsak tozu, %2 sarımsak tozu+200 ppm bakır, % 4 sarımsak tozu, % 4 sarımsak tozu+200 ppm bakır, %6 sarımsak tozu ve %6 sarımsak tozu+200 ppm bakır ilave edilerek oluşturulan rasyonlarla on iki hafta beslenmişlerdir.

Çalışmada rasyona ilave edilen sarımsak tozunun, incelenen canlı ağırlık kriterlerinden deneme sonu canlı ağırlığını linear olarak önemli bir şekilde azalttığı, ağırlık değişimi üzerine etkisinin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Bakır ve sarımsak+bakır içeren rasyonlardan tüketen grupların canlı ağırlık kriterlerinin etkilenmediği belirlenmiştir.

Sarımsak tozu, performans özelliklerinden yumurta ağırlığını linear olarak azaltmıştır. Yumurta verimini %4 seviyesine kadar artırdığı, %6 seviyesinde tekrar düşürdüğü tespit edilmiştir. Hasarlı yumurta oranını ise linear olarak artırmış fakat bu artış önemsiz bulunmuştur. Yemden yararlanma oranını %4 düzeyine kadar iyileştirdikten sonra %6 oranında tekrar kötüleştirmiş ancak yemden yararlanma oranı sarımsak tozundan etkilenmemiştir. Ayrıca sarımsak tozunun yem tüketimi üzerine etkisi önemsiz olmuştur. Rasyonda bulunan bakır yumurta ağırlığını, yumurta verimini ve yem tüketimini azaltırken yemden yararlanma ve hasarlı yumurta oranını etkilememiştir. Sarımsak tozu ve bakırın birlikte incelenmesi durumunda performans özelliklerinden yumurta ağırlığı, yumurta verimi ve yem tüketiminin azaldığı tespit edilmiştir ($P < 0.01$). Bu durum her iki yem katkı maddesi arasındaki sinerjik etkiden kaynaklanmış olabilir.

İncelenen yumurta kalite kriterlerinden kırılma mukavemeti %4 seviyesine kadar sarımsak içeren rasyonlarla beslenen gruplarda artmış, %6 seviyesinde ise tekrar düşerek kuadratik etki göstermiştir. Rasyona sarımsak tozu ilavesi sarı indeksini linear olarak artırmıştır. Rasyonda bulunan 200 ppm bakırın incelenen yumurta kalite kriterleri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır. Sarımsak ve bakır birlikte değerlendirildiğinde yumurta ağırlığı ve kırılma mukavemeti üzerine etkileri önemli bulunurken diğer kriterler sarımsak ve bakır birlikteliğinden etkilenmemiştir. Yumurta kalite kriterlerinden kırılma mukavemeti, kabuk ağırlığı, sarı rengi, sarı indeksi, ak indeksi ve haugh birimi zamanın ilerlemesine bağlı olarak denemenin ikinci ayında artmış üçüncü ayda tekrar düşmüştür.

Yapılan organoleptik değerlendirmede yalnızca aroma ve genel kabuledilebilirlikte gruplar arası farklılık olmuştur ($P<0.05$). Diyetset sarımsağın artan seviyesi ile birlikte yumurtanın aroma, tat ve genel kabuledilebilirlik değerleri linear olarak azalmış, yani sarımsağın etkisi daha fazla hissedilmiştir.

Lipid metabolizması ile ilgili olarak hayvanların karaciğer ağırlığının, sarımsak tozunun %4 seviyesine kadar linear olarak arttığı ($P<0.05$), %6 seviyesinde ise tekrar düşerek kuadratik etki gösterdiği ($P<0.01$) tespit edilmiştir. Abdominal yağ ağırlıkları bakımından her iki katkı maddesini içeren rasyonlarla beslenen gruplarda kontrole göre rakamsal olarak bir azalma görülmüştür. Fakat gözlenen bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Grupların karaciğer yağ oranlarının rasyona sarımsak tozu ve bakır ilavesi ile azaldığı belirlenmiştir. Bu azalma, sarımsak tozunun yağ asit sentetaz enziminin aktivitesini sınırlandırmasından, bakırın ise rasyon fosforunun sindirilmesi üzerine olumsuz etkisi ile yağ asit sentezini azaltmasından kaynaklanmış olabilir.

Yapılan bu çalışma ile yumurta tavuğu rasyonlarına sarımsak tozu (%2, 4 ve 6) ilavesi ile linoleik ve linolenik yağ asitleri bakımından zengin olan sarımsağın bu özelliğini yumurta sarısı yağ asidi profiline yansıttığı, %6 sarımsak tozu ve bakırın sinerjik bir

etki oluşturabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca, rasyona katılan 200 ppm bakırın yağ asitleri üzerine olan etkisi kontrolle benzer bulunmuştur.

Rasyona katılan sarımsak tozu yumurta kalite kriterleri ve performans üzerine önemli ve olumsuz bir etki yapmaksızın yumurta kolesterol düzeyini düşürmüştür. Linear olarak artan sarımsak tozu seviyesi ile birlikte yumurta sarısı kolesterol içeriği düşmüştür ($P < 0.01$). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında %6 seviyesinde sarımsak tozu içeren gruptan elde edilen yumurtaların kolesterolü %14.60 oranında azalmıştır. Sarımsak tozunun bu etkisinin karaciğerde kolesterol biyosentezini kontrol altında tutan HMG-CoA redüktaz enziminin inhibasyonu ile sağlanmış olabilir. Serum kolesterolü ise artan sarımsak tozu seviyesi ile birlikte linear olarak artış göstermiştir. Deneme gruplarının yumurta sarısı kolesterol içeriği ile serum kolesterol içeriği arasındaki ilişkinin negatif yönlü ($r = -0.153$) ve önemsiz ($P = 0.347$) olduğu tespit edilmiştir. Bakır yumurta ve serum kolesterolü üzerinde etkili olmamıştır.

Rasyona ilave edilen fırında kurutulmuş sarımsak tozunun %2, 4 ve 6 seviyelerinin ağırlık değişimi ve yemden yararlanma oranı üzerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak, sarımsak tozunun %6 seviyesi %2 ve 4 seviyelerine göre kırılma mukavemeti ve duyuşal olarak aroma ile genel kabul edilebilirlik özelliklerinde olumsuz bir etkiye sahip olmasına rağmen, abdominal yağ ağırlığı, karaciğer yağ oranı ve toplam doymuş (\sum SFA) yağ asitlerini önemli derecede düşürüp, toplam çoklu doymamış (\sum PUFA) ve toplam omega 3 (\sum ω -3) yağ asitlerini önemli derecede artırmasının yanı sıra yumurta sarısı kolesterolü üzerine daha olumlu etkiler göstermesinden dolayı yumurtacı tavuk rasyonlarında kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, fırında kurutulmuş sarımsak tozunun performans ve yumurta kalite kriterleri üzerine önemli ve olumsuz bir etki yapmaksızın bakırsız olarak tek başına yumurtacı tavuk rasyonlarında kolesterol düşürücü ajan olarak %6 seviyesine kadar kullanılabilceği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, Z. ve Özkan, K., 1996. Yumurta tüketiminin beslenme ve sağlık üzerine etkisi. Hayvancılık' 96 Ulusal Kongresi, Bornova-İzmir.
- Aksoy, A., Macit, M. ve Karaoğlu, M., 2000. Hayvan Besleme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 220, 588 s, Erzurum.
- Amagase, H., Petesch, L. B., Matsuura, H., Kasuga, S. and Itakura, Y., 2001. Intake of garlic and its bioactive components. *J. Nutr.*, 131, 955-962.
- Amer, M.F., 1972. Egg Quality Of Rhode Island Red. Fayomi and Dandarawi. *Poult. Sci.*, 51, 232-238.
- Anonim, 2004. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. Ankara.
- AOAC, 1990. Official Methods of analysis. Vol.1. 15th ed. Arlington, VA.
- Ansari, R., Azarbajejani, A., Ansari, S., Asgari, S. and Gheisari, A., 2006. Production of egg enriched with omega-3 fatty acids in laying hens. *Arya Journal*, 1(4), 242-246.
- Aouadi, R., Aouidet, A., Elkadhi, A., Ben Rayana, C., Jaafoura, H., Tritar, B. and Nagati, K., 2000. Effect of fresh garlic (*allium sativum*) on lipid metabolism in male rats. *Nutrition Research.*, 20, 273-280.
- Arora, R. C. and Arora, S., 1981. Comparative effect of clofibrate, garlic and onion on alimentary hyperlipemia. *Atherosclerosis.*, 39, 447-452
- Award, A. C., Benink, M. R. and Smith, D. M., 1997. Composition and functional properties of cholesterol reduce egg yolk. *Poult. Sci.*, 76, 649-653.
- Ayaşan, T. ve Okan, F., 2000. Kolesterol-Atherosklerosis ve yumurta üçgeni. International Animal Nutrition Congress'2000. Proceedings. Isparta-Turkey.
- Ayerza, R. and Coates, W., 2000. Dietary Levels of Chia, Influence on Yolk Cholesterol, Lipid Composition for Two Strains of Hens. *Poult. Sci.*, 79, 724-729.
- Azman, M. A. ve Yılmaz, M., 2006. Yumurta tavuğu rasyonlarına katılan bakır'ın performans ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.*, 46 (2), 33 – 38.
- Balevi, T. and Coşkun, B., 2004. Effects of dietary copper on production and egg cholesterol content in laying hens. *British Poult. Sci.*, 45, 530-534.
- Basmacıoğlu, H. ve Ergül, M., 2005. Yumurta tavuklarında yumurtanın kolesterol içeriği ile diğer bazı özelliklerine etki eden faktörler üzerine bir araştırma. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 29, 157-164.
- Basmacıoğlu, H., 1999. Yumurta tavuklarında yumurtanın kolesterol içeriği ile diğer bazı özellikleri üzerine etki eden etkenler üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., İzmir.
- Bayer, R. S. and Jensen, L. S., 1989. Cholesterol Content in Commercially Produced Egg in Georgia. *Poult. Sci.*, 68, 703-1706.
- Birrenkott, G., Brockenfelt, G. E., Owens, M. and Halpin, E., 2000. Yolk and blood cholesterol levels and organoleptic assessment of eggs from hens fed a garlic-supplemented diet. *Poult. Sci.*, 79(Suppl. 1), 75(Abstr.).
- Block, E., 1985. The chemistry of garlic and onions. *Sci. Am.*, 252, 114-119.

- Bonaduce, I., Colombini, M. P. and Diring, S., 2006. Identification of garlic in old gildings by gaschromatography- mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1107, 226-232.
- Bordia, A., 1981. Effect of garlic on blood lipids in patients with coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34, 2100-2103.
- Botsoglou, N. A., Yannakopoulos, A. L., Fletouris, D. J., Tserveni-Goussi, A. C. and Psomas, I., 1998. Yolk fatty acid composition and cholesterol content in response to level and form of dietary flaxseed. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 4652-4656.
- Carves, J. R., 1970. EGGS. The Production. Identification and Retention of Quality in Eggs. Department of Poult. Sci., Ontario Agricultural College. University of Guelph.
- Caston, L. and Leeson, G., 1990. Dietary Flaxseed and Egg Composition. *Poult. Sci.*, 69, 617-620.
- Ceylan, N., 2005. Besleme ve kanatlı ürün kalitesi ilişkisi. *Yem Magazin Dergisi*, 39, 27-31.
- Ceylan, N., Çiftçi, İ. ve İlhan, Z., 2003. Büyütme faktörü antibiyotiklere alternatif yem katkılarının etlik piliçlerde besi performansı ve bağırsak mikroflorası üzerine etkileri. *Turk J Vet Anim Sci* 27, 727-733.
- Ceylan, N., Yenice, E., Gökçeyrek, D. ve Tuncer, E., 1999. İnsan beslenmesinde daha sağlıklı yumurta üretimi yönünde kanatlı besleme çalışmaları. YUTAV'99 Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı, İstanbul.
- Chi, M. S., Koh, E. T. and Steward, T. J., 1982. Effects of garlic on lipid metabolism in rats fed cholesterol or lard. *J. Nutr.*, 112, 241-248.
- Chiou, P. W., Chen, K. L. and Yu, B., 1997. Toxicity, tissue accumulation and residue in egg and excreta of copper in laying hens. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 67, 49-60.
- Chowdhury, R. S., Chowdhury, D. S. and Smith, K. T., 2002. Effects of dietary garlic on cholesterol metabolism in laying hens. *Poult. Sci.*, 81, 1856-1862.
- Collins, V. P., Cantor, A. H., Rescatore, A. J., Strav, M. L. and Ford, M. J., 1996. Altering fatty acid composition by feeding pearl millet or canola oil. *Poult. Sci., Assoc.* 85th. An. Met. S-29.110 July, 8-12.
- Çakır, S. ve Yalçın, S., 2004. Yumurta kolesterol düzeyine etki eden faktörler. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 44 (1), 51-63.
- Çelebi, Ş., 2003. Yumurta tavuğu rasyonlarına geç dönemde hayvansal ve bitkisel yağ ilavesinin performans, yumurta kalitesi ve yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu üzerine etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Erzurum.
- Çelebi, Ş. ve Karaca, H., 2006. Yumurtanın besin değeri, kolesterol içeriği ve yumurtayı n-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirmeye yönelik çalışmalar. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 37 (2), 257-265.
- Çetin, T. ve Yıldız, G., 2004. Esansiyel yağların alternatif yem katkı maddesi olarak kullanımı. *Yem Magazin Dergisi*, 38, 41-47.
- Çopur, G., Duru, M. ve Şahin, A., 2004. Düşük kolesterollü yumurta üretimi yönünde yapılan çalışmalar. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kong., Isparta. 48-52.
- Davis, C. and Reeves, R., 2002. High value opportunities from the chicken egg. Rural Industries Research and Development Corporation. Publication No. 02/094, Project No. DAQ-275A.

- Du, M., Ahn, U. and Sell, J. L., 2000. Dietary conjugated linoleic acid and linolenic acid ratio on polyunsaturated fatty acid status in laying hens. *Poult. Sci.*, 79, 1749-1756.
- Ekinci, Ö., 2006. Yumurtacı tavuklarda canlı ağırlığın performans, yumurta kalitesi ve kan parametreleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Erzurum.
- Elkin, R. G., Yan, Z., Zhong, Y., Donkin, S. S., Buhman, K. K., Story, J. A., Turek, J. J., Porter, R. E., Anderson, M., Homan, R. and Newton, R. S., 1999. Select 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase inhibitors vary in their ability to reduce egg yolk cholesterol levels in laying hens through alteration of hepatic cholesterol biosynthesis and plasma VLDL composition. *Journal of Nutrition*, 129, 1010-1019.
- Elkin, R. G., 2006. Reducing shell egg cholesterol content. I. Overview, genetic approaches and nutritional strategies. *World's Poultry Science Journal*, 62.
- Elkin, R. G., 2007. Reducing shell egg cholesterol content. II. Review of approaches utilizing non-nutritive dietary factors or pharmacological agents and an examination of emerging strategies. *World's Poultry Science Journal*, 63.
- Ergün, A., Yalçın, S., Çolpan, İ., Dikicioğlu, T. ve Yıldız, S., 1987. Fiğın yumurta tavuğu rasyonlarında değerlendirilmesi. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 34, 449-466.
- Ergün, A. ve Tuncer, Ş. D., 2001. Hayvan besleme ve beslenme hastalıkları. Ankara, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, 455, Ankara.
- Erkek, R., Taluğ, A. M., Kırkpınar, F. ve Sevgican, F., 1996. Hayvan beslemede gelişmeyi teşvik edici madde kullanımı ve sorunları. Hayvancılık'96 Ulusal Kongresi, Cilt-1, İzmir.
- Essman, E. J., 1984. The medical uses of herbs. *Fitoterapia*, 55, 279-289.
- Gofman, J. W., Young, W. and Tandy, R., 1966. Ischemic heart disease, atherosclerosis and longevity. *Circulation*, 34, 679-685.
- Gonzalez-Esquerra, R. and Leeson, S., 2000. Effect of Feeding Hens Regular or Deodorized Menhaden Oil on Production Parameters. Yolk Fatty Acid Profile and Sensory Quality of Eggs. *Poult. Sci.* 79:1597-1602.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö., 1999. Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama klavuzu. Atatürk Üniv. Yayın No: 751. Ziraat Fak. Yayın No: 318. Ders Kitapları Serisi No: 69.
- Göksoy, Ş. K., 2003. Çiftlik hayvanlarında beslenme hastalıkları. Ankara. TDV yayın matbaacılık işletmesi, 292, Ankara.
- Griffin, H. D., 1992. Manipulation of egg yolk cholesterol. A physiologist review. *World's Poultry Sci. J.*, 48, 101-112.
- Gündoğdu, E., 2005. Farklı şekil ve oranda sarımsak (*Allium sativum* L.) ilavesinin yoğurdun bazı özellikleri ve raf ömrüne etkisi. Y. Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Erzurum.
- Gürbüz, Y., S. Yaşar and M. Karaman, 2003. Effects of addition of the red pepper from 4th harvest to corn or wheat based diets on egg-yolk colour and egg production in laying hens. *Int. J. Poultry Sci.* 2(2),107-111.
- Hacıseferoğulları, H., Özcan, M., Demir, F. and Çalışır, S., 2005. Some nutritional and technological properties of garlic. *J. Food Engineering*, 68, 463-469.

- Hara, A., and Radin, N. S., 1978. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Anal. Biochem.*, 90, 420–426.
- Harris, P. C. and Wilcox, F. H., 1963. Studies on egg yolk cholesterol I. Genetics variation and some phenotypic correlation in a randombred population. *Poult. Sci.*, 42, 178-182.
- Hasipek, S. ve Aktaş. N.. 1997. Türkiye’deki tavuk ürünlerinin insan beslenmesindeki önemi. Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı, İstanbul.
- Hollands, K. G., Grunder, A.A. and Williams, C. J., 1980. Response to five generation of selection for blood cholesterol levels in White Leghorns. *Poult. Sci.*, 59, 1316-1323.
- Horton, G. M. J., Fennell, M. J. and Prasad, B. M., 1991. Effect of dietary garlic (*Allium sativum*) on performance carcass composition and blood chemistry changes in broiler chickens. *Canadian Journal of Animal Science.*, 71, 939-942.
- Idowu, O. M. O., Kuye, O.A., Oladele-Ojo, V.O. and Eruvbetine, D., 2005. The effects of dietary intake and dietary concentration of organic and inorganic copper supplements on egg and plasma cholesterol levels. XI th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products Doorwerth, The Netherlands.
- Itakura, Y., Ichikawa, M., Mori, Y., Okino, R., Udayama, M. and Morita, T., 2001. How to Distinguish Garlic from the Other *Allium* Vegetables. *Jr. of Nutr.*, 131, 963-967.
- İpek, H., Yertürk, M. ve Avcı, M., 2003. Yumurtlama dönemindeki bildirgin karma yemlerine farklı oranlarda çinko ve bakır ilavesinin yumurta verim özellikleri ile bazı kan parametreleri üzerine etkisi. *YYÜ. Vet. Fak. Derg.*, 14 (1), 65-68.
- Jain, A. K., Vargas, R., Gotzkowsky, S. and McMahan, F. G., 1993. Can garlic reduce levels of serum lipids? A controlled clinical study. *Am. J. Med.*, 94, 632-635.
- Jlang, Z. J. D., Ahn, U. and Jeang, S. J., 1991. Effect of Feeding Flax and Two Type of Sunflowerseeds on Fatty Acid Compositions Yolk Lipid Classes. *Poult. Sci.*, 70, 2467-2475.
- Kamanna, V. S. and Chandrasekhara, N., 1982. Effects of garlic (*Allium sativum* linn) on serum lipoproteins and lipoprotein cholesterol levels in albino rats rendered hypercholesterolemic by feeding cholesterol. *Lipids*, 17, 483-488.
- Karaca, H., 2004. Çeşitli fiziksel muamelelere tabi tutulmuş fiğın (*vicia sativa*) yumurtacı tavuk rasyonlarına değişik oranlarda katılmasının performans ve yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Erzurum.
- Karadaş, E., Özer, H., Beytut, E. and Özdemir, N., 1999. Rendering yağı içeren yemle beslenen broiler piliçlerde “karaciger-böbrek yağlanması sendromu” üzerinde patolojik ve biyokimyasal araştırmalar. *Tr. J. of Vet. and Anim. Sci.*, 23, 93-104.
- Kim, S., Chao, P.Y. and Allen, G.D.A., 1992. Inhibition of elevated hepatic glutathione abolishes copper deficiencycholesterolemia. *FASEB J.*, 6, 2467-2471.
- Kırkpınar, F. and R. Erkek., 1999. Beyaz mısır ve bugday temeline dayalı karma yemlere ilave edilen bazı dogal ve sentetik renk maddelerinin yumurta sarı rengi ve verim üzerine etkisi. *Tr. J. Vet. Anim. Sci.*, 23: 9-14.
- Keha, E. ve Küfrevioğlu, İ., 1993. *Biyokimya*. 2. Baskı. Derya Kitabevi. 1993-Trabzon.
- Keha, E. ve Küfrevioğlu, İ., 1997. *Biyokimya*. 3. Baskı. Şafak Kitabevi. 1997-Erzurum.

- Kehoe, R., 1994. Increase in egg intake minimally effects blood cholesterol level. *World-Poultry Misset*, 10, 95-97.
- Kemper, K. J., 2000. Garlic. Longwood Herbal Task Force. 1- 49. <http://www.longwoodherbal.org/garlic/garlic.cis.pdf> (16.11.2006).
- Khan, S. H., Sardar, R. and Anjum, M. A., 2007. Effects of dietary garlic on performance and serum and egg yolk cholesterol concentration in laying hens. *Asian J. of Poult. Sci.*, 1 (1), 22-27.
- Konjufca, V. H., Pesti, G. M. and Bakalli, R.I., 1997. Modulation of cholesterol levels in broiler meat by dietary garlic and copper. *Poult. Sci.*, 76, 1264-1271.
- Kumar, V.G. Nandi, S. Jayaprakash, D.R. Devi, G. Sandhya, Belwadi, M.R. and Ramesh, H.S., 2007. Effect of onion and garlic on egg yolk lipid profile in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonicum*). *Indian J. of Poult. Sci.*, 42 (2), 218-220.
- Kutlu, H. R., Ünsal, İ., Görgülü. M. ve Yurtseven, S., 2000. Yumurta Tavuklarında Verim ve Kolesterol Düzeyi Üzerine Rasyona Katılan *Yucca Schidigera* Tuzunun Etkisi. *International Animal Nutrition Congress'2000. İsparta-Turkey.*
- Kutlu, H. R. ve Görgülü M., 2001. Kanatlı yemlerinde yem katkı maddesi olarak kullanılan antibiyotik büyütme faktörleri için alternatifler. *Yem Magazin Dergisi*, Nisan, 27, 45-51.
- Lanzotti, V., 2006. The analysis of onion and garlic. *J. Chromatogr A. Apr.*, 1112(1-2), 3-22.
- Leeson, S., Caston, L. and Maclaurin, T., 1998. Organoleptic evaluation of eggs produced by laying hens fed diets containing graded levels of flaxseed and Vitamin E. *Poult. Sci.*, 77, 1436-1440.
- Levy, Y., Maor, I., Presser, D. and Aviram, M., 1996. Consumption of eggs with meals increases the susceptibility of human plasma and low density lipoprotein to lipid peroxidation. *Ann. Nutr. Metab.*, 40, 243-251.
- Lewis, M. R., Rose, S. P., Mackenzie, A. M. and Tucker, L. A., 2003. Effects of dietary inclusion of plant extracts on the growth performance of male broiler chickens. *British Poult. Sci.*, 44 (1), 43 – 44.
- Lien, T.F., Chen, K.L., Wu, C.P. and Lu, J. J., 2004. Effects of supplemental copper and chromium on the serum and egg traits of laying hens. *British Poult. Sci.*, 45(4), 535-539.
- Lim, K.S., You, S.J., An, B.K. and Kang, C.W., 2006. Effects of dietary garlic powder and copper on cholesterol content and quality characteristics of chicken eggs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 19 (4), 582-586.
- Liu, L. and Yeh, Y. Y., 2000. Inhibition of cholesterol biosynthesis by organosulfur compounds derived from garlic. *Lipids.*, 35(2). 197-203.
- Macala, L. J., Yu, R. K. and Ando, S., 1983. *J. Lipid Res.* 24, 1243-1250.
- Macit, M., Çelebi. Ş., Esenbuğa, N. ve Karaca, H., 2005. Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı oranlarda katılan humatların performans, yumurta kalitesi ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkileri. III. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, Adana.
- Macit, M., Karaoğlu, M., Çelebi, Ş., Esenbuğa, N., Yörük, M. A. ve Kaya, A., 2007. Yumurtacı tavuk rasyonlarına katılan humat ve probiyotiğin performans, yumurta kalitesi ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkileri. 5. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Van.

- Maurice, D. and Lightsey, S. F., 2000. Cholesterol and fatty acids in eggs from hens fed high levels of copper. *Poult. Sci.*, 79(Suppl. 1), 75(Abstr.).
- McCharen, C., 1994. Cholesterol: What is it? And Why are they Blaming eggs. 2. Uluslararası Yem Kongresi ve Yem Sergisi, Kuşadası/Türkiye.
- Mottaghitalab, M. and Taraz, Z., 2004. Garlic Powder as Blood Serum and Egg Yolk Cholesterol Lowering Agent. *Journal of Poult. Sci.*, 41, 50-57.
- Mutaf, Y., 1981. Yumurta kalitesi ve depolanması. Batı Anadolu Tavuk Yetiştiriciliği ve Sorunları Sempozyumu. Ege Üniv. Atatürk Kültür Merkezi. İzmir.
- Naber, E. C., 1976. The cholesterol problem. the egg and lipid metabolism in the laying hens. *Poult. Sci.*, 55, 14-30.
- Naber, E. C., 1979. The Effect of Nutrition on The Composition of Eggs. *Poult. Sci.* 58: 518-528.
- Narabari, D., 2001. Nutritionally enriched egg. *Poult. Int.* 40(10), 22-30.
- Nas, S., Gökalp, H. Y. ve Ünsal, M., 1998. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniv. Müh. Fak. Ders Kitapları Yayın No: 005, 300 s, Denizli.
- Noble, R. C., Cocchi, M. and Tchetto, E., 1990. Egg fat. A case for concern? *World Poult. Sci. J.*, 46, 109-118.
- Özen, N., 1989. Tavukçuluk. Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. 1989-Samsun.
- Özkan, K., 1986. Hayvansal besinler ve sağlık. *Tarım ve Mühendislik*. Sayı:18-20.
- Pesti, G. M. and Bakalli, R. I., 1998. Studies on the effect of feeding cupric sulfate pentahydrate to laying hens on egg cholesterol content. *Poult Sci.*, 77(10), 1540-1545.
- Pesti, G.M. and Bakalli, R.I., 1996. Studies on the feeding of cupric sulfate pentahydrate and cupric citrate to broiler chickens. *Poult. Sci.*, 75, 1086-1091.
- Pherko, G. L., Chavez, E. R. and Laque, P. C., 1998. Dietary Flaxseed and Probiotic Supplementation to High Omega-3 Fatty Acid. Low Cholesterol Eggs. P. S. A. 98 Annual Meeting Abstracts.
- Polat, C., Kaydı, H. D. ve Koç, F., 1999. Türkiye’de kanatlı yemlerinde katkı maddeleri. Yağ kullanım durumlarının saptanması üzerine bir araştırma. Uluslararası Hayvancılık’99 Kongresi, İzmir.
- Qureshi, A. A., Abuirmeileh, N., Din, Z. Z., Elson, C. E. and Burger, W. C., 1983a. Inhibition of cholesterol and fatty acid biosynthesis in liver enzymes and chicken hepatocytes by polar fractions of garlic. *Lipids*, 18, 343-348.
- Qureshi, A. A., Din, Z. Z., Abuirmeileh, N., Burger, W. C., Ahmad, Y. and Elson, C. E., 1983b. Suppression of avian hepatic lipid metabolism by solvent extracts of garlic: impact on serum lipids. *J. Nutr.*, 113, 1746-1755.
- Reddy, V. R., Lightsey, S.F. and Maurice, D.V., 1991. Research note: Effect of feeding garlic oil on performance and egg yolk cholesterol concentration. *Poult. Sci.*, 70, 2006-2009.
- Rehman, M. S., Haq, A., Mahmood, S., Shakoore, H. I. and Ashfaq, M., 2002. Effect of varying levels of garlic powder (*Allium sativum*) on egg quality of White Leghorn layers. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 1(2) : 87-88.
- Rivlin, R. S., 2001. Historical perspective on the use of garlic. *J. Nutr.*, 131(3), 951-954.
- Santoso, U., Setianto, J. and Suteky, T., 2005. Effect of androgynus (katuk) extract on egg production and lipid metabolism in layers. *Asian- Aust. J. Anim. Sci.*, 18(3), 364-369.

- Sarıca, S., Çiftçi, A., Demir, E., Kılınç, K. and Yıldırım, Y., 2005. Use of an antibiotic growth promoter and two herbal natural feed additives with and without exogenous enzymes in wheat based broiler diets. *South African J. of Anim. Sci.*, 61.
- Schiedeler, S. E. and Foming, G. W., 1996. Combined Influence of Dietary Flaxseed Variety Level From Storage Conditions on Egg Production and Composition Among Vitamin E Supplemented Hens. *Poult. Sci.*, 75, 1221-1226.
- Sermenli, M. H., 2006. Farklı yöntemlerle elde edilmiş sarımsak (*allium sativum* l.) ekstraktlarının antimitojenik etkilerinin araştırılması. Y. Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Shafey, T. M., Dingle, J. G. and Mc. Donald, M. W., 2002. Effect of dietary level of protein, lysine and methionine and strain of bird on production and egg yolk cholesterol. *J. Appl. Anim. Res.*, 22, 2001-2008.
- Silversides, F. G., 1994. The haugh unit correction for egg weights valid for eggs stored at room temperature. *Poult. Sci.*, 73, 50-55.
- Simon Cho, B. H. and Park, J. R., 1991. Compositional changes and apolipoprotein a-1 metabolism of plasma high density lipoprotein in estrogened chicks. *Lipids*, 26 (10), 819-823.
- Sklan, D., Berner, Y. N. and Rabinowitch, H. D., 1992. The effect of dietary onion and garlic on hepatic lipid concentrations and antioxidative enzymes activity in chicks. *J. Nutr. Biochem.*, 3, 322-325.
- SPSS, 1996. SPSS for Windows Release 10.0, SPSS Inc. Chicago
- Steiner, M., Khan, A. H., Holbert, D. and Lin, R. I., 1996. A double-blind crossover study in moderately hypercholesterolemic men that compared the effect of aged garlic extract and placebo administration on blood lipids. *Am. J. Clin. Nutr.*, 64, 866-870.
- Surai, P. F., Speake, B. K., Noble, R. C and Mezes, M., 1999. Species-specific differences in the fatty acid profiles of the lipids of the yolk and of the liver of the chick. *J. Sci. Food Agric.*, 79, 733-736.
- Şahin, N., Şahin, K. and Önderci, M., 2003. Vitamin E and selenium supplementation to alleviate cold-stress-associated deterioration in egg quality and egg yolk mineral concentration of Japanese quails. *Biol. Trace Elem. Res.*, 96, 179-189.
- Şengül, T. ve Kanat, R., 1991. Yumurtanın kimyasal kompozisyonunu etkileyen faktörler. *Agro-Teknik. Tarım Teknolojisi Dergisi*, 2(5), 15-19.
- Şenköylü, N. ve Meriç, C., 1989. Yaz Sıcaklarında Ticari Yumurtacı Hibrit Rasyonlarına Vitamin C ve Dikalsiyum Fosfat İlavesinin Yumurta Verimi ve Kalitesi Üzerindeki Etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 4 (1-2). Samsun.
- Teke, M. ve Telefoncu, A., 2005. Türkiye’de yetişen bazı sarımsak türlerinin etkinliğinin belirlenmesi. XIX. Ulusal Kimya Kongresi, Kuşadası.
- Tekeli, S. K., Öztabak, K. ve Gürsel, F. E., 2005. Yumurtacı tavukların yemine yüksek dozda ilave edilen bakırın yumurta üretimi, yumurta kabuk ağırlığı ve yumurta kabuk kalınlığına etkisi. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 31(1). 179-185.
- Tsiaganis, M.C., Laskari, K. and Melissari, E., 2006. Fatty acid composition of *Allium* species lipids. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 620–627.

- Uluocak, A. N., Nacar, H., Cebeci, Z. ve Baylan, M., 1996. Bıldırcın yumurtalarında yaşla birlikte kalite özelliklerindeki değişim. Ulusal Hayvancılık '96 Kongresi, İzmir.
- Vorlova, L., Sieglova, E., Karpikova, R. and Kopiva, V., 2001. Cholesterol content in eggs during the laying period. *Acta Vet. Brno.*, 70, 387–390.
- Washburn, K.W., 1982. Incidence, cause and prevention of egg shell breakage in commercial production. *Poult. Sci.*, 61,2005.
- Wilchez, C., Touchburn, S. P., Chavez, F. R. and Chan, C. W., 1991. Effect of Feeding Palmitic, Oleic and Linoleic Acids to Japanese Quail Hens Reproductive Performance and Tissue Fatty Acids. *Poult. Sci.*, 70, 2484-2493.
- Williams, S. K. and Damron, B. L., 1999. Sensory and Fatty Acid Profile Of Eggs From Commercial Hens Fed Rendered Spent Hen Meal. *Poult. Sci.*, 78, 614–617
- Yalçın, S., Onbaşlar, E. E., Reisli, Z. and Yalçın S., 2006. Effect of garlic powder on the performance. egg traits and blood parameters of laying hens. *J Sci Food Agric.*, 86,1336–1339.
- Yalçın, S., Yalçın, S., Şehu. A. ve Sarıfakıoğulları, K., 2000. Yumurta tavuğu rasyonlarında laktik asit kullanımının bazı yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi. International Animal Nutrition Congress, Isparta.
- Yeh, Y.-Y. and Liu, L., 2001. Cholesterol-Lowering effect of garlic extracts and organosulfur compounds: Human and Animal Studies. *J. of Nutr.*, 131, 989-993.
- Yıldız, G. ve Dikicioğlu, T., 1999. Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Kurutulmuş Yerelması Yumrusu İlavesinin Yumurta Kalitesi ve Bazı Parametrelerine Etkisi. YUTAV' 99 Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı, İstanbul.
- Yörük, M. A., 1998. Arpaya dayalı yumurta tavuğu rasyonlarına farklı enzim katılmasının çeşitli verim özellikleri üzerine etkisi. Doktora tezi, Yüzüncü Yıl Üniv. Sağlık Bilimleri Enst, Van.
- Yörük, M. A. and Bolat, D., 2003. The effect of different enzym supplementations on the performance of laying hens fed with diets based on corn and barley. *Turk J Vet Anim. Sci.*, 27, 787-796.
- Yücel, D., 1994. Diyet yağları ve kroner kalp hastalığı. *Biyokimya dergisi*. Cilt: XIX. 3: 53-72.
- Zhi-Bin, H., Hanry, L., Chang, M. L. and Reuchard, M., 1990. Effect of Dietary Fish Oil on Omega-3 Fatty Acids Levels In Chicken Eggs and Thigh Flesh. *J. Agric Food. Chem.*, 38, 743-747.

ÖZ GEÇMİŞ

1973 yılında Erzurum'da doğan Hatice Kaya ilk, orta ve lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 1994 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü'nden 1998 yılında bölüm ikincisi olarak mezun oldu. 2001 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Aynı yıl Zootekni bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim dalına Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2004 yılında Yüksek Lisans öğrenimini bitirdikten sonra aynı Anabilim Dalında Doktora eğitimine başladı. Halen Zootekni Bölümü'nde Araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk annesidir.