

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOOTEKNİ ANABİLİM DALI**



**FARKLI YETİŞTİRME SİSTEMLERİNİN VE
YAŞIN YUMURTACI TAVUKLARIN
PERFORMANS, YUMURTA ÖZELLİKLERİ
VE ISI ŞOK PROTEİNİ 70 SENTEZİNE
ETKİLERİ**

DOKTORA TEZİ

Yasin BAYKALIR

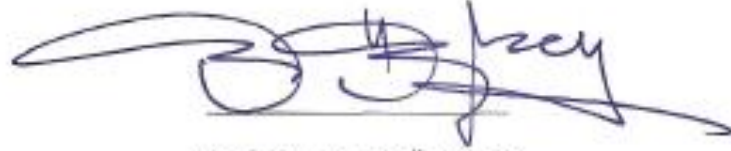
2017

ONAY SAYFASI

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez Doktora Tezi standartlarına uygun bulunmuştur.



Prof. Dr. Orhan ÖZBEY

Anabilim Dalı Başkanı

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ülkü Gülcihan ŞİMŞEK

Danışman

Doktora Sınavı Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Metin BAYRAKTAR

Prof. Dr. Nilüfer SABUNCUOĞLU ÇOBAN

Prof. Dr. Mehmet ÇİFTÇİ

Prof. Dr. Ülkü Gülcihan ŞİMŞEK

Doç. Dr. Akın YAKAN





ETİK BEYAN

Kendime ait çalışmalar ile bu tez çalışmasını gerçekleştirdiğimi, çalışmaların planlanmasından, bulgularının elde edilmesine ve yazım aşamasına kadar tüm aşamalarında etiğe aykırı davranışım olmadığını, bu tezdeki tüm bilgileri ve verileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışması içinde yer alan ancak bu tez çalışmasının bulguları arasında yer almayan verilere, bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

Arş. Gör. Yasin BAYKALIR

20.07.2017

İmza

y Baykalir

Prof. Dr. Ülkü Gülcihan ŞİMŞEK

Danışman

Anabilim Dalı

ELAZIĞ

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince bana destek veren, bu çalışmanın tüm aşamalarında zaman ayırarak karşılaştığım problemlere çözüm bulmamda yardımcı olan tez danışmanım Prof. Dr. Ü. Gülcihan ŞİMŞEK'e, Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Sami ŞİMŞEK'e, Zootekni Anabilim Dalı öğretim üyelerine, VF.14.22 nolu proje ile sağladığı maddi destekten dolayı Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Projeler Birimi'ne, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Ökkeş YILMAZ ve çalışma ekibine, yardımlarından dolayı Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı'nda Arş. Gör. H. Fatih GÜL'e ve değerli eşim Yrd. Doç. Dr. Burcu GÜL BAYKALIR'a, ayrıca bu süreçte desteklerini her zaman olduğu gibi benden esirgemeyen annem, babam ve ağabeyime teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

BAŞLIK SAYFASI	i
ONAY SAYFASI	ii
ETİK BEYAN	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
KISALTMALAR LİSTESİ	x
1. ÖZET	1
2. ABSTRACT	3
3. GİRİŞ	5
3.1. Yumurta üretimi ve sektörün yapısı	5
3.2. Yumurtanın sağlıklı beslenmedeki rolü	10
3.3. Yumurta üretiminde kullanılan yetiştirme sistemleri	14
3.3.1. Konvansiyonel kafes sistemleri	15
3.3.2. Organik sistem	17
3.4. Yumurta üretiminde yaşın etkisi	19
3.5. Yumurta üretiminde kullanılan bazı önemli ölçütler	20
3.5.1 Performans	20
3.5.2. Yumurta dış ve iç kalite özellikleri	21
3.5.3. Yumurta kompozisyonu	25
3.5.3.1. Yağ asitleri	25
3.5.3.2. Kolesterol	27
3.5.3.3. Vitamin A, D, E, K	29
3.5.3.4. Yumurtadaki malondialdehit (MDA) düzeyi	30
3.6. Stres ve HSP70'in stresteeki rolü	33
4. GEREÇ ve YÖNTEM	38
4.1. Gereç	38
4.1.1. Hayvan materyali	38
4.2. Yöntem	40
4.2.1. Deneme düzeni ve yetiştirme sistemleri	40

4.2.1.1. Konvansiyonel kafes sistemi	40
4.2.1.2. Organik sistem	41
4.3. Performans verilerinin elde edilmesi	43
4.4. Yumurtanın dış ve iç kalite özelliklerinin analizleri	45
4.5. Laboratuvar analizleri	47
4.5.1. Yumurta kompozisyonu	47
4.5.1.1. Kullanılan çözeltiler	48
4.5.1.2. Yumurta sarısı ve yem örneklerinin yağ asitleri, A, D, E ve K vitaminleri ve kolesterol analizleri için ekstraksiyonu	49
4.5.1.3. Yağ asidi metil esterlerinin (FAME) hazırlanması	50
4.5.1.4. Yağ asitlerinin gaz kromatografisinde (GC) analizleri	51
4.5.1.5. HPLC ile kolesterol ve A, D, E ve K vitaminleri analizleri	53
4.5.1.6. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile yumurta sarılarının MDA analizi	55
4.5.2. Karaciğer dokusu HSP70 analizleri	55
4.5.2.1. Doku homojenizasyonu	56
4.5.2.2. Protein miktarlarının belirlenmesi	56
4.5.2.3. SDS-poliakrilamid jel elektroforezi (SDS-PAGE)	56
4.5.2.3.1. Kullanılan çözeltiler	58
4.5.2.4. Western blot analizleri	61
4.5.2.4.1. Kullanılan çözeltiler	61
4.5.2.5. Protein bantlarının analizi	66
4.5.3. İstatiksel analizler	66
5. BULGULAR	68
5.1. Performans	68
5.2. Yumurtanın dış ve iç kalite özellikleri	75
5.3. Yumurta kompozisyonu	79
5.3.1. Yağ asitleri	79
5.3.2. Yumurta sarısı MDA, kolesterol, A (retinol), D (D2), E (α ve δ tokoferol), K (K2) vitaminleri	85
5.4. HSP70 düzeyleri	87
6. TARTIŞMA	89
6.1. Performans	89

6.2. Yumurta dış ve iç kalite özellikleri	95
6.3. Yumurta kompozisyonu	98
6.4. HSP70	101
7.KAYNAKLAR	104
8. ÖZGEÇMİŞ	127



TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Türkiye’de 2011-2016 yıllarında yumurta üretimi	7
Tablo 2: Türkiye’de organik yumurta tavukçuluğuna ait bazı veriler	8
Tablo 3: 2015 yılında dünyada en fazla yumurta üreten ilk 20 ülke	8
Tablo 4: 2015 yılında bazı ülkelerin kişi başına yumurta tüketimi	9
Tablo 5: Dünya yumurta ihracatı (000 ABD Doları)	9
Tablo 6: Bazı besinlerin protein kalite sıralamaları	11
Tablo 7: 100 g yumurtanın kompozisyonu ve bazı besin öğeleri	14
Tablo 8: Araştırmada kullanılan karma yemlerin kompozisyonu	39
Tablo 9: Araştırmada incelenen yağ asitleri	52
Tablo 10: Karma yemlere ait yağ asidi profili (%)	53
Tablo 11: Karma yemlere ait kolesterol ve A,D,E,K vitaminleri değerleri	54
Tablo 12: SDS-PAGE’ de kullanılan jeller	60
Tablo 13: Sürülere ait performans parametreleri	68
Tablo 14: Yumurta dış ve iç kalite özelliklerine ait reel değerler	77
Tablo 15: Yumurta kalite özelliklerine ait oransal değerler ve sarı rengi	78
Tablo 16: İncelenen yumurta sarılarına ait doymuş yağ asitleri (SFA) oranları	81
Tablo 17: İncelenen yumurta sarılarına ait tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) oranları	82
Tablo 18: İncelenen yumurta sarılarına ait çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) yüzdeleri	83
Tablo 19: İncelenen yumurta sarılarına ait toplam SFA, MUFA, PUFA, n-3, n-6 ve n6/n3 değerleri	84
Tablo 20: Yumurta sarılarına ait MDA, kolesterol ve A, D, E, K vitaminleri değerleri	86
Tablo 21: Yumurtacı tavuklarda yetiştirme sistemi ve yaşın karaciğer HSP70 düzeyleri üzerine etkisi	87

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: (1) Cis ve (2) trans izomerlerinin kimyasal yapısı	26
Şekil 2: Kolesterolün kimyasal yapısı	28
Şekil 3: Lipit peroksidasyonu sonucu MDA oluşumu	32
Şekil 4: İşletmede kullanılan konvansiyonel kafeslerin örnek şematik görünümü	40
Şekil 5: Kümeslerde uygulanan aydınlatma programı	41
Şekil 6: Araştırmanın deneme düzeni	42
Şekil 7: İşletmedeki organik sistemden bir görüntü	42
Şekil 8: Roche sarı rengi skalası	47
Şekil 9: Ekstraksiyon aşamasından bir görüntü	50
Şekil 10: Polimer jelin oluşumu	57
Şekil 11: Sodyum dodesil sülfat (SDS)	57
Şekil 12: Enzimatik olarak antijen-antikor reaksiyonunun belirlenmesi	63
Şekil 13: Western blotta oluşturulan sandviçin şematik görünümü	64
Şekil 14: İncelenen sürülere ait ticari tavuk/gün yumurta verimi	70
Şekil 15: İncelenen sürülere ait toplam tavuk/gün yumurta verimi	70
Şekil 16: İncelenen sürülere ait ticari tavuk/kümes yumurta verimi	71
Şekil 17: İncelenen sürülere ait toplam tavuk/kümes yumurta verimi	71
Şekil 18: İncelenen sürülere ait kirli yumurta oranı	72
Şekil 19: İncelenen sürülere ait kırık-çatlak yumurta oranı	72
Şekil 20: İncelenen sürülere ait çift sarılı yumurta oranı	73
Şekil 21: İncelenen sürülere ait ölüm oranı	73
Şekil 22: İncelenen sürülere ait günlük yem tüketim değerleri	74
Şekil 23: Üretilen bir adet yumurta başına tüketilen yem değerleri	74
Şekil 24: Üretilen kg yumurta başına tüketilen kg yem değerleri	75
Şekil 25: Tüketilen kg yem karşılığında üretilen kg yumurta değerleri	75
Şekil 26: Farklı konsantrasyonlarda SDS-PAGE jeline yüklenen karaciğer dokusuna ait protein bantları	88
Şekil 27: Western blotla elde edilen HSP70 bantları	88
Şekil 28: Western blotla elde edilen β -aktin bantları	88

KISALTMALAR LİSTESİ

AA	Araşidonik asit
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ALA	Alfa-linolenik asit
APS	Amonyum persülfat
ATP	Adenozin trifosfat
BHT	Butil hidroksi toluen
BSA	Bovine Serum Albumin
CYP2R1	Vitamin D 25-hidroksilaz
CYP27B1	25-hidroksivitamin D 1-alfa hidroksilaz
ÇYO	Çift sarılı yumurta oranı
DAB	3,3'-Diaminobenzidin
DHA	Dokosahekzaenoik asit
DBP	D vitamini bağlayıcı protein
DNA	Deoksiribonükleik asit
FAME	Yağ asitleri metil esteri
FAWC	Çiftlik Hayvanları Refah Konseyi
FÜHADYEK	Fırat Üniversitesi Deney Hayvanları Yerel Etik Kurulu
GAPDH	Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase
GC	Gaz kromatografisi
GLM	General Linear Model
GÖÖ	Günlük ölüm oranı
HP	Ham protein
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
HSC70	Heat shock cognate 70
HSE	Isı şoku elementi
HSF	Isı şoku faktörü
HSP	Isı şoku proteini
HSP70	Isı şoku proteini 70

KKDP	Kaynak Kullanımı Destekleme Primi
KVH	Kardiyovasküler hastalıklar
KYO	Kirli yumurta oranı
KÇYO	Kırık çatlak yumurta oranı
MDA	Malondialdehit
MUFA	Tekli doymamış yağ asitleri
n-3	Omega-3
n-6	Omega-6
NRC	Ulusal Araştırma Konseyi
PUFA	Çoklu doymamış yağ asitleri
PVDF	Polivinilidenflorit
SDS	Sodyum dodesil sülfat
SDS-PAGE	SDS-Poliakrilamid jel elektroforezi
SEM	Standart hata
SFA	Doymuş yağ asitleri
TBS	Tris buffered saline
TBS-T	Tris buffered saline-Tween 20
TEMED	N,N,N',N' tetrametiletildiamin
TopYV-HD	Toplam yumurta verimi-tavuk/gün
TopYV-HH	Toplam yumurta verimi-tavuk/kümes
TÖO	Toplam ölüm oranı
TYV-HD	Ticari yumurta verimi-tavuk/gün
TYV-HH	Toplam yumurta verimi-tavuk/kümes

1. ÖZET

Bu araştırma, konvansiyonel kafes ve organik sistemde yetiştirilen tavukların performansı, yumurta dış ve iç kalite özellikleri, yumurta sarılarındaki yağ asitleri, kolesterol, vitamin A, D, E, K ve malondialdehit (MDA) düzeyleri ile bir stres proteini olarak bilinen ısı şok proteini 70 kDa (HSP70) sentezinin yaşla birlikte olası değişikliklerini tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

Araştırma ticari bir yumurtacı tavuk işletmesinin organik ve konvansiyonel sürülerinde yürütülmüştür. Araştırmanın performans verileri için her iki sistemden 4 farklı yumurtacı hibrit Bovans White sürüsü takip edilmiştir. Yetiştirme sistemlerinin ve yaşın (30 ve 60 hafta) yumurta dış ve iç kalite özelliklerine olan etkilerini incelemek amacıyla toplam 360 adet yumurta, yumurta sarısı kompozisyonuna ait veriler için toplam 48 adet örnek değerlendirmeye alınmıştır. HSP70'in western blot yöntemiyle analizi için toplam 48 adet karaciğer dokusu kullanılmıştır. Tavuk/gün toplam yumurta üretimi ve kirli yumurta oranı organik sistemde yetiştirilen sürülerde yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Konvansiyonel sistemde %50 verim yaşı, pik verim yaşı ve pik yumurta verimi sırasıyla 156 gün 218.75 gün ve %95.98, organik sistemde aynı sırayla 155.75, 201.50 ve %96.56 olarak hesaplanmıştır ($P>0.05$). Tavuk/kümes yumurta üretimi, kırık-çatlak ve çift sarılı yumurta oranları, yem tüketimi ve yemden yararlanma bakımından yetiştirme sistemlerinin benzer olduğu tespit edilmiştir ($P>0.05$). Organik ve 60 haftalık sürülere ait yumurta, ak, sarı ve kabuk ağırlıklarının yüksek olduğu saptanmıştır ($P<0.001$). Şekil indeksi ve yumurta sarı rengi organik sistem ve 30 haftalık gruplarda ($P<0.001$), kabuk ham kül oranı konvansiyonel sistemde ($P<0.05$), kabuk oranı konvansiyonel ($P<0.05$) ve 30 haftalık grupta ($P<0.001$), ak

oranı 30 haftalık, sarı oranı ise 60 haftalık grupta yüksek tespit edilmiştir ($P<0.001$). Toplam çoklu doymamış (PUFA), omega-3 (n-3) ve omega-6 (n-6) yağ asitleri organik ve 30 haftalık gruplarda, tekli doymamış (MUFA) yağ asitleri ise konvansiyonel sistemde yüksek çıkmıştır ($P<0.05$). Yumurta sarısı malondialdehit (MDA), Vit D2 ve K2 düzeyleri organik sistemde, alfa-tokoferol (α -tok) düzeyi konvansiyonel sistemde yüksek saptanmıştır ($P<0.01$). MDA ve α -tok 60 haftalık, Vit D2 ise 30 haftalık gruplarda yüksektir ($P<0.01$). Stres proteini HSP70 düzeyi sadece yetiştirme sisteminden etkilenecek bu değer organik sistemde yüksek bulunmuştur ($P<0.001$). Sonuç olarak, yetiştirme sistemleri genel olarak değerlendirildiğinde yumurta üretimi ve kalitesi bakımından organik sistemin avantajlı sayılabileceği ve genç sürülerden elde edilen yumurtaların daha iyi özelliklere sahip olduğu söylenebilir. Organik sistemde HSP70 düzeyinin yüksek olması bu sistemde tavukların çevresel şartlardan daha fazla etkilendiğinin veya güçlü antioksidan savunma sisteminin göstergesi sayılabilir.

Anahtar Kelimeler: HSP70, performans, yetiştirme sistemleri, yaş, yumurta kalitesi

2. ABSTRACT

Effects of different rearing systems and age on laying hens' performance, egg characteristics and synthesis of heat shock protein 70

This study was carried out to investigate the performance of laying hens that reared in the conventional cage and organic system and this study also aimed to determine possible age-related changes in egg external and internal quality characteristics, egg yolk fatty acids, cholesterol, Vitamin A, D, E, K and malondialdehyde (MDA), furthermore, aim to determine possible age-related changes in synthesis of Heat Shock Protein 70 kDa (HSP70) which is known as a stress protein.

The research was conducted on organic and conventional flocks of a commercial laying hen company. For the performance data of the study, 4 different layer hybrid Bovans White flocks were monitored from both systems. A total of 360 eggs were examined for investigate the effects of rearing systems and age (30 and 60 weeks) on egg external and internal quality characteristics and a total of 48 samples were examined for egg yolk compositions. A total of 48 liver tissues were used for the analysis of HSP70 by western blot method. Egg production (hen-day) and dirty egg ratio were found high in the organic system ($P<0.05$). In the conventional system, 50% yield age, peak of laying age and peak production of lay (hen-day) was calculated as 156 days, 218.75 days and 95.98%, respectively, and 155.75, 201.50 ve %96.56 in the organic system respectively ($P>0.05$). It was determined that weights of egg, albumen, yolk and shell were high in organic and 60 weeks of age group ($P<0.001$). Shape index and yolk color were found higher in the organic and 30 weeks groups ($P<0.001$), crude ash ratio of the egg shell was higher in the conventional system ($P<0.05$), shell ratio was

high in conventional ($P < 0.05$) and 30 week of age group ($P < 0.001$), albumen ratio was high in 30 weeks group, and the yolk ratio was high in the 60 weeks group ($P < 0.001$). Total polyunsaturated (PUFA), omega-3 (n-3) and omega-6 (n-6) fatty acids were high in organic and 30 weeks groups while monounsaturated (MUFA) fatty acids were higher in the conventional system ($P < 0.05$). Egg yolk malondialdehyde (MDA), Vit D2 and K2 levels were high in the organic system and alpha-tocopherol (α -tok) levels were high in the conventional system ($P < 0.01$). MDA and α -tok values were high at 60 weeks old and Vit D2 value was high at 30 weeks old groups ($P < 0.01$). Stress protein HSP70 level was only affected by the rearing system and this value was found high in the organic system ($P < 0.001$). As a result, in general, it has been found that the organic system can be regarded as advantageous in terms of egg production and quality and it can be said that the eggs which collected from young hens exhibited better characteristics. The high level of HSP70 in the organic system could be an indicator that hens might be more affected than environmental conditions or the hens reared in the organic system had the strong antioxidant defense system.

Keywords: Age, egg quality, HSP70, performance, rearing system

3. GİRİŞ

3.1. Yumurta üretimi ve sektörün yapısı

Yumurta tavukçuluğu eskiden bir ailenin yumurta ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde ekstansif tarzda yapılmakta iken artan nüfusla birlikte yumurta ihtiyacını karşılamak için aile tipi üretim modelinin yerini entansif üretim modeli almıştır. Tavuğun biyolojik özellikleri, üreme hızı, birim alanda yüksek üretim imkanı sunması, ürünlerinin biyolojik değeri, yem işleme teknolojisindeki ilerlemeler, yetiştiricilik uygulamalarının teknolojik gelişmeye ve mekanizasyona yatkın olması, nakit akışının hızlı olması ve artan nüfusla birlikte ihtiyacın artması yumurta tavukçuluğunun günümüzde kuluçkahane, yarka ve yumurta üretimi gibi alt kollara ayrılabilen büyük bir sektör olmasını sağlamıştır (1).

Türkiye’de modern tavukçuluk sektörüne yönelik ilk adımlar Cumhuriyet’in ilanından sonra, 1930 yılında Ankara’da Merkez Tavukçuluk Enstitüsü’nün kurulması ile atılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri’nden (ABD) 1952 yılında Plymouth Rock, New Hampshire ve Leghorn gibi saf kültür ırklarının ithali gerçekleştirilmiş, günlük civciv olarak getirilen bu ırklar Tarım Bakanlığı’na bağlı kuruluşlara ve halka dağıtılarak sektörde sınırlı da olsa hareketlilik sağlanmıştır. Ancak 1960 yılına kadar Türkiye tavukçuluğunda önemli bir gelişme olmamış ve tavukçuluk ile ilgili dünyadaki gelişmeler yakalanamamıştır. Dünyada tavukçuluk ile ilgili gelişmelere bakıldığında 1950’li yıllarda, sektörün et ve yumurta üretimi gibi kollara ayrıldığı ve saf ırkların yerine melez ve hibritlerin yaygınlaşmaya başladığı görülmektedir. Türkiye’de 1968 yılında başlatılan yerli hibrit soyların geliştirilmesi çalışmalarına ağırlık verilmiş,

1979 yılında ise tavukçuluk ıslah çalışmaları ülkesel proje kapsamına alınmıştır. 1986 yılında uygulamaya alınan Kaynak Kullanımı Destekleme Primi (KKDP) sistemi tavuk eti ve yumurta üretiminde kapasite artışına zemin oluşturmuş ve sektördeki gelişmeler; yem sanayi, inşaat, sağlık, aşı-ilaç gibi diğer sektörlerle de yansiyarak gelişmelerini hızlandırmıştır. Yumurtacı hatlar konusunda Tavukçuluk Araştırma Enstitüsü Merkezi 1995 yılında Kanada'dan 4 beyaz ve 6 kahverengi olmak üzere 10 adet saf hat getirerek bu saf hatlar üzerinde ıslah çalışmalarına başlamıştır. Yapılan bu çalışmalar neticesinde söz konusu 10 saf hattan elde edilen onlarca kombinasyon içerisinde Türkiye şartlarında en iyi verimi veren 3 hibrit (ATAK, ATAK-S ve ATABEY) belirlenmiş ve bunların üretimleri yapılarak yurt içi ve yurt dışına satışına başlamıştır (1, 2, 3).

Türkiye'de 2015 yılında, 1.113 adet ticari yumurtacı işletme ile 3.229 adet kümes bulunmaktadır (4). Toplam yumurtacı tavuk varlığı ise 2016 yılında 108.689.236 adet olup en fazla yumurtacı tavuk sayısı 16.730.730 adet ile Afyonkarahisar'da, ikinci olarak 11.995.381 adet ile Konya'dadır. Elazığ'da ise bu sayı 960.260'tır. Elazığ'da en fazla yumurtacı tavuk 850.000 adetle Merkez ilçededir, bunu 35.000 ile Alacakaya, 24.900 ile Kovancılar takip etmektedir. Daha sonra Karakoçan (18.500), Palu (9.000) Baskil (6.000), Maden (6.000), Arıcak (5.100), Sivrice (2.600), Keban (2.350) ve Ağın (810) ilçeleri gelmektedir (5).

Tablo 1: Türkiye’de 2011-2016 yıllarında yumurta üretimi (5).

Yıllar	Yumurta (Milyon Adet)
2011	12.955
2012	14.911
2013	16.497
2014	17.145
2015	16.726
2016	18.097

Tablo 1’de Türkiye’de 2011-2016 yılları arasındaki yumurta üretimi verilmiştir. Yumurta üretiminin belirtilen yıllarda giderek arttığı sadece 2015 yılında bir önceki yıla göre bir azalma olduğu görülmektedir. Tablo 2’de Türkiye’de organik yumurta tavukçuluğuna ait güncel bazı veriler sunulmuştur. Tablo 2’ye göre organik yumurtacı tavuk sayısında ilk sırada Bolu ili yer almaktadır. Ancak organik yumurta üretimine bakıldığında ilk sırada Manisa ikinci sırada Samsun ve üçüncü sırada ise Elazığ ilinin olduğu görülmektedir (Tablo 2). Tablo 3’te Türkiye’nin dünyada yumurta üreten ilk 20 ülke arasında 9’uncu sırada olduğu, Tablo 4’te ise 2015 yılında kişi başı yıllık yumurta tüketim değerleri açısından Türkiye’nin 18 ülke içerisinde 15’nci sırada olduğu görülmektedir.

Tablo 2: Türkiye’de organik yumurta tavukçuluğuna ait bazı veriler (6).*

Sıra	İl	Tavuk sayısı (adet)	Üretilen yumurta sayısı (adet)
1	Manisa	95.740	19.242.625
2	Samsun	45.000	14.040.000
3	Elazığ	41.325	10.413.900
4	Konya	24.158	7.087.176
5	Bolu	103.482	5.579.700
6	Kırklareli	37.616	5.341.684
7	Sakarya	9.000	2.430.000
8	Adana	6.750	1.900.000
9	Uşak	7.880	1.245.380
10	İzmir	20.510	691.216
11	Afyonkarahisar	1.700	501.308
12	Sivas	6.500	375.000
13	Kayseri	1.000	281.780
14	Ordu	750	202.500
15	Bilecik	2.000	15.000
16	Malatya	720	5.400

*Elazığ’a ait veriler 2014, diğer geri kalan tüm illere ait veriler ise 2015 yılına aittir.

Tablo 3: 2015 yılında dünyada en fazla yumurta üreten ilk 20 ülke (7).

Sıra	Ülke	Üretim (000 ton)
1	Çin	29.900
2	ABD	5.786
3	Hindistan	4.356
4	Meksika	2.638
5	Japonya	2.521
6	Rusya	2.500
7	Brezilya	2.371
8	Endonezya	1.387
9	Türkiye	1.045
10	Ukrayna	1.007
11	İran	930
12	Fransa	908
13	Almanya	790
14	İtalya	790
15	Tayland	790
16	Kolombiya	729
17	İspanya	690
18	Malezya	678
19	İngiltere	653
20	Nijerya	650

1 Ton=18.995 adet yumurta

Tablo 4: 2015 yılında bazı ülkelerin kişi başına yumurta tüketimi (8).

Sıra	Ülke	Kişi/Adet/Yıl
1	Meksika	357
2	Malezya	343
3	Japonya	330
4	Rusya	291
5	Arjantin	266
6	Avustralya	226
7	Kolombiya	252
8	ABD	252
9	Danimarka	248
10	Avusturya	234
11	Almanya	233
12	Kanada	233
13	İtalya	221
14	Fransa	221
15	Macaristan	215
16	Türkiye	200
17	İran	192
18	Hindistan	95

Tablo 5: Dünya yumurta ihracatı (000 ABD Doları) (9).

Ülke	2011	2012	2013	2014	2015
Hollanda	825.953	914.470	1.002.000	975.736	786.193
ABD	291.187	343.608	461.871	472.073	515.351
Polonya	205.875	301.066	283.820	276.548	278.352
Türkiye	284.053	350.516	406.159	401.829	273.457
Almanya	246.485	300.339	286.898	328.276	262.129
İspanya	137.719	154.314	158.421	159.663	201.233
Fransa	163.340	174.441	174.572	193.734	177.441
Çin	157.905	155.595	156.217	173.167	174.262
Belçika	117.142	141.530	175.861	171.665	172.516
İngiltere	65.833	76.312	124.349	145.718	134.354
Malezya	126.750	134.210	136.769	145.428	125.650
Ukrayna	52.357	53.858	73.595	99.585	77.451
Brezilya	101.411	96.450	60.898	87.321	73.284
Portekiz	24.857	32.710	43.070	54.606	55.449
Macaristan	41.707	47.079	50.175	58.808	52.527
Hindistan	40.681	49.518	30.596	41.211	49.859
Kanada	41.543	39.694	32.813	49.883	48.242
Beyaz Rusya	37.828	42.140	63.619	63.378	48.102
Çek Cumhuriyeti	36.688	42.118	47.310	54.882	46.945
Diğer	442.595	490.881	294.602	520.351	583.342
Dünya	3.500.454	4.002.123	4.317.114	4.546.629	4.175.413

Türkiye’den 2010-2016 yılları arasında en çok yumurta ithalatı yapan ülke Irak’tır. En çok ihracat yapılan diğer ülkeler Suriye, Azerbaycan, Nahcivan, İran, Suudi Arabistan ve diğer körfez ülkeleri olarak belirtilmektedir (8). Türkiye’nin ihracat yaptığı ülkelere bakıldığında komşu ülkelerin ön sıralarda yer aldığı görülmektedir (8, 10). Tablo 5’e bakıldığında dünyada yumurta ihraç eden ülkeler arasında Türkiye’nin 2011, 2013 ve 2014 yılında 3’üncü, 2012 yılında Hollanda’dan sonra 2’inci, 2015 yılında ise 4’üncü sırada olduğu görülmektedir. 2010-2016 yılları arasında yumurta ihracatının yumurta üretimindeki payı sırasıyla %15.33, %25.63, %26.03, %27.07, %26.42, %20.47, %24.90’dır (11). Dünyada yumurta sektörünün 2000-2014 yılları arasında her yıl %2.8 büyüdüğü ve günümüzde yıllık 70 milyon tondan fazla yumurta üretildiği belirtilmektedir (12). Türkiye’de yumurta sektörü 19 milyar yumurtaya ulaşan üretim ve 280 milyon dolara ulaşan ihracat rakamlarıyla sürekli büyüme eğilimindedir. Yumurta sektörü yaklaşık 3 milyar TL’nin üzerinde ciroya sahip olup hali hazırda 100 bin civarında kişiye doğrudan ve dolaylı olarak istihdam sağlamaktadır (13).

3.2. Yumurtanın sağlıklı beslenmedeki rolü

Hayat boyunca vücut kompozisyonunu ve fonksiyonunu normal bir şekilde korumak için yeterli ve kaliteli gıda alımı temel öneme sahiptir. Proteinlerin ise sağlıklı beslenmede ayrı bir yeri vardır. Proteinlerin sahip olduğu önem, yapısında bulunan nitrojenden kaynaklanır. Nitrojen kas, deri, kan, saç, tırnaklar, deoksiribonükleik asit (DNA), enzim ve hormonlar gibi vücudun önemli bileşenleri için kullanılır. Aynı zamanda proteinler birincil enerji kaynağı olmasa da ihtiyaç durumunda organizmanın enerji ihtiyacını da karşılar. Proteinlerin organizma tarafından kullanılabilmesi için aminoasitlere dönüşmesi gerekir. İnsan

vücudunda yukarıda sayılan bazı fonksiyonlar için gerekli olan 20 adet aminoasit tanımlanmıştır. Bunlardan 12 tanesi (çocuklarda ise 11) vücut tarafından sentezlenirken (esansiyel olmayan), geri kalanların (esansiyel) dışarıdan besinlerle alınması gerekmektedir. Hayvansal kaynaklı proteinler esansiyel aminoasitlerin tamamını içermekte ve beslenme açısından hayvansal kaynaklı proteinlerin, bitkisel kaynaklı proteinlerden daha kaliteli olduğu vurgulanmaktadır (14, 15).

Bir proteinin kalitesi sahip olduğu aminoasit kompozisyonunu, sindirilebilirliğini ve biyoyararlanımını değerlendirerek belirlenir. Bunun için “protein etkinlik oranı”, “biyolojik değer”, “net protein kullanımı”, “protein sindirilebilirliği-düzeltilmiş aminoasit skoru” gibi birçok metot geliştirilmiştir (16, 17). Tablo 6’da içerisinde yumurtanın da bulunduğu bazı protein kaynaklı besinlerin sahip olduğu protein skorları verilmiştir.

Tablo 6: Bazı besinlerin protein kalite sıralamaları (16, 17).

Besin tipi	Protein etkinlik oranı	Biyolojik değer	Net protein kullanımı	Protein sindirilebilirliği-Düzeltilmiş aminoasit skoru
Kırmızı et	2.9	80	73	0.92
Kazein	2.5	77	76	1.00
Yumurta	3.9	100	94	1.00
Süt	2.5	91	82	1.00
Yer fıstığı	1.8	-	-	0.52
Soya proteini	2.2	74	61	1.00
Buğday gluteni	0.8	64	67	0.25
Peynir altı suyu proteini	3.2	104	92	1.00

Tablo 6’ya göre protein etkinlik oranı, biyolojik değer, net protein kullanımında en yüksek skorun yumurtaya ait olduğu görülmektedir.

Yumurtanın protein kalitesinden başka sahip olduğu önemli özellikleri düşük kalorili olması (150 kcal/100 g), esansiyel aminoasitlerin tamamı ile yağda

eriyen A, D, E ve K vitaminleri başta olmak üzere 18 vitamin ve mineral içermesidir (18, 19). Ayrıca içerdği yağ asitlerinin çoğunluğu tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA) oluşmaktadır. Yumurta üzerinde yapılan bilimsel çalışmalar, içerisinde bulundurduğu biyolojik aktif bileşiklerin kronik ve bulaşıcı hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde rol oynadığını göstermiştir. Ayrıca bağışıklık düzenleyici, antimikrobiyel, antikanser ve antihipertansif özelliklere sahip olduğu da bildirilmiştir (20). Çoklu doymamış fosfatidilkolin olan lesitin ile sadece birkaç besin maddesinde yüksek düzeyde bulunan kolin bakımından da zengindir. Tüm biyolojik membranların fonksiyonel ve yapısal bileşiği olan lesitin ayrıca membranda bulunan antioksidan enzimlerin (süperoksit dismutaz) aktivasyonunu sağlamaktadır (21, 22). Yumurta sarısında bulunan karotenoidlerden lutein ve zeaksantin antioksidan etkileri bulunmaktadır. Bu etkilerinin yanında, bu karotenoidler göz için zararlı olan mavi ışığın süzülmesini sağlayarak göz sağlığına katkıda bulunmaktadır (23).

Tüm bunların yanında yumurta içerdği SFA (3 g/100 g) ve kolesterolden (200-300 mg/100 g) dolayı kardiyovasküler hastalıklara (KVH) sebebiyet verdiği gerekçesiyle sağlık ve beslenme uzmanları tarafından uzun yıllar ihtilaflı bir gıda olarak kabul edilmiştir (24). Ne var ki, yapılan çalışmalar yumurtadaki bu maddelerin kan kolesterol düzeyi ve dolayısıyla KVH üzerinde sınırlı etkilerinin olduğunu göstermiştir (25). Yine de bu konuda yapılan çalışmalar ve meta-analizlerden çıkarılan sonuçlar oldukça farklılık göstermektedir. Birçok araştırmadan elde edilen verilerle yapılan bir meta-analiz çalışmasında haftada 4 adetten fazla yumurta tüketen bireylerde KVH ile diyabet riskinin sırasıyla %6 ve %29 oranında arttığı tespit edilmiştir (19). Ancak son zamanlarda, kolesterol ile

ilgili KVH'nin sebepleri arasında bireyin etnik kökeni, hormonal faktörler, vücut kitle indeksi ve genetik yapının da etkili olduğu bilinmektedir (26, 27).

Üretim hijyeni ve sağlığı açısından gıda kaynaklı patojenlerden *Salmonella* riski ile tavukçulukta kullanılan veteriner ilaçlarının kalıntı oluşturması kimi zaman yumurtalar için problem oluşturabilmektedir. Özellikle *Salmonella enteritidis* Avrupa'da kontamine yumurtalarla insanlara bulaşan önemli bir bakteridir (28). Birçoğu yağ dokuda çözünen ve toksik maddeler içerebilen veteriner ilaç kalıntılarına özellikle free-range ve organik yumurtalarda daha sık rastlanabilmektedir (29). Yumurta tüketimiyle duyarlı bireylerde IgE kaynaklı alerjik reaksiyonlar da meydana gelebilmektedir. Yumurtada belirlenen başlıca beş adet alerjen ovomukoid, ovalbumin, ovotransferrin, lizozim ve albümindir. Bu alerjen maddeler yumurta beyazında daha çok bulunmaktadır. Sarıda belirlenen alerjenler ise vitellenin ve apoprotein B'dir. Tüm bu alerjen maddelerin sahip olduğu etkiler duyarlı bireylerde yumurtanın pişirilerek tüketilmesiyle ortadan kalkabileceği de gösterilmiştir (30, 31, 32). Tablo 7'de 100 g yumurtanın sahip olduğu besin öğeleri verilmiştir.

Tablo 7: 100 g yumurtanın kompozisyonu ve bazı besin öğeleri (19).

Yumurta kabuğu (%)	10.5
Yumurta sarısı (%)	31
Yumurta akı (%)	58.5
Su (g)	74.5
Enerji (Kcal)	162
Protein (g)	12.1
Karbonhidrat (g)	0.68
Lipit (g)	12.1
Doymuş yağ asitleri (g)	3.3
Tekli doymamış yağ asitleri (g)	4.9
Çoklu doymamış yağ asitleri (g)	1.8
Kolesterol (mg)	410
Retinol (µg)	227
Karotenoidler (µg)	10
Folik asit (µg)	65
Selenyum (µg)	10
Kalsiyum (mg)	56
Magnezyum (mg)	12
Demir (mg)	2.1
Fosfor (µg)	180
Çinko (mg)	1.44
Potasyum (mg)	147

3.3. Yumurta üretiminde kullanılan yetiştirme sistemleri

Tavukların küçük yapılı olmaları, daha az yem tüketmeleri, üretimde aşırı miktarda iş gücüne ihtiyaç duyulmaması yetiştirme sistemlerinde birçok seçeneği beraberinde getirmiştir. Ruth Harrison'un 1964 yılında İngiltere'de "Animal Machines" isimli kitabının yayınlanması, hayvan refahı kavramının paralelinde yumurtacı tavukların yetiştirme sistemlerinin sorgulanmasına yol açmıştır. Bu kitapla entansif yetiştirme metotları ve bu metotların hayvan refahına olan etkileri hakkında insanlar bilinçlenmeye başlamış aynı zamanda bu kitap uluslararası bir etki oluşturarak 1965 yılında İngiltere'de Brambell Komitesi (33), 1968'de hayvanların korunmasıyla ilgili yeni yasanın kabulüyle birlikte ise Çiftlik Hayvanları Refah Konseyi (FAWC) kurulmuştur. Brambell Komitesi ve FAWC

Üretim sistemlerinin hayvanların yetiştirilmesinde en az “5 temel özgürlüğe” izin verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu 5 temel özgürlük; hayvanların a ve susuz bırakılmaması, bulundukları ortamın rahatsız edici olmaması, acı ve ağrıya neden olan çarpma, yaralanma ve hastalıklardan korunması, normal davranışlarını gösterebilmeleri, korku ve strese neden olan olgulardan uzak tutulmalarıdır (34, 35).

Avrupa Birliği (AB) yumurtacı tavukların yetiştirme sistemlerini konvansiyonel ve zenginleştirilmiş kafes ile alternatif sistemler olarak başlıca üç başlıkta toplamıştır. Bunlardan alternatif sistem, tavukların kapalı alanda serbest gezebildiği (altlıklı, ızgaralı, aviary) ya da kapalı alanın dış alanla kombine edilerek kullanıldığı (free-range) sistemleri ifade etmektedir (36).

3.3.1. Konvansiyonel kafes sistemleri

1930’lu yıllarda ABD’de geliştirilen kafesler ışlah çalışmaları için tavukların bireysel olarak barındırılması amacıyla tasarlanmıştır. Bu kafesler sağladığı iş gücü kolaylıkları ile birim alanda daha fazla tavuk barındırılması gibi avantajları sayesinde giderek yaygınlaşmıştır (37).

Kafeslerin retiminde sıklıkla galvanizli metal kullanılmaktadır. Ancak İşve’te plastikten imal edilen kafesler de mevcuttur (38). Tavukların tüm ihtiyaçları bu kafeslerde sağlanmakta ve her bir kafes gözünde genellikle 5-7 tavuk barındırılmaktadır. Kafesler tek veya çok katlı olacak şekilde üretilmektedir. Tek katlı kafes sistemleri en eski model olup daha çok taşıma, hobi ve deneysel amaçla kullanılmaktadır. Endüstriyel tavuk yetiştiriciliğinde ise yüksek kapasite avantajı nedeniyle en sık tercih edilen kafes tipleri 3-8 katlı sistemlerdir. Ayrıca 12 katlı örneklere de rastlanmaktadır (39). Ticari amaçlı konvansiyonel kafes

sisteminde her bir kafes gözü üst üste gelmekte bu nedenle bu kafeslere bataryalı (apartman) kafes sistemi de denilmektedir. Bu sistemde oluk tipi yemlik ile nipel (damlalıklı) suluk kullanılmaktadır. Yemliklerin derinliği 12-14 cm, alt genişliği 8-10 cm, üst genişliği 15-20 cm arasında olabilmektedir (39). Tavuk başına yemlik uzunluğunun 10 cm'den az olmaması gerekir. Bu kafes tiplerinde gübrenin atılması için her bir katın altında sıyrıcı ya da gübre taşıyıcı kemerler kullanılmaktadır. Ancak kemerler üzerindeki dışkının kurutulması gerekmektedir. Bu amaçla dışkı üzerine taze sıcak hava gönderen hava tüpleri en sık kullanılan sistemlerdendir (38). Üretilen yumurtalar kafeslerin ön tarafında bulunan yumurta beşiğine gelmektedir. Bu amaçla kafes içi eğim %10-14 civarlarında tutulmaktadır. AB standartlarına göre kafes içi yüksekliği kafes alanının %65'i 40 cm, geri kalan kısım için 35 cm'den az olmayacak şekilde tanımlanmış, bununla birlikte tavuk başına düşen alan 550 cm² olarak belirlenmiştir (36).

Konvansiyonel kafeslerin en önemli dezavantajı tavukların sınırlı hareket edebilmesi ve tavukların sergiledikleri önemli davranışlarından biri olan yumurtlama davranışlarını sergileyememesidir (40, 41). Tavukların davranışları üzerinde yapılan bir çalışmada (42), tavukların etraflarında dönerken 540-1006 cm², kanatlarını gererken 653-1118 cm², kanatlarını çırparken 860-1980 cm², tüylerini karıştırırken 676-1604 cm², kendini tımarlarken 814-1270 cm² ve zemini eşelerken ise 540-1005 cm²'lik alan kullandığı belirlenmiştir. Ancak kafeslerde tavuk başına düşen alanın bir A4 kâğıt boyutundan az olduğu görülmektedir (43). Bununla birlikte tavukların kafesten çıkarılması esnasında kemik kırılmalarına rastlanabilmektedir (44). Yerleşim sıklığı da tavuklarda stres seviyelerini yükselebilmektedir. Buna karşın kafesler dışkı kaynaklı koksidiyozis ve ascaris

gibi parazitler hastalıklar yönünden diğer sistemlere göre avantajlı sayılmaktadır (45). Küçük gruplar halinde barındırılan tavuklarda sabit sosyal hiyerarşinin şekillenmesiyle kanibalizm, tüy çekme ve sıkışmaya bağlı refah sorunları daha az şekillenebilmektedir (33).

Yumurtacı tavukların ABD’de ortalama %95’i, Kanada’da %98’i, Avustralya’da %91’i, dünya genelinde ise %75’i bataryalı kafes sistemlerinde tutulmaktadır (37, 46). Ne var ki AB’de 1 Ocak 2012 tarihi itibarıyla bu sistemler yasaklanmıştır (36). Bu sistemlerin yerine içerisinde altlık alanı, tünek, folluk, tırnak aşındırıcı gibi materyaller bulunan zenginleştirilmiş kafeslerin kullanılması şart olarak konmuştur. Ancak AB tarafından konulan yasağa rağmen Avrupa’da 46 milyon, yani Avrupa’daki toplam tavuk sayısının %14’ü konvansiyonel bataryalı sistemlerde barındırılmaya devam etmiştir (47). Türkiye’de ise benzer olarak Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın 23 Aralık 2011’de Resmi Gazete’de yayımladığı “Çiftlik Hayvanlarının Refahına İlişkin Yönetmelik” ile aktif işletmelerde konvansiyonel kafes sistemlerinin 1 Ocak 2015 tarihine kadar kullanılabileceğini, yeni kurulacak işletmelerin ise zenginleştirilmiş kafes sistemlerine göre kurulması öngörülüyordu. Ancak 22 Kasım 2014 tarihinde çıkarılan 29183 sayılı yönetmelikle konvansiyonel kafeslerin tamamen yasaklanması 1 Ocak 2023 tarihine ertelenmiştir (48, 49).

3.3.2. Organik sistem

Dünyada artan nüfusla birlikte oluşan gıda açığının kapatılması tarımda entansif üretim modelini yaygınlaştırmıştır. Daha fazla verim elde etmek amacıyla gübreleme, hastalık ve zararlılara karşı kimyasal ajanların kullanımı gibi bazı uygulamalarla giderek artan kalıntı problemi ve doğanın dengesinin bozulması

gündeme gelmiştir. Bu gelişmelere paralel olarak son yıllarda insanların çevre dostu ve kimyasallar içermeyen bitkisel ve hayvansal ürünlere olan taleplerinde artış görülmeye başlanmıştır. Bir çok ülke entansif üretimle beraber organik tarımı alternatif tarım politikası olarak görmeye başlamış ve bu sayede önce ekolojik tarıma, bunu takiben de ekolojik hayvancılığa geçilmiş, ekolojik süt ve besi sığırcılığında, yumurta tavukçuluğunda ve arıcılıkta önemli aşamalar kaydedilmiştir (50, 51).

Türkiye’de organik tarım 18 Ağustos 2010 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanan 27676 sayılı yönetmelik çerçevesinde uygulanmaktadır (52). Bu kapsamda üretilen hayvanların öncelikle çevre koşullarına adaptasyon kabiliyeti yüksek olan ve hastalıklara dayanıklı ırklar ile yetiştirileceği bölgeye adapte olmuş yerli ırklar ve melezlerine öncelik verilmektedir. Bu hayvanların tamamen organik yemlerle beslenmesi ve genetik yapısının değiştirilmemiş olması gerekmektedir. Organik hayvan materyali bulunamadığı takdirde konvansiyonel sistemden getirilen hayvanların da organik sisteme tabi tutulabileceği ancak bir geçiş sürecinin uygulanması gerektiği ilgili yönetmelikte vurgulanmıştır. Bu süre yumurta üretiminde kullanılacak kanatlılarda 6 haftadır. Organik üretimde kullanılacak yumurtacı tavukların 18 haftadan büyük olmaması gerekmektedir. Bununla birlikte hayvanlar, meralara veya açık hava gezinti alanlarına veya açık alanlara erişebilmelidir. Bu arazilerin de organik geçiş sürecini tamamlamış olmaları gerekmektedir. Organik işletmelerde kullanılacak kümesler yumurta tavukçuluğunda 3000 adet kapasiteden fazla olmamalı ve kümeslerde gün içerisinde tavukların dış alana çıkmasına izin veren her 100 m²’si için en az 4 m uzunluğunda çıkış deliklerinin bulunması gerekmektedir. Dış alanda ise tavuk

başına 4 m²'lik alan ayrılmalıdır. Ayrılan alan ise 170 kg/azot/hektar/yıl limitine göre belirlenmiştir. İlgili yönetmeliğe göre aydınlatma süresi doğal + suni 16 saati geçmemelidir.

İlgili şartları yerine getiren işletmeler kontrol sürecini tamamladığında sertifikalandırılır. Ancak geçiş sürecinde olan tavuklardan elde edilen yumurtalar “geçiş süreci ürünü” olarak tanımlanır. Ayrıca hayvan hastalıkları ve zararlıları ile mücadele programları haricinde kimyasal veteriner tıbbi ürünlerin bir defadan fazla kullanılması halinde yumurtalar organik olarak satılamamakta ve yeniden geçiş sürecine tabi tutulmaktadır (52).

3.4. Yumurta üretiminde yaşın etkisi

Yumurtacı tavuklar genetik yapı, hormonlar ve çevrenin de etkisiyle yumurtlamaya genelde 16-24 haftalık yaşlarda başlamakta, ilk yumurtlamadan ortalama üç ay sonra ise tavuklar pik (en yüksek) yumurta verimine ulaşmaktadır. Yumurta üretimi 60-70 haftalarda azalmaya başlayarak, ticari firmalar tavukları genelde 72'nci haftada elden çıkarmaktadırlar (53, 54, 55).

Yaşlanma, organizmada zamanla fonksiyon bozukluklarının artışına bağlı olarak gelişen çok yönlü bir süreç olarak tanımlanmaktadır (56). Bu süreçte vücut kompozisyonunda ve insülin direncinde değişiklikler, büyüme ve cinsiyet hormonlarında fizyolojik gerilemeler meydana gelmektedir (57). Hücreler ile özellikle bağ, epitel, kas, sinir dokularında ve organlarda buna bağlı olarak da vücut sistemlerinde değişiklikler meydana gelmektedir (58). Yaşla birlikte bağ dokusu ve hücre zarları sertleşerek hücrelerden karbondioksit ve diğer atıkların uzaklaştırılması zorlaşır. Ayrıca hücrelerin bölünme ve çoğalma kapasiteleri azalır. Yaşlanmayla organizmada serbest radikal oluşumu artar, antioksidan

kapasite geriler böylece oksidatif stres artar (59). Kalp, akciğer ve böbreklerin rezerv kapasitesi yaşla birlikte bireyler arasında farklılıklara bağlı olarak gerileme gösterir (58). Epitel doku ve düz kaslardan oluşan bağırsak sisteminin fonksiyonları üzerine yaşın etkisinin düşük düzeyde olduğu ancak hastalıkların ve yaşla birlikte sindirim kanalında oluşabilen bir takım patolojik oluşumların sindirim sistemi üzerindeki etkisinin daha önemli olduğu belirtilmektedir (60, 61).

Tavuklarda da yaşın ilerlemesiyle performans, yumurta büyüklüğü, şekli, kabuk kalitesi, ak ve sarıda bir takım değişiklikler meydana gelmektedir (62, 63).

3.5. Yumurta üretiminde kullanılan bazı önemli ölçütler

3.5.1 Performans

Yetiştiricilikte karlılığın ve sürdürülebilirliğin sağlanması açısından verim ile ilgili kayıtların tutulup takip edilmesi büyük bir öneme sahiptir. Yumurtacı tavuk işletmelerinde en önemli kayıt yumurta üretimi iken yem tüketimi, ölüm oranı, kirli, kırık-çatlak yumurtalarla ilgili diğer kayıtlarda tutulmaktadır. Yumurta veriminin hesaplanmasında kabul görmüş en önemli yumurta verim indeksleri tavuk/gün (hen-day) ile tavuk/kümes (hen-housed) yumurta verimidir (64).

Yetiştirme sistemlerimin yumurtacı tavukların performansları üzerine etkisinin incelendiği araştırmalarda, genel olarak yumurta üretiminin konvansiyonel kafes sisteminde yüksek (41, 65, 66), yemden yararlanma, yem tüketimi ve ölüm oranlarının düşük olduğu bildirilmektedir (67, 68, 69, 70, 71). Sürünün %50'sinin yumurta verdiği yaş ile pik yumurta veriminin elde edildiği verim yaşına ulaşma süreleri açısından konvansiyonel kafes sistemi ile free-range

arasında fark olmadığı rapor edilmiştir (41, 72, 73). Tavuk/gün yumurta verimi bakımından altlıklı ve free-range sistemde konvansiyonel kafesten yüksek değerlerin elde edildiği (67, 73), öte yandan konvansiyonel kafes ile alternatif sistemler arasında yumurta verimi açısından önemli farklılığın bulunmadığını bildiren araştırmalar da mevcuttur (65, 74, 75, 76, 77). Yaşama gücünün bir göstergesi olan tavuk/kümes yumurta verimi konvansiyonel kafes sisteminde genelde yüksek olarak tespit edilmiştir (78, 79). Kirli, kırık-çatlak yumurta oranları açısından sistemler arasında yapılan karşılaştırmalarda çok farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir (80, 81). Alternatif sistemlerde kırık-çatlak yumurta oranı konvansiyonel kafese göre genelde düşük bulunurken (41, 73, 76, 82, 83, 84), alternatif sistemlerde bu değerin konvansiyonel kafes sisteminden yüksek olduğu (85, 86, 87), kirli yumurta oranının ise alternatif sistemlerde yüksek olduğu bildirilmiştir (70, 71, 73, 76, 88, 89).

3.5.2. Yumurta dış ve iç kalite özellikleri

Gıda sektöründe kalite belirli bir gıda maddesinin tüketici tarafından kabul edilebilirliğini veya tercihini etkileyen özelliklerin toplamı olarak tanımlanabilir (90). Yumurtanın kalitesi ise, dış ve iç kalite özellikleri olarak iki başlık altında incelenmektedir. Dış kalite denilince üzerinde sıklıkla durulan başlıca özellikler yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk ile ilgili özellikler (kalınlık, ağırlık, kabuk ham kül ile kabuk oranı, kırılma mukavemeti), yumurtanın yüzey alanı ve özgül ağırlığıdır. İç kalitede ise başlıca ak ve sarıya ait özellikler akla gelmektedir. Bunlardan önemli olanlar ak ve sarı indeksleri ve oranları, sarının konumu ile sarı renginin tonu, et-kan lekeleri, hava boşluğunun yapısı gibi özelliklerdir (91). Son yıllarda tüketicilerin daha iri, visköz ak yapısına sahip, koyu sarı renkli

yumurtaları tercih ettiği bildirilmektedir (92). Yumurtanın kalite özellikleri üzerinde genetik yapı, yaş, beslenme ve yetiştirme sistemlerinin önemli etkilerinin olduğu bildirilmektedir (66, 93, 94).

Yumurta kalite özellikleri üzerinde yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar rapor edilmiş özellikle kalite yönünden karşılaştırma yapılırken aynı hibritlerin kullanıldığı çalışmaların az sayıda olduğu tespit edilmiştir (80). Bazı araştırmalarda konvansiyonel kafes ve alternatif sistemlerde yumurta ağırlıkları benzer bulunurken (82, 84, 95, 96, 97) alternatif sistemlerde yumurta ağırlığının yüksek olduğu (70, 76, 77, 92, 98) saptanmış bundan başka konvansiyonel kafes sisteminde yumurtanın diğeri sistemlerden elde edilenlere oranla daha ağır olduğu da rapor edilmiştir (69, 99, 100). Yumurta büyüklüğü üzerinde sistemlerin yanında yaşın da etkisi bulunmakta ve yaşla birlikte yumurta büyüklüğü artmaktadır (63, 75, 92, 101, 102, 103). Canlı ağırlığın artmasına paralel olarak yumurta büyüklüğü de artabilmektedir (104). Ancak Chang-Ho ve ark. (105), yaşla birlikte yumurta kalitesindeki değişiklikleri incelemek amacıyla kahverengi Hy-Line hibritlerini kullanarak yaptıkları çalışmada yumurta büyüklüğünün yaşla birlikte azaldığını bildirmişlerdir.

Yumurta şeklinin oluşumunda yumurta kanalının bir parçası olan ovidukt bölgesindeki kasların yumurta üzerinde yaptığı basınç etkili olmaktadır. Sağlıklı bir tavuk yumurta kabuğu oluşumu esnasında yumurtayı kanal boyunca kuvvetli şekilde iten güçlü kaslara sahiptir. Aynı zamanda yumurtanın kendine özel sahip olduğu eliptik şekil kabuk mukavemetini artırmakta ve kabuk oluşumuyla ilgili diğeri materyalleri de korumaktadır. Bunlardan başka şekil indeksi genetik yapı, yumurta büyüklüğü, mevsim ve yumurtlama zamanından etkilenmektedir (104,

106). Sistemler arasında şekil indeksi yönünden yapılan karşılaştırmalarda free-range ve organik sistemde yüksek değerler elde edilirken konvansiyonel kafeste çoğunlukla şekil indeksi değeri düşük bulunmuştur (70, 71, 84, 93, 100, 107). Sistemlerin etkisinin yanında yaşla birlikte şekil indeksi değerlerinin de azaldığı gözlenmiştir (93, 102, 103, 108).

Yumurta kabuğu tavuğun genital kanalının uterus bölümünde oluşmaktadır. Yaklaşık %98'i inorganik maddelerden oluşan, yumurtayı dış etkilere karşı koruyan önemli bir bölümdür. Kabuğun inorganik bölümünün ise yaklaşık %96'sı kalsiyum karbonat diğer %2'lik kısmı ise organik bileşenler (çözünabilir ve çözünmez proteinler, glikoprotein ve proteoglikanlar), magnezyum, fosfor ve diğer iz elementlerden meydana gelmektedir (91, 109, 110). Kabuk kalitesi genetik yapı, çevre şartları ve yaştan etkilenmekte öte yandan karma yemlerde kullanılan kalsiyum, fosfor ve diğer iz elementler de kabuk kalitesi üzerinde önemli rol oynamaktadır (91, 94, 111). Kabuk kalitesi yaşla birlikte azalmakta (70, 93) bu durum üzerinde kalsiyum ile D vitamini metabolizması önemli rol oynamaktadır. Kalsiyumun bağırsaklardan Emilimi D vitamini varlığında gerçekleşmektedir (112). Yapılan araştırmalarda böbrek fonksiyonlarının yaşla birlikte azaldığı ve D vitaminin böbreklerden geri emiliminin olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. D vitaminindeki geri emilimin azalmasına paralel olarak kalsiyumun bağırsaklardan Emilimi de yaşla birlikte azalmaktadır (113, 114, 115).

Kabuk kalitesinin incelendiği bazı çalışmalarda (92, 99, 111, 116, 117, 118), kabuk kalitesi parametrelerinden biri olan kabuk ağırlığı konvansiyonel kafes sistemine göre, free-range ve organik sistemde daha yüksek bulunmuştur.

Bir diğerkabuk kalitesi parametrelerinden olan kabuk kalınlığı Pistekova ve ark. (98)'na göre altlıklı sistemde konvansiyonel kafese göre daha düşüktür. Ancak bu özelliğinsistemler arasında benzer olduğu da bazı çalışmalarda rapor edilmiştir (41, 66, 71, 77, 96, 100, 116). Kabuk kalitesi parametrelerinden biri olan kabuk oranı açısından sistemler arasında farklılık olmadığını bildiren araştırmalar olmakla birlikte, (66, 92, 93, 111, 116, 118, 119) konvansiyonel kafes sisteminde bu oranın daha düşük olduğunu belirten araştırmalar da bulunmaktadır (76, 100, 107, 117).

Konvansiyonel kafes ile organik sistemin karşılaştırıldığı bir çalışmada (119), ak ve sarıya ait özelliklerden ak ve sarı ağırlıkları konvansiyonel kafes sisteminde organik sisteme göre yüksek bulunurken başka bir çalışmada (117), bu özellikler açısından kafes ve organik sistem arasında fark olmadığı tespit edilmiştir. Ak ve sarı ağırlıkları yönünden sistemlerin karşılaştırıldığı çalışmada (92), free-range sistemde ak ve sarı ağırlıkları konvansiyonel kafese göre daha yüksektir. Öte yandan Pistekova ve ark. (98), altlıklı sistemde ak ağırlığını konvansiyonel kafes sistemine göre yüksek bulurken, sarı ağırlığı açısından fark olmadığını saptamıştır. Ferrante ve ark. (75) ise organik ve altlıklı yer sistemlerinde sarı ağırlığı yönünden farkın olmadığını belirtirken, ak ağırlığının altlıklı sistemde yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Ak ve sarı ağırlıkları üzerine yaşın etkisine bakıldığında yaşın ilerlemesiyle ak ve sarı ağırlıkları artmaktadır (63, 75, 92, 119). Ak ve sarıya ait özelliklerden ak ve sarı oranları sistemler (konvansiyonel kafes, altlıklı, free-range ve organik) arasında benzer bulunmuştur (66, 92, 93, 117). Ak ve sarı oranları üzerine yaşın etkisine bakıldığında ise yaşın

ilerlemesiyle ak oranı düşmekte ancak sarı oranı artmaktadır (92, 93, 102, 108, 120, 121).

Yumurta kalite özelliklerinden sarı rengi tüketicilerin tercihini etkileyen bir faktördür. Sarı rengini yemlerde bulunan ksantofil şekillendirmektedir (62, 122). Tüketiciler genellikle koyu sarı renkli yumurtaları tercih etmekte ve sarı rengi üzerinde başlıca beslenme, genetik yapı ve yetiştirme sistemlerinin etkili olduğu bilinmektedir (92, 93, 109, 123, 124). Ayrıca karaciğer fonksiyonlarının azalması, parazitler (kıl kurtları), nicarbazin gibi bazı ilaçlar yumurta sarısı pigmentasyonunu azaltıcı etkenlerdendir (125, 126). Sarı renginin belirlenmesinde subjektif olarak Roche sarı rengi yelpazesi ile ışığın yoğunluğu ve geliş açısını da değerlendiren kolorimetrelerden faydalanılmaktadır (127, 128). Sarı rengi açısından sistemlere bakıldığında sarı renginin konvansiyonel kafes sisteminde, kafessiz sistemlere göre daha koyu olduğu (71, 77, 84) bunun yanında sarı rengi açısından sistemler arasında fark olmadığı (41, 92, 100) farklı araştırmalarda bildirilmiştir. Ancak Mugnai ve ark. (117) organik sistemde, Van Den Brand ve ark. (93), Pistekova ve ark. (98) ile Dvorak ve ark. (122), free-range ve altlıklı sistemde sarı renginin konvansiyonel kafes sistemine göre daha koyu olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Sarı renginin yaşla birlikte değişimi konusunda net bir bulgu olmadığı, ancak yumurtlama döneminin farklı periyotlarında sarı rengi değerinin değiştiği saptanmıştır (92, 105, 108).

3.5.3. Yumurta kompozisyonu

3.5.3.1. Yağ asitleri

Yağ asitleri lipitlerin ana bileşenidir. Lipitlerin fiziksel, kimyasal ve fizyolojik özellikleri içerdiği yağ asitlerinin kompozisyonuna bağlı olarak

belirlenmektedir (129). Yağ asitleri yapılarında bulunan karbon atomları arasındaki bağların durumuna göre başlıca doymuş ve doymamış olarak iki gruba ayrılmaktadır (130). Doymuş yağ asitlerinde (SFA) karbon atomu tek bağ içerir ve bağın her biri hidrojen atomuna bağlanmış olarak bulunur. Çoğunluğu hayvansal kaynaklı olan doymuş yağ asitleri oda sıcaklığında katı haldedir. Doymamış yağ asitleri karbon atomları arasında çift bağ (C=C) içermektedir. Eğer yağ asitlerinin yapısında bu çift bağlı karbon bir tane ise tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), birden fazla ise çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) olarak bilinir. Oda sıcaklığında sıvı, visköz bir yapıya sahiptir. Bu bilgilere ek olarak çift bağın geometrik dizilimine göre doymamış yağ asitlerinin cis ve trans izomerleri bulunmaktadır. Cis izomerinde tüm hidrojen atomları çift bağın aynı tarafında yer alırken, trans izomerde çift bağın karşıt tarafında bulunurlar (131, 132). Şekilde cis ve trans izomerlerinin kimyasal yapısı görülmektedir.



Şekil 1: (1) Cis ve (2) trans izomerlerinin kimyasal yapısı (133).

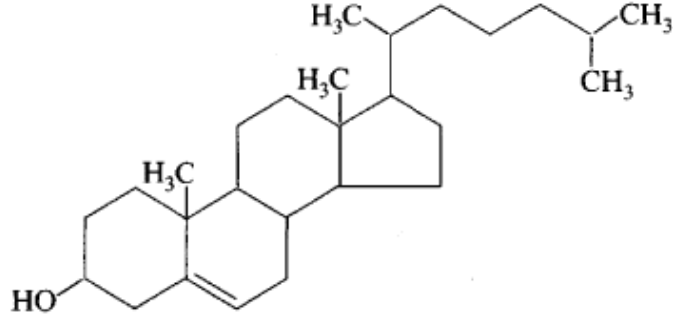
Yağ asidi kompozisyonu yönünden konvansiyonel kafes ve organik sistemden elde edilen yumurtalar karşılaştırıldığında toplam SFA'nın organik yumurtalarda yüksek olduğu, toplam MUFA, toplam PUFA, toplam omega-3 (n-3), toplam omega-6 (n-6) ve toplam n-6/n-3'ün kafes ve organik yumurtalarda farklı olmadığı saptanmıştır (87). Benzer bir çalışmada (134), toplam SFA ile toplam PUFA'nın organik yumurtalarda yüksek, toplam n-3'ün düşük, toplam

MUFA ile toplam n-6 yönünden ise kafes ve organik yumurtaların benzer olduğu tespit edilmiştir. Farklı çalışmalarda (135, 136, 137) ise toplam SFA ve toplam MUFA kafes sisteminden elde edilen yumurtalarda yüksek, toplam PUFA, toplam n-3, toplam n-6 ve toplam n-6/n-3 organik sistemden elde edilen yumurtalarda yüksektir.

Yaşla birlikte yağ asidi kompozisyonu değişiminin incelendiği çalışmalarda (138, 139), toplam PUFA, toplam n-6 ve toplam n-3'ün genç tavukların yumurtalarında yüksek olduğu rapor edilmiştir. Ancak 35 haftalık yaştan küçük tavukların yumurtalarındaki toplam n3 içeriğinin yaşlı olanlarınkine göre daha düşük olduğu vurgulanmıştır (140). Bir diğer çalışmada (141), toplam SFA'nın yaşla birlikte değişmediği ancak toplam SFA içerisinde pentadekanoik (C 15:0) ve margarik asidin (C 17:0), toplam PUFA, toplam n-6, toplam n-6/n-3'ün yaşla birlikte arttığı, toplam MUFA'nın ise düştüğü saptanmıştır. Yılmaz-Dikmen ve Şahan (142), yumurta sarılarında miristik (C 14:0) ve linoleik asitin (C 18:2n6c) yaşla birlikte arttığını tespit etmişlerdir.

3.5.3.2. Kolesterol

Kolesterol $C_{27}H_{45}OH$ moleküler formüle sahip amfipatik bir lipittir. Hidrokarbon kuyruğu, dört hidrokarbon halkası ile bir hidroksil grup olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır (143). Şekilde kolesterolün kimyasal yapısı görülmektedir.



Şekil 2: Kolesterolün kimyasal yapısı (144).

Kolesterol hücre zarlarının ve miyelinin yapısında bulunan önemli bir bileşendir (145). D vitamini, safra tuzları ve steroid hormonların (glikokortikoidler, östrojen, testosteron, progesteron gibi) sentezi için kolesterole ihtiyaç vardır (146). Kolesterol ihtiyaç durumunda vücut tarafından sentezlenerek kan dolaşımına verilir. Ancak kan dolaşımında taşınmamakta, dolaşımda taşınabilmesi için yağ ve protein karışımından oluşan ve lipoprotein adı verilen paketler kullanılmaktadır (147).

Yetiştirme sistemleri ve yaştan yumurtaların kolesterol içeriği üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda (98, 119, 148) kolesterol, organik ve altlıklı sistemde konvansiyonel kafese göre yüksek bulunmuş ve yaştan önemli bir etkisinin olmadığı vurgulanmıştır (149). Öte yandan kafes ve organik sistemden elde edilen yumurtaların kolesterol içeriğinin farklı olmadığı rapor edilmiştir (84, 150). Kafes ve free-range sistemden elde edilen yumurtaların yumurta kompozisyonu yönünden karşılaştırıldığı bir çalışmada (151), free-range sistemde kolesterol içeriğinin kafes sistemine göre düşük olduğu ve başka bir çalışmada (100), her iki sistemin de kolesterol yönünden farklı olmadığı saptanmıştır. Hussein ve ark. (152), genç tavukların yumurtalarındaki kolesterol miktarının yaşlı olanlarınkine göre daha düşük olduğunu, Basmacıoğlu ve ark. (153) ile

Zemkova ve ark. (154), yumurtalarda yaşla birlikte kolesterol miktarının azaldığını vurgulamışlardır.

3.5.3.3. Vitamin A, D, E, K

Vitamin A hayvansal organizmalarda retinol, retinal ve retinoik asit olarak bulunur. Bitkilerde ise vitamin A'nın kaynağını karotenoidler (beta-karoten, likopen, lutein ve zeaksantin gibi) oluşturmaktadır. Vitamin A'nın hücre farklılaşması, göz sağlığı, büyüme, kemik gelişimi, üreme faaliyetleri ve bağışıklık sistemi üzerinde önemli etkileri belirlenmiştir. Ayrıca lipid peroksidasyona karşı antioksidan etkisi de bulunmaktadır (155, 156).

Vitamin D grubu D1 (ergokalsiferol+lumisterol), D2 (ergokalsiferol), D3 (kolekalsiferol), D4 (22-dihydroergocalciferol) ve D5 (sitokalsiferol) gibi sekosteroidleri kapsamaktadır. En önemli olanları ergokalsiferol ile kolekalsiferoldür (157). İkisi arasındaki yapısal fark D2'nin 22 ve 23'üncü karbon atomlarında çift bağ ile 24'üncü karbonunda bir metil grubu bulunmasıdır (158). Organizmada biyolojik olarak aktif formda olmayan D vitamininin en önemli iki kaynağı yemler ve güneş ışığıdır. Vitamin D'nin aktif olabilmesi için karaciğerde CYP2R1 (vitamin D 25-hidroksilaz) enzimi ile 25-hidroksivitamin D'ye, böbrekte ise CYP27B1 enzimi (25-hidroksivitamin D 1-alfa hidroksilaz) ile 1,25-dihidroksivitamin D'ye dönüştürülmesi gerekmektedir. Yukarıda sayılan enzimlerin etkisiyle oluşan bu ürünler D vitamini bağlayıcı proteinle (DBP) dolaşımda taşınmaktadır (158).

E vitamini, dört adet tokoferol (α -T, β -T, γ -T, δ -T) ve dört adet tokotrienol (α -T₃, β -T₃, γ -T₃, δ -T₃) olmak üzere toplam sekiz adet doğal bileşiklerden oluşan grubun ortak adıdır (159, 160). Bu grubun içerisinde yüksek

biyolojik değere sahip olan alfa-tokoferol vitamin E olarak bilinmektedir (161). Vitamin E grubu içerisinde bir başka tokoferol grubu olan delta-tokoferol, soya ve mısır özü yağında yüksek miktarda bulunmakta öte yandan sentetik olarak da elde edilebilmektedir. Delta-tokoferol güçlü antioksidan etkilerinden dolayı gıda katkı maddesi (E309 kodlu) olarak da kullanılmaktadır (162).

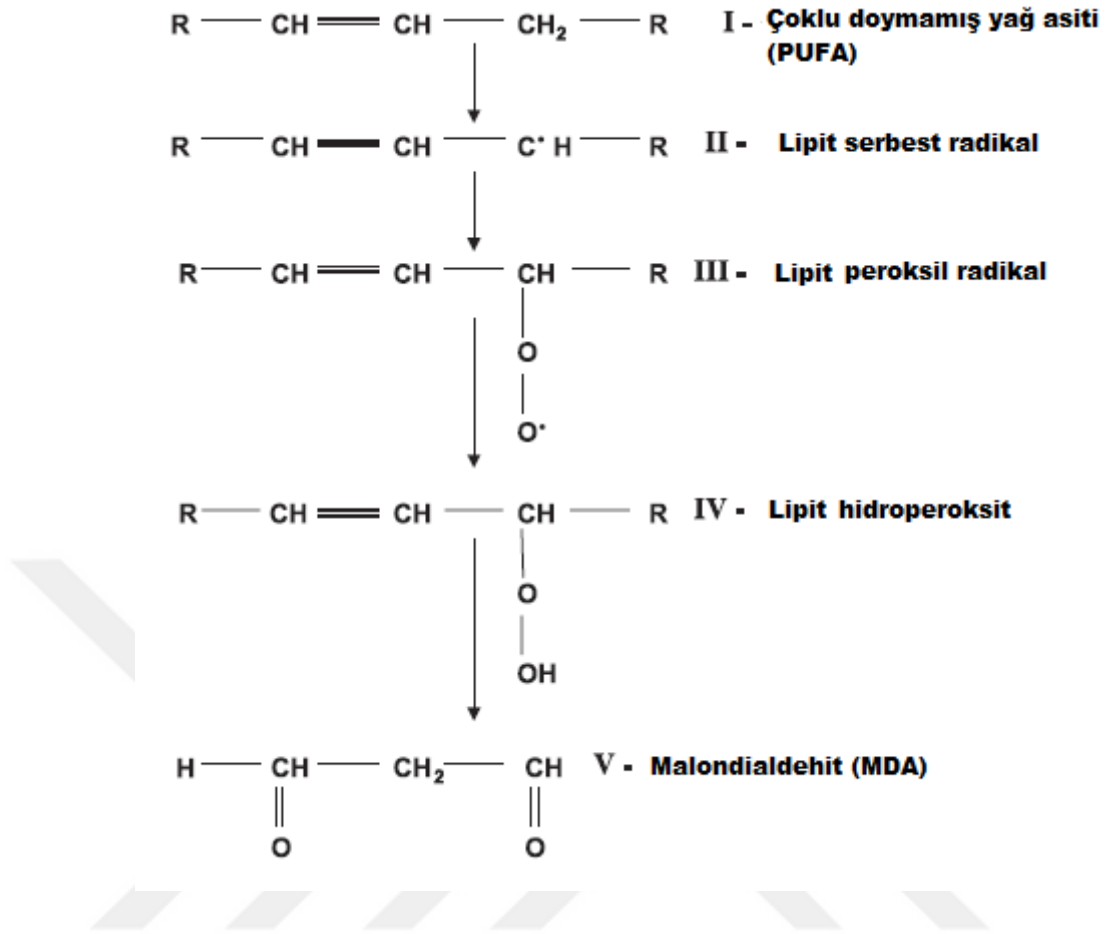
K vitamini, pıhtılaşma faktörleri (II, VII, IX, X, protein C ve S) ve kemik oluşumu için gerekli olan (osteokalsin, matriks-GLA protein) önemli proteinlerin işlevinde büyük öneme sahip bir vitamindir. K1 (fillokinon) ve K2 (menakuinon) olmak üzere iki doğal formu vardır. Bitkilerde bulunan K1 formu hayvansal kaynaklı K2 formuna dönüştürülebilmektedir (163). Kanatlılar için en önemli K vitamini kaynağını taze yeşil yemler oluşturmaktadır (164).

Yumurtanın biyokimyasal bileşimi üzerine yetiştirme sistemlerinin etkilerinin incelendiği çalışmalarda alfa-tokoferolün konvansiyonel kafeste, D3'ün ise organik yumurtalarda yüksek olduğu öte yandan konvansiyonel ve organik yumurtaların vitamin A, E, D3 ve delta-tokoferol yönünden sahip olduğu farklılıkların önemsiz olduğu rapor edilmiştir (117, 158, 165). Mugnai ve ark. (117) ile Lopez-Bote ve ark. (166), alfa-tokoferol miktarını organik yumurtalarda konvansiyonel olanlara göre yüksek bulmuşlardır. Yumurtanın vitamin içeriğine yaşın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (167), yumurtalarda A vitamini miktarının yaşla birlikte azaldığı saptanmıştır. K vitamini yönünden yetiştirme sistemleri ve yaşın direkt etkisinin incelendiği çalışmalara rastlanmamıştır.

3.5.3.4. Yumurtadaki malondialdehit (MDA) düzeyi

MDA üç karbonlu ve düşük molekül ağırlığına sahip bir aldehittir. MDA'nın oluşumunda serbest radikaller büyük rol oynamaktadır. Serbest

radikaller atomik yörüngesinde eşlenmeyen yani boşta kalan bir elektron bulunan bağımsız molekülerdir. Yapılarında bulunan eşlenmemiş elektron sayesinde kararsız ve yüksek reaktiviteye sahip olan serbest radikaller kararlı bir yapı kazanabilmek için çevresindeki moleküllerle elektron alışverişinde bulunurlar. Eğer eşlenmemiş elektron alışverişi biyolojik öneme sahip karbonhidrat, lipit, protein, DNA gibi moleküller arasında olursa, bu moleküllerin yapıları bozulur ve bozulan bu moleküller organizma için zararlı hale gelebilir. En önemli serbest radikaller hidroksil, hidrojen peroksit, tekli oksijen, süperoksit anyon, hipoklorit, nitrik oksit ve peroksinitrit radikalleridir (168, 169). Bir serbest radikal yapısında karbon-karbon çift bağ ($C=C$) içeren çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşmuş lipitlere zarar verdiğinde lipitlerde peroksidasyon meydana gelerek reaksiyon sonunda MDA ve 4-hydroxy-2-nonenal oluşmaktadır (170). Şekilde PUFA'dan MDA'nın oluşumu gösterilmiştir.



Şekil 3: Lipit peroksidasyonu sonucu MDA oluşumu (168).

Yumurtalarda MDA üzerinde yapılan çalışmalar genellikle raf ömrü, oksidatif stabilite ve rasyona ilave edilen vitamin A, E ve selenyum gibi antioksidanların etkileriyle alakalıdır (171, 172, 173). Yumurtanın sahip olduğu PUFA içeriği ile n-3 yönünden yapılan zenginleştirme uygulamalarının yumurtada lipit peroksidasyona duyarlılığı artırmakta, bu da yumurta kalitesinin bozulmasında başlıca rol oynamaktadır (172, 173, 174). Gaffney ve ark. (175), free-range ve konvansiyonel kafeste yetiştirilen tavukların rasyonlarına ilave edilen n-3'ün yumurta sarılarında servonik asit (DHA) miktarını artırdığını ve antioksidan kapasitelerinin yükseldiğini bildirmişlerdir. Panhéleux ve Hamelin (176), yumurta sarısı MDA düzeyinin konvansiyonel kafes sisteminde yaşla

birlikte azaldığını vurgulamışlardır. Aynı çalışmada organik sistemde yirmi ikinci haftada MDA düzeyi yumurta sarısında 560 nmol/g iken yirmi altıncı haftada bu değer 445 nmol/g'a gerilemiş ancak otuzuncu haftada tekrar 488 nmol/g'a yükselmiştir. Ogunwole ve ark. (150), yumurta sarılarındaki MDA miktarını altlıklı sistemde konvansiyonel kafestekilere oranla yüksek bulmuşlardır.

3.6. Stres ve HSP70'in stresteki rolü

Canlılığın sürdürülebilmesi için organizmada belli bir denge korunması gerekmektedir. Homeostaz olarak da bilinen bu denge dış etkilere değişebilmekte ve organizma bu duruma karşı homeostaziye koruma çabasına girmektedir. Homeostatik dengeyi bozabilen her türlü olgu ise stres olarak bilinmektedir (177). Stres karşısında homeostazinin korunması için organizmada fizyolojik ve hücresele düzeyde bir takım değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişiklikler fizyolojik olarak sinir sistemi ve endokrin sistemin devreye girmesi, hücresele olarak da antioksidan sistem ile ısı şok proteinleri (HSP) denen bazı stres proteinlerinin aktive olmasıdır (178).

Proteinler aminoasitlerin belirli bir yapı ve sayıda düz bir zincirde, birbirlerine çeşitli bağlarla eklenmesiyle oluşan makromoleküler organik bileşiklerdir. Proteinler biyokimyasal olarak başlıca dört yapı göstermektedir. Bunlar birincil, ikincil, üçüncül ve dördüncül yapılardır. Birincil yapı aminoasit dizilerinin peptit bağlarıyla oluşturduğu polipeptit zinciridir. İkincil yapı hidrojen bağlarıyla daha kararlı yapıya sahip olan alfa sarmalı ve beta yaprak olarak adlandırılan özgün yapıdır. Üçüncül yapı, ikincil yapının daha ileri geometrik katlanmalar göstererek globüler veya fibriler formların olduğu yapıdır. Burada hidrojen bağlarından başka van der Waals ve iyon bağları da devreye girmektedir.

Dördüncül yapı proteinlerin birleşerek oluşturdukları alt birimlerden meydana gelen yapıdır. Dördüncül yapıyı kovalent olmayan bağlarla birlikte disülfid bağları kararlı kılmaktadır. Her proteinin dördüncül yapısı olmayabilir ancak molekül ağırlığı 100.000 kDa'nın üzerindeki proteinler genellikle dördüncül yapı gösterebilmektedir (179, 180).

Proteinlerin hücrelerde sinyal iletimi, taşıma, kataliz, hücrelerin korunması ve düzenlenmesi gibi birçok önemli görevleri bulunmaktadır (181). Ribozomlardan protein biyosentezi gerçekleştikten sonra her bir protein fonksiyonel yapı kazanarak bu önemli görevleri yerine getirebilmektedir. Fonksiyonel yapının kazanılabilmesi için sentezlenen proteinler bir dizi geometrik katlanmalar geçirerek yukarıda bahsedilen birincil, ikincil, üçüncül, dördüncül yapıları geçirerek üç boyutlu hale gelmektedir (182). Yeni sentezlenen proteinler de çeşitli katlanmalarla bu üç boyutlu yapıyı kazanırken anormal katlanmalara oldukça duyarlı olduklarından yanlış katlanmalar gösterebilmekte ve bu yanlış katlanan proteinler hücreler için zararlı olabilmektedir (183, 184). Bunlara ek olarak gerek hücresel gerek çevresel stres faktörleri de proteinlerin anormal katlanmalarına sebep olabilmektedir (185). Bunun önüne geçebilmek için hücrelerde moleküler şaperonlar ve bu şaperonların içinde en önemlileri olan HSP'ler bulunmaktadır (186). Bununla birlikte moleküler şaperon olarak sınıflandırılan HSP'ler içerisinde şaperon özelliği göstermeyen bir kısım HSP'lerin de var olduğu bilinmektedir (187). Bu bilgiler organizmada proteostazisin (protein dengesi) sağlanmasında HSP'lerin kilit rol oynadığını göstermektedir. Molekül ağırlıkları 10-150 kDa arasında değişen HSP'ler sahip olduğu moleküler ağırlığa göre sınıflandırılmaktadır. (188). Başlıca küçük

(HSP27 gibi) ve büyük HSP'ler (HSP 40, 60, 70, 90, 100 gibi) olarak iki grupta toplanmaktadırlar (189). Bundan başka düşük moleköl ağırlığındaki (<20kDa) HSP'ler de üçüncü bir grup olarak da literatürde geçmektedir (190). Sınıflandırmada bir diğer kriter de HSP'lerin adenosin trifosfata (ATP) bağımlı ya da bağımsız olmalarıdır. Büyük HSP'ler (HSP60, 70, 90, 100 gibi) ATP bağımlı iken küçük HSP'ler (HSP27) ATP bağımsızdır (191).

HSP70 sentezi stresin çeşidine ve şiddetine bağılı olarak HSP70 geninin aktivasyonu ve sonrasında aktivasyona bağılı olarak miktarındaki artışla karakterizedir. Bu aktivasyon bir transkripsiyon faktörü olan ısı şoku faktörü (HSF) yoluyla olmaktadır. Normal şartlarda DNA'ya bağlanabilme yeteneğı olmayan HSF stres altında çekirdeğı taşıyarak DNA'da ısı şoku elementi (HSE) aracılığıyla DNA'da ilgili bölgeyi aktive edebilmekte ve HSP70'in transkripsiyonunu gerçekleştirebilmektedir. Özellikle sitoplazmada lokalize olan HSP70 zarar görmüş proteinlerin proteolitik enzimler tarafından tanınarak yıkımını sağlamakta strese karşı başlıca kalp ve iskelet kası ile karaciğerde hücrel korumayı devam ettirmektedir (192, 193, 194). HSP70'in çalışma mekanizmasının anlaşılabilmesi için proteinler üzerindeki bir takım yapısal ve düzenleyici görevleri olan bölgelerin (domain) bilinmesi faydalı olacaktır. HSP70 üzerinde üç adet domain bulunmaktadır. Bunlar, ATP'yi hidrolize eden (ATPaz aktivitesine sahip) N-domain, protein bağlayıcı substrat domain ve substrat domain için kapak oluşturan C-domaindir (190). HSP70, yeni sentezlenen proteinlerin, hem normal durumda hem de stres altında düzgün bir şekilde katlanması açısından oldukça büyük bir öneme sahiptir. Diğer taraftan hücre içi sinyalizasyonunun da HSP70 tarafından gerçekleştirildiğı bildirilmiştir. HSP70

hücrelerde iki formda eksprese olmaktadır. Bunlar, normal koşullarda sentezlenen yapısal formdaki HSC70 (Heat shock cognate 70) ve stres koşullarında sentezlenen HSP70/72'dir (195).

Hem  karyot ( ok hücreli) hem de prokaryotlarda (tek hücreli) bulunan HSP'ler ilk olarak sıcaklık stresi altındaki drozofilaların (sirke sineği) tükürük bezlerinde belirlendiğinden bu isimle anılmaktadırlar (195, 196, 197). Ancak HSP'lerin yalnızca sıcaklık stresi altında değil diğer stres koşullarında da sentezinin arttığı bilinmektedir (198). Ağır metaller, toksik maddeler, ilaçlar, glikoz yetersizliği, yanlış katlanmış (mutant) proteinler gibi birçok hücresel stres kaynakları memeli hücrelerinde HSP sentezini artırmaktadır (199). Bunlara ek olarak oksidatif stres olgularında ve yangısal durumlarda da HSP'ler aşırı miktarda sentezlenmektedir (200). Diğer bütün HSP'ler arasında HSP70, stres altında en fazla aktive olanıdır (188). Hayvanların zorlu  evre şartlarına adaptasyonunun potansiyel bir göstergesi olduğu kabul edilmektedir (201).

Son yıllarda organik ürünlere olan talebin arttığı ve tüketicilerin, tavukların refahını göz önünde tutan yetiştirme teknikleriyle elde edilen yumurtalara yöneldiği rapor edilmiştir (71, 75, 84, 107, 202). AB'de 2008 yılında konvansiyonel kafes sistemlerinin kullanım oranı %69, organik sistem %2.5 ve diğer sistemler %28.5 iken, 2012'de bu oran sırasıyla %29.3, %2.8 ve %67.9 olarak belirtilmiştir (203). Bu bilgiler organik yetiştirme sistemlerinin yumurta üretiminde giderek yaygınla acağını göstermektedir. Yumurtacı tavukların performans, yumurta kalitesi ve refahı açısından konvansiyonel kafes ve organik sistemlerin incelenmesine daha fazla ihtiyaç olduğu literatürde bildirilmektedir (66, 84, 93, 116, 117, 204).

Bu araştırma, konvansiyonel kafes ve organik yetiştirme sistemlerinin performans ve yumurta kalite özellikleri üzerine etkisini incelemek, sağlık açısından yumurta tüketimi üzerinde önemli etkilere sahip olan kolesterol, yağ asitleri, yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K) ile oksidatif bozulmanın göstergesi olan MDA'nın ve bir moleküler şaperon olan HSP70'in bahsi geçen yetiştirme sistemlerinden ve yaştan ne şekilde etkilendiğini belirlemek amacıyla yapılmıştır.



4. GEREÇ ve YÖNTEM

4.1. Gereç

4.1.1. Hayvan materyali

Araştırma, Elazığ'da ticari olarak yumurta üretimi yapan bir işletme bünyesinde yürütülmüştür. İşletmede 19 adet organik ve 5 adet konvansiyonel bataryalı sistemde yumurta üretimi yapan kümes bulunmaktadır. Kümesler önceden gezilerek genel yapıları belirlenmiş ve incelenecek kümesler yarka giriş tarihlerine göre tespit edilmiştir. İşletmede hayvan materyali olarak ticari beyaz yumurtacı bir hibrit olan Bovans White kullanılmıştır. İşletme, günlük yaşta aldığı civcivleri kendi bünyesinde bulunan civciv büyütme kümeslerinde 16 hafta boyunca yetiştirmekte ve 17. haftada konvansiyonel kafes ve organik sistemlere nakletmektedir.

Sistemlerde kullanılan yem, işletmenin kendi yem fabrikasında National Research Council (NRC) standartlarına (205) uygun olarak üretilmiştir. Karma yemlerin kompozisyonu Tablo 8'de gösterilmiştir.

Araştırma için Fırat Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'na (FÜHADYEK) müracaat edilmiş, çalışma için onay belgesi alınmıştır (karar no: 05.11.2014/206).

Tablo 8: Araştırmada kullanılan karma yemlerin kompozisyonu.

Yem içeriği	30 hafta Konvansiyonel ve Organik	60 hafta Konvansiyonel ve Organik
Mısır*	27.00	27.60
Buğday*	20.00	24.85
Buğday kepeği*	9.00	5.28
Soya fasulyesi küspesi* (%48 HP ¹)	16.20	17.15
Ay çiçeği küspesi* (%32 HP)	6.64	5.90
Mısır glütenu*(%43 HP)	4.76	3.00
Bitkisel yağ*	5.60	5.35
DL-Metiyonin	0.12	0.08
L-Lizin hidroklorit	0.01	-
L-Treonin	0.01	-
L-Triptofan	0.01	-
Dikalsiyum fosfat	1.63	1.41
Kireç taşı	8.60	3.70
Sodyum bikarbonat	0.10	5.40
Tuz	0.16	-
Vitamin-mineral karışımı**	0.16	0.28
Besin kompozisyonu, %		
Kuru madde	90.9	90.8
HP	17.8	16.7
Fosfor	0.38	0.34
Kalsiyum	3.76	3.90
Sodyum	0.15	0.15
Metiyonin	0.73	0.65
Lizin	0.84	0.84
Treonin	0.67	0.65
Triptofan	0.24	0.24
ME, Kcal/kg	2718	2741

¹HP: Ham protein, *: Organik sistem için organik yem hammaddeleri kullanılmıştır.

**Vitamin karışımı: Her 2.5 kg'lık karışımda; A vitamini 12.000.000 IU; D3 vitamini 2.000.000 IU; E vitamini 35.000 mg; K3 vitamini 4.000 mg; B1 vitamini 3.000 mg; B2 vitamini 7.000 mg; niasin 20.000 mg; kalsiyum D-pantotenat 10.000 mg; B6 vitamini 5.000 mg; B12 vitamini 15 mg; folik asit 1.000 mg; D-biotin 45 mg; C vitamini 50.000 mg; kolin klorit 125.000 mg; kantaksantin 2.500 mg; apo karotenoik asit ester 500 mg bulunmaktadır.

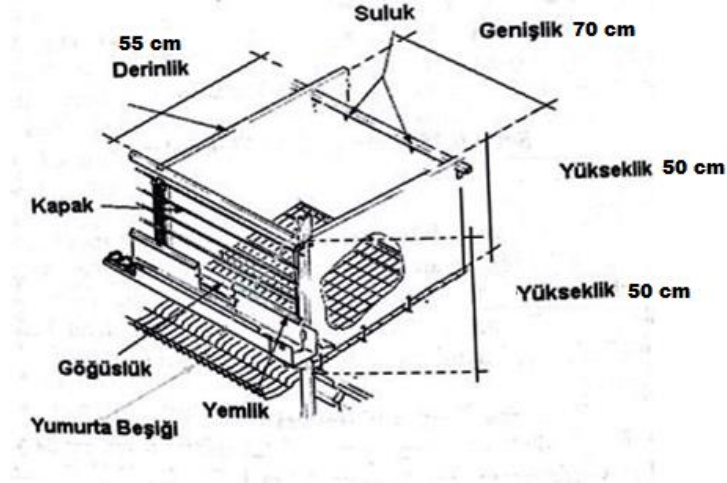
Mineral karışımı: Her 1 kg'lık karışımda; manganez 80.000 mg; demir 60.000 mg; çinko 60.000 mg; bakır 5.000 mg; kobalt 200 mg; iyot 1.000 mg; selenyum 150 mg bulunmaktadır.

4.2. Yöntem

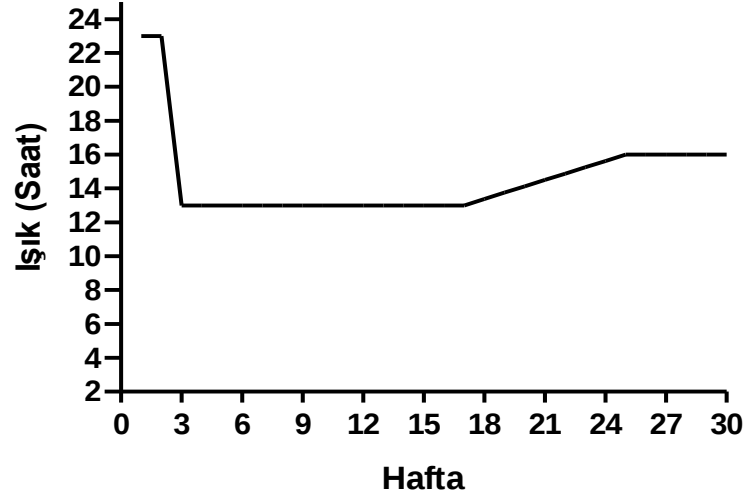
4.2.1. Deneme düzeni ve yetiştirme sistemleri

4.2.1.1. Konvansiyonel kafes sistemi

Sistem 4 katlı bataryalı sistemdir. Bu sistemde sürü büyüklükleri yaklaşık 40 bin tavuk civarındadır. Her bir kafes gözünde 7 adet tavuk barındırılmaktadır. İşletmede kullanılan kafesler Şekil 4'te şematize edilmiştir. Kafes ünitelerinin boyutları; en 70 cm, boy 55 cm, yükseklik 50 cm'dir. Her üniteye 3 adet nipel suluk, 70 cm uzunluğunda yemlik bulunmaktadır. Kümes şartları tavukların ihtiyaçlarına göre düzenlenmektedir. Aydınlatma suni olarak yapılmakla birlikte yumurtlama döneminde (25. hafta itibari ile) karanlık/aydınlık periyot 8/16 saattir. Kümeslerde uygulanan aydınlatma programı Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4: İşletmede kullanılan konvansiyonel kafeslerin örnek şematik görünümü.



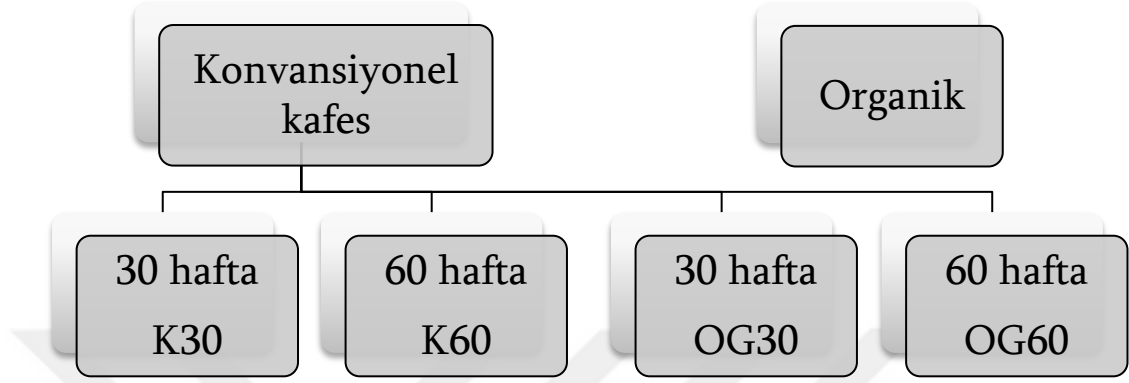
Şekil 5: Kümeslerde uygulanan aydınlatma programı.

4.2.1.2. Organik sistem

Organik üretim, tavukların iç alanda barındığı ve gün içerisinde dışarıda da gezebildiği dış alanla kombine şekilde yürütülmektedir. 3000 adet kapasiteli kümeslerde iç alan 560 m², dış alan ise 12.000 m² (12 dönüm) şeklindedir. Tavuklar hava sıcaklığının uygun olduğu günlerde ortalama 8 saat dışarıda gezinmektedirler. Yumurtlama döneminde (25. hafta itibari ile) karanlık/aydınlık periyot 8/16 saattir. Aydınlatma, gün ışığı + suni olarak yapılmaktadır. 3000 hayvan için kümeslerde ortalama 120 adet yuvarlak yemlik, 200 adet nipel suluk bulunmaktadır. Kullanılan yemin protein ve enerji içeriği konvansiyonel sistemle aynıdır (Tablo 8).

Araştırma süresince daha önceden ziyaret edilen kümeslerden mevsimsel etkilerin asgari düzeyde tutulması amacıyla yarka giriş tarihlerine göre belirlenen konvansiyonel ve organik sistemde 30 ve 60 haftalık yaştaki sürülerin oluşturduğu kümeslerin en uygun ocak ve şubat aylarına denk geldiği belirlenmiştir. Bu sebeple alınan karaciğer örnekleri ve yumurtalar her bir sistem ve yaş için

bahsedilen tarihte alınmıştır. Şekil 6’da araştırmanın deneme düzeni şematize edilmiştir. Şekil 7’de işletmenin organik kümesinden bir görüntü verilmiştir.



Şekil 6: Araştırmanın deneme düzeni.



Şekil 7: İşletmedeki organik sistemden bir görüntü.

4.3. Performans verilerinin elde edilmesi

Performans verileri işletmede her bir kümes için ayrı ayrı düzenlenmiş kartelalardan takip edilmiştir. Bu kartelalarda 20-72 haftalar arası günlük olarak tutulan ticari (sağlam), kirli, kırık-çatlak, çift sarılı yumurtalar, ölen tavuk sayıları ile yem tüketimlerine ait veriler bulunmaktadır. Hem konvansiyonel kafes hem de organik sisteme ait kümeslerin kartelaları iki ay aralıklarla işletme ziyaretleri sırasında toplanmıştır. Konvansiyonel ve organik sistemlere ait performans verilerinin takibi için her sistemden 4 sürü takip edilmiştir. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde aşağıdaki formüller kullanılmıştır (41, 206).

Ticari yumurta verimi (TYV-HD), tavuk/gün;

$$TYV-HD = \frac{\text{Günlük elde edilen ticari yumurta sayısı}}{\text{Aynı gün kümeste bulunan tavuk sayısı}} \times 100$$

Toplam yumurta verimi (TopYV-HD), tavuk/gün;

$$TopYV-HD = \frac{\text{Günlük elde edilen toplam yumurta sayısı}}{\text{Aynı gün kümeste bulunan tavuk sayısı}} \times 100$$

TYV-HH tavuk/kümes;

$$TYV-HH = \frac{\text{Günlük elde edilen ticari yumurta sayısı}}{\text{Yirminci haftadaki (araştırma başlangıcı) tavuk sayısı}} \times 100$$

TopYV-HH tavuk/kümes;

$$TopYV-HH = \frac{\text{Günlük elde edilen toplam yumurta sayısı}}{\text{Yirminci haftadaki (araştırma başlangıcı) tavuk sayısı}} \times 100$$

%50 verim yaşı

Tavukların ticari yumurta verimi, tavuk/gün %50'ye ulaştığı gün %50 verim yaşı olarak belirlenmiştir.

Pik yumurta verimi, tavuk/gün (%)

Tavukların ticari yumurta verimlerinin, tavuk/gün en yüksek değeri pik yumurta verimi olarak belirlenmiştir.

Pik verim yaşı

Tavukların ticari yumurta verimlerinin, tavuk/gün en yüksek değerine denk gelen gün pik verim yaşı olarak belirlenmiştir.

Kirli yumurta oranı (KYO);

$$KYO = \frac{\text{Günlük elde edilen kirli yumurta sayısı}}{\text{Günlük elde edilen toplam yumurta sayısı}} \times 100$$

Kırık-çatlak yumurta oranı (KÇYO);

$$KÇYO = \frac{\text{Günlük elde edilen kırık-çatlak yumurta sayısı}}{\text{Günlük elde edilen toplam yumurta sayısı}} \times 100$$

Çift sarılı yumurta oranı (ÇYO);

$$ÇYO = \frac{\text{Günlük elde edilen çift sarılı yumurta sayısı}}{\text{Günlük elde edilen toplam yumurta sayısı}} \times 100$$

Günlük ölüm oranı (GÖO);

$$GÖO = \frac{\text{Günlük ölen tavuk sayısı}}{\text{Aynı gün kümeste bulunan toplam tavuk sayısı}} \times 100$$

Toplam ölüm oranı (TÖO);

$$TÖO = \frac{\text{Toplam ölen tavuk sayısı}}{\text{Yirminci haftadaki (araştırma başlangıcı) tavuk sayısı}} \times 100$$

Günlük yem tüketimi;

Tüketilen yem (g) / Tavuk sayısı / Gün

Yemden yararlanma, bir adet yumurta/g yem;

Tüketilen toplam yem (g) / Üretilen toplam yumurta sayısı

Yemden yararlanma, kg yumurta/kg yem;

Tüketilen toplam yem (kg) / Üretilen toplam yumurta (kg)

Yemden yararlanma, kg yem/kg yumurta

Üretilen toplam yumurta (kg) / Tüketilen toplam yem (kg)

4.4. Yumurtanın dış ve iç kalite özelliklerinin analizleri

Araştırma için konvansiyonel kafesli ve organik sistemden 30 ve 60 haftalık yaşta, her bir sistem ve yaştaki kümeslere mevcut haftalarda haftada iki kez gidilerek rastgele 90 adet; toplamda 360 adet yumurta alınmıştır (2 sistem x 2 yaş x 90 adet yumurta). Yumurtaların kümesin farklı bölgelerinden alınmasına dikkat edilmiştir. Kümeslerden toplanan yumurtalar laboratuvar ortamına getirilerek bir gün buzdolabında bekletildikten sonra yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı, kalınlığı ve oranı ile kabuk ham kül analizi, şekil indeksi, ak ve sarı ağırlıkları ve oranları ile sarı rengi analizleri yapılmıştır (91, 206).

Yumurta ağırlığı

Yumurtalar 0.001 gr duyarlı hassas terazide (A&D Company Limited, FX-300i, Japonya) tartılarak kaydedilmiştir.

Şekil indeksi

Yumurtaların dijital kumpasla (Tresna, Digital Caliper, ABD) boyu ve eni ölçülerek kaydedilmiştir.

Şekil indeksi = (Yumurtanın eni / Yumurtanın boyu)*100 formülüyle hesaplanmıştır.

Ak ve sarı ağırlığı

Yumurtalar dikkatli bir şekilde orta kısımdan kırılarak ak ve sarı ayrı ayrı kaplara alınmış ve 0.001 g duyarlı hassas terazide (A&D Weighing, FX-300i, Japonya) tartılarak kaydedilmiştir.

Ak ve sarı oranları

Her yumurtaya ait ak ve sarı oranları;

Ak oranı = (Ak ağırlığı / Yumurta ağırlığı)*100,

Sarı oranı = (Sarı ağırlığı / Yumurta ağırlığı)*100 formülleriyle hesaplanmıştır.

Kabuk ağırlığı

Kırılan her yumurtanın kabuğu özenle yıkanarak 24 saat oda sıcaklığında kurumaya bırakıldı. Daha sonra kabuklar 0.001 gr duyarlı hassas terazide (A&D Weighing, FX-300i, Japonya) tartılarak kaydedilmiştir.

Kabuk oranı

Kabuk oranı = (Kabuk ağırlığı / Yumurta ağırlığı)*100 formülüyle hesaplanmıştır.

Kabuk kalınlığı

Kabuk zarları soyulmadan küt, sivri ve orta noktaları mikrometre (Mitutoyo, Model No 2050-08, Japonya) ile ölçülmüş ve bu üç noktanın ortalaması kabuk kalınlığı (mm) olarak kaydedilmiştir.

Kabuk ham kül oranı

Kabuk ham kül analizi için porselen krezeller kullanılmıştır. Krezeller kullanılmadan önce 100 °C'ye ayarlanmış etüvde 30 dk kadar bekletilerek iyice

kurumaları sağlanmış, desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulan krozeler tartılarak darası (a) kaydedilmiştir. Aynı ayrı porselen krozelere alınan kabuklar krozelerin içinde dikkatli bir şekilde ezilerek (dara+numune; b) yeniden tartılmıştır. Örnekler 550 °C’de 3-4 saat boyunca ham kül fırınında bekletilmiştir. Sürenin sonunda fırından çıkarılan örnekler desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutularak tekrar tartılmıştır (dara+kül; c). Örneklerin ham kül değerleri yüzde olarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (207).

$$\% \text{ Ham Kül (HK)} = [(c-a) / (b-a)] * 100$$

a= dara; b= dara + numune; c= dara + kül

Sarı rengi

Yumurta sarı renkleri Şekil 8’de gösterilen 15 dilimli Roche renk skalasıyla belirlenerek kaydedilmiştir.



Şekil 8: Roche sarı rengi skalası.

4.5. Laboratuvar analizleri

4.5.1. Yumurta kompozisyonu

Çalışmada kırılan yumurtalar kalite özellikleri yönünden incelendikten sonra her 7 adet yumurta sarısı bir örneği temsil edecek şekilde 50 ml’lik steril falcon tüplerde toplanarak cam baget yardımıyla iyice karıştırılıp MDA, yağ asitleri, kolesterol ve A, D, E, K vitaminleri analizleri yapılmıştır. Bu çalışmalar

Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'ne ait Kromatografi Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

4.5.1.1. Kullanılan çözeltiler

%10 Perklorik asit çözeltisi (%70 HClO₄, Merck, Darmstadt, Almanya)

71.42 ml %70 perklorik asit

500 ml'ye distile H₂O ile tamamlanmıştır.

BHT'li hekzan/izopropil alkol çözeltisi (3:2 v/v)

600 ml n-hekzan

400 ml 2-propanol

0.03 g Butil hidroksi tolüen (2,6-di t-butil-p-kresol, BHT)

İyice karıştırılarak laboratuvar sıcaklığında saklanmıştır.

%2 Metanollü sülfirik asit (H₂SO₄) çözeltisi

20 ml Metanol

1000 ml Sülfirik asit

%5 NaCl çözeltisi

50 g NaCl

1000 ml distile H₂O ile tamamlanarak iyice çözdürülmüştür.

%2 Potasyum bikarbonat (KHCO₃) çözeltisi

20 g potasyum bikarbonat

1000 ml distile H₂O ile tamamlanarak iyice çözdürülmüştür.

%10 Metanollü potasyum hidroksit (KOH) çözeltisi

20 g KOH

200 ml metanol ile tamamlanarak iyice çözdürülmüştür.

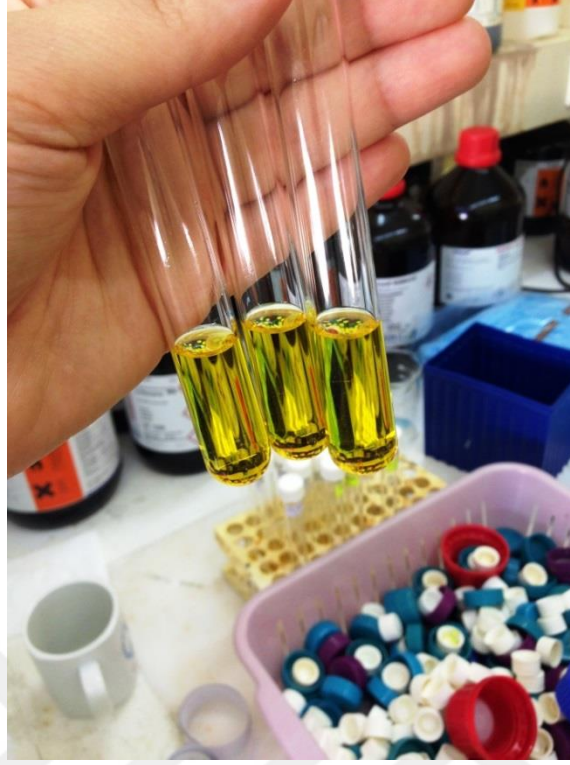
Asetonitril/metanol karışımı

60 ml asetonitril

40 ml metanol

4.5.1.2. Yumurta sarısı ve yem örneklerinin yağ asitleri, A, D, E ve K vitaminleri ve kolesterol analizleri için ekstraksiyonu

Yumurta sarısı ve incelenen her kümese ait yem örneklerinin yağ asitleri, A, D, E ve K vitaminleri ile kolesterol analizleri için ekstraksiyonu Hara ve Radin (208) tarafından tanımlanan metoda göre yapılmıştır. Bunun için, yumurta sarıları ve yem örneklerinden 2 g alınarak üzerine 50 ml'lik falcon tüplerde son hacim 10 ml olacak şekilde BHT'li hekzan/izopropil alkol çözeltisi eklenmiştir. Bu karışım 30 sn süreyle homojenize (Bosch GWS750 Stuttgart, Almanya) edilmiştir. Daha sonra bu homojenat 5000 rpm'de 4°C'de 10 dk süreyle santrifüj (Hettich Massachusetts, ABD) edilerek elde edilen süpernatant kısım 5'er ml olacak şekilde 25x150 mm boyutlarındaki iki cam tüpe alınarak yağ asidi, A, D, E ve K vitaminleri ve kolesterol analizleri için kullanılmıştır. Şekil 9'da ekstraksiyon aşamasından bir görüntü sunulmuştur.



Şekil 9: Ekstraksiyon aşamasından bir görüntü.

4.5.1.3. Yağ asidi metil esterlerinin (FAME) hazırlanması

Yağ asitleri lipidlerin ana bileşenidir. Lipitlerin fiziksel, kimyasal ve fizyolojik özellikleri içerdiği yağ asitlerinin kompozisyonuna bağlı olarak belirlenmektedir. Yağ asitlerinin gaz kromatografisinde analizlerinin yapılabilmesi için metil esterlerine dönüştürülmesi gerekir. FAME'ler alkol varlığında yağ asitlerinin uğradığı transesterifikasyon reaksiyonu sonucu ortaya çıkmaktadır (129). Ekstraksiyon aşamasında 25x150 mm boyutlarındaki cam tüpe alınan 5 ml'lik ekstrakt üzerine 5 ml %2 Metanollü sülfirik asit çözeltisi eklenerek vorteks aracılığıyla (WiseMix, Daihan Scientific Company, Güney Kore) iyice karıştırılmıştır. Bu karışım 55 °C'de 14-15 saat metilleşmenin gerçekleşmesi için beklenmiştir. Daha sonra etüvden (Memmert, Almanya) çıkarılan örneklerin oda sıcaklığına gelmesi beklenmiştir. Örneklerin üzerine 5 ml %5 NaCl çözeltisinden

eklenerek el ile iyice karıştırılmıştır. Tüpler içinde oluşan yağ asidi metil esterleri n-hekzan ile ekstrakte edilerek hekzan fazı üstten pipetle alınmış ve %2 Potasyum bikarbonat (KHCO_3) çözeltisi ile muamele edilmiştir. Faz ayrımı için 3 saat beklenmiştir. Süre sonunda üst faz 25x100 mm'lik deney tüpüne alınarak 37°C'de yaklaşık 2 gün bekletilmiştir. İki gün sonunda örneklerin üzerine 1 ml heptan konularak vorteks aracılığıyla karıştırılmış ve örnekler gaz kromatografisinde analiz için viallere alınmıştır (209).

4.5.1.4. Yağ asitlerinin gaz kromatografisinde (GC) analizleri

Yağ asitleri, metil esterlerine dönüştürüldükten sonra gaz kromatografisi (Shimadzu GC 17A, Japonya) ile analiz edilmiştir. Analiz için 30 m uzunluğunda 0.25 mm iç çapa sahip ve 0.2 μm film kalınlığında SPTM-28 kaynaşmış silika kapiller kolon (Sigma-Aldrich Co. LLC. Taufkirchen, Almanya) kullanılmıştır. Analiz sırasında kolon sıcaklığı 120-220 °C, injeksiyon sıcaklığı 240°C ve detektör sıcaklığı 280°C olarak tutulmuştur. Kolon sıcaklık programı 120°C'den 220 °C'ye kadar ayarlanmıştır. Sıcaklık artışı 200 °C'ye kadar 5 °C/dk ve 200 °C'den 220 °C'ye kadar 4°C/dk olarak belirlenmiştir. 220 °C'de 8 dakika tutularak ve toplam süre 35 dakika olarak belirlenmiştir. Taşıyıcı gaz olarak azot gazı kullanılmıştır. Analiz sırasında örneklere ait yağ asidi metil esterlerinin analizinden önce, standart yağ asidi metil esterlerine ait karışımlar enjekte edilerek, her bir yağ asidinin alıkonma süreleri belirlenmiştir. Bu işlemden sonra gerekli programlar yapılarak örneklere ait yağ asidi metil esterlerinin analizleri yapılmıştır (210). Yağ asitlerinin değerleri toplam yağ asitleri içinde her bir yağ asidinin yüzdelik (%) miktarları olarak ölçülmüştür. Analizler yapılırken cihazın GC Solution Ver. 2.32 paket programı kullanılmıştır. Tablo 9'da yumurta

sarıları örneklerinde belirlenen yağ asitlerinin yaygın ve sistematik adları ve sahip oldukları karbon sayıları gösterilmiş, Tablo 10'da ise karma yem örneklerine ait yağ asitleri bileşimi sunulmuştur

Tablo 9: Araştırmada incelenen yağ asitleri.

Yaygın adı	Sistematik adı	Karbon sayısı
Miristik asit	Tetradekanoik asit	C 14:0
Palmitik asit	Heksadekanoik asit	C 16:0
Margarik asit	Heptadekanoik asit	C 17:0
Stearik asit	Oktadekanoik asit	C 18:0
Behenik asit	Dokosanoik asit	C 22:0
Palmitoleik asit	9-cis-heksadekenoik asit	C 16:1n7
Oleik asit	cis-9-oktadekenoik asit	C 18:1n9c
Elaidik asit	(E)-oktadek-9-enoik asit	C 18:1n9t
Nervonik asit	cis-15-tetrakosenoik asit	C 24:1n9
Linoleik asit	cis-9,12-oktadekadienoik asit	C 18:2n6c
Eikozadienoik asit	cis-11,14-eikosadienoik asit	C 20:2n6
Alfa-linolenik asit (ALA)	cis-9,12,15-oktadekatrienoik asit	C 18:3n3
Gamma-linolenik asit (GLA)	cis-6,9,12-oktadekatrienoik asit	C 18:3n6
Dihomo-gamma-linolenik asit	cis-8,11,14-eikosatrienoik asit	C 20:3
Araşidonik asit (AA)	cis-5,8,11,14-eikosatetraenoik asit	C 20:4n6
Servonik asit (DHA)	cis-4,7,10,13,16,19-dokosahekzaenoik asit	C 22:6n3

Tablo 10: Karma yemlere ait yağ asiti profili (%).

	Konvansiyonel	Organik	30 hafta	60 hafta
C 16:0	12.70	13.51	12.61	13.60
C 18:0	4.00	4.17	4.20	3.98
C 20:0	0.17	-	-	-
C 22:0	0.16	0.32	0.31	0.17
C 18:1n9c	27.01	24.41	24.69	26.93
C 18:2n6c	51.64	52.27	53.18	50.73
C 18:3n3	3.94	4.98	4.66	4.22
C 18:3n6	0.38	0.34	0.35	0.37
ΣSFA	17.03	18.00	17.12	17.75
ΣMUFA	27.01	24.41	24.69	26.93
ΣPUFA	55.96	57.59	58.19	55.32
Σn-3	3.94	4.98	4.66	4.22
Σn-6	52.02	52.61	53.53	51.10
Σn-6/n-3	13.20	10.56	11.48	12.10

4.5.1.5. HPLC ile kolesterol ve A, D, E ve K vitaminleri analizleri

HPLC ile kolesterol ve A, D, E ve K vitaminleri analizleri için ekstrasyon aşamasında 25x150 mm boyutlarındaki cam tüpe alınan 5 ml’lik ekstrakt üzerine 5 ml elde edilen %10 Metanollü potasyum hidroksit (KOH) çözeltisinden 5 ml ilave edilmiştir. Örnekler vorteksle (WiseMix, Daihan Scientific Company, Güney Kore) iyice karıştırıldıktan sonra 85 °C’de 15 dk bekletilmiştir. Tüpler oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve üzerine distile H₂O ilave edilerek ve karıştırılmıştır. Sabunlaşmayan lipofilik moleküllerin ekstraksiyonu için daha önce tüplere ilave edilen distile H₂O ile eşitlenene kadar n-hekzan eklenmiştir. Bu karışım 3 kez alt üst edilerek tüplerin kapakları kapalı olacak şekilde oda

sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. 24 saat sonunda faz ayrımı sonrası üst faz 25x100 mm boyutlarındaki cam tüplere alınmıştır. Fazda kalan n-hekzanın giderilmesi için 37 °C’de yaklaşık 2 gün beklenmiştir. Kalan tortu 1 ml asetonitril/metanol karışımında çözülerek otosampler viallerine alınmıştır.

Analizler, HPLC cihazında (Schimadzu VP serisi, Koyota, Japonya) LC Solution paket programı kullanılarak yapılmıştır. Analizler yapılırken, mobil faz olarak Asetonitril/metanol (% 60+%40, v/v) karışımı kullanılmıştır. Mobil faz akış hızı 1 ml/dk olarak belirlenmiştir. A, D, E ve K vitamin analizi için DAD-UV detektörü, kolon olarak da Nucleodur LC 18 (15 x 4.6 cm, 5 µm; MN USA) kolonu kullanılmıştır, A vitamini için deteksiyon dalga boyu 326 nm, E, D, K vitaminleri ve kolesterol için 202 nm’de ölçülmüştür (211, 212). A, D, E ve K vitaminleri ile kolesterol HPLC standartları (Sigma-Aldrich Co. LLC. Taufkirchen, Almanya) metanol içerisinde hazırlanarak konsantrasyon hesaplamaları için kalibrasyonda kullanılmıştır. Kolesterol ile D, E, K vitaminleri değerleri mg/g, A vitamini değeri µg/g olarak hesaplanmıştır. Tablo 11’de karma yemlere ait kolesterol ve A,D,E,K vitaminleri değerleri gösterilmiştir.

Tablo 11: Karma yemlere ait kolesterol ve A,D,E,K vitaminleri değerleri.

Parametreler	Konvansiyonel, 30 hafta	Organik, 30 hafta	Konvansiyonel, 60 hafta	Organik, 60 hafta
Kolesterol, mg/g	0.190	0.163	0.450	0.480
Retinol, µg/g	8.25	4.25	1.75	12.25
Vitamin D2, mg/g	0.152	0.098	0.134	0.154
α-tokoferol, mg/g	0.090	0.033	0.007	0.154
δ-tokoferol, mg/g	0.020	0.025	0.008	0.038
Vitamin K2, mg/g	0.040	0.043	0.020	0.055

4.5.1.6. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile yumurta sarılarının MDA analizi

Yumurta sarısındaki MDA seviyeleri Karataş ve ark. (213) göre belirlenmiştir. Her bir yumurta sarısı örneklerinden 50 ml'lik falcon tüplere 1 g alınmıştır üzerlerine %10 perklorik asit çözeltisinden 10 ml ilave edilerek 5000 rpm'de 4 °C'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Üst kısımda kalan sıvı kısım (süpernatant) otosampler viallerine alınmadan önce 4 °C'de 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra viallere alınan 1 ml süpernatant tam otomatik sistem HPLC (Schimadzu VP serisi, Koyota, Japonya) cihazında analizleri yapılmıştır. Mobil faz olarak 30 mM KH₂PO₄ ve metanol karışımı (% 65-% 35, H₃PO₄ ile pH=4), kolon olarak da ODS-3 kolonu (5 µm, 4.6x150 mm, Inertsil, GL Sciences, Japonya) kullanılmıştır. Mobil faz akış hızı 1 ml/dk ve DAD dedektörünün dalga boyu 244 nm olarak belirlenmiştir. MDA standardı (Sigma-Aldrich Co. LLC. Taufkirchen, Almanya) 2.92 µg/ml olacak şekilde hazırlanarak örneklerin MDA düzeyleri LC Solution paket programında nmol/g olarak hesaplanmıştır.

4.5.2. Karaciğer dokusu HSP70 analizleri

Konvansiyonel ve organik sistemde gruplar arasındaki (K30, K60, OG30, OG60) mevsimsel farklılıkların elimine edilmesi bakımından 30 ve 60'ncı haftalarda haftada iki kez ziyaret edilerek HSP70 analizleri için numune alınmıştır. Her bir sistem (konvansiyonel ve organik) ve yaştan (30 ve 60 haftalık) 12 adet olmak üzere toplam 48 adet tavuk, kümeslerin farklı bölgelerinden seçilmiştir (2 sistem x 2 yaş x 12 adet).

4.5.2.1. Doku homojenizasyonu

Tavuklar boyun uçurma y ontemiyle kesildikten sonra dikkatli bir şekilde alınan karaciğer dokusu soğuk zincirde laboratuvar ortamına getirilerek -70 C’ de (Hettich Massachusetts, ABD) muhafaza edilmiştir. Dondurulmuş dokular 1:10 (w/v) oranında doku parçalama solüsyonuyla (20mM Tris, pH 7.4) cam laboratuvar tüplerinde homojenizatör (Witeg Labortechnik, Wertheim, Almanya) yardımıyla buz parçaları bulunan bir kabın içinde 3 kez 30’ar saniye homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenatlar +4 C’de 31.000g devirde 10 dakika boyunca santrifüj (Hettich Massachusetts, ABD) edilmiştir. Tüpün  st kısmında kalan süpernatant 1.5 mL’lik eppendorf tüplere alınarak protein miktarının belirlenmesi için ayrılmıştır. Protein miktarları belirlendikten sonra geriye kalan kısım poliakrilamid jel elektroforezi ve Western blot analizleri yapılmı aya kadar derin dondurucuda saklanmıştır.

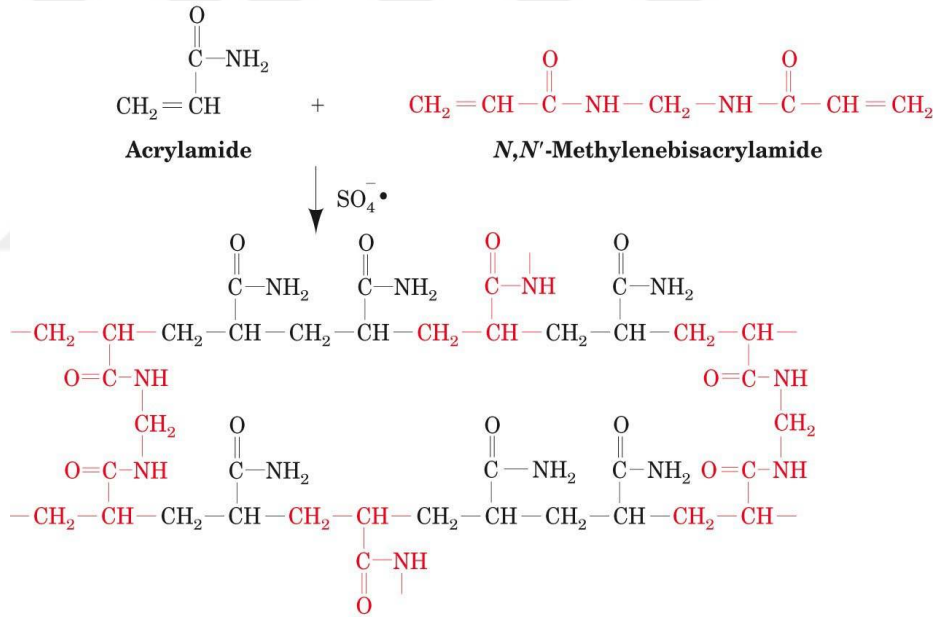
4.5.2.2. Protein miktarlarının belirlenmesi

Protein miktar tayininde DNA, ribonükleik asit (RNA) ve proteinlerin floresan boyalar yardımıyla yüksek hassasiyetle miktarlarının ölçülmesinde kullanılan florometre (Qubit2, Invitrogen, California, ABD) cihazı kullanılmıştır. Protein miktarları üretici firma tarafından cihazla birlikte verilen kitler kullanılarak, firmanın direktifleri doğrultusunda yapılmıştır.

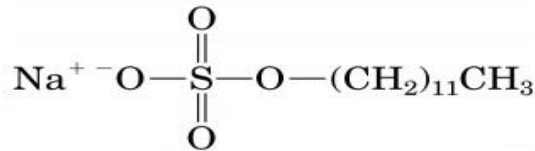
4.5.2.3. SDS-poliakrilamid jel elektroforezi (SDS-PAGE)

Elektroforez tekniği protein, peptid,  eker ve nükleik asit gibi yüklü taneciklerin iyonize ortamda belirli bir pH ve elektriksel alan içerisinde molek l ağırlıkları ve y k farklarına göre sa la tırılması ve ayrı tırılmasında birçok alanda kullanılmaktadır. SDS-PAGE tekniğinde anyonik bir deterjan olan sodyum

dodesil sülfat (SDS) ile kombine edilen indirgeyici ajanlar (β -mercaptoetanol veya ditiyotretol) proteinleri üç boyutlu yapıdan tek boyutlu yapıya dönüştürerek poliakrilamid jelde ayrılmalarını sağlamaktadır. Jelin ayrıştırma gücü ve molekül boyut aralığı akrilamid ve çapraz bağlayıcı olarak kullanılan bisakrilamidin yoğunluğu ve polimerizasyonu ile gerçekleşmektedir. Polimerizasyon işlemi stabilizatör bir madde olan N,N,N',N' tetrametiletilendiamin (TEMED) ve bir serbest radikal olan amonyum persülfatın (APS) 20°C üzerindeki sıcaklıkta akrilamidi katalize etmesiyle gerçekleşmektedir. Şekil 10'da iki boyutlu yapısal formüllerle polimer jelin oluşumu şematize edilmiştir.



Şekil 10: Polimer jelin oluşumu (214).



Şekil 11: Sodyum dodesil sülfat (SDS) (215).

Anyonik deterjan SDS, proteinlerin dördüncül, üçüncül ve ikincil yapılarını bozarak proteinleri peptid zincirlerine dönüştürmektedir. Peptidler SDS ile sarılarak misel görünümü kazanır. Zincirde yer alan her 2 aminoasit artığına 1 molekül SDS bağlanarak proteinlerin hepsi (-) yüklenir. Şekil 11’de SDS’nin iki boyutlu yapısal formülü gösterilmektedir. SDS-PAGE ile proteinler, net yük ve şekillerine göre değil sadece molekül büyüklüklerine göre birbirinden ayrılmaktadır. Böylece moleküllerin elektriksel alandaki hareketi güç kaynağının sağladığı akımla negatif (-) kutuptan pozitif (+) kutba doğru gerçekleşmektedir. Jeldeki akrilamid yoğunluğu arttığında gözenekler daha sık oluşacağından büyük molekül ağırlığına sahip moleküllerin hareket hızı azalmaktadır.

4.5.2.3.1. Kullanılan çözeltiler

6 N HCl

25 ml %37 HCl (Merck)

25 ml distile H₂O

1.5 M Tris, pH 8.8

18.171 g Tris

50 ml distile H₂O

Tris çözünene kadar karıştırıldı ve 6N HCl ile pH ayarlandıktan sonra son hacim 100 ml’ye tamamlanarak 4°C’de saklanmıştır.

0.5 M Tris, pH 6.8

9.085 g Tris

50 ml distile H₂O

Tris çözünene kadar karıştırıldı ve 6N HCl ile pH ayarlandıktan sonra son hacim 100 ml’ye tamamlanarak 4 °C’de saklanmıştır.

%30 (29:1) Akrilamid/Bisakrilamid çözeltisi (Sigma-Aldrich Co. LLC.
Taufkirchen, Almanya)

%10 SDS çözeltisi

10 g SDS

100 ml distile H₂O ile tamamlanmıştır.

N,N,N',N' tetrametiletilendiamin (TEMED) (Sigma-Aldrich Co. LLC.
Taufkirchen, Almanya)

%10 Amonyum persülfat (APS) çözeltisi

0.05 g APS

500 µl distile H₂O ile tamamlanarak her gün taze hazırlanmıştır.

4X Laemmli Sample Buffer (yükleme çözeltisi) (Bio-Rad California, ABD)

β-Mercaptoetanol (Acros Organics New Jersey, ABD)

Protein ağırlık belirleyicisi (Applied Biological Materials Inc. British Columbia,
Kanada)

Tris-glisin buffer pH 8.3 (Tank yürütme solüsyonu)

3.03 g Tris

14.4 g Glisin

10 ml %10 SDS

985 ml distile H₂O

Tablo 12: SDS-PAGE’ de kullanılan jeller (216).

Ayırma Jeli (%12)	Miktar	Yükleme Jeli (%6)	Miktar
Distile su	2.6 ml	Distile su	2.6 ml
%30 Akrilamid+Bisakrilamid	3.2 ml	%30 Akrilamid+Bisakrilamid	1 ml
1.5 M Tris pH 8.8	2 ml	0.5 M Tris pH 6.8	1.25 ml
%10 SDS	80 µl	%10 SDS	50 µl
%10 APS	80 µl	%10 APS	50 µl
TEMED	8 µl	TEMED	5 µl
Toplam	8 ml	Toplam	5 ml

SDS-PAGE ile protein örneklerinin analizleri Laemmli’ye (217) göre yapılmıştır. İki cam plaka eşit bir şekilde hizalanarak, aralarında 1 mm boşluk olacak şekilde birleştirilmiştir. Daha sonra bu boşluğa 8 ml’lik ayırma jeli solüsyonu otomatik pipet (Topscien Jiangshan, China) yardımıyla dökülerek oda sıcaklığında solüsyonun polimerize (jelleşme) olması beklenmiştir. Jelleşme gerçekleşikten sonra ayırma jelinin üzerine otomatik pipet yardımıyla yükleme jeli solüsyonu eklenerek 10 dişli tarak, yükleme jeli solüsyonuna batırılmıştır. Yine oda sıcaklığında solüsyonun jelleşmesi beklenmiştir. Jelleşme tamamlandıktan sonra 10 dişli tarak dikkatlice çıkartılmıştır. Aralarında jel içeren cam plakalar tank yürütme solüsyonu eklenen dikey elektroforez sistemine (Bio-Rad California, ABD) yerleştirilmiştir. Tablo 9’da SDS-PAGE’te kullanılan jellerin içerikleri verilmiştir. Taraklar çıkarıldıktan sonra oluşan her bir kuyucuğa son hacmi 30 µl olan yükleme çözeltisi, içerisinde toplam protein miktarı 30 µg olacak şekilde yine otomatik pipet (Eppendorf New York, ABD) yardımıyla yüklenmiştir. Proteinleri ağırlıklarına göre belirleyebilmek için ilk kuyucuğa protein ağırlık belirleyicisinden (Applied Biological Materials Inc. British Columbia, Kanada) 5 µl yüklenmiştir. Protein örnekleri yükleme jelini geçene

kadar sisteme güç kaynağı aracılığıyla (Bio-Rad California, ABD) 50V sabit akım verilmiştir. Örnekler yükleme jelini geçtikten sonra akım 120V'ye çıkarılarak proteinler 90 dk boyunca yürütülmüştür.

4.5.2.4. Western blot analizleri

4.5.2.4.1. Kullanılan çözeltiler

Total protein boyama çözeltisi

0.5 g Ponceau S

25 ml Glacial asetik asit

Distile H₂O ile 500 ml'ye tamamlanmıştır.

10X Tris Buffered Saline (TBS) (Tampon çözelti-stok)

24.23 g Tris

80.06 g NaCl

800 ml distile H₂O

İyice karıştırılarak hazırlanan bu çözelti 6 N HCl ile pH 7.6'ya ayarlanarak son hacmi 1000 ml'ye tamamlanmıştır.

1X Tris Buffered Saline (TBS) (Tampon çözelti)

50 ml 10X TBS

450 ml distile H₂O

%10 Tween 20

10 ml Tween 20

Distile H₂O ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

%0.1 Tween 20 içeren TBS (TBS-T) (Yıkama solüsyonu)

100 ml 10X TBS

10 ml %10 Tween 20

890 ml distile H₂O

%5 bloklama solüsyonu

5 g Bovine Serum Albumin (BSA)

TBS-T ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

%3 antikor sulandırma solüsyonu

3 g BSA

TBS-T ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Substrat çözeltisi

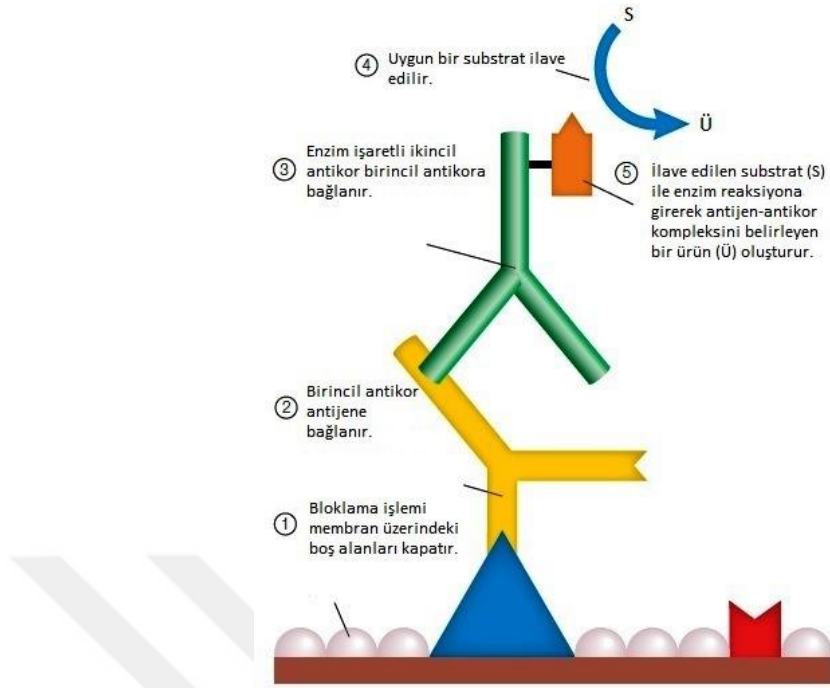
0.01 g 3,3'-Diaminobenzidin tetrahidroklorit (DAB)

20 µl %3 Hidrojen peroksit (H₂O₂)

20 ml 1X TBS

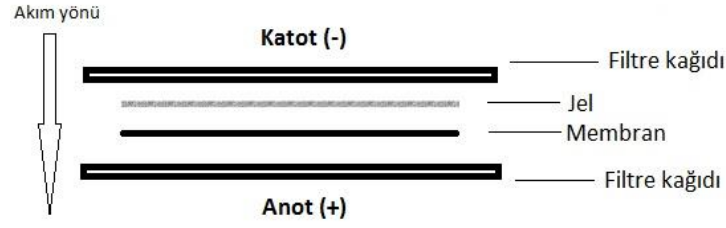
Direkt ışık almayacak şekilde loş ortamda hazırlanmıştır.

Western blot tekniği kısaca, SDS-PAGE ile jelde yürütülen proteinlerin elektroforetik olarak katı bir ortama aktarılması işlemidir (218). Bu teknikte katı bir ortam olarak sıklıkla kâğıt yapısında nitrosellüloz veya bir çeşit naylondan üretilmiş poliviniliden florit (PVDF) denilen özel membranlar kullanılır. Proteinler membrana aktarıldıktan sonra sırasıyla bloklama, özgül birincil antikorla muamele, yıkama, kullanılacak substratın özelliğine göre enzim, radyoaktif veya floresan işaretli bir maddeyle işaretlenmiş ikincil antikorla muamele ve uygun substrat kullanılarak proteinlerin belirlenmesi işlemleri gerçekleştirilir. Şekil 12' de enzimatik olarak belirlenen antijen-antikor reaksiyonu gösterilmiştir.



Şekil 12: Enzimatik olarak antijen-antikor reaksiyonunun belirlenmesi.

Bu çalışmanın Western blot analizleri Towbin (218)'nin belirttiği metot üzerinde birkaç küçük değişiklik uygulanarak yapılmıştır. SDS-PAGE'den sonra iki cam plaka arasından çıkarılan jel dikkatli bir şekilde iki filtre kâğıdı arasında bulunan nitrosellüloz membran (Bio-Rad California, ABD) üzerine yerleştirilmiştir. Akım yönü (-) kutuptan (+) kutba olacak şekilde hazırlanan sandviçin yarı kuru transfer sisteminde (Bio-Rad California, ABD) 1.3A 25V sabit akımda 7 dk boyunca transferi gerçekleştirilmiştir. Şekil 13'te hazırlanan sandviç şematize edilmiştir.



Şekil 13: Western blotta oluşturulan sandviçin şematik görünümü.

Transfer işleminden sonra transferin değerlendirilmesi için membran, üzerindeki proteinler belirinceye kadar Ponceau S ile temiz bir kap içerisinde boyanarak arkasında distile suyla membran üzerinde kalan boya giderilmiştir. Daha sonra membranı hem HSP70 hem de β -Actin yönünden incelemek amacıyla membran, 42 ve 70 kDa arasından steril bir bistüri yardımıyla kesilerek (stripping) iki parçaya ayrılmıştır. Bu işlem yapılırken membran üzerine transfer olan protein ağırlık markörünün 42 ve 70 kDa'lık bölgeleri belirlenmiş ve bu bölgelerin arası dikkatlice kesilmiştir.

Transferi gerçekleşen membranın üzerinde boş kalan alanları kapatmak amacıyla %5 bloklama solüsyonunda +4°C' de bir gece bekletilmiştir. Ertesi gün bloklama solüsyonunun giderilmesi için membran 3 kez 5'er dk yıkama solüsyonu ile temiz bir kap içinde yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra temiz bir petri kutusuna alınan membran HSP70 proteinine özgü farede üretilmiş monoklonal birincil antikor (Sigma-Aldrich Co. LLC. Taufkirchen, Almanya), antikor sulandırma solüsyonuyla 1:1000 oranında sulandırılarak 2 saat boyunca oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra membran 4 kez 5'er dk yıkama solüsyonuyla yıkanmıştır. Membran, tavukta üretilmiş anti-fare IgG ikincil antikor (Santa Cruz Biotechnology Inc. Texas, ABD) 1:5000 oranında

antikor sulandırma solüsyonuyla sulandırılarak yine oda sıcaklığında 1 saat inkübe edilmiştir. Bir saat sonunda 4 kez 5'er dk yıkama solüsyonu ile yıkanan membran son bir defa soğuk TBS solüsyonuyla 10 dk yıkanarak Tween 20 kalıntılarından arındırılmıştır. Son basamakta membran, üzerinde protein bantları belirene kadar (5-10 dk) karanlık bir ortamda DAB substrat çözeltisiyle muamele edilmiştir.

Aktin, globüler (yuvarlak) yapılı ve tüm ökaryotik hücrelerde bulunan çok fonksiyonlu bir proteindir. Omurgalılarda başlıca alfa (α), beta (β) ve gamma (γ) olmak üzere 3 ana gruba ayrılmıştır. Kas dokusunda bulunan α -aktin kasılma bileşenlerinin önemli bir elemanıdır. β ve γ aktinler çoğu hücrede hücre iskeletinin yapısını oluşturarak hücre içi organel hareketliliğini sağlarlar. Bunların yanında bölünme ve sinyalleşme gibi önemli hücresel faaliyetlerde görev almaktadırlar (219). Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase (GAPDH) olarak bilinen enzim (molekül ağırlığı yaklaşık 37kDa) glikolizis, transkripsiyon aktivasyonu ve apoptozun başlatılması gibi bazı olaylarda görev almaktadır (220). α ve β olmak üzere iki alt birimden oluşan tubulin, globüler protein süper ailesinin bir üyesidir. α ve β tubulinler mikrotübüllere polimerleşerek ökaryotik hücrelerin iskelet yapısının temel unsurunu teşkil etmektedirler (221). Tüm bu sayılan enzim ve proteinler housekeeping proteinler olarak bilinmektedir. Western blot uygulamalarında incelenen dokuda aranılan hedef proteinin miktarı aynı dokudaki bir housekeeping protein ile kıyaslanarak uygulamanın etkinliği ve güvenilirliği artmaktadır. Western blot tekniğinde en sık kullanılan housekeeping protein yaklaşık 42 kDa molekül ağırlığına sahip olan β -aktindir (222).

Elde edilen protein örneklerini β -Actin yönünden incelemek amacıyla daha önce ikiye ayrılan membranın 42 kDa'lık bölgesi birincil antikor olarak farede üretilmiş monoklonal β -Actin antikoruyla (Santa Cruz Biotechnology Inc. Texas, ABD) 1:1000 oranında antikor sulandırma solüsyonuyla sulandırılarak, geri kalan prosedürler HSP70 analiziyle aynı olacak şekilde yapılmıştır.

Son olarak DAB substrat çözeltisiyle muamele edilen membranlar distile suyla yıkanıp kurutularak protein bantlarının analizi gerçekleştirilmiştir.

4.5.2.5. Protein bantlarının analizi

Protein bantlarını içeren membranlar uygun bir tarayıcıyla (Hewlett Packard Company, Photosmart C3100, California, ABD) 600 dpi (dots per inch) ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Elde edilen görüntüler Image Processing and Analysis in Java (Image J; National Institute of Health, Bethesda, ABD) programı kullanılarak Gassmann ve ark (223)'nın yöntemine göre rölatif yoğunlukları ölçülmüştür. Programda 8-bit (binary digit) formatına dönüştürülen görüntüler gri renk skalasına göre kalibre edilerek her bir bant ayrı ayrı alanlar içine alınarak çıkan değerler analiz edilmiştir.

4.5.3. İstatiksel analizler

Araştırmanın istatiksel analizleri IBM®SPSS22 (224) paket programında yapılmıştır. Araştırma 2 (Konvansiyonel kafes, organik sistem) x 2 (30, 60 hafta) faktöriyel deneme düzeninde planlanmıştır. HSP70, yağ asitleri, kolesterol, A, D, E, K vitaminleri ile yumurta kalite özellikleriyle ilgili grupların karşılaştırılmasında General Linear Model (GLM) prosedürü kullanılarak etkileşimli varyans analizi kullanılmıştır.

Performans verilerinin analizinde iki sisteme ait 4 sürünün karşılaştırılması için veriler önce normallik analizine tabi tutulmuş, verilerin parametrik test varsayımlarını karşılamadığı görülmüştür. Bağımsız iki grubun karşılaştırılmasında Mann-Withney U testi uygulanmıştır.

Veriler ortalama ve ortalamanın standart hatası (SEM) olarak verilmiştir. Verilerde istatistiksel önemlilik, olasılık değerleri $P \leq 0.05$ olan değerler için anlamlı olarak tanımlanmıştır (225).



5. BULGULAR

5.1. Performans

Verim dönemi boyunca hesaplanan ortalama performans verileri Tablo 13'te sunulmuştur. Konvansiyonel ve organik sistemde % 50 verim yaşı (156 ve 155.75 gün), pik verim yaşı (218.75 ve 201.50 gün), tavuk/gün pik yumurta verimi (%95.98 ve %96.56) açısından gruplar arasında istatistiksel bir farklılık görülmemiştir ($P>0.05$). Yirmi-72 haftalar arası incelenen parametrelerden ticari tavuk/gün (%81.53 ve %86.16) ve tavuk/kümes (%79.38 ve %81.84) yumurta verimi ile toplam tavuk/kümes (%80.73 ve %84.65) yumurta verimi arasında istatistiksel farklılık görülmemesine rağmen ($P>0.05$); toplam tavuk/gün (%82.94 ve %89.18) yumurta verimi bakımından gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Toplam kırık-çatlak ve çift sarılı yumurta oranlarında (Tablo 13) istatistiksel bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$). Ancak toplam kirli yumurta oranında iki sistem kıyaslandığında anlamlı bir farklılık görülmektedir ($P<0.05$). Organik sistemdeki kirli yumurta oranının (%1.66) konvansiyonel sisteme göre (%0.61) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sürülerin günlük ve toplam ölüm oranları bakımından benzerdir ($P>0.05$). Tablo 13'e göre tavukların konvansiyonel ve organik sistemde günlük yem tüketim miktarı (103 ve 117.33 g), bir yumurta için tüketilen yem (104 ve 118.67 g), kg yumurta başına tüketilen yem miktarları (1.71 ve 1.84 kg) ile tüketilen kg yem karşılığında üretilen yumurta miktarı (kg) arasında da (0.60 ve 0.55 kg) farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$).

Tablo 13: Sürülere ait performans parametreleri.

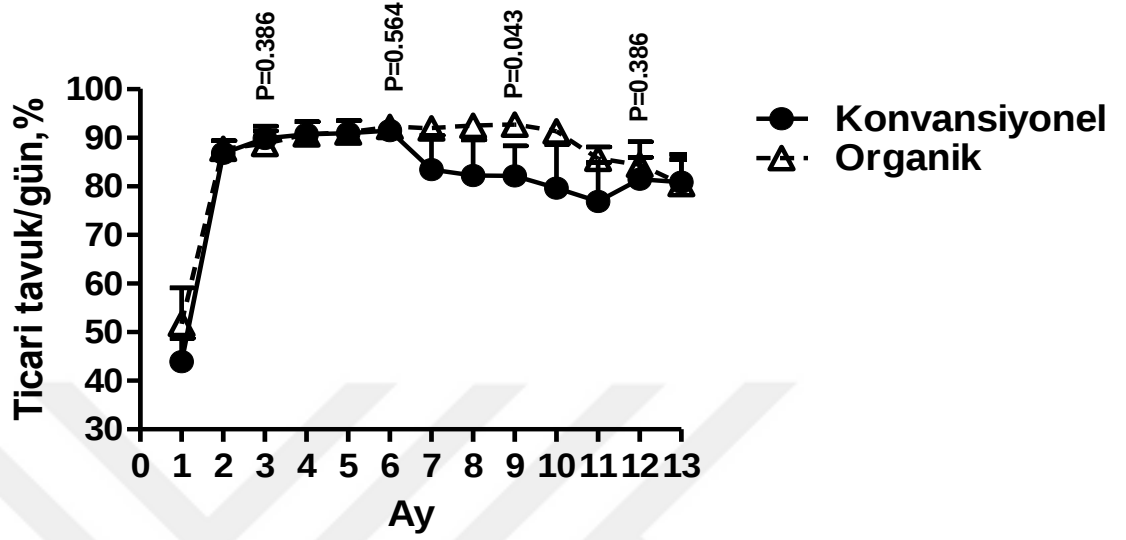
	Konvansiyonel	Organik	P-Değeri
% 50 verim yaşı (gün)	156.00±2.34	155.75±4.47	0.962
Pik verim yaşı (gün)	218.75±16.00	201.50±8.92	0.383
Pik yumurta verimi, tavuk/gün (%)	95.98±0.71	96.56±0.55	0.548
20-72. haftalar arası incelenen parametreler (%)			
Ticari yumurta verimi, tavuk/gün (hen/day)	81.53±1.55	86.16±1.50	0.890
Toplam yumurta verimi, tavuk/gün (hen/day)	82.94±1.50	89.18±1.03	0.014
Ticari yumurta verimi, tavuk/kümes (hen/housed)	79.38±1.73	81.84±2.91	0.495
Toplam yumurta verimi, tavuk/kümes (hen/housed)	80.73±1.67	84.65±2.37	0.226
Kirli yumurta oranı	0.61±0.02	1.66±0.30	0.042
Kırık-çatlak yumurta oranı	0.57±0.12	0.70±0.12	0.483
Çift sarılı yumurta oranı	0.67±0.03	0.97±0.21	0.257
Günlük ölüm oranı	0.020±0.003	0.031±0.010	0.375
Toplam ölüm oranı	7.50±1.15	10.78±3.35	0.564
Günlük yem tüketimi, g/tavuk/gün	103.00±1.00	117.33±5.93	0.076
Yemden yararlanma, g yem/bir yumurta	104.00±8.72	118.67±6.33	0.275
Yemden yararlanma, kg yem/kg yumurta	1.71±0.16	1.84±0.10	0.502
Yemden yararlanma, kg yumurta/kg yem	0.60±0.05	0.55±0.03	0.432

P≤0.05: Gruplar arasındaki fark önemlidir.

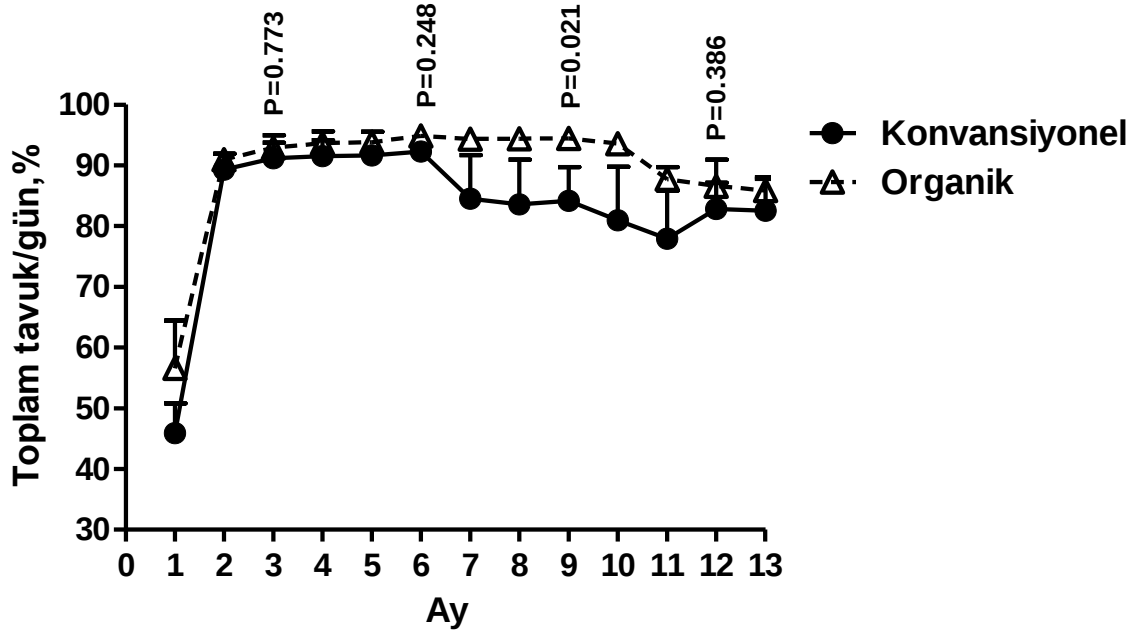
Şekil 14-25'te, performans verilerine ait grafikler ve 3. 6. 9. 12'nci aylardaki P değerleri ayrı ayrı gösterilmiştir. Şekil 14 ve 15'e göre konvansiyonel ve organik sisteme ait ticari (%82.1 ve %92.62) ve toplam (%84.15 ve %94.4) tavuk/gün verilerinin 9'uncu aylarında farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Üçüncü, 6. 9. 12. aylarda ticari ve toplam tavuk/kümes yumurta verimi değerlerinde farklılığın olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$) (Şekil 16 ve 17). Kirli yumurta oranına bakıldığında (Şekil 18), 3. (%0.25 ve %2.64), 9. (%0.99 ve %1.52) 12'nci (%0.7 ve %1.76) aylarda gruplar arasında istatistiki önemlilik göze çarpmaktadır ($P<0.05$). Kırık-çatlak yumurta oranı (Şekil 19) bakımından yetiştirme döneminin 3. (%0.13 ve %0.57), 6. (%0.19 ve %0.61) ve 9'uncu (%0.61 ve %1.58) aylarında gruplar arasında farklılık saptanmıştır ($P<0.05$). Şekil 20'ye göre %0.12 ve %0.95 olarak tespit edilen çift sarılı yumurta oranı ve Şekil 21'e göre %0.01 ve %0.033 olan ölüm oranlarının sadece 6. aylarında önemli bir farklılık bulunmuştur ($P<0.05$).

Yem tüketimleri (Şekil 22) yönünden konvansiyonel ve organik sistem karşılaştırıldığında 9. (105.33 ve 126.7 g) ve 12. (94 ve 129.7 g) aylarda anlamlı farklılıklar görülmektedir ($P\leq 0.05$). Bir yumurta için tüketilen yem miktarlarında (Şekil 23) 3. (91.66 ve 111.42 g), 6. (84.59 ve 123.72 g), 9. (107.02 ve 133.19 g) ve 12'inci (104.22 ve 146.73 g) aylarda gruplar arasındaki farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($P\leq 0.05$). Üretilen kg yumurta başına tüketilen yem miktarlarının (Şekil 24), 3. (1.54 ve 1.73 kg), 6. (1.42 ve 1.86 kg) ve 12'inci (1.75 ve 2.23 kg) aylarındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P=0.05$). Tüketilen kg yem karşılığında üretilen kg yumurta değerleri (Şekil 25) arasında da

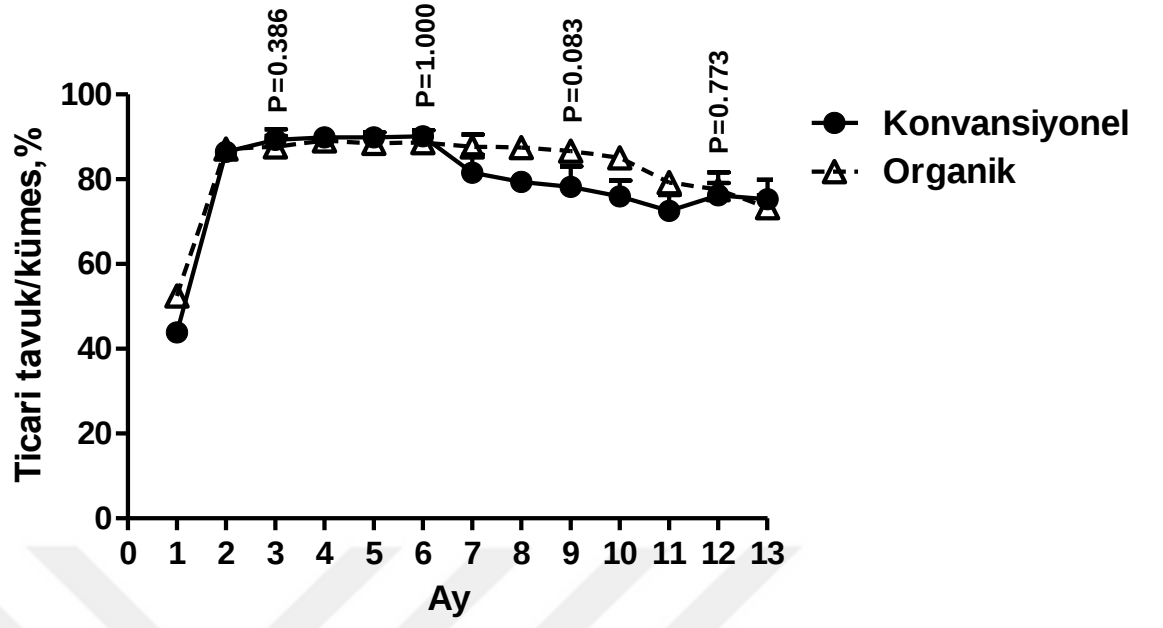
6. (0.71 ve 0.54 kg) ve 12'inci (0.58 ve 0.47) aylarda anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (P=0.05).



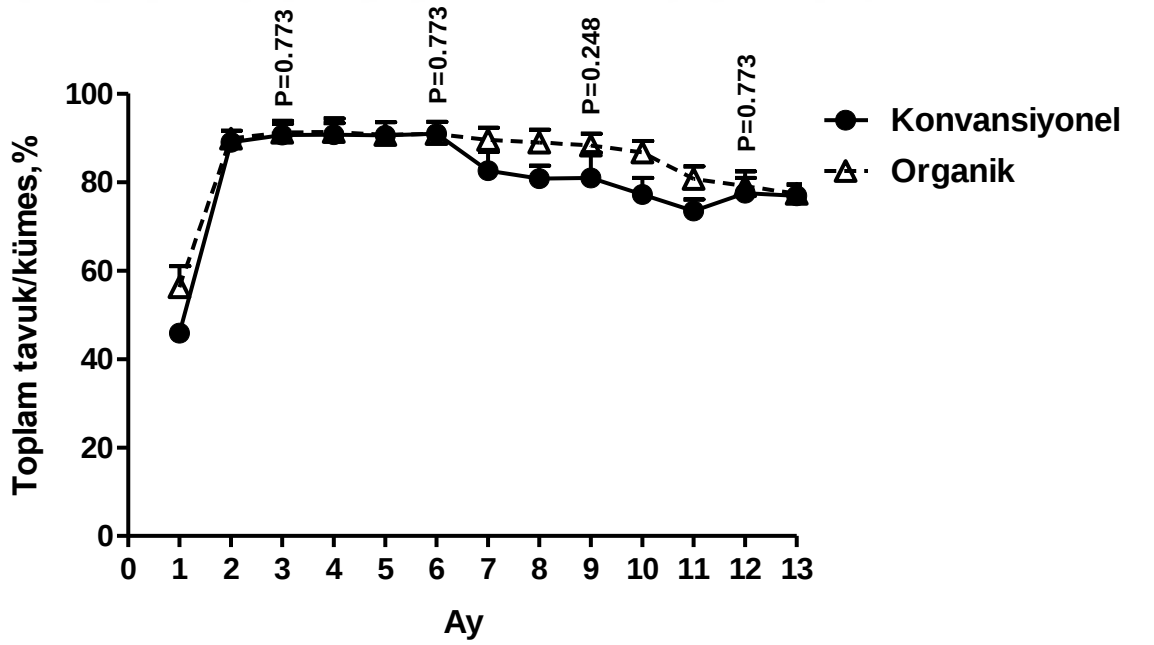
Şekil 14: İncelenen sürülere ait ticari tavuk/gün yumurta verimi.



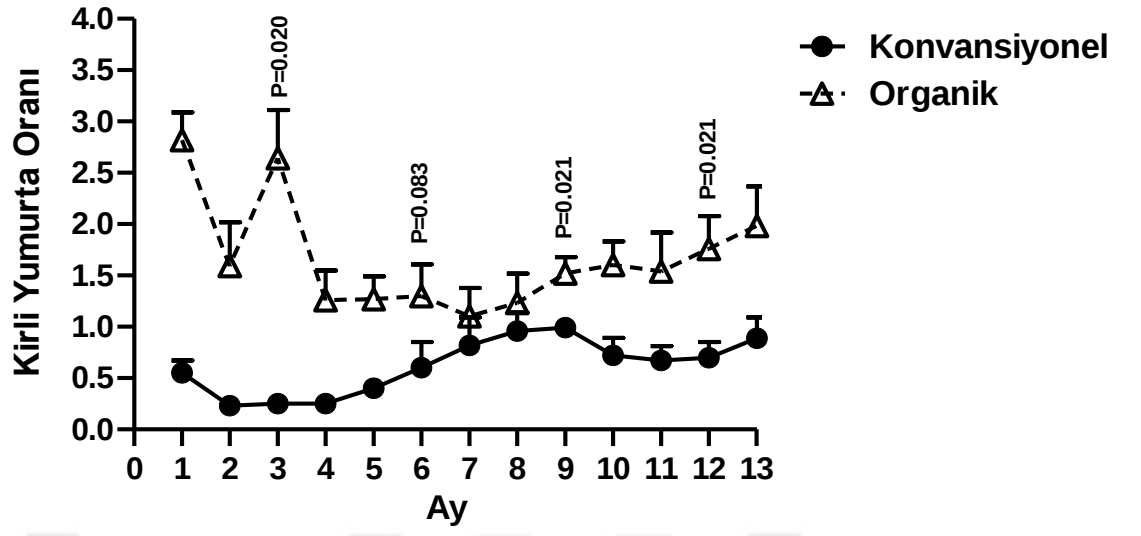
Şekil 15: İncelenen sürülere ait toplam tavuk/gün yumurta verimi.



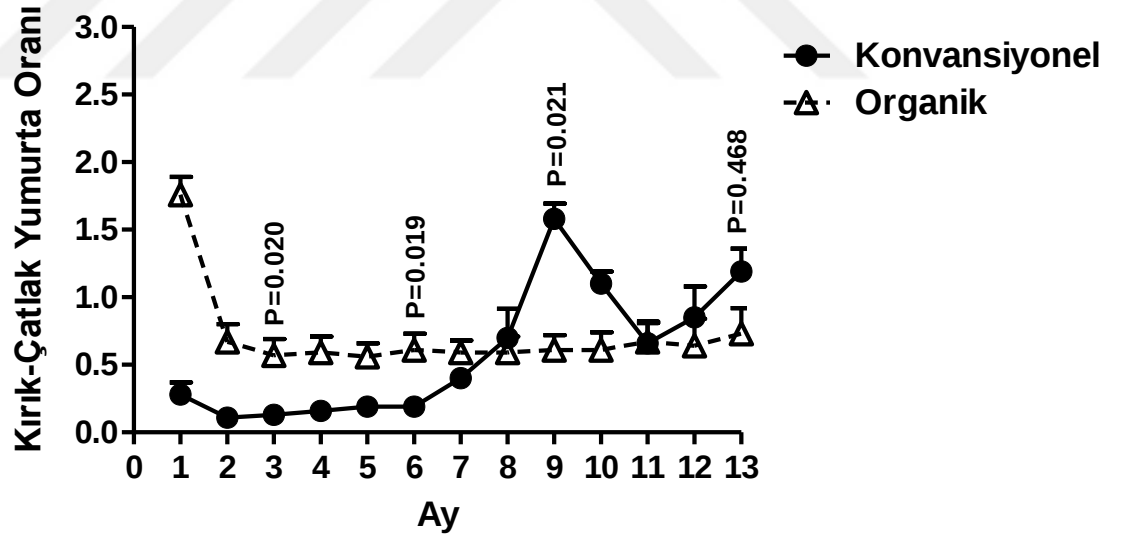
Şekil 16: İncelenen sürülere ait ticari tavuk/kümes yumurta verimi.



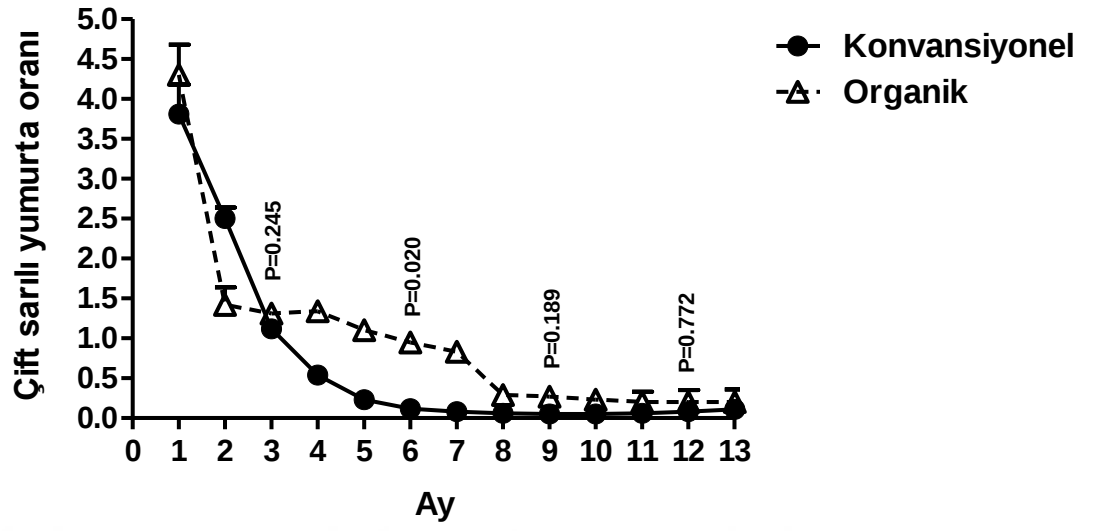
Şekil 17: İncelenen sürülere ait toplam tavuk/kümes yumurta verimi.



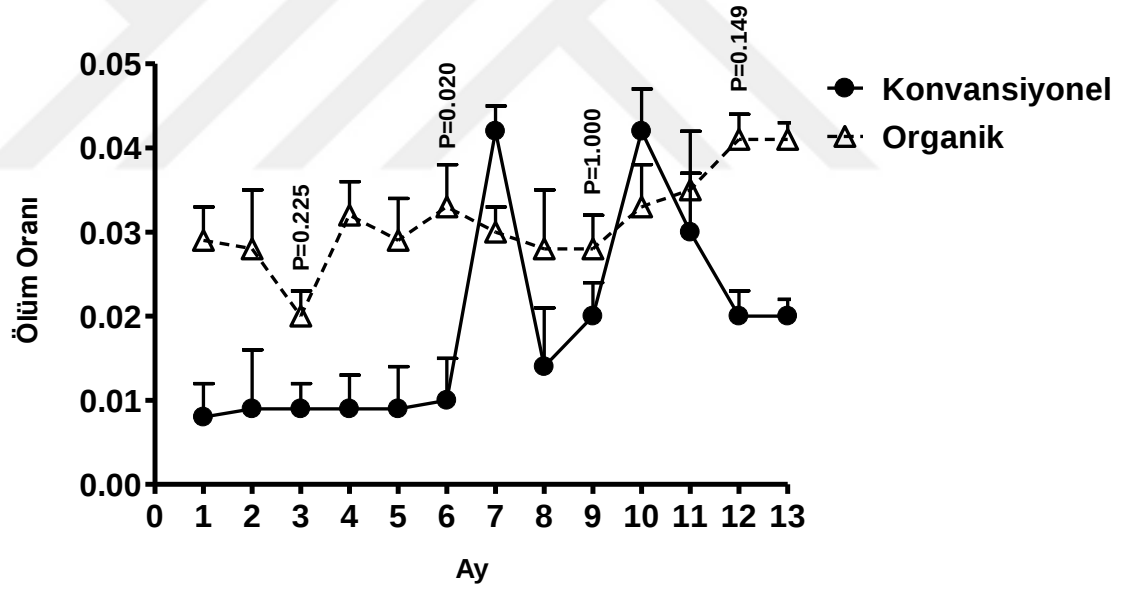
Şekil 18: İncelenen sürülere ait kirli yumurta oranı.



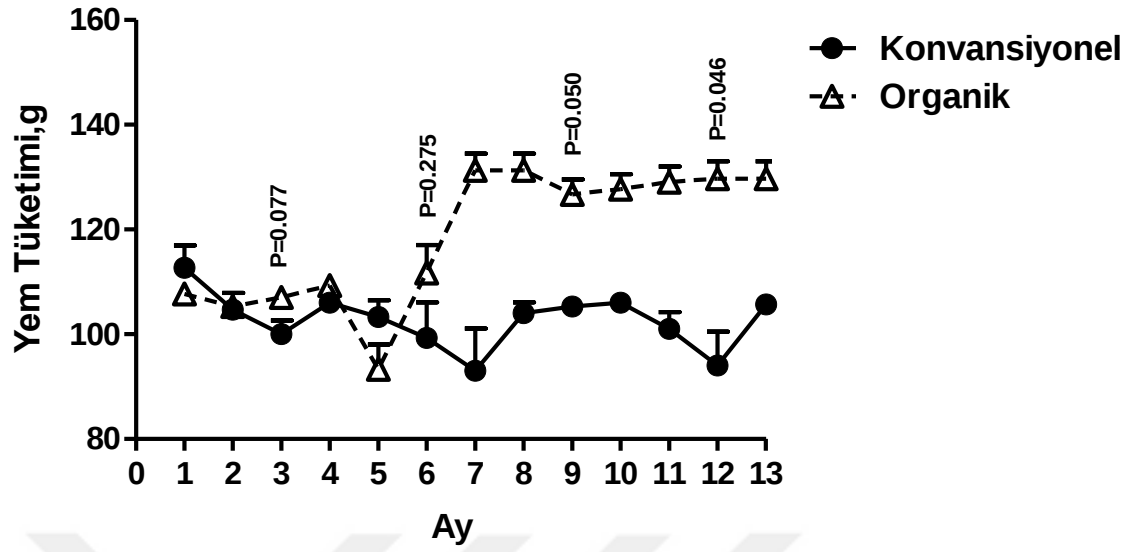
Şekil 19: İncelenen sürülere ait kırık-çatlak yumurta oranı.



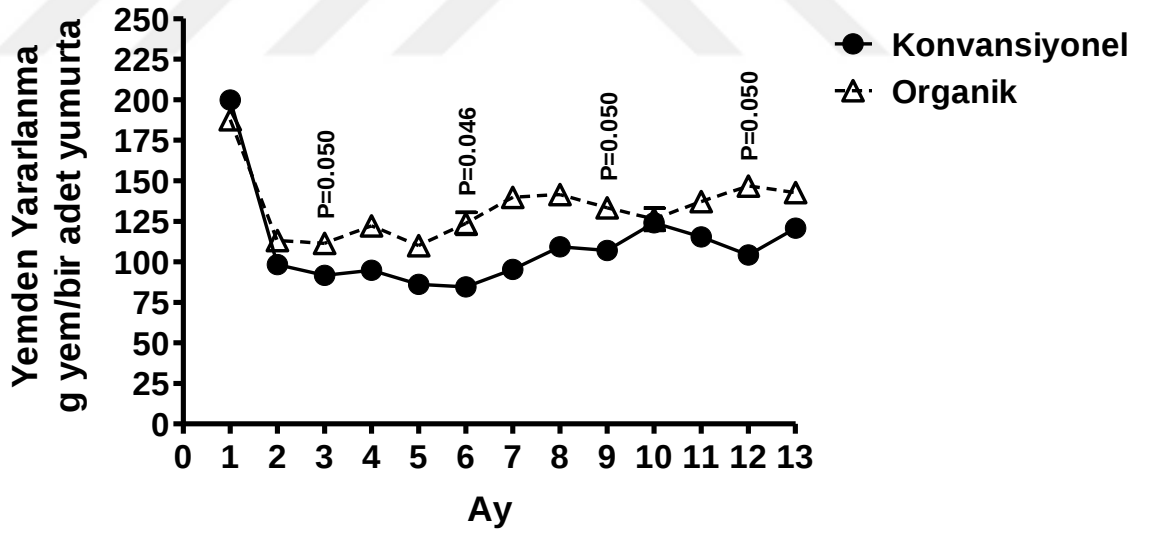
Şekil 20: İncelenen sürülere ait çift sarılı yumurta oranı.



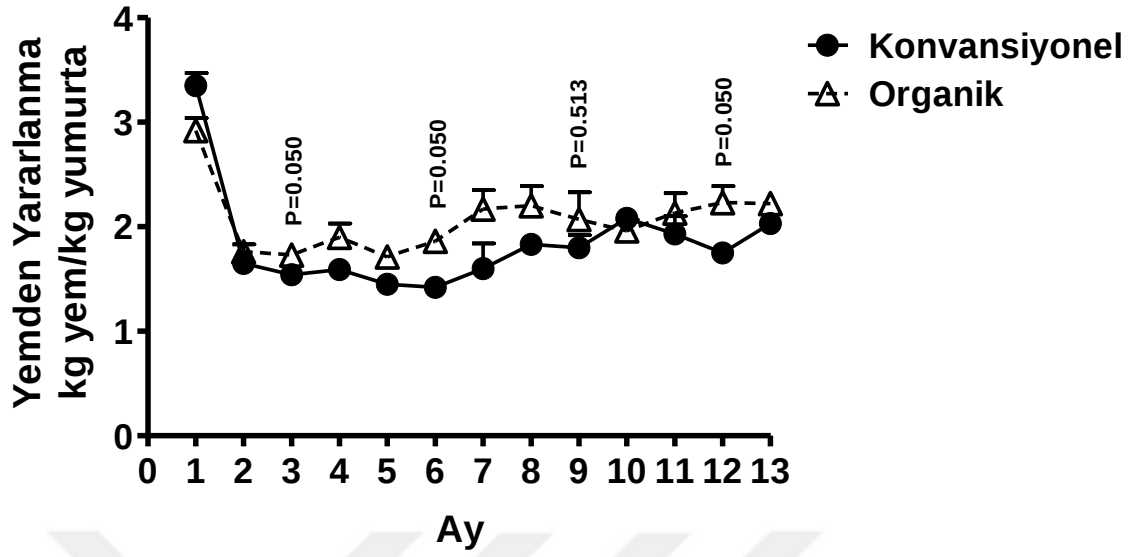
Şekil 21: İncelenen sürülere ait ölüm oranı.



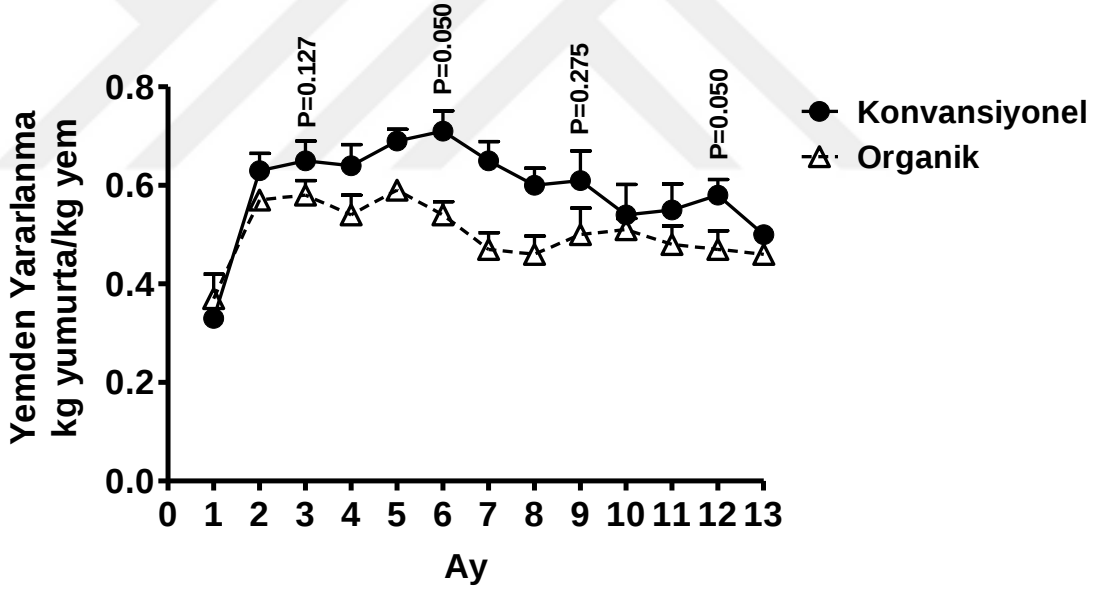
Şekil 22: İncelenen sürülere ait günlük yem tüketim değerleri.



Şekil 23: Üretilen bir adet yumurta başına tüketilen yem değerleri.



Şekil 24: Üretilen kg yumurta başına tüketilen kg yem değerleri.



Şekil 25: Tüketilen kg yem karşılığında üretilen kg yumurta değerleri.

5.2. Yumurtanın dış ve iç kalite özellikleri

İncelenen yumurtaların dış ve iç kalite özelliklerine ait reel değerler Tablo 14'de sunulmuştur. Yumurta, ak, sarı ve kabuk ağırlıklarının organik sistem ve 60 haftalık gruplarda yüksek olduğu görülmektedir ($P < 0.001$). Konvansiyonel

sistemde yumurta ağırlığı ortalama 59.54 g, ak ağırlığı 34.8 g, sarı ağırlığı 15.9 g, kabuk ağırlığı 5.81 g olarak bulunurken; organik sistemde bu değerler sırasıyla 64.3 g, 37.73 g, 17.04 g, 6.18 g olarak tespit edilmiştir (Tablo 14). Yumurta kalite özelliklerinin oransal değerleri ve sarı rengine ait bulgular Tablo 15'te verilmiştir. Ak ve sarı oranları üzerinde sadece yaşınl anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir. Ak oranı 30 haftalık yaşıta %59.54 iken 60 haftalık yaşıta bu oran düşerek %57.52 olmuştur ($P<0.001$). Bunun aksine sarı oranında yaş ilerledikçe (30 hafta: %25.65, 60 hafta: %27.59) bir artışın olduğu gözlenmiştir. Şekil indeksi (%) ve sarı renginin organik ve genç gruplarda ($P<0.001$) yüksek olduğu, aynı zamanda yetiştirme sistemi ve yaş arasında da önemli bir interaksyon olduğu gözlenmiştir ($P<0.001$). Şekil indeksi ve sarı rengi konvansiyonel sistemde sırasıyla %74.33 ve 9.35 iken, organik sistemde bu değerler %77.33 ve 12.72'dir. Kabuk ham kül ve kabuk oranları konvansiyonel sistemde yüksek iken ($P<0.05$), kabuk oranı genç hayvanlarda yüksek olarak tespit edilmiştir ($P<0.001$). Yetiştirme sistemi ve yaş arasındaki interaksyon kabuk ham kül değerini önemli şekilde etkilemiştir ($P<0.001$). Kabuk kalınlığı bakımından yetiştirme sistemi ve yaş arasındaki interaksyon önemli çıkmıştır ($P=0.05$).

Tablo 14: Yumurta dış ve iç kalite özelliklerine ait reel değerler.

Yetiştirme Sistemi	Yumurta ağırlığı (g)	Ak ağırlığı (g)	Sarı ağırlığı (g)	Kabuk ağırlığı (g)	Kabuk kalınlığı (mm)
Konvansiyonel	59.54±0.42	34.80±0.27	15.90±0.16	5.81±0.03	0.413±0.001
Organik	64.30±0.48	37.73±0.35	17.04±0.16	6.18±0.05	0.417±0.002
Yaş					
30 hafta	58.82±0.41	35.08±0.32	15.04±0.11	5.85±0.04	0.418±0.002
60 hafta	65.02±0.43	37.45±0.32	17.90±0.12	6.14±0.04	0.412±0.002
Yetiştirme Sistemi - Yaş					
Konvansiyonel - 30 hafta	56.23±0.39	33.53±0.32	14.36±0.12	5.65±0.03	0.413±0.002
Konvansiyonel - 60 hafta	62.85±0.50	36.07±0.38	17.45±0.16	5.96±0.05	0.414±0.002
Organik - 30 hafta	61.41±0.58	36.64±0.50	15.72±0.16	6.05±0.07	0.423±0.003
Organik - 60 hafta	67.19±0.60	38.83±0.47	18.35±0.17	6.31±0.08	0.411±0.003
P-Değeri					
Yetiştirme sistemi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.254
Yaş	0.000	0.000	0.000	0.000	0.069
Yetiştirme sistemi x Yaş	0.430	0.691	0.141	0.682	0.050

P≤0.05 istatistiki olarak önemlidir.

Tablo 15: Yumurta kalite özelliklerine ait oransal değerler ve sarı rengi.

Yetiştirme Sistemi	Şekil indeksi (%)	Kabuk ham kül oranı (%)	Kabuk oranı (%)	Ak oranı (%)	Sarı oranı (%)	Sarı rengi
Konvansiyonel	74.33±0.21	93.96±0.13	9.78±0.05	58.45±0.20	26.69±0.17	9.35±0.05
Organik	77.33±0.21	93.64±0.10	9.63±0.06	58.60±0.24	26.55±0.20	12.72±0.05
Yaş						
30 hafta	76.44±0.19	93.68±0.11	9.96±0.04	59.54±0.21	25.65±0.18	11.30±0.13
60 hafta	75.21±0.27	93.92±0.12	9.45±0.06	57.52±0.19	27.59±0.15	10.77±0.16
Yetiştirme Sistemi - Yaş						
Konvansiyonel - 30 hafta	75.68±0.25	93.34±0.20	10.06±0.05	59.58±0.24	25.58±0.20	9.80±0.06
Konvansiyonel - 60 hafta	72.98±0.25	94.59±0.15	9.51±0.61	57.33±0.26	27.80±0.21	8.91±0.05
Organik - 30 hafta	77.20±0.28	94.04±0.09	9.86±0.08	59.50±0.35	25.72±0.32	12.81±0.08
Organik - 60 hafta	77.45±0.31	93.25±0.17	9.40±0.10	57.71±0.30	27.37±0.22	12.64±0.07
P-Değeri						
Yetiştirme sistemi	0.000	0.048	0.045	0.599	0.565	0.000
Yaş	0.000	0.148	0.000	0.000	0.000	0.000
Yetiştirme sistemi x Yaş	0.000	0.000	0.557	0.444	0.239	0.000

P≤0.05 istatistiki olarak önemlidir.

5.3. Yumurta kompozisyonu

5.3.1. Yağ asitleri

Tablo 16’da örneklerde incelenen SFA değerleri gösterilmiştir. Palmitik asit (C 16:0) ($P<0.05$) ve stearik asit (C 18:0) ($P<0.01$) değerleri üzerine yetiştirme sistemi ve yaş arasındaki interaksyonun etkili olduğu görülmüştür. Margarik asit (C 17:0) 30 haftalık yaşta yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Miristik asit (C 14:0) ile behenik asit (C 22:0) değerlerinde yetiştirme sistemi ile yaşın etkisinin bulunmadığı ve bunlar arasında anlamlı bir interaksyonun olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

Tablo 17’de incelenen örneklerin MUFA değerleri sunulmuştur. Bu değerlerden sadece nervonik asitin (C 24:1n9) konvansiyonel ve 60 haftalık gruplarda yüksek, ayrıca yetiştirme sistemi ve yaş arasında da nervonik asit bakımından interaksyon olduğu gözlenmiştir ($P<0.001$). Palmitoleik asit (C 16:1n7), oleik asit (C 18:1n9c) ve elaidik asit (C 18:1n9t) değerlerinde gruplar benzerdir ($P>0.05$).

Tablo 18’de örneklerin PUFA içeriği gösterilmiştir. Linoleik asit (C 18:2n6c) ve alfa linolenik asit (C 18:3n3) değerleri üzerinde yetiştirme sistemi ve yaşın birlikte etkili olduğu görülmüştür ($P<0.05$). İlave olarak, linoleik asitin organik sistemde yüksek olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Eikozadienoik asit (C 20:2n6), gamma linolenik asit (C 18:3n6), dihomogammalinolenik asit (C 20:3), servonik asit (C 20:4n6), araşidonik asit (C 22:6n3) değerlerinde gruplar arası anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$).

Tablo 19’da toplam SFA, MUFA, PUFA, n-3, n-6 ve n-6/n-3 değerleri gösterilmiştir. Toplam PUFA, n-3 ve n-6 değerlerinde yetiştirme sistemi ($P<0.050$) ve yaşın ($P<0.050$) etkili olduğu gözlenmiştir. Konvansiyonel sistemde toplam PUFA (%23.19), n-3 (%1.81) ve n-6 (%21.22) organik sisteme (%27.03, %2.17 ve %24.70) göre düşüktür ($P<0.05$). Öte yandan yaş ilerledikçe bu değerler düşmektedir (30 hafta: %26.99, %2.26, %24.53 ve 60 hafta: %23.24, %1.73, %21.40) ($P<0.05$). Aynı zamanda bu değerler üzerinde ve sadece toplam SFA’da yetiştirme sistemi ve yaşın birlikte etkili olduğu da görülmektedir ($P<0.01$). Toplam MUFA’da ise sadece yetiştirme sisteminin anlamlı bir etki oluşturduğu ve bu değerin konvansiyonel sistemde (%36.57) organik sisteme (%36.18) göre daha yüksek olduğu saptanmıştır ($P<0.050$). Toplam n-6/n-3’te yaşın etkisi anlamlıdır ($P<0.01$). Yaş ilerledikçe (30 hafta: %10.99, 60 hafta: %13.40) n-6/n-3 artmaktadır. Yaş ile birlikte yetiştirme sisteminin de bu değere etkili olduğu gözlenmiştir ($P<0.05$).

Tablo 16: İncelenen yumurta sarılarına ait doymuş yağ asitleri (SFA) oranları.

	C 14:0	C 16:0	C 17:0	C 18:0	C 22:0
Yetiştirme Sistemi	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Konvansiyonel	0.27±0.02	26.45±1.30	0.25±0.06	10.72±0.54	0.54±0.18
Organik	0.23±0.01	25.57±0.15	0.27±0.03	10.33±0.26	0.36±0.11
Yaş					
30 hafta	0.24±0.02	25.22±0.88	0.37±0.03	10.34±0.51	0.37±0.11
60 hafta	0.26±0.02	26.80±0.93	0.15±0.05	10.70±0.31	0.54±0.18
Yetiştirme Sistemi - Yaş					
Konvansiyonel - 30 hafta	0.28±0.05	24.66±1.24	0.39±0.03	9.70±0.96	0.28±0.03
Konvansiyonel - 60 hafta	0.27±0.09	28.23±1.18	0.10±0.01	11.73±0.34	0.81±0.36
Organik - 30 hafta	0.20±0.03	25.79±0.11	0.34±0.05	10.99±0.32	0.46±0.23
Organik - 60 hafta	0.26±0.08	25.36±0.16	0.19±0.03	9.68±0.33	0.27±0.03
P-Değeri					
Yetiştirme sistemi	0.503	0.318	0.733	0.492	0.407
Yaş	0.630	0.076	0.001	0.524	0.427
Yetiştirme sistemi x Yaş	0.491	0.025	0.222	0.004	0.101

P≤0.05 istatistiki olarak önemlidir.

C 14:0=Miristik asit, **C 16:0**=Palmitik asit, **C 17:0**=Margarik asit, **C 18:0**=Stearik asit, **C 22:0**=Behenik asit

Tablo 17: İncelenen yumurta sarılarına ait tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) oranları.

Yetiştirme Sistemi	C 16:1n7 (%)	C 18:1n9c (%)	C 18:1n9t (%)	C 24:1n9 (%)
Konvansiyonel	2.78±0.20	32.47±1.90	2.38±1.23	0.92±0.08
Organik	2.43±0.08	31.32±1.26	1.95±1.19	0.47±0.01
Yaş				
30 hafta	2.51±0.14	30.47±1.68	2.91±1.47	0.55±0.03
60 hafta	2.70±0.17	33.32±1.48	1.42±0.84	0.83±0.09
Yetiştirme Sistemi - Yaş				
Konvansiyonel - 30 hafta	2.64±0.26	31.57±2.43	2.64±1.85	0.60±0.07
Konvansiyonel - 60 hafta	2.91±0.33	33.37±3.00	2.12±1.70	1.25±0.05
Organik - 30 hafta	2.37±0.12	29.36±2.39	3.19±2.38	0.51±0.02
Organik - 60 hafta	2.49±0.11	33.27±0.49	0.71±0.03	0.42±0.02
P-Değeri				
Yetiştirme sistemi	0.134	0.615	0.804	0.000
Yaş	0.402	0.218	0.392	0.000
Yetiştirme sistemi x Yaş	0.738	0.647	0.574	0.000

P≤0.05 istatistiki olarak önemlidir.

C 16:1n7=Palmitoleik asit, C 18:1n9c=Oleik asit C 18:1n9t=Elaidik asit, C 24:1n9=Nervonik asit

Tablo 18: İncelenen yumurta sarılarına ait çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) yüzdeleri.

Yetiştirme Sistemi	C 18:2n6c (%)	C 20:2n6 (%)	C 18:3n3 (%)	C 18:3n6 (%)	C 20:3 (%)	C 20:4n6 (%)	C 22:6n3 (%)
Konvansiyonel	18.28±1.55	0.16±0.05	0.69±0.19	0.14±0.05	0.15±0.05	2.62±0.25	1.13±0.08
Organik	21.54±0.22	0.22±0.01	0.85±0.05	0.13±0.01	0.16±0.01	2.80±0.18	1.32±0.06
Yaş							
30 hafta	21.32±1.40	0.23±0.01	0.94±0.17	0.16±0.01	0.19±0.02	2.80±0.21	1.32±0.08
60 hafta	18.50±0.75	0.15±0.05	0.60±0.09	0.11±0.05	0.12±0.05	2.63±0.21	1.12±0.06
Yetiştirme Sistemi - Yaş							
Konvansiyonel - 30 hafta	21.60±2.84	0.22±0.02	1.10±0.33	0.19±0.02	0.20±0.04	2.66±0.30	1.22±0.14
Konvansiyonel - 60 hafta	14.96±0.22	0.10±0.01	0.27±0.11	0.10±0.01	0.10±0.01	2.59±0.40	1.03±0.08
Organik - 30 hafta	21.05±0.24	0.24±0.01	0.77±0.07	0.14±0.01	0.19±0.01	2.93±0.31	1.42±0.09
Organik - 60 hafta	22.04±0.25	0.21±0.03	0.93±0.07	0.12±0.02	0.13±0.02	2.67±0.17	1.21±0.08
P-Değeri							
Yetiştirme sistemi	0.029	0.248	0.374	0.783	0.911	0.577	0.063
Yaş	0.056	0.152	0.074	0.332	0.175	0.582	0.055
Yetiştirme sistemi x Yaş	0.011	0.423	0.010	0.557	0.746	0.759	0.902

P≤0.05 istatistiki olarak önemlidir.

C 18:2n6c=Linoleik asit, **C 20:2n6**=Eikozadienik asit, **C 18:3n3**=Alfa-linolenik asit, **C 18:3n6**=Gamma-linolenik asit, **C 20:3**=Dihomo-gamma-linolenik asit, **C 20:4n6**=Araşidonik asit, **C 22:6n3**=Servonik asit (Dokosaheksaenik asit - DHA).

Tablo 19: İncelenen yumurta sarılarına ait toplam SFA, MUFA, PUFA, n-3, n-6 ve n6/n3 değerleri.

Yetiştirme Sistemi	ΣSFA (%)	ΣMUFA (%)	ΣPUFA (%)	Σn-3 (%)	Σn-6 (%)	Σn-6/n-3
Konvansiyonel	38.24±1.37	36.57±0.97	23.19±1.63	1.81±0.17	21.22±1.47	12.90±0.85
Organik	36.79±0.38	36.18±0.44	27.03±0.27	2.17±0.05	24.70±0.22	11.50±0.26
Yaş						
30 hafta	36.56±1.06	36.46±0.62	26.99±1.40	2.26±0.13	24.53±1.28	10.99±0.29
60 hafta	38.47±0.93	38.29±0.89	23.24±0.89	1.73±0.11	21.40±0.79	13.40±0.79
Yetiştirme Sistemi - Yaş						
Konvansiyonel - 30 hafta	35.33±2.07	37.47±1.02	27.20±2.83	2.32±0.24	24.69±2.60	10.70±0.32
Konvansiyonel - 60 hafta	41.16±1.43	39.67±1.62	19.17±0.48	1.30±0.13	17.76±0.41	15.10±1.43
Organik - 30 hafta	37.79±0.43	35.44±0.61	26.76±0.46	2.20±0.10	24.37±0.37	11.28±0.49
Organik - 60 hafta	35.78±0.48	36.91±0.59	27.31±0.29	2.14±0.04	25.04±0.23	11.71±0.18
P-Değeri						
Yetiştirme sistemi	0.269	0.028	0.011	0.018	0.013	0.078
Yaş	0.149	0.088	0.014	0.001	0.024	0.003
Yetiştirme sistemi x Yaş	0.004	0.725	0.005	0.002	0.007	0.015

P≤0.05 istatistiki olarak önemlidir.

ΣSFA=Toplam doymuş yağ asitleri, ΣMUFA=Toplam tekli doymamış yağ asitleri, ΣPUFA=Toplam çoklu doymamış yağ asitleri Σn-3=Toplam omega-3 yağ asitleri, Σn-6=Toplam omega-6 yağ asitleri, Σn-6/n-3=Toplam omega-6 omega-3 yağ asitleri oranı.

5.3.2. Yumurta sarısı MDA, kolesterol, A (retinol), D (D2), E (α ve δ tokoferol), K (K2) vitaminleri

Yumurta sarısı MDA, kolesterol, A, D, E, K vitaminlerine ait değerler Tablo 20’de sunulmuştur. MDA ($P<0.01$) ve D2 vitaminine ($P<0.001$) yetiştirme sistemi, yaş ve her ikisinin birlikte de etkili olduğu görölmektedir. MDA konvansiyonel sistemde (116.85 nmol/g) organik sistemden (142.76 nmol/g) daha düşük olarak bulunmuştur. Yaşın ilerlemesiyle de MDA miktarı artmıştır (30 hafta: 116.73 nmol/g, 60 hafta: 144.06 nmol/g) ($P<0.01$).

Alfa tokoferol, konvansiyonel ve 60 haftalık gruplarda, K2 vitamini ise organik sistemde yüksek tespit edilmiştir ($P<0.01$).

Tablo 20: Yumurta sarılarına ait MDA, kolesterol ve A, D, E, K vitaminleri değerleri.

Yetiştirme sistemi	MDA (nmol/g)	Kolesterol (mg/g)	Retinol (µg/g)	Vitamin D2 (mg/g)	α -tokoferol (mg/g)	δ -tokoferol (mg/g)	Vitamin K2 (mg/g)
Konvansiyonel	116.85±5.93	28.23±1.13	21.12±0.42	0.050±0.010	0.170±0.014	0.260±0.025	0.17±0.01
Organik	142.76±8.10	30.26±0.47	21.26±0.40	0.100±0.003	0.120±0.006	0.220±0.003	0.23±0.01
Yaş							
30 hafta	116.73±5.75	30.26±0.52	20.95±0.45	0.090±0.003	0.120±0.007	0.240±0.014	0.22±0.01
60 hafta	144.06±8.21	28.22±1.11	21.43±0.36	0.070±0.010	0.170±0.014	0.240±0.020	0.19±0.01
Yetiştirme Sistemi - Yaş							
Konvansiyonel - 30 hafta	117.94±10.15	29.57±0.75	21.15±0.76	0.080±0.005	0.151±0.008	0.246±0.029	0.18±0.01
Konvansiyonel - 60 hafta	115.67±6.17	26.89±2.12	21.09±0.40	0.001±0.001	0.201±0.026	0.274±0.040	0.16±0.02
Organik - 30 hafta	115.53±5.44	30.96±0.71	20.75±0.52	0.100±0.003	0.105±0.008	0.233±0.004	0.25±0.01
Organik - 60 hafta	172.47±9.84	29.56±0.59	21.77±0.61	0.102±0.006	0.146±0.009	0.221±0.006	0.21±0.01
P-Değeri							
Yetiştirme sistemi	0.002	0.103	0.820	0.000	0.002	0.224	0.002
Yaş	0.002	0.101	0.423	0.000	0.004	0.767	0.085
Yetiştirme sistemi x Yaş	0.001	0.599	0.363	0.000	0.758	0.453	0.480

P≤0.05 istatistiki olarak önemlidir.

MDA= Molandialdehit, Retinol=A vitamini, α ve δ tokoferol= E vitamini.

5.4. HSP70 düzeyleri

Tablo 21’de yetiştirme sistemi ve yaştan karaciğer HSP70 düzeyine etkisiyle ilgili değerler sunulmuştur. Karaciğer HSP70 düzeyleri üzerinde sadece yetiştirme sisteminin etkisi olduğu görülmektedir ($P<0.001$). HSP70 düzeyinin konvansiyonel sistemde (0.83) organik sisteme göre (1.14) düşük olduğu gözlenmiştir. Şekil 26’da farklı konsantrasyonlarda %10’luk jele yüklenen karaciğer örneklerine ait protein bantları, Şekil 27’de western blotla elde edilen karaciğer örneklerine ait HSP70 ile Şekil 28’de western blotla elde edilen β -aktin bantları görülmektedir.

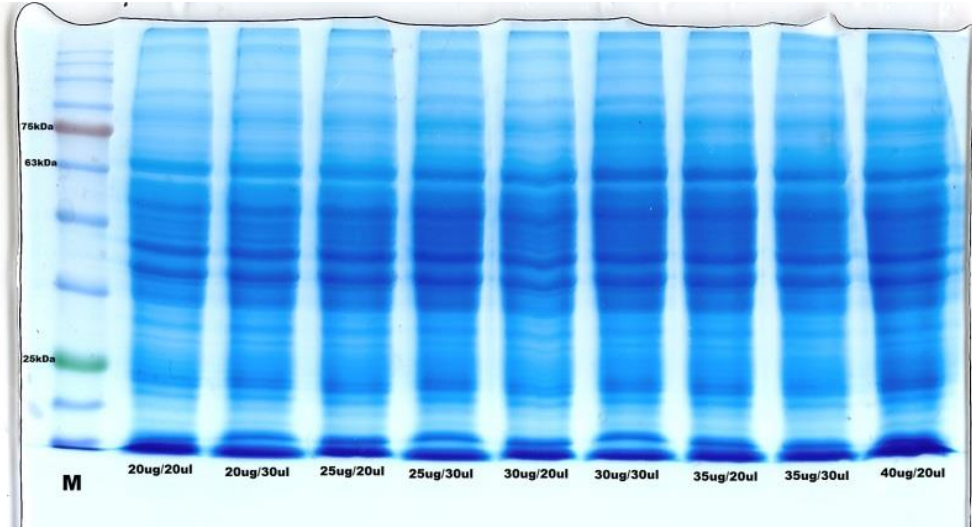
Tablo 21: Yumurtacı tavuklarda yetiştirme sistemi ve yaştan karaciğer HSP70 düzeyleri üzerine etkisi.

Yetiştirme Sistemi	HSP70 ¹
Konvansiyonel	0.83±0.03
Organik	1.14±0.04
Yaş	
30 hafta	0.94±0.05
60 hafta	1.03±0.03
Yetiştirme Sistemi - Yaş	
Konvansiyonel - 30 hafta	0.75±0.05
Konvansiyonel - 60 hafta	0.91±0.03
Organik - 30 hafta	1.15±0.06
Organik - 60 hafta	1.14±0.06
P-Değeri	
Yetiştirme sistemi	0.000
Yaş	0.121
Yetiştirme sistemi x Yaş	0.123

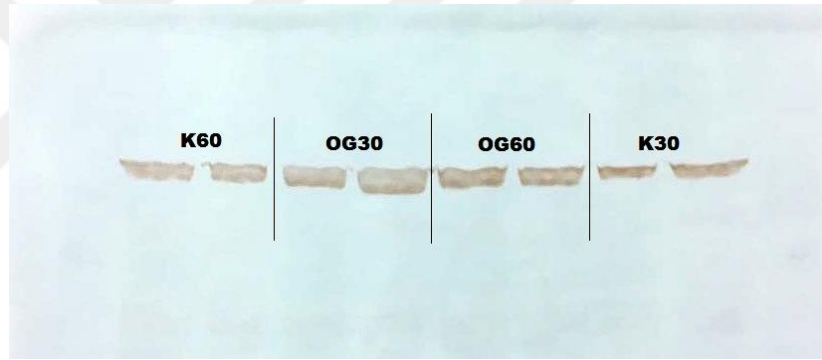
$P\leq 0.05$ istatistiki olarak önemlidir.

HSP70= Isı şoku proteini 70

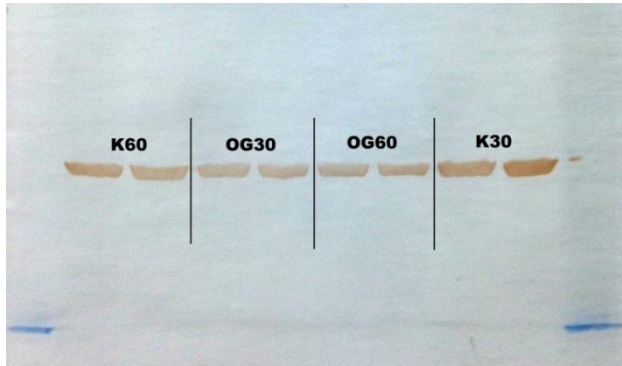
¹ImageJ programında elde edilen protein bantlarına ait rölatif (nispi) yoğunluk değerleri.



Şekil 26: Farklı konsantrasyonlarda SDS-PAGE jeline yüklenen karaciğer dokusuna ait protein bantları.



Şekil 27: Western blotla elde edilen HSP70 bantları (K60: Konvansiyonel 60; OG30: Organik 30; OG60: Organik 60; K30: Konvansiyonel 30).



Şekil 28: Western blotla elde edilen β -aktin bantları (K60: Konvansiyonel 60; OG30: Organik 30; OG60: Organik 60; K30: Konvansiyonel 30).

6. TARTIŞMA

6.1. Performans

Bovans White hibritlerinde %50 ve pik verimlerine ait tavuk/gün verim yaşları ilgili firmanın ticari kartellerinde 143 ve 189-196 gün olarak bildirilmiştir (226). Bu konuda farklı genotipler kullanılarak yapılan diğer araştırmalarda, %50 verim yaşı konvansiyonel sistemde 158.33-160.60 gün arasında, pik verim yaşı 199.50-210 gün arasında; organik veya diğer serbest dolaşımli sistemlerde ise bu değerler sırasıyla 159.25-164 gün ve 200-202 gün arasında tespit edilmiştir (41, 72, 73, 78, 227). Tablo 13'e ait veriler incelendiğinde, %50 ve pik verim yaşları konvansiyonel sistemde 156 ve 218.75 gün, organik sistemde 155.75 ve 201.50 gün olarak hesaplanmış ve sistemlerin incelenen parametrelerde benzer olduğu ortaya konmuştur. Yapılan araştırmalarda (41, 72, 73, 78, 227), bu araştırmanın sonuçlarıyla uyumlu şekilde %50 ve pik verim yaşına ulaşmada sistemlerin benzer olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular %50 ve pik verim yaşına ulaşmada aynı genotipin benzer aydınlatma ve yemleme rejimi altında yetiştirme sistemlerinin diğer çevresel şartlarından etkilenmediğini göstermektedir (72, 78).

Firmanın sunduğu kartellerde Bovans White hibritinin tavuk/gün pik yumurta verimi %96 olarak belirtilmiştir (226). Farklı çalışmalarda tavuk/gün pik yumurta veriminin hem konvansiyonel kafes hem de organik ve serbest dolaşımli sistemlerde %90'ın üzerine çıkabildiği bildirilmiştir (65, 66, 67, 70, 77, 96). Bu araştırmada, konvansiyonel kafes ve organik sistemde tavuk/gün pik yumurta verimi sırasıyla %95.98 ve %96.56 olduğu (Tablo 13) ve bu sonucun hem firmanın verileri hem de bazı çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir (65, 66, 67, 70, 77, 96, 226).

Tablo 13'e göre verim dönemi boyunca ortalama ticari ve toplam tavuk/gün yumurta verimi konvansiyonel kafeste %81.53, %82.94; organik sistemde %86.16 ile %89.18 olarak hesaplanmış ve sadece toplam tavuk/gün yumurta veriminde istatistiksel fark bulunmuştur. Bu konuyla ilgili yapılan bazı çalışmalarda konvansiyonel kafeste tavuk/gün yumurta verimi %78.85 ile %95, organik ile diğer serbest dolaşımli sistemlerde ise %64.3 ile %90.3 arasında değiştiği görülmüştür (66, 69, 70, 72, 75, 77, 82, 84, 96, 117, 228) Şekil 14 ve 15'te görüldüğü üzere hem ticari hem de toplam tavuk/gün yumurta veriminin 9'uncu ayında farklılık ortaya çıkmıştır. Farklı hibritlerin kullanıldığı çalışmalarda ortalama 50'nci haftada (9'uncu ay civarı) altlıklı ile free-range sistemin bahsedilen değerler açısından konvansiyonel kafesten yüksek olduğu ve yapılan araştırmalarla uyumlu olduğu görülmektedir (67, 73). Ticari ve toplam tavuk/kümes yumurta verim değerleri bakımından hem Tablo 13'te sunulan toplam ortalama değerler ile hem de Şekil 16 ve 17'deki 3, 6, 9 ve 12'inci aylar için hesaplanan yumurta verim değerlerinin benzer olduğu görülmektedir. Bir çalışmada yetiştirme sisteminin yumurta verimini etkilemediği ancak sürü büyüklüğünün etkilediği vurgulanmaktadır (66). Daha küçük sürülerin yetiştirildiği organik sistemde sürü yönetiminin daha iyi yapılabilmesi toplam yumurta verimini artıran bir faktör olabilir. Aynı zamanda serbest dolaşımli organik sistemde hayvan refahıyla ilişkili olarak yumurta veriminin arttığı düşünülebilir.

Tablo 13'te toplam kirli yumurta oranının konvansiyonel kafeste %0.61, organik sistemde %1.66 olduğu, ayrıca Şekil 18'de 3. 9. ve 12'nci aylarda bu oranın sırasıyla %0.25 ve %2.64, %0.99 ve %1.52, %0.7 ve %1.76 olarak

hesaplandığı ve gruplar arasındaki farkın önemli olduğu görülmektedir. Lolli ve ark. (76), 18-70 hafta arası konvansiyonel kafes, altlıklı ve organik sistemde yetiştirilen Hy-Line Brown hibritlerinde kirli yumurta oranını %3.8, %4.3 ve %4.6 olarak hesaplamışlardır. Rouf ve ark. (77), konvansiyonel kafes ve altlıklı sistemde yetiştirilen Shaver 579 hibritlerinde kirli yumurta oranını %1.26, altlıklı sistemde %4.08 olarak tespit etmişlerdir. Denli ve ark. (70), free-range sistemde yetiştirilen Lohmann Brown hibritlerin 30, 40 ve 50 haftalık yaşlarda kirli yumurta oranını %5.33, %6.72 ile %8.41 olarak bildirmişlerdir. Yılmaz-Dikmen ve ark. (73), 17-66 hafta arası konvansiyonel kafes ve free-range sistemde Lohmann Brown hibritlerinden elde edilen kirli yumurta oranını sırasıyla %0.79 ve %0.35 olarak bulmuşlardır. Kirli yumurta oranı açısından sistemler arası görülen bu farklılığın serbest gezen tavukların folluk dışına yumurtlaması, hayvanların ayaklarıyla folluklara kirli materyal taşıması ve yumurta toplama süresinin uzamasına bağlı olarak folluklardaki yumurtaların daha fazla kirlenebilmesi gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Follukların kümes içindeki lokalizasyonu, tasarımı ile tünekler ve gerek kümes altlığı gerekse follukta kullanılan altlık materyalinin tipi kirli yumurta oranını artırabilir. Öte yandan serbest dolaşımli sistemlerde yağışlı mevsimlerin de kirli yumurta oranını artırabileceği vurgulanmıştır (73, 75, 80, 81, 88).

Toplam kırık-çatlak yumurta oranının konvansiyonel kafeste %0.57 organik sistemde %0.70 olduğu ve değerler arasında farklılık olmadığı görülmektedir (Tablo 13). Şekil 19’da ise verim döneminin 3. 6. ve 9’uncu aylarında kırık-çatlak yumurta oranının organik sistemde (%0.57, %0.61 ve %1.58) konvansiyonel kafese göre (%0.13, %0.19 ve %0.61) yüksek ve farklılığın

anlamalı olduğu gör÷lmektedir. Bazı çalışmalarda kırık-çatlak yumurta oranı konvansiyonel kafeste %0.6-%14 arasında, organik ve diğer serbest dolaşımlı sistemlerde %0.35-%5 arasında bulunmuştur (65, 70, 73, 75, 76, 84, 87, 117). Organik sistemde kırık-çatlak yumurta oranının konvansiyonel kafesten fazla olması, organik sistemde k÷mes içi folluk ve t÷nek yerleşimi, yumurta toplama işlemi, s÷r÷ içerisinde baskın tavukların diğer tavuklar ÷zerindeki rahatsız edici etkileri, serbest gezen tavukların folluk dışında bulunan yumurtaların zarar görmesine neden olabileceği gibi fakt÷rlerden kaynaklanabilir. Öte yandan bazı hibritlerin folluklara alışmada yetersiz kaldığı, bu nedenle folluklu sistemlere uygun olmadığı d÷ř÷n÷lmektedir (65, 81, 117, 229).

Çift sarılı yumurta, ovaryumda bulunan folik÷llerden iki tanesinin beraber gelişerek aynı yumurta içerisinde yer almasıyla oluşmaktadır. Benzer mekanizmayla, nadir de olsa bazen ÷ sarılı yumurtalar da oluşabilmektedir. Bu durum hormonal dengenin tam oluşamamasıyla yumurtlamaya yeni başlayan genç tavuklarda daha çok gör÷lmektedir. Robinson ve Renema (230) ift sarılı yumurta oranının yumurtlama periyodunun ilk 6 haftasında %2-3 olduğunu belirtmişlerdir. şekil 20'ye bakıldığında her iki sistemde de çift sarılı yumurta oranı verim döneminin başında %3.5-4.5 arasındayken verim döneminin 3'÷nc÷ ayında %1-1.5 seviyelerine d÷řm÷řt÷r. Öte yandan çift sarılı yumurta oranı ÷zerinde piliçlik döneminde uygulanan fotostim÷lasyonun etkili olduğu ve tavukların beslenme d÷zeyiyle de yakın ilişkili olduğu belirtilmiştir (230, 231). Tablo 13'e göre ÷retilen toplam çift sarılı yumurta oranı konvansiyonel kafeste %0.67 organik sistemde %0.97 olup bu değerler arasında istatikselsel bir farklılık yoktur. Ancak şekil 20'de gör÷ld÷đ÷ ÷zere verim döneminin 6'ıncı ayında sistemler arasındaki

farklılık önemli çıkmış ve bu değerler sırasıyla %0.12 ve %0.95 olarak tespit edilmiştir. Máchal ve Simeonovová (232), 28-46 hafta arasında farklı genetik yapıya sahip tavuk ırkları üzerinde yaptıkları araştırmada çift sarılı yumurta oranını %0.5-3.2 arasında bulmuşlardır. Konvansiyonel kafes sistemlerinde aydınlatma tamamen suni olarak yapılmakta buna karşılık organik sistemde tavuklar gün ışığı da alabilmekte, gün ışığının yetersiz geldiği durumlarda suni aydınlatma da uygulanabilmektedir. Verim döneminin 6'ncı ayında görülen çift sarılı yumurta oranındaki farklılık sistemler arasındaki ışık yoğunluğunun farklı olması, organik sistemde tavukların daha fazla yem tüketmesine bağlanabilir (230, 231).

Yapılan çalışmalarda ölüm oranı konvansiyonel kafeste %2.1-10.2, organik ve diğer sistemlerde %1.88-20.90 değerleri arasında bulunmuştur (65, 68, 70, 73, 75, 76, 117, 233, 234). Konvansiyonel kafeste toplam ölüm oranı %7.5 organik sistemde ise %10.78'dir (Tablo 13). Şekil 21'e göre ölüm oranı verim döneminin 6'ncı ayında istatistiksel olarak farklıdır (%0.010 ve %0.033). Ancak verim döneminin 7 ve 10'uncu aylarında konvansiyonel kafesteki ölüm oranlarının organik sistemden fazla olduğu görülmektedir. Bu durum konvansiyonel kafeste görülen bazı metabolik hastalıklara (kafes yorgunluğu, karaciğer yağlanması) bağlanabilir. Organik sistemde 6'ncı aydaki yüksek ölüm oranı ise tavuklarda tüy çekmeye ve soğuk hava koşullarına bağlı olarak şekillenmiş olabilir (76, 117).

Günlük yem tüketimi (g/tavuk/gün) farklı genotiplerin kullanıldığı çalışmalarda konvansiyonel kafeste 93.79-134.33 g arasında, organik ve free-

range sistemde 114-146.7 g arasında bulunmuştur (41, 65, 69, 70, 72, 73, 77, 79, 84, 117, 227).

Yemden yararlanma ise (kg yem/kg yumurta) konvansiyonel kafeste 2.03-2.70, organik ve free-range sistemde 2.15-4.40 değerleri arasında hesaplanmıştır (65, 70, 73, 75, 76, 77, 84, 117, 233). Gerzilov ve ark. (68), ISA-Brown hibritlerinde bir yumurta için tüketilen yem miktarını konvansiyonel kafeste 155.9 g, altlıklı sistemde 151 g olarak hesaplamışlardır. Golden ve ark. (69), Hy-Line Brown hibritlerinde yemden yararlanmayı (kg yumurta/kg yem) konvansiyonel kafeste 0.51, free-range sistemde 0.49 olarak tespit etmişlerdir.

Tablo 13'e göre bu araştırmada günlük yem tüketimi (g/tavuk/gün) konvansiyonel kafeste 103 g ile organik sistemde 117.33 g; kg yem/kg yumurta için yemden yararlanma sırasıyla 1.71 ile 1.84, kg yumurta/kg yem için yemden yararlanma 0.60 ile 0.55, g yem/bir yumurta değeri ise 104 ile 118.67 olarak tespit edilmiştir. Bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değilken Şekil 22'ye göre verim döneminin 9 ve 12'nci ayında günlük yem tüketimi açısından (105.33-126.7 g ve 94-129.7 g) farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Yemden yararlanma açısından g yem/bir yumurta (Şekil 23) değerleri verim döneminin 3. 6. 9. ve 12'nci, kg yem/kg yumurta (Şekil 24) 3. 6. ve 12'inci, kg yumurta/kg yem (Şekil 25) 6 ve 12'nci aylar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Farklı araştırmalarda yem tüketimi ve yemden yararlanma arasında görülen farklılıklar kullanılan farklı yumurtacı hibritlere atfedilebilir. Organik sistemde yem tüketim değerleri ile yemden yararlanmanın konvansiyonel kafesten yüksek olması, serbest gezen tavukların daha fazla hareket etmelerine bağlı olarak

enerji ihtiyaçlarından kaynaklanabilir (65). Öte yandan mevsime bağlı olarak soğuk şartlarda yem tüketim değerleri de artmış olabilir (73, 117).

6.2. Yumurta dış ve iç kalite özellikleri

Yapılan çalışmalarda yumurta ağırlığı konvansiyonel kafeste 52.37 ile 66.20 g, şekil indeksi %75.83 ile %80.35 arasında, organik sistemde 56.50 ile 64.9 g ve %76.10 ile %78.14 arasında bulunmuş, buna ek olarak free-range ve altlıklı sistemi kapsayan diğer serbest dolaşımlı sistemlerde ise yumurta ağırlığı 56.8 ile 63.5 g, şekil indeksi %76.05 ile %79.29 arasında tespit edilmiştir (41, 66, 69, 71, 75, 76, 77, 84, 87, 92, 96, 99, 100, 107, 116, 117, 119, 234). Bu araştırmada konvansiyonel kafes ve organik sistemde yumurta ağırlığı (Tablo 14) ile şekil indeksi (Tablo 15) sırasıyla 59.54 g ile %74.33, 64.3 g ve %77.33 olarak bulunmuş, hem yumurta ağırlığı hem de şekil indeksinin yetiştirme sistemi ve yaştan etkilendiği ayrıca şekil indeksinde yetiştirme sistemi ve yaş arasındaki interaksiyonun anlamlı olduğu belirlenmiştir. Yumurta ağırlığı ve şekil indeksinin çalışmalar arasında farklı olması genetik yapıdan kaynaklanabilir. Bunlara ek olarak yumurta büyüklüğü ve şekil indeksinde sistemler arasında meydana gelen farklılık beslenme düzeyi, evre sıcaklığı ve aktivite farklılığından etkilenmiş olabilir (81, 87, 98, 99, 106, 235). Öte yandan organik sistemdeki yumurtaların kabuk kalınlığının yüksek olması organik yumurtaların şekil indeksi değerlerini artırmış olabilir (236). Kış aylarında elde edilen yumurtaların yaz aylarındakilere oranla daha geniş olmasına ve yaşla birlikte ovidukt kanalındaki kasların etkinliğinin azalmasına bağlı olarak organik sistemde şekil indeksinin yaşla birlikte arttığı düşünölebilir (104, 106).

Farklı genotipler kullanılarak yapılan çalışmalarda kabuk kalınlığı konvansiyonel kafeste 0.340-0.463 mm, organik sistemde 0.409-0.480 mm, free-range ve altlıklı sistemde 0.322-0.456 mm; kabuk ağırlığı 5.50-8.89 g, 6.11-7.4 g, 5.75-9.27 g, kabuk oranı %9.51-12.34, %9.42-13.2, %9.83-12.81 değerleri arasında bulunmuştur (41, 66, 69, 71, 75, 76, 77, 84, 87, 92, 96, 99, 100, 107, 116, 117, 119, 234). Tablo 14'e göre bu çalışmada kabuk kalınlığı ve ağırlığı Tablo 15'e göre kabuk oranı sırasıyla konvansiyonel kafeste 0.413 mm, 5.81 g ve %9.78; organik sistemde 0.417 mm, 6.18 g ve %9.63 olarak hesaplanmıştır. Kabuk ağırlığı ve oranı yetiştirme sistemi ve yaştan etkilenirken, kabuk kalınlığında yetiştirme sistemi ve yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı bir interaksiyon olduğu görülmektedir. Sistemler arasında kabuk kalitesi açısından görülen farklılıklar genetik yapıya, karma yemlerdeki kalsiyum miktarına bağlanabilir (95, 100, 237). Ayrıca günün erken saatlerinde yumurtlanan yumurtaların daha geç yumurtlananlara göre kabuk kalitesinin daha iyi olduğu bildirilmiştir (95). Organik sistemde yumurta kalınlığının konvansiyonel kafesten fazla olması serbest gezen tavukların dış ortamda topraktan aldıkları küçük taşlar ve güneş ışığının mineral metabolizması üzerindeki olumlu etkisiyle açıklanabilir (84). Bu çalışmada kabuk kalınlığında konvansiyonel kafeste yaşla birlikte görülen artışın işletme tarafından 60'ıncı hafta dolaylarında yemlerde kullandığı vitamin-mineral karmasıyla aminoasit katkısının etkisinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür (95). Mineral madde içeriğinin göstergesi olarak kabul edilen ham kül değerleri konvansiyonel kafeste %93.96 organik sistemde %93.64 olarak bulunmuş (Tablo 15) ve bu farklılığın da beslenme ve bakım şartlarına bağlı olarak şekillendiği düşünülmüştür (238).

Yetiştirme sistemlerinin yumurta kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yapılan çalışmalarda ak ve sarı ağırlığı konvansiyonel kafeste sırasıyla 31.60-43.30 g ve 14.07-17.10 g; ak ve sarı oranı %57.60-66.29 ve %23.94-31.20 değerleri arasında hesaplanmış, organik sistemde aynı sırayla 32.30-42.40 g ve 15.49-16.80 g; %57.10-65.30 ve %24.50-29.70 ile serbest dolaşimli diğer sistemlerde (free-range ve altlıklı) 38.62-39.49 ve 14.41-16.15 g, %56.17-66.35 ve %24.50-29.31 arasında bulunmuştur (66, 75, 84, 87, 92, 107, 117, 119, 134, 234). Tablo 14'te konvansiyonel kafeste ak ve sarı ağırlığı 34.80 g ve 15.90 g, organik sistemde 37.73 g ve 17.04 g; ak ve sarı oranı ise konvansiyonel kafeste %58.45 ve %26.69, organik sistemde %58.60 ve %26.65 olarak belirlenmiştir. Bu araştırmada ak ve sarı ağırlığı (Tablo 14) hem yetiştirme sistemi hem de yaştan etkilenirken, ak ve sarı oranı (Tablo 15) yalnızca yaştan etkilenmiştir. Ak ve sarı ağırlığı ile birlikte ak oranının organik sistemde, sarı oranının ise konvansiyonel sistemde yüksek olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar Pistekova ve ark. (98)'nın yaptığı çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Hidalgo ve ark. (87), konvansiyonel kafes ve organik sistemde sarı oranlarını; Mugnai ve ark. (117) gerek ak ve sarı ağırlıkları gerekse oranlarını, Englmaierova ve ark. (66) da ak ve sarı oranları açısından sistemlerin benzer olduklarını bildirmişlerdir. Küçükyılmaz ve ark. (84)'nın konvansiyonel kafes ile organik sistemde ak ve sarı oranlarına ait bulguları bu çalışmadaki bulgulardan farklılık göstermektedir. Bu çalışmada ak ve sarı ağırlığı ile sarı oranının yaşla birlikte her iki sistemde de arttığı, öte yandan ak oranının düştüğü görülmekte ve bu sonuçlar bazı araştırmaların sonuçlarıyla örtüşmektedir (92, 119). Ak oranının sarı oranından farklı olarak yaşla birlikte azalması, akın sarıdan daha ağır olması ve yaşla birlikte yumurta büyüklüğünün

artmasıyla oransal değerin düşmesine bağlanabilir (239). Başka bir çalışmada (75) ise ak ağırlığının yaşla birlikte azaldığı belirtilmiştir. Araştırmalar arasındaki farklılıklar genetik yapı, beslenme, iklim koşulları ile yönetim sistemine bağlı olarak şekillenebilir (240).

Yapılan çalışmalarda sarı rengi konvansiyonel kafeste ortalama 4.8-13.44, organik ve diğer serbest dolaşımli sistemlerde 4.5-12.50 değerleri arasında tespit edilmiştir (65, 71, 77, 87, 92, 93, 98, 100, 107, 117, 227, 241, 242). Bu araştırmada Tablo 15'e göre sarı rengi konvansiyonel kafeste 9.35, organik sistemde 12.72 olarak hesaplanmış ilaveten sarı renginin yetiştirme sistemi ve yaştan etkilendiği, ayrıca yetiştirme sistemi ile yaş arasında anlamlı bir interaksiyon olduğu belirlenmiştir. Yapılan bazı çalışmaların sonucuna göre sarı renginin yetiştirme sistemi ve yaştan etkilenmemesi bu araştırmayla uyum göstermemektedir (41, 65, 92). Bu çalışmaya göre sarı renginin organik sistemde fazla olması yemlerde kullanılan hammadde farklılığı ile organik sistemde karma yemlere ilave olarak dış ortamdaki bitki örtüsünün tavuklar tarafından tüketilmesine bağlı olarak şekillenmiş olabilir (65, 71, 87, 100, 117). Bu çalışmada yaşla birlikte sarı renginin azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum sindirim sistemi (ksantofillerin emiliminin azalması), karaciğer fonksiyonlarının ve lipid sentezinin yaşla birlikte azalmasına bağlı olarak şekillenmiş olabilir (58, 62, 120, 126).

6.3. Yumurta kompozisyonu

Yumurtada yağ asitleriyle ilgili yapılan araştırmalarda, toplam SFA konvansiyonel kafeste %33.80-34.87, MUFA %40.50-50.00, PUFA %15.67-25.50, n-6 %15.00-23.40, n-3 %1.29-2.20, n-6/n-3 %11.03-14.67; organik

sistemde toplam SFA %32.08-39.21, MUFA %35.22-49.05, PUFA %16.40-30.50, n-6 %15.00-28.78, n-3 %0.58-1.72, n-6/n-3 %11.19-17.46 arasında hesaplanmıştır (84, 87, 134, 241, 242). Tablo 19'a göre bu araştırmada konvansiyonel kafeste toplam SFA %38.24, MUFA %36.57, PUFA %23.19, n-6 %21.22, n-3 %1.81 ve n-6/n-3 %12.90; organik sistemde toplam SFA %36.79, MUFA %36.57, PUFA %27.03, n-6 %24.70, n-3 %2.17 ve n-6/n-3 %11.50'dir. Konvansiyonel kafeste toplam SFA, MUFA ve n-6/n-3'ün yaşla birlikte arttığı, toplam PUFA, n-3 ve n-6'nın azaldığı görülmektedir. Organik sistemde ise yaşla birlikte toplam SFA ve n-3 azalırken, MUFA, PUFA, n-6 ile n-6/n-3 artmıştır. Ayrıca her iki sistemde de yaşın toplam SFA ve MUFA üzerine anlamlı etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Tablo 16'ya göre toplam SFA içerisinde en fazla oran palmitik asite daha sonra stearik asite ait olup yetiştirme sistemi ile yaş arasında anlamlı interaksiyon gözlenmiştir. Tablo 19'da toplam SFA'da ortaya çıkan sistem ve yaş arasındaki anlamlı interaksiyon palmitik ve stearik asit (Tablo 16) akümülyasyonuna atfedilebilir. Toplam MUFA içerisinde oleik asidin (Tablo 17), toplam PUFA'da linoleik asidin (Tablo 18) en fazla orana sahip olduğu görülmekte ve bu sonuçlar bu konuyla ilgili yapılan bazı çalışmalara benzerlik göstermektedir (84, 243, 244, 245). Konvansiyonel kafeste SFA oranının yüksek olması tavukların bu sistemde kısıtlı hareket etmesine, organik sistemde toplam MUFA, PUFA ve n-3 oranlarının yüksek olması ise aktiviteyle birlikte refah koşullarının ve hayvanların çıktığı açık alanın vejetasyon durumuyla alakalı olduğu düşünülebilir (246, 247). Öte yandan ince bağırsakta ileumun yağ asitleri emilimine olan katkısı yaşla birlikte azalmakta bu durumun çalışmadaki toplam SFA, PUFA, n-3 ve n-6 oranlarının yaşla birlikte azalmasına da neden olduğu düşünülmektedir (248). Bu

bilgilere ek olarak genç tavuk yumurtalarının yaşı olanlara kıyasla yumurta sarılarının daha küçük olması toplam PUFA, n-3 ve n-6'nın genç gruplarda oransal olarak yüksek çıkmasına neden olabilir (249).

Tablo 20'ye göre bu çalışmada kolesterol üzerinde yetiştirme sistemi ve yaşı etkili olmadığı ve bu sonuçların Basmacıoğlu ve ark. (153) ile Zemkova ve ark. (154)'nin yaptıkları çalışmayla uyumlu olmadığı görülmektedir. Küçükıılmaz ve ark. (84), bu araştırmanın sonuçlarına paralel olarak konvansiyonel kafes ve organik yumurtalarda kolesterol miktarını benzer bulmuşlardır. Araştırmalarda kullanılan genotipin yumurta kolesterol düzeyi üzerine önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (250, 251). Öte yandan rasyon kompozisyonunun da yumurta kolesterol düzeyi üzerine önemli etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (252, 253). Bu çalışmada kolesterol açısından gerek sistemler gerekse yaş arasında bir farkın olmaması aynı hibritlerde benzer rasyonların kullanılmasına bağlanabilir (251, 254).

Tablo 20'de yumurta sarısı MDA miktarı konvansiyonel sistemde (116.85 nmol/g) organik sisteme (142.76 nmol/g) göre düşük bulunmuş, MDA'nın hem yetiştirme sistemi hem de yaştan etkilendiği ve yetiştirme sistemi ile yaş arasında da anlamlı bir interaksiyon olduğu tespit edilmiştir. Organik sistemdeki yüksek MDA miktarı toplam PUFA miktarının organik yumurtalarda fazla olmasından kaynaklanabilir (172, 173, 174). Ayrıca organik sistemde yetiştirilen tavukların çevre etkilerine fazlaca maruz kalıyor olması, hücrel serbest radikal oluşumunu steroid sentez mekanizması üzerinden uyarıyor olabilir. Bu sebeple de organik sistemde üretilen yumurtalarda MDA düzeyinin konvansiyonel sistemde üretilenlere göre daha yüksek olması beklenebilir. Yumurtacı tavuk rasyonlarında

kullanılan yağ çeşidi yumurta sarısındaki MDA düzeyini etkilemekte ilaveten yumurta sarısındaki vitamin A ve E'nin MDA düzeyini düşürerek yumurtayı oksidatif bozulmaya karşı koruduğu belirtilmektedir (173). Bu çalışmada, organik sistemden elde edilen yumurtalardaki α -tokoferol, oksidatif bozulmaya karşı yumurtayı korumak amacıyla harcanmış olabilir (Tablo 20). Vitamin D2'nin organik sistemde yüksek olması (Tablo 20) gün içerisinde dış ortamda gezen tavukların topraktan aldıkları küçük taşlar ve güneş ışığına bağlı olarak arttığı düşünülmektedir (165). Benzer olarak vitamin K2'nin de organik sistemde yüksek olması (Tablo 20) dış ortamdaki bitki örtüsünün tavuklar tarafından tüketilmesinden kaynaklanabilir (164).

6.4. HSP70

Kanatlılarda genel olarak HSP70 üzerinde yapılan çalışmaların daha çok sıcaklık stresiyle ilgili olduğu görülmektedir (255, 256, 257, 258). Tablo 21'de HSP70'in rölatif yoğunluk değerinin organik sistemde (1.14) konvansiyonel sisteme (0.83) göre yüksek olduğu ve yetiştirme sisteminden etkilendiği tespit edilmiştir. Bu sonucun organik sistemde kümeslerin yalıtım durumuna, tavukların kış aylarında soğuktan olumsuz etkilenmesine (259) ve dış ortamda tavukların farklı çevre koşullarına maruz kalmalarına bağlı olarak ortaya çıkabileceği düşünülebilir (259). Sıcaklık stresinin etkisiyle ortaya çıkan toksik etkilerin giderilmesinde HSP70'in etkisi bilinmektedir (197, 260, 261, 262). Sıcaklık stresinde HSP70 ile oksidatif stres arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla yapılan bir araştırmada, HSP70'in aşırı sentezlenmesinin etlik piliçlerde antioksidan savunma sistemini geliştirdiği vurgulanmış, antioksidan sistem ile HSP70 sentezi arasında güçlü bir ilişki olduğu ortaya konmuştur (257). Bu

doğrultuda organik sistemde HSP70 sentezinin artışı tavukların antioksidan sisteminin daha güçlü olmasından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre, yüksek yumurta üretimi, yumurtaların daha büyük, sarı renginin daha koyu, kabuk kalitesinin daha iyi olması bakımından organik sistemin avantajlı olduğu görülmektedir. Ayrıca sağlık açısından faydalı olduğu belirtilen PUFA, n-3 ve n-6 içeriğinin organik yumurtalarda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak organik yumurtalarda PUFA'nın yüksek olmasına paralel olarak MDA'nın da yüksek olması organik yumurtaların oksidatif bozulma yönünden daha hassas olduğunu düşündürmektedir. Organik sistemde yetiştirilen tavuklarda yüksek HSP70 sentezi tavukların çevresel şartlardan daha fazla etkilendiğinin veya antioksidan sistemin daha fazla çalıştığının göstergesi olabilir. Genç sürülerden elde edilen yumurtaların kompozisyonunun daha iyi olduğu belirlenmiştir. Farklı sistemlerde yaşın etkisinin değişmesi, önemli interaksiyonların elde edilmesine sebep olmuştur. Organik sistemdeki kümeslerde çevresel şartlara daha fazla dikkat edilmesi, bu sürülerden daha iyi verim alınmasını sağlayabilir. Organik sistemin bazı avantajlarına rağmen, üretim maliyetinin yüksek olması talebi sınırlandırmaktadır. Bu doğrultuda sektörün ve tüketicilerin talepleri göz önüne alınarak organik sistemde üretim maliyetinin düşürülmesi, konvansiyonel sistemde daha nitelikli üretim yapılması konusundaki araştırmaların katma değeri yüksek olacaktır. Üretim sistemleri birbirinin rakibi olarak düşünülmemeli, tüm yönleriyle değerlendirilmelidir. Sistemlerin çevre denetimi ürün niteliği ve hayvan refahı göz önüne alınarak düzenlenmelidir. Elde edilen ürünün özellikleri

yönünden tüketiciler bilgilendirilmeli, toplumun her kesimine hitap edecek farklı nitelikteki ürünlerin üretim potansiyeli artırılmalıdır.



7.KAYNAKLAR

1. Yıldız T. “Tavukçuluk sektör analizi”. <http://www.kuzka.gov.tr> 08.07.2013.
2. Sarıca M, Camcı Ö, Mızrak C, ve ark. Türkiye’de kanatlı ıslah stratejilerine bakış. Ulusal Kümes Hayvanları Kongresi, İzmir 2012: 27-48.
3. Düzgüneş O. Memleketimizde hibrit ebeveyn soyları geliştirme çalışmaları. Ulusal Tavukçuluk Sempozyumu, Adana 1985: 66-73.
4. Anonim. “Hayvancılık Genel Müdürlüğü nisan 2017”. <http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/HAYGEM.pdf> 25.05.2017.
5. Anonim. “Hayvancılık istatistikleri”. <http://rapory.tuik.gov.tr/19-03-2017-16:20:07-20749229341745045125567022139.html> 25.05.2017.
6. Anonim. “2015 yılı organik tarım istatistikleri”. <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/OrganikTarim/Istatistikler> 25.05.2017.
7. Anonim. “Industry_news”. <https://www.internationalegg.com/category/industry-news/> 25.05.2017.
8. Anonim. “Sektör verileri 2016”. <http://www.yum-bir.org/Yumurta/id30-Istatistikler> 25.05.2017.
9. Anonim. “Trade statistics for international business development”. <http://www.trademap.org/Index.aspx> 25.05.2017.
10. Anonim. “Yumurta ihracatı”. <http://www.yumurta.gen.tr/yumurta-ihracati.html> 25.05.2017.
11. Anonim. “Türkiye geneli ihracat raporları”. <http://www.tim.org.tr/tr/ihracat-rakamlari.html> 25.05.2017.
12. Conway A. “World egg output grows despite disease impact”. <http://www.wattagnet.com/articles/25046-world-egg-output-grows-despite-disease-impact> 23.11.2015.
13. Baykalır Y, Şimşek ÜG. Yumurta tavukçuluğunda kullanılan yetiştirme sistemleri. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi 2014; 28: 93-98.
14. Hofmann JR, Falvo MJ. Protein-Which is best? Journal Sports Sci Med 2004; 3: 118-130.

15. Anonim. "Protein and amino acid requirements in human nutrition"
http://www.who.int/nutrition/publications/nutrientrequirements/WHO_TRS_935/en/ 25.05.2017.
16. Sarwar G. The protein digestibility-corrected amino acid score method overestimates quality of proteins containing antinutritional factors and of poorly digestible proteins supplemented with limiting amino acids in rats. *J Nutr* 1997; 127: 758-764.
17. Anonim. "United States Dairy Export Council 1999. Reference Manual for U.S. Whey Products 2nd Edition".
<http://www.adpi.org/Membership/MembershipDirectory/ABDCompanyDetails/tabid/343/ItemId/170/U-S-Dairy-Export-Council.aspx> 25.05.2017.
18. Çelebi Ş, Karaca H. Yumurtanın besin değeri, kolesterol içeriği ve yumurtayı n-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirmeye yönelik çalışmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2005; 37: 257-265.
19. Miranda JM, Anton X, Redondo-Valbuena C, et al. Egg and egg-derived foods: effects on human health and use as functional foods. *Nutrients* 2015; 7: 706-729.
20. Abeyrathne EDNS, Lee HY, Ahn DU. Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents—A review. *Poult Sci* 2013; 92: 3292-3299.
21. Zeisel SH, Mar MH, Howe JC, Holden JM. Concentrations of choline-containing compounds and betaine in common foods. *J Nutr* 2003; 133: 1302-1307.
22. Herron KL, Fernandez ML. Are the current dietary guidelines regarding egg consumption appropriate? *J Nutr* 2004; 134: 187-190.
23. Koushan K, Rusovici R, Li W, Ferguson LR, Chalam KV. The role of lutein in eye-related disease. *Nutrients* 2013; 5: 1823-1839.
24. Li Y, Zhou C, Zhou X, Li L. Egg consumption and risk cardiovascular diseases and diabetes: A meta-analysis. *Atherosclerosis* 2013; 229: 524-530.
25. Eilat-Adar S, Sinai T, Yosefy C, Henkin Y. Nutritional recommendations for cardiovascular disease prevention. *Nutrients* 2013; 5: 3646-3683.

26. McNamara DJ. The impact of egg limitations on coronary heart disease risk: Do the numbers add up? *J Am Coll Nutr* 2000; 19: 540-548.
27. Masson LF, McNeill G, Avenell A. Genetic variation and the lipid response to dietary intervention: A systematic review. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 1098-1111.
28. Rakonjac S, Bogosavljevic-Boskovic S, Pavlovski Z, et al. Laying hen rearing systems: A review of major production results and egg quality traits. *World Poult Sci J* 2014; 70: 93–104.
29. Piskorska-Pliszczyńska J, Mikolajczyk S, Warenik-Bany M, Maszewski S, Strucinski P. Soil as a source of dioxin contamination in eggs from free-range hens on a polish farm. *Sci Total Environ* 2014; 466-467: 447-454.
30. Tey D, Heine RG. Egg allergy in childhood: An update. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2009; 9: 244-250.
31. Tan JW, Joshi P. Egg allergy: An update. *J Paediatr Child Health* 2013; 50: 11-15.
32. Hasan SA, Wells RD, Davis CM. Egg hypersensitivity in review. *Allergy Asthma Proc* 2013; 1: 26-32.
33. Appleby MC. The European Union ban on conventional cages for laying hens: History and Prospects. *J Appl Anim Welf Sci* 2003; 6: 103-121.
34. Anonim. “Hayvan refahı ve 5 temel özgürlük”. <http://www.petarkadas.com/grup/8036/forum/konu/136559> 20.03.2017.
35. Bozkurt Z. Kafes ve alternatif sistemlerde yumurtacı tavukların refahı. *Kocatepe Veteriner Dergisi* 2009; 2: 59-67.
36. Anonim. Minimum standarts for the protection of laying hens. Council Directive. 99/74/EC. Brussel 1999.
37. Anonim. “The review of layer hen housing”. <http://www.daff.gov.au/animal-plant-health/welfare/reports/layer-hen/review> 28.08.2013.
38. Anonim. “Description of housing systems for laying hens”. <http://www.laywel.eu/web/pdf/deliverable%2023.pdf> 28.04.2013.

39. Altan A, Bayraktar H. K mesler ve donanımları. T rkoğlu M, Sarıca M (Editörler). Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme, Hastalıklar. Bölüm 6. 3.Baskı, Ankara 2009:208-214.
40. Nicol CJ. Effect of cage height and area on the behaviour of hens housed in battery cages. Br Poult Sci 1987; 28: 327-335.
41. Sekeroglu A, Sarica M, Demir E, et al. Effects of different housing systems on some performance traits and egg qualities of laying hens. J Anim Vet Adv 2010; 9: 1739-1744.
42. Dawkins MS, Hardie S. Space needs of laying hens. Br Poultry Sci 1989; 30: 413-416.
43. Knight A. “Advancing animal welfare standards within the veterinary profession”.<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101008B/BA023.pdf> 01.07.2013.
44. Gregory NG, Wilkins LJ. Broken bones in domestic fowl: Handling and processing damage in end-of-lay battery hens. Br Poultry Sci 1989; 30: 555-562.
45. Blokhuis HJ, Fiks Van Niekerk T, Bessei B, et al. The LayWel project: Welfare implications of changes in production systems for laying hens. World Poult Sci J 2007; 63: 101-114.
46. Anonim. “Cage-free eggs: A comparison of labels”.
<http://www.humanefood.ca/pdf%20links/cage-free-eggs-new-logo-v4.pdf> 02.05.2013.
47. Anonim. “UK battery farm breaks EU rules”.
<http://www.bbc.co.uk/news/uk-16540769> 26.06.2016.
48. Anonim. “ iftlik hayvanlarının refahına ilişkin yönetmelik”.
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111223-3.htm> 26.05.2017.
49. Anonim. “Yumurtacı tavukların korunması ile ilgili asgari standartlara ilişki yönetmelik”.<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/11/20141122-7.htm> 26.05.2017.
50. Kuręa C, Erdal M. “Ağrı ili organik tarım ve hayvancılık mevcut durum analizi”. <http://orgprints.org/25776/3/25776.pdf> 26.05.2017.

51. Çukur F, Saner G. Konvansiyonel ve ekolojik hayvancılık sistemlerinin sürdürülebilirliği ve Türkiye üzerine bir değerlendirme. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2005; 2: 39-44.
52. Anonim. “Organik tarımın esasları ve uygulanmasına ilişkin yönetmelik”. www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100818-4.htm 26.05.2017.
53. Anonim. “Chapter1_Eggproduction”. <http://www.fao.org/docrep/005/Y4628E/y4628e03.htm> 26.05.2017.
54. Anonim. “The life of: Laying hens”. <https://www.ciwf.org.uk/media/5235024/The-life-of-laying-hens.pdf> 26.05.2017.
55. Anonim. “When Will My Chickens Start Laying Eggs?”. <https://www.backyardchickencoops.com.au/when-will-my-chickens-start-laying-eggs> 10.05.2017.
56. Bratic I, Trifunovic A. Mitochondrial energy metabolism and ageing. *Biochim Biophys Acta* 2010; 1797: 961-967.
57. Barzilai N, Huffman DM, Muzumdar RH, Bartke A. The critical role of metabolic pathways in aging. *Diabetes* 2012; 61: 1315-1322.
58. Anonim. “Aging changes in organs - tissue - cells”. <https://medlineplus.gov/ency/article/004012.htm> 26.05.2017.
59. Sohal RS, Weindruch R. Oxidative stress, caloric restriction, and aging. *National Institutes of Health* 1996; 273: 59-63.
60. Russell RM. Factors in aging that effect the bioavailability of nutrients. *J Nutr* 2001; 1359-1361.
61. Ruiz RA. “Effects of aging on the digestive system”. <http://www.msmanuals.com/home/digestive-disorders/biology-of-the-digestive-system/effects-of-aging-on-the-digestive-system> 10.05.2017.
62. Gerber N. “Factors affecting egg quality in the commercial laying hen: a review”. http://eggfarmers.org.nz/eggfarmers/wpcontent/uploads/2012/04/factors_affecting_egg_quality.pdf 22.04.2017.
63. Singh R, Cheng KM, Silversides FG. Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poult Sci* 2009; 88: 256-264.

64. Yetişir R, Sarıca M. Yumurta tavuğu yetiştiriciliği. Türkoğlu M, Sarıca M (Editörler). Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme, Hastalıklar. Bölüm 8. 3.Baskı, Ankara 2009:305-307.
65. Ahammed M, Chae BJ, Lohakare J, et al. Comparison of aviary, barn and conventional cage raising of chickens on laying performance and egg quality. *Asian Australas J Anim Sci* 2014; 27: 1196-1203.
66. Englmaierová M, Tůmová E, Charvátová V, Skřivan M. Effects of laying hens housing system on laying performance, egg quality characteristics, and egg microbial contamination. *Czech J Anim Sci* 2014; 59: 345-352.
67. Thomas DV, Ravindran V. Comparison of layer performance in cage and barn systems. *J Anim Vet Adv* 2005; 4: 554-556.
68. Gerzilov V, Datkova V, Mihaylova S, Bozakova N. Effect of poultry housing systems on egg production. *Bulg J Agric Sci* 2012; 18: 953-957.
69. Golden JB, Arbona DV, Anderson KE. A comparative examination of rearing parameters and layer production performance for Brown egg-type pullets grown for either free-range or cage production. *J Appl Poult Res* 2012; 21: 95-102.
70. Denli M, Bukun B, Tutkun M. Comparative performance and egg quality of laying hens in enriched cages and free-range systems. *Scientific Papers Series D Animal Science* 2016; Vol. LIX: 29-32.
71. Perić L, Dukić Stojčić M, Bjedov S. Effect of production systems on quality and chemical composition of table eggs. *Contemporary Agriculture* 2016; 65: 27-31.
72. Pourouchottamane R, Ramesh Saravana Kumar V, Venkatsubramanian V, et al. Influence of rearing system on the production performance of commercial layers. *Appl Biol Res* 2012; 14.
73. Yilmaz-Dikmen B, İpek A, Şahan Ü, Petek M, Sözcü A. Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). *Poult Sci* 2016; 95: 1564-1572.
74. Appleby MC, Hughes BO. Welfare of laying hens in cages and alternative systems: Environmental, physical and behavioural aspects. *Worlds Poult Sci J* 1991; 47: 109-128.

75. Ferrante V, Lolli S, Vezzoli G, Cavalchini LG. Effects of two different rearing systems (organic and barn) on production performance, animal welfare traits and egg quality characteristics in laying hens. *Ital J Anim Sci* 2009; 8: 165-174.
76. Lolli S, Hidalgo A, Alamprese A, Ferrante V, Rossi M. Layer performances, eggshell characteristics and bone strength in three different housing systems. *Biotech Anim Husbandry* 2013; 29: 591-606.
77. Rouf MG, Ahammed M, Ahammad MU, Rahman MR. Effects of cage and barn rearing system on early laying performance of pullet. *Bang J Anim Sci* 2015; 44: 151-156.
78. Farooq M, Mian MA, Durrani FR, Syed M. "Egg production performance of commercial laying hens in Chakwal district, Pakistan".
<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/2/faro142.htm> 23.04.2017.
79. Yakubu A, Salako AE, Ige AO. Effects of genotype and housing system on the laying performance of chickens in different seasons in the semi-humid tropics. *Int J Poult Sci* 2007; 6: 434-439.
80. Holt PS, Davies RH, Dewulf J, et al. The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poult Sci* 2011; 90: 251-262.
81. Cepero R, Hernández A. Effects of housing systems for laying hens on egg quality and safety. *Proceedings 16th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Nantes-France 2015; CD-Rom: 20.*
82. Taylor AA, Hurnik F. The long-term productivity of hens housed in battery cages and an aviary. *Poult Sci* 1996; 75: 47-51.
83. Mertens K, Bamelis F, Kemps B, et al. Monitoring of eggshell breakage and eggshell strength in different production chains of consumption eggs. *Poult Sci* 2006; 85: 1670-1677.
84. Küçükyılmaz K, Bozkurt M, Herken EN, et al. Effects of rearing systems on performance, egg characteristics and immune response in two layer hen genotype. *Asian-Aust J Anim Sci* 2012; 25: 559-568.
85. Tauson R, Wahlstrom A, Abrahamsson P. Effect of two floor housing systems and cages on health, production and fear response in layers. *J Appl Poult Res* 1999; 8: 152-159.

86. Voslarova E, Hanzalek Z, Vecerek V, Strakova E, Suchy P. Comparison between laying hen performance in the cage system and the deep litter system on a diet free from animal protein. *Acta Vet Brno* 2006; 75: 219–225.
87. Hidalgo A, Rossi M, Clerici F, Ratti S. A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food Chem* 2008; 106: 1031-1038.
88. Guesdon V, Faure JM. Laying performance and egg quality in hens kept in standard or furnished cages. *Anim Resear* 2004; 53: 45-57.
89. De Reu K, Messens W, Heyndrickx M, Rodenburg TB. Bacterial contamination of table eggs and the influence of housing systems. *World Poult Sci J* 2008; 64: 5-19.
90. Kramer A. What is quality and how can it be measured: From a food technology point of view. In: *Market Demand and Product Quality Mktg Res Workshop Rept*, Michigan State College. 1951.
91. Sarıca M, Erensayın C. Tavukçuluk ürünleri. Türkoğlu M, Sarıca Mm(Editörler). *Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme, Hastalıklar. Bölüm 4. 3. Baskı*, Ankara 2009:100-109.
92. Yılmaz-Dikmen B, İpek A, Şahan Ü, Sözcü A, Baycan SC. Impact of different housing systems and age of layers on egg quality characteristics. *Turk J Vet Anim Sci* 2017; 41: 77-84.
93. Van Den Brand H, Parmentier HK, Kemp B. Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. *Br Poultry Sci* 2004; 45: 745-752.
94. Ketta M, Tumova E. Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: a review. *Czech J Anim Sci* 2016; 61: 299-309.
95. Tactacan GB, Guenter W, Lewis NJ, Rodriguez-Lecompte JC, House JD. Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. *Poult Sci* 2009; 88: 698-707.

96. Stanley VG, Nelson D, Daley MB. Evaluation of two laying systems (Floor vs. Cage) on egg production, quality and safety. *Iran J Appl Anim Sci* 2014; 4: 597-601.
97. Onbaşlar EE, Ünal N, Erdem E, Kocakaya A, Yaranoglu B. Production performance, use of nest box, and external appearance of two strains of laying hens kept in conventional and enriched cages. *Poult Sci* 2015; 94: 1-6.
98. Pištěková V, Hovorka M, Večerek V, Straková E, Suchý P. The quality comparison of eggs laid by laying hens kept in battery cages and in a deep litter system. *Czech J Anim Sci* 2006; 51: 318-325.
99. Jones DR, Musgrove MT, Anderson KE, Thesmar HS. Physical quality and composition of retail shell eggs. *Poult Sci* 2010; 89: 582-587.
100. Yenice G, Kaynar O, Ileriturk M, Hıra F, Hayırlı A. Quality of eggs in different production systems. *Czech J Food Sci* 2016; 34: 370-376.
101. Akbaş Y, Altan Ö, Koçak Ç. Tavuk yaşının tavuk yumurtasının iç ve dış kalite özellikleri üzerine etkileri. *Turk J Vet Anim Sci* 1996; 20: 455-460.
102. Zita L, Tumova E, Stolc L. Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. *Acta Vet Brno* 2009; 78: 85-91.
103. Ledvinka Z, Tumova E, Englmaierová M, Podsedníček M. Egg quality of three laying hen genotypes kept in conventional cages and on litter. *Arch Geflügelk* 2012; 76: 38-43.
104. King`ori AM. Poultry egg external characteristics: Egg weight, shape and shell colour. *Research Journal of Poultry Sciences* 2012; 5: 14-17.
105. Chang-Ho K, Jong-Ho S, Jae-Cheong L, Kyung-Woo L. Age-related changes in egg quality of Hy-Line Brown hens. *Int J Poult Sci* 2014; 13: 510-514.
106. Nikolova N, Kocovski D. Forming egg shape index as influenced by ambient temperatures and age of hens. *Biotech Anim Husbandry* 2006; 22: 119-125.
107. Lewko L, Gornowicz E. Effect of housing system on egg quality in laying hens. *Ann Anim Sci* 2011; 11: 607-616.

108. Zita L, Ledvinka Z, Tumova E, Klesalova L. Technological quality of eggs in relation to the age of laying hens and Japanese quails. *R Bras Zootec* 2012; 41: 2079-2084.
109. Nys Y, Gautron J, Garcia-Ruiz JM, Hincke MT. Avian eggshell mineralization: biochemical and functional characterization of matrix proteins. *Comptes Rendus Palevol* 2004; 3: 549-562.
110. Hincke MT, Nys Y, Gautron J. The role of matrix proteins in eggshell formation. *Jap Poult Sci Assoc* 2010; 47: 208-219.
111. Ketta M, Tumova E. Differences in the eggshell quality and tibia strength in Lohmann White and Czech Hen housed in cages and on litter. *Acta Fytotechn Zootechn* 2014; 17: 75-78.
112. Armbrrecht HJ. Changes in calcium and vitamin D metabolism with age. In: Armbrrecht HJ, Prendergast JM, Coe RM. (Editors). *Nutritional Intervention in the Aging Process*. Springer-Verlag New York 1984: 69-83.
113. Roberts JR. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *J Poult Sci* 2004; 41: 161-177.
114. Gallagher JC. Vitamin D and aging. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2013; 42: 319-322.
115. Beto JA. The role of calcium in human aging. *Clin Nutr Res* 2015; 4: 1-8.
116. Clerici F, Casiraghi E, Hidalgo A, Rossi M. Evaluation of eggshell quality characteristics in relation to the housing system of laying hens, *Proceedings of XII European Poultry Conference, Verona-Italy, 2006*.
117. Mugnai C, Dal Bosco A, Castellini C. Effect of rearing system and season on the performance and egg characteristics of Ancona laying hens. *Ital J Anim Sci* 2009; 8: 175-188.
118. Angelovičová M, Ševčíková V, Angelovič M, Bučko O. Comparison of two different breeding systems of laying hens in relation to egg shell quality. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies* 2014; 47: 166-171.
119. Minelli G, Sirri F, Folegatti E, Meluzzi A, Franchini A. Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. *Ital J Anim Sci* 2007; 6: 728-730.

120. Rizzi C, Chiericato GM. Organic Farming Production. Effect of age on the productive yield and egg quality of hens of two commercial hybrid lines and two local breeds. *Ital J Anim Sci* 2005; 4: 160-162.
121. Anyaegbu BC, Onunkwo DN, Irebuisi D. Evaluation of hen age, body weight and egg weight on percent egg component and the internal composition of Harco hen eggs. *Sci-Afric J Sci Issues Res Essays* 2016; 4: 943-945.
122. Dvořák P, Suchý P, Straková E, Doležalová J. Variation in egg yolk colour in different systems of rearing laying hens. *Acta Vet Brno* 2010; 79: 13-19.
123. Jacob JP, Miles RD, Mather FB. "Egg quality". <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/PS/PS02000.PDF> 30.05.2017.
124. Dvořák P, Suchý P, Straková E, Koprivá V. Possibilities of enhancing the colour of egg yolk. *J Sci Food Agric* 2012; 92: 853-856.
125. Coutts JA, Wilson GC. Egg Quality Handbook. Queensland Department of Primary Industries, Australia 1990.
126. Zaghini A, Martelli G, Roncada P, Simioli M, Rizzi L. Mannanooligosaccharides and aflatoxin B1 in feed for laying hens: Effects on egg quality, aflatoxins B1 and M1 residues in eggs and aflatoxin B1 levels in liver. *Poult Sci* 2005; 84: 825- 832.
127. Voilleumier JP. The Roche yolk colour fan - an instrument for measuring yolk colour. *Poult Sci* 1969; 48: 787-779.
128. Dvořák P, Musilová H, Švarcová I. On-line measurements of colour of pork. *Fleischwirtschaft* 2001; 81: 89-91.
129. Ichihara K, Fukubayashi Y. Preparation of fatty acid methyl esters for gas-liquid chromatography. *J Lipid Res* 2010; 51: 635-640.
130. Rustan AC, Drevon CA. Fatty acids: Structures and properties. In: *Encyclopedia of Life Sciences*. Wiley Online Library. 2005: 1-7.
131. Reece J, Campbell N. *Biology*. San Francisco: Benjamin Cummings. 2002: 69-70.
132. Bazinet RP, Layé S. Polyunsaturated fatty acids and their metabolites in brain function and disease. *Nat Rev Neurosci* 2014; 15: 771-785.

133. Anonim. "Chapter 2: Composition of dietary fat. Figure 2.2". <http://www.fao.org/docrep/v4700e/V4700E07.htm> 01.06.2017.
134. Samman S, Kung FP, Carter LM, et al. Fatty acid composition of certified organic, conventional and omega-3 eggs. *Food Chem* 2009; 116: 911-914.
135. Cherian G, Holsonbake TB, Goeger MP. Fatty acid composition and egg components of specialty eggs. *Poult Sci* 2002; 81: 30-33.
136. Rizzi L, Simioli G, Martelli G, Paganelli R, Sardi L. Effects of organic farming on egg quality and welfare of laying hens. XII Eur Poult Conf 10–14 September 2006; Verona-Italy. 2006.
137. Kovácsné Gaál K, Konrád S. The impact of different housing conditions on egg content and quality. International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint 26-27 March 2012 Sopron-Hungary. 2012: 1-5.
138. Lin LY, Lee MH. Effect of hen's age on the composition of yolk lipid. *Food Sci* 1996; 23: 168-173.
139. Nielsen H. Hen age and fatty acid composition of egg yolk lipid. *Br Poultry Sci* 1998; 39: 53-56.
140. Scheideler SE, Jaroni D, Froning G. Strain and age effects on egg composition from hens fed diets rich in n-3 fatty acids. *Poult Sci* 1998; 77: 192-196.
141. Stanisic N, Petricevic V, Skrbic Z, et al. Effects of age and time of day of sampling on proximate and fatty acid composition of whole eggs from two strains of laying hens. *Arch Anim Breed* 2015; 58: 151-158.
142. Yilmaz-Dikmen B, Sahan U. The relationship among age, yolk fatty acids content, and incubation results of broiler breeders. *Poult Sci* 2009; 88: 185-190.
143. Masterjohn C. "Structure of cholesterol". http://www.cholesterol-and-health.com/cholesterol_structure.html 01.06.2017.
144. Anonim. "Cholesterol structure". <http://chemistry.tutorvista.com/biochemistry/cholesterol-structure.html> 01.06.2017.
145. Orth M, Bellosa S. Cholesterol: Its regulation and role in central nervous system disorders. *Cholesterol* 2012; Article ID 292598.

146. Hu J, Zhang Z, Shen W-J, Azhar S. Cellular cholesterol delivery, intracellular processing and utilization for biosynthesis of steroid hormones. *Nutrition & Metabolism* 2010; 7: 1-25.
147. Anonim. "Your guide to lowering your cholesterol with TLC". www.nhlbi.nih.gov/chd 01.06.2017.
148. Matt D, Veromann E, Luik A. Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. *Agronomy Res* 2009; 7: 662-667.
149. Maurice DV, Lightsey SF, Hsu KT, Gaylord TG, Reddy RV. Cholesterol in eggs from different species of poultry determined by capillary GLC. *Food Chem* 1994; 50: 367-372.
150. Ogunwole OA, Ojelade AYP, Essien EA, Oyewo MO. Lipid profile of eggs from laying chickens fed five proprietary vitamin-mineral premixes under two rearing systems as influenced by duration of storage. *Food and Public Health* 2015; 5: 10-16.
151. Radu-Rusu RM, Usturoi MG, Leahu A, et al. Chemical features, cholesterol and energy content of table hen eggs from conventional and alternative farming systems. *S Afr J Anim Sci* 2014; 44: 33-41.
152. Hussein AA, Idris AA, Eljack BH, Ibrahim MT. Effect of age, season and housing system on cholesterol and fatty acids contents of table eggs. *Res Opin Anim Vet Sci* 2012; 2: 35-39.
153. Basmacioglu H, Cabuk M, Unal K, et al. Effects of dietary fish oil and flax seed on cholesterol and fatty acid composition of egg yolk and blood parameters of laying hens. *S Afr J Anim Sci* 2003; 33: 266-273.
154. Zemková L, Simeonovová J, Lichovnicková M, Somerlíková K. The effects of housing systems and age of hens on the weight and cholesterol concentration of the egg. *Czech J Anim Sci* 2007; 52: 110-115.
155. Anonim. "Vitamin A (Retinol)". <http://www.umm.edu/health/medical/altmed/supplement/vitamin-a-retinol> 01.06.2017.
156. İlhan M, Bülbül T. Effect of retinol and retinol esters on performance, egg quality, and blood and egg vitamin A levels in laying quails. *Turk J Vet Anim Sci* 2016; 40: 590-597.

157. Calvo MS, Whiting SJ, Barton CN. Vitamin D intake: A global perspective of current status. *J Nutr* 2005; 135: 310-316.
158. Schmid A, Walther B. Natural Vitamin D content in animal products. *Adv Nutr* 2013; 4: 453-462.
159. Cunha SC, Amaral JS, Fernandes JO, Oliveira MB. Quantification of tocopherols and tocotrienols in Portuguese olive oils using HPLC with three different detection systems. *J Agric Food Chem* 2006; 54: 3351-3356.
160. Rizvi S, Raza ST, Ahmed F, et al. The role of Vitamin E in human health and some diseases. *Sultan Qaboos Univ Med J* 2014; 14: 157-165.
161. Ahsan H, Ahad A, Siddiqui WA. A review of characterization of tocotrienols from plant oils and foods. *Chem Biol* 2015; 8: 45-59.
162. Anonim. "E309 delta-Tokoferol". <http://www.food-info.net/tr/e/e309.htm> 02.06.2017.
163. DiNicolantonio JJ, Bhutani J, O'Keefe JH. The health benefits of vitamin K. *Open Heart* 2015; 2: doi: 10.1136/openhrt-2015-000300.
164. Scott ML, Nesheim MC, Young RJ. Nutrition of the chicken. Scott & Associates Ithaca: New York 1982: 119-276.
165. Guo J, Kliem KE, Lovegrove JA, Givens DI. Effect of production system, supermarket and purchase date on the vitamin D content of eggs at retail. *Food Chem* 2017; 221: 1021-1025.
166. Lopez-Bote CJ, Arias RS, Rey AI, et al. Effect of free range feeding on n-3 fatty acid and alpha-tocopherol content and oxidative stability of eggs. *Anim Feed Sci Technol*. 1998; 72: 33-40.
167. Anderson KE. Comparison of fatty acid, cholesterol, and vitamin A and E composition in eggs from hens housed in conventional cage and range production facilities. *Poult Sci* 2011; 90: 1600-1608.
168. Grotto D, Santa Maria L, Valentini J, et al. Importance of the lipid peroxidation biomarkers and methodological aspects for malondialdehyde quantification. *Quim Nova* 2009; 32: 169-174.
169. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacogn Rev* 2010; 4: 118-126.

170. Ayala A, Muñoz MF, Argüelles S. Lipid peroxidation: Production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. Hindawi Publishing Corporation Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2014; <http://dx.doi.org/10.1155/2014/360438>.
171. Pal L, Dublec K, Husveth F, et al. Effect of dietary fats and vitamin E on fatty acid composition, vitamin A and E content and oxidative stability of egg yolk. Arch Geflügelk 2002; 66: 251-257.
172. Mohiti-Asli M, Shariatmadari F, Lotfollahian H, Mazuji MT. Effects of supplementing layer hen diets with selenium and vitamin E on egg quality, lipid oxidation and fatty acid composition during storage. Can J Anim Sci 2008; 475-483.
173. Shahryar HA, Salamatdoust R, Chekani-Azar S, Ahadi F, Vahdatpoor T. Lipid oxidation in fresh and stored eggs enriched with dietary ω 3 and ω 6 polyunsaturated fatty acids and vitamin E and A dosages. Afr J Biotechnol 2010; 9: 1827-1832.
174. Cengiz SS, Yesilbag D, Meral Y, Cetin I, Biricik H. Juniper oil improves oxidative stability and eggshell and albumin quality of quail eggs. Br Poult Sci 2015; 56: 58-65.
175. Gaffney M, O'Rourke R, Taylor-Pickard J, Murphy R. A comparative assessment of the fatty acid profiles and antioxidant status of supermarket eggs. J Appl Anim Nutr 2015; 3: <https://doi.org/10.1017/jan.2015.7>.
176. Panhéleux P, Hamelin C. Performance of laying hens in early lay and relation with antioxidant and carotenoid status of the eggs. 16th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Nantes-France, 10-13 mai 2015.
177. McEwen BS. The neurobiology of stress: from serendipity to clinical relevance. Brain Res 2000; 886: 172-189.
178. Richalet JP. Oxygen sensors in the organism. Examples of regulation under altitude hypoxia in mammals. Comp Biochem Physiol 1997; 118: 9-14.
179. Nelson DL, Cox MM. Lehninger principles of biochemistry. 4th edition New York: Worth Publishers 2005: 75-115.

180. Berg JM, Tymoczko, Stryer L. Biochemistry Stryer seventh edition. W.H. Freeman and Company: New York 2011: 887-913.
181. Amm I, Sommer T, Wolf DH. Protein quality control and elimination of protein waste: the role of the ubiquitin-proteasome system. *Biochim Biophys Acta* 2014; 1843: 182-196.
182. Bartlett AI, Radford SE. An expanding arsenal of experimental methods yields an explosion of insights into protein folding mechanisms. *Nat Struct Mol Biol* 2009; 16: 582-588.
183. Barral JM, Broadley SA, Schaffar G, Hartl FU. Roles of molecular chaperones in protein misfolding diseases. *Semin Cell Dev Biol* 2004; 15: 17-29.
184. Vabulas RM, Raychaudhuri S, Hayer-Hartl M, Ulrich Hartl F. Protein folding in the cytoplasm and the heat shock response. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 2010; 2: a004390.
185. Gidalevitz T, Prahlad V, Morimoto RI. The stress of protein misfolding: From single cells to multicellular organisms. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 2011; 3: a009704.
186. Ulrich Hartl F, Bracher A, Hayer-Hartl M. Molecular chaperones in protein folding and proteostasis. *Nature* 2011; 475: 324-332.
187. Thomas X, Campos L, Mounier C, et al. Expression of heat-shock proteins is associated with major adverse prognostic factors in acute myeloid leukemia. *Leuk Res* 2005; 29: 1049-1058.
188. Patir H, Upadhyay RC. Purification, characterization and expression kinetics of heat shock protein 70 from *Bubalus bubalis*. *Res Vet Sci* 2010; 88: 258-262.
189. Kastle M, Grune T. Interactions of the proteasomal system with chaperones: protein triage and protein quality control. *Prog Mol Biol Transl Sci* 2012; 109, 113-160.
190. Kiang JG, Tsokos GC. Heat shock protein 70 kDa: molecular biology, biochemistry, and physiology. *Pharmacol Ther* 1998; 80: 183-201.
191. Saibil H. Chaperone machines for protein folding, unfolding and disaggregation. *Nat Rev Mol Cell Bio* 2013; 14: 630-642.

192. Naito H, Powers SK, Demirel HA, et al. Exercise training increases heat shock protein in skeletal muscles of old rats. *Med Sci Sport Exer* 2001; 33: 729-734.
193. Christians ES, Yan LJ, Benjamin IJ. Heat shock factor 1 and heat shock proteins: critical partners in protection against acute cell injury. *Crit Care Med* 2002; 30: 43-50.
194. Asea A. Mechanisms of HSP72 release. *J Biosciences* 2007; 32: 579-584.
195. Bozaykut P, Kartal Ozer N, Karademir B. Regulation of protein turnover by heat shock proteins. *Free Radical Bio Med* 2014; 77: 195-209.
196. Ritossa F. A new puffing pattern induced by temperature shock and DNP in *Drosophila*. *Experientia* 1962; 18: 571-573.
197. Linquist S, Craig EA. The heat shock proteins. *Ann Rev Biochem* 1988; 22: 631-677.
198. Chankova S, Mitrovska Z, Miteva D, et al. Heat shock protein HSP70B as a marker for genotype resistance to environmental stress in *Chlorella* species from contrasting habitats. *Gene* 2013; 516: 184-189.
199. Santoro MG. Heat shock factors and the control of the stress response. *Biochem Pharmacol* 2000; 59: 55-63.
200. Garrido C, Gurbuxani S, Ravagnan L, Kroemer G. Heat shock proteins: endogenous modulators of apoptotic cell death. *Biochem Biophys Res Commun* 2001; 286: 433-442.
201. Hansen PJ. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Anim Reprod Sci* 2004; 82-83: 349-360.
202. Leenstra F, Maurer V, Bestman M, et al. Performance of commercial laying hen genotypes on free range and organic farms in Switzerland, France and The Netherlands. *Br Poult Sci* 2012; 53: 282-290.
203. Lukanov H, Alexieva D. Trends in battery cage husbandry systems for laying hens. Enriched cages for housing laying hens. *J Agr Sci Tech* 2013; 5: 143-152.
204. Kouba M. Quality of organic animal products. *Livest Prod Sci* 2003; 80: 33-40.

205. NRC. Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev ed, Natl Acad Press, Washington, DC 1994.
206. Şimşek ÜG, Çiftçi M, Özçelik M, et al. Effects of cinnamon and rosemary oils on egg production, egg quality, hatchability traits and blood serum mineral contents in laying quails (*Coturnix coturnix Japonica*) Ankara Üniv Vet Fak Derg 2015; 62: 229-236.
207. AOAC. Official methods of analysis. 923.03: 16th ed. Arlington 1995.
208. Hara A, Radin NS. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. Anal Biochem 1978; 90: 420-426.
209. Christie WW. Gas chromatography and lipids. The Oil Pres, Glasgow 1990.
210. Tvrzicka E, Vecka M, Stankova B, Zak A. Analysis of fatty acids in plasma lipoproteins by gas chromatography flame ionisation detection quantitative aspects. Anal Chim Acta 2002; 465: 337-350.
211. Sánchez-Machado DI, López-Hernández J, Paseiro-Losada P. High performance liquid chromatographic determination of alpha-tocopherol in macro algae. J Chromatogr A 2002; 976: 277-284.
212. Lopez-Cervantes J, Sanchez-Machado DI, Rios-Vazquez NJ. High performance liquid chromatography method for the simultaneous quantification of retinol, alpha-tocopherol, and cholesterol in shrimp waste hydrolysate. J Chromatogr A 2006; 1105: 135-139.
213. Karatas F, Karatepe M, Baysar A. Determination of free malondialdehyde in human serum by high-performance liquid chromatography. Anal Biochem 2002; 311: 76-79.
214. Anonim. "Electrophoretic Methods". <http://nptel.ac.in/courses/102103047/module3/lec13/5.html> 10.03.2017.
215. Anonim. "Protein Purification and Analysis". http://shiyen.ebioe.com/ProteinPurificationAnalysis_3.htm 10.03.2017.
216. Anonim. "Calculate polyacrylamide gel recipes for SDS-PAGE". <http://www.cytographica.com/lab/acryl2.html> 10.03.2017.
217. Laemmli UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature 1970; 227: 680-685.

218. Towbin H, Staehelin T, Gordon J. Electrophoretic transfer of proteins from polyacrylamide gels to nitrocellulose sheets: procedure and some applications. *Proc Natl Acad Sci* 1979; 76: 4350-4354.
219. Doherty GJ, McMahon HT. Mediation, modulation, and consequences of membrane-cytoskeleton interactions. *Annu Rev Biophys* 2008; 37: 65–95.
220. Sirover MA. New nuclear functions of the glycolytic protein, glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase, in mammalian cells. *J Cell Biochem* 2005; 95: 45-52.
221. Gunning PW, Ghoshdastider U, Whitaker S, Popp D, Robinson RC. The evolution of compositionally and functionally distinct actin filaments. *J Cell Sci* 2015; 128: 2009–2019.
222. Dittmer A, Dittmer J. Beta-actin is not a reliable loading control in Western blot analysis. *Electrophoresis* 2006; 14: 2844-2845.
223. Gassmann M, Grenacher B, Rohde B, Vogel J. Quantifying western blots: pitfalls of densitometry. *Electrophoresis* 2009; 30: 1845-1855.
224. IBM SPSS 22. Licensed materials property of IBM corporation © copyright IBM corporation and other(s). International.
225. Karagöz Y. SPSS 22 Uygulamalı Biyoistatistik. Güncellenmiş 2. Basım, Ankara: Nobel 2015.
226. Hendrix-Isa LLC. “Bovans White commercial stock”. <http://www.hendrix-isa.com/en/isapoultry/products/bovans/bovans-white/> 08.06.2017.
227. Şekeroğlu A, Sarıca M. Serbest yetiştirme (free-range) sisteminin beyaz ve kahverengi yumurtacı genotiplerin yumurta verim ve kalitesine etkisi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi* 2005; 6: 10-16.
228. Krawczyk J, Gornowicz E. Quality of eggs from hens kept in two different free-range systems in comparison with a barn system. *Arch Geflügelk* 2010; 74: 151-157.
229. Callejo A, Dos Santos AL, Herrero S, Buxade C. Efecto Del Avance Automático De Las Cintas De Recogida De Huevos Sobre El Porcentaje De Huevos Rotos. *Proceedings 50th Symp Wpsa's Spanish Branch, Lleida* 2013: 236-242.

230. Robinson FE, Renema RA. "Female reproduction: Control of ovarian function". <http://spottedcowpress.ca/chapters/02FemaleAnatomy.pdf> 05.06.2017.
231. Johnston SA, Gous RM. A mechanistic, stochastic, population model of egg production. *Br Poult Sci* 2007; 48: 224-232.
232. Machal L, Simeonovova J. The relationship of shortening and strength of eggshell to some egg quality indicators and egg production in hens of different initial laying lines. *Arch Tierz* 2002; 3: 287-296.
233. Merle R, Koesters S, Suerie C, Ovelhey A, Kreienbrock L. "Mortality in laying hens—A comparison of different housing systems". <http://www.sciquest.org.nz/elibrary/download/67564/T2-1.4.5+Mortality+of+laying+hens%3A+a+comparison+of+different+housing+systems+and+layer+lines> 08.04.2017.
234. Leenstra F, Maurer V, Galea F, et al. Laying hen performance in different production systems; why do they differ and how to close the gap? Results of discussions with groups of farmers in The Netherlands, Switzerland and France, benchmarking and model calculations. *Europ Poult Sci* 2014; 78: doi: 10.1399/eps.2014.53.
235. Basmacioglu H, Ergul M. Research on the factors affecting cholesterol content and some other characteristics of eggs in laying hens – the effect of genotype and rearing system. *Turk J Vet Anim Sci* 2005; 29: 157-164.
236. Altuntaş E, Şekeroğlu A. Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. *J Food Eng* 2008; 85: 606-612.
237. Swiatkiewicz S, Arczewska-Wlosek A, Jozefiak D. Bone quality, selected blood variables and mineral retention in laying hens fed with different dietary concentrations and sources of calcium. *Livest Sci* 2015; 181: 194-199.
238. Şimşek ÜG, Erişir Z, İflazoğlu Mutlu S, Baykalır Y, Çiftçi M. Farklı tüy rengine sahip Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) yumurtanın besin özellikleri, kuluçka özellikleri ve embriyonun beslenmesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi* 2016; 30: 83-88.

239. Al-Haweizy AA, Al-Sardary SY. Effect of dehydrated alfalfa and age on egg weight, albumen percentage, albumen index and haugh units in Hy-line W-98 layers. *Acta Fytotechnica et Zootechnica* 2008; 1: 25-28.
240. Williams KC. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. *Poult Sci* 1992; 48: 6-16.
241. Stojanova M, Kocevski D, Vukovic V, Porcu K. Comparison of qualitative properties of eggs from hens reared in battery cages and free range system. *Int J Agron Agri R* 2016; 9: 77-83.
242. Kovacsne Gaal K, Konrad S. The impact of different housing conditions on egg content and quality. *International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint Sopron-Hungary* March 26-27 2012.
243. Pintea A, Dulf FV, Bunea A, Matea C, Andrei S. Comparative analysis of lipophilic compounds in eggs of organically raised ISA Brown and Araucana hens. *Chemical Papers* 2012; 66: 955-963.
244. Jakešová P, Zapletal D, Jůzl R, et al. Effect of age on contents of fatty acids in whole bodies of pheasants throughout their growth. *Acta Vet Brno* 2014; 83: 119-124.
245. Trupia S, Winkler-Moser JK, Guney AC, Beckstead R, Chung-yen C. Nutritional quality of eggs from hens fed distillers dried grains with solubles. *Poult Sci* 2016; 95: 2592-2601.
246. Simsek UG, Cerci IH, Dalkilic B, Yilmaz O, Ciftci M. Impact of stocking density and feeding regimen on broilers: Chicken meat composition, fatty acids, and serum cholesterol levels. *J Appl Poult Res* 2009; 18: 514-520.
247. Funaro A, Cardenia V, Petracci M, et al. Comparison of meat quality characteristics and oxidative stability between conventional and free-range chickens. *Poult Sci* 2014; 93: 1511-1522.
248. Noy Y, Sklan D. Digestion and absorption in the young chick. *Poult Sci* 1995; 74: 366-373.
249. Nielsen H. Hen age and fatty acid composition of egg yolk lipid. *Br Poult Sci* 1998; 39: 53-56.

250. Szymczyk B, Pisulewski PM. Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition and cholesterol content of hen egg yolks. *Br J Nutr* 2003; 90: 93-99.
251. Yin JD, Shang XG, Li DF, et al. Effects of dietary conjugated linoleic acid on the fatty acid profile and cholesterol content of egg yolks from different breeds of layers. *Poult Sci* 2008; 87: 284-290.
252. Shahid S, Chand N, Khan RU, Suhail SH, Khan NA. Alternations in cholesterol and fatty acids composition in egg yolk of Rhode Island Red x Fyoumi Hens fed with hemp seeds (*Cannabis sativa* L.). *J Chem-Ny* 2015: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/362936>.
253. Johansson A. "Effects of genotype, age and feed on the fat components of egg yolk". http://stud.epsilon.slu.se/2199/1/johansson_a_110126.pdf 06.06.2017.
254. Kovacs G, Dublec K, Husveth F et al. Effect of different hybrids, strains and age of laying hens on the cholesterol content of the table egg. *Acta Vet Hung* 1998; 46: 285-294.
255. Givisiez PE, Ferro JA, Ferro MIT, et al. Hepatic concentration of heat shock protein 70 kD (Hsp70) in broilers subjected to different thermal treatments. *Br Poult Sci* 1999; 40: 292-296.
256. Maak S, Melesse A, Schmidt R, Schneider F, Von Lengerken G. Effect of long-term heat exposure on peripheral concentrations of heat shock protein 70 (Hsp70) and hormones in laying hens with different genotypes. *Br Poult Sci* 2003; 44: 133-138.
257. Gu XH, Hao Y, Wang XL. Overexpression of heat shock protein 70 and its relationship to intestine under acute heat stress in broilers: 2. Intestinal oxidative stress. *Poult Sci* 2012; 790-799.
258. Tamzil MH, Noor RR, Hardjosworo PS, Manalu W, Sumantri C. Acute heat stress responses of three lines of chickens with different Heat Shock Protein (HSP)-70 genotypes. *Int J Poult Sci* 2013; 12: 264-272.
259. Givisiez PEN, da Silva MM, Mazzi CM, et al. Heat or cold chronic stress affects organ weights and Hsp70 levels in chicken embryos. *Can J Anim Sci* 2001; 82: 83-87.

260. Parsell DA, Lindquist S. The function of heat-shock proteins in stress tolerance: Degradation and reactivation of damaged proteins. *Annu Rev Genet* 1993; 27: 437-496.
261. Al-Aqil A, Zulkifli I. Changes in heat shock protein 70 expression and blood characteristics in transported broiler chickens as affected by housing and early age feed restriction. *Poult Sci* 2009; 88: 1358-1364.
262. Zulkifli I, Al-Aqil A, Omar AR, Sazili AQ, Rajion MA. Crating and heat stress influence blood parameters and heat shock protein 70 expression in broiler chickens showing short or long tonic immobility reactions. *Poult Sci* 2009; 88: 471-476.



8. ÖZGEÇMİŞ

11.09.1984 tarihinde Balıkesir'in Karesi ilçesinde dünyaya geldim. İlk, orta ve lise öğrenimini Balıkesir'de tamamladım. 2003-2008 yılları arası Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde eğitim-öğretimimi tamamlayarak 2010 yılında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nda veteriner hekim olarak atandım. 2012 yılının ağustos ayında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni Anabilim Dalı'nın araştırma görevlisi kadrosuna geçiş yaparak aynı yılın eylül ayında Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Zootečni programında doktora eğitimi almaya başladım. Halen Zootečni Anabilim Dalı'nda çalışmaya devam etmekteyim. Evli ve bir çocuk babasıyım.