

T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

BİNGÖL İLİNDE FARKLI YETİŞTİRME SİSTEMLERİNDE
ÜRETİLEN TAVUK YUMURTALARININ KALİTE, BESİN MADDE
İÇERİKLERİ VE AĞIR METAL İÇERİKLERİ BAKIMINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MUHAMMED DİNÇ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Hakan İNCİ

Bingöl-2023

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince ve bu tez konusunun belirlenmesinde, hazırlanmasında ve tüm aşamalarında hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve her konuda bana destek olan danışman hocam sayın Doç. Dr. Hakan İNCİ' ye içtenlikle ve yürekten en samimi teşekkürlerimi sunarım.

Tezim ile ilgili analizlerde, çalışmalarda ve yazılması boyunca bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim Prof. Dr. Turgay ŞENGÜL, Dr. Öğr. Üyesi Ahmet AYDIN, Doç. Dr. Aydın Şükrü BENGÜ, Dr. Öğr. Üyesi Havva Şeyma İNCİ ve Dr. Ersin KARAKAYA hocalarıma, Doktora öğrencileri Mehmet İLKAYA ve Sinan ERDEM' e, bana her türlü desteği veren arkadaşlarıma ve aileme sonsuz teşekkür ederim.

Muhammed DİNÇ

Bingöl 2023

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
2.1 Yetiştirme Sistemleri.....	5
2.2. Yumurtaların Kalite Özellikleri.....	6
2.3. Besin Madde İçerikleri.....	11
2.4. Ağır Metal İçerikleri.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Yumurta Ağırlığı.....	21
3.2.2. Şekil İndeksi.....	22
3.2.3. Kabuk Kırılma Direnci.....	22
3.2.4. Kabuk Kalınlığı.....	22
3.2.5. Haugh Birimi.....	23
3.2.6. Kabuk Ağırlığı.....	23
3.2.7. Sarı Rengi.....	23
3.2.8. Et ve Kan Lekeleri.....	23
3.2.9. ICP-MS Yöntemiyle.....	24
3.2.9.1. ICP-MS analizi için mikrodalga fırınında çözündürme işlemi.....	25
3.2.9.2. Element analizi için ICP-MS Metodu.....	25
3.2.9.3. Atomik Absorbsiyon Yöntemi.....	27
3.2.9.3.1. Yaş Yakma Metodu ile Örnek Hazırlama.....	27

3.2.9.3.2. Kuru Yakma Metodu ile Örnek Hazırlama.....	27
3.2.10. Yağ Asitlerinin Esterleştirilmesi, Yumurta Sarısı Ham Yağ ve Yağ Asitleri Kompozisyonu Analizleri.....	29
3.2.11. Yumurta Sarısında Kolesterol Tayini.....	29
3.2.12. Dumas Yöntemi (Protein Analiz)	30
3.2.13. Amino Asit Analiz Metodu.....	31
3.2.14. İstatistiksel Analizler.....	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	34
4.1. İç Dış Kalite Özellikleri.....	34
4.1.1 Yumurta Ağırlığı.....	34
4.1.2. Kabuk Ağırlığı.....	36
4.1.3. Kabuk Kalınlığı.....	36
4.1.4. Kırılma Direnci.....	38
4.1.5. Haugh Birimi.....	39
4.1.6. Şekil İndeksi.....	39
4.1.7. Sarı Rengi.....	40
4.2. Yumurtaların Besin Madde İçerikleri.....	42
4.2.1. Sarıda Ham Yağ Düzeyi ve Kolesterol Oranı.....	42
4.2.1.1. Yumurta Sarısı Ham Yağ Oranları.....	43
4.2.1.2. Kolestrol Oranı.....	43
4.2.2. Amino Asit İçerikleri.....	44
4.2.3. Protein Oranları.....	46
4.2.4. Yumurta Sarısı Yağ Asidi İçeriği.....	48
4.2.4.1. Doymuş Yağ Asidi İçeriği.....	48
4.2.4.2. Doymamış Yağ Asidi İçeriği.....	51
4.2.5. Yumurtaların Ağır Metal İçeriği.....	58
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	69
6. KAYNAKLAR.....	71
ÖZGEÇMİŞ.....	75

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

G	: Gram
Mg	: Miligram
Kg	: Kilogram
Ng	: Nanogram
µg	: Mikrogram
Nl	: Nanolitre
Cm	: Santimetre
Mm	: Milimetre
HP	: Ham protein
ME	: Metabolik enerji
KM	: Kuru madde
SFK	: Soya fasulyesi küspesi
DCP	: Dikalsiyum fosfat
Ppb	: Parts-per notation (milyarda parça)
Ppm	: Parts-permillion (milyonda parça)
P	: Önem düzeyi
%	: Yüzde
Ca	: Kalsiyum
P	: Fosfor
Mg	: Magnezyum
Fe	: Demir
Zn	: Çinko
Cu	: Bakır
Mn	: Manganez
Al	: Alüminyum
Cr	: Krom
Ni	: Nikel
Sc	: Skandiyum
Ge	: Germanyum

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Denemede kullanılan yumurta örnekleri	21
Şekil 3.2.	Hassas terazi ile yumurta ağırlığı ölçümü	21
Şekil 3.3.	Yumurtaların ölçümlerinde kullanılan dijital kumpas.....	22
Şekil 3.4.	Yumurta sarısında bulunan kan lekesi.....	24
Şekil 4.1.	Farklı üretim sistemlerine ait yumurtaların ağırlıkları.....	35
Şekil 4.2.	Farklı üretim sistemlerine ait yumurtaların kabuk ağırlığı.....	36
Şekil 4.3.	Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların kabuk kalınlığı.....	37
Şekil 4.4.	Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların kırılma dirençleri...	38
Şekil 4.5.	Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların Haugh birimi değerleri.....	39
Şekil 4.6.	Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların şekil indeksi değerleri.....	40
Şekil 4.7.	Farklı üretim sistemlerinden elde edilen yumurtaların sarı rengi değerleri.....	41
Şekil 4.8.	Farklı yetiştirme sistemlerine ait yumurtaların sarı rengi.....	42
Şekil 4.9.	Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların ham yağ oranları....	43
Şekil 4.10.	Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların kolesterol düzeyleri.....	44
Şekil 4.11.	Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların amino asit düzeyleri.....	45
Şekil 4.12.	Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların protein düzeyleri....	47
Şekil 4.13.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Miristik asit düzeyleri.....	49
Şekil 4.14.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların penta-dekanoik asit düzeyleri.....	49
Şekil 4.15.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Palmitik asit düzeyleri.....	50
Şekil 4.16.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların hepta-dekanoik asit düzeyleri.....	50

Şekil 4.17.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Stearik asit düzeyleri.....	51
Şekil 4.18.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların palmiteloik asit düzeyleri.....	52
Şekil 4.19.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Oleik asit düzeyleri.....	53
Şekil 4.20.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Linoleik asit düzeyleri.....	53
Şekil 4.21.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Linolenik asit düzeyleri.....	54
Şekil 4.22.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Cis-11,14-Eikosadienoik asit düzeyleri.....	54
Şekil 4.23.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Dihoma-Gamma Linoleik asit düzeyleri.....	55
Şekil 4.24.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Araşidonik asit düzeyleri.....	55
Şekil 4.25.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Eikosapentenoik asit düzeyleri.....	56
Şekil 4.26.	Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Dokosaheksaenoik asit düzeyleri.....	56
Şekil 4.27.	Gruplara ait yumurtaların krom içeriği.....	61
Şekil 4.28.	Gruplara ait yumurtaların mangan içeriği.....	62
Şekil 4.29.	Gruplara ait yumurtaların demir içeriği.....	63
Şekil 4.30.	Gruplara ait yumurtaların nikel içeriği.....	64
Şekil 4.31.	Gruplara ait yumurtaların bakır içeriği.....	65
Şekil 4.32.	Gruplara ait yumurtaların çinko içeriği.....	66
Şekil 4.33.	Gruplara ait yumurtaların kurşun içeriği.....	67

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. ABD Tarım Bakanlığı'nın açıkladığı tüm yumurtadaki amino asit düzeyleri ile ilgili veriler.....	14
Tablo 2.2. ABD Tarım Bakanlığı'nın yumurtada beyazındaki amino asit düzeyleri ile ilgili veriler.....	14
Tablo 2.3. ABD Tarım Bakanlığı'nın yumurtada beyazındaki amino asit düzeyleri ile ilgili veriler.....	15
Tablo 2.4. Tsaisa örneklerinin kan ve dokularında belirlenen kurşun miktarları.....	18
Tablo 2.5. Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaları kurşun ve kadmiyum düzeyleri.....	18
Tablo 3.1. Ticari-kafes sistemlerinde kullanılan rasyonların bileşimleri ve besin madde düzeyleri.....	19
Tablo 3.1. (Devam) Ticari-kafes sistemlerinde kullanılan rasyonların bileşimleri ve besin madde düzeyleri.....	20
Tablo 3.2. Gezen tavuk işletmesinde kullanılan rasyonun bileşimleri ve besin madde düzeyleri.....	20
Tablo 3.3. Farklı sistemlerde üretilen yumurtalardaki et ve kan lekesi görülme oranları.....	24
Tablo 3.4. ICP cihazının çalışma koşulları.....	26
Tablo 4.1. Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtaların iç ve dış kalite özellikleri.....	34
Tablo 4.2. Farklı üretim gruplarından elde edilen yumurtaların sarısındaki ham yağ düzeyi ve kolesterol oranlarına ilişkin ortalamalar.....	42
Tablo 4.3. Farklı yetiştirme sistemlerinde elde edilen yumurtaların amino asit düzeyleri (%tüm yumurta).....	44
Tablo 4.3. (Devam) Farklı yetiştirme sistemlerinde elde edilen yumurtaların amino asit düzeyleri (%tüm yumurta).....	45
Tablo 4.4. Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların protein düzeyleri.....	46

Tablo 4.5. Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtaların doymuş yağ asidi düzeylerine ilişkin sonuçlar.....	48
Tablo 4.6. Farklı retim sistemi gruplarına ait yumurtaların doymamış yağ asitleri düzeyleri (%).	51
Tablo 4.6. (Devam) Farklı retim sistemi gruplarına ait yumurtaların doymamış yağ asitleri düzeyleri (%).	52
Tablo 4.7. Farklı retim sistemlerinde üretilen yumurtaların ağır metal içeriklerine ait değerler.....	60



BİNGÖL İLİNDE FARKLI YETİŞTİRME SİSTEMLERİNDE ÜRETİLEN TAVUK YUMURTALARININ KALİTE, BESİN MADDE İÇERİKLERİ VE AĞIR METAL İÇERİKLERİ BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu çalışma Bingöl ilinde farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen tavuk yumurtalarının kalite, besin madde içerikleri ve ağır metal içerikleri bakımından karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır. Araştırmanın ana materyalini kafes sistemi (ticari), köy ve serbest sistemde üretilen yumurtalar oluşturmuştur. Her bir yetiştirme sisteminden tesadüfi olarak seçilen 120'şer adet olmak üzere toplamda 360 adet yumurta kullanılmıştır. Üretim sistemleri arasında yumurta ağırlığı ve kabuk ağırlığı bakımından en yüksek ortalama gezen tavuk grubuna ait yumurtalarda 64,04 g olarak tespit edilmiştir. Gruplara ait ortalama yumurta ağırlıkları arasında önemli ($P<0,01$) bir farklılık saptanmıştır. Yumurta sarısındaki ham yağ ve kolesterol oranları bakımından yapılan karşılaştırmada, ham yağ oranının ticari yumurta grubunda en yüksek değer olduğu (%32,4), kolesterol oranının 299,7 mg/yumurta ağırlığı olarak görülmüştür. Yumurtaların amino asit içerikleri bakımından yapılan karşılaştırmada, % olarak en yüksek değerlerin ticari kafes yumurtalarına ait olduğu görülmüştür. Doymuş ve doymamış yağ asitleri bakımından gruplar arasında yapılan karşılaştırmada, genel olarak köy tavuğu ve gezen tavuk gruplarının doymuş ve doymamış yağ asitleri oranının ticari gruptan daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Yumurtaların ağır metal içerikleri bakımından yapılan karşılaştırmalarda ise, ticari yumurtaların ağır metal içeriklerinin, gezen ve köy tavuklarına ait yumurtalara oranla daha yüksek olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Üretim sistemi, yumurta kalitesi, yumurta kompozisyonu, ağır metal.

COMPARISON OF CHICKEN EGGS PRODUCED IN DIFFERENT BREEDING SYSTEMS IN TERMS OF QUALITY, NUTRITIONAL CONTENTS AND HEAVY METAL CONTENT IN BINGÖL PROVINCE

ABSTRACT

This study was carried out in order to compare chicken eggs produced in different breeding systems in terms of Quality, Nutrient Content, and Heavy Metal Contents in Bingöl. The main material of the research was the eggs produced in the cage system (commercial), village, and free system. A total of 360 eggs were used, 120 of which were randomly selected from each rearing system. Among the production systems, the highest average in terms of egg weight and shell weight was determined as 64.04 g in eggs belonging to the wandering chicken group. A significant difference ($P<0.01$) was found between the egg weights of the groups. In the comparison made in terms of egg yolk crude oil and cholesterol ratios, the highest value of the commercial egg group in the yellow crude oil ratio was 32.4%, and the cholesterol ratio was 299.7 mg/egg weight. In the comparison made in terms of amino acid contents, it was seen that the highest values in % belong to commercial cage eggs. In the comparison between the groups in terms of saturated and unsaturated fatty acids, it was observed that the ratio of saturated and unsaturated fatty acids of the village chicken and wandering chicken groups was higher than the commercial group average. In the comparison between the averages of the groups in terms of heavy metal contents, it was observed that the heavy metal contents of commercial eggs were low, and the heavy metal contents of eggs belonging to wandering and village chickens were higher.

Keywords: Production system, egg quality, egg composition, heavy metal.

1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde son derece önemli olan hayvansal protein eksikliğinin giderilmesi, hızla artan nüfusun bundan yeterince yararlanabilmesi için üretim tekniği yanında çeşitliliği de önem kazanmıştır. Bu çeşitlilik içerisinde söz konusu soruna önemli ölçüde çözüm getirecek olan hayvansal üretim faaliyeti olarak tavukçuluğu ilk sırada sıralayabiliriz (Yıldırım ve Camcı, 1997).

Yumurta, çok eski devirlerden beri insan gıdası olarak kullanılmaktadır ve biyolojik değeri tam olan bir gıda maddesidir (Doğan, 2008). Yumurta biyolojik değerinin tam olması, protein ve diğer besin maddelerini içermesi nedeniyle bitkisel proteinlerin kalitesi için ölçüt olarak kullanılmaktadır. Besin değerinin en belirgin göstergesi, dış ortamda sadece uygun sıcaklık ve nem sağlanılarak 21 günde canlı civciv elde edilebilmesidir (Sarıca ve Erensayın, 2009).

Yumurta gıda maddesi olarak dünyanın her yerinde sevilerek tüketilen, besleyici değeri yüksek bir protein kaynağıdır. Besleyici değerinin yanında tüketim kolaylığı ve çeşitliliği gibi etmenler yumurta tüketimini artırmaktadır (Dede ve ark., 2005).

Ancak tüketicilerin üretildiği yeri (serbest sistem yumurta tavukçuluğu ve kafes sistemleri) dikkate aldığı ve tüketicilerin %83,25'lik gibi büyük bir oranla köy yumurtasını, %16,75'lik bir oranla ise ticari üretimden temin edilen yumurtaları tercih ettikleri belirlenmiştir (Mızrak ve ark., 2012).

Kalite kavramı, kişiden kişiye, toplumdaki topluma değişiklik gösteren subjektif bir ifadedir. Bununla birlikte, kalite, tüketiciyi memnun eden nitelikleri oluşturan etmenler ve mükemmellik derecesinin ifadesi olarak tanımlanmıştır. Yumurta kalitesi ise yumurtanın mükemmellik derecesini belirleyen kalıtsal özelliklerin tümü olarak tanımlanabilir (Altan, 1993).

Hayvanlar, genellikle yem ve suyla metallere maruz kaldığından, bu kaynaklardaki metallere ilişkin bazı güvenli değerlerin bilinmesi önem taşımaktadır. Özellikle Cu, Pb, Cd ve Ni gibi metaller hayvanlarda akut ve kronik zehirlenmeye neden olmaktadır. Akut zehirlenmeler kolayca fark edilebilirken, kronik zehirlenmeler çoğu kez gizli seyrederek ve hayvanlarda et, süt, yapağı ve yumurta gibi ürünlerde kalite ve miktar bakımından bozulmalara, dolayısıyla ekonomik kayıplara neden olur. Kronik zehirlenmelerin tanısı canlı hayvanlarda çoğu kez idrar, süt, kan, kıl, yapağı, karaciğer, böbrek ve karkasların analizi ile mümkün olabilir (WHO, 1987).

Günümüzün en büyük sorunlarından birisi teknolojiye paralel olarak artan ve yaşamı olumsuz etkileyen çevre kirliliğidir. Toprak, su, hava gibi çevreyi oluşturan öğeler; başta insan olmak üzere bitki ve hayvanların etkileri ile kirlenmektedir. Özellikle endüstrileşme ve kentleşme, taşıtlar, organik kimyasallar, deterjanlar, pestisitler, radyoaktif maddeler, ağır metaller vb. bağlı olarak artan çevre kirliliği, canlılar üzerinde tehlikeli olabilecek boyutlara ulaşmıştır. Doğrudan ve dolaylı yollardan çevre kirliliği probleminden her çeşit organizmanın etkilenmesi, bu problemin büyüklüğünü ve tehlikesini arttırmaktadır (Kılınç, 2006).

Kirlenen çevre nedeniyle miktarları giderek artan ve önemli kirleticilerden olan ağır metaller çevremizde sorun olan kontaminasyon kaynakları haline gelmişlerdir. Çevresel dönüşüm içerisinde gıda maddelerine bulaşan ağır metaller gıda zinciri yoluyla insan vücuduna ulaşmaktadır. Böylece kontamine olmuş gıda maddesinin tüketilmesi ile vücuda alınan ağır metaller konsantrasyon ve vücutta tutulma miktarına bağlı olarak önemli ani ölümlerle bile sonuçlanabilecek sağlık sorunlarına yol açabilirler (Kahvecioğlu ve ark., 2004a).

Toksik ağır metaller ve bunların bileşenleri insan, hayvan ve bitki sağlığı üzerine olan yıkıcı etkileriyle son yıllarda giderek daha fazla ilgi çekmektedir. Ağır metallerin vücuda alınmasında ana kaynakların başında gıdalar gelmektedir. Ağır metaller besin kontaminantları olarak adlandırılan ve besinlerimize istemediğimiz halde bulaşan kimyasal maddelerdir. Ağır metallerin gıdalara bulaşmasına çevresel faktörlerin katkıda bulunduğu belirtilmektedir (Hızel ve Şanlı, 2006).

Alüminyum, arsenik, kadmiyum, kurşun, civa ve çinko gıdalara kontamine olabilen en yaygın ağır metaller olup, toplum sağlığını tehdit eden en büyük grubu oluştururlar. Ağır metaller, insan ve hayvan vücudunda birikerek etki gösteren maddelerdir. Solunum, beslenme ve deri yoluyla insan vücuduna girerek dokularda birikmeye başlarlar. Bu metaller vücuttan uzaklaştırılmaz ise, zaman içinde insan sağlığını tehdit eden toksik değere ulaşırlar. Deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmalar bizlere, ağır metallere maruz kalan insan ve değişik hayvan türlerinde akciğer kanseri, astım, alzheimer, beyin dokularında tahribat, böbrek yetmezliği, deri hastalıkları, işitme bozuklukları, kansızlık, kromozom tahribatı, sakat doğumlar, kısırılık, mide ağrıları, obezite, yüksek tansiyon, çeşitli kanserler, ruhsal ve nörolojik davranış bozuklukları ve daha birçok metabolizma sorununu göstermiştir (Hastaneciyiz, 2010).

Ağır metaller, canlılar üzerinde oluşturabileceği potansiyel risk sebebiyle son yıllarda önemli bir konu haline gelmiştir. Endüstriyel faaliyetler, motorlu taşıtların egzozları, maden yatakları ve işletmeleri, volkanik faaliyetler, tarımda kullanılan gübre ve ilaçlar ile kentsel atıklar ağır metallerin çevreye yayılmasına neden olan elementlerden bazılarıdır. Besin zinciri ve biyolojik döngünün temel basamağı konumundaki bitkilerin ve hayvansal ürünlerin ağır metal kirliliğinden etkilenmesi kaçınılmazdır (Zengin ve Munzuroğlu, 2004).

Ağır metaller yönünden dikkat edilecek gıdalardan birisi de aslında doğal halleri ile her yaşta insanın beslenmesinde önemli yer tutan yumurtadır. Özellikle çocukların gelişiminde önemli yeri olan yumurtanın, bu şekilde bir risk taşıması konunun önemini artırmaktadır. Ağır metallerin yumurtaya kontaminasyon yolları ise su, hava ve yem olarak sıralanabilir (Şekeroğlu ve ark., 2007).

Entansif yetiştiricilikte besin zinciri (yem ve su) kontrol altına alınabilmesine karşın, köy tavukçuluğunda yem ve suyu kontrol altına almak çok zordur. Tavuklar serbestçe dolaştığı, yem yediği ve su içtiği için çevresel kaynaklı ve trafikten kaynaklanan ağır metal bulaşmalarından kolayca etkilenebilmektedirler (Şekeroğlu ve ark., 2007).

Bu alışmada, Bingöl ilinde farklı yetiştirme sistemlerinde yetiştirilen tavuk yumurtalarının kalite, besin madde içeriği ve ağır metal içerikleri bakımından karşılaştırılması amaçlanmıştır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Yetiştirme Sistemleri

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.

1930'lu yıllarda ABD'de geliştirilen kafesler ıslah 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. Alternatif yetiştirme sistemleri kanatlı sağlığı ve hakları, tüketicilerin çevre ile ilgili talepleri, endüstrinin istekleri gibi nedenlerden ötürü hızla tavukçulukta kendine yer bulmuş ve modern yumurta üretiminin bir parçası haline gelmişlerdir. Yetiştirme sistemlerinin yumurtanın kimyasal kompozisyonuna (protein, yağ, kolesterol, vitaminler ve yağ asitleri) etkileri olduğu ifade edilmektedir. Ancak kaynaklarda her yetiştirme sisteminin kendi içinde de farklı sonuçlarının olabileceği görülmektedir. Özellikle yumurtanın hijyenik ve mikrobiyolojik özellikleri hayvanların üretim ortamından etkilenebilmektedir (Rakonjac ve ark. 2014).

Dikmen ve ark. (2016), yılında yaptıkları çalışma ile serbest (free range) sistemki tavukların geleneksel kafesle çeşitlendirilmiş kafeslerdeki tavuklara göre daha konforlu, kemik ve tüy özelliklerine sahip olduklarını fakat yem tüketimi, kirli yumurta ve ayak dokularının daha fazla görüldüğünü belirtmektedir.

Dikmen ve ark. (2016), yılında yapılan bir çalışmada yumurtacı tavuklarda yumurta üretiminin ve refah durumunun farklı barındırma sistemlerinde (serbest, kafes, konvansiyonel ve zenginleştirilmiş) performans, bazı kalite parametrelerine dair etkileri

araştırılmıştır. Araştırmada farklı sistemlerin ele alınan parametreler açısından farklılıklar olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

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.

Wang (2009), mavi kabuklu yumurtlayan tavukların farklı üretim sistemlerindeki (mera ve kafes) yumurta verimi ve kalite özelliklerine etkilerini araştırmak için yürüttüğü çalışmada, meraya çıkarılan tavuk yumurtalarının daha ağır olduğunu, mera ve kafes sisteminde üretilen yumurtaların kabuk kalınlıkları arasında önemli bir farklılığın olmadığını bildirmiştir.

2.2. Yumurtaların Kalite Özellikleri

Samiullah vd. (2014), serbest gezen ve geleneksel kafeste yetiştirilen 25-75 hafta yaşları arasındaki tavukların yumurtalarında yapılan karşılaştırmada, yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı, kabuk yüzdesi, kabuk kalınlığı, kabuk yapısı, albumin yüksekliği, Haugh birimi ve sarısı renginin kafes yumurtalarında daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada geleneksel ve ticari işletmelerde sırasıyla yumurta ağırlığı 58,36 ve 66,34 g ($P<0,01$), yumurta kabuk yüzey alanı %68,48 ve 74,93 ($P<0,01$), özgül ağırlık 1,083 ve 1,089 g/cm³ ($P<0,05$), şekil indeksi %76,37 ve %78,07 ($P<0,01$), kırılma direnci 2,75 ve 2,79 kg/cm², kabuk ağırlığı 6,61 ve 7,49 g ($P<0,01$), kabuk oranı %11,34 ve %11,31, kabuk kalınlığı 0,34 ve 0,36 mm ($P<0,01$), ak indeksi %7,72 ve %6,47 ($P<0,05$), ak ağırlığı 34,10 ve 41,42 g ($P<0,01$), ak oranı %55,88 ve %62,37 ($P<0,01$), Haugh birimi 77,12 ve 72,86, sarı indeksi %42,68 ve %43,20, sarı ağırlığı 17,67 ve 17,39 g, sarı oranı

%30,36 ve %26,25 ($P<0,01$), sarı rengi (RCF) 11, 81 ve 11,32, kan lekeli yumurta oranı %21,00 ve %33,61 ($P<0,01$) ve et-doku parçalı yumurta oranı %17,50 ve %14,44 olarak bulunmuştur (Turan 2006).

Şekeroğlu (2002), altlıklı yer ve serbest yetiştirme (free-range) sisteminin, beyaz (O1Tx) ve kahverengi (GxSx) yumurtacı hibritlerin verim, yumurta kalite, yumurta besin madde özellikleri ile bazı iç organ ağırlıklarına etkisini belirlemek için yapmış olduğu araştırmada, üzerinde durulan özelliklerden %5 ve %50 yumurta verim canlı ağırlığı, şekil indeksi, ak indeksi ve Haugh birimi bakımından altlıklı yer sisteminin serbest sisteme ($P<0.05$, $P<0.01$), sarı rengi, dalak ve taşlık ağırlığı bakımından da serbest sistemin altlıklı yer sistemine ($P<0,05$, $P<0,01$), üstünlük sağladığını bildirmiştir. Yaşama gücü %5 ve %50 verim yaşı, 52. hafta sonu canlı ağırlık, tavuk kümes yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yere yumurtlama oranı, kirli yumurta oranı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta özgül ağırlığı, kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı ve yumurta yüzey alanı, kırılma direnci, kırık-çatlak yumurta oranı, sarı indeksi, yumurta kan ve et lekesi, yumurtada kadmiyum, kurşun, vitamin A, vitamin E ve kolesterol içeriklerine, sindirim sistemi ağırlığı, ince bağırsak uzunluğu, abdominal yağ ve karaciğer ağırlığına yetiştirme sisteminin etkisinin önemsiz olduğunu belirtmiştir.

Turan (2006), yumurta tavukçuluğunda farklı üretim sistemlerinin yumurta kalitesine etkilerini tespit etmek amacıyla yapmış olduğu araştırmada, özgül ağırlık, yumurta ağırlığı, yumurta kabuk yüzey alanı, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, ak oranı, ak ağırlığı, şekil indeksi, ve et/kan lekeli olan yumurtaların oranının ticari işletmelerde elde edilen yumurtalarda yüksek, ak indeksi ve sarı oranının geleneksel işletmelerde daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Yumurta mukavemet direnci, Haugh birimi, kabuk oranı, sarı rengi, sarı indeksi ve sarı ağırlığı (RCF) ve et-kan lekeli yumurta oranı üzerine üretim yapılan işletmelerin etkisinin önemli olmadığını, renk tayin cihazına (Chromo Meter) göre yumurta sarı rengini gösteren Hunter a ve Hunter b değerleri geleneksel olan işletmelerde ticari işletmelere göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Van den Brand (2004), kafes ve mera sisteminin yumurtanın iç ve dış kalite özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, mera yumurtalarının daha ağır olduğunu, her iki sistemde üretilen yumurtaların kabuk kalınlıkları arasında önemli bir fark

olmadığını, yetiştirme sisteminin albümin kalitesi üzerinde önemli bir etkisi olmadığını ve mera yumurtalarının sarı renginin daha koyu olduğunu belirtmişlerdir.

Yenice ve ark. (2016), yaptıkları bir araştırmada 3 tip işletmeden alınan yumurta örnekleri karşılaştırılmıştır. Bunlar kafes, mera tavukçuluğu (free range), aile tipi (köy) işletmeleridir. Çalışma sonuçlarına göre, yumurta ağırlığı, kafes tavuklarında diğer gruplara göre daha ağır, Haugh birimi ise daha yüksek bulunmuştur. Yumurta sarısı rengi, 3. grupta diğerlerine göre daha koyu renk saptanmıştır. Besin madde içeriği olarak ise, yumurta akı protein oranları sırasıyla; 10,72-11,01 ve 11,75 g/100g bulunmuştur. Ayrıca, yumurta sarısı protein oranları ise sırasıyla; 14,23-15,25 ve 16,55 g/100g olarak saptanmıştır. Yumurta sarısında triaçilgliserol (g/100 g) değerleri sırasıyla; 20,31-21,44 ve 23,19 olarak bildirilmiştir. Özetle, üretim sistemlerine göre yumurtanın protein ve yağ oranları arasında değişimler meydana gelmiştir. Serbest tavuklar ile kafes tavuklarının yumurtaları arasında birçok benzer değerler de tespit edilmiştir. Araştırmacılar, serbest sistemlerin kanibalizm, yemlerin yetersizliği, hastalıklar, parazitler gibi olumsuz etkilere açık olmalarından dolayı her zaman daha kaliteli ürünler ve refah sunmayacağına da işaret etmektedirler. Çalışmada, aile tipi işletmenin en iyi besin madde kapsamına sahip ürünleri verdiği de ifade edilmiştir. Üretim sistemlerinde özellikle yumurta sarısındaki farklılıkların tavukların ırk, yaş ve beslenmelerindeki farklılıklardan ileri gelmiş olabileceğini belirtmektedir.

Yumurta kabuk kalitesi; genotipin, barınma koşullarının ve mineral beslemenin optimizasyonu ile iyileştirilebilir. Kafes, althık, zenginleştirilmiş kafes gibi barınma koşullarının farklılığı ise kabuk ağırlığına etki edebilmektedir. Ayrıca, kafes tipi ya da serbest tavukçuluk yapılmasının kabuk kalınlığı üzerine etkileri olabileceği bildirilmektedir (Ketta ve Tumová, 2016).

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 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 aç ve susuz bırakılmaması, buldukları 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.

Petek vd. (2009), barındırma sistemi ve yaşın ticari yumurtacı tavuklarda erken dönem yumurta verimi, kırık-çatlak yumurta oranı, yem tüketimi ve yemden yararlanma özellikleri ile iç ve dış yumurta kalite özelliklerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, serbest dolaşımli sistemde yumurta sarısının ($P<0,03$) belirgin bir şekilde daha koyu sarı, kabuğun belirgin bir şekilde daha kalın ($P<0,01$) olduğunu, yumurta verimi ve kalite özelliklerinin barındırma sisteminden önemli düzeyde etkilendiğini, özellikle serbest dolaşımli sistemde yumurta iç ve dış kalite özelliklerinde sürekliliği sağlamanın oldukça zor olduğunu gözlemlemişlerdir.

Hidalgo vd. (2008), İtalyan piyasasında rağbet gören kafes, yerde yetiştirme, serbest gezinme ve organik olmak üzere dört farklı grup yetiştirme sisteminden elde edilen ticari yumurtalar arasındaki farklılıkları 41 fiziksel ve kimyasal parametre açısından değerlendirdikleri çalışmalarında, organik yetiştirmede yumurta ağırlıklarının en yüksek seviyede olduğunu, sonrasında yerde yetiştirme ve merada (serbest gezinme) yetiştirmenin takip ettiğini, kafes yumurtalarının en düşük ağırlığa sahip olduğu tespit etmişlerdir. Geleneksel kafes yumurtalarında kabuk direnci ve kabuk oranının, diğer alternatif sistemlere göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Yetiştirme sisteminin albümin kalitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını, Haugh birimi değerini kafes yumurtalarında en yüksek (69,2), organik yumurtalarda en düşük (61,0) olarak ölçmüşlerdir. Ayrıca, kafes yumurtalarında sarı renginin mera yumurtalarına benzerlik gösterdiğini ancak organik yumurtalara göre daha koyu olduğunu bildirmişlerdir.

Huges ve Dun. (1982), kafes, serbest ve altlıklı yer sisteminde yetiştirilen tavuklardan elde edilen yumurtaların ağırlıklarının sırasıyla 59,60-64,10 g, 60,5-63,6 g ve 59,94-62,27 g arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Pavlovski ve ark. (1994), kafes, altlıklı sistem ve serbest yetiştirme sistemindeki tavuklardan elde edilen yumurtaların şekil indekslerini %76,22-76,39 ve 75,53, haugh birimi değerlerini 79,8-75,96 ve 78,24 olarak, sarı indekslerini 47,3-47,46 ve 47,38 olarak, sarı rengini 9,94-9,88 ve 10,21 olarak kabuk kalınlığını 0,32-0,33 ve 0,32 mm olarak bildirmişlerdir.

Minelli ve ark. (2007), yapmış oldukları çalışmada; organik, konvansiyonel ve kafesli sistemde yetiştirilen tavukların yumurtalarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin (ağırlık, yumurta kabuğu kırılma mukavemeti, haugh birimi, yumurta rengi, yağ oranı, kolesterol, protein, kül ve kuru madde) karşılaştırılmasını amaçlamışlardır. Organik sistem ve geleneksel çiftliklerde, başlangıçta, ortada ve yumurtlama döngüsünün sonunda 1,400'den fazla yumurtanın analizini yapmışlardır. Organik sistemden elde edilen yumurtaların daha hafif (64,4-66,2 g) olduğunu, yumurta sarısı, albümin ve yumurta kabuğu ağırlıklarının geleneksel sistemde üretilenlere kıyasla istatistiksel olarak daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir.

Minelli ve ark. (2007), yapmış oldukları çalışmada; yumurta sarısı/albümin oranının organik yumurtalarda daha düşük sonuç verdiğini (0,38 ve 0,39), yumurta kabuk yüzdesinin tavuk yetiştirme sisteminden etkilenmediğini ve yumurta kabuk kalitesinde ise geleneksel sistemde üretilen yumurtalardan daha yüksek sonuçlar elde edildiğini (3,265-3,135 kg) tespit etmişlerdir. Diğer taraftan, organik yumurtaların geleneksel olanlardan daha mat olduğunu, organik yumurtaların protein (%17,1-%16,7) ve kolesterol (%1,26-%1,21) içeriği bakımından önemli ölçüde daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Artan (2015), yapmış olduğu çalışmada, köy, serbest ve kafes sistemlerinde yetiştirilen tavukların yumurtalarının ağırlığını sırasıyla; 65,41-61,96 ve 65,98 g, şekil indeksini %77,30-%79,09 ve %78,40, özgül ağırlığını 1,06-1,07 ve 1,07 g/cm³, kırılma direncini 2,68-2,97 ve 2,83 kg/cm², kabuk kalınlığını ise 36,78-37,63 ve 38,36 µ olarak tespit etmiştir, Köy, serbest ve kafes sisteminde yumurta ak indeksinin sırasıyla; %5,32-%5,87

ve %4,94, sarı indeksinin %38,22-%43,16 ve %38,31, haugh birimini 63,77-69,00 ve 61,97, sarı renginin 11, 12 ve 11 ve yumurtalardaki et-kan lekelerinin %26,05-%23,68 ve %23,31 olduğunu rapor etmiştir.

Çetin ve ark. (2016), kafes, serbest dolaşımli ve organik yetiştirme sistemleri ile üretilmiş kahverengi ve beyaz kabuklu yumurtaların bazı yumurta kalite özelliklerinin belirlenmesi amacı ile yapmış oldukları çalışmada, yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk kalınlığı, kabuk direnci ve yumurta sarı rengini belirlemişlerdir. Yumurta ağırlığının kafes sistemindeki yumurtalarda en yüksek (65,04 g), şekil indeksi ve kabuk direncinin organik yumurtalarda daha yüksek (% 78,37 ve 41,02 N/cm²), kabuk kalınlığının serbest dolaşımli yumurtalarda en düşük (0,40 mm), sarı renginin organik ve serbest dolaşımli yumurtalarda daha düşük (10 ve 10,40) ve kahverengi yumurtaların beyaz yumurtalara göre incelenen tüm özellikler bakımından daha yüksek değerlerde olduğunu rapor etmişlerdir. Deneme sonucunda, yetiştirme sistemlerinin kabuk kalınlığı üzerine, kabuk renginin ise hem kabuk kalınlığı hem de şekil indeksi üzerine olan etkisinin önemli olduğunu tespit etmişlerdir (P<0,05).

2.3. Besin Madde İçerikleri

Yumurta tavukçuluğu, insan beslenmesinde mükemmel bir gıda olan yumurtanın üretimi açısından çok önemli bir yetiştiricilik faaliyetidir. Çünkü yumurta, anne sütünden sonra insanın ihtiyacı olan tüm besin öğelerini bulunduran tek besin kaynağıdır (Anonim, 2015).

Yumurta biyolojik değeri tam olan ve protein yapısı ile diğer besin maddeleri içeriği nedeniyle proteinlerin kaliteleri için ölçüt olarak kullanılmaktadır (Sarıca ve Erensayın, 2014).

Samman ve ark. (2009), organik sistemde elde edilen yumurtaların konvensiyonel sistemle karşılaştırıldığında, yumurta sarısının daha yüksek oranda palmitik ve stearik asit içerdiği, toplam tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri bakımından sistemlerin benzer olduğu bildirmişlerdir.

Yumurta, protein, yağ, vitamin ve mineraller gibi besin maddeleri açısından oldukça zengin bir gıda olup, 10 tanesi esansiyel amino asit olmak üzere toplam 18 farklı amino asit içermektedir (Vural, 1992).

Yumurta proteini olan albumin, biyolojik değeri en yüksek protein olarak bilinmektedir. Bunun nedeni, sindirilme derecesinin oldukça yüksek olması ve birbiriyle orantılı ve dengeli esansiyel amino asit içeriğidir (Şenköylü, 2001).

Bir yumurta, ergin bir insanın ihtiyaç duyduğu linoleik asitin %7,2'sini, vitamin A'nın %100'ünü, vitamin D3'ün %18'ini, riboflavinin (B2) %36'sını, B12'nin %160'ını, E vitamininin %15'ini, tiyaminin (B1) %17'sini, folik asitin %45'ini, fosfor ve magnezyumun %15'ini, kalsiyum ve bakırın %9'unu, çinkonun %17'sini, iyodun %35'ini, demirin ise önemli bir kısmını karşılamaktadır (Narabari, 2001).

Son yıllarda yapılan çalışmalar insanların daha sağlıklı bir yaşama sahip olmalarında tüketilen yağların yanı sıra tüketilen yağ asitlerinin tür ve miktarının da önemli olduğunu göstermiştir. Günümüzde insanların gıda tüketim alışkanlıkları margarin ve kızartma yağlarının artması ile bir omega-6 yağ asidi olan linoleik asit alımının artmasına yol açmıştır. Oysa, bir diğer esansiyel yağ asidi olan linolenik asit ve onun türevleri olan eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) gibi uzun zincirli yağ asitleri tüketiminin, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi, erken dönemde zeka gelişimi, hastalıklara karşı direncin artması ve yüksek doğum ağırlığı üzerine (Ceylan vd., 1999) pek çok olumlu etkisinin yanı sıra, pankreas, bağırsak ve göğüs gibi bazı kanser türleri ve romatizma, arteritis gibi çok sayıda enfeksiyöz hastalığı da önlediği hayvanlar ve insanlar üzerinde yapılan çeşitli çalışmalarla belirlenmiştir (Leskanich ve Nobel, 1997).

Ortalama 60 g ağırlığındaki bir yumurtanın kolesterol miktarı uzun yıllar 270 mg civarında olduğu bildirilmişken, son yıllarda bu değer 195-210 mg (yaklaşık 12 mg/g (yumurta sarısı) civarında olduğu ve bu azalmanın nedeninin ise analizlerin yapılmasında daha hassas yöntemlerin kullanılması, tavukçulukta yapılan ıslah çalışmaları ve çevre şartlarının iyileştirilmesi gibi faktörler olduğu bildirilmektedir (Bayer ve Jensen, 1989; Griffin, 1992; Award vd., 1997; Basmacıoğlu ve Ergül, 2000; Shafey, 2002).

Kolesterol, yumurta sarısında bulunur ve iri boy bir tavuk yumurtası yaklaşık 200-220 mg kolesterol içerir (Jacob ve Miles, 2000).

Yumurta sarısı kolesterol düzeyini, genotip, yaş, yetiştirme tipi ve kullanılan yemin yapısı gibi birçok faktör etkilemektedir (Hargis, 1988).

Sims ve ark. (69), *Yucca schotti* kaktüsünden elde edilen saponin katkılı rasyonla beslenen yumurta tavuklarında kolesterol düzeyinde önemli bir değişim olmaksızın yumurta üretimi ve yem tüketiminin azaldığını ifade etmişlerdir. Saponin kaynağı olarak *Yucca schidigera* tozu kullanıldığında ise, yemden yararlanma ve yumurta veriminin belirli bir düzeyde arttığını, yumurta kolesterol içeriğinin de önemli düzeyde azaldığını bildirmişlerdir. Yapılan bir çalışmada, yumurta tavuklarının rasyonlarına 30, 60 ve 120 ppm düzeylerinde *Yucca schidigera* tozu eklenmesinin başlangıçta 239 mg olan yumurta kolesterol düzeylerini sırasıyla 221,8-218,1 ve 214,1 mg/yumurta düzeylerine düşürdüğü ve düşüş miktarının katkı düzeyine ($P<0,05$) bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Ayerza ve Coates'de, yumurta tavuklarını %7, 14, 21 ve 28 oranlarında Chia tohumu (*Salvia hispanica*) içeren rasyonla beslemişler ve araştırma sonucunda %14, 21 ve 28 düzeylerinde Chia ile beslenen gruplarda yumurta kolesterolünün önemli derecede düştüğünü saptamışlardır.

Amerikan Kalp Birliği'nin 1970'li yıllarda yumurta tüketiminin kan kolesterolünü artırdığını bildirmesinden sonra insanlarda "yumurta" denince akla yüksek kolesterol içeren bir gıda olarak gelmesi "yumurta fobisi"ne dolayısıyla da tüm dünyada yumurta tüketimlerinde çok önemli düşümlere neden olmuştur. Bu nedenle; kolesterol fobisinden kaynaklanan yumurta tüketimindeki düşüşleri azaltmak amacıyla, düşük kolesterollü yumurta üretilmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Yıllar önce yapılan çalışmalar, yumurtada yaklaşık olarak 274 mg kolesterol bulunduğunu göstermiştir (Stadelman ve ark., 1988).

ABD Tarım Bakanlığı (USDA)'nın tüm yumurtadaki, yumurta beyazındaki ve yumurta sarısındaki amino asit düzeyi ile ilgili veriler Tablo1, Tablo2 ve Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2.1. ABD Tarım Bakanlığı'nın açıkladığı tüm yumurtadaki amino asit düzeyleri ile ilgili veriler

Amino asitler	Miktar (g)
Triptofan	0,166
Treonin	0,594
İzolösin	0,616
Lösin	1,05
Metiyonin	0,418
Sistin	0,385
Fenilalanin	0,66
Tirosin	0,512
Valin	0,734
Arginin	0,787
Histidin	0,283
Alanin	0,667
Aspartik Asit	1,27

Tablo 2.2. ABD Tarım Bakanlığı'nın yumurtada beyazındaki amino asit düzeyleri ile ilgili veriler

Amino asitler	Miktar (g)
Triptofan	0,125
Treonin	0,449
İzolösin	0,661
Lösin	1,02
Metiyonin	0,399
Sistin	0,287
Fenilalanin	0,686
Tirosin	0,457
Valin	0,809
Arginin	0,648
Histidin	0,290
Alanin	0,704
Aspartik Asit	1,220

Tablo 2.3. ABD Tarım Bakanlığı'nın yumurtada beyazındaki amino asit düzeyleri ile ilgili veriler

Amino asitler	Miktar (g)
Triptofan	0,174
Treonin	0,789
İzolösin	0,766
Lösin	1,350
Metiyonin	0,398
Sistin	0,425
Fenilalanin	0,673
Tirosin	0,684
Valin	0,846
Arginin	1,120
Histidin	0,369
Alanin	0,769
Aspartik Asit	1,500

2.4. Ağır Metal İçerikleri

Şekeroğlu ve Akmaz (2009), Erzincan ili Tercan karayolunda trafik yoğunluğundan sebebiyle olası ağır metal kirliliğinin bölgede yetiştirilen tavuk yumurtalarının üzerinde etkisinin araştırıldığı çalışmada, belirlenen ağır metal değerlerinin yasal sınırların altında olduğunu ve insan sağlığına verebileceği zararın sınırların altında olduğu sonucunu elde etmişlerdir.

Doğanoc (1996), serbest yetiştirilen tavukların yumurtalarında kurşun, kadmiyum ve çinko miktarlarını, sarı ve beyaz kısımlarında sırayla 0,06 mg/kg ve 0,05 mg/kg, 0,04 ve 0,003 mg/kg dan az, 23 ve 0,1 mg/kg olarak bulmuştur. Ayrıca kurşun ve kadmiyumun tolere edilebilir miktarının tüm yumurta için 0,25 ve 0,005 mg/kg olduğunu belirtmiştir.

Serbest dolaşan köy tavuğu yumurtalarında 0,52 mg çinko bulunduğu (Anonim, 2001b), normal bir yumurtada 0,55 mg çinko ve 0,007 mg bakır bulunduğu belirtilmektedir (Anonim, 2001c).

Holeman ve Smodis (1993), Slovenya'da farklı yetiştirme sistemlerinde elde edilen yumurtaların ağır metal konsantrasyonlarının tolere edilebilecek miktarının, kadmiyum için 0,005 mg/kg, kurşun için 0,25 mg/kg, arsenik için 0,100 mg/kg ve civa için 0,050 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir.

Stadelman ve Cotterill (1986), tüm bir yumurtanın 0,033 mg bakır, 0,72 mg çinko içerdiğini belirtmişlerdir.

Holeman ve ark. (1993), serbest sistemde yetiştirilen tavuklardan elde edilen yumurtalarında ağır metallerin (kadmiyum, arsenik ve civa) entansif yetiştirme sistemine göre daha yüksek olarak elde edildiğini bildirmişlerdir.

Zrodowski ve ark. (1994), serbest sistemde yetiştirilen tavuklardan elde edilen yumurtaların aklarında kadmiyum 0,163 mg/kg, bakır 0,309 mg/kg, kurşun 0,170 mg/kg ve çinko 1,992 mg/kg olarak ve yumurta sarısında ise 0,065-0,360-1,430 ve 36,62 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Demirbaş 'ın (1999), yapmış olduğu çalışmada, atomik absorpsiyon spektrofotometre aracılığıyla Manisa ilinden elde edilen farklı yaşlardaki (4, 8 ve 18 haftalık) tavuklar üzerinde 11 metal (Ca, Cu, Cd, Fe, Pb, Hg, Mg, Mn, Zn, Na ve K) ve bir ametal (P) (kursak, kalp, karaciğer, böbrekler ve dalak ve tavukların etlerinde ve dokularında bir miktar mineral madde) tespit edilmiştir. Farklı yaşlardaki tavuk gruplarının etlerinde, kursakta ve kalpte mineral bileşimi tespiti yapılmıştır. Bu dokularda çeşitli metal içeriklerinin olduğu sonucu elde edilmiştir.

Küçükyılmaz ve ark. (2016), tarafından organik ve geleneksel yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtaların mineral içeriğine ilişkin yaptıkları bir çalışmada, her iki yetiştirme sisteminde 12 yumurtadan oluşan rastgele örnekler toplayıp, yumurta kabukları ve yenilebilir kısımları için kül, Ca, P, Mg, Fe, Zn ve Cu bileşenlerinin analizini yapmışlardır. Yenilebilir yumurta kısmının P ve Zn içeriklerinin organik yumurtalarda geleneksel yumurtalara göre daha düşük olduğunu, yumurta kabuğunun Mg içeriğinin organik yumurtalarda daha yüksek olduğunu ve Zn içeriği ise belirgin bir düşüş gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ca, Fe ve Cu değerleri söz konusu olduğunda ise organik ve geleneksel

sistemlerden elde edilen yumurtalar arasında farklılık olmadığını belirlemişlerdir. Sonuç olarak, organik ve geleneksel sistemlerde yetiştirilen tavuklardan alınan yumurtalar arasındaki mineral içeriği bakımından farklılıklar olduğunu saptamışlardır.

Nicholson ve ark. (1999), İngiltere ve Galler'deki çiftliklerden ağır metal birikimlerini saptamak amacıyla 183 yem ve 85 hayvan gübresi örneği toplamış ve analize tabi tutmuşlardır. Kümes hayvanı yemlerinde, konsantrasyonlar 28-4030 mg Zn/kg kuru madde ve 5-234 mg Cu/kg kuru madde aralığında olarak saptanmıştır. Araştırmada, ayrıca yumurta tavuğu yemlerinin genellikle et tavuğu yemlerinden daha yüksek ağır metal içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Kümes hayvanlarının gübrelendeki konsantrasyonlar 400 mg Zn/kg kuru madde ve 80 mg Cu/kg kuru madde olarak belirlenmiştir.

Serbest sistemden elde edilen köy tavuğu yumurtalarında 0,52 mg çinko bulunduğu (Anonim, 2001b), normal olan yumurtada 0,007 mg bakır ve 0,55 mg çinko bulunduğu bildirilmektedir (Anonim, 2001c).

Şekeroğlu ve ark. (2007)'nin yetiştirme sistemlerinin yumurta ağır metal içeriğine etkisini araştırdıkları çalışmada, köy tavuğu yumurtasında Mn 0,28 mg/g, Fe 22,64 mg/g, Cu 0,81 mg/g ve Zn 11,73 mg/g olarak bulmuşlardır.

Sağlık üzerinde olumsuz etkileri olan ağır metallerin başlıcaları, kurşun, cıva, kadmiyum, arsenik, bakır, çinko ve kromdur. Kurşuna bağlı zehirlenme tablosu, kurşun kapların ve boruların kullanılması sonucu eski Roma'da görülmüştür. Günümüzde ise, ağır metaller başlıca, kontrolsüz endüstriyel atıklar şeklinde çevreyi kirletmektedir. Aslında, bu metaller, eser miktarlarda toprakta bulunur, ancak endüstriyel atıklar nedeniyle yüksek dozlarda kirlenme olur ve sağlık sorunları ortaya çıkar. Bu metallerden arsenik ve kadmiyum kansere, cıva mutasyonlara ve genetik bozukluklara, kurşun, cıva ve bakır beyin ve kemik hastalıklarına neden olmaktadır (Bilir, 2003).

Jeng ve ark. (1997), Taiwan'da yumurtacı Tsaisa ördeklerinin yumurta ve dokularında kurşun miktarına, yemin kurşun içeriğinin etkisini araştırdıkları bir çalışmada, hayvanların günlük kurşun tüketiminin artmasıyla kanda, dokularda ve yumurtada önemli ölçüde ağır

metal birikiminin arttığını belirtmektedirler. Tsaisa ördeklerinin kan ve dokularında kurşun miktarı aşağıda verilmiştir.

Tablo 2.4. Tsaisa ördeklerinin kan ve dokularında belirlenen kurşun miktarları

Günlük alınan kurşun miktarı (mg/kg)	Kanda (ng/mL)	Böbrek (ng/g)	Karaciğer (ng/g)	Taşlık (ng/g)	Yumurtada (ng/g)	
					Sarı	Ak
0	66,6	75,8	116,4	31,9	47,9	12,4
10	468,6	3,688,9	1,130,9	113,1	1,246,3	15,5
20	1,136,7	3,843,3	1,618,2	166,8	1,883,6	13,5

Dey ve Dwivedi (2000), tavuk yumurtasında kurşun düzeyini ortalama 0,439, kadmiyum düzeyini ortalama 0,072 $\mu\text{g/g}$ olarak bulmuşlardır. Ayrıca, Nys (2001), tavuk yumurtasının 0,14 mg/100 g bakır içerdiğini belirtmektedir.

Turan ve Saylam (2006), yumurta tavukçuluğunda farklı üretim sistemlerinin yumurta kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada; kurşun ve kadmiyum düzeylerini Tablo 5'te ki gibi bulmuşlardır.

Tablo 2.5. Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaları kurşun ve kadmiyum düzeyleri

Ağır Metaller	Üretim Sistemleri		Yörelere	
	Geleneksel	Ticari	Kavak	Tekkeköy
Kurşun (Pb)	0,0911	0,1123	0,1019	0,0909
Kadmiyum (Cd)	0,0026	0,0028	0,0026	0,0026

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmanın ana materyalini kafes sistemi (ticari), köy tavukçuluğu ve serbest sistemde üretilen yumurtalar oluşmuştur. Her bir yetiştirme sisteminden tesadüfi olarak seçilen 120'şer adet olmak üzere toplamda 360 adet yumurta kullanılmıştır. Yumurtalar seçilirken üretim tarihlerinin birbirlerine yakın olmasına hassasiyet gösterilerek seçilmiş ve 24 saat boyunca oda sıcaklığında bekletilerek ölçümler yapılmıştır. Yumurtaların, dış kalite özelliklerinden; yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk kırılma direnci, kabuk ağırlığı ve kalınlığı, iç kalite özelliklerinden ise Haugh birimi, et ve kan lekesi ve sarı rengi gibi özellikler belirlenmiştir. Ticari kafes sisteminden elde edilen yumurtalar, ticari bir tavukçuluk işletmesinden satın alınmıştır. Gezen tavuk yumurtaları ve köy tavuğu yumurtaları da Bingöl iline bağlı Genç ve Solhan ilçelerinden ve il merkezine bağlı köylerden toplanmıştır. Yumurtaların ait olduğu tavuklar, 30-35 haftalık yaştadır. Ticari kafes sistemindeki tavuklar Red Line, gezen tavuklar Ataks ve köy tavukları ise karışık ırklardan oluşmaktadır. Ticari kafes sistemi ile üretim yapan işletmede kullanılan rasyonun içeriği Tablo 3.1.' de, gezen tavuk işletmesinde kullanılan rasyonun içeriği Tablo 3.2.' de verilmiştir.

Tablo 3.1. Ticari-kafes sistemlerinde kullanılan rasyonların bileşimleri ve besin madde düzeyleri

Hammadde	Düzyey %
Mısır	53,50
SFK (44HP)	31,97
Bitkisel Yağ	4,47
Mermer Tozu	6,67
DCP	1,76
Metionin	0,98
Lisin	0,20
Tuz	0,20
Vit-Min	0,25

Tablo 3.1. (Devam) Ticari-kafes sistemlerinde kullanılan rasyonların bileşimleri ve besin madde düzeyleri

Toplam	100
Besin Maddesi (%)	
Kuru madde	89,30
ME (kcal/kg)	2990,35
Ham protein	19,0
Ham yağ	8,13
Ham selüloz	1,83
Ham kül	11,66

Tablo 3.2. Gezen tavuk işletmesinde kullanılan rasyonun bileşimleri ve besin madde düzeyleri

Hammadde	Düzye %
Mısır	54,00
SFK (44HP)	31,95
Bitkisel Yağ	4,20
Mermer Tozu	6,60
DCP	1,70
Metionin	0,90
Lisin	0,20
Tuz	0,20
Vit-Min	0,25
Toplam	100
Besin Maddesi (%)	
Kuru madde	89,40
ME (kcal/kg)	2990
Ham protein (%)	19,0
Ham yağ	8,14
Ham selüloz	1,85
Ham kül	11,70



Şekil 3.1. Denemede kullanılan yumurta örnekleri

3.2. Yöntem

3.2.1. Yumurta Ağırlığı

Yumurtalar 24 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra 0,01 g hassasiyetindeki teraziyle tartılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.2. Hassas terazi ile yumurta ağırlığı ölçümü

3.2.2. Şekil İndeksi

Dijital kumpas ile yumurtanın eni ve uzunluğu ölçülmüş ve belirtilen formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Şekil İndeksi} = \frac{\text{Yumurtanın Genişliği (mm)}}{\text{Yumurta Uzunluğu (mm)}} \times 100 \quad (3.1)$$



Şekil 3.3. Yumurtaların ölçümlerinde kullanılan dijital kumpas

3.2.3. Kabuk Kırılma Direnci

Yumurtalar 24 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra kabuk mukavemeti ölçüm aleti ile kg/cm² olarak belirlenmiştir.

3.2.4. Kabuk Kalınlığı

Yumurtalar 24 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra yumurta kabuğunun uç, orta ve küt kısımlarından elde edilen kabukların zarları ayrılıp mikrometre aracılığıyla ölçülmüş, elde edilen değerlerin ortalaması alınarak ortalama kabuk kalınlığı belirlenmiştir.

3.2.5. Haugh Birimi

Yumurtanın ağırlığı ve ak yüksekliğinden faydalanılarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$HB = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 \times W^{0.37}) \quad (3.2)$$

Yukarıdaki formülde;

HB :Haugh Birimi

H :Yoğun ak yüksekliği (mm)

W :Yumurta ağırlığı (g)'nı belirtmektedir.

3.2.6. Kabuk Ağırlığı

Deneme yumurtalarına ait kabuk ağırlığını belirlemek amacıyla hassas teraziyle kabuk ağırlığı tartılarak zarı çıkarılan yumurta dijital hassas teraziyle ölçülmüştür.

3.2.7. Sarı Rengi

15 renkli Roche renk yelpazesi kullanılmak suretiyle belirlenmiştir.

3.2.8. Et ve Kan Lekeleri

Et ve kan lekeli yumurtalar, folikülerde olgunlaşan yumurtayı tutan kesenin üzerinde bulunan kılcal damarlardan birinin veya bir kaçının hasar görmesi ve bir damlacığın yumurtayla birlikte yumurta kanalına düşmesi ile oluşmaktadır. Bu şekil yumurtalar ışık altında yapılan kontrollerde kolaylıkla fark edilebilirler. Kan lekelerinin oluşumuna neden olan en önemli etken faktörler şunlardır; sürekli aydınlatma, hayvanın yaşı (hayvanın yaşı arttıkça kan ve et lekeleri görülme ihtimali artabilmektedir), kalıtım, A ve K vitaminleri eksikliği ve ani iklim değişiklikleri (kümes içi çevre şartları) kan ve et lekeleri oluşumuna neden olmaktadır.

Tablo 3.3. Farklı sistemlerde üretilen yumurtalardaki et ve kan lekesi görülme oranları

Gruplar	Et ve kan lekesi bulunan yumurta sayısı (adet)	Oran %
Ticari kafes yumurtası	5	4,16
Gezen tavuk yumurtası	18	15
Köy tavuğu yumurtası	5	4,16

Yumurtalar 24 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra, kırılan yumurtalarda et ve kan lekesi bulunanlar tespit edilerek % olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.4. Yumurta sarısında bulunan kan lekesi

Yumurtalarda, yemlerde ve diğer ağır metal kaynaklarında yapılan ağır metal belirleme analizlerinde iki yöntemden biri kullanılmıştır.

3.2.9. ICP-MS Yöntemiyle

Örnekler önce nitrik asitte daha sonra kral suyunda çözünürleştirilmiş, toplam yakma metodu ile yakma işlemi yapılmıştır. Daha sonra örnekler süzölmüş ve uygun seyreltmeler yapılmıştır. Bu örneklerde olası varlığından şüphe duyulan ve önceden belirlenen elementleri için ICP-MS ile yapılan tayinin gözlenebilme sınırları ayarlanmış ve okumalar yapılmıştır.

3.2.9.1. ICP-MS analizi için mikrodalga fırınında çözündürme işlemi

ICP-MS metodu, numune hazırlanmasında N1, N2, N3 ve N4...numunelerinden yaklaşık 0,5 gram tartılarak mikro dalga fırının teflon kaplarına aktarılarak her bir numunenin üzerine derişik 10 ml nitrik asit eklendi. Teflon kapların kapağı sıkıca kapatılarak CEM marka MARS6 ONE TOUCH (USA) model mikrodalga parçalayıcı fırınına yerleştirildi. 15 dakika içinde maksimum sıcaklık 200 °C'ye kadar yükseltilerek bu sıcaklıkta 15 dakika bekletildi. Toplamda 30 dakika kapalı sistemde bekletilerek çözündürme işlemi gerçekleştirildi. Mikrodalga fırın sıcaklığının ortam koşullarına dönmesinden sonra teflon kaplarda bulunan çözelti ultra saf su ile teflon kaplar kapakları ile beraber iyice yıkanarak 50 mL'lik balon jöjeye alınarak tamamlandı. ICP ölçümü için son hali 10 kat daha seyreltilerek ölçüm yapılmıştır.

3.2.9.2. Element analizi için ICP-MS Metodu

ICP-MS kalibrasyon çözeltileri ticari olarak satışı yapılan çoklu element standartları %1'lik (suprapure nitrik asit-ultra saf su) ile seyreltilerek kalibrasyon grafiği Tablo 3' te gösterilen konsantrasyonlar hazırlanarak oluşturulmuştur. Yapılan çalışmada numunelerin element analizleri için kuarz nebulizer (sisleştirici), cyclonic spraychamber (sisleştirme odası) ve entegre bir auto-sampler bulunduran ICP-MS NexION® 2000 C (PerkinElmer®Inc., USA) cihazı kullanıldı. Human power I cihazından elde edilen 18,3 MΩ ultra saf su kullanılarak %1 suprapure nitrik asit-ultra saf su içeren yıkama çözeltisi hazırlanarak aşağıdaki tabloda belirtilen konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Ayrıca, her ölçümden önce ICP- MS kalibrasyonu yapılmıştır. Element analizlerinin kontrolü için 100 ppb ⁴⁵Sc, ⁸⁹Y, ⁷³Ge internal standart kullanılmıştır.

Kalibrasyon standartları

	1.Standart 0,1 (ppb)	2.Standart 1 (ppb)	3.Standart (ppb)	4.Standart 20 (ppb)	5.Standart 100 (ppb)	6.Standart 500 (ppb)	Internal standart
Analitler	Al, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn						⁴⁵ Sc
	Cd, Pb, Se						⁷⁴ Ge

Bir peristaltik pompa yardımıyla numuneler argon gazı akışı ile cyclonic spraychamber'e gönderildi. Girişimleri önlemek için argon gazına ek olarak yüksek oranda helyum gazı kullanılmıştır. Analizlerde ayarlama, veri toplama ve veri analizi dahil olmak üzere cihazı kontrol etmek için Syngistix for ICP-MS software version 2.2 cihaz yazılımı kullanılmıştır. ICP cihazının tüm çalışma koşulları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3.4. ICP cihazının çalışma koşulları

Parametre	Açıklama/ Değer
Nebulizer	MEINHARD® plusGlassType C
Spray Chamber	Glasscyclonic (baffled),4 °C
One-PieceTorch	w/2.5mm QuartzInjector
Injector	2.0 mm i.d.
NebulizerFlow	Optimizedfor< 2% oxides
RF Power	1600 W
Cones	Ni
Replicates	3
Dwell time	50 ms
AerosolDilution	Set to 2.5x
Sample Delivery Rate	350 µL/min
Rinse time	45 saniye
Nebulizergasflow rate	0,93 L/min
Deflectorvoltage	-12 V
Analog stagevoltage	-1750 V
Pulse stage voltage	1100 V
Discriminator threshold	26
SampleTubing (Orange-Yellow)	Flared PVC PumpTubes 0.51mm/0.89mm
Internal Standart Tubing (Orange-red)	Flared PVC PumpTubes 0.19mm/0.91mm
Peristaltik pompa hızı	35 rpm
Alternating current (AC) rodoffset	-4

3.2.9.3. Atomik Absorbsiyon Yöntemi

3.2.9.3.1. Yaş Yakma Metodu ile Örnek Hazırlama

Homojen hale getirilen örnekten 2-4 g veya ml (analiz yapılacak örnekteki aranılan mineralin miktarına göre ayarlanmalıdır) alınarak Kjeldahl tüpüne yerleştirildi. Üzerine 21 ml derişik nitrik asit (HNO₃), 3 ml sülfürik asit (H₂SO₄), 3 ml perklorik asit (HClO₄) eklendi ve yakma ünitesine bağlandı. Eğer yakma düzeneği yoksa bu işlem erlene hot plate üzerinde yapılmaktadır. Fakat, gaz çıkışları çok yoğun olacağından çeker ocakta veya davlumbazın altında çalışılmalıdır. Kahverengi duman çıkışı bitene kadar düşük ısıda çalışılır. Daha sonra sıcaklık yükseltilir. Edendeki çözelti berraklaşınca kadar ve beyaz duman çıkışı azalana kadar yakma işlemine devam edilir. Seyreltilme yapılacak balonjelerin üzerine huni ve YVhatman no:42 süzgeç kağıtları yerleştirilir. Oda sıcaklığına kadar soğutulan çözeltinin içerisine yaklaşık 15 ml deiyonize su eklenir ve süzgeç kağıdından süzülür. Deney kabı deiyonize su ile bir kaç kere yıkanarak süzgeç kağıdına dökülür. Daha sonra süzgeç kağıdı birkaç kez deiyonize su ile yıkanarak balonjoje hacim çizgisine kadar deiyonize su ile tamamlanır. Eğer numune çok yağlı ise ağırlığı bilinen örnek erlene alınarak üzerine 100 ml eter ilave edilerek 2-3 saat çalkalayıcıda karıştırılır. Eter fazı dökülerek numune madde kaybı olmaksızın Kjeldahl tüpüne veya erlene alınır.

3.2.9.3.2. Kuru Yakma Metodu ile Örnek Hazırlama

Homojen hale getirilen örnekten 2-4 g veya ml alınarak krozeeye koyulur. Eğer örnek sıvı ise 1 gece 110 °C'da etüvde bekletilir. Eğer katı örnek ise üzerine 2 ml etil alkol koyularak 400 °C ön yakma işlemi yapılır. Krozeler kül fırınına yerleştirilir. Daha sonra kül fırınının sıcaklığı 525 ± 10 °C'ye ayarlanır. 3-4 saat sonunda krozeler dışarı alınıp üzerine yavaşça 0,5 ml nitrik asit ve 1 ml deiyonize su eklenerek tekrar kül fırınına yerleştirilir. Krozede yanmamış madde kalmayana kadar yakma işlemine devam edilir. Daha sonra krozeler oda sıcaklığına kadar soğutulur. Üzerine 5 ml nitrik asit eklenir. Seyreltilme yapılacak balonjelerin üzerine huni ve Whatman no:42 süzgeç kağıtları yerleştirilir. Süzgeç kağıdının içerisine bir miktar deiyonize su koyulup üzerine krozedeki çözelti dökülür. Kroze deiyonize su ile bir kaç kere yıkanarak süzgeç kağıdına dökülür. Daha sonra süzgeç

kağıdı birkaç kez deiyonize su ile yıkanarak balonjoje hacim çizgisine kadar deiyonize su ile tamamlanır.

Standart Hazırlama

Örnek element için benzeri yöntem uygulanmıştır.

1 g metalik kadmiyum tam olarak tartılarak daha önce temizlenmiş olanl litrelik balonjojeye dikkatlice aktarılır. Yaklaşık 30 ml hidroklorik asit eklenir. Örnekler asidik olduğu için standartta asitlendirilir. Üzerine 500 ml deiyonize su eklenerek iyice çalkalanarak tam çözünme sağlanır. Hacim çizgisine kadar deiyonize saf su ile tamamlanarak 1000 ppm'lik Cd standartı hazırlanır. Hazırlanan 1000 ppm'lik Cd standartından 10 ml pipetle alınarak 100 ml'lik bolonjojeye aktarılır ve hacim çizgisine kadar deiyonize su ile tamamlanarak 100 ppm'lik Cd standartı hazırlanır. Hazırlanan 100 ppm'lik Cd standartından istenilen aralıklarda çalışma standartları

$$M1 \times V1 = M2 \times V2 \quad (3.3)$$

formülüne göre hazırlanır.

M1= 100 ppm'lik stok standart

V1 = Hesaplanması gereken 100 ppm'lik standarttan alınacak miktar ml

M2 = Hazırlanması istenilen standart konsantrasyonu

V2 = Hazırlanılması istenilen standart konsantrasyonunun son hacmi

Cd lambası cihaza takılır. Cihazın dalgaboyu 228,8nm'ye ayarlanır. Standartların bu dalgaboyunda okunan absorbanlarından faydalanarak konsantrasyona karşı absorban garfiği çizilir. Standart eğrisi oluşturulur ve örneğin absorbanı okutularak bu standart eğrisinden konsantrasyonu bulunur.

Hesaplamalar

$$\text{Cd miktarı (mg/kg)} = (C \times V \times SF) / m \quad (3.4)$$

C = Örneğin, hazırlanan standart eğrisinden yararlanarak okunan konsantrasyonu m = Alınan örnek miktarı (ml) veya (g)

V = Örneğin yakma işleminden sonra süzüldüğü balonjojenin hacmi (ml) SF = Eğer seyreltme yapılmışsa seyreltme faktörü

3.2.10. Yağ Asitlerinin Esterleştirilmesi, Yumurta Sarısı Ham Yağ ve Yağ Asitleri Kompozisyonu Analizleri

Toplanan yumurtalarda deneme sonunda ham yağ (%) ve yağ asidi kompozisyonunu belirlemek üzere Folch vd. (1957) tarafından belirtilen metot kullanılmıştır. Bu amaçla haşlanan yumurtaların sarıları ayrılarak bundan bir cam balona 2 gr tartılmıştır. Üzerine 100 ml kloroform : metanol (2 : 1, v/v) karışımından ilave edilmiş ağzı kapatılarak, bir gece boyunca buzdolabında bekletilmiştir. Süre sonunda kaba filtre kağıdından süzölmüş ve filtre kağıdı NaCl çözeltisi (%0,09'luk) ile yıkanıp, tekrar buzdolabında 3-4 saat bekletilmiştir. Oluşan üst faz (su-metanol karışımı) uzaklaştırılmış, alt fazdaki kloroformun rotary evaporatörde uçması sağlanıp, elde edilen ekstrakt, içeriğindeki safsızlıkları gidermek amacıyla santrifüjlenerek, viallere alınmıştır. Örneklerde ham yağ miktarını belirlemek için numune tartılmadan önce kurutulup soğutulan balonun darası alınıp, ilk tartım ve evaporasyondan sonraki tartım değerleri kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla % ham yağ değerleri hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Ham Yağ} = \frac{\text{ilk Tartım} - \text{Dara}}{\text{Evaporasyon Sonrası Tartım} - \text{Dara}} \times 100 \quad (3.5)$$

Yağ asidi analizinde Optima marka delta-6-0,25 µm (100 m×0,25 mm ID) kolon ve Agilent 7890A/5970C marka ve Gaz Kromatografi Kütle Spektrometri (GC-MS) cihazı ve FID dedektörü kullanılmıştır. Kromatografik koşullar ise şöyledir: Fırın sıcaklığı 120°C'den başlamış, 5°C/dk içinde 250°C'ye ulaşır ve bu sıcaklıkta 3 dk bekletilmiştir. Daha sonra 2°C/dk ısınma ile 270°C'ye ulaşır, bu sıcaklıkta 16 dk tutulmuş ve bu işlem toplam 55 dk sürmüştür. Enjeksiyon hacmi 1 µl'dir. Her enjeksiyondan önce ve sonra enjektör kendini 5'er kez hekzan ile yıkamış ve örnek iki kez çekilip atık şişesine bırakılarak, sonrasında örnek enjeksiyonu gerçekleştirilmiştir. Böylelikle bir önceki örnekten kaynaklanabilecek kontaminasyonun önüne geçilmiştir.

3.2.11. Yumurta Sarısında Kolesterol Tayini

Yumurta sarısı örneklerinde kolesterol analizi için 0,3 gr örnek tartılmış, 2 ml asetonitril/metanol (70/30, v/v) karışımı ile 1 dk süreyle homojenize edilmiştir.

Homojenizat 2 ml'lik ependorf tüplerine alınarak, 4°C'de 10 dk. 6000xg'de santrifüj edilip, elde edilen süpernatandan 1 ml viallere alınarak HPLC'de analiz edilmiştir. Hareketli (mobil) faz olarak %70 asetonitril ve %30 izopropanol karışımı kullanılmış, mobil faz akış hızı 1 ml/dk ve analitik kolonun sıcaklığı 40°C olarak ayarlanmıştır. Analiz için Supelcosil LC 18 DB (250 x 4,6 mm, 5 µm, Sigma, USA) kolunu ve dedeksiyon dalga boyu olarak 202 nm kullanılmıştır (Keser 2006).

3.2.12 Dumas Yöntemi (Protein Analiz)

Prensibi: gıda maddesinin bir fırın içinde yakılarak gıda içinde bulunan bütün N formlarının nitrojen oksit gazlarına dönüştürülmesi ve daha sonra bu gazların elemental azota indirgenmesi ve bu azotun termal iletkenlik yöntemleri ile miktarının belirlenmesidir.

Numune Hazırlama

- Numuneden 20-50 mg tartılıp tin foile eklenir.
- Her bir numunenin analiz süresi 4 dk'dır. Analiz bitiminde cihaz sonuçları “% nitrojen” olarak verir.

DUMAS Cihaz Metodu

Analiz için Gerhardt Dumatherm Cihazı kullanılmıştır.

Standart:

Kategori A 1,0

Sıcaklıklar (Temperatures):

Yanma Reaktörü (Combustion Reactor)	979	°C
İndirgeme Reaktörü (Reduction Reactor)	650	°C
Degazer Fırın (Degassing Oven)	299	°C

Süreler:

Örnek Gecikme (Sample

Delay) 7 s

Örnek durma (Sample Stop) 11 s

Oksi Durdurma (Oxy Stop) 10 s

15

Çalışma Süresi (Run Time) 1 s

Akış Oranları (Flow Rates):

	194,	
He I	7	sccm
	199,	
He II	6	sccm
O ₂	300	sccm

3.2.13. Amino Asit Analiz Metodu

HPLC 'de amino asit analizi yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Reaktifler. Metanol (HPLC sınıfı), sodyum fosfat monobazik, sodyum hidroksit ve sodyum tetraborat satın alındı. THF (HPLC derecesi, inert gaz altında depolanmıştır) ve 2-merkaptotanol Sigma'dan satın alınmıştır. Amino asit standartları ve OPA Sigma'dan satın alındı. Destile deiyonize su laboratuvar ultra saf su sisteminden elde edildi.

OPA Tiyol (OPT) Reaktif Hazırlama. OPA tiol reaktifi kullanımdan 24 saat önce 54 mg o-ftaldialdehit 1000 µL saf alkol içinde çözülerek hazırlandı.

Daha sonra 10 mL 0,1 M sodyum tetraborat (Na₂B₄O₇·10H₂O) (pH 9,5) ve ardından 100 uL merkaptotanol eklendi. Karışım iyice karıştırıldı ve karanlıkta sıkıca kapatılmış bir kaptaki saklandı. Reaktif, OPT amino asit türevlerinin verimini korumak için periyodik olarak 20 uL merkaptotanol ilave edilerek birkaç gün saklanabilir.

Amino Asit Standartları. Her bir amino asidin 2500 nmol eşdeğerinin 0.05 M NaH₂PO₄ tamponunda (pH 5,5) çözülmesiyle bir stok solüsyon hazırlandı. Bu stok solüsyon daha sonra bir kalibrasyon eğrisinin hazırlandığı bir çalışma solüsyonu hazırlamak için kullanılır.

Örnek hazırlama. 5 gram yumurta ve 20 mL ekstraksiyon solventi (damıtılmış deiyonize su içinde %75 metanol) bir Mason kavanoza ilave edildi ve bir karıştırıcının sıvılaştırma ayarında 2 dakika karıştırıldı. Homojenat daha sonra 100 mL'lik ölçülü bir şişeye aktarıldı ve kavanoz, 15 mL ekstraksiyon solventi ile üç kez çalkalandı. Yıkamalar, daha sonra

hacme getirilen ve 4 °C'de 60 dakika (veya gece boyunca) saklanan şişeye ilave edildi. Şişenin içeriği, 50 mL'lik bir santrifüj tüpüne aktarıldı ve soğutulmuş bir santrifüj kullanılarak 15000 rpm'de 40 dakika 4 °C'de santrifüjlendi. Süpernatant, bir PTFE 0,2 µm filtre membranı kullanılarak süzüldü, gerektiği gibi seyreltildi ve standart solüsyona göre işlendi.

Enstrümantasyon

Agilent 1100 HPLC: G1312A 10 mm akış hücreli ikili pompa ve/veya G1315A Floresan Detektörü (FLD). ZORBAX Eclipse-AAA 3,0 x 150 mm, 3,5 µm kolon kullanıldı.

Mobil Faz

A: 40 mM Na₂HPO₄ pH 7,8 [5,5 g NaH₂PO₄, monohidrat + 1 litre su, NaOH solüsyonu (10 N) ile pH 7,8'e ayarlayın]

B: ACN: MeOH: su (45:45:10, v/v/v)

Tüm mobil faz solventleri, HPLC dereceli olmalıdır. Mobil fazlar, Supor®-200 47 mm, 0.2 µm, filtre zarları kullanılarak filtrelendi ve gazı alındı.

Pompa Ayarları

Akış: 2 mL/dk, Durma Süresi: 26 dk (150 mm kolon), Post süresi: kapalı

Gradyanlar:

Zaman (Dk)	% B
0	0
1.9	0
18.1	57
18.6	100
22.3	100
23.2	0
26	0

Floresan dedektörü

Zaman (dk)	Ex/Em (nm)	PMT kazanç
0	340/450	10
15	266/305	9

Kolon sıcaklığı 40 °C

Türevlendirme Reaktifleri Borat Tamponu: Agilent PN 5061-3339, Solüsyon suda 0,4 N, pH 10,2. Buzdolabında (4°C) saklanacak.

FMOC Reaktifi: Agilent PN 5061-3337, 1 mL'lik kısımlardan 100 µL'lik pipetlenecek. FMOC reaktifini konik eklere konulacak, hemen kapatılacak ve buzdolabına (4°C) koulacak.

Amino Asit Türevlendirme. 50 uL amino asit standardına veya seyreltilmiş numune süpernatana 200 uL OPT ilave edildi, ardından bir girdap kullanılarak iyice karıştırıldı. Karıştırmadan tam olarak 2 dakika sonra numune, HPLC sisteminin kolonuna manuel olarak enjekte edildi ve gradyan çalışması başladı. OPT amino asit türevlerinin sınırlı stabilitesi nedeniyle karıştırma ve HPLC'ye enjekte etme arasındaki sürenin tutarlı olması önemliydi. Kör olarak sodyum fosfat tamponu kullanıldı ve ilgili her amino asidin konsantrasyonu harici bir kalibrasyon eğrisi kullanılarak ölçüldü.

3.2.14. İstatistiksel Analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiksel analizi SAS 9.1.3 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır (SAS Institute Inc., 2003). Varyans analizleri PROC GLM komutundan yararlanılarak gerçekleştirilmiş ve önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. İç Dış Kalite Özellikleri

Araştırmada yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, kırılma direnci, haugh birimi, şekil indeksi ve sarı rengine ait elde edilen veriler Tablo 10’da verilmiştir. Bu özelliklerden, yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı, kırılma direnci, şekil indeksi ve sarı rengine gruplar arasında önemli ($P<0,01$) farklılık göstermiş, kabuk kalınlığı ve haugh biriminin ise gruplar arasında önemli ($P<0,05$) farklılık göstermediği tespit edilmiş ve Tablo 4.1.’de verilmiştir.

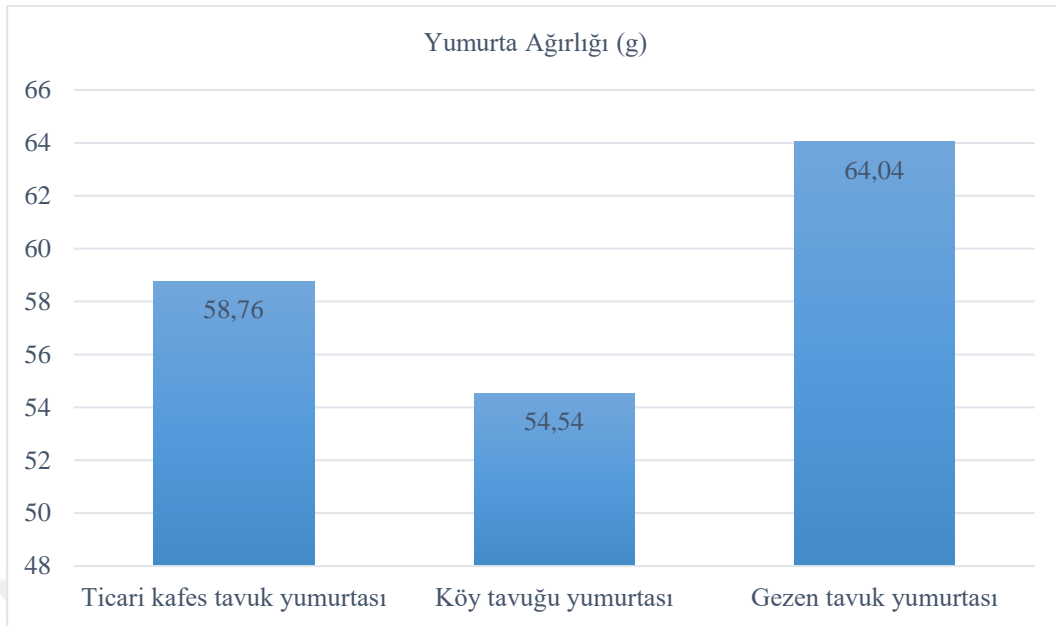
Tablo 4.1. Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtaların iç ve dış kalite özellikleri

Özellikler	Üretim Sistemleri			
	Ticari kafes tavuk yumurtası	Köy tavuğu yumurtası	Gezen tavuk yumurtası	P
Yumurta Ağırlığı (g)	58,76±0,65b	54,54±1,53a	64,04±1,25c	**
Kabuk Ağırlığı (g)	6,46±0,35b	5,99±1,23a	7,04 ±0,90c	**
Kabuk Kalınlığı (mm)	0,38±0,0042a	0,39±0,0079a	0,32±0,0071b	*
Kırılma Direnci (kg/cm ²)	5,26±0,179a	3,91 ±0,23b	3,21 ±0,28c	**
Haugh Birimi	73,41±4,738a	76,78±4,664ab	82,16±2,089bc	*
Şekil indeksi %	77,44±0,72b	75,52±0,83ab	74,44±0,88a	*
Sarı Renk	9,75±0,556	10,20±0,630	9,75±0,250aa	ÖNZ

a, b, c, : Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. *: $P<0,05$, **: $P<0,01$, ÖNZ: önemsiz

4.1.1 Yumurta Ağırlığı

Farklı üretim sistemi gruplarına ait yumurtaların ortalama yumurta ağırlığının ticari kafes tavuğu grubunda 58,76 g, köy tavuğu grubunda 54,54 g ve gezen tavuk yumurtası grubunda 64,04 g olarak saptanmıştır. Grupların ortalamaları arasında istatistiksel karşılaştırmalarda ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli ($P<0,01$) olduğu görülmüştür.



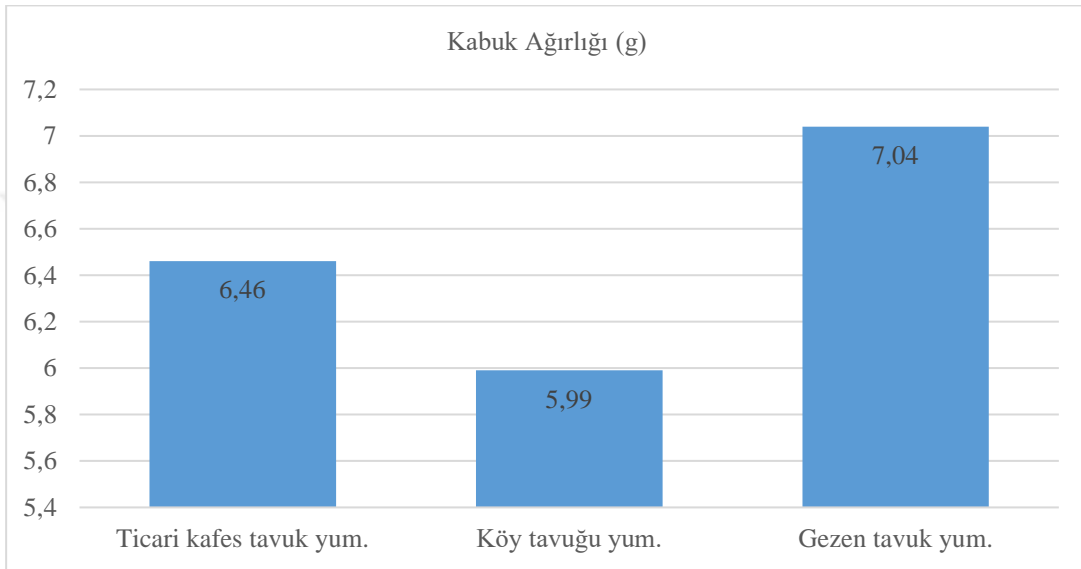
Şekil 4.1. Farklı üretim sistemlerine ait yumurtaların ağırlıkları

Yumurta ağırlığı tüketiciyi ilgilendiren en önemli kalite özelliklerinden biridir. Standart bir yumurta ağırlığı 57,6 g olarak kabul edilmektedir. 52-63 gramlık yumurtalar tüketicinin alışkın olduğu ağırlık sınırlarıdır. Aşırı büyük yumurtalar (70 g ve üzeri), kırılma tehlikesinin artması, viollere koymadaki zorluklar ya da özel ambalaj için ilave masraf nedeniyle pazarlama safhasında pek tercih edilmez. Yumurta ağırlığı kalıtsal bir özelliktir. Ancak hayvanın yaşı, verim düzeyi, cinsel olgunluk yaşı ve ağırlığı, canlı ağırlığı ve verim yılı gibi biyolojik kökenli etmenlerin yanında, bakım besleme ve diğer çevresel etmenler (iklim, aydınlatma, sıcaklık vs.) yumurta ağırlığı üzerine etki etmektedirler (Uluocak, 1991).

Bu çalışmada elde edilen yumurta ağırlıkları, bu konuda yapılan diğer çalışmalarla kıyaslandığında birbirleriyle benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Huges ve Dun (1982), kafes, serbest ve altlıklı yer sisteminde yetiştirilen tavuklardan elde edilen yumurtaların ağırlıklarının 59,60-64,10, 60,5-63,6 ve 59,94-62,27 g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Turan (2006), ise yumurta ağırlığını geleneksel ve ticari işletmelerde ortalama olarak 58,36 ve 66,34 g bulmuştur. Çetin ve ark. (2016), yumurta ağırlığının kafes sistemindeki yumurtalarda en yüksek (65,04 g) olarak tespit etmişlerdir.

4.1.2. Kabuk Ağırlığı

Kabuk ağırlığı bakımından yapılan karşılaştırmada ticari kafes grubunun kabuk ağırlığı, 6,46 g, köy tavuğu grubunun 5,99 g ve gezen tavuk yumurtası grubunun 7,04 g olarak tespit edilmiştir. Grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak karşılaştırma yapıldığında grupların birbirine olan farklılığının önemli ($P<0,01$) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı üretim sistemlerine ait yumurtaların kabuk ağırlığı

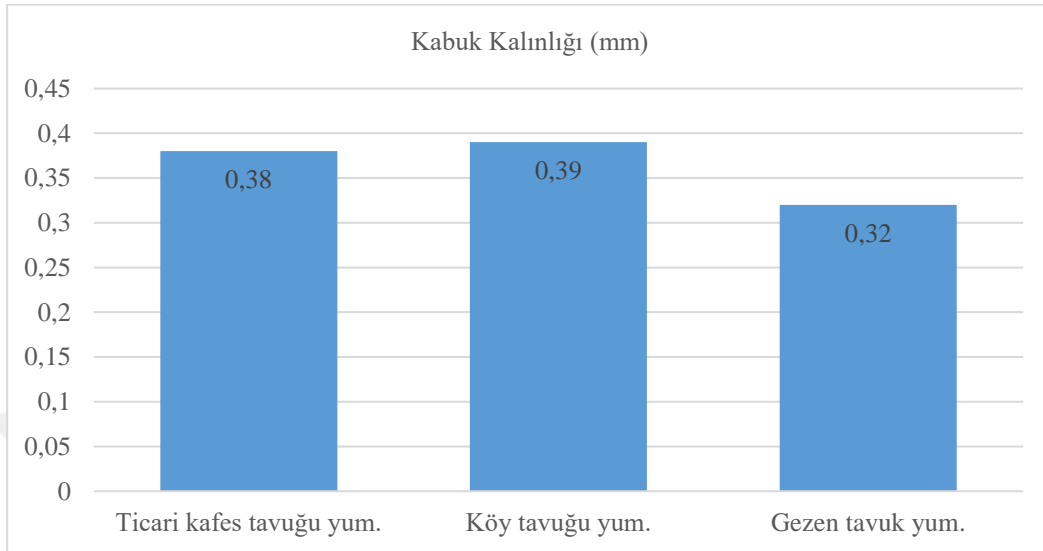
Kabuk ağırlığı, standart yumurta ağırlığının yaklaşık %11' ini oluşturmaktadır olup, bu değer yaklaşık olarak 6,4 g' dır. Kabuk ağırlığını, hayvanın yaşı, mevsim, bakım-besleme gibi birçok faktör etkilemektedir.

Kabuk ağırlığına ilişkin elde ettiğimiz veriler ve bu konuda yapılan çalışmalar birbirleriyle kıyaslandığında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Turan (2006), yumurta kalite özelliklerinden kabuk ağırlığını 6,61 ve 7,49 g olarak bildirmiştir.

4.1.3. Kabuk Kalınlığı

Deneme gruplarına ait yumurtaların kabuk kalınlığı, ticari kafes tavuğu grubu için 0,38 mm, köy tavuğu için 0,39 mm ve gezen tavuk yumurtası için 0,32 mm olarak tespit

edilmiştir. Grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak karşılaştırma yapıldığında grupların birbirine olan farklılığın önemli ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların kabuk kalınlığı

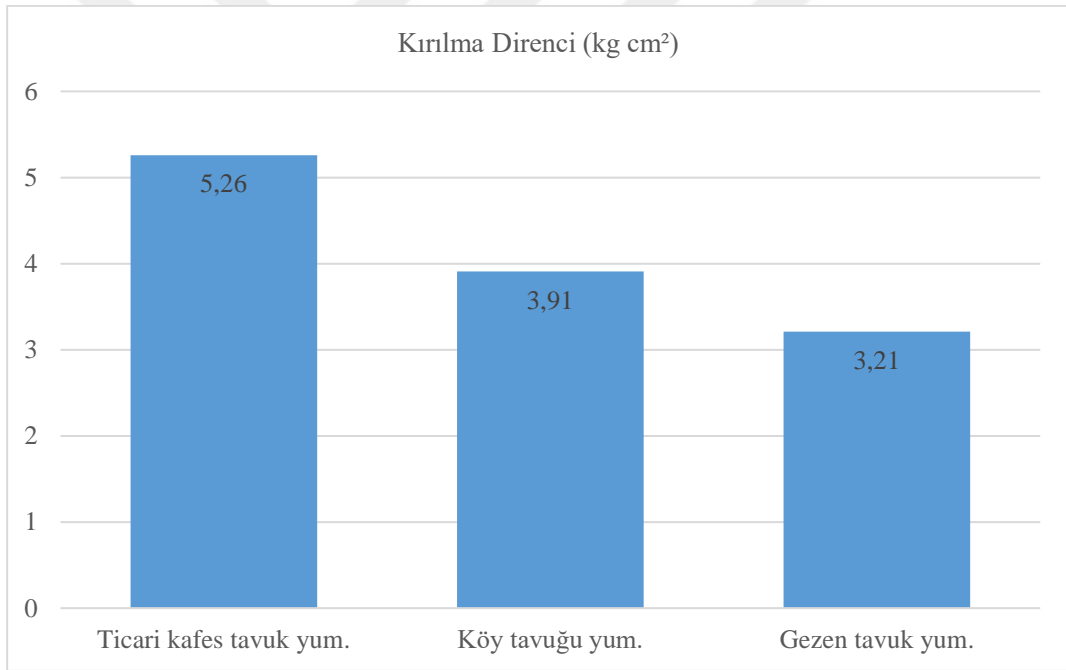
Yumurta kabuk kalitesi bakımından en önemli kriter kabuk kalınlığıdır. Kabuk kalınlığı hem üretici hem tüketiciler hem de pazarlama safhası için çok önemli bir özelliktir. Yemeklik yumurtalar için kabuk kalınlığının asgari 0,33-0,35 mm arasında olması istenir. 0,33 mm'den daha ince kabuklu yumurtalar çok ince kabuklu kabul edilir ve bu tür yumurtaların nakliye ve pazarlama safhalarında kırılma şansları yüksektir. Bu nedenle, yemeklik yumurtaların kabuk kalınlığının asgari 0,33 mm ve daha fazla olması istenir. Kabuk yapısının oluşmasında genetik faktörler önemli bir yer tutmakla beraber, yemde bulunan kalsiyum, fosfor, manganez ve D vitamin düzeyleri, hayvanın yaşı, bakım besleme koşulları, hastalık, mevsim ve diğer çevre şartları da kabuk kalitesini etkilemektedir. Kabuk kalitesi, tavuğun yaşı ilerledikçe absorbe edilen ve tutulan kalsiyum miktarının azalmasıyla düşmektedir.

Bu çalışmada incelenen yumurta örneklerinden elde edilen kabuk kalınlığına ilişkin veriler ve bu konuda yapılan çalışma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Pavlovski ve ark. (1994), kafes, altlıklı sistem ve serbest yetiştirme sistemindeki tavuklardan elde edilen yumurtaların kabuk kalınlığı 0,32-0,33 ve 0,32 mm olduğunu, Artan (2015), yapmış olduğu çalışmada; köy, serbest ve kafes sistemlerinde yetiştirilen tavukların yumurtalarının

kabuk kalınlığını ise, 36,78 μ , 37,63 μ ve 38,36 μ olarak bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmanın sonuçları, daha önce yapılan çalışmalarda bildirilen kabuk kalınlığı bulgularıyla uyum göstermektedir.

4.1.4. Kırılma Direnci

Farklı retim gruplarına ait yumurtaların kabuk kırılma dirençleri belirlenmiş olup, bu değer ticari kafes tavuk yumurtaları için 5,26, köy tavuğu yumurtaları için 3,91 ve gezen tavuk yumurtaları için 3,21 kg/cm² olduğu tespit edilmiştir. Grupların ortalamaları arasında istatikselsel olarak karşılaştırma yapıldığında, ortalama değerler arasındaki farklılıkların önemli (P<0,01) olduğu grlmştir.



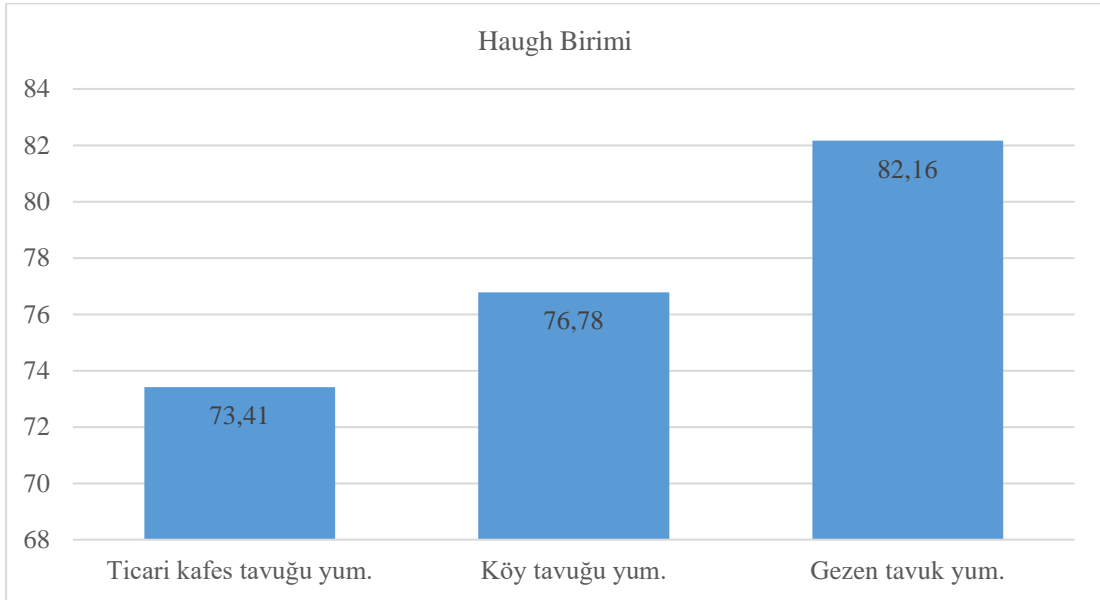
şekil 4.4. Farklı retim sistemlerinde üretilen yumurtaların kırılma dirençleri

Kırılma dirençlerine ilişkin elde edilen bulguların bu konuda yapılan çalışma sonuçları ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Artan (2015), yapmış olduğu çalışmada, köy, serbest ve kafes sistemlerinde yetiştirilen tavukların yumurtalarının kırılma direncini sırasıyla 2,68-2,97 ve 2,83 kg/cm², Turan (2006) ise 2,75 ve 2,79 kg/cm² olarak bildirmişlerdir. Yumurtaların kırılma direnci, özellikle yumurtaların taşınması ve depolanması esnasında

büyük önem arz etmektedir. Kırılma direnci düşük ince yumurtalar daha çabuk kırılmakta ve çatlamaktadır. Bu durum ise ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır.

4.1.5. Haugh Birimi

Farklı üretim sistemi gruplara ait Haugh birimi değerleri ticari kafes tavuk grubu için 73,41, köy tavuğu grubu için 76,78 ve gezen tavuk yumurtası grubu için 82,16 olarak saptanmıştır. Grupların ortalamaları istatistiksel yönden karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli ($P<0,05$) olduğu görülmüştür.

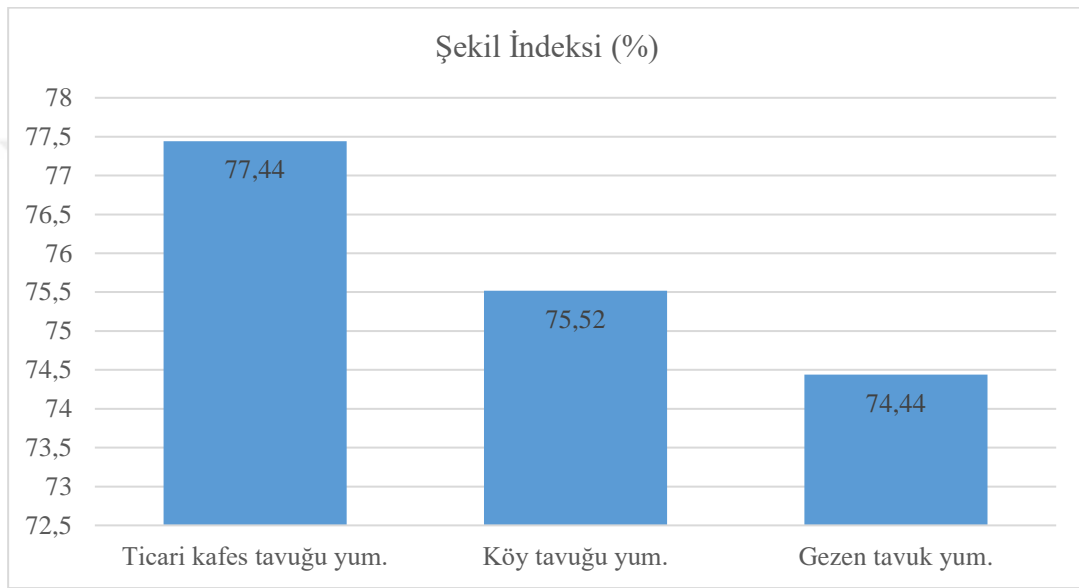


Şekil 4.5. Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların Haugh birimi değerleri

Yumurta örneklerinden elde edilen Haugh birimi değerlerine ilişkin sonuçların bu konuda yapılan çalışmaların bulgularıyla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Pavlovski ve ark. (1994), kafes, altlıklı sistem ve serbest yetiştirme sistemindeki tavuklardan elde edilen yumurtaların Haugh birimini 79,8-75,96 ve 78,24, Turan (2006) 77,12 ve 72,86 olarak bildirmiştir. Artan (2015) ise köy, serbest ve kafes sistemlerinde yetiştirilen tavukların yumurtalarının Haugh birimini sırasıyla; 63,77-69,00 ve 61,97 olarak tespit etmişlerdir.

4.1.6. Şekil İndeksi

Farklı üretim gruplarına ait yumurtaların şekil indeksi değerleri, ticari kafes tavuğu grubunda %77,44, köy tavuğu grubunda %75,52 ve gezen tavuk yumurtası grubunda %74,44 olarak tespit edilmiştir. Grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak karşılaştırma yapıldığında gruplar arasındaki farklılıkların birbirine olan farkı önemli ($P<0,05$) olduğu görülmüştür.



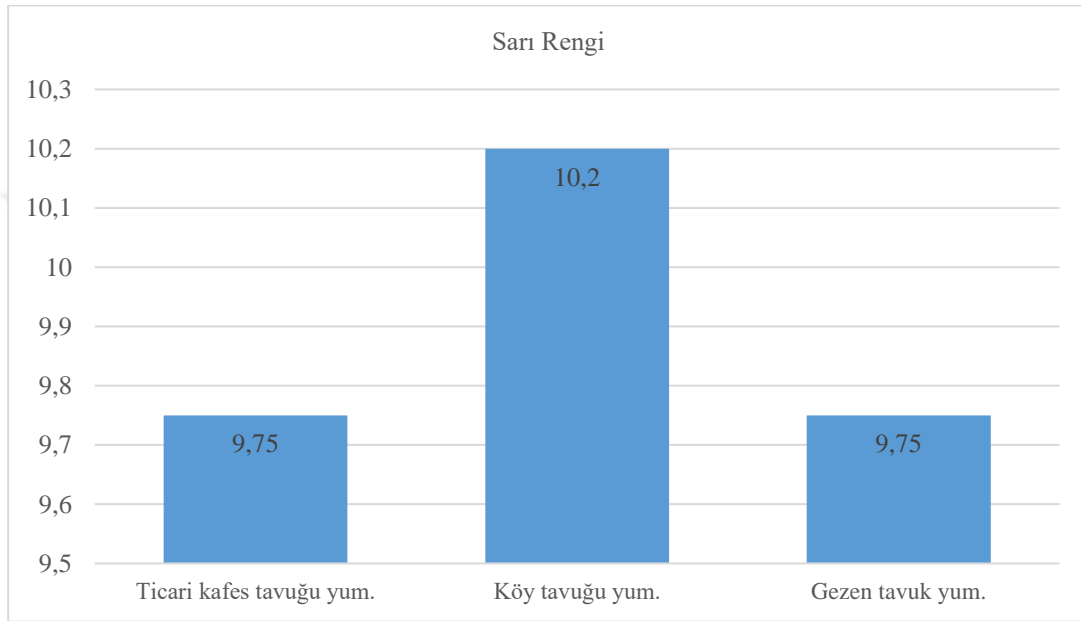
Şekil 4.6. Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların şekil indeksi değerleri

Şekil indeksi, yumurta şeklinin belirlenmesinde kullanılan bir yöntem olup, standart bir yumurtanın şekil indeksi değeri ortalama 74' tür. Yumurta şekli, ırk, hat ve bireyler için büyük ölçüde kalıtsaldır. Yumurta şeklinin normalden kısa (yuvarlak) ve normalden uzun yumurtalar tüketici tarafından arzu edilmemekte ve bu tür yumurtaların nakliye ve pazarlama sırasında ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

Farklı gruplara ait yumurta örneklerinden elde edilen şekil indeksi sonuçları, bu konuda yapılan çalışmaların bulgularıyla benzerlik göstermiştir. Turan (2006), yumurtaların şekil indeksi değerlerini 76,37 ve 78,07, Pavlovski ve ark. (1994), kafes, altlıklı sistem ve serbest yetiştirme sistemindeki tavuklardan elde edilen yumurtaların şekil indekslerini 76,22, 76,39 ve 75,53, Artan (2015), köy, serbest ve kafes sistemlerinde yetiştirilen tavukların yumurtalarının şekil indekslerini 77,30-79,09 ve 78,40 olarak bildirmişlerdir.

4.1.7. Sarı Rengi

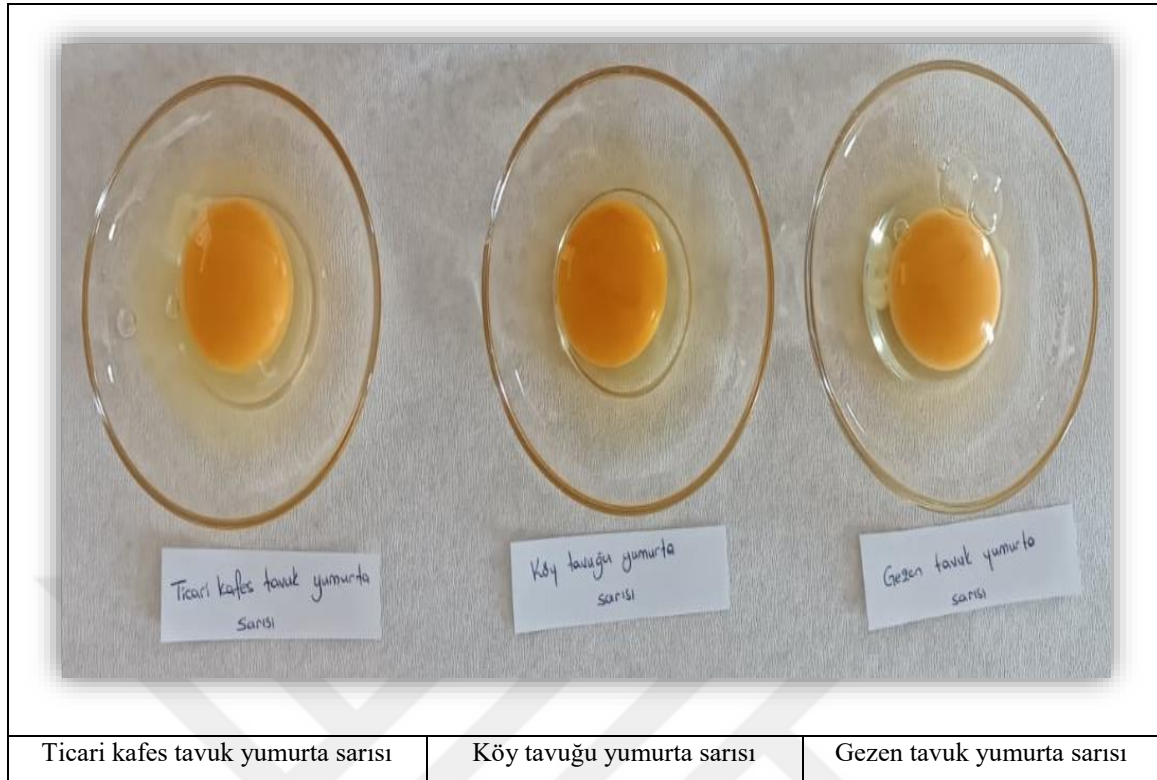
Farklı üretim gruplarına ait yumurtaların sarı rengi değerleri, ticari kafes tavuk grubunda 9,75, köy tavuğu grubunda 10,20 ve gezen tavuk grubunda 9,75 olarak tespit edilmiştir. Gruplara ait ortalamalar arasındaki istatistiksel farklar karşılaştırmalarda önemli ($P<0,01$) olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.7. Farklı üretim sistemlerinden elde edilen yumurtaların sarı rengi değerleri

Çalışmada, yumurta sarısının pigmentasyonunun belirlenmesinde Roche skala renk skoru (RCF) ve Minolta kolorimetre cihazı ile iki farklı ölçüm metodu kullanılmıştır. Roche Skalası renk Skoru (RCF): Yumurta sarısının ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan pratik bir ölçüm skalasıdır. 1'den 15'e kadar farklı tonda sarı renkleri içeren sarı renk yelpazesidir.

Yumurta örneklerinden elde edilen ve sarı rengine ilişkin bulgular bu konuda yapılan farklı çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Turan (2006), yumurtada sarı rengini (RCF) 11,81 ve 11,32, Pavlovski ve ark. (1994), kafes, altlıklı sistem ve serbest yetiştirme sistemindeki tavuklardan elde edilen yumurtalarda 9,94-9,88 ve 10,21 olarak bildirmişlerdir. Artan (2015), köy, serbest sistem ve kafes sistemlerinde yetiştirilen tavukların sarı rengini yumurtaların sırasıyla 11, 12 ve 11 olarak ölçmüşlerdir.



Şekil 4.8. Farklı yetiştirme sistemlerine ait yumurtaların sarı rengi

4.2. Yumurtaların Besin Madde İçerikleri

4.2.1. Sarıda Ham Yağ Düzeyi ve Kolesterol Oranı

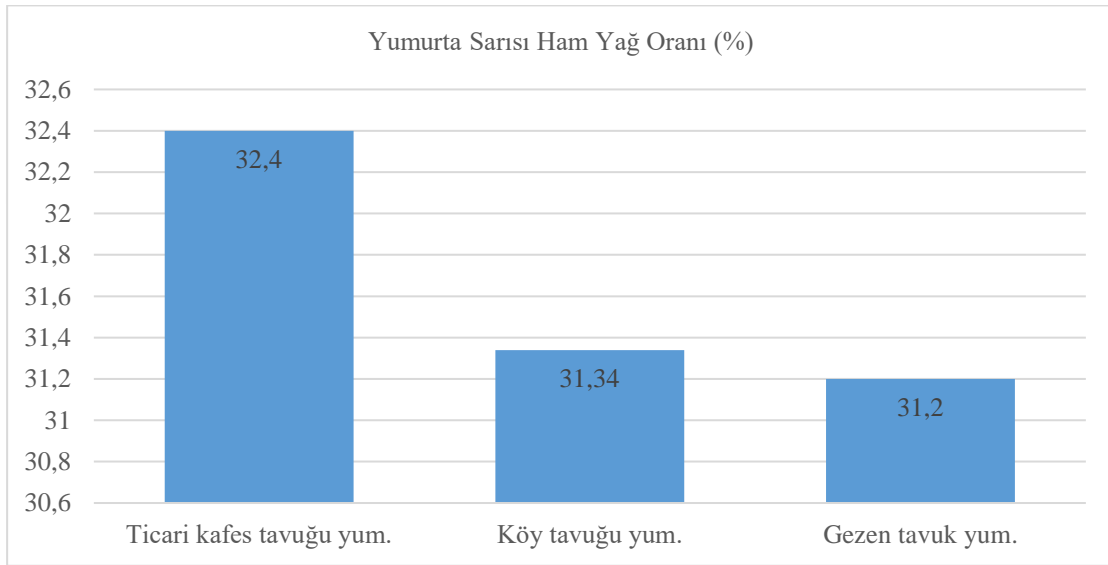
Tablo 4.2. Farklı üretim gruplarından elde edilen yumurtaların sarısındaki ham yağ düzeyi ve kolesterol oranlarına ilişkin ortalamalar

Gruplar	Yumurta sarısı ham yağ oranı, %		Yumurta sarısı kolesterolü, mg
	n	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
Ticari kafes tavuğu yumurtası	10	32,4±0,49a	299,7±3,54a
Köy tavuğu yumurtası	10	31,34±0,26 b	292,4±3,50b
Gezen tavuk yumurtası	10	31,2±0,38bc	291,3±3,86bc
P		*	*

a, b, c, : Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. *: P<0,05

4.2.1.1. Yumurta Sarısı Ham Yağ Oranları

Farklı üretim sistemi gruplarının yumurtalarına ilişkin ham yağ oranları, ticari kafes tavuğu grubu, köy tavuğu yumurtası grubu ve gezen tavuk yumurtası için sırasıyla, %32,4, %31,34 ve %31,2 olarak tespit edilmiştir. Gruplara ait ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur.

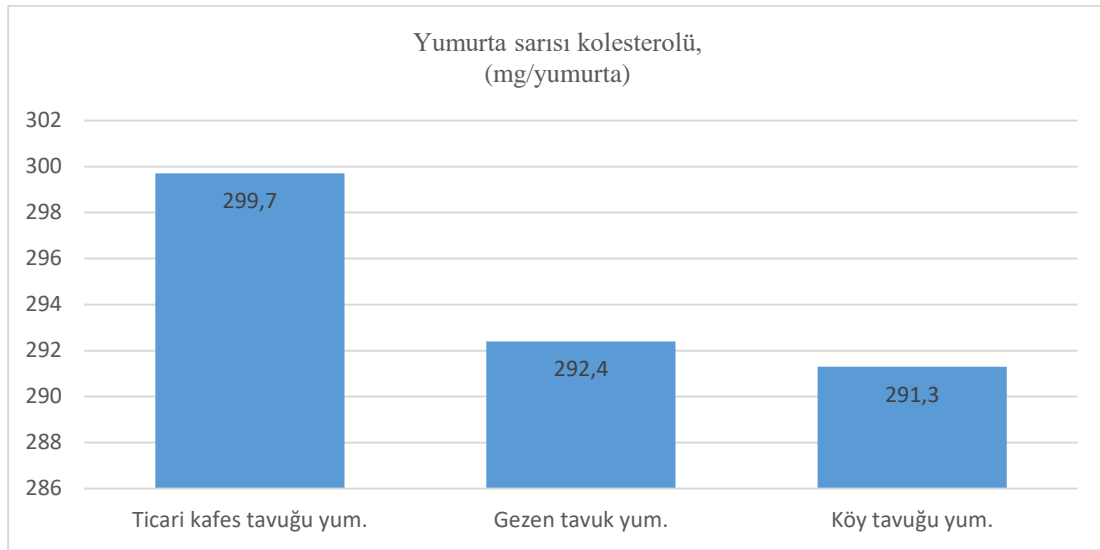


Şekil 4.9. Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların ham yağ oranları

Yapmış olduğumuz bu çalışmada, gruplara ait yumurta sarısı ham yağ oranları en yüksek %32,4 ve en düşük %31 olarak ölçülmüştür. Çalışlar ve Kuştimur (2017), yaptıkları çalışmada ham yağ oranını ortalama %32,01 olarak bildirmişlerdir. Yumurtanın ham yağ içeriği bakımından elde edilen sonuçla, bu konuda yapılan çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

4.2.1.2. Kolesterol Oranı

Farklı üretim gruplarına ait yumurta sarılarına ait kolesterol düzeyleri (mg/yumurta), ticari kafes tavuk yumurtasında 299,7, köy tavuğu grubu yumurtasında 292,4 ve gezen tavuk grubunda 291,3 mg olarak tespit edilmiştir. Gruplara ait ortalamalar arasında istatistiksel bakımından önemli farklılıklar ($P<0,01$) bulunmuştur.



Şekil 4.10. Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların kolesterol düzeyleri

Yumurta kolesterolü konusundaki çalışmalarda, Minelli ve ark. (2007), yumurta sarısı kolesterolünü % 1,26- % 1,21 olarak bildirmişlerdir. Jacob ve Miles (2000), kolesterol için yumurtanın sadece sarısında bulunduğunu ve iri boy bir tavuk yumurtanın yaklaşık 200-220 mg kolesterol içerdiğini bildirmişlerdir. Hargis (1988), yumurta sarısı kolesterol düzeyinin genotip, yaş, yetiştirme tipi ve kullanılan yemin yapısı gibi birçok faktörden etkilendiğini açıklamıştır. Stadelman ve ark. (1988), tarafından yapılan çalışmada yumurtada yaklaşık olarak 274 mg kolesterol bulunduğu açıklanmıştır.

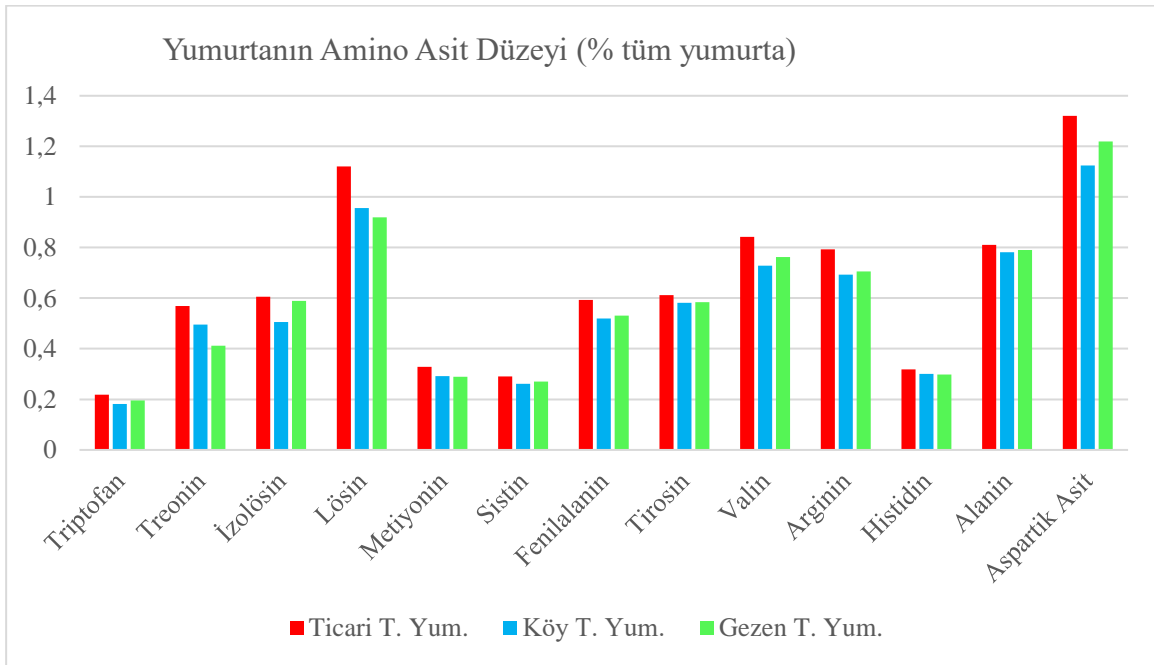
4.2.2. Amino Asit İçerikleri

Tablo 4.3. Farklı yetiştirme sistemlerinde elde edilen yumurtaların amino asit düzeyleri (% tüm yumurta)

Amino Asitler	Üretim sistemleri		
	Ticari kafes yumurtası	Köy tavuğu yumurtası	Gezen tavuk yumurtası
Triptofan	0,219	0,182	0,195
Treonin	0,569	0,496	0,412
İzolösin	0,605	0,506	0,589
Lösin	1,121	0,956	0,919
Metiyonin	0,329	0,292	0,289
Sistin	0,290	0,261	0,270

Tablo 4.3. (Devam) Farklı yetiştirme sistemlerinde elde edilen yumurtaların amino asit düzeyleri (% tüm yumurta)

Fenilalanin	0,593	0,519	0,531
Tirosin	0,612	0,581	0,584
Valin	0,842	0,729	0,763
Arginin	0,793	0,693	0,705
Histidin	0,318	0,301	0,298
Alanin	0,811	0,782	0,791
Aspartik Asit	1,321	1,124	1,219



Şekil 4.11. Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların amino asit düzeyleri

Bu çalışmada incelenen yumurtalardan elde edilen amino asit düzeylerine ait bulguların, bu konuda yapılan diğer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırıldığında benzerlik gösterdiği görülmüştür. Sonuçlar, ABD Tarım Bakanlığı (USDA)'nın veri genelgesindeki tüm yumurtada için bildirilen amino asit yapısıyla uygunluk göstermiştir. Açıkgöz ve Özkan (1996), tüm yumurtada, amino asit içeriklerinin karşılaştırılması amacıyla yaptıkları çalışmada, triptofan 0,194, treonin 0,596, izolösin 0,560, lösin 1,066, metiyonin 0,392, sistin 0,290, fenilalanin 0,686, tirosin 0,506, valin 0,874, arginin 0,776, histidin 0,294, alanin 0,708 ve aspartik asit değerini 1,204 olarak bildirmişlerdir

Tablo 4.3. incelendiğinde elde edilen amino asit değerlerinin en yüksek ticari kafes tavuğu grubunda, daha sonra bunu sırasıyla gezen tavuk ve köy tavukları gruplarının takip ettiği belirlenmiştir. Bunun sebebinin ticari amaçlı üretim yapılan işletmelerde tavuklara verilen yem materyalinin rasyon içeriğinin daha düzenli olmasından kaynaklandığını söylemek mümkündür. Gezen tavuk üretiminde köy tavuğu yumurtası üretim sistemine göre daha yüksek oranda ticari yem kullanımı nedeniyle, gezen tavuk yumurtası amino asit oranları bakımından köy tavuğu yumurtasına oranla daha yüksek değerlere sahip olmuştur.

4.2.3. Protein Oranları

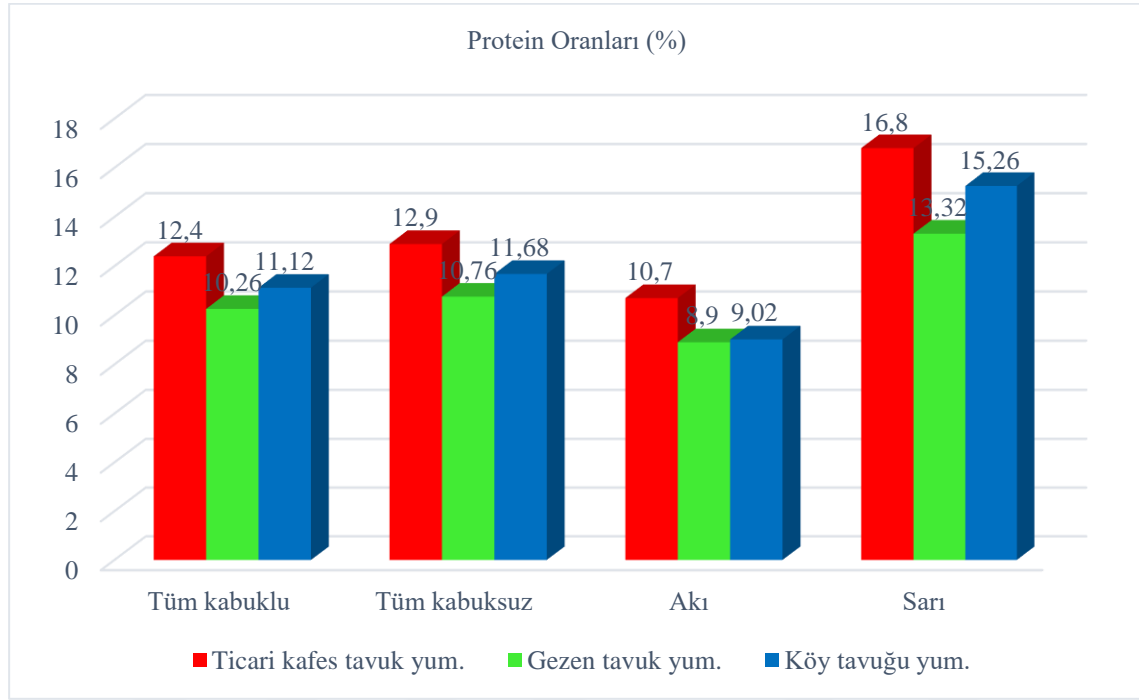
Tablo 4.4. Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların protein düzeyleri

Protein Oranları %				
Gruplar	Tüm kabuklu yumurtada	Tüm kabuksuz yumurtada	Yumurta akında	Yumurta sarısında
Ticari kafes yumurtası	12,4±0,86a	12,9±0,53a	10,7±0,12a	16,80±0,43a
Köy tavuğu yumurtası	10,26±0,86b	10,76±0,53b	8,9±0,12b	13,32±0,43b
Gezen tavuk yumurtası	11,12±0,84ab	11,68±0,51bc	9,02±0,10bc	15.26±0,40c
P	ÖNZ	**	**	*

a, b, c, : Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. n: Tekerrür sayısı, P: Önem düzeyi, *: P<0,05, **: P<0,01, ÖNZ: Önemsiz

Farklı üretim gruplarından elde edilen yumurtaların protein düzeyleri karşılaştırıldığında, tüm kabuklu yumurtada ticari kafes tavuğu grubunun %12,4, köy tavuğu grubunun %10,26 ve gezen tavuk yumurtası grubunun %11,12 oranında düzeylere sahip olduğu tespit edilmiştir. Gruplara ait ortalamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak karşılaştırmasında önemli olmadığı saptanmıştır. Tüm kabuksuz yumurtada, protein oranının ticari kafes tavuğu grubunda %12,9, köy tavuğu grubunda %10,76 ve gezen tavuk yumurtası grubunda %11,68 olduğu belirlenmiştir. Gruplara ait ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında aralarındaki farklılıkların önemli (P<0,05) olduğu görülmüştür. Yumurta akı protein oranları bakımından, ticari kafes tavuğu grubunun %10,7, köy tavuğu grubunun %8,9 ve gezen tavuk yumurtası grubunun %9,02 olduğu, grupların ortalamaları karşılaştırıldığında grupların birbirinden olan farklılıkların önemli (P<0,05) olduğu saptanmıştır. Yumurta sarısında protein oranları ise, ticari kafes tavuğu grubunda %16,80,

köy tavuğu grubunda %13,32 ve gezen tavuk yumurtası grubunda %15,26 olarak belirlenmiştir. Grupların ortalamaları arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda grupların birbirine olan farklılıklarının önemli ($P<0,01$) olduğu görülmüştür.



Şekil 4.12. Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların protein düzeyleri

Aksoy (1999), yaptığı bir çalışmada, yumurtanın protein içeriklerini kabuklu yumurtada %12,1, kabuksuz yumurtada %12,8, yumurta sarısında %16,8 ve yumurta akında %10,6 olarak bildirmiştir. Minelli ve ark. (2007), organik yumurtalarda protein düzeylerinin %17,1 ile %16,7, Yenice ve ark. (2016), yumurta ak protein oranını %10,72 ile %11,75, sarı protein oranının ise %14,23 ile %16,55 arasında değiştiğini açıklamışlardır. Yenice ve ark. (2016), yumurta akı protein oranlarını sırasıyla, 10,72 g, 11,01 g, 11,75 g/100g, yumurta sarısı protein oranlarını ise %14,2, %15,25, %16,55 g/100g olarak bildirmişlerdir. ABD Tarım Bakanlığı (USDA)'nın konuyla ilgili genelgesinde yumurta protein oranının %10,9 olduğu açıklanmıştır. Doğan (2008), tam yumurta protein oranını %12,9, ak protein oranını %10,9 ve sarı protein oranını %16 olarak bildirmiştir. Yumurtanın protein içeriğine ilişkin elde ettiğimiz tüm kabuklu, kabuksuz, ak ve sarı protein oranlarına ait bulgular, yapılan diğer çalışmalardaki ortalama protein oranları ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 4.4. incelendiğinde, bu çalışmada elde edilen kabuklu tüm yumurta protein değerlerinin ticari kafes grubunda daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin ticari amaçlı üretim yapılan işletmelerde tavuklara verilen yem materyalinin rasyon içeriğinin daha düzenli olmasından kaynaklandığının söylemek mümkündür.

4.2.4. Yumurta Sarısı Yağ Asidi İçeriği

4.2.4.1. Doymuş Yağ Asidi İçeriği

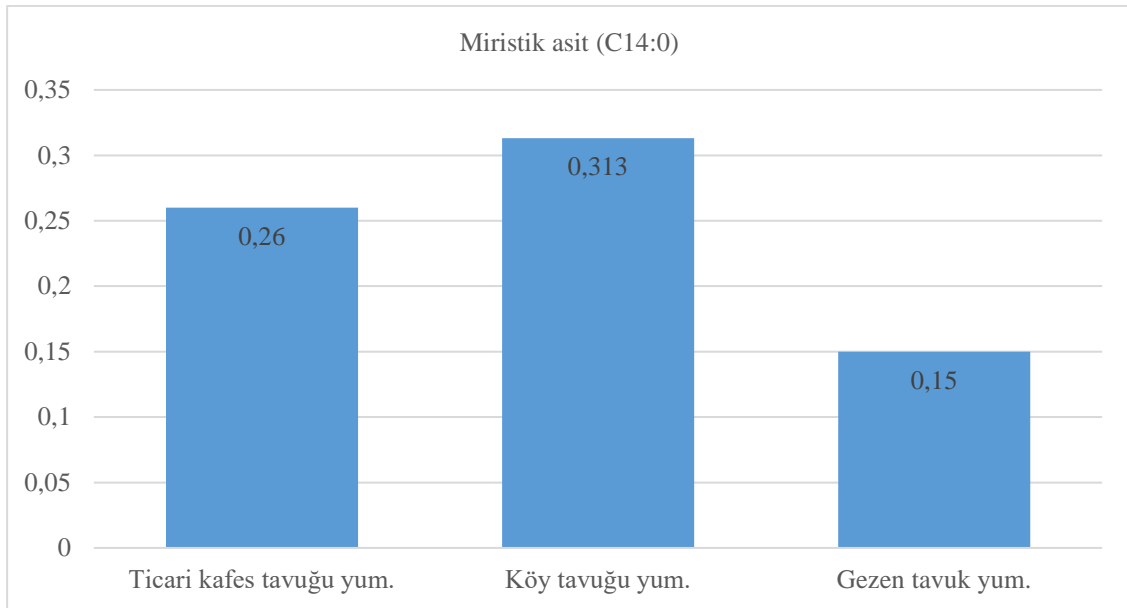
Tablo 4.5. Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtaların doymuş yağ asidi düzeylerine ilişkin sonuçlar

Yağ Asitleri		Yumurta sarısı doymuş yağ asitleri, %				P
		n	Ticari kafes	Köy tavuğu	Gezen tavuk	
			tavuk yumurtası	yumurtası	yumurtası	
			X±Sx	X±Sx	X±Sx	
Miristik asit	C14:0	3	0,260±0,191a	0,313±0,043b	0,150±0,040ab	*
Penta-dekanoik asit	C15:0	3	-	0,086±0,145a	0,055±0,025b	**
Palmitik Asit	C16:0	3	31,37±0,675ab	28,81±0,558a	33,86±1,83b	*
Hepta-dekanoik asit	C17:0	3	0,185±0,217a	0,280±0,0251b	0,232±0,027ab	*
Stearik asit	C18:0	3	12,58±0,724a	14,228±0,587a	18,779±1,434b	**

a, b, : Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. n: Tekerrür sayısı, P: Önem düzeyi, *: P<0,05, **: P<0,01

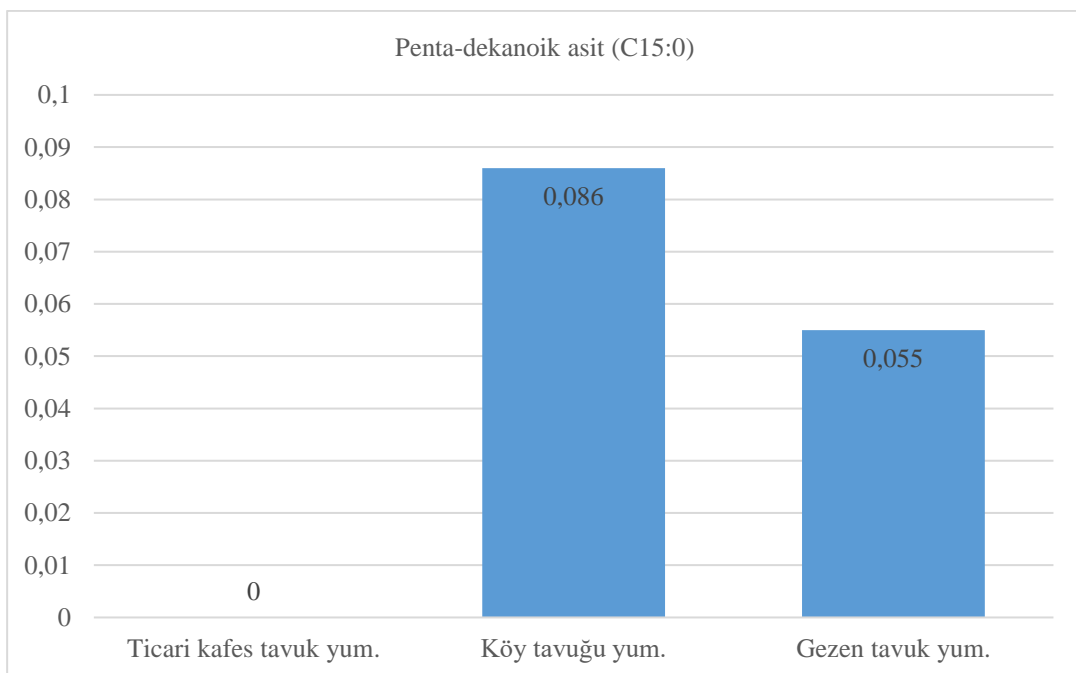
Farklı üretim gruplarına ait yumurtaların sarısındaki doymuş yağ asitleri düzeyleri aşağıda özetlenmiştir.

Yumurtadaki Miristik asit (C14:0) içeriğinin ticari kafes tavuğu grubunda 0,260, köy tavuğu grubunda 0,313 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 0,150 olduğu saptanmıştır. Grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak karşılaştırma yapıldığında grupların birbirine olan farklılıklarının önemli (P<0,05) olduğu tespit edilmiştir.



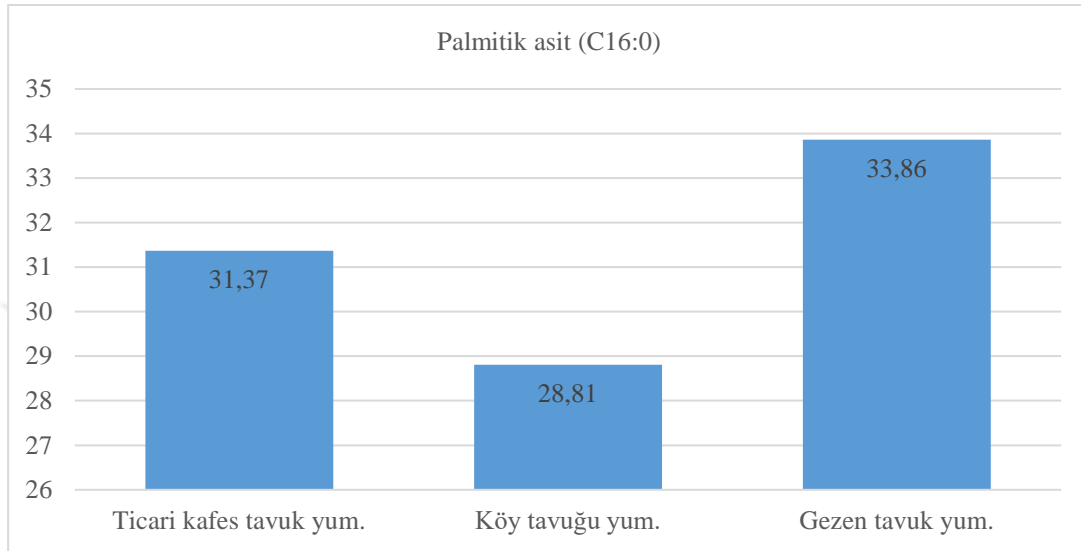
Şekil 4.13. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Miristik asit düzeyleri

Penta-dekanoik asit (C15:0) içeriği bakımından ticari kafes tavuğu grubunda bu yağ asidi tespit edilememiş olup, köy tavuğu grubunda 0,086 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 0,055 olarak bulunmuştur. Grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak karşılaştırma yapıldığında farklılıkların önemli ($P < 0,01$) olduğu tespit edilmiştir.



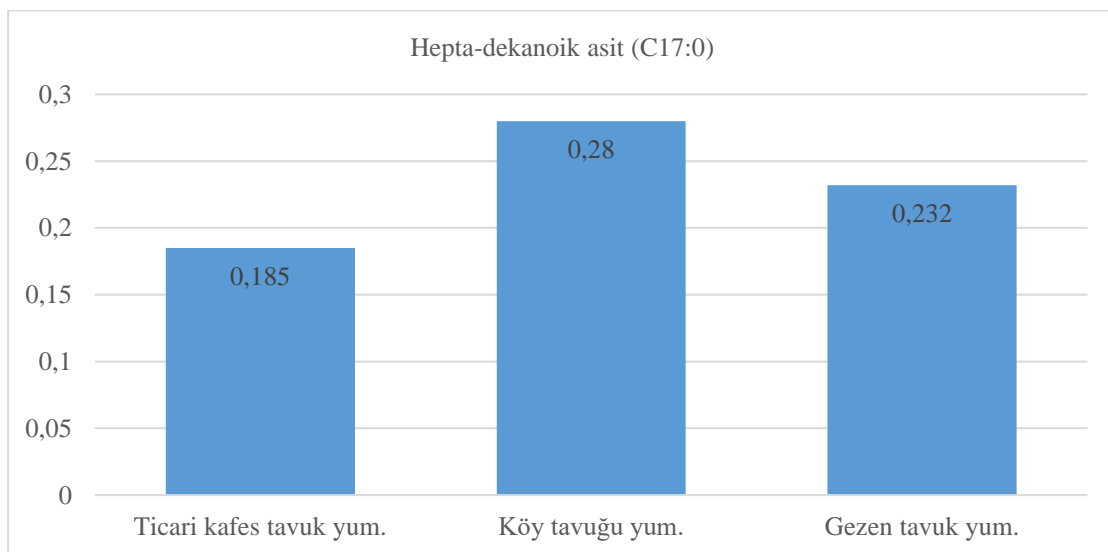
Şekil 4.14. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların penta-dekanoik asit düzeyleri

Yağ asidi analizlerinde yumurtaların Palmitik asit (C16:0) içeriğinin, ticari kafes tavuğu grubunda 31,37, köy tavuğu grubunda 28,81 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 33,86 olduğu ve gruplara ait ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli ($P<0,05$) olduğu saptanmıştır.



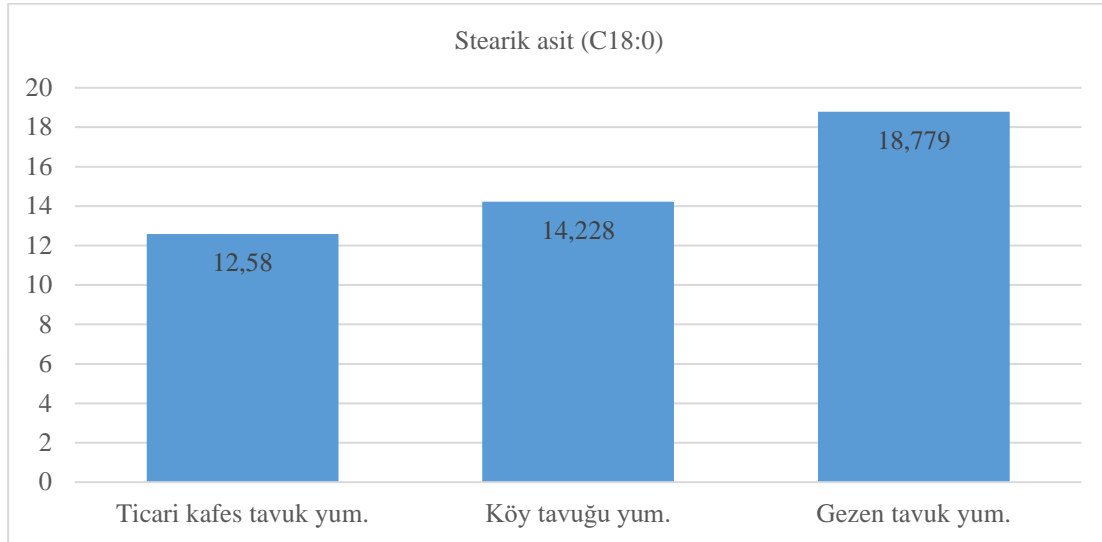
Şekil 4.15. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Palmitik asit düzeyleri

Hepta-dekanoik asit (C17:0) içeriğinin ticari kafes tavuğu grubunda 0,185, köy tavuğu grubunda 0,280 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 0,232 olduğu ve gruplara ait ortalamalar arasında farklılıkların önemli ($P<0,05$) olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.16. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların hepta-dekanoik asit düzeyleri

Grupların Stearik asit (C18:0) düzeyleri ticari kafes tavuk grubunda 12,58, köy tavuğu grubunda 14,228 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 18,779 olarak bulunmuştur. Elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel anlamda önemli ($P<0,01$) olmuştur.



Şekil 4.17. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Stearik asit düzeyleri

4.2.4.2. Doymamış Yağ Asidi İçeriği

Farklı sistemlerde üretilen yumurtaların incelenen yumurtaların doymamış yağ asitleri düzeyine ilişkin değerler Tablo 4.6.' da verilmiştir.

Tablo 4.6. Farklı üretim sistemi gruplarına ait yumurtaların doymamış yağ asitleri düzeyleri (%)

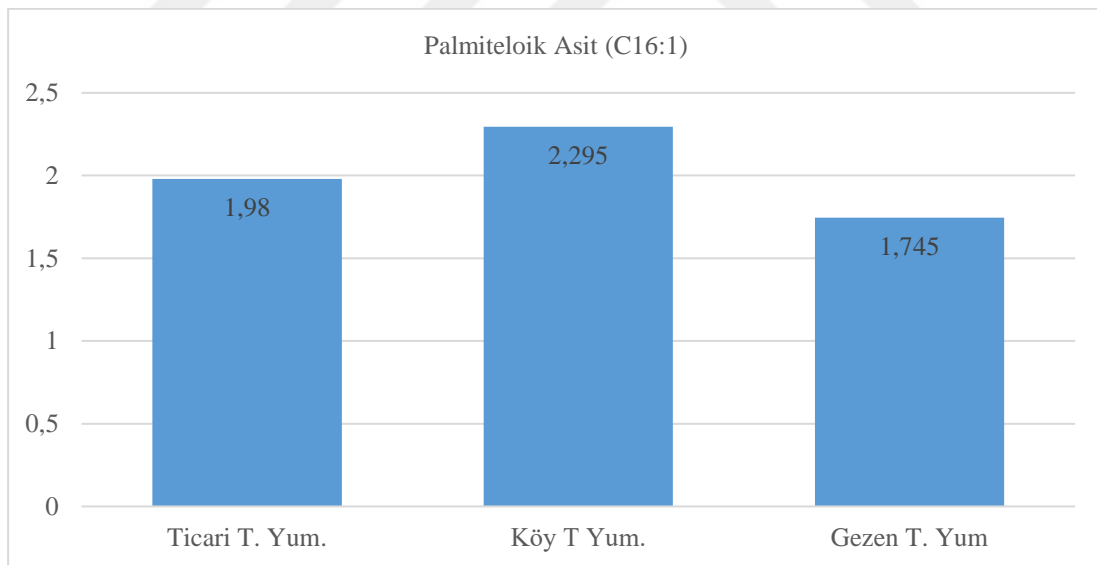
Yağ Asitleri		Üretim sistemleri				P
		n	Ticari kafes tavuğu yumurtası	Köy tavuğu yumurtası	Gezen tavuk yumurtası	
			$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	
Palmiteloik Asit	C16:1	3	1,98±0,216a	2,295±0,285b	1,745±0,274a	*
Oleik asit	C18:1	3	31,69±1,295a	31,00±1,705a	29,61±1,38ab	*
Linoleik asit	C18:2	3	16,20±1,064a	14,42±2,839a	19,032±2,080b	*
Linolenik asit	C18:3	3	0,250±0,010ab	0,285±0,015b	0,170±0,090a	*
Cis-11,14-Eikosadienoik asit	C20:2	3	0,20±0,010a	0,285±0,015b	0,296±0,012b	*

Tablo 4.6. (Devam) Farklı üretim sistemi gruplarına ait yumurtaların doymamış yağ asitleri düzeyleri (%)

Dihoma-Gamma Linoleik	C20:3	3	0,427±0,217a	0,440±0,147a	0,510±0,108a	ÖNZ
Araşidonik asit	C20:4	3	5,66±0,648	5,477±0,540	6,183±1,310	ÖNZ
Eikosapentenoik asit (EPA)	C20:5	3	8,250±0,640a	6,370±0,385b	1,695±0,225c	**
Dokosaheksaenoik asit (DHA)	C22:6	3	2,090±1,751	4,14±1,78	2,175±0,388	ÖNZ

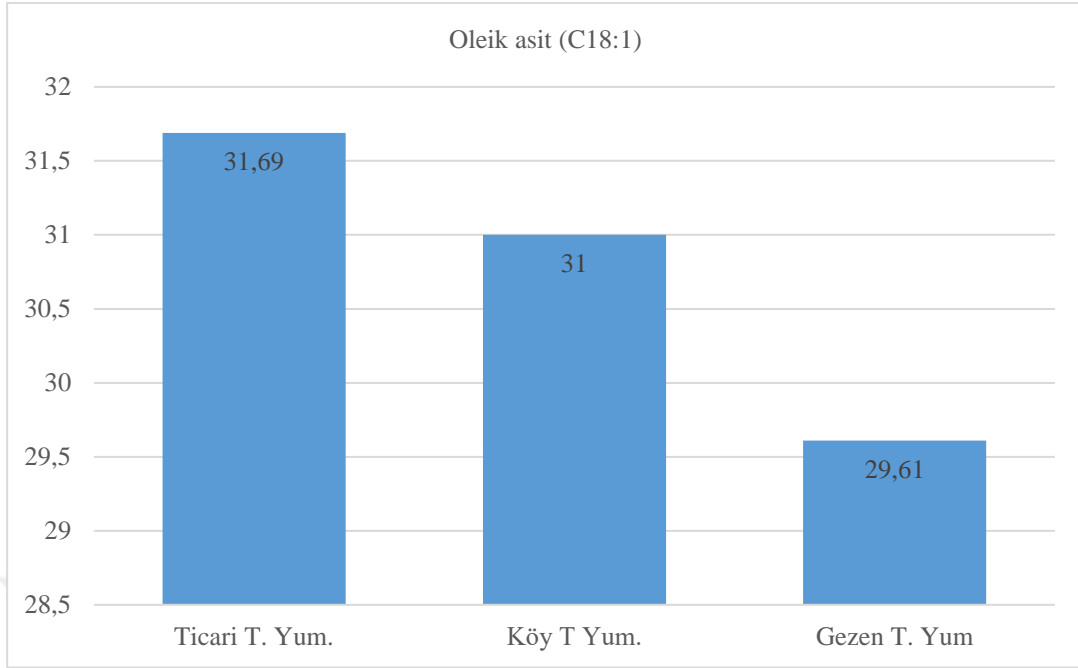
a, b, c, : Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. n: Tekerrür sayısı, P: Önem düzeyi, *: P<0,05, **: P<0,01, ÖNZ: önemsiz

Elde edilen sonuçlara göre Palmiteloik asit (C16:1) içeriği ticari kafes tavuğu grubunda 1,98, köy tavuğu grubunda 2,295 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 1,745 olarak belirlenmiştir. Grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P<0,05) bulunmuştur.



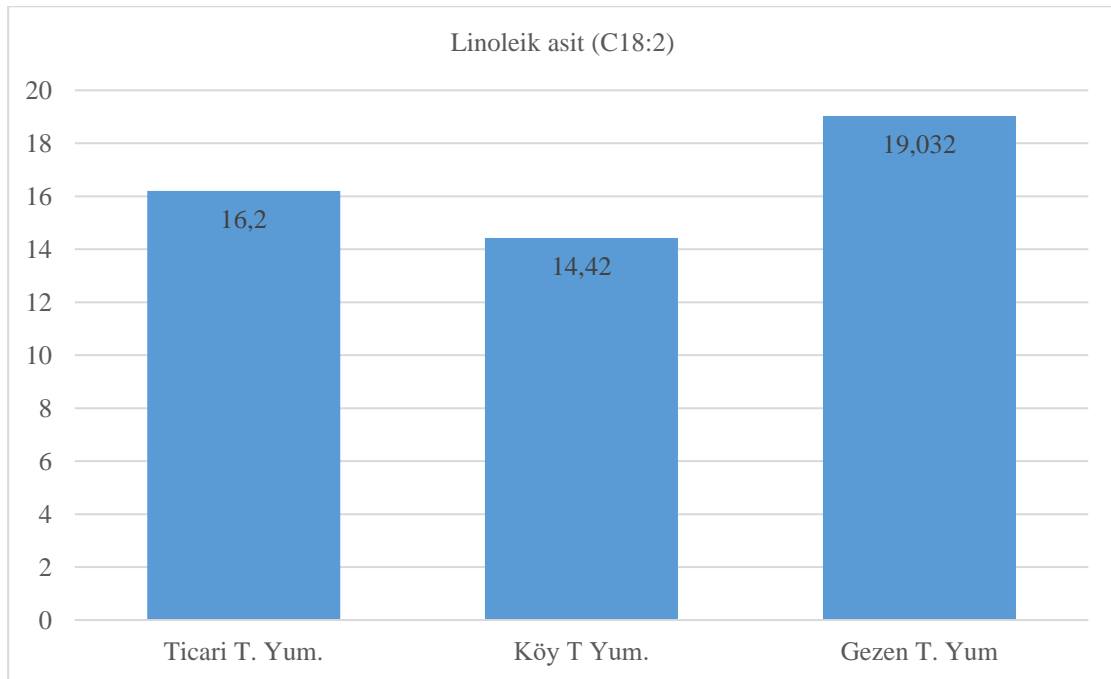
Şekil 4.18. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların palmiteloik asit düzeyleri

Oleik asit (C18:1) içerikleri, ticari kafes tavuğu grubunda 31,69, köy tavuğu grubunda 31,00 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 29,61 olarak saptanmıştır. Grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar ise önemli (P<0,05) bulunmuştur.



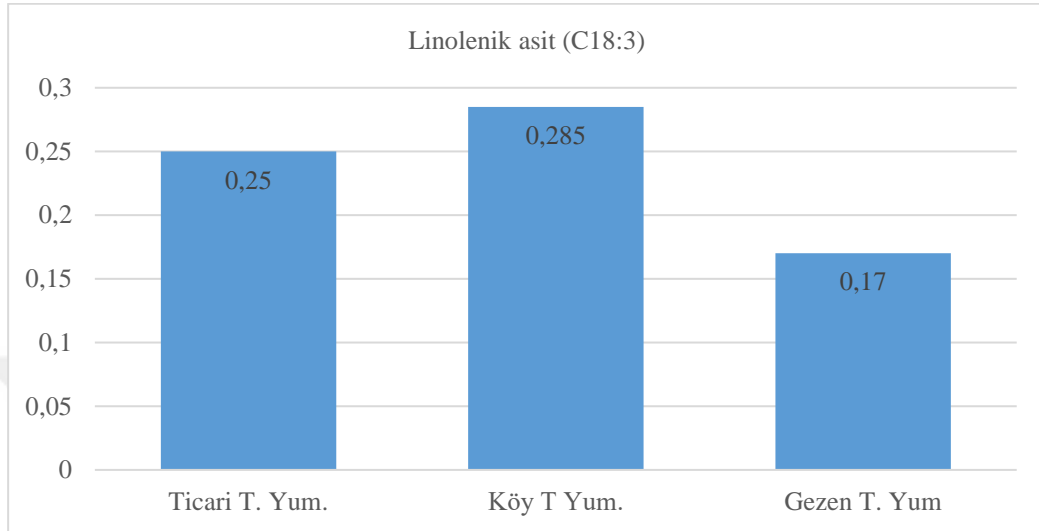
Şekil 4.19. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Oleik asit düzeyleri

İncelenen yumurtalara ait Linoleik asit (C18:2) içerikleri, ticari kafes tavuğu grubunda 16,20, köy tavuğu grubunda 14,42 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 19,032 şeklinde bulunmuştur. Gruplara ait ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli ($P < 0,05$) bulunmuştur.



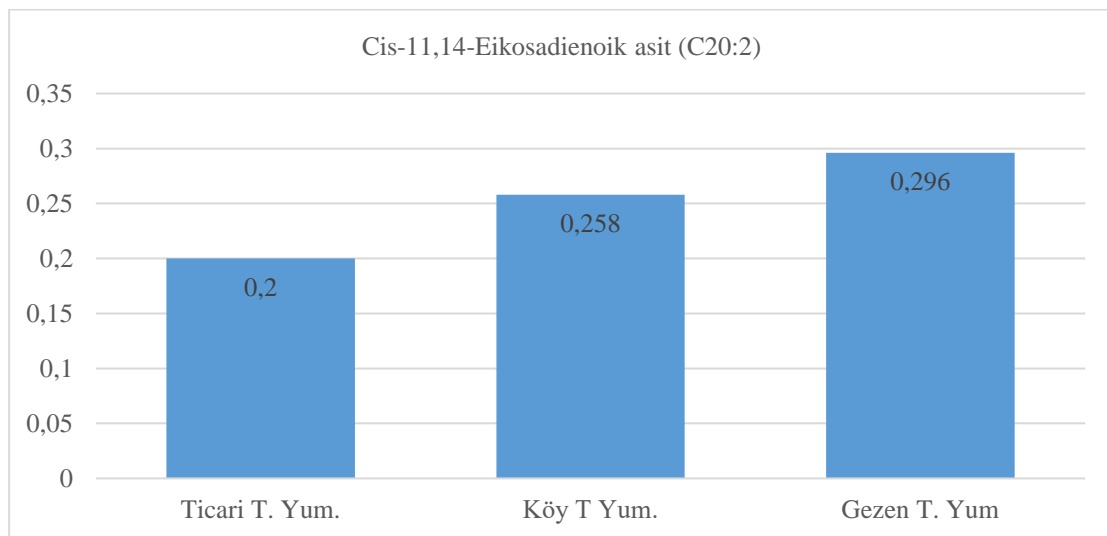
Şekil 4.20. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Linoleik asit düzeyleri

Linolenik asit (C18:3) içerikleri ticari kafes tavuğu grubunda 0,250, köy tavuğu grubunda 0,285 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 0,170 şeklinde saptanmış ve grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli ($P<0,05$) olmuştur.



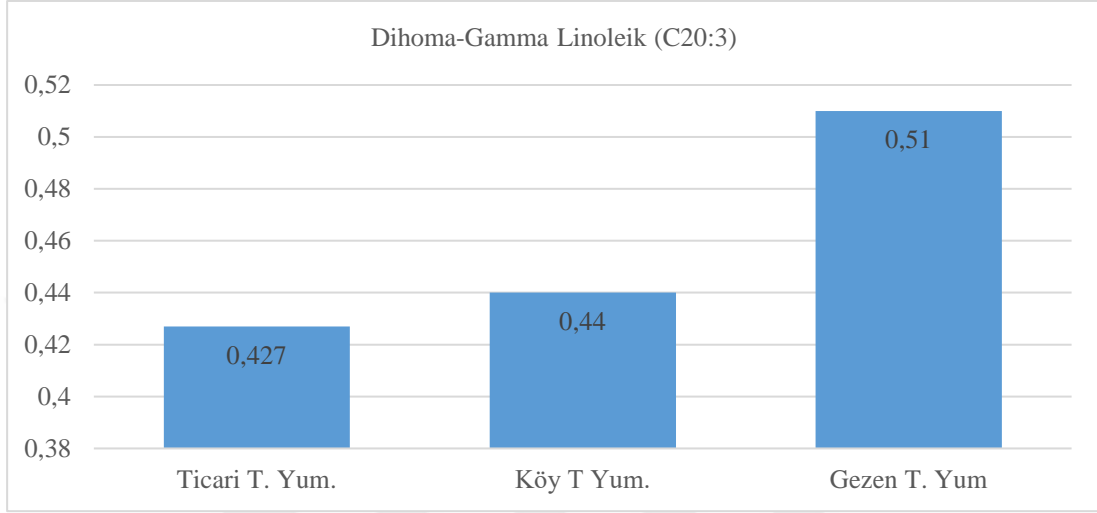
Şekil 4.21. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Linolenik asit düzeyleri

Cis-11,14-Eikosadienoik asit (C20:2) içerikleri ticari kafes tavuğu grubunda 0,20, köy tavuğu grubunda 0,285 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 0,296 olarak ölçülmüştür. Yapılan analizlerde grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar ise önemli ($P<0,05$) bulunmuştur.



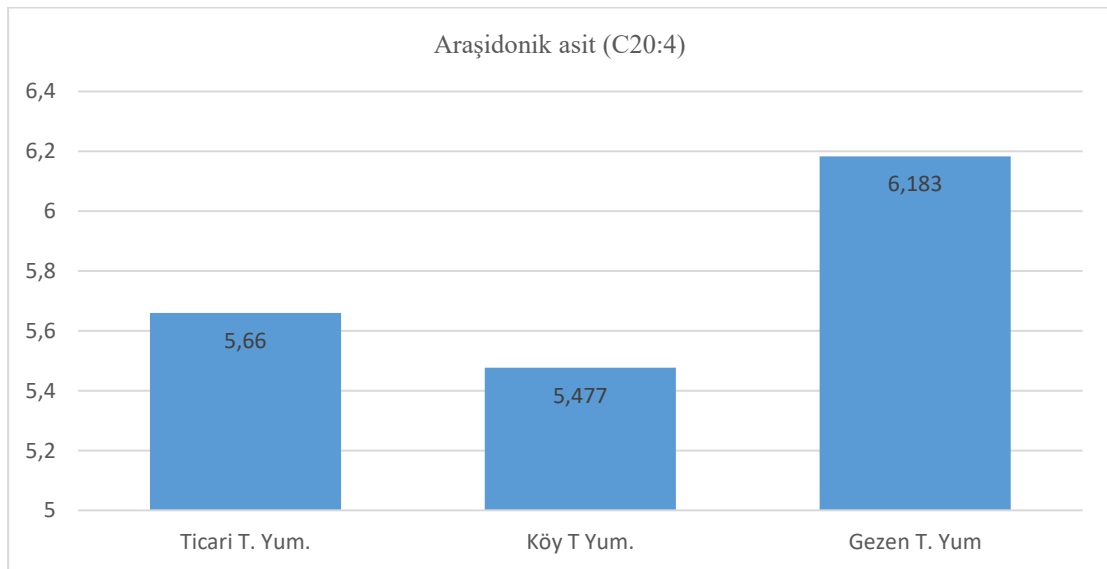
Şekil 4.22. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Cis-11,14-Eikosadienoik asit düzeyleri

Farklı gruplara ait yumurtaların Dihoma-Gamma Linoleik asit (C20:3) içerikleri ticari kafes tavuğu grubunda 0,427, köy tavuğu grubunda 0,440 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 0,510 olarak belirlenmiştir. Gruplara ait ortalamalar arasındaki farklılıklar ise önemsiz olmuştur.



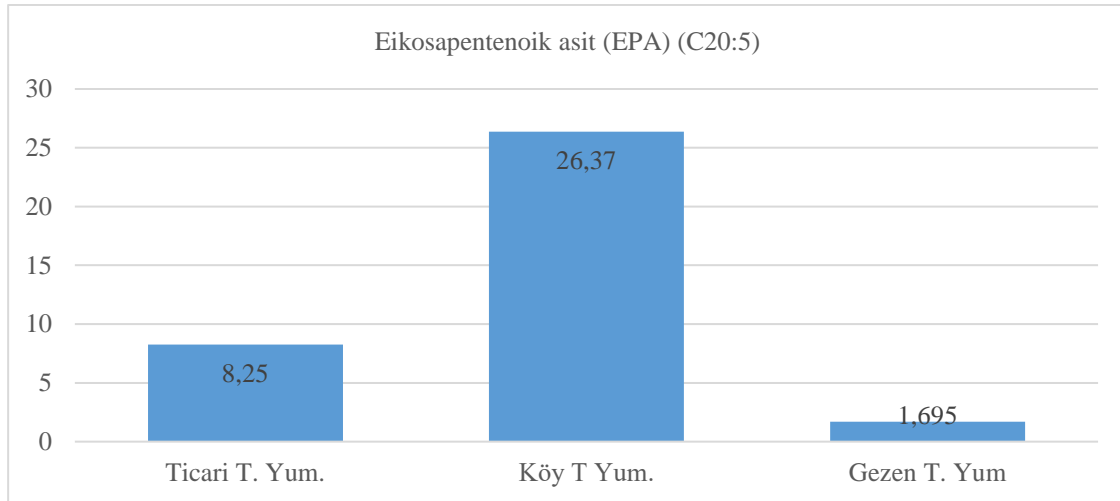
Şekil 4.23. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Dihoma-Gamma Linoleik asit düzeyleri

Grupların Araşidonik asit (C20:4) içerikleri ticari kafes tavuğu grubunda 5,66, köy tavuğu grubunda 5,477 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 6,183 olarak belirlenmiş ve grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur.



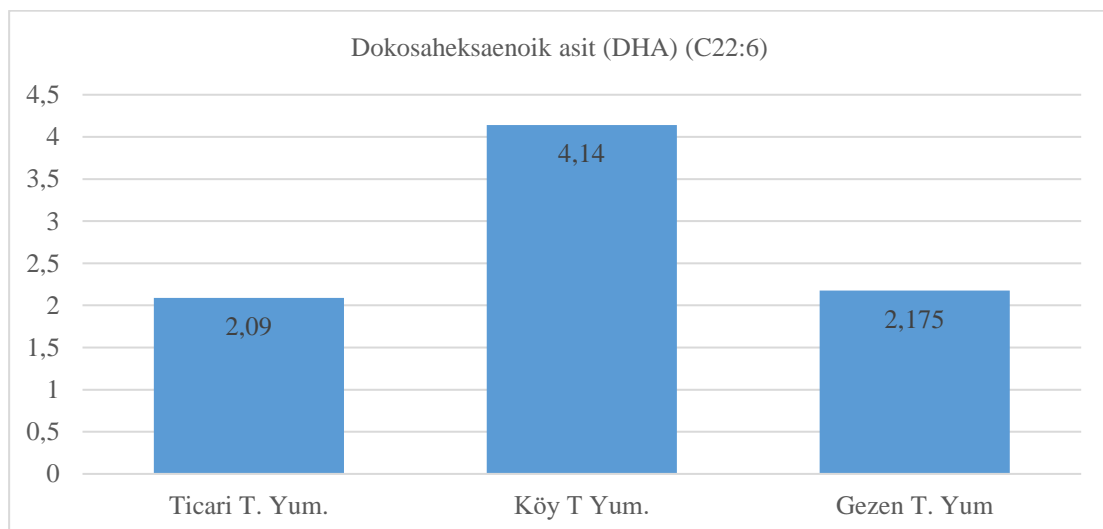
Şekil 4.24. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Araşidonik asit düzeyleri

Eikosapentenoik asit (EPA) (C20:5) içerikleri ticari kafes tavuğu grubunda 8,250, köy tavuğu grubunda 26,370 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 1,695 şeklinde saptanmıştır. Grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak karşılaştırma yapıldığında grupların birbirinden farklılıkları önemli ($P<0,01$) bulunmuştur.



Şekil 41.25. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Eikosapentenoik asit düzeyleri

Farklı üretim gruplarına ait yumurtaların dokosaheksaenoik asit (DHA) (C22:6) içeriği düzeyleri ticari kafes tavuğu grubunda 2,09, köy tavuğu grubunda 4,14 ve gezen tavuk yumurtası grubunda 2,175 olarak bulunmuştur. Grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar ise istatistiksel olarak önemsiz olmuştur.



Şekil 4.26. Farklı üretim sistemlerinde elde edilen yumurtaların Dokosaheksaenoik asit düzeyleri

Yumurta sarısı doymuş yağ asitleri bakımından kıyaslanma yapıldığında Miristik asit, Penta-dekanoik asit, Hepta-dekanoik asit bakımından köy tavuğu grubunun, Palmitik asit ve Stearik asit bakımından ise gezen tavuk grubunun daha yüksek değerlere sahip olduğu gözlenmiştir.

Doymamış yağ asitleri bakımından Palmiteloik asit, Linolenik asit, Dihoma-gamma linoleik asit ve Dokosaheksaenoik asit (DHA) köy tavuğu yumurtalarında; Linoleik asit, Cis-11,14-Eikosadienoik asit ve Araşidonik asit gezen tavuk yumurtalarında; Oleik asit ve Eikosapentenoik asit (EPA) içeriği bakımından da ticari grubun yumurtalarında en yüksek değerlere sahip olmuştur.

Besin madde içeriği bakımından ticari kafes tavuğu yumurtaları genelde rasyon içeriğine bağlı olarak daha yüksek olurken, yağ asidi içeriği bakımından gezen tavuk ve köy tavuğu yumurtalarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun nedeni ticari kafes tavuğu grubunda tavukların yetiştirme sistemine bağlı olarak hareket kabiliyetlerinin çok sınırlı olması, gezen tavuk ve köy tavuklarında ise hareket kabiliyetlerinin çok daha fazla olmasıdır. Ticari kafes tavuğu grubundaki tavukların hareketlerinin az olmasından kaynaklı olarak vücutta yağ yakma oranı daha az olmakta ve yakılamayan yağ kana karışarak yumurtanın yağ içeriğini arttırmaktadır. Bu durumun aksine, gezen ve köy tavuklarında hareket kabiliyetlerinin daha fazla olmasından dolayı yağ yakma oranı fazla olmakta ve yakılan yağda yumurtanın yağ içeriğini azaltmasına neden olmaktadır.

Mızrak ve ark. (2005), yumurta tavuklarında ayçiçek yağı yerine ayçiçek asit yağının etkilerinin araştırıldığı bir denemede, kabuk oranı ve Haugh biriminin artan ayçiçek asit yağından olumsuz yönde etkilendiğini ve yumurta sarısı renginin koyulaştığını bildirmişlerdir Leeson ve Summers (1997), yumurtada sarı renginin lutein-sarı, zeaksantin-altınsarı ve kırmızı renk kapsantin, copsorubin gibi maddelerden etkilendiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, gezen tavuk ve köy tavuğu yumurtalarında yağ asidi içeriklerinin daha yüksek çıkmasının sebebi olarak yetiştirme sistemine bağlı hareket kabiliyetlerinin fazla olması ve bu hareketlerinde yaktıkları yağ miktarının yumurtanın yağ içeriğini etkilediği şeklinde değerlendirilmiştir.

4.2.5. Yumurtaların Ağır Metal İçeriği

Entansif yetiştiricilikte, hayvanlar tarafından tüketilen yem ve içilen su kolaylıkla kontrol altına alınabilirken, özellikle köy tavukçuluğunda tüketilen yem ve suyu kontrol etmek mümkün değildir. Köy tavukçuluğunda hayvanlar serbestçe dolaşırken, her türlü yem ve suyu tükettiği için olumsuz çevresel etkenlerden daha kolaylıkla etkilenebilmektedir. (Şekeroğlu, 2002; Şekeroğlu ve ark. 2007). Tavuklar tarafından tüketilen yemler, farklı birçok çevresel kirleticilere maruz kalabilmektedir. Tüketilen yemlerin içerisinde ağır metallerin de arasında bulunduğu kirleticiler, hayvanların bünyesinde sağlığa zararlı kalıntılar bırakabilmektedir. (Sabir ve ark., 2003; Alkhalaf ve ark., 2010). Van gölü etrafındaki işletmelerde üretilen yumurtaların bazı ağır metal içeriklerinin tespit edildiği bir çalışmada, yumurtaların ak ve sarılarında ayrı ayrı Mn, Cd, Cu, Ni ve Zn metallerinin tespiti yapılmıştır. Yumurtaların sarı ve aklarında tespit edilen 5 farklı ağır metal içeriği sırasıyla; sarıda Ni içeriği 1,7 ppm ve 3,1 ppm, akta ise 2,8 ppm ve 3,7 ppm; sarıda Cu içeriği 2,7 ppm ve 10,5 ppm, akta ise 7,0 ppm ve 1,5 ppm; sarıda Mn içeriği 1,9 ppm ve 6,8 ppm, akta ise 2,0 ppm ve 4,5 ppm; sarıda Zn içeriği 35,6 ppm ve 42,2 ppm, akta ise 4,3 ppm ve 7,4 ppm; sarıda Cd içeriği 0,34 ppm ve 1,24 ppm, akta ise 0,31 ppm ve 1,25 ppm olarak saptanmıştır. Ölçülen Cd değeri, WHO FAO' nun tavsiye ettiği değerler açısından güvenli sınırlar içerisinde bulunsa da yumurtaların genelinde Mn, Cu, Ni ve Zn düzeylerinin yüksek olduğu bildirilmiştir. (Demirulus, 2013).

Tavuklar, tükettikleri yemlerle ağır metallerle maruz kalabilmektedirler (Burger ve Gochfeld, 1991). Dolayısıyla, ağır metallerde insan vücuduna kontamine olmuş bu yumurtalar aracılığıyla geçebilmektedir. Ağır metallerin insan sağlığı üzerine olumsuz ve zararlı etkileri yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Kaya ve ark., 1996).

Köylerde üretilen yumurtalar, il ve ilçe merkezlerinde üretilenlere oranla daha yüksek Ni konsantrasyonlarına sahip olabilmektedir. (McElhiney, 1994), gıdalardaki Ni seviyesinin 1,0 ppm'yi geçmemesi gerektiğini bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen Ni seviyesinin güvenli bir aralıkta olduğu saptanmıştır.

Holeman ve Smodis (1993), Slovenya'da farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaların ağır metal konsantrasyonlarının tolere edilebilir miktarını, kurşun için 0,25

mg/kg, kadmiyum için 0,005 mg/kg, civa için 0,050 mg/kg ve arsenik için 0,100 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Zrodowski ve ark., (1994), serbest sistemde yetiştirilen tavukların yumurta akında kadmiyum, bakır, kurşun ve çinko miktarlarını sırasıyla 0,163-0,309-0,170 ve 1,992 mg/kg, yumurta sarısında ise 0,065-0,360-1,430 ve 36,62 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Doğanoc (1996), serbest sistemde yetiştirilen tavukların yumurtalarında kurşun, kadmiyum ve çinko miktarlarını sarı ve beyaz kısımlarında sırasıyla; 0,06 mg/kg ve 0,05 mg/kg'dan az, 0,04 ve 0,003 mg/kg'dan az ve 23 ve 0,1 mg/kg olarak açıklamıştır. Ayrıca, kurşun ve kadmiyumun tolere edilebilir miktarının tüm yumurta için 0,25 ve 0,005 mg/kg olarak bildirmiştir.

Dey ve Dwivedi (2000), tavuk yumurtasında kurşun düzeyini ortalama 0,439, kadmiyum düzeyini ise 0,072 µg/g olarak elde etmişlerdir.

Köy tavuğu yumurtalarında 0,52 mg düzeyinde çinko olduğu (Anonim, 2001b), normal bir yumurtada ise 0,55 mg çinko ve 0,007 mg bakır olduğunu bildirilmiştir (Anonim, 2001c).

Zrodowski ve ark. (1994), serbest sistemde yetiştirilen tavukların yumurta akında kadmiyum, bakır, kurşun ve çinko miktarlarını, sırasıyla; 0,163-0,309-0,170 ve 1,992 mg/kg, yumurta sarısında ise 0,065-0,360-1,430 ve 36,62 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Şekeroğlu ve Sarıca (2005), iki farklı yetiştirme sisteminde (Altlıklı yer ve serbest sistem) beyaz ve kahverengi yumurtacı hibritlerin yumurta kadmiyum içeriğini sırasıyla, 13,8 µg/kg ve 21,1 µg/kg, yumurta kurşun içeriğini ise 0,17 mg/kg ve 0,21 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada, altlıklı yer ve serbest sisteminde üretilen yumurtaların kadmiyum içeriğini sırasıyla; 15,9 µg/kg ve 19,1 µg/kg olarak bildirmişlerdir.

Şekeroğlu ve ark. (2007)' nin yetiştirme sistemlerinin yumurtanın ağır metal içeriğine etkisini araştırdıkları bir çalışmada köy tavuğu yumurtasında Mn 0,28 mg/g, Fe 22,64 mg/g, Cu 0,81 mg/g ve Zn 11,73 mg/g olarak tespit edilmiştir.

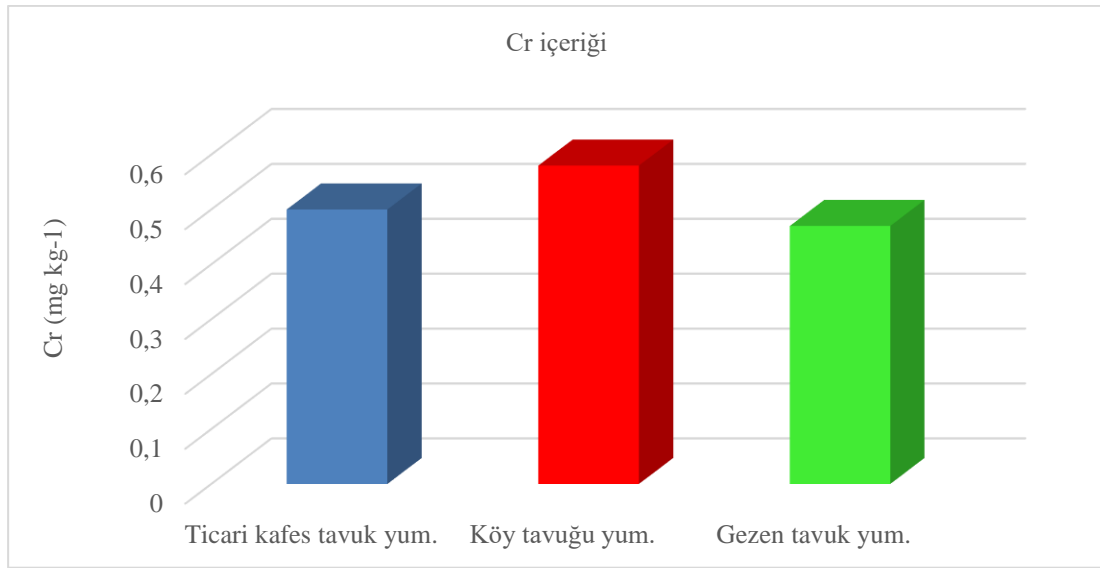
Turan ve Saylam (2006), yumurta tavukçuluğunda farklı üretim sistemlerinin yumurta kalitesine üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, geleneksel üretimde Pb konsantrasyonunu 0,091 mg/kg ticari üretimde ise 0,11 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Tablo 4.7. Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların ağır metal içeriklerine ait değerler

Gruplar	Üretim sistemleri			P
	Ticari kafes tavuk yumurtası	Köy tavuğu yumurtası	Gezen tavuk yumurtası	
Cr	0,50±0,027	0,58±0,027	0,47±0,030	Önz
Mn	0,37±0,041 a	0,26±0,030 ab	0,16±0,020 b	**
Fe	21,19±1,98	26,13±3,12	27,13±2,51	Önz
Ni	0,33±0,19 ab	0,39±0,021 a	0,30±0,018 b	*
Cu	0,25±0,01 ab	0,27±0,07 a	0,23±0,01 b	*
Zn	12,64±1,12	14,24±1,99	11,22±1,05	Önz
Pb	3,23±0,27 a	3,42±0,21 a	1,79±0,40 b	**

a, b, : Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. *: P<0.05, **: P<0.01, ÖNZ: önemsiz

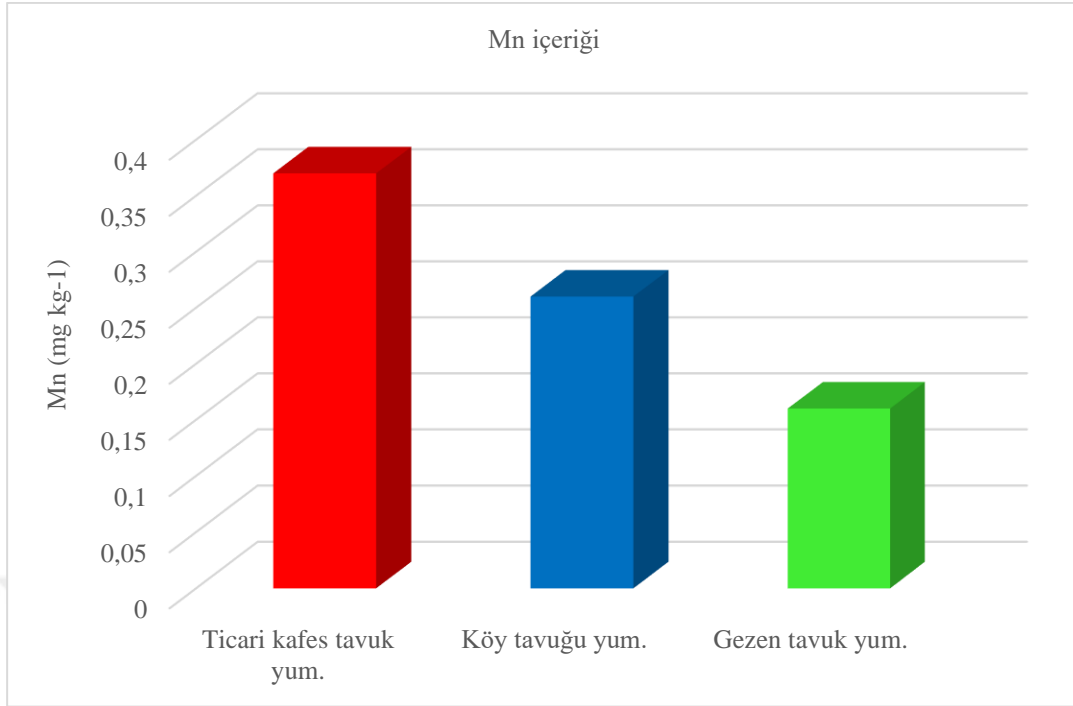
Farklı üretim sistemlerinden (Ticari kafes, köy tavuğu ve gezen tavuk) elde edilen yumurtaların, Cr konsantrasyonları Tablo 4.7.'de verilmiştir. Yumurtaların Cr konsantrasyonlarına ait değerleri arasındaki farklılıkları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ticari kafes tavuğu, köy tavuğu ve gezen tavuk yumurtalarının Cr konsantrasyonlarındaki değişim grafiği ise Şekil 4.27.'de gösterilmiştir. Cr konsantrasyonu, ticari olarak üretilen yumurtalarda 0,50 mg kg⁻¹ ve köy yumurtalarında 0,58 mg kg⁻¹ ve gezen tavuk yumurtalarında 0,47 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak önemsiz bulunmakla birlikte rakamsal olarak değerlendirildiğinde farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların Cr konsantrasyonları köy tavuğu yumurtası>ticari kafes tavuk yumurtası>gezen tavuk yumurtası şeklinde sıralanmaktadır.



Şekil 4.27. Gruplara ait yumurtaların krom içeriği

Parvin ve Rahman (2014), Bangladeş'te deri tabakhanelerinin bulunduğu bölgelerin krom kontaminasyon riskinin değerlendirildiği bir çalışmada, Cr konsantrasyonu yumurta beyazında ortalama 0,72 (0-1,03) mg kg⁻¹, yumurta sarısında 0,28 (0-0,36) mg kg⁻¹ olarak tespit etmişlerdir.

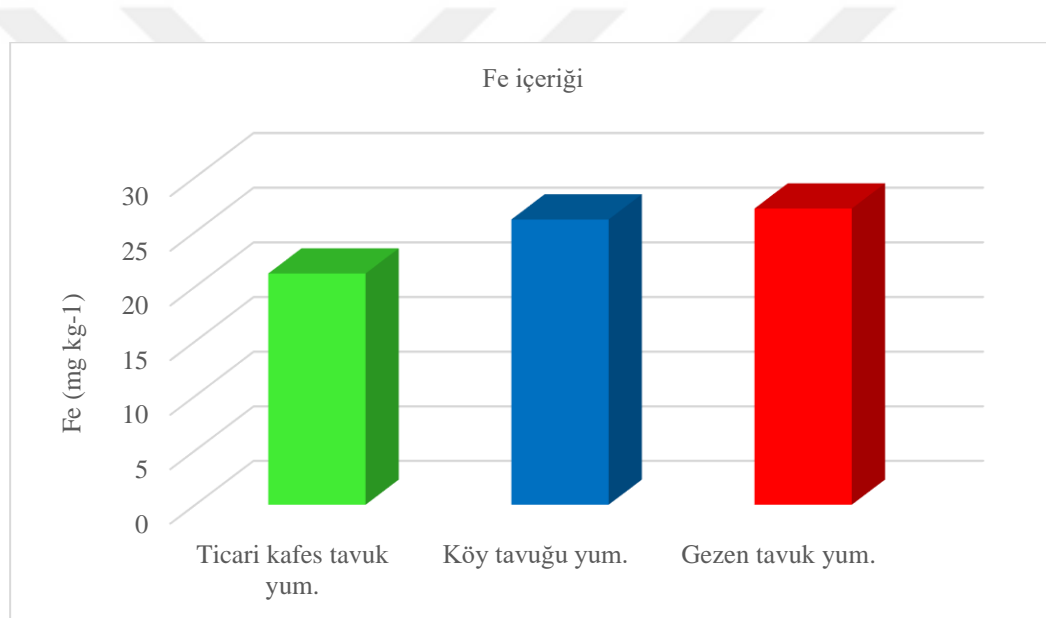
Farklı üretim sistemleri ile üretim yapan işletmelerden sağlanan yumurtaların, Mn konsantrasyonları Tablo 4.7.' de verilmiştir. Farklı işletmelerde üretilen yumurtaların Mn konsantrasyonları istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur. Ticari kafes tavuğu, köy tavuğu ve gezen tavuk yumurtalarının Mn konsantrasyonlarındaki değişim grafiği ise Şekil 4.28.'de gösterilmiştir. Mn konsantrasyonu, kafes tavuğu yumurtalarında 0,37 mg kg⁻¹, köy tavuğu yumurtalarında 0,26 mg kg⁻¹ ve gezen tavuk yumurtalarında 0,16 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Farklı sistemlerde üretilen yumurtaların Mn konsantrasyonlarının ticari tavuk yumurtası > köy tavuğu yumurtası > gezen tavuk yumurtası şeklinde sıralanması mümkündür.



Şekil 4.28. Gruplara ait yumurtaların mangan içeriği.

Çalışmamızda, Mn içeriği en fazla ticari kafes yumurtalardan elde edilirken, en düşük gezen tavuk yumurtalarından elde edilmiştir (ortalama 0,26 mg kg⁻¹). Yemler üretilirken farklı çevresel kirleticilere maruz olabilmektedirler. Hayvanlar tarafından tüketilen yemlerin içerisinde ağır metallerin de arasında bulunduğu kirleticilerin hayvanların bünyesinde ve ürünlerinde kalıntı bırakmalarına neden olabilmektedirler (Sabir vd., 2003; Alkhalaf ve diğ., 2010). Bingöl ili topraklarının Mn içeriği (74,94 mg kg⁻¹) bakımından oldukça zengin olduğu bildirilmiştir (Rıdvan ve Demir, 2022). Toprak-bitki-yem-tavuk-yumurta ilişkisinde topraktaki elementler yumurta içeriğinde görülebilmektedir. Cli ve Hui (2002), tüm yumurtada ortalama olarak 0,4 ppm Mn bulurken, bu değer yumurta sarısında 0,03 ppm ve akta 0,66 ppm olarak saptanmıştır. (Cli ve Hui, 2002). Şekeroğlu ve ark. (2007)'nin yetiştirme sistemlerinin yumurtanın ağır metal içeriğine etkisini araştırdıkları bir çalışmada köy tavuğu yumurtasında Mn düzeyini 0,28 ppm olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları bu konuda yapılan araştırma bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

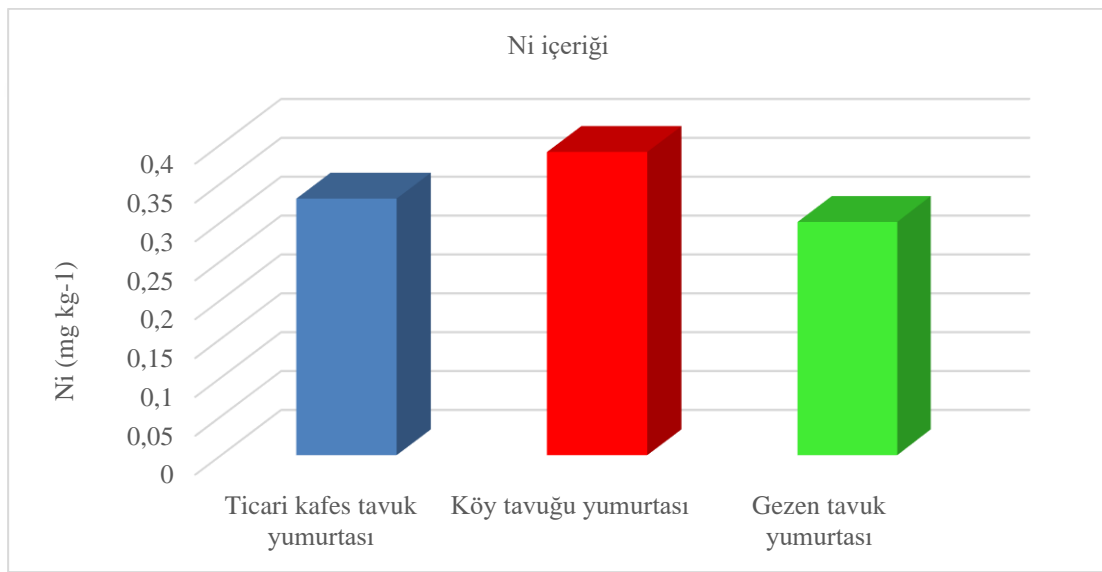
Farklı sistemlerde üretilen yumurtaların, Fe (demir) konsantrasyonları Tablo 4.7.' de verilmiştir. Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların Fe konsantrasyonları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ticari kafes tavuğu, köy tavuğu ve gezen tavuk yumurtalarının Fe konsantrasyonlarındaki değişim grafiği ise Şekil 4.29.'da gösterilmiştir. Fe konsantrasyonu ticari kafes yumurtalarında $21,19 \text{ mg kg}^{-1}$, köy tavuğu yumurtalarında $26,13 \text{ mg kg}^{-1}$ ve gezen tavuk yumurtalarında $27,13 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak önemsiz bulunmakla birlikte rakamsal olarak değerlendirildiğinde, farklı tip işletmelerden elde edilen yumurtaların Fe konsantrasyonlarını gezen tavuk yumurtası>köy tavuğu yumurtası>ticari kafes yumurtası şeklinde sıralamak mümkündür.



Şekil 4.29. Gruplara ait yumurtaların demir içeriği

Çalışmamızda farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurta örneklerindeki Fe konsantrasyonu gruplar arasında farklılık göstermiştir. En fazla Fe içeriği gezen tavuk yumurtalarında, sonra da köy yumurtalarında belirlenmiştir. Gezen tavuklar ve köy tavukları serbestçe dolaşırken, kontrolsüz yem ve su tükettiği için ağır metaller gibi çevresel etkenler daha kolay bulaşabilmektedir. (Şekeroğlu, 2002; Şekeroğlu ve diğ., 2007). Şekeroğlu ve ark., (2007)' nin yetiştirme sistemlerinin yumurtaların ağır metal içeriğine etkisini araştırdıkları bir çalışmada köy tavuğu yumurtasında $22,64 \text{ ppm}$ düzeyinde Fe belirlenmiş olup bu çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

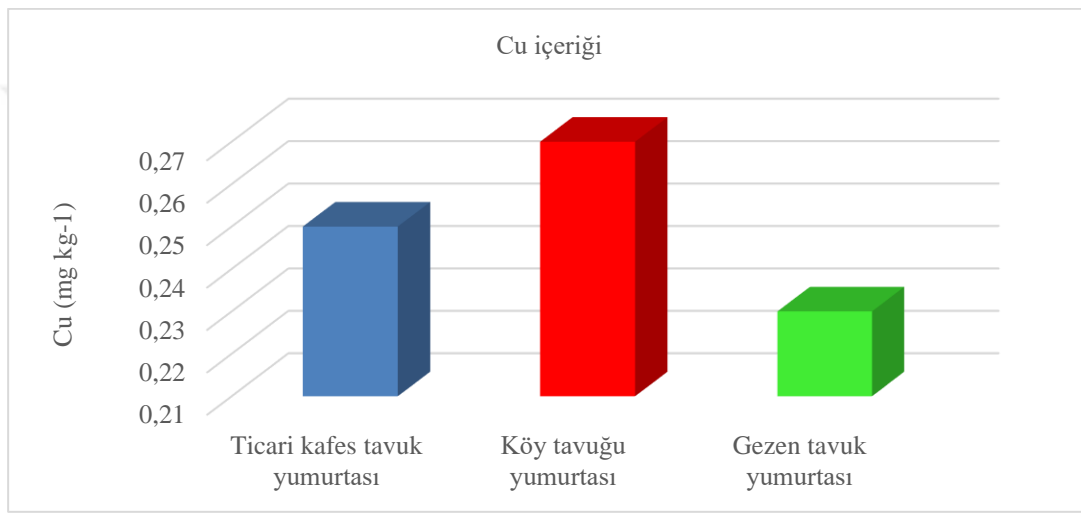
Farklı üretim sistemlerinden elde edilen yumurtaların, Ni (nikel) konsantrasyonları Tablo 4.7.' de verilmiştir. Farklı gruplara ait yumurtaların Ni konsantrasyonları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Ticari kafes tavuğu, köy tavuğu ve gezen tavuk yumurtalarının Ni konsantrasyonlarındaki değişim grafiği ise Şekil 4.30.'da gösterilmiştir. Ni konsantrasyonu ticari kafes yumurtalarında $0,33 \text{ mg kg}^{-1}$, köy yumurtalarında $0,39 \text{ mg kg}^{-1}$ ve gezen tavuk yumurtalarında ise $0,30 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Farklı gruplara ait yumurtaların Ni konsantrasyonları Köy> Ticari>Gezen şeklinde sıralanmaktadır.



Şekil 4.30. Gruplara ait yumurtaların nikel içeriği

Farklı grupları içerisinde en fazla Ni konsantrasyonu köy yumurtalarında gözlenmiştir. Köy yumurtalarında Ni içeriğinin yüksek olması tavukların besin zincirine Ni elementinin dahil olduğunu gösterebilir. Ayrıca bazı, kanalizasyon çamurları ve fosfatlı gübreler de tarım topraklarında Ni'nin önemli yayıcıları olabilir (Eckel ve ark., 2005).McElhiney (1994), köylerde Ni ve Cd içeren pillerin kullanılmış olabildiği ve piller bittiğinde, doğru şekilde atılmadığını sonuç olarak da köylerdeki yumurtaların ilçelere göre daha yüksek Ni konsantrasyonlarına sahip olabildiğini ve gıdalardaki Ni seviyesinin $1,0 \text{ ppm}$ 'yi geçmemesi gerektiğini bildirmiştir. Demirulus (2013), şehirlerde ve köylerde elde edilen yumurtaların sarı ve aklarında tespit edilen Ni içeriğini, yumurta sarısında $1,7 \text{ ppm}$ ve $3,1 \text{ ppm}$, yumurta akında $2,8 \text{ ppm}$ ve $3,7 \text{ ppm}$ olarak bildirmiş olup, bu sonuçlar çalışmamızın sonuçlarından farklılık göstermiştir.

Farklı üretim sistemlerine ait yumurtaların, Cu (bakır) konsantrasyonları Tablo 4.7.' de verilmiştir. Farklı işletme tiplerinden elde edilen yumurtaların Cu konsantrasyonları istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Ticari kafes tavuğu, köy tavuğu ve gezen tavuk yumurtalarının Cu konsantrasyonlarındaki değişim grafiği ise Şekil 4.31.'de gösterilmiştir. Cu konsantrasyonu ticari olarak temin edilen yumurtalarda $0,25 \text{ mg kg}^{-1}$, köy yumurtalarında $0,27 \text{ mg kg}^{-1}$, gezen tavuk yumurtalarında ise $0,23 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Farklı tip işletmelerden elde edilen yumurtaların Cu konsantrasyonları Köy tavuğu yumurtası>ticari tavuk yumurtası>gezen tavuk yumurtası şeklinde sıralanabilir.



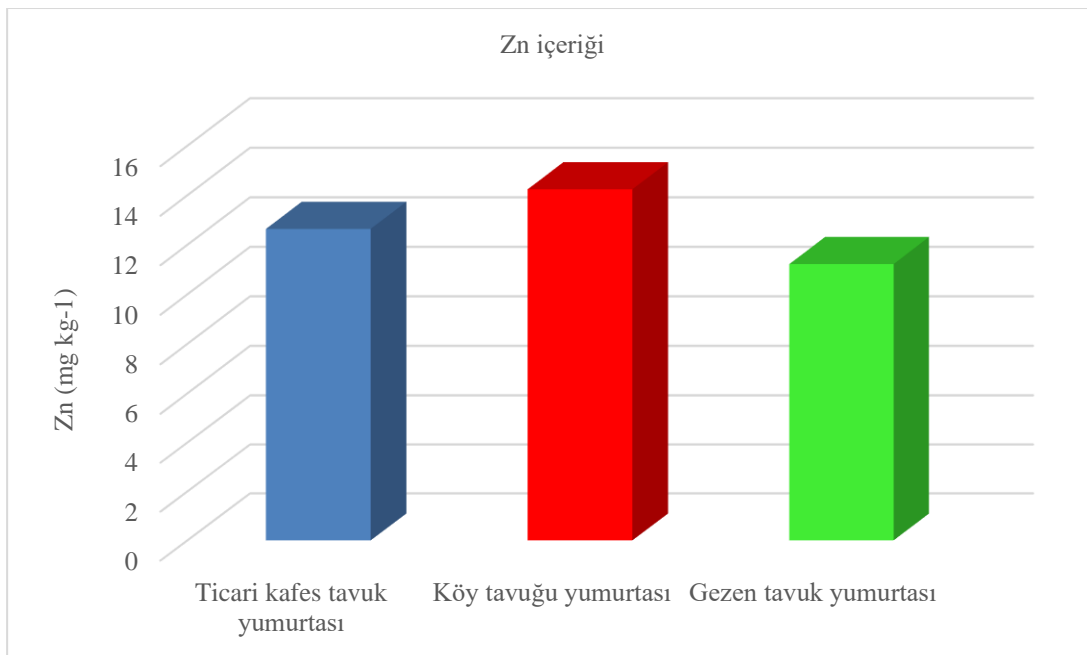
Şekil 4.31. Gruplara ait yumurtaların bakır içeriği

Farklı gruplar arasında Cu konsantrasyonu en yüksek köy yumurtalarında belirlenmiştir. Bunun nedeni köy tavukçuluğunda tüketilen yem ve suyu kontrol etmenin mümkün olmamasından kaynaklanmaktadır. Yumurtaların Cu içeriği ile ilgili farklı sonuçlar ortaya konulmuştur. Tavuk yumurtasında ortalama olarak $0,14 \text{ mg}/100 \text{ g}$ bakır bulunduğu bildirilmiştir (Nys, 2001). Stadelman ve Cotterill (1986), bütün bir yumurtanın $0,033 \text{ mg}$ bakır içerdiğini bildirmişlerdir. Zrodowski ve ark., (1994), serbest sistemde yetiştirilen tavukların yumurta akındaki Cu konsantrasyonunu $0,170 \text{ mg}/\text{kg}$, sarısında ise $0,360 \text{ mg}/\text{kg}$ olarak bildirmişlerdir. Scott ve ark. (1982) ve Jend ve Yang (1995), yumurta akı, yumurta sarısı ve tüm yumurtadaki bakır konsantrasyonları sırasıyla, $0,83$ - $0,36$ ve $1,06 \text{ ppm}$, tüm yumurtadaki bakır konsantrasyonlarını ise $2,5 \text{ ppm}$ olarak bildirmişlerdir. Diğer bir kaynakta ise, taze yumurtanın $1,7 \text{ ppm}$ Cu konsantrasyonuna sahip olduğu bildirilmiştir (Hasetline ve ark., 1978).

Cu için maksimum tolere edilebilir seviye 0,11 ppm olarak bildirilmiştir (Anonim 1999a). Bakır, kanda eritrosit ve hemoglobin üretiminde ve demir emiliminde rol oynar. Cu eksikliği hayvanlarda anemi, osteoporoz ve depigmentasyona neden olurken, aşırı Cu alımı siroza neden olur (Uauy, 1998).

Yumurtalardaki bakır konsantrasyonları, yapılan çalışmalarda büyük farklılıklar ortaya koymuştur. Taze tüm tavuk yumurtasının, çiğ yumurta sarısının ve akının sırasıyla 1,0-3,1 ve 0,5 ppm Cu içerdiğini bildirilmiştir (Pennington ve ark., 1973).

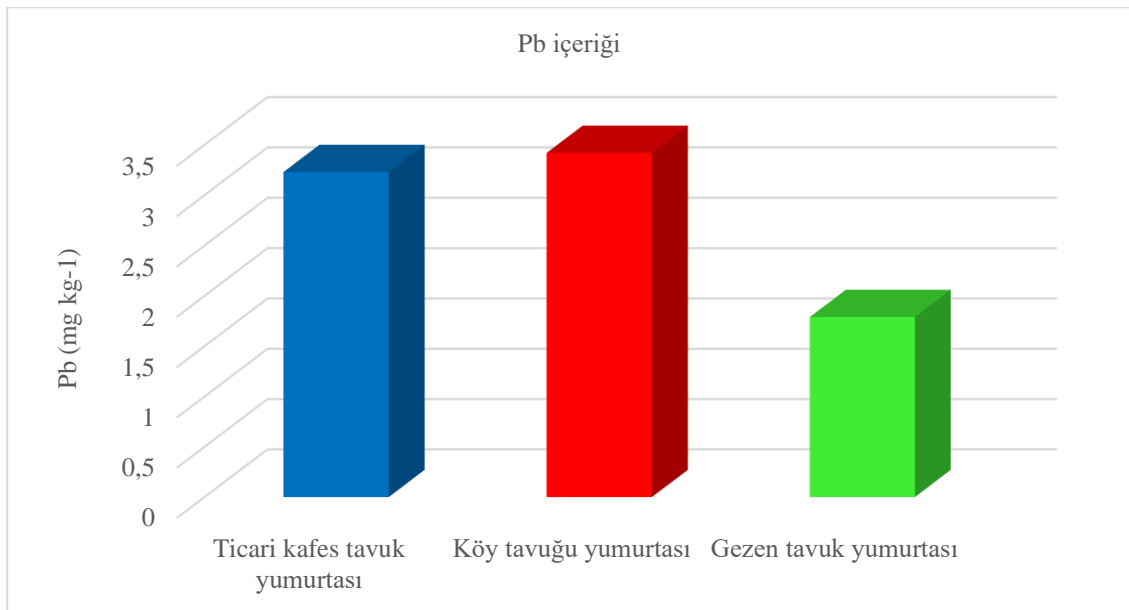
Farklı üretim sistemlerinde üretilen yumurtaların, Zn (çinko) konsantrasyonları Tablo 4.7.'de verilmiştir. Farklı gruplara ait yumurtaların Zn konsantrasyonları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ticari kafes tavuğu, köy tavuğu ve gezen tavuk yumurtalarının Zn konsantrasyonlarındaki değişim grafiği ise Şekil 4.32.'de gösterilmiştir. Zn konsantrasyonu ticari kafes sistemine ait yumurtalarda $12,64 \text{ mg kg}^{-1}$, köy yumurtalarında $14,24 \text{ mg kg}^{-1}$ ve gezen tavuk yumurtalarında ise $11,22 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak önemsiz bulunmakla birlikte rakamsal olarak değerlendirildiğinde farklı tip işletmelerden elde edilen yumurtaların Zn konsantrasyonları köy tavuğu>ticari kafes tavuğu>gezen tavuk şeklinde sıralanabilir.



Şekil 4.32. Gruplara ait yumurtaların çinko içeriği

Gruplar arasında rakamsal olarak en fazla köy yumurtalarında Zn tespit edilmesi dikkat çekicidir. Leach ve ark. (1979), ilçeler (13,6 ppm) ve köyler (23,5 ppm) arasında yumurta sarısı ve akındaki Zn içeriğindeki farklılıkların, beslenme kaynaklarının bölgesel farklılıklarından veya çevrenin kirlenmesinden etkileniyor olabildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, bu çalışmada verilen sonuçlar içerisinde bulunan değer aralığı içerisinde yer almaktadır. Zn düzeyleri ile ilgili diğer iki çalışmada 3,7 ve 5,0 ppm olarak farklı sonuçlar tespit edilmiştir. Murphy ve ark. (1975), Falchuck ve Montorzi (2001) ve Şekeroğlu ve ark., (2007)'nin yetiştirme sistemlerinin yumurta ağır metal içeriğine etkisini araştırdıkları çalışmada köy tavuğu yumurtasındaki Zn içeriğini 11,73 ppm olarak bildirmiştir.

Farklı sistemlerde üretilen yumurtaların, Pb (kurşun) konsantrasyonları Tablo 4.7.'de verilmiştir. Farklı gruplara ait yumurtaların Pb konsantrasyonları istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur. Ticari kafes tavuğu, köy tavuğu ve gezen tavuk yumurtalarının Pb konsantrasyonlarındaki değişim grafiği ise Şekil 4.33.'te gösterilmiştir. Pb konsantrasyonu ticari kafes yumurtalarında $3,23 \text{ mg kg}^{-1}$, köy yumurtalarında $3,42 \text{ mg kg}^{-1}$ ve gezen tavuk yumurtalarında ise $1,79 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak saptanmıştır. Yumurtaların Pb konsantrasyonlarının köy yumurtası > ticari kafes yumurtası > gezen tavuk yumurtası şeklinde sıralanması mümkündür.



Şekil 4.33. Gruplara ait yumurtaların kurşun içeriği

Gruplar arasında en fazla köy yumurtalarında Pb tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarımız, yapılan çalışma sonuçlarına göre yüksek bulunmuştur. Holeman ve Smodis (1993), Slovenya’da farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaların ağır metal konsantrasyonlarının tolere edilebilir miktarının kurşun için 0,25 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Zrodowski ve ark. (1994), serbest sistemde yetiştirilen tavukların yumurta akındaki kurşun miktarlarını 0,170 mg/kg, yumurta sarısında ise 1,430 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Doğanoc (1996), serbest sistemde yetiştirilen tavukların yumurtalarındaki kurşun, miktarını sarı ve beyaz kısımlarında sırasıyla 0,06 mg/kg ve 0,05 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca, kurşun tolere edilebilir miktarının tüm yumurta için 0,25 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Dey ve Dwivedi (2000), tavuk yumurtasındaki kurşun konsantrasyonunu ortalama 0,439 µg/g olarak elde etmişlerdir. Turan ve Saylam (2006), yumurta tavukçuluğunda farklı üretim sistemlerinin yumurta kalitesine üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada geleneksel üretimde Pb konsantrasyonunu 0,091 mg/kg ticari üretimde ise 0,11 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Ankara’da 3 farklı bölgede yer alan köy ve çiftliklerden alınan yumurta örneklerinde ağır metal düzeylerini belirlemeye yönelik yapılan bir diğer çalışmada, Pb 0,83-0,97 ppm, Cu 1,48-2,26 ppm, Zn 24,87-33,28 ppm ve Fe 41,56-66,32 ppm olarak tespit edilmiştir. (Kılıç ve ark., 2002)’nin yaptıkları bu çalışmada köylerden alınan yumurta örneklerindeki metal düzeylerinin, çiftliklerden üretilen yumurtalardaki metal düzeylerinden daha yüksek bulunduğu belirlenmiştir. Üç element bakımından (Pb, Cu ve Zn) bu çalışmaya benzer nitelikte çalışmamızda da en fazla köyden toplanan yumurtalarda belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bingöl ilinde farklı üretim sistemlerinde üretilen tavuk yumurtalarının kalite, besin madde içeriği ve ağır metal içeriğini incelemek ve elde edilen sonuçları karşılaştırmak amacıyla yapılan bu çalışmada yumurtalara ait iç ve dış kalite özellikleri, ağır metal içerikleri, amino asit içerikleri ve besin madde içerikleri saptanmıştır.

Üretim sistemleri arasındaki farklılıkların incelenmesinde iç ve dış kalite özellikleri olarak yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, kırılma direnci, haugh birimi, şekil indeksi ve sarı renk değerleri belirlenmiştir. Yumurta ağırlığı ve kabuk ağırlığı bakımından en yüksek değer gezen tavuk grubuna ait yumurtalardan (64,04) g, en düşük değer ise köy tavuğu grubundan (54,54) g elde edilmiştir. Gruplara ait yumurta ağırlıkları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Yumurta ağırlığının önemli ölçüde kalıtsal bir özellik olsa da hayvanın yaşı, verim düzeyi vb. parametrelerde etkilidir. Ayrıca hayvanların serbest olarak gezinebilmesi sıcaklık ve nem gibi parametreler, aydınlatma süresi ve gün ışığı uzunluğu da etkili olan faktörlerdendir. Herhangi bir verim bakımından genotipxçevre interaksyonunun etkisi de bilindiğinden, yukarıda sayılan çevre faktörlerinin yumurta ağırlığına etkilediği de düşünülmektedir. Üretim sistemleri arasında, diğer kalite özellikleri bakımından yapılan karşılaştırmada da elde edilen sonuçların daha önce yapılan kaynak çalışmalarıyla benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Yumurtaların besin madde içerikleri bakımından yapılan karşılaştırmada, yumurta sarısının ham yağ ve kolesterol düzeyleri karşılaştırılmış ve sarı ham yağ oranının ticari kafes yumurta grubunda en yüksek değere (%32,4) ve kolesterol oranına (299,7 mg/yumurta) sahip olduğu görülmüştür. Ham yağ ve kolesterolün ticari kafes grubunda yüksek çıkması ticari işletmelerde kullanılan optimize edilmiş, enerji protein ve besin madde içerikleri tarafından dengelenmiş rasyonların kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde ettiğimiz sonuçların kaynak değerleriyle uyumu da bu düşüncemizi doğruluğunu desteklemektedir.

Yumurtaların amino asit içerikleri bakımından yapılan karşılaştırmada ise, % olarak en yüksek değerlerin ticari kafes yumurtalarına ait olduğu görülmüştür. Bunun nedeni olarak, ticari işletmelerde yüksek enerji ve protein içeren rasyonlarla beslemenin etkisi söylenebilir. Bu konuda elde edilen bulguların kaynak bilgileriyle benzerlik göstermesi bu konudaki yorumun doğruluğunu destekler niteliktedir.

Farklı üretim sistemleri arasında protein oranları bakımından yapılan karşılaştırmada tüm kabuklu yumurtalar için elde edilen değerler arasındaki farklılıkların olduğu, diğer tüm kabuksuz, ak ve sarı protein oranı bakımından yapılan karşılaştırmada ise ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir.

Doymuş ve doymamış yağ asitleri bakımından üretim sistemi grupları arasındaki karşılaştırmada genelde anlamda köy tavuğu ve gezen tavuk gruplarının yumurtalarının doymuş ve doymamış yağ asitleri düzeyinin ticari grubu ortalamasından daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin, ticari grubu tavuklarının yetiştirme sistemine bağlı hareket kabiliyetlerinin daha sınırlı olmasından kaynaklanmaktadır. Gezen tavuk ve köy tavuğu yumurtalarını ise aksine yetiştirme sistemine bağlı olarak tavukların daha hareketli oldukları ve vücutta yağ yakımının daha fazla olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Ağır metal içerikleri bakımından grupların ortalamaları arasında yapılan karşılaştırmada ticari kafes tavuk yumurtalarının ağır metal içeriklerinin düşük olduğu, bunun sebebi olarak da ticari işletmelerde elde edilen yumurtaların kapalı ortamlarda yetiştirilmesi ve optimize edilmiş rasyonlarla beslenmesinden kaynaklı olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz verilere dayanarak köy ve gezen tavuk yumurtalarının genelleme yapmadan tamamen doğal ve sağlıklı olduğu kanısının, ticari işletmelerden elde edilen yumurtaların da tamamen sağlıklı olduğu kanısının yanlış olduğu söylenebilir. Önemli olan her üretim sisteminde de kontrollü karşılıklı güven esasına dayanan yönetmeliklerde belirtilen usul ve esaslar çerçevesinde üretimin gerçekleştirilmesidir.

6. KAYNAKLAR

Akmaz, Y. (2009). Karayollarında trafik yoğunluğunun yumurta ağır metal içeriğine etkisi (Master's thesis, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Alataş, E., Kurbal, Ö., Karadaş, F. (2021). Ticari Yumurta Tavuğu Rasyonlarında Saptanan Renk Pigmentlerinin Yumurta Sarısı Pigment Düzeyi Üzerine Etkisi. Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 31(4), 1020-1032.

Altan, Ö. (1993). Yumurtada kalite kavramı, kalitenin sektör ve tüketiciler açısından değerlendirilmesi. Seminer Çalışması, İzmir, 30s.

Altun, H. Ü., Bölükbaşı, C. (2020). Yumurta kalitesini iyileştirici güncel besleme çalışmaları. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1), 65-78.

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) (2023). Egg, white, raw, fresh erişim: 23 Nisan, <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172183/nutrients>.

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) (2023). Eggs, Grade A, Large, egg whole erişim: 23 Nisan, <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/748967/nutrients>.

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) (2023). Eggs, Grade A, Large, egg yolk erişim: 23 Nisan, <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/748236/nutrients>.

Anonim, (1999). 1997 Total Diet Study-Aluminum Arsenic, Cadmium, Chromium, Copper, Lead, Mercury, Nickel, Selenium, TIN and ZINC. MAFF Joint Food Safety and Standarts Group, Food Surveillance Information Sheet, Number 191.

Arslanbaş, E. (2010). Türkiye'de organik ve geleneksel olarak üretilen bazı hayvansal ve bitkisel ürünlerdeki metal (Kurşun, Kadmiyum, Bakır, Çinko, Demir) düzeylerinin karşılaştırılması.

Artan, S., Durmuş, İ. (2015). Köy, serbest ve kafes sistemlerinde üretilen yumurtaların kalite özellikleri bakımından karşılaştırılması. Akademik Ziraat Dergisi, 4(2), 89-97.

Baykalır, Y. (2017). Farklı yetiştirme sistemlerinin ve yaşın yumurtacı tavukların performans, yumurta özellikleri ve ısı şok proteini 70 sentezine etkileri.

Birgül, A. (2020). Bursa ili'nden toplanan yumurta örneklerinde ağır metal içeriğinin belirlenmesi ve risk değerlendirmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 25(2), 1003-1014.

Çelebi, Ş., Karaca, H. (2006). Yumurtanın besin değeri, kolesterol içeriği ve yumurtayı n-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirmeye yönelik çalışmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37(2), 257-265.

Dede, M., Kahraman, N., Kaleli, D.Ö. (2005). Çukurova Üniversitesi öğrencilerinin yumurta tüketimi. 1.Ulusal Zootečni Öğrenci Kongresi, 16-17 Mayıs 2005, Adana, 12-13s.

Demirulus, H. (2013). The heavy metal content in chicken eggs consumed in Van Lake Territory. Ekoloji, 22(86), 19-25.)

Doğan, H. (2008). Adana ‘da satışa sunulan yumurtalarda sunuş çeşitliliği ve kalite değişimi üzerine bir çalışma. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enst. Zootečni Anabilim Dalı. Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi, Adana.

Doğanoc (1996), D.Z., 1996. Distribution Of Lead Cadmium And Zinc In Tissues Of Hens And Chickens From Slovenia Bulltin Of Enviromental Contamination And Toxicology 57: 932-937.

Durmuş, İ., Alkan S. (2015). Serbest sistem yumurta tavukçuluğu el kitabı.Olay ofset,48s. Eckel, H., Roth, U., Döhler, H., Schultheiß, U. (2005). Concerted Action Aromis Assessment and Reduction of Heavy Metal Input into Agro-Ecosystems.

Ayaz, E., Baylan, M., Kurşun, K. (2022). Atak-S Tavuklarda Farklı Yetiştirme Sisteminin Verim Özellikleri, Kalite Kriterleri ve Yumurta Kabuğu Mikrobiyal Yükü Üzerine Etkileri. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2), 216-229.

Hastaneciyiz (b.t.), (2010). 18. Kasım. <http://hastaneciyiz.blogspot.com/2010/11/agir-metaller-ve-sagliga-etkileri.html>.

Hızel, S., Şanlı, C. (2006). Çocuklarda beslenme ve kurşun etkileşimi. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 49(4), 333-338.

Holeman A., Smodis, B., Anke, M., Meissner, D.ve Mills, C.F., (1993). Heavy Metal Content In Hens’ Eggs. Trace Elements In Man and Animals- TEMA8: Proceeding Of The Eighth International Symposium On Trace Elements In Man and Animals. 1993, 249-250.

Holeman, A.ve Smodis, B., (1993). Heavy Metal Content In Hens’ Eggs. Friedrich-Schiller University Eighth International Symposiums Trace Elements In Man and Animals On Trace Elements In Man and Animals- TEMA8: May. 16 th-21 st, 1993. Dresten tavnhall. Abstracts.

İskender, H., Kanbay, Y. (2014). Üniversite öğrencilerinin yumurta tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. Van Veterinary Journal, 25(3), 57-62.

Jeng, S. L., Lee, S. J., Liu, Y. F., Yang, S. C.ve Liou, P. P., (1997). Effect of Lead Ingestion on Concentrations of Lead in Tissues and Eggs of Laying Tsaiya Ducks in Taiwan . Poultry Science, 76:13–16.

Karademir, S. (2018). Farklı sistemlerde üretilen yemeklik yumurtaların bazı kalite özelliklerinin karşılaştırılması.

Kılınç, Ö.O., (2006). Süt ve Süt Ürünlerinde Ağır Metaller. http://tarimkutuphanesi.com/Sut_ve_sut_urunlerinde_agir_metaller_Omer_Osman_Kilinc_Ziraat_Yuk._Muhendisi_Konya_II_Kontrol_Laboratuvari_01865.html ; (02.12.08).

Kiikkilä, O. (2003). Heavy-metal Pollution and Remediation of Forest Soil around the Harja Valta Cu-Ni Smelter, in SW Finland Silva Fennica 37(3) 399-415.

Kurnaz, E. (2008). Türkiye'nin farklı bölgeleri'nde üretilen etçi piliç karkas ve karaciğer örneklerinde bazı metal düzeylerinin belirlenmesi.

Küçükkoyuncu, E. (2016). Mera ve kafes sistemlerinde yetiştirilen tavuklardan elde edilen yumurtaların kalite özelliklerinin karşılaştırılması (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).

Okcu, M., Tozlu, E., metin Kumlay, A., Pehlivan, M. (2009). Ağır metallerin bitkiler üzerine etkileri. Alinteri Journal of Agriculture Science, 17(2), 14-26.

Mızrak, C., Durmuş, İ., Kamanlı, S., Demirtaş, Ş.E., Kalebaşı, S., Karademir, E. Doğu, M. (2012). Determination egg consumption and consumer habits in Turkey. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 36(6); 592-60.

MKV Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2): 1-14.

Nicholson F. A., Chambers B. J., Williams J. R. ve Unwin R. J., (1999). Heavy Metal Contents of Livestock Feeds and Animal Manures in England and Wales. Bioresource Technology, 70, 23-31.

Parvin, S., Rahman, M. L. (2014). Hexavalent chromium in chicken and eggs of Bangladesh. Int J Sci Eng Res, 5(3), 1090-1098.

Poyraz, Ö. (1989). Kabuk kalitesi ile ilgili yumurta özellikleri arasındaki fenotipik korrelasyonlar. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 29(1), 66-79.

Réhault-Godbert, S., Guyot, N., Nys, Y. (2019). The golden egg: nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. Nutrients, 11(3), 684.

Roberts, J. R. (2004). Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. The Journal of Poultry Science, 41(3), 161-177.

Sarıca, M., Erensayın, C. (2009). Tavukçuluk ürünleri. Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme, Hastalıklar (Ed. Türkoğlu, M., Sarıca, M.), Bey ofset, 3. basım, Ankara, 588s.

Stadelman, W. J. ve Cotterill. O. J., (1986). Egg Science And Technology, AVI Publishing, USA.

Şekeroğlu, A. ve Akmaz, Y. (2009). Karayolları da uzaklığı yumurta ağır metal içerikleri e etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* , 24 (2), 103-107.

Şekeroğlu, A., Sarıca, M. (2005). Serbest yetiştirme (free-range) sisteminin beyaz ve kahverengi yumurtacı genotiplerin yumurta verim ve kalitesine etkisi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 6 (1), 10-16.

Şekeroğlu, A., Sarı H., Mendil D. ve Sarıca M., (2007). The Effects of Housing Systems on Some Mineral Contents of Hen's Eggs. *Asian Journal of Chemistry*, 19(4); 2939-2944.

Şimşek, Ü. G., Baykalır, Y. (2014). Yumurta tavukçuluğunda kullanılan yetiştirme sistemleri.

Tufan, M. (2008). Tekirdağ ilinde üretilen yem hammaddelerinin ağır metal düzeylerinin belirlenmesi (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).

Turan, B. (2006). Yumurta tavukçuluğunda farklı üretim sistemlerinin yumurta kalitesi üzerine etkileri.

Turan, B., Saylam, S.K., (2006). Yumurta Tavukçuluğunda Farklı Üretim Sistemlerinin Yumurta Kalitesi Üzerine Etkileri. Basılmamış Doktora Tezi. Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Samsun.

WHO., (2006). Protecting Groundwater for Health. Managing the Quality of Drinking-water Sources. TJ International (Ltd), Padstow, Cornwall, UK

Yıldırım, H., Camcı, Ö. (1997). Broiler yetiştiriciliğinde gelişmeler ve verimlilik. *MKU, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2, 1-14.

Yüccer, M., Temizkan, R., Caner, C. (2012). Fonksiyonel gıda olarak yumurta: bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri. *Akademik Gıda*, 10(4), 70-76.

Zengin, F., Munzuroğlu, Ö. (2004). Kurşun (Pb++) ve bakırın (Cu++) fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) fidelerinin kök, sürgün ve yaprak gelişimine etkileri. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* , 17 (3), 1-10.

Zrodowski, Z., Celej, A. ve Czepjel, K., (1994). Content Of Some Heavy Metal in Hen Eggs, *Zeszy Naulowe Akademi Rolniczejim. Hugana Kollatajaw Krokowie, Tecnologia Zywosci*, 6; 231-238.