

Farklı Yetiştirme Sistemlerinden Elde Edilen Yumurtaların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmasının Yumurta Kalitesi Üzerine Etkisi

Bilal KALE¹, Ali AYGÜN^{2*}

¹ Konya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 42100, Meram, Konya

² Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 42130, Konya

¹<https://orcid.org/0000-0001-8418-5871>

²<https://orcid.org/0000-0002-0546-3034>

*Sorumlu yazar: aaygun@selcuk.edu.tr

Araştırma Makalesi

ÖZ

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 25.03.2022

Kabul tarihi: 03.06.2022

Online Yayınlanma: 12.12.2022

Anahtar Kelimeler:

Geleneksel kafes sistemi

Zenginleştirilmiş kafes sistemi

Kapalı sistem

Serbest sistem

Depolama

Yumurta kalitesi

Bu araştırmanın amacı farklı yetiştirme sistemlerinde elde edilmiş yumurtaların farklı sıcaklıklarda 28 gün süre ile depolanmasının yumurta kalite özellikleri üzerine etkisini araştırmaktır. Çalışmada yetiştirme sistemleri olarak, geleneksel kafes, zenginleştirilmiş kafes, kapalı yer sistemi, serbest sistem (gezinme alanında doğal vejetasyon) ve serbest sistem (gezinme alanı yonca bitkili) kullanılmıştır. Çalışmada 33 haftalık yaştaki ATA-S yumurtacı genotipinden elde edilen toplam 500 adet yumurta kullanılmıştır. Farklı yetiştirme sistemlerden elde edilen yumurtalar buzdolabı ve oda şartlarında depolanmak üzere rastgele dağıtılmıştır. Depolama öncesi ve depolamanın 7, 14, 21 ve 28. günlerinde her gruptan 10 adet yumurtada kalite özellikleri tespit edilmiştir. Yumurta kalite analizleri olarak, yumurta ağırlık kaybı, yumurta özgül ağırlığı, kırılma direnci, Haugh birimi, sarı indeksi ve ak pH'ı incelenmiştir. Genel olarak incelendiğinde, depolama süresince yumurta ağırlık kaybı, özgül ağırlık, kırılma direnci, sarı indeksi ve ak pH'ı üzerine yetiştirme sistemlerinin önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Depolama sonunda, oda sıcaklığında ve buzdolabı sıcaklığında depolanan yumurtalarda yumurta ağırlık kaybı (%5,68 ve %1,53), özgül ağırlık (1,018 g/cm³ ve 1,068 g/cm³), Haugh birimi (62,98 ve 69,81), sarı indeksi (0,25 ve 0,47) ve ak pH (9,50 ve 8,60) bakımından gruplar arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli olmuştur (P<0,05). Depolama süresince buzdolabı şartlarında depolanan yumurtaların oda şartlarında depolanana göre kalite özellikleri bakımından daha iyi durumda olduğu görülmüştür (P<0,05). Sonuç olarak, farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaların buzdolabı şartlarında depolanmasının kalite özelliklerini daha uzun süre koruduğu için tercih edilmesi önerilebilir.

The Effect of Eggs Obtained from Different Production Systems at Different Storage Temperatures on Egg Quality

Research Article

ABSTRACT

Article History:

Received: 25.03.2022

Accepted: 03.06.2022

Published online: 12.12.2022

Keywords:

Conventional cage system

Enriched cage systems

Barn system

Free-range systems

Storage

The purpose of this research is to determine the effect on egg quality characteristics of storage eggs obtained in different egg production systems at different storage temperatures for 28 days. The egg production systems used in the study were conventional cages, enriched cages, barn systems, free-range systems (natural vegetation in the outdoor area), and free-range systems (alfalfa in the outdoor area). A total of 500 eggs obtained from the 33-week-old ATA-S layer genotype were used in the study. Eggs from different egg production systems were randomly distributed for storage in refrigerators and at room temperature. The egg

quality of ten eggs from each group was determined before storage and on the 7th, 14th, 21st, and 28th days of storage. We investigated egg weight loss, egg-specific gravity, eggshell strength, Haugh unit, yolk index, and albumen pH as indicators of egg quality. In general, the production systems had no effect on egg weight loss, specific gravity, eggshell strength, yolk index or white pH during storage. At the end of storage, the differences between the room temperature and refrigerator temperature groups were statistically significant for egg weight loss (5,68% and 1,53%), specific gravity (1,018 g/cm³ and 1,068 g/cm³), Haugh unit (62,98 and 69,81), yolk index (0,25 and 0,47) and albumen pH (9,50 and 8,50) (P<0,05). The quality characteristics of eggs stored under refrigerated conditions were shown to be better to those stored under room conditions (P<0,05). As a result, it may be suggested that storage eggs from different production systems in the refrigerator is preferable since it preserves their quality properties for a longer period of time.

To Cite: Kale B., Aygün A. Farklı Yetiştirme Sistemlerinden Elde Edilen Yumurtaların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmasının Yumurta Kalitesi Üzerine Etkisi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2022; 5(3): 1550-1566.

1. Giriş

Kümesler yumurta tavukçuluğu sektöründe üretimin vazgeçilmez unsurlarından birisi olmakla birlikte farklı yetiştirme sistemleri kullanılmaktadır. Bunlar, geleneksel kafes sistemi, zenginleştirilmiş sistem, kuşluklu sistem (aviary), kapalı altlıklı sistem, serbest sistem (free-range) ve organik sistemdir (Altan ve Bayraktar, 2014). Geleneksel kafes sistemi dar alanda daha fazla hayvan yetiştirilebilmesi ve daha ekonomik olmasından dolayı dünyada en fazla tercih edilen yetiştirme sistemidir. Fakat hayvan hakları savunucuları hayvanların doğal davranışlarını (tüneme, eşinme, vb.) geleneksel kafeste gerçekleştiremediklerinden dolayı bu sistemde yumurta üretimine karşı çıkmaktadırlar. Bu amaçla tavukların doğal davranışlarını daha fazla sergileyebildikleri kafes sistemleri geliştirilmiştir (Bozkurt, 2017; Fidan, 2018). Avrupa Birliğinin 1999/74/EC sayılı yönetmeliğine göre geleneksel kafes sisteminin yumurta tavukçuluğunda kullanımı yasaklanmış ve zenginleştirilmiş sisteme geçilmiştir. Bu sistemde; tavuk başına en az 750 cm² taban alanı, her hayvan için en az 15 cm uzunluğunda tünek, hayvanların eşinebileceği eşinme pedi ve folluk oluşturulması gerekli kılınmıştır (Altan ve Bayraktar, 2014; Bozkurt, 2017). Avrupa Birliği ülkelerinde zenginleştirilmiş kafes sistemi tamamen yasaklandıktan sonra yumurta üretimi daha çok kuşluklu sistem ve kapalı altlıklı sistemde yapılmaya başlanmıştır. Kapalı altlıklı sistemde hayvanlar zeminde talaş veya ızgaralar üzerinde barındırılmakta, yerleşim sıklığı 7-9 adet/m², her 7 adet hayvana 1 adet folluk, her bir tavuğa 15 cm uzunluğunda tünek ayrılmaktadır. Serbest sistem ise, kapalı altlıklı sisteme benzer fakat tavukların günde en az 8 saat dışarıya çıkabildikleri bir gezinti alanına sahip olmaları gerekmektedir. Serbest sistemin gezinti alanında herhangi bir yeşil vejetasyon olma zorunluluğu yoktur. Yerleşim sıklığı kapalı alanda 7 tavuk/m² ve gezinti alanında ise hayvan başı 4 m² olarak belirlenmiştir (Anonim, 2014).

Yumurta, yumurtlandığı anda en yüksek kalite değerine sahip olup yumurta kalitesini yetiştirme sistemleri, depolama sıcaklığı, depolama süresi, genotip ve besleme etkilemektedir (Jones ve ark., 2014; Aygun ve Narinc, 2016; Jones ve ark., 2018; Güler ve ark.; Sharma ve ark., 2022). Vlčková ve ark. (2019) serbest sistemden elde ettikleri yumurtaların zenginleştirilmiş kafeslerden elde

ettikleri yumurtaların Haugh birimi değerinden daha düşük fakat ak pH yönünden daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Kraus ve ark. (2019) kapalı altlıklı sistemde üretilen yumurtaların zenginleştirilmiş sistemden üretilen yumurtalardan ak indeksi, Haugh birimi ve sarı indeksi bakımından düşük olduğunu belirtmişlerdir. Yumurta kalitesine etki eden bir diğer önemli faktör depolama sıcaklığı ve süresidir. Depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça, yumurta ağırlık kaybı, özgül ağırlık, ak yüksekliği, Haugh birimi ve sarı indeksi düşmekte fakat ak ve sarı pH değeri yükselmektedir (Scott ve Silversides, 2000; Silversides ve Budgell, 2004; Akyurek ve Okur, 2009; Aktan ve Kampus, 2011; Baylan ve ark., 2011; Harput ve Aygün, 2021).

Yapılan literatür araştırmalarına göre farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaların farklı depolama şartlarında depolanmanın yumurta kalite özelliklerine etkisi ile yapılan çalışma sınırlı sayıdadır (Jones ve ark., 2014; Kraus ve ark., 2019). Jones ve ark. (2014) kafes sistemlerinden elde edilen yumurtaları 4°C’ de 12 hafta süre ile depolamışlardır. Kraus ve ark. (2019) zenginleştirilmiş sistem ile serbest sistemde elde edilen yumurtaları 4°C’ de 3 hafta süre ile depolamışlardır. Bizim çalışmamızda ise, beş farklı yetiştirme sisteminden elde edilen yumurtalar farklı depolama sıcaklıklarında kalite özellikleri açısından karşılaştırılmıştır. Ayrıca serbest sistemde gezinti alanının bitki örtüsü ile kaplı olup olmasının kaliteye etkisi de araştırılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, farklı yetiştirme sistemlerinde elde edilmiş yumurtaların farklı sıcaklıklarda 28 gün süre ile depolanmasının yumurta kalite özellikleri üzerine etkisini araştırmaktır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Prof. Dr. Orhan DÜZGÜNEŞ Hayvancılık Araştırma ve Uygulama Tesisleri ve Yumurta Kalite Laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada farklı yetiştirme sistemlerinde yetiştirilen 33 haftalık yaştaki ATAK-S yumurtacı genotipinden elde edilen 500 adet yumurta kullanılmıştır. Kümes sistemleri olarak, geleneksel kafes sistemi (G), zenginleştirilmiş kafes sistemi (Z), kapalı altlıklı sistem (K), serbest sistemleri (I; F ve II; Y) kullanılmıştır. Serbest sistem I’de gezinti alanına herhangi bir bitki ekilmemiştir (F). Serbest sistem II’de ise gezinti alanına bitki örtüsü olarak yonca bitkisi ekilmiştir (Y).

2.2. Metot

Yetiştirme sistemlerinden elde edilen toplam 500 adet yumurta oda sıcaklığında (23±2°C) ve buzdolabı sıcaklığında (4±2°C) 28 gün (4 hafta) süresince depolanmıştır. Depolama nem değeri her iki depolama şartlarında %60-65 olarak ayarlanmıştır. Yumurtalar otomatik ayarlanabilen depolama kabinlerinde depolanmıştır (Qualitec, Gc-1000, Türkiye). Denemenin 0, 7, 14, 21 ve 28. günlerinde her gruptan 10 adet yumurtada kalite analizleri yapılarak toplamda 500 adet (5 yetiştirme sistemi x 2 depolama sıcaklığı x 5 periyot x 10 adet yumurta = 500 adet yumurta) yumurta kullanılmıştır. Günlük olarak her bir yetiştirme sisteminden yaklaşık 80 adet yumurta elde

edilmiştir. Bundan dolayı her bir yetiştirme sisteminden elde edilen yumurtalardan 50 adet toplam 250 adet yumurta oda şartlarında depolanmıştır. Ertesi gün toplanan 250 adet yumurta ise buzdolabı şartlarında depolanmıştır. Her bir depolama şartlarındaki yumurtalar belirlen günlere göre analiz edilmiştir.

2.3. Yumurta kalite analizleri

Bütün yumurtaların deneme öncesi ağırlıkları dijital terazi (0,01 g) ile tartılmış ve yumurta üzerine yazılmıştır. Her periyotta analiz yapılacak yumurtalar tekrar tartılarak yumurta ağırlık kaybı (%) belirlenmiştir. Yumurta özgül ağırlığı (g/cm^3) Arşimet prensibinden yararlanılarak aşağıdaki formül ile hesap edilmiştir (Wells, 1968).

Yumurta özgül ağırlığı (g/cm^3) = Yumurtanın havadaki ağırlığı (g) / (yumurtanın havadaki ağırlığı (g) - yumurtanın sudaki ağırlığı (g))

Yumurtanın kabuk kırılma direncini belirlemek için Egg Force Reader (Orka Food Tech. Ltd., Hong Kong, China) cihazı kullanılmıştır. Kabuk kırılma direnci Kg.f cinsinden ifade edilmiştir. Yumurtanın ak yüksekliği Egg Analyzer (Orka Food Tech. Ltd., Hong Kong, China) cihazı ile belirlendikten sonra Haugh (1937) tarafından belirlenen metoda göre Haugh birimi aşağıdaki formül ile hesap edilmiştir.

Haugh birimi = $100 \log (H + 7.57 - 1.7G^{0.37})$

H: Ak yüksekliği (mm)

G: Yumurta ağırlığı (g)' dir.

Yumurtanın ak ve sarısı ayrıldıktan sonra düz bir cam üzerinde sarı yüksekliği dijital yükseklik mihengiri (Tresna, USA) ile sarı çapı ise dijital mikrometre (Mitoyo, Japan) ile ölçülmüş ve Funk (1948)' un belirlediği metot ile hesap edilmiştir.

Yumurta sarı indeksi: Yumurta sarı çapı (mm) / yumurta sarı yüksekliği (mm)

Yumurta ak pH değeri pH metre (Mettler Toledo, Switzerland) ile ölçülmüştür.

2.4. İstatistik Analizler

Araştırma beş adet yumurta üretim sistemi ve iki adet depolama sıcaklığı olmak üzere tesadüf parselleri faktöriyel deneme deseninde yürütülmüştür. Verilerin parametrik test varsayımlarını karşıladığının belirlenmesi amacıyla Kolmogorov Smirnov ve Levene testleri uygulanmıştır. Verilerin normal dağılışa sahip olduğu ve varyansların homojen olduğu belirlendikten sonra çift yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Muameleler arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. İstatistiki analizlerde Minitab 16 paket programından faydalanılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Yumurta ağırlık kaybı (%)

Farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaların oda ve buzdolabı şartlarında depolamanın yumurta ağırlık kayıpları ortalamaları, standart hataları ve istatistik analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Yumurta ağırlık kaybı üzerine depolama sıcaklığı x yetiştirme sistemi interaksiyon etkisi sadece depolamanın birinci haftasında önemli çıkmıştır ($P<0,05$). Depolamanın birinci haftasında en yüksek ağırlık kaybı geleneksel sistemde elde edilen ve 23 °C’ de depolanan yumurtalarda (%1,70) ve en düşük ağırlık kaybı ise zenginleştirilmiş sistemden elde edilen ve 4 °C’de depolanan yumurtalarda (%0,23) tespit edilmiştir.

Tablo 1. Farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaları oda ve buzdolabı şartlarında depolamanın yumurta ağırlık kaybı (%) üzerine etkisi

Gruplar	Başlangıç yumurta ağırlığı (g)	Yumurta Ağırlık Kaybı (%)				
		1.hafta	2.hafta	3.hafta	4.hafta	
Depolama Sıcaklığı (°C)	23	57,86	1,56 ^a	2,77 ^a	4,29 ^a	5,68 ^a
	4	58,56	0,28 ^b	0,63 ^b	1,09 ^b	1,53 ^b
	OSH	0,479	0,030	0,067	0,099	0,121
	P değeri	0,307	0,000	0,000	0,000	0,000
Yetiştirme Sistemi ¹	G	58,03	0,99 ^a	1,74	2,74	3,61
	Z	58,53	0,86 ^{ab}	1,60	2,47	3,76
	K	58,28	0,82 ^b	1,59	2,82	3,68
	F	57,73	0,97 ^a	1,80	2,59	3,58
	Y	58,47	0,96 ^a	1,77	2,82	3,38
	OSH	0,758	0,046	0,106	0,157	0,191
	P değeri	0,943	0,041	0,502	0,416	0,716
Depolama Sıcaklığı (°C) x Yetiştirme Sistemi	23xG	56,88	1,70 ^a	2,90	4,52	5,77
	23xZ	59,11	1,49 ^{bc}	2,61	4,02	5,98
	23xK	57,10	1,33 ^c	2,58	4,47	5,89
	23xF	58,45	1,62 ^{ab}	2,78	4,15	5,57
	23xY	57,76	1,66 ^{ab}	2,99	4,28	5,17
	4xG	59,17	0,28 ^d	0,59	0,96	1,45
	4xZ	57,95	0,23 ^d	0,60	0,92	1,54
	4xK	59,46	0,32 ^d	0,60	1,17	1,48
	4xF	57,02	0,33 ^d	0,82	1,03	1,59
	4xY	59,17	0,25 ^d	0,54	1,36	1,59
	OSH	1,060	0,065	0,148	0,224	0,266
	P değeri	0,207	0,015	0,354	0,671	0,499

^{a-d} Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0,05$).

¹G: Geleneksel Kafes, Z: Zenginleştirilmiş Kafes, K: Kapalı Sistem, F: Serbest Sistem I, Y: Serbest Sistem II, OSH: Ortalamanın Standart Hatası

3.2. Özgül Ağırlık (g/cm^3)

Farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaların oda ve buzdolabı şartlarında depolamanın özgül ağırlık ortalamaları (g/cm^3) ve standart hataları ile istatistik analiz sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Yumurta özgül ağırlık değeri üzerine depolama sıcaklığı x yetiştirme sistemi interaksiyon etkisi sadece depolamanın birinci haftasında önemli çıkmıştır ($P<0,05$). Depolamanın birinci haftasında geleneksel sistemde elde edilen ve 23 °C’ de depolanan yumurtalarda özgül ağırlık ($1,060 g/cm^3$)

diğer gruplara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Yetiştirme sistemlerinin depolama süresince yumurta özgül ağırlık üzerine etkisi önemsiz olmuştur. Depolama süresince oda şartlarında depolanan yumurtaların özgül ağırlık değeri buzdolabında depolananlara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Tablo 2. Farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaları oda ve buzdolabı şartlarında depolamanın özgül ağırlık (g/cm^3) üzerine etkisi

Gruplar	Başlangıç özgül ağırlık (g/cm^3)	Özgül ağırlık (g/cm^3)				
		1.hafta	2.hafta	3.hafta	4.hafta	
Depolama Sıcaklığı ($^{\circ}C$)	23	1,083	1,064 ^b	1,053 ^b	1,037 ^b	1,018 ^b
	4	1,081	1,077 ^a	1,075 ^a	1,070 ^a	1,063 ^a
	OSH	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	P değeri	0,087	0,000	0,000	0,000	0,000
Yetiştirme Sistemi ¹	G	1,082	1,069	1,064	1,053	1,041
	Z	1,083	1,071	1,064	1,055	1,041
	K	1,081	1,070	1,063	1,051	1,039
	F	1,081	1,072	1,064	1,057	1,042
	Y	1,081	1,071	1,065	1,052	1,040
	OSH	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002
	P değeri	0,464	0,411	0,969	0,168	0,858
Depolama Sıcaklığı ($^{\circ}C$) x Yetiştirme Sistemi	23xG	1,084	1,060 ^c	1,052	1,033	1,016
	23xZ	1,084	1,065 ^b	1,054	1,041	1,020
	23xK	1,082	1,067 ^b	1,051	1,034	1,017
	23xF	1,081	1,065 ^b	1,052	1,043	1,021
	4xY	1,082	1,064 ^b	1,056	1,035	1,018
	4xG	1,080	1,078 ^a	1,076	1,073	1,066
	4xZ	1,083	1,078 ^a	1,075	1,070	1,063
	4xK	1,081	1,074 ^a	1,076	1,068	1,061
	4xF	1,081	1,078 ^a	1,076	1,070	1,063
	4xY	1,081	1,078 ^a	1,074	1,069	1,062
	OSH	0,002	0,001	0,002	0,003	0,003
	P değeri	0,772	0,009	0,444	0,149	0,774

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0,05$).

G: Geleneksel Kafes, Z: Zenginleştirilmiş Kafes, K: Kapalı Sistem, F: Serbest Sistem I, Y: Serbest Sistem II, OSH: Ortalamanın Standart Hatası

3.3. Kırılma Direnci (Kg.f)

Farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaların oda ve buzdolabı şartlarında depolamanın kırılma direnci ortalamaları (kg.f) ve standart hataları ile istatistik analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde; farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaların depolama süresince kırılma direnci üzerine yetiştirme sistemi x depolama sıcaklığı interaksiyon, yetiştirme sistemi ve depolama sıcaklığının etkisi önemsiz olmuştur.

Tablo 3. Farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaları farklı depolama sıcaklıklarında depolamanın kırılma direnci (Kg.f) üzerine etkisi

Gruplar	Başlangıç Kırılma Direnci (Kg.f)	Kırılma Direnci (Kg.f)				
		1.hafta	2.hafta	3.hafta	4.hafta	
Depolama Sıcaklığı (°C)	23	3,760	3,599	4,003	3,752	3,593
	4	3,646	3,840	3,881	3,860	3,786
	OSH	0,077	0,088	0,075	0,078	0,089
	P değeri	0,298	0,057	0,252	0,331	0,131
Yetiştirme Sistemi ¹	G	3,791	3,683	4,037	3,927	3,764
	Z	3,734	3,734	3,853	3,817	3,580
	K	3,723	3,661	3,840	3,801	3,678
	F	3,615	3,721	4,023	3,839	3,706
	Y	3,652	3,798	3,959	3,464	3,719
	OSH	0,122	0,140	0,118	0,121	0,139
	P değeri	0,859	0,969	0,658	0,626	0,915
	Depolama Sıcaklığı (°C) x Yetiştirme Sistemi	23xG	3,893	3,447	4,198	3,615
23xZ		3,728	3,627	3,777	3,920	3,275
23xK		3,936	3,566	3,699	3,913	3,735
23xF		3,569	3,666	4,332	3,715	3,595
23xY		3,674	3,687	4,011	3,598	3,448
4xG		3,689	3,918	3,875	4,240	3,615
4xZ		3,740	3,841	3,929	3,714	3,886
4xK		3,510	3,756	3,982	3,690	3,621
4xF		3,661	3,775	3,713	3,963	3,816
4xY		3,630	3,909	3,906	3,694	3,990
OSH		0,172	0,199	0,167	0,171	0,197
P değeri		0,588	0,908	0,065	0,104	0,102

G: Geleneksel Kafes, Z: Zenginleştirilmiş Kafes, K: Kapalı Sistem, F: Serbest Sistem I, Y: Serbest Sistem II, OSH: Ortalamanın Standart Hatası

3.4. Haugh Birimi

Farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaların oda ve buzdolabı şartlarında depolamanın Haugh birimi (HU) ortalamaları ve standart hataları ile istatistik analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Depolama süresince yumurta Haugh birimi üzerine depolama sıcaklığı x yetiştirme sistemi interaksiyon etkisi önemsiz olmuştur. Yetiştirme sistemlerinin depolama süresince yumurta Haugh birimi üzerine etkisi sadece birinci ve üçüncü haftalarda önemli olmuştur ($P<0,05$). Depolamanın birinci haftasında en düşük Haugh birimi değeri F grubunda (78,79), en yüksek Haugh birimi değeri ise Z grubunda (83,50) tespit edilmiştir ($P<0,05$). Depolamanın üçüncü haftasında en düşük Haugh birimi F grubunda (67,96), en yüksek Haugh birimi ise G grubunda (73,24) belirlenmiştir ($P<0,05$). Depolama süresince buzdolabı şartlarında depolanan yumurtaların Haugh birimi oda şartlarında depolanarlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Tablo 4. Farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaları farklı depolama sıcaklıklarında depolamanın Haugh birimi (HU) üzerine etkisi

Gruplar	Başlangıç Haugh Birimi	Haugh Birimi				
		1.hafta	2.hafta	3.hafta	4.hafta	
Depolama Sıcaklığı (°C)	23	87,68	78,34 ^b	71,80 ^b	68,55 ^b	62,98 ^b
	4	87,71	82,78 ^a	78,96 ^a	74,25 ^a	69,81 ^a
	OSH	1,149	0,749	0,925	0,855	0,772
	P değeri	0,985	0,000	0,000	0,000	0,000
Yetiştirme Sistemi ¹	G	90,11	80,62 ^{ab}	75,48	73,24 ^a	65,31
	Z	90,75	83,50 ^a	78,16	72,62 ^a	68,38
	K	87,44	81,07 ^{ab}	74,67	71,64 ^{ab}	67,98
	F	85,10	78,79 ^b	74,48	67,96 ^b	64,97
	Y	85,07	78,80 ^b	74,13	71,55 ^{ab}	65,34
	OSH	1,814	1,226	1,461	1,354	1,218
	P değeri	0,077	0,029	0,289	0,038	0,133
	Depolama Sıcaklığı (°C) x Yetiştirme Sistemi	23xG	90,99	75,78	72,83	71,57
23xZ		90,47	82,38	75,85	71,52	66,29
23xK		88,43	80,20	73,02	68,57	64,67
23xF		86,22	77,34	68,85	64,38	62,91
23xY		82,27	75,98	68,46	66,72	61,17
4xG		89,24	85,45	78,12	74,90	70,74
4xZ		91,03	84,63	80,47	73,72	70,47
4xK		86,44	81,94	76,32	74,71	71,28
4xF		83,97	80,24	80,11	71,53	67,03
4xY		87,87	81,62	79,79	76,38	69,52
OSH		2,561	1,663	2,060	1,901	1,717
P değeri		0,490	0,148	0,156	0,309	0,261

^{a-b} Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (P<0,05). G: Geleneksel Kafes, Z: Zenginleştirilmiş Kafes, K: Kapalı Sistem, F: Serbest Sistem I, Y: Serbest Sistem II, OSH: Ortalamannın Standart Hatası

3.5. Sarı İndeksi

Yumurta sarı indeksi üzerine depolama sıcaklığı x yetiştirme sistemi interaksiyon etkisi sadece depolamanın ikinci haftasında önemli çıkmıştır (P<0,05) (Tablo 5). Depolamanın ikinci haftasında en yüksek sarı indeksi geleneksel sistemden elde edilen ve 4 °C' de depolanan yumurtalarda (0,53) tespit edilmiştir (P<0,05). Yetiştirme sistemlerinin depolama süresince yumurta sarı indeksi üzerine etkisi sadece birinci ve ikinci haftalarda önemli olmuştur (P<0,05). Depolamanın birinci haftasında en düşük sarı indeksi G grubunda (0,42), en yüksek sarı indeksi ise Z grubunda (0,46) tespit edilmiştir (P<0,05). Depolamanın ikinci haftasında K ve F gruplarının sarı indeksi değeri (0,37 ve 0,37), G, Z ve Y grubu sarı indeksi değerlerinden (0,41, 0,41 ve 0,40, sırasıyla) daha düşük bulunmuştur (P<0,05). Depolama süresince buzdolabı şartlarında depolanan yumurtaların sarı indeksi oda şartlarında depolananlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (P<0,05).

Tablo 5. Farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaları farklı depolama sıcaklıklarında depolamanın sarı indeksi üzerine etkisi

Gruplar	Başlangıç Sarı İndeksi	Sarı İndeksi				
		1.hafta	2.hafta	3.hafta	4.hafta	
Depolama Sıcaklığı (°C)	23	0,55	0,38 ^b	0,30 ^b	0,28 ^b	0,25 ^b
	4	0,54	0,49 ^a	0,49 ^a	0,51 ^a	0,47 ^a
	OSH	0,004	0,006	0,006	0,008	0,009
	P değeri	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000
Yetiştirme Sistemi ¹	G	0,55	0,42 ^c	0,41 ^a	0,41	0,38
	Z	0,55	0,46 ^a	0,41 ^a	0,37	0,37
	K	0,55	0,45 ^{ab}	0,37 ^b	0,40	0,36
	F	0,54	0,44 ^{abc}	0,37 ^b	0,39	0,36
	Y	0,54	0,43 ^{bc}	0,40 ^a	0,41	0,33
	OSH	0,006	0,009	0,010	0,013	0,014
	P değeri	0,724	0,036	0,006	0,252	0,161
Depolama Sıcaklığı (°C) x Yetiştirme Sistemi	23xG	0,56	0,36	0,29 ^c	0,29	0,24
	23xZ	0,55	0,40	0,32 ^c	0,28	0,24
	23xK	0,56	0,41	0,29 ^c	0,26	0,27
	23xF	0,55	0,38	0,29 ^c	0,28	0,25
	23xY	0,54	0,37	0,30 ^c	0,31	0,23
	4xG	0,55	0,48	0,53 ^a	0,53	0,52
	4xZ	0,54	0,51	0,51 ^a	0,47	0,50
	4xK	0,54	0,50	0,45 ^b	0,53	0,45
	4xF	0,54	0,50	0,45 ^b	0,50	0,46
	4xY	0,55	0,49	0,50 ^a	0,51	0,44
	OSH	0,008	0,012	0,015	0,017	0,019
	P değeri	0,630	0,639	0,015	0,185	0,076

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (P<0,05). G: Geleneksel Kafes, Z: Zenginleştirilmiş Kafes, K: Kapalı Sistem, F: Serbest Sistem I, Y: Serbest Sistem II, OSH: Ortalamanın Standart Hatası

3.6. Ak pH

Yumurta ak pH değeri üzerine depolama sıcaklığı x yetiştirme sistemi interaksyon etkisi depolamanın üçüncü haftası hariç tüm periyotlarda önemli çıkmıştır (Tablo 6). Depolamanın birinci haftasında en yüksek ak pH değeri G grubunda elde edilen ve 23 °C' de depolanan yumurtalarda (8,40), en düşük ak pH değeri ise Y grubundan elde edilen ve 4 °C' de depolanan yumurtalarda (7,71) tespit edilmiştir (P<0,05). Depolamanın dördüncü haftasında ise en yüksek ak pH değeri Y grubundan elde edilen ve 23 °C' de depolanan yumurtalarda (9,54), en düşük ak pH değeri ise F grubundan elde edilen ve 4 °C' de depolanan yumurtalarda (8,56) tespit edilmiştir (P<0,05).

Tablo 6. Farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaları farklı depolama sıcaklıklarında depolamanın farklı günlerindeki ak pH üzerine etkisi

Gruplar	Başlangıç Ak pH	Ak pH				
		1.hafta	2.hafta	3.hafta	4.hafta	
Depolama Sıcaklığı (°C)	23	8,13	8,34 ^a	8,07 ^a	9,08 ^a	9,50 ^a
	4	8,13	7,79 ^b	7,73 ^b	8,73 ^b	8,60 ^b
	OSH	0,027	0,014	0,013	0,009	0,008
	P değeri	0,917	0,000	0,000	0,000	0,000
Yetiştirme Sistemi ¹	G	8,14	8,17 ^a	7,89	8,95 ^a	9,03
	Z	8,18	8,03 ^b	7,87	8,93 ^{ab}	9,06
	K	8,14	8,05 ^b	7,93	8,89 ^{bc}	9,04
	F	8,08	8,05 ^b	7,93	8,91 ^{abc}	9,04
	Y	8,13	8,03 ^b	7,88	8,87 ^c	9,08
	OSH	0,042	0,022	0,020	0,015	0,012
	P değeri	0,631	0,000	0,074	0,003	0,062
Depolama Sıcaklığı (°C) x Yetiştirme Sistemi	23xG	8,05 ^{ab}	8,40 ^a	8,03 ^{ab}	9,11	9,46 ^b
	23xZ	8,11 ^{ab}	8,27 ^b	7,99 ^b	9,11	9,50 ^{ab}
	23xK	8,21 ^a	8,31 ^{ab}	8,10 ^a	9,06	9,50 ^{ab}
	23xF	8,17 ^{ab}	8,35 ^{ab}	8,10 ^a	9,07	9,52 ^a
	23xY	8,11 ^{ab}	8,34 ^{ab}	8,11 ^a	9,06	9,54 ^a
	4xG	8,21 ^a	7,94 ^c	7,75 ^c	8,79	8,61 ^{cd}
	4xZ	8,24 ^a	7,79 ^d	7,74 ^c	8,75	8,62 ^c
	4xK	8,06 ^{ab}	7,79 ^d	7,76 ^c	8,71	8,58 ^{cd}
	4xF	7,99 ^b	7,74 ^d	7,76 ^c	8,74	8,56 ^d
	4xY	8,15 ^{ab}	7,71 ^d	7,64 ^d	8,68	8,62 ^c
	OSH	0,059	0,032	0,029	0,021	0,017
	P değeri	0,014	0,020	0,003	0,732	0,022

^{a-d} Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (P<0,05). G: Geleneksel Kafes, Z: Zenginleştirilmiş Kafes, K: Kapalı Sistem, F: Serbest Sistem I, Y: Serbest Sistem II, OSH: Ortalamanın Standart Hatası

4. Tartışma

4.1. Yumurta ağırlık kaybı

Depolama süresince yumurta ağırlık kaybı üzerine yetiştirme sistemlerinden daha çok depolama sıcaklığının daha belirgin bir etkisi olduğu görülmektedir. Depolamanın dördüncü haftasında oda şartlarında depolanan yumurtalarda yumurta ağırlık kaybı %5,68 olarak tespit edilmiştir. Aygun ve Narinc (2016) sofralık yumurtalarda oda şartlarında dört haftalık depolanan yumurtalarda ağırlık kaybını % 4,6 olarak tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Akpınar ve ark. (2015) bildircin yumurtalarını 4 haftalık süre ile oda şartlarında depolama ile yumurta ağırlık kaybını %4,53 olarak bulmuşlardır. Jones ve ark. (2018) sofralık tavuk yumurtalarını oda şartlarında dört haftalık süre ile depolamada yumurta ağırlık kaybını %4,67 olarak tespit etmişlerdir. Diğer taraftan, Pujols ve ark. (2014) sofralık yumurtaları 5 haftalık süre ile oda şartlarında depolamada yumurta ağırlık kaybını %5,28 ile %5,78 arasında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda, depolamanın dördüncü haftasında buzdolabı şartlarında depolanan yumurtalarda yumurta ağırlık kaybı %1,53 olarak tespit edilmiştir. Aygun ve Sert (2013) sofralık tavuk yumurtalarını dört hafta süresince buzdolabı şartlarında depolamasında yumurta ağırlık kaybını %2,86 olarak tespit etmişlerdir. Jones ve ark. (2018) sofralık tavuk yumurtalarını dört haftalık süre ile buzdolabı şartlarında depolamışlar ve yumurta

ağırlık kaybını %0,58 olarak bulmuşlardır. Çalışmamızdan elde edilen değerlerin diğer çalışmaların değerlerinden farklı olmasının sebebi depolama sıcaklığı ve ortam neminin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Yumurta ağırlık kaybı yumurta kabuğundaki porlar aracılığıyla suyun buharlaşması neticesinde olmaktadır. Yumurta yumurtlanmadan kısa bir süre önce porlar kütikül adı verilen bir madde aracılığı ile kapatılmaktadır (Simons, 1971; Sarıca ve Erensayın, 2014). Fakat yumurta yumurtlandıktan 24 saat içinde kütikülün kurumasına bağlı olarak geçirgenlik artmakta ve suyun buharlaşması gerçekleşmektedir (Rodríguez-Navarro ve ark., 2013).

4.2. Yumurta özgül ağırlığı

Depolama süresince yumurta özgül ağırlık üzerine yetiştirme sistemlerinin bir etkisi olmadığı fakat buzdolabı şartlarında depolanan yumurtalarının oda şartlarında depolanana göre daha yüksek özgül ağırlığa sahip olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). Yetiştirme sistemlerinin yumurta özgül ağırlığı üzerine önemli bir etkisi olmadığı sonucu, Lewko ve Gornowicz (2011)' in kafes, kapalı ve serbest sistemden elde edilen yumurtaların yumurta hava boşluğunu önemli derecede etkilemediğini belirttiği çalışmasıyla uyumludur. Yumurta özgül ağırlığı genotip, depolama şartları, rasyon, kabuk mukavemeti, kabuk kalınlığı, yumurta ağırlığı ve yumurta kabuk rengi özelliklerinden etkilenebilmektedir (Wells, 1967; Ahmad ve ark., 1976; Grover ve ark., 1980; Miles ve Harms, 1982; Nordstrom ve Ousterhout, 1982; Dohnal ve ark., 1988; Aygun ve Yetisir, 2010; Aygun, 2014; Aygun ve Narinc, 2016; Syafiah ve ark., 2021). Araştırmamızda, oda şartlarında dört hafta depolanan yumurtaların özgül ağırlık değeri $1,018 \text{ g/cm}^3$ olarak tespit edilmiştir. Oliveira ve ark. (2020) sofralık tavuk yumurtalarını dört hafta süresince oda şartlarında depolanması ile yumurta özgül ağırlığını $1,033 \text{ g/cm}^3$ olarak tespit edilmiştir. Batkowska ve ark. (2016) serbest sistemde üretilen yumurtaları $18 \text{ }^\circ\text{C}$ de 28 günlük süre depolama ile yumurta özgül ağırlık değerini $1,029 \text{ g/cm}^3$ olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda, yumurtaların buzdolabı şartlarında dört hafta süresince depolanması sonucu yumurta özgül ağırlık değeri $1,063 \text{ g/cm}^3$ olarak belirlenmiştir. Aygun ve Narinc (2016) geleneksel kafeslerden elde edilen tavuk yumurtalarını dört hafta süresince buzdolabında depolamışlar ve yumurta özgül ağırlık değerini $1,045 \text{ g/cm}^3$ olarak belirtmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar literatür ile farklılığın sebebi depolama sıcaklığı, depolama nemi ve depolama süresindeki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

4.3. Yumurta kabuk kırılma direnci

Depolama süresince yumurta kabuk kırılma direnci üzerine yetiştirme sistemlerinin ve depolama sıcaklığının önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Bu sonuç yumurta kabuk kırılma direnci üzerine depolama şartlarının önemli bir etkisinin olmadığını belirten çalışmalarla uyumludur (Suk ve Kwon, 2004; Jo ve ark., 2011; Jones ve ark., 2014; Petek ve ark., 2014; Jones ve ark., 2018).

4.4. Haugh birimi

Depolamanın üçüncü haftasında kafes sistemi ile kapalı sistemden elde edilen yumurtaların Haugh birimi farklılık göstermemiştir. Bu sonuç Abo Ghanima ve ark. (2020) kafes sisteminden elde edilen yumurtaların Haugh birimi kapalı sistemden elde edilen yumurtların Haugh birimi değerinden daha yüksek olduğu ile ilgili çalışması ile uyumlu değildir. Bu farklılık depolama sıcaklık ve nem değerlerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Yumurta ak kalitesinin en iyi göstergesi olarak Haugh birimi kabul edilmektedir. Oda şartlarında depolanan yumurtaların Haugh birimi buzdolabı şartlarında depolananlara göre daha düşük olmaktadır (Samli ve ark., 2005; Akter ve ark., 2014; Liu ve ark., 2016; Martínez ve ark., 2021). Depolama süresince Haugh birimindeki değişiklikler koyu akın daha sıvı ak durumuna geçmesi ile ilgilidir. Koyu ak tabakasında bulunan ovomucin proteinin yapısının bozulması ile ak yüksekliğinde düşmeyle beraber Haugh biriminde düşüşler görülebilmektedir (Strixner ve Kulozik, 2011; Quan ve Benjakul, 2018; Quan ve Benjakul, 2019). Ayrıca yumurta akından su kaybının olması Haugh biriminin düşmesine sebep olabilmektedir. Çalışmamızdaki farklı sıcaklıkların Haugh birimini farklı etkilemesinin sebebi depolama sıcaklığı arttıkça yumurta akındaki suyun daha fazla uzaklaşması, ak yüksekliğinin düşmesi ve yumurta ağırlığının azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.5. Sarı indeksi

Genel olarak bakıldığında depolama süresince yumurta sarı indeksi üzerine yetiştirme sistemlerinin net bir etkisi olmadığı fakat depolama sıcaklığının sarı indeksi üzerine önemli bir etkisi olduğu görülmüştür ($P<0,05$). Yetiştirme sistemlerinin depolama sonucunda sarı indeksi üzerine etki olmadığı ile ilgili sonucumuz, Jones ve ark. (2014) sarı indeksi üzerine yetiştirme sistemlerinin önemli bir etkisi bulunmaması ile ilgili sonucu ile uyumludur. Ana etkilerden depolama sıcaklığının yumurta sarı indeksi üzerine etki yaptığı görülmektedir. Yumurta sarı indeksi üzerine yumurta depolama şartları ve süresi önemli etki etmektedir (Aygün ve Narinc, 2016; Akarca ve ark., 2021). Depolama süresince yumurtanın sarı kısmından ak kısmına su geçişine bağlı olarak sarı yüksekliğinin azalmasına ve dolayısıyla sarı indeksinin düşmesine sebep olmaktadır. Ayrıca depolama süresince vitellin zarının yapısının bozulması ve daha elastik bir duruma geçmesi de sarı yüksekliğinin düşmesi ve sarı çapının artmasına sebep olmaktadır.

4.6. Yumurta ak pH

Depolama sonunda yumurta ak pH'ı üzerine yetiştirme sistemleri x depolama sıcaklığı interaksyon etkisinin önemli olduğu görülmektedir. Depolama süresince yumurta ak pH değeri yumurta akından suyun ve CO₂'in porlar aracılığıyla uzaklaşması neticesinde değişmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda depolama süresine bağlı olarak depolama sıcaklığı ak pH'ının yükselmesinde önemli bir etki yaptığı ifade edilmektedir (Avan ve Alişarlı, 2002; Chung ve Lee, 2014; Aygün ve

Narinc, 2016; Ayoola ve ark., 2016). Çalışmamızda depolama sonunda en yüksek ak pH değerinin serbest sistemden (Y grubu) elde edilen ve oda sıcaklığında depolan yumurtalarda, en düşük ak pH değerinin ise serbest sistemden (F) elde edilen ve buzdolabı şartlarında depolanan yumurtalarda tespit edilmiştir. Yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaların depolama süresince ak pH yönünden farklı tepki gösterdiği söylenebilir. Bunun sebebi anlaşılamamıştır. Çünkü bu sistemlerden elde edilen yumurtaların depolama süresince yumurta ağırlık kaybı yönünden bir farklılığın olmadığı görülmüştür.

5. Sonuçlar

Çalışmamızın sonuçlarına göre, depolama süresince yetiştirme sistemlerinin yumurtaların kalite özellikleri üzerine belirgin bir etki yapmadığı görülmüştür. Depolama süresince yumurta kalite özellikleri üzerine depolama sıcaklığının önemli bir etki yaptığı görülmektedir. Sonuç olarak; yumurta hangi yetiştirme sisteminden elde edilirse edilsin buzdolabı şartlarında depolanmasının yumurta kalitesinin daha uzun süre korunmasında fayda sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma Zir. Müh. Bilal KALE'nin Yüksek Lisans tezinden özetlenmiş olup Selçuk Üniversitesi B.A.P. tarafından 20211025 no'lu Tez Projesi ve TÜBİTAK TOVAG-1170792 nolu proje ile desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Abo Ghanima MM., Elsadek MF., Taha AE., Abd El-Hack ME., Alagawany M., Ahmed BM., Elshafie MM., El-Sabroun K. Effect of housing system and rosemary and cinnamon essential oils on layers performance, egg quality, haematological traits, blood chemistry, immunity, and antioxidant. *Animals* 2020; 10(2): 245.
- Ahmad MM., Froning G., Mather F., Bashford L. Relationships of egg specific gravity and shell thickness to quasi-static compression tests. *Poultry Science* 1976; 55(4): 1282-1289.
- Akarca G., Istek Ö., Tomar O. The effect of resin coating on the quality characteristics of chicken eggs during storage. *Journal of Food Science* 2021; 86(4): 1243-1257.
- Akpınar GC., Canogullari S., Baylan M., Alasahan S., Aygun A. The use of propolis extract for the storage of quail eggs. *Journal of Applied Poultry Research* 2015; 24(4): 427-435.

- Aktan S., Kampus D. Effects of age and storage duration on relationships among albumen quality traits and egg weight in Japanese quails. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 2011; 10 (Supplement): 3340 - 3344.
- Akter Y., Kasim A., Omar H., Sazili AQ. Effect of storage time and temperature on the quality characteristics of chicken eggs. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 2014; 12(3&4): 87-92.
- Akyurek H., Okur AA. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 2009; 8(10): 1953-1958.
- Altan A., Bayraktar H. Kümesler ve donanımları. In: Türkoğlu M, Sarıca M, (eds). *Tavukçuluk Bilimi: Yetiştirme Besleme Hastalıkları*. Ankara: Bey Ofset 2014; 207-261.
- Anonim. Yumurtacı tavukların korunması ile ilgili asgari standartlara ilişkin yonetmelik. Ankara: Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı; 2014. 29183.
- Avan T., Alişarlı M. Muhafaza şartlarının yumurtanın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2002; 13: 98-107.
- Aygun A. The relationship between eggshell colour and egg quality traits in table eggs. *Indian Journal of Animal Research* 2014; 48(3): 290-294.
- Aygun A., Narinc D. Effect of storage temperature on egg quality traits in table eggs. Paper presented at: International Conference on Advances in Natural and Applied Sciences; April 21-23 2016; pp: 1-4, Antalya, Turkey.
- Aygun A., Sert D. Effects of vacuum packing on eggshell microbial activity and egg quality in table eggs under different storage temperatures. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2013; 93(7): 1626-1632.
- Aygun A., Yetisir R. The relationships among egg quality characteristic of different hybrid layers to forced molting programs with and without feed withdrawal. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 2010; 9(4): 710-715.
- Ayoola MO., Olufemi AM., Foluke A., Oguntunji A. Relationship of temperature and length of storage on pH of internal contents of chicken table egg in humid tropics. *Biotechnology in Animal Husbandry* 2016; 32(3): 285-296.
- Batkowska J., Brodacki A., Gryzińska M. Effects of laying hen husbandry system and storage on egg quality. *European Poultry Science* 2016; 80: 1-10.
- Baylan M., Canogullari S., Ayasan T., Copur G. Effects of dietary selenium source, storage time, and temperature on the quality of quail eggs. *Biological Trace Element Research* 2011; 143(2): 957-964.
- Bozkurt Z. Avrupa Birliği'nde et i ve yumurtacı tavukların refah standartları için yasal gereklilikler ve Türkiye'nin uyumu. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi* 2017; 6(2): 23-35.

- Chung SH., Lee KW. Effect of hen age, storage duration and temperature on egg quality in laying hens. *International Journal of Poultry Science* 2014; 13(11): 634.
- Dohnal J., Pospiech M., Kielczewski K., Kowalska H. Studies on egg specific gravity in flocks of white and brown egg layers. *Zeszyty Naukowe Drobiarstwa* 1988; 5: 67-81.
- Fidan ED. Avrupa Birliği kriterlerine uyum sürecinde Türkiye’de yumurtacı tavuk refahına yönelik mevzuatlara genel bir bakış. *Animal Health Production and Hygiene* 2018; 7(1): 569-575.
- Funk E. The relation of the yolk index determined in natural position to the yolk index as determined after separating the yolk from the albumen. *Poultry Science* 1948; 27(3): 367-367.
- Grover R., Anderson D., Damon Jr R. The correlation between egg shell color and specific gravity as a measure of shell strength. *Poultry Science* 1980; 59(6): 1335-1336.
- Güler G., Ayşe Ş., Turgud FK., Tahtabiçen E., Aylin A., Samli HE. Serbest gezen tavuklardan elde edilen yumurtaların propolis ekstraktı ile kaplanmasının raf ömrü ve kalite parametrelerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2022; 19(1): 89-100.
- Harput FN., Aygün A. Otomatik sistem ve el ile toplanan tavuk yumurtalarının farklı sıcaklıklarda depolanmanın yumurta kabuk mikrobiyal yükü ve yumurta kalitesi üzerine etkisi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi* 2021; 10(1): 37-48.
- Haugh RR. The haugh unit for measuring egg quality. *The US Egg Poultry Magazine* 1937; 43: 522-573.
- Jo C., Ahn D., Liu X., Kim K., Nam KC. Effects of chitosan coating and storage with dry ice on the freshness and quality of eggs. *Poultry Science* 2011; 90(2): 467-472.
- Jones D., Karcher D., Abdo Z. Effect of a commercial housing system on egg quality during extended storage. *Poultry Science* 2014; 93(5): 1282-1288.
- Jones D., Ward G., Regmi P., Karcher D. Impact of egg handling and conditions during extended storage on egg quality. *Poultry Science* 2018; 97(2): 716-723.
- Kraus A., Zita L., Krunt O. The effect of different housing system on quality parameters of eggs in relationship to the age in brown egg-laying hens. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 2019; 25: 1246-1253.
- Lewko L., Gornowicz E. Effect of housing system on egg quality in laying hens. *Annals of Animal Science* 2011; 11(4): 607-611.
- Liu YC., Chen TH., Wu YC., Lee YC., Tan FJ. Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs. *Food Chemistry* 2016; 211: 687-693.
- Martínez Y., Soliz ND., Bejarano M., Paz P., Valdivie M. Effect of storage duration and temperature on daily changes in external and internal egg quality of eggs from Dekalb White® laying hens. *European Poultry Science* 2021; 85.

- Miles R., Harms R. Relationship between egg specific gravity and plasma phosphorus from hens fed different dietary calcium, phosphorus, and sodium levels. *Poultry Science* 1982; 61(1): 175-177.
- Nordstrom JO., Ousterhout L. Estimation of shell weight and shell thickness from egg specific gravity and egg weight. *Poultry Science* 1982; 61(10): 1991-1995.
- Oliveira CH., Boiago MM., Guaragni A. Effects of heat treatments and edible shell coatings on egg quality after storage at room temperature. *Food Science and Technology* 2020; 40: 344-348.
- Petek M., Alpay F., Dikmen S., Çavuşoğlu E. Effects of shrink film, extended storage and temperature on external and internal table egg quality. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine* 2014; 33.
- Pujols KD., Osorio L., Carrillo EP., Wardy W., Torrico DD., No HK., Corredor JAH., Prinyawiwatkul W. Comparing effects of α -vs. β -chitosan coating and emulsion coatings on egg quality during room temperature storage. *International Journal of Food Science & Technology* 2014; 49(5): 1383-1390.
- Quan TH., Benjakul S. Quality, protease inhibitor and gelling property of duck egg albumen as affected by storage conditions. *Journal of Food Science and Technology* 2018; 55(2): 513-522.
- Quan TH., Benjakul S. Duck egg albumen: physicochemical and functional properties as affected by storage and processing. *Journal of Food Science and Technology* 2019; 56(3): 1104-1115.
- Rodríguez-Navarro AB., Domínguez-Gasca N., Muñoz A., Ortega-Huertas M. Change in the chicken eggshell cuticle with hen age and egg freshness. *Poultry Science* 2013; 92(11): 3026-3035.
- Samli H., Agma A., Senkoylu N. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *Journal of Applied Poultry Research* 2005; 14(3): 548-553.
- Sarıca M., Erensayın C. Tavukçuluk ürünleri. In: Türkoğlu M, Sarıca M, (eds). *Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme ve Hastalıklar*. Vol 4: Bey Ofset Matbaacılık 2014; 110-139.
- Scott T., Silversides FG. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science* 2000; 79(12): 1725-1729.
- Sharma MK., McDaniel CD., Kiess AS., Loar II RE., Adhikari P. Effect of housing environment and hen strain on egg production and egg quality as well as cloacal and eggshell microbiology in laying hens. *Poultry Science* 2022; 101(2): 101595.
- Silversides F., Budgell K. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. *Poultry Science* 2004; 83(10): 1619-1623.
- Simons PCM. *Ultrastructure of the hen eggshell and its physiological interpretation*. The Netherlands: Wageningen University and Research; 1971.

- Strixner T., Kulozik U. Egg proteins. In: Philips GO, Williams PA, (eds). Handbook of food proteins: Woodhead Publishing, Elsevier 2011; 150-209.
- Suk Y., Kwon J. Effects of egg storage, storage temperature, and insemination of hens on egg quality. Korean Journal of Poultry Science 2004; 31(4): 203-212.
- Syafiah HN., Purwantini D., Santosa RSS. The effect of tegal and Magelang ducks cross types on production, shell thickness and egg specific gravity. ANGON: Journal of Animal Science and Technology 2021; 3(1): 55-65.
- Vlčková J., Tůmová E., Míková K., Englmaierová M., Okrouhlá M., Chodová D. Changes in the quality of eggs during storage depending on the housing system and the age of hens. Poultry Science 2019; 98(11): 6187-6193.
- Wells R. Egg shell strength: 2. The relationship between egg specific gravity and egg shell deformation and their reliability as indicators of shell strength. British Poultry Science 1967; 8(3): 193-199.
- Wells R. A study of the hen's egg. Paper presented at: British Egg Marketing Board Symposium, Edinburgh; 1968; 207-249.