



Comparison of Egg Quality Traits of Atak-S Hens Kept in Different Rearing Systems

Dilek Şentürk Demirel^{1,a,*}, Ramazan Demirel^{1,b}

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Dicle University, 21280 Diyarbakir, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 20/05/2019 Accepted : 29/11/2019</p> <p>Keywords: Free-range system Egg quality Laying hen Enriched cage ATAK-S</p>	<p>This study was conducted to compare the internal and external quality characteristics of the eggs of Atak-S laying hybrids kept in enriched cage and free-range rearing systems. In the study; 400 Atak-S hybrids, 31 weeks of age were fed for 6 weeks of experimental period. Throughout the experiment, with weekly intervals, 15 eggs of each group were collected from the laying hens kept in both systems for determination of the quality of the exterior (egg shape index and egg shell thickness) and interior (albumen and yolk width, height, yolk height and yolk colour). At the end of the experiment, there were statistically significant differences between groups for Haugh unit (wk. 2), albumen index (wk. 6), egg shell rate (wk. 1, 2, 3), egg shell thickness (wk. 6), yolk colour for L (wk. 3) and for a (wk. 1, 3). However, there were no significant differences between groups for other weeks and mean values, egg weight, shape index and yolk index.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(1): 54-60, 2020

Farklı Yetiştirme Sistemlerinde Barındırılan Atak-S Yumurtacı Tavukların Yumurta Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 20/05/2019 Kabul : 29/11/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Serbest sistem Yumurta kalitesi Yumurtacı Zenginleştirilmiş kafes ATAK-S</p>	<p>Bu araştırma, zenginleştirilmiş kafes (ZK) ve serbest sistemde (SS) yetiştirilen Atak-S yumurtacı hatların yumurta iç ve dış kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada; 400 adet 31 haftalık yaştaki yumurta tavukları, 6 hafta süreyle beslenmişlerdir. Deneme süresince haftalık olarak her bir sistemde yetiştirilen tavukların yumurtalarından 15'er adet alınarak dış (şekil indeksi, kabuk özellikleri) ve iç (ak ve sarı genişliği, yüksekliği ve sarı rengi) kalite özellikleri belirlenmiştir. Deneme sonunda, Haugh birimi (2. hafta), ak indeksi (6. hafta), yumurta kabuk oranı (1., 2. ve 3. hafta), kabuk kalınlığı (6. hafta), yumurta sarısı rengi L için (3. hafta), a için ise (1. ve 3. hafta) verileri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Belirtilen haftaların dışındaki diğer haftalardaki ve genel ortalama değerler arasındaki farklılıklarla, yumurta ağırlığı, şekil indeksi ve sarı indeksi değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur.</p>

^a senturk@dicle.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-0816-4125> | ramazand@dicle.edu.tr

^c <https://orcid.org/0000-0003-4142-2632>



Giriş

Artan nüfus ile beraber insanların sağlıklı ve dengeli beslenmesi için ihtiyaç duyulan proteinlerin temininde tavuk, hindi, bıldırcın, kaz, ördek, keklik, devekuşu vb. kanatlı kümes hayvanı türleri önemli bir seçenek haline gelmiştir. En çok yetiştirilen tür olan tavuğun eti ve yumurtasının yüksek kaliteli protein içermesinin yanı sıra, ekonomikliği de tüketiminde etkili olmaktadır. Kümes hayvancılığında tavukların refah seviyesini; hastalık, davranış, rasyon içeriği, genetik yapı ve çevre koşulları gibi çeşitli faktörler etkilemektedir (Denli ve ark., 2016). Günümüzde serbest sistem ve zenginleştirilmiş kafes sistemleri, geleneksel kafes sisteminin problemlerini hafifletme ve hayvan refahı bakımından kabul edilebilir alternatiflerdir. Yumurta kalitesi, tavukların yaşının yanı sıra (Silversides ve ark., 2006) yetiştirme sistemlerinden de (Vits ve ark., 2005) etkilenebilmektedir.

Serbest sistemde yetiştirilen tavukların yumurtalarının, ağırlığı, kabuğu kalınlığı ile kirlilik oranının zenginleştirilmiş kafeslere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Denli ve ark. (2016), yumurta akı ve yumurta sarısı yüksekliği ile genişliğinin yetiştirme sistemlerinden etkilenmediğini, her iki yetiştirme sistemindeki tavuklar için yumurta iç kalite parametrelerinin benzer olduğunu, kirliliği yumurta oranının ise serbest sistemde daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Serbest sistemde Lohmann Brown ve Atak'S yumurtacı tavuklarla yapılan bir çalışmada iki hibrit arasında yumurta verimi ve kalite özellikleri bakımından önemli bir fark görülmediği, serbest sistemde hibrit seçiminin önemli olduğu bildirilmiştir (Tutkun ve ark., 2018). Farklı yetiştirme sistemlerinin (konvansiyonel kafes, zenginleştirilmiş kafes, çok katlı kafes ve serbest sistem) karşılaştırıldığı bir çalışmada; çok katlı kafes sistemdeki yumurtaların daha sağlam, serbest sistemdekilerin ise zayıf olduğu belirtilmiştir (Mertens ve ark., 2006).

Serbest sistemlerde gezinti sırasında tüketilen böcek ve bitkilerden dolayı yumurta sarısının konvansiyonel kafes sistemine oranla karotenoid miktarının daha yüksek olduğu ve dolayısı ile daha koyu sarı renge sahip olduğu ve kabuk kalınlığının daha fazla olduğu bildirilmektedir. Araştırmacılar, yumurta kalite özelliklerinin yetiştirme sistemlerinden etkilendiğini ve serbest sistemlerde yumurta iç ve dış kalite özelliklerinin üniform olarak sürdürülebilirliğinin zor olduğunu bildirmişlerdir (Karadaş ve ark., 2005; Petek ve ark., 2009).

Sencic ve Butko (2006) Lohmann Brown genotipi yumurta tavuklarının kafes ve serbest sistemde 52 hafta beslenmesi sonucu; yumurta ağırlığı, kabuk kalınlığı ve

sarı rengi bakımından serbest sistemde üretilen yumurtaların daha üstün; sarı indeksi, ak indeksi ve haugh birimi bakımından ise yetiştirme sistemleri arasında farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Angelovicova ve ark. (2014), serbest sistemde elde edilen yumurtaların kabuk kalınlığının zenginleştirilmiş kafes sisteminden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Farklı yetiştirme sistemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada; yumurta ağırlığı ve sarı indeksi değerleri kafes sisteminde, serbest sistemden daha yüksek bulunurken; şekil indeksi, kabuk ağırlığı, kabuk oranı ve kalınlığı, sarı rengi, albumen indeksi ve Haugh birimi bakımından farklılık tespit edilmediğini bildirmişlerdir (Yenice ve ark., 2016). Bu araştırma, zenginleştirilmiş kafes ve serbest sistemde yetiştirilen Atak-S yumurtacı hatların yumurta iç ve dış kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü Kanatlı Kümes Hayvanları Araştırma ve Uygulama Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir.

Materyal

Araştırmada hayvan materyali olarak 31 haftalık yaşta Atak-S yumurtacı tavuklar kullanılmıştır. Deneme süresince tavuklara 31-36. haftalar arasında %18 ham protein, 2640 Kkal/kg ME, %3,9 Ca ve %0,4 yarıyıllı fosfor içeren, içeriği Çizelge 1'de verilen karma yem verilmiştir.

Günümüzde uygulanan AB hayvan refahı uygulamalarına göre (1999), Geleneksel kafes sistemindeki yetiştiricilik 2012 yılından itibaren yasaklanmış; bunun yerine modifiye veya zenginleştirilmiş (furnished) kafes sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Zenginleştirilmiş kafes sisteminde; tünük, eşinme ve kum banyosu yapabileceği olanakları ile tırnak törpüleme ekipmanları bulunmaktadır. Bu kafeslerde tavuk başına 750 cm² taban alanı, bunun en az 600 cm²'sinin yüksekliğinin 45 cm'den fazla olması şartı getirilmiştir. Geri kalan kısım folluk veya esneme/gerinme alanı olarak tanımlanmıştır. Tavuk başına 15 cm'lik tünük ve 12 cm'lik yemlik alanı, kafesler ile kümes duvarları arasında en az 90 cm'lik koridor, kafes katlarının yerden yüksekliğinin 35 cm'den fazla olması gerekmektedir. Zenginleştirilmiş kafes sisteminde yerleşim sıklığı her bir kafeste 25 adet tavuk (120 × 55 × 45cm) olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Karma Yem içeriği

Table 1 Constituents and chemical compositions of diets

Karma Yem İçeriği	%	Besin Maddeleri	Hesaplanmış Değerler
Buğday	7,50	Kuru Madde,%	91
Mısır	45,00	Ham Protein,%	18
Ayçiçeği Küspesi, %32	10,00	Metabolik Enerji, Kkal/kg	2640
Soya Küspesi, %44	9,50	Kalsiyum, %	3,90
Tam Yağlı Soya	17,00	Kullanılabilir Fosfor, %	0,40
Dikalsiyum Fosfat	1,85	Sodyum, %	0,18
DL-Methionin	0,15	Metiyonin + sistin, %	0,77
Kalsiyum Karbonat	8,80	Lizin,%	0,91
Tuz	0,35	Treonin,%	0,67
Vitamin-Mineral Karması	0,25	Triptofan,%	0,24
Toplam	100	Linoleik asit, %	2

Serbest sistemde ise hayvanların tel örgüyle sınırlanmış, bitkiyle kaplı açık alana çıkıp gezinmelerine ilave olarak bitki ve böceklerle beslenme imkânı tanınmıştır. Serbest sistemde kümes içi alanda kafes bulunmamakta, zeminde altlık olarak hızar talaşı ile kaplanmaktadır. Kapalı alandaki yerleşim sıklığı 6 tavuk / m², 4 tavuk / folluk, yeterli miktarda yemlik ve suluk bulundurulmuştur. Zemini bitki kaplı ve tel ile çevrilmiş güvenli gezinme ve otlama alanı (5 tavuğa bir m² olarak) Tavukların bitkiyle kaplı gezinme alanında bitkilerle ve böceklerle beslenme imkânı verilerek, gün ışığı altında ferah bir ortam sağlanmıştır.

Yöntem

Altı haftalık deneme süresince zenginleştirilmiş kafes ve serbest dolaşımli yer sisteminde yetiştirilen tavuklara, günlük 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık uygulaması yapılmıştır. Yem ve su serbest olarak sunulmuştur. Her iki gruptan haftalık 15'er adet yumurta toplanarak laboratuvara getirilmiş, iç ve dış kalite özellikleri tespit edilmiştir. Yumurta kabuk ağırlıkları, günlük olarak elde edilen yumurtaların içleri boşaltılıp, kabuk zarı ayrıldıktan sonra kabukları hassas terazide tartılarak belirlenmiştir. Kabuk kalınlığının belirlenmesi için; yumurtanın küt, sivri ve orta kısmından alınan parçalardan 1/100 mm duyarlılıkta mikrometre yardımıyla ölçüm yapılarak ortalamaları alınmıştır. Ak ve sarı yüksekliğinin belirlenmesinde tripod (3 ayaklı) mikrometre, ak ve sarı genişliğinin belirlenmesinde ise dijital kumpas kullanılmıştır. Şekil indeksinin (Şİ) belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Şİ} = \frac{\text{Yumurta genişliği}}{\text{Yumurta uzunluğu}} \times 100$$

Ak indeksi (Aİ), Üç ayaklı mikrometre yardımıyla ak yüksekliği, dijital kumpas yardımıyla ak genişliği ve ak uzunluğu ölçülerek aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Aİ} = \frac{\text{YAY}}{\text{YAUU}} \times 100$$

YAY : Yumurta akının yüksekliği (mm)

YAUU: Yumurta akının uzunluk ve genişlik ortalaması (mm)

Sarı indeksi (Sİ), Üç ayaklı mikrometre yardımıyla sarı yüksekliği, dijital kumpas yardımıyla da sarı çapı ölçülerek aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Sİ} = \frac{\text{Yumurta sarısı yüksekliği (mm)}}{\text{Yumurta sarısı çapı (mm)}} \times 100$$

Haugh Birimi (HB), Yumurta ağırlığı ve ak yüksekliğinden yararlanılarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{HB} = 100 \text{ Log}(H+7,57-1,7G^{0,37})$$

H : Ak yüksekliği (mm)

G : Yumurta ağırlığı (g)

Sarı Rengi: Yumurta sarısı renginin belirlenmesinde 3nh Focus on Color, General Colorimeter marka ve NR10QC model dijital renkölçer cihaz kullanılmıştır. Renklerin a, b ve L özellikleri bu şekilde tespit edilmiştir.

ΔE Toplam renk farkını (Numune - ölçülen malzemelerin renkleri arasındaki) ΔL (+) kısmı Beyaz, ΔL (-) Siyah (L=0 Siyah, L=100 Beyaz) Δa (+) kısmı kırmızı açılımı, Δa (-) kısmı yeşil açılımı Δb (+) kısmı sarı açılımı, Δb (-) kısmı mavi açılımı ifade etmektedir.

L, a, b, renk modeli dikey sarı-mavi ve yeşil-kırmızı eksenlerine dayanan koordinatlar kullanır. Bunun sonucunda kırmızı/yeşil ve sarı/mavi sıfatlarını tarif etmek için basit değerler kullanılabilir. L, a, b'de bir rengi gösterirken, L lightness'ı, a kırmızı/yeşil değerini ve b sarı/mavi değerini gösterir (Bruce, 2000; Speirs, 1998). Günümüzde en yaygın kullanılan ve kabul gören renk evreni L, a, b evrenidir.

İstatistiksel analizler, SPSS 15.0 paket programında t-testi prosedürü kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde (P<0,05) önem düzeylerinin karşılaştırılmasında Tukey Testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Zenginleştirilmiş kafes ve serbest sistemde yetiştirilen tavuklara ait yumurta dış kalite özelliklerinden olan yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk oranı ve kabuk kalınlığına ait haftalık ve ortalama değerler Çizelge 2'de verilmiştir. İki farklı sistemde yetiştirilen tavukların haftalık ve ortalama şekil indeksi ve yumurta ağırlığı değerleri arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılık bulunmamıştır (P>0,05). Ancak kabuk oranı değerleri bakımından ilk 3 haftada, kabuk kalınlığı bakımından ise sadece 6. haftada önemli düzeyde farklılık tespit edilmiştir (P<0,05). Bu durum ölçüm yapılan yumurta sayısının az olmasından kaynaklanmış olabilir. Diğer haftalarda ve ortalama değerler arasında ise yetiştirme sistemlerine göre farklılık önemsiz bulunmuştur (P>0,05).

Ortalama yumurta ağırlıkları arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılık bulunmamakla birlikte, serbest sistemde yetiştirilen tavuklardan elde edilenler (59,90 g), zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilenlerden (59,36 g) rakamsal olarak daha yüksek bulunmuştur. Elde edilen yumurta ağırlığı değerleri her iki grupta da birbirlerine oldukça yakın olup, üretim sistemlerinin yumurta ağırlığına etkisinin önemli olduğu bildirilen Sarıca ve Erensayın (2004)'m bildirdiği standart yumurta ağırlığı (57,6 g) değerinden daha yüksek gerçekleşmiştir. Ancak, serbest sistemde yetiştirilen tavukların diğer sistemlere oranla daha hafif yumurta verdiklerini ifade eden araştırma sonuçlarıyla (Keeling ve Dun, 1988; Pavlovski ve ark., 1994; Mostert ve ark., 1995) ve serbest sistemde yetiştirilen tavukların yumurtalarının daha üstün olduğunu ifade eden Sencic ve Butko (2006)'nın sonuçlarıyla bizim elde ettiğimiz değerler arasında benzerlik bulunmamaktadır. Yumurta kabuk kalitesi, kabukta bulunan Ca seviyesiyle ilgili olabilir. Genellikle rasyondaki Ca seviyesinin kabuk kalitesinin sürdürülmesinde önemli rol oynadığı ifade edilmektedir (Arpášová ve ark., 2010). Geleneksel kafes ve serbest yetiştirme sistemlerinde yetiştirmenin yumurta ağırlığına etkisinin incelendiği çalışmalarda ticari ve köy yumurtalarına göre serbest dolaşanların daha ağır olduğunu ifade eden çalışmalarla (Artan ve Durmuş, 2015; Denli ve ark., 2016) bizim sonuçlarımız benzerlik göstermemektedir.

Çizelge 2. Yumurta dış kalite özelliklerine ait bulgular

Table 2. Findings for external quality properties

Haftalar	Şekil İndeksi, %		Yumurta Ağırlığı, g				Kabuk Oranı, %				Kabuk Kalınlığı, mm					
	FR		ZK		FR		ZK		FR		ZK		FR		ZK	
	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x
1	74,6	0,95	75,7	0,850	57,6	0,658	59,26	1,19	9,993 ^b	0,186	10,464 ^a	0,133	0,327	0,015	0,327	0,012
2	75,6	1,23	74,7	1,001	63,9	0,998	60,62	1,33	10,147 ^b	0,309	11,791 ^a	0,278	0,385	0,020	0,346	0,008
3	75,5	0,80	74,8	0,735	61,1	1,464	58,43	0,87	10,086 ^b	0,262	11,327 ^a	0,279	0,350	0,007	0,361	0,007
4	73,8	0,85	76,3	0,944	58,5	1,271	57,01	1,15	11,039	0,249	11,267	0,383	0,344	0,012	0,352	0,011
5	73,2	0,81	72,3	0,823	58,5	1,451	60,15	1,25	10,746	0,199	10,153	0,232	0,328	0,009	0,318	0,014
6	73,2	1,12	73,5	0,673	60,5	1,2101	60,51	1,79	10,899	0,225	11,085	0,162	0,308 ^b	0,005	0,342 ^a	0,009
Ortalama	74,3	0,40	74,6	0,363	59,9	0,529	59,36	0,53	10,490	0,106	10,998	0,115	0,340	0,006	0,340	0,004

^{a, b} Aynı satırda, benzer harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir P>0.05, FR: Free Range; ZK: Zenginleştirilmiş Kafes

Yumurta şekil indeksi değerleri serbest sistem ve zenginleştirilmiş kafeste sırasıyla %74,3 ve %74,6 olarak belirlenmiş ve istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Şİ bakımından yetiştirme sistemleri kıyaslandığında serbest sistemde yetiştirilen tavukların yumurtalarının, kafes sisteminde yetiştirilen yumurtaların Şİ değerlerine (%74,0) daha yakın, standart bir yumurtanın Şİ'nin ise %72-76 arasında olması gerektiği ifade edilmektedir. Bu değerlerin dışında kalan yumurtaların viyollere iyi yerleşmediği, depolama ve nakil sırasında kayıplara neden olduğu için tercih edilmediği ifade edilmektedir (Jacob ve ark., 1998; Şenköylü, 2000; Sarıca ve Erensayın, 2004). Normal boyutların dışındaki yumurtalar, normal sınıftaki yumurtalarla viyollere yerleştirildiklerinde ağırlığın eşit olarak dağılması nedeniyle kırılmalar meydana gelmektedir. Ayrıca, düzensiz görüntü nedeniyle pazarlama sorunlarına da neden olabilmektedir (Altan, 1993). Şekil indeksi değerleri serbest sistemde yetiştirilen Atak'S yumurtalarında %76,05 olarak bulunurken (Şekeroğlu ve ark., 2010), Artan ve Durmuş (2015)'ün çalışmasında %79,09 olarak gerçekleşmiştir. Çalışmamızdan elde edilen Şİ değerleri, Doğan (2008)'in marketlerden toplanan ticari yumurtalarda hesapladığı Şİ değerinden düşük olmuştur. Koçer (2006), yaptığı çalışmada Şİ değerlerinin %73,72-74,53 arasında değiştiğini ifade etmiş ve bizim değerlerimize yakın sonuçlar elde etmiştir. Türker ve ark. (2017) serbest sistemde yetiştirilen Atak'S genotipinde yumurta Şİ'nin (%75,22), yabancı orjinli kahverengi ticari yumurtacı genotipte ise (%77,59) hesaplandığını bildirmişlerdir.

Yumurta dış kalitesinin en önemli kriterlerinden birisi kabuk kalınlığıdır (KK). Kabuk kalınlığını; hayvanın yaşı, bakım-besleme, yumurta ağırlığı, mevsim gibi faktörler etkilemektedir. KK yumurtanın pazar kalitesi açısından önemlidir. Sarıca ve Erensayın (2014) yaptıkları çalışmada yumurta KK'nın 0,30-0,35mm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Sofralık yumurtalar için KK'nın 0,33-0,35 mm arasında olması istenir ve 0,33 mm'den daha ince kabuklu yumurtalar çok ince kabul edilir, nakliye ve pazarlama safhalarında kırılma riskleri çok fazladır (Doğan, 2008). Elde ettiğimiz ortalama yumurta KK değerleri her iki yetiştirme sisteminde de eşit değerlerde (0,34 mm) gerçekleşmiştir. Serbest yetiştirme sisteminde elde edilen yumurtaların kabuk kalınlıklarının zenginleştirilmiş kafes sistemine göre daha yüksek olduğunu bildiren çalışmalar (Dukic-Stajcic ve ark. 2009; Angelovicova ve ark., 2014) bizim sonuçlarımızla benzerlik göstermemektedir.

Yerli kahverengi Atak'S genotipiyle (0,35 mm), yabancı orjinli kahverengi ticari yumurtacıların (0,38 mm) yumurta kabuk kalınlığı bakımından karşılaştırıldığı çalışmada (Türker ve ark. 2017), bizim elde ettiğimiz verilerden daha kalın kabuklu yumurta elde etmişlerdir. Bir diğer çalışmada, markette satılan yumurtaların %60'ı istenilen normal KK değerlerine sahip iken, %40'ının ise normal değerlerin üzerinde kalın kabuklu olduğu bildirilmiştir (Doğan, 2008).

Denememizde, ortalama yumurta kabuk oranı değerleri bakımından istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte, serbest dolaşımli sistemden elde edilenlere (%10,490) göre zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilenlerden daha yüksek ortalama (%10,998) elde edilmiştir.

Zenginleştirilmiş kafes ve serbest sistemde yetiştirilen tavuklara ait yumurta iç kalite özelliklerinden olan ak indeksi (Aİ) ve sarı indeksleri (Sİ) ile Haugh birimine (HB) ait haftalık ve ortalama değerler Çizelge 3'te verilmiştir. HB için 2. haftadaki değerler arasında, ak indeksinde ise 6. haftadaki değerler arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılık tespit edilmişken (P<0,05); HB ve Aİ için diğer haftalar ve ortalama değerler ile Sİ değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur (P>0,05). İstatistiki düzeyde önemli olan her iki parametrede de zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen tavukların yumurtalarının skorları, serbest sistemde üretilenlerden daha yüksek olmuştur.

İç kalite özellikleri yumurta akından ve sarısından belirlenmektedir. Kuluçkalık yumurtada albümin kalitesinin ölçütü olarak HB ve Aİ, yumurta sarısının kalite ölçütü olarak ise Sİ değerleri kullanılmaktadır. Yumurta albümin ve sarı kalitesi kuluçka sonuçlarında önemli etkiye sahiptir (Erensayın, 2000).

Haugh birimi, yumurta tazeliğinin ölçüsü olan ve raf ömrünü etkileyen iç kalite özelliklerindedir. Albümin kalitesinin ölçümünde yaygın olarak HB kullanılmaktadır, özel olarak geliştirilmiş aletlerle doğrudan okuma yapılabildiği gibi, kırılmadan önce tartılıp ağırlığı belirlenen yumurtanın ak yüksekliği üç ayaklı mikrometre ile de ölçülebilmektedir.

Çalışmamızda HB bakımından gruplar arasındaki farklılık 2. hafta değerleri hariç, istatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte, serbest sistemde daha düşük (84,7-83,4) gerçekleşmiştir. Bu değerler Artan ve Durmuş (2015)'ün ticari, köy ve serbest sistemde yetiştirilen yumurtalar için elde ettikleri sırasıyla 61,973, 63,779 ve 69,000 değerlerinden yüksek iken; Durmuş (2006)'un beyaz yumurtacı saf hatlarla (Black, Blue, Brown ve Maroon)

elde ettiği değerlerden (sırasıyla 85,90, 88,05, 86,78 ve 87,61) düşük olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1). İkinci (2013), Kamanlı ve Türkoğlu (2018) farklı kafes yoğunluklarında barındırılan yumurtacıların rasyonlarına bazı bitkisel ekstraktların ve vitamin ilavesinin etkilerini inceledikleri çalışmalarda, HB değerleri önemli bulunmuştur. TSE'ye göre HB değeri 79'dan yüksek olan yumurtalar mükemmel kalite (AA) olarak sınıflandırılmaktadır (Türkoğlu ve Sarıca, 2004). HB, genetik yapı ve sürü yaşına göre farklılık göstermektedir (Silversides, 1994).

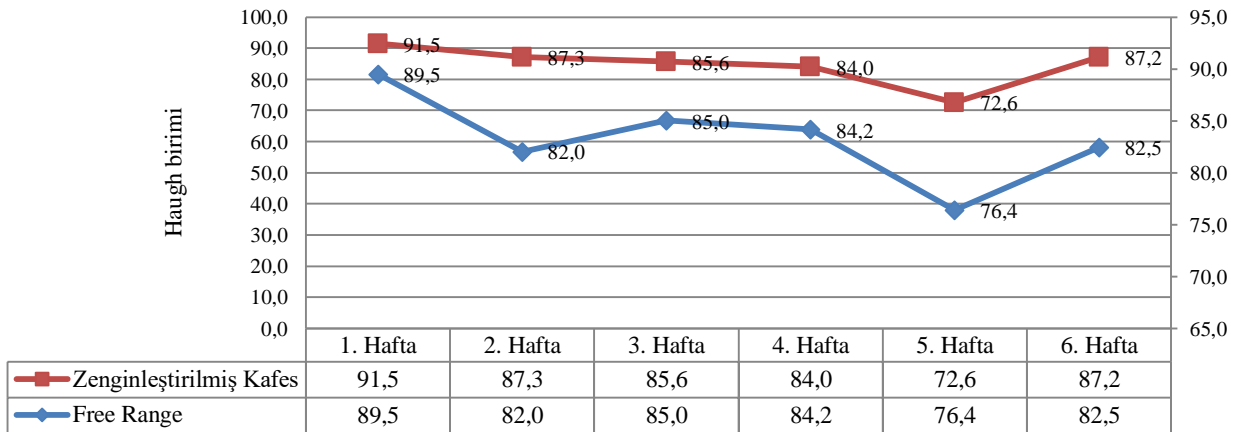
Araştırmamızda ak ve sarı yüksekliği değerleri arasında yetiştirme sistemleri bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır. Bu sonuçlar Denli ve ark. (2016)'nın bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Ancak, Sencic ve ark. (2006)'nın serbest sistemde üretilen yumurtaların sarı rengi skorlarının daha yüksek olduğunu ifade ettikleri sonuçlarla benzerlik göstermemektedir. Yumurta sarısı renk değerlerinin farklılığının, kullanılan yemlerin pigment içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde ettiğimiz ortalama ak indeksi (Aİ) değerleri istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte, %2,9 ve %3,3 olarak gerçekleşmiş ve zenginleştirilmiş kafesten elde edilen değer serbest sistemden daha yüksek bulunmuştur. Yumurta akı kalitesinin belirlenmesinde kullanılan Aİ'nin, sofralık ve damızlık yumurtalarda yüksek olması istenilmektedir. Elde ettiğimiz değerler, Aİ'nin normal sınırlarının %8–11,8 arasında olması gerektiğini ifade eden Friars ve ark. (1978) ile Artan ve Durmuş (2015)'un sırasıyla ticari ve serbest sistemden elde ettiği değerden (4,94-5,87) düşük bulunmuştur. Aİ genetik yapıdan,

sürünün yaşından ve yumurtanın tazeliğinden de etkilenmektedir (Wolc ve ark., 2012).

Yumurta sarısı açık ve koyu renkli sarı tabakalardan oluşmaktadır. Açık sarı renkli tabaka kuluçkada civciv oluşumundan, koyu renkli sarı tabaka ise civcivin beslenmesinden sorumludur. Yumurtaların sarı renk kalitesi sarı indeksi ile ölçülmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre SI değerleri her iki grupta da benzer (%42,5), fakat belirtilen normal değerden (%46) düşük olarak gerçekleşmiştir (Türkoğlu ve Sarıca, 2009).

Zenginleştirilmiş kafes ve serbest sistemde yetiştirilen tavukların yumurtalarına ait haftalık ve ortalama sarı renk bulguları (L, a ve b) Çizelge 4'te verilmiştir. Sarı rengin L'si için sadece 3. haftadaki farklılıklar ile; a için 1. ve 3. haftalara ait değerler arasındaki farklılık önemli bulunurken ($P<0,05$); diğer haftalar ve ortalama değerler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Yumurta sarı rengi; genotip, yaş, yetiştirme sistemi, yemdeki lizin düzeyi, yağlar, antioksidanlar, vitamin A ve Ca tüketimi, antibiyotik vb. ilaçlar ile henüz bilinmeyen bazı faktörlerden etkilenmektedir (Sarıca ve Erensayın, 2014). Çalışmamızın sonuçlarıyla (Artan ve Durmuş (2015)'un yumurta sarı renginin serbest gezenlerde ticari ve köy tavuğuna göre daha koyu olduğunu belirten çalışmaları, Sencic ve Butko (2006) ile Turan (2006)'ın sonuçlarıyla benzer bulunmazken; Şekeroğlu ve Sarıca (2005)'nin zenginleştirilmiş kafes sistemiyle ilgili bulgularıyla benzerlik gösterirken, serbest sistemle elde ettikleri sonuçlarla benzerlik göstermemektedir. Kullanılan rasyon içeriklerinin bu farklılığa neden olabileceği söylenebilir.



Şekil 1. Yetiştirme sistemlerine göre Haugh biriminin haftalık değişimi

Figure 1. Weekly change of Haugh Unit according to rearing systems

Çizelge 3. Yumurta iç kalite özelliklerine ait bulgular

Table 3. Findings for internal quality properties

Haftalar	Ak İndeksi, %				Sarı İndeksi, %				Haugh Birimi			
	FR		ZK		FR		ZK		FR		ZK	
	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$
1	3,4	0,19	3,8	0,19	50,7	0,96	50,1	0,48	89,5	1,28	91,5	1,27
2	2,8	0,23	3,4	0,24	42,5	0,45	41,8	0,60	82,0 ^b	1,93	87,3 ^a	1,51
3	3,1	0,26	3,8	0,32	42,6	0,70	43,3	0,63	85,0	2,25	85,6	4,75
4	3,1	0,17	3,2	0,37	39,8	0,93	40,1	0,79	84,2	1,49	84,0	3,02
5	2,3	0,26	2,1	0,21	37,9	0,67	37,8	0,67	76,4	2,63	72,6	2,92
6	2,6 ^b	0,17	3,4 ^a	0,33	40,9	1,29	42,1	0,95	82,5	1,63	87,2	2,72
Ortalama	2,9	0,09	3,3	0,13	42,5	0,56	42,5	0,51	83,4	0,87	84,7	1,33

^{a, b} Aynı satırda, benzer harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir $P>0,05$, FR: Free Range; ZK: Zenginleştirilmiş Kafes

Çizelge 4. Yumurta sarısı rengine ait bulgular

Table 4. Findings of egg yolk colour

Haftalar	L				a				b			
	FR		ZK		FR		ZK		FR		ZK	
	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x
1	56,0	0,92	56,20	0,59	19,7 ^a	1,12	15,6 ^b	0,64	33,1	1,05	32,3	0,45
2	56,2	0,52	56,07	0,33	14,1	0,49	15,1	0,58	32,6	0,93	30,2	0,82
3	54,6 ^a	0,39	52,43 ^b	0,78	13,3 ^b	0,24	14,4 ^a	0,39	31,3	1,25	28,2	1,00
4	54,5	0,43	53,93	0,57	14,2	0,39	13,8	0,49	30,0	0,96	31,7	0,86
5	55,0	0,63	54,86	0,41	14,5	0,58	14,1	0,52	30,7	0,56	31,1	0,72
6	53,6	0,54	54,00	0,37	14,4	0,59	14,9	0,48	28,9	1,09	30,3	0,70
Ortalama	55,0	0,25	54,65	0,25	15,0	0,34	14,7	0,22	31,2	0,42	30,7	0,33

^{a, b} Aynı satırda, benzer harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir P>0,05, FR: Free Range; ZK: Zenginleştirilmiş Kafes

Deneme süresince ölüm oranı değerleri benzer (FR: %1,04, ZK: %0,96) bulunmakla birlikte, Sencic ve Butko (2006)'nın serbest sistemde yetiştirilen tavukların ölüm oranının daha yüksek olduğunu bildiren sonuçlarından farklı bulunmuştur.

Araştırmamızda gruplar arasında haftalık ortalama kirli ve çatlak yumurta sayısı (ZK: %5,0, FR: %4,62) istatistiksel olarak önemli olmasa da serbest sistemde daha düşük bulunmuş ve kirli yumurta oranlarının serbest sistemde, kafes ve zenginleştirilmiş kafes sistemlerinden daha yüksek olduğunu ifade eden çalışmalarla (Denli ve ark. 2016; Dikmen ve ark. 2016) benzerlik bulunmamaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, serbest sistem ve zenginleştirilmiş kafes sistemlerinde yetiştirilen tavukların yumurta iç ve dış kalite özellikleri ile yumurta ağırlıklarının bazı haftalar hariç, ortalama değerler arasında önemli düzeyde farklılık tespit edilmemiştir. Analizleri yapılan yumurta sayısı bu sonuçların alınmasında etkili olabilir. Bu konuda yeni çalışmaların planlanmasında, yumurta kalitesinin kullanılan genotipe, mevsime ve rasyonun bileşimine göre farklılık gösterebileceği dikkate alınmalıdır. Ayrıca yetiştirme sistemlerinin karşılaştırılacağı yeni çalışmalarda, yumurta ve yem içerisindeki mikro besin maddelerinin belirlenmesine yönelik planlamalar yapılırken, analizde kullanılacak yumurta sayısı da artırılabilir.

Kaynaklar

- Altan Ö. 1993. Yumurtada kalite kavramı, kalitenin sektör ve tüketiciler açısından değerlendirilmesi. Seminer Çalışması, İzmir, 30s.
- Angelovičová M, Ševčíková V, Angelovič M, Bučko O. 2014. Comparison of two different breeding systems of laying hens in relation to egg shell quality. Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies, 47(2): 166-171.
- Arpášová H, Halaj M, Halaj P. 2010. Eggshell quality and calcium utilization in feed of hens in repeated laying cycles. Czech Journal of Animal Science, 55: 66 - 74.
- Artan S ve Durmuş İ. 2015. Köy, serbest ve kafes sistemlerinde üretilen yumurtaların kalite özellikleri bakımından karşılaştırılması. Akademik Ziraat Dergisi, 4 (2): 89 - 97.
- Brues, S. 2000. "Postscriptum on Color Management" GretagMacbeth, İsviçre.
- Denli M, Bükün B, Tutkun M. 2016. Comparative performance and egg quality of laying hens in enriched cages and free-range systems. Scientific Papers. Series D. Animal Science, Vol. LIX,59: 29-32.

- Doğan H. 2008. Adana'da satışa sunulan yumurtalarda sunuş çeşitliliği ve kalite değişimi üzerine bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Adana.
- Dikmen BY, İpek A, Şahan Ü, Petek M, Sözcü A. 2016. Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage and free range). Poultry Science, 95(7): 1564-1572.
- Dukić-Stojić M, Perić L, Bjedov S, Milošević N. 2009. The quality of table eggs produced in different housing systems. Biotechnology in Animal Husbandry. 25(5/6): 1103-1108.
- Durmuş İ. 2006. Geliştirilmekte olan yerli beyaz yumurtacı saf hatlar ve hibritlerinde verim özellikleri, yumurta kalitesi ve kuluçka sonuçlarının belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara
- Ekinci Ö. 2013. Farklı kafes yoğunluklarında barındırılan yumurtacı tavukların rasyonlarına bitkisel ekstraktlar ve vitamin ilavesinin verim, yumurta kalitesi ve bazı kan parametrelerine etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Erzurum.
- Erensayın C. 2000. Yumurta Kalitesi. Tavukçuluk (bilimsel-teknik-pratik). 2. Basım, Ankara, Nobel yayın dağıtım, 255 - 354.
- Friars GW, Fairfull RW, Gavora JS, Gowe RS. 1978. Eggs old yields in selected and control strains at different ages. Processing and abstracts worlds' Poultry Congress Rio De Janeiro, 1612-1617.
- Jacob JP, Miles RD, Mather FB. 1998. Egg quality. University of Florida Cooperative Extension Service Institute of Food and Agricultural Sciences, Fact Sheet, Ps. 24.
- Kamanlı S, Türkoğlu M. 2018. Tavukçuluk araştırma enstitüsünde bulunan beyaz yumurtacı saf hatlar melezlerinin yumurta iç ve dış kalite özelliklerinin belirlenmesi. Tavukçuluk Araştırma Dergisi 15 (1): 23-28.
- Karadaş F, Wood NAR, Surai PF, Sparks NHC. 2005. Tissue-specific distribution of carotenoids and vitamin E in tissues of newly hatched chicks from various avian species. Comparative Biochemistry and Physiology Part A 140(4): 506-511.
- Keeling LJ, Dun A. 1988. Polythene housing for free range layers: bird performance and behavior, Poultry Report. The West of Scotland Agricultural College. Technical Note, Number, 249.
- Koçer Ö. 2006. Yumurtacı tavuklarda canlı ağırlığın performans, yumurta kalitesi ve kan parametreleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Erzurum.
- Mertens K, Barnelis B, Kemps B, Kamers B, Verhoelst E, De Ketelaere B, Bain M, Decuyper E, De Baerdemaeker J. 2006. Monitoring of egg shell breakage and eggshell strength in different production chains of consumption eggs. Poultry Science; 85: 1670-1677.
- Mostert BE, Bowers EH, Van Der Walt JC. 1995. Influence of different housing systems on the performance of hens of four laying strains. South African Journal of Animal Science, 25(3): 80-86.

- Pavlovski Z, Hopic S, Uracar S, Masic B. 1994. The effect of housing system on interval egg quality in small layer flocks. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 10 (5-6): 37-43.
- Petek M, Alpay F, Gezen SS, Çıbık R. 2009. Effects of housing system and age on early stage egg production and quality in commercial laying hens. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 15: 57-62.
- Sarıca M, Erensayın C. 2004. Tavukçuluk ürünleri. *Tavukçuluk Bilimi, Yetiştirme ve Hastalıklar* (Editörler, Türkoğlu, M. Sarıca, M.), Bey-Ofset, 2. Basım, Ankara, s:100-160.
- Sarıca M, Erensayın C. 2014. Tavukçuluk ürünleri. *Tavukçuluk Bilimi (Yetiştirme, Besleme, Hastalıklar)* (Ed. M.Türkoğlu, M.Sarıca). Bey Ofset Matbaacılık. 4. Basım. Ankara. s: 671.
- Senčić Đ, Butko D. 2006. Productivity of layers and egg quality in free range and cage system of housing. *Poljoprivreda*, 12 (2): 48-51.
- Senčić Đ, Antunović Z, Domaćinović M, Šperanda M, Steiner Z. 2006. Egg quality from free range and cage system of keeping layers. *Stočarstvo*, 60 (3): 173-179.
- Silversides FG. 1994. The haugh unit correction for egg weight is not adequate for comparing eggs from chickens of different lines and ages. *Journal Applied poultry sciences*. 3: 120-126.
- Silversides FG, Shaver DM, Song Y. 2006. Pure line laying chickens at the agassiz research centre. *Animal Genetic Resources/Recursos génétiques animales/Recursos genéticos animales*, 40: 79-85.
- Speirs H. 2003. "Introduction to Prepress", BPIF, Pira International, UK, 1998, "The Basic Principles of Color and Lab for Computer Publishing", Linotype-Hell
- SPSS. 2006. *SPSS Base 15.0 for Windows User's Guide* SPSS Inc. Chicago IL. 179p.
- 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, Sarıca M, Demir E, Ulutaş Z, Saatçi M, Omed H. 2010. Effects of different housing systems on some performance traits and egg qualities of laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9(12):1739 - 1744.
- Şenköylü N. 2000. *Modern Tavuk Üretimi*. Anadolu matbaası, 3. baskı. Tekirdağ, s:38.
- Tutkun M, Denli M, Demirel R. 2018. Productivity and egg quality of two commercial layer hybrids kept in free-range system. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6(10): 1444-1447.
- Türker İ, Alkan S, Akçay S. 2017. Yerli ve yabancı ticari kahverengi yerli ve yabancı ticari kahverengi yumurtacı tavukların serbest (free-range) yetiştirme sisteminde verim özelliklerinin karşılaştırılması. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(7): 814-821.
- Türkoğlu M, Sarıca M. 2004. *Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme, Hastalıklar*. Editörler, Prof. Dr. Mesut Türkoğlu, Prof. Dr. Musa Sarıca. Bey Ofset Matbaacılık, Ankara. ISBN: 442s.
- Türkoğlu M, Sarıca M. 2009. *Tavuk Genetiği ve Islahı*. Editörler: Türkoğlu, M., Sarıca, M.: *Tavukçuluk Bilimi*, 10, 91-120.
- Vits A, Weitzenburger D, Hamann H, Distl O. 2005. Influence of different small-group-systems on production traits, egg quality and bone breaking strength of laying hens. 1st communication: Production traits and egg quality. *Zuchtungskunde*, 77(4): 303-323.
- Wolc A, Arango J, Settar P, Sullivan NPO, Olori VE White IMS, Hill WG, Dekkers JCM. 2012. Genetic parameters of egg defects and egg quality in layer chickens, *Poultry Science*, 91(6):92-1298.
- Yenice G, Kaynar O, İleriturk M, Hira F, Hayirli A. 2016. Quality of eggs in different production systems. food technology and economy, engineering and physical properties. *Czech Journal of Food Sciences*, 34 (4): 370 - 376.