



The Effect of Cage System and Stocking Density on Performance, Egg Quality and Microbial Load of Eggshell of Laying Hens[#]

Zeynep Yardım^{1,a,*}, Mustafa Akşit^{1,b}

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Adnan Menderes University, 09100 Aydın, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]Bu makale Zeynep Yardım tarafından hazırlanan doktora tezinin bir bölümüdür</p> <p>Research Article</p> <p>Received : 25/08/2021 Accepted : 04/11/2021</p> <p>Keywords: Enriched cages Conventional cages Genotype Stocking density Laying hens</p>	<p>This study was carried out to determine the effects of two different cage systems (enriched and conventional) and low and high stocking densities on performance, egg quality and egg shell microorganisms. In study, two different genotypes were used to native (Atak-S) and foreign (Lohmann) hens occurred of 864 hens used. As the cage system, the battery type was used in the conventional system and the enriched cage type was used in the alternative system. The results indicated that genotype and cage system significantly affected egg production and egg mass in the laying period (18-76 weeks). It was determined that Lohmann genotype and conventional cages had significantly higher egg production and egg mass in this period. It was seen that hens consumed significantly higher feed in enriched cages than in conventional cages, and were significantly better feed conversion ratio in low stocking density compared to high stocking density. The effects of genotype and cages system on the quality characteristics of eggs were found to be significant, and it was determined quality characteristics of Lohmann eggs were better (especially eggshell quality. In addition, it was understood that the internal quality of the eggs in the conventional cages and the external quality characteristics of the eggs in the enriched system were positively affected. The total numbers of microorganisms were determined to be higher on shell of eggs from enriched cages than conventional cages. The total numbers of microorganisms were higher in enriched cage eggs compared to conventional cage eggs. However, stocking density was not a significant effect on the microbial load of the eggshell.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(11): 2004-2012, 2021

Kafes Sistemi ve Yerleşim Sıklığının Yumurta Tavuklarının Performansı, Yumurta Kalitesi ve Yumurta Kabuğunun Mikrobiyal Yükü Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 25/08/2021 Kabul : 04/11/2021</p> <p>Anahtar Kelimeler: Zenginleştirilmiş kafes Konvansiyonel kafes Genotip Yerleşim sıklığı Yumurtacı tavuk</p>	<p>Bu çalışma, zenginleştirilmiş ve konvansiyonel kafes sistemlerinin, düşük ve yüksek yerleşim sıklığının yumurta tavuklarının performansı, yumurta kalite özellikleri ve yumurta kabuğundaki mikroorganizma sayıları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada yerli (Atak-S) ve yabancı (Lohmann) iki farklı genotipten oluşan 864 adet yumurtacı hibrit kullanılmıştır. Kafes sistemi olarak konvansiyonel sistemde batarya tipi, alternatif sistemde ise zenginleştirilmiş kafes tipi kullanılmıştır. Sonuçlar, yumurtlama döneminde (18-76 hafta), genotip ve kafes sisteminin yumurta verimi ve yumurta kitlesini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir. Bu dönemde, Lohmann genotipi ve konvansiyonel kafeslerin daha fazla yumurta üretimine ve yumurta kitlesine sahip olduğunu belirlenmiştir. Tavukların zenginleştirilmiş kafeslerde konvansiyonel kafeslerden daha fazla yem tükettikleri ve yüksek yerleşim sıklığına göre düşük yerleşim sıklığında yemden daha iyi yararlandıkları görülmüştür. Genotip ve kafes sisteminin yumurtaların kalite özellikleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuş ve Lohmann yumurtalarının daha iyi kalite özelliklerine (özellikle yumurta kabuğu kalitesi) sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, konvansiyonel sistemde yumurtaların iç kalitesinin, zenginleştirilmiş sistem ise dış kalite özelliklerinin olumlu etkilediği anlaşılmıştır. Yumurta kabuk yüzeyindeki toplam mikroorganizma sayısı, zenginleştirilmiş kafes sisteminde konvansiyonel sistemden daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, yerleşim sıklığının yumurta kabuğunun mikrobiyal yükü üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır.</p>

^a zkacamakli@adu.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0002-9235-3721>

^b maksit@adu.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0002-8074-8208>



Giriş

Yetiştirme sistemleri ve bakım-yönetim uygulamaları ile kanatlı hayvanların verimi, sağlığı, davranışları ve refahı arasında önemli ilişkiler bulunmaktadır. Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde geleneksel yetiştirme sistemlerinin olumsuzluklarının giderilmesi amacıyla alternatif yetiştirme sistemleri geliştirilmektedir. Yumurta tavukları için de geliştirilen bu alternatif sistemler tavukların ihtiyaçlarını karşılayabilecek ve refahını iyileştirecek aynı zamanda üreticileri ekonomik açıdan tatmin edecek şekilde tasarlanmaktadır (Mollenhorst ve Deboer, 2004). Günümüzde ticari yumurta üretiminde hayvan refahının gözetildiği zenginleştirilmiş kafes ve çekme kat (aviary) sistemleri gibi alternatif üretim sistemleri konvansiyonel kafes sistemlerinin yerini almaya başlamıştır. Zenginleştirilmiş kafesler standart kafeslerden farklı olarak tünek, tırnak törpüsü, folluk ve kum banyosu özelliklerini içeren tavukların gezinebildikleri alanı da kapsayan daha geniş bir kafes grubunu oluşturmaktadır. Yetiştirme sistemlerinin tavukların yumurta verimini ve kalite özelliklerini önemli ölçüde etkilediği bildirilmektedir (Giannenas ve ark., 2009; Matt ve ark., 2009; Trziszka ve ark., 2004). Öte yandan, Becker ve ark. (2011) zenginleştirilmiş ve konvansiyonel kafeslerde üretilen yumurtaların kalite özellikleri arasında önemli bir farkın bulunmadığını ileri sürmüşlerdir. Alves ve ark. (2007) zenginleştirilmiş ve konvansiyonel kafes yumurtalarının kabuk kaliteleri arasındaki farkın önemli olmadığını, Abrahamsson ve Tauson, (1997), Wall ve ark. (2002) ve Dikmen ve ark. (2016). Zenginleştirilmiş kafeslerin kırık yumurta sayısını artırdığını bildirmişlerdir. Genotipin yumurta kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmalarda, yumurta ağırlığı, kabuk kalınlığı ve direnci, şekil indeksi ve haugh birimi gibi özellikler üzerine genotipin etkisi önemli bulunmuştur (Ledvinka ve ark., 2010). Türker ve ark. (2017) kahverengi Lohmann genotipinin Atak-S genotipinden daha ağır yumurta verdiğini bildirmiştir. De Reu ve ark. (2003) ve Protais ve ark. (2003) yumurta kabuğundaki aerobik bakteri popülasyonunun küme ve Çekme kat sisteminde (aviary) yetiştirilen tavuklara ait yumurtalarda, zenginleştirilmiş ve konvansiyonel kafeslerde üretilen yumurtalardan daha yoğun olduğunu ortaya koymuşlardır. De Reu ve ark. (2009) zenginleştirilmiş kafeslerde üretilen yumurtaların kabuk yüzeyindeki bakteri sayısının diğer alternatif sistemlere göre daha düşük olduğunu, Enterobacteriaceae sayılarında ortaya çıkan farkın ise önemli olmadığını bildirmişlerdir. Yetiştirme sistemlerinde yerleşim sıklığının yüksek olması stres ve hastalık riskinin artmasına, verimin ve ürün kalitesinin düşmesine yol açmaktadır (Güçlü ve ark., 2009). Anderson ve ark. (1995) yerleşim sıklığı arttığında yumurta ağırlığının azaldığını, Cunningham ve ark. (1982) yerleşim sıklığının yumurta kalitesini etkilemediğini, Adams ve Jackson (1970) ise yerleşim sıklığının değişmesinden yumurta kalite özelliklerinden sadece Haugh biriminin etkilendiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, yerli ve yabancı kökenli iki farklı yumurtacı genotipin, konvansiyonel sistemde batarya tipi ve alternatif sistemde zenginleştirilmiş kafeslerde farklı yerleşim sıklığında yetiştirilmesinin bazı verim özellikleri ve yumurta kalitesi ile yumurta kabuğunun mikrobiyal yükü üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Hayvan Denepleri Yerel Etik Kurulunun (ADÜ-HADYEK) 2014/132 sayılı onayına istinaden, ADÜ Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Kanatlı Ünitesinde gerçekleştirilen bu çalışmada, yerli (Atak-S) ve yabancı (Lohmann) kökenli 15 haftalık 864 adet yumurtacı genotip kullanılmıştır. Konvansiyonel sistemde batarya tipi ve alternatif sistemde zenginleştirilmiş kafeslerin kullanıldığı çalışmada, Lohmann ve Atak-S genotipleri düşük ve yüksek yerleşim sıklığında kafeslere yerleştirilmiştir. Deneme 2x2x2 faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme gruplarında zenginleştirilmiş kafeslerde yüksek yerleşim sıklığında (YS) her bölmede 40 tavuk (toplam alan 990 cm²/tavuk, kullanılabilir alan ise 750 cm²/tavuk), düşük yerleşim sıklığında (DY) her bölmede 32 tavuk (toplam alan 1237 cm²/tavuk, kullanılabilir alan 930 cm²/tavuk) yer almıştır. Konvansiyonel kafeslerde ise YS' de 60x50 cm taban alanına sahip kafes gözüne, 5 tavuk (600 cm²/ tavuk), DY' da 4 tavuk (750 cm²/tavuk) yer almıştır. Tavuklara yem ve su ad-libitum olarak sağlanmıştır. Denemede yarkalara 15-17 haftalık dönemde 2750 Kcal/kg, ME, %17,3 HP, %0,36 metiyonin, %0,85 lisin, %2,00 Ca, %0,45 yararlanılabilir P içeren yumurtlama öncesi yemi, yumurtlama döneminin 18-44. haftaları arasında 2750 Kcal/kg, ME, %17,0 HP, %0,40 metiyonin, %0,80 lisin, %3,75 Ca, %0,40 yararlanılabilir P içeren kafes tavuğu I. dönem yumurta yemi, 45-76. haftalar arasında da 2750 Kcal/kg, ME, %16,30 HP, %0,38 metiyonin, %0,77 lisin, %4,00 Ca ve %0,37 yararlanılabilir P içeren kafes tavuğu II. dönem yumurta yemi verilmiştir. Aydınlatma süresi eşeysel olgunlukla birlikte yumurta verimindeki artış dikkate alınarak artırılmış, 16 saat aydınlık:8 saat karanlık uygulamasıyla pik verimine ulaşıldıktan sonra yumurtlama döneminin sonuna kadar bu program uygulanmıştır.

İncelenen Özellikler

Denemede yumurta sayısı, yumurta kitlesi, toplam ve ortalama günlük yem tüketimi 18-25, 26-44, 45-76 ve 18-76. haftalık dönemlerde belirlenmiş, bu dönemlere ait yemden yararlanma oranı hesaplanmıştır. Yumurta Verimi; Deneme sürecince yumurtalar günde 1 kez aynı saatte toplanarak grup düzeyinde belirlenmiş, yumurta verimi tavuk-gün esasına göre hesaplanmıştır.

Yumurta Kitlesi: Yumurta ağırlığı grup düzeyinde günlük olarak tartılarak belirlenmiş ve yukarıda belirtilen dönemlere ait yumurta kitlesi hesaplanmıştır. Yem Tüketimi: Tavukların yem tüketimleri grup düzeyinde yukarıda belirtilen dönemlere göre belirlenmiştir. Yemden Yararlanma Oranı: İlgili döneme ait tüketilen yem miktarı o dönemde elde edilen toplam yumurta kitlesine bölünerek yukarıda belirtilen dönemlere ait yemden yararlanma değerleri hesaplanmıştır.

Çalışmada günde 1 kez aynı saatte toplanarak grup düzeyinde yumurta verimi kaydedilmiştir. Yumurta kalite özelliklerinin belirlenmesi için çalışma boyunca (18-76 hafta) 4 haftada bir her gruptan rastgele seçilen 30, toplam 240 yumurta örneği oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra laboratuvarında analiz edilmiştir. Yumurtaların dış kalite özellikleri olarak şekil indeksi, özgül ağırlık, kırılma direnci, kabuk kalınlığı gibi özellikler değerlendirilmiştir.

İç kalite özelliklerini belirlemek için cam bir masaya yumurtalar kırıldıktan 10 dakika sonra ölçme işlemi yapılmıştır. Bu beklemenin sebebi yumurta kırıldıktan sonraki ilk 10 dakika içerisinde ölçümlerde büyük değişikliklerin oluşmasıdır. Bu değişiklikler 10 dakika sonra minimum düzeye inmektedir (Ergün ve ark., 1987).

Şekil İndeksi: Dijital kumpas (Mitutoyo Absolute Digimatic, Mitutoyo UK) ile ölçülen yumurta genişliği, yumurta uzunluğuna bölünüp yüzle çarpılarak şekil indeksi yüzde olarak hesaplanmıştır. **Kabuk Ağırlığı:** Yumurtalar kabukları üç gün oda sıcaklığında kurutulmuş, 0,01 g hassas terazide kabuk ağırlıkları tespit edilmiştir. **Kabuk Kalınlığı:** Kabuk kalınlığının belirlenmesinde mikrometre kullanılmıştır. Bu amaçla kullanılan yumurtanın sivri, küt ve orta kısmından alınan kabuk örneklerinden zarları çıkarıldıktan sonra kalınlıkları mikrometre ile ölçülüp ortalamaları tek bir kalınlık değeri olarak hesaplanmıştır. **Yumurta Kırılma Direnci:** Yumurta kırılma direnci, kırılma direnci ölçme aleti (Newton, N) kullanılarak belirlenmiştir. **Kabuk direnci Zwick Roell-Z005** aletinde, yumurta cihaza dikey olarak yerleştirilerek güç uygulanmıştır. Yumurtanın çatladığı andaki direnç okunarak kırılma direnci (Newton, N) olarak kaydedilmiştir. **Ak İndeksi:** Yumurtalar kırıldıktan sonra akın yüksekliği 1/100 mm duyarlılıkta üç ayaklı mikrometre ile uzunluğu ve genişliği ise kumpasla (Efil ve Sarıca, 1997) ölçülerek aşağıdaki eşitlikle ak indeks değeri hesaplanmıştır. $Ak \text{ indeksi} = Ak \text{ yüksekliği (mm)} / Ak \text{ Uzunluğunun ve genişliğinin ortalaması (mm)} \times 100$

Sarı İndeksi: Yumurta sarı yüksekliği 1 /100 mm duyarlılıkta üç ayaklı mikrometre ile, çapı ise dijital kumpasla (Mitutoyo Absolute Digimatic, Mitutoyo UK) Türkoğlu ve ark. (1997), tarafından açıklandığı şekilde ölçülerek formüle göre hesaplanmıştır. $Sarı \text{ indeksi} = Sarının \text{ Yüksekliği (mm)} / Sarının \text{ Çapı (mm)} \times 100$

Haugh Birimi: Haugh Birimi yumurtanın dayanıklılığı, pişmeye elverişliliği ve tazeliği ile yakından ilgilidir.

Haugh, (1937), tarafından bu amaçla geliştirilmiş formül yardımı ile hesaplanmaktadır. $Haugh \text{ Birimi} = 100 \text{ Log} (h+7,57 - 1,7 G^{0,37})$ h: Ak yüksekliği (mm) G: Yumurta ağırlığı (g)

Yumurta Kabuğundaki Mikroorganizma Sayısı: Tavukların 22, 32, 41 ve 50. hafta yaşlarında her bir gruptan 9 adet olmak üzere 8 gruptan toplam 72 adet yumurta örneği alınmıştır. Toplanan yumurtalar analiz için (Musgrove ve ark., 2005) yöntemine göre hazırlanmıştır.

Toplam mikroorganizma sayımı; Yumurta kabuğunda toplam aerobik mikroorganizma sayımı için uygun seyreltmeler yapıldıktan sonra 100 mikrolitre örneği standart agara (Acumedia Manufacturers Lansin, MI) yayma yöntemi ile ekim yapılarak 35°C de 48 saat süresince inkübasyona bırakılmıştır (Jones ve Anderson, 2013). **Enterobacteriaceae sayısı:** Seyreltme işleminden sonra Violet Red Bile Glucose Agar üzerine 1 ml örnek konularak 37°C de 18-20 saat inkübasyona bırakılmıştır (Jones ve Anderson, 2013).

Elde edilen verilerin analizinde SPSS 19 istatistik paket programı kullanılmıştır (SPSS, 2011). Analiz için oluşturulan matematik model aşağıda belirtilmiştir.

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + c_j + (a \times b \times c)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} : Performans ve kalite özelliklerinden herhangi birisinin değeri, μ : Populasyon ortalaması

a_i : Genotip etkisi

b_j : Yerleşim sıklığı etkisi

c_j : Kafes sistemi etkisi

$(a \times b \times c)_{ij}$: Genotip (i), yerleşim sıklığının (bj) ve kafes sisteminin (cj) etkilerinin (ij) etkisi

e_{ijk} : Şansa bağlı hata.

Çizelge 1. Zenginleştirilmiş ve konvansiyonel kafeslerde farklı yerleşim sıklığında yetiştirilen iki farklı yumurtacı genotipe ait yumurta verimi (YV, adet) ve yumurta kitlesi (YK, g)

Table 1. Egg production and egg mass of two different layer genotypes reared in enriched and conventional cages at different stocking densities

Uygulama	Dönemler (hafta)									
	18-25			26-44		45-76		18-76		
	N	YV	YK	YV	YK	YV	YK	YV	YK	
Genotip										
Atak-S	12	19	1068	123	7450	164	10191	305	18710	
Lohmann	12	16	901	140	8637	174	11000	330	20537	
Kafes										
Zengin	12	18	991	129	7894	167	10747	312	19330	
Konvansiyonel	12	18	978	134	8193	171	10444	323	19918	
Yerleşim sıklığı										
Düşük	12	18	992	135	8248	168	10522	321	19762	
Yüksek	12	18	978	127	7839	169	10670	314	19486	
SH		0,71	38,52	1,81	101,30	1,38	95,60	2,29	136,25	
		Önemlilik Değeri (P)								
Genotip (G)		0,004	0,007	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
Kafes (K)		0,744	0,813	0,044	0,053	0,073	0,040	0,005	0,008	
Yerleşim Sıklığı (YS)		0,870	0,797	0,006	0,011	0,531	0,292	0,053	0,172	
G×K		0,046	0,030	0,103	0,186	0,038	0,098	0,059	0,133	
G×YS		0,017	0,015	0,180	0,094	0,769	0,671	0,596	0,405	
K×YS		0,064	0,043	0,103	0,085	0,116	0,193	0,870	0,797	
G×K×YS		0,625	0,719	0,180	0,104	0,341	0,274	0,625	0,719	

(P<0,05), SH: Standart hata.

Tavukların CA, CAA YT, YYO ait verilerin değerlendirilmesinde modelde genotip, kafes ve yerleşim sıklığı etkilerine yer verilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklar Duncan testinden yararlanarak değerlendirilmiştir. Yumurta kabuk yüzeyinden elde edilen mikroorganizma sayılarına logaritmik transformasyon uygulanarak veriler, SPSS 19 (SPSS, 2011) istatistik programının Genel Doğrusal Modeline göre analiz edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Tavukların 18. Hafta pik verimi, pik verimi 44. hafta ve 45-76. haftalar arası dönemlere ait yumurta sayıları Çizelge 1 ve aylık yumurta verimleri (%) Şekil 1'de verilmiştir. Yumurta verimi ve yumurta kitle ağırlığı bakımından belirtilen bu dönemlerde genotipler arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Çalışmada 18-76. haftalık verim döneminde Lohmann genotipinde yumurta verimi ve yumurta kitle ağırlığının daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1 ve Şekil 1).

Yumurta verimi üzerine kafes sisteminin etkisi önemli bulunurken, yerleşim sıklığının etkisinin önemli olmadığı görülmüştür ($P>0,05$). Çalışmada eşeyssel olgunluk yaşı – pik verim dönemi arasında genotip x kafes tipi ve genotip x yerleşim sıklığı interaksyonlarının yumurta verimi üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Pik dönemine kadar zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen Atak-S genotipi daha fazla sayıda yumurta üretirken, yüksek yerleşim sıklığında yumurta veriminin düştüğü görülmüştür (Şekil 2 ve 3). Verim dönemi sonunda Lohmann 330, Atak-S 305 adet yumurta sayısına ulaşmıştır. Zenginleştirilmiş kafeste 312, konvansiyonel sistemde ise 323 adet yumurta elde edilmiştir (Çizelge 1).

Yumurta verimi ile ilgili bulgularımıza benzer olarak, Onbaşılar ve ark. (2015) zenginleştirilmiş kafeste yetiştirdikleri kahverengi yumurtacı Lohmann genotipinin 18-73 haftalık yumurta verimini %77,09 ile %91,27 arasında olduğu, aynı genotipin konvansiyonel kafeste %82,11 ve %89,79 arasında yumurta verdiğini

belirlemişlerdir. Çalışmada, tavukların yemden yararlanma oranı üzerine kafes tipinin etkisinin önemli olduğu ve zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen tavukların yemden daha iyi yararlandıklarını görülmüştür. Kafeste yetiştirilen tavuklarda grup büyüklüğünün artmasına bağlı oluşan daha karmaşık bir sosyal düzen stresli bir ortamda oluşturmada bu durum da yumurta verimini düşmektedir (Craig ve ark., 1989; Anderson ve ark. (1995). Tactacan ve ark. (2009) zenginleştirilmiş kafeslerde yetiştirmiş oldukları tavukların batarya tipine göre daha ağır yumurta verdiklerini, ancak kırık ve kirli yumurta sayısının da daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Roll (2005), zenginleştirilmiş kafeslerde yetiştirilen tavukların yumurta ağırlığının, konvansiyonel kafeslerden elde edilen yumurtalardan 2,0 g daha fazla olduğunu belirlemiştir.

Zenginleştirilmiş kafes sisteminde daha az sayıda yumurta üretilmiş olması, bu sistemin konvansiyonel kafeslere göre tavuklara hareket edebilecekleri daha geniş alanlar sunması nedeniyle tavukların daha fazla hareket ettikleri, bu yüzden tüketmiş oldukları yemin bir kısmını yumurta üretimi yerine hareket etmek amacıyla kullanılmış olmasından kaynaklanmış olabilir. Konvansiyonel kafeslerde yetiştirilen tavukların hareket etme alanlarının kısıtlı olmasından dolayı, hareket enerjisine dönüştürmedikleri besin maddelerini yumurta üretimi için harcamaktadırlar. Bu yüzden yumurta veriminin konvansiyonel kafeslerde daha fazla olduğu görülmüştür. Düşük yerleşim sıklığında yetiştirilen tavukların yumurta verimlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bunun nedeni, yem tüketimi için verilen rekabetin daha az olmasından dolayı tavukların daha fazla yem tüketebildikleri ve yumurta verimlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Benzer olarak; Neijat ve ark. (2011), zenginleştirilmiş kafeslerde düşük yerleşim sıklığında daha fazla yem tüketimi olduğunu ve bununla ortamdaki düşük sıcaklığı telafi etmek için enerjiye ihtiyaç duyulmasına ve daha fazla yem ihtiyacının olması ile ilişkilendirmişlerdir. Yüksek yerleşim sıklığında performansta meydana gelen düşüşün ana nedeni oluşan sıcaklık stresinin meydana getirdiği olumsuz etkidir (Seven ve ark., 2011).

Çizelge 2. Tavukların bazı verim dönemlerine ait yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı

Table 2. Feed consumption and feed conversion ratio of some performance periods of hens

Uygulama	Dönemler (hafta)											
	18-25			26-44			45-76			18-76		
	GOYT	TYT	YYO	GOYT	TYT	YYO	GOYT	TYT	YYO	GOYT	TYT	YYO
Genotip												
Atak-S	106	5,22	6,15	107	14,99	2,07	110	15,39	2,30	108	35,59	3,51
Lohmann	105	5,15	6,18	110	15,50	1,98	111	15,39	2,25	109	36,04	3,47
Kafes												
Zenginleştirilmiş	107	5,23	6,28	110	15,44	2,06	112	15,64	2,30	109	36,22	3,50
Konvansiyonel	105	5,14	6,04	107	15,05	2,00	108	15,13	2,25	107	35,41	3,48
Yerleşim sıklığı												
Düşük	106	5,18	5,54	110	15,35	2,02	111	15,48	2,28	109	36,01	3,28
Yüksek	106	5,19	6,78	108	15,14	2,04	109	15,30	2,27	108	35,62	3,70
SH	0,001	0,03	0,19	0,001	0,12	0,01	0,001	0,10	0,01	0,00	0,18	0,06
	Önemlilik Değeri (P)											
Genotip (G)	0,081	0,101	0,905	0,006	0,007	0,001	0,100	0,991	0,001	0,281	0,101	0,662
Kafes (K)	0,021	0,026	0,380	0,027	0,031	0,003	0,003	0,003	0,003	0,032	0,006	0,609
Yerleşim Sıklığı (YS)	0,819	0,803	0,001	0,216	0,206	0,172	0,231	0,251	0,755	0,281	0,151	0,001
G×K	0,001	0,001	0,717	0,135	0,170	0,382	0,542	0,619	0,356	0,715	0,521	0,635
G×YS	0,123	0,127	0,257	0,673	0,723	0,045	0,139	0,135	0,106	0,715	0,144	0,676
K×YS	0,366	0,372	0,736	0,062	0,074	0,068	0,364	0,462	0,496	0,281	0,144	0,676
G×K×YS	1,00	0,933	0,609	0,171	0,239	0,057	0,064	0,072	0,100	0,081	0,055	0,879

($P<0,05$), SH: Standart hata. GOYT: Günlük ortalama yem tüketimi (g/gün), TYT: Toplam yem tüketimi (kg), YYO: Yemden yararlanma oranı (g/g)

Çizelge 3. Tavukların 25-76 haftalık verim dönemine ait yumurta iç ve dış kalite özellikleri
 Table 3. Egg internal and external quality characteristics of hens for 25-76 weeks of production period.

Uygula	N	Yumurta Kırılma Direnci (N)	Kabuk Kalınlığı (mm)	Kabuk Ağırlığı (g)	Kabuk Oranı (%)
Genotip					
Atak-S	1071	34,09	0,43	5,58	9,31
Lohmann	1048	42,38	0,46	6,26	9,90
Kafes					
Zenginleştirilmiş	1059	37,22	0,44	5,89	9,61
Konvansiyonel	1060	39,25	0,45	5,94	9,60
Yerleşim sıklığı					
Düşük	1054	38,17	0,45	5,94	9,62
Yüksek	1065	38,30	0,45	5,90	9,59
Önemlilik Derecesi (P)					
Genotip (G)		0,001	0,001	0,001	0,001
Kafes (K)		0,001	0,035	0,076	0,681
Yerleşim Sıklığı (YS)		0,712	0,767	0,107	0,389
G×K		0,631	0,101	0,044	0,984
G×YS		0,208	0,310	0,581	0,795
K×YS		0,522	0,075	0,421	0,211
G×K×YS		0,006	0,031	0,566	0,007
Uygulama	Yum. Ağırlığı (g)	Şekil İndeksi (%)	Haugh Birimi	Sarı İndeksi (%)	Ak İndeksi (%)
Genotip					
Atak-S	60,08	75,00	86,27	44,68	9,92
Lohmann	63,37	77,08	86,5	45,66	9,99
Kafes					
Zenginleştirilmiş	61,36	76,06	87,89	45,26	10,35
Konvansiyonel	62,09	76,03	84,90	45,07	9,56
Yerleşim sıklığı					
Düşük	61,83	75,93	86,16	45,17	9,87
Yüksek	61,63	76,15	86,63	45,16	10,04
Önemlilik Derecesi (P)					
Genotip (G)	0,001	0,001	0,494	0,001	0,467
Kafes (K)	0,002	0,869	0,001	0,337	0,001
Yerleşim Sıklığı (YS)	0,380	0,141	0,195	0,923	0,074
G×K	0,019	0,484	0,003	0,253	0,131
G×YS	0,292	0,148	0,966	0,840	0,528
K×YS	0,684	0,217	0,803	0,903	0,908
G×K×YS	0,026	0,594	0,292	0,083	0,098

Tavukların 18-76 haftalık dönemde günlük ortalama yem tüketimi zenginleştirilmiş kafeste 109 g, konvansiyonel kafeste ise 107 g olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Bulgularımızda olduğu gibi zenginleştirilmiş kafeste düşük yerleşim sıklığında yetiştirilen tavuklar vücut sıcaklığını koruyabilmek için gerekli enerjiyi daha fazla yem tüketerek karşılarken (Preisinger, 2000), konvansiyonel kafeste daha yoğun bir yerleşim sıklığına maruz kalmaları nedeniyle 21-24°C olan sıcaklık isteklerini daha az yem tüketimiyle karşılayabilmektedirler (Emmans ve Charles, 1977). Yemden yararlanma oranı sırasıyla Lohmann ve Atak-S genotiplerinde 3,47 ve 3,51 olarak hesaplanmıştır (P<0,05). Benzer olarak, Tutkun ve ark. (2018), serbest yetiştirilen Atak-S ve Lohmann tavuklarında, 20-50 hafta arasında yemden yararlanma oranının Lohmann genotipinde daha iyi olduğu belirtilmiştir. Kafesin etkisi ise zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen tavukların konvansiyonel sisteme göre daha fazla yem tüketmesi nedeniyle yemden yararlanma oranını olumsuz etkilemiştir (Çizelge 2). Çalışmamızla paralel sonuç olarak; Dikmen ve ark., 2016 serbest yetiştiricilik, konvansiyonel kafes ve zenginleştirilmiş kafes

ile yaptıkları yetiştirme sonucu, yemden yararlanma oranını serbest yetiştirme sisteminde en yüksek, konvansiyonel yetiştirme de en düşük oranda bulmuştur.

Tavukların 18-76. haftalık yumurta verim dönemine ait yumurta iç ve dış kalite özellikleri Çizelge 3' de verilmiştir. Çalışmada 25-76 haftalık verim döneminde, genotipin haugh birimi ve ak indeksi dışındaki diğer yumurta özellikleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur (P<0,05). Lohmann genotipinin Atak-S'lere göre daha yüksek yumurta kalite özelliklerine sahip olduğu görülmüştür. Yumurta kabuğuna ait özellikler başta olmak üzere yumurta ağırlığı ve sarı indeks değerleri Lohmann genotipinde daha yüksek bulunmuştur. Atak-S'lerde yumurta şekil indeksi (%75) standart yumurtaların şekil indeksine (%74) daha yakın değere sahip iken Lohmann'da yumurta şeklinin (%77) bozulduğu, görülmektedir. Konvansiyonel sistemde üretilen yumurtaların kabuk kalınlığı ve kırılma direnci gibi özelliklerin zenginleştirilmiş kafes sisteminde üretilenlere göre daha yüksek kaliteye sahip olduğu, yerleşim sıklığının bu özellikler üzerindeki etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir (P>0,05).

Çizelge 4. Yumurtlama döneminin 22, 32, 41 ve 50. haftalarında yumurta kabuk yüzeyinde belirlenen Enterobacteriaceae ve toplam mikroorganizma sayısı (cfu/g)

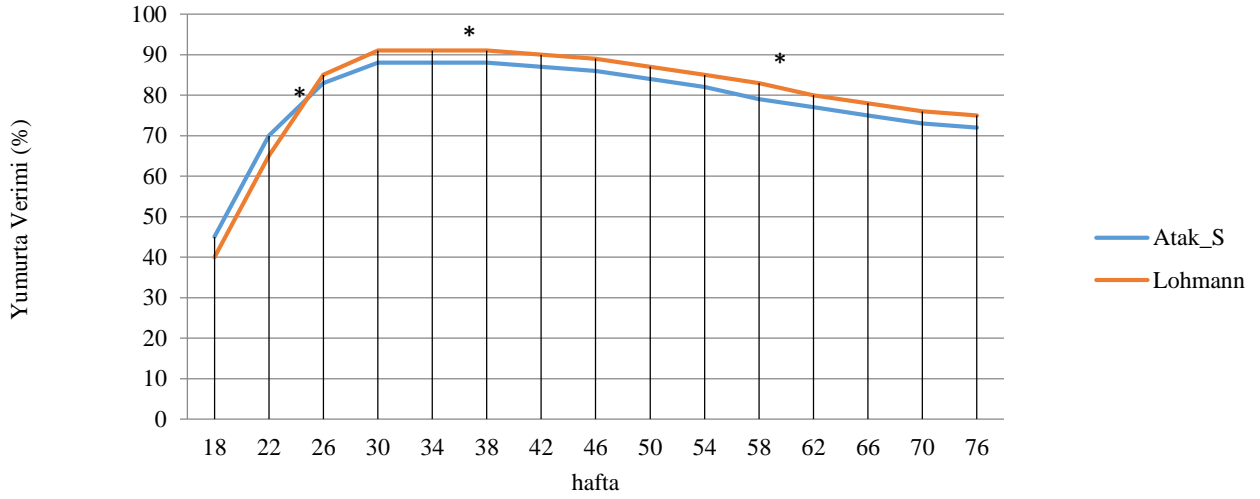
Table 4. *Enterobacter* and total number of microorganisms (cfu/g) determined on the egg shell surface at 22, 32, 41 and 50th weeks of the laying period.

Uygulama	Enterobacteriaceae				
	N	22. hafta (cfu/g)	32. hafta (cfu/g)	41. Hafta (cfu/g)	50. hafta (cfu/g)
Genotip					
Atak-S	36	0,506	0,465	0,367	1,494
Lohmann	36	0,553	0,792	0,670	1,137
Kafes					
Zenginleştirilmiş	36	0,453	0,699	0,730	1,621
Konvansiyonel	36	0,606	0,558	0,607	1,609
Yerleşim sıklığı					
Düşük	36	0,608	0,540	0,411	1,250
Yüksek	36	0,450	0,717	0,626	1,380
S.H.		0,120	0,117	0,099	0,127
Dönem		Aralık	Şubat	Nisan	Temmuz
Önemlilik değeri (P)					
Genotip (G)		0,781	0,052	0,034	0,052
Kafes (K)		0,371	0,398	0,211	0,002
Yerleşim Sıklığı		0,354	0,289	0,130	0,474
G×K		0,683	0,043	0,281	0,999
G×YS		0,124	0,034	0,276	0,769
K×YS		0,371	0,101	0,798	0,790
G×K×YS		0,388	0,258	0,128	0,984
Uygulama	Toplam mikroorganizma				
		22. hafta (cfu/g)	32. hafta (cfu/g)	41. hafta (cfu/g)	50. hafta (cfu/g)
Genotip					
Atak-S		3,169	1,834	2,173	1,970
Lohmann		3,164	1,547	2,172	1,736
Kafes					
Zenginleştirilmiş		3,306	1,970	2,669	2,855
Konvansiyonel		3,027	1,412	1,676	1,852
Yerleşim sıklığı					
Düşük		3,196	1,468	2,097	1,832
Yüksek		3,137	1,914	2,247	1,875
S.H.		0,164	0,093	0,085	0,127
Dönem		Aralık	Şubat	Nisan	Temmuz
Önemlilik değeri (P)					
Genotip (G)		0,983	0,033	0,991	0,232
Kafes (K)		0,232	0,001	0,001	0,001
Yerleşim Sıklığı		0,800	0,101	0,218	0,474
G×K		0,651	0,291	0,149	0,276
G×YS		0,776	0,873	0,795	0,534
K×YS		0,383	0,115	0,537	0,241
G×K×YS		0,669	0,280	0,210	0,660

Yumurta ve kabuk ağırlığı ile haugh birimi üzerine GxK interaksyonunun, yumurta kabuğunun kırılma direnci, kabuk kalınlığı ve oranı ile yumurta ağırlığı üzerine de GxKxYS interaksyon etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Bu durum, düşük yerleşim sıklığında tavukların refah düzeyinin daha yüksek olması nedeniyle daha fazla yem tüketmiş olmalarından kaynaklanmış olabilir. Verim döneminin 25-76 hafta arasında genotip ve kafes sisteminin yumurtaların kırılma direnci üzerine etkisi önemli bulunmuştur (P<0,05 Lohmann genotipinde yumurta kırılma direncinin yanı sıra yumurta kabuk kalınlığının ve ağırlığının da daha yüksek olduğu belirlenmiştir

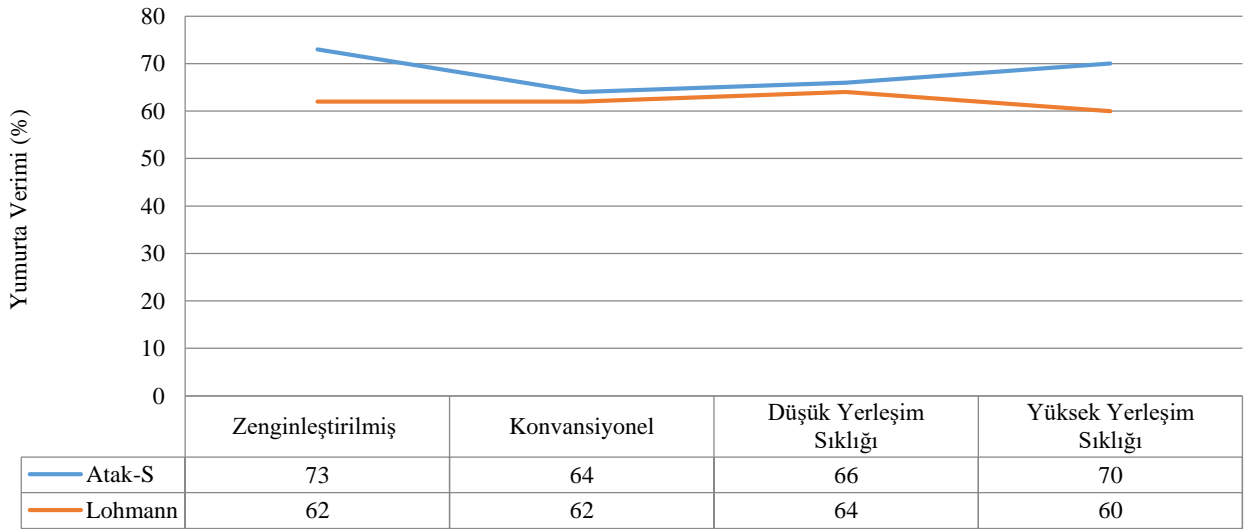
Genotipler arasında Lohmann tavuklarının verim dönemi boyunca yumurta ağırlıklarının daha yüksek olduğu ve iç kalite özelliklerinde de önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemde genotip ve kafes

sistemlerinin yumurtaların kırılma direnci üzerindeki etkisi önemli bulunurken, yerleşim sıklığının etkisinin önemli olmadığı anlaşılmıştır (P<0,05). Yumurtaların kırılma direnci zenginleştirilmiş kafeslerde ve Atak-S genotipinde konvansiyonel sisteme ve Lohmann genotipine göre daha düşük bulunmuştur (P<0,05). Kırılma direncinin, yumurta büyüklüğü ile doğrudan ilişkisi olduğu yumurta ağırlığı yüksek olan yumurtaların kırılma direncinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir (P<0,05). Yumurta büyüklüğü arttıkça yumurta yüzey alanı da artacağı için kabuk kalınlığı da azalmaktadır. Kabuk kalınlığının azalması ile birlikte yumurta kırılma direnci de azalmaktadır. Pik verim döneminde genotip, kafes ve yerleşim sıklığı arasında yumurta iç ve dış kalite özellikleri üzerine önemli bir interaksyon etkisi saptanmamıştır (P>0,05).

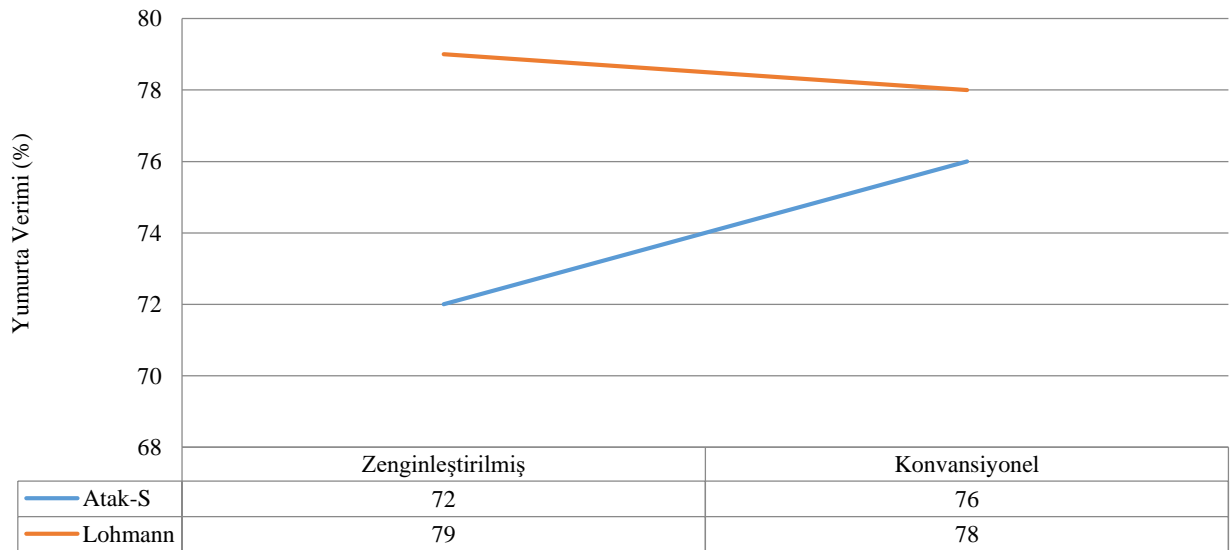


Şekil 1. Yumurtlama dönemi boyunca tavukların yumurta verimleri
Figure 1. Egg productions of hens during laying period

*:P<0,05



Şekil 2. Tavuklarda 18. Hafta - Pik Verim Dönemi Genotip × Kafes ve Genotip × Yerleşim Sıklığı İnteraksiyonları
Figure 2. Interactions of Genotype × Cage and Genotype × Stocking Density at 18th Week-Peak Production Period in Hens



Şekil 3. Tavuklarda 45-76. Hafta Yumurta Verimi üzerine Genotip × Kafes İnteraksiyonu
Figure 3. Genotype × Cage Interaction on Egg Production in Week 45-76 in Hens

Genotipin yumurta iç ve dış kalite özelliklerindeki etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($P<0,05$). Lohmann genotipinde yumurta ağırlığının daha yüksek olması muhtemelen yumurta kalite özelliklerini de Atak-S yumurtalarına göre olumlu etkilemiş ve genel olarak daha yüksek yumurta kalitesine sahip olduklarını göstermiştir ($P<0,05$). Zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen tavuklardan elde edilen yumurtaların ağırlıkları ve kabuk kırılma dirençleri, konvansiyonel kafestekilere oranla daha düşük bulunmuştur ($P<0,05$). Zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen yumurta tavuklarının metabolik enerjilerini sadece yumurta üretimi için değil, aynı zamanda hareket etmek ve vücut sıcaklıklarını korumak için de kullandıkları bilinmektedir. Bunun sonucunda da zenginleştirilmiş sitemde yetiştirilen tavukların yumurta verimi ve yumurta ağırlıklarının konvansiyonel sistemde yetiştirilenlere göre daha düşük olduğu bulunmuştur.

Denemede, 22, 32, 41 ve 50. haftalarda üretilen yumurtaların kabuk yüzeyinde saptanan Enterobacteriaceae ve toplam mikroorganizma sayıları Çizelge 4'de verilmiştir. Zenginleştirilmiş kafeslerde yetiştirilen tavuklardan elde edilen yumurtaların kabuk yüzeyinde saptanan toplam mikroorganizma sayısının 22. hafta hariç diğer tüm haftalarda, Enterobacteriaceae sayısı ise sadece 50. haftada daha yüksek bulunmuştur. Genotipler arasında ise Lohmann'a ait yumurtalarda 41. haftada Enterobacteriaceae sayısı, Atak-S'lerde ise 32. haftada toplam mikroorganizma sayısı daha yüksek bulunmuştur. Zenginleştirilmiş kafeslerde üretilen yumurtaların kabuk yüzeylerinde daha fazla sayıda mikroorganizma bulunduğuna ilişkin elde etmiş olduğumuz araştırma sonuçlarında olduğu gibi, Mallet ve ark. (2006), Tauson ve ark. (1999) ve Wall ve ark. (2008) zenginleştirilmiş kafeslerdeki yumurtaların konvansiyonel kafeslerdeki yumurtalardan daha fazla sayıda Enterobacteriaceae ve toplam mikroorganizma sayısına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Zenginleştirilmiş kafeslerde üretilen yumurtaların kabuk yüzeyinde mikroorganizma yükünün fazla olması, bu ortamda yumurta kabuğuna dışkının daha kolay bulaşması ve kafes içerisinde tavukların gezinmesi sırasında uçan tozların yoğunluğu nedeniyle kabuk yüzeyine yapışan bakteri sayısındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bulgularımız, yerleşim sıklığının yumurta kabuğundaki mikroorganizma sayısı üzerindeki etkisinin önemli olmadığını ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar istatistiksel açıdan önemli bulunmamış olmasına karşın, düşük yerleşim sıklığında yetiştirilen tavukların yumurtalarında saptanan mikroorganizma sayılarının yüksek yerleşim sıklığındakilere göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Bu farklılık, düşük yerleşim sıklığında, yumurtalara mikroorganizma bulaşma olasılıklarının da azalmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Sonuç

Çalışmada, iki yumurtacı genotipin, zenginleştirilmiş ve konvansiyonel tipteki kafeslerde, yüksek ve düşük yerleşim sıklığında yetiştirilmesinin tavukların bazı verimi özellikleri üzerindeki etkisi ve buna bağlı yumurtaların kalite özelliklerinde oluşabilecek değişiklikler ve yumurta kabuğunun mikrobiyal yükü araştırılmıştır. Genotip ve

kafes sistemi yumurta verimini ve yumurta kitlesini etkilemiş, Lohmann genotipinde ve konvansiyonel kafeslerde daha fazla yumurta üretimi ve yumurta kitlesi elde edilmiştir. Tavuklar zenginleştirilmiş kafeslerde daha fazla yem tüketmiş, düşük yerleşim sıklığında yemden daha iyi yararlanmışlardır. Lohmann yumurtalarında daha yüksek kabuk kalitesi elde edilmiştir. Yumurtaların iç kalite özellikleri konvansiyonel kafeslerden, dış kalite özellikleri de zenginleştirilmiş kafeslerden olumlu etkilenmiştir. Ancak, yumurta kabuk yüzeyindeki toplam mikroorganizma yükü zenginleştirilmiş kafes sisteminde daha yüksek bulunmuştur. Yumurta tavukçuluğunda kullanılan genotip ve kafes tipinin genel olarak verim düzeyi ve ürün kalitesi üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Ticari yumurta üretiminde, tavuk başına yatırım ve işçilik giderlerini düşürmek için kafeste yerleşim sıklığının ve kafes içerisindeki grup büyüklüğünün artırılmasına yönelik çalışmalar sürmektedirler. Kafes sistemine göre genotip tercihi ürün miktarını ve kalitesini etkilemektedir. Lohmann genotipi zenginleştirilmiş kafeslerde yüksek yumurta verimine sahip olmuştur. Ancak, pik verim dönemine kadar geçen sürede yüksek yerleşim sıklığında Atak-S genotipinde yumurta veriminin daha yüksek olması da dikkat çekici bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır. Bu nedenle yapılacak olan çalışmalarda genotip x kafes tipi x yerleşim sıklığı interaksiyon etkileri üzerinde durulması gerektiği düşünülmektedir.

Teşekkür

Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine ZRF-15053 no'lu doktora projesi kapsamında yaptıkları desteklerden dolayı teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Abrahamsson PR, Tauson 1997. Effect of group size on performance, health and birds' use of facilities in furnished cages for laying hens. *Acta Agr. Scand. A- An.* 47:254-260.
- Adams, A.W., Jackson, M.E. 1970. Effect of cage size and bird density on performance of six commercial strains of layers. *Poultry Science*, 49: 1712-1719.
- Alves SP, Silva IJO, Piedade SMS. 2007. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36(5):1388-1394
- Anderson, KE, Havenstein GB, Brake J. 1995. Effects of strain and rearing dietary regimens on brown-egg pulled growth and strain, rearing dietary regimens, density and feeder space effects on subsequent laying performance. *Poultry Sci.*, 74: 10791092.
- Becker JA, Jácome IMDT, Piesl M, Rizzotto DW, Almeida AZ, Borille R. 2011. Performance of commercial layers housed in enriched cages. *Pasantes del Curso de Zootecnia, UFSC, Brazil*; Profesor Adjunto del Curso de Zootecnia, UFSC, Brazil.
- Craig JV, Milliken GA. 1989. Further studies of density and group size effects in caged hens of stocks differing in fearful behavior, productivity and behavior. *Poultry Sci.*, 68: 9-16.
- Cunningham DL, Ostrander CE. 1982. The effects of strain and cage shape, and density on

- De Reu K, Grijspeerdt K, Heyndrickx M, Uyttendaele M, Herman 2003. Bacterial eggshell contamination in the egg production chain and in different housing systems, in: NYS, Y. (Ed.) Proceedings of 16th European Symposium on the Quality of Poultry Meat and 10th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Saint-Brieuc, France, Vol. 3, pp. 180–185
- De Reu K, Rodenburg TB, Grijspeerdt K, Messens W, Heyndrickx M, Tuytens FAM, Sonck B, Zoons J, Herman L. 2009. Bacteriological contamination, dirt, and cracks of eggshells in furnished cages and noncage systems for laying hens: An international on-farm comparison. *Poultry Science*, 88: 2442–2448.
- Dikmen B, Yılmaz A, İpek U, Sahan M, Petek ve A. Sozcu 2016 Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range) *Poultry Science* 95: 1564–1572
- Efil H, Sarıca M. 1997. Yumurta Kalite Tanımında Güçlükler ve son Gelişmeler.19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(3):141-150.
- Emmans GC, Charles DR. 1977. Climatic environment and poultry feeding in practice. Pages 31–49 in *Nutrition and the Climatic Environment*. W. Haresign, H. Swan, and D. Lewis, ed. Butterworths, London, UK.
- Ergün A, Yalçın S, Çolpan İ, Dikicioğlu T, Yıldız, S. 1987. Fiğın yumurta tavuğu rasyonlarında değerlendirilmesi. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.* 34:449-466.
- Giannenas I, Nisianakis P, Gavriil A, Kontopidis G, Kyriazakis I. 2009. Trace mineral content of conventional, organic and courtyard eggs analysed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). *Food Chem.*, 114: 706–711
- Güçlü KB, Kara K, Sarıözkan S, İşcan KM. 2009. Farklı kafes yoğunluğunda barındırılan ve farklı düzeyde enerji içeren yemlerle beslenen yumurta tavuklarının rasyonlarına karnitin katılmasının yumurta kalitesi ve bazı biyokimyasal parametrelere etkisi. *Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg.* 6(1): 1-12.
- Haugh RR. 1937. The haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poultr.Magazine* .43.552:555
- Jones DR, Anderson KE. 2013. Housing system and laying hen strain impacts on egg microbiology. *Poultry Science* 92;2221–2225
- Ledvinka Z, Tůmová E, Michaela Englmaierová, Podsedníček M. 2010. Egg quality of three laying hen genotypes kept in conventional cages and on litter. *Arch. Geflügelk.*, 76(1). S. 38–43
- Mallet SV, Guesdon AH, Ahmed, Nys Y. 2006. Comparison of eggshell hygiene in two housing systems: Standard and furnished cages. *Br. Poult. Sci.* 47:30-35.
- Matt D, Veromann E, Luik A. 2009. Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. *Agr. Res.*, 7 (Special issue II): 662–667.
- Mollenhorst H, Deboer IJ. 2004. Identifying sustainability issues using participatory Swot analysis- Acase study of egg production in the Netherland. *Outlook on Agriculture*, 33: 267-276.
- Musgrove MTDR. Jones JK, Northcutt MA, Harrison NA, Cox KD, Ingram, AJ. Hinton Jr. 2005. Recovery of Salmonella from commercial shell eggs by shell rinse and shell crush methodologies. *Poultry Science*, 84:1955–1958
- Neijat MJD, House W, Guenter and E. Kebreab 2011. Production performance and nitrogen flow of Shaver White layers housed in enriched or conventional cage systems. *Poult. Sci.* 90:543–554.
- Onbaşlar EE, Unal N, Erdem E, Kocakaya A ve Yaranoğlu B. 2015. Production performance, use of nest box, and external appearance of two strains of laying hens kept in conventional and enriched cages, *Poultry Science*. 94:559–564
- Preisinger R. 2000. Lohmann Tradition, Praxiserfahrung und Entwicklungsperspektiven. *Lohmann Inform.*, 3: 13–16
- Protais J, Queguiner S, Boscher E, Piquet JC, Nagard B, Salvat G. 2003. Incidence du syste `me d'e `levage sur la flore ae `robie me `sophile des coquilles d'œufs de consommation. *Comptes rendus des e `me Journe `es de la Recherche Avicole*, pp. 481–484 (Tours, France, Itavi, Paris).
- Roll VFB. 2005. Bienestar animal y productividad en gallinas ponedoras comerciales alojadas en jaulas enriquecidas. *Dissertação (Doutorado) – Universidade de Zaragoza. Espanha*, 293 p
- Seven İ, Tatlı Seven P, Sur Aslan A, Yıldız N. 2011. Farklı yerleşim sıklığında yetiştirilen japon bıldırcınlarının (coturnix coturnix japonica) performansı ve bazı kan parametreleri üzerine rasyona katılan arı polenin etkileri. *Erciyes Üniv Vet. Fak. Derg.* 8(3): 173-180.
- SPSS Statistics for Windows 2011. Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Tactacan GBW, Guenter NJ, Lewis JC, Rodriguez-Lecompte, House JD. 2009. Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. *Poult. Sci.* 88:698–707.
- Tauson RA, Wahlström, Abrahamsson P. 1999. Effect of two floor housing systems and cages on health, production, and fear response in layers. *J. Appl. Poult. Res.* 8:152–159
- Trziszka T, Dobrzański Z, Oziembłowski M, Jarmoluk A, Krasnowska G. 2004. An attempt to compare the quality of chicken eggs from cage system and ecological production. *Arch. Geflügelk.*, 68, 6: 269–274
- Tutkun M, Denli M, Demirel R. 2018. Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology, 6(10): 1444-1447, 2018
- Türker İ, Nariç D, Alkan S. 2017. Yerli ve yabancı yumurtacı hibrit sürülerde yumurta ağırlığının zamana bağlı değişiminin karşılaştırılması ve modellenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 6(2):169-176
- Türkoğlu M, Arda M, Yetişir R, Sarıca M, Erensayın C. 1997. Tavukçuluk Bilimi (Yetiştirme ve Hastalıklar) Otak Form-Ofset, Samsun.
- Wall H, Tauson R, Elwinger K. 2002. Effect of nest design, passages and hybrid on use of nest and production performance of layers in furnished cages. *Poultry Science*, 81:333–339
- Wall H, Tauson R, Sorgjerd S. 2008. Bacterial contamination of eggshells in furnished and conventional cages. *J. Appl. Poult. Res.* 17:11-16