

Farklı Yetiştirme Sisteminin Akbay Yerli Yumurtacı Hibritten Elde Edilen Yumurta ve Dışkıdaki Mikrobiyolojik Yüke Etkisi*

Kadriye KURŞUN^{1**}, İslim POLAT AÇIK², Ayşen BULANCAK³, Nurten YILMAZ⁴, Mikail BAYLAN⁵

^{1,2,5}Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Adana, Türkiye

³Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Lefkoşa, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti

⁴Çukurova Üniversitesi, Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, Adana, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-9533-7391>

²<https://orcid.org/0000-0001-6587-2828>

³<https://orcid.org/0000-0002-4324-9063>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-9603-4464>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-6299-5811>

**Sorumlu yazar: kadriyehatipoglu01@gmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi:

Geliş tarihi: 21.09.2023

Kabul tarihi: 16.05.2024

Online Yayınlanma: 10.06.2024

Anahtar Kelimeler

Kafes ve serbest gezinmeli sistem

Koliform

Toplam mezofilik bakteri yükü

E.coli

Shigella

ÖZ

Bu araştırma, Adana Çukurova Üniversitesinde kafes ve serbest gezinmeli (Free-Range) sistemde yetiştirilen yerli yumurtacı hibrit Akbay genotiplerden elde edilen sofralık yumurtaların kabuk yüzeyi ve dışkılarındaki mikrobiyal yükün belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma materyalini kafes ve serbest gezinmeli sistemden elde edilen sofralık yumurtalar ve bu sistemlerde yetiştirilen tavukların dışkıları oluşturmuştur. Sofralık yumurtalarda ve dışkıda toplam mezofilik bakteri yükü (TMAB), *E. coli*, *Coliform*, *Shigella*, *Staphylococcus Aureus*, *Enterococcus*, *Campylobacter spp.*, ve küf-maya düzeyleri belirlenmiştir. Kafes ve serbest gezinmeli sistemlerinden elde edilen yumurtaların kabuğunda sırasıyla TMAB (7,28 ve 8,22), *Coliform* (4,65 ve 6,10), *Shigella* (5,35 ve 6,85) ve *Enterococcus* (7,33 ve 8,89) düzeyleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunurken ($p<0,05$), *E. coli* (8,04 ve 7,06), *S. aureus* (5,26 ve 6,24), küf (6,41 ve 5,78) ve maya (4,96 ve 4,10) düzeyleri arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu saptanmıştır. Dışkı örneklerindeki sonuçlara bakıldığında sırasıyla toplam mezofilik bakteri yükü (TMAB, 9,22 ve 10,47), *Shigella* (5,77 ve 7,01) ve *Enterococcus* (6,61 ve 8,88) düzeyleri serbest gezinmeli (Free-Range) sistemde daha yüksek oranda ve sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). *E.coli*, *Coliform* ve maya düzeyleri arasındaki farklılıklar serbest ve kafes sistemden elde edilen dışkı örneklerinde önemsiz tespit edilirken, *Staphylococcus Aureus* (10.10 log 10 kob/g) ve maya (6,37 log 10 kob/g) kafes sistemde daha yüksek miktarda saptanmıştır. ($P<0,05$). *Campylobacter spp.* hiçbir dışkı örneğinde tespit edilememiştir. Bu veriler, tavukların yumurtalama sonrasında yumurta veya dışkıya daha fazla temas ettiği serbest gezinmeli sistemde üretilen yumurtaların kabuğunda geleneksel kafes sisteminde üretilen yumurtalara göre daha fazla mikrobiyolojik bulaşma olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak yumurta kabuğu mikrobiyolojik yükü üzerine yetiştirme sistemlerinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu, serbest gezinmeli sistemlerin hayvan refahı avantajına rağmen yumurta hijyeni açısından riskli olduğu saptanmıştır.

*Çalışmanın yürütülmesi için Çukurova Üniversitesi, Deney Hayvanları Yerel Etik Kurul'undan 05.09.2023 tarih ve 3 no'lu karar ile etik onay alınmıştır.

Effect of Different Rearing System on Microbiological Load in Eggs and Feces of Akbay Native Laying Hybrid Chickens

Research Article

Article History:

Received: 21.09.2023

Accepted: 16.05.2024

Available online: 10.06.2024

Keywords:

Cage and free-range breeding system

Coliform

Total mesophilic bacterial load

E. coli

Shigella

ABSTRACT

This research was carried out to determine microbiological load of shell surface of table eggs and feces obtained from domestic native hybrid Akbay genotypes which are raised in Free-range and conventional cage system in Adana Çukurova University. Table eggs and feces are used as research material from native hybrid Akbay genotypes. Total mesophilic bacterial (TMAB), *E. coli*, *Coliform*, *Shigella*, *Staphylococcus Aureus*, *Enterococcus*, *Campylobacter spp.*, and mold-yeast levels were determined. The differences between TMAB (7.28 and 8.22), *Coliform* (4.65 and 6.10), *Shigella* (5.35 and 6.85) and *Enterococcus* (7.33 and 8.89) levels of eggs obtained from cage and free-range systems, respectively, were found to be statistically significant ($p<0.05$). Differences between the levels of *E. coli* (8.04 and 7.06), *S. aureus* (5.26 and 6.24), mold (6.41 and 5.78) and yeast (4.96 and 4.10) were found insignificant. Considering the results in feces samples total mesophilic bacterial load (TMAB, 9.22 and 10.47), *Shigella* (5.77 and 7.01) and *Enterococcus* (6.61 and 8.88) levels, respectively were higher levels in free-range system and the differences between results were found statistically significant ($p<0.05$). While *E. coli*, *Coliform* and yeast levels were found insignificant in feces samples of free-range and cage systems, *Staphylococcus Aureus* and yeast levels were found to be significantly higher in cage system ($p<0.05$). *Campylobacter spp.* was not detected in any feces samples. These data demonstrate that free-range eggs, where hens and feces have more contact with eggs after oviposition, have greater microbiological contamination on egg shell surface than eggs obtained from cage systems. As a result, it has been determined that the effect of rearing systems on eggshell microbiological load is statistically significant and free-range systems are risky in terms of egg hygiene despite their welfare advantages.

To Cite: Kurşun K, Polat Açık İ, Bulancak A, Yılmaz N, Baylan M., 2024. Farklı yetiştirme sisteminin Akbay yerli yumurtacı hibritten elde edilen yumurta ve dışkıdaki mikrobiyolojik yüke etkisi. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 4(2): 438-453.

Giriş

Yumurta tavukçuluğu endüstrisi; son altmış yılda küçük ölçekli işletmelerden büyük ölçekli entegre işletmelere dönüşmüştür. Serbest ve yarı serbest gezinen açık yetiştirme sistemlerinden daha büyük ölçekli kapalı kafes sistemlerine geçilmesiyle yumurta üretimi artış göstermiştir (Sharma ve ark., 2022). Üretim performansı, gıda güvenliği, hayvan sağlığı ve yönetiminin barınak sistemleri ile ilgisi bu dönem boyunca çeşitli yönleriyle araştırılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde geleneksel katlı kafesler 1960'lı yıllardan bu yana yumurta tavuğu endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Genetik ve yetiştirme alanlarında yapılan araştırmalar neticesinde geleneksel kafes sistemlerinde optimum performans sergileyebilen yeni tavuk genotipleri geliştirilmiştir. Geleneksel kafes sistemleri; otomasyon sayesinde ihtiyaç duyulan işgücünde düşüş gibi hayvan sağlığı ve gıda güvenliğinde sağladığı faydalar yanında yüksek verim elde etmek için yumurta tavuğunun refahının potansiyel olarak tehlikeye atılmasına ilişkin endişeleri gündeme getirmiştir (Brambell, 1965; Mench ve ark., 2011). Günümüzde tüketici talepleri, gıda güvenliği kaygısı taşımayan ve yüksek refah standartları altında yetiştirilen yumurtacılardan elde edilen sağlıklı yumurtalara yönelmektedir (Ferrante ve

ark., 2009). Yumurtacı tavukların refahına ilişkin endişelerin artmasıyla Avrupa Birliği'nin (AB) geleneksel kafes sistemlerini yasaklaması (AB Yönetmeliği, 1999), daha geniş kafes, zenginleştirilmiş kafes veya serbest gezinmeli sistemler gibi alternatif yetiştirme sistemlerinin geliştirilmesine neden olmuştur. Konvansiyonel üretimin yapıldığı geleneksel kafes sistemleriyle alternatif yetiştirme sistemleri karşılaştırıldığında en temel fark kafes sisteminde folluk olmamasıdır. Kafes sisteminde yumurta yumurtlandıktan sonra zemindeki eğim sayesinde kafesin önündeki yumurta beşiğine (oluğa) doğru hareket eder ve yumurtanın gübre ile teması söz konusu değildir. Alternatif yetiştirme sistemlerinde hayvanların doğal davranışlarını sergileyebildiği, daha rahat hareket ettikleri, içerisinde folluk ve tüneklerin olduğu, kümes zemininin altlık ile kaplı olduğu altlıklı yer sistemi gibi kafesiz yetiştirme sistemlerinde hayvan refahı açısından pek çok avantaj olmasına rağmen, yumurtaların yere yumurtlanması, ürünün dışkı ve kirli altlık ile teması sonucu bazı zararlı organizmalar yumurta kabuğuna bulaşmaktadır.

Yumurta kabuğunda ve içeriğinde bulunan bakteriler gıda kaynaklı zehirlenmelerde ve yumurta kalitesinin bozulmasında etkilidir. Tavuğun sindirim, idrar ve üreme yollarının bulunduğu; yumurta ve dışkının aynı noktadan çıkış yaptığı kloak bölgesi *Salmonella Spp.*, *Staphylococci spp.*, *Enterobacter*, *Escherichia Coli* veya *Campylobacter spp.* gibi farklı patojenik bakterileri barındırabilmektedir. Bu bakteriler, yumurtanın kloaktan geçişi sırasında yumurta kabuğuna bulaşabilmektedir (Pesavento ve ark., 2017).

Yumurta kabuğundaki bakteriyel bulaşmanın gerçekleşmesinde dikey ve yatay olmak üzere olası iki yol vardır (De Reu ve ark., 2006). Dikey bulaşmada yumurta sarısı, akı ve zarları tavuğun üreme organlarındaki bakteriyel bulaşma sonucunda direkt olarak etkilenir ve yumurtalık yolu üzerinde yumurta kabukla kaplanmadan önce bulaşma meydana gelir (Messens ve ark., 2005). Yatay bulaşma ise yumurtlama sırasında bakteri yoğunluğu hayli fazla olan kloak bölgesinden yumurtanın geçişi sırasında başlar ve mikroorganizmaların kabuk içerisine geçişiyle devam eder (De Reu ve ark., 2006). Barınma ortamı ve yumurta tavuğunun türü yumurta kabuğundaki bakteri sayısındaki artışı etkileyebilir (Holt ve ark., 2011). Bu amaçla çalışmanın materyalleri için yerel ırklar incelenmiştir.

1995 yılında Ankara Tavukçuluk Araştırma Enstitüsü, Kanada'dan 6 adet kahverengi yumurtacı ve 4 adet beyaz yumurtacı olmak üzere 10 adet saf hat genotipi Türkiye'ye ithal etmiştir. Bu hatlar üzerinde yapılan ıslah çalışmalarıyla biri beyaz yumurtacı Atabey, ikisi kahverengi yumurtacı Atak ve Atak-S olmak üzere 3 adet ticari yerli hibrit geliştirilmiştir (Durmuş ve ark., 2009). Yine uzun yıllar üzerinde çalışılıp geliştirilen ve 2019 yılında tescillenen yerli beyaz yumurtacı hibrit tavuğumuz Akbay genotipi çalışmanın materyallerini sağlamak için kullanılmıştır.

Konuyla ilgili literatür incelendiğinde çalışmanın yapıldığı ülkenin çevre ve iklim şartları, barınak içi nem ve yumurta üretiminde kullanılan hayvan ırklarının sonuçlar üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Bu araştırma, Adana Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Tavukçuluk Biriminde bulunan serbest gezinmeli (Free-Range) ve kafes sistemde yetiştirilen yerli yumurtacı hibrit Akbay tavuklardan elde edilen sofralık yumurtaların kabuk yüzeyindeki ve dışkılarındaki mikrobiyal yükün belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Elde edilen sonuçların sonraki çalışmalara temel oluşturması hedeflenmiştir.

Materyal ve Metod

Yetiştirme Sistemi ve Hayvan Materyali

Çalışmada kullanılan yumurta ve dışkı örnekleri Çukurova Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde iki farklı yetiştirme sisteminde yetiştirilen 52 haftalık verim yaşındaki Akbay yerli yumurtacı hibrit tavuklardan temin edilmiştir. Denemenin yürütüldüğü serbest gezinme (Free-range) sistemi 240m² (80x3m²) kapalı ve 1800 m² (600x3m²) açık gezinti alanına sahiptir. Kafes sistemi 3 katlı olup, her bir kafes gözüne 3-4 adet tavuk yerleştirilmiştir. Her iki yetiştirme sistemi de 3 tekerrürden oluşmuştur. Her tekerrürde 70 adet (70x3) tavuk barındırılmış, toplamda iki yetiştirme sistemi için 420 adet tavuk kullanılmıştır.

Soğuk zincir altında ve steril koşullarda toplanan yumurta ve dışkı örnekleri, Çukurova Üniversitesi Zootekni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Laboratuvarı'na analiz edilmek üzere aktarılmıştır.

Mikrobiyolojik Analizde Kullanılan Besiyerleri

Plate count agar (PC), violet red bile agar (VRB), modified charcoal cephaperazon deoxycholate (mCCD), bile escurin agar (BEA), tryptone bile x-glucuronide medium (TBX) ve dichloran rose-bengal chloramphenicol agar (DRBC) toplam mezofilik aerobik genel canlı (AMGC) sayısı, toplam koliform bakteri sayısı, toplam *Campylobacter* sayısı, toplam *Enterococcus* sayısı, *Escherichia coli*, toplam küf-maya sayısını belirlemek için kullanılmıştır.

Numune ve Mikrobiyolojik Analiz

Serbest gezinmeli ve kafes sisteminde yetiştirilen tavuk gruplarından elde edilen yumurtaların her tekerrür için rastgele 10'ar yumurta (10x3), toplamda iki grup için 60 adet yumurta mikrobiyal yükü belirlemede kullanılmıştır. Aynı şekilde dışkı analizi için iki grubun üç tekerrüründen rastgele 30'ar g dışkı (30x3) olmak üzere, toplamda 180 g dışkı örneği kullanılmıştır. Serbest gezinen ve kafes sisteminden toplanan yumurta ve dışkı örnekleri steril

eldivenlerle, soğuk zincir altında aynı gün içinde laboratuvara ulaştırılmıştır. Steril ve soğuk zincirle laboratuvara gelen steril torbadaki yumurta örneklerine her bir yumurta için 10 ml/yumurta sterilize edilmiş ringer dilüsyon sıvısı eklenip, 10 dk boyunca yumurta yüzeyinin yıkanması sağlanmıştır. 20g dışkı örneği 180ml (20g dışkı/180 ml) dilüsyon sıvısında Stomacher Cihazı (Interscience Bagmixer® 400 P) ile homojenize edilmiştir. Her poşetteki yumurta kabuk yüzeyi eklenen maximum recovery dilvent ile iki dakikalık süreyle ovulmuştur. Ovulma işleminden sonra beş dakika ara verilip bekletilip ovulma işlemi aynı süreyle tekrarlanmıştır. Böylece kabuk çevresinde ve üstündeki mikrobiyal yükün eklenen sıvıya tamamen geçişi sağlanmıştır. Bu işlemden sonra elde edilen mikrobiyal yüklü yıkama suyundan ilk dilüsyondan (10^{-1}) kültür sıvısından başlayarak 9'ar ml'lik ringer solüsyonu içeren tüplere ardışık 1'er ml aktararak 10^{-1} den 10^{-8} e kadar çalışmada kullanılacak dilüsyon sıvıları hazırlanmıştır. Bu örneklerden toplam bakteri, koliform, fekal koliform için 10^{-8} 'e kadar, küf-maya belirlemesi için ise 10^{-4} 'e kadar seyreltilmiş dilüsyonlar hazırlanıp ekimler yapılmıştır. Küf-maya, *E. coli*, *Campylobacter* ve toplam bakterilerin tespit edilmesi 0,1ml yayma yöntemiyle kullanılmıştır. Bu işlemlerden sonra toplam ve koliform bakteri sayımı için örnekler 35°C sıcaklıkta ve 48 ± 2 saat, küf-maya sayımı için ise 25°C sıcaklıkta ve 5 gün süreyle inkübe edilmiştir. *Campylobacter* için anaerobik jar kullanılmış ve oluşan bakteri kolonilerinin sayımı yapılmıştır. (ICMSF, 1982).

Aerobik koloni sayımlarında FDA, BAM (2002) EMS (en muhtemel sayı) yöntemi kullanılmıştır.

Aşağıdaki formül kullanılarak petrilerdeki sayılan koloniler (kob/yumurta ve kob/g dışkı) hesaplanmıştır.

Koloni oluşturan birim sayısı (kob/yumurta ve kob/g dışkı) = (Koloni sayısı x Dilüsyon faktörü) /Aşılama miktarı

Saptanan bakteri kolonilerinin sayısı logaritmik (\log_{10} kob/yumurta) değere çevrilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen verilerin analizi IBM SPSS 19.0 (2010) (Statistical Pacakage for Social Sciences) programı ile gerçekleştirilmiştir. Sürekli değişkenler için tanımlayıcı istatistikler normal dağılıma uygunluk gösterenlerden ortalama ve standart sapma, normal dağılıma uygunluk göstermeyenlerde ise medyan, minimum ve maksimum değerler ile raporlanmıştır. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı Shapiro Wilk testi ile incelenmiştir. Normal dağılan bağımsız gruplar için Bağımsız İki Örneklem t-testi, normal dağılmayan bağımsız gruplar için Mann-Whitney U testi yapılmıştır.

Yapılan analizlerde anlamlılık düzeyi 0,05 olarak belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Yetiştirme Sistemlerine Göre Yumurtalarının Yüzeyindeki Mikrobiyolojik Yük Sonuçları

Sofralık yumurtalarda en önemli hijyen göstergelerinden birisi toplam mezofilik bakteri (TMAB) yüküdür. Çeşitli araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalarda yumurta kabuk yüzeyindeki TMAB seviyesinin $10^{3.8}$ ila $10^{7.0}$ log kob/yumurta arasında değiştiği ve ortalama düzeyin $10^{4.5}$ log kob/yumurta olduğu bildirilmiştir (Jones ve ark., 2004; Musgrove ve ark., 2005; De Reu ve ark., 2008; De Reu ve ark., 2009; Nordenskjöld, 2010; Englmaierova ve ark., 2014; Parisi ve ark., 2015 Bulancak ve ark., 2016; İncili ve ark., 2019, Yenilmez ve Bulancak, 2020). Yetiştirme sistemlerine göre yumurtalarda tespit edilen ortalama mikrobiyolojik yük verileri Tablo 1. de özetlenmiştir.

Tablo 1. Yumurta yüzeyindeki ortalama mikrobiyolojik yük (log 10 kob/yumurta) ¹

Mikroorganizmalar	N	Serbest Gezinmeli (Free-range) Sistem		Kafes Sistemi		P Değeri
		Mean+Sd	Median(Min-Max)	Mean+Sd	Median(Min-Max)	
TMAB	30	8,22±0,32	8,21(6,90-9,00)	7,28±0,62	7,26(4,75-10,13)	0,046*
<i>E. coli</i>	30	7,06±1,00	6,96(5,80-7,78)	8,04±0,00	7,22(5,30-9,15)	0,092
<i>Coliform</i>	30	6,10±0,08	6,05(5,90-6,30)	4,65±0,35	4,60(4,30-5,00)	0,041*
<i>Campylobacter</i>	30	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Shigella</i>	30	6,85±0,05	6,80(6,00-6,90)	5,35±0,35	5,10(3,50-6,69)	0,000*
<i>Staphylococcus aureus</i>	30	6,24±1,04	5,90(4,04-7,47)	5,26±1,06	5,10(3,50-6,69)	0,512
Yeast (maya)	30	4,10±0,10	4,5(4,00-4,80)	4,96±0,69	5,06(4,5-5,40)	0,973
Mold (küf)	30	5,78±1,18	5,90(4,90-6,80)	6,41±0,39	6,50(5,90-7,15)	0,796
<i>Enterococcus</i>	30	8,89±0,00	9,20(7,50-10,30)	7,33±0,85	7,45(4,60-10,90)	0,048*

*: $P<0.05$; ¹ Serbest gezinmeli ve kafes sistemi için 3 tekrardan 30'ar toplamda 60 yumurta analiz edilmiştir.

N sayısı= 30 (her grup için 3 tekrarı x10 yumurta rastgele seçilmiştir)

Çalışmada sofralık yumurtalarda toplam mezofilik bakteri yükü (TMAB) serbest gezinmeli sistemde 8,22 (log kob/yumurta) ve kafes sisteminde 7,28 (log kob/yumurta) olarak tespit edilmiştir. Serbest gezinmeli sistem ile kafes sisteminden elde edilen yumurtaların TMAB düzeyleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). De Reu ve ark. (2005'a ve 2005b)'nın tasarlanmış kontrollü kafeslerde yapmış oldukları çalışmalarda zenginleştirilmiş kafes sisteminde TMAB düzeyini 5,5-6,0 log CFU/ml tespit ederken geleneksel kafes sistemlerinde 3,8-4,6 log CFU/ml olarak tespit etmişlerdir. Yine aynı araştırmacıların (De Reu ve ark., 2009) başka bir çalışmasında ticari işletmelerden topladıkları yumurtalarda yapmış oldukları çalışmada; zenginleştirilmiş kafes ve geleneksel katlı kafes

sisteminde TMAB düzeyini sırasıyla 4,98 ve 4,75 log CFU/yumurta olarak tespit etmişlerdir. Huneau-Salaun ve arkadaşlarının 2010 yılında yaptıkları çalışmada serbest gezinmeli ve kafes sisteminden elde edilen yumurtalarda TMAB düzeyleri bakımından benzer sonuçlar elde edilmiş (4,86 ve 4,40 log CFU/ yumurta) ve sistemler arasındaki fark önemli bulunmuştur. Jones ve ark. (2011), kış ve bahar dönemlerinde üretilen yumurtalardaki mikrobiyal yükü serbest gezinmeli kümeslerde sırasıyla 2,25 ve 2,75 log CFU/ml, geleneksel kafes sisteminde 3,25 ve 3,75 log CFU/ml olarak saptamışlar ve farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada AKBAY hibritlerinin yumurta kabuk yüzeyindeki Toplam Mezofilik Bakteri yükünün serbest gezinmeli yetiştirme sisteminde daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve sonuçlar De Reu ve ark. (2005'a ve 2005b), Huneau-Salaun ve arkadaşlarının (2010) çalışmalarıyla uyumlu bulunmuştur. Katlı kafes sisteminde yumurtanın dışkı ile bulaşma ihtimalinin diğer sistemlere göre daha sınırlı olması serbest gezinmeli sistem gibi alternatif yetiştirme sistemlerinde TMAB yük düzeyinde artışa neden olmaktadır

Escherichia coli (*E. coli*), Enterobacteriaceae familyasında yer alan, fekal bulaşma göstergesi olarak kullanılan, patojen ve patojen olmayan suşları bulunan önemli bakteri türlerinden biridir. Geleneksel kafes sisteminde yetiştirilen tavukların yumurta kabuk yüzeyindeki bakteriyel patojenlerin varlığı ile ilgili yapılan bir çalışmada analiz edilen örneklerin %11,1'inde (Chousalkar ve ark., 2010), Ürdün'de yerel pazarlarda satışa sunulan yumurtaların mikrobiyal kalitesini değerlendirmek amacıyla yürütülen başka bir çalışmada ise yumurtaların %15'inde *E. coli* tespit edildiği bildirilmiştir (Al Momani ve ark., 2018). Adesiyun ve ark. (2007), inceledikleri pazara sunulan sofralık yumurtaların %88,1'inin *E. coli* ile kontamine olduğunu bildirmiştir. Bulancak ve ark. (2016), kuluçkalık yumurtaların kabuğunda 3,66 log kob/yumurta, Toy ve ark. (2018), kapalı yer sisteminden elde edilen yumurtaların kabuğunda 3,47 log kob/yumurta düzeyinde *Escherichia coli* (*E. coli*) saptamışlardır. Esen (2019), serbest gezen, kapalı kümes ve katlı kafes sisteminde üretilen yumurtaların kabuklarında *E. Coli* sayılarının (sırasıyla 2,37, 1,78 ve 1,19 log kob/ml) önemli düzeyde farklı olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada *E. coli* düzeyleri serbest sistemde 7,06 (log kob/yumurta) olarak belirlenirken, kafes sisteminde 8,04 (log kob/yumurta) ile daha yüksek düzeyde saptanmış ve yetiştirme sistemleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Yaptığımız çalışmada *E. Coli* açısından elde edilen sonuç Esen (2019)'in yaptığı çalışmada *E. Coli* düzeyinin yetiştirme tipine göre serbest gezen tavukların yumurta kabuklarında daha yüksek düzeyde saptanmıştır sonucuya uyumlu bulunmamıştır. Tablo 2'deki dışkı sonuçlarına bakıldığında yumurta kabuğu üzerindeki bulaşma düzeyinin dışkının mikrobiyolojik yüküne yakın tespit edilmiştir.

Koliformlar Enterobacteriaceae familyasında bulunan, gram negatif, spor oluşturmeyen, çubuk formunda kompleks bir bakteri grubudur. Yumurtalara koliform bulaşması, dışkı veya dışkı ile temas etmiş yüzeyler aracılığıyla gerçekleşir (EFSA; 2011). Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtalarda *Salmonella* ve bazı indikatör mikroorganizmaların varlığının belirlendiği bir çalışmada, yumurta kabuğunda koliform düzeyi serbest gezinmeli yetiştirme sisteminde ortalama 2,88 en yüksek 4,61 log kob/ml, kümes içi yerde yetiştirme sisteminde ortalama 2,86 en yüksek 4,52 log kob/ml olarak (Esen, 2019) tespit edilmiştir. Toy ve ark. (2018) yerde yetiştirilen tavuk, hindi ve bıldırcın yumurtalarında koliform düzeyini sırasıyla 3,92, 3,98 ve 3,88 log kob/yumurta olduğunu bildirmişlerdir. Karadal (2018), market yumurtalarının %16'sında ve köy yumurtalarının %17'sinde sırasıyla 3,69 ve 5,62 log kob/ml olarak tespit ederken Bulancak ve ark. (2016), kapalı yer sisteminde yetiştirilen damızlık tavukların kuluçkalık yumurtalarında koliform düzeyini 5,30 log kob/yumurta olarak tespit etmişlerdir. Jones ve ark. (2015), katlı kafes sisteminde yetiştirilen Lohman beyaz yumurtacıların yumurta folluğundan alınan swap örneklerinde koliform düzeyini 1,6 log cfu/ml olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada serbest gezinmeli sistemde (Free-range) ve kafes sisteminde yetiştirilen sofralık yumurtalarında koliform düzeyleri sırasıyla 6,10 ve 4,65 kob/yumurta olarak tespit edilmiş ve gruplar arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Yukarıda verilen literatür çalışmalarıyla karşılaştırıldığında yaptığımız çalışmada elde edilen koliform yükü serbest gezinmeli sistemde daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Bakteri düzeyindeki artışta denemenin yapıldığı Akdeniz iklim koşullarının da etkisi olduğu düşünülmektedir.

Campylobacter spp. gıda kaynaklı zehirlenmeler açısından önem arz etmektedir. *Campylobacter*'e ilişkin bulaşmalar kanatlı yetiştiriciliğinde yatay olarak gerçekleşir. Özellikle altlıklar, hijyenik olmayan içme suyu, alet ekipman, diğer çiftlik hayvanları ve personel gibi faktörler bulaşmada önemli rol oynamaktadır. *Campylobacter* ile ilgili yapılan çalışmalar bu bakterinin yumurtalarda çok düşük oranlarda dahi olsa bulunduğunu göstermektedir (Sulonen ve ark., 2007). Yaptığımız çalışmada örneklenen yumurta kabuklarının yıkama solüsyonlarında *Campylobacter* saptanmamıştır. Elde edilen bu sonuç Sulonen ve ark. (2007)'nin analiz ettikleri 360 yumurta kabuğunun sadece bir tanesinde belirlenmiş olması ve Jones ve ark. (2012)'nin katlı kafes ve serbest gezen sistemlerde yetiştirilen yumurtaların kabuğunda *Campylobacter spp.* tespit edemedikleri sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur. Benzer şekilde yumurta içeriğinde yaptıkları *Campylobacter spp.* analizinde Dipineto ve ark. (2011), bakteri tespit etmediklerini bildirmişlerdir. Şahin ve arkadaşlarının (2003) tavuk yumurtasında *Campylobacter*'in tespitiyle ilgili yaptıkları çalışmada, bakterinin yumurta kabuğuna nüfuz etme yeteneğinin sınırlı olması, yumurta yüzeyinde, hava kesesinde ve albüminde hayatta kalma yeteneğinin zayıf olması

nedeniyle dikey bulaşmasının nadir bir olay olduğunu, bulaşmasında yumurtayla ilgili olmayan enfeksiyon kaynaklarına odaklanmak gerektiğini bildirmişlerdir.

İlk olarak 1896 yılında Japon mikrobiyolog Kiyoshi Shiga tarafından izole edilmiş *Bacillus dysenteries* olarak adlandırılmış *Shigella*, *Enterobacteriaceae* familyasına dâhildir. *Shigellosis* vakalarında enfeksiyon dozu 10^1 ile 10^4 hücre/insan arasında değişmektedir. *Shigella* spp.'nin neden olduğu gastrointestinal enfeksiyonlar genellikle karın ağrısı ve krampları, ishal (bazen kanlı) nedeniyle aşırı su kaybı ve bağırsaklarda ülser benzeri yanmalar şeklinde ortaya çıkmaktadır (Halkman, 2012). Özellikle çocuklarda *Shigella*'nın sebep olduğu gıda zehirlenmeleri bu bakterinin önemini artırmaktadır. Yaptığımız çalışmada *Shigella* serbest gezinmeli sistemde 6,85 (log kob/yumurta) olarak tespit edilirken, kafes sistemindeki yumurtalarda 5,35 (log kob/yumurta) olarak saptanmıştır. Yetiştirme sisteminin etkisi bulaşmada önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Micrococcaceae familyasında yer alan *Staphylococcus* cinsinin üyesi olan *Staphylococcus Aureus* insanlarda gıda zehirlenmelerinde önemli mikroorganizmalardan biridir. *E. coli*, *Staphylacoccus sp.*, *Bacillus sp.* ve *Pseudomona sp.* gibi bakterilerin yumurtalarda kontaminasyona neden olduğu bunun sonucunda da civcivlerde göbek iltihabı (omphalitis) görüldüğü bildirilmiştir (Chute ve Gershman 1961; Ernst ve ark. 1980; Sheldon ve Ball 1986) *Staphylococcus Aureus* serbest gezinmeli sistemde 6,61 (log kob/yumurta), kafes sisteminde ise 5,87 (log kob/yumurta) tespit edilmiş ve aradaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bulancak (2017), *S. Aeureus* düzeyini, kapalı yer sisteminde yetiştirilen tavuklardan elde edilen kuluçkalık yumurtalarda 7,10 log kob/yumurta olarak tespit etmiştir. Serbest gezinmeli sistemde bulaşma düzeyi kafes sistemine göre daha yüksek düzeyde tespit edilirken Bulancak'ın (2017) yer sisteminde tespit ettiği bakteriyel bulaşma düzeyine yakın bir sonuç elde edilmiştir. *Staphylococcus Aureus* 'un kuluçkalık yumurtalarda kuluçka performansına ve sofralık yumurtada raf ömrü uzunluğuna olumsuz yönde etki ettiği düşünülmektedir.

Enterococcus spp. kanatlı hayvanların doğal konakçısı ve indikatör bir bakteri olup fekal streptokokların bir alt grubudur. Bağırsaktan sıklıkla izole edilebilen Enterokoklar, *Enterococcus fecalis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus durans* ve *Enterococcus hirae*"dir (Stevens ve ark, 2003). Akut formda septisemi, depreseyon, letarji, diyare, yumurta veriminde azalma gibi klinik semptomlar gözlenirken, subakut/kronik formda topallık, canlı ağırlıkta azalma ve kranial bölgede tremorlarla seyredebilmektedir (Barnes ve ark, 2008). Toy ve ark. (2018), tavuk, hindi ve bıldırcın yumurtalarının kabuğunda *Enterococcus spp.* düzeyini sırasıyla 4,48, 4,66 ve 6,03 log kob/yumurta olarak saptamışlardır. Yaptığımız çalışmada serbest gezinmeli sistemde 8,89 log kob/ yumurta tespit edilirken kafes sisteminde 7,33 log kob/ yumurta olarak saptanmış ve yetiştirme sistemleri açısından aradaki fark istatistiksel

olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Kabuk yüzeyinden yıkanan bakteri yükünün dışkıdan izole edilen sonuçlara yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada, özellikle sofralık yumurtanın raf ömrünü doğrudan etkileyen küf düzeyi serbest sistemde 5,78 (log kob/yumurta) bulunurken, kafes sisteminde 6,41 (log kob/yumurta) olarak tespit edilmiştir. Yetiştirme sistemleri açısından küf düzeyi açısından Jones ve Anderson (2013), kahverengi yumurtacı Hy Line Brown, Silver Brown ve Plymouth Rock yumurtalarıyla yaptıkları çalışmada zenginleştirilmiş kafeste ırklara göre sırasıyla 0,99, 0,81 ve 0,86, katlı kafeste 1,31, 1,37 ve 0,64, kapalı yer sisteminde 1,73, 1,3 ve 0,00 ve serbest gezinmeli (Free-range) sistemde 1,99, 0,55 ve 0,84 log kob/yumurta olarak tespit etmişlerdir. Jones ve ark. (2015), kapalı kafes sistemi ve zenginleştirilmiş kafes sistemi yumurta folluklarından aldıkları swap örneklerinde sırasıyla 1,6 ve 2,7 log kob/yumurta olarak saptamışlardır.

Yumurta kabuğundaki küf-maya düzeyleri serbest gezinmeli sistem için 5,78- 4,10 log kob/ yumurta ve kafes sistemleri için 6,41-4,96 log kob/ yumurta olarak daha yüksek oranda tespit edilirken yetiştirme sistemleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Katlı kafes sisteminde küf maya düzeyinin serbest gezinmeli sistemden daha yoğun çıkmasına kafes sistemindeki nem düzeyinin etkisi olduğu düşünülmektedir.

Yetiştirme Sistemlerine Göre Dışkıdaki Mikrobiyolojik Yük Sonuçları

Yetiştirme sistemlerine göre toplanan dışkı örneklerinde toplam mezofilik bakteri yükü (TMAB) serbest gezinmeli sistemde 10,47 (log kob/g) ve kafes sisteminde 9,22 (log kob/g) olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Serbest gezinmeli sistem ile kafes sisteminden elde edilen dışkı örneklerindeki TMAB düzeyleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Serbest gezinmeli sistemde TMAB düzeyi bakımından daha yoğun bulaşmanın olduğu ve dışkı ile temasın kabuk yüzeyindeki bulaşma düzeyi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Shigella serbest gezinmeli ve kafes sisteminde sırasıyla 7,01 ve 5,77 (log kob/g), *Enterococcus* 8,88 ve 6,61 (log kob/g) olarak saptanmış ve yetiştirme sistemleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$). TMAB'deki yoğunluk gibi *Shigella* ve *Enterococcus*'un dışkıdaki bulaşma düzeyine paralel olarak serbest gezinmeli sistemden elde edilen yumurtaların bulaşma düzeyi önemli bulunmuştur.

E.coli serbest ve kafes sistemde sırasıyla 7,29 ve 8,16 (log kob/g), *Coliform* 6,80 ve 7,22 (log kob/g) ve maya 3,70 ve 4,30 (log kob/g) olarak tespit edilmiş ve yetiştirme sistemleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Tablo 2. Dışkıdaki ortalama mikrobiyolojik yük (log 10 kob/g)¹

Mikroorganizmalar	N	Serbest Gezinmeli (Free-range) Sistem		Kafes Sistemi		P Değeri
		Mean+Sd	Median(Min-Max)	Mean+Sd	Median(Min-Max)	
TMAB	3	10,47±0,43	10,75(8,11-11,42)	9,22±0,58	9,25(7,78-10,61)	0,015*
<i>E.coli</i>	3	7,29±0,35	7,50(5,90-9,16)	8,16±0,49	7,54(7,48-9,03)	0,844
<i>Coliform</i>	3	6,80±2,80	6,50(4,00-9,59)	7,22±2,42	6,70(4,80-9,65)	0,419
<i>Campylobacter</i>	3	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Shigella</i>	3	7,01±0,47	7,41(6,08-7,54)	5,77±1,07	5,70(4,70-6,85)	0,043*
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	8,53±0,52	8,87(6,25-10,00)	10,10±0,55	10,60(9,00-10,70)	0,016*
Yeast (maya)	3	3,70±0,10	3,80(3,5-4,80)	4,30±0,69	4,5(4,00-4,80)	0,973
Mold (küf)	3	5,00±1,00	5,15(4,30-4,48)	6,37±0,58	6,5(5,8-6,95)	0,030*
<i>Enterococcus</i>	3	8,88±0,51	8,90(7,60-10,11)	6,61±1,81	8,54(0,00-10,05)	0,033*

*: P<0.05

¹ Serbest gezinmeli ve kafes sistemi için analiz edilen dışkı sayısı 3, her tekrür miktarı için 90 gram toplamda 180 gram dışkı analiz için kullanılmıştır.

Staphylococcus Aureus ve küf düzeyleri kafes sisteminde daha yoğun olarak tespit edilmiş ve bakteri düzeyleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). *Staphylococcus Aureus* sırasıyla kafes ve serbest gezinmeli sistemde 10,10 ve 8,53 (log kob/g), küf düzeyleri 6,37 ve 5,00 (log kob/g) olarak tespit edilmiştir. Kafes sisteminde barınak içi nem düzeyinin bulaşma yoğunluğunu artırdığı düşünülmektedir.

Yaptığımız çalışmada dışkı örneklerinin yıkama solüsyonlarında *Campylobacter* saptanmamıştır.

Sonuç ve Öneriler

Ülkemizde üretilen sofralık yumurtalar organik, serbest gezinmeli (free range), kapalı kümes yer ve katlı kafes sistemi gibi yetiştirilme sistemine göre kodlanarak tüketiciye sunulmaktadır. Bu çalışmada serbest gezinmeli (free range) ve kafes sisteminde yetiştirilen AKBAY hibrit tavuklardan elde edilen sofralık yumurtalar ve dışkı örnekleri; toplam mezofilik bakteri (TMAB), *koliform*, *E coli*, *Staphylococcus Aureus*, *Enterococcus*, küf-maya, *Campylobacter* spp. ve *Shigella* sayısı bakımından analiz edilmiştir. Serbest gezinmeli kafes sisteminden elde edilen sofralık yumurtaların toplam mezofilik bakteri (TMAB) yükü önceki çalışma sonuçlarına göre yaklaşık 3 log kob/yumurta daha yüksek (8,22 log kob/yumurta), *S.Aureus*, *coliform*, *shigella* ve *Enterococcus* bakterileri daha yoğun oranda tespit edilmiştir.

Gıda güvenliği açısından öneme sahip *Campylobacter* spp. her iki yetiştirme sisteminde üretilen yumurtaların kabuğunda ve tavukların dışkısında saptanmamıştır.

Yumurta üretiminin her basamağında uluslararası gıda ve kalite güvenlik sistemlerinin en yüksek düzeyde uygulanması, bakteriyel bulaşma risklerinin kontrol altına alınması ve yok edilmesi önem arzeden konulardır. Hayvan refahı açısından sağladığı avantajlara ve giderek artan tüketici taleplerine karşın serbest gezinmeli sistemde yetiştirilen tavuklardan elde edilen yumurtaların daha kontrollü tüketilmesi önerilmektedir. Sofralık yumurtalarda farklı yetiştirme sistemlerinde mikrobiyal düzeyin saptanması açısından ülkemiz genelinde sınırlı sayıda literatür bulunmaktadır ve daha çok çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

AB Yönetmeliği., 1999. Council Directive 1999/74/EC of 19 July 1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens Official Journal L 203, 03/08/1999 P. 0053 – 0057.

Adesiyun A, Offiah N, Seepersadsingh N, Rodrigo S, Lashley V, Musai L., 2007. Antimicrobial resistance of salmonella spp. and escherichia coli isolated from table eggs. Food Control, 18(4): 306-311.

Al Momani W, Janakat S, Khatatbeh M., 2018. Bacterial contamination of table eggs sold in Jordanian Markets. Pakistan Journal of Nutrition, 17(1): 15-20.

Ayaz E, Baylan M, Kurşun K., 2022. Atak-S tavuklarda farklı yetiştirme sisteminin verim özellikleri, kalite kriterleri ve yumurta kabuğu mikrobiyal yükü üzerine etkileri. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 216-229.

BAM., 2002, Bacteriological Analytical Manual, 8th Ed., Revision A.

Barnes HJ, Vaillancourt JP, Gross WB., 2003. Colibacillosis. In: Diseases of Poultry (11 nd ed), Iowa State Press; Ames, Iowa, USA, 2003, s 631-652.

Brambell FWR., 1965. Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems. Fish.85.

Bulancak A, Baylan M, Erginkaya Z, Toy N., 2016. Effects of propolis and thyme essential oil as a bio-fumigants on microbiological load of hatching eggs and incubation

performance parameters. *World's Poultry Science Journal*, 72(I). 5th Mediterranean Poultry Summit, Oral sessions, 20-25 October, Italy-Spain- France, page 41.

Bulancak A., 2017. Kuluçkalık yumurtalarda propolis ve kekik eterik yağının bio-fumigant olarak kullanımının mikrobiyolojik yük, kuluçka ve besi performansı özelliklerine etkisi, Çukurova Üniversitesi, Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tez Çalışması.

Chute HL, Gershman M., 1961. A new approach to hatchery sanitation. *Poultry Science*, 40: 468-571.

Chousalkar K, Flynn P, Sutherland M, Roberts J, Cheetham B., 2010. Recovery of salmonella and escherichia coli from commercial egg shells and effect of translucency on bacterial penetration in eggs. *International Journal of Food Microbiology* 2010; 142(1-2): 207-13.

De Reu K, Grijspeerdt K, Heyndrickx M, Uyttendaele M, Herman L., 2005a. The use of total aerobic and gram-negative flora for quality assurance in the production chain of consumption eggs. *Food Control*, 16, 147e155.

De Reu K, Grijspeerdt K, Heyndrickx M, Zoons J, De Baere K, Uyttendaele M., 2005b. Bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and aviary housing systems for laying hens. *British Poultry Science*, 46, 149e155.

De Reu K, Messens, W, Heyndrickx M, Rodenburg TB, Uyttendaele M, Herman L., 2008. Bacterial contamination of table eggs and the influence of housing systems. *World's Poultry Science Journal*, 64: 5-19.

De Reu K, Rodenburg TB, Grijspeerdt K, Heyndrickx M, Tuytens FAM, Sonck B, Zoons J, Herman L., 2009. Bacteriological contamination, dirt, and crack of eggshells in furnished cages and noncage systems for laying hens: an international on-farm comparison. *Poultry Science*, 88: 2442-2448.

De Reu K, Rodenburg TB, Grijspeerdt K, Messens W, Heyndrickx M, Tuytens FA, 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(11): 2442-2448.

Dipineto L, Gargiulo A, Russo TP, De Luca Bossa LM, Borrelli L, Menna LF., 2011. *Campylobacter jejuni*, *campylobacter coli*, and cytolethal distending toxin genes in laying hens. *Avian Diseases*. 2011; 55(1): 103-105.

Doyle MP., 1984. Association of *Campylobacter jejuni* with laying hens and eggs. *Applied and Environmental Microbiology*, 47, 533-536

Durmuş İ, Sarıca M, Aktan S, Yıldız T, Kahraman Z, Ertaş S., 2009. Geliştirilmekte olan yerli ticari yumurtacı hibritlerin verim özelliklerinin belirlenmesi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 8(1): 5-9.

EFSA., 2011. Evaluation of the foodex, the food classification system applied to the development of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database. *EFSA Journal*, 9(3): 1970.

Englmaierova M., Tůmová E, Charvátová V, Skřivan M., 2014. Effects of laying hens housing system on laying performance, egg quality characteristics, and egg microbial contamination. *Czech Journal of Animal Science*, 59(8): 345-352.

Esen Ş., 2019. Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen tavuk yumurtalarında salmonella ve bazı indikatör mikroorganizmaların varlığı. Dicle Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Tez Çalışması.

Ernst RA, Bickford AA, Glick-Smith J., 1980. Microbiological monitoring of hatcheries and hatching eggs. *Poultry Science*, 59: 1604.

FDA (Food Drug Administration)., 1998. Decomposition and histamine in raw, frozen Tuna and Mahi-mahi, Canned Tuna and related species. Compliance Policy Guides 7108. 240, sec. 540-525.

Ferrante V, Lolli S, Vezzoli G, Cavalchini LG., 2009. Effects of two different rearing systems (organic and barn) on production performance, animal welfare traits and egg quality characteristics in laying hens. *Italian Journal of Animal Science*, 8: 165-174.

Halkman AK., 2012. Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü GDM310 Gıda Mikrobiyolojisi II Ders notları 2012/ 13 Bahar Dönemi; Ders notu 12.

Holt PS, Davies RH, Dewulf J, Gast RK, Huwe JK, Jones DR, Waltman D, Willian KR., 2011. The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science*, 90: 251-262.

Huneau-Salaun A, Michel V, Huonnic D, Balaine L, le Bouquin S., 2010. Factors influencing bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages, and free-range systems for laying hens under commercial conditions. *British Poultry Science*, 51, 163e169.

ICMSF (International commission on microbiological specification for food)., 1982. Microorganisms in foods. Their significance and method of enumeration. 2nd ed, eds. R. P.Elliott, D. S. Clark, K. H. Lewis, H. Lundbeck, J. C. Olsenand J. B. Simonsen, Vol. 1, University of Toronto Pres, London.

ICMSF., 1982. Microorganisms in foods. Sampling for microbiological analysis: Principles and Scientific Applications, 2nd Edition, Vol. 2. University of Toronto Press, Toronto, Canada, pp. 181-196.

İncili GK, Durmuşoğlu H, Güngören A, İlhak OI., 2019. Investigation of microbiological quality of conventional (cage type) and village eggs sold in Elazığ. The Journal of Faculty of Veterinary Medicine, 12(2): 97-102.

Jones DR, Musgrove MT, Northcutt JK., 2004. Variation in external and internal microbial populations in shell eggs during extended storage. Journal of Food Protection, 67: 2657-2660.

Jones DR, Anderson KE, Musgrove MT., 2011. Comparison of environmental and egg microbiology associated with conventional and free-range laying hen management. Poultry Science, 90, 2063e2068.

Jones DR, Anderson KE, Guard JY., 2012. Prevalence of coliforms, salmonella, listeria, and campylobacter associated with eggs and the environment of conventional cage and free-range egg production. Poultry Science, 91(5):1195-1202.

Jones DR, Anderson KE., 2013. Housing system and laying hen strain impacts on egg microbiology. Poultry Science, 92(8): 2221-2225.

Jones DR, Cox NA, Guard J, Fedorka-Cray PJ, Buhr RJ, Gast RK, Abdo Z, Rigsby LL, Plumlee JR, Karcher DM, Robison CI., 2015. Microbiological impact of three commercial laying hen housing systems. Poultry Science, 94(3): 544-551.

Karadal F., 2018. Niğde ve Kayseri’de satışı sunulan köy ve market yumurtalarının mikrobiyolojik kalitesi. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi; 15(1): 51-57.

Mench JA, Sumner DA, Rosen-Molina JT., 2011. Sustainability of egg production in the United States-the policy and market context. Poultry Science, 90: 229-240.

Messens W, Grijspeerdt K, Herman L., 2005. Eggshell penetration by Salmonella: A review. Worlds Poultry Science Journal, 61(1): 71-86.

Musgrove MT, Jones DR, Northcutt JK, Cox NA, Harrison MA., 2005. Shell rinse and shell crush methods for the recovery of aerobic microorganisms and Enterobacteriaceae from shell eggs. Journal of Food Protection, 68: 2144-2148.

Nordenskjöld J., 2010. Study of microflora on egg shells in egg production in Jordan. Independent project/degree project in food science Uppsala Biocentre University of agricultural sciences. EX0426 Independent project/degree project in Food Science. 1-30.

Parisi MA, Northcutt JK, Smith DP, Steinberg EL, Dawson PL., 2015. Microbiological contamination of shell eggs produced in conventional and free-range housing systems. Food Control, 47: 161-165.

Pesavento G, Calonico C, Runfola M, Lo Nostro A, 2017. Free-range and organic farming: Eggshell contamination by mesophilic bacteria and unusual pathogens. *Journal Applied Poultry Research*, 26: 509-517.

Sahin O, Kobalka P, Zhang Q., 2003. Detection and survival of *Campylobacter* in chicken eggs. *Journal of Applied Microbiology* 2003, 95, 1070-1079.

Sharma MK, McDaniel CD, Kiess AS, Loar RE, Adhikari PA, 2022. 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*, 101(2): 101595.

Sheldon BW, Ball J., 1986. Efficacy of ozon disinfection in poultry hatcheries. *Industry Summary report 119, Southeastern Poultry and Egg Association, Decatur. G.A.*

Sulonen J, Kärenlampi R, Holma U, Hänninen ML., 2007. *Campylobacter* in finnish organic laying hens in autumn 2003 and spring 2004. *Poultry Science*, 86(6): 1223-1228.

Stevens M, Ashbolt, N, Cunliffe D., 2003. Recommendations to change the use of coliforms as microbial indicators of drinking water quality. *Australian Government National Health and Medical Research Council* 2003; 1-43.

Toy N, Kurşun K, Açık İP, Bulancak A, Baylan M., 2018. Yerde yetiştirilen kanatlılardan elde edilen sofralık yumurtaların mikrobiyolojik flora açısından karşılaştırılması. 3rd International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2018) Çukurova University, Congress Center, October 24-26, 2018, Adana / TURKEY Pages: 1-1, Paper ID:520.

Yenilmez F, Bulancak A., 2020. Microbiological quality of table eggs sold at different sales location. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi*, 35(2): 115-124.