

Otomatik Sistem ve El ile Toplanan Tavuk Yumurtalarının Farklı Sıcaklıklarda Depolanmanın Yumurta Kabuk Mikrobiyal Yükü ve Yumurta Kalitesi Üzerine Etkisi*

Feyza Nur HARPUT 

Ali AYGÜN 

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü 42130, Selçuklu / KONYA
aaygun@selcuk.edu.tr

Öz

Bu çalışmanın amacı otomatik yumurta toplama sistemi ve el ile toplanan yumurtaların farklı sıcaklıklarda depolanmasının yumurta kabuk mikrobiyal yükü ve yumurta kalitesi üzerine etkilerini araştırmaktır. Bu amaçla araştırmada toplam 300 adet sofralık tavuk yumurtası kullanılmıştır. Muamele grupları; kümeste el ile toplanan yumurtalar (K) ve otomatik yumurta toplama sistemi ile toplanan yumurtalar (M) olmak üzere toplam iki gruptan oluşturulmuştur. Toplanan yumurtalar 28 gün süresince oda sıcaklığında (25 °C) ve buzdolabı sıcaklığında (4 °C) depolanmıştır. Depolama ortamı nemi %45-55 arasında belirlenmiştir. Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Araştırma süresince her hafta her gruptan rastgele alınan 10 adet yumurtada yumurta ağırlık kaybı, özgül ağırlık, kabuk kırılma direnci, ak yüksekliği, Haugh birimi, sarı indeksi ve ak pH özellikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, her gruptan rastgele alınan 5 adet yumurtada da toplam mezofilik aerobik bakteri yükü tespit edilmiştir. Kümeden el ile toplanan yumurtalarda otomatik yumurta toplama sistemi ile toplanan yumurtalara göre daha fazla Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri tespit edilmiştir (P<0.05). Genel olarak bakıldığında, yumurta kalite özellikleri üzerine muamele gruplarının ve otomatik yumurta toplama sistemi x depolama sıcaklığı interaksyonunun etkisi önemsiz olmuştur. Depolama sıcaklığının kabuk kırılma direnci hariç diğer bütün kalite özellikleri üzerine etkisi önemli çıkmıştır (P<0.05). Yumurta kalite özellikleri depolama süresince 4 °C'de depolanan yumurtalarda 25 °C'de depolanana göre kalitesini daha iyi koruduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yumurta, otomatik yumurta toplama sistemi, yumurta kalitesi, depolama

The Effect of Storage at Different Temperatures of Automatic and Manually Collected Chicken Eggs on Egg Shell Microbial Load and Egg Quality

Abstract

The aim of this study is to investigate the effects of the automatic egg collection system and manually collected eggs on eggshell microbial load and egg quality under different storage temperature. For this purpose, a total of 300 table chicken eggs were used in the study. Treatment groups: eggs collected by manually (K) and automatic egg collection system (M). The collected eggs are stored at room temperature (25 °C) and refrigerator temperature (4 °C) for 28 days. The relative humidity of storage environment was 45-55%. The research was conducted according to the trial pattern of coincidence parcels. During the study, egg weight loss, specific gravity, eggshell strength, albumen height, Haugh unit, yolk index and albumen pH characteristics were detected in 10 eggs randomly taken from each group each week. In addition, a total load of mesophilic aerobic bacteria was detected in 5 eggs randomly taken from each group. More Total Mesophilic Aerobic Bacteria were detected in the manually collected eggs than by the automatic egg collection system eggs (P<0.05). In general, the effect of treatment groups on egg quality characteristics and automatic egg collection system x storage temperature interaction has been insignificant. The effect of the storage temperature on all other quality characteristics except eggshell strength was significant (P<0.05). Egg quality characteristics were found to maintain better quality in eggs stored at 4 °C during storage than those stored at 25 °C.

Keywords: Egg, automatic egg collection system, egg quality, storage

* Bu makale Feyza Nur HARPUT'un Yüksek Lisans tezinden özetlenmiş ve Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 19201049 proje numarası ile Yüksek Lisans tez projesi olarak desteklenmiştir.

Giriş

Yumurta hayvansal protein kaynağı olmakla beraber, doymamış yağ asitleri, vitamin ve mineralleri ihtiva etmesinden dolayı insan beslenmesinde önemi yüksektir (Sarıca ve Erensayın, 2014; Şenköylü, 2001; Watkins, 1995). Yumurta yumurtlandığı anda en yüksek kalitede kabul edilmekte (Stadelman, 1995), toplama, taşıma ve depolama esnasında bazı işlemlere maruz kalmakta ve bu işlemler sonucunda da kalitede düşmeler görülebilmektedir. Kümeslerde üretilen yumurtalar toplama, paketlenme ve depolama gibi işlemlerden geçmektedir. Günlük yumurtalar sınıflama ve paketlenme işletmelerinde sınıflanıp paketlenerek işleyicilere/perakendecilere nakledilmektedir (Cebeci ve Kutlu, 2009).

Son yıllarda yumurta üretimin artmasına bağlı olarak yumurta üretim işletmelerinde de otomasyon hızla artmaktadır. Yumurta üretim sektöründe farklı şekil ve adlarda otomatik yumurta sistemleri mevcuttur. Bu yumurta toplama sistemleri; zincirli konveyör sistem, şelale yumurta toplama sistemi ve asansörlü yumurta taşıma sistemleridir. Kafes ve zemin için yumurta toplama sistemleri ise; eğimli taşıyıcılar, dikey taşıyıcılar ve çubuk taşıyıcılarıdır.

Literatür araştırmalarımıza göre otomatik yumurta toplama sistemleri ile el ile toplanan yumurtaların farklı şartlarda depolamanın yumurta kalitesi üzerine etkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma, otomatik yumurta toplama sistemi ve el ile toplanan yumurtaların buzdolabı ve oda şartlarında depolanmasının yumurta kabuk mikrobiyal yükü ve yumurta kalitesine etkisini belirlemek için yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmada Konya ilimizde ticari yumurta üretimi yapan bir firmadan toplam 300 adet beyaz kabuklu sofralık yumurta kullanılmıştır. Yumurtanın toplanması aynı işletmedeki 118 m uzunluğundaki şelale sistemi yumurta toplama sistemi aracılığıyla yapılmıştır. Yüz elli adet yumurta toplama sistemi ile getirilen ve tasnifleme bölgesinde viyollere yerleştirilmiş ve 150 adet yumurtada aynı kümeden bir işçi tarafından el ile toplatılıp viyollere yerleştirilmiş ve Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü Yumurta kalite Laboratuvarında analizler yapılmıştır.

Metot

Toplama sistemi ile toplanan 150 adet yumurta ve el ile toplanan 150 adet yumurta oda sıcaklığında (25 °C) ve buzdolabı sıcaklığında (4 °C) depolanmıştır. Depolama ortam nemi %45-55 arasında belirlenmiştir. Denemenin 0, 7, 14, 21 ve 28 günlerinde her gruptan rastgele alınan 10 adet yumurtada yumurta ağırlık kaybı, özgül ağırlık, kabuk kırılma direnci, ak yüksekliği, Haugh birim, sarı indeksi ve ak pH tespit edilmiştir. Aynı şekilde denemenin 0, 7, 14, 21 ve 28 günlerinde her gruptan rastgele alınan 5 adet yumurtada toplam bakteri yükü tespit edilmiştir.

Kalite Analizleri

Yumurta ağırlıkları başlangıçta 0.01g hassasiyetinde dijital hassas terazi ile tartılmış ve yumurtaların üzerine yazılmıştır. Her periyotta tekrar tartılarak yumurta ağırlık kaybı (%) tespit edilmiştir. Yumurta özgül ağırlığı (g/cm^3), yumurtaların havada ve suda tartılarak Arşimet prensibine göre hesap edilmiştir (Wells, 1968). Yumurta kabuk mukavemeti Egg Force Reader cihazı kullanılarak tespit edilmiş ve kg olarak ifade edilmiştir. Ak yüksekliği, Egg Analyzer cihazı ile tespit edilip, yumurta ağırlığı belirlendikten sonra Haugh birimi aşağıdaki formül yardımıyla hesap edilmiştir (Haugh, 1937).

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

H: Ak yüksekliği (mm)

G: Yumurta ağırlığı (g)' dir.

Sarı indeksi, yumurtanın ak ve sarısı yumurta ayrıcı ile ayrılarak düz cam bir yüzeye bırakılıp; sarı yüksekliği dijital yükseklik mihengiri (0.01 mm hassasiyetinde), sarı çapı ise dijital mikrometre (0.01 mm hassasiyetinde) ile ölçülmüş ve sarı indeksi Funk (1948)' e göre belirlenmiştir. Yumurta ak pH ölçümü pH metre ile tespit edilmiştir.

Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyoloji analizlerinde her bir yumurta 50 ml ringer çözeltisinde 2-3 dk bekletilmiş ve ardından bu sıvıdan seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Uygun dilüsyonlardan toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı için (TMAB) Plate Count Agar (PCA)'a yayma yöntemiyle ekimler yapılmıştır. PCA petripleri 30 °C'de 24 saat aerobik şartlarda inkübe edilmiş ve bu süreler sonunda sayımlar yapılmıştır (Gentry ve Quarles, 1972; Jones ve ark., 2002). Sonuçlar log kob/g cinsinden verilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Araştırma 2 adet toplama sistemi (otomatik ve el ile toplama) ve 2 adet depolama (oda ve buzdolabı) olmak üzere tesadüf parselleri deneme deseninde yürütülmüştür (Düzgüneş ve ark., 1987). Analizlerin yürütülmesinde MİNİTAB 16 paket programından yararlanılmış ve farklı grupların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları

Yumurta Kabuk Mikrobiyal Yükü

Toplam mezofilik aerobik bakteri üzerine depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksyonunun etkisi Çizelge 1'de verilmiştir.

Toplam mezofilik aerobik bakteri üzerine depolama x toplama sisteminin etkisi sadece 7. günde önemli çıkmıştır (P<0.05). En yüksek toplam bakteri yükü (4.45 log/kob) el ile toplanıp 4 °C'de depolanmış yumurtalarda görülmüştür. Diğer gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz olmuştur.

Genel etkiler dikkate alındığında; depolama sıcaklığının yumurta TMAB üzerine etkisi tüm periyotlarda önemli çıkmıştır. 4 °C'de depolanan yumurtalardaki TMAB, 25 °C'de depolanan yumurtalarla kıyaslandığında daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Muamele grupları dikkate alındığında; toplama sisteminin TMAB üzerine etkisi 7. 14. ve 21. günlerde önemli çıkmış olup (P<0.05), depolamanın 28. günde gruplar arası farklılık önemsiz çıkmıştır. Depolamanın 21. gününde TMAB yükü K grubunda 4.26 log/kob ve M grubunda 3.94 log/kob olarak tespit edilmiş olup gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Genel olarak incelendiğinde kümeden el ile toplanan yumurtaların TMAB yükü otomatik sistem ile toplanan yumurtalara göre daha fazla olduğu görülmüştür (P<0.05).

Çizelge 1. Depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksiyonunun toplam mezofilik aerobik bakteri üzerine etkisi (Log kob/yumurta; \bar{X})

	Başlangıç TMAB	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri			
		7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Depolama sıcaklığı (°C)					
4	3.76	4.13	4.13	4.28	4.26
25	3.75	3.75	3.72	3.92	3.66
SHO	0.061	0.885	0.049	0.051	0.049
P-değeri	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Muameleler					
K	3.74	4.09	4.17	4.26	3.99
M	3.77	3.79	3.68	3.94	3.92
SHO	0.061	0.885	0.049	0.051	0.049
P-değeri	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05
Depolama sıcaklığı x Muameleler					
25x K	3.71	3.74 ^b	4.00	4.02	3.62
25x M	3.79	3.77 ^b	3.44	3.82	3.69
4 x K	3.77	4.45 ^a	4.34	4.50	4.35
4 x M	3.75	3.81 ^b	3.93	4.05	4.16
SHO	0.087	0.125	0.070	0.071	0.069
P-değeri	>0.05	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05

K: Kümeden el ile toplanan. M: Makina ile toplanan, SHO: Standart hata ortalaması

^{a,b}: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

Yumurta Ağırlık Kaybı (%)

Yumurta ağırlık kaybı (%) üzerine depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksiyonunun etkisi Çizelge 2’de verilmiştir.

Yumurta ağırlık kaybı depolama sıcaklığı x toplama sistemi interaksiyon etkisi sadece 7. günde önemli çıkmıştır (P<0.05). Yumurta ağırlık kaybı en yüksek makine ile toplanıp 25 °C’de depolanmış yumurtalarda (%1.86) görülmüştür. Yumurta ağırlık kaybı (%0.57) en düşük makine ile toplanıp 4 °C’de depolanmış yumurtalarda tespit edilmiştir. Diğer periyotlarda gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemsiz olmuştur.

Genel etkiler dikkate alındığında; depolama sıcaklığının yumurta ağırlık kaybı üzerine etkisi tüm periyotlarda önemli çıkmıştır. Depolamanın 28. gününde 25 °C’de depolanmış yumurtalardaki yumurta ağırlık kaybının (%7.69), 4 °C’de depolanmış yumurtalarla (%1.80) kıyaslandığında daha fazla olduğu görülmüştür (P<0.05).

Muamele grupları dikkate alındığında; toplama sisteminin yumurta ağırlık kaybı üzerine etkisi sadece 7. günde önemli çıkmış olup (P<0.05), depolamanın 14. 21. ve 28. günlerde gruplar arası farklılık önemsiz çıkmıştır. Depolamanın 7. gününde makine ile toplanan yumurtaların yumurta ağırlık kaybı (%1.22) el ile toplanan yumurtalara (%1.13) göre daha fazla olduğu görülmüştür (P<0.05). Depolamanın 28. gününde yumurta ağırlık kaybı K grubunda %4.83 iken, M grubunda %4.66 olarak tespit edilmiş olup gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz olmuştur.

Çizelge 2. Depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksiyonunun yumurta ağırlık kaybı üzerine etkisi (% \bar{X})

	Başlangıç yumurta ağırlığı (g)	Yumurta ağırlık kaybı (%)			
		7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Depolama sıcaklığı (°C)					
25	65.22	1.76	3.62	5.01	7.69
4	65.49	0.59	0.99	1.18	1.80
SHO	0.758	0.029	0.133	0.134	0.240
P-değeri	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Muameleler					
K	65.54	1.13	2.37	3.03	4.83
M	65.18	1.22	2.26	3.17	4.66
SHO	0.757	0.029	0.133	0.134	0.240
P-değeri	>0.05	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05
Depolama sıcaklığı x Muameleler					
25 x K	64.78	1.65 ^b	3.75	4.96	7.85
25 x M	65.67	1.86 ^a	3.50	5.07	7.55
4 x K	66.30	0.60 ^c	0.98	1.10	1.83
4 x M	64.68	0.57 ^c	1.01	2.66	1.78
SHO	1.071	0.040	0.189	0.189	0.340
P-değeri	>0.05	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05

K: Kümesten el ile toplanan. M: Makina ile toplanan. SHO: Standart hata ortalaması

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

Yumurta Özgül Ağırlığı (g/cm³)

Yumurta özgül ağırlığı üzerine depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksiyonunun etkisi Çizelge 3'te verilmiştir.

Yumurta özgül ağırlığı üzerine depolama sıcaklığı x toplama interaksiyon etkisi bütün haftalarda önemsiz çıkmıştır.

Genel etkiler dikkate alındığında; depolama sıcaklığının yumurta özgül ağırlığı üzerine etkisi tüm periyotlarda önemli çıkmıştır (P<0.05). Depolamanın 28. gününde 25 °C'de depolanan yumurtalardaki yumurta özgül ağırlığı (1.005 g/cm³), 4 °C'de depolanan yumurtalara (1.060 g/cm³) kıyasla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (P<0.05).

Muamele grupları dikkate alındığında; toplama sistemlerinin yumurta özgül ağırlık üzerine etkisi bütün periyotlarda önemsiz çıkmıştır (P>0.05). Depolamanın 28. gününde yumurta özgül ağırlığı K grubunda 1.032 g/cm³, M grubunda ise 1.033 g/cm³ olarak tespit edilmiş olup gruplar arası farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 3. Depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksiyonunun yumurta özgül ağırlığı üzerine etkisi (\bar{X})

	Başlangıç özgül ağırlığı (g/cm ³)	Yumurta özgül ağırlık (g/cm ³)			
		7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Depolama sıcaklığı (°C)					
25	1.079	1.062	1.043	1.029	1.005
4	1.081	1.075	1.075	1.069	1.060
SHO	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002
<i>P</i> -değeri	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Muameleler					
K	1.079	1.070	1.058	1.050	1.032
M	1.081	1.067	1.056	1.047	1.033
SHO	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002
<i>P</i> -değeri	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
Depolama sıcaklığı x Muameleler					
25 x K	1.078	1.064	1.042	1.030	1.004
25 x M	1.079	1.060	1.043	1.028	1.006
4 x K	1.081	1.076	1.073	1.070	1.060
4 x M	1.080	1.074	1.069	1.067	1.059
SHO	0.001	0.002	0.003	0.003	0.002
<i>P</i> -değeri	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

K: Kümesten el ile toplanan. M: Makina ile toplanan. SHO: Standart hata ortalaması

Yumurta Kabuk Kırılma Direnci (kg)

Yumurta kabuk kırılma direnci üzerine depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksiyonunun etkisi Çizelge 4'te verilmiştir.

Depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksiyonunun, yumurta kabuk kırılma direnci üzerine etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir. Depolamanın 28. gününde 25 °C' de depolanan yumurtalardaki yumurta kırılma direnci 4.414 kg, 4 °C'de depolanan yumurtalarda ise 4.089 kg olarak tespit edilmiş olup, gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Yumurta Ak Yüksekliği (mm)

Yumurta ak yüksekliği üzerine depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksiyonunun etkisi Çizelge 5'te verilmiştir.

Yumurta ak yüksekliği üzerine depolama x toplama interaksiyonunun etkileri bütün günlerde önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4. Depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksiyonunun yumurta kabuk kırılma direnci üzerine etkisi (\bar{X})

	Başlangıç yumurta kırılma direnci (kg)	Kabuk kırılma direnci (kg)			
		7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Depolama sıcaklığı (°C)					
25	4.021	4.390	4.018	4.481	4.414
4	4.293	4.465	4.068	4.032	4.089
SHO	0.112	0.124	0.120	0.167	0.13
P-değeri	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
Muameleler					
K	4.148	4.381	4.081	4.127	4.288
M	4.165	4.474	4.005	4.386	4.215
SHO	0.112	0.124	0.120	0.167	0.135
P-değeri	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
Depolama sıcaklığı x Muameleler					
25 x K	4.036	4.420	3.992	4.361	4.374
25 x M	4.005	4.360	4.04	4.601	4.454
4 x K	4.260	4.341	4.170	3.892	4.203
4 x M	4.325	4.589	3.966	4.171	4.986
SHO	0.159	0.175	0.170	0.237	0.191
P-değeri	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

K: Kümesten el ile toplanan. M: Makina ile toplanan. ,SHO: Standart hata ortalaması

Çizelge 5. Depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksiyonunun yumurta ak yüksekliği üzerine etkisi (\bar{X})

	Başlangıç ak yüksekliği	Ak yüksekliği (mm)			
		7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Depolama sıcaklığı (°C)					
25	7.64	5.28	4.18	4.30	3.98
4	7.48	6.70	6.86	6.68	6.28
SHO	0.179	0.152	0.163	0.172	0.198
P-değeri	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Muameleler					
K	7.53	5.87	5.60	5.46	5.07
M	7.59	6.11	5.44	5.53	5.20
SHO	0.179	0.152	0.163	0.173	0.198
P-değeri	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
Depolama sıcaklığı x Muameleler					
25 x K	7.36	5.20	4.38	4.27	3.92
25 x M	7.92	5.36	4.98	4.34	4.04
4 x K	7.70	6.54	6.81	6.64	6.21
4 x M	7.26	6.87	6.91	6.62	6.35
SHO	0.253	0.215	0.231	0.244	0.280
P-değeri	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

K: Kümesten el ile toplanan. M: Makina ile toplanan. SHO: Standart hata ortalaması

Genel etkiler dikkate alındığında depolama sıcaklığının yumurta ak yüksekliği üzerine etkisi tüm periyotlarda önemli çıkmıştır ($P<0.05$). Yumurta ak yüksekliği tüm periyotlarda 4 °C’de depolanan yumurtalarda 25 °C’de depolananlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Depolamanın 28. gününde 25 °C’de depolanan yumurtalardaki yumurta

ak yüksekliği 3.98 mm, 4 °C’de depolanan yumurtalarda ise 6.28 mm olarak tespit edilmiş olup, gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Muamele gruplarının yumurta ak yüksekliği üzerine etkisi bütün periyotlarda önemsiz çıkmıştır. Depolamanın 28. gününde yumurta ak yüksekliği K grubunda 5.07 mm ve M grubunda 5.20 mm olarak tespit edilmiş olup gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Yumurta Haugh Birimi

Yumurta Haugh birimi üzerine depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksiyonunun etkisi Çizelge 6’da verilmiştir.

Haugh birimi üzerine depolama sıcaklığı x toplama sistemi interaksiyon etkileri bütün haftalarda önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 6. Depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksiyonunun yumurta Haugh birimi üzerine etkisi (\bar{X})

	Başlangıç Haugh birimi	Haugh birimi			
		7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Depolama sıcaklığı (°C)					
25	85.52	69.42	61.14	60.60	58.03
4	85.27	80.13	81.07	80.25	76.72
SHO	1.1135	1.145	1.176	1.244	2.065
P-değeri	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Muameleler					
K	84.78	73.78	71.74	70.05	67.40
M	86.01	75.77	70.47	70.80	67.37
SHO	1.113	1.145	1.175	1.244	1.065
P-değeri	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
Depolama sıcaklığı x Muameleler					
25 x K	84.27	68.23	62.96	60.19	58.16
25 x M	86.78	70.62	59.32	61.00	57.90
4 x K	85.28	79.34	80.52	79.91	76.63
4 x M	85.25	80.92	81.62	80.60	76.82
SHO	1.574	1.619	1.665	1.759	2.915
P-değeri	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

K: Kümesten el ile toplanan. M: Makina ile toplanan. SHO: Standart hata ortalaması

Genel etkiler dikkate alındığında; depolama sıcaklığının Haugh birimi üzerine etkisi tüm periyotlarda önemli çıktığı görülmektedir ($P<0.05$). Haugh birimi tüm periyotlarda 25 °C’de depolanan yumurtalarda 4 °C’de depolananlara kıyasla daha düşük olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Depolamanın 28. gününde 25 °C’de depolanan yumurtalardaki yumurta Haugh birimi 58.03, 4 °C’de depolanan yumurtalarda ise 76.72 olarak tespit edilmiş olup, gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Muamele gruplarının Haugh birimi üzerine etkisi tüm periyotlarda önemsiz çıkmıştır. Depolamanın 28. gününde yumurta Haugh birimi K grubunda 67.40 ve M grubunda 67.37 olarak tespit edilmiş olup gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Yumurta Sarı İndeksi

Yumurta sarı indeksi üzerine depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksyonunun etkisi Çizelge 7’de verilmiştir.

Yumurta sarı indeksi üzerine depolama sıcaklığı x toplama tipinin interaksyon etkileri sadece 7. günde önemli çıkmıştır ($P<0.05$). En düşük sarı indeksi değeri depolamanın 7. gününde makine ile toplanıp 25 °C’de depolanan yumurtalarda (0.33) görülmüş olup, diğer grupların birbirleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz olmuştur.

Çizelge 7. Depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksyonunun yumurta sarı indeksi üzerine etkisi (\bar{X})

	Başlangıç sarı indeksi	Sarı indeksi			
		7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Depolama sıcaklığı (°C)					
25	0.40	0.36	0.26	0.21	0.17
4	0.41	0.39	0.41	0.41	0.40
SHO	0.009	0.005	0.005	0.006	0.007
P-değeri	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Muameleler					
K	0.40	0.40	0.34	0.32	0.28
M	0.42	0.36	0.33	0.30	0.29
SHO	0.009	0.005	0.006	0.006	0.007
P-değeri	>0.05	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05
Depolama sıcaklığı x Muameleler					
25 x K	0.38	0.40 ^a	0.26	0.22	0.17
25 x M	0.42	0.33 ^b	0.26	0.20	0.17
4 x K	0.41	0.40 ^a	0.43	0.42	0.39
4 x M	0.41	0.39 ^a	0.41	0.40	0.40
SHO	0.013	0.007	0.008	0.009	0.009
P-değeri	>0.05	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05

K: Kümeden el ile toplanan. M: Makina ile toplanan. SHO: Standart hata ortalaması

Genel etkiler dikkate alındığında; depolama sıcaklığının yumurta sarı indeksi üzerine etkisi tüm periyotlarda önemli çıktığı görülmüştür ($P<0.05$). Yumurta sarı indeksi tüm periyotlarda 4 °C’de depolanan yumurtalarda 25 °C’de depolananlara kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Depolamanın 28. gününde 25 °C’de depolanan yumurtalardaki yumurta sarı indeksi 0.17, 4 °C’de depolanan yumurtalarda ise 0.40 olarak tespit edilmiş olup, gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Muamele gruplarının yumurta sarı indeksi üzerine etkisi sadece 7. günde önemli çıkmıştır ($P<0.05$). Depolamanın 7. günde makine ile toplanan yumurtaların sarı indeksinin (0.36) el ile toplanan yumurtaların sarı indeksine (0.40) göre daha düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Depolamanın 28. gününde yumurta sarı indeksi K grubunda 0.28 ve M grubunda 0.29 olarak tespit edilmiş olup gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Yumurta Ak pH

Yumurta ak pH üzerine depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksyonunun etkisi Çizelge 8’de verilmiştir.

Ak pH üzerine depolama sıcaklığı x toplama interaksyon etkileri bütün periyotlarda önemsiz çıkmıştır ($P>0.05$).

Çizelge 8. Depolama sıcaklığının, toplama sisteminin ve depolama x toplama sistemi interaksiyonunun yumurta ak pH üzerine etkisi (\bar{X})

	Başlangıç Ak pH	Ak pH			
		7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
Depolama sıcaklığı (°C)					
25	9.12	9.79	9.67	9.85	9.61
4	9.19	9.39	9.21	9.31	9.39
SHO	0.137	0.012	0.015	0.017	0.083
P-değeri	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05
Muameleler					
K	9.27	9.56	9.46	9.56	9.41
M	9.05	9.62	9.43	9.60	9.39
SHO	0.137	0.012	0.015	0.017	0.083
P-değeri	>0.05	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05
Depolama sıcaklığı x Muameleler					
25 x K	9.22	9.75	9.69	9.82	9.46
25 x M	9.02	9.83	9.65	9.89	9.76
4 x K	9.31	9.37	9.22	9.31	9.37
4 x M	9.07	9.41	9.20	9.31	9.41
SHO	0.193	0.017	0.021	0.023	0.118
P-değeri	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

K: Kümesten el ile toplanan. M: Makina ile toplanan. SHO: Standart hata ortalaması

Genel etkiler dikkate alındığında; depolama sıcaklığının ak pH'ı üzerine etkisi 28. gün hariç depolamanın 7. 14. ve 21. haftalarda önemli çıkmıştır ($P<0.05$). Depolamanın 28. günü hariç diğer periyotlarda 4 °C' de depolanan yumurtalar 25 °C' de depolananlara göre ak pH'ı yönünden daha iyi durumda oldukları gözlemlenmiştir. Fakat depolamanın 28. gününde 25 °C'de depolanan yumurtalardaki yumurta ak pH değeri 9.61, 4 °C'de depolanan yumurtalarda ise 9.36 olarak tespit edilmiş olup, gruplar arası farklılıklar istatistik olarak önemsiz bulunmuştur.

Muamele gruplarının yumurta ak pH üzerine etkisi sadece depolamanın 7. günde önemli çıkmıştır ($P<0.05$). Makina ile toplanan yumurtaların ak pH değeri 9.62, el ile toplanan yumurtaların ak pH değeri 9.56 olarak tespit edilmiş olup, gruplar arası farklılıklar istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Depolamanın 28. gününde K grubundaki yumurtaların ak pH değeri 9.41, M grubundaki yumurtaların ak pH değeri 9.36 olarak tespit edilmiş olup, gruplar arası farklılıklar istatistik olarak önemsiz bulunmuştur.

Tartışma

Genel olarak depolama sıcaklığının depolama süresince kırılma direnci hariç diğer yumurta ağırlık kaybı, özgül ağırlık, ak yüksekliği, Haugh birimi, sarı indeksi ve ak pH üzerine etkisi önemli olmuştur. Depolama sıcaklığının depolama süresince yumurta kabuk kırılma direnci üzerine önemli bir etkisi olmadığı ile ilgili çalışmalar ile uyumludur (Aygün ve Sert, 2013; Jo ve ark., 2011; Sert ve ark., 2011).

Depolama sıcaklığının depolama süresince toplam mezofilik aerobik bakteri yükü üzerine etkisi önemli olmuş olup, buzdolabı şartlarında depolanan yumurtalarda daha fazla mikrobiyal yük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç Aygün ve Sert (2013)'in buzdolabı şartlarında depolanan yumurtaların oda şartlarına göre daha az mikrobiyal yük ihtiva ettiği ile ilgili çalışma ile uyumsuzdur. Buzdolabı şartlarında depolananlar, oda şartlarında depolanan yumurtalara göre daha fazla toplam bakteri ihtiva ettiği sonucu Board ve Tranter

(1995)'in yaptığı çalışma ile uyumludur. Board ve Tranter (1995) yüksek sıcaklıkta (37 °C) depolanan yumurtalarda bakterilerin kabuktan penetrasyonu daha düşük sıcaklıklarda (20 °C) depolanan yumurtalara göre daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir. Bundan dolayı buzdolabı şartlarında depolanan yumurtaların kabuk mikrobiyal yükünün yüksekliği bununla alakalı olabilir.

Genel olarak incelendiğinde yumurta kalite değerlerinden kırma direnci hariç, yumurta ağırlık kaybı, yumurta özgül ağırlık, ak yüksekliği, Haugh birimi, sarı indeksi ve ak pH özellikleri depolama süresince 4 °C'de depolanan yumurtalarda 25 °C'de depolanana göre daha iyi korunduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, buzdolabı şartlarında depolanan yumurtaların oda şartlarında depolanan yumurtalara göre yumurta kalitesi yönünden daha iyi olduğunu belirten diğer çalışmalar ile uyumludur (Akter ve ark., 2014; Akyurek ve Okur, 2009; Avan ve Alişarlı, 2002; Aygun ve Narinc, 2016; Aygun ve Sert, 2013; Baylan ve ark., 2011; Bozkurt ve Tekerli, 2009; Chung ve Lee, 2014; Jin ve ark., 2011; Liu ve ark., 2016; Menezes ve ark., 2012; Samli ve ark., 2005) .

Muamele gruplarının depolama süresince yumurta kalite kriterlerinden yumurta kabuk mikrobiyal yük, yumurta ağırlık kaybı, sarı indeksi ve ak pH değeri üzerine etkisi önemli, fakat kabuk kırılma direnci, özgül ağırlık ve ak yüksekliği ve Haugh birimi üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır. Literatür araştırmalarımıza göre yumurta toplama sistemleri ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Otomatik yumurta sistemleri farklı şekilde ve uzunlukta olabilmektedir. Yumurtalar toplama ve taşınma sırasında mekanik olarak darbelere maruz kalabilmektedirler. Bu esnada yumurtanın maruz kaldığı işlemler yumurtaların satışına kadar depolanması esnasında bazı değişimlerin olabileceği düşünülebilir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre otomatik yumurta sistemi ile el ile toplanan yumurtalar arasında depolamaya bağlı bazı kalite değişimleri arasında önemli bir farklılık olmuştur. Kümeden el ile toplanan yumurtalarda makina ile toplanan yumurtalara göre daha fazla kabuk mikrobiyal yük tespit edilmesi kümete çalışan işçilerin yumurtalara el ile temas etmesi sonucu olabileceği kanaatine varılmıştır. El değmeden otomatik sistem ile toplanan yumurtaların daha hijyenik olduğu ifade edilebilir. Depolamanın 7. gününde yumurta ağırlık kaybı bakımından kümeden makina ile toplanan yumurtaların daha avantajlı olduğu fakat uzun dönem yumurta depolamada bu avantajın kaybolduğu görülmektedir.

Sonuç

Araştırma sonucunda sofralık yumurtaların farklı toplama sistemleri ile toplanmasının yumurta kabuk mikrobiyolojisi üzerine önemli etki yaptığı ortaya konulmuştur. Yumurta kabuk mikrobiyal yük olarak makine ile toplamanın daha avantajlı olduğu görülmektedir. Yumurta toplama sistemlerinin depolama süresince yumurta kalite özellikleri üzerine etkili olmamıştır. Kanatlı sektöründe farklı tipte yumurta toplama sistemleri mevcuttur. Farklı yumurta toplama sistemlerinin yumurta mikrobiyal yük ve kalite değişimleri yönünden karşılaştırılması yapılabilir. Ayrıca toplama sistemlerindeki taşıma bantlarının uzunlukları işletmelerin yapısal durumlarına göre değişmektedir. Taşıma bantlarının uzunluğunun yumurta kalite değişimleri üzerine etkisi incelenebilir. Yumurtalar taşıma bantları ile kümeslerden yumurta paketlenme ünitelerine kadar iletilmekte ve sıcak ve soğuk çevre şartlarına maruz kalabilmektedirler. Bu çerçevede farklı çevre şartlarında taşıma bantları ile taşınan yumurtaların mevsimsel etkinin yumurta kalitesi üzerine etkisi incelenebilir.

Kaynakça

- Akter, Y., Kasim, A., Omar, H., Sazili, A. Q. (2014). Effect of storage time and temperature on the quality characteristics of chicken eggs. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 12(3&4), 87-92.
- Akyurek, H., Okur, A. A. (2009). Effect of Storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(10), 1953-1958.

- Avan, T., Alişarlı, M. (2002). Muhafaza şartlarının yumurtanın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisi. *YYÜ Vet Fak Derg*, 13(1-2), 98-107.
- Aygun, A., Narinc, D. (2016). *Effect of storage temperature on egg quality traits in table eggs*. Paper presented at the International Conference on Advances in Natural and Applied Sciences, April 21-23, 2016. Antalya, Turkey.
- Aygun, A., Sert, D. (2013). Effects of vacuum packing on eggshell microbial activity and egg quality in table eggs under different storage temperatures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(7), 1626-1632. DOI: 10.1002/jsfa.5936.
- Baylan, M., Canogullari, S., Ayasan, T., Copur, G. (2011). Effects of dietary selenium source, storage time, and temperature on the quality of quail eggs. *Biological Trace Element Research*, 143(2), 957-964. DOI: 10.1007/s12011-010-8912-x.
- Board, R., Tranter, H. (1995). The microbiology of eggs. *Egg Science and Technology*, 4, 81-104.
- Bozkurt, Z., Tekerli, M. (2009). The effects of hen age, genotype, period and temperature of storage on egg quality. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(4), 517-524. DOI: 10.9775/kvfd.2009.041A/Err.
- Cebeci, Z., Kutlu, H. R. (2009). Yumurta izlenebilirliği için kavramsal bir sistem tasarımı. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 8(1), 26-33.
- Chung, S. H., Lee, K.-W. (2014). Effect of hen age, storage duration and temperature on egg quality in laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 13(11), 634-636. DOI: 10.3923/IJPS.2014.634.636
- Duzgunes, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gurbuz, F. (1987). *Araştırma ve Deneme Metodları*. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yayın: Ankara Üni. Basımevi 1021, 381. Ankara.
- Funk, E. (1948). The relation of the yolk index determined in natural position to the yolk index as determined after separating the yolk from the albumen. *Poultry science*, 27(3), 367-367. DOI: 10.3382/ps.0270367.
- Gentry, R., Quarles, C. (1972). The measurement of bacterial contamination on egg shells. *Poultry science*, 51(3), 930-933. DOI: 10.3382/ps.0510930.
- Haugh, R. R. (1937). The Haugh unit for measuring egg quality. *The US Egg Poultry Magazine*, 43: 522-573.
- Jin, Y., Lee, K., Lee, W., Han, Y. (2011). Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(2), 279-284. DOI: 10.5713/ajas.2001.10210.
- Jo, C., Ahn, D., Liu, X., Kim, K., Nam, K.-C. (2011). Effects of chitosan coating and storage with dry ice on the freshness and quality of eggs. *Poultry science*, 90(2), 467-472. DOI: 10.3382/ps.2010-00966.
- Jones, D., Anderson, K., Curtis, P., Jones, F. (2002). Microbial contamination in inoculated shell eggs: I. Effects of layer strain and hen age. *Poultry science*, 81(5), 715-720. DOI: 10.1093/ps/81.5.715.
- Liu, Y. C., Chen, T. H., Wu, Y. C., Lee, Y. C., Tan, F. J. (2016). Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs. *Food Chemistry*, 211, 687-693. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.05.056.
- Menezes, P. C. d., Lima, E. R. d., Medeiros, J. P. d., Oliveira, W. N. K. d., Evêncio-Neto, J. (2012). Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(9), 2064-2069. DOI: 10.1590/S1516-35982012000900014.
- Samli, H., Agma, A., Senkoylu, N. (2005). Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 14(3), 548-553. DOI:10.1093/japr/14.3.548.
- Sarıca, M., Erensayın, C. (2014). *Tavukçuluk Ürünleri*. (Türkoğlu, M., Sarıca, M. Eds.). Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme ve Hastalıklar (Vol. 4, 110-139. (in Turkish), Bey Ofset Matbaacılık.
- Sert, D., Aygun, A., Demir, M. K. (2011). Effects of ultrasonic treatment and storage temperature on egg quality. *Poultry science*, 90(4), 869-875. DOI:10.3382/ps.2010-00799.
- Stadelman, W. (1995). *The preservation of quality in shell eggs*. (Stadelman, W., Cotterill, O. J. Eds.). Egg science and technology (Vol. 4, 67-79).
- Şenköylü, N. (2001). *Modern tavuk Üretimi*. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tekirdağ, 30 s.
- Watkins, B. A. (1995). *The Nutritive Value of the Egg*. (Stadelman, W. J., Cotterill, O. J. Eds.). Egg Science and Technology (Vol. 4, 177-194). NY: The Haworth Press.
- Wells, R. (1968). A study of the hen's egg. Paper presented at the British Egg Marketing Board Symposium, Edinburgh.