

## Serbest Gezen Tavuklardan Elde Edilen Yumurtaların Propolis Ekstraktı ile Kaplanması ve Raf Ömrü ve Kalite Parametrelerine Etkileri

Effects of Propolis Extract Coating on Shelf Life and Quality Parameters of Eggs Obtained from Free-Range Hens

Gökmen GÜLER<sup>1</sup>, Ayşe ŞEN<sup>2</sup>, Firdevs KORKMAZ TURGUD<sup>3</sup>, Emre TAHTABIÇEN<sup>4</sup>, Aylin AĞMA OKUR<sup>5</sup>, Hasan Ersin ŞAMLI<sup>6\*</sup>


### Öz


Bu çalışma, suda ekstrakte edilen propolis (PE) kaplama materyali olarak kullanımının raf ömrü, depolama sıcaklığı, süresi ve serbest dolaşan yumurtacı tavuklardan elde edilen yumurta kalitesi parametreleri üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Yumurtanın tazeliğini daha uzun süre koruyabilmek için bir ürünle kaplama düşüncesi, uzun zamandır araştırmacıların inceleme konusu olmuştur. Bu amaçla uygulanabilecek kaplama malzemelerinden birisi olan propolis, farklı alkoller kullanılarak ekstrakte edilmiş örneklerinin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada serbest dolaşan tavuklardan elde edilen yumurtaların, suda ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiş PE ile kaplanması ve farklı depolama koşullarında bekletilmesinin, yumurta iç ve dış kalite parametreleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır.


Bu amaçla 64 haftalık Lohmann kahverengi yumurtacı tavuklardan 80 adet yumurta toplanmıştır. Yumurta örnekleri, 8 muamele [2 saklama süresi (10 ve 20 gün) × 2 saklama sıcaklığı (4°C ve 22°C) × kabuk üzerinde propolis kaplama (kaplamalı/kaplamasız)] grubuna ayrılmış ve her bir muamelede 10 yumurta olacak şekilde düzenlenmiştir. Araştırma sonunda PE'nin, kabuğun üzerindeki porları kaplaması sebebiyle, oda ve buzdolabı sıcaklığında depolanan yumurtaların raf ömrü ve iç kalite özellikleri üzerinde olumlu etkilere sebep olduğu görülmüştür. Propolis ekstraktı ile kaplama sonucunda özgül ağırlık, yumurta sarısı indeksi değerleri artış göstermiştir (P<0.05). Ayrıca mezofilik bakteri sayısı azalmıştır. Bu olumlu etkileri nedeniyle propolis, yumurta kabuğunun kaplanmasında kullanılabilir doğal bir alternatif bir ürün olarak değerlendirilebilir. Arıcılık faaliyetlerinin bir yan ürünü olan propolis suda elde edilen ekstraktı ile kaplamanın uzun süreli depolama üzerinde olumlu etkileri olabileceği araştırma sonunda belirlenmiştir.


**Anahtar Kelimeler:** Kaplama, Propolis ekstraktı, Serbest tavukçuluk, Yumurta depolama, Yumurta kalitesi


\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Hasan Ersin Şamlı, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: ersinsamli@yahoo.com  OrcID: 0000-0002-5462-8384

<sup>1</sup> Gökmen Güler, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: gulergokmen39@gmail.com  OrcID: 0000-0002-4690-385X

<sup>2</sup> Ayşe Şen, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: aysesen@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0001-9486-1992

<sup>3</sup> Firdevs Korkmaz Turgud, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Antalya, Türkiye. E-mail: firdevskorkmaz@akdeniz.edu.tr  OrcID: 0000-0002-6218-0241

<sup>4</sup> Emre Tahtabiçen, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: emretahtabichen@gmail.com  OrcID: 0000-0002-2351-128X

<sup>5</sup> Aylin Ağma Okur, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: aagma@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0001-6678-765X

**Atıf/Citation:** Güler G., Şen A., Korkmaz Turgud F., Tahtabiçen E., Ağma Okur A., Şamlı H.E. Serbest Gezen Tavuklardan Elde Edilen Yumurtaların Propolis Ekstraktı ile Kaplanması ve Raf Ömrü ve Kalite Parametrelerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 89-100.

\*\* Yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2022

## Abstract

The study was carried out to demonstrate the effects of the use of water-extracted propolis (PE) as a coating material on shelf life, storage temperature, time, and egg quality parameters obtained from free-range laying hens. The idea of coating an egg with a product to preserve its freshness for a longer time has been the subject of research by researchers. For this purpose, there are studies using samples of propolis extracted using different alcohols. In this study, the effects of coating eggs obtained from free-range reared chickens with water extracted PE and keeping them in different storage conditions on the internal and external quality parameters of the eggs were investigated.

For this purpose, 80 eggs were collected from 64-week-old Lohmann brown layers. Egg samples were divided into groups of 8 treatments [2 storage times (10 and 20 days) × 2 storage temperatures (4°C and 22°C) × propolis coating on the shell (coated / uncoated)] and arranged to contain 10 eggs per treatment. In the study, it was seen that PE caused positive effects on the shelf life and internal quality characteristics of eggs stored at room and refrigerator temperature, as it covers the pores on the shell. As a result of coating with propolis extract, specific gravity and egg yolk index values increased ( $P < 0.05$ ). In addition, the number of mesophilic bacteria has decreased. Due to these positive effects, propolis can be considered as a natural alternative product that can be used for eggshell coating. It was determined at the end of the research that coating with the water-derived extract of propolis, a by-product of beekeeping activities, might have positive effects on long-term storage.

**Keywords:** Coating, Propolis extract, Free range, Egg storage, Egg quality

## 1. Giriş

Tavuk yumurtası, insan gıdası olarak önemli ve değerli bir besin kaynağıdır. Ancak, depolama süresi, sıcaklık ve diğer çevresel faktörlere bağlı olarak besin kalitesini hızlı bir şekilde kaybedebilmektedir (Samli ve ark., 2005; Agma Okur ve Samli, 2013). Yumurta kabuğunun yapısındaki gözenekler, metabolik gazların ve su buharının difüzyonuna imkan vermesine karşın, mikrobiyal bulaşmalar için doğal bir engel de oluşturmaktadır. Kabuk üzerinde bulunan kütikül tabakası çok ince bir organik yapı olmakla birlikte, gözenekleri iyi bir şekilde kapatabilmektedir (Hincke ve ark., 2012; Liu ve ark., 2016; Dominguez-Gasca ve ark., 2017). Bu sebeple, kütikülü azalmış ya da yok olmuş yumurta kabuğunun, bakteriyel kontaminasyona karşı daha savunmasız hale geldiği bilinmektedir (Dominguez-Gasca ve ark., 2017). Rodríguez-Navarro ve ark. (2013), kütikülün bakterilerin girişine karşı bir engel olarak etkinliğinin, büyük ölçüde kapsadığı alana ve bu tabakanın kalınlığına bağlı olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, kütikül bileşiminin büyük ölçüde tavuğun yaşına ve yumurtanın tazeliğine bağlı olarak değiştiğini de ifade etmişlerdir.

Yumurtanın tazeliğini koruyabilmek için kaplama düşüncesi uzun zamandır araştırmacıların inceleme konusu olmuştur. Bu amaçla uygulanabilecek kaplama malzemesinin; nem, gaz, koku geçişini engellemek ve tazeliği korumak için yararlı olabileceği yönünde araştırmalar mevcuttur. Örneğin; sentetik polimerler, polisakaritler, proteinler ve yağlar yumurta kabuğuna uygulanmıştır (Bhale ve ark., 2003; Kim ve ark., 2007; Suppakul ve ark., 2010; Nongtaodum ve ark., 2013; Yuceer ve Caner, 2014; Torrico ve ark., 2014; Figueiredo ve ark., 2014; Caner ve Yuceer, 2015; Upadhyaya ve ark., 2016; Xu ve ark., (2017) Venkatachalam ve ark., 2019) (Tablo 1). Asya’da geleneksel bir ürün olan tuzlu ördek yumurtası da geçmişi çok eski bir koruma yöntemi olup, yumurtaları tuzlu suya batırmayı veya yumurtaları tuzlu toprak macunu ile kaplama esasına dayanmaktadır (Benjakul ve Kaewmanee, 2017). Bunun gibi geleneksel yöntemlerin dışında, Didar (2019) çalışmasında pektin ve tarçın hidrosol ile hazırlanan, yenilebilir maddeler ile kaplanmasının 6 hafta süre ile depolanan yumurtaların kalite parametreleri ve mikrobiyolojik yükleri üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Kaplanan yumurtalarda ağırlık kaybının, kontrol grubundakilere kıyasla daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, kaplanan yumurtalarda Haugh birimi (HB) ve sarı indeksi (Sİ) daha yüksek bulunmuştur. Elektron mikroskobu sonuçlarına göre, hidrosol ilave edilen pektin ile kaplamanın yumurta kabuğunda daha homojen bir yapıya sebep olduğu da ifade edilmiştir. Aynı çalışmada toplam bakteri sayısı, tüm yumurtalarda birinci hafta sıfır bulunmuş, depolamanın altıncı haftasında ise kaplananlar yumurtalarda sıfır, kaplanmayanlarda 3 kob/ml bulunmuştur (Didar, 2019).

**Tablo 1. Yumurtalar için bazı kaplama malzemeleri veya kimyasalları**

*Table 1. Some coating materials or chemicals for eggs*

| Yumurtalarla ilgili farklı araştırmalarda kullanılan bazı kaplama malzemeleri veya kimyasallar | Kaynaklar                     |
|--|-------------------------------|
| Kitosan  | Bhale ve ark., (2003)         |
| Selüloz bazlı kaplamalar   | Suppakul ve ark., (2010)      |
| Yemeklik yağlar (palm, hindistan cevizi, soya, ve pirinç kepeği) ve gliserol                   | Nongtaodum ve ark., (2013)    |
| Madeni yağlar  | Figueiredo ve ark., (2014)    |
| Madeni yağ: Kitosan emülsiyonu (25:75)   | Torrico ve ark., (2014)       |
| Kitosan ve lizozim   | Yuceer ve Caner, (2014)       |
| Peynir altı suyu konsantresi ve izolatu, zein, şellak  | Caner ve Yuceer, (2015)       |
| Pektin veya Arabic gum (Karvakrol, eugenol ve $\beta$ -resorsilik asit                         | Upadhyaya ve ark., (2016)     |
| Pirinç proteini, propolis  | Pires ve ark., (2019a; 2019b) |
| Parafin, kitosan, peynir altı suyu izolatu, soya proteini izolatu                              | Venkatachalam ve ark., (2020) |
| Pektin, tarçın hidrosol içeren pektin  | Didar, (2019)                 |
| Manyok nişastası, jelleştirici maddeler ve yağ asitleri karışımının                            | Homsaard ve ark., (2020)      |

Tosi ve ark. (2007) yürüttükleri çalışmada, arıların bitki salgıları ve özlerinden ürettiği doğal bir ürün olan propolisin, *in vitro* koşullarda *E. coli*'nin artışı sınırlandırabildiğini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada sentetik olarak kullanılan maddelerin yerine, propolisin gıda kaplama maddesi olarak kullanılabilmesi, bu durumun tüketiciler ve çevre için daha yararlı olabileceği belirtilmiştir (Passos ve ark., 2016). Akpınar ve ark. (2015) çalışmalarında, %0 ve %15 propolis özütü ile kaplanmış bildircin yumurtalarının oda sıcaklığında depolanması sonucu, 5 hafta boyunca iç kalite açısından önemli koruyucu sonuçlar elde edildiğini bildirmişlerdir.

Araştırmacılar çalışmalarında propolisi, genellikle yem katkı maddesi olarak kullanmıştır. Bu yönde yürütülen bir araştırmada (Mahmoud ve ark., 2016), yemlere propolis ilavesinin performansı ve yumurta kalitesini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir. Benzer şekilde Shreif ve El-Saadany (2016) çalışmalarının sonucunda, yeme farklı düzeylerde propolis katılmasının (150, 300 ve 450 mg propolis/kg yem) verimi, üreme performansını ve yumurta kalitesini olumlu etkilediğini ortaya koymuşlardır. Abdel-Kareem ve El-Sheikh (2017), propolis ilave edilen yemleri tüketen hayvanlarda yumurta veriminin, kontrol grubuna göre önemli ölçüde arttığını saptamışlardır.

Yumurtaların iç kalitesini korumak için geliştirilen manyok nişastası, jelleştirici maddeler ve yağ asitleri karışımının yumurtaların kaplanmasında kullanıldığı bir çalışmada 28°C'de 4 haftalık bir süre boyunca sarısı rengi, ağırlık kaybı, ak pH ve HB ölçülmüştür. Çalışmada kaplanmamış yumurtaların kalite durumu, 3 hafta sonra AA'dan B sınıfına, 4 haftada tespit limitinin altındaki değerlere kadar olumsuz etkilenmiştir. Dört hafta depolamanın sonunda ağırlık kaybı, kaplanmamış yumurtalarda %6.5, kaplanan yumurtalarda ise %4.9 azalmıştır. Araştırmada manyok nişastası, karboksimetil selüloz, palmye yağı emülsiyonunun 4 hafta boyunca oda sıcaklığında depolanan yumurtalarda raf ömrünü önemli ölçüde uzattığı saptanmıştır (Homsaard ve ark., 2020).

Tüketici tercihleri ve hayvan refahına verilen önemin artması sonucunda ülkemizde ve dünyada serbest yetiştirilen (free-range) tavuklara yönelim artmıştır. Bu yetiştirme sistemlerinin avantajlarının yanı sıra, üretilen yumurtaların dışkı ile bulaşıklığının kafes sistemine göre daha fazla olduğu ve bu sebeple mikroorganizma yükünün daha yüksek olabileceğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Holt ve ark., 2011). Propolisin farklı alkoller ile ekstrakte edilmiş örneklerinin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır (De Carvalho ve ark., 2013). Bu sebeple bu çalışmada, serbest dolaşan tavuklardan elde edilen yumurtaların, araştırmalarda daha az kullanıldığı görülen bir yöntem olan suda ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiş propolis ekstraktı ile kaplanması ve farklı depolama koşullarında bekletilmesinin, yumurta iç ve dış kalite parametreleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmada Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi' ne ait serbest tavukçuluk biriminde bulunan 64 haftalık yaştaki Lohmann kahverengi tavuklarından elde edilen yumurtalar kullanılmıştır. Yumurtası toplanan tavukların yemleri özel bir fabrikadan temin edilmiştir. Karma yem mısır ve soya fasulyesi küspesine dayalı olup, %16.75 ham protein ve 2795 kcal kg<sup>-1</sup> metabolik enerjilidir (Tablo 2). Araştırmada toplam 80 adet yumurta, yumurtlamadan sonra iki saat içinde toplanmış, tartılmış ve kaplama işlemi uygulanıp depolama yerlerine kaldırılmıştır. Yumurtalar, 10 ve 20 gün süreyle oda (22°C) ve buzdolabı (4°C) koşullarında depolanmıştır. Kaplama işlemi uygulanan gruplarda, propolis ekstraktı (PE) sprey şeklinde püskürtülerek yumurtaların üzerine uygulanmıştır.

Toplanan yumurtalar, deneme planına göre 2 depolama süresi × 2 depolama sıcaklığı × PE kaplama (var/yok) ve her bir muamele grubunda 10 yumurta olacak şekilde tesadüfi olarak ayrılmıştır. Kalite analizleri sırasında yumurtalar ayrı ayrı tartılmış ve düz bir zemin üzerine kırılmıştır. Yumurta sarısının ve akının yükseklikleri, üç ayaklı mikrometre ile ölçülmüştür (Şamlı ve ark., 2005).

Analiz edilen her yumurtanın sarısı ve akı ayrılarak tartılmış ve pH değerleri pH metre cihazı ile ölçülmüştür. Haugh birimi (HB), yumurta ak yüksekliği (H; mm) ve yumurta ağırlığı (W; g) ölçümlerinden Eşitlik 1' deki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Şenköylü, 2001);

$$HB = 100 \log (H - 1.7W^{0.37} + 7.57) \quad (\text{Eş.1})$$

Yumurta sarısı genişliği ise, kumpas kullanılarak ölçülmüştür. Sarı indeksi (Sİ) değerleri, 2 numaralı eşitlik ile hesaplanmıştır;

$$Sİ = \text{Yükseklik} / \text{Genişlik} \quad (\text{Eş.2})$$

Mikrometre ile hava boşluğu yüksekliği (mm) ölçülmüştür. Yumurtaların özgül ağırlığını belirlemek için kullanılan tuz çözeltileri ise, Şenköylü (2001)'e göre hazırlanmıştır.

**Tablo 2. Bazal rasyon**  
Table 2. Basal diet

| Yem Maddeleri               | %     |
|-----------------------------|-------|
| Mısır                       | 52.33 |
| Tam Yağlı Soya              | 15.00 |
| Soya Fasulyesi Küşpesi      | 14.69 |
| Ayçiçeği Tohumu Küşpesi     | 5.00  |
| Buğday                      | 3.00  |
| Dikalsiyum fosfat           | 0.93  |
| Tuz                         | 0.35  |
| Vitamin Premiks             | 0.15  |
| Mineral Premiks             | 0.05  |
| DL-Metiyonin                | 0.08  |
| Kireçtaşı                   | 8.42  |
| Hesaplanmış Besin Değerleri | %     |
| Metabolik Enerji, kcal/kg   | 2795  |
| Ham Protein, %              | 16.75 |
| Ham Selüloz, %              | 4.00  |
| Ham Yağ, %                  | 4.87  |
| Metiyonin+Sistin, %         | 0.68  |
| Lisin, %                    | 0.98  |
| Kalsiyum, %                 | 3.50  |
| P <sub>yar</sub> , %        | 0.36  |

### 2.1. Propolisin suda ekstraksiyonu

Propolisin suda ekstraksiyonu, Kalia ve ark. (2017) tarafından bildirilen yöntem temel alınarak elde edilmiştir. Bunun için 10.0 g propolis tozu, 40 ml distile su ile 5 gün süreyle aralıklarla çalkalanarak süspanse edilmiş ve ardından Whatman 41 filtre kağıdından süzülerek ekstraksiyon işlemi tamamlanmıştır.

### 2.2. Mikroskopik ölçümler

Yumurta kabuklarının morfolojileri, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında bulunan FEI Quanta FEG 250 model elektron mikroskobu kullanılarak taramalı elektron mikroskobu ile belirlenmiştir. Örneklerin stereomikroskop fotoğrafları ise, Leica stereomikroskop (Leica S8APO) ile elde edilmiştir.

### 2.3. Yumurta kabuklarının mikroflora analizi

Her kombinasyon grubundan üç kabuklu yumurta (10 ve 20 gün süreyle saklanan) analiz edildi. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımları için Plate Count Agar (Merck, 1.05463) kullanılmış, ekimin ardından 48 saat boyunca 28-30°C' de inkübatörde bekletilmiştir (Selma ve ark., 2008). Koliform sayımları için Violet Red Bile Agar (Merck, 1.01406) kullanılmış ve 24 saat 30-32°C' de inkübasyona bırakılmıştır. Bakteri sayımları, log<sub>10</sub> koloni oluşturan birim (kob) g<sup>-1</sup> kullanılarak hesaplanmıştır (Harrigan, 1998).

### 2.3. İstatistik analiz

Verilerin istatistik analizi için Statistica yazılım programı (1999) kullanılmıştır. Analizlerin Çoklu karşılaştırma testleri Duncan ile yapılmıştır. Kullanılan matematiksel model, Eşitlik 3'te belirtildiği gibidir;

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + e_{ijkl} \quad (\text{Eş.3})$$

- $Y_{ijkl}$  : i. depolama süresinde, j. depolama sıcaklığında ve k. propolis kaplamanın l. yumurta özelliği üzerine gözlemi,  
 $\mu$  : genel ortalamayı,  
 $A_i$  : i. depolama süresinin etkisini (1-2; 10 ve 20 gün),  
 $B_j$  : j. depolama sıcaklığının etkisini (1-2; 4 ve 22 °C),  
 $C_k$  : k. propolis ekstraktı ile kaplamanın etkisini (1-2; yok ve var),  
 $(AB)_{ij}$  : i. depolama süresi ve j. depolama sıcaklığının interaksiyon etkisini,  
 $(AC)_{ik}$  : i. depolama süresi ve k. propolis kaplamanın interaksiyon etkisini,  
 $(BC)_{jk}$  : j. depolama sıcaklığı ve k. propolis kaplamanın interaksiyon etkisini,  
 $(ABC)_{ijk}$  : i. depolama süresi, j. depolama sıcaklığı ve k. propolis kaplamanın interaksiyon etkisini,  
 $e_{ijkl}$  : Şansa bağlı hatayı göstermektedir.

### 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Suda ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen propolis ile kaplanmış ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol grubu yumurta kabuklarının elektron ve stereo mikroskop görüntüleri Şekil 1 ve Şekil 2' de verilmiştir. Elektron mikroskobu görüntüsü üzerinde, propolis kaplamanın yumurta üzerindeki gözenekleri doldurarak, kapatıcı bir etkiye sahip olabileceği görülmektedir.

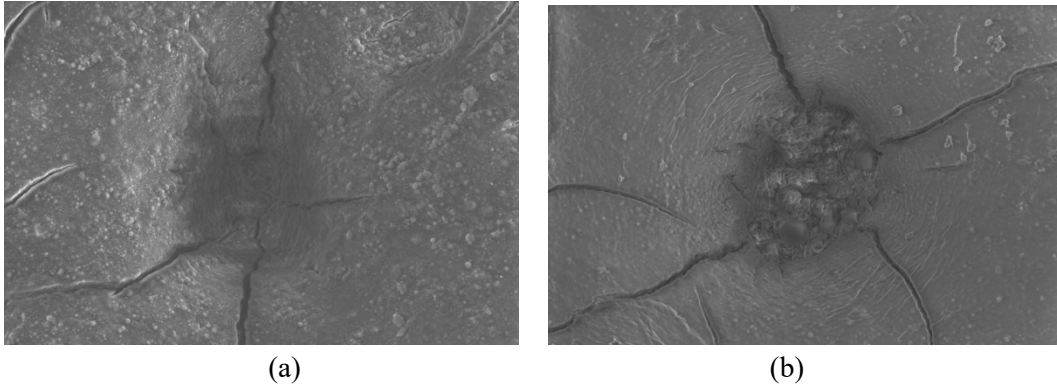


Figure 1. Scanning electron micrographs showing non-coated pores (a) and with propolis extract coated (b)  
Şekil 1. Propolis ekstraktı ile (a) kaplanmamış ve (b) kaplanmış olan kabukların elektron mikroskobu mikrografları

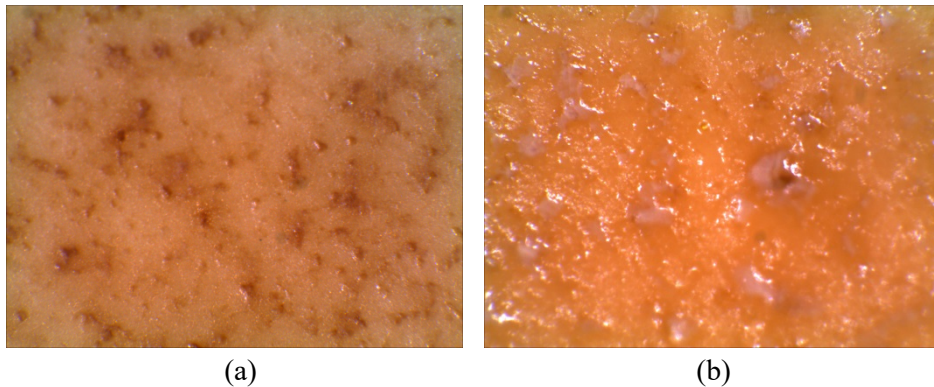


Figure 2. Propolis extract non-coated (a) and coated (b) pores under the stereomicroscope (80x)  
Şekil 2. Stereomikroskop altında propolis ekstraktı ile kaplanmamış (a) ve (b) kaplanmış gözenekler (80x)

Özellikle uzun depolama sürelerinde ve şartlarında kütikül tabakasının koruyucu etkisinin azaldığı bilindiğinden PE ile kaplamanın bu etkisi önemli bulunmaktadır. Bu sonuçlar Akpınar ve ark. (2015), Pires ve ark.



(2019a, b) tarafından bildirilen sonuçlar ile uyumluluk göstermektedir. Pires ve ark. (2019b) pirinç proteini ve propolis kaplanmış yumurta kabuğunda daha düşük bir yüzey gözenekliliği olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar pirinç proteini ve propolis uygulamaları ile kaplamanın gaz ve nem transferine karşı koruyucu bir bariyer sağlayabileceğini ve yumurta kalitesinin kaplanmamış yumurtalara göre daha uzun süre korunmasına yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir.

Yumurta kalite özellikleri; tavukların hatları, yaş, yumurtlama süresi, barınma sistemi, sıcaklık stresi ve beslenme gibi bazı önemli faktörlerden etkilenmektedir (Van Den Brand ve ark., 2004; Lara ve Rostagno, 2013; Ketta ve Tumová, 2016; Kang ve ark., 2020). Bununla birlikte, depolama süresi uzadıkça, yumurta kabuğundaki porlardan karbondioksit ve nem buharlaşması sebebiyle yumurtaların iç kalitesi kötüleşebilmektedir (Vandyousefi ve Bhargava, 2017).

Yumurta ağırlık kaybının daha az olması farklı kaplama malzemelerinin kullanıldığı Homsaard ve ark. (2020) tarafından bildirilen sonuçlarla uyum göstermektedir. Saeed ve ark. (2017) yumurtaların oda sıcaklığında depolandığında, yenilebilir kaplamaların iç kalite özelliklerini ve raf ömrünü etkin bir şekilde uzattığını bildirmişlerdir. Buna karşın Vandyousefi ve Bhargava'nın (2017) yürüttükleri çalışmada ise tarçın ve kitosan kombinasyonu emülsiyonu ile kaplama yapıldığında, depolama sıcaklığından bağımsız olarak yumurta ağırlık kaybı, pH, sarı indeksi, Haugh birimi ve hava boşluğu değerlerinin daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Çalışma sonuçları incelendiğinde özellikle hava boşluğu yükseklikleri, artan depolama sürelerinden olumsuz etkilenmiştir. Ancak yumurtaların PE kaplaması ile özellikle 22°C' de 20 gün depolanan yumurtalarda özgül ağırlık önemli ölçüde artmış ve hava boşluğu yüksekliği boyutu ise küçülmüştür (Tablo 3).

Depolama süresi ve sıcaklık arttıkça tüm gruplar için yumurta ağırlık kayıpları artmıştır. Bununla birlikte, tüm gruplarda yumurtaların PE kaplaması yumurta ağırlık kaybını önemli ölçüde azaltmıştır (P<0.05).

**Tablo 3. Propolis ekstraktlarının bazı yumurta kalite parametreleri üzerindeki etkileri**

*Table 3. Effects of propolis extracts on some egg quality parameters*

| Depolama süresi (Gün)       | Depolama sıcaklığı (°C) | PE | Ağırlık (g)        | YAK (%)            | ÖA (g/cm <sup>3</sup> ) | HBV (mm)          |
|-----------------------------|-------------------------|----|--------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|
| 10                          | 4                       | -  | 67.8               | 1.07 <sup>cd</sup> | 1.076 <sup>ab</sup>     | 5.80 <sup>c</sup> |
|                             |                         | +  | 66.5               | 0.95 <sup>d</sup>  | 1.076 <sup>ab</sup>     | 5.13 <sup>c</sup> |
|                             | 22                      | -  | 68.5               | 1.13 <sup>cd</sup> | 1.079 <sup>a</sup>      | 5.85 <sup>c</sup> |
|                             |                         | +  | 67.1               | 0.84 <sup>d</sup>  | 1.077 <sup>ab</sup>     | 5.50 <sup>c</sup> |
| 20                          | 4                       | -  | 65.9               | 1.73 <sup>ab</sup> | 1.068 <sup>c</sup>      | 6.92 <sup>b</sup> |
|                             |                         | +  | 67.7               | 1.43 <sup>bc</sup> | 1.072 <sup>bc</sup>     | 6.69 <sup>b</sup> |
|                             | 22                      | -  | 65.7               | 1.99 <sup>a</sup>  | 1.061 <sup>d</sup>      | 7.85 <sup>a</sup> |
|                             |                         | +  | 65.3               | 1.81 <sup>ab</sup> | 1.071 <sup>c</sup>      | 6.90 <sup>b</sup> |
| Ortalamanın standart hatası |                         |    | 0.535              | 0.044              | 0.001                   | 0.135             |
| Varyasyon kaynağı           |                         |    | Olasılık Değerleri |                    |                         |                   |
| Depolama süresi             |                         |    | 0.473              | <0.001             | <0.001                  | <0.001            |
| Depolama sıcaklığı          |                         |    | 0.865              | 0.154              | 0.275                   | 0.065             |
| Kaplama                     |                         |    | 0.710              | 0.032              | 0.023                   | 0.010             |
| Süre x Sıcaklık             |                         |    | 0.458              | 0.092              | 0.029                   | 0.397             |
| Süre x Kaplama              |                         |    | 0.378              | 0.848              | 0.003                   | 0.850             |
| Sıcaklık x Kaplama          |                         |    | 0.628              | 0.920              | 0.444                   | 0.623             |
| Süre x Sıcaklık x Kaplama   |                         |    | 0.688              | 0.478              | 0.151                   | 0.214             |

<sup>a,b,c,d</sup> Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

PE: Propolis ekstraktı kaplama; YAK: Yumurta ağırlık kaybı; ÖA: Özgül ağırlık; HBV: Hava boşluğu yüksekliği

Yumurta ağırlık kaybı (%): Değerler, saklama döneminin başlangıcındaki yumurta ağırlığının yüzdesi olarak ifade edilmiştir.

Propolis uygulamasının yapıldığı bir araştırmada Suryani ve ark. (2017) yapılan bir çalışmada alkolde ekstrakte edilen propolis ekstresi yumurtaların yüzeyine püskürtülmüştür. Depolama sonrası yumurta ağırlık değişiklikleri, mikrobiyal kontaminasyon ve yumurtaların Haugh Birimi değerleri 5 hafta boyunca gözlenmiştir. Bu araştırmanın sonuçları %10 propolis kaplamanın yumurtada ağırlık kaybını önemli ölçüde önlediğini göstermiştir. Diğer yandan, daha düşük konsantrasyonda (%2.5) uygulama ise Haugh Birimini korumuş ve 3 hafta boyunca yumurta kabuğunda mikrobiyal üremeyi engellenmiştir. Bu sonuçlara göre yumurtaların hijyenini ve raf ömrünü uzatmak için %2.5 propolis uygulaması önerilmiştir.

Depolanmış yumurtaların ağırlık kayıpları incelendiğinde, istatistiki olarak depolama süresinin negatif ( $P<0.01$ ) ve PE ile kaplamanın ise pozitif ( $P<0.05$ ) bir etkisi olduğu görülmüştür (Tablo 3). Pires ve ark. (2019b) benzer şekilde, uzun süreli depolamalarda tüm gruplarda ağırlık kaybı gözlemlenmiş, bununla birlikte kaplanmamış yumurtaların ağırlık kayıplarının önemli derecede daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Pirinç proteini ve propolis ile birlikte kaplama sonucunda ise ağırlık kaybı daha az gerçekleşmiştir.

**Tablo 4. Propolis ekstraktlarının bazı yumurta iç kalitesi parametreleri üzerindeki etkileri**

*Table 4. Effects of propolis extracts on some internal egg quality parameters*

| Depolama süresi (gün)       | Depolama sıcaklığı (°C) | PE | YSR                | Sİ                 | Sarı pH | Ak pH              | HB                  |
|-----------------------------|-------------------------|----|--------------------|--------------------|---------|--------------------|---------------------|
| 10                          | 4                       | -  | 8.75a              | 39.44 <sup>a</sup> | 6.40    | 9.07 <sup>c</sup>  | 67.49 <sup>a</sup>  |
|                             |                         | +  | 8.20a              | 41.35 <sup>a</sup> | 6.40    | 9.13 <sup>c</sup>  | 74.69 <sup>a</sup>  |
|                             | 22                      | -  | 8.00ab             | 34.30 <sup>b</sup> | 6.41    | 9.51 <sup>b</sup>  | 49.86 <sup>bc</sup> |
|                             |                         | +  | 8.00ab             | 34.49 <sup>b</sup> | 6.40    | 9.50 <sup>b</sup>  | 45.68 <sup>c</sup>  |
| 20                          | 4                       | -  | 8.20a              | 40.60 <sup>a</sup> | 6.42    | 9.13 <sup>c</sup>  | 75.81 <sup>a</sup>  |
|                             |                         | +  | 7.22abc            | 42.21 <sup>a</sup> | 6.39    | 9.12 <sup>c</sup>  | 77.38 <sup>a</sup>  |
|                             | 22                      | -  | 7.00bc             | 29.45 <sup>c</sup> | 6.41    | 9.65 <sup>a</sup>  | 48.06 <sup>bc</sup> |
|                             |                         | +  | 6.50c              | 34.52 <sup>b</sup> | 6.44    | 9.61 <sup>ab</sup> | 57.28 <sup>c</sup>  |
| Ortalamanın standart hatası |                         |    | 0.124              | 0.573              | 0.08    | 0.029              | 1.838               |
| Varyasyon kaynağı           |                         |    | Olasılık Değerleri |                    |         |                    |                     |
| Depolama süresi             |                         |    | <0.001             | 0.303              | 0.523   | 0.005              | 0.030               |
| Depolama sıcaklığı          |                         |    | 0.008              | <0.001             | 0.433   | <0.001             | <0.001              |
| Kaplama                     |                         |    | 0.057              | 0.002              | 0.808   | 0.943              | 0.144               |
| Süre x Sıcaklık             |                         |    | 0.356              | 0.014              | 0.691   | 0.050              | 0.897               |
| Süre x Kaplama              |                         |    | 0.378              | 0.495              | 0.884   | 0.376              | 0.408               |
| Sıcaklık x Kaplama          |                         |    | 0.329              | 0.521              | 0.548   | 0.310              | 0.690               |
| Süre x Sıcaklık x Kaplama   |                         |    | 0.945              | 0.059              | 0.325   | 0.710              | 0.046               |

<sup>a,b,c</sup> Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0.05$ ).

PE: Propolis ekstraktı kaplama; YSR: Yumurta sarısı rengi; Sİ: Sarı indeksi; HB: Haugh Birimi

Yumurta sarısı indeksi, tazelik göstergelerinden birisidir. Bu çalışmada PE ile yumurta kabuğu kaplamanın depolama sırasında yumurta sarısı indeksini artırdığı görülmüştür ( $P<0.001$ ). PE kaplı yumurtaların 22°C' de 20 günlük depolamanın sonucunda yumurta sarı indeksi 34.52, kaplanmamış yumurtaların ise 29.45 değeri ile daha düşük bulunmuştur (Tablo 4). Sarı indeksi değerlerinin kaplama neticesinde daha yüksek bulunması Didar (2019) tarafından bildirilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Benzer sonuçlar Mudannayaka ve ark. (2016) tarafından yapılan bir araştırmada da gözlenmiştir. Bu çalışmada balmumu, jelatin ve aloe vera jeli yumurta kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır. Balmumu ve mineral yağ kaplı yumurtalar haftalık depolama sonunda A kalite niteliğini korumuştur.

Bu sonuçlara ilaveten, PE ile kaplanmış yumurtaların 22°C' de 10 gün ve 20 gün depolanması arasında yumurta sarı indeksi, ak pH ve HB değerleri bakımından bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, yumurtanın kaplanmasının raf ömrü bakımından olumlu etkisi olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, yumurta sarısı rengi depolama süresi ve sıcaklığından olumsuz şekilde etkilenmiştir ( $P<0.01$ ). Benzer sonuçlar, Pires ve ark.' in



(2019b) yaptıkları araştırmada da saptanmıştır. Bu araştırmacılar yumurtanın pirinç proteini ve propolis ekstraktıyla kaplanması sonucularını incelemiş, Haugh birimi ve Sarı indeksi değerleri kaplanmış yumurtalarda daha yüksek olarak bulunmuştur.

Çalışmada koliform bakteri ve toplam mezofilik bakteri sayılarının depolama süresinden artmasıyla birlikte önemli derecede arttığı görülmüştür ( $P<0.001$ ; *Tablo 5*). Yumurtaların 20 gün depolanmasının yumurta kabuğundaki toplam mezofilik bakteri sayısının depolama sıcaklığından etkilenmediği, bununla birlikte depolama süresinin ve kaplamanın etkisinin istatistiki olarak önemli bulunduğu saptanmıştır ( $P<0.001$ ). Bununla birlikte hem koliform, hem de total mezofilik bakteri sayılarının üzerinde interaksiyonların etkisi anlamlı bulunmuştur ( $P<0.05$ ; *Tablo 4*).

**Tablo 5. Yumurta kabuğundaki koliform bakteri ve toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine depolama süresi, sıcaklığı ve propolis ekstraktı (PE) ile kaplamanın etkileri**

*Table 5. Effects of storage time, temperature and coating of propolis extracts on number of coliform bacteria and total aerobic mesophilic bacteria on the egg shell*

| Depolama süresi (gün)       | Depolama sıcaklığı (°C) | PE | Koliform bakteri (log kob / g) | Total mezofilik bakteri (log kob / g) |
|-----------------------------|-------------------------|----|--------------------------------|---------------------------------------|
| 10                          | 4                       | -  | 5.388 <sup>d</sup>             | 7.745 <sup>b</sup>                    |
|                             |                         | +  | 4.505 <sup>e</sup>             | 6.045 <sup>c</sup>                    |
|                             | 22                      | -  | 3.863 <sup>f</sup>             | 6.491 <sup>c</sup>                    |
|                             |                         | +  | 4.193 <sup>ef</sup>            | 6.273 <sup>c</sup>                    |
| 20                          | 4                       | -  | 6.008 <sup>c</sup>             | 8.311 <sup>b</sup>                    |
|                             |                         | +  | 7.831 <sup>a</sup>             | 8.268 <sup>b</sup>                    |
|                             | 22                      | -  | 7.757 <sup>a</sup>             | 9.304 <sup>a</sup>                    |
|                             |                         | +  | 7.060 <sup>b</sup>             | 9.036 <sup>a</sup>                    |
| Ortalamanın standart hatası |                         |    | 0.166                          | 0.142                                 |
| Varyasyon kaynağı           |                         |    | Olasılık Değerleri             |                                       |
| Depolama süresi             |                         |    | <0.001                         | <0.001                                |
| Depolama sıcaklığı          |                         |    | 0.111                          | 0.226                                 |
| Kaplama                     |                         |    | 0.286                          | <0.001                                |
| Süre x Sıcaklık             |                         |    | <0.001                         | <0.001                                |
| Süre x Kaplama              |                         |    | 0.002                          | 0.009                                 |
| Sıcaklık x Kaplama          |                         |    | 0.016                          | 0.040                                 |
| Süre x Sıcaklık x Kaplama   |                         |    | 0.001                          | 0.006                                 |

<sup>a,b,c,d,e,f</sup> Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0.05$ ).

Benzer sonuçlar De Carvalho ve ark. (2013) yaptıkları araştırmada da saptanmıştır. Araştırmacılar propolis ile kaplamanın, daha az yumurta ağırlık kaybı, özgül ağırlıkta azalma ve Haugh biriminin azalmasını sağladığını vurgulamışlardır. Fakat De Carvalho ve ark. (2013), propolisle kaplı yumurtalarda koliform veya Salmonella saptamamış ve böylece yumurtaların propolis ile kaplanması raf ömrünü artırdığı, yumurtaların iç ve mikrobiyolojik özelliklerini koruduğunu bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada yumurtaların hem pektin hem de tarçın hidrosol içeren pektin ile kaplandığı gruplarda mikrobiyoloji sonuçları depolamanın 1. haftasında tüm numunelerin toplam bakteri sayısının sıfır olduğunu göstermiştir. Kaplanmamış yumurtalarda, depolamanın 6. haftasında toplam bakteri sayısı 3 kob/ml' e ulaşmıştır. Kaplanmış yumurtanın toplam bakteri sayısı, depolama süresi boyunca sıfır olarak saptanmıştır. Araştırmada incelenen *Salmonella*, *E. coli* ve *S. aureus* sayımları tüm numuneler için 1. Hafta ile 6. Hafta arasında sıfır olarak bulunmuştur (Didar, 2019). Çalışmada, yumurta kabuklarındaki depolamayla artan mikrobiyolojik yükün serbest yetiştirme yöntemi kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Bu görüş Parisi ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırma ile uyum göstermektedir. Bu araştırmacılar yumurtlamadan sonra tavukların yumurtalarla daha fazla temas ettiği serbest yetiştirme sisteminde elde edilen yumurtaların, batarya tip kafes sistemlerinde üretilen yumurtalara göre yumurta kabuğu yüzeyinde

daha fazla mikrobiyolojik kontaminasyona yol açtığını bildirmişlerdir. Tosi ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, test edilen propolis etanolik özütlerinin in vitro olarak *E. coli* gelişimini engelleyebileceğini ve bu nedenle doğal bir gıda koruyucusu olarak faydalı olabileceğini bildirmiştir. Copur ve ark. (2008) %10 PE' nin (etil alkolde) diğer kaplama yöntemlerine göre iç kaliteyi olumlu etkilediğini bildirmişlerdir. Çalışmada ise suda çözülürülerek elde edilen PE kullanılmış, sıcaklık artışları kabuktaki koliform bakterileri üzerinde değişen etkiler göstermiştir. Özellikle, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı, propolis kaplaması ile bir azalma göstermektedir (Tablo 4). Pires ve ark. (2019b) pirinç proteini ve propolis kaplamanın oda sıcaklığında uzun süreli saklama sırasında taze yumurtaların iç kalitesini korumak için uygun bir alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Propolis ekstraktı ile kaplama, yumurta ağırlık kaybını ve hava boşluğu yüksekliğini, kaplanmamış gruplara göre en aza indirmiştir. Propolis ile kaplama sonucunda özgül ağırlık, yumurta sarısı indeksi artmış ve toplam mezofilik bakteri sayısı azalmıştır. Propolis ekstraktı kabuğun üzerindeki porları kapladığı için, oda ve buzdolabı sıcaklıklarında depolanan yumurtaların raf ömrü ve iç kalite özellikleri üzerinde olumlu etkilere sebep olduğu görülmüştür. Bu olumlu etkileri nedeniyle yumurta kabuğunun kaplanmasında kullanılacak doğal bir alternatif bir ürün olarak değerlendirilebilir. Çalışmada bir gıda ürünü olan yumurtayı kaplamakta kullanıldığı için suda ekstraksiyon yöntemi tercih edilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda etanolde ve/ veya metanolde ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen propolisin yumurta iç ve dış kalite parametreleri üzerine etkisi de incelenebilir.

---

### Kaynakça

- Abdel-Kareem, A.A.A., El-Sheikh, T.M. (2017). Impact of supplementing diets with propolis on productive performance, egg quality traits and some haematological variables of laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 101 (3): 441-448.
- Agma Okur, A., Samli, H.E. (2013). Effects of storage time and temperature on egg quality parameters and electrical conductivities of eggs. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 10 (2): 78-82.
- Akpinar, G.C., Canogullari, S., Baylan, M., Alasahan, S., Aygun, A. (2015). The use of propolis extract for the storage of quail eggs. *Journal of Applied Poultry Research* 24 (4): 427-435.
- Benjakul, S., Kaewmanee, T. (2017). Chapter 39 - Sodium Chloride Preservation in Duck Eggs. In Patricia Y. Hester (Eds.), *Egg Innovations and Strategies for Improvements* (pp. 415-426). ISBN 9780128008799, Academic Press.
- Bhale, S., No, H.K., Prinyawiwatkul, W., Farr, A.J., Nadarajah, K., Meyers, S.P. (2003). Chitosan coating improves shelf life of eggs. *Journal of Food Science* 68 (7): 2378-2383.
- Caner, C., Yuceer, M. (2015). Efficacy of various protein-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs during storage. *Poultry Science* 94 (7): 1665-1677.
- Copur, G., Camci, O., Sahinler, N., Gul, A. (2008). The effect of propolis egg shell coatings on interior egg quality. *Archiv fur Geflugelkunde* 72 (1): 35-40.
- De Carvalho, J.X., Suárez, R.O., Mendes, F.Q., de Barros Fernandes, R.V., Da Cunha, M.C., De Carvalho, A.M.X. (2013). Increased shelf life of eggs through the use of propolis. *Semina: Ciências Agrárias* 34 (5): 2287-2296.
- Didar, Z. (2019). Effects of coatings with pectin and cinnamomum verum hydrosol included pectin on physical characteristics and shelf life of chicken eggs stored at 30°C. *Nutrition and Food Sciences Research* 6 (4): 39-45.
- Dominguez-Gasca, N., Muñoz, A., Rodríguez-Navarro, A.B. (2017). Quality assessment of chicken eggshell cuticle by infrared spectroscopy and staining techniques: A comparative study. *British Poultry Science* 58 (5): 517-522.
- Figueiredo, T.C., Assis, D.C.S., Menezes, L.D.M., Oliveira, D.D., Lima, A.L., Souza, M.R. (2014). Effects of packaging, mineral oil coating, and storage time on biogenic amine levels and internal quality of eggs. *Poultry Science* 93 (12): 1-8.
- Harrigan, W.F. (1998). *Laboratory Methods in Food Microbiology*. 3rd ed., eBook, ISBN: 9780080573175, Academic Press, London.
- Hincke, M.T., Nys, Y., Gautron, J., Mann, K., Rodríguez-Navarro, A.B., Mckee, M.D. (2012). The eggshell: Structure, composition and mineralization. *Frontiers in Bioscience* 17: 1266-1280.
- Holt, P.S., Davies, R.H., Dewulf, J., Gast, R.K., Huwe, J.K., Jones, D.R., Waltman, D., Willian, K.R. (2011). The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science* 90 (1): 251-262.
- Homsaard, N., Kodsangma, A., Jantrawut, P., Rachtanapun, P., Leksawasdi, N., Phimsiripol, Y., Seesuriyachan, P., Chaiyasao, T., Sommano, S.R., Rohindra, D., Jantanasakulwong, K. (2020). Efficacy of cassava starch blending with gelling agents and palm oil coating in improving egg shelf life. *International Journal of Food Science and Technology* doi:10.1111/ijfs.14675.
- Kalia, P., Kumar, N.R., Harjai, K. (2017). Efficacy of different extracts of propolis against Salmonella enterica serovar Typimurium: In vitro and in vivo study. *Journal of Applied and Natural Science* 9 (1): 144-149.
- Kang, S., Kim, D. H., Lee, S., Lee, T., Lee, K. W., Chang, H. H., Moon, B., Ayasan, T., Choi, Y. H. (2020). An acute, rather than progressive, increase in temperature-humidity index has severe effects on mortality in laying hens. *Frontiers in Veterinary Science* 7: 568093. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.568093>
- Ketta, M., Tumová, E. (2016). Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: A review. *Czech Journal of Animal Science* 61 (7): 299-309.
- Kim, S.H., No, H.K., Prinyawiwatkul, W. (2007). Effect of molecular weight, type of chitosan, and chitosan solution pH on the shelf-life and quality of coated eggs. *Journal of Food Science* 72 (1): 44-48.
- Lara, L.J., Rostagno, M.H. (2013). Impact of heat stress on poultry production. *Animals* 3 (2): 356-369.
- Liu, Y.C., Chen, T.H., Wu, Y.C., Lee, Y.C., Tana, F.J. (2016). Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs. *Food Chemistry* 211: 687-693.
- Mahmoud, U.T., Cheng, H.W., Applegate, T.J. (2016). Functions of propolis as a natural feed additive in poultry. *World's Poultry Science Journal* 72 (1): 37-48.
- Mudannayaka, A.I., Wimangika Rajapaksha, D.S., Heshan Taraka Kodithuwakku, K.A. (2016). Effect of beeswax, gelatin and aloe vera gel coatings on physical properties and shelf life of chicken eggs stored at room temperature. *J World Poult Res* 6 (1): 6-13.
- Nongtaodum, S., Jangchud, A., Jangchud, K., Dhamvithee, P., No, H.K., Prinyawiwatkul, W. (2013). Oil coating affects internal quality and sensory acceptance of selected attributes of raw eggs during storage. *Journal of Food Science* 78 (2): 329-335.
- Parisi, M.A., Northcutt, J.K., Smith, D.P., Steinberg, E.L., Dawson, P.L. (2015). Microbiological contamination of shell eggs produced in conventional and free-range housing systems. *Food Control* 47: 161-165.
-

- Passos, F.R., Mendes, F.Q., Da Cunha, M.C., De Carvalho, A.M.X. (2016). Propolis extract coated in "Pera" orange fruits: An alternative to cold storage. *African Journal Agricultural Research* 11 (23): 2043-2049.
- Pires, P.G.S., Machado, G.S., Franceschi, C.H., Kindlein, L., Andretta, I. (2019a). Rice protein coating in extending the shelf-life of conventional eggs. *Poultry Science* 98 (4): 1918-1924.
- Pires, P.G.S., Pires, P.D.S., Cardinal, K.M., Leuven, A.F.R., Kindlein, L., Andretta, I. (2019b). Effects of rice protein coatings combined or not with propolis on shelf life of eggs. *Poultry Science* 98 (9): 4196-4203.
- Rodríguez-Navarro, A.B., Domínguez-Gasca, N., Muñoz, A., Ortega-Huertas, M. (2013). Change in the chicken eggshell cuticle with hen age and egg freshness. *Poultry Science* 92 (11): 3026-3035.
- Saeed, F., Javaid, A., Ahmed, N., Nadeem, M.T., Arshad, M.S., Imran, A. (2017). Influence of edible coating techniques on quality characteristics of eggs. *Journal of Food Processing and Preservation* 41 (2): e12815.
- Samli, H.E., Agma, A., Senkoğlu, N. (2005). Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *Journal of Applied Poultry Research* 14 (3): 548-553.
- Selma, M.V., Ibáñez, A.M., Allende, A., Cantwell, M., Suslow, T. (2008). Effect of gaseous ozone and hot water on microbial and sensory quality of cantaloupe and potential transference of *Escherichia coli* O157:H7 during cutting. *Food Microbiology* 25 (1): 162-168.
- Shreif, E.Y., El-Saadany, A.S. (2016). The Effect of supplementing diet with propolis on Bandarah laying hens' performance. *Egyptian Poultry Science Journal* 36 (2): 481-499.
- Statistica (1999). Statistica for the Windows Operating System. Tulsa, OK.
- Suppakul, P., Jutakorn, K., Bangchokedee, Y. (2010). Efficacy of cellulose-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs. *Journal of Food Engineering* 98 (2): 207-213.
- Suryani, Y., Kinasih, I., Julita, U., Cahyanto, T., Putra, R.E., Ramdhani, M.A., Purwati, F.E., Parwati, K. (2017). Effect of propolis coating on the quality of eggs: Microbial contamination and Haugh unit. *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences* 8 (2): 1776-1784.
- Şamlı, H.E., Şenköylü, N., Akyürek, H., Agma, A. (2005). Doğal pigmentlerin yaşlı tavuklarda yumurta sarısına etkileri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 2 (3): 281-286.
- Şenköylü, N. (2001). Modern Tavuk Üretimi. ISBN: 975-93691-2-5, Anadolu Matbaası, Tekirdağ.
- Torrice, D.D., Wardy, W., Carabante, K.M., Pujols, K.D., Xu, Z., No, H.K., Prinyawiwatkul, W. (2014). Quality of eggs coated with oil-chitosan emulsion: Combined effects of emulsifier types, initial albumen quality, and storage. *LWT - Food Science and Technology* 57 (1): 35-41.
- Tosi, E.A., Ré, E., Ortega, M.E., Cazzoli, A.F. (2007). Food preservative based on propolis: Bacteriostatic activity of propolis polyphenols and flavonoids upon *Escherichia coli*. *Food Chemistry* 104 (3): 1025-1029.
- Upadhyaya, I., Yin, H.B., Surendran Nair, M., Chen, C.H., Lang, R., Darre, M.J., Venkitanarayanan, K. (2016). Inactivation of *Salmonella enteritidis* on shell eggs by coating with phytochemicals. *Poultry Science* 95 (9): 2106-2111.
- Van Den Brand, H., Parmentier, H.K., Kemp, B. (2004). Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. *British Poultry Science* 45 (6): 745-752.
- Vandousefi, S., Bhargava, K. (2017). Formulation and application of cinnamon oil-chitosan emulsion coating to increase the internal quality and shelf-life of shelled eggs. *Journal of Food Processing and Preservation* 41 (2): e12859.
- Xu, L., Zhang, H., Lv, X., Chi, Y., Wu, Y., Shao, H. (2017). Internal quality of coated eggs with soy protein isolate and montmorillonite: Effects of storage conditions. *International Journal of Food Properties* 20 (8): 1921-1934.
- Venkatachalam, K., Lekjing, S., Noonim, P. (2019). Influences of different coating materials on the quality changes of hardboiled salted duck eggs under ambient storage. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 62: e19180471.
- Yuceer, M., Caner, C. (2014). Antimicrobial lysozyme-chitosan coatings affect functional properties and shelf life of chicken eggs during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94 (1): 153-162.