

Propolis katkılı liyofilize yumurta tozu üretimi

Production of lyophilized egg powder with propolis

Sabire YERLİKAYA^{1*} , Hülya ŞEN ARSLAN² 

^{1,2}Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman, TURKEY

¹<https://orcid.org/0000-0001-9842-5848>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1662-2942>

To cite this article:

Yerlikaya, S. & Şen Arslan, H. (2023). Propolis katkılı liyofilize yumurta tozu üretimi . Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 125-136.

DOI: 10.29050/harranziraat.1179995

*Address for Correspondence:

Sabire YERLİKAYA

e-mail:

sabirebattal@kmu.edu.tr

Received Date:

26.09.2022

Accepted Date:

24.10.2022

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

Öz

Bu çalışmada, bazı katkı maddeleri (Türk kahvesi, kakao ve propolis) ile yumurta tozu üretimi araştırılmıştır. Yumurtalar ayrı ayrı Türk kahvesi (%1) ve kakao (%1) ile muamele edildikten sonra %0.5 ve %1 seviyelerinde ayrı ayrı propolis ile karıştırılmıştır. Örnekler dondurularak kurutulduktan sonra polietilen poşetlere konularak oda sıcaklığında (25°C) 14 gün depo edilmiştir. Depolamanın 0., 7. ve 14. günlerinde nem (%), renk, pH, mezofilik aerofilik bakteri (TMAB), su absorpsiyon ve suda çözünme indeksi analizleri gerçekleştirilmiş olup; depolamanın 0. gününde mikroskopik görüntüleri alınmıştır. Propolis ilavesinin üretilen yumurta tozu verimini (%24.66) artırdığı görülmüş olup; örneklerin nem değerlerinin %0.88-8.49 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu değerlere göre örneklerde toplam mezofilik aerofilik bakteriye rastlanmamıştır (0 log kob g⁻¹). Propolis ilavesi yumurta tozlarının su absorplama indeksini artırmıştır. Bu artışın tozların kullanılacağı ürünlerin kabarmasına olumlu yönde etki yapacağı düşünülmektedir. Ayrıca Türk kahvesi+propolis ve kakao+propolis içeren yumurta tozlarının özellikle pastacılık sektöründe kullanılarak daha uzun ömürlü ve aromalı gıdalar üretilebileceği de düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Türk kahvesi, Kakao, Oda sıcaklığı

ABSTRACT

In this research, some additives (Turkish coffee, cocoa and propolis) and egg powder production were investigated. After the eggs were treated with Turkish coffee (1%) and cocoa (1%), they were mixed with 0.5% and 1% propolis separately. After freeze-drying, the samples were placed in polyethylene bags and stored at room temperature (25°C) for 14 days. Moisture (%), color, pH, mesophilic aerophilic bacteria (TMAB), water absorption and water solubility index analyzes were performed on the 0th, 7th and 14th days of storage. Microscopic images were taken on 0th day of storage. It was observed that the addition of propolis increased the egg powder yield (24.66%). It was determined that the moisture values of the samples varied between 0.88-8.49%. According to these values, no total mesophilic aerophilic bacteria was found in the samples (0 log cfu g⁻¹). The addition of propolis increased the water absorption index of egg powders. It is thought that this increase will have a positive effect on the swelling of the products in which the powders will be used. It is also thought that egg powders containing Turkish coffee + propolis and cocoa + propolis can be used especially in the pastry sector to have long shelf-life and flavored foods.

Key Words: Turkish coffee, Cocoa, Room temperature

Giriş

Gıdaların raf ömrünü artırmak amacıyla çeşitli muhafaza yöntemleri geliştirilmiştir. Bunların başında dehidrasyon/kurutma teknikleri

germektedir. Dehidrasyon teknikleri (dondurarak ve konveksiyonlu fırında kurutma), gıdaların raf ömürlerini uzatmayı, nakliye ve taşıma/depolama maliyetlerini düşürmeyi amaçlayan tozların hazırlanmasında hayati öneme sahiptir.

Kriyodesikasyon veya liyofilizasyon olarak adlandırılan dondurarak kurutma (DF), dondurma, süblimasyon ve desorpsiyonu içeren üç aşamadan oluşmaktadır. DF, mikrobiyolojik reaksiyonları en aza indirir ve bozulmanın çoğunu durdurur (Alinejad ve ark., 2016). Ayrıca proteinlerde denatürasyonu ve maillard reaksiyonunu önlediği bilinmektedir. Bu teknik, fizikokimyasal özelliklerini ve işlevsellik/biyoaktivitesini analiz etmek için ısıya duyarlı gıdaları dehidre etmede kullanılır (Deshwal ve ark., 2020).

Dondurarak kurutma, biyolojik ürünlerin hem dondurulmasını hem de dehidrasyonunu içeren bir muhafaza işlemidir. Proses özellikle proteinler gibi yüksek değerli biyomoleküller için uygundur (Alçay ve ark., 2016). Dondurarak kurutma işlemi 30°C'nin altındaki sıcaklıklarda gerçekleştirildiğinde, proteinlerin kuru halde başlangıçtaki biyolojik aktivitesinin tamamı veya çoğu korunur. Bu durum, söz konusu proteinin uzun süreli depolanması için birçok avantaj sunar (Alçay ve ark., 2015).

Tavuk (*Gallus gallus domesticus*) yumurtası proteinlerinin jelleşme ve köpürme kapasitesi oldukça yüksektir. Kurutulmuş yumurta ürünleri yüksek raf ömrüne sahip olup kullanımı oldukça kolay ve belirli fonksiyonel özelliklere sahiptir. Yumurta tozları dondurarak kurutma ile üretilebilir. Bu yöntemde düşük basınç altında buz süblimleşmesi gerçekleşir. Genellikle proteinler üzerinde sprey kurutmaya göre daha az termal ve buharlaşma etkisine sahiptir (Haque ve Roos, 2006; Liapis ve Bruttini, 2007).

Yumurta tozları, doğal emülsifikasyon ve köpürme özellikleri nedeniyle popüler bir gıda bileşenidir. Depolama ve nakliye için daha az gereklilikler nedeniyle büyük ölçekli gıda üretiminde sıvı yumurtaya göre daha çok tercih edilirler (Katekhong ve Charoenrein, 2018). Yumurta tozları esas olarak salata sosları, hamur işleri ve dondurma gibi yemeye hazır yiyecekler için bir bileşen olarak kullanılır (Thammasena ve ark., 2020). Yumurta akı tozları yüksek biyoaktif peptit kaynağıdır. Bu yumurta akı peptitlerinin tüketiminin, daha iyi kan basıncı regülasyonu, antioksidan etkiler, nöroprotektif ve anti-

diyabetik özellikler, anti-inflamatuar etkiler, anti-anjiyotensin ve kemik büyümesini teşvik aktivitesi gibi sayısız sağlık yararı vardır (Grootaert ve ark., 2019; Quan ve Benjakul, 2019).

Kurutulmuş tavuk yumurtası tozu, jel oluşumu, su tutma kapasitesi ve besin değeri dâhil olmak üzere birçok yönden taze yumurtaya benzer; ancak taze gıdaya göre kolaylık, raf ömrü ve mikrobiyolojik güvenlik açısından önemli avantajlara sahiptir (Asghar ve Abbas, 2012). Bu nedenle yumurta tozu et, kıyılmış fileto, hamur işleri, un ve şekerleme ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Belyavin, 2016).

Bu çalışmada Türk kahvesi, kakao ve propolis katkılı liyofilize yumurta tozu üretimi amaçlanmıştır. Türk kahvesi ve kakao ilavesi ile kek, pasta vb. ürünlerin üretiminde kullanılabilecek yeni bir ürün olacağı düşünülmüştür. Ayrıca propolisin antimikrobiyal aktivitesinden faydalanılarak raf ömrünü artırmak da hedeflenmiştir.

Materyal- Metot

Materyal

Yumurta, kakao ve Türk kahvesi Karaman'daki yerel satıcılardan temin edilmiştir. Propolis Tunceli'nin Pertek ilçesinden toplanmış olup tüm materyaller Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarına aseptik koşullarda getirilmiştir.

Metot

Yumurta tozu üretimi

Yumurtalar öncelikle 2 gruba ayrılmış olup ayrı ayrı Türk kahvesi (%1) ve kakao (%1) ile muamele edilmiştir. Propolis, kurutma fırınında (Nüve-FN 055, Ankara Türkiye) 160°C'de 15 dk süre ile eritilmiştir. Süre sonunda, Türk kahvesi ve kakao ile karıştırılan yumurtalar % 0.5 ve %1 propolis ile ayrı ayrı muamele edilmiştir. Örnekler (-18°C)'de 2 saat süreyle dondurulmuştur. Dondurulmuş numuneler liyofilizatörde (ScanvacCoolSafe 4-15 L Freeze Dreyer 95/55-80, Lynge, Danimarka) (-101°C)'de 4 gün boyunca kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örnekler polietilen poşetler ile paketlenerek 25°C'de (hava akımının olmadığı bir

odada) 14 gün depolanmıştır. Depolamanın 0., 7. ve 14. günlerinde nem (%), renk, pH, mezofilik aerofilik bakteri (TMAB), su absorpsiyon ve suda çözünme indeksi analizleri yapılmış olup depolamanın 0. gününde mikroskopik görüntüleri alınmıştır.

Nem tayini (%)

Kuru madde kaplarına 0.01 g hassasiyet ile 5 g örnek ayrı ayrı tartılmıştır. Bu kaplar 105±2°C'lik etüvde 18 saat süre ile sabit ağırlık elde edilinceye kadar tutulmuş ve örneklerin içerisindeki suyun tamamen uzaklaşması sağlanmıştır. Örneklerde meydana gelen kayıp aşağıdaki denklem (1)'e her bir örneğin nem içerikleri (%) ayrı ayrı hesaplanmıştır (AOAC, 2000)

$$Nem(\%) = \frac{\text{son örnek ağırlığı (g)}}{\text{başlangıç örnek ağırlığı (g)}} \times 100 \quad (1)$$

pH analizi

Ekstrakt örneklerinden 10'ar g alınıp 100 ml saf su ile karıştırılıp, pH metrenin (Inolab-WTW Series 720) probu çözeltiye daldırılarak ölçüm yapılmıştır (Labooij ve ark., 1999).

Renk tayini

Numunelerin renk analizi Hunter Lab kolorimetresi ile yapılmıştır. Ölçümler doğrudan örneklerin 3 farklı noktasından okumaları yapılarak L^* (parlaklık), a^* (±kırmızı-yeşil), b^* (±sarı-mavi) değerleri tanımlanmıştır (Hunt ve ark., 1991).

Su absorplama ve suda çözünme indeksi

0.5 g örnek santrifüj tüpüne konulduktan sonra üzerine 10 ml 25°C'de saf su ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım 5 dk'da bir karıştırılarak 30 dk boyunca oda sıcaklığında bekletilmiştir. Numuneler 7000xg kuvvette 15 dakika santrifüj (5804R, Eppendorf centrifuge, Hamburg, Almanya) edildikten sonra santrifüj tüpünün üstündeki berrak kısım önceden darası alınmış alüminyum kaplara boşaltılmış ve sabit tartıma gelinceye kadar 105°C'deki etüvde kurutulmuştur. Santrifüj tüpünde kalan jel kısmının ağırlığı hassas terazide ölçülerek kaydedilmiştir (Anderson ve

ark., 1969). Su absorplama indeksi (2) ve suda çözünme indeksi (3) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Su absorplama indeksi } \left(\frac{g}{g}\right) = \frac{\text{Jel ağırlığı (g)}}{\text{Numunenin ağırlığı (kuru bazda) (g)}} \quad (2)$$

$$\text{Suda çözünme indeksi (\%)} = \frac{\text{Su fazındaki çözünmüş madde ağırlığı (g)}}{\text{Numunenin ağırlığı (kuru bazda) (g)}} \times 100 \quad (3)$$

Toplam mezofil aerobik bakteri sayımı

Besiyeri olarak Plate Count Agar (PCA) (Merck, Almanya) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan petri kutularına 0.1 mL aktarılıp yayma plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petriker 30°C'de 24-48 saat süre ile inkübe edilmiş ve inkübasyon sonunda gelişen koloni sayımı yapılmış ve sonuçlar log kob g^{-1} olarak verilmiştir (AOAC, 2000).

Mikroskopik görüntü

Görüntüler, depolamanın 0.gününde 160x büyütme gücü ile bir mikroskop (LEICA S8APO) aracılığıyla alınmıştır (Yerlikaya ve Şen Arslan, 2019).

İstatistik analizi

Metot kısmında bahsedilen analizlerden elde edilen sonuçlar General Linear Model (GLM) varyans analizleri SPSS 22 (IBM Corp., Armonk, New York, USA) istatistik programında yürütülmüştür. Aynı programda ortalamalar arasındaki farklılıklar ise Tukey çoklu karşılaştırma testi ile $p < 0.05$ önem düzeyinde test edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Yumurta tozu üretimi

Dondurulmuş yumurta örneklerinin liyofilizatörde 4 günlük kurutma işlemi sonrasında elde edilen verimler Çizelge 1'de gösterilmiştir. Türk kahvesi (%20) ve kakao (%19.1) ilavesi sade yumurtaya (%22.4) göre verimi düşürmüştür. Ancak propolis ilavesinin verimi artırdığı da görülmektedir. Ka-1-P örneğinin en yüksek verime

(%24.66) sahip olduğu görülmektedir. Kakaonun yumurta ve propolis ile Türk kahvesine göre daha kuvvetli bir bağ kurması bu durumun sebebi olarak düşünülebilir.

Çizelge 1. Üretilen yumurta tozu verimleri (%)
Table 1. Egg powder yields (%)

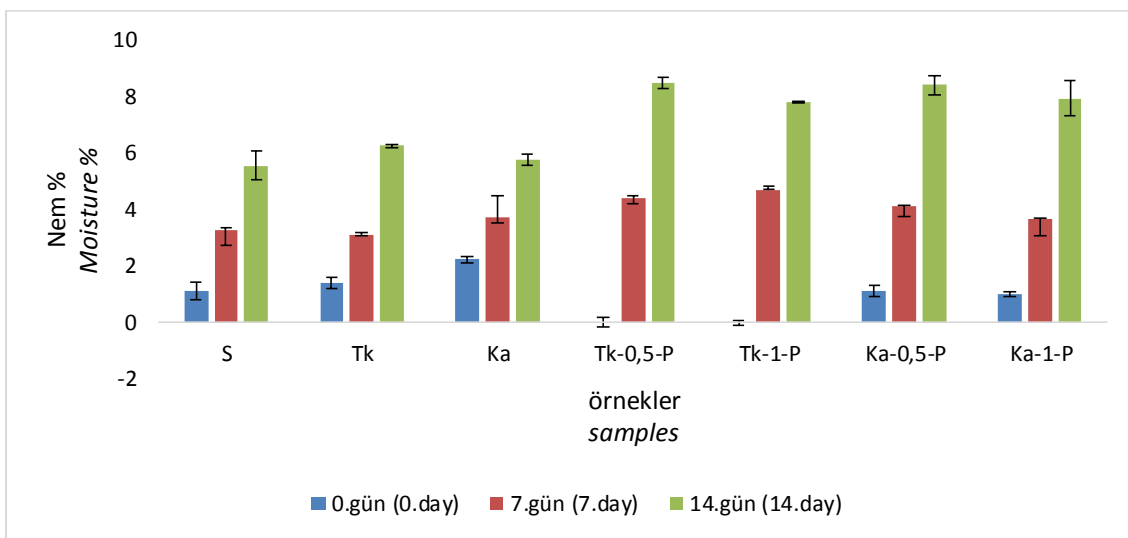
Örnekler Samples	Verim (%) Yield(%)
S	22.4
Tk	20.0
Ka	19.1
Tk-0.5-p	23.11
Tk-1-p	23.99
Ka-0.5-P	24.12
Ka-1-P	24.66

S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta

Nem ve pH

Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun %nem (Şekil 1) ve pH (Şekil 2) değerleri üzerindeki etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek nem değeri depolamanın 14.gününde Tk-0.5-P (%8.49±0.06) örneğinde bulunurken; en düşük nem değeri depolamanın 0.gününde Tk-1-P (%0.88±0.09) örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 1). Bütün örneklerde, depolama süresi arttıkça yumurta

tozlarının nem değerleri de artmıştır. Ancak bu artışın, içerisinde %0.5 propolis bulunan yumurta tozlarında daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Örnekler polietilen poşetlere konulup depolamaya bırakıldığından, havadan nem kapmış olabileceği düşünülmektedir. Velioglu (2019) yürüttüğü benzer bir çalışmada liyofilize yumurta tozlarının %2.0 neme sahip olduğunu belirtmiştir. Koç ve ark., (2011) püskürtmeli kurutucu ile elde ettikleri yumurta tozlarının %1.7-3.0 arasında neme sahip olduğunu belirtmiştir. Mevcut çalışmaya göre daha düşük sonuçlar elde edilmesinin nedeni olarak kullanılan kurutma tekniğinin farklı olması ve bu teknik ile örnekler yüksek sıcaklık (195°C) ve basınç uygulanması gösterilebilir. Güner (2017) yapmış olduğu bir çalışmada, dondurarak kurutarak elde ettiği ürünün nem değerinin püskürtmeli kurutma ile elde ettiği değerden daha yüksek bulunduğunu ifade etmiştir. Bu durum da, mevcut çalışmada tespit edilen sonuçların daha yüksek olmasını açıklamaktadır. Koç ve ark., (2011) yumurta tozlarının güvenli olarak depo edilebilmesi için örneklerin nem içeriklerinin en fazla %5 olması gerektiğini belirtmiştir. Çalışmamızda bütün örneklerde depolamanın 0. ve 7. günlerinde tespit edilen en yüksek nem değeri %4.71'dir. Ancak depolamanın 14.gününde bütün örneklerde bu değer %5'in üzerinde bulunmuştur.



Şekil 1. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun % nem değeri üzerindeki etkisi

Figure 1. The effect of sample and storage time interaction on % moisture

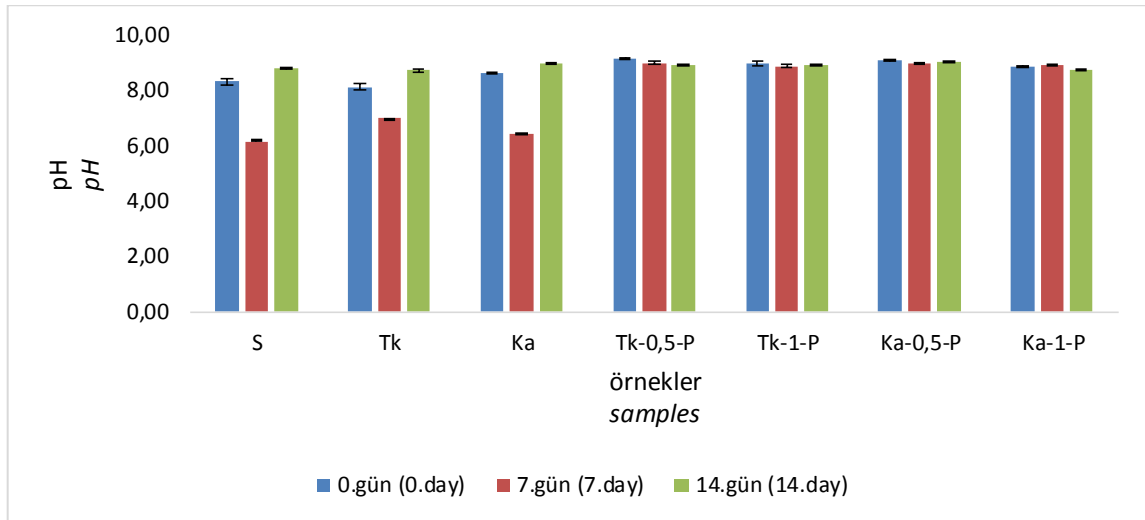
(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

Preethi ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada iletken hidro kurutma yöntemiyle elde edilen yumurta akı tozunun nem değerleri %3-4 olarak belirlenmişlerdir. Ayrıca dondurarak ve sprey kurutma yöntemiyle elde ettikleri yumurta akı tozlarının nem miktarlarının sırasıyla %3.11 ve %5.90 olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan çalışma ile bulunan sonuçlar kıyaslandığında dondurarak kurutmada benzer sonuçlar bulunmuştur ancak depolamaya bağlı olarak 14. günde nemin %8.49'a (Tk-0.5-P) çıktığı görülmüştür (Şekil 1).

En yüksek pH değeri depolamanın 0.gününde Tk-0.5-P (9.14 ± 0.02) örneğinde bulunurken; en düşük pH değeri depolamanın 7.gününde S (6.17 ± 0.05) örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 2). Bütün örneklerde depolamanın 7.gününde bir azalma gerçekleşmiş ancak 14. günde yeniden

artış gözlenmiştir. Özellikle kontrol örneklerinde (S, Tk ve Ka) depolamanın 7.günündeki düşüş diğer örneklerle göre daha fazla olmuştur. Propolis ilavesinin örneklerin pH'nı artırdığı tespit edilmiştir.

Gündoğan (2021) etüv ve mikrodalga kullanarak kuruttuğu yumurta akının pH değerlerini sırasıyla 9.96 ve 9.78 olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda pH değerlerinin daha düşük olmasının sebebi olarak yumurta akı ve sarısının birlikte kullanılması gösterilebilir. Ayrıca katkı maddelerinin de pH'nın düşmesine yardım etmiş olabileceği düşünülmektedir. Ayadi ve ark., (2008) püskürtmeli kurutucu ile kurutulmuş yumurta tozlarının pH değerini 8.20 olarak tespit etmiştir.



Şekil 2. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun pH değeri üzerindeki etkisi

Figure 2. The effect of sample and storage time interaction on pH value

(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

Yumurtaların ısı ile kurutulmasında protein denatürasyonuna ek olarak püskürtmek kurutmada da pH'da bir artışın olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Normalde yumurta akının pH değerleri 5 ile 7 arasında değişirken püskürtmek kurutmada pH değerinin 10.1'e ulaştığı rapor edilmiştir (Ayadi ve ark., 2008). Bu sebeple dondurarak kurutmanın avantajlı olduğu ve pH bakımından yumurtanın özelliklerini nispeten etkilemediği söylenebilir. Aynı çalışmada araştırmacılar pilot ölçekli püskürtmeli kurutucu ile

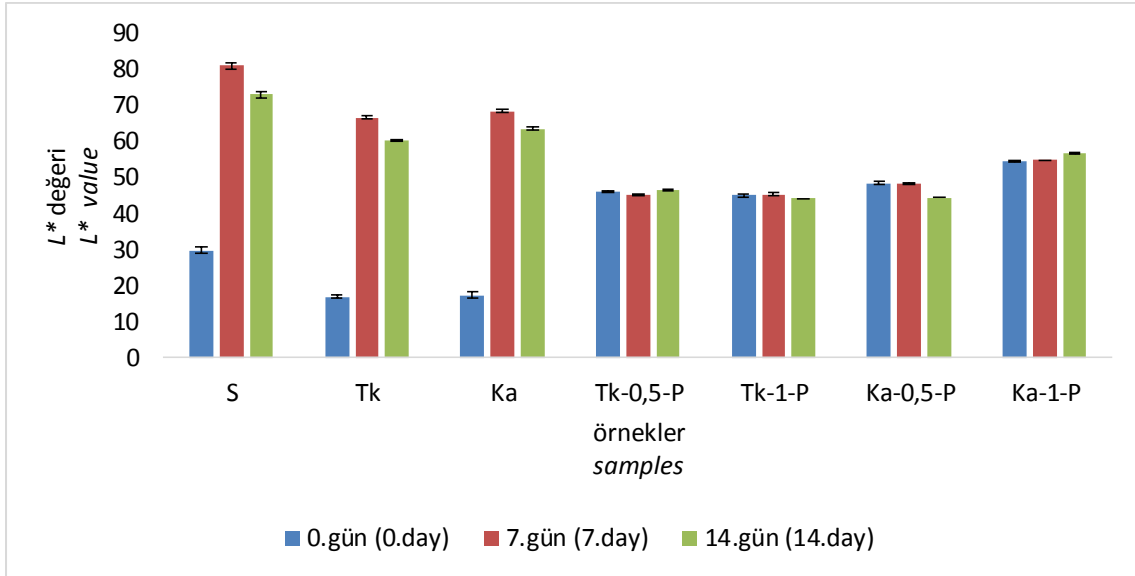
elde ettikleri yumurta tozunun pH değerini 8.20 olarak tespit etmişlerdir.

Renk tayini

Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun L^* , a^* ve b^* değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$) (Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5). En yüksek L^* değeri depolamanın 7.gününde S (80.94 ± 0.58) örneğinde bulunurken; en düşük L^* değeri depolamanın 0.gününde Tk (16.92 ± 0.60)

örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 3). Örneklere ilave edilen Türk kahvesi, kakao ve propolis koyu renkli olduğundan S örneğinin daha parlak sonuç vermesi beklenen bir durumdur. Depolamanın 0.gününde kontrol örneklerinin (S, Tk ve Ka) L^* değeri propolis ilave edilen örneklere göre daha düşük bulunmuştur. Ancak kontrol örneklerinde depolamanın sonuna doğru L^* değeri çok hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Bu durumun, örneklerin

depolama alanındaki oksijen ile oksidasyona uğramasından dolayı gerçekleştiği düşünülmektedir. Ancak propolis içeren diğer örneklerin L^* değerlerinde çok fazla bir değişim olmamıştır. Propolisin antioksidan etkisi, bu durumun sebebi olarak gösterilebilir. Saikia ve ark., (2015) dondurarak kurutarak elde ettikleri toz ürünlerin düşük L^* değerine sahip olduğunu belirtmiştir.



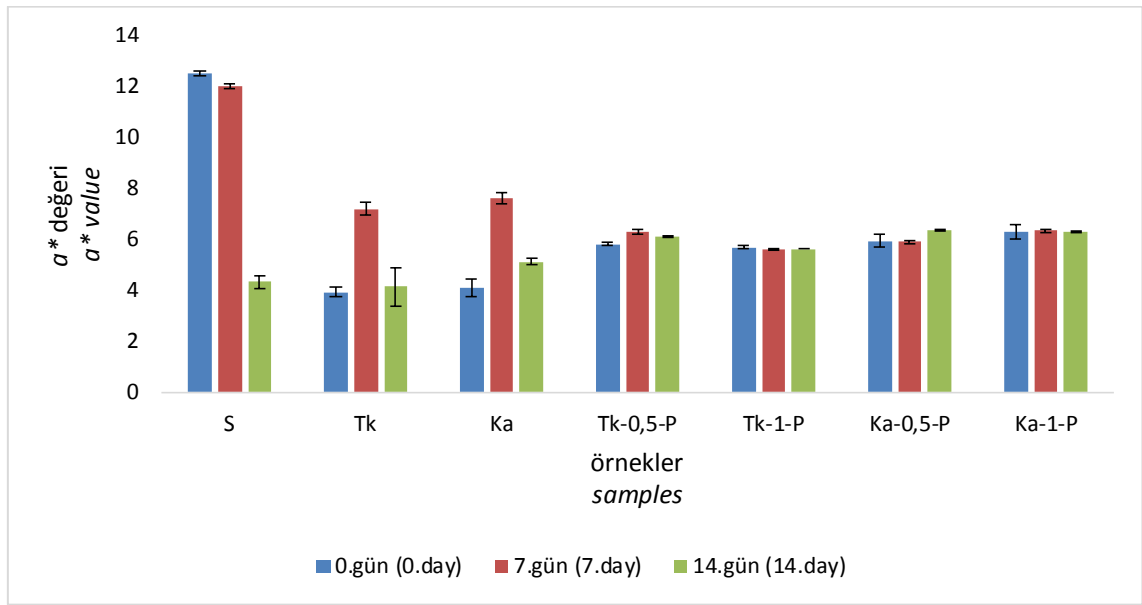
Şekil 3. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun L^* değeri üzerindeki etkisi

Figure 3. The effect of sample and storage time interaction on L^* value

(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

En yüksek a^* değeri depolamanın 0.gününde S (12.53 ± 0.10) örneğinde bulunurken; en düşük a^* değeri depolamanın 0.gününde Tk (3.94 ± 0.15) örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 4). Örneklere ilave edilen Türk kahvesi, kakao ve propolis yumurta tozlarının a^* değerini baskıladığı düşünülmektedir. Bütün numunelerin (S örneği

hariç) a^* değerinde depolama boyunca bir dalgalanma görülmektedir. Ancak S örneğinin a^* değerinde depolamanın sonuna doğru azalma gözlenmiştir. S örneğinin depolamanın sonuna doğru oksidasyona uğraması bu durumun sebebi olarak gösterilebilir.



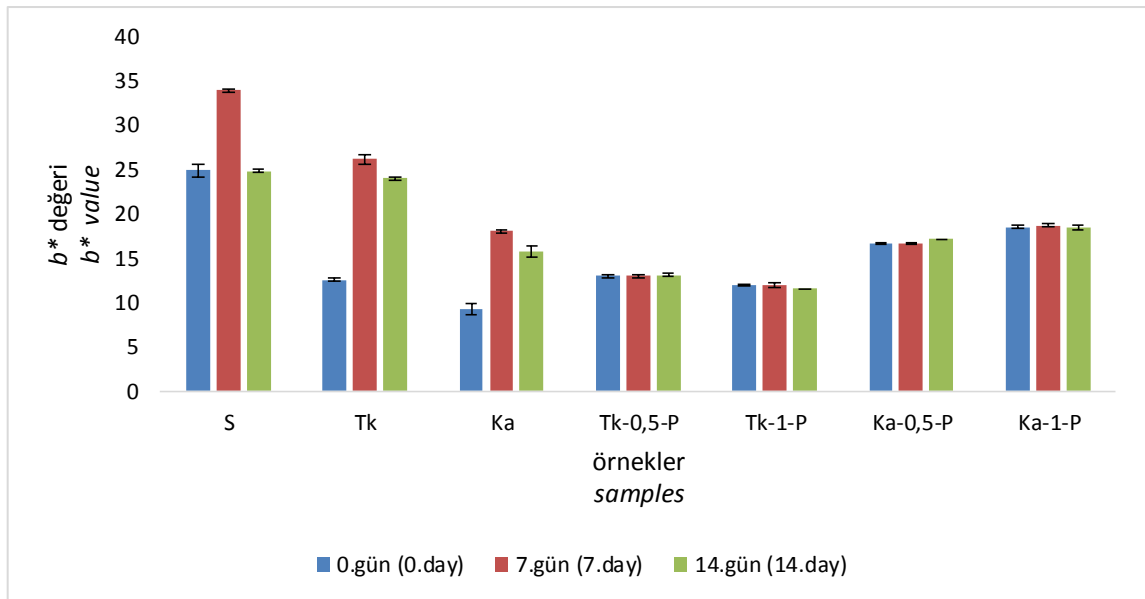
Şekil 4. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun a^* değeri üzerindeki etkisi

Figure 4. The effect of sample and storage time interaction on a^* value

(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0,5-P: %1 Türk kahvesi ve %0,5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0,5-P: %1 kakao ve %0,5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

En yüksek b^* değeri depolamanın 7.gününde S (33.84±0.24) örneğinde bulunurken; en düşük b^* değeri depolamanın 0.gününde Ka (9.21±0.63) örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 5). Depolama boyunca tüm örneklerin b^* değerlerinde dalgalanma gözlenmiştir. Türk kahvesi ve kakao

ilavesi kontrol örneğine (S) göre b^* değerinde, özellikle depolamanın 0.gününde, bir azalma meydana getirmiştir. Ancak örneklere propolis ilavesi b^* değerinde yeniden artışa sebep olmuştur. Propolisin renginin koyu sarı olması bu durumun sebebi olarak gösterilebilir.



Şekil 5. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun b^* değeri üzerindeki etkisi

Figure 5. The effect of sample and storage time interaction on b^* value

(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0,5-P: %1 Türk kahvesi ve %0,5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0,5-P: %1 kakao ve %0,5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

Örneklerdeki propolis konsantrasyonunun artması Tk içeren numunelerin L^* , a^* , b^*

değerlerini azaltırken; Ka içeren numunelerinkini artırmıştır. Bu durumun sebebi olarak, Türk

kahvesi ile karşılaştırıldığında propolisin kakao ile daha iyi bir bağ kurup, daha homojen hale gemesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

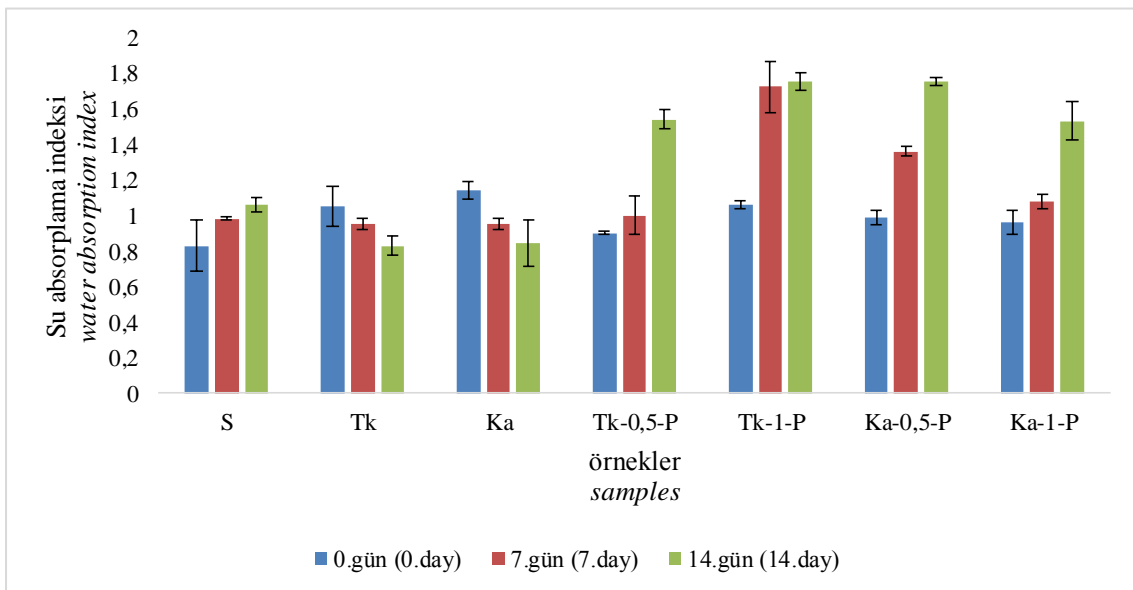
Du ve Ahn (2008) ile Velioğlu (2019) yapmış oldukları çalışmalarda liyofilize yumurta tozunun L^* değerini sırasıyla 91.12 ve 79.95; a^* değerlerini sırasıyla 3.69 ve 12.88; b^* değerlerini sırasıyla 26.03 ve 32.33 olarak bulmuşlardır. Belirtilen sonuçlar mevcut çalışma ile paralellik göstermektedir. Yumurta akının dondurarak ve püskürterek kurutulduğu başka bir çalışmada elde edilen yumurta tozlarının L^* değerleri sırasıyla 72.29 ve 50.27; a^* değerleri sırasıyla -5.86 ve -0.56; b^* değerleri sırasıyla 10.31 ve 20.81 olarak bulunmuştur (Preethi ve ark., 2020). a^* değerlerinin negatif çıkmasının sebebi olarak yumurtanın sarı kısmının kullanılmaması gösterilebilir.

Toplam mezofilik aerofilik bakteri ile su absorplama ve suda çözünme indeksi

Örneklerde 14 günlük depolama süresi boyunca toplam mezofilik aerofilik bakteriye rastlanmamıştır (0 log kob g^{-1}). Bu durumun sebebi olarak örneklerin nem değerlerinin düşük olması ve propolisin sahip olduğu antimikrobiyal

aktivite gösterilebilir.

Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun su absorplama ve suda çözünme indeksi üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$) (Şekil 6 ve Şekil 7). En yüksek su absorplama değeri depolamanın 14.gününde Tk-1-p (1.75) ve Ka-0.5-p (1.75) örneklerinde tespit edilmiştir. Katkısız yumurta tozu (S)'nun değeri depolama boyunca artarken, örneklerde Türk kahvesi ve kakao ilavesi bu değer azalmasına neden olmuştur. Propolis ilavesi ise bütün örneklerde su absorplama değerini artırmıştır (Şekil 6). Ayrıca Türk kahvesi içeren örneklerin değerini kakao içeren örnekler göre daha fazla artırdığı tespit edilmiştir. Bu durumun sebebi olarak Türk kahvesinin suyu absorplayarak şişmesinin kakaoya göre daha kolay olmuş olduğu düşünülebilir. Örneklerin partikül boyutunun küçük olmasından kaynaklı, yüzey alanının artması bu durumun bir diğer sebebi olarak gösterilebilir. Mevcut çalışma ile elde edilen ürünlerin pastacılık sektöründe kullanılması amaçlandığı için; kullanılan katkıların su absorplama indeksi değerini artırması istenen bir sonuçtur. Böylelikle ürün hacmi artırılarak istenen kıvamın elde edilmesine yardım edeceği düşünülmektedir.

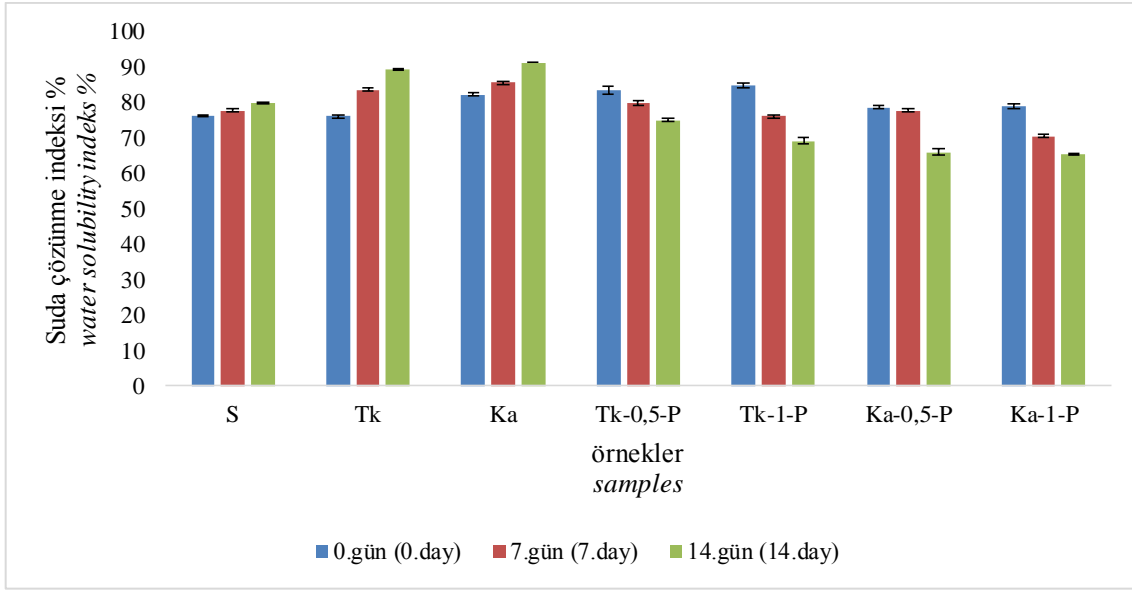


Şekil 6. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun su absorplama indeksi üzerindeki etkisi
Figure 6. The effect of sample and storage time interaction on water absorption index

(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

En yüksek suda çözünme indeksi depolamanın 14.gününde Ka (%91.29) örneğinde tespit edilmiştir. Katkısız yumurta tozu (S)'nun değeri depolama boyunca artarken, örnekler Türk kahvesi ve kakao ilavesi bu değerin daha da fazla

artmasına neden olmuştur. Propolis ilavesi ise bütün örneklerde suda çözünme indeksini düşürmüştür (Şekil 7). Propolis organik bir yapıya sahip olduğundan örneklerin çözünürlüğünü azaltması beklenen bir durumdur.



Şekil 7. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun suda çözünme indeksi üzerindeki etkisi
Figure 7. The effect of sample and storage time interaction on water solubility index

(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

Yapılan bir çalışmada tozların partikül boyutlarının artmasının, su absorplama indeksini artıracığı belirtilmiştir (Lario ve ark., 2004). Özyiğit ve ark., (2020) yürüttükleri bir çalışmada elde ettikleri toz karışımların su absorplama indeksini 3.53-5.04 arasında tespit etmişlerdir. Elde ettikleri lif içeren toz karışımların partikül boyutunun yumurta tozundan daha büyük olması; verilerin mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlardan yüksek olmasını açıklamaktadır.

Ayrıca yumurtada bulunan lesitin su absorplama indeksini artırdığı da belirtilmiştir (Boyacıoğlu, 1993). Toz ürün karışımlarına ilave edilen bileşen sayısının artması su tutma kapasitesini artırmaktadır (Polat, 2007). Propolis ilaveli örneklerin (Tk-0.5-P, Tk-1-P, Ka-0.5-P, Ka-1-P) diğerlerine göre daha yüksek sonuç vermesi, bu durumu doğrulamaktadır.

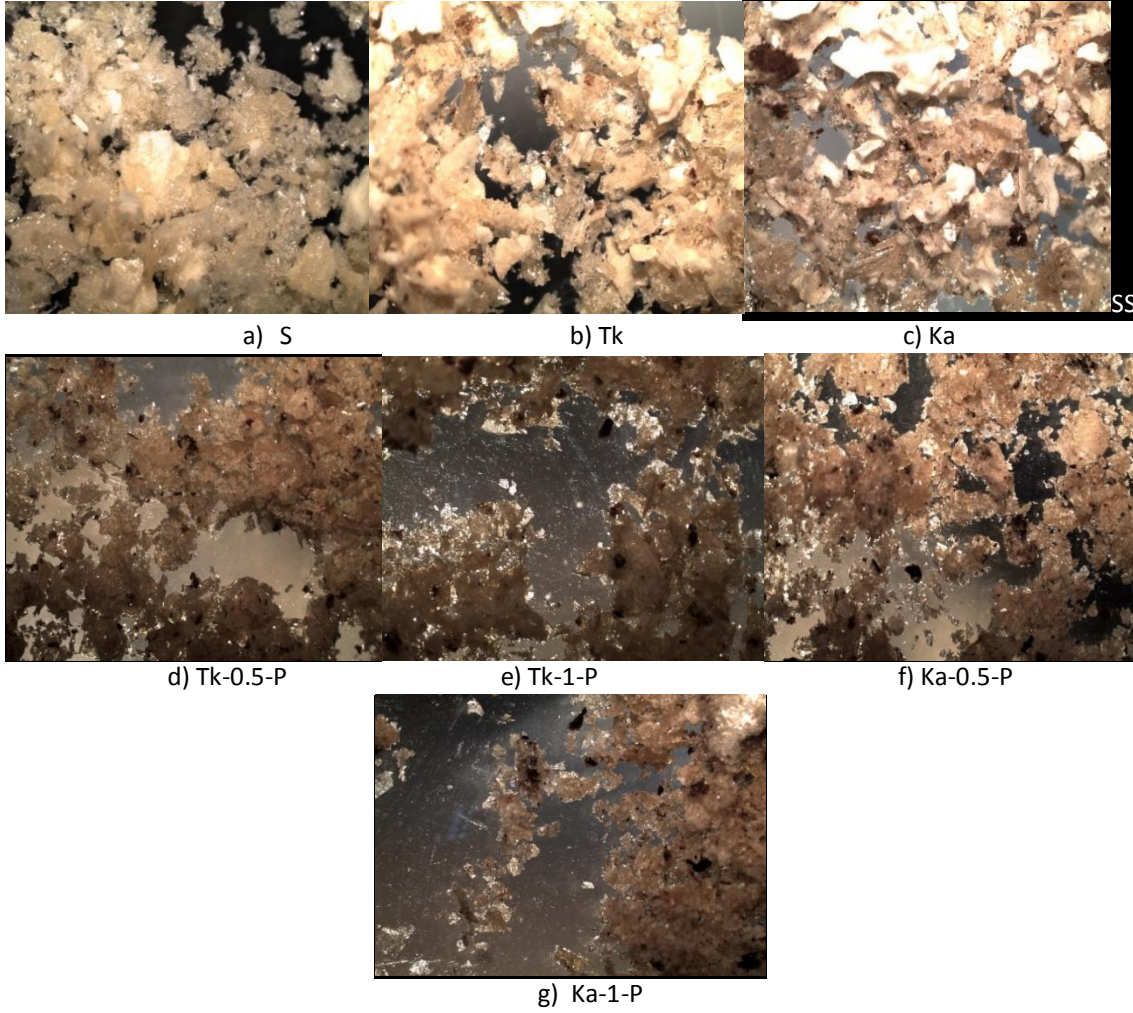
Mikroskopik görüntü

Görüntüler depolamanın 0.gününde alınmıştır. Depolama süresince örneklerin havadan nem

kapma ve mikrobiyolojik kalitelerinde değişiklik olabileceği düşünüldüğü için depolamanın 0.günü tercih edilmiştir. Şekil 8 (a-g)'de yumurta tozlarının mikroskopik görüntüleri görülmektedir. Bütün örneklerin kristal bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. S örneği herhangi bir katkı içermediği için daha beyaz renkte görülmektedir (a). Kakao, örneklerin renginde Türk kahvesinden daha fazla kararmaya neden olmuştur (b, c). Propolis ilavesi örneklerde topaklanmaya neden olmuştur. Bu durum da kristal yapının azalmasıyla sonuçlanmıştır (d, e, f, g). Propolis içermeyen örneklerin daha keskin ve prizma şeklinde; daha büyük partikül boyutuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Ishwarya ve Anandharamakrishnan (2015) dondurularak kurutulmuş kahve numunelerinin Taramalı Elektron Mikroskobu'nda nispeten daha az gözenekli, pulsu bir yapıya sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Yerlikaya ve Şen Arslan (2019) ile Özdemir ve ark., (2021) dondurarak kurutulmuş örneklerin daha keskin kenarlı ve düzensiz parçacıklar halinde elde

edildiğini belirtmiştir. Dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen yumurta akı tozunun

oldukça gözenekli bir iskelet-mikro yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir (Preethi ve ark., 2020).



Şekil 8. Yumurta tozlarının mikroskopik görüntüleri

Figure 8. Microscopic images of egg powders

a) S: sade, katkısız toz yumurta; b) Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; c) Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; d) Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; e) Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; f) Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; g) Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta

Sonuçlar

Dondurarak kurutma gıdaların raf ömrünü artırmak için kullanılan teknolojilerden birisidir. Yumurta tozu üretimi genellikle püskürtmeli kurutucular ile yapılmaktadır. Bu çalışma ile yumurta tozu üretiminde dondurarak kurutmanın bir alternatif olabileceği araştırılmıştır. Dondurarak üretilen ürünlerin nem değerleri daha düşük olduğundan, bu durumun tozların mikrobiyolojik olarak raf ömrünü artıracakı düşünülmektedir. Ayrıca üretilen yumurta tozlarına Türk kahvesi ve kakao ilavesi yapılarak renk ve görüntüde değişiklikler meydana getirerek yeni bir ürün elde edilmiştir. Depolama süresi

boyunca özelliklerinin nispeten bozulmadan kalabilmesi amacıyla doğal bir koruyucu olarak propolis ilave edilmiştir. Üretilen ürünün kek, pasta vb. gıdalar için hazır hammadde görevi göreceği düşünülmektedir. Literatürde çeşitli kurutma teknikleri ile ilgili pek çok araştırma olmasına rağmen, dondurularak kurutulmuş yumurta tozu hakkında çok fazla çalışma yoktur. Bu çalışma, bu alandaki yetersizliğin giderilmesine yardımcı olmak amacıyla da tasarlanmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı: Laboratuvar çalışmaları Sabire YERLİKAYA ve Hülya ŞEN ARSLAN tarafından yürütülmüştür. Makalenin yazımı Sabire YERLİKAYA ve Hülya ŞEN ARSLAN katkısı ile gerçekleştirilmiş olup, makalenin son hali yazarlar tarafından okunarak onaylanmıştır.

Kaynaklar

- Alçay, S., Toker, M.B., Gokce, E., Ustuner, B., Onder, N.T., & Sagirkaya, H. (2015). Successful ram semen cryopreservation with lyophilized egg yolk-based extender. *Cryobiology*, 71, 329-333.
- Alçay, S., Gokce, E., Toker, M. B., Onder, N. T., Ustuner, B., Uzabacı, E., & Cavus, S. (2016). Freeze-dried egg yolk based extenders containing various antioxidants improve post-thawing quality and incubation resilience of goat spermatozoa. *Cryobiology*, 72(3), 269-273.
- Alinejad, M., Motamedzadegan, A., Rezaei, M., & Regenstein, J.M. (2016). The impact of drying method on the functional and antioxidant properties of whitecheek shark (*Carcharhinus dussumieri*) protein hydrolysates. *J. Food Process. Preserv.*, 41, e12972.
- Anderson, R. A., Conway, H. F., Pfeifer, V. F., & Griffin, E. L. (1969). Roll and extrusion-cooking of grain sorghum grits. *Cereal Science Today*, 14 (11), 372-376.
- AOAC, (2000). Official Methods of Analysis (18th ed.). Arlington, VA, *Association of Official Analytical Chemists*
- Asghar, A., & Abbas, M. (2012). Dried egg powder utilization, a new frontier in bakery products. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 3 (13), 493-505.
- Ayadi, M. A., Khemakhem, M., Belgith, H., & Attia, H. (2008). Effect of moderate spray drying conditions on functionality of dried egg white and whole egg. *J Food Sci*, 73, 281-287. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00811.x>
- Belyavin, C.G. (2016). Eggs: use in the food industry *Encyclopedia of food and health. Academic Press, Oxford.*
- Boyacıoğlu, M.H. (1993). Ekmek katkı maddelerinin sağlık açısından değerlendirilmesi. *Un Mamulleri Dünyası*, 2(4), 35-42.
- Deshwal, G.K., Singh, A.K., Kumar, D., & Sharma, H. (2020). Effect of spray and freeze drying on physico-chemical, functional, moisture sorption and morphological characteristics of camel milk powder. *LWT Food Sci. Technol.*, 134, 110-117.
- Du, M., & Ahn, D.U. (2008). Effects of antioxidants and packaging on lipid and cholesterol oxidation and color changes of irradiated egg yolk powder. *Journal of Food Science*, 65(4), 625-629
- Grootaert, C., Voorspoels, S., Jacobs, G., Matthijs, B., Possemiers, S., & der Saag, H. (2019). Clinical aspects of egg bioactive peptide research: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 54 (6), 1967-1975.
- Gündoğan, B. (2021). *Farklı kurutma sistemlerinin pastörize sıvı yumurta akının bazı fonksiyonel özellikleri üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Güner, K.Ö. (2017). *Fındık hammaddesinden püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri ile fındık sütü tozu eldesi ve karakterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Sebahattin Zaim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Haque, M.K., & Roos, Y.H. (2006). Differences in the physical state and thermal behavior of spray-dried and freeze-dried lactose and lactose/protein mixtures. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 7 (1-2), 62-73.
- Hunt, M. C., Acton, R. C., Benedict, C. R., Calkins, D. P., Cornforth, L. E., Jeremiah, D. G., Olson, C. P., Salm, J. W., & Savell, S. D. (1991). Shivas guidelines for meat color evaluation, 9-12. *44th Annual Reciprocal Meat Conference Chicago.*
- Ishwarya, S.P., & Anandharamakrishnan, C. (2015). Spray-freeze-drying approach for soluble coffee processing and its effect on quality characteristics. *Journal of Food Engineering* 149, 171-180
- Katekhong, W., & Charoenrein, S. (2018). Influence of spray drying temperatures and storage conditions on physical and functional properties of dried egg white. *Drying Technology*, 36 (2), 169-177
- Koç M., Koç, B., Susyal, G., Sakin Yilmazer, M., Kaymak Ertekin, F., & Bağdatlıoğlu, N. (2011). Functional and physicochemical properties of whole egg powder: effect of spray drying conditions. *J Food Sci Technol* 48(2):141-149
- Lambooij, E., Potgieter, C. M., Britz, C. M., Nortje, G. L., & Pieterse, C. (1999). Effect of electrical and mechanical stunning methods on meat quality in Ostriches. *Meat Sci.* 52, 331-337.
- Lario Y., Sendra E., Garcı J., Fuentes C., SayasBarberá E., Fernández-López J., & Perez-Alvarez J.A. (2004). Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 5(1), 113-117. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2003.08.001>
- Liapis, A.I., & Bruttini, R. (2007). Freeze drying a.s. mujumdar (Ed.). Handbook of industrial drying (3rd ed.), *CRC Press, Boca Raton*, 257-284.
- Özdemir, E.E., Görgüç, A., Gençdağ, E., & Yılmaz, F.M. (2021). Püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma yöntemlerinin temelleri ve bu yöntemler ile gıda atıklarından toz ürünlerin üretimi. *GIDA* 46(3) 583-607 doi: 10.15237/gida.GD21009
- Özyiğit, E., Eren, İ., Kumcuoğlu, S., & Tavman, Ş. (2020). Diyet lifi ile zenginleştirilmiş glutensiz kek hamurlarının yüksek genlikli salınlı kayma analizi (LAOS) ile reolojik karakterizasyonu. *GIDA* 45(2) 356-368 doi: 10.15237/gida.GD19131
- Quan, T.H., & Benjakul, S. (2019). Production and characterization of duck albumen hydrolysate using enzymatic process. *International Journal of Food Science and Technology*, 54 (11), 3015-3023.
- Polat, Y. (2007). *Buğday ununa balkabağı tozu ilavesinin unun ekmeklik kalitesi üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens. İstanbul

- Preethi, R., Shweta, D., Moses, J. & Anandharamakrishnan, C. (2020). Conductive hydro drying as an alternative method for egg white powder production. *Drying Technology*, 1-13.
- Saikia, S., Mahnot, N. K., & Mahanta, C. L. (2015). Optimisation of phenolic extraction from Averrhoa carambola pomace by response surface methodology and its microencapsulation by spray and freeze drying. *Food Chem*, 171, 144-152. [https://doi.org/10.1016/j.foodchem.\(2014\).08.064](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.(2014).08.064).
- Thammasena, R., Fu, C.W., Liu, J.H., & Liu, D.C. (2020). Evaluation of nutrient content, physicochemical and functional properties of desalted duck egg white by ultrafiltration as desalination. *Animal Science Journal*, 91 (1),1-9.
- Velioğlu, S. (2019). Liyofilize bıldırcın yumurtası, yumurta beyazı ve yumurta sarısının köpük oluşturma ve emülsifikasyon özelliklerinin belirlenmesi. *GIDA* 44 (5), 919-931 doi: 10.15237/gida.GD19113
- Yerlikaya, S. & Şen Arslan, H., (2019). Dondurularak ve püskürterek kurutulmuş süt tozlarının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinin karşılaştırılması. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi* 8 (2), 677-687.