



## Farklı Ambalaj Materyallerinin Depolanan Fındıkların Geometrik ve Renk Özellikleriyle Aflatoksin Oluşumuna Etkisi

Effect of Different Packaging Materials on  
Geometric, Color Properties and Aflatoxin  
Formation of Stored Hazelnut

Hasan KARAOSMANOĞLU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Fındık Ekspertiği, Giresun  
· hasan.karaosmanoglu@giresun.edu.tr · ORCID > 0000-0002-4652-9861

### Makale Bilgisi/Article Information

**Makale Türü/Article Types:** Araştırma Makalesi/Research Article

**Geliş Tarihi/Received:** 1 Mart/March 2023

**Kabul Tarihi/Accepted:** 23 Mart/March 2023

**Yıl/Year:** 2023 | **Cilt-Volume:** 38 | **Sayı-Issue:** 2 | **Sayfa/Pages:** 331-352

**Atıf/Cite as:** Karaosmanoğlu, H. "Farklı Ambalaj Materyallerinin Depolanan Fındıkların Geometrik ve Renk Özellikleriyle Aflatoksin Oluşumuna Etkisi " Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 38(2), Haziran 2023: 331-352.

## FARKLI AMBALAJ MATERYALLERİNİN DEPOLANAN FINDIKLARIN GEOMETRİK VE RENK ÖZELLİKLERİYLE AFLATOKSİN OLUŞUMUNA ETKİSİ

### ÖZ

Bu çalışma jüt ve naylon (propilen kumaş dokuma) ambalajların, depolama süresince Tombul ve Karafındık çeşitlerinin meyve ve iç boyutları, renk özellikleri ve aflatoksin düzeylerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla bir yıl süreyle depolanan fındıkların meyve ve içlerinin boyutları, ağırlıkları, randımanı, kabuk kalınlığı, göbek boşluğu, sağlam ve kusurlu iç oranı, beyazlama oranı ile diğer bazı kalite özellikleri incelenmiştir. Natürel ve kavrulmuş fındıkların L\*, a\*, b\*, kroma ve hue açısı değerleri belirlenerek renk skalası elde edilmiştir. Ayrıca depolama süresince örneklerdeki aflatoksin oluşumu takip edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre ambalaj farkının meyve ve iç boyutları üzerinde önemli bir etki oluşturmadığı ancak naylon ambalajın sağlam iç oranını düşürdüğü, kusurlu iç ve beyazlama oranını arttırdığı gözlenmiştir. Naylon ambalajın parlaklığı ve renk doygunluğunu arttırdığı görülse de farklılık duyusal olarak net anlaşılammıştır. Depolama süresinin meyve ve iç boyutlarını genellikle etkilemediği ancak sağlam iç oranını düşürdüğü, kusurlu iç oranı ve beyazlama oranını arttırdığı ayrıca renk değerlerini duyusal olarak fark edecek düzeyde etkilemediği gözlenmiştir. Depolama süresince hiçbir örnekte aflatoksin oluşumuna rastlanmamıştır. İncelenen parametrelere göre depolama ambalajı olarak, beyazlama oranını düşürmesine rağmen kusurlu iç oranını arttırmayan jüt ambalaj kullanımının faydalı olacağı düşünülebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Aflatoksin, Ambalaj, Depolama, Fiziksel Özellikler, Renk.



## EFFECT OF DIFFERENT PACKAGING MATERIALS ON GEOMETRIC, COLOR PROPERTIES AND AFLATOXIN FORMATION OF STORED HAZELNUT

### ABSTRACT

This study was carried out to determine the effect of jute and nylon (propylene fabric weaving) packaging on the nut - kernel dimensions and color characteristics of Tombul and Karahazelnut varieties and aflatoxin levels during storage. For this purpose, the dimensions, weight, kernel percentage, shell thickness, kernel cavity, good and defective kernel ratio, blanching ratio and some other quality characteristics of the nuts and kernels of hazelnuts stored for one year were investigated.

Color scale was obtained by determining the  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , chroma and hue angle values of natural and roasted hazelnuts. In addition, aflatoxin formation in the samples was monitored during storage. According to the results of the study, it was observed that the packaging difference did not have a significant effect on the nut and kernel dimensions, but it decreased the good kernel ratio of the nylon packaging and increased the defective kernel and blanching rate. Although it is seen that nylon packaging increases the brightness and color saturation, the difference cannot be clearly understood sensory. It was observed that the storage period generally did not affect the nut and kernel dimensions, but decreased the good kernel rate, increased the defective kernel rate and blanching rate, and did not affect the color values at a sensory level. No aflatoxin formation was observed in any of the samples during storage. According to the parameters examined, it can be thought that the use of jute packaging, which does not increase the defective kernel rate, will be beneficial, although it reduces the blanching rate.

**Keywords:** Aflatoxin, Color, Packaging, Physical Properties, Storage.



## 1. GİRİŞ

Türkiye’de yetiştiriciliği yoğun olarak yapılan Antep fıstığı, badem, ceviz ve kestane gibi sert kabuklu meyveler içerisinde yer alan fındık, uzun yıllardır ülkenin en önemli tarımsal ihracat ürünü konumundadır. *Fagales* takımı *Betulaceae* familyası içinde yer alan fındığın anavatanı olan Anadolu, en önemli yabani ve kültür çeşitlerinin doğal yayılma alanıdır (Karaosmanoğlu ve Üstün, 2019). Yıllık yaklaşık 650 bin ton kabuklu fındık üretimiyle Türkiye Dünya’da en önemli fındık üreten ülke konumundadır. Diğer taraftan 2021-22 sezonunda 340 bin tonluk ihracattan elde edilen 1.9 milyar dolarlık gelir fındığı ülkemizin tüm ihracat ürünleri içerisinde tek başına en önemli ilk 20 ihracat ürünü içerisinde sokmaktadır (TİM, 2022; KİB, 2022).

Türkiye’de fındık hasadı yıl, çeşit, lokasyon, yükselti ve olgunlaşma gibi parametrelere göre değişmekle birlikte ağustos ayının ilk yarısında başlamakta ve eylül ayının ilk haftalarına kadar sürmektedir. Hasat edilen fındıklardaki nem oranı %30’lardan %6 seviyesine düşürmek için genellikle güneş altında, iklime göre değişmekle birlikte 3-5 gün süreyle kurumaya bırakılmaktadır. Kurtulan fındıklar büyük oranda üreticilerin depolarında ortam şartlarında, ekonomik kaygılar nedeniyle 1 yılı bulan sürelerde depolanmaktadır.

Gıda kalitesi, endüstriyi ve tüketicileri yakından ilgilendiren bir kavramdır, dolayısıyla gıdaların kalitesini ve güvenliğini tehlikeye atacak fiziksel ve kimyasal değişikliklerin minimize edilerek ürünlerin uygun koşullarda muhafaza edilmesi büyük önem arz etmektedir (Guiné ve ark., 2015). Gıda ürününün dış çevrenin et-

kisinden korunmasında birincil rol oynayan gıda ambalajının temel amacı, gıdayı en ekonomik şekilde muhafaza etmek, hem endüstriyel hem de tüketici ihtiyaçlarını karşılamak, gıda güvenliğini sağlamak ve çevresel etkileri en aza indirmektir (Sharma ve ark., 2021). Bu nedenle gıdaların uygun ambalaj malzemesiyle depo edilmesi raf ömrü süresince gıdanın korunmasında önem taşımaktadır.

Geleneksel olarak fındıkların depolanması jüt çuval olarak isimlendirilen organik malzemeden üretilmiş ambalajlarda yapılmaktadır. Ancak son yıllarda üreticiler, jüt çuvala göre daha ekonomik olması, fındık doldurma ve boşaltma işlemleri sırasında tozuma yapmaması, temizliğinin kolay olması, daha az yer kaplaması ve hafif olması gibi nedenlerle plastik temelli olan ve naylon çuval olarak isimlendirilen ambalaj malzemelerini yoğun olarak tercih etmeye başlamışlardır. Fındığın depolanmasında kullanılan geleneksel ambalaj malzemesi olan jüt çuvalın fındıkların renk ve fiziksel özellikler ile fındık muhafazasında önemli bir risk olan aflatoksin oluşumu üzerine etkisi bilinmektedir (Bostan ve Güler, 2016; Akar, 2016; Turan ve Karaosmanoğlu, 2019). Ancak son yıllarda yukarıda sıralanan sebeplerle kullanımı hızla yaygınlaşan naylon çuvalların depolanan fındıkların kalitesi üzerindeki etkisine ilişkin bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışma, bir yıl süreyle naylon ve jüt çuvallarda depolanan fındıkların (*Corylus avellana* L. Cvs. ‘Tombul’ ve ‘Karafındık’), gıdaların market değerini ve tüketici tercihlerini yakından etkileyen fiziksel ve renk özellikleriyle aflatoksin düzeyine ambalaj malzemesinin etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Örnek Toplama ve Depo Şartları

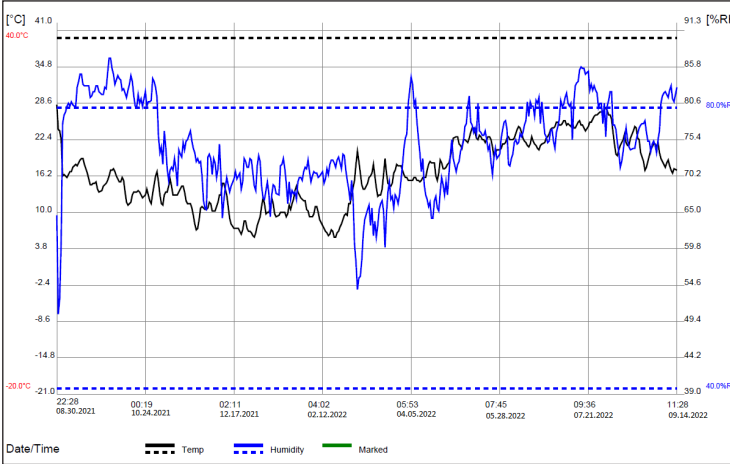
Çalışmanın bitkisel materyali olarak önemli Türk fındık çeşitleri olan Giresun Kalite Tombul ve Levant Kalite Karafındık çeşitleri seçilmiştir. Fındık örnekleri, Giresun (Türkiye) ili, Batlama vadisi, Akköy (40° 51' 38.52" N, 38° 18' 58.69" E), Seyitköy (40° 51' 40.40" N, 38° 19' 09.72" E) ve Alınca (40° 51' 59.55" N, 38° 19' 00.26" E) köylerindeki bahçelerden elle yerden hasat edilmiştir. Hasat kriteri olarak fındık çotanaklarının kahverengileştiği ve dalların sallanmasıyla toplam fındığın 2/3'ünün dökülmeye başladığı dönem esas alınmıştır (Tombul: 16 Ağustos, Karafındık 22 Ağustos). Hasat edilen fındıklar, zuruflarından patozla ayrılmış ardından beton harmanda, jüt tente (5x5 m) üzerinde güneş altında 3 gün boyunca sabah 09.00 akşam 19.00 saatleri arasında (ortalama sıcaklık 23.6 °C) kurumaya bırakılmıştır. Ayrıca kurutma süresi boyunca her gün 5 defa karıştırılmıştır. Akşam 19.00'dan sonra her tente ortaya toplanarak üzerleri nem geçişinin engellenmesi için naylon örtüyle örtülmüştür. 3. günün sonunda fındıkların nem oranının %6'nın altına inmesiyle kurutma işlemi sonlandırılmıştır. Nem takibi, harmanın 9 farklı noktasından alınan örneklerin nem tayin cihazıyla (Shimadzu Mod-63U, Japonya) nem oranlarının be-

lirlenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Kurutulan yaklaşık 3 ton fındıktan rastgele örnekler seçilerek depolama için jüt ve naylon çuvalara koyulmuştur (Şekil 1). Her çeşit için 3 jüt ve 3 naylon çuval ortam şartlarında (Şekil 2) 12 ay süreyle depolanmıştır. Her 4 ayda bir (0, 4, 8 ve 12. aylar) depodan örnek alınarak analiz edilmiştir.



Şekil 1. Naylon (A) ve Jüt (B) çuvalar

Figure 1. Nylon (A) and Jute (B) sacks



Şekil 2. Depo sıcaklık ve nem değerleri

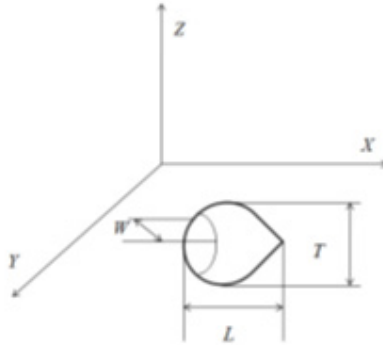
Figure 2. Temperature and humidity values of the warehouse

Çalışmada, jüt çuval olarak genellikle Hindistan ve Bangladeş'te yetişen jüt bitkisinin dokunmasıyla Kanaviçe kumaş ya da Jüt kumaş olarak adlandırılan kumaşlardan 10 oz dokuma sıklığında imal edilen (70x110 cm, 311g/m<sup>2</sup>) ambalajlar, naylon çuval olarak polipropilen dokuma kumaşlar kullanılarak 8x8 dokuma sıklığında üretilen (70x110 cm, 60g/m<sup>2</sup>) ambalajlar kullanılmıştır.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1 Meyve ve İç Boyutları

Kabuklu fındık örnekleri ve içlerinin geometrik boyutları (Şekil 3) rastgele seçilen 30 meyve üzerinde tespit edilmiştir. Kabuklu fındıkların meyve uzunluğu (L), meyve genişliği (W) ve meyve kalınlığı (T) 0.01 mm duyarlıklıklı dijital göstergeli kumpas (İnsize, İtalya) ile ölçülüp değerlerin aritmetik ortalamasının alınmasıyla belirlenmiştir. Meyve uzunluğu; meyve tablası ile uç arasının, meyve genişliği; iki kotiledon birleşim çizgisi arasındaki en geniş mesafenin, meyve kalınlığı her iki kabuk yanakları arasındaki en geniş mesafenin ölçülmesiyle tespit edilmiştir. Boyutları belirlenen meyveler kıracak yardımıyla kırılarak elle kabuklarından ayrılmış elde edilen natürel fındıklarla aynı ölçümler yapılarak iç boyutları belirlenmiştir. Meyve ağırlıkları ve aynı meyveye ait iç ağırlıkları, örneklerin 0.01 g hassasiyetli dijital hassas terazi ile tek tek tartılıp sonuçların aritmetik ortalamasının alınmasıyla belirlenmiştir (Ayfer ve ark., 1986; Karaosmanoğlu, 2022a). Meyve ve natürel içlerin; basıklık indeksi (Bİ), şekil indeksi (Şİ), büyüklük (Dg), yuvarlaklık indeksi (Φ), yüzey alanı (S) (Ercisli ve ark., 2011), hacimleri (V) ve yüzde hacim değişim (ΔV) (Delprete ve Sesena, 2014) değerleri aşağıdaki formüller yardımıyla belirlenmiştir.



Şekil 3. Kabuklu ve natürel iç fındığın boyutları (L: uzunluk, T: kalınlık, W: genişlik)

**Figure 3.** Dimensions of shelled and natural hazelnut kernels (L: length, T: thickness, W, width)

$$B\dot{i} = \frac{W}{T} \quad (1)$$

$$\dot{\text{Ş}}i = \frac{L}{(W+T)/2} \quad (2)$$

$$Dg = \sqrt[3]{LWT} \quad (3)$$

$$\Phi = \frac{\sqrt[3]{LWT}}{L} \times 100 \quad (4)$$

$$S = \pi Dg^2 \quad (5)$$

$$V = \frac{4}{3} \pi \frac{L}{2} \frac{WT}{2} = \frac{4}{3} \pi \frac{LWT}{2} = \frac{2}{9} \pi LWT \quad (6)$$

$$\Delta V = 100 \left( 1 - \frac{V_{i\dot{\text{ç}}}}{V_{kabuklu}} \right) \quad (7)$$

Kabuk kalınlığı; meyve tablasının üst tarafındaki orta kısmın en kalın yerinin ölçülmesiyle, göbek boşluğu; natürel için ortadan ikiye ayrılmasıyla aradaki boşluğun en geniş kısmından ölçülmesiyle belirlenmiştir. İç oranı (randıman); toplam meyve ağırlığının toplam iç ağırlığına, sağlam iç oranı; kabuğu tamamen doldurmuş kusursuz içlerin toplam meyve sayısına, kusurlu iç oranı; sağlam olmayan ve boş içli meyveler dışındaki meyvelerin içlerinin toplam meyve sayısına oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Ayfer ve ark., 1986; Karaosmanoğlu ve Üstün, 2017).

## 2.2.2. Renk Değerleri

Kabuklu, natürel ve kavrulmuş iç fındık, natürel ve kavrulmuş fındık unlarının  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri bir renk tayin cihazı (Konika Minolta CR 400, Japonya) ile belirlenmiştir. Yirmi fındık cam silindirin içerisine yerleştirilip farklı noktalardan çekim yapılarak  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri tespit edilmiştir (Mexis ve Kontominas, 2009). Ayrıca  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri Adobe photoshop-CS6 programında Lab renk sistemine girilerek renk skalası oluşturulmuştur. Munsell renk sistemine göre; renk yoğunluğunun veya doygunluğunun bir ölçüsü olan ve 0 (tamamen doymamış) ile 100 (saf renk) arasında değişen kromatikliği tanımlayan kroma (C) ve rengin tonunu yansıtan ve  $360^\circ$  ölçekte derece olarak ifade edilen hue açısı ( $h^\circ$ ) değeri (McGuire, 1992; Karaosmanoğlu, 2022b) ve kahverengileşme indeksi (Kİ) (Marzocchi ve ark., 2017) aşağıdaki formüllerle belirlenmiştir. Zar atma oranı (beyazlama oranı); sağlam iç fındıkların konvansiyonel fırında  $175^\circ\text{C}$ 'de 15 dk kavrulup el ile ovularak zarından ayrılması ve beyazlayan fındıkların toplam fındık sayısına oranlanması ile hesaplanmıştır. Ayrıca natürel ve kavrulmuş fındıkların blenderde öğütülmesiyle elde edilen unların renk değerleri de belirlenmiştir.

$$C = \sqrt{(a)^2 + (b)^2} \quad (8)$$

$$h^\circ = \arctan (b/a) \quad (9)$$

$$K\dot{I} = 100 \times \frac{x-0.31}{0.17}, \quad x = \frac{(a+1.75 L)}{(5.645L+a-3.012b)} \quad (10)$$

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (11)$$

### 2.2.3. Aflatoksin Analizi

Depolanan fındıkların toplam aflatoksin (TA) ve aflatoksin B1 seviyeleri HPLC (Shimadzu Corporation, Japan) cihazı ile tespit edilmiştir. Öncelikle yaklaşık 500 g kabuklu fındık el kıracağı ile kırılmış ve elde edilen natürel içlerden 250 g tartılarak elektirikli parçalayıcı ile öğütülmüştür. Öğütülen örnekten 125 g tartılarak üzerine 5 g sodyum klorür ve 125 mL %70'lik metanol ilave edilmiştir. Süspansiyon 2 dakika boyunca yüksek hızda karıştırılıp filtre edilmiştir. Elde edilen süzütünden 10 mL alınıp, 10 mL deiyonize su ile karıştırılmıştır. Son karışımdan 3 mL, 3 mL/dk hızla immünoafinite kolondan geçirilmiştir. Kolondan 1 mL metanol geçirilerek aflatoksin ayırdıktan sonra 1 mL deiyonize su geçirilerek yıkanmıştır. Elde edilen özütten 50 µL HPLC cihazına enjekte edilerek analiz edilmiştir (TSE, 2010; Karaosmanoğlu, 2022a).

### 2.2.4. İstatistiksel Analiz

Grupların ortalamalarını karşılaştırmak için üç yollu karışık ANOVA (1- içinde, 2- arasında) yapıldı. Zaman noktalarındaki ortalamalar için çoklu karşılaştırmalar, düzeltilmiş p değeri ile Bonferroni yöntemiyle tespit edilmiştir. Analiz için SPSS v26 kullanıldı ve %5 p- değeri istatistiksel anlamlılık düzeyi olarak kabul edilmiştir.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Farklı Ambalaj Materyalleriyle Depolanan Fındıkların Meyve ve İç Boyutları ile Bazı Kalite Özellikleri

Farklı ambalaj malzemeleriyle depolanan Tombul ve Karafındık çeşitlerinin meyve ve iç boyutları ile bazı kalite özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre ambalaj malzemesi farkının meyve boyutları üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür ( $P>0.05$ ). Depolama süresince meyve uzunluğu (MU) 17.82-19.16 mm, meyve genişliği (MG) 13.61-14.97 mm, meyve kalınlığı (MK) 15.42-16.37 mm arasında değişim göstermiş ancak varyasyon MU-naylon-Karafındık haricinde önemsiz



bulunmuştur. Diğer taraftan çeşitler arasındaki fark sadece MU'da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ( $P < 0.05$ ) ve Karafındık'ın Tombul'a göre daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Bostan ve Güler (2016) sonuçlarımızla uyumlu olarak Tombul ve Karafındık'ın MU, MG, ve MK'larını sırasıyla 17.73-18.79 mm, 15.72-15.21 mm ve 16.50-17.27 mm olarak rapor etmişlerdir. Akar (2016) 9 aylık depolama süresince meyve boyutlarının değişmediğini bildirmiştir.

**Çizelge 1.** Farklı ambalaj materyalleriyle depolanan fındıkların meyve ve iç boutlarıyla ve bazı kalite özellikleri

**Table 1.** Nut and kernel dimensions and some quality characteristics of hazelnuts stored with different packaging materials

| Parametre            | Çeşit      | Ambalaj Materyali | Depolama Süresi (ay) |                |                 |                 |
|----------------------|------------|-------------------|----------------------|----------------|-----------------|-----------------|
|                      |            |                   | 0                    | 4              | 8               | 12              |
| Meyve Uzunluğu (mm)  | Tombul     | Jüt               | 17.82 ± 1.15Ax       | 18.29 ± 1.08Ax | 18.14 ± 0.72Ax  | 18.30 ± 1.04Ax  |
|                      |            | Naylon            | 17.82 ± 1.15Ax       | 18.25 ± 1.01Ax | 18.30 ± 0.99Ax  | 18.36 ± 1.26Ax  |
|                      | Karafındık | Jüt               | 18.84 ± 1.37Ay       | 18.73 ± 1.71Ax | 19.13 ± 1.14Ay  | 18.57 ± 1.58Ax  |
|                      |            | Naylon            | 18.84 ± 1.37ABy      | 19.16 ± 1.41Ay | 18.63 ± 1.70ABx | 18.17 ± 1.50Bx  |
| Meyve Genişliği (mm) | Tombul     | Jüt               | 14.54 ± 0.95         | 14.87 ± 0.93   | 14.92 ± 1.29    | 14.70 ± 1.32    |
|                      |            | Naylon            | 14.54 ± 0.95         | 14.96 ± 0.83   | 14.80 ± 1.24    | 14.97 ± 1.24    |
|                      | Karafındık | Jüt               | 14.17 ± 1.15         | 14.18 ± 1.15   | 14.27 ± 1.18    | 14.22 ± 1.14    |
|                      |            | Naylon            | 14.17 ± 1.15         | 14.13 ± 1.23   | 14.05 ± 1.58    | 13.61 ± 1.26    |
| Meyve Kalınlığı (mm) | Tombul     | Jüt               | 15.96 ± 1.02         | 16.37 ± 0.96   | 16.03 ± 1.35    | 16.00 ± 1.32    |
|                      |            | Naylon            | 15.96 ± 1.02         | 16.13 ± 0.95   | 16.09 ± 1.25    | 16.12 ± 1.12    |
|                      | Karafındık | Jüt               | 15.75 ± 1.17         | 15.82 ± 1.19   | 16.11 ± 1.25    | 15.75 ± 1.36    |
|                      |            | Naylon            | 15.75 ± 1.17         | 15.92 ± 1.20   | 15.74 ± 1.85    | 15.42 ± 1.40    |
| İç Uzunluğu (mm)     | Tombul     | Jüt               | 13.93 ± 0.86Ax       | 14.49 ± 1.05Ax | 14.34 ± 0.70Ax  | 14.16 ± 1.23Ax  |
|                      |            | Naylon            | 13.93 ± 0.86Ax       | 14.35 ± 0.91Ax | 14.47 ± 0.81Ax  | 14.38 ± 1.14Ax  |
|                      | Karafındık | Jüt               | 14.62 ± 1.74Ax       | 14.62 ± 1.46Ax | 15.10 ± 1.24Ay  | 14.01 ± 1.98Ay  |
|                      |            | Naylon            | 14.62 ± 1.74ABx      | 14.68 ± 1.87Ax | 14.59 ± 1.27ABx | 13.83 ± 1.37By  |
| İç Genişliği (mm)    | Tombul     | Jüt               | 11.31 ± 1.31ABx      | 11.82 ± 1.00Ax | 11.83 ± 1.12Ax  | 10.81 ± 1.67Bx  |
|                      |            | Naylon            | 11.31 ± 1.31Ax       | 11.61 ± 0.98Ax | 11.51 ± 1.31Ax  | 11.57 ± 1.10Ax  |
|                      | Karafındık | Jüt               | 9.60 ± 1.60ABay      | 8.95 ± 1.87Bay | 9.95 ± 1.95Aay  | 9.31 ± 1.93ABay |
|                      |            | Naylon            | 9.60 ± 1.60Aay       | 9.11 ± 1.84Aay | 8.83 ± 1.97Aby  | 8.78 ± 1.84Aay  |
| İç Kalınlığı (mm)    | Tombul     | Jüt               | 11.87 ± 1.52         | 12.39 ± 0.84   | 12.02 ± 1.05    | 11.45 ± 1.39    |
|                      |            | Naylon            | 11.87 ± 1.52         | 11.96 ± 1.19   | 12.05 ± 1.40    | 12.02 ± 1.13    |
|                      | Karafındık | Jüt               | 10.35 ± 1.85         | 10.16 ± 1.77   | 10.35 ± 1.90    | 10.16 ± 1.65    |
|                      |            | Naylon            | 10.35 ± 1.85         | 10.08 ± 1.76   | 10.23 ± 1.47    | 9.50 ± 2.04     |
| Meyve Ağırlığı (g)   | Tombul     | Jüt               | 1.60 ± 0.35          | 1.77 ± 0.32    | 1.69 ± 0.29     | 1.57 ± 0.39     |
|                      |            | Naylon            | 1.60 ± 0.35          | 1.65 ± 0.21    | 1.68 ± 0.39     | 1.72 ± 0.36     |
|                      | Karafındık | Jüt               | 1.42 ± 0.39          | 1.47 ± 0.44    | 1.58 ± 0.47     | 1.40 ± 0.45     |
|                      |            | Naylon            | 1.42 ± 0.39          | 1.4 ± 0.47     | 1.42 ± 0.37     | 1.24 ± 0.41     |

|                         |            |        |                  |                  |                  |                 |
|-------------------------|------------|--------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| İç Ağırlığı (g)         | Tombul     | Jüt    | 0.86 ± 0.21      | 0.95 ± 0.20      | 0.95 ± 0.25      | 0.79 ± 0.30     |
|                         |            | Naylon | 0.86 ± 0.21      | 0.89 ± 0.13      | 0.90 ± 0.23      | 0.94 ± 0.18     |
|                         | Karafındık | Jüt    | 0.65 ± 0.26      | 0.73 ± 0.28      | 0.82 ± 0.32      | 0.69 ± 0.28     |
|                         |            | Naylon | 0.65 ± 0.26      | 0.70 ± 0.27      | 0.67 ± 0.24      | 0.59 ± 0.27     |
| Kabuk Kalınlığı (mm)    | Tombul     | Jüt    | 0.92 ± 0.17      | 1.05 ± 0.11      | 1.00 ± 0.15      | 0.97 ± 0.15     |
|                         |            | Naylon | 0.92 ± 0.17      | 1.00 ± 0.10      | 1.02 ± 0.14      | 1.01 ± 0.19     |
|                         | Karafındık | Jüt    | 0.91 ± 0.15      | 0.98 ± 0.18      | 1.01 ± 0.18      | 0.96 ± 0.16     |
|                         |            | Naylon | 0.91 ± 0.15      | 0.99 ± 0.15      | 1.01 ± 0.17      | 0.97 ± 0.15     |
| Göbek Boşluğu (mm)      | Tombul     | Jüt    | 0.84 ± 1.07      | 1.30 ± 0.99      | 1.17 ± 1.03      | 1.20 ± 1.09     |
|                         |            | Naylon | 0.84 ± 1.07      | 1.29 ± 1.03      | 1.32 ± 1.06      | 1.16 ± 1.23     |
|                         | Karafındık | Jüt    | 1.25 ± 0.80      | 1.22 ± 1.00      | 1.66 ± 1.00      | 1.71 ± 1.07     |
|                         |            | Naylon | 1.25 ± 0.80      | 1.33 ± 0.94      | 1.47 ± 1.19      | 1.20 ± 1.23     |
| Randıman (%)            | Tombul     | Jüt    | 0.56 ± 0.17      | 0.56 ± 0.15      | 0.58 ± 0.17      | 0.53 ± 0.25     |
|                         |            | Naylon | 0.56 ± 0.17      | 0.55 ± 0.12      | 0.55 ± 0.16      | 0.58 ± 0.18     |
|                         | Karafındık | Jüt    | 0.46 ± 0.16      | 0.52 ± 0.20      | 0.56 ± 0.28      | 0.53 ± 0.24     |
|                         |            | Naylon | 0.46 ± 0.16      | 0.55 ± 0.25      | 0.51 ± 0.24      | 0.52 ± 0.29     |
| Sağlam İç Oranı (%)     | Tombul     | Jüt    | 99.33 ± 1.15Aax  | 93.33 ± 0.00Bax  | 90.67 ± 1.15Cax  | 90.67 ± 1.15Cax |
|                         |            | Naylon | 99.33 ± 1.15Bax  | 93.33 ± 0.00Aax  | 90.67 ± 1.15Bax  | 88.67 ± 0.39Bbx |
|                         | Karafındık | Jüt    | 100.00 ± 0.00Aax | 100.00 ± 0.00Aay | 88.67 ± 0.39Bay  | 90.67 ± 1.15Bax |
|                         |            | Naylon | 100.00 ± 0.00Aay | 86.79 ± 0.19Cby  | 88.67 ± 0.39Bay  | 88.67 ± 0.39Bbx |
| Kusurlu İç Oranı (%)    | Tombul     | Jüt    | 1.67 ± 1.15Cax   | 6.66 ± 0.00Bax   | 9.33 ± 1.15Aax   | 9.33 ± 1.15Aax  |
|                         |            | Naylon | 1.67 ± 1.15Cbx   | 6.66 ± 0.00Bax   | 9.33 ± 1.15Aax   | 11.33 ± 0.39Abx |
|                         | Karafındık | Jüt    | 0.00 ± 0.00Bax   | 0.00 ± 0.00Bay   | 11.33 ± 0.39Aay  | 9.33 ± 1.15Aax  |
|                         |            | Naylon | 0.00 ± 0.00Cay   | 13.2 ± 0.17Aby   | 11.33 ± 0.39Bay  | 11.33 ± 0.39Bbx |
| Tam Beyazlama Oranı (%) | Tombul     | Jüt    | 93.42 ± 0.17Bax  | 91.00 ± 1.73Bax  | 100.00 ± 0.00Aax | 86.00 ± 1.00Cax |
|                         |            | Naylon | 93.42 ± 0.17Aax  | 92.00 ± 1.73ABax | 90.14 ± 0.16Bbx  | 88.17 ± 0.76Cbx |
|                         | Karafındık | Jüt    | 44.77 ± 0.5Aay   | 41.00 ± 3.46ABay | 40.52 ± 0.02Bay  | 41.21 ± 0.71Bay |
|                         |            | Naylon | 44.77 ± 0.5Bay   | 52.00 ± 1.73Aby  | 45.43 ± 0.11Bby  | 50.83 ± 0.03Aby |
| Beyazlama Oranı (%)     | Tombul     | Jüt    | 96.58 ± 0.18Aax  | 99.00 ± 1.73Aax  | 100.00 ± 0.00Aax | 95.00 ± 1.00Aax |
|                         |            | Naylon | 96.58 ± 0.18Aax  | 99.00 ± 1.73Aax  | 96.44 ± 0.28Aax  | 97.67 ± 0.58Abx |
|                         | Karafındık | Jüt    | 81.24 ± 0.15Aay  | 67.67 ± 2.31Cay  | 82.51 ± 20.36Aax | 74.00 ± 1.00Bay |
|                         |            | Naylon | 81.24 ± 0.15Aay  | 77.00 ± 1.73Bby  | 90.66 ± 0.38Aax  | 77.99 ± 0.02Bby |
| Meyve Basıklık İndeksi  | Tombul     | Jüt    | 0.91 ± 0.04      | 0.91 ± 0.05      | 0.93 ± 0.05      | 0.92 ± 0.05     |
|                         |            | Naylon | 0.91 ± 0.04      | 0.93 ± 0.04      | 0.92 ± 0.05      | 0.93 ± 0.05     |
|                         | Karafındık | Jüt    | 0.90 ± 0.03      | 0.90 ± 0.04      | 0.89 ± 0.04      | 0.90 ± 0.03     |
|                         |            | Naylon | 0.90 ± 0.03      | 0.89 ± 0.04      | 0.90 ± 0.06      | 0.88 ± 0.04     |
| İç Basıklık İndeksi     | Tombul     | Jüt    | 0.96 ± 0.09Ax    | 0.96 ± 0.07Ax    | 0.98 ± 0.06Ax    | 0.95 ± 0.12Ax   |
|                         |            | Naylon | 0.96 ± 0.09Ax    | 0.97 ± 0.06Ax    | 0.96 ± 0.09Ax    | 0.96 ± 0.07Ax   |
|                         | Karafındık | Jüt    | 0.93 ± 0.08Aay   | 0.89 ± 0.15Aay   | 0.97 ± 0.17Aax   | 0.91 ± 0.10Aay  |
|                         |            | Naylon | 0.93 ± 0.08Aay   | 0.91 ± 0.13Aay   | 0.87 ± 0.20Aby   | 0.93 ± 0.08Aay  |
| Meyve Şekil İndeksi     | Tombul     | Jüt    | 1.17 ± 0.08      | 1.17 ± 0.08      | 1.18 ± 0.1       | 1.2 ± 0.09      |
|                         |            | Naylon | 1.17 ± 0.08      | 1.18 ± 0.08      | 1.19 ± 0.11      | 1.18 ± 0.09     |
|                         | Karafındık | Jüt    | 1.26 ± 0.08      | 1.25 ± 0.08      | 1.26 ± 0.07      | 1.24 ± 0.08     |
|                         |            | Naylon | 1.26 ± 0.08      | 1.28 ± 0.10      | 1.26 ± 0.09      | 1.26 ± 0.08     |

|                                   |            |        |                  |                  |                  |                  |
|-----------------------------------|------------|--------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Dg- Meyve                         | Tombul     | Jüt    | 16.04 ± 0.85     | 16.44 ± 0.78     | 16.30 ± 0.98     | 16.25 ± 1.10     |
|                                   |            | Naylon | 16.04 ± 0.85     | 16.38 ± 0.69     | 16.31 ± 0.94     | 16.41 ± 1.01     |
|                                   | Karafındık | Jüt    | 16.13 ± 1.11     | 16.13 ± 1.21     | 16.38 ± 1.09     | 16.07 ± 1.25     |
|                                   |            | Naylon | 16.13 ± 1.11     | 16.26 ± 1.10     | 16.02 ± 1.61     | 15.61 ± 1.27     |
| φ- Meyve                          | Tombul     | Jüt    | 0.90 ± 0.04      | 0.90 ± 0.04      | 0.9 ± 0.05x      | 0.89 ± 0.04x     |
|                                   |            | Naylon | 0.90 ± 0.04      | 0.90 ± 0.04      | 0.89 ± 0.05x     | 0.89 ± 0.04x     |
|                                   | Karafındık | Jüt    | 0.86 ± 0.04      | 0.86 ± 0.04      | 0.86 ± 0.03y     | 0.87 ± 0.04y     |
|                                   |            | Naylon | 0.86 ± 0.04      | 0.85 ± 0.04      | 0.86 ± 0.04y     | 0.86 ± 0.04y     |
| S- Meyve (cm <sup>2</sup> )       | Tombul     | Jüt    | 8.11 ± 0.86      | 8.51 ± 0.81      | 8.37 ± 0.97      | 8.34 ± 1.11      |
|                                   |            | Naylon | 8.11 ± 0.86      | 8.44 ± 0.71      | 8.39 ± 0.97      | 8.49 ± 1.04      |
|                                   | Karafındık | Jüt    | 8.22 ± 1.12      | 8.22 ± 1.23      | 8.46 ± 1.12      | 8.16 ± 1.25      |
|                                   |            | Naylon | 8.22 ± 1.12      | 8.34 ± 1.12      | 8.14 ± 1.55      | 7.71 ± 1.21      |
| İç Şekil İndeksi                  | Tombul     | Jüt    | 1.22 ± 0.15      | 1.20 ± 0.11      | 1.21 ± 0.13      | 1.29 ± 0.14      |
|                                   |            | Naylon | 1.22 ± 0.15      | 1.23 ± 0.13      | 1.24 ± 0.16      | 1.22 ± 0.12      |
|                                   | Karafındık | Jüt    | 1.50 ± 0.28      | 1.55 ± 0.17      | 1.52 ± 0.22      | 1.47 ± 0.24      |
|                                   |            | Naylon | 1.50 ± 0.28      | 1.55 ± 0.19      | 1.57 ± 0.30      | 1.56 ± 0.25      |
| Dg- İç                            | Tombul     | Jüt    | 12.29 ± 1.02ABx  | 12.83 ± 0.74Ax   | 12.66 ± 0.76ABx  | 12.03 ± 1.25Bx   |
|                                   |            | Naylon | 12.29 ± 1.02Ax   | 12.56 ± 0.75Ax   | 12.59 ± 0.94Ax   | 12.58 ± 0.90Ax   |
|                                   | Karafındık | Jüt    | 11.29 ± 1.54Aay  | 10.95 ± 1.52Aay  | 11.54 ± 1.56Aay  | 10.94 ± 1.66Aay  |
|                                   |            | Naylon | 11.29 ± 1.54Aay  | 11.01 ± 1.65ABay | 10.89 ± 1.22ABby | 10.46 ± 1.74Bay  |
| φ- İç                             | Tombul     | Jüt    | 0.88 ± 0.07      | 0.89 ± 0.05      | 0.89 ± 0.06      | 0.85 ± 0.06      |
|                                   |            | Naylon | 0.88 ± 0.07      | 0.88 ± 0.06      | 0.87 ± 0.07      | 0.88 ± 0.06      |
|                                   | Karafındık | Jüt    | 0.78 ± 0.08      | 0.75 ± 0.06      | 0.76 ± 0.07      | 0.79 ± 0.10      |
|                                   |            | Naylon | 0.78 ± 0.08      | 0.75 ± 0.06      | 0.75 ± 0.08      | 0.75 ± 0.07      |
| S- İç (cm <sup>2</sup> )          | Tombul     | Jüt    | 4.78 ± 0.77ABx   | 5.19 ± 0.59Ax    | 5.06 ± 0.59ABx   | 4.59 ± 0.88Bx    |
|                                   |            | Naylon | 4.78 ± 0.77Ax    | 4.98 ± 0.60Ax    | 5.00 ± 0.73Ax    | 5.00 ± 0.70Ax    |
|                                   | Karafındık | Jüt    | 4.08 ± 1.09Aay   | 3.84 ± 1.08Aay   | 4.26 ± 1.11Aay   | 3.85 ± 1.18Aay   |
|                                   |            | Naylon | 4.08 ± 1.09Aay   | 3.89 ± 1.16ABay  | 3.77 ± 0.82ABby  | 3.53 ± 1.13Bay   |
| V- Meyve Hacmi (mm <sup>3</sup> ) | Tombul     | Jüt    | 2875.72 ± 453.89 | 3089.64 ± 443.48 | 3020.85 ± 505.52 | 3006.09 ± 594.87 |
|                                   |            | Naylon | 2875.72 ± 453.89 | 3050.27 ± 380.88 | 3028.60 ± 525.24 | 3085.87 ± 561.85 |
|                                   | Karafındık | Jüt    | 2941.00 ± 596.92 | 2945.51 ± 662.51 | 3072.91 ± 605.85 | 2918.62 ± 666.50 |
|                                   |            | Naylon | 2941.00 ± 596.92 | 3009.25 ± 602.07 | 2918.12 ± 794.58 | 2678.31 ± 617.91 |
| V- İç Hacmi (mm <sup>3</sup> )    | Tombul     | Jüt    | 1307.03±311.56AB | 1474.38±250.83A  | 1416.98±241.19AB | 1263.97±339.96B  |
|                                   |            | Naylon | 1307.03±311.56   | 1348.33±250.81   | 1399.05±297.56   | 1396.34±287.53   |
|                                   | Karafındık | Jüt    | 1047.63±415.75   | 957.76±410.50    | 1117.07±422.44   | 967.38±451.02    |
|                                   |            | Naylon | 1047.63±415.75   | 982.26±439.23    | 923.75±296.93    | 852.38±396.63    |
| ΔV                                | Tombul     | Jüt    | 53.75 ± 12.34    | 51.67 ± 9.75     | 53.48 ± 9.95     | 57.16 ± 13.28    |
|                                   |            | Naylon | 53.75 ± 12.34    | 54.10 ± 8.95     | 52.68 ± 12.65    | 53.91 ± 10.24    |
| (Hacim Değişimi)                  | Karafındık | Jüt    | 63.72 ± 14.85    | 67.49 ± 12.94    | 62.62 ± 14.06    | 68.48 ± 12.09    |
|                                   |            | Naylon | 63.72 ± 14.85    | 67.16 ± 13.88    | 66.43 ± 13.47    | 67.80 ± 13.70    |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak sunulmuştur. Aynı satırda farklı büyük harflerle (A-D) işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır (P<0.05). Aynı sütun, parametre ve çeşitte farklı küçük harfle (a-b) işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır (P<0.05). Aynı sütun, parametre ve farklı çeşitte farklı x, y, sembolleri ile işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır (P<0.05).

Depolama süresince iç boyutları genellikle meyve boyutlarıyla paralel davranış göstermiş ve iç boyutlarındaki değişim depolama boyunca genellikle önemsiz çıkmıştır. Ambalaj malzemesinin etkisi ise iç genişliğinde (İG) 8. aydaki farklılık haricinde anlamlı olmamıştır. Meyve boyutlarından farklı olarak Tombul'un daha fazla İG'ye sahip olduğu görülmüştür. Turan (2019) sonuçlarımıza oldukça yakın olarak Tombul fındıkta iç uzunluğu (İU), İG ve iç kalınlığı (İK) sırasıyla 13.13mm, 12.64 mm ve 12.86 mm olarak ölçmüştür. Guine ve ark. (2015) Portekiz fındıklarının İU (11.80 mm), İG (10.20 mm) ve İK'sını (9.90mm) daha düşük olarak, Aydın (2002) ise sonuçlarımızdan bir miktar daha yüksek iç boyutları bildirmiştir.

Depolama süresince Tombul'un meyve (MA) ve iç ağırlığı (İA) 1.57-1.77 g, 0.79-0.95 g Karafındık'ın ise 1.24-1.58 g, 0.59-0.82 g arasında değiştiği görülmüş ancak farklılık anlamlı bulunmamıştır. Aynı şekilde ambalaj malzemesinin ve çeşit faktörünün de MA ve İA üzerinde etkili olmadığı görülmüştür ( $P>0.05$ ). MA ve İA'yı Tombul'da Karaosmanoğlu ve Üstün (2017) 1.59-1.78, 0.88-0.97 g aralığında, Özdemir ve Akinci (2004) Karafındık'da biraz daha yüksek olarak 2.31, 1.33 olarak bildirmişlerdir. Randıman fındığın ticari değerini belirleyen en önemli unsurdur ve İA ve MA ile yakından ilişkilidir. Depolama sürecinde İA ve MA'da farklılık oluşmamasına bağlı olarak randımanda ayrıca kabuk kalınlığında belirlenen varyasyon önemsiz bulunmuştur. Diğer taraftan ambalaj malzemesi, depolama süresi ve çeşit parametrelerinin hiçbirisinin göbek boşluğunu (GB) etkilemediği görülmüştür. GB çevresinde polifenolksidaz enzimlerinin fenolik bileşikler esmer renkli bileşiklere dönüştürmesiyle fındık içinde renk koyulaşması görülebilmektedir (Karaosmanoğlu, 2022a). Ortam şartlarıyla beraber her iki ambalaj malzemesinin de GB'yi arttırmayarak bu tip bozulmayı yavaşlattığı söylenebilir.

Çalışma sonuçlarına göre sağlam iç oranı (SİO) üzerinde depolama süresinin yanında ambalaj malzemesinin de önemli düzeyde etkisinin olduğu anlaşılmıştır ( $P<0.05$ ). Başlangıçta Tombul'da %99.33 olan SİO 12. ay sonunda jüt çuvalda %90.67'ye, naylonda %88.67'ye düşmüştür. Benzer şekilde Karafındık'daki %100 sağlamlık oranı jüt ve naylonda sırasıyla %90.67 ve %88.67'ye düşmüştür. Jüt malzemenin yaklaşık %2 daha fazla SİO sağladığı saptanmıştır. Buruşuk iç, abortif iç, çürük iç ve küflü iç gibi kusurların toplanmasıyla elde edilen kusurlu iç oranı (KİO), SİO'nun tam tersi şekilde davranış göstererek depolama süresince genellikle artış göstermiştir. Depolama başlangıcında Tombul ve Karafındık'da %1.67 ve %0 olan KİO süre sonunda her iki çeşitte de jütte %9.33, naylonda %11.33 olduğu görülmüştür. Beyazlama oranı (BO) fındığın ticari değerini önemli düzeyde etkileyen, kullanım yönünü belirleyen ve yüksek olması arzu edilen endüstriyel bir özelliktir (Beyhan, 2000; Karaosmanoğlu, 2022a). Tombul fındığın BO'sunun depolama süresince %95-%100 arasında değiştiği ancak varyasyonun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ( $P>0.05$ ) yani zamanla beyazlama oranının değişmediği görülmüştür. Diğer taraftan naylon çuvalın jüte kıyasla depolama sonunda BO'yu bir miktar arttırdığı saptanmıştır ( $P<0.05$ ). Karafındık'da ise depolama zamanı-

nın ilerlemesiyle BO'da dalgalı bir seyir görülmekle birlikte her iki ambalajda da BO azalmıştır. Ancak depolama süresi sonunda naylon ambalajın (%77.99) jüte (%74) göre daha yüksek BO sağladığı saptanmıştır ( $P<0.05$ ). Ayrıca Tombul'un Karafındık'a göre oldukça yüksek (yaklaşık %15-%25 fazla) BO'ya sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuçlarımızla uyumlu olarak Beyhan (2000) Tombul, Palaz, Sivri, Karafındık çeşitleri içerisinde en yüksek BO'yu Tombul'da rapor etmiştir.

Meyve basıklık indeksi üzerinde hiçbir parametrenin etkili olmadığı görülürken iç basıklık indeksi (İBİ) üzerinde çeşit faktörünün etkili olduğu ( $P<0.05$ ) ve Karafındık'ın daha basık iç yapısının olduğu anlaşılmıştır. Depolama süresince meyve büyüklük indeksinde ( $mDg$ ) değişim olmazken, iç büyüklük indeksinde ( $iDg$ ) sadece Karafındık-naylon uygulamasında farklılık tespit edilmiştir. Hasat sonunda 11.29 olan değer depolama sonunda 10.46'ya gerilemiştir ( $P<0.05$ ). Ambalaj malzemesi Karafındık çeşidinde 8. ay dışında etkili olmazken çeşit faktörü  $iDg$  üzerinde etkili olmuştur.  $mDg$ 'de farklılık olmazken Karafındık'ın daha yüksek  $iDg$  değerleri alması Tombul'a kıyasla meyve içini daha iyi doldurduğu anlamına gelebilir. Meyve ve iç şekil indeksleri ile meyve yüzey alanı (S) depolama süresi ve ambalaj malzemesinden etkilenmezken iç yüzey alanı (İS) kısmen etkilenmiştir. Naylon çuvalda depolanan Karafındık'ların  $iDg$  düşüşüne bağlı olarak İS değerleri de 4.08'den 3.53'e düşmüştür ( $P<0.05$ ). Çalışma sonuçlarımız Türk fındıklarında hasattan hemen sonra yürütülen bazı çalışmalarla (Özdemir ve Akinci, 2004; Balta ve ark., 2006; Ercisli ve ark., 2011) oldukça uyumludur. Ancak hasat sezonu, çeşit, lokasyon (Pliestic ve ark., 2006; Milosevic ve Milosevic, 2017; Ferrao ve ark., 2021) ve analiz yöntemi (Çetin ve ark., 2020) gibi farklılıkların meyve ve iç boyut değerlerini etkilemesi nedeniyle farklı çeşit ve lokasyondan toplanan fındıklarla yapılan bazı çalışmalarda incelenen parametreler açısından farklılık gözlenebilmektedir.

### 3.2. Farklı Ambalaj Materyalleriyle Depolanan Fındıkların Kabuk, Natürel İç ve Natürel Un Renk Değerleri

Depolanan fındıkların kabuk, natürel iç ve natürel unlarına ait renk değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur. Depolama süresince Tombul fındık kabuğunun  $L^*$  değerleri dalgalı bir seyir gösterirken Karafındık sürekli düşüş göstermiş ve her iki çeşitte de süre başlangıcı ve sonunda anlamlı farklılık görülmemiştir. Çeşitler arasında fark görülmüş, hasat sonrası Karafındık kabuğu daha parlak bulunurken depolamanın etkisiyle  $L^*$  değeri azalmış ve süre sonunda Tombul daha parlak bulunmuştur. Süre başlangıcında Karafındık kabuğunun  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri daha yüksekken süre sonunda farklılığın kalmadığı saptanmıştır. Örneklerin  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^\circ$  değerleri üzerinde ambalaj malzemesi farkının genellikle etkili olmadığı görülmüştür.

**Çizelge 2.** Farklı ambalaj materyalleriyle depolanan fındıkların kabuk, natürel iç ve natürel un renk değerleri

**Table 2.** Shell, natural kernel and natural flour color values of hazelnuts stored with different packaging materials

| Parametre | Çeşit      | Ambalaj Materyali | Depolama Süresi (Ay) |                 |                  |                 |
|-----------|------------|-------------------|----------------------|-----------------|------------------|-----------------|
|           |            |                   | 0                    | 4               | 8                | 12              |
| L*-kabuk  | Tombul     | Jüt               | 38.76 ± 0.19ABx      | 43.17 ± 5.03Ax  | 35.7 ± 1.04Bx    | 46.06 ± 0.73Ax  |
|           |            | Naylon            | 38.76 ± 0.19ABx      | 48.6 ± 3.15Ax   | 37.99 ± 2.30Bx   | 39.46 ± 4.85Bx  |
|           | Karafındık | Jüt               | 43.05 ± 0.03Ay       | 42.56 ± 3.15Ax  | 40.00 ± 4.20Ax   | 37.24 ± 5.74Ay  |
|           |            | Naylon            | 43.05 ± 0.03Ay       | 43.84 ± 4.98Ax  | 38.66 ± 3.46Ax   | 40.00 ± 3.48Ax  |
| a*-kabuk  | Tombul     | Jüt               | 4.24 ± 0.02Ax        | 6.00 ± 0.81Ax   | 4.59 ± 1.75Ax    | 6.85 ± 1.35Ax   |
|           |            | Naylon            | 4.24 ± 0.02Bx        | 10.33 ± 2.28Ax  | 5.30 ± 2.09ABx   | 8.83 ± 3.23ABx  |
|           | Karafındık | Jüt               | 8.06 ± 0.01Ay        | 6.71 ± 2.40ABx  | 3.91 ± 1.30Bx    | 7.30 ± 4.27ABx  |
|           |            | Naylon            | 8.06 ± 0.01Ay        | 6.56 ± 3.80ABx  | 4.48 ± 0.19Bx    | 6.51 ± 3.30ABx  |
| b*-kabuk  | Tombul     | Jüt               | 8.32 ± 0.02ABx       | 10.6 ± 2.49ABx  | 5.68 ± 2.09Bx    | 12.39 ± 0.66Ax  |
|           |            | Naylon            | 8.32 ± 0.02ABx       | 14.64 ± 2.81Ax  | 7.18 ± 1.48Bx    | 11.06 ± 2.49ABx |
|           | Karafındık | Jüt               | 11.82 ± 0.01Ay       | 8.48 ± 2.87ABx  | 7.32 ± 1.02Bx    | 10.21 ± 4.65ABx |
|           |            | Naylon            | 11.82 ± 0.01Ay       | 8.68 ± 4.09ABx  | 6.99 ± 0.79Bx    | 9.87 ± 2.69ABx  |
| C-kabuk   | Tombul     | Jüt               | 9.33 ± 0.01Ax        | 12.20 ± 2.52Ax  | 7.31 ± 2.71Ax    | 14.18 ± 1.20Ax  |
|           |            | Naylon            | 9.33 ± 0.01Bx        | 17.92 ± 3.61Ax  | 8.95 ± 2.40Bx    | 14.19 ± 3.88ABx |
|           | Karafındık | Jüt               | 14.3 ± 0.02Ay        | 10.81 ± 3.73ABx | 8.4 ± 0.43Bx     | 12.58 ± 6.23ABx |
|           |            | Naylon            | 14.3 ± 0.02Ay        | 10.89 ± 5.55ABx | 8.3 ± 0.76Bx     | 11.9 ± 3.90ABx  |
| h-kabuk   | Tombul     | Jüt               | 62.82 ± 0.02Aax      | 60.04 ± 3.60Aax | 51.21 ± 2.99Aax  | 61.29 ± 3.73Aax |
|           |            | Naylon            | 62.82 ± 0.02Aax      | 54.92 ± 0.98ABx | 54.35 ± 5.30ABx  | 51.96 ± 4.87Bax |
|           | Karafındık | Jüt               | 55.67 ± 0.02Ay       | 51.74 ± 0.99Ay  | 61.65 ± 10.83Ax  | 56.18 ± 5.46Ax  |
|           |            | Naylon            | 55.67 ± 0.02Ay       | 53.87 ± 2.92Ax  | 57.26 ± 1.96Ax   | 58.15 ± 9.20Ax  |
| L*-iç     | Tombul     | Jüt               | 45.78 ± 0.02Aax      | 44.22 ± 1.20ABx | 44.54 ± 2.13Aax  | 40.67 ± 1.55Bax |
|           |            | Naylon            | 45.78 ± 0.02Aax      | 42.71 ± 2.90Aax | 43.98 ± 1.12Aax  | 39.29 ± 0.61Abx |
|           | Karafındık | Jüt               | 46.31 ± 0.01Ay       | 45.63 ± 1.90ABx | 44.65 ± 1.79ABx  | 41.64 ± 0.14By  |
|           |            | Naylon            | 46.31 ± 0.01Ay       | 44.79 ± 0.93ABx | 45.93 ± 1.57Ax   | 42.28 ± 1.59Bx  |
| a*-iç     | Tombul     | Jüt               | 7.91 ± 0.01Bx        | 8.13 ± 0.54ABx  | 9.5 ± 0.94ABx    | 10.73 ± 1.72Ax  |
|           |            | Naylon            | 7.91 ± 0.01Ax        | 7.49 ± 1.46Ax   | 10.24 ± 0.72Ax   | 9.97 ± 1.51Ax   |
|           | Karafındık | Jüt               | 9.44 ± 0.01Ay        | 8.45 ± 0.88Ax   | 8.83 ± 2.47Ax    | 11.18 ± 0.41Ax  |
|           |            | Naylon            | 9.44 ± 0.01ABy       | 7.46 ± 0.40Cx   | 9.11 ± 1.59ABx   | 10.23 ± 0.57Ax  |
| b*-iç     | Tombul     | Jüt               | 12.34 ± 0.02Bax      | 10.69 ± 0.14Bax | 12.86 ± 1.62ABax | 14.74 ± 0.64Aax |
|           |            | Naylon            | 12.34 ± 0.02Aax      | 9.63 ± 1.75Bax  | 11.75 ± 0.31Aax  | 13.23 ± 0.96Abx |
|           | Karafındık | Jüt               | 16.44 ± 0.02Ay       | 11.06 ± 0.50Cx  | 12.59 ± 1.43BCx  | 14.3 ± 0.78Bx   |
|           |            | Naylon            | 16.44 ± 0.02Ay       | 11.53 ± 0.31By  | 12.9 ± 1.31Bx    | 13.94 ± 0.22Bx  |
| C-iç      | Tombul     | Jüt               | 14.66 ± 0.01Bax      | 13.44 ± 0.42Bax | 15.99 ± 1.85ABax | 18.29 ± 0.68Aax |
|           |            | Naylon            | 14.66 ± 0.01Bax      | 12.2 ± 2.28Bax  | 15.59 ± 0.58ABax | 16.58 ± 1.53Abx |
|           | Karafındık | Jüt               | 18.96 ± 0.02Ay       | 13.93 ± 0.91Bx  | 15.43 ± 2.34ABx  | 18.17 ± 0.46Ax  |
|           |            | Naylon            | 18.96 ± 0.02Ay       | 13.73 ± 0.37Bx  | 15.8 ± 1.97ABx   | 17.3 ± 0.51ABx  |

|       |            |        |                 |                 |                  |                 |
|-------|------------|--------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| h-iç  | Tombul     | Jüt    | 57.32 ± 0.02Ax  | 52.77 ± 1.56Bx  | 53.50 ± 0.89ABx  | 54.07 ± 5.37ABx |
|       |            | Naylon | 57.32 ± 0.02Ax  | 52.00 ± 0.43Bx  | 48.96 ± 1.90Bx   | 53.15 ± 3.34ABx |
|       | Karafındık | Jüt    | 60.13 ± 0.02Aay | 52.71 ± 1.86Bax | 55.45 ± 6.40ABax | 51.94 ± 2.36Bax |
|       |            | Naylon | 60.13 ± 0.02Aay | 57.1 ± 1.44ABby | 54.94 ± 2.11ABax | 53.74 ± 1.11Bax |
| L*-un | Tombul     | Jüt    | 69.11 ± 0.01Ax  | 68.59 ± 0.16Ax  | 70.12 ± 1.78Ax   | 69.49 ± 1.78Ax  |
|       |            | Naylon | 69.11 ± 0.01Ax  | 69.20 ± 1.64Ax  | 70.34 ± 1.51Ax   | 67.93 ± 0.99Ax  |
|       | Karafındık | Jüt    | 65.01 ± 0.02Ay  | 66.79 ± 1.96Ax  | 66.52 ± 2.01Ax   | 63.80 ± 2.07Ay  |
|       |            | Naylon | 65.01 ± 0.02By  | 65.30 ± 1.46By  | 70.09 ± 2.51Ax   | 66.73 ± 3.50ABx |
| a*-un | Tombul     | Jüt    | 2.49 ± 0.00Ax   | 2.16 ± 0.02Ax   | 1.94 ± 0.47Ax    | 2.51 ± 0.19Ax   |
|       |            | Naylon | 2.49 ± 0.00Ax   | 1.89 ± 0.32Ax   | 1.70 ± 0.59Ax    | 2.68 ± 0.63Ax   |
|       | Karafındık | Jüt    | 2.38 ± 0.00Bx   | 3.18 ± 0.51Ay   | 2.92 ± 0.23ABx   | 3.69 ± 0.61Ay   |
|       |            | Naylon | 2.38 ± 0.00Ax   | 3.03 ± 0.36Ay   | 2.59 ± 0.77Ax    | 3.49 ± 0.77Ax   |
| b*-un | Tombul     | Jüt    | 15.71 ± 0.01Ax  | 14.08 ± 0.55Ax  | 13.37 ± 2.47Ax   | 14.23 ± 1.05Ax  |
|       |            | Naylon | 15.71 ± 0.01Ax  | 14.21 ± 0.77Ax  | 14.43 ± 1.09Ax   | 16.24 ± 1.22Ax  |
|       | Karafındık | Jüt    | 14.87 ± 0.01Ay  | 13.86 ± 1.58Ax  | 12.70 ± 1.42Ax   | 14.60 ± 0.79Ax  |
|       |            | Naylon | 14.87 ± 0.01Ay  | 13.69 ± 0.41Ax  | 13.25 ± 2.16Ax   | 15.16 ± 1.56Ax  |
| C-un  | Tombul     | Jüt    | 15.88 ± 0.01Ax  | 14.25 ± 0.54Ax  | 13.51 ± 2.51Ax   | 14.45 ± 1.06Ax  |
|       |            | Naylon | 15.88 ± 0.01Bx  | 14.34 ± 0.77Bx  | 14.54 ± 1.02ABx  | 16.47 ± 1.12Ax  |
|       | Karafındık | Jüt    | 15.05 ± 0.01Ay  | 14.23 ± 1.43Ax  | 13.05 ± 1.34Ax   | 15.07 ± 0.87Ax  |
|       |            | Naylon | 15.05 ± 0.01Ay  | 14.03 ± 0.47Ax  | 13.52 ± 2.09Ax   | 15.56 ± 1.68Ax  |
| h-un  | Tombul     | Jüt    | 80.98 ± 0.01Ax  | 81.26 ± 0.33Ax  | 81.75 ± 0.92Ax   | 79.97 ± 0.44Ax  |
|       |            | Naylon | 80.98 ± 0.01Ax  | 82.42 ± 1.27Ax  | 83.39 ± 2.43Ax   | 80.52 ± 2.75Ax  |
|       | Karafındık | Jüt    | 80.89 ± 0.01Ay  | 76.85 ± 3.37By  | 76.89 ± 2.30ABx  | 75.86 ± 1.80By  |
|       |            | Naylon | 80.89 ± 0.01Ay  | 77.54 ± 1.11ABy | 78.72 ± 3.85ABx  | 77.10 ± 1.55Bx  |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak sunulmuştur. Aynı satırda farklı büyük harflerle (A-D) işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır ( $P < 0.05$ ). Aynı sütun, parametre ve çeşitte farklı küçük harfle (a-b) işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır ( $P < 0.05$ ). Aynı sütun, parametre ve farklı çeşitte farklı x, y sembolleri ile işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır ( $P < 0.05$ ).

Natürel iç fındıkların  $L^*$  değerleri her iki çeşit ve ambalaj malzemesinde sürekli düşüş göstermiş Tombul-naylon uygulaması haricinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Tombul'da süre başında 45.78 olan  $L^*$  değerleri süre sonunda jütte 40.67'ye, naylonda 39.29'a düşmüş yani naylon çuvalda renk daha fazla kararmıştır. Bu fark oluşturulan renk sklasında anlaşılacakla beraber duyuşsal olarak çok dikkat çekecek düzeyde değildir (Şekil 4). Bostan ve Güler (2016) sonuçlarımıza benzer şekilde depolama süresince  $L^*$  değerinin giderek azaldığını bildirmişlerdir. Örneklerin  $L^*$  değeri nem oranının düşmesine bağlı olarak düşmüş olabilir.  $L^*$  değerine benzer şekilde a değeri de sürekli artmasına rağmen jüt-Tombul uygulaması hariç anlamlı görülmemiştir.  $a^*$  değerine ambalaj farkının etkisi olmazken çeşit faktörü etkili olmuş 0. ayda Karafındık daha yüksek değer alırken süre sonunda rakamsal farklılık olsa bile anlamlı fark oluşmamıştır. Örneklerin  $b^*$  değerlerinin tamamı depolama süresi boyunca önce düşüş sonra da artış gös-

termiştir. Ambalaj farkı Tömbul'da etkili olurken jüt (14.74) naylona (13.23) kıyasla daha yüksek b\* değeri sağlamıştır. Mexis ve Kontominas (2009) L\*, a\*, b\* değerlerini sırasıyla 30.45, 6, 84 8,70 olarak rapor etmişleridir. Güler ve ark (2017) depolanan fındıkların a\* değerlerini 2.79-7.69, b\* değerlerini 15.95-18.36 aralığında çalışmamıza yakın şekilde bildirmişlerdir. Akçin ve Bostan (2019) depolanan fındıkların a\* ve b\* değerlerinde dalgalanmalar rapor etmişlerdir. Çetin ve ark. (2020) ise b\* değerini daha yüksek (15.31) tespit etmişlerdir. Yetiştiricilik yapılan ekoloji, hasat yılı, çeşit, depo ortam koşulları (Guine ve ark., 2015), ölçüm metodu ve mevsimsel koşullar (Karaosmanoğlu ve Üstün, 2021) fındıkların renk değerleri üzerinde etkili olabilmektedir. Literatür sonuçlarıyla olan farklılıklar sıralanan nedenlerden kaynaklanabilir. Diğer taraftan natürel unların renk değerleri de iç fındıklara benzer davranış gösterirken renk skalasından (Şekil 4) anlaşılabilceği gibi gözle fark edilebilecek net bir değişim saptanamamıştır.

### 3.3. Farklı Ambalaj Materyalleriyle Depolanan Fındıkların Kavrulmuş İç ve Kavrulmuş Unlarının Renk Değerleri

Jüt ve naylon çuvalarda depolanıp kavrulmuş iç fındık ve unlarına ait renk değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Kavrulmuş içlerin renk değerleri üzerinde ambalaj malzemesinin etkili olmadığı ancak depolama süresi ve çeşit faktörünün etkili olduğu görülmüştür ( $P < 0.05$ ). Tömbulun L\* değeri depolama süresince önce artıp sonra azalırken Karafındık'da dalgalanma olmuştur. a değerlerinin her iki çeşit ve ambalaj malzemesinde de önce azalıp sonra arttığı görülmüştür. Jütte depolanan fındıkların b\* değerleri her iki çeşitte dalgalanma davranışı gösterirken naylonda önce azalıp sonra artmıştır. Renk skalası (Şekil 4) incelendiğinde 0 ve 4. aylarda duyuşal olarak farklılık gözlenemezken 8 ve 12. aylarda farklılık oluşmuş ve depolama sonunda Tömbul'da jütte, Karafındık'da naylonda depo edilen örneklerin daha koyu olduğu gözlenmiştir. Özdemir ve ark. (2001) kavrulmuş fındıkların L\*, a\*, b\* değerlerini sırasıyla 58.29-70.09, 4.07-8.66 ve 18.74-22.66 aralığında sonuçlarımıza yakın olarak rapor etmişlerdir.

Kavrulmuş unların L\* değerleri depolama süresince önce artış sonrada azalış gösterdiği ayrıca son dönem haricinde Tömbul'un Karafındık'a kıyasla daha yüksek L\* değerleri aldığı tespit edilmiştir. İlk üç dönemde ambalaj malzemesi etkili olmazken süre sonunda naylonda depolanan örneklerin daha parlak olduğu saptanmıştır. a\* değerleri tüm örneklerde önce azalıp sonra artarken, 12. ay haricinde Karafındık çeşidinin daha yüksek a\* değerleri aldığı belirlenmiş ayrıca ambalaj malzemesi etkili olmamıştır ( $P > 0.05$ ). b değerleri depolama süresince genellikle önce azalıp sonra artış göstermiştir. a\* ve b\* değerleri naylon-Tömbul uygulaması haricinde başlangıç değerinden düşük çıkmıştır. Depolama sonunda her iki çeşitte de naylondaki örneklerin a\* değerleri daha yüksek tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). Ercoşkun (2009) depolanan unların L\* değerlerinin azalarak başlangıç değerinin



altına indiğini,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde ise dalgalı bir seyir olduğunu bildirmiştir. Bostan ve Güler (2016) ise farklı olarak  $L^*$  değerinde düzenli bir azalış  $a^*$  değerinde düzenli bir artış ve  $b^*$  değerlerinde önce artış sonra azalış rapor etmişlerdir. Literatürle olan farklılık, hasat sezonu, örnek farklılığı, depolama şartları ve renk tayin yöntem farkından kaynaklanabilir. Örneklerin kahverengileşme indeksi (Kİ) ve renk farklılığı ( $\Delta E$ ) genel olarak depolama süresi ve ambalaj faktöründen etkilenmezken çeşit etkili olmuştur.

**Çizelge 3.** Farklı ambalaj malzemeleriyle depolanan fındıkların kavrulmuş iç ve kavrulmuş un renk değerleri

**Table 3.** Roasted kernel and roasted flour color values of hazelnuts stored with different packaging materials

| Parametre  | Çeşit      | Ambalaj Materyali | Depolama Süresi (Ay) |                  |                  |                  |
|------------|------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|
|            |            |                   | 0                    | 4                | 8                | 12               |
| $L^*$ - iç | Tombul     | Jüt               | 56.46 ± 3.61ABax     | 63.55 ± 3.63ABax | 70.02 ± 1.74Aax  | 49.14 ± 7.84Bax  |
|            |            | Naylon            | 56.46 ± 3.61ABax     | 68.95 ± 6.82Aax  | 57.97 ± 10.88Abx | 54.00 ± 3.53Bax  |
|            | Karafındık | Jüt               | 57.38 ± 7.29Ax       | 49.38 ± 4.40Ay   | 63.3 ± 3.67Ax    | 60.61 ± 14.00Ax  |
|            |            | Naylon            | 57.38 ± 7.29Ax       | 51.89 ± 7.75Ay   | 51.43 ± 5.22Ax   | 58.27 ± 2.05Ax   |
| $a^*$ - iç | Tombul     | Jüt               | 5.70 ± 0.80ABx       | 4.09 ± 0.20ABx   | 3.61 ± 0.59Bx    | 11.03 ± 1.19Ax   |
|            |            | Naylon            | 5.70 ± 0.80ABx       | 3.40 ± 1.90Bx    | 7.78 ± 3.57Ax    | 10.18 ± 0.59Ax   |
|            | Karafındık | Jüt               | 7.52 ± 1.38Ax        | 5.77 ± 2.72Ax    | 7.42 ± 3.09Ax    | 7.46 ± 4.00Ax    |
|            |            | Naylon            | 7.52 ± 1.38Ax        | 7.19 ± 2.00Ay    | 8.60 ± 1.59Ax    | 9.58 ± 0.93Ax    |
| $b^*$ - iç | Tombul     | Jüt               | 23.69 ± 2.14Ax       | 21.22 ± 1.26Ax   | 24.17 ± 0.81Ax   | 21.18 ± 7.09Ax   |
|            |            | Naylon            | 23.69 ± 2.14Ax       | 22.56 ± 0.87Ax   | 19.73 ± 4.75Ax   | 26.67 ± 1.59Ax   |
|            | Karafındık | Jüt               | 24.54 ± 4.09Ax       | 13.98 ± 3.38By   | 24.57 ± 1.34Ax   | 21.85 ± 3.70ABx  |
|            |            | Naylon            | 24.54 ± 4.09Ax       | 16.90 ± 6.02Ax   | 17.75 ± 5.71Ax   | 26.24 ± 2.26Ax   |
| $C$ - iç   | Tombul     | Jüt               | 24.36 ± 2.21Ax       | 21.61 ± 1.27Ax   | 24.44 ± 0.89Ax   | 23.98 ± 6.66Ax   |
|            |            | Naylon            | 24.36 ± 2.21Ax       | 22.86 ± 1.17Ax   | 21.59 ± 3.32Ax   | 28.56 ± 1.40Ax   |
|            | Karafındık | Jüt               | 25.70 ± 4.00Aax      | 15.33 ± 3.11Bay  | 25.77 ± 1.77Aax  | 23.31 ± 3.76ABax |
|            |            | Naylon            | 25.7 ± 4.00Aax       | 18.74 ± 4.44Aax  | 20.01 ± 4.28Abx  | 27.95 ± 2.12Aax  |
| $h$ - iç   | Tombul     | Jüt               | 76.49 ± 1.43         | 79.08 ± 0.20     | 81.54 ± 1.11     | 61.11 ± 7.10     |
|            |            | Naylon            | 76.49 ± 1.43         | 81.57 ± 4.29     | 67.23 ± 12.87    | 69.07 ± 1.91     |
|            | Karafındık | Jüt               | 72.74 ± 3.60         | 67.00 ± 10.78    | 73.40 ± 6.42     | 71.34 ± 10.16    |
|            |            | Naylon            | 72.74 ± 3.60         | 64.53 ± 15.37    | 62.33 ± 12.72    | 69.87 ± 2.54     |
| $L^*$ - un | Tombul     | Jüt               | 66.11 ± 0.28Cax      | 68.92 ± 0.56Bax  | 72.09 ± 1.46Aax  | 63.17 ± 1.20Dax  |
|            |            | Naylon            | 66.11 ± 0.28Bax      | 69.10 ± 0.39Aax  | 71.58 ± 0.92Aax  | 65.46 ± 0.61Bbx  |
|            | Karafındık | Jüt               | 56.07 ± 0.30Cay      | 62.85 ± 0.67Bay  | 68.04 ± 0.64Aay  | 61.95 ± 0.18Bax  |
|            |            | Naylon            | 56.07 ± 0.30Day      | 62.74 ± 0.34Cay  | 67.52 ± 0.79Aay  | 65.57 ± 0.60Bbx  |

|                               |            |        |                  |                  |                  |                   |
|-------------------------------|------------|--------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| a* - un                       | Tombul     | Jüt    | 7.79 ± 0.20Ax    | 5.22 ± 0.55Cx    | 4.70 ± 0.40Cx    | 7.32 ± 0.38Bx     |
|                               |            | Naylon | 7.79 ± 0.20Ax    | 4.77 ± 0.80Bx    | 5.01 ± 0.55Bx    | 7.62 ± 0.13Ax     |
|                               | Karafındık | Jüt    | 9.14 ± 0.39Ay    | 6.33 ± 0.51BCx   | 5.74 ± 0.93Cx    | 7.19 ± 0.29Bx     |
|                               |            | Naylon | 9.14 ± 0.39Ay    | 7.08 ± 0.52By    | 6.43 ± 0.40By    | 7.15 ± 0.30Bx     |
| b* - un                       | Tombul     | Jüt    | 28.03 ± 0.47Aax  | 26.2 ± 0.52Bax   | 24.48 ± 1.20Cax  | 26.1 ± 0.65Bax    |
|                               |            | Naylon | 28.03 ± 0.47Aax  | 25.18 ± 0.67Bbx  | 24.73 ± 0.15Bax  | 27.51 ± 0.66Abx   |
|                               | Karafındık | Jüt    | 25.18 ± 0.78Aay  | 24.55 ± 0.46Aay  | 24.97 ± 0.85Aax  | 24.21 ± 0.23Aay   |
|                               |            | Naylon | 25.18 ± 0.78Bay  | 25.56 ± 0.48ABax | 25.40 ± 0.37ABax | 26.69 ± 0.80Abx   |
| C - un                        | Tombul     | Jüt    | 29.09 ± 0.50Aax  | 26.71 ± 0.62Bax  | 24.93 ± 1.22Cax  | 27.11 ± 0.52Bax   |
|                               |            | Naylon | 29.09 ± 0.50Aax  | 25.64 ± 0.81Bax  | 25.23 ± 0.26Bax  | 28.55 ± 0.67Abx   |
|                               | Karafındık | Jüt    | 26.79 ± 0.85Aay  | 25.36 ± 0.57Aay  | 25.63 ± 1.04Aax  | 25.26 ± 0.29Aay   |
|                               |            | Naylon | 26.79 ± 0.85Bay  | 26.52 ± 0.60Bax  | 26.21 ± 0.46Bax  | 27.63 ± 0.84Abx   |
| h - un                        | Tombul     | Jüt    | 74.48 ± 0.14Bx   | 78.75 ± 0.93Ax   | 79.04 ± 0.81Ax   | 74.33 ± 1.16Bx    |
|                               |            | Naylon | 74.48 ± 0.14Bx   | 79.32 ± 1.46Ax   | 78.57 ± 1.16Ax   | 74.51 ± 0.17Bx    |
|                               | Karafındık | Jüt    | 70.07 ± 0.38Day  | 75.56 ± 0.86Bay  | 77.10 ± 1.61Aax  | 73.47 ± 0.55Cax   |
|                               |            | Naylon | 70.07 ± 0.38Bay  | 74.53 ± 0.81Aay  | 75.81 ± 0.66Aay  | 75.00 ± 0.30Abx   |
| Kahverengi-leşme İndeksi (iç) | Tombul     | Jüt    | 60.49 ± 2.80     | 44.54 ± 0.68     | 45.29 ± 3.59     | 70.94 ± 12.36     |
|                               |            | Naylon | 60.49 ± 2.80     | 43.21 ± 9.70     | 51.16 ± 3.51     | 80.12 ± 2.56      |
|                               | Karafındık | Jüt    | 64.30 ± 7.61     | 41.18 ± 5.81     | 57.03 ± 8.03     | 56.14 ± 19.62     |
|                               |            | Naylon | 64.30 ± 7.61     | 48.63 ± 6.69     | 53.72 ± 8.55     | 70.51 ± 4.06      |
| Kahverengi-leşme İndeksi (un) | Tombul     | Jüt    | 62.59 ± 1.05Ax   | 52.38 ± 2.18Cx   | 45.44 ± 1.94Bx   | 60.66 ± 0.23Ax    |
|                               |            | Naylon | 62.59 ± 1.05Ax   | 49.43 ± 2.03Bx   | 46.70 ± 1.62Bx   | 61.87 ± 1.48Ax    |
|                               | Karafındık | Jüt    | 70.23 ± 3.02Aay  | 55.91 ± 1.62Bay  | 51.02 ± 3.30Cay  | 57.11 ± 0.84Bay   |
|                               |            | Naylon | 70.23 ± 3.02Aay  | 59.5 ± 1.59Bby   | 53.27 ± 2.07Cay  | 59.16 ± 2.33Bax   |
| ΔE (iç)                       | Tombul     | Jüt    | 19.6 ± 4.07Ax    | 22.41 ± 3.18Ax   | 28.57 ± 0.97Ax   | 10.06 ± 5.73Ax    |
|                               |            | Naylon | 19.6 ± 4.07Ax    | 29.72 ± 7.86Ax   | 16.47 ± 11.31Ax  | 17.89 ± 4.30Ax    |
|                               | Karafındık | Jüt    | 14.03 ± 8.01ABax | 6.72 ± 2.88Bay   | 22.27 ± 5.29Aax  | 21.21 ± 14.00ABax |
|                               |            | Naylon | 14.03 ± 8.01ABax | 11.36 ± 6.55Bay  | 8.26 ± 5.06Bbx   | 20.23 ± 4.10Aax   |
| ΔE (un)                       | Tombul     | Jüt    | 13.75 ± 0.43Aax  | 12.52 ± 0.57Aax  | 11.92 ± 1.91Aax  | 14.38 ± 1.10Aax   |
|                               |            | Naylon | 13.75 ± 0.43Aax  | 11.47 ± 0.56Bax  | 11.10 ± 0.68Bax  | 12.60 ± 0.06ABbx  |
|                               | Karafındık | Jüt    | 15.24 ± 0.75Aay  | 11.97 ± 0.93Bax  | 12.84 ± 1.30ABax | 10.50 ± 1.06Bay   |
|                               |            | Naylon | 15.24 ± 0.75Aay  | 12.87 ± 0.52Bay  | 13.30 ± 1.42ABax | 12.45 ± 0.96Bbx   |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak sunulmuştur. Aynı satırda farklı büyük harflerle (A-D) işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır ( $P < 0.05$ ). Aynı sütun, parametre ve çeşitte farklı küçük harfle (a-b) işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır ( $P < 0.05$ ). Aynı sütun, parametre ve farklı çeşitte farklı x, y sembolleri ile işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır ( $P < 0.05$ ).

| Parametre    | Çeşit      | Ambalaj materyali | Depolama Süresi (ay) |   |   |    |
|--------------|------------|-------------------|----------------------|---|---|----|
|              |            |                   | 0                    | 4 | 8 | 12 |
| Kabuklu      | Tombul     | Jüt               |                      |   |   |    |
|              |            | Naylon            |                      |   |   |    |
|              | Karafındık | Jüt               |                      |   |   |    |
|              |            | Naylon            |                      |   |   |    |
| Natürel iç   | Tombul     | Jüt               |                      |   |   |    |
|              |            | Naylon            |                      |   |   |    |
|              | Karafındık | Jüt               |                      |   |   |    |
|              |            | Naylon            |                      |   |   |    |
| Natürel un   | Tombul     | Jüt               |                      |   |   |    |
|              |            | Naylon            |                      |   |   |    |
|              | Karafındık | Jüt               |                      |   |   |    |
|              |            | Naylon            |                      |   |   |    |
| Kavrulmuş iç | Tombul     | Jüt               |                      |   |   |    |
|              |            | Naylon            |                      |   |   |    |
|              | Karafındık | Jüt               |                      |   |   |    |
|              |            | Naylon            |                      |   |   |    |
| Kavrulmuş un | Tombul     | Jüt               |                      |   |   |    |
|              |            | Naylon            |                      |   |   |    |
|              | Karafındık | Jüt               |                      |   |   |    |
|              |            | Naylon            |                      |   |   |    |

Şekil 4. Depolanan fındıkların kabuk, natürel iç, natürel un, kavrulmuş iç ve kavrulmuş unlarına ait renk skalası

Figure 4. Color scale of the shell, natural kernel, natural flour, roasted kernel and roasted flours of stored hazelnuts

### 3.4. Farklı Ambalaj Materyalleriyle Depolanan Fındıkların Aflatoksin Düzeyleri

Fındığın depolanması ve pazarlanmasındaki en önemli mikrobiyolojik problem *Aspergillus* türü küfler tarafından sentezlenen ikincil metabolitler olan aflatoksinlerdir (Keskin ve Gürsoy, 2019). Fındığın aflatoksin oluşturan küflerle kontaminasyonu ve sonrasında aflatoksin oluşumu; bahçede meyve gelişimi süresince, hasatta özellikle de toprakla temas halinde, kurutma, depolama, nakliye ve işleme aşamalarında gerçekleşebilmektedir (Kabak, 2016; Karaosmanoğlu 2022a). Aflatoksinin insanlarda mutajenik, kanserojen, akut karaciğer hasarı, karaciğer sirozu, tümör indüksiyonu ve teratojenik etkilerle ilişkili olduğu bildirilmiştir ve bu nedenle birçok ülke gıda ürünlerine aflatoksin limitleri koymuştur (Keskin ve Gürsoy, 2019; Şengül, 2016).

Çalışma sonuçlarımıza göre her iki ambalaj malzemesiyle muhafaza edilen fındıklarda da aflatoksin oluşumu tespit edilmemiştir. Toprak kaynaklı mikroorganizmalar olan *Aspergillus* türü küflerin yetiştirme esnasında fındığa kontamine olması kaçınılmazdır. Ancak daha sonraki aşamalarda uygun nem ve sıcaklığa sahip ortamlarda aflatoksin sentezi gerçekleşebilmektedir. Sonuç olarak çalışmadaki ortam şartlarında (Şekil 2) her iki ambalaj malzemesinde içerisinde aflatoksin oluşumunu engelleyecek düzeyde hava ve ısı transferini sağladığı söylenebilir.

## 4. SONUÇ

Bu çalışma jüt ve naylon malzemeden yapılmış ambalajlarda depolamanın Tombul ve Karafındık çeşitlerinin fiziksel ve renk özellikleri ile aflatoksin düzeylerine etkisinin belirlendiği ilk araştırmadır. Çalışma sonuçlarına göre naylon ambalajın sağlam iç oranını düşürdüğü, kusurlu iç ve beyazlama oranını ise arttırdığı tespit edilmiştir. Naylon ambalaj özellikle kavrulmuş unların L\* (parlaklığını), sarılık (b\*) ve doymunluğunu arttırmış ancak oluşan renk farklılıkları duyuşsal olarak renk skalasına çok dikkat çekecek düzeyde yansımamıştır. Depolama süresinin meyve ve iç boyutlarını genellikle etkilemediği, zamanın ilerlemesiyle sağlam iç oranının düştüğü, kusurlu iç oranı ve beyazlamanın arttığı, renk değişiminin ise duyuşsal olarak algılanamayacak düzeyde olduğu gözlenmiştir. Depolama süresince hiçbir örnekte aflatoksin oluşumu tespit edilmemiştir. Ancak aflatoksin sentezi üzerinde ortam koşullarının da etkili olduğu unutulmamalıdır. Sonuç olarak incelenen parametreler açısından beyazlama oranını düşürmesine rağmen özellikle kusurlu iç miktarını arttırmaması nedeniyle jüt çuvalın kullanımının faydalı olacağı söylenebilir.

## Teşekkür

Fındık örneklerinin temini ve deponun tahsisi için Yasemin ve Abdullah KARAOSMANOĞLU'na teşekkür ederim.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

## KAYNAKLAR

- Akar, A., 2016. Tömbul, Palaz ve Kalınkara fındık çeşitlerinde elle ve patozla ayıklanmış örneklerde depolama süresince meydana gelen kalite değışimleri. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 68s, Ordu.
- Akçin, Y., Bostan, S.Z., 2019. Tömbul fındık çeşidinde renk değeri lerinin sulama ve depolama süresine göre değışimi. Akademik Ziraat Dergisi, 8 (Özel Sayı): 85-90. <https://doi.org/10.29278/azd.643582>
- Aydin, C., 2002. Physical properties of hazel nuts. Biosystems Engineering, 82(3): 297-303. Doi:10.1006/bioe.2002.0065.
- Ayfer, M., Uzun, A., Başı, F., 1986. Türk fındık çeşitleri. Karadeniz Bölgesi Fındık İhracatçılar Birliğı Yayınları, 95s, Ankara.
- Balta, M.F., Yarılgacı, T., Aşkin, M.A., Kuçuk, M., Balta, F., Özenk, K., 2006. Determination of fatty acid compositions, oil contents and some quality traits of hazelnut genetic resources grown in eastern Anatolia of Turkey. Journal of Food Composition and Analysis, 19(6-7): 681-686. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.10.007>
- Beyhan, N., 2000. Değışik hasat zamanlarının fındıkta bazı meyve özellikleri üzerine etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 15(3): 1-6.
- Bostan, S.Z., Güler, K.S., 2016. Kabuklu olarak depo edilen bazı fındık çeşitlerinde kalite değışimleri. Bahçe, 45(2): 41-53.
- Çetin, N., Yaman, M., Karaman, K., Demir, B., 2020. Determination of some physicochemical and biochemical parameters of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 4(5): 439-450. <https://doi.org/10.3906/tar-1905-115>
- Delprete, C., Sesana, R., 2014. Mechanical characterization of kernel and shell of hazelnuts: Proposal of an experimental procedure. Journal of Food Engineering, 124: 28-34. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.09.027>
- Ercisi, S., Öztürk, I., Kara, M., Kalkan, F., Seker, H., Duyar, O., Ertürk, Y., 2011. Physical properties of hazelnuts. International Agrophysics, 25(2): 115-121.
- Ercişkun, D.T., 2009. Bazı işlenmiş fındık ürünlerinin raf ömrü üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 205s, Ankara.
- Ferrão, A.C., Guiné, R.P.F., Ramalhosa, E., Lopes, A., Rodrigues, C., Martins, H., Gonçalves, R., Correia, P.M.R., 2021. Chemical and physical properties of some hazelnut varieties grown in Portugal. Agronomy, 11(8): 1476. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081476>
- Guiné, R.P., Almeida, C.F., Correia, P.M., 2015. Influence of packaging and storage on some properties of hazelnuts. Journal of Food Measurement and Characterization, 9(1): 11-19. <https://doi.org/10.1007/s11694-014-9206-3>
- Güler S.K, Bostan S.Z, Çon A.H., 2017. Effects of gamma irradiation on chemical and sensory characteristics of natural hazelnut kernels. Postharvest Biology and Technology 123:12-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.08.007>
- Kabak, B., 2016. Aflatoxins in hazelnuts and dried figs: Occurrence and exposure assessment. Food Chemistry, 211: 8-16. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.141>
- Karaosmanoğlu, H., Üstün, N.Ş., 2021. Determination of color properties of organic and conventional hazelnut flour. Akademik Ziraat Dergisi, 10(1): 11-18. DOI: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.749983>
- Karaosmanoğlu, H., 2022a. Geç hasadın Tömbul fındığın biyometrik ve renk özellikleri ile aflatoksin düzeyine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 549-559. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1138327>
- Karaosmanoğlu, H., 2022b. Effects of Roasting Process on Color and Some Industrial Properties of Hazelnuts Cultivated By Organic And Conventional Methods. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 9(4): 1042-1050. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1127842>

- Karaosmanoğlu, H., Üstün N.Ş., 2017. Organik ve konvansiyonel fındıkların (*Corylus avellana* L.) bazı fiziksel özellikleri. Akademik Gıda, 15(4): 377-385. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.370107>
- Karaosmanoğlu, H., Üstün, N.Ş., 2019. Variations in fatty acid composition and oxidative stability of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties stored by traditional method. Grasas y Aceites, 70(1): e288-e288. <https://doi.org/10.3989/gya.0463181>
- KİB, 2022. Karadeniz İhracatçı Birlikleri. Erişim tarihi: 21.03.2023. chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcjcle-findmkaj/https://kib.org.tr/files/downloads/2021-2022.pdf
- Keskin, Z.S., Gürsoy, N., 2019. Investigation of natural mycoflora and aflatoxin formation in hazelnuts and products. Cumhuriyet Science Journal, 40(4): 967-977. <https://doi.org/10.17776/csj.644503>
- Marzocchi, S., Pasini, F., Verard, V., H. Ciemniowska-Zytkiewicz, Caboni, M. F., Romani, S., 2017. Effects of different roasting conditions on physical- chemical properties of Polish hazelnuts (*Corylus avellana* L. var. Katalonski). LWT-Food Science and Technology, 77: 440-448. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.068>
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience, 27(12): 1254-1255.
- Mexis, S.F., Kontominas, M.G., 2009. Effect of -irradiation on the physicochemical and sensory properties of hazelnuts (*Corylus avellana* L.). Radiation Physics and Chemistry, 78: 407-413. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2009.03.008>
- Milošević, T., Milošević, N., 2017. Determination of size and shape features of hazelnuts using multivariate analysis. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, 16: 49-61. DOI: 10.24326/asphc.2017.5.6
- Özdemir, F., Akinci, I., 2004. Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. Journal of Food Engineering, 63(3): 341-347. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.08.006>
- Özdemir, M., Seyhan, F.G., Bakan, A.K., İlter, S., Özay, G., Devres, O., 2001. Analysis of internal browning of roasted hazelnuts. Food Chemistry, 73: 191-196. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00273-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00273-9)
- Pliestic, S., Dobricevic, N., Filipović, D., Gospodaric, Z., 2006. Physical properties of Filbert nut and kernel. Biosystems Engineering, 93(2): 173-178. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2005.11.008>
- Sharma, S., Barkauskaite, S., Jaiswal, A.K., Jaiswal, S., 2021. Essential oils as additives in active food packaging. Food Chemistry, 343: 128403. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128403>
- Şengül, Ü., 2016. Comparing determination methods of detection and quantification limits for aflatoxin analysis in hazelnut. Journal of Food and Drug Analysis, 24: 56-62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfda.2015.04.009>
- TİM, 2022. Türkiye İhracatçılar Meclisi. Erişim tarihi: 13.12.2022. <https://tim.org.tr/ihracat-rakamlari>.
- TSE, 2010. Turkish Standards Institution. Determination of aflatoxins in oil dried fruits. TSE, TS EN ISO 16050. Turkey: TSE
- Turan, A., 2019. Kurutma yöntemlerinin fındığın fiziksel özellikleri üzerine etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 34(3): 296-303. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.536346>
- Turan, A., Karaosmanoğlu, H., 2019. Effect of drying methods on long term storage of hazelnut. Food science and Technology, 39(Suppl.2): 406-412. <https://doi.org/10.1590/fst.20518>