

Pastörizasyon İşlemi Uygulanan Kuru Trabzon Hurmalarının Depolama Süresince Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Eylül Elif METİNER*¹, Seda ERSUS¹, Büşra YILMAZ¹, Zülal AKSOY¹, Ayça AKYÜZ¹, İdil TEKİN¹

¹ Ege Üniversitesi, İzmir

*eemetiner162@gmail.com (Sorumlu yazar)

Özet

Trabzon hurması diyet lifi, karotenoid ve fenolik bileşiklerce zengin bir meyvedir. Bu çalışmada, Trabzon hurması örneklerinin mikrobiyal yükünü azaltmak ve raf ömrünü arttırmak amacıyla pastörizasyon işlemi uygulanmıştır. Trabzon hurmaları kuru madde içeriği %80 (A) ve %75 (B) olacak şekilde güneşte kurutulmuştur. Daha sonra 12 PET/110PE EVOH 170x225 mm doypack torba içerisinde ambalajlanan örnekler 70°C'de 4 dakika boyunca pastörize edilmiştir. Pastörizasyon uygulanmadan kurutulmuş ve %80 kuru madde içeriğine sahip örnekler ise kontrol grubu (K) olarak değerlendirilmiştir. 5 ay boyunca 25±1°C'de depolanan örnekler, pH değeri, su aktivitesi (a_w), renk değeri, toplam fenolik madde ve toplam karotenoid miktarı analizleri yapılmıştır. Pastörizasyon işleminin toplam fenolik madde içeriğini koruduğu ve kontrol örneğine göre depolama boyunca meydana gelen kayıpların daha düşük olduğu belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve 5. ay sonunda pastörizasyon uygulanan örneklerin fenolik madde içeriği kontrol grubuna göre yüksek olup, en yüksek değer %75 kuru madde içeriğine sahip B grubu örneğinde sırasıyla 157.31 mg 100 g⁻¹ KM ve 124.81 mg 100 g⁻¹ km olarak bulunmuştur. Pastörizasyonun renk değerlerini olumsuz etkilediği ve özellikle L^* değerinde düşüşe neden olduğu belirlenmekle birlikte raf ömrünü uzattığı belirlenmiştir.

Ahtar kelimeler: Trabzon hurması, pastörizasyon, kurutma, depolama, raf ömrü.

Determination of Physical and Chemical Properties of Dried Persimmons Applied Pasteurization Process During Storage

Abstract

Persimmon is a fruit rich in dietary fiber, carotenoids and phenolic compounds. In this study, pasteurization was applied to reduce the microbial load and to increase their shelf life of persimmon samples. Pasteurization was applied to 2 different groups of persimmons with 80% (A) and 75% (B) dry matter content. The samples were first sun-dried to the determined dry matter content, then pasteurized at 70°C for 4 minutes in the package. Samples that were dried without pasteurization and had 80% dry matter content were determined as the control group (K). PH value, water activity (a_w), color value, total phenolic and carotenoid content were analyzed on the samples stored at 25±1°C for 5 months. It was determined the pasteurization process gave positive results in terms of phenolic content. The phenolic content of the pasteurized samples was higher than control group, and at the beginning of storage and at the end of the 5th month the highest value was found as 157.31 mg 100 g⁻¹ DM and 124.81 mg 100 g⁻¹ DM in B group with 75% dry matter content, respectively. It has been found pasteurization affects color values and especially causes a decrease in L^* value. According to the results, it was determined pasteurization extended the shelf life.

Keywords: Persimmon, pasteurization, drying, storage, shelf life.

Giriş

Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.), *Diospyros* cinsi ve *Ebenaceae* familyasında yer alan subtropik bir bitkidir (Tülek ve Demiray 2014). Meyvenin değeri Yunancada anlamı "tanrıların yiyeceği" ya da "kutsal yiyecek" olan *Diospyros* adından gelmektedir (Llácer ve Badenes 2002). Anavatanı Çin olan Trabzon hurmasının yetiştiriciliği ülkemizde özellikle 2000'li yıllardan sonra popüler hale gelmiş, bakım ve maliyet açısından oldukça avantaj sağlayan bir ürün olması ile Türkiye'de de yetiştirilmeye başlanmıştır. Akdeniz başta olmak üzere Ege, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde üretilen Hurma Türkiye'nin farklı bölgelerinde "cennet elması", "cennet hurması", "Japon elması", "amme" olarak değişik isimlerle de bilinmektedir (Yakushiji ve Nakatsuka 2007; Karakasova vd., 2013; Matheus vd., 2022). Trabzon hurması temel besin maddelerinin yanı sıra bol miktarda A, E, C vitaminleri, tanen ve fenolik madde içermektedir. Ayrıca iyi bir β -karoten

kaynağıdır. Bu nedenle taze tüketiminin yanında farklı şekillerde işlenerek de tüketilmektedir. Böylece uygulanan farklı işlemler meyvenin sezon dışında da kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır (Butt vd., 2015). Bu kapsam da en çok tercih edilen yöntemlerden biri olan kurutma işlemi, meyve içindeki serbest suyun uzaklaştırılarak biyokimyasal reaksiyonların ve mikroorganizmaların çoğalmalarını engelleyen, ürünün uzun süre dayandırılmasını sağlayan bir yöntemdir (Çelen 2019; Khademi vd., 2019). Ayrıca kurutma işlemi uygulanan Trabzon hurmalarında meyve için önemli bir kalite kriteri olan tanen içeriğinin sebep olduğu buruk tadı da azaltılmakta ve depolama süresi uzatılmaktadır. Bu özellikler kurutma işlemini en uygun yöntem haline getirmektedir (Bölek ve Obuz 2014; Khademi vd., 2019). Bu çalışmanın amacı, pastörizasyon işlemi ile dayanıklı hale getirilen kuru Trabzon hurmalarının

depolama süresince fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Analizlerde kullanılacak olan kurutulmuş Trabzon hurmaları Gaia Food Gıda ve Tarım Ürünleri Nakliye Soğuk Hava Deposu Dış Ticaret Limited Şirketi tarafından temin edilmiştir. %75 ve %80 kuru madde içeriğine kadar güneşte kurutma yöntemiyle üretilen kuru Trabzon hurmaları üç ayrı grup örnek oluşturacak şekilde hazırlanmıştır. %80 kuru madde (KM) içeriğindeki pastörize edilmiş (A), %75 KM içeriğindeki pastörize edilmiş (B) ve %80 KM içeriğindeki pastörizasyon işlemi görmemiş kontrol grubu (K) Trabzon hurmaları 12PET/110PE EVOH-DOYPACK 170x225 mm gıda ambalaj materyali kullanılarak ambalajlandıktan sonra A ve B grupları pastörizasyon işlemine (70 °C'de 5 dk) tabi tutulmuştur.

Kurutulmuş Trabzon Hurmalarına Uygulanan Analizler

Toplam kuru madde analizi

Kuru madde değerlerinin belirlenmesi için tartım kaplarına 1 g örnek tartılarak vakumlu etüvde (65°C) sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan tartım kapları desikatörde soğuduktan sonra tartılarak örneklerin kuru madde değeri hesaplanmıştır (AOAC 1990).

pH değeri analizi

Yaklaşık 3 g tartılan kuru örneklere saf su (1:4 a/h) eklenerek homojen hale getirildikten sonra PH değerleri PH-metre (Inolab WTW, level-1) kullanılarak belirlenmiştir (Cemeroğlu 2010).

Renk analizi

Trabzon hurmalarının meyve iç yüzeyi ve meyve dış yüzeyi renk değerleri Hunterlab Colorflex CFX 45-2, VA renk ölçüm cihazı kullanılarak meyvenin farklı bölgelerinden örnek alınarak 2 paralel, üç tekerrür olacak şekilde analizler gerçekleştirilmiştir. Örneklerin CIELAB renk değerleri L^* (aydınlık), a^* (kırmızılık-yeşillik), b^* (sarılık-mavilik) ve ΔE değerleri ölçülmüştür. Kroma ve Hue açısı değerleri Eşitlik 1 ve 2 kullanılarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2010).

$$\text{Kroma (C)} = \sqrt{[(a^*)^2 + (b^*)^2]} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$\text{Hue açısı (h}^\circ\text{)} = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Su aktivitesi tayini

Örneklerin su aktivite değerleri Testo marka cihaz kullanılarak belirlenmiştir. Su aktivite değerindeki değişimin 0.001'den az olduğu durumda su aktivitesi ve sıcaklık değerleri kaydedilmiştir.

Toplam fenolik madde miktarı analizi

Toplam fenolik madde miktarı Folin Ciocalteu reaktifi ile spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. 5 g örnek %80'lik 50 mL etanol ile homojenize edilmiş ve santrifüjlenerek ekstrakt elde edilmiştir. Folin Ciocalteu reaktifi (%10 h/h) ve 2.5 mL reaktif, 0.5 mL örnek ekstraktı üzerine eklenerek 4 dk boyunca karanlıkta inkübe edilmiş, daha sonra üzerine 2 mL Na_2CO_3 çözeltisi eklenmiştir. Örnek tüpleri 50°C su banyosunda 5 dk bekletilip soğutulduktan sonra 760 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi amacıyla gallik asit çözeltileri (10, 20, 30, 40 ve 50 ppm) hazırlanıp aynı işlemler bu çözeltiler için de uygulanarak gallik asit standart eğrisi çizilmiştir (Bilek 2010). Örneklerin fenolik madde miktarı gallik aside eşdeğer mg GAE 100 g^{-1} KM olarak verilmiştir.

Toplam karotenoid analizi

Karotenoid tayini, Islam (2017) tarafından önerilen UV spektrofotometre yöntemine göre belirlenmiştir. Bu amaçla 0.5 g hurma örneği, üzerine 5 ml %96'lık etanol ilave edilerek 50 mL'lik falkon tüpleri içerisinde homojenize edilmiştir. Ardından 85°C'de 5 dk su banyosunda bekletilmiştir. Daha sonra 0.5 mL %80 KOH ilave edilip vorteks ile çözelti ekstraktın her noktasına ulaşıncaya kadar karıştırılmıştır. Daha sonra çözeltiler 10 dk su banyosunda bekletilmiş ve tüpler soğutulduktan sonra 3 mL saf su ilave edilmiştir. İki fazın ayrılması için 3 mL n-hekzan eklenip 7500 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Bu işlem sarı üst faz renksiz hale gelene kadar 4 kez tekrarlanmıştır. Çalışma kapsamında toplamda 12 mL hekzan kullanılmış ve tüplerin son hacimleri kaydedilmiştir. Toplanan sıvı faz 450 ve 503 nm dalga boylarında spektrofotometrede okunmuştur. Ekstrakttaki toplam karotenoid konsantrasyonu Eşitlik (3) hesaplanarak $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ KM olarak hesaplanmıştır.

$$C_{\text{karoten}} = (4,642 \cdot A_{450}) - (3,091 \cdot A_{503}) \quad (\text{Eşitlik 3})$$

$$A_{450} = 450 \text{ nm'de absorbans değeri}$$

$$A_{503} = 503 \text{ nm'de absorbans değeri}$$

İstatistiksel analiz

Tüm analizler 2 paralel, üç tekerrür, her bir paralelde farklı meyve kullanılacak şekilde yapılarak sonuçlar ortalama ve standart sapma olarak kaydedilmiştir. Deneysel sonuçlar SPSS Statistics 25.0 programı (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD), Duncan çoklu karşılaştırma testi ile %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak test edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kurutulmuş Trabzon Hurmalarının Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Yapılan bu çalışmada kurutulmuş Trabzon hurması örnekleri ambalaj içerisinde $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 5 ay boyunca depolanmıştır. Ambalaj materyali olarak

12 PET/110PE EVOH 170x225 mm doypack torba kullanılmıştır. Depolama süresi boyunca yapılan fenolik madde ve karotenoid miktarı analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Analizler sonucu elde edilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0.05).

Kurutulmuş Trabzon hurmalarının toplam fenolik madde miktarına bakıldığında depolama boyunca pastörize edilmiş örneklerin (A ve B), K örneklerine göre daha yüksek fenolik madde içerdiği tespit edilmiştir. Her üç örnek grubunda da en yüksek toplam fenolik madde içeriği 2. ay depolama, en düşük ise 5. ay depolama süresi sonunda saptanmıştır. Buna göre A, B ve K örneklerinin 2. aydaki toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 196.52±1.91 mg 100 g⁻¹ KM, 205.68±0.52 mg 100 g⁻¹ KM ve 140.78±0.94 mg 100 g⁻¹ KM olarak bulunmuştur. En düşük fenolik madde miktarı 5. ay

depolama süresi sonunda ölçülmüş ve B örneğinin (124.81 mg 100 g⁻¹ KM) diğer örneklerden daha yüksek oranda fenolik madde içerdiği belirlenmiştir. Her üç örnek grubunda da toplam fenolik madde miktarının ilk 2 ay artarken, 2. aydan 5. aya kadar olan depolama süresi boyunca azaldığı tespit edilmiştir. 2. aydan 5. aya kadar geçen depolama süresinde A’da %51.34, B’de %39.32 ve K örneklerinde %43.49 oranında azaldığı belirlenmiştir. Kuru madde oranı düşük olan örnekler (B) uygulanan pastörizasyon işleminin depolama süresi boyunca fenolik madde içeriğini koruduğu bulgulanmıştır. Eryol (2021) Trabzon hurması meyvelerinin toplam fenolik madde miktarının hasattan hemen sonra artmaya başladığını ancak depolama süresi uzadıkça toplam fenolik madde miktarının azaldığını bulgulanmıştır.

Çizelge 1. Depolama boyunca kurutulmuş Trabzon hurmalarına ait toplam fenolik madde ve karotenoid miktarı sonuçları.

Table 1. Results of total phenolic substance and carotenoid content of dried persimmons during storage

| Trabzon Hurması Örnekleri | Depolama Süresi (Ay) | Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg 100 g ⁻¹ KM) | Toplam Karoten Miktarı (µg 100 g ⁻¹ KM) |
|---------------------------|----------------------|--|--|
| A | 0 | 137.43±1.19 ^c | 1.36±0.02 ^b |
| | 1 | 184.06±1.65 ^b | 0.94±0.02 ^c |
| | 2 | 196.52±0.84 ^a | 1.66±0.03 ^a |
| | 3 | 184.18±1.91 ^b | 0.98±0.06 ^c |
| | 4 | 121.85±1.24 ^d | 1.35±0.16 ^b |
| | 5 | 95.63±1.88 ^e | 0.86±0.06 ^d |
| B | 0 | 157.31±0.52 ^d | 1.61±0.01 ^a |
| | 1 | 199.03±0.93 ^b | 1.33±0.08 ^d |
| | 2 | 205.68±1.94 ^a | 1.71±0.08 ^a |
| | 3 | 177.41±0.86 ^c | 1.50±0.06 ^b |
| | 4 | 138.57±0.93 ^e | 1.43±0.16 ^{bc} |
| | 5 | 124.81±0.70 ^f | 0.79±0.10 ^e |
| K | 0 | 102.44±0.92 ^d | 1.66±0.02 ^b |
| | 1 | 112.04±0.23 ^c | 1.68±0.00 ^b |
| | 2 | 140.78±1.94 ^a | 1.85±0.01 ^a |
| | 3 | 129.08±0.94 ^b | 1.41±0.13 ^c |
| | 4 | 85.63±0.69 ^e | 0.90±0.07 ^d |
| | 5 | 79.55±1.24 ^f | 0.53±0.08 ^e |

A: %80 kuru madde ve pastörize edilmiş örnek

B: %75 kuru madde ve pastörize edilmiş örnek

K: %80 kuru madde ve pastörize olmayan kontrol grubu

^{a-f}Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan test yöntemine göre örnekler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P <0.05).

Kurutulmuş Trabzon hurması örneklerinin karotenoid miktarı değerlendirildiğinde her üç örnek grubunda da en yüksek toplam karotenoid miktarı 2. ay depolama süresi sonrasında saptanmıştır. A, B ve K örneklerinin toplam karotenoid miktarı 2. aydaki depolama süresi sonunda sırasıyla 1.66±0.03 mg 100 g⁻¹ KM, 1.71±0.08 mg 100 g⁻¹ KM ve 1.85±0.01 mg 100 g⁻¹ KM olarak bulunmuştur. En düşük karotenoid

miktarı ise toplam fenolik madde miktarına benzer olarak 5. ay depolama süresi sonunda tespit edilmiştir. Fenolik madde içeriğine benzer olarak pastörizasyon uygulanmış A ve B örneklerinin karotenoid içeriklerinin K örneğine göre yüksek olması uygulanan pastörizasyon işleminin depolama süresi boyunca karotenoidleri koruduğu tespit edilmiştir. Bütün örnek gruplarının, depolama başlangıcından 5. ay depolama süresi sonuna kadar

elde edilen toplam karotenoid miktarları tek düze bir artış veya azalma göstermemiştir.

Araştırmada kullanılan kurutulmuş Trabzon hurmalarının meyve iç yüzeyi renk analizi sonuçları incelendiğinde depolama süresi boyunca genel olarak L^* , a^* ve b^* değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Her üç örnek grubunda da en yüksek L^* değeri 0. ayda ölçülürken, en düşük değer ise 5. ay depolama süresi sonunda bulunmuştur. Depolama boyunca L^* değerindeki azalma uygulanan kurutma ve pastörizasyon işlemleri sırasında yüksek sıcaklıklarda oluşan enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklanmıştır. Sonuçlara göre A örneklerinin L^* değeri 17.42-24.86 aralığında değişim gösterirken, B örneklerinin L^* değeri 20.87-26.17 aralığında ve K örneklerinin L^* değeri ise 23.10-37.39 aralığında değişim göstermiştir. K örneklerinin L^* değer aralığının daha yüksek çıkması pastörizasyon işleminin uygulanmamış olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Örnek gruplarının a^* ve b^* değerleri incelendiğinde, A örneklerinin 3. ay depolama süresine kadar artış gösterirken, B ile K örneklerinin a^* ve b^* değerleri 2. ay depolama süresine kadar artış göstermiş daha sonra azalmaya başlamıştır. B örneklerinin diğer örneklerden daha yüksek oranda a^* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek b^* değeri ise A örneklerinde tespit edilmiştir. Örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 2).

Örneklerin ΔE , Kroma ve Hue açısı değerlerine bakıldığında, L^* , a^* ve b^* değerleriyle benzerlik gösterdiği görülmüş, her üç örnek grubunda da en yüksek ΔE değeri ilk yapılan renk analizinde, en düşük ΔE değeri 5. ay depolama süresi sonunda tespit edilmiştir. En yüksek Kroma ve Hue açısı değerleri ise A örneklerinde 3. ay depolama süresi sonunda, B ile K örneklerinde ise 2. ay depolama süresi sonunda belirlenmiştir.

Çizelge 2. Depolama boyunca kurutulmuş Trabzon hurmalarına ait meyve iç yüzeyi renk değerleri
Table 2. Color values of the inner surface of the fruit of persimmons dried during storage

| Trabzon Hurması Örnekleri | Depolama Süresi (Ay) | L^* | a^* | b^* | ΔE | Hue açısı | Kroma |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| A | 0 | 24.86±0.11 ^a | 11.21±0.02 ^d | 14.35±0.07 ^d | 0.35±0.00 ^a | 0.91±0.01 ^b | 18.21±0.04 ^d |
| | 1 | 24.50±0.27 ^b | 11.59±0.06 ^c | 15.11±0.05 ^c | 0.32±0.00 ^b | 0.92±0.00 ^a | 19.04±0.02 ^c |
| | 2 | 22.42±0.22 ^c | 11.90±0.06 ^b | 15.68±0.09 ^b | 0.18±0.00 ^e | 0.92±0.00 ^a | 19.68±0.08 ^b |
| | 3 | 20.64±0.24 ^d | 12.07±0.03 ^a | 15.77±0.06 ^a | 0.21±0.00 ^d | 0.92±0.00 ^a | 19.86±0.06 ^a |
| | 4 | 19.58±0.11 ^e | 7.39±0.07 ^e | 7.47±0.03 ^e | 0.30±0.00 ^c | 0.80±0.01 ^d | 10.51±0.03 ^e |
| | 5 | 17.42±0.14 ^f | 6.77±0.02 ^f | 6.93±0.05 ^f | 0.15±0.00 ^f | 0.80±0.00 ^c | 9.69±0.03 ^f |
| B | 0 | 26.17±0.09 ^a | 10.43±0.09 ^c | 11.86±0.09 ^d | 0.33±0.00 ^a | 0.86±0.01 ^{bc} | 15.64±0.05 ^d |
| | 1 | 26.12±0.09 ^a | 11.46±0.08 ^b | 12.42±0.01 ^c | 0.17±0.00 ^d | 0.83±0.00 ^c | 15.42±0.05 ^c |
| | 2 | 25.56±0.09 ^b | 12.65±0.09 ^a | 14.66±0.06 ^a | 0.21±0.00 ^c | 0.92±0.00 ^a | 19.36±0.10 ^a |
| | 3 | 23.85±0.08 ^c | 10.19±0.05 ^d | 12.81±0.06 ^b | 0.32±0.00 ^b | 0.90±0.00 ^{ab} | 16.37±0.07 ^b |
| | 4 | 22.84±0.02 ^d | 9.83±0.05 ^e | 11.16±0.07 ^a | 0.21±0.00 ^c | 0.85±0.01 ^c | 14.87±0.02 ^e |
| | 5 | 20.87±0.08 ^e | 9.51±0.08 ^f | 10.31±0.05 ^e | 0.14±0.00 ^d | 0.76±0.00 ^{bc} | 14.35±0.07 ^f |
| K | 0 | 37.39±0.07 ^a | 9.66±0.09 ^c | 12.56±0.09 ^c | 0.24±0.00 ^a | 0.80±0.01 ^b | 15.85±0.05 ^c |
| | 1 | 32.45±0.03 ^b | 10.27±0.07 ^b | 14.36±0.08 ^b | 0.10±0.00 ^c | 0.95±0.00 ^b | 16.75±0.10 ^b |
| | 2 | 30.71±0.06 ^c | 11.71±0.06 ^a | 14.97±0.01 ^a | 0.13±0.00 ^b | 0.92±0.00 ^c | 17.65±0.04 ^a |
| | 3 | 28.36±0.09 ^d | 6.58±0.10 ^e | 10.23±0.08 ^d | 0.16±0.00 ^b | 1.00±0.00 ^a | 12.17±0.12 ^d |
| | 4 | 25.18±0.09 ^e | 6.69±0.08 ^d | 10.26±0.10 ^d | 0.13±0.00 ^b | 1.02±0.01 ^a | 12.25±0.05 ^d |
| | 5 | 23.10±0.02 ^f | 5.88±0.11 ^f | 9.53±0.10 ^e | 0.10±0.00 ^c | 0.99±0.01 ^a | 11.20±0.09 ^e |

A: %80 kuru madde ve pastörize edilmiş örnek

B: %75 kuru madde ve pastörize edilmiş örnek

K: %80 kuru madde ve pastörize olmayan kontrol grubu

^{a-f}Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan test yöntemine göre örnekler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($P<0.05$).

Kroma değerinin azalması, rengin donuklaştığını ifade ederken, Hue açısı değerindeki azalma rengin kırmızıya yaklaştığını göstermiştir. Örneklerin ΔE , Kroma ve Hue açısı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ($P<0.05$), sonuçlar Çizelge 2'de gösterilmiştir. Koyuncu vd., (2005) Trabzon hurması meyvesinin iç yüzeyi rengine ait araştırma yapmış ve depolama süresi

boyunca meyve iç yüzeyi rengine ait L^* , Kroma ve Hue açısı değerlerinin genel olarak azaldığını tespit etmiştir. Renk değerlerindeki azalmanın meyve iç yüzeyi renginin depolama süresince matlaştığını ve parlaklığını kaybettiğini bulgulamıştır. Kurutulmuş Trabzon hurmalarının meyve dış yüzeyi renk analizi sonuçlarına bakıldığında depolama süresi boyunca genel olarak meyve iç yüzeyi rengine paralel olarak

L^* , a^* ve b^* değerlerinde azalma tespit edilmiştir. A ile K örneklerinde en yüksek değerler 0. ayda ölçülürken, en düşük değerler ise 5. ay depolama süresi sonunda bulunmuştur. B örneklerinde en yüksek L^* , a^* ve b^* değerleri 2. ay depolama süresi sonunda saptanmıştır. Örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 3). Yıldız-Akbulut (2021), farklı kurutma yöntemlerini kullanarak yaptığı çalışmada kurutulmuş Trabzon hurmalarının L^* değerlerini 41.25-59.23 arasında bulmuştur. Bu sonuç, çalışmamızdaki K örneklerinin renk değerlerine benzerlik göstermiştir. Eryol (2021), yaptığı çalışmada depolama süresi boyunca meyvelerde L^* değerinin azaldığını tespit etmiştir.

Kurutulmuş Trabzon hurmalarının ΔE , Kroma ve Hue açısı sonuçları değerlendirildiğinde her üç

örnek grubunda da en yüksek ΔE değeri 1. ay depolama süresi sonunda tespit edilmiştir. A, B ve K örnekleri için en yüksek ΔE değeri sırasıyla 0.35 ± 0.00 , 0.73 ± 0.00 ve 0.30 ± 0.00 olarak bulunmuştur. B örneklerinin diğer örneklerden daha yüksek oranda ΔE değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Örneklerin Kroma ve Hue açısı değerleri ise en düşük A ile K örneklerinde 5. ay depolama süresi sonunda bulunmuştur. B örneklerinde ise 4. ay depolama süresi sonunda tespit edilmiştir. Örneklerin ΔE , Kroma ve Hue açısı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ($P<0.05$), sonuçlar Çizelge 3'te gösterilmiştir. Shahkoomahally vd., (2015)'de yaptıkları çalışmada kroma değerlerinde düşüş tespit etmiş ve meyvenin turuncu-kırmızı renkte olduğunu belirtmişlerdir (Shahidi vd., 2015).

Çizelge 3. Depolama boyunca kurutulmuş Trabzon hurmalarına ait meyve dış yüzeyi renk değerleri

Table 3. Fruit outer surface color values of dried persimmons during storage

| Trabzon Hurması Örnekleri | Depolama Süresi (Ay) | L^* | a^* | b^* | ΔE | Hue açısı | Kroma |
|---------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| A | 0 | 19.77±0.05 ^a | 10.39±0.08 ^c | 7.44±0.09 ^{cd} | 0.15±0.00 ^d | 0.70±0.00 ^a | 9.51±0.11 ^c |
| | 1 | 19.52±0.09 ^c | 7.54±0.06 ^d | 5.35±0.11 ^d | 0.35±0.00 ^b | 0.62±0.01 ^d | 9.25±0.02 ^d |
| | 2 | 18.60±0.10 ^d | 8.42±0.09 ^b | 6.59±0.04 ^b | 0.14±0.00 ^e | 0.66±0.01 ^c | 10.69±0.07 ^b |
| | 3 | 19.61±0.07 ^b | 7.82±0.10 ^a | 5.41±0.06 ^a | 0.25±0.00 ^c | 0.62±0.01 ^d | 12.78±0.09 ^a |
| | 4 | 16.68±0.10 ^e | 6.75±0.08 ^e | 5.47±0.09 ^c | 0.56±0.00 ^a | 0.68±0.00 ^b | 8.68±0.11 ^e |
| | 5 | 16.58±0.04 ^f | 4.86±0.09 ^f | 4.06±0.03 ^e | 0.15±0.00 ^d | 0.60±0.01 ^e | 6.33±0.07 ^b |
| B | 0 | 22.41±0.03 ^c | 7.47±0.04 ^d | 4.30±0.05 ^e | 0.13±0.00 ^e | 0.58±0.01 ^d | 6.99±0.02 ^f |
| | 1 | 26.55±0.08 ^b | 6.24±0.06 ^e | 6.34±0.10 ^d | 0.73±0.00 ^a | 0.79±0.01 ^b | 8.90±0.10 ^d |
| | 2 | 26.62±0.06 ^a | 10.46±0.05 ^a | 10.28±0.11 ^a | 0.13±0.00 ^e | 0.89±0.01 ^a | 13.81±0.09 ^a |
| | 3 | 20.26±0.07 ^d | 8.25±0.07 ^c | 8.48±0.06 ^c | 0.72±0.00 ^b | 0.68±0.00 ^c | 13.18±0.08 ^c |
| | 4 | 17.17±0.10 ^b | 5.83±0.09 ^f | 3.85±0.03 ^f | 0.14±0.00 ^d | 0.52±0.01 ^e | 8.61±0.07 ^e |
| | 5 | 18.36±0.08 ^e | 9.79±0.02 ^b | 8.63±0.05 ^b | 0.47±0.00 ^c | 0.67±0.00 ^c | 13.47±0.02 ^b |
| K | 0 | 58.80±0.11 ^a | 4.64±0.11 ^a | 7.83±0.07 ^a | 0.07±0.00 ^d | 1.07±0.01 ^c | 9.11±0.00 ^a |
| | 1 | 57.71±0.05 ^b | 3.44±0.00 ^b | 6.01±0.02 ^b | 0.30±0.00 ^a | 1.05±0.00 ^d | 6.92±0.02 ^b |
| | 2 | 56.49±0.08 ^c | 2.97±0.01 ^c | 5.95±0.02 ^b | 0.06±0.00 ^e | 1.11±0.00 ^a | 6.65±0.02 ^c |
| | 3 | 55.25±0.01 ^d | 2.87±0.06 ^d | 4.91±0.05 ^c | 0.02±0.00 ^f | 1.04±0.01 ^e | 5.68±0.07 ^d |
| | 4 | 54.72±0.09 ^e | 2.35±0.11 ^e | 4.57±0.06 ^d | 0.11±0.00 ^c | 1.10±0.01 ^b | 5.14±0.10 ^e |
| | 5 | 53.73±0.04 ^f | 1.97±0.10 ^f | 3.57±0.03 ^e | 0.15±0.00 ^b | 1.04±0.01 ^e | 4.08±0.02 ^f |

A: %80 kuru madde ve pastörize edilmiş örnek

B: %75 kuru madde ve pastörize edilmiş örnek

K: %80 kuru madde ve pastörize olmayan kontrol grubu

^{a-d} Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan test yöntemine göre örnekler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($P<0.05$).

Su aktivitesi sonuçları değerlendirildiğinde başlangıçta A, B ve K örneklerinin değerleri sırasıyla 0.71 ± 0.00 , 0.74 ± 0.00 ve 0.71 ± 0.00 olarak bulunmuştur. Bu değerlerin güvenilir sınırın

üzerinde olması depolama süresi boyunca örneklerin mikrobiyolojik kalitesinde kayıplara sebep olmuştur. Örneklerle uygun ambalaj materyalinin ve depolama koşulunun seçimi ile bu olumsuzluğun bertaraf edilebileceği düşünülmektedir. 5 aylık depolama boyunca su

aktivitesi azalmış ve en düşük su aktivitesi değeri 5. ay depolama süresi sonunda tespit edilmiştir. En düşük su aktivitesi değeri K örneklerinde saptanmıştır. Sonuçlar Çizelge 4'te gösterilmiş, değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0.05). Yıldız-Akbulut (2021), yaptığı çalışmada farklı kurutma yöntemlerini kullanarak Trabzon hurmalarını kurutmuş ve su aktivitesi değerlerini 0.7 ile 0.8 arasında bulmuştur. Depolama süresinin Trabzon hurmalarının PH değeri üzerine etkisi araştırıldığında PH değerinde dalgalanmalarla birlikte başlangıca göre artış

saptanmıştır (Çizelge 4). Trabzon hurması örneklerinin PH değeri değişimi üzerinde yapılan uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0.05). Her üç örnek grubunda da en düşük PH değeri 1. ay depolama süresi sonunda tespit edilirken en düşük PH değeri 5. ay depolama süresi sonunda bulunmuştur. Koyuncu vd., (2005) yaptıkları çalışmada, farklı çeşit Trabzon hurmalarının depolama boyunca PH değişimlerini incelemiş ve PH değerlerini 5 ile 6 arasında bulmuştur. Depolama süresi boyunca PH değerinin azaldığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4. Depolama boyunca kurutulmuş Trabzon hurmalarına ait PH ve su aktivitesi değerleri
Table 4. PH and water activity values of dried persimmons during storage

| Trabzon Hurması Örnekleri | Depolama Süresi (Ay) | PH | a _w |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| A | 0 | 5.18±0.02 ^c | 0.70±0.00 ^a |
| | 1 | 4.88±0.01 ^f | 0.70±0.00 ^b |
| | 2 | 5.00±0.01 ^e | 0.68±0.00 ^d |
| | 3 | 5.19±0.00 ^b | 0.67±0.00 ^e |
| | 4 | 5.13±0.01 ^d | 0.69±0.00 ^c |
| | 5 | 5.23±0.02 ^a | 0.65±0.00 ^f |
| B | 0 | 5.36±0.04 ^b | 0.73±0.00 ^a |
| | 1 | 4.91±0.02 ^c | 0.72±0.01 ^b |
| | 2 | 5.02±0.04 ^c | 0.72±0.00 ^b |
| | 3 | 5.45±0.05 ^b | 0.72±0.00 ^b |
| | 4 | 4.97±0.02 ^c | 0.71±0.00 ^c |
| | 5 | 5.66±0.03 ^a | 0.68±0.01 ^d |
| K | 0 | 5.26±0.05 ^d | 0.71±0.00 ^a |
| | 1 | 5.06±0.05 ^e | 0.66±0.02 ^c |
| | 2 | 5.58±0.01 ^c | 0.71±0.01 ^a |
| | 3 | 5.84±0.08 ^b | 0.69±0.01 ^b |
| | 4 | 5.59±0.05 ^c | 0.67±0.00 ^c |
| | 5 | 5.90±0.05 ^a | 0.61±0.01 ^d |

A: %80 kuru madde ve pastörize edilmiş örnek

B: %75 kuru madde ve pastörize edilmiş örnek

K: %80 kuru madde ve pastörize olmayan kontrol grubu

^{a-f} Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan test yöntemine göre örnekler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P <0.05).

Sonuç

Subtropik bir meyve olan Trabzon hurması, özellikle Akdeniz, Karadeniz, Marmara bölgesinde Eylül-Aralık ayları boyunca hasat edilen ve içerdiği besin değerleri sayesinde geleceğin meyvesi olarak tanımlanan meyve türlerinden biridir. Buruk bir tada sahip olan Trabzon hurmalarının raf ömrünü ve pazarlama süresini uzatmak için hasattan sonra meyveler kurutulmakta ve piyasada sunulmaktadır. Bu çalışma kapsamında piyasaya sunulan Trabzon hurmalarına pastörizasyon işlemi ile raf ömrünün uzatılması amaçlanırken ısı işlemin kalite üzerine etkileri de belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca ürün kalitesindeki fiziksel ve kimyasal değişimler

belirlenmiştir. Bu kapsamda depolama boyunca toplam fenolik madde miktarının önce arttığı daha sonra azaldığı tespit edilmiş ve en düşük toplam fenolik madde miktarı bütün örnek gruplarında depolamanın 5. ayında ölçülmüştür. Toplam karotenoid miktarı ise depolama boyunca değişim göstermekle birlikte, kontrol örneklerinin depolama sonunda en düşük toplam karotenoid miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Meyve iç yüzeyi ve meyve dış yüzeyi renk analizleri sonuçları değerlendirildiğinde L* değerinin depolama süresince azaldığı ve uygulanan kurutma ile pastörizasyon işlemlerinin parlaklık değerini azalttığı tespit edilmiştir. Örneklerin su aktivitesi

değerleri 0.6'nın üstünde bulunmuştur ve depolama boyunca üründe meydana gelen nem kaybına bağlı olarak azalmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde uygulanan pastörizasyon işleminin kontrol örneklerine göre ürünlerin kalitesinde olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. Farklı son nem içeriğine sahip örneklerin kalitesinin belirlenmesinde mikrobiyolojik ve duyu analizlerin de daha sonraki çalışmalarda yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Araştırmamız kapsamında bize katkı sağlayarak, çalışmamıza ürünleri ile destek veren Gaia Food Gıda ve Tarım Ürünleri Nakliye Soğuk Hava Deposu Dış Ticaret Limited Şirket'e destekleri için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of The AOAC, Volume 2 (No. Ed. 15), Association of Official Analytical Chemists Inc.

Bilek SE, (2010). The Effects Of Time, Temperature, Solvent: Solid Ratio And Solvent Composition On Extraction Of Total Phenolic Compound From Dried Olive (*Olea Europaea* L.) Leaves. *GIDA J. Food*, 35, 411-416.

Bölek S, Obuz E, (2014). Quality Characteristics Of Trabzon Persimmon Dried At Several Temperatures And Pretreated By Different Methods, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38: 242-249.

Butt MS, Sultan MT, Aziz M, Naz A, Ahmed W, Kumar N, Imren M, (2015). Persimmon (*Diospyros kaki*) Fruit: Hidden Phytochemicals And Health Claims, *EXCLI J.* 14, 542-561.

Cemeroğlu B, (2010). Gıda Analizleri. Bizim Grup Basımevi. Ankara.

Çelen S, (2019). Effect Of Microwave Drying On The Drying Characteristics, Color, Microstructure, And Thermal Properties Of Trabzon Persimmon. *Foods*, 8(2), 84.

Eryol B, (2021). Trabzon Hurması Meyvesinde Hasat Sonrası Kaplama Uygulamalarının Fizyolojik Bozulmalara ve Muhafaza Ömrüne Etkisinin Belirlenmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye.*

Islam T, Yu X, Badwal TS, Xu B, (2017): Comparative Studies On Phenolic Profiles, Antioxidant Capacities And Carotenoid Contents Of Red Goji Berry (*Lycium barbarum*) And Black Goji Berry (*Lycium ruthenicum*). *Chemistry Central Journal*, 11(1), 1-8.

Karakasova L, Babanovska-Milenkovska F, Lazov M, Karakasov B, Stojanova M, (2013). Quality Properties Of Solar Dried Persimmon (*Diospyros kaki*). *J. Hygienic Eng. Des*, 4, 54-59.

Khademi O, Farrokhzad Y, Khangholi S, (2019). Impact Of Different Pre-Treatments And Drying Methods On Quality And Antioxidant Properties Of Dried Persimmon (*Diospyros kaki*) Slices. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 6(2), 137-150.

Koyuncu MA, Savran E, Dilmaçunal T, Kepenek K, Cangi R, Çağatay Ö, (2005). Bazı Trabzon Hurması Çeşitlerinin Soğukta Depolanması. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 15-23. Llácer G, Badenes ML, (2002). Persimmon Production and Market. *First Mediterranean Sympo-Sium On Persimmon*, 9-21.

Matheus JRV, Andrade CJD, Miyahira RF, Fai AEC, (2022). Persimmon (*Diospyros kaki*): Chemical Properties, Bioactive Compounds And Potential Use In The Development Of New Products-A Review. *Food Reviews International*, 38(4), 384-401.

Shahidi F, Ambigaipalan P, (2015). Phenolics And Polyphenolics In Foods, Beverages And Spices: Antioxidant Activity And Health Effects. *Journal of Functional Foods*, 18, 820-897.

Shahkoomahally S, Ramezani A, Farahnaky A, (2015). Postharvest nitric oxide treatment of persimmon improves fruit quality during storage. *Fruits*, 63-68.

Tülek Y, Demiray E, (2014). Sıcak Hava Kurutma Yönteminde Farklı Sıcaklık ve Ön İşlemlerin Trabzon Hurmasının Renk ve Kuruma Karakteristiklerine Etkisi. *Journal of Agricultural Sciences*, 20(1), 27-37.

Yakushiji H, Nakatsuka A, (2007). Recent Persimmon Research In Japan. *Jpn. J. Plant Sci*, 1(2), 42-62.

Yıldız-Akbulut E, (2021). Farklı Koşullarda Kurutulan Trabzon Hurması (*Diospyros kaki*) ve Kivi (*Actinidia deliciosa*)'nin Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyon.*