



# Depolama sıcaklığı, depolama süresi ve zeytinyağı ilavesinin pul kırmızıbiberin bazı özellikleri üzerine etkisi

## *The effect of storage temperature, storage time and olive oil on the some properties of red pepper flakes*

Esra ÇETİNER<sup>1</sup>, Mehmet Şükrü KARAKUŞ<sup>2,5</sup>, Aziz KORKMAZ<sup>3</sup>, Ahmet Ferit ATASOY<sup>4,5</sup>

<sup>1,2,4</sup>Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

<sup>3</sup>Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mardin

<sup>5</sup>Harran Üniversitesi, Biber ve İsoot Uygulama ve Araştırma Merkezi, Şanlıurfa

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8845-4098>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-1805-8206>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-5221-6722>; <sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-3390-1177>

### To cite this article:

Çetiner, E., Karakuş, M.Ş., Korkmaz, A., & Atasoy, A.F. (2022). Depolama sıcaklığı, depolama süresi ve zeytinyağı ilavesinin pul kırmızıbiberin bazı özellikleri üzerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 538-548.  
DOI:10.29050/harranziraat.1136959

\*Address for Correspondence:  
Ahmet Ferit ATASOY  
e-mail:  
fatasoy@harran.edu.tr

### Received Date:

28.06.2022

### Accepted Date:

27.08.2022

© Co  
pyright 2018 by Harran University  
Faculty of Agriculture. Available on-  
line at  
[www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ÖZ

Bu çalışmada, geleneksel yöntemlerle üretilen pul kırmızıbiberlerin pH, titrasyon asitliği ve renk değerlerine (L\*, a\*, b\*, C\* ve h°) depolama sıcaklığı, depolama süresi ve zeytinyağı ilavesinin etkileri araştırılmıştır. Depolama sıcaklığı pul kırmızıbiberlerin pH, titrasyon asitliği, L\*, a\*, b\* ve C\* değerleri üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur (P<0.001). Pul kırmızıbiberlerin pH, titrasyon asitliği, L\*, a\*, b\*, C\* ve h° değerleri üzerine depolama süresinin çok önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.001). Zeytinyağı ilavesi, pul kırmızıbiberlerin titrasyon asitliği, L\*, b\*, C\* ve h° değerleri üzerine P<0.001 düzeyinde etkili olmuştur. Çalışma sonuçları, pul kırmızıbiberlerin renk kalitesini artırmak amacıyla zeytinyağının ilave edilebileceğini göstermektedir. Ayrıca renk kalitesinin uzun süre korunabilmesi içinde +4 °C'de depolanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Pul kırmızıbiber, Renk özellikleri, Depolama sıcaklığı, Depolama süresi, Zeytinyağı ilavesi

### ABSTRACT

In this study, the effects of storage temperature, storage time olive oil addition on moisture, pH, titration acidity and color values (L\*, a\*, b\*, C\* and h°) of red pepper flakes produced by traditional methods were investigated. The effect of storage temperature on pH, titration acidity, L\*, a\*, b\* and C\* values of red pepper flakes was found to be very significant (P<0.001). The influence of storage time on pH, titration acidity, L\*, a\*, b\* and C\* values of red pepper flakes was determined to be very significant (P<0.001). The olive oil addition had an effect on the titration acidity, L\*, b\*, C\* and h° values of red pepper flakes (P<0.001). In conclusion, olive oil can be added to improve the color quality of red pepper flakes. In addition, it should be stored at +4 °C in order to preserve the color quality for a long time.

**Key Words:** Red pepper flakes, Color properties, Storage temperature, Storage time, Olive oil addition

### Giriş

Şekil, boyut, renk, tat-aroma gibi özellikleri nedeniyle geniş bir çeşitliliğe sahip olan biberin otuzdan fazla türü bulunmaktadır. Kırmızıbiber

(*Capsicum annuum*), gıdalara kazandırdığı çeşni ve renk nedeniyle dünyanın birçok yerinde yetiştirilmekte ve tüketilmektedir (Jung ve ark., 2015). Dünya genelinde ticari olarak en çok yetiştirilen ve tüketilen *Capsicum annuum* türüdür

(Wang ve Bosland, 2006; Ardiç ve ark., 2008; Bosland, 2010). Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde yetiştirilen kırmızıbiberler taze, kurutulmuş, salça ve sos olmak üzere farklı şekillerde tüketilebilmektedir. Ancak kırmızıbiberin en yaygın kullanım şekli kurutulmuş haliyle baharat olarak kullanılmasıdır.

Türk Gıda Kodeksi baharat tebliğinde pul kırmızıbiber; *Capsicum* (*Solanaceae*) cinsi bitkilerin tam olgunlaşmış meyvelerin kurutulmasıyla farklı boyutlarda pul şeklinde öğütülmesi ve sonrasında bitkisel sıvı yağ ve tuz ilavesi sonucu elde edilen baharat olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2013). Pul kırmızıbiberin dünya çapında tercih edilmesinde sahip olduğu acılık ve renk temel rol oynamaktadır (Lee ve ark., 2004). Biberler, olgunlaşmamış dönemlerde yeşil renge sahipken, olgunlaştıktan sonra renkleri kırmızıya dönüşmektedir. Olgunlaşmayla birlikte yeşil renkli pigmentlerin miktarları azalmakta, kırmızı renk pigmentlerinin miktarı ise artmaktadır. Kırmızıbiberlerin karakteristik kırmızı rengi de karotenoid denilen bu pigmentlerden ileri gelmektedir (Giuffrida ve ark., 2013).

Gıdaların duyu özellikleri üzerinde önemli bir yere sahip olan renk özelliği, tüketici tercihinde önemli rol oynamaktadır. Bir ürünün ticari kalitesinin belirlenmesinde ve tüketiciler tarafından tercih edilmesinde renk özelliği önemli bir rol oynamaktadır (Nieto-Sandoval ve ark., 1999; Vega-Galvez ve ark., 2009). Bu yüzden kırmızıbiberlerin kalite kriterlerinin üretim sonrası süreçte muhafaza edilmesi gerekmektedir. Pul kırmızıbiberler yılın belirli döneminde üretilip yıl boyunca tüketildiğinden dolayı, depolama sıcaklığı ve süresinin pul biberlerin kalitesi üzerine önemli etkileri bulunmaktadır. Ayrıca pul kırmızıbiberlere renk ve tat vermek için zeytinyağı eklenmektedir. Zeytinyağı evlerde kullanılacak pul kırmızıbiberlerin bir kısmına ilave edilmektedir. Ancak endüstriyel üretimde standart bir metot uygulandığından dolayı baharatlar tek seferde

yağla muamele edilmektedir.

Geleneksel yöntemle üretilen pul kırmızıbiberlerin renk kalitesi üzerine zeytinyağı ilavesi ve depolama kriterlerinin etkisine dair herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, çalışmada geleneksel yöntemle üretilen pul kırmızıbiber baharatlarına zeytinyağı ilavesi, depolama sıcaklığı ve süresinin renk özellikleri üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

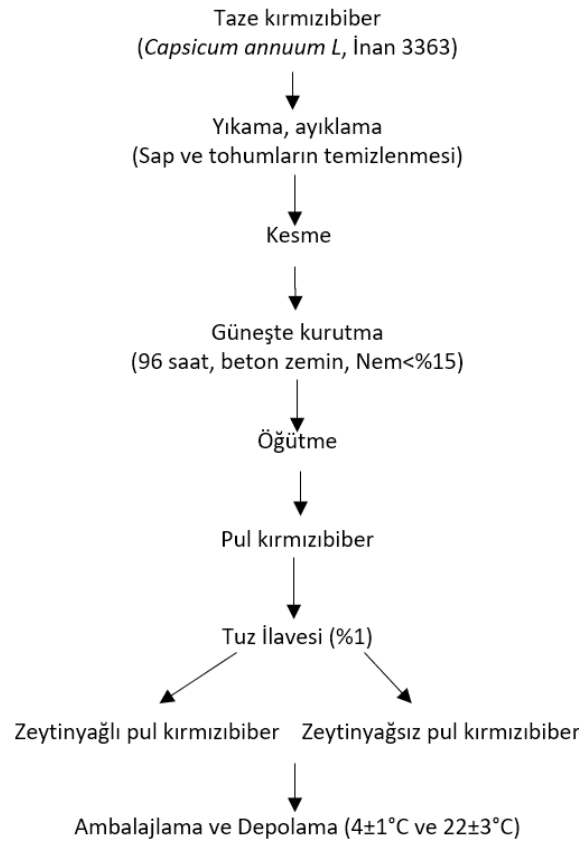
### Materyal

Bu çalışmada, Şanlıurfa'da üretilen *Capsicum annuum* L. (İnan 3363) çeşidi taze kırmızıbiberler materyal olarak kullanılmıştır. Zeytinyağı (Kristal, Türkiye) ve kaya tuzu (İbo Tuz, Türkiye) yerel bir marketten alınmıştır.

### Yöntem

#### Pul kırmızıbiber üretimi

Sap ve tohumlarından temizlenen taze biberler el yardımıyla 2-3 kısıma ayrılmıştır. Parçalanmış biberlerin etli kısımları dışa bakacak şekilde temiz bir beton üzerine yayılarak kurutulması sağlanmıştır. Biberlerin nem oranı <math><15\%</math> olunca (96 saat), kurutma işlemine son verilmiştir. Kurutulan biberler değirmende öğütüldükten sonra biberlere ağırlıkça %1 oranında tuz ilave edilmiştir. İki kısma ayrılan pul kırmızıbiberlerin yarısına %10 (ağırlık/hacim) oranında zeytinyağı eklenmiştir. Zeytinyağlı ve zeytinyağsız pul kırmızıbiber örnekleri iki katlı polietilen (düşük yoğunluklu) torba ambalaj malzemesi ile ambalajlanarak  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  ve  $22\pm 3^{\circ}\text{C}$  (A: zeytinyağlı  $22\pm 3^{\circ}\text{C}$ 'de depolama; B:zeytinyağlı  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolama; C: zeytinyağsız  $22\pm 3^{\circ}\text{C}$ 'de depolama; D: zeytinyağsız  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolama) 12 ay boyunca depolanmış ve depolamanın 0., 3., 6., 9. ve 12. aylarında analizler gerçekleştirilmiştir. Pul kırmızıbiberlerin üretim akım şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Pul kırmızıbiber üretim akım şeması  
Figure 1. Production flow chart of red pepper flakes

#### Pul kırmızıbiberlerde yapılan analizler

Nem tayini (AOAC, 2005)'e göre, toplam titrasyon asitliği ve pH tayini ise Serrano ve ark. (2010) tarafından belirlenen yöntemlere göre yapılmıştır. Örneklerin L\* (beyaz-parlak), a\* (kırmızı-yeşil), b\* (sarı-mavi), C\* (kroma) ve h° (ton açısı) değerleri chroma metre ile belirlenmiştir (Nieto-Sandoval ve ark., 1999).

#### İstatistiksel analizler

Minitab16 paket programı kullanılarak varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Gruplar arasındaki önemlilik Tukey testi ile belirlenmiştir. Araştırma iki (n=2) tekerrürlü yürütülmüştür.

#### Araştırma Bulguları ve Tartışma

Üretimde kullanılan taze kırmızıbiberlere ait özellikler Çizelge 1.'de gösterilmiştir.

Yapılan çalışmada taze kırmızıbiberin nem oranı %90.74 olarak belirlenmiştir. Taze kırmızıbiber üzerine yapılan çalışmalarda nem oranları %90.02, %91.25 ve %90.49 olarak bulunmuştur (Kuşçu, 2002; Daghan, 2015;

Korkmaz, 2016). Çalışmada elde edilen nem oranının önceki çalışmalardan yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Taze kırmızıbiberlere ait özellikler  
Table 1. Properties of fresh red peppers

Analizler Analyzes	Taze kırmızıbiber Fresh red pepper
Nem (%) Moisture (%)	90.74±0.12
pH	2.46±0.10
Titrasyon Asitliği (%sitrik asit) Titratable acidity (citric acid %)	0.159±0.08
L*	34.35±0.03
a*	34.53±0.02
b*	29.81±0.03
C*	28.78±0.04
h°	34.94±0.06

Taze kırmızıbiber örneklerinde pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 2.46 ve %0.159 (sitrik asit) bulunmuştur. Taze kırmızıbiber üzerine yapılan bir çalışmada pH değeri 5.22 olarak belirlenmiştir (Rico ve ark., 2010). Taze biberlerin pH ve titrasyon değerleri üzerine yapılan başka bir

çalışmada ise pH değerinin 5.21 ve titrasyon asitliği değerinin ise %0.18 (sitrik asit) olduğu bulunmuştur (Ozgur ve ark., 2011). Taze kırmızıbiber örneklerinde pH değeri ve titrasyon asitliğiyle ilgili sonuçların önceki çalışmalarda verilerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu durumun, biber çeşidi ve olgunluk düzeyinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Örneklerin renk değerleri incelendiğinde L\*, a\*, b\*, C\* ve h° değerleri sırasıyla 34.35, 34.53, 29.81, 28,78 ve 34.94 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen renk değerlerinin Rico ve ark., (2010), Arslan ve Özcan (2011) ve Korkmaz (2016)

tarafından yapılan çalışmalarda belirlenen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın biber çeşidi, su aktivitesi ve nem oranı gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Taze kırmızıbiberler üzerine yapılan çalışmalarda renk özelliklerinin biberin çeşidine göre değişebildiği bildirilmiştir (Gómez-Ladrón de Guevara ve ark., 1996; Topuz ve ark., 2009).

Depolama boyunca pul kırmızıbiberlerin nem oranlarında meydana gelen değişimler Şekil 2'de verilmiş ve varyans analiz sonuçları ise Çizelge 2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Pul kırmızıbiberlere ait varyans analizi sonuçları

Table 2. Variance analysis results of red pepper flakes

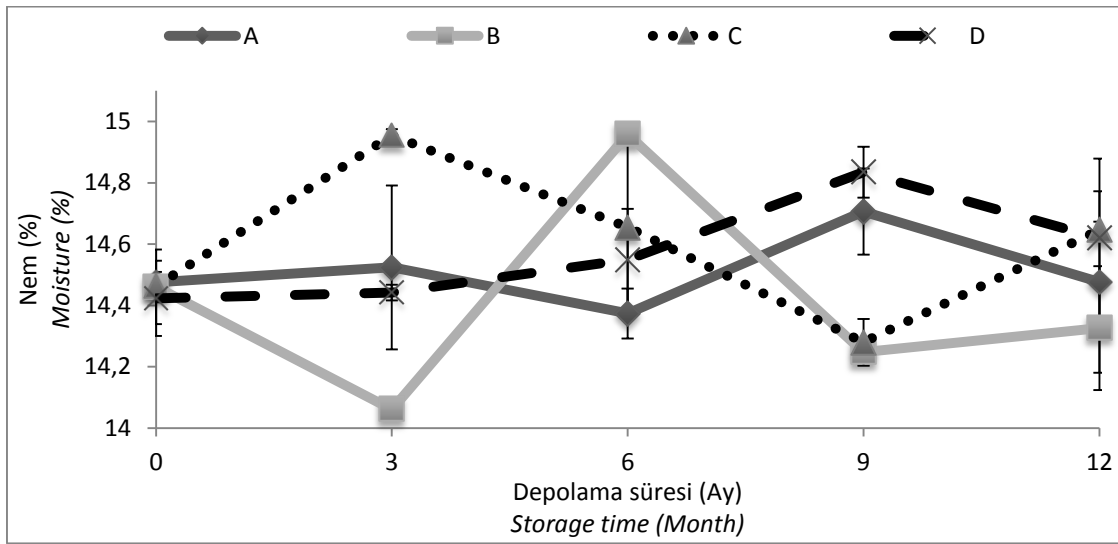
Varyasyon kaynakları <i>Variation sources</i>	Zeytinyağı ilavesi <i>Olive oil addition</i>	Depolama sıcaklığı <i>Storage temperature</i>	Depolama süresi <i>Storage time</i>	Zi x DS <i>AO x ST</i>	Zi x DZ <i>AO x SD</i>	DS x DZ <i>ST x SD</i>	Zi x DS x DZ <i>AO x ST x SD</i>
Nem (%) <i>Moisture (%)</i>	0.073	0.354	0.543	0.582	0.191	0.034*	0.012*
pH <i>pH</i>	0.385	0.000***	0.000***	0.491	0.983	0.000***	0.761
TA (% SA) <i>TA (CA %)</i>	0.000***	0.000***	0.000***	0.001***	0.049**	0.000***	0.240
L*	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.014*	0.000***	0.008**
a*	0.241	0.000***	0.000***	0.138	0.437	0.000***	0.539
b*	0.000***	0.000***	0.000***	0.002**	0.002**	0.006**	0.045*
C*	0.000***	0.000***	0.000***	0.009**	0.008**	0.003**	0.138
h°	0.000***	0.193	0.000***	0.003**	0.000***	0.000***	0.002**

(\*: P<0.05 düzeyde önemli, \*\*: P<0.01 düzeyde önemli, \*\*\*: P<0.001 düzeyde önemli, P>0.05 önemsiz) TA: titrasyon asitliği; SA: sitrik asit; Zi: zeytinyağı ilavesi; DS: depolama sıcaklığı; DZ: depolama süresi

TA: titratable acidity; CA: citric acid; AO: olive oil addition; ST: storage temperature; SD: storage time

Pul kırmızıbiberlere ilave edilen zeytinyağının nem değerleri üzerine etkisinin olmadığı ve depolama süresi boyunca örneklerin nem değerlerinin değişmediği belirlenmiştir. Depolama sıcaklığı, depolama süresi ve zeytinyağı ilavesinin pul kırmızıbiberlerin nem değerlerini etkilemediği tespit edilmiştir (P>0.05). Ancak DSxDZ ve Zi x DS x DZ interaksiyonlarının nem değerleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır (P<0.05) (Çizelge 2). Taze biberde %90.74 olan nem içeriğinin güneşte kurutma süresince dehidrasyona bağlı olarak hızlıca azaldığı ve pul kırmızıbiber örneklerinin nem değerlerinin %14.42-14.47 olduğu, depolamanın sonunda ise %14.33-14.65 arasında değiştiği saptanmıştır (Şekil 2). Taze kırmızıbiberlerin güneşte

kurutulmasıyla pul bibere dönüşümlerinde son ürünün nem oranı, üretilen kırmızıbiberin yapısı (toz veya pul) kurutulan biberin çeşidi, kurutma koşulları (sıcaklık, bağıl nem ve süre) ve yasal standartlar gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Doymaz, 1998; Kim ve ark., 2002; Kooli ve ark., 2007). Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliğine (2013/12) göre nem oranı %15'in altında belirtilmiştir (Anonim, 2013). Tüm örnekler için nem değerlerinin Türk Gıda Kodeksine uyduğu belirlenmiştir. Pul kırmızıbiberler üzerine yapılan çalışmalarda nem miktarlarının %14.65-14.94 ve %13.41-14.31 arasında olduğu bildirilmiştir (Atasoy ve ark., 2016; Korkmaz ve ark., 2016).

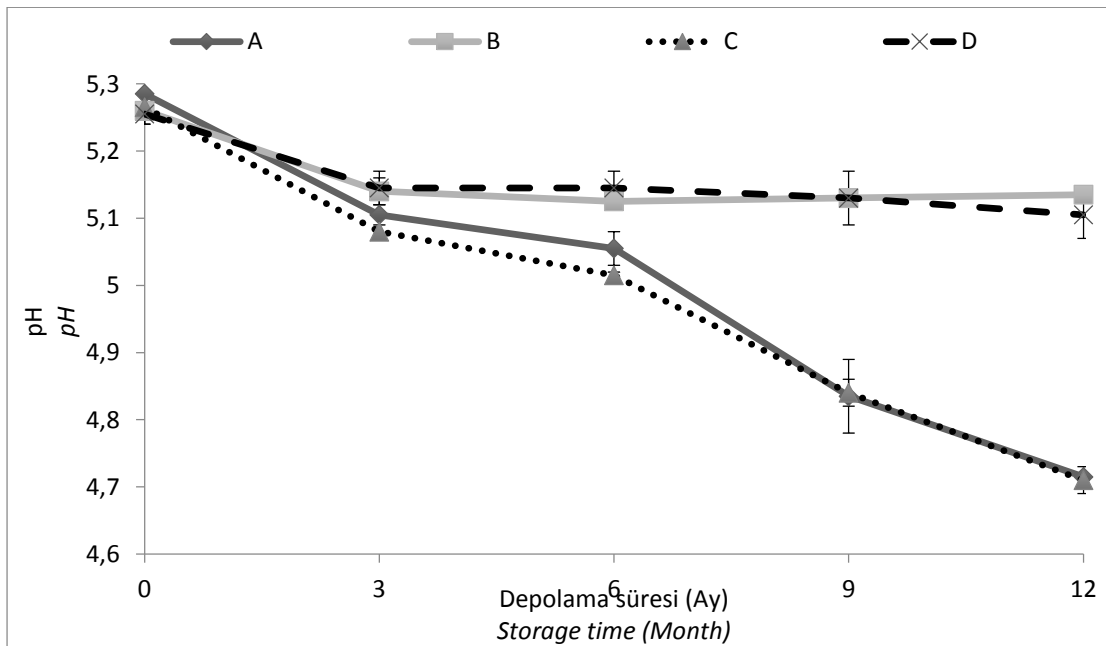


Şekil 2. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin nem değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22±3 °C’de depolama; B:zeytinyağlı 4±1 °C’de depolama; C: zeytinyağsız 22±3 °C’de depolama; D: zeytinyağsız 4±1 °C’de depolama)

Figure 2. Changes in moisture values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22±3 °C; B: Storage with olive oil at 4±1 °C; C: Storage without olive oil at 22±3 °C; D: Storage without olive oil at 4±1 °C)

Depolama süresi pH değerine  $P<0.001$  düzeyinde etkili olmuştur. Ayrıca, pul kırmızıbiberlerin pH değerlerinin depolama süresi boyunca azaldığı belirlenmiştir ( $P<0.05$ ) (Şekil 3). Bu durumun nedeninin mikroorganizmaların faaliyetleri sonucu şekerli bileşiklerin parçalanmasıyla organik asitlerin oluşmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Atasoy ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada pul kırmızıbiberlerin pH değerlerinin depolama boyunca azaldığını bildirmişlerdir. pH değerleri üzerine DS  $P<0.001$

düzeyinde etkili bulunmuştur. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen örneklerin pH değerleri oda sıcaklığında muhafaza edilen pul kırmızıbiber örneklerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun nedeninin mikroorganizmaların düşük sıcaklıkta gelişiminin yavaşlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca DSxDZ interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Ancak Zİ, ZİxDZ, ZİxDZ ile ZİxDZxDZ’nin pH üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $P>0.05$ ).

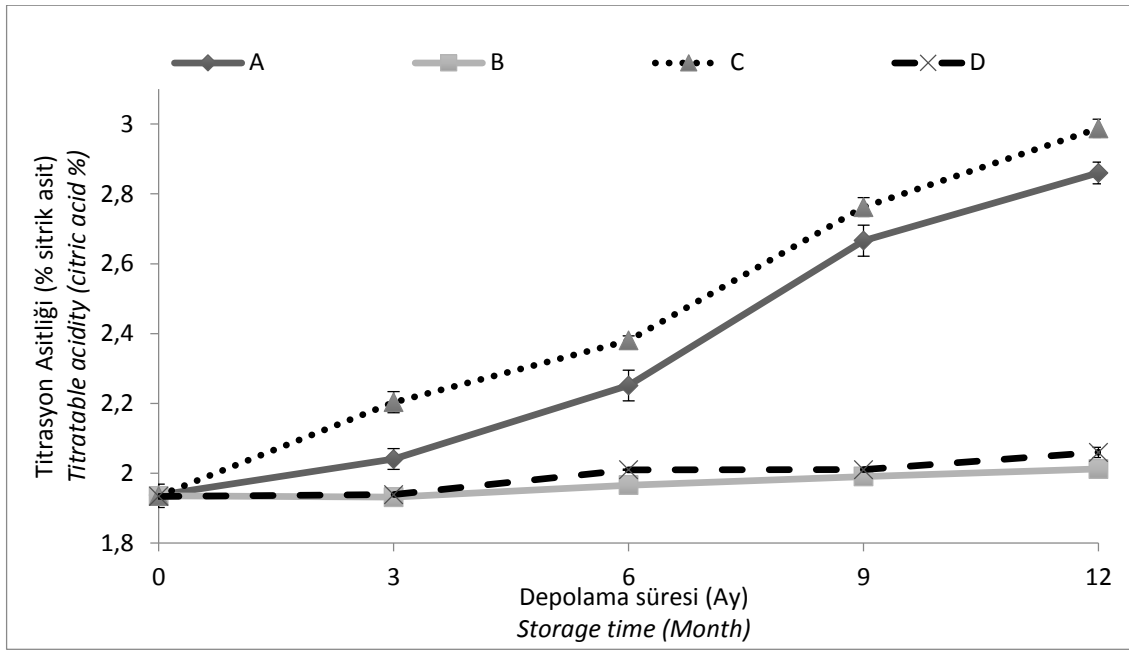


Şekil 3. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin pH değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22±3 °C’de depolama; B:zeytinyağlı 4±1 °C’de depolama; C: zeytinyağsız 22±3 °C’de depolama; D: zeytinyağsız 4±1 °C’de depolama)

Figure 3. Changes in pH values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22±3 °C; B: Storage with olive oil at 4±1 °C; C: Storage without olive oil at 22±3 °C; D: Storage without olive oil at 4±1 °C)

Pul kırmızıbiberlere ilave edilen Zİ, DS ve DZ titrasyon asitliği üzerine  $P<0.001$  düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca DSxDZ ve ZİxDZ interaksyonları  $P<0.001$ , ZİxDZ interaksyonu  $P<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Pul kırmızıbiber örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin depolama süresi boyunca arttığı belirlenmiştir ( $P<0.05$ ) (Şekil 4). Titrasyon asitliğindeki değişimlerin mikroorganizmaların şekerli bileşikleri parçalaması sonucunda oluşan organik asit miktarının artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Organik asit miktarının

artmasına bağlı olarak titrasyon asitliği yükselmekte buna karşılık pH değeri düşüş göstermektedir (Korkmaz, 2016). Toontom ve ark. (2012), güneşte kurutulmuş kırmızıbiberlerin titrasyon asitliklerinin mikrobiyal bulaşmaya bağlı olarak yükselebileceğini bildirmiştir. Ayrıca çalışmamızda elde edilen değerler, Korkmaz (2016) tarafından çalışma sonuçlarıyla paralellik gösterdiği saptanmıştır. Ancak, ZİxDSDZ interaksyonunun titrasyon asitliğine etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ( $P>0.05$ ).

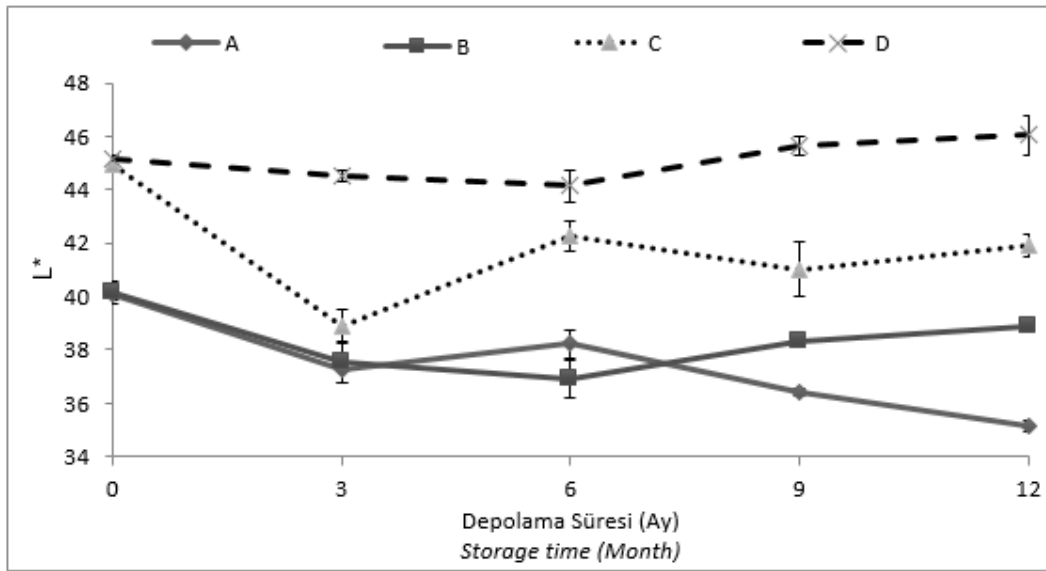


Şekil 4. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin titrasyon asitliği değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı  $22\pm3$  °C'de depolama; B: zeytinyağlı  $4\pm1$  °C'de depolama; C: zeytinyağsız  $22\pm3$  °C'de depolama; D: zeytinyağsız  $4\pm1$  °C'de depolama)

Figure 4. Changes in titratable acidity values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at  $22\pm3$  °C; B: Storage with olive oil at  $4\pm1$  °C; C: Storage without olive oil at  $22\pm3$  °C; D: Storage without olive oil at  $4\pm1$  °C)

Pul kırmızıbiberlerin  $L^*$  değerleri depolamanın başında 40.05-45.12, depolamanın sonunda 35.18-46.05 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 5). Zeytinyağı ilaveli örneklerin  $L^*$  renk değerlerinin zeytinyağsız pul kırmızıbiber örneklerinden düşük bulunmuştur. Zeytinyağı ilavesi pul kırmızıbiberlerin  $L^*$  değeri üzerine  $P<0.001$  düzeyinde etkili olmuştur. Bu durumun nedeninin yağın pul kırmızıbiberler tarafından emilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. İnanç (2003), yaptığı çalışmada bazı bitkisel yağların pul kırmızıbiberlerin  $L^*$  değerlerinde artış ve azalışlar olduğunu belirtmiştir. Depolama sonunda pul

kırmızıbiberlerin  $L^*$  değerinin azaldığı belirlenmiştir. Bu durumun maillard reaksiyonları tarafından oluşturulan kahverengi renk pigmentlerinin konsantrasyonundan kaynaklandığı bildirilmiştir (Korkmaz ve ark., 2020). DS ve DZ'nin de pul kırmızıbiberler üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Atasoy ve ark., (2016), biber baharatları üzerine yaptıkları araştırmada örneklerin  $L^*$  değerlerinin depolama boyunca azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, pul kırmızıbiberlerin  $L^*$  değerini ZİxDZ, DSxDZ interaksyonu  $P<0.001$ , ZİxDZ interaksyonu  $P<0.05$ , ZİxDSDZ interaksyonu ise  $P<0.01$  düzeyinde etkilemiştir.

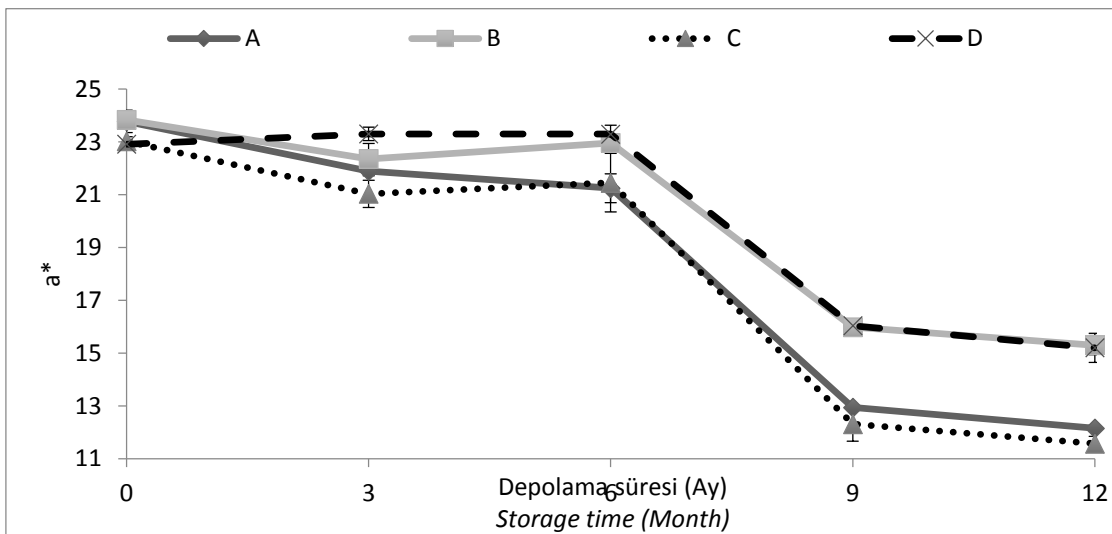


Şekil 5. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin L\* değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22±3 °C’de depolama; B:zeytinyağlı 4±1 °C’de depolama; C: zeytinyağsız 22±3 °C’de depolama; D: zeytinyağsız 4±1 °C’de depolama)

Figure 5. Changes in L\* values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22±3 °C; B: Storage with olive oil at 4±1 °C; C: Storage without olive oil at 22±3 °C; D: Storage without olive oil at 4±1 °C)

Pul kırmızıbiber örneklerinin a\* değeri üzerine depolama süresi P<0.001 düzeyinde etkili olmuş ve depolama boyunca a\* değerlerinde azalma tespit edilmiştir (P<0.05) (Şekil 6). Bu durumun, enzimatik olmayan reaksiyonlardan, klorofil ve diğer pigmentlerin ayrışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İnanç (2003), bazı bitkisel yağların pul kırmızıbiberlere etkisini araştırdığı çalışmada a\* değerlerinde azalma olduğunu saptamıştır. Korkmaz (2016) ve Atasoy ve ark., (2016), pul kırmızıbiberler üzerine yaptıkları çalışmalarda benzer şekilde a\* değerinin depolama süresi boyunca azaldığını

belirtmişlerdir. Oda sıcaklığında muhafaza edilen örneklerin a\* değerleri buzdolabı sıcaklığında depolanan pul kırmızıbiber örneklerinden düşük bulunmuştur. DS ve DSxDZ interaksiyonu pul kırmızıbiberlerin a\* değeri üzerine P<0.001 düzeyinde etkili olmuştur. Bu durumun nedeninin, yüksek sıcaklığa bağlı olarak kırmızı renk tonlarının azalmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Benzer sonuçlar, Rico ve ark., (2010) tarafından da saptanmıştır. Buna rağmen Zİ, ZİxDZ, ZİxDZ ve ZİxDZxDZ interaksiyonlarının a\* değeri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

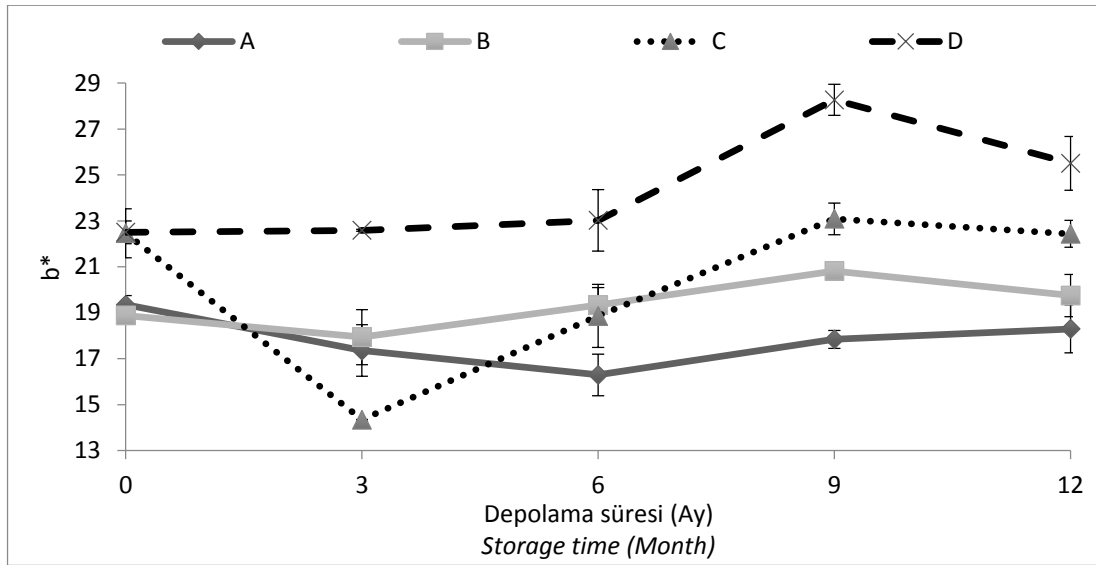


Şekil 6. Depolama süre boyunca pul kırmızıbiberlerin a\* değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22±3 °C’de depolama; B:zeytinyağlı 4±1 °C’de depolama; C: zeytinyağsız 22±3 °C’de depolama; D: zeytinyağsız 4±1 °C’de depolama)

Figure 6. Changes in a\* values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22±3 °C; B: Storage with olive oil at 4±1 °C; C: Storage without olive oil at 22±3 °C; D: Storage without olive oil at 4±1 °C)

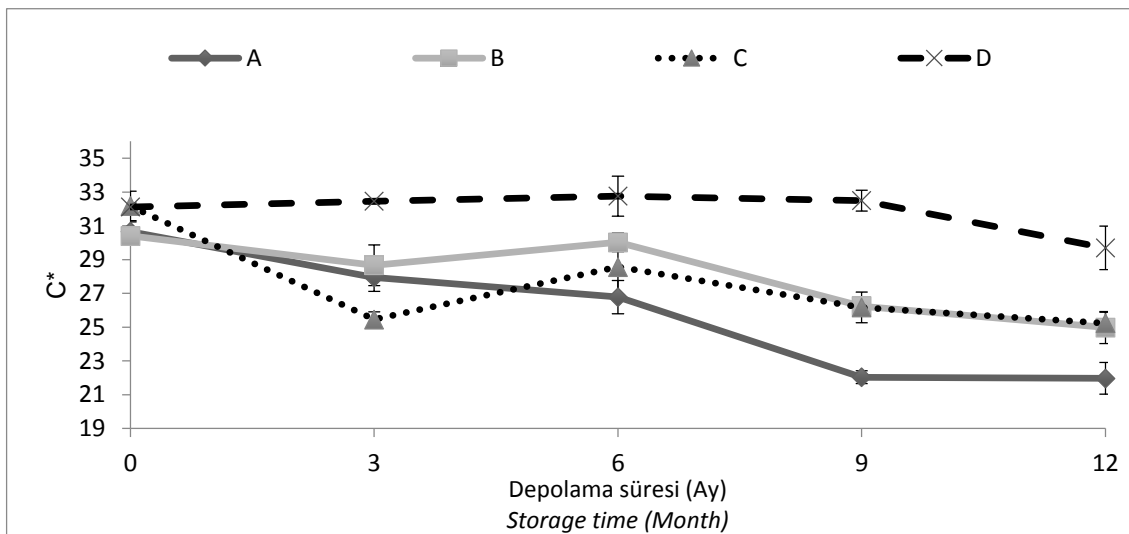
Örneklerin  $b^*$  değerleri depolamanın başında 18.88-22.5, depolamanın sonunda ise 18.3-25.5 arasında değişmiştir (Şekil 7). Zeytinyağı ilaveli pul kırmızıbiber örneklerinin  $b^*$  renk değerleri zeytinyağsız pul kırmızıbiber örneklerinden düşük bulunmuştur. Zeytinyağı ilavesi pul kırmızıbiberlerin  $b^*$  değeri üzerine  $P<0.001$  düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 2). İnanç (2003), bazı bitkisel yağların pul kırmızıbiberlerin  $b^*$  değerlerinde kırmızıdan sarıya doğru bir değişim gösterdiğini belirtmiştir. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin  $b^*$  değerlerinde

artış ve azalışlar tespit edilmiştir. Depolama süresi pul kırmızıbiberlerin  $b^*$  değeri üzerine  $P<0.001$  düzeyinde etkili olmuştur. Korkmaz (2016) ve Atasoy ve ark., (2016), depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin  $b^*$  değerlerinde azalma olduğu belirtmişlerdir. İnanç (2003), bazı bitkisel yağların pul kırmızıbiberlere etkisini araştırdığı çalışmada  $b^*$  değerlerinde depolama boyunca artma olduğunu bildirmiştir. Ayrıca pul kırmızıbiberlerin  $b^*$  değerini DS  $P<0.001$ , ZixDS, ZixDZ ve DSxDZ interaksyonları  $P<0.01$ , ZixDSxDZ interaksyonu ise  $P<0.05$  düzeyinde etkilemiştir.



Şekil 7. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin  $b^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22±3 °C'de depolama; B:zeytinyağlı 4±1 °C'de depolama; C: zeytinyağsız 22±3 °C'de depolama; D: zeytinyağsız 4±1 °C'de depolama)

Figure 7. Changes in  $b^*$  values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22±3 °C; B: Storage with olive oil at 4±1 °C; C: Storage without olive oil at 22±3 °C; D: Storage without olive oil at 4±1 °C)



Şekil 8. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin  $C^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22±3 °C'de depolama; B:zeytinyağlı 4±1 °C'de depolama; C: zeytinyağsız 22±3 °C'de depolama; D: zeytinyağsız 4±1 °C'de depolama)

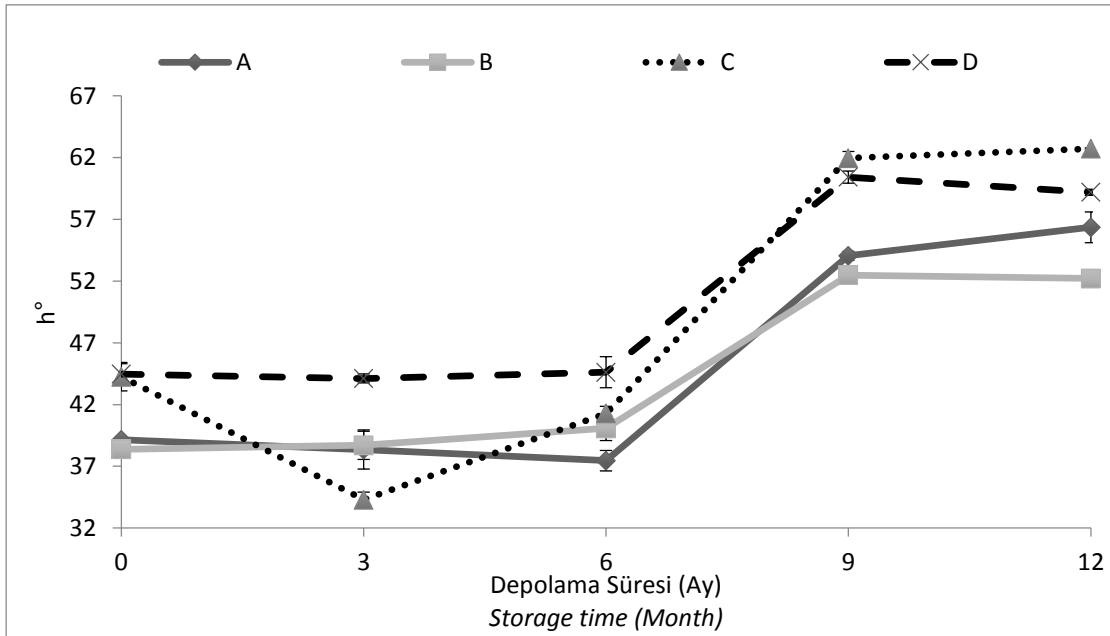
Figure 8. Changes in  $C^*$  values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22±3 °C; B: Storage with olive oil at 4±1 °C; C: Storage without olive oil at 22±3 °C; D: Storage without olive oil at 4±1 °C)



Depolama süresi interaksyonu C\* değeri üzerine  $P < 0.001$  düzeyinde etkili olmuştur. Ayrıca, pul kırmızıbiberlerin C\* değerlerinin depolama süresi boyunca azaldığı belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ) (Şekil 8). Korkmaz (2016) yaptığı çalışmada, pul kırmızıbiberlere ait C\* değerlerinin depolama boyunca azaldığını bildirmiştir. Ayrıca C\* değeri üzerine DS  $P < 0.001$ , ZixDS, ZixDZ ve DSxDZ interaksyonları  $P < 0.01$  önemli bulunmasına rağmen ZixDSxDZ interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $P > 0.05$ ).

Kırmızıbiberlere uygulanan kurutma veya işleme tekniğinin renk kalitesinde oluşturduğu değişikliğin açıklanmasında özellikle  $h^{\circ}$  (renk açısı) değerinin önemli olduğu bilinmektedir. Yapılan

çalışmada pul kırmızıbiberlerin  $h^{\circ}$  değeri üzerine depolama süresinin önemli olduğu ve depolama süresi boyunca  $h^{\circ}$  renk değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Depolama süresi interaksyonu  $h^{\circ}$  değeri üzerine  $P < 0.001$  düzeyinde etkili olmuştur (Şekil 9). Korkmaz (2016), pul kırmızıbiberler üzerine yaptığı çalışmada, kurumadde miktarının artmasına bağlı olarak renk değerlerinin de arttığını bildirmiştir. Ayrıca Zi, ZixDZ ve DSxDZ interaksyonlarının  $h^{\circ}$  renk değerine etkisi  $P < 0.001$ , ZixDS ile ZixDSxDZ interaksyonlarının etkisi  $P < 0.01$  düzeyinde etkili olduğu ve depolama sıcaklığının ise  $h^{\circ}$  değeri üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir ( $P > 0.05$ ) (Çizelge 2).



Şekil 9. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin  $h^{\circ}$  değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22±3 °C’de depolama; B: zeytinyağlı 4±1 °C’de depolama; C: zeytinyağsız 22±3 °C’de depolama; D: zeytinyağsız 4±1 °C’de depolama)

Figure 9. Changes in  $h^{\circ}$  values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22±3 °C; B: Storage with olive oil at 4±1 °C; C: Storage without olive oil at 22±3 °C; D: Storage without olive oil at 4±1 °C)

## Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak zeytinyağı ilavesinin pul kırmızıbiberlerin renk özellikleri üzerine olumlu etki yaptığı ve parlaklığını artırdığı saptanmıştır. Buna karşın, depolama sıcaklığı ve depolama süresinin artmasına bağlı olarak renk değerlerinde kayıplar olduğu belirlenmiştir. Özellikle pul kırmızıbiberlerin depolanmasında sıcaklığın büyük rol oynadığı tespit edilmiştir. Pul kırmızıbiberlerin kalite parametrelerinin korunabilmesi için düşük sıcaklıklarda mümkünse buzdolabı sıcaklığında

saklanması gerektiği ve zeytinyağının ilave edilmesinin gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bundan sonra pul kırmızıbiberlerde renk kalitesi üzerine ambalajların etkisinin de araştırılması gerekmektedir.

## Ekler

Bu çalışma, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (HÜBAK) tarafından desteklenmiştir (Proje No: 16025).

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

**Yazar Katkısı:** Esra Çetiner üretimlerinin gerçekleştirilmesinde, analizlerin yapılmasında, makale yazımında; Mehmet Şükrü Karakuş verilerin analiz edilmesinde ve makale yazımında; Aziz Korkmaz üretimlerinin gerçekleştirilmesinde, analizlerin yapılmasında, Ahmet Ferit Atasoy araştırmanın tasarlanmasında, üretimlerin gerçekleştirilmesinde ve yazımında katkıda bulunmuştur. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamışlardır.

## Kaynaklar

- Anonim (2013). Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliği, Türk Gıda Kodeksi, Tebliğ No:2013/12, Ankara. Erişim tarihi:23.06.2022. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/04/20130410-19.htm>.
- AOAC (2005). Official Methods of Analysis, 18th edition, Association of Official Analytical Chemists. Arlington VA, USA.
- Ardıç, M., Karakaya, Y., Atasever, M., & Durmaz, H. (2008). Determination of aflatoxin B1 levels in deep-red ground pepper (isot) using immunoaffinity column combined with ELISA. *Food and Chemical Toxicology*, 46(5), 1596-1599. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.12.025>.
- Arslan, D., & Ozcan, M. M. (2011). Dehydration of red bell-pepper (*Capsicum annuum* L.): change in drying behavior, colour and antioxidant content. *Food and Bioprocess Technology*, 89(4), 504-513. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.09.009>.
- Atasoy, A.F., Aydogdu, M.H., Korkmaz, A., & Kara, E. (2016). Urfa İsoot Biberinin Özelliklerinin Belirlenerek Pazar Potansiyelinin Artırılması, T. C. Kalkınma Bakanlığı Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Tarımsal Araştırma Destekleri Proje Sonuç Raporu, Şanlıurfa, 270s.
- Bosland, P.W. (2010). An American in Spain. Proceedings of the XIVth UCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum & Eggplant, 30 August-1 Eylül, Valencia-Spain, 21-25p.
- Daghan, Ş. (2015). Farklı kurutma metodlarının pul biber kalitesi ve kurutma kinetiği üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 101s.
- Doymaz, İ. (1998). Üzüm ve Kahramanmaraş Biberinin Kuruma Karakteristiklerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 127s.
- Giuffrida, D., Dugo, P., Torre, G., Biagnardi, C., Cavazza, A., Corradini, C., & Dugo, G. (2013). Characterization of 12 Capsicum varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination. *Food Chemistry*, 140(4), 794-802. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.060>.
- Gómez-Ladrón de Guevara, R., Pardo-González, J. E., Varón-Castellanos, R., & Navarro-Albaladejo, F. (1996). Evolution of color during the ripening of selected varieties of paprika pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(8), 2049-2052. <https://doi.org/10.1021/jf950465m>.
- İnanç, A.L. (2003). Bazı bitkisel yağların Maraş kırmızı pul biberinin (*Capsicum annuum* L.) kalitesi üzerine etkileri. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi, Edirne, 162s.
- Jung, K., Song, M.S., Kim, M.J., Moon, B.G., Go, S.M., Kim, J.K., Lee, Y.L., & Park, J.H. (2015). Effect of X-ray, gamma ray, and electron beam irradiation on the hygienic and physicochemical qualities of red pepper powder. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2), 846-851. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.030>.
- Kim, S., Park, J.B., & Hwang, K. (2002). Quality Attributes of Various Varieties of Korean Red Pepper Powders (*Capsicum annuum* L.) and Color Stability During Sunlight Exposure. *Food Chemistry and Toxicology*, 67(8), 2957-2961. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08845.x>.
- Kooli, S., Fadhel, A., Farhat, A., & Belghith, A. (2007). Drying of red pepper in open sun and greenhouse conditions.: Mathematical modeling and experimental validation. *Journal of Food Engineering*, 79(3), 1094-1103. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.025>.
- Korkmaz, A. (2016). Şanlıurfa pul biberlerinin (isot) üretim ve depolama aşamalarında meydana gelen bazı fizikokimyasal ve biyokimyasal değişimlerin saptanması. Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 292s.
- Korkmaz, A., Aydoğdu, M. H., Mutlu, N., & Atasoy, A. F. (2016). Geleneksel ve fabrikasyon yöntemiyle üretilen isot baharatlarının bazı fizikokimyasal ve renk özelliklerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(3), 204-213.
- Korkmaz, A., Atasoy, A. F., & Hayaloglu, A. A. (2021). The effects of production methods on the color characteristics, capsaicinoid content and antioxidant capacity of pepper spices (*C. annuum* L.). *Food Chemistry*, 341, 128184.
- Kuşçu, A. (2002). Sürekli sistemlerde kurutma işleminin kırmızıbiberde kalite özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 420s.
- Lee, J.H., Sung, T.H., Lee, K.T., & Kim, M.R. (2004). Effect of Gamma irradiation on color, pungency, and volatiles of Korean red pepper powder. *Journal of Food Science*, 69(8), 585-592. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb09904.x>.
- Nieto-Sandoval, J.M., Fernandez-Lopez, J.A., Almela, L., & Munoz, J.A. (1999). Dependence between apparent color and extractable color in paprika. *Color Research & Application*, 24(2), 93-97. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6378\(199904\)24:2%3C93::AID-COL4%3E3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6378(199904)24:2%3C93::AID-COL4%3E3.0.CO;2-W).
- Ozgun, M., Ozcan, A., Akpınar-Beyazıt, A., & Ersan-Yılmaz, L.

- (2011). Functional compounds and antioxidant properties of dried green and red peppers. *African Journal of Agricultural Research*, 6(25), 5638-5644. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.709>.
- Rico, C., W., Kim, G.R., Ahn, J.J., Kim H.K., Furuta, M., & Kwon, J.H. (2010). The comparative effect of steaming and irradiation on the physicochemical and microbiological properties of dried red pepper (*Capsicum annum* L.). *Food Chemistry*, 119(3), 1012-1016. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.08.005>.
- Serrano, M., Zapata, P.J., Castillo, S., Guillen, F., Martinez-Romero, D., & Valero, D. (2010). Antioxidant and nutritive constituents during sweet pepper development and ripening are enhanced by nitrophenolate treatments. *Food Chemistry*, 118(3), 497-503. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.006>.
- Toontom, N., Meenune, M., Posri, W., & Lertsiri, S. (2012). Effect of drying on physical and chemical quality, hotness and volatile flavour characteristics of dried chilli. *International Food Research Journal*, 19(3), 1023-1031.
- Topuz, A., Feng, H., & Kushad, M. (2009). The effect of drying method and storage on color characteristics of paprika. *LWT-Food Science and Technology*, 42(10), 1667-1673. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.05.014>.
- Vega-Galvez, A., Discala, K., Rodriquez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., Lopez, J., & Perez-Won, M. (2009). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper. *Food Chemistry*, 117(4), 647-653. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.066>.
- Wang, D., & Bosland, P.W. (2006). The genes of Capsicum. *Hort Science*, 41(5), 1169-1187. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.5.1169>.