

**T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DEPOLAMA SICAKLIĞI VE ZEYTİNYAĞI İLAVESİNİN İSOT (URFA  
BİBERİ) VE KIRMIZI PUL BİBERİN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE  
ETKİSİ**

**Esra ÇETİNER**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA**

**2018**

Prof. Dr. Ahmet Ferit ATASOY danışmanlığında, Esra ÇETİNER'in hazırladığı “**Depolama Sıcaklığı Ve Zeytinyağı İlavasının İsoot (Urfa Biberi) Ve Kırmızı Pul Biberin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi**” konulu bu çalışma 23/10/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Ahmet Ferit ATASOY .....

Üye : Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU .....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk GAMLI .....

**Bu Tezin Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.**

**Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN**  
**Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.**  
**Proje No: 16025**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	v
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.2. Yöntem .....	13
3.2.1. Kırmızı pul biber üretimi .....	13
3.2.2. İsoot üretimi .....	14
3.3. İsoot ve Kırmızı Pul Biberlerde Yapılan Analizler.....	16
3.3.1. Nem tayini.....	17
3.3.2. Toplam titrasyon asitliği ve pH tayini.....	17
3.3.3. Aflatoksin tayini.....	17
3.3.4. Ekstrakte edilebilir renk (ASTA) tayini .....	17
3.3.5. Kırmızılık/sarıklık oranı tayini.....	17
3.3.6. Esmerleşme indeksi tayini .....	17
3.3.7. Yüzey renk tayini .....	18
3.3.8. Antioksidan kapasitesi tayini .....	18
3.3.9. İstatistiksel analizler.....	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	19
4.1. Kırmızı Pul Biber Örneklerinin Depolama Süresince Fiziko-Kimyasal, Renk, Antioksidan ve Aflatoksin Özelliklerindeki Değişimler.....	20
4.1.1. Nem oranları .....	20
4.1.2. pH değerleri .....	21
4.1.3. Titrasyon asitliği .....	23
4.1.4. Enzimatik olmayan esmerleşme.....	25
4.1.5. Ekstrakte edilebilir renk (ASTA) .....	26
4.1.6. Kırmızılık/sarıklık oranları .....	28
4.1.7. Renk değerleri (L*, a*, b*, C, h°).....	29
4.1.8. Antioksidan kapasitesi (%) .....	36
4.1.9. Aflatoksin değerleri.....	37
4.2. İsoot Örneklerinde Depolama Sırasında Renk, Fiziko-Kimyasal, Antioksidan Kapasitesi ve Aflatoksin Değerlerindeki Değişimler.....	40
4.2.1. Nem oranları .....	40
4.2.2. pH değeri.....	42
4.2.3. Titrasyon asitliği .....	43
4.2.4. Enzimatik olmayan esmerleşme.....	45
4.2.5. Ekstrakte edilebilir renk (ASTA) .....	46
4.2.6. Kırmızılık/sarıklık oranları .....	48
4.2.7. Renk değerleri (L*, a*, b*, C, h°).....	49
4.2.8. Antioksidan kapasitesi (%) .....	55
4.2.9. Aflatoksin değerleri.....	56
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	59
KAYNAKLAR .....	62
ÖZGEÇMİŞ .....	66
EKLER.....	67

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### DEPOLAMA SICAKLIĞI VE ZEYTİNYAĞI İLAVESİNİN İSOT (URFA BİBERİ) VE KIRMIZI PUL BİBERİN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Esra ÇETİNER

Harran Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Ferit ATASOY  
Yıl:2018, Sayfa: 75

Bu çalışmada geleneksel yöntemlerle üretilen isot ve kırmızı pul biber baharatlarının bazı özellikleri üzerine depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi ve depolama süresinin etkileri araştırılmıştır. Depolama sıcaklığı kırmızı pul biberlerin pH, titrasyon asitliği, esmerleşme indeksi, ekstrakte edilebilir renk (ASTA), L\*, a\*, b\* ve C\* değerlerini çok önemli düzeyde etkilemiştir ( $p<0.001$ ). Depolama sıcaklığı isot baharatlarının pH, titrasyon asitliği, esmerleşme indeksi, ASTA, L\*, a\*, b\* ve C\* değerlerini  $p<0.001$  düzeyinde etkilediği saptanmıştır. Zeytinyağı ilavesi kırmızı pul biberlerin titrasyon asitliği, L\*, a\*, b\*, C\*, h° değerlerini  $p<0.001$ , kırmızılık/sarıklık oranlarını  $p<0.05$  düzeyde etkilediği belirlenmiştir. İsotların titrasyon asitliği, esmerleşme indeksi, L\*, a\*, b\*, C\*, h°, antioksidan kapasitesi (DPPH), aflatoksin B1, aflatoksin B2 ve toplam aflatoksin değerlerini zeytinyağı ilavesi çok önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir ( $p<0.001$ ). Depolama süresi kırmızı pul biberlerin pH, titrasyon asitliği, esmerleşme indeksi, ASTA, L\*, a\*, b\*, C\*, h° ve aflatoksin B2 değerlerini  $p<0.001$ , aflatoksin B1 ve aflatoksin B2 değerlerini ise  $p<0.01$  düzeyinde etkilediği belirlenmiştir. İsotların nem, pH, titrasyon asitliği, esmerleşme indeksi, ASTA, a\*, h°, aflatoksin B1 ve toplam aflatoksin değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilediği ( $p<0.001$ ), C değerlerini  $p<0.01$  ve L\* ve b\* değerlerini  $p<0.05$  düzeyinde etkilediği saptanmıştır. Biber baharatlarının renk kalitesini artırmak amacıyla zeytinyağının ilave edilebileceği, kalite parametrelerinin uzun süre korunabilmesi içinde ZB sıcaklığında depolanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** İsot, kırmızı pul biber, depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi

## **ABSTRACT**

**MSc Thesis**

### **THE EFFECT OF STORAGE TEMPERATURE AND OLIVE OIL ON THE PROPERTIES OF İSOT AND RED PEPPER FLAKES**

**Esra ÇETİNER**

**Harran University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering**

**Supervisor : Prof. Dr. Ahmet Ferit ATASOY**

**Year:2018, Page: 75**

In this study, the effects of storage temperature, olive oil addition and storage time on some properties of isot and red pepper spices produced by traditional methods were investigated. Storage temperature significantly affected pH, titration acidity, browning index, extractable color (ASTA), L\*, a\*, b\* and C\* values of the red pepper (p <0.001); storage temperature significantly affected, titration acidity, browning index, extractable color (ASTA), L\*, a\*, b\* and C\* values of the isot (p <0.001). Olive oil addition significantly affected titratable acidity, L\*, a\*, b\*, C\*, h° values (p <0.001) and red/yellowish ratio at of the red pepper p <0.05. Olive oil the addition significantly affected titration acidity, browning index, L\*, a\*, b\*, C\*, h°, antioxidant capacity (DPPH), aflatoxin B1, aflatoxin B2 and total aflatoxin values of the isot (p <0.001). Storage time significantly affected pH, titratable acidity, browning index, ASTA, L\*, a\*, b\*, C\*, h° and aflatoxin B2 values (p <0.001) and aflatoxin B1, aflatoxin B2 values at of the red pepper (p <0.01). Storage time significantly affected moisture, pH, titratable acidity, browning index, ASTA, a\*, h°, aflatoxin B1 and total aflatoxin values were statistically significant (p <0.001), C values (p <0.01) and L\*, b\* values of the isot (p <0.05). It was determined. It is concluded that olive oil can be added to increase the color quality of pepper spices. Pepper spices should be stored at the refrigerator temperature in order to maintain the quality parameters a long period of time.

**KEY WORDS:** İsot, Red Pepper Flakes, Storage Temperature, Olive Oil

## TEŞEKKÜR

Bu projenin konusunun belirlenmesi, projenin hayata geçirilmesi, proje kapsamındaki analizler için tüm laboratuvar imknlarını sunan danıŐmanım Harran Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ğretim yesi Prof. Dr. Ahmet Ferit ATASOY' a ve çalıŐmayı maddi olarak destekleyen Harran Üniversitesi Bilimsel AraŐtırmalar Kurulu BaŐkanlıĐına (HÜBAK) teşekkür ederim. ÇalıŐmalarım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme de sonsuz teŐekkürleri ederim.



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. 1. Kırmızı pul biber baharatının üretim akım şeması .....	14
Şekil 1. 2. İsoot baharatının üretim akım şeması .....	16
Şekil 4. 1. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin neminde meydana gelen değişimler .....	21
Şekil 4. 2. Depolama süresince pul kırmızı biberlerin pH değerlerinde meydana gelen değişim .....	23
Şekil 4. 3. Depolama süresi boyunca kırmızı pul biberlerin titrasyon asitliği değerlerinde meydana gelen değişimler .....	24
Şekil 4. 4. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin esmerleşme indeksi değerlerinde meydana gelen değişimler .....	26
Şekil 4. 5. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin ASTA değerlerinde meydana gelen değişimler .....	27
Şekil 4. 6. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin kırmızılık/sarıklık oranlarında meydana gelen değişimler .....	29
Şekil 4. 7. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin L* değerlerinde meydana gelen değişimler .....	30
Şekil 4. 8. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin a* değerlerinde meydana gelen değişimler .....	31
Şekil 4. 9. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin b* değerlerinde meydana gelen değişimler .....	33
Şekil 4. 10. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin C değerlerinde meydana gelen değişimler .....	34
Şekil 4. 11. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin h° değerlerinde meydana gelen değişimler .....	35
Şekil 4. 12. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin DPPH (%) değerlerinde meydana gelen değişimler .....	36
Şekil 4. 13. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin aflatoksin B1 değerinde meydana gelen değişimler .....	38
Şekil 4. 14. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin aflatoksin B2 değerinde meydana gelen değişimler .....	39
Şekil 4. 15. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin toplam aflatoksin değerinde meydana gelen değişimler .....	40
Şekil 4. 16. Depolama süresince isot örneklerinin nem değerlerinde meydana gelen değişimler .....	41
Şekil 4. 17. Depolama süresince isot örneklerinin pH değerlerinde meydana gelen değişimler .....	43
Şekil 4. 18. Depolama süresince isot örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde meydana gelen değişimler .....	44
Şekil 4. 19. Depolama süresince isot örneklerinin esmerleşme indeksi değerlerinde meydana gelen değişimler .....	45
Şekil 4. 20. Depolama süresince isot örneklerinin ASTA değerlerinde meydana gelen değişimler .....	47
Şekil 4. 21. Depolama süresince isot örneklerinin kırmızılık/sarıklık meydana gelen değişimler .....	49
Şekil 4. 22. Depolama süresince isot örneklerinin L* değerlerinde meydana gelen değişimler .....	50
Şekil 4. 23. Depolama süresince isot örneklerinin a* değerlerinde meydana gelen değişimler .....	51
Şekil 4. 24. Depolama süresince isot örneklerinin b* değerlerinde meydana gelen değişimler .....	52
Şekil 4. 25. Depolama süresince isot örneklerinin C değerlerinde meydana gelen değişimler .....	54
Şekil 4. 26. Depolama süresince isot örneklerinin h° değerlerinde meydana gelen değişimler .....	55
Şekil 4. 27. Depolama süresince isot örneklerinin DPPH değerlerinde meydana gelen değişimler .....	56
Şekil 4. 28. Depolama süresince isot örneklerinin aflatoksin B1 değerlerinde meydana gelen değişimler .....	58

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa No

Çizelge 4. 1. Taze kırmızıbiberin özellikleri .....	19
Çizelge 4. 2. Kırmızı pul biberlerin nem değerine ait varyans analizi sonuçları .....	20
Çizelge 4. 3. Kırmızı pul biberlerin pH değerine ait varyans analizi sonuçları .....	22
Çizelge 4. 4. Kırmızı pul biberlerin titrasyon asitliği değerine ait varyans analizi sonuçları .....	23
Çizelge 4. 5. Kırmızı pul biberlerin esmerleşme indeksi değerine ait varyans analizi sonuçları .....	25
Çizelge 4. 6. Kırmızı pul biberlerin ASTA değerine ait varyans analizi sonuçları .....	27
Çizelge 4. 7. Kırmızı pul biberlerin kırmızılık/sarıklık değerine ait varyans analizi sonuçları .....	28
Çizelge 4. 8. Kırmızı pul biberlerin L* değerine ait varyans analizi sonuçları .....	30
Çizelge 4. 9. Kırmızı pul biberlerin a* değerine ait varyans analizi sonuçları .....	31
Çizelge 4. 10. Kırmızı pul biberlerin b* değerine ait varyans analizi sonuçları .....	32
Çizelge 4. 11. Kırmızı pul biberlerin C değerine ait varyans analizi sonuçları .....	33
Çizelge 4. 12. Kırmızı pul biberlerin h° değerine ait varyans analizi sonuçları .....	35
Çizelge 4. 13. Kırmızı pul biberlerin DPPH değerine ait varyans analizi sonuçları .....	36
Çizelge 4. 14. Kırmızı pul biberlerin aflatoksin B1 değerine ait varyans analizi sonuçları .....	37
Çizelge 4. 15. Kırmızı pul biberlerin aflatoksin B2 değerine ait varyans analizi sonuçları .....	38
Çizelge 4. 16. Kırmızı pul biberlerin toplam aflatoksin değerine ait varyans analizi sonuçları .....	38
Çizelge 4. 17. İ sotların nem değerine ait varyans analizi sonuçları .....	41
Çizelge 4. 18. İ sotların pH değerine ait varyans analizi sonuçları .....	42
Çizelge 4. 19. İ sotların titrasyon asitliği değerine ait varyans analizi sonuçları .....	44
Çizelge 4. 20. İ sotların esmerleşme indeksi değerine ait varyans analizi sonuçları .....	45
Çizelge 4. 21. İ sotların ekstrakte edilebilir renk(ASTA) değerine ait varyans analizi sonuçları .....	47
Çizelge 4. 22. İ sotların kırmızılık/sarıklık değerine ait varyans analizi sonuçları .....	48
Çizelge 4. 23. İ sotların L* değerine ait varyans analizi sonuçları .....	49
Çizelge 4. 24. İ sotların a* değerine ait varyans analizi sonuçları .....	51
Çizelge 4. 25. İ sotların b* değerine ait varyans analizi sonuçları .....	52
Çizelge 4. 26. İ sotların C değerine ait varyans analizi sonuçları .....	53
Çizelge 4. 27. İ sotların h° değerine ait varyans analizi sonuçları .....	54
Çizelge 4. 28. İ sotların DPPH değerine ait varyans analizi sonuçları .....	56
Çizelge 4. 29. İ sotların aflatoksin B1 değerine ait varyans analizi sonuçları .....	57
Çizelge 4. 30. İ sotların toplam aflatoksin değerine ait varyans analizi sonuçları .....	58



## 1. GİRİŞ

Botanikte patlıcangiller familyasında (Solanaceae) bulunan ve Latince’de “Capsicum” adıyla bilinen kırmızıbiberin anayurdu Orta ve Güney Amerika’dır. Yapılan arkeolojik kazılar sonucu kırmızıbiberin ekilişinin MÖ 7500’lerde başladığı belirtilmektedir (Bosland, 2010; Korkmaz, 2016).

Biber bitkisi incelendiğinde, bitkinin gelişim evreleri ve verdiği meyvenin şekli bakımından farklı oldukları bilinmektedir. Biberler şekil, renk tonu ve tat- aroma bakımından farklılık göstermektedirler. Ülkemizde ve dünyada en çok *Capsicum annuum L.* ve *Capsicum frutescens L.* çeşitleri yetiştirilse de kırmızıbiberler *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. pubescens*, *C. baccatum* olmak üzere 5 gruba ayrılmaktadır. Piyasada ise renk olarak sarı, yeşil ve kırmızı; tat olarak acılık derecesi; şekil olarak da yuvarlak, sivri ve oval olarak gruplandırılmaktadır.

Dünyada kırmızıbiber tüketim ve yetiştiricilik açısından domatesten sonra ikinci sırada yer almaktadır (Vengaiyah ve Padey, 2007; Atasoy ve ark., 2016). Türkiye biber üretimi miktarlarına göre Çin (%16) ve Meksika’dan (%2.7) sonra %2.1 oranıyla 3. sırada olmaktadır. Türkiye toplamda 101.710 dönümlük arazide 179.264 ton biber üretmektedir. Bu biberlerin büyük bir çoğunluğu ise Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilmektedir (Anonim, 2015). Kırmızıbiber taze ve baharat olarak kullanılmasına karşın günümüzde daha çok baharat olarak tercih edilmektedir.

Türkiye’de kırmızıbiberden pul biber ve isot baharatı üretilmektedir. Pul biberlerin ve isotların üretiminde endüstriyel üretim yaygınlaşmış olsa da halen geleneksel olarak güneşte kurutma ilkeleriyle üretim yapılmaktadır. Endüstriyel üretimin biber baharatının kalitesinde ve antioksidan kapasitesinde düşüslere neden olduğu belirtilmektedir (Daood ve ark., 2006; Vega - Galvez ve ark., 2009). Geleneksel üretimle elde edilen biber baharatlarında ise biyokimyasal karakteristiklerinde daha çok kayıplar olduğu ifade edilmektedir (Aragon ve ark.,

2004; Hayoğlu ve ark., 2005; Gallardo-Guerreo ve ark., 2010). Buna karşın geleneksel biber baharatı tat-aroma, renk ve duyuşal özellikleri bakımından tüketiciler tarafından daha çok tercih edilmektedir.

Kırmızı pul biber Türkiye'nin birçok yerinde üretilmesine karşın, isot daha çok Güneydoğu Anadolu Bölgesinde özellikle şanlıurfa'da üretilmektedir Bölge halkı daha önceleri sadece kendi tüketimi için isot üretimi yaparken, isotun pazarda yer edinmeye başlamasıyla özellikle kadınlar tarafından üretimi daha çok yapılmaktadır. Bu nedenle isot bölge için gelir kaynağı haline gelmiştir. Pazar potansiyelinin artmasıyla piyasada taklitleri de yapılmaya başlanmıştır. Fiyat yüksekliğinin farkına varan bazı üreticiler endüstriyel olarak isot üretimi yapmaktadır. Geleneksel ve endüstriyel isotlar tat-aroma açısından farklı olsalar da görünüşleri arasında birbirlerinden ayırt etmek zordur.

Geleneksel olarak şanlıurfa'da kırmızı pul biber ve isot üretimi aşağdaki gibi yapılmaktadır. Kırmızı pul biber üretiminde taze kırmızıbiberler yıkandıktan sonra tohum ve sap kısımları temizlenir. Temizlenen biberler 3-4 parçaya kesilir ve ince olacak şekilde temiz beton zeminde kuruma işleminin kolay olması ve küflenmemesi için etli kısımları dışta kalacak şekilde serilir. Biberler öğütülebilecek kadar kuruduğunda toplanır ve öğütülür. Kırmızı pul biberlere tuz ve zeytinyağı ilave edilerek saklanır.

İsot üretiminde ise; biberler sap ve tohum kısımlarından temizlenir. Biberler 3-4 parçaya kesilir ve etli kısımlar üstte kalacak şekilde daha önce temizlenmiş beton zemin üzerinde güneşle serilir. Biberler sıcaklığa bağlı olarak bir veya iki gün kuruduktan sonra hava almayan poşetlere kalınlığı 5-6 cm olacak şekilde konulur. Ağzı hava almayacak bir şekilde kapatılan poşetler güneşle konularak terletme işlemi yapılır. İsoot üretimi kırmızıbiberlerin piyasaya çıkmasıyla başlayıp ekim ayının sonlarına kadar devam ettiğinden sıcaklığa bağlı olarak kuruma ve kararma işlemlerinin sürelerinde farklılıklar olmaktadır. Terletme işlemi sırasında sezonun sonlarına doğru kararma işlemi sıcaklığın az olmasından dolayı gerçekleşmediği takdirde biberlere salamura serpilerek tekrar poşetlenir. Terletme işlemi yapılırken

aralıklı olarak iki veya üç defa geceleri biberler poşetlerden dökülerek havalandırılır. Karartma işleminin süresi farklılık göstermektedir. Kararma tamamlanınca biberler tekrar güneşte kurutulur. Kurutulmuş biberlerin pul (kırmızı pul biber ve isot) haline dönüşmesine uygun hale gelince kurutma sonlandırılır. Öğütme işlemi eskiden elle dövülerek yapılırken günümüzde endüstriyel makinalarda yapılmaktadır. Öğütülen biberlere tuz ve zeytinyağı ilave edilerek bir yıl boyunca depolanarak kullanılır.

Kırmızı pul biber ve isotlar tek bir seferde üretilip yıl boyunca tüketildiğinden depolama sıcaklığı kırmızı pul biber ve isotların kalitesini etkilemektedir. Bu nedenle yörede serin yerlerde hatta mümkünse ZB sıcaklığında depolanmaktadır. Geleneksel olarak üretilen isotlara ayrıca zeytinyağı ilavesi yapıldığından, depolama sıcaklığının iyi ayarlanması gerekmektedir. Geleneksel olarak üretilen isot ve kırmızı bibere zeytinyağı ilavesi renk ve tat vermek amacıyla katılmaktadır. Zeytinyağı bölgede evlerde sadece kullanılacak belli bir miktarı kırmızı pul biber ve isota ilave edilmektedir. Ancak endüstriyel üretimde bu mümkün olmamakta ve baharatlara tek seferde yağ ilavesi yapılmaktadır.

Bu çalışmada, Şanlıurfa özgülü *Capsicum annuum L.* (inan 3363) taze kırmızı biberlerden geleneksel yöntemle kırmızı pul biber ve isot baharatları üretilmiştir. Üretilen baharatların yarısı zeytinyağlı, diğer yarısı zeytinyağısız olarak oda ( $22\pm 3$  °C) ve buzdolabı ( $4\pm 1$  °C) sıcaklığında 12 ay boyunca depolanmıştır. Kırmızı pul biber ve isot baharatlarının renk, fiziko-kimyasal, antioksidan kapasitesi ve aflatoksin özellikleri üzerine zeytinyağı ilavesinin, depolama sıcaklığının ve depolama süresinin etkisi araştırılmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İsot baharatı ile ilgili çalışmalar çok az olduğundan, kırmızı pul biber ve isotların kalite özellikleri üzerine depolama sıcaklığı, süresi, zeytinyağı ilavesinin etkisinin daha önce araştırılmaması nedeniyle bu bölümde farklı özellikteki baharatlara da yer verilmiştir.

Biber kırmızı olan rengini karotenoid pigmentlerinden alır. Renk biberde kalitenin önemli kriterlerinden biridir. Biberin; üretimi, depolanması ve muhafazasında renk temel problemlerdendir. ASTA değerinin yüksek olması genelde parlak-kırmızı veya zengin rengi gösterir.

Minguez-Mosquera ve ark. (1994), hızlı kurutma (fırında sıcak hava) ve yavaş kurutma (odun ateşiyle tütsüleyerek) yöntemlerini kullanarak üretilen biberlerin karotenoid miktarlarını karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda, yavaş kurutma metodu kullanıldığında bazı karotenoid miktarlarının arttığı gözlenirken hızlı kurutma kullanıldığında karotenoid miktarlarında artış olmadığı gözlenmiştir. Araştırmacılar kurutma sıcaklığının ve sıcaklığın uygulama süresinin karotenoid miktarlarını etkilediğini gözlemişlerdir.

Göğüş ve Eren (1996), kıyılarak kurutulmuş olan kırmızıbiberde pH ve sıcaklığın nonenzimatik esmerleşme tepkimesindeki etkilerini araştırmışlardır. pH ve sıcaklığın kahverengi pigment oluşmasında etkili olduğunu tespit etmişlerdir. pH değerinin 3-4 aralığında ki artışının sıcaklığın bir işlevi olarak nonenzimatik esmerleşme tepkimesinin hızına etki ettiği, sıcaklığın 5 °C'den 35 °C'ye çıktığı aralıktaki etkisini Arrhenius modeliyle açıklandığını belirlemişlerdir. Ayrıca 10 haftalık depolama süresinden sonra çalışılan tüm pH ve sıcaklık değerlerinde kahverengi pigmentinin artış hızının azaldığı gözlenmiştir.

İbrahim ve ark. (1997), fırında (40, 60 ve 80 °C), güneşte, karanlıkta kurutma ve karartma + güneşte kurutma yöntemleri ile üretilen biber baharatlarında sıcaklık ile kalite arasında bağlılık olduğunu gözlemlemişlerdir. Kırmızı rengin

maskelenmesinde, kahverengi bileşiklerin oluşma hızının bir kalite göstergesi olarak değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir. Güneşte kurutma ile üretilen biberlerdeki toplam karotenoid miktarının taze veya diğer kurutma metodları ile üretilen biberlerdeki miktarlardan daha yüksek olduğunu gözlemişlerdir. Eşit kuruma sürelerinde esmerleşmesi en yüksek olan biberin güneşte kurutulduğu ve ASTA değeri en düşük biberin ise karartma +güneşte kurutma ile elde edildiğini gözlemişlerdir.

Minguez-Mosquera ve ark. (2000), iki farklı kırmızıbiber genotipini 40-50 °C' de 10 gün süresince kurutarak paprika elde etmişlerdir. Son ürünlerdeki toplam karotenoidlerin ilk düzeylerine göre bazen eşit bazen de yüksek olduğunu gözlemişlerdir. Buna kurutma sırasında ortamdaki rutubetin yüksek olmasının metabolik aktiviteye uygun olduğunu belirtmişlerdir. Buna bağlı olarak renk pigmentlerinin biyo-sentetik yolla artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Paprika üretimi sırasında yapılan öğütme işlemi biberlerde sıcaklığı arttırdığı bundan dolayı sarı karotenoidlerin azaldığı kırmızı karotenoidlerin ise düzeyinin değişmediğini gözlemişlerdir.

Topuz ve Özdemir (2003), gama ışını, kurutma yöntemleri ve depolama süresinin karotenoidlere etkileri ile ilgili çalışma yapmışlardır. Güneşte kurutularak elde edilen biberlerdeki kapsantin ve kapsorubin düzeylerinin fırında kurutma ile elde edilenlere göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca artan gama ışını dozu veya artan depolama süresinin karotenoid düzeylerini azalttığını tespit etmişlerdir. Ancak kapsorubin düzeylerinin ışınlanma dozundan etkilenmediğini belirtmişlerdir. 10 aylık depolanmanın kapsantin düzeyinin %42.1 oranında azalttığını, sarı renkli pigmentlerin yapılan bütün işlemlerde azaldığını belirtmişlerdir. Güneşte kurutularak elde edilen biberde karotenoid düzeyinin daha yüksek olduğunu gözlemişlerdir.

Erdoğan (2004), Türkiye'de farklı pazarlardan elde ettiği 44 tane kırmızı pul biber, 26 tane kırmızı toz biber ve 20 tane isot biberi olmak üzere 90 tane farklı örnekte aflatoksin içeriğini araştırmıştır. Kırmızı pul biber örneklerinin 8 tanesinde,

taze kırmızı toz biber örneklerinin 3 tanesinde, isot biberi örneklerinin ise 1 tanesinde aflatoksin tespit etmiştir. Bu örneklerde aflatoksin düzeyinin 1.1-97.5 µg/kg aralığında olduğunu tespit etmiştir.

Hayoğlu ve ark. (2005), Güneydoğu Anadolu Bölgesinde üretilen endüstriyel kırmızı pul biber, endüstriyel koyu kırmızı/siyahımsı pul biber, markette satılan geleneksel koyu kırmızı/siyahımsı pul biber, evde geleneksel yolla üretilen koyu kırmızı/siyahımsı pul biber üzerine çalışmışlardır. Yapılan araştırma sonucunda endüstriyel kırmızı pul biber dışındakilerde aflatoksin bulunmadığı, invert şeker düzeyinin en çok endüstriyel kırmızı pul biber örneğinde olduğu, diğer örneklerde ise invert şeker oranının birbirine yakın olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca endüstriyel örneklerde ASTA değeri ve acılık değerleri (Scoville acılık birimi) geleneksel örneklere göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Daood ve ark. (2006), acı ve acı olmayan biber türlerinde renk pigmentlerine sıcaklığın etkisini araştırmışlardır. 25-50 °C arasındaki sıcaklıklarda her iki biber türünde de önemli bir fark olmadığını 70-100 °C arasındaki sıcaklıklarda toplam karotenoid düzeyinin ise azaldığını gözlemişlerdir. Bazı karotenoidlerin ise farklı sıcaklıklarda sabit kaldığını gözlemişlerdir. Acı olmayan biberde β-karotenin acı bibere göre ısıya karşı daha sabit olduğunu ancak mono-ester ve kapsorubin di esterin acı biberde daha stabil olduğunu belirtmişlerdir. Bunun nedeninin ise acı biberde bulunan kapsaisinodlerin biberdeki karotenoidleri bir takım kimyasal etkileşimler sonucu ısıya karşı koruyucu bir etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda acı biberde bulunan kapsaisinoidlerin kurutma sırasında biberdeki karotenoidlerin temel stabilitesini arttırdığı ve acı biberin karotenoid düzeyinin 70-100 °C aralığında kurutulduğunda etkilenmediğini gözlemişlerdir.

Topuz (2008), pul biberdeki renk bozulmasına sıcaklık (60,80 ve 99 °C) ve su aktivitesinin (0.459, 0.582, 0.703) etkisini araştırmıştır. Araştırmacı, sıcaklık ve su aktivitesinin hue açısı, Hunter renk parametreleri ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) ve toplam renk değişimine etki ettiğini gözlemiştir. Sıcaklık ile renk değişimi arasındaki ilişkiyi

Arhenius denkleminde açıklanabileceğini; su aktivitesi ile renk parametrelerine ait hız sabiti arasındaki korelasyonun doğrusal olduğunu tespit etmiştir.

Ardıç ve ark. (2008), Şanlıurfa'daki pazarlardan elde ettiği 75 isot biberinin AFB<sub>1</sub> miktarlarını araştırmışlardır. Bu çalışmada 75 örneğin 72 tanesinde AFB<sub>1</sub> tespit edilmiş olup bur örneklerin 15 tanesinde AFB<sub>1</sub> düzeyinin yasal sınırın üstünde olduğunu ve tespit edilen en yüksek AFB<sub>1</sub> değerinin 24.7 µg/kg olduğunu belirtmişlerdir.

Di Scala ve Crapiste (2008), kırmızıbiberin kurutma aşaması süresince kalite etkenlerindeki değişimi ve kurutma kinetiğini incelemişlerdir. Toplam karotenoid ve askorbik asit düzeyinin de sıcaklık ve nem içeriği gibi sürecinin bir işlevi olduğunu ve askorbik asit ile toplam karotenoid miktarlarının 50-70 °C arasındaki sıcaklık değerlerindeki bozulma kinetiğini modellemişlerdir. Karotenoidlerin bozulma tepkimesi için hesaplanan aktivasyon enerjisinin 26.9 kJ/mol, askorbik asit için hesaplanan değer ise 50.1 kJ/mol olduğunu belirtmişlerdir. 4.5 saatlik kurutma süresinin sonunda 50 °C sıcaklığa gelmiş örneklerde karotenoidlerin oransal olarak kaybının C vitamini göre daha az olduğunu belirtmişlerdir.

Topuz ve ark. (2009a), biberlerin kurutma aşaması için geliştirdikleri refractance pencere yöntemini; sıcak havalı fırında, dondurarak ve doğal konvektive kurutma yöntemleriyle karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada kurutulan biberlerin 3 aylık depolanmasından sonraki ekstrakte edilebilir renk, yüzey renk değerleri, kırmızı/sarı pigment oranları ile esmerleşme değerleri ölçülmüştür. Yapılan çalışmalar sonucunda en iyi yüzey renk değerlerine sahip biberlerin dondurarak ve refractance pencere yöntemiyle kurutulan biberler olduğu, en yüksek ekstrakte edilebilir renk ve esmerleşme indeksi değerlerinin ise konvektive yöntemi kullanılarak elde edilen örnekte olduğu tespit edilmiş olup yüzey renkteki bozulmanın esmerleşme tepkimesi ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca depolama ile biber örneklerinin tümünde rengin aşamalı olarak degradasyona uğradığını belirtmişlerdir.

Vega-Galvez ve ark. (2009), çeşitli sıcaklıklarda (50-90 °C) kurutma havası kullanılarak elde edilen kırmızıbiberlerdeki fenolik madde ve C vitamini içeriğini araştırmışlardır. Yüksek sıcaklıkta fenolik madde ve C vitamini düzeyinin düştüğü, 90 °C'lik hava kullanılarak elde edilen kuru biberlerde C vitamininin %98 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Sıcaklık arttıkça nonenzimatik esmerleşmenin arttığı, ekstrakte edilebilir renk düzeyinin ise sıcaklık arttıkça azaldığını belirtmişlerdir.

Topuz ve ark. (2009b), depolama süresi ve kurutma yönteminin pul biberi rengi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Üç aylık depolamada tüm örneklerin ASTA değerinin %15-20 oranında azaldığı karanlık ve oda sıcaklığındaki ortamda kurutulan örneklerin ASTA değerinin 60 °C'lik fırında kurutularak elde edilen örneklerin ASTA değerinden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Buna sebep olarak oda sıcaklığında kurutularak elde edilen biberin dokularındaki canlılık faaliyetlerine devam ettiği ve karotenoid ürettiğini ileri sürmüşlerdir. Yapılan bu çalışmada renk ile ASTA değeri arasında doğrusal bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir. Oda sıcaklığında kurutularak üretilen biberlerde ASTA değeri yüksek iken kırmızı rengi ifade eden kırmızı/sarı pigment değerinin diğer biberlerdeki değerlere yakın olduğunu tespit etmişlerdir. En çok pigment kaybının güneşte kurutularak elde edilen biberlerde olurken esmerleşme ise en çok yüksek sıcaklıkta hava kullanılarak elde edilen biberde olduğunu gözlemişlerdir. Askorbit asit düzeyinin tüm örneklerde kurutma süresince düştüğü belirtilmiştir.

Perez - Galvez ve ark. (2009), 4 °C, %70 bağıl nem ve karanlık bir ortamda depolanan çeşitli paprika örneklerini renk stabiliteyi açısından incelenmişlerdir. Depolama boyunca karotenoid içeriğinde yapılan ölçümler otooksidatif tepkimelerin en az miktarda olduğunu ve rengin korunduğunu gözlemişlerdir. Ayrıca mikrobiyal floranın kontrol altında tutulması ürünün kalitesini muhafaza edebilecek depolama şartlarının belirlenmesini sağlamıştır. Yapılan bu çalışma antioksidan kullanmadan paprikanın kalitesini muhafaza ederek depolamasını sağlayacak şartları ortaya çıkarmıştır.



Arslan ve Özcan (2011), taze kırmızıbiber parçalarını fırında (50, 70 °C), güneşte ve mikrodalga fırında (210, 700 W) yöntemlerini kullanarak kuruttıkları örneklerin kuruma davranışları, antioksidan içerikleri ve yüzey renk özelliklerinde oluşan değişimleri araştırmışlardır. Yapılan çalışmada sıcaklık ve kurutma yönteminin örneklerdeki nem kayıp hızına etki ettiği ve mikrodalga fırında kurutma işleminin daha hızlı sürdüğünü tespit etmişlerdir. Kurutulan biberdeki antioksidan kapasitesinin taze biberlere nazaran daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca güneşte ve 70 °C'lik fırın kullanılarak kurutulan biberlerin antioksidan aktivitesinin 50 °C'lik fırın ve mikrodalga fırında (210 W) kurutulan biberlerin antioksidan aktivitesine göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. En yüksek yüzey renk değeri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) güneşte kurutulan biberde en düşük değerin ise 70 °C fırın kullanılarak kurutulan biberde olduğunu tespit etmişlerdir.

Rhim ve Hang (2011), sıcaklık ve su aktivitesinin kırmızıbiber baharatının rengine etkilerini araştırmışlardır. Sıcaklık ve su aktivitesinin artması durumunda kırmızı rengin azaldığı, bu rengin daha esmer ve mat bir siyaha dönüştüğünü belirtmişlerdir. Değişen bu rengin, karotenoid bileşiklerinin bozulması ve rengi esmer olan bileşiklerin oluşmasıyla ifade etmişlerdir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  dışında Hunter renk parametreleri, esmerleşme indeksleri ve ASTA değerlerinin su aktivitesi ve sıcaklığın etki ettiği renk değişimlerini gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Topuz ve ark. (2011), dondurarak kurutma (-70 °C), fırında kurutma (60 °C ve 7 saat), refractance pencere yöntemiyle kurutma (94 °C, 3 saat) ve doğal taşınimli (oda sıcaklığı, 8-10 gün) kurutma yöntemlerini kullanarak 4 farklı örnek üretmişlerdir. Bu örneklerde 5 kapsaisin bileşiği (kapsaisin, dihidro kapsaisin, izohidro kapsaisin, homohidro kapsaisin, nordihidro kapsaisin), 8 karotenoid bileşiği ( $\beta$  karoten, kapsorubin, kapsolutein,  $\beta$ -kriptoksantin, kapsantin, violaknsatin, zeaksantin, mutoksantin) tespit etmişlerdir. Dondurarak, fırında ve refractance pencere metoduyla elde edilen örnekte ise violaksantin ve mutoksantin hariç diğer karotenoid bileşiklerinin düzeylerinin en yüksek olduğu, bu durumun sebebinin ise dokusunda üretimin devam etmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Hatta doğal

taşınımlı kurutma metoduyla üretilen biberdeki kapsasinoid bileşiklerinin kurutmadan önceki düzeyden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Jalili ve Jinap (2012) açık pazar ve süpermarketlerden alınan 80 farklı biber baharatında aflatoksin düzeyi üzerine araştırma yapmışlardır. Süpermarketten alınan biber örneklerinde bulunan aflatoksin miktarının açık marketten alınan bibere göre daha düşük düzeyde olduğunu belirtmişlerdir.

Bae ve ark. (2012), dondurup kurutulmuş olan 4 farklı biber genotipini hekzan, metanol, metanol-su (80:20), aseton ve etil asetat çözücülerini kullanarak ekstrakte etmişlerdir. Test edilen tüm örneklerde en yüksek DPPH (%) temizleme kapasitesi, karetenoid ve kapsaisinoid düzeylerinin hekzan kullanılarak ekstrakte edilen örnekte olduğunu ve antioksidan kapasitesi ile toplam biyoaktif bileşiklerin miktarı arasında yüksek bir korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir.

Ku ve ark. (2012), 15 farklı kırmızı toz biber baharatını incelemişlerdir. Toplam kapsaisinoid miktarının 0.54-290.15 mg/100ml; ASTA değerinin 79.22-139.09; serbest şeker miktarının ise %16.76-29.92 aralığında değiştiğini belirtmişlerdir.

Golge ve ark. (2013), Türkiye'nin farklı vilayetlerinden elde ettikleri 182 adet pul biberi örneğini incelemek için yaptıkları çalışmada AFB<sub>1</sub> 'in 150, AFB<sub>2</sub> 'nin 84 ve AFB<sub>3</sub> 'ün 32 örnekte pozitif olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca bu örneklerden 50 tanesinin AFB<sub>1</sub> düzeyinin yasal sınırdan(5µg/kg) yüksek olduğu ve AFB<sub>1</sub> saptanan örneklerde AFB<sub>1</sub> miktarının 0.24-165 µg/kg aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Valazquez ve ark. (2014), güneşte kurutma, fırında kurutma ve tütüleyerek kurutma metodlarını kullanarak elde ettikleri biber baharatı örneklerinin ASTA değerlerini, pigment konsantrasyonlarını, esmerleşme indekslerini, kırmızılık/sarıklık oranlarını ve yüzey renklerini karşılaştırmışlardır. En iyi (en düşük) esmerleşme indeksi ve kırmızılık/sarıklık oranının fırında kurutma yöntemiyle elde edilen örnekteki en yüksek pigment konsantrasyonu ve ASTA değerinin tütülenerek elde

edilen örnekte, en yüksek kırmızılık oranının ise güneşte kurutularak elde edilen örnekte olduğunu tespit etmişlerdir.

Cervantes ve ark. (2014), olgunlaşma düzeyleri farklı olan 3 farklı biber örneğini [taze (kahverengi, %50 kırmızı, %75 kırmızı), kaynatılmış (94 °C de 12.48 dakika) ve kızartılmış (210 °C de 13.23 dakika)] pigment konsantrasyonu ve biyoaktif bileşikler açısından incelemişlerdir. İncelenen örneklerde 64 çeşit pigment bulunmuş ve taze biberde (kahverengi) en çok klorofil pigmenti bulunurken, daha fazla olgunlaşmış olan biberde ise kapsantin pigmentinin daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca ısı işlem uygulandığında pigment miktarları azalmış ve karotenoidlerin bazı cis izomerlerinin oluştuğunu tespit etmişlerdir. Kızartma işlemi antioksidan kapasitesini arttırırken, kaynatma durumunda bu kapasitesinin düştüğünü gözlemişlerdir.

Ordenez-Santos ve ark. (2014), 5 farklı yöntem kullanarak depoladıkları biberlerin su aktivitesini, ASTA değerlerini, yüzey renk parametrelerini ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), karotenoidlerin (kapsantin, zeaksantin, kapsorubin,  $\beta$  karoten,  $\beta$  kriptoksantin, toplam karotenoid) miktarındaki değişimleri gözlemişlerdir. 8 ay süren depolama sonucunda vakum teknik ve modifiye atmosfer (%100 N<sub>2</sub>, %50 N<sub>2</sub>+%50 CO<sub>2</sub>, %100 CO<sub>2</sub>) kullanılarak depolanan biberlerin ASTA değerleri, yüzey renk parametreleri ve sarı renkli karotenoid fonksiyonlarının azaldığını tespit etmişlerdir. Modifiye ve vakumlu olmayan teknikler kullanıldığında azalmanın daha çok olduğunu saptamışlardır. Depolamadan sonra örneklerin kapsorubin miktarları ve su aktivitesi değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir.

Iqbal ve ark. (2015), güneşte kurutarak elde ettikleri üç çeşit biberin depolama sıcaklığının (20, 25, 30 °C), depolama süresinin (5 ay) ve farklı paketleme materyalinin (polietilen, Jüt); C vitamini stabilitesi, kapsaisinoid ve toplam karotenoid miktarına olan etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada C vitamini, kapsaisinoid ve toplam karotenoid yoğunluğunun kullanılan üç çeşit biberde farklı olduğu, depolama süresi ve sıcaklığının arttığında bu yoğunlukların azaldığını saptamışlardır. 5 aylık depolama sürecinden sonra kapsaisinoid, toplam karotenoid

ve C vitamini yoğunluğunun sırasıyla %12.7 , %17, %22.6 düştüğünü saptamışlardır. Ayrıca depolamada kullanılan her iki paketleme çeşidinde de (jüt ve poli etilen) bu bileşiklerin azaldığı, jüt malzeme kullanılan paketlemelerde bu azalmanın daha çok olduğunu tespit etmişlerdir.

Atasoy ve ark. (2016), 20 adet isot biber aharatında yaptığı çalışmada, örneklerde aflatoksin G1 ve G2 değerlerinin tespit edilmediğini, aflatoksin B1 değerlerinin 0.02-8.45 ppb aralığında olduğunu ve %10'nun standartlara uymadığını belirtmişlerdir. Örneklerin 6 tanesinde 0.02-1.09 ppb aflatoksin B2 içerdiğini, toplam aflatoksin değerlerinin 0.02-9.54 ppb ve ortalama 1.52 ppb olduğunu saptamışlardır.



### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

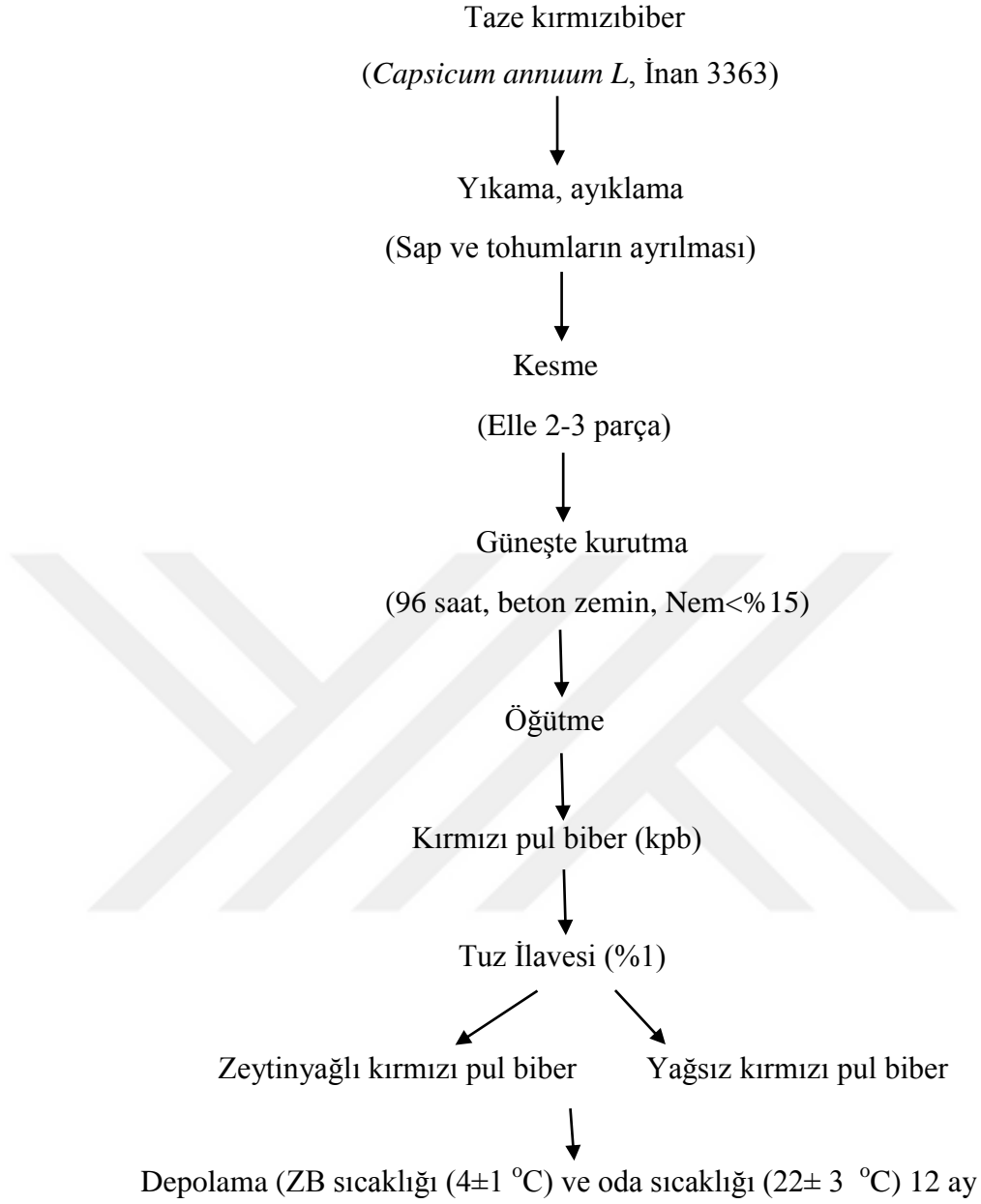
#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada, *Capsicum annuum L.* (İnan 3363) çeşidi taze kırmızıbiberler kullanılmıştır. Biberler Şanlıurfa'da üretim yapan çiftçilerden temin edilmiştir. Zeytinyağı (Kristal, Türkiye) ve kaya tuzu (İbo Tuz, Türkiye) piyasadan temin edilmiştir.

#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. Kırmızı pul biber üretimi

Taze biberler sap ve tohumlarından ayrıldıktan sonra elle 2-3 parçaya ayrılmıştır. Parçalanmış biberler temiz beton zemin üzerinde etli kısımları dışa bakacak şekilde serilmiştir. Biberlerin nem içeriği  $<15\%$  oluncaya kadar (96 saat) kurutulmuştur. Kurutulan biberler değirmenlerde öğütülerek kırmızı pul biber üretimi gerçekleştirilmiştir. Kırmızı pul biberlere ağırlığın  $1\%$  oranında tuz ilave edilmiştir. Daha sonra ikiye ayrılan kırmızı pul biberlerin yarısına  $10\%$  (ağırlık/hacim olarak) miktarında zeytinyağı ilave edilmiştir. Zeytinyağlı ve zeytinyağısız pul kırmızıbiberler oda ( $22\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ve buzdolabı ( $4\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) sıcaklığında 12 ay boyunca depolanmıştır. Kırmızı pul biber üretimi farklı günlerde iki kere yapılmıştır ve üretimin ayrıntılı akım şeması Şekil 1.1.'de verilmiştir. Depolamanın ilk gün, 3., 6., 9. ve 12. aylarında analizler yapılmıştır.



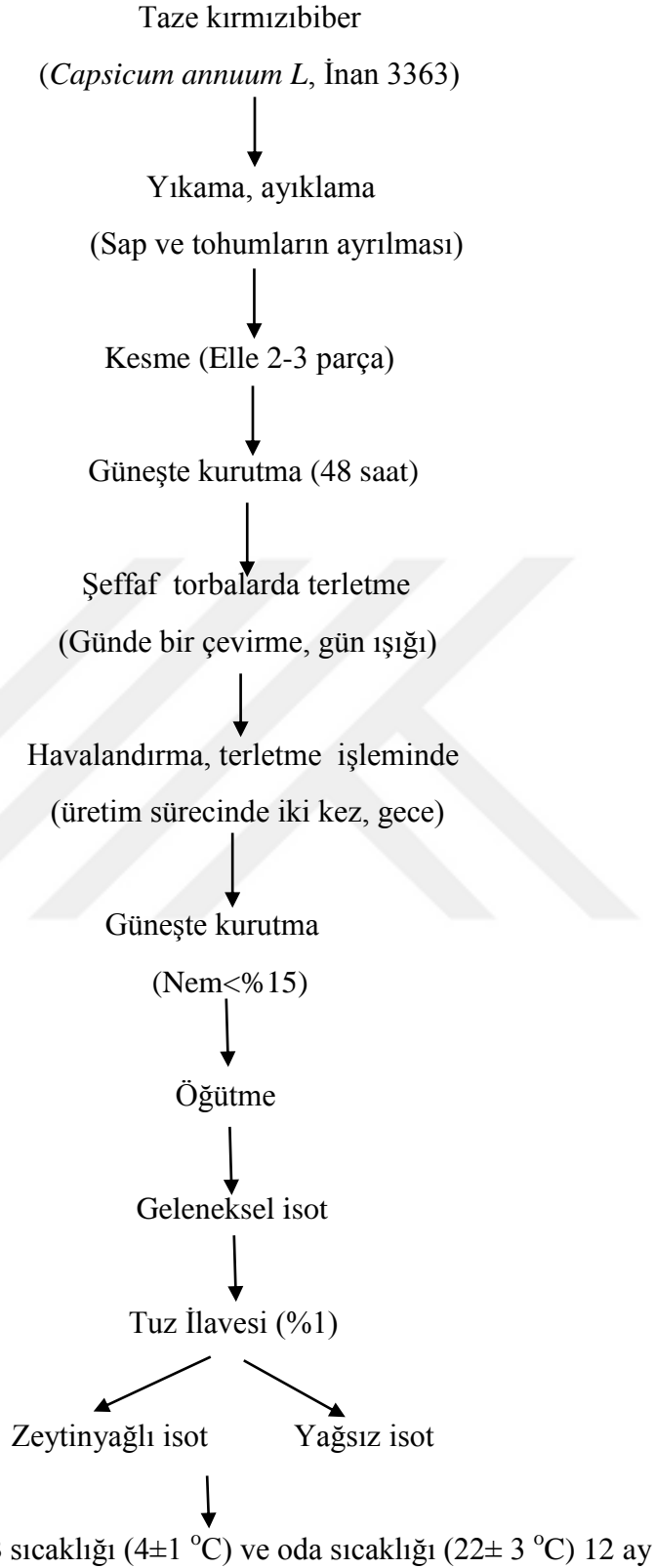
Şekil 1. 1. Kırmızı pul biber baharatının üretim akım şeması

### 3.2.2. İ sot üretimi

Taze biberler sap ve tohumlarından ayrıldıktan sonra elle 2-3 parçaya ayrılmıştır. Parçalanmış biberler temiz beton zemin üzerinde etli kısımları dışa bakacak şekilde serilmiştir. Biberler 48 saat kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra biberler terletme (karartma) işlemine alınmıştır. Terletme işlemi sırasında 2-3 kez gece biberler torbalardan dökülerek havalandırılmıştır. Terletme bittikten sonra biberlerin nemi %15'in altına kadar kurutulmuştur (ilk kurutma (48 saat), terletme

(96 saat), son kurutma (48 saat) olmak üzere 192 saat). Kurutulan biberler değirmenlerde öğütülerek geleneksel isot elde edilmiştir. İ sotlar iki eşit parçaya ayrılarak ağırlıklarının %1'i oranında tuz ilave edilmiştir. İ sotların bir kısmına zeytinyağı (biber ağırlığının %10'u oranında) ilave edilmiştir. Zeytinyağlı ve zeytinyağsız isot örnekleri ZB sıcaklığında ( $4\pm 1$  °C) ve oda sıcaklığında ( $22\pm 3$  °C) 12 ay depolanmıştır. İ sot üretimi farklı günlerde iki kez yapılmıştır (Şekil 1.2.). Depolamanın ilk gün, 3., 6., 9. ve 12. aylarında analizler yapılmıştır.





Şekil 1. 2. İsoT baharatının üretim akım şeması



### **3.3. İsoot ve Kırmızı Pul Biberlerde Yapılan Analizler**

#### **3.3.1. Nem tayini**

Nem tayini AOAC, (2005)' e göre belirlenmiştir.

#### **3.3.2. Toplam titrasyon asitliği ve pH tayini**

Serrano ve arkadaşlarının 2010 yılında yaptığı çalışmada belirtilen yöntemle göre titrasyon asitliği ve pH belirlenmiştir.

#### **3.3.3. Aflatoksin tayini**

AOAC Official Method 999.07 (2005) yöntemi ile örneklerin aflatoksin miktarları saptanmıştır.

#### **3.3.4. Ekstrakte edilebilir renk (ASTA) tayini**

Örneklerin ASTA değerleri AOAC (2005) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

#### **3.3.5. Kırmızılık/sarılık oranı tayini**

ASTA tayini için hazırlanan ekstraktlar spektrofotometrede sırasıyla 470 ve 455 nm' de absorbansları okunarak kırmızılık sarılık oranları belirlenmiştir (Topuz ve ark., 2009).

#### **3.3.6. Esmerleşme indeksi tayini**

Örneklerin enzimatik olmayan esmerleşme değerleri Topuz ve ark. (2009)'a göre belirlenmiştir.

**3.3.7. Yüzey renk tayini**

Örneklerin  $L^*$  (beyazlık-parlaklık),  $a^*$  (kırmızılık-yeşillik),  $b^*$  (sarılık-mavilik),  $C$  (yoğunluk) ve  $h^0$  (renk açısı) değerleri chroma metre cihazında ölçülmüştür (Vega - Galvez ve ark., 2009).

**3.3.8. Antioksidan kapasitesi tayini**

Antioksidan kapasitesi Valazquez Rocio ve ark. (2014)'na göre belirlenmiştir.

**3.3.9. İstatistiksel analizler**

Araştırmada elde edilen sonuçlar Minitab16 paket programında varyans analizi yapılmış gruplar arası fark Turkey testi ile belirlenmiştir. Araştırma iki ( $n=2$ ) tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Üretimde hammadde olarak kullanılan taze kırmızı biberin özellikleri çizelge 4.1.'de verilmiştir. Taze biberin nem, pH, titrasyon asitliği (% sitrik asit), esmerleşme indeksi, ASTA, kırmızılık/sarıklık, L\*, a\*, b\*, C, h° ve antioksidan kapasitesi sırasıyla; %90.74, 2.46, 0.159, 0.53, 193.044, 0.921, 34.35, 34.53, 29.81, 28.78, 34.94, %8.736 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4. 1. Taze kırmızıbiberin özellikleri

Yapılan Analizler	Taze Biber
Nem (%)	90.74
pH	2.46
Titrasyon Asitliği(% sitrik asit)	0.159
Esmerleşme İndeksi	0.53
ASTA	193.044
Kırmızılık/Sarıklık Oran	0.921
L*	34.35
a*	34.53
b*	29.81
C	28.78
h°	34.94
AntioksidanKapasitesi(%)	8.736

Yukardaki özelliklere sahip taze kırmızı biberlerden üretilen kırmızı pul biber ve isotlar; ZİO: Oda sıcaklığında depolanan zeytinyağı ilaveli örnek, ZİB: Buzdolabı sıcaklığında depolanan zeytinyağı ilaveli örnek, ZO: Oda sıcaklığında depolanan zeytinyağı ilavesiz örnek, ZB: Buzdolabı sıcaklığında depolanan zeytinyağı ilavesiz örnek, olarak kodlanmıştır.

#### 4.1. Kırmızı Pul Biber Örneklerinin Depolama Süresince Fiziko-Kimyasal, Renk, Antioksidan ve Aflatoksin Özelliklerindeki Değişimler

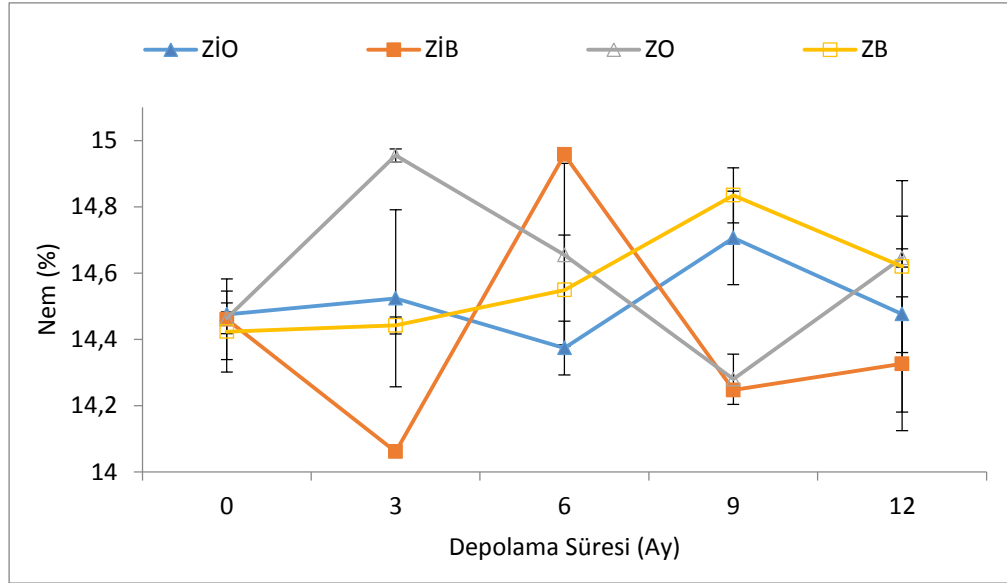
##### 4.1.1. Nem oranları

Kırmızı pul biberin nem değerlerine ait varyans analizi çizelge 4.2.'de verilmiştir. Kırmızı pul biberlerin nem değerleri üzerine zeytinyağı ilavesi, depolama sıcaklığı, depolama süresi, zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı ve zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi interaksiyonlarının etkili olmadığı saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Depolama sıcaklığı\*depolama süresi ve zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonları ise  $p<0.05$  düzeyinde etkili olmuştur.

Çizelge 4. 2. Kırmızı pul biberlerin nem değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	0.159	0.159	3.572	0.073
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0.03996	0.03996	0.900	0.354
Depolama süresi (DS)	4	0.141	0.03527	0.794	0.543
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.01394	0.01394	0.314	0.582
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0.301	0.07522	1.694	0.191
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0.572	0.143	3.220	0.034 *
Zİ * DT * DS	4	0.747	0.187	4.206	0.012 *

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli,\*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz



Şekil 4. 1. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin neminde meydana gelen değişimler

Kırmızı pul biber örneklerinin nem değerleri depolamanın başında % 14.42- %14.47, sonunda ise %14.33-%14.65 aralığında değiştiği saptanmıştır (Şekil 4.1. ve Ek çizelge 1). Baharatların özellikleri üzerinde nem oranlarının etkili olduğu belirtilmektedir. Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliğine (2013/12) göre baharatların nem içeriğinin %15'in altında olması gerektiği bildirilmektedir. Kırmızı pul biber örneklerinin nem değerleri kodekste belirtilen değerlerin altında olmuştur.

ZİO, ZO ve ZB sıcaklığındaki örneklerin nemindeki değişimlerin istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). ZİB sıcaklığındaki örneklerin nemi ilk üç ay değişmediği ( $p>0.05$ ), 6.ayda arttığı ( $p<0.05$ ), daha sonra değişmediği saptanmıştır. Atasoy ve ark., (2016) 12 ay depolama sonucunda kırmızı pul biberlerin nem miktarlarının %14.65 ile %14.94 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

#### 4.1.2. pH değerleri

Kırmızı pul biberlerin pH değerlerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Kırmızı pul biberlerin pH değerleri üzerine depolama sıcaklığı, depolama süresi ve depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksyonu önemli düzeyde etkili olmuştur ( $p<0.001$ ). Ancak, zeytinyağı ilavesi, zeytinyağı

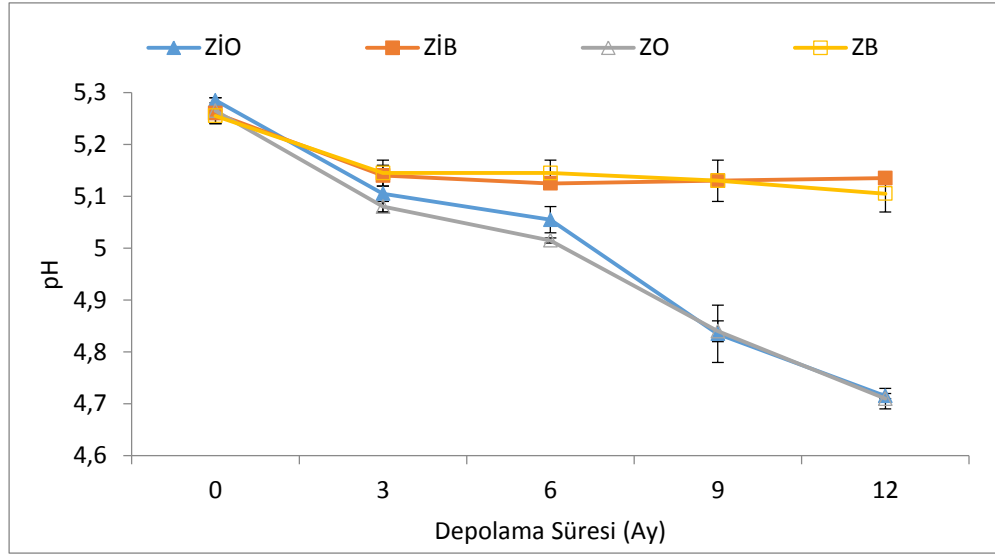
ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi ile zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksyonu etkili olmamıştır ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4. 3. Kırmızı pul biberlerin pH değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	0.0009025	0.0009025	0.790	0.385
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0.277	0.277	242.646	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	0.576	0.144	126.045	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.0005625	0.0005625	0.492	0.491
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0.000435	0.0001088	0.095	0.983
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0.252	0.0629	55.058	0.000 ***
Zİ * DT * DS	4	0.002125	0.0005312	0.465	0.761

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz

Kırmızı pul biberlerin pH değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 4.2.'te gösterilmiştir. Bütün örneklerin pH değerlerinde depolama boyunca azalma olmuştur ( $p<0.05$ ). Buzdolabı sıcaklığındaki örneklerin pH değerlerinin oda sıcaklığında depolanan örneklerinkine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. pH değerlerindeki azalmanın mikroorganizmaların faaliyetleri sonucunda şekerli bileşiklerin parçalanması sonucunda organik asitlerin oluşması sonucunda olduğu tahmin edilmektedir. Atasoy ve ark., (2016), 12 ay depolanan kırmızı pul biberlerin pH değerlerinin depolamanın sonunda azaldığını belirtmişlerdir.



Şekil 4. 2. Depolama süresince pul kırmızı biberlerin pH değerlerinde meydana gelen değişim

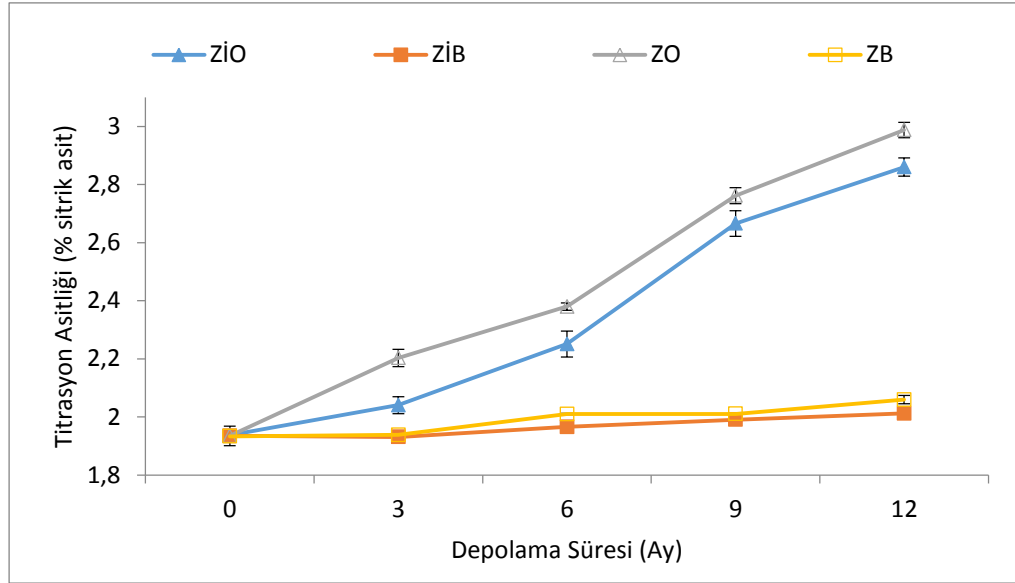
#### 4.1.3. Titrasyon asitliği

Çizelge 4.4.'te verilen titrasyon asitliği varyans analizi sonuçlarında zeytinyağı ilavesi, depolama sıcaklığı, depolama süresi ve depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonu  $p<0.001$ , zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı  $p<0.01$ , zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi  $p<0.05$  düzeyinde etkili olmuştur. Ancak, zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonunun önemli olmadığı saptanmıştır ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4. 4. Kırmızı pul biberlerin titrasyon asitliği değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	0.0397	0.0397	38.901	0.000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	1.795	1.795	1758.812	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	1.637	0.409	400.895	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.01563	0.01563	15.319	0.001 **
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0.0118	0.002951	2.891	0.049 *
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	1.086	0.272	266.020	0.000 ***
Zİ * DT * DS	4	0.006119	0.00153	1.499	0.240

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz



Şekil 4. 3. Depolama süresi boyunca kırmızı pul biberlerin titrasyon asitliği değerlerinde meydana gelen değişimler

Kırmızı pul biber örneklerinin tümünde depolama süresince titrasyon asitliği değerlerinde artış olmuştur ( $p < 0.05$ , Şekil 4.3.). Depolamanın ilk gününde kırmızı pul biberlerin titrasyon asitliği değerleri arasında istatistiksel olarak farkın olmadığı saptanmıştır. ( $p > 0.05$ ). Buzdolabı sıcaklığındaki örneklerde aynı depolama günlerinde titrasyon asitliği değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Oda sıcaklığında ise aynı depolama günlerinde zeytinyağlı örnekte 3.ayda titrasyon asitliği artmış daha sonra değişmemiştir. Zeytinyağsız örnekte ise titrasyon asitliğindeki değişimler farklılık arz etmiştir ( $p < 0.05$ ). Titrasyon asitliğindeki değişimlerin mikroorganizmaların şekerli bileşikleri parçalaması sonucunda oluşan organik asitlerin varlığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Korkmaz (2016), 12 ay depolanan kırmızı pul biberlerin titrasyon asitliği değerlerinde artışlar olduğunu saptamıştır.



#### 4.1.4. Enzimatik olmayan esmerleşme

Kırmızı pul biberlerin enzimatik olmayan esmerleşme değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Örneklerin ASTA değerleri üzerinde depolama sıcaklığı, depolama süresi ve depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksyonu önemli oranda etkili olmuştur ( $p<0.001$ ). Zeytinyağı ilavesi, zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi ve zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksyonlarının önemli olmadığı saptanmıştır( $p>0.05$ ).

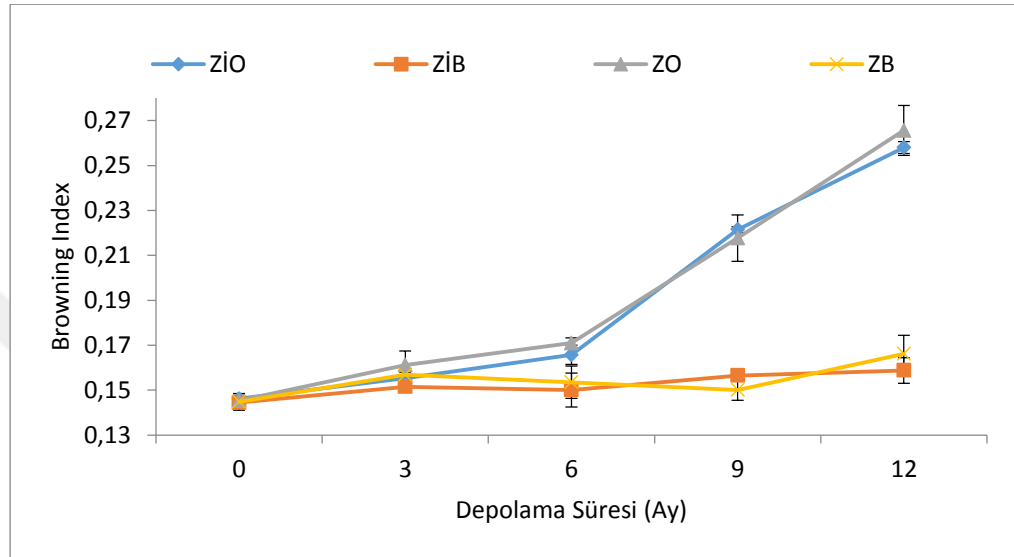
Çizelge 4. 5. Kırmızı pul biberlerin esmerleşme indeksi değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	0.00005784	0.00005784	1.008	0.327
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0.01404	0.01404	244.586	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	0.02344	0.00586	102.111	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.000001482	0.000001482	0.026	0.874
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0.0002083	0.00005207	0.907	0.479
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0.01506	0.003765	65.614	0.000 ***
Zİ * DT * DS	4	0.000004512	0.000001128	0.020	0.999

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli,\*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz

Kırmızı pul biberlerin enzimatik olmayan esmerleşme değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.4.'de verilmiştir. Depolamanın başında esmerleşme indeksi değerlerinin 0.144-0.146, sonunda ise 0.158-0.265 arasında olduğu belirlenmiştir. Esmerleşme indeksi değerlerinin zeytinyağlı örneklerin oda sıcaklığında depolamanın 3. ayından sonra arttığı ( $p<0.05$ ), ZB sıcaklığında ise depolama boyunca değişmediği saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Esmerleşme indeksinin zeytinyağsız örneklerde ise oda sıcaklığında 6.aydan, ZB sıcaklığında da 9.aydan sonra arttığı saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Örnekler arasında ilk 6 ay farkın olmadığı ( $p>0.05$ ), 6. aydan sonra oda sıcaklığının enzimatik olmayan esmerleşme değerlerini arttırdığı belirlenmiştir. ( $p<0.05$ ). Esmerleşme indeksindeki değişimlerin gıdalarda gerçekleşen maillard reaksiyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Lee ve ark., (1991)'de yaptıkları çalışmada biber baharatlarında meydana gelen maillard reaksiyonlarının esmerleşmeyi etkilediğini tespit etmişlerdir. Biber baharatının

üretimi sırasında kullanılan yaş biberin özelliklerinin, kurutma süresinin ve sıcaklığının esmerleşme indeksi değerlerinde değişime neden olduğu belirtilmektedir (Topuz ve ark., 2009). Atasoy ve ark., (2016) üç farklı şekilde üretilen biber baharatlarında depolama süresince enzimatik olmayan esmerleşme değerlerinde artış olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4. 4. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin esmerleşme indeksi değerlerinde meydana gelen değişimler

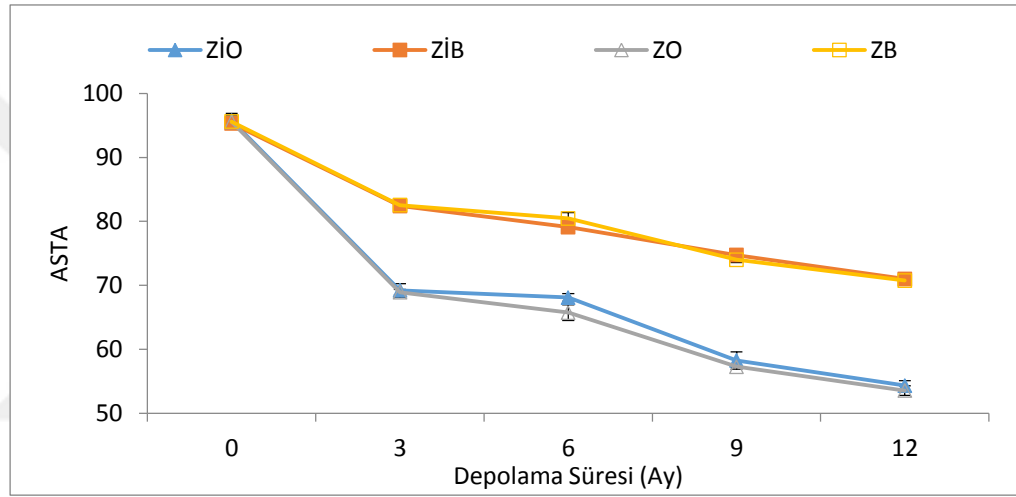
#### 4.1.5. Ekstrakte edilebilir renk (ASTA)

Kırmızı pul biberlerin ekstrakte edilebilir renk değerlerine ait varsans analizi sonuçları Çizelge 4.6.'da verilmiştir. ASTA değerleri üzerinde depolama sıcaklığı, depolama süresi ve depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonunun  $p<0.001$  düzeyinde, önemli olduğu, zeytinyağı ilavesi, zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi ve zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonlarının ise etkili olmadığı görülmektedir ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4. 6. Kırmızı pul biberlerin ASTA değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	1.473	1.473	1.239	0.279
Depolama sıcaklığı (DT)	1	1421.329	1421.329	1194.908	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	5316.433	1329.108	1117.379	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	2.908	2.908	2.445	0.134
Z. İlavesi * D. Süresi	4	1.008	0.252	0.212	0.929
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	393.854	98.463	82.778	0.000 ***
Zİ * DT * DS	4	4.369	1.092	0.918	0.473

\*:  $p < 0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p < 0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p < 0.001$  düzeyde önemli,  $p > 0.05$  önemsiz



Şekil 4. 5. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin ASTA değerlerinde meydana gelen değişimler

Şekil 4.5.' de verilen grafikte görüldüğü gibi bütün örneklerde ASTA değerlerinde depolama süresince sürekli bir azalma olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Örneklerin ASTA değerleri grafikte verilen sırayla depolama sonunda ortalama olarak % 45, %26, %45 ve %30 oranında azalmıştır. Oda sıcaklığında örneklerin ASTA değerlerindeki değişimlerin istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $p > 0.05$ ), buzdolabı sıcaklığında da zeytinyağlı örneklerin 3.aydan sonra yağsız örneklere oranla daha yüksek ASTA değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. İnanç (2003), yağsız örneklerdeki ASTA değerlerindeki renk kaybının yağlı örneklere göre daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Atasoy ve ark., (2016), geleneksel isot, kırmızı pul biber ve fabrikasyon isot baharatlarında yaptıkları araştırmada ASTA değerlerindeki azalmanın toplam karotenoid içeriğindeki azalmaya bağlı olduğunu saptamışlardır.

Vega-Galvez ve ark. (2009) biber içeriğinde bulunan pigmentlerin ASTA değerlerini etkilediğini belirtmişlerdir. Biber baharatlarının ASTA değerlerinde meydana gelen artış ve azalışların pigmentlerin biyosentezi ve bozulmaları sonucu gerçekleştiği belirtilmektedir (Topuz ve ark., 2009; Vega-Galvez ve ark., 2009). Korkmaz (2016), ASTA değerinin biberlerdeki karotenoid içeriğiyle doğrusal bir bağlantı içerisinde olduğunu belirtmiştir.

#### 4.1.6. Kırmızılık/sarılık oranları

Zeytinyağı ilavesi, sıcaklık farkı ve depolama süresinin kırmızılık-sarılık değerleri üzerine etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7' de verilmiştir. Zeytinyağı ilavesi ile zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonunun  $p<0.05$  düzeyde etkili olduğu saptanmıştır. Ancak depolama sıcaklığı, depolama süresi, zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı ve zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi ve depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonları kırmızılık-sarılık değerlerini etkilememiştir ( $p>0.05$ ).

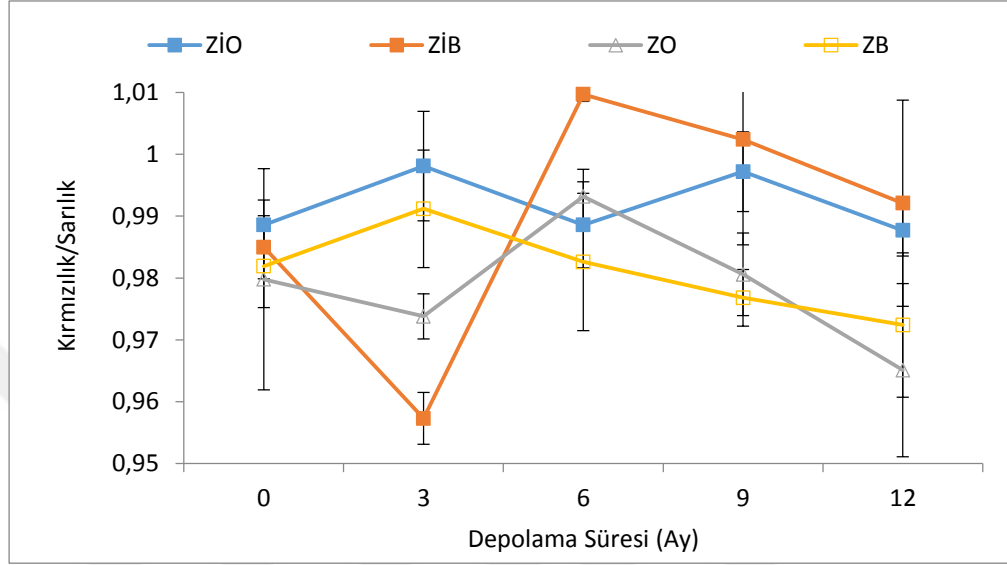
Çizelge 4. 7. Kırmızı pul biberlerin kırmızılık/sarılık değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	0.001191	0.001191	6.533	0.019 *
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0.000001823	0.000001823	0.001	0.975
Depolama süresi (DS)	4	0.001184	0.0002959	1.623	0.208
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.00006838	0.00006838	0.375	0.547
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0.0009542	0.0002385	1.308	0.301
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0.0003987	0.00009967	0.547	0.704
Zİ * DT * DS	4	0.002194	0.0005486	3.008	0.043 *

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz

Şekil 4.6.' da depolama boyunca örneklerin kırmızılık/sarılık oranlarındaki değişimi verilmiştir. ZİO, ZO ve ZB sıcaklığı örneklerinde depolama süresince meydana gelen değişimler istatistiksel olarak etkili olmadığı saptanmıştır ( $p>0.05$ ). ZİB sıcaklığındaki örnek ise depolamanın 3.ayından sonra artmış, 12.ayda azalmıştır ( $p<0.05$ ). Aynı depolama günlerinde de 3.ayda ZİO ve ZB sıcaklığında kırmızılık/sarılık oranının daha yüksek olduğu ( $p<0.05$ ) diğer aylardaki değişimlerin

istatistiki olarak etkili olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Atasoy ve ark. (2016), Korkmaz (2016), biber baharatlarında yaptıkları araştırmada kırmızılık/sarılık oranlarındaki değişimlerin biberlerin toplam karotenoid içeriği ve bu karotenoidlerin oluşturduğu fraksiyonlara bağlı olduğunu saptamışlardır.



Şekil 4. 6. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin kırmızılık/sarılık oranlarında meydana gelen değişimler

#### 4.1.7. Renk değerleri ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C$ , $h^\circ$ )

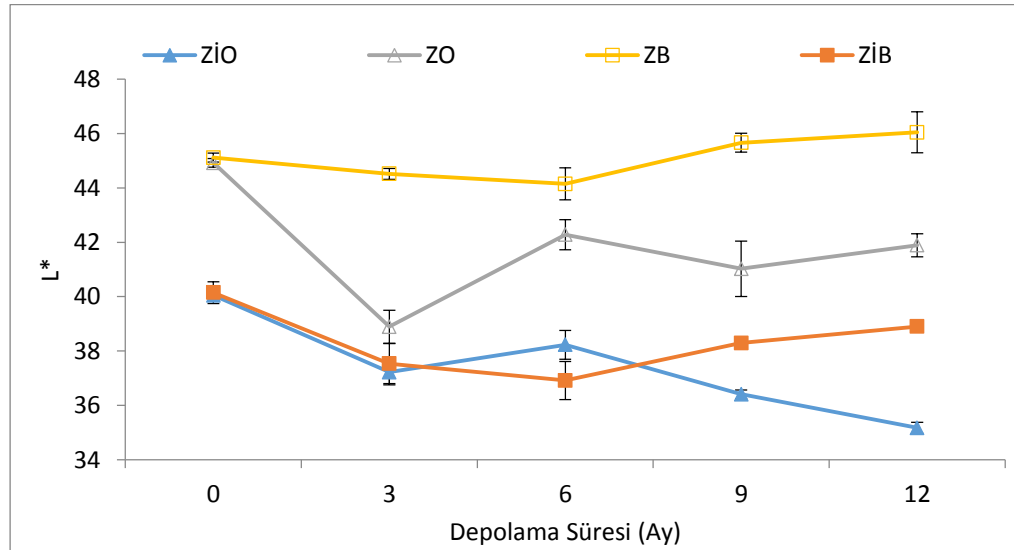
Kırmızı pul biberlere yapılan varyans analizi sonucunda zeytinyağı ilavesi, depolama sıcaklığı, depolama süresi, zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, depolama sıcaklığı\* depolama süresi  $L^*$  değerlerini  $p<0.001$ , zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi  $p<0.01$ , zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi,  $p<0.05$  düzeyinde etkilemiştir (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4. 8. Kırmızı pul biberlerin L\* değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	309.47	309.47	633.380	0.000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	44.859	44.859	91.812	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	40.382	10.095	20.662	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	13.853	13.853	28.353	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Süresi	4	8.012	2.003	4.100	0.014 *
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	25.245	6.311	12.917	0.000 ***
Zİ * DT * DS	4	9.233	2.308	4.724	0.008 **

\*: p<0.05 düzeyde önemli, \*\*: p<0.01 düzeyde önemli, \*\*\*: p<0.001 düzeyde önemli, p>0.05 önemsiz

Kırmızı pul biberlerin L\* değerleri depolamanın başında 40.05-45.12, depolamanın sonunda 35.18-46.05 arasında değiştiği saptanmıştır (Şekil 4.7 ve Ek çizelge 7). Tüm örneklerin L\* değerlerindeki değişimler farklılıklar göstermiştir. Zeytinyağı örneklerin L\* değerlerinin zeytinyağısız örneklere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İnanç (2003), bazı bitkisel yağların kırmızı pul biberlerin L\* değerlerinde artış ve azalışlara neden olduğunu belirtmiştir. Atasoy ve ark. (2016), biber baharatları üzerine yaptıkları araştırmada 12 aylık depolama sonucunda örneklerin L değerlerinin kırmızı pul biberde azaldığını belirtmişlerdir.



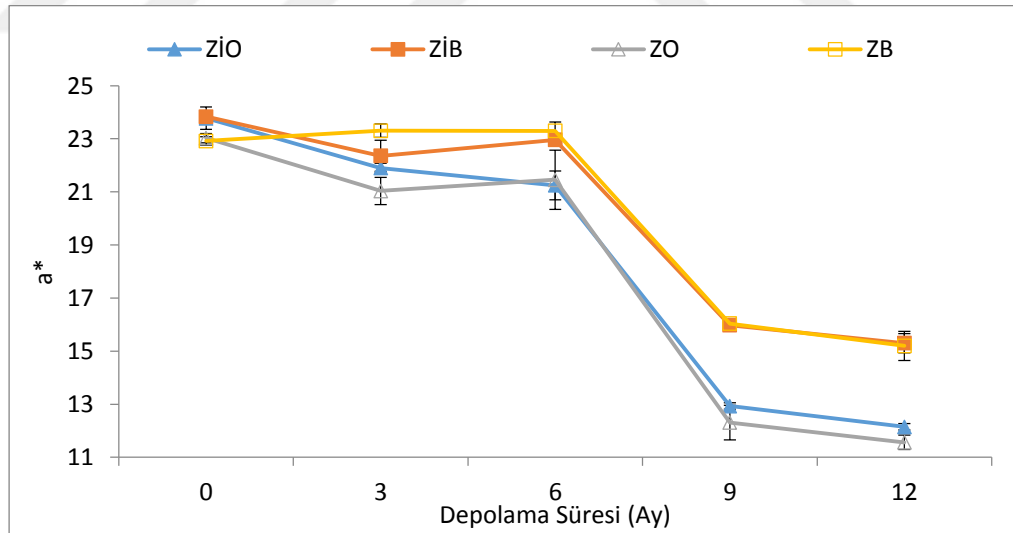
Şekil 4. 7. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin L\* değerlerinde meydana gelen değişimler

Kırmızı pul biberlerin  $a^*$  değerlerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9.'da gösterilmiştir. Kırmızı pul biberlerin  $a^*$  değerlerine depolama sıcaklığı, depolama süresi ile depolama sıcaklığı\* depolama süresi interaksyonunun etkisi önemli düzeyde iken ( $p<0.001$ ), zeytinyağı ilavesi, zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi ve zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksyonları etkili olmamıştır ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4. 9. Kırmızı pul biberlerin  $a^*$  değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi	1	0.524	0.524	1.458	0.241
Depolama sıcaklığı	1	39.164	39.164	108.913	0.000 ***
Depolama süresi	4	729.398	182.349	507.097	0.000 ***
Z. İlavesi*D. Sıcaklığı	1	0.858	0.858	2.387	0.138
Z. İlavesi*D. Süresi	4	1.42	0.355	0.987	0.437
D. Sıcaklığı*D. Süresi	4	16.817	4.204	11.692	0.000 ***
Zİ*DT*DS	4	1.151	0.288	0.800	0.539

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz



Şekil 4. 8. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin  $a^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler

Kırmızı pul biberlerin  $a^*$  değerlerindeki değişim Şekil 4.8.'da verilmiştir.  $a^*$  değerleri depolamanın başında 22.91-23.83 depolamanın sonunda 11.56-15.3 arasında değişmiştir. Zeytinyağısız örneklerde depolamanın 6.ayından sonra azalma

olmuş ( $p<0.05$ ) ve daha sonra depolama sonuna kadar sabit kalmıştır ( $p<0.05$ ). Zeytinyağı örneklerin  $a^*$  değerleri depolamanın ilk 6 ayında azalmış ve son 3 ay değişmemiştir. Aynı depolama günlerinde ise oda sıcaklığındaki örneklerin  $a^*$  değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. İnanç (2003), bazı bitkisel yağların kırmızı pul biberlere etkisinin araştırdığı çalışmada  $a^*$  değerlerinde kayıplar olduğunu saptamıştır. Korkmaz (2016), Atasoy ve ark. (2006), kırmızı pul biberler de  $a^*$  değerinin depolama boyunca azaldığını belirtmektedir.

Kırmızı pul biberlerin  $b^*$  değerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Zeytinyağı ilavesi, depolama sıcaklığı ve depolama süresi kırmızı pul biberlerin  $b^*$  değerlerini çok önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır ( $p<0.001$ ). Zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi ve depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksyonları  $p<0.01$ , zeytinyağı ilavesi\*sıcaklık\*süre interaksyonu  $p<0.05$  düzeyde etkilemiştir.

Çizelge 4. 10. Kırmızı pul biberlerin  $b^*$  değerine ait varyans analizi sonuçları

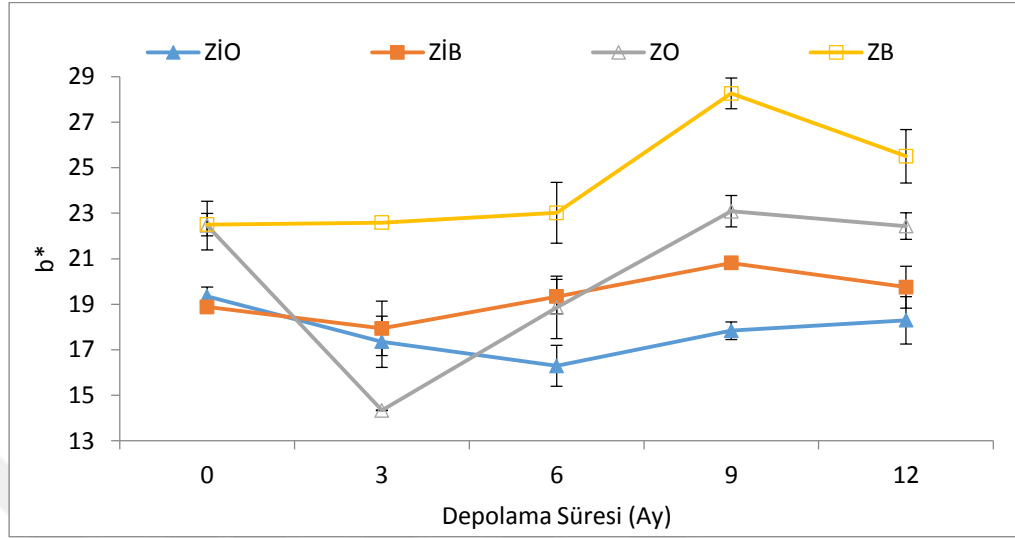
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	138.458	138.458	98.301	0.000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	79.976	79.976	56.780	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	98.467	24.617	17.477	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	17.187	17.187	12.202	0.002 **
Z. İlavesi * D. Süresi	4	34.656	8.664	6.151	0.002 **
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	28.514	7.129	5.061	0.006 **
Zİ * DT * DS	4	16.67	4.168	2.959	0.045 *

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz

Şekil 4.9. ve ek çizelge 9' da kırmızı pul biberlerin  $b^*$  değerlerindeki değişim verilmiştir.  $b^*$  değeri depolamanın başında 18.88-22.5, depolamanın sonunda 18.3-25.5 arasında değişmiştir. Zeytinyağı örneklerde depolama boyunca meydana gelen değişimler istatistiksel olarak etkili bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). ZO sıcaklığındaki örnekte  $b^*$  değeri 3.ay azalmış daha sonra tekrar artarak son 3 ay sabit kalmıştır. ZB sıcaklığındaki örnekte ise 9.ayda artmış sonra azalmıştır ( $p<0.05$ ). İnanç (2003), bazı bitkisel yağların kırmızı pul biberlerin  $b^*$  değerlerinde kırmızıdan sarıya doğru bir değişim olduğunu belirtmiştir. Atasoy ve ark. (2016) ve Korkmaz (2016), depolama



süresi boyunca kırmızı pul biberlerin b\* değerlerinde azalma olduğunu belirtmişlerdir.



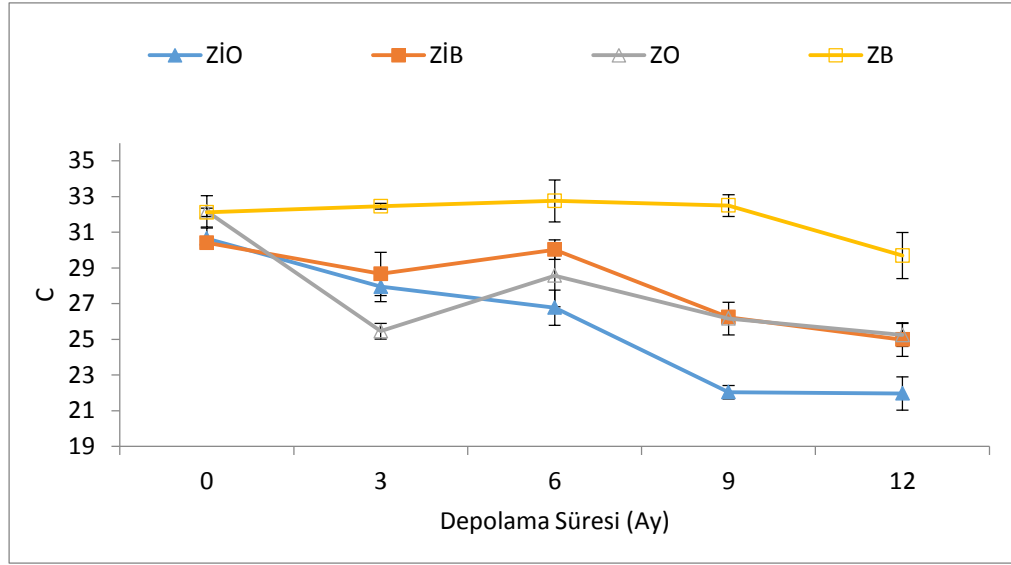
Şekil 4. 9. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin b\* değerlerindeki meydana gelen değişimler

Kırmızı pul biberlerin C değerlerine ait varyans analizi Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Zeytinyağı ilavesi, depolama sıcaklığı ve depolama süresi C değerlerini önemli ölçüde etkilemiştir ( $p < 0.001$ ). Zeytinyağı ilavesi\*sıcaklık, zeytinyağı ilavesi\*süre ve depolama sıcaklığı\*depolama süresi etkileşimlerini  $p < 0.01$ , zeytinyağı ilavesi\*sıcaklık\*süre etkileşimini ise  $p > 0.05$  düzeyde etkili olmuştur.

Çizelge 4. 11. Kırmızı pul biberlerin C değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	75.191	75.191	51.899	0.000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	107.941	107.941	74.503	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	170.366	42.592	29.398	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	12.049	12.049	8.317	0.009 **
Z. İlavesi * D. Süresi	4	26.899	6.725	4.642	0.008 **
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	32.905	8.226	5.678	0.003 **
Zİ * DT * DS	4	11.412	2.853	1.969	0.138

\*:  $p < 0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p < 0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p < 0.001$  düzeyde önemli,  $p > 0.05$  önemsiz



Şekil 4. 10. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin C değerlerinde meydana gelen değişimler

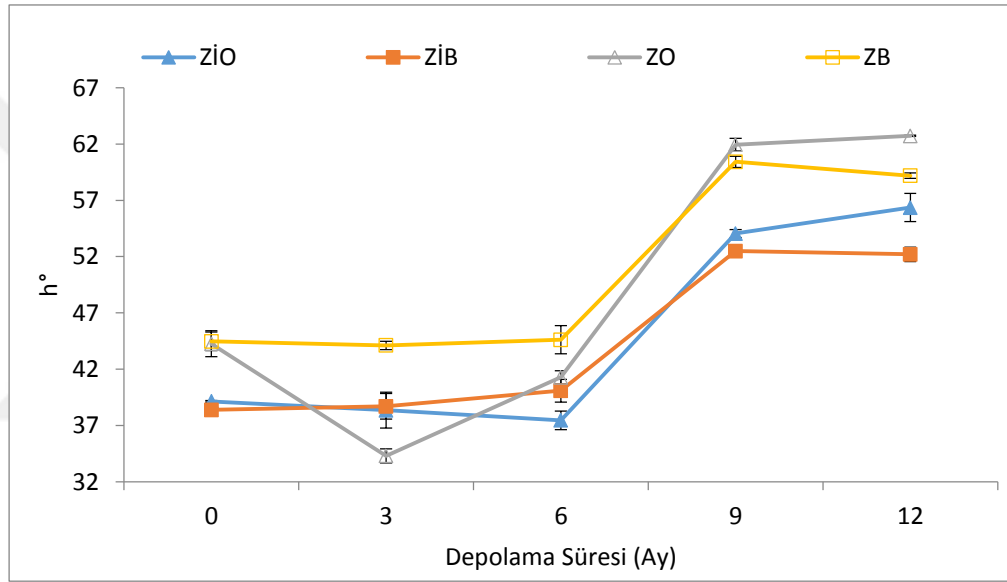
Kırmızı pul biberlerin C değerleri depolamanın başında 30.40-32.17, sonunda ise 21.96-29.7 arasında değiştiği saptanmıştır. Bütün örneklerin C değerlerinde depolamanın sonunda azaldığı belirlenmiştir. Buzdolabı sıcaklığındaki örneklerde aynı depolama sürelerinde oda sıcaklığındaki örneklere oranla C değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir ( Şekil 4.10. ve Ek çizelge 10). Korkmaz (2016), kırmızı pul biberlerde depolama sonunda C değerlerinde azalma olduğunu belirtmektedir.

Çizelge 4.12.'de kırmızı pul biberlerin  $h^{\circ}$  değerlerine ait varyans analizi sonuçları gösterilmiştir. Zeytinyağı ilavesi, depolama süresi, zeytinyağı ilavesi\* depolama süresi ve depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonlarının  $h^{\circ}$  değerlerine etkisi  $p<0.001$ , zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı ile zeytinyağı ilavesi\* depolama sıcaklığı\* depolama süresi interaksiyonlarının etkisi  $p<0.01$  düzeyinde, depolama sıcaklığının ise etkili olmadığı saptanmıştır ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4. 12. Kırmızı pul biberlerin h° değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	251.072	251.072	197.686	0.000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	2.305	2.305	1.815	0.193
Depolama süresi (DS)	4	2805.492	701.373	552.239	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	13.915	13.915	10.965	0.003 **
Z. İlavesi * D. Süresi	4	62.201	15.55	12.244	0.000 ***
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	101.483	25.371	19.976	0.000 ***
Zİ * DT * DS	4	31.845	7.961	6.268	0.002 **

\*: p<0.05 düzeyde önemli, \*\*: p<0.01 düzeyde önemli, \*\*\*: p<0.001 düzeyde önemli, p>0.05 önemsiz



Şekil 4. 11. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin h° değerlerinde meydana gelen değişimler

Şekil 4.11.'de gösterildiği gibi örneklerin h° değerlerinde depolamanın sonunda artış olduğu saptanmıştır. ZİO, ZİB ve ZB sıcaklığındaki örneklerde depolamanın ilk 6 ayı değişimlerin istatistiksel olarak etkili olmadığı (p>0.05), 9.ayda arttığı (p<0.05) ve depolama sonuna kadar değişmediği saptanmıştır. ZB sıcaklığındaki örnekte ise depolama süresince artış olmuştur (p<0.05). Zeytinyağı ilavesinin h° değerlerinin azalttığı saptanmıştır (p<0.05).

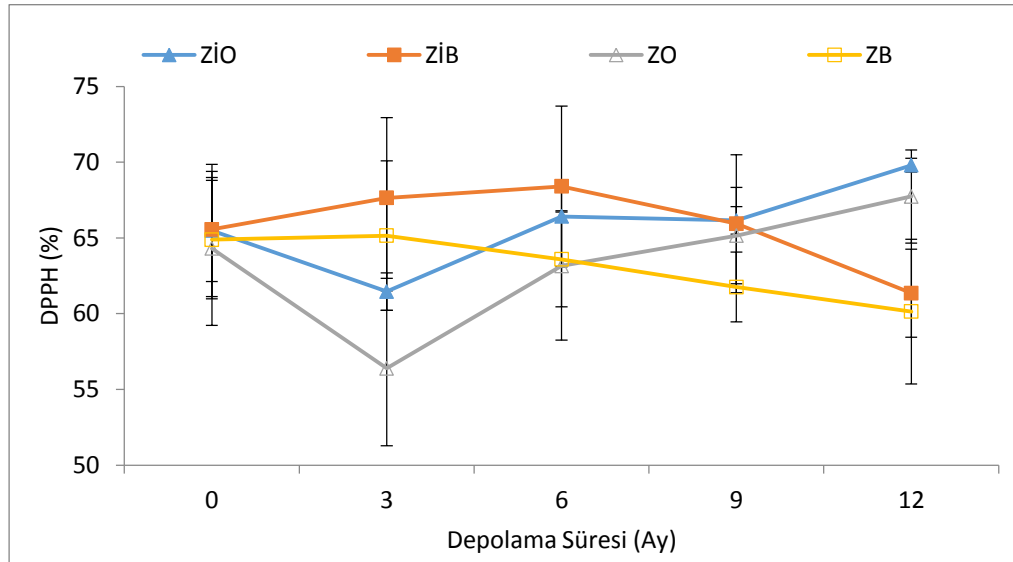
#### 4.1.8. Antioksidan kapasitesi (%)

Çizelge 4.13.'de verilen varyans analizi sonuçlarında kırmızı pul biberlerin DPPH değerleri zeytinyağı ilavesi, depolama sıcaklığı, depolama süresi ve zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi, depolama sıcaklığı\*depolama süresi, zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi etkileşimlerinden etkilenmemiştir ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4. 13. Kırmızı pul biberlerin DPPH değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	67.391	67.391	2.309	0.144
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0.272	0.272	0.009	0.924
Depolama süresi (DS)	4	36.812	9.203	0.315	0.864
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.06103	0.06103	0.002	0.964
Z. İlavesi * D. Süresi	4	14.389	3.597	0.123	0.972
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	249.534	62.383	2.138	0.114
Zİ * DT * DS	4	10.015	2.504	0.086	0.986

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz



Şekil 4. 12. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin DPPH (%) değerlerinde meydana gelen değişimler

Kırmızı pul biberlerin antioksidan kapasitelerindeki değişim Şekil 4.12.'de verilmiştir. Antioksidan kapasiteleri depolamanın başında %64.30-%65.55, sonunda

%60.14-%69.8 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Oda sıcaklığındaki zeytinyağı örneğinin antioksidan kapasitesi değerleri ilk 9 ay değişmemiş ( $p>0.05$ ) son 3 ay da ise artmıştır ( $p<0.05$ ). Diğer örneklerdeki değişimlerin istatistiksel olarak etkili olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Atasoy ark. (2016), kırmızı pul biberin antioksidan kapasitesi değerlerinin %36.08-%22.66 arasında olduğunu ve depolama boyunca azaldığını ve kuru madde miktarıyla doğru orantılı olduğunu belirtmişlerdir.

#### 4.1.9. Aflatoksin değerleri

Kırmızı pul biber örneklerinde depolama süresince sadece aflatoksin B1 ve aflatoksin B2 değerleri tespit edilmiş, aflatoksin G1 ve aflatoksin G2 değerleri tespit edilmemiştir. Hierro ve ark. (2008) aflatoksinlerin biberlerin kurutulması sırasında nem içeriklerine bağlı olarak oluştuğunu belirtmişlerdir. Kırmızı pul biberlerin aflatoksin B1, aflatoksin B2 ve toplam aflatoksin değerlerine ait varyans analizi Çizelge 4.14, 4.15 ve 4.16’da verilmiştir.

Depolama süresi aflatoksin B1 ve toplam aflatoksin değerlerine önemli ( $p<0.01$ ), aflatoksin B2 değerine ise önemli düzeyde ( $p<0.001$ ) olduğu saptanmıştır. Ancak zeytinyağı ilavesi, depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi, depolama sıcaklığı\*depolama süresi ve zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi etkilememiştir ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4. 14. Kırmızı pul biberlerin aflatoksin B1 değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (ZI)	1	8.78	8.78	3.693	0.069
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0.812	0.812	0.342	0.565
Depolama süresi (DS)	4	67.575	16.894	7.106	0.001 **
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.09604	0.09604	0.040	0.843
Z. İlavesi * D. Süresi	4	1.534	0.383	0.161	0.955
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0.331	0.08285	0.035	0.997
ZI * DT * DS	4	0.324	0.0811	0.034	0.998

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli,\*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz

Çizelge 4. 15. Kırmızı pul biberlerin aflatoksin B2 değerine ait varyans analizi sonuçları

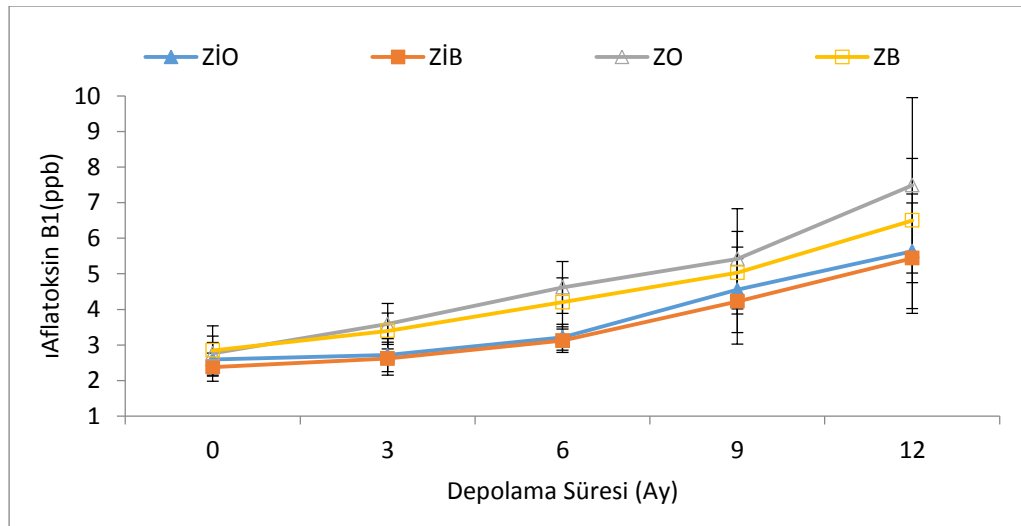
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	0.03721	0.03721	2.458	0.133
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0.03721	0.03721	2.458	0.133
Depolama süresi (DS)	4	1.004	0.251	16.577	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.00064	0.00064	0.042	0.839
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0.02382	0.005954	0.393	0.811
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0.02391	0.005979	0.395	0.810
Zİ * DT * DS	4	0.002935	0.0007337	0.048	0.995

\*: p<0.05 düzeyde önemli, \*\*: p<0.01 düzeyde önemli,\*\*\*: p<0.001 düzeyde önemli, p>0.05 önemsiz

Çizelge 4. 16. Kırmızı pul biberlerin toplam aflatoksin değerine ait varyans analizi sonuçları

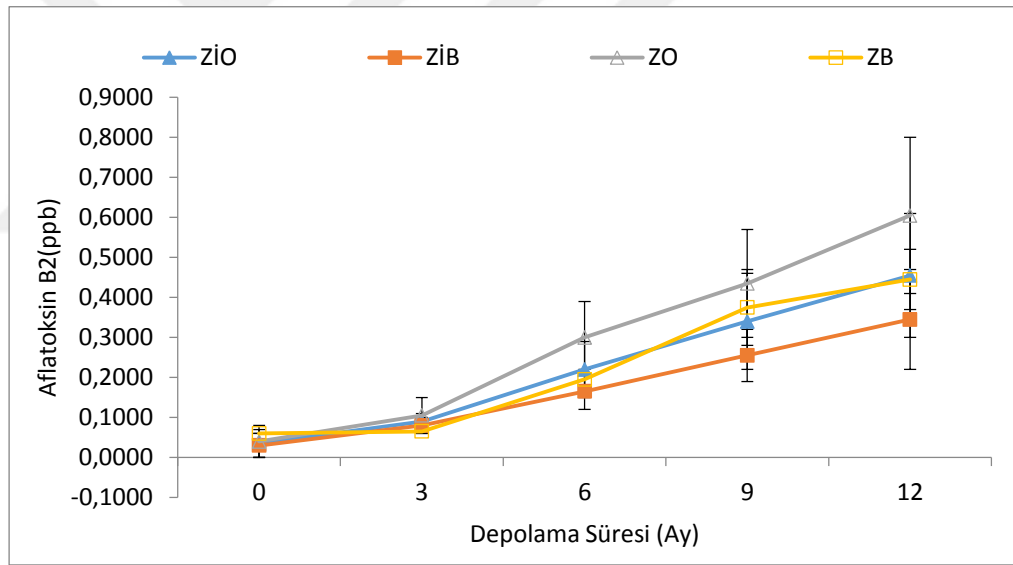
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	9.96	9.96	3.628	0.071
Depolama sıcaklığı (DT)	1	1.197	1.197	0.436	0.517
Depolama süresi (DS)	4	84.818	2.204	7.724	0.001 **
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.112	0.112	0.041	0.842
Z. İlavesi * D. Süresi	4	1.799	0.45	0.164	0.954
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0.526	0.132	0.048	0.995
Zİ * DT * DS	4	0.376	0.0941	0.034	0.998

\*: p<0.05 düzeyde önemli, \*\*: p<0.01 düzeyde önemli,\*\*\*: p<0.001 düzeyde önemli, p>0.05 önemsiz



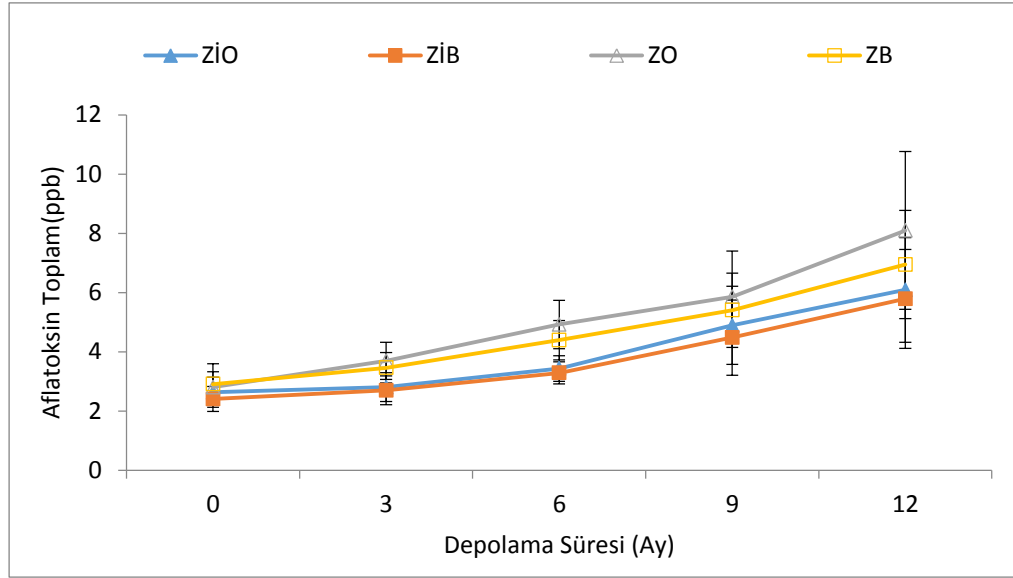
Şekil 4. 13. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin aflatoksin B1 değerinde meydana gelen değişimler

Kırmızı pul biberlerin depolama boyunca aflatoksin B1 değerlerindeki değişim Şekil 4.13’de verilmiştir. Bütün örneklerin aflatoksin B1 değerlerinde depolama sırasında artış olurken, istatistiksel olarak farkın olmadığı saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Aynı depolama günlerinde örneklerin aflatoksin B1 değerlerinin aynı olduğu tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Örneklerin aflatoksin değerleri depolamanın başında 2.375-2.845 ppb, sonunda ise 5.44-7.49 ppb olduğu saptanmıştır. Aflatoksin miktarı için Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği (TGK, 2011), ve Avrupa Birliği gıda mevzuatı (EU, no 165/2010) üst limit olarak 5 ppb olarak belirlemiştir. ZB sıcaklığındaki örneklerin aflatoksin değerleri 9. aydan, oda sıcaklığındaki örneklerin ise 6. aydan sonra belirlenen sınırın üstüne çıkmıştır. Baharat yapımında kullanılan biberlerin hasarlı olup olmaması, depolama sıcaklığı ve nem içeriği aflatoksin miktarlarında değişimlere neden olduğu belirtilmektedir (Atasoy ve ark., 2016).



Şekil 4. 14. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin aflatoksin B2 değerinde meydana gelen değişimler

Şekil 4.14.’de kırmızı pul biberlerin aflatoksin B2 değerlerindeki değişimi gösterilmiştir. Depolamanın başında 0.03-0.06 ppb, sonunda 0.34-0.60 ppb aralığında değiştiği saptanmıştır. Tüm örneklerde depolamanın 9.ayından sonra artış gözlemlenmiştir ( $p<0.05$ ). Aynı depolama gününde örnekler arasında farkın olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ).



Şekil 4. 15. Depolama süresince kırmızı pul biberlerin toplam aflatoksin değerinde meydana gelen değişimler

Kırmızı pul biberlerin toplam aflatoksin değerleri aflatoksin B1 ve B2 değerlerindeki artışa paralel olarak artmasına rağmen, istatistiksel olarak fark gözlemlenmemiştir. Örneklerin toplam aflatoksin içeriği depolama süresince artış göstermiştir ( $p>0.05$ ). Tüm örneklerin toplam aflatoksin içeriği kodekste belirtilen 10 ppb limitinin altında olmuştur. İnanç (2003), kırmızı pul biberlere bazı bitkisel yağların ilavesinin aflatoksin değerinin arttırdığını ve depolama sıcaklığının da etkili olduğunu belirtmiştir.

## 4.2. İsoot Örneklerinde Depolama Sırasında Renk, Fiziko-Kimyasal, Antioksidan Kapasitesi ve Aflatoksin Değerlerindeki Değişimler

### 4.2.1. Nem oranları

Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliğine (2013/12) göre baharatların nem içeriğinin %15'in altında olması gerektiği bildirilmektedir. Kırmızı pul biber örneklerinin nem değerleri kodekste belirtilen değerlerin altında olmuştur.

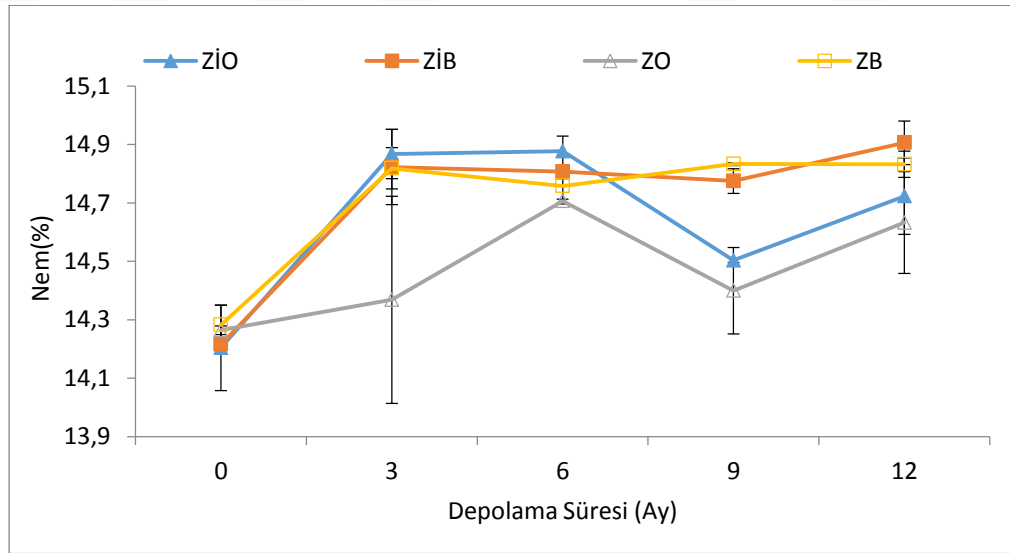


Çizelge 4. 17. İ sotların nem değ erine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	0.06471	0.06471	2.424	0.135
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0.226	0.226	8.481	0.009 **
Depolama süresi (DS)	4	1.634	0.408	15.298	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.06421	0.06421	2.405	0.137
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0.108	0.02711	1.016	0.423
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0.178	0.04450	1.667	0.197
Zİ * DT * DS	4	0.07904	0.01976	0.740	0.576

\*:  $p < 0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p < 0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p < 0.001$  düzeyde önemli,  $p > 0.05$  önemsiz

İ sot örneklerinin nem değ erlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17.'de verilmiştir. İ sot örneklerinin nem değ erlerine depolama sıcaklığı  $p < 0.01$ , depolama süresi ise  $p < 0.001$  düzeyinde etkilediği belirlenmiştir. Ancak zeytinyağı ilavesi, zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi, depolama sıcaklığı\* depolama süresi ve zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonlarının etkisinin olmadığı saptanmıştır ( $p > 0.05$ ).



Şekil 4. 16. Depolama süresince isot örneklerinin nem değ erlerinde meydana gelen değ işimler

İ sot örneklerinin nem değ erlerindeki değ işimler Şekil 4.16. ve Ek çizelge 16'de verilmiştir. İ sot örneklerinin nem değ erleri depolamanın başında %14.20-%14.28, sonunda %14.63-%14.90 arasında olduğu tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi

Baharat Tebliğine (2013/12) göre baharatların nem içeriğinin %15'in altında olması gerektiği bildirilmektedir. İso örneklerinin nem değerleri kodekste belirtilen değerlerin altında olmuştur.

ZO sıcaklığındaki örneğin nem değeri depolama boyunca değişmemiştir ( $p>0.05$ ). Diğer örneklerin nem değerleri 3.ayda artmış ( $p<0.05$ ) daha sonra değişmemiştir. İlk 3 ay aynı depolama günlerinde zeytinyağı ilavesi ve depolama sıcaklığı örneklerin nem değerlerini etkilemediği ( $p>0.05$ ), 6.aydan itibaren oda sıcaklığındaki örneklerin nem değerinin arttığı saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Depolamanın son 3 ayında ise örneklerin nem değerleri arasındaki değişimin istatistiksel olarak etkili olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). İnanç (2003), biber baharatlarının kaliteleri üzerine farklı bitkisel yağların etkisini araştırdığı çalışmada nem değerlerinde değişimler olduğunu belirtmiştir.

#### 4.2.2. pH değeri

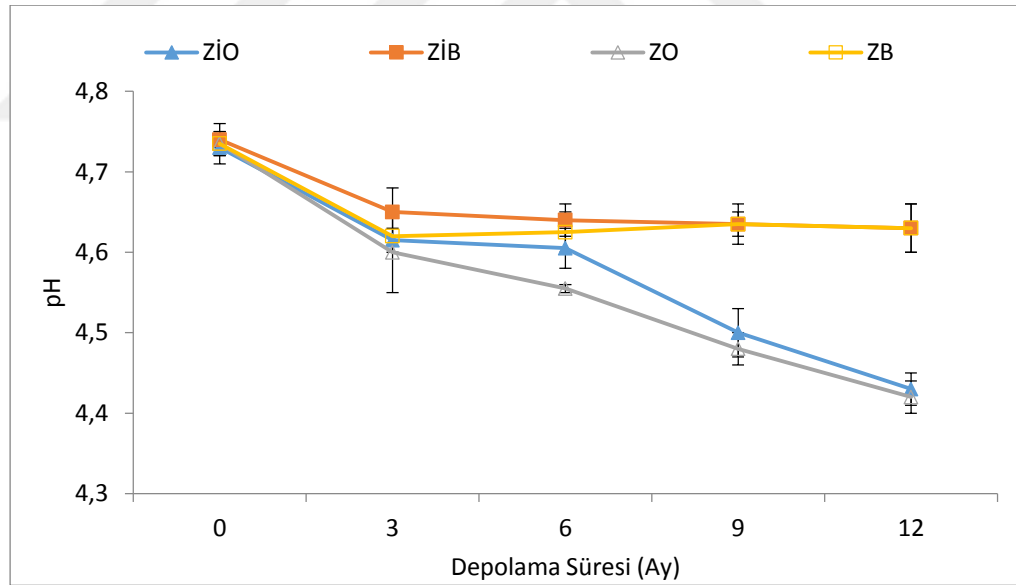
Çizelge 4.18.'de isot örneklerinin pH değerlerine ait varyans analizi gösterilmiştir. Depolama sıcaklığı, depolama süresi ve depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonunun pH değerlerine etkisinin önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir ( $p<0.001$ ). Zeytinyağı ilavesi, zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi ve zeytinyağı ilavesi\* depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonlarının etkisi önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4. 18. İso örneklerinin pH değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	0.00196	0.00196	1.766	0.199
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0.07569	0.07569	68.189	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	0.199	0.04965	44.733	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.00016	0.00016	0.144	0.708
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0.001415	0.0003538	0.319	0.862
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0.05748	0.01437	12.947	0.000 ***
Zİ * DT * DS	4	0.000865	0.0002162	0.195	0.938

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz

İsot baharatının pH değeri depolamanın başlangıcında 4.73-4.74, sonunda 4.42-4.63 aralığında olduğu tespit edilmiştir. ZİO ve ZO sıcaklığındaki örneklerin pH değeri azalmıştır ( $p<0.05$ ). Buzdolabı sıcaklığındaki örneklerde depolamanın 3. ayında azalmış ( $p<0.05$ ) daha sonra değişmemiştir ( $p>0.05$ ). Aynı depolama gününde üçüncü aya kadar örnekler arasında değişimin olmadığı ( $p>0.05$ ), 3. aydan sonra buzdolabı sıcaklığındaki örneklerde oda sıcaklığındaki örneklere oranla pH değerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. pH değerlerindeki azalmaların mikroorganizmaların şekerli bileşikleri parçalaması sonucunda organik asitlerin artmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Hayoğlu (2005), yaptığı çalışmada markette satılan isotların pH değerinin 4.80, ev yapımı isotların ise 4.77 olduğunu belirtmiştir. Korkmaz (2016), geleneksel isot örnekleri üzerine yaptığı araştırmada depolamada örneklerin pH değerinin 4.66 olduğunu belirtmiştir. Atasoy ve ark. (2016), geleneksel isot baharatlarının pH değerinin 4.66-4.58 aralığında olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4. 17. Depolama süresince isot örneklerinin pH değerlerinde meydana gelen değişimler

#### 4.2.3. Titrasyon asitliği

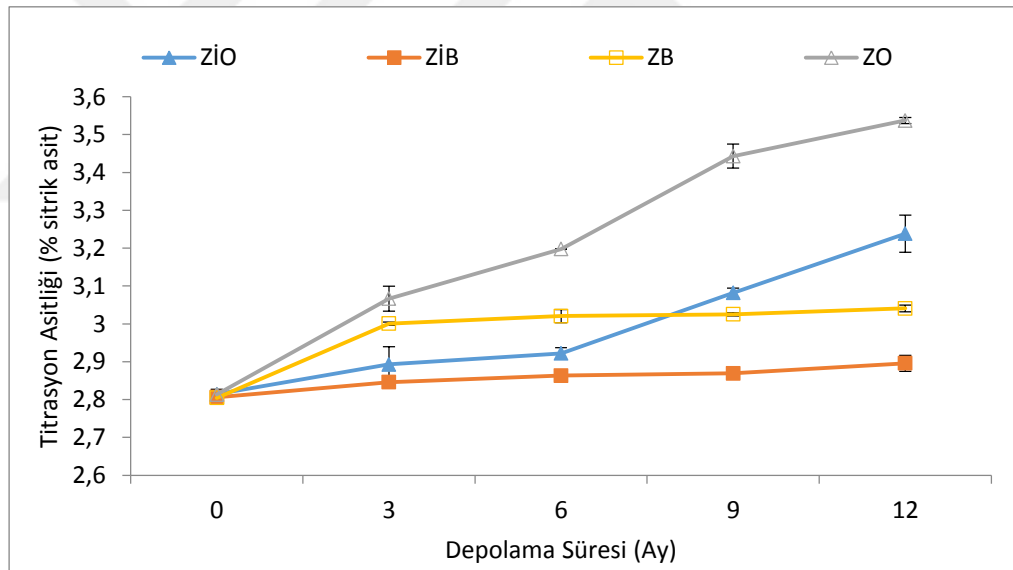
İsot örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine yapılan varyans analizi (Çizelge 4.19) sonucunda zeytinyağı ilavesi, depolama sıcaklığı ve depolama süresi ile

zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi, depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonları  $p<0.001$ , zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*süre interaksiyonu  $p<0.01$  düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. 19. İsohtarın titrasyon asitliği değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	0.296	0.296	355.29	0.000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0.337	0.337	404.666	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	0.647	0.162	194.461	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.02473	0.02473	29.710	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0.08415	0.02104	25.277	0.000 ***
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0.248	0.0621	74.613	0.000 ***
Zİ * DT * DS	4	0.01531	0.003828	4.600	0.009 **

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz



Şekil 4. 18. Depolama süresince isot örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde meydana gelen değişimler

Şekil 4.18.'de isot örneklerinin titrasyon asitliği değerlerindeki değişim gösterilmiştir. Depolama sonunda tüm örneklerin titrasyon asitliği arttığı saptanmıştır. Aynı depolama günlerinde bütün örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin farklı olduğu ( $p<0.05$ ), en az titrasyon asitliği değerlerinin ZB sıcaklığında depolanan zeytinyağlı örnekte olduğu tespit edilmiştir. Toontom ve ark. (2012), Korkmaz (2016), biber baharatlarındaki mikrobiyal faaliyetler sonucu organik asitlerin artmasıyla toplam asitliğin arttığını belirtmişlerdir.

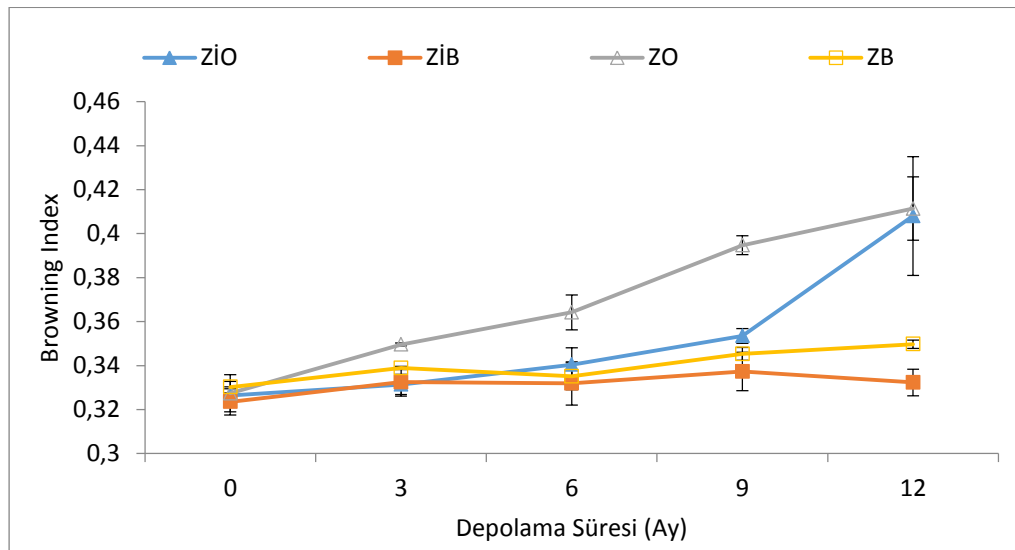
#### 4.2.4. Enzimatik olmayan esmerleşme

İsot örneklerinin enzimatik olmayan esmerleşme değerlerine ait arıans analizi sonucu Çizelge 4.20.'de verilmiştir. Depolama sıcaklığı ve depolama süresi ile depolama sıcaklığı\*süre interaksiyonunun etkisi çok önemli düzeyde olmuştur ( $p<0.001$ ). Ayrıca zeytinyağı ilavesi esmerleşme indeksini  $p<0.01$  düzeyinde etkilemiştir. Ancak zeytinyağı ilavesi\*sıcaklık, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi ve zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*süre interaksiyonlarının etkisi önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4. 20. İsotların esmerleşme indeksi değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	0.001673	0.001673	10.881	0.004 **
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0.006263	0.006263	40.727	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	0.01131	0.002827	18.388	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.0002102	0.0002102	1.367	0.256
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0.0004545	0.0001136	0.739	0.576
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0.00608	0.00152	9.885	0.000 ***
Zİ * DT * DS	4	0.0007379	0.0001845	1.2	0.342

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli,\*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz



Şekil 4. 19. Depolama süresince isot örneklerinin esmerleşme indeksi değerlerinde meydana gelen değişimler

İsot örneklerinin enzimatik olmayan esmerleşme değerleri Şekil 4.19.'de verilmiştir. Depolama sonunda bu değerlerin arttığı tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcında 0.32-0.33 aralığında olan esmerleşme indeks değerlerinin depolamanın sonunda 0.33-0.41 aralığında olduğu saptanmıştır. ZİO örneğinde ilk 9 ay esmerleşme indeksi değişmemiş ( $p>0.05$ ) son üç ay artmıştır ( $p<0.05$ ). ZİB örneğinde meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). ZO ve ZB isot örneklerinde ise depolama boyunca değişim olmuştur ( $p>0.05$ ). ZO sıcaklığında depolanan isot örneğinin esmerleşme indeksi değerinin diğerlerine oranla yüksek olduğu saptanmıştır. Esmerleşme değerlerindeki değerlerde meydana gelen değişimlerin maillard reaksiyonları sonucunda renk pigmentlerinde meydana gelen parçalanmaların fazla olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. İbrahim ve ark. (1997), esmerleşme indeksi değerlerinin biber baharatlarındaki ASTA değerlerindeki değişimlerle ters orantılı olduğunu tespit etmişlerdir. Korkmaz (2016), Atasoy ve ark. (2016), geleneksel isotların esmerleşme indekslerinin depolama sırasında arttığını ve bu artışların maillard reaksiyonlarından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

#### 4.2.5. Ekstrakte edilebilir renk (ASTA)

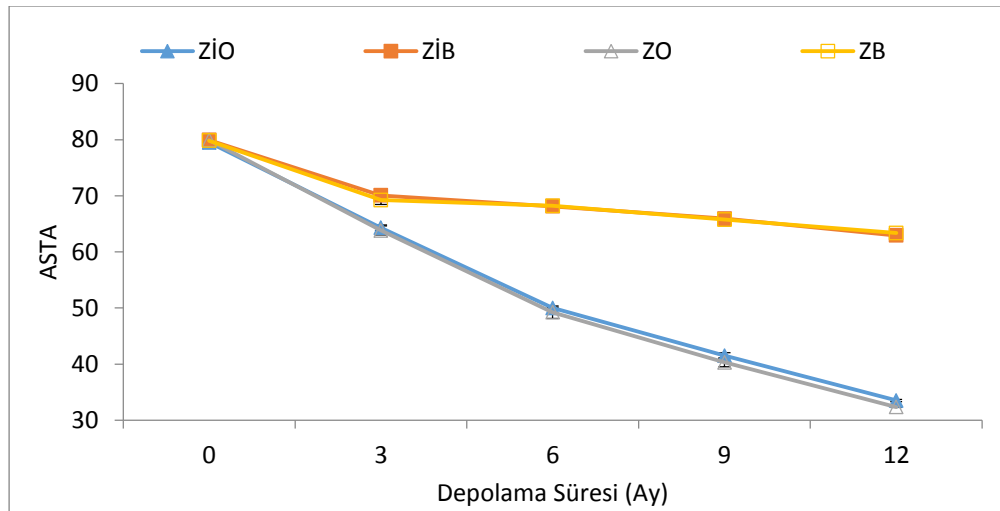
Çizelge 4.21. incelendiğinde depolama sıcaklığı, depolama süresi ile depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak çok etkili olduğu saptanmıştır ( $p<0.001$ ). Ancak zeytinyağı ilavesi ile zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi ve zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\* depolama süresi interaksiyonlarının etkisinin olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4. 21. İsofların ekstrakte edilebilir renk(ASTA) değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	1.424	1.424	1.605	0.220
Depolama sıcaklığı (DT)	1	2521.877	2521.877	2841.751	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	4941.078	1235.27	1391.936	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.649	0.649	0.731	0.403
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0.939	0.235	0.265	0.897
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	1295.625	323.906	364.987	0.000 ***
Zİ * DT * DS	4	1.697	0.424	0.478	0.752

\*:  $p < 0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p < 0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p < 0.001$  düzeyde önemli,  $p > 0.05$  önemsiz

İsofl örneklerinin ASTA değerlerinde depolama süresince azalma olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın başında ASTA değerlerinin 79.50-79.94, sonunda 32.35-63.35 aralığında olduğu belirlenmiştir. Oda sıcaklığındaki örneklerin ASTA değerlerindeki azalma % 70 oranlarında olurken buzdolabında depolananlarda % 23 olmuştur. Zeytinyağı ilavesinin örneklerin ASTA değerlerini etkilemediği belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). ASTA değerlerindeki değişimlerin örneklerin karotenoid içeriğindeki artış ve azalmalara bağlı olarak değiştiği tahmin edilmektedir (Gomez-Ladron ve Padro-Gonzalez, 1996; Topuz ve ark., 2009; Atasoy ve ark., 2016). Atasoy ve ark. (2016) yaptıkları araştırmada geleneksel isof baharatındaki kaybın depolama sonunda yaklaşık %70 olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4. 20. Depolama süresince isof örneklerinin ASTA değerlerinde meydana gelen değişimler

#### 4.2.6. Kırmızılık/sarılık oranları

İsot örneklerinin kırmızılık-sarılık değerlerine ait varyans analizi Çizelge 4.22.'de gösterilmiştir. Zeytinyağı ilavesi, depolama sıcaklığı depolama süresi ile zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi, depolama sıcaklığı\*depolama süresi, zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

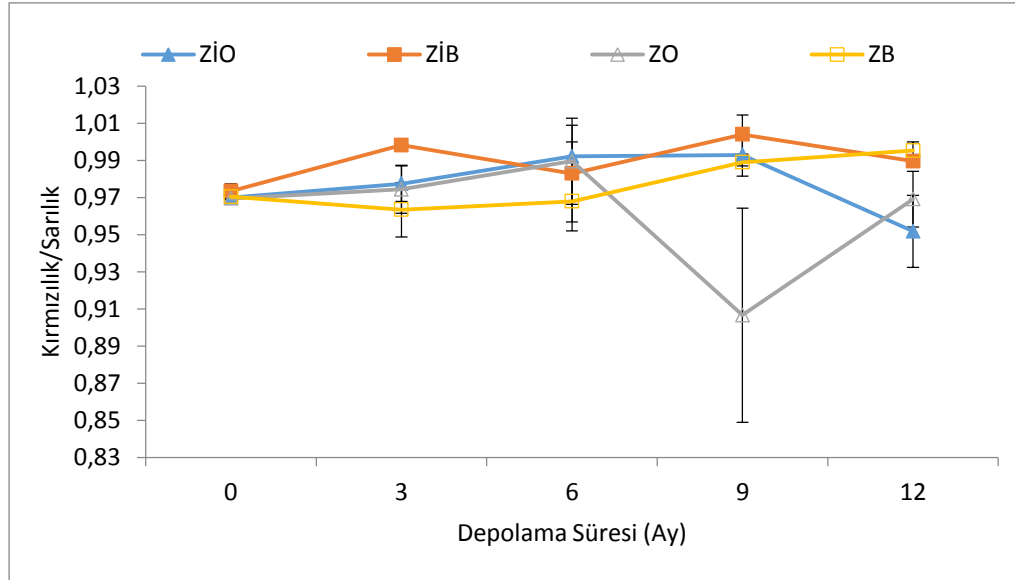
Çizelge 4. 22. İsotların kırmızılık/sarılık değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	0.001885	0.001885	3.028	0.097
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0.001971	0.001971	3.166	0.090
Depolama süresi (DS)	4	0.0007227	0.0001807	0.29	0.881
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.0000169	0.0000169	0.027	0.871
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0.004389	0.001097	1.762	0.176
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0.004945	0.001236	1.985	0.136
Zİ * DT * DS	4	0.003173	0.0007932	1.274	0.313

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz

Şekil 4.21.'de isot örneklerinin kırmızılık/sarılık oranlarındaki değişimler gösterilmiştir. Depolama süresince tüm örneklerde kırmızılık/sarılık oranlarında artış ve azalmalar olduğu belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Aynı depolama günlerinde örnekler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Atasoy ve ark., (2016) farklı yöntemlerle üretilen biber baharatlarında isot örneklerinin kırmızılık/sarılık oranlarının azaldığını belirtmişlerdir.





Şekil 4. 21. Depolama süresince isot örneklerinin kırmızılık/sarılık meydana gelen değişimler

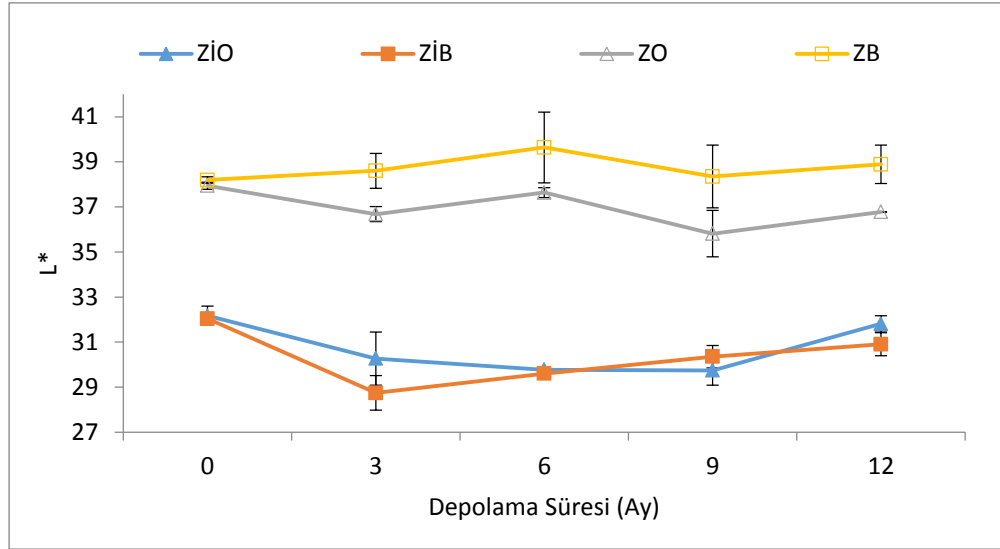
#### 4.2.7. Renk değerleri ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C$ , $h^\circ$ )

İsot örneklerinin  $L^*$  değerlerini zeytinyağı ilavesi  $p < 0.001$ , zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı  $p < 0.01$ , depolama sıcaklığı ve depolama süresi ile zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi interaksyonunu  $p < 0.05$  düzeyde etkili olmuştur. Ancak depolama sıcaklığı\*depolama süresi ile zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi  $p > 0.05$  düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4. 23. İsotların  $L^*$  değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	534.434	534.434	521.411	0.000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	4.509	4.509	4.399	0.049 *
Depolama süresi (DS)	4	13.875	3.469	3.384	0.029 *
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	11.979	11.979	11.687	0.003 **
Z. İlavesi * D. Süresi	4	11.953	2.988	2.915	0.047 *
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	2.955	0.739	0.721	0.588
Zİ * DT * DS	4	2.810	0.703	0.685	0.610

\*:  $p < 0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p < 0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p < 0.001$  düzeyde önemli,  $p > 0.05$  önemsiz



Şekil 4. 22. Depolama süresince isot örneklerinin L\* değerlerinde meydana gelen değişimler

İsot örneklerinin L\* değerlerindeki değişimler Şekil 4.22. ve Ek çizelge 22’de verilmiştir. Örneklerde ZİB örneği hariç diğerlerinin L\* değeri değişmemiştir. ZİB sıcaklığındaki isot örneğinde depolama sonunda L\* değeri azalmıştır ( $p < 0.05$ ). İnanç (2003), biber baharatına farklı bitkisel yağların etkisini araştırdığı çalışmada a değerlerinde artış ve azalmalar olduğunu belirtmiştir. Korkmaz (2016), depolama sonunda isot örneklerinin L\* değerlerinde önemli bir fark olmadığını bildirmiştir.

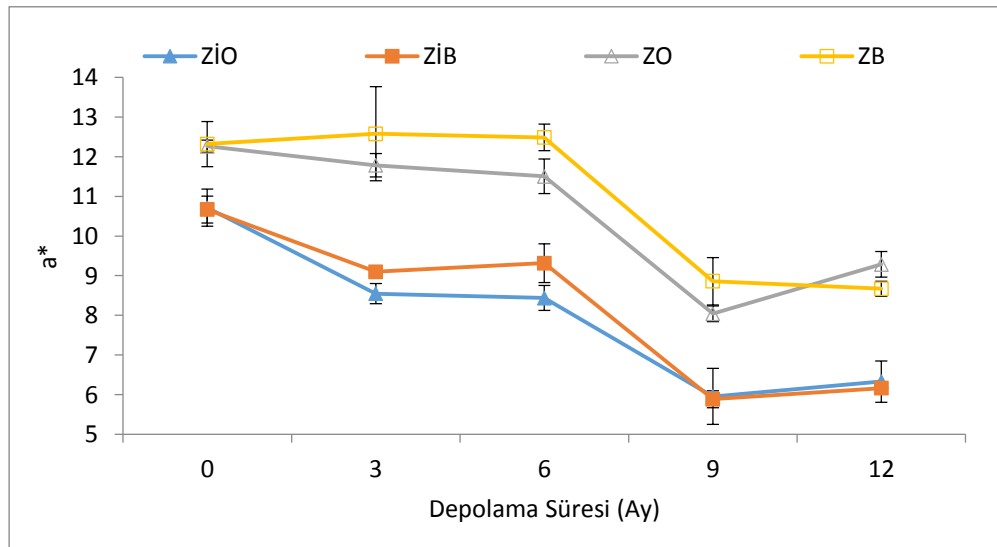
İsot örneklerinin a\* değerlerine ait varyans analizi Çizelge 4.24.’te gösterilmiştir. Zeytinyağı ilavesi ve depolama süresi a\* değerlerini çok önemli düzeyde etkilemiştir ( $p < 0.001$ ). Ancak depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi, depolama sıcaklığı\*depolama süresi ve zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonlarının etkisi önemsiz bulunmuştur ( $p > 0.05$ ).

Çizelge 4. 24. İsothların a\* değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	71182	71.182	167.543	0.000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	1.018	1.018	2.395	0.137
Depolama süresi (DS)	4	118.051	29.513	69.464	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.07744	0.07744	0.182	0.674
Z. İlavesi * D. Süresi	4	3.693	0.923	2.173	0.109
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	2.209	0.552	1.300	0.304
Zİ * DT * DS	4	0.459	0.115	0.270	0.894

\*: p<0.05 düzeyde önemli, \*\*: p<0.01 düzeyde önemli, \*\*\*: p<0.001 düzeyde önemli, p>0.05 önemsiz

Şekil 4.23.'de isot örneklerinin a\* değerlerindeki değişim gösterilmiştir. Depolamanın sonunda tüm örneklerin a\* değerinin azaldığı saptanmıştır. ZO ve ZB sıcaklığındaki isot örneklerinde ilk 6 ayda değişim olmamış (p>0.05), daha sonra azalırken, depolamanın sonunda değişmediği saptanmıştır. Depolamanın başında örneklerin a\* değerleri arasında bir fark olmamasına rağmen depolamanın diğer günlerinde zeytinyağı ilaveli örneklerin, zeytinyağısız örneklere a\* değerlerindeki kayıpların daha az olduğu ve depolama sıcaklığının etkili olmadığı tespit edilmiştir. İnanç (2003), Atasoy ve ark. (2016), örneklerin a\* değerlerinde kayıp olduğunu belirtmişlerdir.



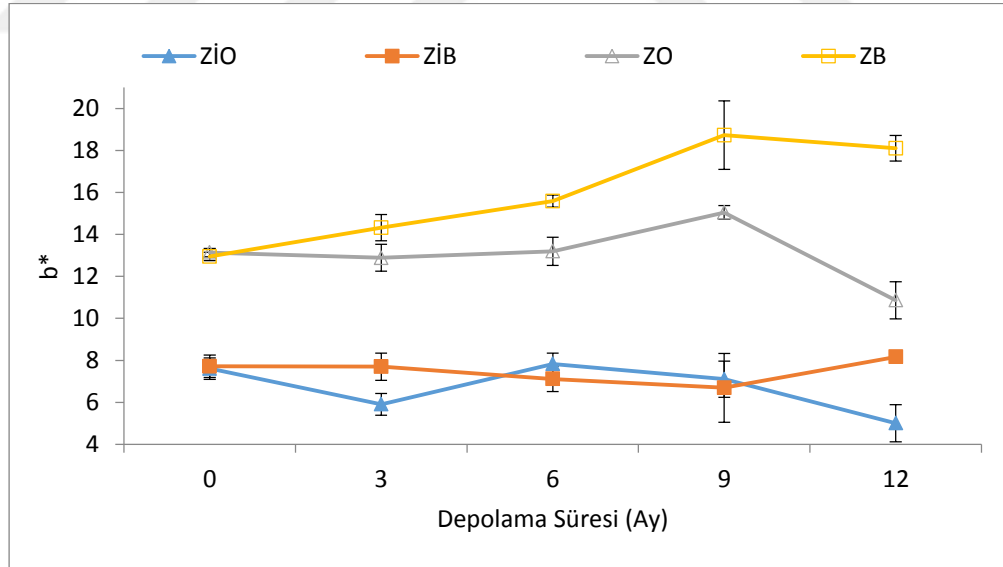
Şekil 4. 23. Depolama süresince isot örneklerinin a\* değerlerinde meydana gelen değişimler

İsot örneklerinin  $b^*$  değerlerine yapılan varyans analizi (Çizelge 4.25) sonucunda zeytinyağı ilavesi ve depolama sıcaklığının etkisinin çok önemli düzeyde olduğu saptanmıştır ( $p<0.001$ ). Zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi ve depolama sıcaklığı\*süre etkileşimleri  $p<0.01$ , depolama süresi  $p<0.05$ , zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi  $p>0.05$  düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. 25. İsolatların  $b^*$  değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	546.786	546.786	477.704	0.000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	34.133	34.133	29.820	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	14.696	3.674	3.210	0.034 *
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	11.268	11.268	9.844	0.005 **
Z. İlavesi * D. Süresi	4	23.243	5.811	5.077	0.005 **
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	31.859	7.965	6.959	0.001 **
Zİ * DT * DS	4	10.355	2.589	2.262	0.099

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz



Şekil 4. 24. Depolama süresince isot örneklerinin  $b^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler

İsot örneklerinin  $b^*$  değerlerindeki değişimler Şekil 4.24.'de verilmiştir. Depolamanın başında  $b^*$  değerleri 7.60-13.13, depolamanın sonunda 5.00-18.10 aralığında değişmiştir. ZİB sıcaklığındaki isot örneğindeki değişim istatistiksel

olarak etkili bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). ZB örneğinde depolama boyunca  $b^*$  değeri artmıştır ( $p<0.05$ ). ZİO ve ZİB isot örneklerinin  $b^*$  değerlerinde artış ve azalmalar olmuştur. Aynı depolama günlerinde depolama sıcaklığının etkili olmadığı zeytinyağı ilavesinin  $b^*$  değerinin azalttığı tespit edilmiştir. Korkmaz (2016), yaptığı çalışmada isot örneklerinin  $b^*$  değerlerinin azaldığını belirtmiştir.

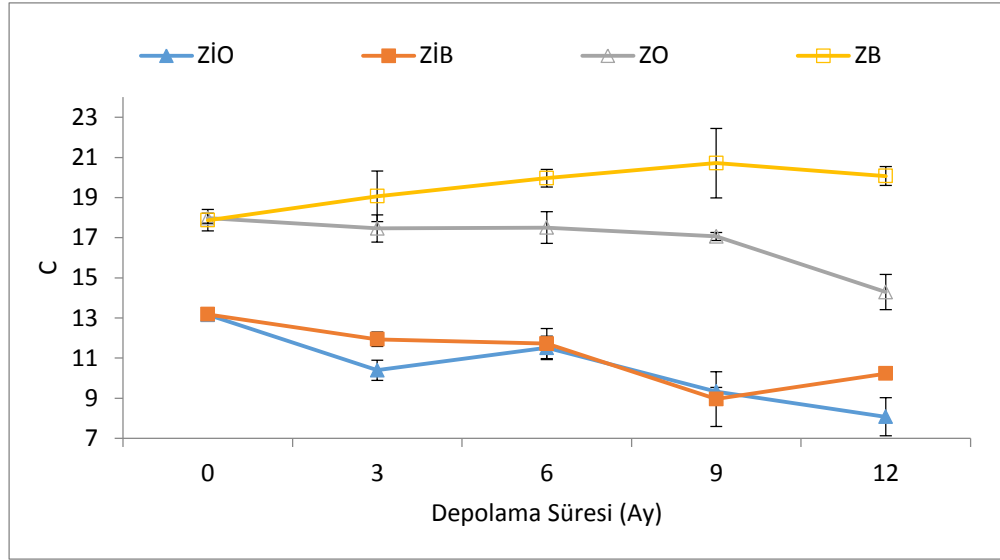
İsot örneklerine yapılan varyans analizi sonucunda (Çizelge 4.26) C değerlerini zeytinyağı ilavesi ve depolama sıcaklığı  $p<0.001$ , depolama süresi ile zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi interaksiyonları  $p<0.01$ , depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonu  $p<0.05$  düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir. Ancak zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4. 26. İsotların C değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	539.983	539.983	475.480	0.000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	28.730	28.730	25.298	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	28.785	7.196	6.337	0.002 **
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	9.690	9.690	8.533	0.008 **
Z. İlavesi * D. Süresi	4	26.093	6.523	5.744	0.003 **
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	16.623	4.156	3.659	0.022 *
Zİ * DT * DS	4	7.550	1.887	1.662	0.198

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli,\*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz

Şekil 4.25.'de depolama boyunca isot örneklerinin C değerlerindeki değişim gösterilmiştir. C değerleri depolamanın başında 17.97-13.16, sonunda 20.07-8.08 aralığında olmuştur. ZİO ve ZİB sıcaklığındaki isot örneklerinin C değerleri depolamanın sonunda azalmıştır ( $p<0.05$ ). ZO sıcaklığındaki örneğin C değeri ilk 9 ay değişmemiş ( $p<0.05$ ), son 3 ay azalmıştır. ZB sıcaklığındaki isot örneğindeki değişimlerin ise istatistiksel olarak etkili olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Tüm örnekler arasında ise zeytinyağı ilavesinin C değerini azalttığı ve depolama sıcaklığının etkisinin bulunmadığı saptanmıştır.



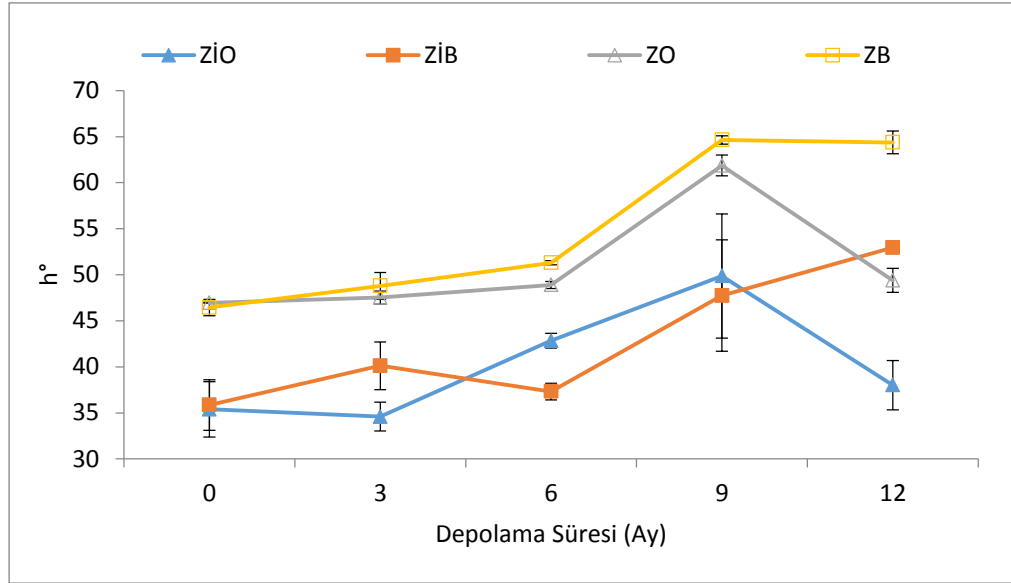
Şekil 4. 25. Depolama süresince isot örneklerinin C değerlerinde meydana gelen değişimler

İsotların  $h^{\circ}$  değerlerine ait varyans analizi Çizelge 4.27.'de gösterilmiştir. Zeytinyağı ilavesi, depolama süresi  $p<0.001$ , depolama sıcaklığı ile depolama sıcaklığı\*depolama süresi  $p<0.01$  düzeyde etkilemiştir. Zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi ile zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonlarının etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4. 27. İsothların  $h^{\circ}$  değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	1334.299	1334.299	106.939	0.000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	116.789	116.789	9.360	0.006 **
Depolama süresi (DS)	4	1236.288	309.072	24.771	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	5.835	5.835	0.468	0.502
Z. İlavesi * D. Süresi	4	23.013	5.753	0.461	0.763
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	358.738	89.685	7.188	0.001 **
Zİ * DT * DS	4	47.154	11.788	0.945	0.459

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli,\*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz



Şekil 4. 26. Depolama süresince isot örneklerinin  $h^\circ$  değerlerinde meydana gelen değişimler

ZİO ve ZO sıcaklığındaki isot örneklerinin  $h^\circ$  değerleri ilk 6 ay değişmemiş ( $p>0.05$ ), daha sonra artmış ve depolama sonunda değişmediği saptanmıştır. ZİO isot örneği ilk 9 ay değişmemiş ( $p>0.05$ ), sonra artmıştır. ZB örneği depolamanın 9.ayına kadar artmış ( $p<0.05$ ), son 3 ay değişmemiştir. Aynı depolama günlerinde zeytinyağı örneklerin  $h^\circ$  değerinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Korkmaz (2016), kuru madde miktarının artmasıyla renk değerlerinin de arttığını tespit etmiştir.

#### 4.2.8. Antioksidan kapasitesi (%)

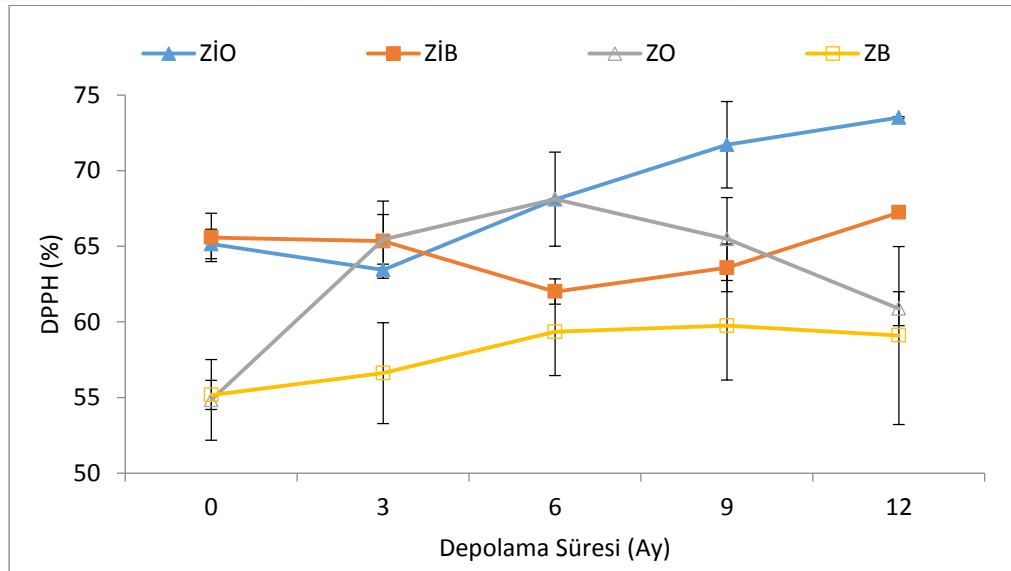
Çizelge 4.28.'de isotların antioksidan kapasitesi değerlerine ait varyans analizi verilmiştir. DPPH (%) değerlerini zeytinyağı ilavesi  $p<0.001$ , depolama sıcaklığı  $p<0.01$ , depolama süresi  $p<0.05$  düzeyde etkilemiştir. Ancak zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi, depolama sıcaklığı\*süre ve zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksiyonlarının etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4. 28. İsoTLarın DPPH değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	371.643	371.643	31.364	0.000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	184.676	184.676	15.585	0.001 **
Depolama süresi (DS)	4	143.424	35.856	3.026	0.042 *
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	4.327	4.327	0.365	0.552
Z. İlavesi * D. Süresi	4	136.134	34.034	2.872	0.050
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	78.879	19.720	1.664	0.198
Zİ * DT * DS	4	69.791	17.448	1.472	0.248

\*:  $p < 0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p < 0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p < 0.001$  düzeyde önemli,  $p > 0.05$  önemsiz

Şekil 4.27.'de isot örneklerinin antioksidan kapasitesi değerlerindeki değişim gösterilmiştir. ZB örneği hariç diğer örneklerin DPPH değerleri artmıştır. Zeytinyağı ilavesinin DPPH değerinin arttırdığı tahmin edilmektedir. Atasoy ve ark. (2016), isot baharatlarının 12 ay süreyle depolanması sonucunda antioksidan kapasitesinin arttığını belirtmişlerdir. Shotorbani ve ark. (2012), geleneksel üretim sırasında indirgen şekerler ve aminoasitlerin reaksiyonları sonucu oluşan ürünlerin antioksidan kapasitelerinde artışa neden olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4. 27. Depolama süresince isot örneklerinin DPPH değerlerinde meydana gelen değişimler



#### 4.2.9. Aflatoksin değerleri

İsot örneklerinde depolama boyunca sadece aflatoksin B1 değerleri tespit edilmiş, aflatoksin B2, G1 ve G2 değerleri tespit edilememiştir.

Çizelge 4.29.'da isotların aflatoksin B1 değerlerine ait varyans analizi sonuçları verilmiştir. Aflatoksin B1 değerlerini zeytinyağı ilavesi, depolama sıcaklığı ve depolama süresi ile depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksyonu önemli düzeyde etkili olmuştur ( $p<0.001$ ). Ancak zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı, zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi ve zeytinyağı ilavesi\*sıcaklık\*süre interaksyonlarının etkisi önemsiz olduğu saptanmıştır ( $p>0.05$ ).

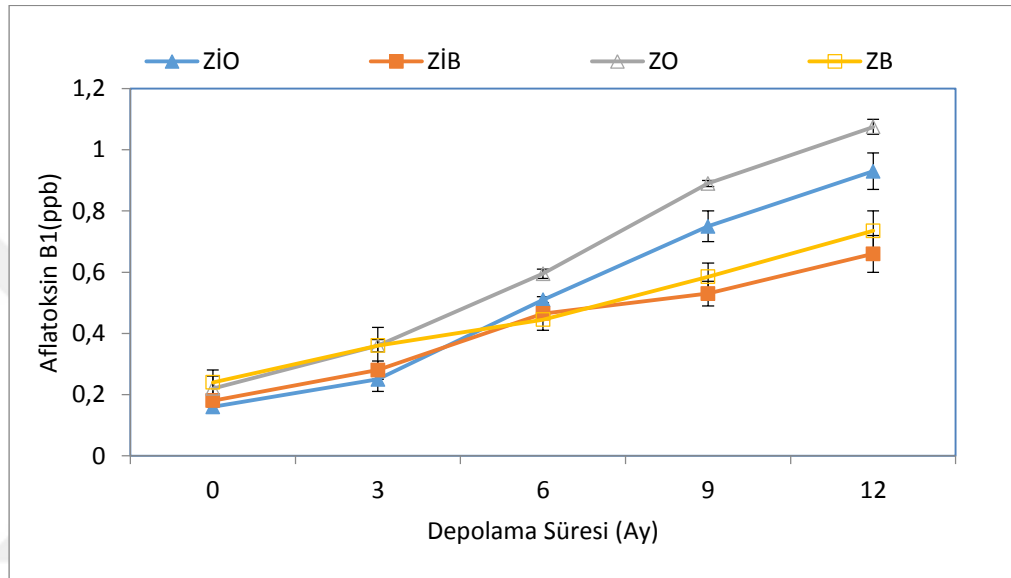
Çizelge 4. 29. İsotların aflatoksin B1 değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	0.06241	0.06241	20.429	0.000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0.159	0.159	51.967	0.000 ***
Depolama süresi (DS)	4	2.262	0.565	185.068	0.000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0.00841	0.00841	2.753	0.113
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0.008165	0.002041	0.668	0.622
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0.185	0.04634	15.169	0.000 ***
Zİ * DT * DS	4	0.003615	0.0009038	0.296	0.877

\*:  $p<0.05$  düzeyde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyde önemli, \*\*\*:  $p<0.001$  düzeyde önemli,  $p>0.05$  önemsiz

Şekil 4.28.'de isot örneklerinin depolama boyunca aflatoksin B1 değerlerindeki değişimler verilmiştir. Örneklerin aflatoksin B1 değerleri depolamanın başında 0.16-0.24 ppb, depolama sonunda 0.66-1.075 ppb aralığında değişim göstermiştir. Tüm örneklerin aflatoksin içeriği Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği (2011) ve Avrupa Birliği mevzuatında (EU, no 165/2010) belirlenen 5 ppb limitinin altında olmuştur. Zeytinyağlı örneklerde ilk 3 ay değişim olmamış ( $p>0.05$ ), daha sonra depolama boyunca artmıştır ( $p<0.05$ ). Zeytinyağısız örneklerin aflatoksin B1 değerlerinin depolama boyunca arttığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Örnekler arasında ilk 3 ay istatistiksel olarak bir fark olmadığı, diğer depolama günlerinde zeytinyağlı örneklerin aflatoksin B1 değerinin zeytinyağısız örneklere göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Buzdolabı sıcaklığındaki örneklerin

aflatoksin değerlerindeki değişim daha az olmuştur. Atasoy ve ark. (2016), 20 isot örneğinde yaptıkları araştırmada aflatoksin B1 değerlerinin 0.02-8.45 ppb aralığında olduğunu ve örneklerin %10'nun standartlara uymadığını tespit etmişlerdir. Korkmaz (2016) geleneksel isot üretimde kurutma işleminde kullanılan beton zeminden dolayı sıcaklığın artması ve su aktivitesinin hızlı düşmesi sonucu aflatoksin oluşumunun sınırlandığını belirtmektedirler.



Şekil 4. 28. Depolama süresince isot örneklerinin aflatoksin B1 değerlerinde meydana gelen değişimler

Çizelge 4. 30. İsotların toplam aflatoksin değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Zeytinyağı ilavesi (Zİ)	1	0,06241	0,06241	20,429	0,000 ***
Depolama sıcaklığı (DT)	1	0,159	0,159	51,967	0,000 ***
Depolama süresi (DS)	4	2,262	0,565	185,068	0,000 ***
Z. İlavesi * D. Sıcaklığı	1	0,00841	0,00841	2,753	0,113
Z. İlavesi * D. Süresi	4	0,008165	0,002041	0,668	0,622
D. Sıcaklığı * D. Süresi	4	0,185	0,04634	15,169	0,000 ***
Z.İ * D.T * D.S	4	0,003615	0,0009038	0,296	0,877

\*: p<0.05 düzeyde önemli, \*\*: p<0.01 düzeyde önemli,\*\*\*: p<0.001 düzeyde önemli, p>0.05 önemsiz

## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada taze kırmızıbiberlerden geleneksel yöntemle kırmızı pul biber ve isot üretilerek 12 ay depolanmıştır. Biber baharatlarının bazı kalite kriterleri üzerinde zeytinyağı ilavesi, depolama sıcaklığı ve depolama süresinin etkileri araştırılmıştır.

Zeytinyağı ilavesi kırmızı pul biberlerin titrasyon asitliği,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C$ ,  $h^\circ$  değerlerini  $p<0.001$ , kırmızılık/sarıklık oranlarını  $p<0.05$  düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Zeytinyağı ilavesinin isotların titrasyon asitliği, esmerleşme indeksi,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C$ ,  $h^\circ$ , antioksidan kapasitesi (DPPH), aflatoksin B1, aflatoksin B2 ve toplam aflatoksin değerlerini çok önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir ( $p<0.001$ ).

Depolama sıcaklığı kırmızı pul biberlerin pH, titrasyon asitliği, esmerleşme indeksi, ekstrakte edilebilir renk (ASTA),  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $C$  değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir ( $p<0.001$ ). Depolama sıcaklığı isot baharatlarının pH, titrasyon asitliği, esmerleşme indeksi, ASTA,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $C$  değerlerini  $p<0.001$  düzeyinde etkilediği saptanmıştır.

Depolama süresi kırmızı pul biberlerin pH, titrasyon asitliği, esmerleşme indeksi, ASTA,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C$ ,  $h^\circ$  ve aflatoksin B2 değerlerini  $p<0.001$ , aflatoksin B1 ve aflatoksin B2 değerlerini ise  $p<0.01$  düzeyinde etkilediği belirlenmiştir. Depolama süresi isotların nem, pH, titrasyon asitliği, esmerleşme indeksi, ASTA,  $a^*$ ,  $h^\circ$ , aflatoksin B1 ve toplam aflatoksin değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediği ( $p<0.001$ ),  $C^*$  değerlerini  $p<0.01$  ve  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerini  $p<0.05$  düzeyinde etkilediği saptanmıştır.

Zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı interaksyonu kırmızı pul biberlerin  $L^*$  değerlerini  $p<0.001$ , titrasyon asitliği,  $b^*$ ,  $C$ , ve  $h^\circ$  değerlerini  $p<0.01$  düzeyde etkilemiştir. Zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı interaksyonu isotların titrasyon

asitliği değerlerini çok önemli ( $p<0.001$ ),  $L^*$ ,  $b^*$  ve  $C$  değerlerini  $p<0.01$  düzeyde etkilediği belirlenmiştir.

Zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi interaksyonu kırmızı pul biberlerin  $h^\circ$  değerlerini  $p<0.001$ ,  $b^*$ ,  $C$  değerlerini  $p<0.01$ , titrasyon asitliği ve  $L^*$  değerlerini  $p<0.05$  düzeyde etkilediği tespit edilmiştir. Zeytinyağı ilavesi\*depolama süresi interaksyonu isot baharatının titrasyon asitliği değerlerini  $p<0.001$ ,  $b^*$  ve  $C$  değerlerini  $p<0.01$ ,  $L^*$  değerlerini ise  $p<0.05$  düzeyde etkilediği saptanmıştır.

Depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksyonu kırmızı pul biberlerin pH, titrasyon asitliği, esmerleşme indeksi, ASTA,  $L^*$ ,  $a^*$ , ve  $h^\circ$  değerlerini  $p<0.001$ ,  $b^*$  ve  $C$  değerlerini,  $p<0.01$  düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Depolama sıcaklığı\*depolama süresi interaksyonu isotların pH, titrasyon asitliği, esmerleşme indeksi, ASTA, aflatoksin B1 ve toplam aflatoksin değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde,  $b^*$  ve  $h^\circ$  değerlerini  $p<0.01$  ve  $C$  değerlerini  $p<0.05$  düzeyde etkilediği tespit edilmiştir.

Zeytinyağı ilavesi\*depolama sıcaklığı\*depolama süresi imteraksyonu kırmızı pul biberlerin  $L^*$  ve  $h^\circ$  değerlerini  $p<0.01$ , nem kırmızılık/sarıklık ve  $b^*$  değerlerini  $p<0.05$  düzeyde; isot baharatının ise titrasyon asitliği değerlerini  $p<0.01$  düzeyde etkilediği saptanmıştır.

Kırmızı pul biberler ve isotlarda aflatoksin değerleri belirlenen sınırların altında olmuştur. İso örneklerinde aflatoksin içeriği kırmızı pul biberlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Esmerleşme indeksi değerleri isot örneklerinde daha yüksek olmuştur. Bu da terletme işleminden kaynaklanmaktadır. ASTA değerleri kırmızı pul biberlerde yüksek bulunmuştur. İso örneklerinde ASTA değerlerinin düşük olmasının sebebi terletme işleminde karotenoid içeriğinin azalmasından kaynaklanmaktadır. Zeytinyağı ilavesi antioksidan kapasitesini arttırmıştır.

Zeytinyağı ilavesi kırmızı pul biber ve isot baharatlarının başta parlaklığı olmak üzere renk değerlerini arttırmıştır. Depolama sıcaklığı ve depolama süresinin artmasıyla renk değerlerinde kayıplara neden olmaktadır. İso ve kırmızı pul biberlerin kalite parametrelerinin korunabilmesi için depolama sıcaklıklarının iyi ayarlanması, mümkünse buzdolabı sıcaklığında saklanması gerekmektedir.

Biber baharatlarının kalite parametrelerinin korunabilmesi için doğru ambalaj seçiminin yapılması gerektiğinden ambalaj belirlemek amacıyla çalışmalar yapılmalıdır.



## KAYNAKLAR

- ANONİM, 2015. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. Erişim tarihi: 10.09.2015.
- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis, 18th edition, Association of Official Analytical Chemists. Arlington VA, USA.
- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis, 19th edition, Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA.
- ARAGON, M. C. V., LOZANO, M., DE ESPINOSA V. M., 2005. Evolution of the Aromatic Fraction in Red Pepper for Paprika During La Vera Region Traditional Drying Process. *Journal of Food Quality*, 28: 211–221.
- ARDIC, M., KARAKAYA, Y., ATASEVER, M., and DURMAZ, H., 2008. Determination of Aflatoxin B1 Levels in Deep-red Ground Pepper (*isot*) Using Immunoaffinity Column Combined with ELISA. *Food and Chemical Toxicology*, 46:1596–1599.
- ARSLAN, D., and ÖZCAN, M., M., 2011. Dehydration of Red Bell-pepper (*Capsicum annuum* L.): Change in Drying Behavior, Colour and Antioxidant Content. *Food and Bioproducts Processing*, 89: 504-513.
- ATASOY, A. F., AYDOĞDU, M. H., KORKMAZ, A., ve KARA, E., 2016. Urfa İso 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.
- BAE, H., JAYAPRAKASHA, G. K., JIFON, J., PATIL, B., S., 2012. Variation of Antioxidant Activity and the Levels of Bioactive Compounds In Lipophilic and Hydrophilic Extracts from Hot Pepper (*Capsicum* Spp.) Cultivars. *Food Chemistry*, 134: 1912-1918.
- BOSLAND, P. W., 2010. An American In Spain. Proceedings of the XIV<sup>th</sup> UCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of *Capsicum* & Eggplant, 30 August-1 Eylül, Valencia-Spain, 21-25p.
- CERVANTES-PAZ, B., YAHIA, E. M., ORNELAS-PAZ, J., J., VICTORIA-CAMPOS, C., I., IBARRA-JUNQUERA, V., PEREZ-MARTINEZ, J., D., and ESCALANTE-MINAKATA, P., 2014. Antioxidant Activity and Content of Chlorophylls and Carotenoids in Raw and Heat-Processed Jalapeño Peppers at Intermediate Stages of Ripening. *Food Chemistry*, 146:188-196.
- DAOOD H, G., KAPITANY, J., BIACS, P., and ALBRECHT, K., 2006. Drying Temperature, Endogenous Antioxidants and Capsaicinoids affect Carotenoid Stability in Paprika (red pepper spice). *Journal of Science of Food and Agriculture*, 86: 2450-2457.
- DI SCALA, K., CRAPISTE, G., 2008. Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper, *LWT-Food Science and Technology*, 41: 789-795.
- ERDOGAN, A., 2004. The aflatoxin contamination of some pepper types sold in Turkey. *Chemosphere*, 56: 321–325.
- GALLARDO-GUERRERO, L., PEREZ-GALVEZ, A., ARANDA, E., MINGUEZ-MOSQUERA, M., I., and HORNERO-MENDEZ, D., 2010. Physicochemical and Microbiological Characterization of Dehydration Processing of red

- Pepper Fruits for Paprika Production. *LWT-Food Science and Technology*, 43: 1359-1367.
- GOMEZ-LADRON, R., and PARDO-GONZALEZ, J., E., 1996. Evolution of Color during the Ripening of Selected Varieties of Paprika Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44:2049-2052.
- GONZALEZ-ZAMORA, A., SIERRA-CAMPOS, E., LUNA-ORTEGA, J., G., PEREZ-MORALES, R., ORTÍZ, J., C., R., and GARCIA-HERNANDEZ, J., L., 2013. Characterization of Different *Capsicum* Varieties by Evaluation of Their Capsaicinoids Content by High Performance Liquid Chromatography, Determination of Pungency and Effect of High Temperature. *Molecules*, 18: 13471-13486.
- GÖGÜS F., EREN S., 1996 Effect of Temperature and pH on Nonenzymic Browning in Minced Dried Pepper During Storage. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 22: 33-38.
- GOLGE, O., HEPSAG, F. and KABAK, B., 2013. Incidence and level of aflatoxin contamination in chilli commercialised in Turkey. *Food Control*, 33: 514-520.
- HAYALOGLU, A. A., and DEMIR, N., 2015. Physicochemical Characteristics, Antioxidant Activity, Organic Acid and Sugar Contents of 12 Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Cultivars Grown in Turkey. *Journal of Food Science*, 80: 564-570.
- HAYOGLU, I., DIDIN, M., TURKOGLU, H., FENERCIOGLU, H., 2005. The Effects of Processing Methods on Some Properties of Hot Red and Red-Blackish Ground Peppers. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8: 1420–1423.
- HIERRO, J. M. H., GARCIA-VILLANOVA, R. J., TORRERO, P. R., and FONSECA, I. M. T., 2008. Aflatoxins and ochratoxin a in red paprika for retail sale in Spain: occurrence and evaluation of a simultaneous analytical method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 751-756.
- IBRAHIM, H., M., A., RAGAB, G., H., and MOHARRAM, H., A., 1997. Paprika Color Quality: Effect of Air and Natural Drying Treatments. *Grasas y Aceites*, 48: 200-206.
- İNANÇ A. L., 2003, Bazı bitkisel yağların Maraş kırmızı pul biberlerinin kalitesi üzerine etkileri. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Edirne, 161s.
- IQBAL, Q., AMJAD, M., RAFIQUE, M., ARINO, A. ZIAF, K., NAWAZ, A., and AHMAD, T., 2015. Stability of Capsaicinoids and antioxidants in dry hot peppers under different packaging and storage temperatures. *Foods*, 4: 51-64.
- JALILI, M., and JINAP, S., 2012. Natural occurrence of aflatoxins and ochratoxin A in commercial dried chili. *Food Control* 24: 160-164.
- KORKMAZ A., 2016. Geleneksel ve fabrikasyon yöntemleriyle üretilen Şanlıurfa pul biberlerinin (isot) özelliklerinin saptanması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Şanlıurfa, 292s.
- KU, K-H., LEE, K-A. and PARK, J-B., 2012. Physicochemical properties and sensory evaluation for the heat level (hot taste) of Korean red pepper powder. *Preventive Nutrition and Food Science*, 17: 29-35.
- LEE, D., S., CHUNG, S., K., KIM, H., K., and YAM, K., L., 1991. Nonenzymatic Browning in Dried Red Pepper Products. *Journal of Food Quality*, 14(2):153–163.

- MINGUEZ-MOSQUERA, M. I., and HORNERO-MENDEZ, D., 1993. Separation and Quantification of the Carotenoid Pigments in Red Peppers (*Capsicum annuum* L.), Paprika, and Oleoresin by Reversed Phase HPLC. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41: 1616–1620.
- MINGUEZ-MOSQUERA, M., S., and HORNERO-MENDEZ, D., 1994. Changes in Carotenoid Esterification during the Fruit Ripening of *Capsicum annuum* Cv. Bola. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42:640-644.
- MINGUEZ-MOSQUERA, M. I., PEREREZ-GALVEZ, A., and GARRIDO-FERNANDEZ, J., 2000. Carotenoid content of the varieties Jaranda and Jariza (*Capsicum annuum* L.) and response during the industrial slow drying and grinding steps in paprika processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:2972-2976.
- ORDONEZ-SANTOS, L., E., PASTUR-GARCIA, B., ROERO-RODRÍGUEZ, A., and VAZQUEZ-ODERIZ, L., 2014, Colour of Hot Paprika From the La Vera and Murcia Regions Packaged in Different Atmospheres During Storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 49: 217-223.
- PEREZ-GALVEZ, A., HORNERO-MENDEZ, D. and MINGUEZ-MOSQUERA, M. I., 2009. Stability of paprika without supplementary antioxidants during storage under industrial controlled conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57:4718-4723.
- RHIM, J-W., and HONG, S-I., 2011. Effect of Water Activity and Temperature on the Color Change of Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) Powder. *Food Science and Biotechnology*, 20:215-222.
- SERRANO, M., ZAPATA, P. J., CASTILLO, S., GUILLEN, F., MARTINEZ-ROMERO, D., and VALERO, D., 2010. Antioxidant and Nutritive Constituents During Sweet Pepper Development and Ripening are Enhanced by Nitrophenolate Treatments. *Food Chemistry*, 118: 497-503.
- SHOTORBANI, N., Y., JAMEI, R., and HEIDARI, R., 2012. Antioxidant Activities of Two Sweet Pepper *Capsicum annuum* L. Varieties Phenolic Extracts and the Effects of Thermal Treatment. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 3: 25-34.
- TOONTOM, N., MEENUNE, M., POSRI, W., AND 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., 2008. A novel approach for color degradation kinetics of paprika as a function of water activity. *LWT - Food Science and Technology* 41: 1672-1677.
- TOPUZ, A., FENG, H., and KUSHAD, M., 2009. The Effect of Drying Method and Storage on Color Characteristics of Paprika. *LWT-Food Science and Technology*,42: 1667-1673.
- TOPUZ, A., DINCER, C., OZDEMİR, K. S., FENG, H., and KUSHAD, M., 2011. Influence of Different Drying Methods on Carotenoids and Capsaicinoids of Paprika (Cv., Jalapeno). *Food Chemistry*, 129: 860-865.
- TOPUZ, A., and OZDEMİR, F., 2003. Influences of  $\gamma$ -Irradiation and Storage on the Carotenoids of Sun-Dried and Dehydrated Paprika. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 51: 4972-4977.
- Türk Gıda Kodeksi (TGK) Bulaşanlar Yönetmeliği, 2011. *T.C. Resmi Gazete*, 28157(3), 29 Aralık 2011.



- Türk Gıda Kodeksi (TGK) Baharat Tebliği, 2013, *T.C. Resmi Gazete*, 28614, 10 Nisan 2013.
- VALAZGUEZ, R., HERNANDEZ, A., MARTIN, A., ARANDA, E., GALLARDO, G., BARTOLOME, T., and CORDOBA, M. G., 2014. Quality Assessment of Commercial Paprikas. *International Journal of Food Science and Technology*, 49: 830-839.
- VEGA-GALVEZ, A., DI SCALA, K., RODRIGUEZ, K., LEMUS-MONDACA, R., MIRANDA, M., LOPEZ, J., and 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: 647-653.
- VENGAIAH, P. C., and PANDEY, J. P., 2007. Dehydration Kinetics of Bell pepper (*Capsicum annum* L.). *Journal of Food Engineering*, 81: 282–286.



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Esra ÇETİNER  
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti  
Doğum Yeri ve Tarihi : Bozova / 14.10.1990  
Telefon : 0553 611 34 01  
e-mail : esraqera@gmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitime Yılı
Lise	: Bozova Lisesi, Bozova, Şanlıurfa	2007
Üniversite	: Harran Üniversitesi, Merkez, Şanlıurfa	2014
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi, Merkez, Şanlıurfa	2018

### YAYINLAR

## EKLER

Ek Çizelge 1. Kırmızı pul biberlerin nem (%) değerlerinin depolama süresince değişimi(n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	14,47±0,007 <sup>aA</sup>	14,46±0,122 <sup>aA</sup>	14,46±0,046 <sup>abA</sup>	14,42±0,122 <sup>aA</sup>
3	14,52±0,267 <sup>aAB</sup>	14,06±0,011 <sup>aA</sup>	14,95±0,019 <sup>bB</sup>	14,44±0,025 <sup>aAB</sup>
6	14,37±0,081 <sup>aA</sup>	14,96±0,004 <sup>bA</sup>	14,65±0,276 <sup>abA</sup>	14,55±0,165 <sup>aA</sup>
9	14,71±0,140 <sup>abB</sup>	14,25±0,011 <sup>aA</sup>	14,28±0,076 <sup>aA</sup>	14,83±0,083 <sup>abB</sup>
12	14,48±0,295 <sup>aA</sup>	14,33±0,201 <sup>aA</sup>	14,65±0,027 <sup>abA</sup>	14,62±0,256 <sup>aA</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 2. Kırmızı pul biberlerin pH değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	5,28±0,005 <sup>dA</sup>	5,26±0,009 <sup>baA</sup>	5,26±0,025 <sup>eA</sup>	5,25±0,014 <sup>baA</sup>
3	5,10±0,035 <sup>cA</sup>	5,14±0,019 <sup>aA</sup>	5,08±0,009 <sup>dA</sup>	5,14±0,025 <sup>aA</sup>
6	5,05±0,025 <sup>cA</sup>	5,12±0,005 <sup>abC</sup>	5,01±0,005 <sup>cA</sup>	5,14±0,025 <sup>aA</sup>
9	4,83±0,054 <sup>baA</sup>	5,13±0,009 <sup>abB</sup>	4,84±0,019 <sup>baA</sup>	5,13±0,040 <sup>abB</sup>
12	4,71±0,005 <sup>aA</sup>	5,13±0,005 <sup>abB</sup>	4,71±0,019 <sup>aA</sup>	5,10±0,035 <sup>abB</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 3. Kırmızı pul biberlerin titrasyon asitliği değerlerinin (% sitrik asit) depolama süresince değişimi(n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	1,937±0,009 <sup>aA</sup>	1,935±0,005 <sup>abA</sup>	1,935±0,033 <sup>aA</sup>	1,933±0,006 <sup>aA</sup>
3	2,040±0,029 <sup>abB</sup>	1,931±0,005 <sup>aA</sup>	2,203±0,030 <sup>bcC</sup>	1,938±0,007 <sup>aA</sup>
6	2,251±0,044 <sup>baA</sup>	1,966±0,008 <sup>bcA</sup>	2,380±0,013 <sup>ccC</sup>	2,010±0,002 <sup>baA</sup>
9	2,666±0,044 <sup>cbB</sup>	1,990±0,008 <sup>cdA</sup>	2,762±0,027 <sup>dbB</sup>	2,010±0,003 <sup>baA</sup>
12	2,860±0,031 <sup>dbB</sup>	2,012±0,013 <sup>dA</sup>	2,988±0,026 <sup>ccC</sup>	2,060±0,014 <sup>caA</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 4. Kırmızı pul biberlerin esmerleşme indeksi değerlerinin depolama süresince değişimi(n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	0,146±0,002 <sup>aA</sup>	0,144±0,002 <sup>aA</sup>	0,145±0,000 <sup>aA</sup>	0,145±0,003 <sup>aA</sup>
3	0,155±0,003 <sup>abA</sup>	0,151±0,001 <sup>aA</sup>	0,161±0,006 <sup>aA</sup>	0,157±0,001 <sup>abA</sup>
6	0,166±0,004 <sup>bA</sup>	0,150±0,007 <sup>aA</sup>	0,171±0,002 <sup>aA</sup>	0,153±0,007 <sup>abA</sup>
9	0,221±0,001 <sup>cB</sup>	0,156±0,001 <sup>aA</sup>	0,217±0,010 <sup>bB</sup>	0,150±0,004 <sup>abA</sup>
12	0,258±0,002 <sup>dB</sup>	0,159±0,005 <sup>aA</sup>	0,266±0,011 <sup>cB</sup>	0,166±0,008 <sup>bA</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 5. Kırmızı pul biberlerin ASTA değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	95,775±1,100 <sup>dA</sup>	95,338±0,662 <sup>eA</sup>	95,571±1,068 <sup>eA</sup>	95,614±0,739 <sup>dA</sup>
3	69,227±1,056 <sup>cA</sup>	82,415±0,851 <sup>dB</sup>	68,917±0,423 <sup>dA</sup>	82,538±0,669 <sup>cB</sup>
6	68,099±0,590 <sup>cA</sup>	79,116±0,116 <sup>cB</sup>	65,740±1,221 <sup>cA</sup>	80,473±0,912 <sup>cB</sup>
9	58,254±1,346 <sup>bA</sup>	74,718±0,379 <sup>bB</sup>	57,288±0,083 <sup>bA</sup>	73,997±0,433 <sup>bB</sup>
12	54,317±0,765 <sup>aA</sup>	70,999±0,208 <sup>abB</sup>	53,541±0,773 <sup>aA</sup>	70,741±0,131 <sup>abB</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 6. Kırmızı pul biberlerin kırmızılık/sarılık değerlerinin depolama süresince değişimi(n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	0,989±0,004 <sup>aA</sup>	0,985±0,005 <sup>abA</sup>	0,980±0,017 <sup>aA</sup>	0,982±0,006 <sup>aA</sup>
3	0,998±0,008 <sup>abB</sup>	0,957±0,004 <sup>aA</sup>	0,974±0,003 <sup>aAB</sup>	0,991±0,009 <sup>abB</sup>
6	0,989±0,006 <sup>aA</sup>	1,010±0,001 <sup>bA</sup>	0,993±0,004 <sup>aA</sup>	0,983±0,011 <sup>aA</sup>
9	0,997±0,006 <sup>aA</sup>	1,002±0,017 <sup>bA</sup>	0,981±0,006 <sup>aA</sup>	0,977±0,004 <sup>aA</sup>
12	0,988±0,004 <sup>aA</sup>	0,992±0,016 <sup>abA</sup>	0,965±0,14 <sup>aA</sup>	0,972±0,011 <sup>aA</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 7. Kırmızı pul biberlerin L<sup>\*</sup> değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	40,05±0,199 <sup>dA</sup>	40,15±0,400 <sup>cA</sup>	44,92±0,154 <sup>cB</sup>	45,11±0,164 <sup>abB</sup>
3	37,22±0,464 <sup>bcA</sup>	37,53±0,734 <sup>abA</sup>	38,89±0,605 <sup>aA</sup>	44,52±0,199 <sup>abB</sup>
6	38,23±0,529 <sup>cA</sup>	36,91±0,704 <sup>aA</sup>	42,28±0,549 <sup>bB</sup>	44,15±0,590 <sup>aB</sup>
9	36,41±0,160 <sup>abA</sup>	38,29±0,225 <sup>abcA</sup>	41,02±1,014 <sup>abB</sup>	45,66±0,344 <sup>abC</sup>
12	35,17±0,204 <sup>aA</sup>	38,90±0,160 <sup>bcB</sup>	41,89±0,424 <sup>bc</sup>	46,04±0,754 <sup>bD</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 8. Kırmızı pul biberin a<sup>\*</sup> değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	23,77±0,424 <sup>cA</sup>	23,83±0,184 <sup>cA</sup>	23,02±0,175 <sup>bA</sup>	22,91±0,164 <sup>bA</sup>
3	21,89±0,175 <sup>bAB</sup>	22,35±0,584 <sup>bAB</sup>	21,03±0,514 <sup>bA</sup>	23,30±0,254 <sup>bB</sup>
6	21,24±0,544 <sup>bA</sup>	22,96±0,079 <sup>bcA</sup>	21,45±1,114 <sup>bA</sup>	23,29±0,335 <sup>bA</sup>
9	12,93±0,114 <sup>aA</sup>	15,98±0,019 <sup>aB</sup>	12,31±0,649 <sup>aA</sup>	16,03±0,054 <sup>aB</sup>
12	12,15±0,119 <sup>aA</sup>	15,3±0,359 <sup>aB</sup>	11,56±0,274 <sup>aA</sup>	15,2±0,549 <sup>aB</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 9. Kırmızı pul biberin b<sup>\*</sup> değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	19,35±0,400 <sup>aA</sup>	18,88±0,129 <sup>aA</sup>	22,46±1,069 <sup>cB</sup>	22,5±0,490 <sup>aB</sup>
3	17,35±1,125 <sup>aAB</sup>	17,94±1,200 <sup>aB</sup>	14,34±0,019 <sup>aA</sup>	22,59±0,040 <sup>aC</sup>
6	16,29±0,905 <sup>aA</sup>	19,33±0,754 <sup>aAB</sup>	18,86±1,370 <sup>bAB</sup>	23,02±1,399 <sup>aB</sup>
9	17,84±0,389 <sup>aA</sup>	20,81±0,095 <sup>aB</sup>	23,09±0,689 <sup>cC</sup>	28,26±0,675 <sup>bD</sup>
12	18,29±1,045 <sup>aA</sup>	19,75±0,920 <sup>aAB</sup>	22,43±0,584 <sup>cBC</sup>	25,50±1,174 <sup>abC</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 10. Kırmızı pul biberin C değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	30,65±0,582 <sup>cA</sup>	30,41±0,225 <sup>cA</sup>	32,17±0,872 <sup>cA</sup>	32,12±0,225 <sup>aA</sup>
3	27,95±0,835 <sup>bcAB</sup>	28,67±1,207 <sup>bcB</sup>	25,46±0,436 <sup>aA</sup>	32,46±0,155 <sup>aC</sup>
6	26,78±0,983 <sup>bA</sup>	30,02±0,547 <sup>cAB</sup>	28,57±1,741 <sup>abAB</sup>	32,76±1,179 <sup>aB</sup>
9	22,04±0,383 <sup>aA</sup>	26,25±0,063 <sup>abB</sup>	26,17±0,914 <sup>aB</sup>	32,50±0,614 <sup>aC</sup>
12	21,97±0,936 <sup>aA</sup>	24,98±0,947 <sup>aA</sup>	25,24±0,646 <sup>aA</sup>	29,69±1,290 <sup>aB</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 11. Kırmızı pul biberin h<sup>o</sup> değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	39,14±0,078 <sup>aA</sup>	38,38±0,024 <sup>aA</sup>	44,26±1,147 <sup>cB</sup>	44,47±0,830 <sup>aB</sup>
3	38,35±1,586 <sup>aAB</sup>	38,70±1,140 <sup>aB</sup>	34,29±0,615 <sup>aA</sup>	44,11±0,364 <sup>aC</sup>
6	37,46±0,827 <sup>aA</sup>	40,08±1,004 <sup>aAB</sup>	41,28±0,589 <sup>bBC</sup>	44,61±1,256 <sup>aC</sup>
9	54,05±0,353 <sup>bA</sup>	52,49±0,160 <sup>bA</sup>	61,96±0,545 <sup>dB</sup>	60,42±0,503 <sup>bB</sup>
12	56,36±1,249 <sup>bB</sup>	52,21±0,640 <sup>bA</sup>	62,73±0,053 <sup>dD</sup>	59,20±0,249 <sup>bC</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 12. Kırmızı pul biberlerin DPPH değerlerinin (%) depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	65,490±4,364 <sup>abA</sup>	65,557±3,430 <sup>aA</sup>	64,307±5,072 <sup>aA</sup>	64,889±3,901 <sup>aA</sup>
3	61,464±1,236 <sup>aA</sup>	67,642±5,306 <sup>aA</sup>	56,393±5,115 <sup>aA</sup>	65,148±4,936 <sup>aA</sup>
6	66,411±0,389 <sup>abA</sup>	68,399±5,296 <sup>aA</sup>	63,149±4,900 <sup>aA</sup>	63,584±3,123 <sup>aA</sup>
9	66,155±0,907 <sup>abA</sup>	65,937±4,550 <sup>aA</sup>	65,149±3,178 <sup>aA</sup>	61,753±2,300 <sup>aA</sup>
12	69,800±0,456 <sup>bA</sup>	61,352±2,898 <sup>aA</sup>	67,733±3,077 <sup>aA</sup>	60,142±4,776 <sup>aA</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 13. Kırmızı pul biberin aflatoksin B1 (ppb) değerlerinin depolama süresince değişimi(n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	2,595±0,475 <sup>aA</sup>	2,375±0,394 <sup>aA</sup>	2,765±0,485 <sup>aA</sup>	2,845±0,695 <sup>aA</sup>
3	2,715±0,464 <sup>aA</sup>	2,615±0,464 <sup>aA</sup>	3,59±0,579 <sup>aA</sup>	3,395±0,505 <sup>aA</sup>
6	3,215±0,365 <sup>aA</sup>	3,12±0,330 <sup>aA</sup>	4,62±0,730 <sup>aA</sup>	4,2±0,689 <sup>aA</sup>
9	4,55±1,200 <sup>aA</sup>	4,225±1,204 <sup>aA</sup>	5,42±1,409 <sup>aA</sup>	5,03±1,160 <sup>aA</sup>
12	5,635±1,615 <sup>aA</sup>	5,44±1,549 <sup>aA</sup>	7,49±2,469 <sup>aA</sup>	6,5±1,750 <sup>aA</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 14. Kırmızı pul biberin aflatoksin B2 (ppb) değerlerinin depolama süresince değişimi(n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	0,035±0,035 <sup>aA</sup>	0,03±0,030 <sup>aA</sup>	0,04±0,040 <sup>aA</sup>	0,06±0,00 <sup>aA</sup>
3	0,09±0,019 <sup>aA</sup>	0,08±0,019 <sup>aA</sup>	0,105±0,045 <sup>aA</sup>	0,065±0,005 <sup>aA</sup>
6	0,22±0,069 <sup>abA</sup>	0,165±0,045 <sup>abA</sup>	0,3±0,090 <sup>abA</sup>	0,195±0,025 <sup>abA</sup>
9	0,34±0,119 <sup>abA</sup>	0,255±0,064 <sup>abA</sup>	0,435±0,134 <sup>abA</sup>	0,375±0,095 <sup>bcA</sup>
12	0,455±0,154 <sup>ba</sup>	0,345±0,125 <sup>ba</sup>	0,605±0,195 <sup>ba</sup>	0,445±0,075 <sup>ca</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 15. Kırmızı pul biberin toplam aflatoksin (ppb) değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	2,63±0,509 <sup>aA</sup>	2,405±0,424 <sup>aA</sup>	2,805±0,525 <sup>aA</sup>	2,905±0,695 <sup>aA</sup>
3	2,805±0,485 <sup>aA</sup>	2,695±0,485 <sup>aA</sup>	3,695±0,625 <sup>aA</sup>	3,46±0,509 <sup>aA</sup>
6	3,435±0,435 <sup>aA</sup>	3,285±0,374 <sup>aA</sup>	4,92±0,820 <sup>aA</sup>	4,395±0,665 <sup>aA</sup>
9	4,89±1,320 <sup>aA</sup>	4,48±1,270 <sup>aA</sup>	5,855±1,545 <sup>aA</sup>	5,405±1,254 <sup>aA</sup>
12	6,09±1,770 <sup>aA</sup>	5,785±1,674 <sup>aA</sup>	8,095±2,665 <sup>aA</sup>	6,945±1,824 <sup>aA</sup>

A: ZİO kırmızı pul biber, B: ZİB sıcaklığı kırmızı pul biber, C: ZO sıcaklığı kırmızı pul biber D: ZB sıcaklığı kırmızı pul biber

Ek Çizelge 16. İsothların nem değęerlerinin (%) depolama süresince değışimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	14,20±0,146 <sup>aA</sup>	14,22±0,007 <sup>aA</sup>	14,26±0,014 <sup>aA</sup>	14,28±0,067 <sup>aA</sup>
3	14,87±0,084 <sup>bA</sup>	14,82±0,128 <sup>bA</sup>	14,37±0,354 <sup>aA</sup>	14,82±0,071 <sup>bA</sup>
6	14,88±0,052 <sup>bB</sup>	14,81±0,023 <sup>bAB</sup>	14,71±0,006 <sup>aA</sup>	14,76±0,061 <sup>bAB</sup>
9	14,50±0,007 <sup>abAB</sup>	14,77±0,041 <sup>bBC</sup>	14,40±0,147 <sup>aA</sup>	14,83±0,005 <sup>bC</sup>
12	14,72±0,131 <sup>bA</sup>	14,91±0,074 <sup>bA</sup>	14,63±0,174 <sup>aA</sup>	14,83±0,045 <sup>bA</sup>

A: ZİO isot, B: ZİB sıcaklığı isot, C: ZO sıcaklığı isot D: ZB sıcaklığı isot

Ek Çizelge 17. İsothların pH değęerlerinin depolama süresince değışimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	4,73±0,009 <sup>cA</sup>	4,74±0,009 <sup>bA</sup>	4,73±0,025 <sup>dA</sup>	4,73±0,014 <sup>bA</sup>
3	4,615±0,014 <sup>bA</sup>	4,65±0,030 <sup>aA</sup>	4,60±0,05 <sup>cA</sup>	4,62±0,000 <sup>aA</sup>
6	4,60±0,025 <sup>bAB</sup>	4,64±0,019 <sup>aB</sup>	4,55±0,005 <sup>bcA</sup>	4,62±0,025 <sup>abAB</sup>
9	4,50±0,030 <sup>aA</sup>	4,63±0,014 <sup>aB</sup>	4,48±0,019 <sup>abA</sup>	4,63±0,025 <sup>aB</sup>
12	4,43±0,019 <sup>aA</sup>	4,63±0,030 <sup>aB</sup>	4,42±0,019 <sup>aA</sup>	4,63±0,030 <sup>aB</sup>

A: ZİO isot, B: ZİB sıcaklığı isot, C: ZO sıcaklığı isot D: ZB sıcaklığı isot

Ek Çizelge 18. İsothların titrasyon asitliği değęerlerinin (% sitrik asit) depolama süresince değışimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	2,814±0,005 <sup>aA</sup>	2,806±0,005 <sup>aA</sup>	2,813±0,013 <sup>aA</sup>	2,804±0,006 <sup>aA</sup>
3	2,893±0,047 <sup>aAB</sup>	2,846±0,0005 <sup>bA</sup>	3,066±0,032 <sup>bC</sup>	3,001±0,004 <sup>bBC</sup>
6	2,922±0,014 <sup>aB</sup>	2,863±0,004 <sup>bcA</sup>	3,198±0,0005 <sup>cd</sup>	3,020±0,017 <sup>bcC</sup>
9	3,082±0,012 <sup>bB</sup>	2,869±0,004 <sup>bcA</sup>	3,443±0,031 <sup>dC</sup>	3,025±0,004 <sup>bcB</sup>
12	3,238±0,048 <sup>cC</sup>	2,896±0,021 <sup>cA</sup>	3,537±0,007 <sup>ed</sup>	3,041±0,008 <sup>cB</sup>

A: ZİO isot, B: ZİB sıcaklığı isot, C: ZO sıcaklığı isot D: ZB sıcaklığı isot

Ek Çizelge 19. İsothların browning index değęerlerinin depolama süresince değışimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	0,326±0,003 <sup>aA</sup>	0,323±0,006 <sup>aA</sup>	0,327±0,008 <sup>aA</sup>	0,330±0,002 <sup>aA</sup>
3	0,331±0,004 <sup>aA</sup>	0,332±0,006 <sup>aA</sup>	0,350±0,0006 <sup>abB</sup>	0,339±0,0007 <sup>abcAB</sup>
6	0,340±0,007 <sup>aAB</sup>	0,332±0,009 <sup>aA</sup>	0,364±0,007 <sup>bcB</sup>	0,335±0,006 <sup>abA</sup>
9	0,353±0,003 <sup>aA</sup>	0,337±0,008 <sup>aA</sup>	0,395±0,004 <sup>cdB</sup>	0,345±0,002 <sup>bcA</sup>
12	0,408±0,027 <sup>bB</sup>	0,332±0,006 <sup>aA</sup>	0,411±0,014 <sup>dB</sup>	0,350±0,001 <sup>cAB</sup>

A: ZİO isot, B: ZİB sıcaklığı isot, C: ZO sıcaklığı isot D: ZB sıcaklığı isot



Ek Çizelge 20. İsozların ASTA değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	79,506±0,490 <sup>eA</sup>	79,924±0,291 <sup>dA</sup>	79,940±0,876 <sup>eA</sup>	79,817±0,057 <sup>cA</sup>
3	64,309±0,485 <sup>dA</sup>	70,067±0,679 <sup>cbB</sup>	63,826±0,800 <sup>dA</sup>	69,224±0,786 <sup>bB</sup>
6	50,005±0,117 <sup>cA</sup>	68,118±0,659 <sup>bcB</sup>	49,241±1,094 <sup>cA</sup>	68,210±0,474 <sup>bB</sup>
9	41,500±0,541 <sup>bA</sup>	65,935±1,043 <sup>bB</sup>	40,317±0,788 <sup>bA</sup>	65,751±1,090 <sup>aB</sup>
12	33,512±0,197 <sup>aA</sup>	62,918±0,699 <sup>aB</sup>	32,347±0,079 <sup>aA</sup>	63,345±0,467 <sup>aB</sup>

A: ZİO isoz, B: ZİB sıcaklığı isoz, C: ZO sıcaklığı isoz, D: ZB sıcaklığı isoz

Ek Çizelge 21. İsozların kırmızılık/sarılık değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	0,970±0,001 <sup>aA</sup>	0,973±0,004 <sup>aA</sup>	0,970±0,001 <sup>aA</sup>	0,970±0,001 <sup>aA</sup>
3	0,977±0,009 <sup>aA</sup>	0,998±0,002 <sup>aA</sup>	0,974±0,012 <sup>aA</sup>	0,963±0,014 <sup>aA</sup>
6	0,992±0,007 <sup>aA</sup>	0,983±0,026 <sup>aA</sup>	0,990±0,023 <sup>aA</sup>	0,968±0,015 <sup>aA</sup>
9	0,993±0,011 <sup>aA</sup>	1,004±0,0105 <sup>aA</sup>	0,907±0,057 <sup>aA</sup>	0,989±0,001 <sup>aA</sup>
12	0,952±0,019 <sup>aA</sup>	0,990±0,0006 <sup>aA</sup>	0,969±0,015 <sup>aA</sup>	0,995±0,004 <sup>aA</sup>

A: ZİO isoz, B: ZİB sıcaklığı isoz, C: ZO sıcaklığı isoz D: ZB sıcaklığı isoz

Ek Çizelge 22. İsozların L<sup>\*</sup> değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	32,17±0,420 <sup>aA</sup>	32,04±0,199 <sup>cA</sup>	37,94±0,160 <sup>bB</sup>	38,19±0,140 <sup>aB</sup>
3	30,27±1,180 <sup>aA</sup>	28,74±0,765 <sup>aA</sup>	36,68±0,330 <sup>abB</sup>	38,60±0,774 <sup>aB</sup>
6	29,77±0,009 <sup>aA</sup>	29,60±0,054 <sup>abA</sup>	37,64±0,219 <sup>abB</sup>	39,64±1,569 <sup>aB</sup>
9	29,74±0,654 <sup>aA</sup>	30,35±0,494 <sup>abcA</sup>	35,81±1,029 <sup>aB</sup>	38,35±1,390 <sup>aB</sup>
12	31,81±0,359 <sup>aA</sup>	30,90±0,514 <sup>bcA</sup>	36,77±0,014 <sup>abB</sup>	38,89±0,850 <sup>aC</sup>

A: ZİO isoz, B: ZİB sıcaklığı isoz, C: ZO sıcaklığı isoz D: ZB sıcaklığı isoz

Ek Çizelge 23. İsozların a<sup>\*</sup> değerlerinin depolama süresince değişimi(n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	10,71±0,464 <sup>cA</sup>	10,67±0,339 <sup>cA</sup>	12,26±0,154 <sup>cA</sup>	12,32±0,569 <sup>bA</sup>
3	8,54±0,254 <sup>bA</sup>	9,10±0,079 <sup>bA</sup>	11,78±0,295 <sup>cB</sup>	12,58±1,189 <sup>bB</sup>
6	8,43±0,315 <sup>bA</sup>	9,31±0,485 <sup>bA</sup>	11,50±0,435 <sup>cB</sup>	12,48±0,335 <sup>bB</sup>
9	5,95±0,704 <sup>aA</sup>	5,88±0,215 <sup>aA</sup>	8,04±0,199 <sup>aB</sup>	8,86±0,599 <sup>aB</sup>
12	6,33±0,520 <sup>aA</sup>	6,16±0,045 <sup>aA</sup>	9,28±0,324 <sup>bB</sup>	8,67±0,190 <sup>aB</sup>

A: ZİO isoz, B: ZİB sıcaklığı isoz, C: ZO sıcaklığı isoz D: ZB sıcaklığı isoz

Ek Çizelge 24. İsohtarın b<sup>\*</sup> değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	7,60±0,514 <sup>bA</sup>	7,71±0,534 <sup>aA</sup>	13,13±0,195 <sup>aB</sup>	12,94±0,195 <sup>aB</sup>
3	5,91±0,520 <sup>abA</sup>	7,70±0,649 <sup>aA</sup>	12,88±0,645 <sup>abB</sup>	14,31±0,625 <sup>aB</sup>
6	7,83±0,509 <sup>bA</sup>	7,11±0,605 <sup>aA</sup>	13,19±0,675 <sup>bB</sup>	15,58±0,289 <sup>abC</sup>
9	7,10±0,865 <sup>abA</sup>	6,69±1,639 <sup>aA</sup>	15,04±0,335 <sup>bB</sup>	18,72±1,634 <sup>bB</sup>
12	5,00±0,885 <sup>aA</sup>	8,16±0,014 <sup>aB</sup>	10,86±0,879 <sup>aB</sup>	18,10±0,610 <sup>bC</sup>

A: ZİO isot, B: ZİB sıcaklığı isot, C: ZO sıcaklığı isot D: ZB sıcaklığı isot

Ek Çizelge 25. İsohtarın C değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	13,16±0,081 <sup>dA</sup>	13,18±0,037 <sup>cA</sup>	17,97±0,248 <sup>bB</sup>	17,87±0,534 <sup>aB</sup>
3	10,39±0,505 <sup>bcA</sup>	11,93±0,358 <sup>bcA</sup>	17,46±0,675 <sup>bB</sup>	19,06±1,254 <sup>aB</sup>
6	11,51±0,577 <sup>cdA</sup>	11,72±0,752 <sup>bcA</sup>	17,51±0,794 <sup>bB</sup>	19,96±0,435 <sup>aB</sup>
9	9,33±0,208 <sup>abA</sup>	8,96±1,365 <sup>aA</sup>	17,06±0,201 <sup>bB</sup>	20,72±1,734 <sup>aB</sup>
12	8,08±0,955 <sup>aA</sup>	10,23±0,039 <sup>abA</sup>	14,29±0,879 <sup>aB</sup>	20,07±0,467 <sup>aC</sup>

A: ZİO isot, B: ZİB sıcaklığı isot, C: ZO sıcaklığı isot D: ZB sıcaklığı isot

Ek Çizelge 26. İsohtarın h<sup>0</sup> değerlerinin depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	35,38±3,002 <sup>aA</sup>	35,86±2,751 <sup>aA</sup>	46,96±0,063 <sup>aB</sup>	46,44±0,893 <sup>aB</sup>
3	34,59±1,561 <sup>aA</sup>	40,11±2,588 <sup>aA</sup>	47,52±0,715 <sup>aB</sup>	48,79±1,453 <sup>abB</sup>
6	42,83±0,795 <sup>abB</sup>	37,31±0,914 <sup>aA</sup>	48,90±0,379 <sup>aC</sup>	51,30±0,229 <sup>bC</sup>
9	49,88±6,745 <sup>bA</sup>	47,74±6,074 <sup>abA</sup>	61,87±1,122 <sup>bA</sup>	64,64±0,437 <sup>cA</sup>
12	38,02±2,674 <sup>abA</sup>	52,95±0,150 <sup>bB</sup>	49,39±1,307 <sup>aB</sup>	64,38±1,242 <sup>cC</sup>

A: ZİO isot, B: ZİB sıcaklığı isot, C: ZO sıcaklığı isot D: ZB sıcaklığı isot

Ek Çizelge 27. İsohtarın DPPH değerlerinin (%) depolama süresince değişimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	65,155±0,970 <sup>aB</sup>	65,588±1,601 <sup>abB</sup>	54,834±2,666 <sup>aA</sup>	55,163±0,965 <sup>aA</sup>
3	63,450±0,382 <sup>aA</sup>	65,343±1,766 <sup>abA</sup>	65,444±2,553 <sup>bA</sup>	56,614±3,336 <sup>aA</sup>
6	68,110±0,028 <sup>abB</sup>	62,008±0,838 <sup>aAB</sup>	68,122±3,121 <sup>bB</sup>	59,353±2,893 <sup>aA</sup>
9	71,721±2,860 <sup>bcB</sup>	63,586±1,578 <sup>abAB</sup>	65,486±2,741 <sup>bAB</sup>	59,755±3,601 <sup>aA</sup>
12	73,521±0,055 <sup>cA</sup>	67,234±0,248 <sup>bAB</sup>	60,879±1,128 <sup>abB</sup>	59,104±5,891 <sup>aB</sup>

A: ZİO isot, B: ZİB sıcaklığı isot, C: ZO sıcaklığı isot D: ZB sıcaklığı isot

Ek Çizelge 28. İsofların aflatoksin B1 (ppb) değęrlerinin depolama süresince değışimi (n=2)

D.Süresi (Ay)	A	B	C	D
0	0,16±0,019 <sup>aA</sup>	0,18±0,019 <sup>aA</sup>	0,22±0,040 <sup>aA</sup>	0,24±0,040 <sup>aA</sup>
3	0,25±0,040 <sup>aA</sup>	0,28±0,030 <sup>aA</sup>	0,36±0,059 <sup>bA</sup>	0,36±0,019 <sup>abA</sup>
6	0,51±0,009 <sup>bA</sup>	0,465±0,014 <sup>bA</sup>	0,595±0,014 <sup>cB</sup>	0,445±0,035 <sup>bcA</sup>
9	0,75±0,050 <sup>cB</sup>	0,53±0,040 <sup>bcA</sup>	0,89±0,009 <sup>dB</sup>	0,585±0,045 <sup>cdA</sup>
12	0,93±0,059 <sup>dBc</sup>	0,66±0,059 <sup>cA</sup>	1,075±0,025 <sup>eC</sup>	0,735±0,064 <sup>dAB</sup>

A: ZİO isot, B: ZİB sıcaklığı isot, C: ZO sıcaklığı isot D: ZB sıcaklığı isot