

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

DOKTORA TEZİ

**SİYAH DUT MEYVESİNDEN ANTOSİYANİNLERİN ELDE EDİLMESİ VE
ELDE EDİLEN DOĞAL RENK MADDESİNİN GIDA SANAYİNDE
KULLANIM OLANAKLARI**

Fatma HEPSAĞ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA

2015

Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU danışmanlığında, Fatma HEPSAĞ'ın hazırladığı "**Siyah Dut Meyvesinden Antosiyaninlerin Elde Edilmesi ve Elde Edilen Doğal Renk Maddesinin Gıda Sanayinde Kullanım Olanakları**" konulu bu çalışma 06 /04 / 2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı' nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU

Üye : Prof. Dr. AyhanATLI

Üye : Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU

Üye : Doç. Dr. Ferit ATASOY

Üye : Doç. Dr. Şükrü KURT

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

Prof. Dr. Sinan UYANIK

Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: 13038

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	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
2.1. Antosiyaninlerin yapısı	13
2.2. Antosiyaninlerin stabilitesini etkileyen faktörler	19
2.2.1. Kimyasal yapı	19
2.2.2. Kopigment varlığının etkisi	20
2.2.3. Metal iyonunun etkisi	22
2.2.4. pH değerinin etkisi	23
2.2.5. Sıcaklık etkisi	28
2.2.6. Enzim varlığının etkisi	32
2.3. Siyah dut antosiyaninleri	33
2.4. Siyah dut antosiyaninlerinin sağlık üzerine etkisi	34
3. MATERYAL ve YÖNTEM	38
3.1. Materyal	38
3.1.1. Antosiyanin kaynağı	38
3.2. Yöntem	38
3.2.1. Siyah dut meyvesinden antosiyanin pigmentlerinin ekstraksiyonu (SDE) ve konsantre elde edilmesi	38
3.2.2. Renklendirilen ürünler	39
3.2.3. Çilek reçeli üretimi	40
3.2.4. Çilek konservesi üretimi	42
3.2.5. Lokum üretimi	44
3.2.6. Renklendirilen ürünlerde yapılan analizler	46
3.2.6.1. pH değeri tayini	46
3.2.6.2. Titrasyon asitliği tayini	46
3.2.6.3. Suda çözünür kuru madde tayini	46
3.2.6.4. Toplam kuru madde tayini	47
3.2.6.5. Esmerleşme indisi tayini	47
3.2.6.6. HMF analizi	47
3.2.6.7. Toplam monometrik antosiyaninlerin tayini	48
3.2.6.8. Renk analizi	49
3.2.6.9. Toplam fenolik madde tayini	49
3.2.6.10. Toplam antioksidant aktivite tayini	49
3.2.6.11. İstatistiksel analiz	51
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	52
4.1. Materyalin nitelikleri	52
4.1.1. Antosiyanin ekstraktlarının elde edildiği siyah dutların bazı fiziksel özellikleri	52
4.1.2. Çileklerin bazı özellikleri	54
4.1.3. Siyah dut meyvesinden elde edilen antosiyanin ekstraktının (SDE) bazı özellikleri	54
4.2. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların pH miktarlarında meydana gelen değişimler	55
4.3. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların titrasyon asitliği miktarlarında meydana gelen değişimler	58
4.4. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların suda çözünür kuru madde miktarlarında meydana gelen değişimler	62
4.5. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam kuru madde miktarlarında meydana gelen değişimler	65
4.6. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların esmerleşme indisi miktarlarında meydana gelen değişimler	68

4.7. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların hidrosimetilfurfural miktarlarında meydana gelen değişimler	72
4.8. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam monometrik antosiyanin miktarlarında meydana gelen değişimler	75
4.9. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların renginde meydana gelen değişimler	79
4.10. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişimler	85
4.11. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam antioksidant aktivitelerinde meydana gelen değişimler	89
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	93
5.1. Sonuçlar	93
5.2. Öneriler	95
KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ	104
EKLER	107
EK1 Örneklerin HPLC spektral özellikleri	108
EK2 HPLC Cihazının görünümü	109
EK3 Siyah dut suyu ekstraktlarının (SDE) döner evaporatörde konsantre edilişinden görüntü	110
EK4 Konsantre edilmiş siyah dut suyu ekstraktlarının (SDE) görünüşü	112
EK5 Çilek reçeli üretiminden görüntü	113
EK6 Çilek konservesi üretiminden görüntü	114
EK7 Lokum üretimi ve pasalara dökülmesinden görüntü	115
EK8 Lokum tebliği	117

ÖZET

Doktora Tezi

SİYAH DUT MEYVESİNDEN ANTOSİYANİNLERİN ELDE EDİLMESİ VE ELDE EDİLEN DOĞAL RENK MADDESİNİN GIDA SANAYİNDE KULLANIM OLANAKLARI

Fatma HEPSAĞ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU
YIL:2015, Sayfa:118

Tüm dünyada ve özellikle gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de insan sağlığı açısından büyük öneme sahip antosiyanin, fenol bileşikleri ve antioksidan kapasitesi yüksek zengin üzüm sü meyvelere ve bu meyvelerden üretilen ürünlere olan ilgi gittikçe artmaktadır. İçerdiği yüksek antosiyanin ve diğer fitokimyasallar açısından siyah dut da tercih edilen bu meyveler sınıfına girmektedir. Bu çalışmada, Adıyaman yöresinde yetişen siyah dut (*M. nigra L.*) meyvesinden ekstraksiyon yöntemi ile antosiyaninler elde edilmiştir. Ekstraksiyon solventi olarak % 95'lik etil alkol ile 1.5N HCL çözeltisinden 85:15 oranında karıştırılmasıyla hazırlanan çözelti kullanılmıştır. Ekstraksiyon işleminden sonra elde edilen ekstrakt (antosiyaninleri içeren dut suyu) döner evaporatörde % 65 suda çözünür kuru madde'ye kadar konsantre edilmiştir. Çilek reçelleri açık kazanda pişirme tekniği ile, çilek konservesi pastörize edilerek ve sade lokumlar vakum altında pişirme tekniği ile üretilerek yapılmıştır. Özellikle çilek reçelleri ve çilek konservelerinde doğal rengin kısa sürede bozulması nedeniyle bu ürünlerin doğal rengini geliştirmek ve renk stabilitesini arttırmak amacıyla, üretim aşamasında doğal olarak antosiyanin içeren siyah dut suyu konsantrasyonundan (BME) % 2 oranında ilave edilmiştir. Ürünler farklı depolama sıcaklıklarında (5°, 25° ve 37°C) aydınlık ve karanlık ortamlarda depolanarak, örneklerde pH, titrasyon asitliği (TA), suda çözünür kuru madde (SÇKM), toplam kuru madde (TKM), esmerleşme indisi (Eİ), hidrosimetilfurfural (HMF), toplam monometrik antosiyanin (TMA), renk, toplam fenolik madde (TP) ve toplam antioksidant aktivite (TAC) analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçları, pH değerinin siyah dut antosiyaninlerinin parçalanması üzerine etkisinin bulunduğunu fakat istatistiksel olarak önemli olmadığını göstermiştir. Depolama sıcaklık ve süresi arttıkça örneklerin TMA miktarında, TP, TAC değerlerinde azalış, HMF, Eİ, SÇKM, TKM miktarlarında artış saptanmıştır. Özellikle çilek reçeli ve konservelerinde SDE eklenmesinin, ürün renginin uzun süre korunmasını sağlamada oldukça etkili olduğu gözlenmiştir. Depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça, tüm örneklerin renklerindeki kırmızının payı (a* değeri) azalmıştır. 37 °C'de depolanan örneklerde, a* değerindeki azalma antosiyanin konsantrasyonundaki azalma ile yüksek korelasyon göstermiştir. Depolama süresince tüm örneklerin parlaklık değerleri (L* değeri) ve b* değerlerinde de önemli bir azalış belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, kontrol örneklerine göre ekstraktların ilave edildiği gıdalara çekici renkler vermesinin yanında fonksiyonel özellikler de kazandırdığını ortaya koymaktadır. Antosiyaninlerin gıdaların renklendirilmesinde kullanılması ve nispeten uzun depolama süreleri sonunda dahi daha stabil olup test edilen ürünlerdeki renklerini koruyabildikleri saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Antosiyanin, siyah dut, çilek reçeli, çilek konservesi, lokum.

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

RECOVERY OF ANTHOCYANINS FROM BLACK MULBERRY FRUITS AND THE USE AS FOOD COLORANTS

Fatma HEPSAĞ

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

Supervisor : Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU
Year:2015, Page:118

All over the world, and especially important with anthocyanin in terms of human health in our country as well as in developed countries, phenolic compounds and antioxidant capacity has been increasing interest in the products manufactured from high-rich berries and the fruit. Contains high anthocyanin and other phytochemicals in terms of preferred black berry fruits fall into this class. In this study, anthocyanins were obtained by the method of extraction from black mulberry that grows in Adiyaman region (*M. nigra* L.). 95% ethyl alcohol and 1.5N HCl solution was mixed at a ratio of 85:15 and used as extraction solvent. The extract obtained after the extraction process (berry juice including anthocyanins) was concentrated on a rotary evaporator to 65% water soluble dry matter. Strawberry jams were produced by cooking in open bowls, strawberry canned by pasteurized and simple delights were produced by using cooking techniques under vacuum. For improving the natural color and increasing the color stability of strawberry jams and strawberry preserves, 2% ratio concentrated black mulberry juice containing natural anthocyanins was added to the products at the production stages, since natural color of strawberry jam and strawberry preserves are easily corrupted during production. Products were stored at different storage temperatures (5 °, 25 ° and 37 ° C) and different conditions as light and dark. At each stage and environment pH, total acidity TA, total soluble solid TSS, total solid TS, browning reaction EI, hydroxymethylfurfural HMF, total monomeric anthocyanin activity TMA, color, total phenolic material TP and total antioxidant activity TAC analyzes were performed. According to the results obtained it was shown that pH effects the degradation of black mulberry anthocyanins but this effect was not statistically significant. In order to increase in the storage time and temperature, reduction in the amount of total anthocyanins, total phenolics and antiradical activity which was determined by DPPH method was obtained. HMF, EI, TSS, TS values were increased. Especially, addition of BME into the strawberry jam and preserves, was observed to be highly effective in providing long-term protection of the product color. Ratio of red in the color of all the samples (a^* value) was decreased while the storage temperature and storage time were increased. In samples stored at 37 ° C, decrease in the a^* values showed high correlation with decrease in anthocyanin concentration. A significant decrease in brightness of all samples during storage (L^* values) and b^* values was also determined. Obtained results impart that, addition of extracts not only give the samples attractive color, but also it reveals functional properties compared to the control samples. From the study we can conclude that mulberry anthocyanins can be used as coloring agent for products. It was determined that after long storage periods color of the products was relatively more stable than control samples.

KEY WORDS : Anthocyanin, black mulberry, strawberry jam, strawberry can, turkish delight .

TEŞEKKÜR

Bu alıŐma, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri M¼d¼rl¼ė¼ tarafından 13038 no' lu proje kapsamında desteklenmiştir. "Siyah Dut Meyvesinden Antosiyaninlerin Elde Edilmesi Ve Elde Edilen Doğal Renk Maddesinin Gıda Sanayinde Kullanım Olanakları " konulu tez çalıŐmamın planlanmasından sonuçlandığı ana kadar her t¼rl¼ konuda desteğini her zaman yanımda hissettiğim, bilgi, tecr¼besi ve engin deneyimleriyle beni y¼nlendiren yakın ilgi ve desteğini g¼rd¼ė¼m çok değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. İbrahim HAYOğLU' na, bu çalışma kapsamında yardımlarını esirgemeyen Gıda M¼hendisliėi B¼l¼m BaŐkanı Prof. Dr. Ayhan ATLI hocama, her ihtiyacım olduğunda yardımlarını esirgemeyen, sık sık bilgi ve tecr¼belerine baŐvurduė¼m çalışma boyunca ¼nemli katkılarda bulunan tez izleme komitesinin değerli ¼yeleri Prof. Dr. Hasan FENERCİOğLU ve Doç. Dr. Ferit ATASOY'a, çalıŐmamın değerlendirilmesi aşamasında g¼stermiŐ olduğu desteklerinden dolayı Doç. Dr. Ő¼kr¼ KURT hocama, araştırmada labaratuvarlarını kullanmama izin veren, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaŐan gıda m¼hendisliėi b¼l¼m¼ndeki hocam ve değerli araştırma g¼revlisi arkadaŐlarıma, çalıŐmalarım s¼resince varlıklarıyla, sabır ve anlayıŐı için, oğullarım Eren, Zeki Emir ve Fatih Enes'e, yardım ve desteklerini g¼rd¼ė¼m sevgili eŐim B¼lent'e, dostlarıma ve her zaman yanımda olduğunu hissettiğim, bug¼nlere gelmemde en b¼y¼k katkıları olan sevgili anne ve babama teŐekk¼rlerimi sunarım.

Fatma HEPSAğ
ŞANLIURFA, Nisan 2015

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Siyah dut meyvesinden görüntüler.....	2
Şekil 2.1. Antosiyanidin çekirdeği.....	13
Şekil 2.2. Antosiyanin çekirdeği.....	14
Şekil 2.3. Antosiyanidinlere şeker bağlanması.....	16
Şekil 2.4. Siyanidin-3-glukozit yapısı.....	16
Şekil 2.5. Antosiyaninlerin pH' ya bağlı kimyasal yapıları.....	23
Şekil 3.1. Siyah dut meyvesinden antosiyanin pigmentlerinin ekstraksiyonu (SDE) aşamaları.....	39
Şekil 3.2. Çilek reçeli üretimi ve renklendirme akış şeması.....	41
Şekil 3.3. Çilek konservesi üretimi ve renklendirme akış şeması.....	43
Şekil 3.4. Lokum üretimi ve renklendirme akış şeması.....	45
Şekil 4.1. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların pH değerindeki değişimler.....	57
Şekil 4.2. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin pH değerindeki değişimler.....	58
Şekil 4.3. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların titrasyon asitliği (g/100g) değerindeki değişimler.....	61
Şekil 4.4. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin titrasyon asitliği (g/100g) değerindeki değişimler.....	61
Şekil 4.5. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların suda çözünür kuru madde (%) miktarındaki değişimler.....	64
Şekil 4.6. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin suda çözünür kuru madde (%) miktarındaki değişimler.....	64
Şekil 4.7. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam kuru madde (g/100ml) miktarındaki değişimler.....	67
Şekil 4.8. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin toplam kuru madde (g/100ml) miktarındaki değişimler.....	68
Şekil 4.9. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların esmerleşme indisi (mg/g) miktarındaki değişimler.....	71
Şekil 4.10. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin esmerleşme indisi (mg/g) miktarındaki değişimler.....	71
Şekil 4.11. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların hidrosimetilfurfural (mg/kg) miktarındaki değişimler.....	74
Şekil 4.12. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin hidrosimetilfurfural (mg/kg) miktarındaki değişimler.....	74
Şekil 4.13. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam monometrik antosiyanin (mg/kg) miktarındaki değişimler.....	78
Şekil 4.14. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin toplam monometrik antosiyanin (mg/kg) miktarındaki değişimler.....	79
Şekil 4.15. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların renk miktarındaki değişimler.....	81
Şekil 4.16. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin renk miktarındaki değişimler.....	82
Şekil 4.17. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam fenolik madde (mg GAE/kg) miktarındaki değişimler.....	88
Şekil 4.18. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin toplam fenolik madde (mg GAE/kg) miktarındaki değişimler.....	88
Şekil 4.19. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam antioksidant (μ mol/g) miktarındaki değişimler.....	92
Şekil 4.20. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin toplam antioksidant (μ mol/g) miktarındaki değişimler.....	92

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1. Ülkemizde 1990-2013 yılları arası dut ağacı sayısı ve toplam dut üretimi	3
Çizelge 1.2. Dut meyvesinin besin maddesi içeriği (100 g yenilen kısmında)	3
Çizelge 2.1. Avrupa Birliği tarafından kullanımına izin verilen doğal kaynaklı boyalar.....	8
Çizelge 2.2. Antosiyanidinlerin kimyasal yapıları ve yapıya bağlanan gruplar.....	15
Çizelge 2.3. Bazı “açillenmiş antosiyanin” içeren yenilebilir ürünlerin pigment kompozisyonu.....	18
Çizelge 4.1. Siyah dutların ağırlık, çap ve uzunlukları	53
Çizelge 4.2. Çilek meyvesinin bazı özellikleri	54
Çizelge 4.3. Siyah dut ekstraktının bazı özellikleri	54
Çizelge 4.4. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların pH değerleri.....	55
Çizelge 4.5. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların titrasyon asitliği (g/100g) değerleri	59
Çizelge 4.6. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların suda çözünür kuru madde (%) değerleri.....	62
Çizelge 4.7. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam kuru madde (g/100ml) değerleri	66
Çizelge 4.8. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların esmerleşme indisi (mg/g) değerleri	69
Çizelge 4.9. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların hidroksimetilfurfural (mg/kg) değerleri.....	72
Çizelge 4.10. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam monometrik antosiyanin (mg/kg) değerleri	75
Çizelge 4.11. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların renk değerleri.....	80
Çizelge 4.12. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam fenolik madde (mg GAE/kg)değerleri	86
Çizelge 4.13. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam antioksidant (μ mol/g) değerleri	90

SİMGELER DİZİNİ

SÇKM	: Suda çözünür kuru madde
TKM	: Toplam kuru madde
TA	: Titrasyon asitliği
HMF	: Hidroksimetil furfural
Eİ	: Esmerleşme indisi
TP	: Toplam fenolik madde
TMA	: Toplam monomerik antosiyanin
TAC	: Toplam antioksidant kapasitesi
L	: Örneklerin parlaklık değerleri
a	: Örneklerin renk değerleri (kırmızı/yeşil)
b	: Örneklerinin renk değerleri (sarı/mavi)
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
SDE	: Siyah dut ekstraktı
HCl	: Hidroklorik asit
dak	: Dakika
GAE	: GAE Gallik asit eşdeğeri
Abs	: Absorbans
λ_{max}	: Maksimum absorbans dalga boyu
FD&C	: Federal Gıda, İlaç ve Kozmetik Yasası

1. GİRİŞ

Meyveler, insanlara sunulan en değerli gıdalardan biridir. Gerek coğrafi gerekse ekolojik koşullar bakımından Türkiye meyveciliğe son derece elverişlidir. Üzüm ve üzüksü meyvelerin gerek besin değeri, gerekse antioksidan içeriğinin yüksek olması, bu meyvelerin ve farklı kısımlarının kimyasal içeriklerinin belirlenmesi ve alternatif değerlendirme şekillerinin ortaya çıkarılmasına yönelik çalışmaların özellikle son yıllarda büyük ilgi görmesine neden olmuştur. Bu meyve gruplarının çoğu içerdikleri bileşikler nedeniyle doğal antioksidan kaynağı olarak bilinmektedir. Dünya toplumlarında sağlıklı yaşam açısından sentetik ürünlerden doğal ürünlere geçiş yaşanmaktadır. Bu sebeple en önemli doğal antioksidan kaynağı olarak bilinen bu meyve türlerinin kullanımı ve değerlendirilmesi önem kazanmaktadır.

Üzüksü meyveler dendiğinde çilek, ahududu, böğürtlen, frenküzümü, beктаşi üzümü, mersin (murt, hambeles), mürver yemişi, kuşburnu, çakal eriği, ağaç çileği, dut gibi türler anlaşılır. Bu türlerin bir kısmı ekonomik öneme sahip değildir. Ormanlık bölgelerde yer alır veya süs bitkisi olarak değerlendirilir. Ancak insan sağlığına katkıları anlaşıldıkça, önceki dönemlerde, yabancı olarak görülen türler de meyve üretim bahçelerinde yerlerini almaktadır (Yılmaz, 2007).

Dut (*Morus spp.*) *Urticales* takımının *Moraceae* familyasının *Morus* cinsine dahil olan üzüksü bir meyvedir. Dut, farklı iklim ve toprak koşullarına adaptasyon yeteneğinin yüksek olması nedeniyle, ılıman, tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yetişebilmektedir. Özellikle Doğu, Batı ve Güneydoğu Asya, Güney Avrupa, Kuzey Amerika'nın güneyi, Güney Amerika'nın kuzeybatısı ve Afrika'nın bazı bölümlerinde duta yaygın olarak rastlanmaktadır (Erdoğan ve Pırlak, 2005). Meyvesinden faydalanılan ve yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan dut türleri: *Morus alba* (beyaz ve mor dut), *M. nigra* (kara dut), *M. rubra* (kırmızı dut), *M. australis*, *M. latifolia*, *M. multicaulis*, *M. ihou*, *M. kagayamae*, *M. bombycis*'tir (Özgen, 2009).



Şekil 1.1. Siyah dut meyvesinden görüntüler

Türkiye’de her yıl 2.423.000 adet dut ağacından (Çizelge 1.1) yaklaşık 75.000 ton dut hasadı yapılmaktadır. Bunun % 95’ini beyaz dut, kalan % 5’inide kırmızı ve siyah dut (Şekil 1.1) oluşturmaktadır. Türkiye’de dut üretimi oldukça yaygın ve önemli düzeyde olup daha çok Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinde üretilmektedir (Anonymous, 2013). Üretim miktarları, meyveler ticari olarak değerlendirilmediğinden sınırlı miktarlarda kalmasının yanı sıra üretilen meyveler de, yeterince ticari açıdan endüstriyel olarak değerlendirilememektedir. Günümüzde taze tüketiminin yanı sıra işlenmiş ürünlerinin de besleyici özelliği sayesinde dut önemli bir potansiyele sahiptir. Özellikle siyah dut meyveleri içerdikleri antioksidan bileşikler nedeniyle taze tüketiminin yanı sıra pekmez üretiminde, reçel endüstrisinde ve meyve suyu olarak ta tüketimi artmaya başlamıştır.

Çizelge 1.1. Ülkemizde 1990-2013 yılları arası dut ağacı sayısı ve toplam dut üretimi (Anonymous, 2013)

Yıl	Meyve Veren Ağaç Sayısı	Meyve Vermeyen Ağaç Sayısı	Üretim (ton)
1990	2870 000	684 000	80000
1995	2713 000	564 000	75 000
2000	2440 000	485 000	60 000
2005	2120 000	366 000	55 000
2010	2479 000	507 000	75 096
2011	2453 000	359 000	76 643
2012	2446 000	379 000	74 170
2013	2423 000	380 000	74 600

Anadoluda geniş çapta yetiştirilen siyah dutun hasat dönemi Haziran-Ağustos tarihleri arasındır. Meyve temel bileşenleri şeker (fruktoz %48, glikoz %52), sitrik asit (%92) ve malik asit (%8) gibi organik asitler, fenolik asitler ve antosiyaninlerdir (Elmacı ve Altuğ, 2002). Çizelge 1.2 den de anlaşılacağı üzere zengin vitamin ve mineral kaynağıdır.

Çizelge 1.2. Dut meyvesinin besin maddesi içeriği (100 g yenilen kısmında) (Erdoğan ve Pırlak, 2005).

BESİN MADDESİ	DEĞER
Su (%)	87.5
Protein (g)	1.8-2.88
Yağ (g)	0.49
Karbonhidrat (g)	8.3
Ca (mg)	80
P (mg)	40
Ma (mg)	0.7-11.3
Fe (mg)	1.9
K (mg)	241
Vitamin A (IU)	174
Thiamin (mg)	184
Askorbik Asit (mg)	13

Doğal gıdaların renkleri içerdikleri pigment olarak tanımlanan maddelerden kaynaklanmaktadır. Meyveler ve sebzeler gibi doğal kaynaklı birçok ürün çeşitli renklere sahip olup, çekicilikleri renkleri ile ilgilidir. Renk, gıdaların duyuşal özellikleri yönünden ele alındığında tüketici tercihi açısından gıdanın çekiciliğinde önemli bir rol oynar.

Gıdalar; işleme, depolama ve satışa sunma gibi çeşitli aşamalarda ısı, ışık, pH, oksijen gibi fiziksel ve kimyasal koşullara bağılı olarak renk kaybına uğramaktadır. Bu nedenle gıda işleme sırasında ortaya çıkan renk farklılıklarını ve kayıplarını karşılayarak gıdanın kendi rengini koruma, ürünün renk tek düzeliliğini sağlama ve çekiciliğini artırma yoluna gidilmektedir.

Gıda katkı maddelerinin bir grubunu oluşturan renk maddeleri günümüzde ayrı ve özel bir önem taşımaktadır. Bilindiğı gibi çağdaş tüketici, gıdanın içinde yer alan her bir öğeyi bilme ve onun tüketici açısından en üstün kabul edilebilirlik düzeyinde olması konusunda titizlik gösterme çabası içindedir. Ham maddeden son ürün elde edilinceye kadar değışik aşamalarda kullanılabilen renk maddelerinin tüketici açısından kabul edilebilirliğinin olması gerekmektedir.

Teknolojik işlem görmüş ürünlerinin renkleri çoğı zaman işlem görmeden önceki renklerine benzetilmeye çalışılmaktadır. Modern gıda endüstrisi açısından renk maddeleri günümüzde vazgeçilmez bileşikler haline gelmiştir. Bu nedenle renk maddeleri veya pigmentler yeni gıdaların üretilmesinde, imalat sırasında veya sonunda ya da depolamada meydana gelebilecek renk değışmelerini düzeltmek amacıyla çok sık kullanılmaktadır. Renk maddelerinin kullanımına uluslararası ve ulusal yasalar çerçevesinde izin verilmekte ve denetlenmektedir.

Herhangi bir gıdanın tüketici üzerinde olumlu veya olumsuz yönde uyandırdığı ilk etki onun rengi ile, yani; görsel yolla gerçekleşmektedir. Sadece bu neden bile gıdalar için rengin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Gıdaların renginin önemi, sadece tüketiciyi etkilemekten kaynaklanmamaktadır. Nitekim, bir gıdanın rengi onun üretildiği hammaddenin nitelikleri, uygulanan üretim teknolojisi, depolanma koşul ve süresi gibi değişik faktörler hakkında da ipuçları verebilmektedir.

Diğer taraftan bazı renk maddelerinin, insan sağlığı için önemli bileşikler arasında yer alması, gıdaların renklerinin önem ve anlamını daha da artırmaktadır. Meyvelerin çoğunun ve bir kısım sebzelerin pembe-mor tondaki renkleri, antosiyanin olarak isimlendirilen bir grup bileşikten kaynaklanmaktadır (Cemeroğlu, 2002). Son yıllardaki araştırmalar antosiyaninlerin de insan sağlığında çok önemli rolleri olduğunu ortaya koymuştur.

Tüketici tercihleri ve yasal düzenlemelerdeki değişimler nedeniyle ortaya çıkan pazar talepleri, daha doğal katkıları içeren gıda formülasyonlarının geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Gıda endüstrisinde sentetik renklendiricilerin yerine, doğal pigmentlerin kullanılması yönünde artan bir eğilim görülmektedir (Cai ve Corke, 2000; Camire ve ark., 2002). Ancak sentetiklere göre doğal renk maddelerinin kullanımı, bozunma reaksiyonlarının daha hızlı gerçekleşmesi nedeniyle zorluklar yaratmaktadır. Bazı durumlarda meyve ürünlerine doğal kaynaklı, stabil nitelikte antosiyanin preparatları eklenmesi gereksinimi ortaya çıkabilmektedir. İşte bu çalışmada, siyah dut antosiyaninlerinin bu amacı hangi düzeyde karşılayabileceği araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çeşitli gıda maddelerinin albenilerini arttırmak, veya üretimleri sırasında oluşan arzu edilmeyen renk farklılıklarını ve bozulmalarını kontrol ederek üründe renk tek düzelikliğini sağlamak amaçları ile bazı gıdalara boyaların ilavesi dünyada asırlardır uygulana gelmektedir.

Bir asırdan fazla süredir de, gıdalara sentetik boya maddeleri eklenmektedir. Doğal kaynaklı ürünlere kıyasla daha ucuz ve hazır şekilde elde edilebilir olmaları nedeniyle, sentetik boyaların kullanımı bu yüzyıl boyunca durmadan artmıştır. Kuşkusuz rengin bu yolla sağlanması sağlık için sakıncalıdır. Nitekim sentetik boyaların güvenilirliği geçmiş yıllarda çok fazla sorgulanmış ve bu durum, kullanımına izin verilen boyaların sayısında azalmaya neden olmuştur. Gerek yasal düzenlemeler gerekse de tüketicilerin gıdalarda sentetik boyaların kullanıldığının farkına varmaları sonucunda, doğal boyalara olan ilgi önemli düzeyde artmıştır (Giusti ve Wrolstad, 2003).

Türk Gıda Kodeksi Gıdalarda Kullanılan Renklendiriciler Tebliği (Tebliğ No: 2002/ 55) Referans: 94/36/ECE sayılı “ Gıdalarda kullanılan renklendiriciler “ üzerine Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi gıda boyalarını, gıda maddelerinden ve diğer kaynaklardan fiziksel ve/veya kimyasal ekstraksiyonla elde edilen diğer besleyici veya aromatik bileşenleri içermeyecek şekilde pigmentlerin selektif ekstraksiyonuyla oluşturulan maddeler olarak tanımlamıştır. Bu Tebliğ kapsamında renklendirici olarak nitelendirilirler. Fakat bir gıda maddesinin üretiminde aromatik veya besleyici özellikleri nedeni ile kullanılan, ancak ikinci etkisi renk vermek olan paprika, turmerik, safran gibi maddeler renklendirici olarak değerlendirilmezler.

Bu tariftan anlaşılacağı üzere gıda boyaları gerek elde oldukları kaynaklar ve kimyasal yapıları, gerek ürüne sağladıkları renkler açısından çok geniş farklılıklar gösterirler.

Gıda boyaları, ürüne sağladıkları renkler açısından şu şekilde sınıflandırılabilir.

1. Kırmızı boyalar: Amarant, Eritrosin, Ponceau 4R, Allura red, Kantaksantin, Karmoisin
2. Turuncu boyalar: β -karoten, β -apo8-karotenol, Annatto, Sunset yellow
3. Sarı boyalar: Riboflavin, Curcumin, Tartarazin, Lutein
4. Yeşil boyalar: Klorofil, Patent green, Brilliant green
5. Mavi boyalar: Brilliant blue, Indigo karmen, Patent blue
6. Menekşe rengi boyalar: Antosiyaninler
7. Kahverengi boyalar: Karamel, Brown FK, Brown HT.
8. Siyah boyalar: Brilliant black, bitkisel karbon.
9. Beyaz boyalar: Titandioksit, talk, kalsiyum karbonat (Marcus, 1991).

Elde oldukları kaynaklara göre şu şekilde sınıflandırılabilir.

1. Sentetik boyalar: Doğada bulunmayan ve kimyasal sentez yoluyla üretilen boyalardır (Giusti ve Wrolstad, 2003).
2. Doğala özdeş boyalar: Kimyasal sentez yoluyla üretilmektedir. Ancak bunların kimyasal yapısı doğada bulunan doğal boyalarla aynıdır, yani doğal kaynaklardan elde edilen pigment ve boyaların sentetik karşılıklarıdır (Newsome, 1986). Yaygın olarak kullanılan doğala özdeş boyalar β -karoten (sarı-turuncu), β -apo-8-karotenol (turuncu-kırmızı), kantaksantin (kırmızı) ve titanyum dioksittir (beyaz) (Askar, 1993).
3. Doğal kaynaklardan elde edilen boyalar: Bitkisel ve hayvansal organizma veya mikroorganizmalar tarafından sentez edilerek doğal halde bulunurlar. Genel olarak, tüm dünyada doğal boyaların kullanımına izin verilmektedir. Antosiyaninler, klorofil, B- karoten, likopen, paprika, pancar kökü kırmızı vs.

Çizelge 2.1. Avrupa Birliği tarafından kullanımına izin verilen doğal kaynaklı boyalar (Henry, 1992)

No	Ad
E100	Kurkumin
E101	Riboflavin
E120	Koşinal/karminik asit/ karmin
E140	Klorofil
E141	Klorofilin bakır kompleksleri ve klorofillinler
E150	Karamel
E153	Bitkisel karbon
E160	a) α -, β -, γ -karoten b) Paprika (kırmızı biber) ekstraktı, kapsantin, kapsorubin c) Likopen d) β -apo-8'-karotenal (C30)
E161	a) Flavoksantin b) Lutein c) Kriptoksantin d) Rubiksantin e) Violaksantin f) Rodoksantin g) Kantaksantin
E162	Pancar kökü kırmızısı, betanin
E163	Antosiyaninler

Gıdalarda doğal boyaların kullanımına karar verilirken göz önünde bulundurulması gereken başlıca faktörler aşağıda sıralanmıştır (Henry, 1992):

1. Arzu edilen renk tonu (genellikle bunu başarmak için iki veya daha fazla boya karıştırılarak kullanılmaktadır)
2. Gıda ürünün satılacağı ülkelerdeki yasal düzenlemeler
3. Arzu edilen fiziksel form (sıvı haldeki doğal boyalar, genellikle toz haldekilerden daha pahalıdır)

4. Gıdanın kompozisyonu, özellikle sulu bir sistem olup olmadığı ya da önemli düzeyde sıvı veya katı yağ içerip içermediği (tanen ve proteinlerin varlığı, antosiyanin gibi bazı renk maddelerinin kullanımını sınırlamaktadır)
5. Proses koşulları, özellikle uygulanan sıcaklık ve süresi
6. Gıdanın pH değeri (çoğu doğal boyaların renk tonu ve stabilitesi pH değerinden etkilenmektedir)
7. Ambalaj (ürüne ulaşacak oksijen ve ışık miktarını belirleyeceğinden, özellikle karotenoid gibi bazı renk maddelerini etkileyecektir)
8. Arzu edilen raf ömrü ve depolama koşulları.

Rengin, gıdaların karakteristik aromasının algılanmasında da etkili olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur. Gıdalar, aromasına uygun şekilde boyandığında, aroma genellikle doğru olarak algılanabilmekte; buna karşın aromanın renkle uyum sağlamadığı durumlarda aromanın doğru olarak algılanması daha az mümkün olmaktadır. Nitekim, Stillman (1993), farklı renklerle (kırmızı, turuncu ve sarı) boyadığı ahududu ve portakal aromalı içeceklerde, rengin her iki meyve aromasının algılanmasında da çok açık bir etkisinin olduğunu saptamıştır.

Benzer şekilde, kırmızı, turuncu veya yeşil renge boyanan kiraz, portakal ve laym (lime, *Citrus aurantifolia*, misket limonu) aromalı içecek ve keklerde de, rengin aromanın doğru olarak algılanmasında etkili olduğu belirlenmiştir (DuBose ve ark., 1980).

Yapılan diğer bir çalışmada ise, farklı gıda boyaları uygulanmış şeftali, kivi, portakal ve çeşitli üzüksü meyve aromalı içeceklerde rengin, flavor ve tatlılık düzeyi üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırmada meyve aromalı içecekleri renklendirmek amacıyla koşinal (kırmızı), tartrazin (sarı) ve klorofil (yeşil) kullanılmıştır. Rengin, incelenen tüm içeceklerde ürünlerin tipik aromasının yoğunluğunun algılanmasını etkilediği; portakal aromalı içekte ise tatlı tadın algılanma düzeyini arttırdığı saptanmıştır (Bayarri ve ark., 2001).

Renk, gıdaların tatlılık düzeyinin algılanmasında da etkili olmaktadır. Nitekim, Pangborn ve Hansen (1963), farklı renk maddeleri uyguladıkları armut nektarlarında,

yeşil renkli nektar örneklerinin diğer örneklere kıyasla daha az tatlı olarak algılandıklarını belirlemişlerdir. Çilek aromalı bir içeceğin tatlılık düzeyinin de, artan renk yoğunluğu ile birlikte % 2–12 arasında artış gösterdiği saptanmıştır (Henry, 1992). Johnson ve Clydesdale (1982) ise, sakkaroz çözeltilerine değişen konsantrasyonlarda FD&C Red No:40 boyasının eklenmesiyle oluşan kırmızı rengin, tatlılığın algılanmasını önemli düzeyde arttırdığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde, farklı yoğunluklarda sarı renge boyanan laym ve limon aromalı içeceklerde, renk ve tatlılık düzeyi arasında açık etkileşimler olduğu saptanmıştır (Roth ve ark., 1988).

İşte bu nedenlerle, günümüzde birçok gıda sentetik ve son zamanlarda gittikçe yaygınlaştığı gibi doğal boyalarla boyanarak çekici hale getirilmeye çalışılmaktadır. Newsome (1986), gıda boyalarının, gıdalara eklenme nedenlerini şu şekilde sıralamaktadır.

1. Isıl işlem uygulaması sırasında (örneğin, meyvelerin konserveye işlenmesi) ya da daha sonraki depolanma süreçlerinde, gıdaların doğal renginin tahrip olması nedeniyle orijinal görünüşünün korunması amacıyla eklenebilir
2. Mevsimin değişik zamanlarında elde edilen meyvelerde olduğu gibi, renk yoğunluğundaki farklılıklar nedeniyle bunlardan elde edilen ürünlerin renklerindeki tekdüzeliği sağlamak için eklenebilir
3. İçecek, sos ya da meyveli yoğurt gibi rengin, tüketiciye; ürünün flavorunu çağrıştırdığı gıdalarda, eğer ürünün rengi beklenilenden daha zayıf ise, rengin arttırılması amacıyla eklenebilir
4. Ürünün depolanması sırasında flavor ve ışığa duyarlı vitaminlerin korunmasına yardımcı olmak amacıyla eklenebilir
5. Gıdalara daha çekici bir görünüş kazandırmak amacıyla eklenebilir
6. Ürün identifikasyonu yani gıdanın tanınabilirliğini sağlamak veya karakterini muhafaza etmesini sağlamak amacıyla eklenebilir
7. Renk, gıdanın kalitesinin görünür işareti olduğu için, gıdanın kabul edilebilirliğini arttırmaya yardımcı olmak amacıyla eklenebilir.

Gıdaların çekici hale getirilmesi amacıyla boyanması fikri, çağdaş toplumun bir buluşu değildir. Gıdaların rengi ve aromasını geliştirmek amacıyla, muhtemelen 3000 yıl önce de bu amaçla şifalı ot, baharat ve üzüksü meyveler şeklinde doğal ürünler kullanılmıştır (Newsome, 1986; Henry, 1992). Nitekim, M.Ö 400 yılında Mısırlıların şekerlemeleri boyamak ve şarabın rengini iyileştirmek amacıyla renk maddesi olarak doğal ekstraktlar kullandıkları aktarılmaktadır (Downham ve Collins, 2000). Sir William Perkin tarafından 1856 yılında ilk sentetik boyanın keşfedilmesinin ardından, boya maddeleri endüstrisi hızla gelişmiştir (Henry, 1992; Downham ve Collins, 2000).

Çeşitli antosiyaninler arasındaki renk farklılığı, moleküldeki hidroksil gruplarının sayısı, metoksillenmiş hidroksil gruplarının konumu ve sayısı, moleküle bağlanmış şekerlerin sayısı, türü ve bağlanış pozisyonu ve nihayet bu şekerlere bağlanmış alifatik ve aromatik asit sayısı ve türü kimyasal bileşim farklılığından kaynaklanmaktadır (Deman, 1980). Buna göre mavilik derecesi dikkate alındığında renk daha koyu bir mavilik kazanmakta ve dolayısıyla delfinidin glikozitleri en yüksek maviliği vermektedir. Bunun ardından siyanidin glikozitleri gelmekte ve pelargonidin glikozitleri ise ikisinden daha az mavilik göstermektedir. Çoğunlukla pelargonidin ve/veya siyanidin glikozitleri içeren ekstraktlar ise mavimsi kırmızı renk göstermektedir. Ayrıca antosiyaninlerin rengi, bulunduğu ortamın pH değeri, ortamdaki konsantrasyonu, ortamda kopigment bulunup bulunmadığı gibi faktörlere bağlı olarak da değişmektedir (Jackman ve ark., 1987; Francis, 1989; Jackman ve Smith, 1992).

Antosiyanin bazlı gıda renklendiricilerinin geliştirilmesi için yapılan araştırmalarda glikolizasyon ve açillenme durumunun pigment molekülüne stabilite kazandırdığı bilinmektedir (Brouillard, 1982; Dangles ve ark., 1993; Mazza ve Miniati, 1993; Saito ve ark., 1994; Bridle ve Timberlake, 1997).

Antosiyaninlerin B halkasında bulunan metoksil (OCH₃) ve hidroksil (OH) gruplarının da antosiyaninlerin stabilitesi üzerinde etkili olduğu metoksilasyonun stabiliteyi artırırken hidroksilasyonu azalttığı bildirilmiştir. Dolayısıyla yüksek

metoksilasyona sahip malvidin en kararlı, delfinidin ise yüksek hidroksilasyon özelliğinden dolayı en kararsız antosiyanin olarak bilinmektedir (Bridle ve Timberlake, 1997).

Antosiyaninler, doğada bitkiler aleminde bulunan en yaygın pigment gruplarından birisidir. Hemen hemen her meyvede daima az veya çok miktarda antosiyanin bulunmaktadır. Antosiyanin esaslı boya maddesi potansiyel kaynağı olarak, çok sayıda meyve ve sebze bulunmaktadır. Bu amaçla kullanılan başlıca antosiyanin kaynakları arasında siyah üzüm posası (Palamidis ve Markakis, 1975), konkord üzümü (Calvi ve Francis, 1978), tatlı patates (Bassa ve Francis, 1987), kırmızı turp (Giusti ve Wrolstad, 1996), kırmızı turp ve kırmızı patates (Rodriguez-Saona ve ark., 1999), kırmızı lahana (Shi ve ark., 1992), kırmızı tatlı patates ve mor mısır (Cevallos-Casals ve Cisneros- Zevallos 2004), aronia (*Aronia melanocarpa*) (Plocharski ve Zbroszczyk 1992), çilek (Garzon ve Wrolstad, 2002), elderberry (Inami ve ark., 1996), yaban mersini (blueberry) (Francis, 1985) sayılabilir.

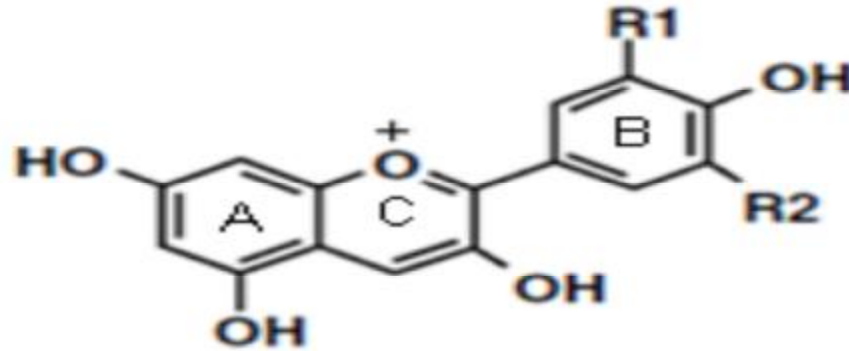
Doğada 400' den fazla antosiyanin bulunduğu tahmin edilmektedir (Kong ve ark., 2003). Kimyasal açıdan bakılınca antosiyaninler, 2-fenilbenzopirilium' un (flavilium katyonu) polihidroksi ve polimetoksi türevlerinin glikozitleridir.

Bazı Avrupa ülkelerinde reçel, jel ve şarapların renklendirilmesi amacıyla, yüksek antosiyanin içeriğiyle potansiyel bir renk maddesi olan “elderberry (mürver)” ekstraktı kullanılmaktadır (Inami ve ark., 1996). “Elderberry” ekstraktı, özellikle çilek reçellerinin renginin zenginleştirilmesi ve çilek antosiyaninlerinin esmerleşmesinden kaynaklanan rengin maskelenmesi amacıyla İspanya' da yaygın olarak kullanılmaktadır. Zafrilla ve ark., (1998) ise, çilek reçeli rengini stabilize etmek amacıyla “elderberry” ekstraktına alternatif olarak nar suyu kullanılabileceğini göstermişlerdir.

2.1. Antosiyaninlerin yapısı

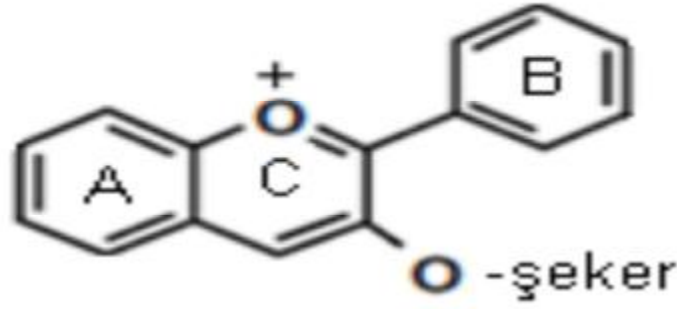
Antosiyanin, Yunancadaki çiçek (anthos) ve mavi (kianos) kelimelerinden türeyen bir kavramdır (Castañeda-Ovando ve ark., 2009) ve bitkilerin meyve, çiçek, yaprak, kök gibi organlarında bulunan, bitkiye kendine özgü pembe, kırmızı, mor ve maviye kadar geniş bir aralıktaki rengini veren ve suda çözünen doğal pigment grubunun adıdır (Chandra ve ark., 2001, Blando ve ark., 2004).

Flavilyum ya da 2- fenilbenzopirilyum tuzlarının polihidroksi ve polimetoksi türevleri olan antosiyaninler fenolik bileşiklerin flavonoid grubunda yer almaktadır. Kimyasal olarak glikozit yapıdadırlar. Glikozidin aglikon kısmına genel olarak antosiyanidin denilmektedir ve antosiyanidinlere farklı sakkaritlerin glikozidik olarak bağlanması ile farklı antosiyaninler oluşmaktadır (Mazza ve Miniati, 1993).



Şekil 2.1. Antosiyanidin çekirdeği.

Flavonoidlerin bu sınıfını oluşturan antosiyanidinler C halkasında –OH grubuna sahiptirler. Antosiyanidin sınıfını oluşturan flavonoidlerin yapısı A ve B halkalarındaki H, OH ve OCH₃ gruplarının varlığıyla çeşitlenir (Şekil 2.1). Temel yapının farklı hidroksillenmiş pozisyonlarında bağlanmış bir ya da daha fazla şeker molekülü ile ve 2 pozisyonunda (C6-C3-C6) ikinci bir aromatik B halkası taşıyan halka ile bir 15 karbon dizilişine dayanır (Şekil 2.2).

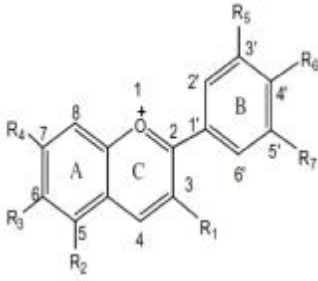


Şekil 2.2. Antosiyanin çekirdeği.

Antosiyanin içeren bitkilerdeki renklerin geniş çeşitlilikleri; hidroksil gruplarının sayısına, metoksilasyon derecesine, monosakkaritlerin sayısına ve bağlanma pozisyonlarına, karboksilik asitlerin sayısına, monosakkaritlerin açillenmiş türevlerine ve biyolojik çevrenin pH' ına bağlıdır.

Antosiyanidinler, bitkilerde genellikle serbest formda değil şekerler ile oluşturduğu glikozit ya da antosiyanin formunda bulunurlar (Clifford, 2000). Doğada 23 adet antosiyanidin bulunmasına (Castañeda-Ovando ve ark., 2009) karşılık; moleküldeki hidroksil grubu sayısına, hidroksil gruplarının metilasyon derecesine, moleküle bağlanan şeker sayısına ve şekerin bağlanma pozisyonuna, ayrıca moleküldeki şekere bağlanan alifatik ve aromatik asitlerin yapısına ve sayısına bağlı olarak (Mazza ve Miniati, 1993) birbirinden farklı 500' den fazla antosiyanin oluşmaktadır (Castañeda-Ovando ve ark., 2009). Genel olarak bitkilerde yaygın olarak rastlanılan antosiyanidinler; pelargodin (Pg), siyanidin (Cy), peonidin (Pn), delfinidin (Dp), petunidin (Pt) ve malvidin (Mv)' dir ve karbon iskeletleri C6-C3-C6 şeklindedir (Clifford, 2000). Meyve ve sebzelerde en yaygın bulunan antosiyanidin %50 oranı ile Cy'dir. Dp, Pg ve Pn %12, Pt ve Mv ise %7 oranında bulunmaktadır. Antosiyanidinlerin kimyasal yapısında; aromatik A halkası, oksijen içeren heterosiklik C halkası ve C halkasına C-C bağı ile bağlanan aromatik B5 halkası bulunmaktadır. Gıdalarda bulunan başlıca antosiyanidinlerin kimyasal yapısı ve yapıya bağlı gruplar Çizelge 2.2'de verilmiştir (Castañeda-Ovando ve ark., 2009).

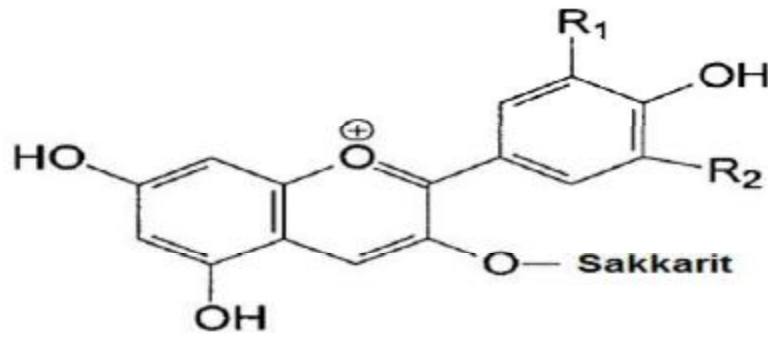
Çizelge 2.2. Antosiyanidinlerin kimyasal yapıları ve yapıya bağlanan gruplar (Castañeda-Ovando ve ark., 2009)

Antosiyanidin	Bağlı Gruplar							Renk
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	
								
Siyanidin	OH	OH	H	OH	OH	OH	H	Turuncu-kırmızı
Delfinidin	OH	OH	H	OH	OH	OH	OH	Mavi-kırmızı
Malvidin	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OH	OCH ₃	Mavi-kırmızı
Pelargodin	OH	OH	H	OH	H	OH	H	Turuncu-somon
Peonidin	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OH	H	Turuncu-kırmızı
Petunidin	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OH	OH	Mavi-kırmızı

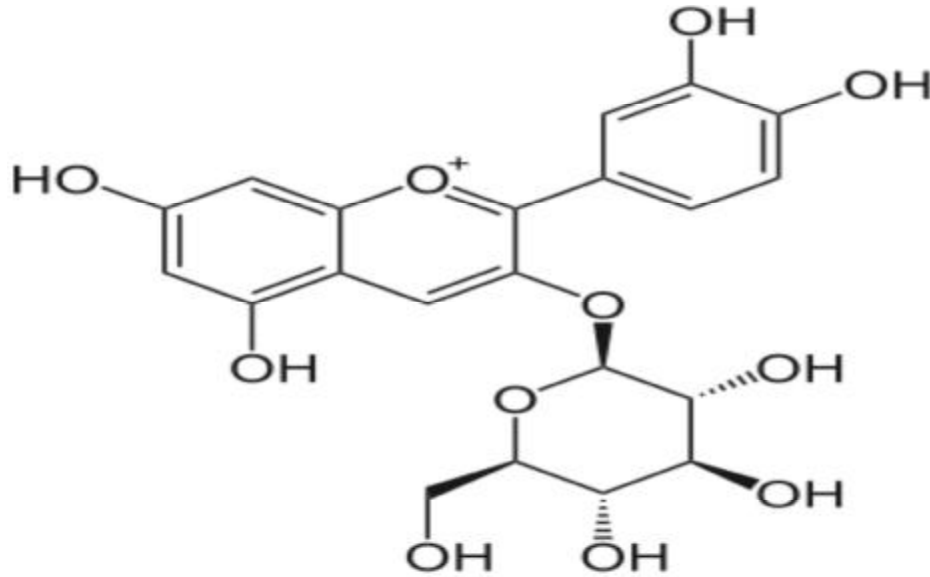
Antosiyanidinlere en yaygın bağlanan monosakkaritler glikoz, galaktoz, ramnoz ve arabinozdur. Bağlanma sonucunda genellikle 3-glikozit veya 3,5-diglikozit yapı oluşmaktadır. Rutinoz (6-O- α -L-ramnozyl-D-glukoz), sofroroz (2-O- β -D-glukozyl-Dglukoz) ve sambubiyoz (2-O- β -D-ksilozil -D-glukoz) gibi şekerler ise 3,7-diglikozit ve 3-trioz yapı oluşturabilmektedir (Clifford, 2000).

Antosiyaninler içerdikleri şeker molekülü sayısına göre de sınıflandırılmaktadır. Tekyönlü antosiyaninler yalnızca 3. pozisyonunda tek bir şeker molekülü içerirken, çiftyönlü antosiyaninler 3. veya 5., bazen de 3. veya 7.

pozisyonlarında iki şeker molekülü içerirler. Üç yönlü antosiyaninler ise 3 adet şeker içerirler. Genellikle bunlardan ikitanesi 3. pozisyonunda, bir tanesi de 5. pozisyonundadır. Bazen 3 şeker doğrusal olarak 3. pozisyonunda olabildiği gibi, iki tanesi 3. pozisyonunda, bir tanesi ise 7. pozisyonunda da olabilmektedir (Saldamlı ve ark., 2005). Sakkaritlerin antosiyanidinlere genel olarak bağlanma şekli Clifford (2000)'e göre Şekil 2.3'de verilmiştir. Örneğinsiyanidinin 3. pozisyonuna bir glikoz molekülünün bağlanması ile, doğada en yaygın olarak bulunan, kimyasal yapısı Şekil 2.4'de ki gibi gösterilen siyanidin 3-glikozit oluşmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2004).



Şekil 2.3. Antosiyanidinlere şeker bağlanması (Clifford, 2000)



Şekil 2.4. Siyanidin-3-glukozit yapısı (Cemeroğlu ve ark., 2004)

Antosiyanidinlere bağlanan bileşikler sadece şekerlerle sınırlı değildir. Bazen sinnamik asitler (kafeik, p-kumarik, ferulik ve sinapik) veya alifatik asitler (asetik, malik, malonik, oksalik ve süksinik) de bağlanabilmektedir (Clifford, 2000).

Bitki dokularında bulunan antosiyaninler; bitkinin genetik mirasına, büyümesi sırasındaki çevresel faktörlere, bitkinin maruz kaldığı stres koşullarına, kullanılabilir su miktarına ve topraktaki mineral ve organik bileşiklerin varlığı ve miktarına bağlı olarak farklı konsantrasyonlarda sentezlenmektedirler. Ayrıca yetiştirme yılı ile olgunluk derecesi ve hasat sonrası depolama süresi ve sıcaklığında meyvedeki antosiyanin miktarı üzerine etkilidir (Gonçalves ve ark., 2004).

Antosiyaninler, gıdaların parlak kırmızı rengini sağlayan, bilinen en iyi doğal renk maddeleridir. Siyah üzüm ve yan ürünleri, yaban mersini ve pres keki, frenk üzümü, mor mısır gibi yüksek düzeyde antosiyanin içeren meyveler, yıllarca antosiyanin esaslı boyaların kaynakları olarak kullanılmıştır (Giusti ve Wrolstad, 2003).

Tarihsel olarak en eski ve en çok kullanılan antosiyanin ekstraktı, siyah üzüm posasından elde edilen ve 1879 yılından beri İtalya'da ticari olarak üretimi yapılan "antosiyenin" dir (Bridle ve Timberlake, 1997). Ancak bu kaynakların içerdikleri antosiyaninler, genel olarak hidrasyon ve pH değişikliklerine karşı düşük stabiliteye sahip mono ve di-glikozitlerden oluşmaktadır. Diğer yandan, daha önce değinildiği gibi, moleküller arası veya moleküller içi kopigmentasyon ve birleşme reaksiyonlarıyla antosiyanin moleküllerin açillenmesi, renk ve pigment stabilitesini arttırmaktadır. Arzu edilen renk ve stabilite özelliklerine sahip açillenmiş, yenilebilir antosiyanin kaynakları arasında ise başlıca kırmızı turp, kırmızı patates, kırmızı lahana ve siyah havuç gelmektedir. Açillenmiş antosiyanin içeren bazı yenilebilir kaynakların pigment kompozisyonları Çizelge 2.3'de verilmiştir (Giusti ve Wrolstad, 2003).

Çizelge 2.3. Bazı “açillenmiş antosiyanin” içeren yenilebilir ürünlerin pigment kompozisyonu (Giusti and Wrolstad, 2003)

Kaynak	Pigment çeşidi	Kompozisyon
Turp (<i>Raphanus sativus</i>)	Bir sinnamik ve bir alifatik asitle açillenmiş pelargonidin (pg) türevleri	p-kumarik asit, ferulik asit, p-kumarik asit ve malonik asit, ferulik asit ve malonik asit ile açillenmiş pg-3-soph-5-glu
Kırmızı patates (<i>S. tuberosum</i>)	Bir sinnamik asitle açillenmiş pelargonidin (pg) türevleri	pg-3-rut, pg-3-rut + p-kumarik asit, pg-3-rut-5-glu, pg-3-rut-5-glu + p-kumarik asit, pg-3-rut-5-glu + ferulik asit
Siyah havuç (<i>Daucus carota L.</i>)	Bir sinnamik asitle açillenmiş siyanidin-3-rutinosit-glikozit-galaktozit	cy-3-gal-xyl, cy-3-gal-xyl-glu, cy-3-gal-xyl-glu+ p-kumarik asit, cy-3-gal-xyl-glu+ ferulik asit, cy-3-gal-xyl-glu+ sinapik asit
Kırmızı lahana (<i>Brassica oleracea</i>)	Bir veya iki sinnamik asitle açillenmiş siyanidin-3-diglikozit-5-glikozit	Mono-açillenmiş, cy-3-diglu-5-glu + sinapik asit, hidroksisinnamik asitlerle di-asillenmiş, cy-3-diglu-5-glu+sinapik ve ferulik asit, cy-3-diglu-5-glu + 2 sinapik asit
Siyah üzüm (<i>Vitis labrusca</i>)	p-kumarik asitle açillenmiş veya açillenmemiş, beş farklı aglikonun karışımı	Antosiyanin glikozitleri, p-kumarik asit ile asillenmiş, p-kumarik asit ile açillenmiş di-glikozitler

Son zamanlarda yapılan araştırmalar, açillenmiş antosiyaninlerin, gıda sistemlerinde kullanılan sentetik boyalara karşı ümit verici alternatifler olduğunu göstermiştir. Nitekim Giusti ve Wrolstad (1996), Maraschino kirazları ve şurubunun boyanması amacıyla FD&C Red No.40'a alternatif olarak kırmızı turp antosiyaninlerini kullanmışlardır. Yapılan renk ölçümleri, kırmızı turp antosiyaninlerinin kirazlara, FD&C Red No.40 ile yakın değerinde bir kırmızı renk tonu verdiğini göstermiştir.

2.2. Antosiyaninlerin stabilitesini etkileyen faktörler

Çok sayıda bitkide doğal ve yaygın olarak bulunmakla birlikte antosiyanin pigmentlerinin yapısı stabil değildir. Proses ve ticari depolama süresince maruz kaldıkları dış etkiler nedeniyle, renklerini kaybetme ve parçalanma eğilimindedir (Seeram ve ark., 2001). Buna karşılık, sağlık üzerine olumlu etkileri ve fonksiyonel özellikleri nedeni ile kullanım alanları artmaktadır. Doğal renklendiricilerin gıda sistemlerinde kullanımını kısıtlayan özelliklerden bazıları, üretim koşullarına, formülasyonlara ve depolama koşullarına karşı düşük stabilite göstermeleridir (Jackman ve ark., 1987; Francis, 1989). Yapılan araştırmalarda, gıda maddelerinde antosiyanin stabilitesini etkileyen faktörlerin belirlenmesiyle kullanım olanakları arttırılmıştır. Son yıllarda antosiyaninlerin kimyasal stabilizasyonu hakkındaki araştırmaların sayısı da bu nedenle artmıştır (Castañeda-Ovando ve ark., 2009).

Genel olarak, antosiyaninlerin stabilitesi; kimyasal yapı, kopigment varlığı, pH değeri, sıcaklık derecesi, enzim (polifenol oksidaz ve peroksidaz) varlığı, metal iyonu gibi çok sayıda fiziksel ve kimyasal faktörden etkilenmektedir (Chandra ve ark., 1993, Cemeroğlu ve ark., 1994).

2.2.1. Kimyasal yapı

Kimyasal yapı ile ilgili olarak; bağlı şekerin yer değiştirmesi, B halkasındaki metoksillenme (OCH₃) ve hidroksillenme (OH) derecesi ve açıl gruplarının varlığı pigment stabilitesini ve renk yoğunluğunu etkilemektedir (Guisti ve ark., 1999). Kimyasal yapıda meydana gelen metoksilasyon stabiliteyi arttırırken, hidroksilasyon azaltmaktadır. Bu nedenle yüksek metoksilasyona sahip maldivin en kararlı, delfinidin ise yüksek hidroksilasyon özelliğinden dolayı en kararsız antosiyanidin olarak bildirilmektedir (Ersus ve Yurdagel, 2006).

B halkasındaki hidroksil grubu arttıkça stabilitenin azalmasına ek olarak, antosiyanidinin maksimum dalga boyu daha yükseğe kaymakta ve rengi de

değişmektedir. Örneğin % 0.01 HCl-MeOH çözeltisinde hidroksil sayısı diğerlerine göre az olan pelargonidin maksimum absorbanstığı dalga boyu 520 nm ve rengituruncu iken, hidroksil sayısı diğerlerine göre daha fazla olan delfinidin maksimumdalga boyu olan 545 nm ve rengi ise mavimsi kırmızıdır (Mazza ve Miniati, 1993).

2.2.2. Kopigment varlığının etkisi

Antosiyaninlerle kompleks oluşturarak, stabil ve hatta farklı renkli bileşik oluşturan maddelere “kopigment” denir. Bu maddeler, antosiyaninlerin renkli formlarını stabilize ederek, pH derecesi uygun olmasına rağmen onların renksiz karbonil form oluşturmalarını engellemektedir (Cemeroğlu ve ark., 2004). Genellikle renksiz bileşikler olan kopigmentler, antosiyaninleri hidrasyona karşı koruyarak renklerinin stabil olarak kalmasını sağlamaktadır. Kopigment gibi davranan bileşiklerin başında; flavonoidler, polifenoller, alkaloidler, amino asitler ve organik asitler gelmektedir (Chandra ve ark., 1993). Kopigmentasyon oluşumunun duyarlılığını; kopigmentasyona katılan antosiyaninin konsantrasyonu ve yapısı, kopigmentin konsantrasyonu ve yapısı, ortamın ve çözücünün pH' sı ve sıcaklığı etkilemektedir (Mazza ve Miniati, 1993).

Antosiyaninlerde kopigmentasyon esas olarak 3 farklı şekilde gerçekleşmektedir. Bunlardan birincisi antosiyanidin çekirdeği veya antosiyanidin çekirdeği ile aromatik açıl grupları arasında molekül içi interaksiyonla gerçekleşen kendiliğinden birleşme(self-association); ikincisi, antosiyanidin çekirdeği ve molekülün kromoforik olmayan kısımları (aromatik asit) arasındaki interaksiyonla gerçekleşen molekül içi kopigmentasyon; üçüncüsü ise iki veya daha fazla molekül arasında gerçekleşen moleküller arası kopigmentasyondur (Kırca, 2004; Castañeda-Ovando ve ark., 2009).

Antosiyaninler oldukça geniş bir pH aralığında renksiz karbinol bazı formunda bulduklarına göre, birçok meyve ve sebzenin doğal pH değerinde teorik olarak antosiyaninlerin bunlara görünür bir renk vermemesi gerekir. Ancak gerçekte durum

böyle değildir, doğal pH değerinde yoğun renkli antosiyanin içeren birçok meyve ve sebze bulunmaktadır. Bunun nedeni ortamda bulunan bazı maddelerin antosiyaninlerin renkli formlarını stabilize etmeleri nedeniyle pH değerinin uygun olmasına rağmen onların renksiz karbinol formlarını oluşturmalarını engellemeleridir. Kopigmentler genellikle renksizdirler, ancak antosiyaninlerle kompleks oluşturunca onların renklerini stabilize etmektedirler. Kopigment olarak davranan maddelerin başında flavonoidler gelmektedir. Bunun dışında alkaloidler, aminoasitler, nükleotitler ve bazen antosiyaninler kopigment olarak kullanılmaktadır. Doğada bulunan birçok çiçeğin, meyve ve sebzelerin mavi tonunun daha çok açık antosiyaninlerin kuinoidal formunun kopigmentasyon ile stabilize edilmesinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Yıldız ve Dikmen, 1988; Cemeroglu ve ark., 2001; Cheynier, 2003).

Antosiyaninler değişik etkilerle parçalanmaktadır. Buna karşın flavonlar ve flavonoller gibi sarı renkli fenolik bileşikler antosiyaninleri koruyucu özellik gösterirler. Bu maddelerin oluşumu antosiyaninlerle muhtemelen aynı biyosentetik yolu izlediğinden, meyve ve sebzelerde daima bir arada bulunurlar ve antosiyaninlerin korunmasını sağlarlar.

Eiro ve Heinonen (2002), beş farklı antosiyanin için kopigment yapma özelliğini beş farklı fenolik asit kullanarak incelemiştir. Pigment-kopigment komplekslerinin stabilitesini 6 aylık depolama süresince incelemiştir ve en fazla kopigmentasyon reaksiyonunun malvidin 3-glikozit çözeltisinde gerçekleştiğini belirtmiştir. Tüm pigmentler için en güçlü kopigmentler ferulik ve rosmarinik asit ile sağlanmıştır. Rosmarinik asit ve malvidin 3-glikozit ile oluşan reaksiyon sonucunda renk yoğunluğu % 260 artış göstermiştir. Pelargonidin 3-glikozitin ise renk yoğunluğu depolama sırasında ortama ferulik ve kafeik asit eklenmesiyle artmıştır.

2.2.3. Metal iyonunun etkisi

Bazı antosiyaninler; demir, alüminyum, bakır ve diğer birçok metal iyonları ile kompleks oluşturmakta ve böylece stabil olmayan kırmızı renkten stabil bir mavi veya viyoleye dönüşerek antosiyaninlerin yeni bir yapı kazanmasına neden olmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2004). Bu metal kompleksler de antosiyaninler gibi ortamın pH değerine göre renk değiştirmektedir (Yıldız ve Dikmen, 1988; Cheynier, 2003).

Gıda endüstrisinde gerekli ilgiyi bulmasa da antosiyanin-metal kompleksi, renk stabilizasyonu açısından oldukça önemli bir interaksyondur. Bu komplekslerin bileşimindeki metal miktarı sağlık açısından zararlı düzeyde olmadığı gibi bazıları diyetle alınması gereken temel besin ögesidir (Castañeda-Ovando ve ark., 2009).

Al(III)-antosiyanin interaksyonu ile quiniodal baz oksidasyona karşı korunduğu için mavi renk stabil kalmaktadır (Moncada ve ark., 2003). Fe(III) ve Mg(II) ile antosiyanin arasında pH 5' teki mavi renk oluşumu açısından iyon için stakiyometrik oranın en iyisi 1.6 veya daha fazla olmasıdır. Dokuya Mo (IV ve VI) eklenmesi, antosiyanin-molibden kompleksi ile mavi rengin stabilizasyonunu artırmaktadır (Castañeda-Ovando ve ark., 2009).

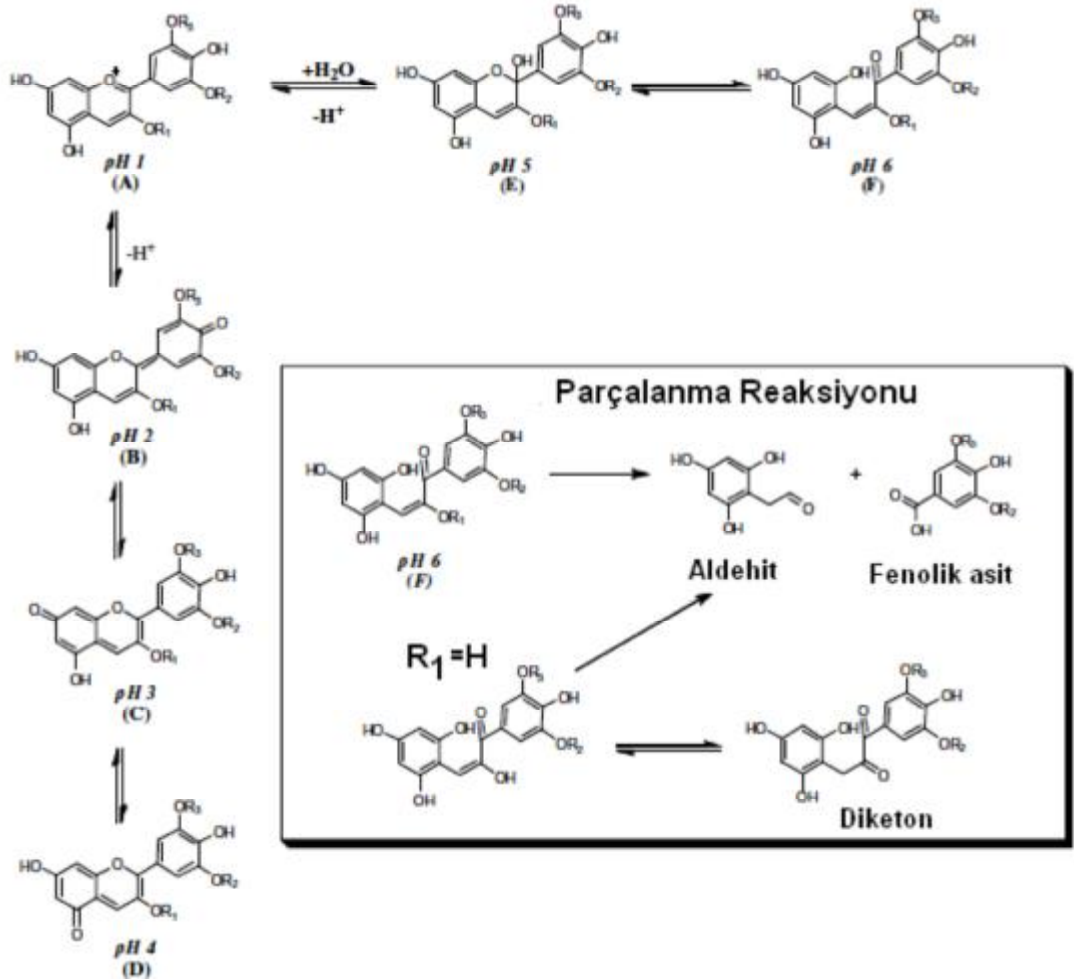
NaCl çözeltisinde antosiyaninlerin kendiliğinden birleşmesi nedeniyle renk stabilizasyonu artarken, MgCl₂ çözeltisinde magnezyum iyonlarının hidratasyonu ve serbest suyun azalması nedeniyle azalmaktadır (Mazza ve Miniati, 1993).

Ortamda oksijen bulunması antosiyaninlerin parlak rengini bulanık kahverengiye dönüştürmektedir. Markasis (1974) ile Jackman ve ark. (1987), oksijen ve ısının antosiyaninlerin bozunmasında etkili faktörler olduğunu belirtmişlerdir. Bazı antosiyaninler; demir, alüminyum, bakır ve diğer birçok metal iyonları ile kompleks oluşturarak kırmızı renkten stabil bir mavi veya viyoleye dönüşerek antosiyaninlerin yeni bir yapı kazanmasına neden olmaktadır. Bu metal kompleksler

de antosiyaninler gibi ortamın pH değerine göre renk değiştirmektedir (Yıldız ve Dikmen, 1988; Cheynier, 2003).

2.2.4 pH değerinin etkisi

Antosiyaninlerin renk stabilitesi üzerine etkili en önemli faktör ortamın pH değeri ile yakından ilgilidir (Mazza ve Miniati, 1993). Antosiyaninler, çözeltinin pH'ına bağlı olarak farklı kimyasal formlara dönüşmektedir. Asit ortamlarda kırmızı, alkali ortamlarda mavi renk alırlar(Şekil 2.5).



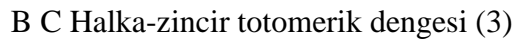
Şekil 2.5. Antosiyaninlerin pH'ya bağlı kimyasal yapıları (R₁:H ya da sakkarit, R₂ ve R₃:H ya da metil) (Castañeda-Ovando ve ark., 2009)

Şekil 2.5'ten de anlaşılacağı gibi pH= 1' de kırmızı renkteki flavylium katyonu (A) baskındır ve mor-kırmızı rengin oluşumunda rolü vardır (Castañeda-Ovando ve ark., 2009). Örneğin, vişnenin baş antosiyanidini olan siyanidin flavylium katyonu

yapısındadır vemyeve kendine özgü koyu kırmızı rengini verir (Seeram ve ark., 2001). Buna karşılık pH2-4 aralığında quiniodal baz (B-D) baskın hale geçer ve mavi rengi sağlarken, pH 5-6'da karbinol psödobaz (E) ve kalkon (F) adı verilen renksiz yapılar oluşmaktadır (Castañeda-Ovando ve ark., 2009). Bu aralıkta, antosiyaninler oldukça kararsızdır ve antosiyanidin yapısının 2. pozisyonunun hidratlanması nedeni ile hızlı renk değişimleri oluşmaktadır (Ersus ve Yurdagel, 2006). Eğer pH değeri 7'den yüksek ise antosiyaninler gibi (Şekil 2.5.) kendilerini oluşturan bileşiklere parçalanmaktadır (Castañeda-Ovando ve ark., 2009).

Antosiyaninlerin rengi üzerine etkili diğer bir faktör ortamın pH derecesidir. Nitekim antosiyaninlerin çoğu, sulu ortamlarda pH indikatörü gibi davranmaktadırlar. Buna göre düşük pH derecesinde kırmızı, yüksek pH derecesinde mavi-mor tonda renk göstermekte, ikisi arasında ise renksiz formda bulunmaktadırlar.

Sulu asidik çözeltilerde, antosiyanin 4 formda ve denge halinde bulunmaktadır. Bunlar kuinidal baz "A", flavilium katyonu "AH⁺", psödobaz ya da karbinol "B" ve çalkon "C" formudur. Bu dört farklı yapı pH değiştiğinde, aşağıda verilen (1), (2) ve (3) no' lu eşitliklere göre birbirlerine dönüşebilmektedirler (Mazza ve Miniati, 1993):



Ortamın pH derecesi 2' nin altına düşünce, antosiyanin kırmızı renkli flavilium katyonu formunda bulunmaktadır. Buna karşın pH yükseldikçe, hızlı bir proton kaybı meydana gelerek kırmızı veya mavi renkli kuinidal formu oluşmaktadır. Flavilium katyonunun hidrasyonu da renksiz psödobaz (karbinol) formunu vermektedir (Mazza ve Brouillard, 1987).

Antosiyaninler asidik ortamlarda yüksek stabilite gösterirken, normal proses ve depolama koşullarında renksiz bileşiklere dönüşmekte ve daha sonra kahverengi bileşikler oluşmaktadır. Asidik ortamlarda antosiyaninler pH değişimleri ile birlikte geri dönüşebilir yapısal değişimlere uğramakta ve farklı renk özelliği göstermektedirler. pH değerinin 3.0 olduğu seviyelerde ve altında, antosiyanin rengi turuncudan-mavimsi kırmızıya kadar değişmekte, bu değişim kimyasal yapıya ve baskın flavilyum katyonuna bağlı olmaktadır. pH arttırıldığında, hidrasyon ve protein transferi reaksiyonları gerçekleşmekte ve ilk reaksiyon sonucunda renksiz karbinol psödobaz oluşmaktadır. Çok asidik çözeltilerde ($\text{pH} < 0,5$) kırmızı renkli flavilyum katyonu (AH^+) tek yapı halinde bulunmaktadır ve oldukça stabil bir bileşiktir. pH değerinin artmasıyla birlikte kırmızı renkli flavilyum katyonunun konsantrasyonu azalmakta ve renksiz karbinol psödobaz oluşmakta, pH 2,6 civarında ise her iki pigmentin miktarları eşitlenerek denge meydana gelmektedir. Aynı zamanda kırmızı flavilyum katyonu (AH^+) pH artışıyla birlikte H^+ kaybederek mavi renkli quinoidal baz ve kalkon oluşturmakta ve renksiz karbinol pseudobaz da kalkon ile tautomerik dengeye ulaşmaktadır. pH 2,6 civarında ortamda az miktarda kalkon ve quinoidal baz ve renksiz pseudobazın oranları artmaktadır. pH 4,0-5,5 arasında ise renkli formların (katyon ve quinoidal baz) miktarları çok az olduğundan antosiyaninde çok az renk kalmaktadır. Flavilyum katyon ile quinoidal baz arasındaki denge ise pH 4,25 civarında oluşmakta ve pH 5,0-6,0 arasında ortamda çok az miktarda mavi renkli quinoidal baz bulunmaktadır (Timberlake ve Bridle, 1980; Broillard, 1982; Francis, 1985; Mazza ve Miniati, 1993; Giusti, 2002; Cheynier, 2003).

pH değerine göre renkte görülen bu değişimler dolayısıyla, antosiyaninlerin renklendirici olarak uygulandığı gıdalar genellikle asidik ($\text{pH} < 3,0$) gıdalar olan içeceklerdir. Rodriguez-Saona ve ark. (1999), pH değeri 3.0 olan model içeceğin renklendirilmesinde kırmızı turp ve kırmızı patatesten elde ettikleri ekstraktların FD&C Red No.40 olan sentetik boya ile aynı etkiyi gösterdiğini ve 25 °C'lik oda sıcaklığında depolamada 3-6 ay kadar yarılanma süresine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Fossen ve ark. (1998), saf antosiyaninlerin alkali bölgeyi de kapsayan pH derecelerindeki rengini ve stabilitesini incelemişlerdir. Güçlü asidik ortamda siyanidin 3-glikozit gibi basit yapılı antosiyaninler, tek aromatik açıl grubu içeren petanin gibi kompleks yapıya sahip olanlara göre daha yüksek stabilite göstermiştir. pH değerinin 4.0-8.1 olduğu aralıkta ise petanin yüksek renk şiddeti ve stabilite gösterirken aynı zamanda pH 8.1'de 577 nm'de petanin için mavilik tonunun en yüksek olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla petanin gibi antosiyaninlerin az alkali ürünlerde gıda renklendiricisi olarak kullanılabilmesi ancak buzdolabı koşullarında sınırlı bir raf ömrüne sahip olacağı da vurgulanmıştır.

Yapılan bir diğer çalışmada, *Tradescantia pallida* (telgraf çiçeği) bitkisinin yapraklarından % 0.01 oranında HCl içeren su ile ekstrakte edilen ve katyon değiştirici kullanılarak saflaştırılmış antosiyaninlerin pH 3.5, 4.5 ve 5.5 değerlerine sahip fosfat sitrat karışımı ve % 15 sakaroz içerecek şekilde model olarak formüle edilen içeceklerdeki stabiliteleri incelenmiştir. Söz konusu ekstraktın stabilite özelliklerini karşılaştırmak amacıyla böğürtlenden % 0.1 oranında HCl içeren metanol çözeltisi ile ekstrakte edilen siyanidin-3-glikozit ve üzümde elde edilen ticari antosiyanin kullanılmıştır. Siyanidin-3-glikozit ve enosiyanin pigmentinin pH 5.5'de belirgin bir biçimde azaldığı ve bu azalmanın da antosiyaninlerin pseudobaz formuna dönüşmesinden ve bu formda daha az stabil olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. *Tradescantia pallida*'dan ekstrakte edilen antosiyaninlerin özellikle yüksek pH derecelerinde daha stabil olduğu, pH 5.5'de elde edilen ekstra absorpsiyon bandı ile örneklerin renginin daha iyi olduğu sonucuna varılmış ve B halkasındaki yer değiştirmenin stabiliteyi arttırdığı bildirilmiştir (Shi ve ark., 1992).

Mok ve Hettiarachchy (1991), ayçiçeği kabuğundaki antosiyaninlerin 65-95°C arasında değişen sıcaklıklarda ve pH 1-5 aralığında termal stabiliteleri üzerinde çalışmış ve ekstraksiyon çözgeninde kükürt dioksit çözeltisi kullanımının elde edilen pigmentlerin termal stabilitesi üzerine etkilerini incelemiştir. Antosiyanin degradasyonunun 95 °C'de, 65 °C ve 80 °C'dakine göre daha yüksek olduğunu, 65 °C ve 80 °C'lar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmadığını

belirtmişleridir. pH değeri de yükseldikçe bozunma hızının arttığını bulmuşlardır.

Cabrita ve ark. (2000), ise 6 farklı antosiyanidin 3-glikozit için pH değerinin 1.0-12 olduğu aralıkta 10 °C ve 23 °C sıcaklıklarda 60 günlük depolama boyunca olan değişimler üzerinde çalışmışlardır. Antosiyaninlerin düşük pH derecelerinde stabil olduğu bilinmesine karşın bazı antosiyanin 3-glikozitlerin (Malvidin 3-glikozit) yüksek alkali ortamlarda yoğun mavi renk verdiği ve stabilitesinin yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Ayrıca açillenmiş antosiyaninlerin yüksek pH derecelerinde açillenme göstermeyen antosiyaninlere göre daha dayanıklı olduğu bilinmektedir (Bridle ve Timberlake, 1997). Kirazların boyanması üzerinde yapılan bir çalışmada turp ekstraktı ile başarılı sonuçlar alınmıştır. pH değerinin 3.5 olduğu bu üretimde, cam kavanoz içerisinde ambalajlanmış ürünler oda sıcaklığında 6 aya kadar kırmızı rengini kaybetmeden depolanmışlardır (Giusti ve Wrolstad, 1996). Bu olumlu etkinin turp ekstraktında bulunan açillenmiş pelargonidinden kaynaklandığı bildirilmiştir. pH değerinin 5.0-6.0 olduğu bölgelerde, antosiyaninler kararsız durumdadır ve antosiyanidin yapısının 2. pozisyonunun hidratlanması nedeniyle hızlı bir şekilde renkte değişimler oluşmaktadır (Chriboga ve Francis, 1973). Ancak bazı açillenmiş pelargonidin türevlerinin artan pH ile renk kromasında artış olduğu, rengin ise kırmızıdan mavimsi kırmızıya değiştiği belirtilmiştir (Wrolstad ve ark., 2001). Ayrıca açillenmiş petunidin türevlerinde yüksek pH derecelerinde düşük pH derecelerine göre renk yoğunluğunun fazla olduğu ortaya konmuştur (Fossen ve ark., 1998).

Bu sonuçlara göre, açillenmiş antosiyaninlerin süt ürünleri gibi nötral veya hafif alkali ürünlerde kullanım potansiyelinin olduğu ortaya çıkmaktadır (Giusti, 2002). Birçok süt ürününün raf ömrünün buzdolabı koşullarında 2-3 hafta olması nedeniyle, açillenmiş antosiyaninlerin stabilitesinin bu koşullarda istenilen sonucu verebileceği ve bu tip gıdaların renklendirilmesinde iyi bir alternatif oluşturacağı düşünülmektedir.

Malien-Aubert ve ark. (2001), şekerli içeceklerde model oluşturdukları pH 3.0-4.0 ve 5.0 tampon çözeltileri ve şekerli içeceklerde (100 g/l sakkaroz, 500g/l sitrik asit) üzüm,elderberry (mürver), kara havuç, kırmızı turp, kırmızı lahana antosiyaninlerinin ısısal ve ışık stabilitesini incelemişlerdir. pH değerinin 3.0 olduğu durumda ortamda şeker eklenmesi stabilite üzerinde herhangi önemli bir etki göstermemiştir. Açılınmış antosiyanin içeren kara havuç, kırmızı turp ve kırmızı lahana ekstraktlarının stabilitesi diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Hrazdina ve ark. (1970), üzümde izole ettikleri 3-5-diglikozit siyanidin, peonidin, delfinidin, petunidin ve malvidinin tampon çözeltilerde (pH 1.5-3.0-4.0-5.0 ve 7.0) 20 °C'den 90 °C'ye kadar değişen sıcaklıklarda bozunumunu incelemişler, en kararlı durumun pH 5.0'te olduğunu, stabilitenin artan metoksil sayısı ile arttığını, hidroksil grubunun artışıyla daazaldığını bildirmişlerdir. Malvidin-3-5-diglikozitin en dayanıklı antosiyanin olduğunu bunu takiben peonidin, petunidin, siyanidin ve delfinidin-3-5-diglikozitlerin geldiğini belirtmişlerdir.

Ortam pH derecesinin, antosiyaninlerin degradasyonu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ileri sürülmektedir. Nitekim gerek siyah ahududu suyunda ve gerekse siyanidin 3-diglikozit içeren model sistemlerde, pH derecesinin 4.15' den 2.15' e düşürülmesi sonucunda antosiyanin pigmentinin stabilitesinin arttığı belirlenmiştir (Daravingas ve Cain, 1968). Benzer şekilde, Konkord üzümü antosiyaninlerinin model sistemlerde ısısal stabilitesinin ortam koşullarına bağlı olduğu, nitekim pH derecesinin 3.6' dan 2.8' e düşmesi sonucunda, glikoz içeren sistemlerde antosiyaninlerin degradasyonunun arttığı, buna karşın sakkaroz içeren sistemlerde azaldığı saptanmıştır (Calvi ve Francis, 1978).

2.2.5. Sıcaklık etkisi

Antosiyaninlerin parçalanmaları üzerinde etkili olan en önemli faktörlerden biri sıcaklıktır. Bu gerek proseste uygulanan işleme sıcaklığı gerekse depolama sıcaklık ve süresidir. Yapılan araştırmalar, sıcaklık artışı ile parçalanma hızı arasında doğrusal bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Yüksek sıcaklık etkisinde kalan

antosiyanine zengin meyvelerden üretilmiş meyve sularında ve reçellerde rengin tamamen bozulmuş olduğu gözlenmektedir. Kimyasal reaksiyonların çoğunda olduğu gibi sıcaklığın yükselmesi ile antosiyanın degradasyon hızı da artmaktadır (Seeram ve ark., 2001).

Cemeroğlu ve ark. (1994), +5°C'de depolanan vişne suyu konsantrelerinde antosiyanın yarılanma süresinin 356 gün olduğunu, fakat depolama sıcaklığı 20 °C'ye çıkarıldığında bu sürenin 38 güne düştüğünü bulmuştur.

Bonerz ve ark. (2007) ise, 5 farklı çeşit meyvelerden elde edilen ve 20°C'de depolanan vişne suyu örneklerinde antosiyanın miktarının 6 ay sonra başlangıçtakine göre %70-75 oranında azaldığını ancak renksiz polifenol miktarı ve antioksidan kapasitesinin (TEAC) değişikliğe uğramadığını saptanmıştır.

Kırca (2004)'nın belirttiğine göre Forni ve ark. (1993), izotonik şeker şurubu olan vişne konservesine izotonik şurup içinde 85°C'de 25 dakika ve 85°C'deki izotonik şurupüne 3 dakika daldırma olmak üzere iki farklı ısıl işlem uygulamışlardır. Kısa süreli uygulama yalnızca kabuk rengini etkilerken, uzun süreli klasik pastörizasyon önemli ölçüde antosiyanın parçalanmasına yol açmıştır.

Aramwit ve ark. (2010), dut meyvesinden elde edilen ekstraktların 70 °C'de 10 saat tutulması sonucunda ısı ve ışığın antosiyanın üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuçta antosiyanın miktarında azalma görülmüş ve en iyi uygulamanın 70 °C'nin altında bir sıcaklıkta ve ışıksız bir ortamda gerçekleşebileceği kanısına varılmıştır.

Tsai ve ark. (2005), dut ekstraktlarının ısıtılması sırasında antosiyanın içeriği ve antioksidan kapasitesine pH ve sükröz konsantrasyonun etkisini incelemişlerdir. % 20, % 40 ve % 60'lık sükröz konsantrasyonu ve pH 2, 3 ve 4 te farklı ısıtma süreleri sonrasında rengin genel olarak 0-4 saat içerisinde azaldığı sonra ise arttığı, 68 saat sonra antosiyanın degradasyon indeksinin arttığı, sükröz içeren sistemlerde 17 saat sonrasında degradasyon indeksinin maksimum noktaya ulaştığı belirlenmiştir.

Sükroz içeren ve içermeyen tüm örneklerde polimerik ve kopigment antosiyaninde artış, monomerik olan antosiyaninlerde ise ısıtmaya bağlı olarak azalma gözlenmiştir. pH 2 de yüksek şeker içeriğine bağlı olarak antioksidan kapasitesinde ise artış tespit edilmiştir.

Tsai ve ark. (2005), yüksek sıcaklıkta ısıtma sırasında dut meyvelerinin ekstraktlarının antosiyanin ve antioksidan kapasitesi üzerinde şekerin etkisini incelemiş ve şeker konsantrasyonunun ve pH'nın son derece etkili olduğunu belirlemişlerdir. Şeker konsantrasyonu arttıkça ve pH düştükçe antosiyanin parçalanması azalmış, antioksidan kapasitesi daha iyi korunmuştur.

Kearsley ve Rodriguez (1981), üç farklı doğal renk maddesinin (antosiyanin, b-karoten ve riboflavin) farklı sıcaklıklarda ve ışık altındaki etkisini incelemişler, 50 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ve ışığa maruz bırakıldıklarında sentetik renklendiricilere göre düşük stabilite gösterdiklerini belirlemişlerdir.

Genel olarak sıcaklık düştükçe antosiyaninlerin stabilitesinin artmasına rağmen, yapılan bazı araştırmalar sonucunda dondurma veya dondurarak depolama sırasında antosiyanin kaybının olduğu belirlenmiştir. Nitekim, Bing kirazlarının -23 °C' de 3 aylık depolanması sonunda toplam antosiyanin içeriğinin % 66' sının, 6 ay sonunda ise % 87' sinin parçalandığı saptanmıştır (Chaovanalikit ve Wrolstad, 2004). Diğer yandan, aynı araştırmada -70 °C' de depolanan örneklerde, 6 ay sonunda antosiyaninlerin sadece % 12' sinin parçalandığı belirlenmiştir. Dondurarak depolanan örneklerde gerçekleşen antosiyanin kaybının, meyvenin hem et hem de kabuk kısmında aktif halde bulunan enzimlerle, özellikle polifenoloksidazlarla ilişkili olduğu açıklanmıştır.

Meyve suyu üretiminde uygulanan pastörizasyon işlemi antosiyanin kaybının meydana geldiği önemli aşamalardan birisidir. Maccarone ve ark., (1985), pastörizasyonda mikrodalga uygulamasının antosiyaninleri daha iyi koruduğunu saptamışlardır.

Birçok gıda bileşeninde gözlemlendiği gibi antosiyaninler çeşitli faktörlerin etkisiyle parçalanarak kendilerine özgü renklerini kaybetmekte ve hatta bazen istenmeyen renkler oluşturmaktadırlar. Böylece gıda maddesi çekiciliğini dolayısı ile ticari değerini önemli ölçüde kaybetmektedir. Antosiyaninlerin parçalanmasına neden olan en önemli faktör sıcaklık-süre ilişkili etkidir. Bu nedenle hangi süre ile olursa olsun uygulanan her ısıtma, antosiyaninlerde mutlaka parçalanmaya neden olmaktadır. Bu tahribat depolamada da sıcaklık-süre etkisiyle devam etmektedir (Kırca, 2004 ; Cemeroğlu, 2010).

Yüksek sıcaklıklar antosiyaninlerin kararlılıklarını büyük ölçüde etkilemektedir. Sıcaklık artışıyla birlikte antosiyaninlerin bozunma hızı da artmaktadır. Markasis (1974), kısa süreli yüksek sıcaklıkta ısıl işlem uygulamasının pigmentlerin korunumu açısından uygun olacağını belirtmişlerdir.

Rodriguez-Saona ve ark., (1999), kırmızı turp ve kırmızı patates antosiyaninlerinin pH değeri 3.5 olan model içeceklerdeki stabilitesini 2 °C ve 25 °C sıcaklıklarda ve karanlıkta 65 haftalık depolama boyunca incelemişlerdir. Antosiyanin stabilitesinin depolama sıcaklığı ve ekstraksiyon metoduna bağlı olduğunu, aseton/kloroform karışımı ile ekstrakte edilen kırmızı turp antosiyaninlerinin en yüksek stabiliteye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Asafi ve Cemeroğlu (2000), nar ve vişne suyu konsantratlarında antosiyaninlerin parçalanması üzerinde sıcaklığın etkisini incelemişler, 70 °Brikslik konsantrattan 45 °Briks ve 15 °Brikslik örnekler hazırlanarak 18 °C, 5 °C, 20°C, 37 °C sıcaklıklarda depolamışlardır. Sıcaklık arttıkça antosiyaninlerin degradasyon hızı artmış ve antosiyaninlerin parçalanması birinci dereceden reaksiyon kinetiğine göre gerçekleşmiştir. Nar suyundaki bozunma hızının vişne suyuna göre daha yüksek olduğu da bulgulanmıştır.

Kırca ve ark. (2003), kan portakalı suyunun renklendirmek için kara havuç antosiyaninlerini kullanmışlar ve bu üründeki antosiyaninlerin ısıl stabilitesini 70 °C, 80 °C ve 90 °C sıcaklıklarda incelemişlerdir. Beklenildiği gibi yüksek sıcaklıklarda

bozunma hızının arttığını ve antosiyaninlerin yarılanma ömrünü sırasıyla 12.5 (70 °C), 6.3 (80 °C) ve 3.1 (90 °C) saat olarak bulmuşlardır.

Yapılan bir başka çalışmada sadece kan portakalı suyu ve konsantresi üzerinde çalışılmış, antosiyaninlerin yarılanma ömürleri; 11.2 brikslik örnekte 6.3 saat (70 °C), 1.5 saat (90 °C); 45 brikslik örnekte 3.4 saat (70 °C), 0.7 saat (90 °C); 69 brikslik örnekte 2 saat (70 °C), 0.4 saat (90 °C) olarak belirlenmiştir (Kırca ve Cemeroğlu, 2002).

2.2.6. Enzim varlığının etkisi

Ortamdaki enzim varlığı antosiyaninlerin stabilitesini etkileyen diğer bir etkidir. Antosiyaninler gıda üretimleri ve renklendirici ekstraktların hazırlanması sırasında kayıplara veya rengin stabilizasyonuna etki edebilen reaksiyonlarla karşı karşıya kalırlar. Özellikle enzimatik reaksiyonlar, doku parçalanmasıyla birlikte polifenol oksidaz, peroksidaz ve glikosidazlar (antosiyanaz) tarafından katalize edilirler. Glikosidaz, antosiyaninlerde bulunan glikozidik bağları hidroliz ederek, stabil olmayan birçok antosiyanidin oluşmasını sağlamaktadır. Bu reaksiyon sonucunda spontan olarak parçalanma ve renkte açılma meydana gelmektedir (Seeram ve ark., 2001).

Glikosidazlardan başka ortamda bulunan polifenol oksidaz ve peroksidazların katalize ettiği tepkimelerde antosiyaninleri etkilemektedir (Chandra ve ark., 1993).

Antosiyaninler bitki polifenoloksidazlarına oldukça dayanıksız bileşikler olup diğer fenoliklerin oksidasyonu sonucu oluşan o-kinonlarla tepkime verirler. O-difenolik antosiyaninlerin çift oksidasyonu ile çok kararsız bileşikler olan antosiyanin kinonları oluşur. Tüm bu reaksiyonlar zinciri sonucu renkte önemli bir bozulma oluşur (Ersus ve Yurdagel, 2006; Cheynier, 2003). Antosiyaninlerin fungal glikosidaz ve antosiyanaz enzimleri ile renksizleştirildiği, böğürtlen reçellerini ve jelatinli marmelatlarını antosiyanaz enzimi kullanarak fazla antosiyaninleri ortamdan

uzaklaştırdıkları ve böylece reçel ve marmelatlarla daha parlak renk sağladıkları belirtilmiştir (Yıldız ve Dikmen, 1988).

Skrede ve ark. (2000), *Vaccinium carymbosum* L. yaban mersininden (Highbush blueberry) meyve suyu ve konsantre üretilmesi aşamalarından parçalama ve depektinizasyon sırasında meydana gelen kayıpların polifenol oksidazlar tarafından gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Konsantre etme işlemi sırasında yaklaşık % 20 seviyelerinde antosiyanin kaybı olduğu görülmüştür. Antosiyaninlerden malvidin glikozitin en stabil, delfinidin glikozitlerinin ise en düşük stabiliteye sahip olduğu belirtilmiştir.

2.3. Siyah dut antosiyaninleri

Her meyve ve sebzenin antosiyanin dağılımı diğerlerinden farklıdır. Başka bir deyişle her meyve ve sebzenin, parmak izi niteliğinde, kendine özgü bir antosiyanin profilivardır. Bu olgu, yabancı meyve suyu katkısının analitik olarak kanıtlanması açısından oldukça önemlidir (Clifford, 2000).

Antosiyaninler, antioksidan etkileri nedeni ile sağlıklı beslenme açısından da önemlidir ve siyah dutlar antosiyanince zengin meyvelerden birisidir. Siyah dut meyvesinde fazla miktarda antosiyanin bulunduğunu ve bu antosiyaninlerin de siyanidin-3-glukozit ve siyanidin-3-rutinozit olduğunu belirlemişlerdir (Liu ve ark., 2004). Bir diğer çalışmada da siyah dut suyunun antosiyanin içeriğine bakıldığında baskın olanın siyanidin-3-glukozit olduğu diğerinin siyanidin-3-rutinozit olduğu görülmüştür. Ayrıca, siyah dut meyvesinden pürifikasyon öncesinde belirlenen toplam antosiyanin içeriğinin 384 mg/L olduğu bulunmuştur (Wang ve ark., 1997).

Proteggente ve ark., (2002) ise, çilek, kırmızı erik ve ahududu ekstraktlarının antioksidant kapasitelerini incelemişler ve ekstraktların yüksek antioksidant aktivitelerini, yüksek düzeydeki antosiyanin içerikleri ile açıklamışlardır.

Tokbaş ve Kaya, (2005), karadut meyve, reçel ve marmelat örneklerinde hidrosimetilfurfural (HMF), toplam fenolik (TP), toplam monomerik antosiyanin (TMA), antioksidan aktivitesi (TAC), şeker bileşimi, organik asit kompozisyonu ve bazı fiziksel özelliklerini incelemiştir. Örneklerin toplam antioksidan kapasiteleri, troloks ekivalant antioksidan kapasitesine göre belirlenmiştir. Toplam asit (TA) miktarı açısından karadut reçellerinde (%1.24) karadut marmelatlarından daha yüksek asit içeriği belirlenmiştir. Reçel örneklerinin (27.26 mg/kg) marmelatlarla göre yüksek düzeylerde HMF içerdiği saptanmıştır. Toplam fenolik madde bileşenleri marmelatlarda 2025-2157 µg GAE/g iken, karadut reçellerinde bu oran 1420-1967 µg GAE/g aralığında gözlenmiştir. Antosiyanin miktarı bakımından en yüksek değer (216 µg cy-3-glu/g) reçel örneklerinde belirlenmiştir.

Akbulut ve Özen (2008), karadut suyunun antosiyanin içeriğini araştırmışlar ve analizler sonucunda, karadut suyunun antosiyanin içeriğinin 367±4 mg/L olduğunu bulmuşlardır. Elde edilen verileri diğer araştırmalarla karşılaştırdıklarında karadut suyunun antosiyanince zengin bir ürün olduğunu görmüşler ve besleyici değeri yanında doğal renk maddesi olarak da kullanılabilceğini düşünmüşlerdir.

Snappyan ve ark., (1981), dut meyveleri üzerine yaptıkları bir araştırmada; toplam kuru madde miktarını % 21.5, titrasyon asitliğini % 0.59, sakaroz miktarını %16, askorbik asit miktarını 15.4 mg/g olarak belirlemişlerdir. Yine aynı çalışmada tiamin, pantotenik asit, pirodoksin, niasin ve inositol miktarlarını sırasıyla 0.49 µg/ml, 5.62 µg/ml, 0.04 µg/ml, 19.05 µg/ml ve 241.4 µg/ml olarak saptamışlardır.

2.4. Siyah dut antosiyaninlerinin sağlık üzerine etkisi

Son yıllarda gıdaların biyoaktif ve özellikle de antioksidan bileşenleri hakkında çok sayıda yayın yapılmakta olup ilk sırayı da kuşkusuz meyve ve meyve suyu almaktadır (Karadeniz ve ark., 2005) Yapılan birçok araştırmaya göre meyve ve sebzelerin antioksidan kapasitesi ile toplam antosiyanin ve fenolik miktarı arasında doğrusal bir ilişki vardır (Stintzing ve ark., 2002).

Canlılarda oksidasyon gibi doğal kimyasal süreçler sonucunda oluşan reaktif maddelere serbest radikaller ya da serbest oksijen türü (ROS) adı verilmektedir. Bu maddeler buldukları ortamdaki yağlar, proteinler ve nükleik asitler gibi farklı moleküller üzerinde oksidatif etkiye sahip oldukları için DNA gibi makromoleküllere zarar verebilirler. Bu nedenle, insan vücudunda kanser, katarakt ve eklem romatizması gibi kronik hastalıklara neden olurlar. Sonuç olarak, antioksidanlar serbest radikalleri nötralize ederek canlıyı hastalıklara karşı korumaktadır (Başer, 2002; Garcia-Alonso ve ark., 2004).

Son yıllarda, antosiyaninlerin koroner kalp hastalıklarına karşı yararlı olduğu, antikanser aktiviteye sahip olduğu ve antioksidant aktivite gösterdiği yönündeki bulgular antosiyaninlere gittikçe artan bir ilgi doğmasına neden olmuştur (Bridle ve Timberlake, 1997).

Antosiyaninler, günlük diyetle yüksek düzeydeki alımıyla beslenme açısından da büyük ilgi çekmektedirler. Nitekim 1971 yılında, Amerika Birleşik Devletlerinde gıdalarla alınan günlük ortalama antosiyanin miktarı 180 mg/gün (kışın) ve 215 mg/gün (yazın) olarak belirlenmiştir (Bridle ve Timberlake, 1997). Antosiyaninlerin gıdalara çekicilik kazandırma özellikleri yanında, sağlık açısından da yararlı bileşikler olduğu ve farmakolojik özellikleri nedeniyle çeşitli hastalıklarda tedavi etme amacıyla kullanıldığı bilinmektedir. Son yıllardaki çalışmalarla, antosiyaninlerin çeşitli kan dolaşımı bozukluklarında, bazı göz hastalıklarında tedavi edici niteliği bulunduğu ortaya konmuştur (Kong ve ark., 2003). Özellikle siyanidin glikozitlerinin, antimitojenik ve antikanserojenik aktivite, gastrite karşı koruyucu etki ve oksidatif stresin azaltılması gibi çeşitli biyolojik özellikleri vardır. Bu yüzden, antosiyanin içeren birçok farmasotik ürünlerin piyasaya sunulmaya başlandığı bilinmektedir.

Son yıllarda yapılan birçok araştırmada da, antosiyaninlerin antioksidatif etkilerinin bulunduğu saptanmıştır (Tsuda ve ark., 1994; Kalt ve ark., 2000). Nitekim, siyanidin ve siyanidin 3-glikozitin çeşitli sistemlerde antioksidatif aktivite gösterdiği, hatta bazı sistemlerde α -tokoferolden daha fazla antioksidatif etkiye sahip olduğu

belirlenmiştir (Tsuda ve ark., 1994). Yine siyanidin, delfinidin, pelargonidin, malvidin ve peonidinin çeşitli türevlerinden oluşan 14 farklı antosiyaninin antioksidant kapasitesinin incelendiği bir araştırmada, siyanidin 3-glikozitin en yüksek antioksidatif aktive gösterdiği ve bu aktivitenin bir E vitamini analogu olan Troloksa göre 3.5 kat yüksek olduğu saptanmıştır (Wang ve ark., 1997). Diğer yandan, incelenen bileşikler arasında en düşük antioksidatif aktivite gösteren pelargonidin 3,5-diglikozitin bile, Troloksla eşit düzeyde bir aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Proteggente ve ark., (2002) ise, çilek, kırmızı erik ve ahududu ekstraktlarının antioksidant kapasitelerini incelemişler ve ekstraktların yüksek antioksidant aktivitelerini, yüksek düzeydeki antosiyanin içerikleri ile açıklamışlardır.

Özellikle siyah dut meyvelerinden elde edilen usare ve bundan hazırlanan şurubun ağız ve boğaz hastalıklarına iyi geldiği ve böbrekleri güçlendirici etkisi olduğu, kök ve gövde kabuklarının da pek çok hastalığa iyi geldiği bildirilmektedir (Baytop, 1983). Son yıllarda yapılan çalışmaların ise dut meyvesinin bileşimi, besin değeri ve farmakolojik özelliklerinin belirlenmesi ile çoğaltılması üzerine yoğunluk kazandığı dikkati çekmektedir (Elmacı ve Altuğ, 2002).

Siyah dut meyvesinin, insan plazmasındaki antioksidan kapasiteyi arttırdığı LDL üzerine antioksidan etki gösterdiği ve antikanserojenik etkileri olduğu belirlenmiştir. Dutlarda toplam fenolik madde ve antosiyanin içeriğinin yüksek olması nedeniyle nörotoksisiteyi indükleyen oksidatif stresi azalttığı da bilinmektedir. Siyah dutlar ayrıca içerdiği besin öğelerince oldukça zengin bir üründür. Ayrıca yapılan araştırmalar siyanidin-3-glikozit içeren ürünlerin türevlerine ve E vitaminine oranla daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir (Wang ve ark., 1997).

Tüm bahsedilen literatürlerin ışığı altında, bu çalışmada, Adıyaman ve çevresinde yetiştirilen siyah dut meyvesinin yüksek düzeydeki antosiyanin içeriğiyle, gıdaların boyanması için iyi bir kaynak olabileceği düşünülmektedir. Gıda pH derecelerinde rengin stabil kalmasını sağlayan yüksek orandaki mono-açillenmiş

antosiyenin içeriğinin yanında, kolayca okside oldukları bilinen, antosiyenin dışındaki fenolik madde içeriğinin de düşük olması ve diğer dut türlerine zıt olan olumlu yönde duysal özellikleri ile siyah dutların gıda boyası kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca siyah dut antosiyaninleri eklenerek gıdalara parlak bir renk, iyi bir tat ve yüksek düzeyde bir stabilite kazandırılacağı düşünülmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada antosiyanin kaynağı olarak kullanılan siyah dutlar (*M. nigra* L. türü), bu ürünün doğal, yoğun olarak yetiştirildiği Adıyaman ilinden, çilekler (Camorasa çeşidi) Mersin'in Silifke ilçesinden, reçel, konserve ve lokum üretiminde kullanılan şeker (ticari toz şeker), nişasta, pektin, sitrik asit ve 200 g'lık twist-of kapaklı cam kavanozlar Adana'daki yerel marketlerden temin edilmiştir.

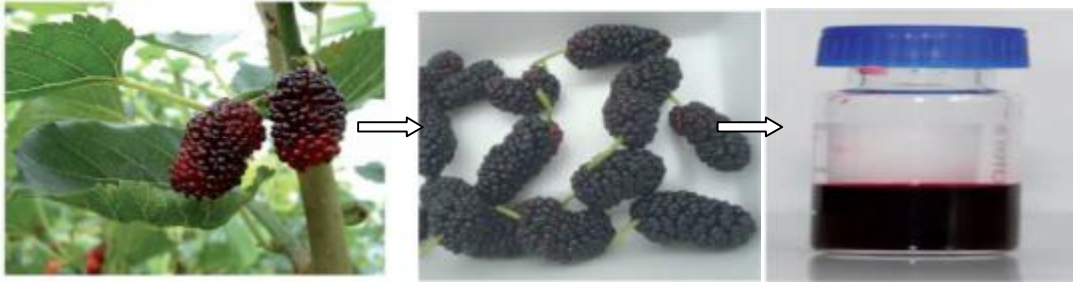
3.2. Yöntem

3.2.1. Siyah dut meyvesinden antosiyanin pigmentlerinin ekstraksiyonu (SDE) ve konsantre elde edilmesi

Siyah dutlar, bu ürünün yoğun olarak yetiştirildiği Adıyaman ilinden, Bizim Gıda Ltd. Şti." (Adıyaman) kanalıyla temin edilmiştir. Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünün laboratuvarında, antosiyaninler ekstrakte edilmiştir.

Suda çözünen polar bileşikler olan antosiyaninlerin ekstraksiyonunda en çok kullanılan yöntem çözgen ekstraksiyonudur. Geleneksel olarak, antosiyanin ekstraksiyonunda asitlendirilmiş metanol, etanol, aseton, su ve aseton/metanol/su karışımları kullanılmaktadır. Ekstraksiyonda kullanılan asit, hücre membranlarını denatüre ederek, ekstraksiyonu kolaylaştırdığı için tercih edilmektedir. Antosiyanin ekstraksiyonunda difüzyonu ve analitin çözümlüde çözünürlüğünü arttırmak amacı ile yüksek ekstraksiyon sıcaklıkları üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Ancak yüksek ekstraksiyon sıcaklıklarında antosiyaninlerin bozunabileceği de bilinmektedir. Bu nedenle antosiyaninlerin ticari ekstraksiyon ve konsantrasyonu sırasında 70°C'nin altındaki sıcaklık dereceleri tercih edilmektedir (Kong, J-M ve ark., 2003; Gizir ve ark., 2008; Ju, Z. Y 2003).

Bu çalışmada ekstraksiyon solventi olarak % 95'lik etil alkol ile 1.5N HCL çözeltisinden 85:15 oranında karıştırılmasıyla hazırlanan çözelti kullanılmıştır. Bu amaçla dutlar üzerine hazırlanan çözgen ilave edilmiş, karışımın blenderda 2 dakika süresince homojen bir şekilde parçalanması sağlanmıştır. Sonra örnekler çalkalamalı su banyosuna (Bandelin, Almanya) yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi, 25°C'de 4 saat süreyle gerçekleştirilmiştir. Süre bitiminde örnekler önce dört katlı bir tülbentten geçirilmiştir. Sonrasında örnekler önce kaba filtre kağıdından, ardından Whatman 1 No'lu filtre kağıdından süzülüş ve bir rotary evaporatörde (BUCHI Multivapor, İsviçre) 65°C sıcaklıkta 65 °Brixse kadar, çözgen tamamen uzaklaştırılıncaya kadar konsantre edilmiştir.



Şekil 3.1. Siyah dut meyvesinden antosiyanin pigmentlerinin ekstraksiyonu (SDE) aşamaları

3.2.2. Renklendirilen ürünler

Ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen SDE'ler çilek reçeli, çilek konservesi ve lokum gibi farklı ürünlerin renklendirilmesi için kullanılmıştır. Üretimi yapılan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumlar, 8 ay boyunca farklı sıcaklıklar (5°C, 25°C ve 37°C) ve farklı ışık durumlarında (aydınlık ve karanlıkta) depolanmıştır. Depolama süresince 0., 2., 4., 6., ve 8. aylarda örnekler alınarak tüm örneklerde pH, titrasyon asitliği (TA), suda çözünür kuru madde (SÇKM), toplam kuru madde (TKM), esmerleşme indisi (Eİ), Hidroksimetilfurfural analizi (HMF), toplam monometrik antosiyanin tayini (TMA), renk (L, a, b), değeri, toplam fenolik madde tayini (TP) ve toplam antioksidant tayini (TAC) yapılmıştır. Depolamada 5°, 25° ve 37 °C'deki inkübatörler (Nuve ES 110) kullanılmıştır. Örnekler iki aylık periyotlarla analiz

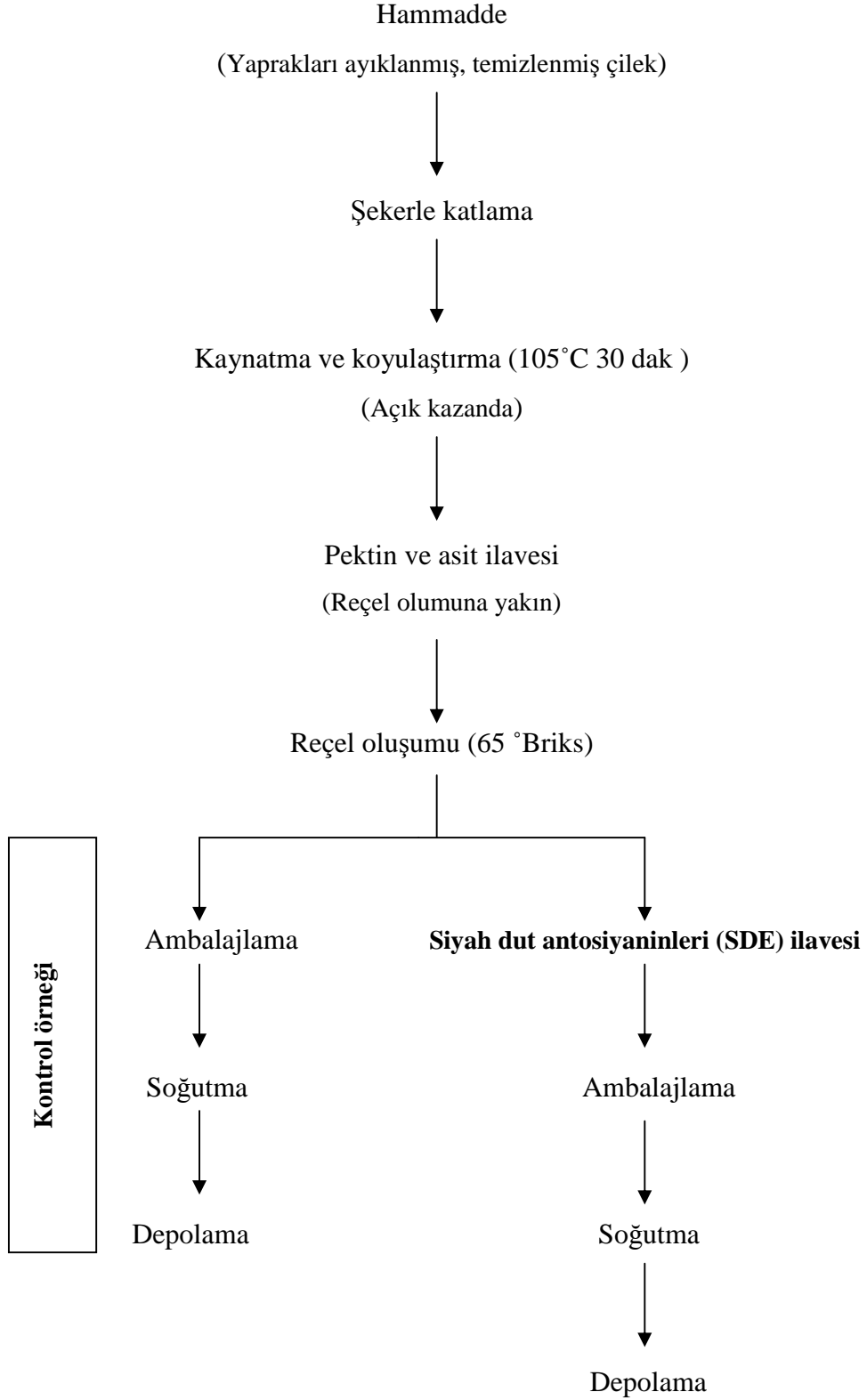
edilmiştir. Reçel, konserve ve lokum analizleri için 180 adet olmak üzere 36 adette kontrol amaçlı toplam 216'şar örnek alınmıştır.

3.2.3. Çilek reçeli üretimi

Çilek reçeli örnekleri, Çukurova üniversitesi gıda mühendisliği meyve-sebze laboratuvarında üretilmiştir. Reçel yapımında kullanılacak olan çilekler öncelikle yıkanıp temizlendikten sonra bir kat şeker bir kat çilek olacak şekilde şekerle katlanıp, bir gece bekletilmiştir. Kaynatma ve koyulaştırma işlemi, açık kazanda yapılmıştır. Kaynatma işleminin sonuna doğru istenilen kıvama gelmesine yakın reçele önce pektin çözeltisi, sonrada sitrik asit ilave edilmiştir. Reçel olumuna pratik ve teknolojik olmak üzere iki şekilde karar verilmiştir. Pratik yöntemde, reçel kaşıktan uzayıp aktığında yada soğuk bir zemine damlatıldığında damla dağılmadan kaldığında; Teknolojik yöntemde ise refraktometre ile suda çözünür kuru madde (SÇKM veya Briks) ölçülmüştür. Briks 65 civarına geldiğinde reçel üretimi sonlandırılmıştır.

Çalışma kapsamında 100 g çilek reçeline 2 g antosiyanin içerecek şekilde ekstrakt ilavesi yapılmıştır. 200 ml'lik cam kavanozlarda ambalajlanan ve oda sıcaklığına getirilen reçel örnekleri, 5°, 25° ve 37 °C'deki inkübatörde (Nuve ES 110) 8 ay süre ile depolanmış ve analizler için her 2 ayda bir örnek alınmıştır.

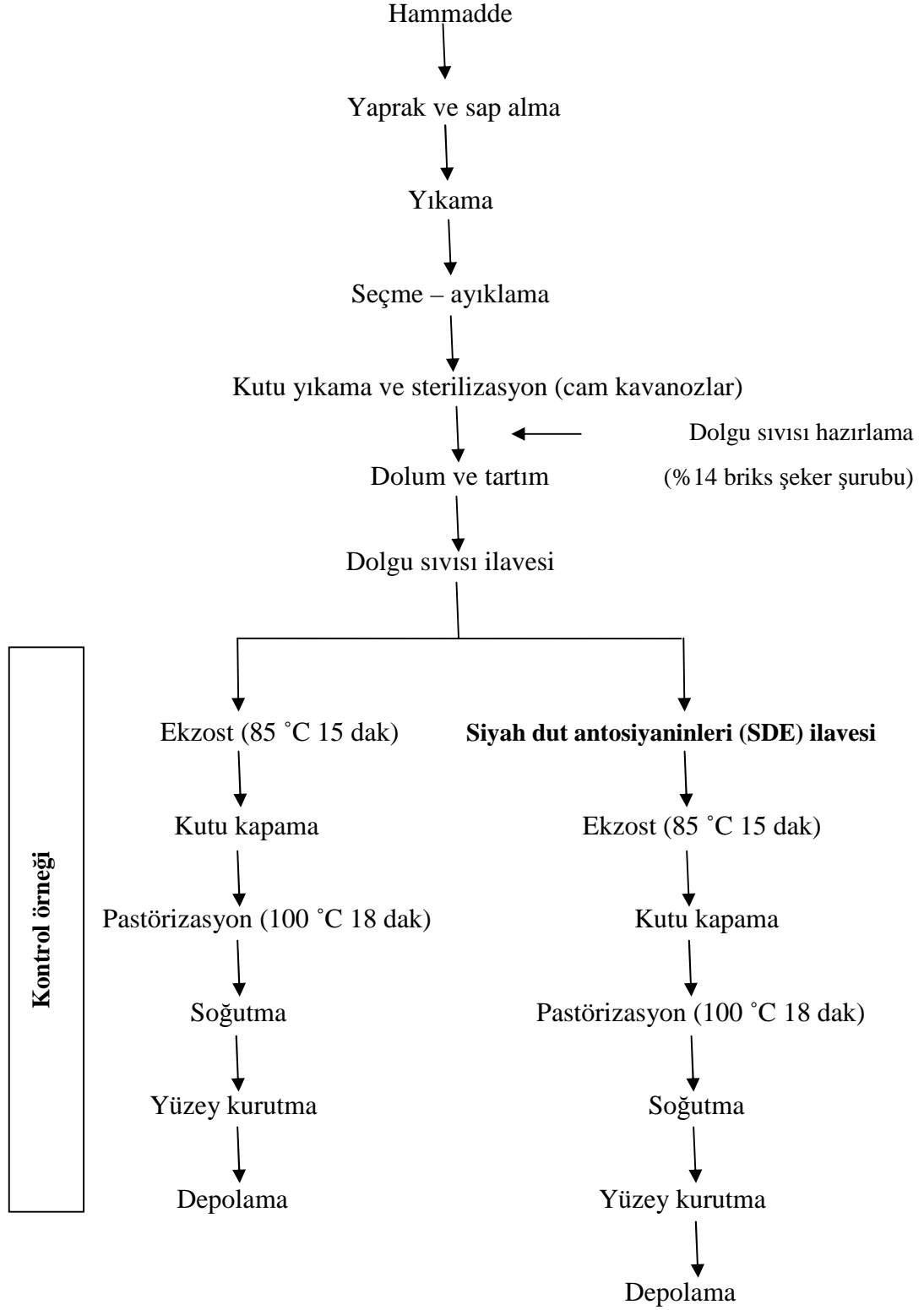
Çileklerin, reçele işleme sürecinde uygulanan işlemler ve renklendirme işlemi Şekil 3.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Çilek reçeli üretimi ve renklendirme akış şeması

3.2.4. Çilek konservesi üretimi

Çilek konservesi örnekleri, Çukurova üniversitesi gıda mühendisliği meyve-sebze işleme laboratuvarında üretilmiştir. Konserve yapımında kullanılacak olan çilekler yaprak ve sap kısımlarından ayrılarak iyice yıkanmıştır. Çürük, ezik meyveler, yabancı maddeler, meyve üzerinde kalmış yaprak ve saplar tekrar seçilip ayıklanmıştır. Cam kavanozlar sterilize edildikten sonra, çilek konservesi için ticari toz şeker (0.68 kg/lt) ve sitrik asit (0.001 kg/lt) içeren dolgu sıvısı hazırlanmıştır. Dolgu sıvısı 80 °C sıcaklığa getirilip ilave edilmiştir. Ekzost işlemi 85°C'de 15 dakika süreyle yapılmıştır. Örnekler, 100 g çilek konservesine 2 g antosiyanin ekstraktı ilave edilerek renklendirilmiştir. 200 ml'lik cam kavanozlarda pastörizasyon (100 °C'de 18 dakika) işleminden sonra soğutulan konserve örnekleri, 5°, 25° ve 37 °C'deki inkübatörde (Nuve ES 110) 8 ay süre ile depolanmış ve analizler için her 2 ayda bir örnek alınmıştır. Çileklerin, konserveye işleme sürecinde uygulanan işlemler ve renklendirme işlemi Şekil 3.3'de gösterilmiştir.

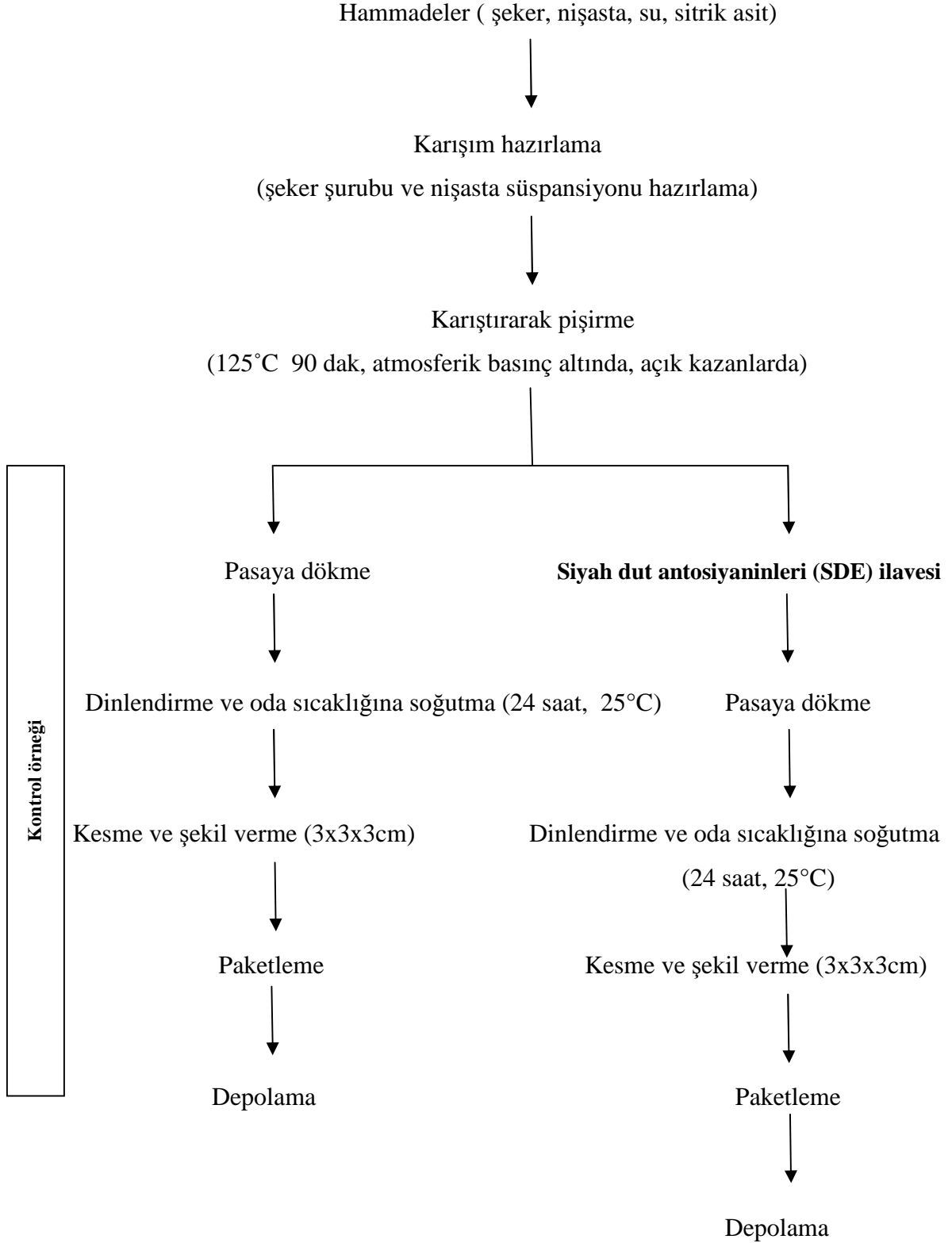


Şekil 3.3. Çilek konservesi üretimi ve renklendirme akış şeması

3.2.5. Lokum üretimi

Lokum örnekleri, Yeni Uğur Ltd. Sti. (Adana) üretim tesislerinde, bu firma tarafından geleneksel lokum üretim yöntemine uygun olarak % 9 nişasta, % 28 su, % 63 şeker, % 0.04 sitrik asitten oluşan lokum formülasyonu kullanılarak üretilmiştir. Bu amaçla öncelikle şeker bir miktar su içerisinde çözündürülerek ısıtılmaya başlanmıştır. Sitrik asit ayrı bir kaptaki bir miktar suda çözündürülmüş ve suyun geri kalan kısmında ise nişasta süspansiyone hale getirilmiştir. Sonra nişasta süspansiyonu ve asit de şeker çözeltisine katılmış ve karışım karıştırılarak kaynatılmıştır. Kitle belirli bir kıvama erişince (kazandan alınıp soğutulan bir miktar örnek parmaklar arasında yuvarlanıp parmaklar açıldığında örnek iki parmağa birden yapışıp uzamadığı, şeklini koruyarak parmaklardan birinde kaldığı zaman), ön deneme ile belirlenen miktar olan 2 g antosiyanin ekstraktı 100 g lokum hamuruna ilave edilerek, örnekler homojen bir renk elde edilinceye kadar karıştırılmıştır. Pişirilen lokumlar, pasalara dökülerek oda sıcaklığında 24 saat dinlendirildikten sonra kesilip (3x3x3cm) 200 g örnek içerecek şekilde paketlenerek 5°, 25° ve 37 °C'deki inkübatörde (Nuve ES 110) 8 ay süre ile depolanmış ve analizler için her 2 ayda bir örnek alınmıştır.

Lokum üretiminde uygulanan işlemler ve renklendirme işlemi Şekil 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Lokum üretimi ve renklendirme akış şeması

3.2.6. Renklendirilen ürünlerde yapılan analizler

Farklı sıcaklıklarda ve depolama koşullarında depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların kontrol örneklerinde; üretildikleri gün (0.gün) ve 8. ayda, renklendirilmiş örneklerde; renklendirme işleminden hemen sonra (0. gün), ve depolama süresince her 2 ayda bir pH, titrasyon asitliği (TA), suda çözünür kuru madde (SÇKM), toplam kurumadde (TKM), esmerleşme indisi (Eİ), hidrosimetilfurfural (HMF), toplam monometrik antosiyanin (TMA), renk, toplam fenolik madde (TP) ve toplam antioksidant aktivite (TAC) analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

3.2.6.1. pH değeri

Ölçümlerden önce örnekler homojen bir şekilde parçalanıp her birinden 10 g alındıktan sonra 1:10 oranında distile su ile sulandırılmıştır. Daha sonra buffer çözeltileri ile kalibre edilmiş WTW Inolab model dijital pH metrenin elektrotları karışım içerisine daldırılarak 20°C'de 0.01 hassasiyette okuma yapılmıştır (Cemeroğlu, 2010).

3.2.6.2.Titrasyon asitliği tayini (TA)

Titrasyon asitliği tayini için reçel ve diğer örneklerden 10 g alınarak uygun ortamda seyreltilip homojenize edilmiştir. Filtre edilmiş örnekler 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Titrasyonun seyri pH metre ile takip edilerek pH=8.1 olunca titrasyona son verilmiştir. örneklerdeki titrasyon asitliği, harcanan baz miktarına göre sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

3.2.6.3. Suda çözünür kuru madde tayini (SÇKM)

Reçel ve diğer örneklerde suda çözünür kurumadde miktarı Abbe marka refraktometre ile 20 °C'de sabit sıcaklıkta belirlenmiştir. Bu amaçla kullanılan

refraktometre saf su ile kalibre edildikten sonra örnek cihazın haznesine koyulmuş ve suda çözünür kuru madde miktarları saptanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

3.2.6.4. Toplam kuru madde tayini (TKM)

Toplam kuru madde içeriği örneklerden yaklaşık 3-5g vakumlu etüvde 70 °C’de, 100 mmHg (13.3kPa) basınç altında sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuş ve işlem sonrasında desikatöre alınarak oda sıcaklığına soğutulan örneklerin ağırlıkları belirlenerek aşağıdaki formül yardımıyla sonuçlar % KM olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\%KM = [(G2-G)/(G1-G)] \times 100$$

% KM : Örneğin kuru madde yüzdesi

G : Tartım kabının darası

G1 : Örnek+ tartım kabının darası

G2 : Kurutma sonrası kuru örnek+ tartım kabının darası.

3.2.6.5. Esmerleşme indisi tayini (EI)

Örneğe etil alkol eklendikten sonra filtre edilmiş veya santrifüjden geçirilerek berrak bir örnek hazırlanmıştır. Berrak örneğe potasyum metabisülfid çözeltisi eklenerek esmer renkli pigmentler dışında kalan ve 420 nm’de absorbans okumalarına etkili olan diğer pigmentler ağartıldıktan sonra 420 nm dalga boyunda absorbans ölçümü yapılmıştır (Cemeroğlu, 2010).

3.2.6.6. Hidroksimetilfurfural tayini (HMF)

HMF analizlerinin yapılmasında, HMF'nin diğer bileşiklerden ters faz sıvı kromatografisi yardımı ile RP-18 kolonda, mobil faz olarak su/metanol kullanılarak ve UV dedektör yardımıyla ayrılmış, tanımlanmış ve miktar tayini yapılmıştır.

HPLC (Dionex marka), UV dedektör: 280 nm, HPLC kolonu: Vertex column, 4 mm ID, 5 µm LiChrospher-100 RP 18 iç dolgu, Membran filtre: 0.45 µm, Şırınga 100 µL.

10 g örnek saf suyla 50 ml'ye tamamlanır. Süzüntüden bir miktar 20 ml'lik enjektöre konularak, 0.45mm'lik enjektör filtresinden geçirilerek vialle alınmış ve 285 nm'de pikler tanımlanmıştır. Pik tanımlanması standart maddenin (Sigma H 9877, Germany) geliş zamanı ve spektrumuna bakılarak yapılmıştır.

3.2.6.7. Toplam monometrik antosiyanin tayini (TMA)

Toplam antosiyanin tayini pH diferansiyel farkı metodu kullanılarak yapılmıştır. Metodun ilkesi Monometrik antosiyaninlerin pH 1.0'de renkli oksonium formunun, pH 4.5'de ise renksiz hemiketal formunun egemen olmasına dayanmaktadır. Ekstraktlar pH 1.0 ve 4.5 buffer solüsyonları kullanılarak 510 ve 700 nm dalga boylarında ölçülmüştür. Toplam antosiyanin siyanidin 3-glukozid cinsinden mg/L olarak hesaplanmıştır. (MA=449.2, molar absorbans, =26.900). Örneklerin antosiyanin miktarları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Giusti ve Wrolstad, 2005; Cemeroğlu, 2010).

$$A = (A_{510\text{nm pH 1:0}} - A_{700\text{nm pH 1:0}}) - (A_{510\text{nm pH 4:5}} - A_{700\text{nm pH 4:5}})$$

$$\text{Antosiyanin mg/L} = (\Delta A / \text{£.L}) 10^3 \times (\text{MA}) \times (\text{SF})$$

ΔA : Absorbans farkı (uygulanan yönteme göre pH 1.0 ve pH 4.5 degerlerinde ölçülen absorbans farkı)

£: Molar absorbans

L : Absorbans ölçüm küvetinin tabaka kalınlığı, cm

MA : Molekül ağırlığı

SF : Seyreltme faktörü

3.2.6.8. Renk analizi

Renk, MINOLTA CR 400 (Japonya) model kolorimetre ile L (100: beyaz, 0: siyah), a (+: kırmızı; -: yeşil) ve b (+: sarı; -: mavi) değerleri ölçülerek belirlenmiştir. Cihaz, standart kalibrasyon skalası (cihaz beyaz referans tabaka No: 14533046) ile kalibre edildikten sonra örnekler aletin küvetine yerleştirilip L*, a* ve b* değerleri belirlenmiştir(McLaren, 1980).

3.2.6.9. Toplam fenolik madde tayini (TP)

Toplam fenolik maddelerin kolorimetrik olarak tayininde Spanos ve Worlstad (1992), Akbulut ve Artık (1996) tarafından tanımlanan spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Bu amaçla örneklerden bir tüpe 100 µl alınarak üzerine 900 µl distile su eklenmiştir. Daha sonra 5 ml 0.2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi (distile su ile 10 kat seyreltilmiş) ve 4 ml doymuş sodyum karbonat çözeltisi (75 g/L) ilave edilmiş, tüpler vorteks ile iyice karıştırıldıktan sonra 2 saat karanlıkta bekletilmiştir. Spektrofotometrede (Shimadzu UV-vis 160A) 765 nm dalga boyunda okunan absorbans değerinden ve gallik asit ile hazırlanmış eğriden yararlanılarak toplam fenolik madde miktarı mg gallik asit eşdeğeri (GAE) / L örnek olarak belirlenmiştir. Gallik asit eğrisini çizmek için 8 farklı konsantrasyonda (250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000 mg/L) hazırlanmış gallik asit standardı kullanılmıştır.

3.2.6.10. Toplam antioksidant aktivite tayini (TAC)

Ortamda antioksidant bulunması halinde DPPH çözeltisinin renginde değişim meydana gelir. Yöntemin prensibi renkteki değişimin, çözeltinin 517 nm dalgaboyundaki absorbansının spektrofotometrik olarak ölçülmesine dayanır.

Bu yöntem, antioksidan bileşiklerin mor renkli stabil bileşik olan DPPH (2,2-difenil -1- pikrilhidrazil) radikalini indirgeme yeteneklerinin ölçümüne dayanmaktadır.

Ölçümlerde stabil radikal 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) solusyonu kullanılmıştır. Ekstrelerin DPPH üzerindeki serbest radikalleri süpürücü etkilerinin belirlenmesinde Lafka ve ark. (2007), tarafından kullanılan metot esas alınmıştır. Metanol kullanılarak farklı konsantrasyonlarda (25, 50, 100, 150, 200, 400, 600, 800 mg/L) hazırlanmış örnek çözeltisinin 0.1 ml'si üzerine yine metanolde hazırlanmış (25 mg/L) DPPH çözeltisinden 3.9 ml ilave edilmiş ve vortekste 30 saniye karıştırılarak oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dakika bekletilmiştir. Karanlıkta inkübasyon sonrasında, örneklerin absorbansı UV-Visible spektrofotometre (Shimadzu UV-Vis 160A) kullanılarak 517 nm'de metanole karşı ölçülmüştür. Örneklerin DPPH radikalini süpürücü etkileri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{inhibisyon (\%)} = [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100$$

A_{kontrol} : 0.1 ml metanol + 3.9 ml DPPH çözeltisinin absorbans değeri

$A_{\text{örnek}}$: Örneklerin 30 dk sonundaki absorbans değeri

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan örneklerden elde edilen % inhibisyon değerleri ile konsantrasyon değerleri grafiğe geçirilerek her bir örnek için DPPH'nin etkisini %50 azaltan etkili konsantrasyon (EC_{50}) hesaplanmıştır. Antiradikal aktivite $AA=1/(EC_{50})$ olarak belirtilmiştir. Kontrol (standart) olarak, sentetik antioksidan olan BHT (Butillenmiş hidroksi toluen) kullanılmıştır. Örneklerle uygulanan aynı yöntem ve konsantrasyonlar BHT için de kullanılarak, BHT'ye ait EC_{50} ve antiradikal aktivite değerleri hesaplanmıştır (Guendez ve ark., 2005a).

3.2.6.11. İstatistiksel Analiz

Araştırma, 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada verilerin istatistiki analizi SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanarak karşılaştırılmıştır ($P < 0.05$).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Yapılan çalışmada siyah dut meyvelerinden elde edilen SDE 'lerin renk materyali olarak kullanıldığı çilek reçeli, çilek konservesi ve lokum örneklerinde pH, titrasyon asitliği (TA), suda çözümlü kuru madde (SÇKM), toplam kuru madde (TKM), esmerleşme indisi (Eİ), hidroksimetilfurfural (HMF), toplam monometrik antosiyanin (TMA), renk, toplam fenolik madde (TP) ve toplam antioksidant aktivite (TAC) analizleri sonucu elde edilen bulgular aşağıda sırasıyla verilmiş, tartışılmış ve istatistiksel olarak yorumlanmıştır.

4.1. Materyalin nitelikleri**4.1.1. Antosiyanin ekstraktlarının elde edildiği siyah dutların bazı fiziksel nitelikleri**

Oldukça iri olan siyah dut meyvesi iki ucu basık oval-silindir şekillidir. Pek çok meyve türüne göre özel bir aromaya sahip siyah dut meyvesi, siyahımsı-mor renkli, etli-sulu ve hafif mayhoş tattadır. Siyah dut meyvesinin bu özelliklerini Gerasopoulos (1997), araştırmalarında da bildirmişlerdir.

Siyah dutlardan rastgele örnek seçilerek, dutların tek tek ağırlıkları, çap ve boyları ölçülmüştür (Çizelge 4.1) Çap ölçümleri, dutların enine ve boyuna olmak üzere iki farklı yerinden kumpas (Tajima, Japan) kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 4.1. Siyah dutların ağırlık, çap ve uzunlukları

Örnek No	Ağırlık (g)	Uzunluk (mm)	Çap (mm)
1	3,65	359	17,5
2	4,13	357	17,8
3	4,89	345	19,8
4	4,93	348	19,7
5	4,67	378	18,9
6	5,24	356	17,6
7	5,98	349	17,8
8	6,12	348	18,2
9	6,45	347	18,6
10	6,56	351	18,4
11	6,78	352	16,9
12	5,52	358	16,8
13	4,68	357	17,3
14	4,52	359	17,9
15	3,98	347	17,2
16	4,11	349	18,6
Maksimum	6,78	345	16,8
Minumum	3,65	378	19,8
Ortalama	5,14	354	18,06

Çizelge 4.1’de de görülebildiği gibi araştırmada kullanılan siyah dut örneklerinin ağırlıklarının 3.65 ile 6.78 g aralığında olduğu belirlenirken, bunların boylarının ise 345 ile 378 mm aralığında, çaplarının ise 16.8 ile 19.8 mm aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Meyve örnekleri (*Morus nigra* L.), Adıyaman ilinden 2012 yılı haziran ayında sağlanmış olup, 25.06.2012 tarihinde konsantreye işlenmiştir.

4.1.2. Çileklerin bazı özellikleri

Meyve örnekleri (Camorasa), Mersin'in Silifke ilçesinden 2012 yılı Temmuz ayında sağlanmış olup, 05.07.2012 tarihinde konserve ve reçele işlenmiştir.

Çizelge 4.2. Çilek meyvesinin bazı özellikleri

Özellikler	
pH	5.86
Titrasyon asitliği (% sitrik asit)	0.13
Toplam antosiyanin (mg/g siyanidin3-glikozid)	369.70
Toplam fenolik madde (µgGAE/100mg)	18.90
Antioksidant aktivite (µmol/g DPPH)	9.22

4.1.3. Siyah dut meyvesinden elde edilen ekstraktın (SDE) bazı özellikleri

Siyah dut meyvesinden elde edilen ekstraktların bazı özellikleri Çizelge 4.3' de belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Siyah dut ekstraktının bazı özellikleri

Özellikler	
pH	3.51
Titrasyon asitliği (% sitrik asit)	0.18
Toplam antosiyanin (mg/g siyanidin3-glikozid)	531.90
Toplam fenolik madde (µgGAE/100mg)	20.50
Antioksidant aktivite (µmol/g DPPH)	12.00

4.2. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların pH miktarlarında meydana gelen değişimler

Kontrol ve SDE ilavesi ile hazırlanmış çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmaları sonucunda pH değerindeki meydana gelen değişim Çizelge 4.4, Şekil 4.1, Şekil 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların pH değerleri

Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Çilek Reçeli		Çilek Konservesi		Lokum	
		Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık
5	kontrol (0)	3,24 ^c	3,24 ^c	3,62 ^f	3,62 ^f	3,90 ^a	3,90 ^a
	0	3,24 ^c	3,24 ^c	3,62 ^f	3,62 ^f	3,90 ^a	3,90 ^a
	2	3,26 ^c	3,25 ^c	3,63 ^f	3,62 ^f	3,90 ^a	3,90 ^a
	4	3,27 ^c	3,25 ^c	3,64 ^f	3,63 ^f	3,92 ^a	3,91 ^a
	6	3,27 ^c	3,26 ^c	3,65 ^f	3,64 ^f	3,93 ^a	3,92 ^a
	8	3,28 ^c	3,26 ^c	3,65 ^f	3,64 ^f	3,93 ^a	3,92 ^a
	kontrol (8)	3,27 ^c	3,25 ^c	3,65 ^f	3,63 ^f	3,93 ^a	3,92 ^a
25	kontrol (0)	3,24 ^c	3,24 ^c	3,62 ^f	3,62 ^f	3,90 ^a	3,90 ^a
	0	3,24 ^c	3,24 ^c	3,62 ^f	3,62 ^f	3,90 ^a	3,90 ^a
	2	3,27 ^c	3,26 ^c	3,66 ^{ef}	3,63 ^f	3,93 ^a	3,91 ^a
	4	3,29 ^{bc}	3,27 ^c	3,68 ^{def}	3,64 ^f	3,95 ^a	3,92 ^a
	6	3,31 ^{bc}	3,28 ^c	3,70 ^{cdef}	3,66 ^{ef}	3,96 ^a	3,93 ^a
	8	3,31 ^{bc}	3,28 ^c	3,70 ^{cdef}	3,66 ^{ef}	3,96 ^a	3,93 ^a
	kontrol (8)	3,31 ^{bc}	3,28 ^c	3,69 ^{cdef}	3,65 ^f	3,97 ^a	3,93 ^a
37	kontrol (0)	3,24 ^c	3,24 ^c	3,62 ^f	3,62 ^f	3,90 ^a	3,90 ^a
	0	3,24 ^c	3,24 ^c	3,62 ^f	3,62 ^f	3,90 ^a	3,90 ^a
	2	3,27 ^c	3,26 ^c	3,75 ^{bcde}	3,68 ^{def}	3,95 ^a	3,92 ^a
	4	3,31 ^{bc}	3,28 ^c	3,78 ^{bc}	3,71 ^{bcdef}	3,96 ^a	3,93 ^a
	6	3,45 ^b	3,31 ^{bc}	3,80 ^b	3,76 ^{bcd}	3,98 ^a	3,94 ^a
	8	3,65 ^a	3,31 ^{bc}	3,92 ^a	3,77 ^{bcd}	3,98 ^a	3,95 ^a
	kontrol (8)	3,65 ^a	3,31 ^{bc}	3,91 ^a	3,75 ^{bcde}	3,97 ^a	3,95 ^a
	SEM		0,03		0,02		0,02

^{a,b,c,d,e} Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

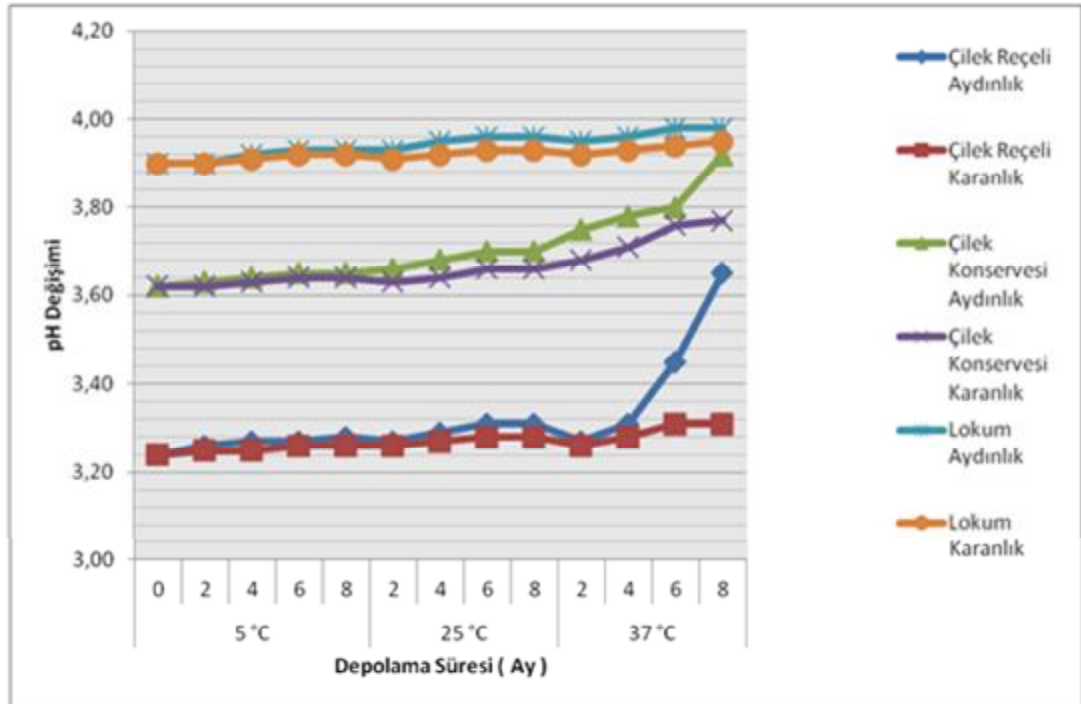
Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumlarda kontrol grubu örneklerde pH değerleri depolamanın başlangıcında sırasıyla 3.24, 3.62 ve 3.90 iken SDE ile renklendirilen çilek reçeli örneklerinin pH değerlerinin 8. ayın sonrasında 5 °C'de aydınlıkta depolanan örneklerde 3.28, karanlıkta depolanan örneklerde 3.26, çilek konservesinde 5 °C'de aydınlıkta depolanan örneklerde 3.65, karanlıkta depolanan örneklerde 3.64, çilek reçeli örneklerinde 25 °C'de aydınlıkta depolananlarda 3.31, karanlıkta depolananlarda 3.28, çilek konservesinde 25 °C'de aydınlıkta depolanan örneklerde 3.70 karanlıkta depolanan örneklerde 3.66, çilek reçeli örneklerinde 37 °C'de aydınlıkta depolananlarda 3.65, karanlıkta depolananlarda 3.31, çilek konservesinde 37 °C'de aydınlıkta depolanan örneklerde 3.92'ye karanlıkta depolanan örneklerde 3.77'ye yükseldiği saptanmıştır. Bu değişimlerin zaman içerisinde ürün ile dolgu sıvısı arasındaki dengelenmeden ve etkileşimden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Türk gıda kodeksi reçel, jöle, marmelat ve kestane püresi tebliğine (Anon, 2007) göre geleneksel reçel ve ekstra geleneksel reçelde pH aralığının 2.8 – 3.5 arasında olması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre araştırmamızda üretilen reçel örneklerinin pH değeri ürün tebliğinde belirtilen sınırların içinde ya da sınır değerlere yakın değerlerde ölçülmüştür. Sağlam (2007)'nin, yaptığı bir çalışmada açık kazanda pişirme ile üretilen reçellerin pH'larının 2.98 ile 3.22 arasında olduğu tespit edilmiştir. Sağlam, elde ettiği bu değerler arasında kara duttan ürettiği reçellerin pH'sını 3,04 olarak belirlemiştir. pH derecesi 3.5 derecenin altına düştükçe jelin kıvamı artmakta, jele de bir katılma görülmektedir. Ancak pH belli bir noktaya düştükten sonra jelde sinerisis(sulanma ve cıvıma) meydana gelmektedir. pH' nın jel kıvamına etkisi, pektin ağını oluşturan liflerin belli pH sınırlarında esneklik kazanması şeklinde açıklanmaktadır. Buna göre pH belirli sınırlar arasındayken pektin lifleri maksimum esneklik kazanmakta ve iyi bir jel oluşturmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2003).

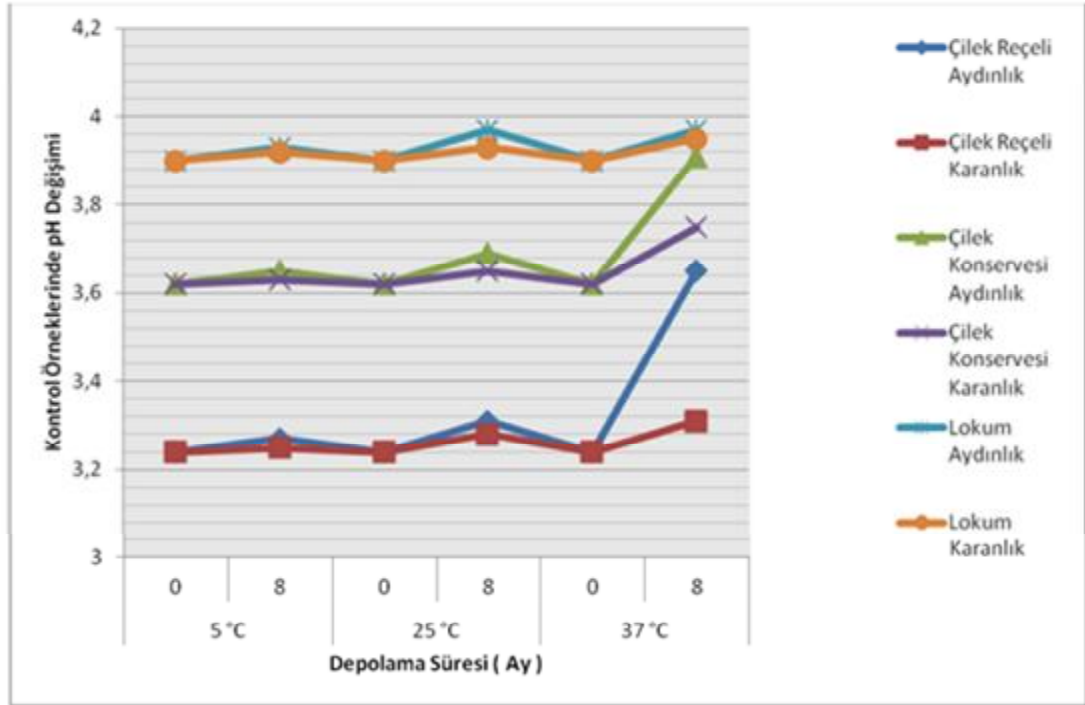
Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi en hızlı artış 37 °C'de aydınlık şartlarda depolanan çilek reçeli ve çilek konservesi örneklerinde gerçekleşmiş olup bu durum istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemli bulunmuştur. Lokum örneklerindeki

pH artışı ise istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Bu durum lokumların düşük su aktivitesine sahip stabil bir yapıya sahip olmasından kaynaklanırken reçel ve konservelerdeki durumun ise sıcaklık etkisiyle örneklerin bünyesinde meydana gelen etkileşimlerden ve reaksiyonlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çilek reçeli ve çilek konservesi örneklerinde ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi ilişkilerinin pH değeri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuş olup, lokum örneklerinde ise sadece ışık-sıcaklık ilişkisinin pH değeri üzerindeki etkisi önemli olup, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi ilişkilerinin pH değeri üzerindeki etkisinin önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.1. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların pH değerindeki değişimler



Şekil 4.2. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin pH değerindeki değişimler

4.3. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların titrasyon asitliği miktarlarında meydana gelen değişimler

Kontrol ve SDE ilavesi ile hazırlanmış çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmaları sonucunda titrasyon asitliği miktarlarında meydana gelen değişim Çizelge 4.5, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların titrasyon asitliği (g/100g) değerleri

Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Çilek Reçeli		Çilek Konservesi		Lokum	
		Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık
5	kontrol (0)	0,14 ^c	0,14 ^c	0,51 ^g	0,51 ^g	0,15 ^a	0,15 ^a
	0	0,14 ^c	0,14 ^c	0,51 ^g	0,51 ^g	0,15 ^a	0,15 ^a
	2	0,14 ^c	0,14 ^c	0,53 ^{efg}	0,51 ^g	0,15 ^a	0,15 ^a
	4	0,15 ^c	0,14 ^c	0,53 ^{efg}	0,52 ^{fg}	0,15 ^a	0,16 ^a
	6	0,15 ^c	0,15 ^c	0,54 ^{defg}	0,52 ^{fg}	0,16 ^a	0,16 ^a
	8	0,16 ^{bc}	0,15 ^c	0,54 ^{defg}	0,53 ^{efg}	0,16 ^a	0,16 ^a
	kontrol (8)	0,15 ^c	0,15 ^c	0,54 ^{defg}	0,52 ^{fg}	0,16 ^a	0,16 ^a
25	kontrol (0)	0,14 ^c	0,14 ^c	0,51 ^g	0,51 ^g	0,15 ^a	0,15 ^a
	0	0,14 ^c	0,14 ^c	0,51 ^g	0,51 ^g	0,15 ^a	0,15 ^a
	2	0,14 ^c	0,14 ^c	0,51 ^g	0,51 ^g	0,15 ^a	0,15 ^a
	4	0,16 ^{bc}	0,15 ^c	0,53 ^{efg}	0,52 ^{fg}	0,16 ^a	0,15 ^a
	6	0,18 ^{bc}	0,16 ^{bc}	0,54 ^{defg}	0,53 ^{efg}	0,16 ^a	0,16 ^a
	8	0,21 ^{bc}	0,17 ^{bc}	0,60 ^{cdef}	0,53 ^{efg}	0,17 ^a	0,18 ^a
	kontrol (8)	0,20 ^{bc}	0,16 ^{bc}	0,61 ^{cde}	0,54 ^{defg}	0,17 ^a	0,17 ^a
37	kontrol (0)	0,14 ^c	0,14 ^c	0,51 ^g	0,51 ^g	0,15 ^a	0,15 ^a
	0	0,14 ^c	0,14 ^c	0,51 ^g	0,51 ^g	0,15 ^a	0,15 ^a
	2	0,17 ^{bc}	0,15 ^c	0,52 ^{fg}	0,52 ^{fg}	0,15 ^a	0,15 ^a
	4	0,20 ^{bc}	0,16 ^{bc}	0,62 ^{bcd}	0,54 ^{defg}	0,17 ^a	0,15 ^a
	6	0,23 ^{ab}	0,19 ^{bc}	0,66 ^{abc}	0,57 ^{defg}	0,19 ^a	0,16 ^a
	8	0,29 ^a	0,20 ^{bc}	0,71 ^a	0,59 ^{cdefg}	0,15 ^a	0,15 ^a
	kontrol (8)	0,29 ^a	0,21 ^{bc}	0,70 ^{ab}	0,59 ^{cdefg}	0,21 ^a	0,16 ^a
	SEM	0,01		0,01		0,01	

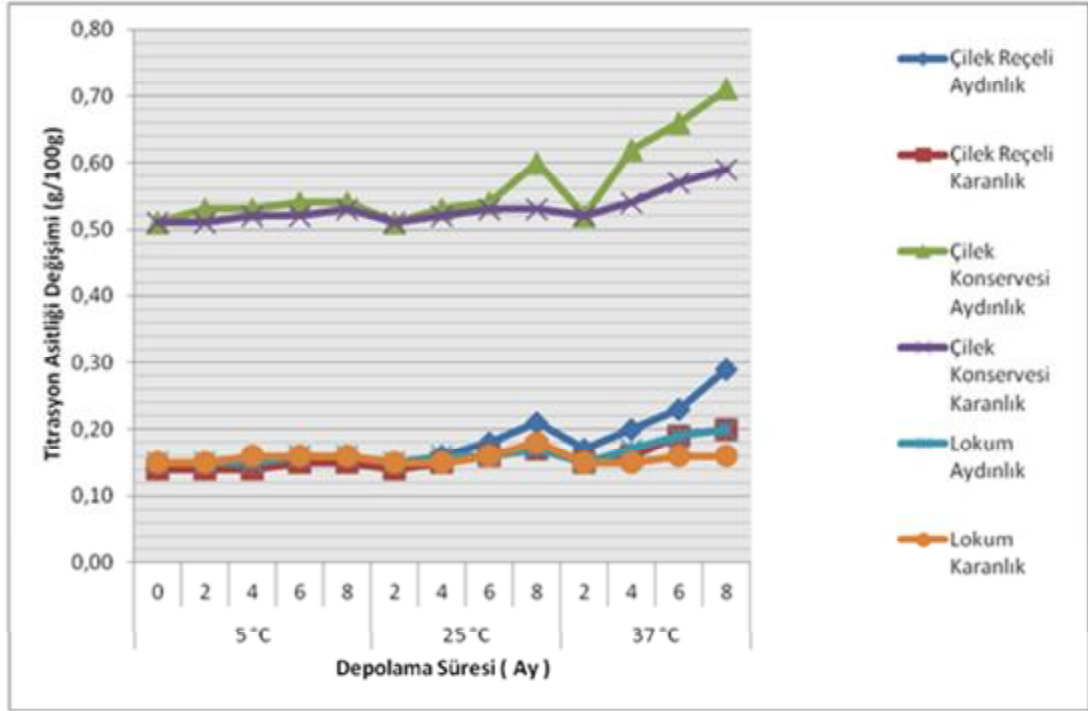
^{a,b,c,d,e} Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokum örneklerinin depolama boyunca elde edilen titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde çilek reçelinde aydınlık şartlarda depolanan örneklerde 5 °C'de 8. ayda, 25 °C'de 4. ayda ve 37 °C'de 2. ayda önemli farklılık saptanırken, karanlık şartlarda depolanan örneklerde bu değerler sırasıyla 5 °C'de önemli bir değişiklik saptanamazken, 25 °C'de 6. ayda, 37 °C'de ise 4. ayda görülmüştür. Lokum örneklerinde ise her 3 farklı sıcaklık ve şartlarda kontrol örnekleride dahil olmak üzere titrasyon asitliği değerlerinde önemli bir değişiklik görülmemiştir (Şekil 4.3). Kontrol örneklerinde titrasyon asitliğindeki artış, sıcaklık

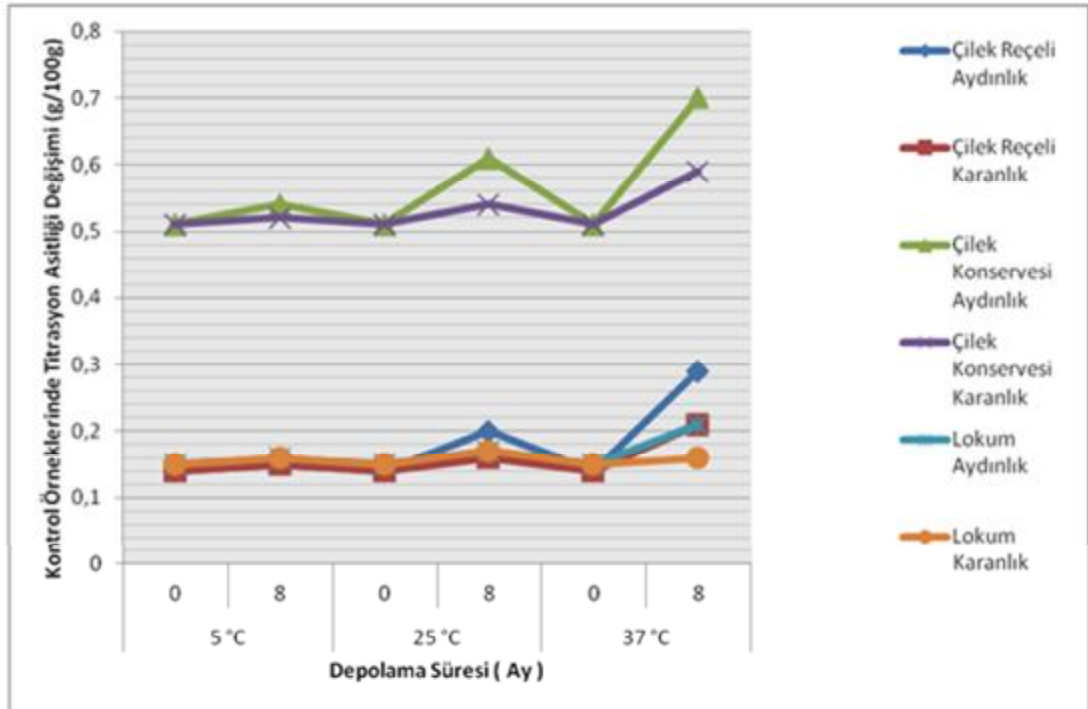
arttikça ve aydınlık koşullarda karanlık koşullara göre daha fazla gerçekteşmiştir (şekil 4.4). Asitlik değerlerindeki bu artışın reçel ve konservelerde meydana gelen ürün dolgu sıvısı arasındaki dengelenmelerden ve ürün yapısında meydana gelen çeşitli kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanabileceği güneş ışığıının ve sıcaklığın ise bu reaksiyonları hızlandırdığı görülmüştür.

Altuğ (2001), asitliği düzenleyicilerin reçel ve marmelatlarda kullanım amaçlarından birinin, doğal meyve lezzetini arttırmak, ikincisinin ise asitliği destekleyerek istenen jelleşmeyi sağlamak olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca reçel ve marmelatlarda seçilecek asitliği düzenleyici ve miktarının, verilmek istenen mayhoşluk derecesine ve meyveye göre ayarlanması gerektiğini bildirmiştir. Reçelerde arzulan asit (ekşi) tadın oluşumu için belli bir asitlik değeri istenmektedir. Genellikle % 0.3 ile 1.5 arasındaki toplam asitlik değerlerinin duysal olarak algılanan ekşiliği oluşurmada yeterli olduğu bildirilmiştir.

Çilek reçeli ve çilek konservesi örneklerinde ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonlarının titrasyon asitliği miktarı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuş olup, lokum örneklerinde ise ışık-sıcaklık , ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonlarının titrasyon asitliği miktarı üzerindeki etkisinin önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.3. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların titrasyon asitliği (g/100g) değerindeki değişimler



Şekil 4.4. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin titrasyon asitliği (g/100g) değerindeki değişimler

4.4. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların suda çözünür kuru madde miktarlarında meydana gelen değişimler

Kontrol ve SDE ilavesi ile hazırlanmış çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmaları sonucunda suda çözünür kuru madde miktarlarında meydana gelen değişim Çizelge 4.6, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların suda çözünür kuru madde (%) değerleri

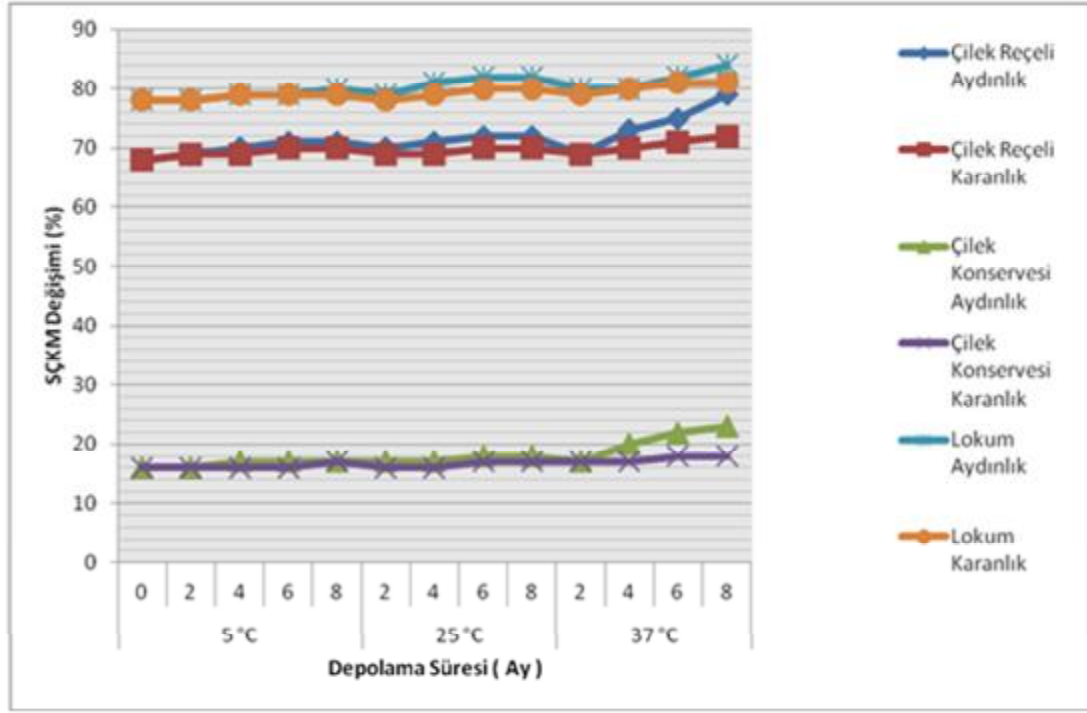
Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Çilek Reçeli		Çilek Konservesi		Lokum	
		Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık
5	kontrol (0)	68,0 ^c	68,0 ^c	16,0 ^a	16,0 ^a	78,0 ^b	78,0 ^b
	0	68,0 ^c	68,0 ^c	16,0 ^a	16,0 ^a	78,0 ^b	78,0 ^b
	2	69,0 ^c	69,0 ^c	16,0 ^a	16,0 ^a	78,0 ^b	78,0 ^b
	4	70,0 ^c	69,0 ^c	17,0 ^a	16,0 ^a	79,0 ^{ab}	79,0 ^{ab}
	6	71,0 ^c	70,0 ^c	17,0 ^a	16,0 ^a	79,0 ^{ab}	79,0 ^{ab}
	8	71,0 ^c	70,0 ^c	17,0 ^a	17,0 ^a	80,0 ^{ab}	79,0 ^{ab}
	kontrol (8)	69,0 ^c	69,0 ^c	17,0 ^a	17,0 ^a	79,0 ^{ab}	79,0 ^{ab}
25	kontrol (0)	68,0 ^c	68,0 ^c	16,0 ^a	16,0 ^a	78,0 ^b	78,0 ^b
	0	68,0 ^c	68,0 ^c	16,0 ^a	16,0 ^a	78,0 ^b	78,0 ^b
	2	70,0 ^c	69,0 ^c	17,0 ^a	16,0 ^a	79,0 ^{ab}	78,0 ^b
	4	71,0 ^c	69,0 ^c	17,0 ^a	16,0 ^a	81,0 ^{ab}	79,0 ^{ab}
	6	72,0 ^{bc}	70,0 ^c	18,0 ^a	17,0 ^a	82,0 ^{ab}	80,0 ^{ab}
	8	72,0 ^{bc}	70,0 ^c	18,0 ^a	17,0 ^a	82,0 ^{ab}	80,0 ^{ab}
	kontrol (8)	73,0 ^{abc}	70,0 ^c	18,0 ^a	17,0 ^a	81,0 ^{ab}	80,0 ^{ab}
37	kontrol (0)	68,0 ^c	68,0 ^c	16,0 ^a	16,0 ^a	78,0 ^b	78,0 ^b
	0	68,0 ^c	68,0 ^c	16,0 ^a	16,0 ^a	78,0 ^b	78,0 ^b
	2	69,0 ^c	69,0 ^c	17,0 ^a	17,0 ^a	80,0 ^{ab}	79,0 ^{ab}
	4	73,0 ^{abc}	70,0 ^c	20,0 ^a	17,0 ^a	80,0 ^{ab}	80,0 ^{ab}
	6	75,0 ^{abc}	71,0 ^c	22,0 ^a	18,0 ^a	82,0 ^{ab}	81,0 ^{ab}
	8	79,0 ^{ab}	72,0 ^{bc}	23,0 ^a	18,0 ^a	84,0 ^{ab}	81,0 ^{ab}
	kontrol (8)	80,0 ^a	71,0 ^c	24,0 ^a	19,0 ^a	85,0 ^a	81,0 ^{ab}
	SEM		1,26		1,35		1,06

^{a,b,c,d,e} Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

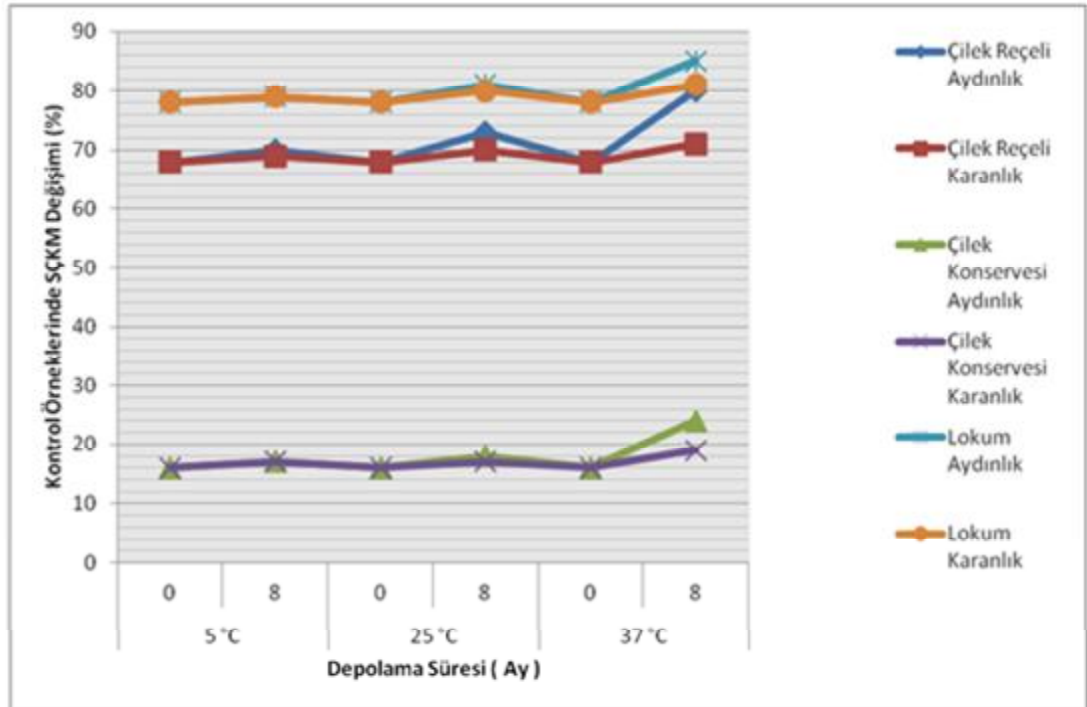
Çizelgeden de görülebileceği gibi örnekler arasında başlangıç olarak en yüksek suda çözünür kuru madde içeriğine % 78.0 değeri ile lokum örneklerinin sahip olduğu belirlenirken, çilek reçeli ve konservesi örneklerinin % suda çözünür kuru madde değerleri sırası ile % 68.0 ve % 16.0 olarak tespit edilmiştir. Sağlam (2007), kara dut ve mor duttan yapmış olduğu reçelerde SÇKM değerlerini sırasıyla % 66.4 ve % 65.3 olarak belirlemiştir. Ürünlerin SÇKM değerleri arasında gözlenen farklılık işleme teknolojisi ve kullanılan meyvelerin türünden kaynaklanmaktadır. Reçelde SÇKM değeri ortamda mevcut tüm çözünür kuru maddenin bir ölçüsüdür. Bu çözünür katılar hem meyvenin kendisinden hem de diğer ingrediyeentlerden (sakkaroz, asit düzenleyici gibi) gelir. SÇKM oranı reçel jelinin tam oluşması ve kalitesi açısından büyük öneme sahip olan özelliklerdendir.

Genel olarak bakıldığında, özellikle 25° ve 37°C'lerde depolanan çilek reçeli ve lokum örneklerinde depolama şartlarına bağlı olarak SÇKM değerlerinde depolamanın sonlarına doğru bir miktar artış gözlenmiş ve bu artış istatistiksel anlamda önemli bulunurken pratikte ürün özelliklerini fazla etkileyecek oranda oldukları görülmektedir. Çilek konservesi örneklerinin depolanması ile SÇKM değerinde görülen artış ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır.

Genel olarak bakıldığında 5 °Cdeki artışa göre 37 °C'deki artış daha fazladır. Özellikle lokumlarda meydana gelen artışın zamana bağlı olarak nem kaybından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.5. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların suda çözünür kuru madde (%) miktarındaki değişimler



Şekil 4.6. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin suda çözünür kuru madde (%) miktarındaki değişimler

Çilek reçeli örneklerinde ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonlarının suda çözünür kuru madde miktarı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuş olup, çilek konservesi ve lokum örneklerinde ise ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonunun suda çözünür kuru madde miktarı üzerindeki etkisi ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır.

4.5. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam kuru madde miktarlarında meydana gelen değişimler

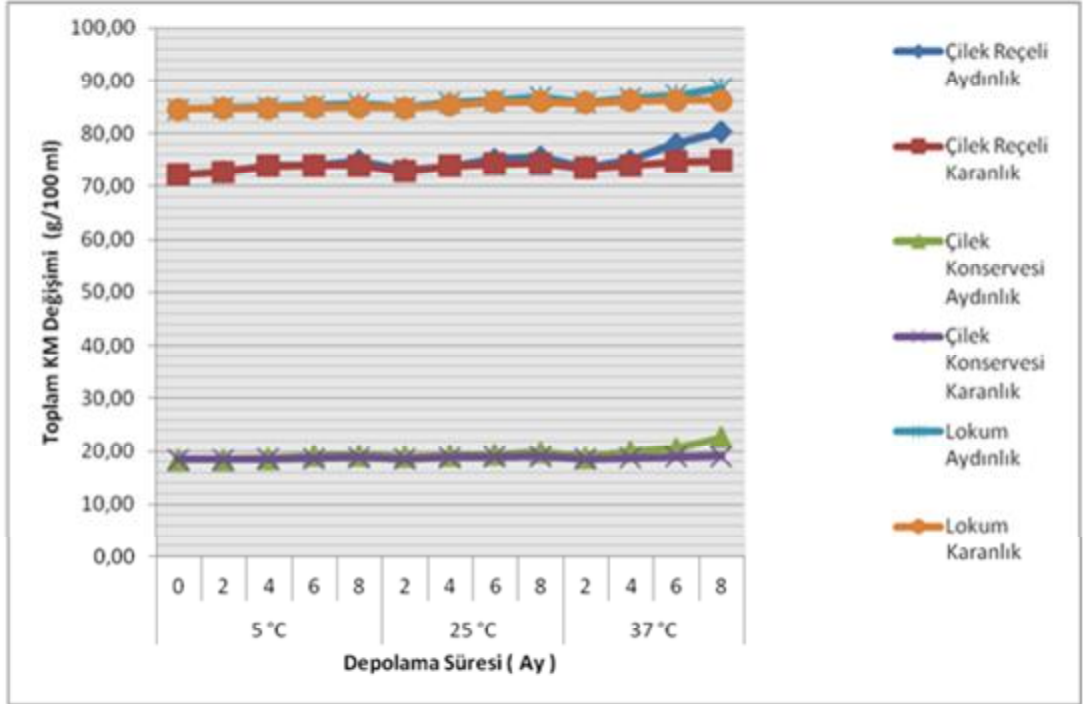
Kontrol ve SDE ilavesi ile hazırlanmış 5°, 25° ve 37°C sıcaklıklarda 8 ay boyunca depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmaları sonucunda toplam kuru madde miktarlarında meydana gelen değişim Çizelge 4.7, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam kuru madde (g/100ml) değerleri

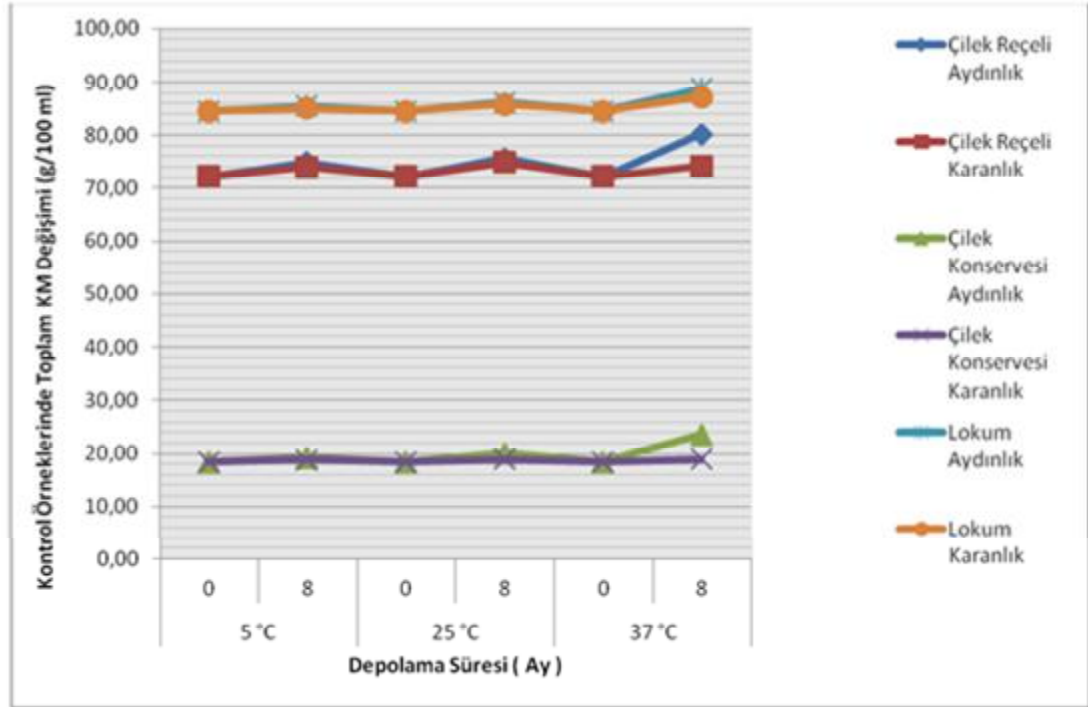
Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Çilek Reçeli		Çilek Konservesi		Lokum	
		Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık
5	kontrol (0)	72,16 ^c	72,16 ^c	18,36 ^{ab}	18,36 ^{ab}	84,51 ^{ab}	84,51 ^{ab}
	0	72,16 ^c	72,16 ^c	18,36 ^{ab}	18,36 ^{ab}	84,51 ^{ab}	84,51 ^{ab}
	2	72,85 ^{bc}	72,74 ^{bc}	18,41 ^{ab}	18,45 ^{ab}	84,87 ^{ab}	84,62 ^{ab}
	4	73,98 ^{bc}	73,81 ^{bc}	18,57 ^{ab}	18,55 ^{ab}	84,99 ^{ab}	84,70 ^{ab}
	6	74,10 ^{bc}	73,94 ^{bc}	19,12 ^{ab}	18,61 ^{ab}	85,16 ^{ab}	84,88 ^{ab}
	8	74,35 ^{bc}	73,95 ^{bc}	19,24 ^{ab}	18,86 ^{ab}	85,52 ^{ab}	84,96 ^{ab}
	kontrol (8)	74,87 ^{abc}	73,92 ^{bc}	19,25 ^{ab}	18,85 ^{ab}	85,44 ^{ab}	85,00 ^{ab}
25	kontrol (0)	72,16 ^c	72,16 ^c	18,36 ^{ab}	18,36 ^{ab}	84,51 ^{ab}	84,51 ^{ab}
	0	72,16 ^c	72,16 ^c	18,36 ^{ab}	18,36 ^{ab}	84,51 ^{ab}	84,51 ^{ab}
	2	73,25 ^{bc}	72,78 ^{bc}	18,92 ^{ab}	18,46 ^{ab}	84,89 ^{ab}	84,77 ^{ab}
	4	73,89 ^{bc}	73,87 ^{bc}	19,16 ^{ab}	18,82 ^{ab}	80,76 ^b	85,23 ^{ab}
	6	75,22 ^{abc}	74,32 ^{bc}	19,34 ^{ab}	18,95 ^{ab}	86,21 ^{ab}	85,90 ^{ab}
	8	75,65 ^{abc}	74,36 ^{bc}	19,82 ^{ab}	19,02 ^{ab}	86,85 ^{ab}	85,92 ^{ab}
	kontrol (8)	75,62 ^{abc}	74,86 ^{abc}	20,02 ^{ab}	18,92 ^{ab}	86,22 ^{ab}	85,75 ^{ab}
37	kontrol (0)	72,16 ^c	72,16 ^c	18,36 ^{ab}	18,36 ^{ab}	84,51 ^{ab}	84,51 ^{ab}
	0	72,16 ^c	72,16 ^c	18,36 ^{ab}	18,36 ^{ab}	84,51 ^{ab}	84,51 ^{ab}
	2	73,65 ^{bc}	73,47 ^{bc}	18,80 ^{ab}	18,52 ^{ab}	85,78 ^{ab}	85,65 ^{ab}
	4	74,96 ^{abc}	73,99 ^{bc}	19,95 ^{ab}	18,70 ^{ab}	86,65 ^{ab}	87,68 ^a
	6	78,15 ^{ab}	74,73 ^{abc}	20,62 ^a	18,92 ^{ab}	87,16 ^{ab}	86,15 ^{ab}
	8	80,25 ^a	74,90 ^{abc}	22,65 ^a	18,98 ^{ab}	88,45 ^a	86,16 ^{ab}
	kontrol (8)	80,20 ^a	72,16 ^{bc}	18,36 ^{ab}	18,94 ^{ab}	88,75 ^a	84,51 ^{ab}
	SEM		0,95		0,94		1,10

^{a,b,c,d,e} Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam kuru madde değerleri depolama başlangıcında sırasıyla % 72.16, 18.36 ve 84.51'dir. 5°C'de depolanan örneklerde bu değerler depolama sonunda sırasıyla % 74.87, 19.25 ve 85.44, 25°C'de depolanan örneklerde % 75.65, 19.82 ve 86.85, 37°C'de depolananlarda % 80.25, 22.65 ve 88.45 olarak tespit edilmiştir. Buna göre 5°, 25° ve 37°C'deki aydınlık ve karanlık şartlardaki depolamalarda çilek reçeli ve çilek konservesinde toplam kuru madde miktarları artarken lokum örneklerinde aydınlık ve karanlık şartlarda önemli bir değişim olmamıştır. Kontrol örneklerindedede benzer durum tespit edilmiştir. Fakat bu artış özellikle 37°C'de ve aydınlık şartlarda daha fazla olmuştur.



Şekil 4.7. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam kuru madde (g/100ml) miktarındaki değişimler



Şekil 4.8. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin toplam kuru madde (g/100ml) miktarındaki değişimler

Çilek reçeli örneklerinde sadece ışık-sıcaklık interaksiyonunun toplam kuru madde miktarı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuş olup ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonlarının toplam kuru madde miktarı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Çilek konservesi ve lokum örneklerinde ise ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonunun toplam kuru madde miktarı üzerindeki etkisinin önemsiz ($p > 0.05$) olduğu saptanmıştır.

4.6. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların esmerleşme indisi miktarlarında meydana gelen değişimler

Kontrol ve SDE ilavesi ile hazırlanmış çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmaları sonucunda esmerleşme indisi miktarlarında meydana gelen değişim Çizelge 4.8, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların esmerleşme indisi (mg/g) değerleri

Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Çilek Reçeli		Çilek Konservesi		Lokum	
		Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık
5	kontrol (0)	9,25 ^f	9,25 ^f	9,10 ^{mn}	9,10 ^{mn}	3,10 ^b	3,10 ^b
	0	9,25 ^f	9,25 ^f	9,10 ^{mn}	9,10 ^{mn}	3,10 ^b	3,10 ^b
	2	9,50 ^{ef}	9,20 ^f	9,25 ^{klmn}	9,15 ^{lmn}	3,30 ^b	3,16 ^b
	4	9,75 ^{def}	9,50 ^{ef}	9,32 ^{ijklmn}	9,20 ^{lmn}	3,45 ^b	3,22 ^b
	6	10,10 ^{def}	10,00 ^{def}	9,45 ^{hijkl}	9,35 ^{ijklmn}	3,50 ^b	3,39 ^b
	8	11,20 ^{cdef}	11,00 ^{cdef}	9,74 ^{efgh}	9,48 ^{hijkl}	3,80 ^b	3,64 ^b
	kontrol (8)	11,14 ^{cdef}	10,96 ^{cdef}	9,68 ^{fghi}	9,42 ^{hijklm}	3,78 ^b	3,62 ^b
25	kontrol (0)	9,25 ^f	9,25 ^f	9,10 ^{mn}	9,10 ^{mn}	3,10 ^b	3,10 ^b
	0	9,25 ^f	9,25 ^f	9,10 ^{mn}	9,10 ^{mn}	3,10 ^b	3,10 ^b
	2	10,12 ^{def}	9,50 ^{ef}	9,36 ^{ijklmn}	9,24 ^{klmn}	3,35 ^b	3,20 ^b
	4	10,80 ^{def}	10,20 ^{def}	9,48 ^{hijkl}	9,30 ^{ijklmn}	3,68 ^b	3,42 ^b
	6	11,45 ^{cdef}	10,30 ^{def}	10,24 ^d	9,62 ^{ghij}	4,12 ^b	3,50 ^b
	8	12,26 ^{cde}	11,10 ^{cdef}	11,56 ^c	9,98 ^{def}	4,28 ^b	3,54 ^b
	kontrol (8)	12,24 ^{cde}	12,12 ^{cdef}	11,46 ^c	9,94 ^{defg}	4,34 ^b	3,60 ^b
37	kontrol (0)	9,25 ^f	9,25 ^f	9,10 ^{mn}	9,10 ^{mn}	3,10 ^b	3,10 ^b
	0	9,25 ^f	9,25 ^f	9,10	9,10	3,10 ^b	3,10 ^b
	2	10,25 ^{def}	10,10 ^{def}	9,42 ^{hijklm}	9,28 ^{ijklmn}	3,42 ^b	3,24 ^b
	4	10,34 ^{def}	10,25 ^{def}	9,68 ^{fghi}	9,32 ^{ijklmn}	3,65 ^b	3,76 ^b
	6	13,80 ^{abc}	11,41 ^{cdef}	12,40 ^b	9,56 ^{hijk}	5,78 ^a	3,84 ^b
	8	15,20 ^{ab}	11,75 ^{cdef}	14,48 ^a	10,04 ^{de}	6,45 ^a	4,16 ^b
	kontrol (8)	16,18 ^a	12,62 ^{bcd}	14,35 ^a	10,20 ^d	6,44 ^a	4,35 ^b
	SEM		0,49		0,06		0,24

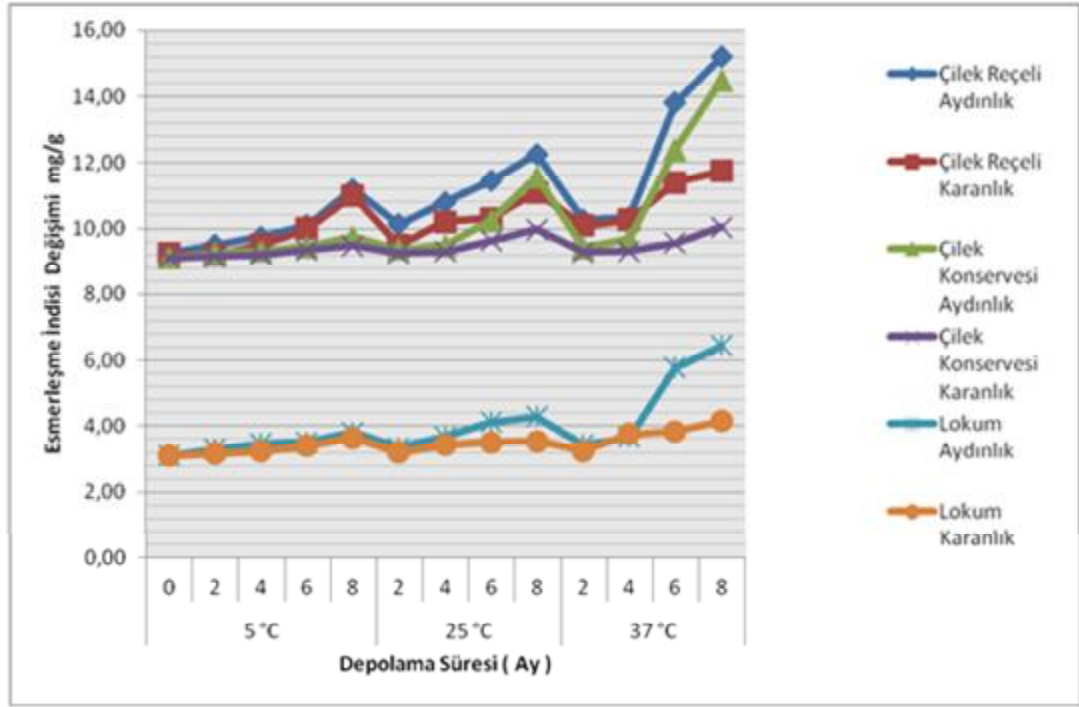
a,b,c,d,e Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Renk esmerleşmesi, ürünlerin başlıca kalite ölçütlerinden birisidir. Kaliteyi olumsuz yönde etkileyen bu değişimin minimum düzeyde tutulması gereklidir. Bu değişmeye yol açan iki tepkimeden birisi enzimatik oksidasyon, diğeri ise kimyasal esmerleşmedir. Kimyasal esmerleşme daha çok depolama sıcaklığı ve süresi ile

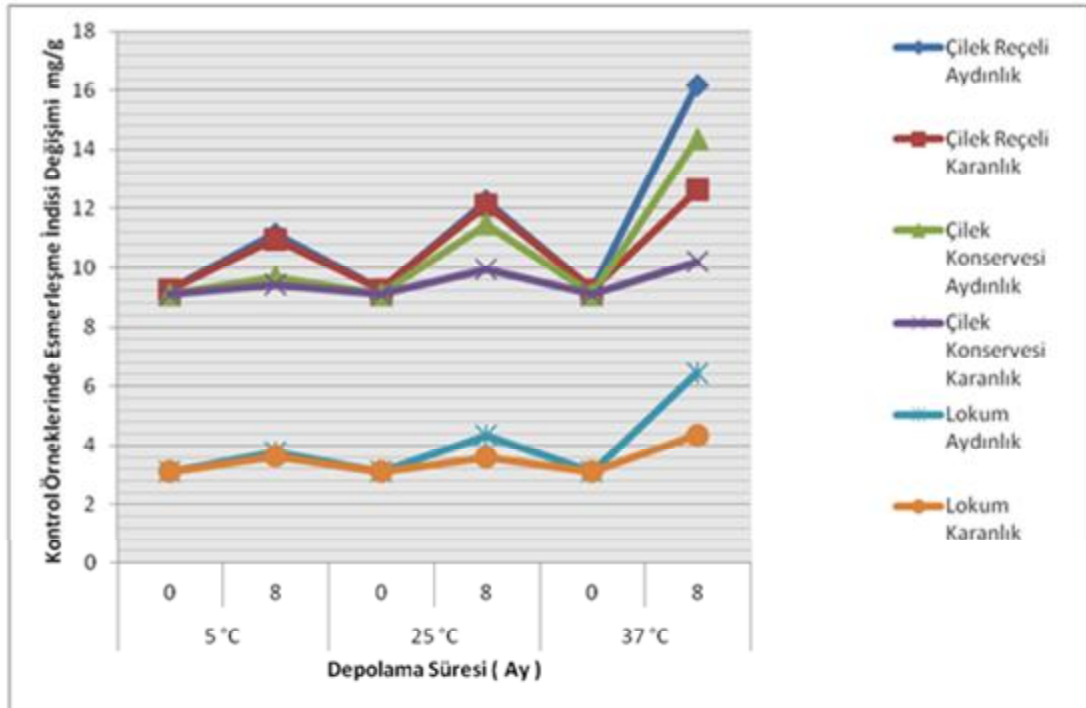
ilişkilidir. Buna karşılık enzimatik esmerleşme özellikle proses sırasında ortaya çıkmaktadır (Eskin ve ark., 1976; Ekşi, 1989).

Esmerleşme indisi değerlerindeki değişim incelendiğinde, en yüksek Eİ değerinin 9.25 mg/g ile çilek reçeline ait olduğu, en düşük Eİ değerinin ise 3.10 mg/g ile lokum örneklerine ait bulunduğu gözlenmiştir. Kontrol örnekleri içinde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Depolama süresi ve sıcaklık arttıkça, çilek reçeli ve konservesi örneklerinde Eİ değerlerinde artış gözlenmiştir. Bu artış genelde altıncı ayda daha belirgin hale gelirken özellikle 37 °C 'de ve aydınlık şartlarda 2. aydan itibaren daha hızlı gerçekleşmiştir. Lokum örneklerinin 5°, 25° ve 37 °C'de depolanması boyunca Eİ değerlerinde değişme olduğu fakat bu değişimin istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli olmadığı belirlenmiştir. Şekil 4.9 ve 4.10'dan da görülebileceği gibi nem içeriği, sıcaklık ve ışık ile esmerleşme oranı arasında doğrusal bir ilişki olduğu, bu etkenlerde meydana gelen artışa paralel olarak esmerleşme indisinde de artış meydana geldiği belirlenmiştir.

Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokum örneklerinde ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonlarının esmerleşme indisi miktarı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.9. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların esmerleşme indisi (mg/g) miktarındaki değişimler



Şekil 4.10. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin esmerleşme indisi (mg/g) miktarındaki değişimler

4.7. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların hidrosimetilfurfural miktarlarında meydana gelen değişimler

Kontrol ve SDE ilavesi ile hazırlanmış çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmaları sonucunda hidrosimetilfurfural miktarlarında meydana gelen değişim Çizelge 4.9, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların hidrosimetilfurfural(mg/kg) değerleri

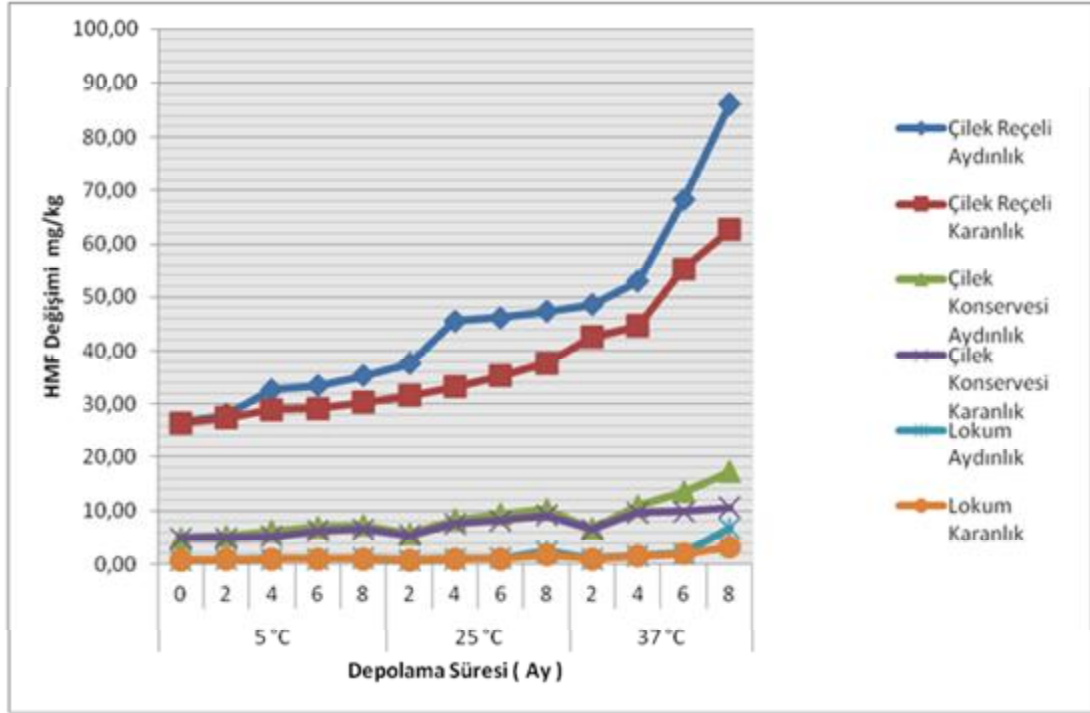
Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Çilek Reçeli		Çilek Konservesi		Lokum	
		Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık
5	kontrol (0)	22,45 ^{ab}	22,45 ^{ab}	3,9 ^x	3,9 ^x	0,12 ^m	0,12 ^m
	0	26,49 ^z	26,49 ^z	4,86 ^w	4,86 ^w	0,72 ^{ijk}	0,72 ^{ijk}
	2	28,07 ^x	27,39 ^y	5,30 ^{uv}	4,92 ^w	0,86 ^{hij}	0,84 ^{hij}
	4	32,66 ^s	28,99 ^w	6,23 ^{rs}	5,25 ^v	0,95 ^{hi}	0,94 ^{hi}
	6	33,45 ^r	29,21 ^w	6,98 ^p	6,29 ^r	0,98 ^{hi}	0,98 ^{hi}
	8	35,24 ^q	30,26 ^u	7,25 ^o	6,56 ^q	1,10 ^{gh}	0,98
	kontrol (8)	29,75 ^v	24,36 ^{aa}	6,1 ^s	5,74 ^t	0,2 ^{lm}	0,18 ^{lm}
25	kontrol (0)	22,45 ^{ab}	22,45 ^{ab}	3,9 ^x	3,9 ^x	0,12 ^m	0,12 ^m
	0	26,49 ^z	26,49 ^z	4,86 ^w	4,86 ^w	0,72 ^{ijk}	0,72 ^{ijk}
	2	37,53 ^o	31,53 ^t	5,76 ^t	5,47 ^u	0,73 ^{ijk}	0,72 ^{ijk}
	4	45,52 ^k	33,24 ^r	8,32 ^{lm}	7,65 ⁿ	0,99 ^{hi}	0,96 ^{hi}
	6	46,12 ^j	35,23 ^q	9,40 ^j	8,21 ^m	1,02 ^{hi}	1,00 ^{hi}
	8	47,28 ⁱ	37,63 ^o	10,25 ^f	9,12 ^k	2,40 ^c	1,64 ^{def}
	kontrol (8)	39,56 ⁿ	35,54 ^p	9,56 ^{ij}	8,5 ^l	0,32 ^{lm}	0,23 ^{lm}
37	kontrol (0)	22,45 ^{ab}	22,45 ^{ab}	3,9 ^x	3,9 ^x	0,12 ^{ijkl}	0,12 ^m
	0	26,49 ^z	26,49 ^z	4,86 ^w	4,86 ^w	0,72 ^{ijk}	0,72 ^{ijk}
	2	48,57 ^h	42,51 ^m	6,63 ^q	6,54 ^q	0,96 ^{hi}	0,95 ^{hi}
	4	52,89 ^g	44,57 ^l	10,87 ^d	9,65 ^{hi}	1,56 ^{ef}	1,45 ^{fg}
	6	68,24 ^b	55,25 ^e	13,50 ^c	9,88 ^g	1,99 ^d	1,85 ^{de}
	8	86,23 ^a	62,65 ^d	17,24 ^a	10,65 ^e	6,82 ^a	3,28 ^b
	kontrol (8)	65,52 ^c	54,54 ^f	14,87 ^b	9,76 ^{gh}	0,4 ^{klm}	0,35 ^{lm}
	SEM	0,05		0,03		0,06	

^{a,b,c,d,e} Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

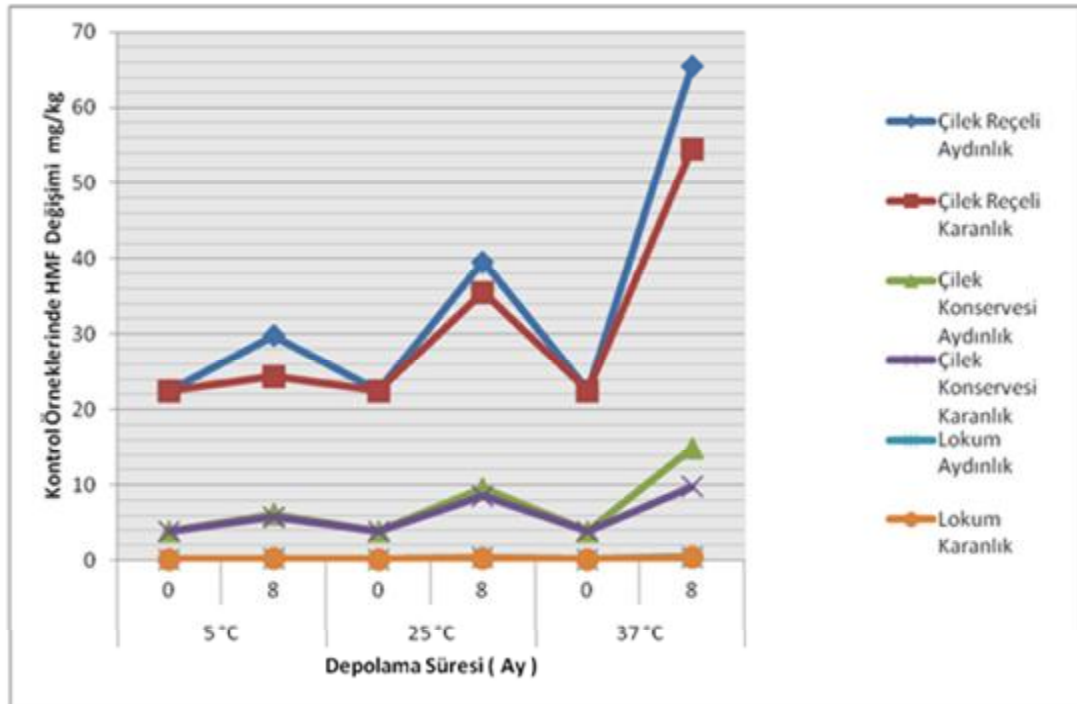
HMF, üretimde ve depolamada gösterilen özenin bir belirtisi olarak önemli bir kalite indeksidir. Üretimde yüksek ısı uygulamasının, depolama süresinde sıcaklığın yüksek tutulduğunun da bir belirteçidir. HMF oluşumunu teşvik eden en önemli etkenler sıcaklık ve süredir. Bu nedenle, depolama süresince HMF oluşumunun sınırlandırılması amacıyla örneklerin proses sıcaklığından sonra soğutulularak bekletilmesi işlemi ve düşük depo sıcaklıklarında tutulması gerekmektedir. Depolama sıcaklığı ve süresince HMF miktarındaki artışla ürünlerin duyuşal değerindeki azalış arasında bir ilişki olup, HMF artışının tüketicilerin beğenisinde azalmaya neden olduğu düşünölmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2004).

Bu durumda elde edilen veriler incelendiğinde, genel olarak kontrol ve SDE ile renklendirilmiş örneklerin HMF miktarlarında artış gözlenmiştir fakat 5 °C'de depolanan kontrol ve örneklerde HMF miktarının 25° ve 37 °C'ye göre çok düşük değerlerde bulunduğu gözlemlenmiş ve istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlar, düşük depolama sıcaklığının HMF oluşumunu önlemedeki önemini açıkça ortaya koymaktadır. Depolama süresinin ve sıcaklığın artmasıyla her üç örnekte HMF miktarında artış gözlenmiştir fakat bu artış özellikle reçellerde daha fazla olmuştur. Yapılan benzer çalışmalarda da depolama sıcaklığının HMF miktarını arttırdığı bildirilmektedir (Burdurlu and Karadeniz 2003, Rada-Mendoza et al. 2004). Diğer bir çalışmada, 20° ve 35°C sıcaklıklarda 12 ay boyunca depolanan şeftali reçelinde başlangıçta 6 mg kg⁻¹ olan HMF miktarı 20°C'deki depolama sonunda 25 mg kg⁻¹'a, 35°C'deki depolama sonunda ise 352 mg kg⁻¹'a ulaşmıştır (Rada-Mendoza et al. 2004). Depolama sürelerinin farklı olması dikkate alınarak değerler bizim sonuçlarla karşılaştırıldığında 25°C'de depolama sonunda çilek reçelindeki HMF miktarı literatürdeki değere yakınken 37°C'deki HMF miktarı literatüre göre daha düşük bulunmuştur. Bu farklılıkların çeşitlerin ve depolama sürelerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünölmektedir.

Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokum örneklerinde ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonlarının HMF miktarı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli (p<0.05) olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.11. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların hidrosimetilfurfural (mg/kg) miktarındaki değişimler



Şekil 4.12. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin hidrosimetilfurfural (mg/kg) miktarındaki değişimler

4.8. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam monometrik antosiyanin miktarlarında meydana gelen değişimler

Araştırmada SDE'lar ile renklendirilen çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların 5°, 25° ve 37°C sıcaklıklarda depolanması sonucunda antosiyanin miktarlarında meydana gelen değişimler sırasıyla Çizelge 4.10'da, Şekil 4.13'de ve Şekil 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam monometrik antosiyanin (mg/kg) değerleri

Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Çilek Reçeli		Çilek Konservesi		Lokum	
		Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık
5	kontrol (0)	110,20 ⁿ	110,20 ⁿ	90,25 ^p	90,25 ^p	----	----
	0	220,18 ^a	220,18 ^a	150,24 ^a	150,24 ^a	75,50 ^a	75,50 ^a
	2	218,28 ^{abc}	219,65 ^{ab}	148,52 ^{bc}	149,12 ^b	74,52 ^b	74,68 ^b
	4	215,23 ^{bc}	217,36 ^{abc}	147,21 ^{de}	148,32 ^{bc}	72,86 ^c	73,21 ^c
	6	209,87 ^{de}	215,87 ^{abc}	146,54 ^e	147,65 ^{cd}	72,21 ^{de}	72,69 ^{cd}
	8	208,25 ^{ef}	213,65 ^{cd}	146,26 ^e	147,62 ^{cd}	72,00 ^{ef}	72,65 ^{cd}
	kontrol (8)	101,45 ^o	105,64 ^{mo}	78,46 ^s	88,96 ^q	----	----
25	kontrol (0)	110,20 ⁿ	110,20 ⁿ	90,25 ^p	90,25 ^p	----	----
	0	220,18 ^a	220,18 ^a	150,24 ^a	150,24 ^a	75,50 ^a	75,50 ^a
	2	207,41 ^{ef}	209,98 ^{de}	146,25 ^e	147,69 ^{cd}	73,23 ^c	74,54 ^b
	4	204,45 ^{fg}	206,32 ^{ef}	143,14 ^g	146,85 ^{de}	71,75 ^{efg}	73,21 ^c
	6	197,12 ^h	199,65 ^h	131,87 ^j	138,74 ^h	69,45 ⁱ	72,87 ^c
	8	186,28 ^{ij}	197,26 ^h	129,85 ^k	135,25 ⁱ	69,32 ⁱ	71,36 ^{gh}
	kontrol (8)	78,74 ^q	91,25 ^p	75,26 ^t	80,14 ^r	----	----
37	kontrol (0)	110,20 ⁿ	110,20 ⁿ	90,25 ^p	90,25 ^p	----	----
	0	220,18 ^a	220,18 ^a	150,24 ^a	150,24 ^a	75,50 ^a	75,50 ^a
	2	198,21 ^h	199,87 ^{gh}	144,12 ^f	142,56 ^g	71,54 ^{fgh}	72,65 ^c
	4	190,98 ⁱ	188,54 ⁱ	121,23 ^l	139,65 ^h	69,12 ^{ij}	71,00 ^h
	6	148,21 ^l	182,21 ^j	105,87 ⁿ	131,45 ^j	67,12 ^k	68,54 ^j
	8	125,00 ^m	168,20 ^k	94,65 ^o	118,65 ^m	33,65 ^m	65,85 ^l
	kontrol (8)	49,62 ^q	74,74 ^q	55,35 ^u	77,68 ^s	----	----
	SEM	0,79		0,16		0,10	

^{a,b,c,d,e} Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Antosiyaninler, meyve ve sebzelerin kendine özgü kırmızıdan mora kadar değişen tonlarda çeşitli renklerini veren, suda çözünebilir nitelikteki doğal renk maddeleridir. Antosiyanin içeren ürünlerin renk stabilitesi, sıcaklık, askorbik asit, şekerler bileşenleri, oksijen, pH gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Pigmentlerin degradasyonu ürünlerin renginin bozulmasına sebep olur. Antosiyanin içeren ürünlerde uygulanan işleme sıcaklığının, depolama sıcaklık ve süresinin antosiyanin parçalanmasında önemli etkileri vardır. Ayrıca oksijen bu etkiyi artırmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2004). Ortamdaki oksijen, askorbik asit ve HMF de antosiyaninin parçalanmasında olumsuz etkileri olan bileşiklerdir. Bu nedenle antosiyanin, az miktarda askorbik asit içeren meyvelerde, çilek gibi fazla miktarda askorbik asit içeren meyvelerden daha stabildir. Sonuç olarak antosiyaninler ortamın pH değeri, ortamdaki askorbik asit, HMF gibi bileşenler ve sıcaklığın etkisi ile degrade olabilmektedir. Fakat bu faktörler içinde, antosiyaninlerin degradasyonu üzerine en etkili olanı sıcaklıktır. Yüksek sıcaklık etkisinde kalan antosiyanince zengin meyvelerden üretilmiş özellikle reçellerde rengin tamamen bozulmuş olduğu gözlenmektedir. Kimyasal reaksiyonların çoğunda olduğu gibi sıcaklığın yükselmesi ile antosiyaninlerin degradasyon hızı da artmaktadır.

8 ay süreyle 5 °C'de depolanan çilek reçeli kontrol örneğinin toplam monometrik antosiyanin miktarındaki kayıp aydınlıkta % 7.94 iken, karanlıkta % 4.14 olarak saptanmıştır. SDE ile renklendirilen çilek reçelinin antosiyanin miktarındaki kayıplar sırası ile aydınlıkta % 5.42 ve karanlıkta % 2.97 olarak belirlenmiştir. Çilek konservesi kontrol örneğinin 5 °C'de aydınlık ve karanlık şartlarda sırasıyla toplam monometrik antosiyanin miktarındaki kayıp ise % 13.06 iken, karanlıkta % 1.43 olarak saptanmıştır. SDE ile renklendirilen çilek konservesinin antosiyanin miktarındaki kayıplar sırası ile aydınlıkta % 2.65 ve karanlıkta % 1.74 olarak belirlenmiştir. SDE ile renklendirilen lokum örneklerinin toplam antosiyanin madde kayıpları sırası ile aydınlıkta % 4.64 ve karanlıkta % 3.77 olarak belirlenmiştir. Görüldüğü üzere aydınlık ortamda depolanan örneklerdeki antosiyanin miktarındaki parçalanma karanlık ortamda depolanan örneklere göre daha fazladır.

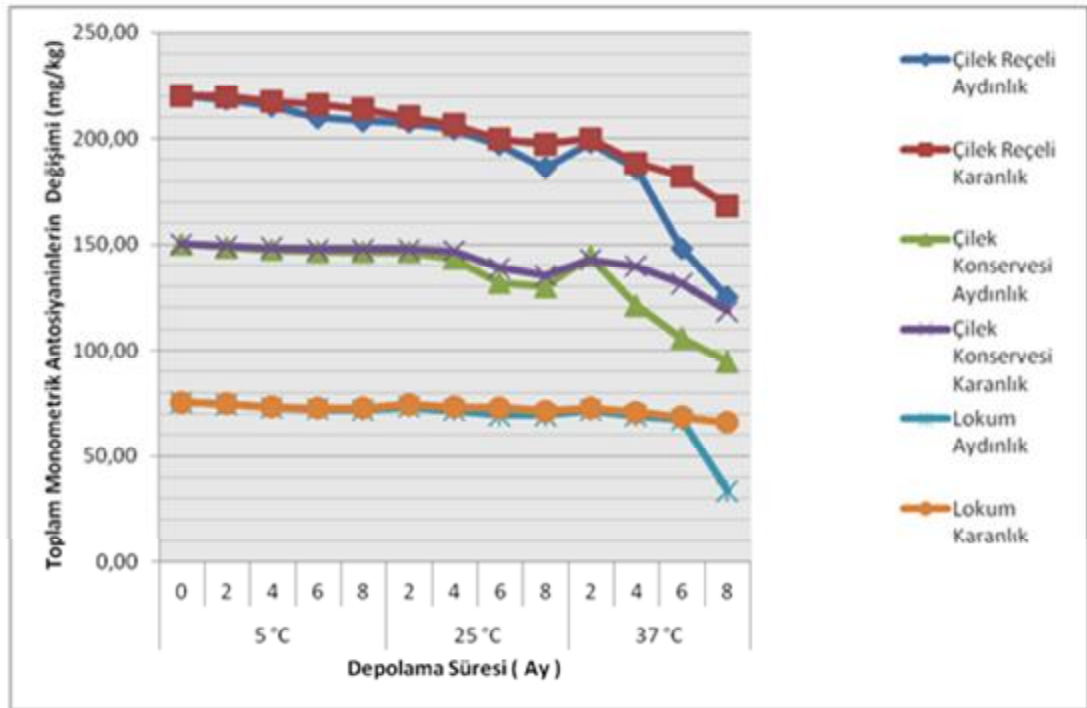
25 °C'de depolanan çilek reçeli kontrol örneğinin toplam antosiyanin kaybı aydınlıkta % 28.55 iken, karanlıkta % 17.20 olarak saptanmıştır. SDE ile renklendirilen çilek reçelinin toplam antosiyanin kayıpları sırası ile aydınlıkta % 15.40 ve karanlıkta % 10.41 olarak belirlenmiştir. Çilek korsesi kontrol örneğinin 25 °C'de aydınlık ve karanlık şartlarda sırasıyla toplam antosiyanin kayıpları ise % 16.61 iken, karanlıkta % 11.20 olarak saptanmıştır. SDE ile renklendirilen çilek korsesinin toplam antosiyanin kayıpları sırası ile aydınlıkta % 13.57 ve karanlıkta % 9.98 olarak belirlenmiştir. SDE ile renklendirilen lokum örneklerinin toplam antosiyanin kayıpları sırası ile aydınlıkta % 8.19 ve karanlıkta % 5.48 olarak belirlenmiştir. Kontrol örneği lokumlar hiçbir katkı içermeyen saf lokum olduklarından doğal olarak toplam antosiyanin analizlerinin yapılmasına gerek duyulmamıştır. Daha önce antosiyanin ortamda bulunmadığından, dolayısıyla ortama renklendirme amacıyla eklenen dut suyu konsantresi miktarının da düşük olduğu görülmektedir. Görüldüğü üzere 5 °C'de depolanan örneklerdeki toplam antosiyanin miktarındaki parçalanma 25 °C'de depolanan örneklere göre daha azdır. Beklendiği gibi 37 °C' de aydınlık şartlarda kısa sürede çok hızlı bir antosiyanin kaybı meydana gelirken, 5 °C' de karanlıkta depolanan örneklerde oldukça yavaş bir antosiyanin kaybı gerçekleşmiştir.

Nitekim ışığın tüm örneklerde sıcaklıktan daha etkili olduğunu ve sıcaklık ve ışıktaki artışa paralel olarak antosiyanin kaybının arttığı görülmektedir. Withy ve ark., (1993)' da , kırmızı ahududu suyu konsantrelerinde antosiyanin kaybının depolama sıcaklığına bağlı olduğunu göstermişlerdir. 20 °C' de 3 ay süreyle depolanan konsantrelerin antosiyanin içeriğinde % 80.4 kayıp olduğu saptanırken, – 20°C' de depolamada kayıp oranı yalnızca % 3.1 düzeyinde kalmıştır. Yine farklı bir çalışmada farklı sıcaklıklarda depolanan nar suyunda antosiyaninlerin degradasyonunu inceleyen Marti ve ark., (2001) ise , 25 °C' de 2 aylık depolama sonunda nar suyundaki antosiyaninlerin % 99' unun parçalandığını, buna karşın 5 °C' de 5 aylık depolama sonunda antosiyanin içeriğinde % 80' lik bir kayıp olduğunu saptamışlardır. Farklı sıcaklıklarda depolanan çilek reçellerinde antosiyaninlerin degradasyonunu inceleyen Garcia-Viguera ve ark., (1999), 37 °C' de depolama boyunca örneklerin antosiyanin içeriğinde çok hızlı bir azalma olduğunu, 20 °C' de ise antosiyaninlerin degradasyonunun çok daha yavaş gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Nitekim, çilek

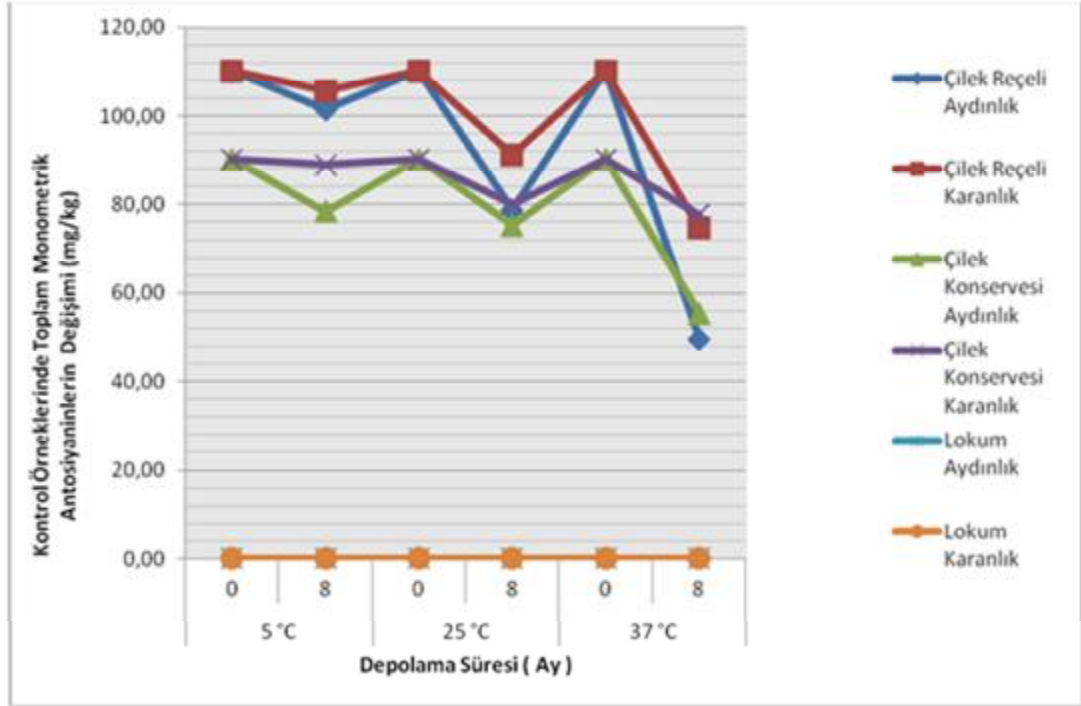
reçellerinde 20 °C' de 5 aylık depolama sonunda toplam antosiyanin içeriğinde % 93.3–96.3'lük bir kayıp olduğu, buna karşın 37°C' de yalnızca 33 günlük depolama sonunda antosiyanin içeriğinde % 91.4–95.5' lik bir kayıp olduğu saptanmıştır.

Diğer yandan, kontrol örneklerinde her iki üründede 37 °C' de ve aydınlık şartlarda depolanan örneklerde antosiyaninlerin parçalanması o kadar hızlı gerçekleşmiştir ki, siyah dut konsantresi eklenmesinin ürün rengini ne kadar uzun süre koruyabildiği açıkça görülmektedir. Bunun anlamı ise, siyah dut antosiyaninlerinin çilek antosiyaninlerine göre daha stabil olduğudur.

Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokum örneklerinde ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonlarının toplam monometrik antosiyanin miktarı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.13. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam monometrik antosiyanin (mg/kg) miktarındaki değişimler



Şekil 4.14. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin toplam monometrik antosiyanin (mg/kg) miktarındaki değişimler

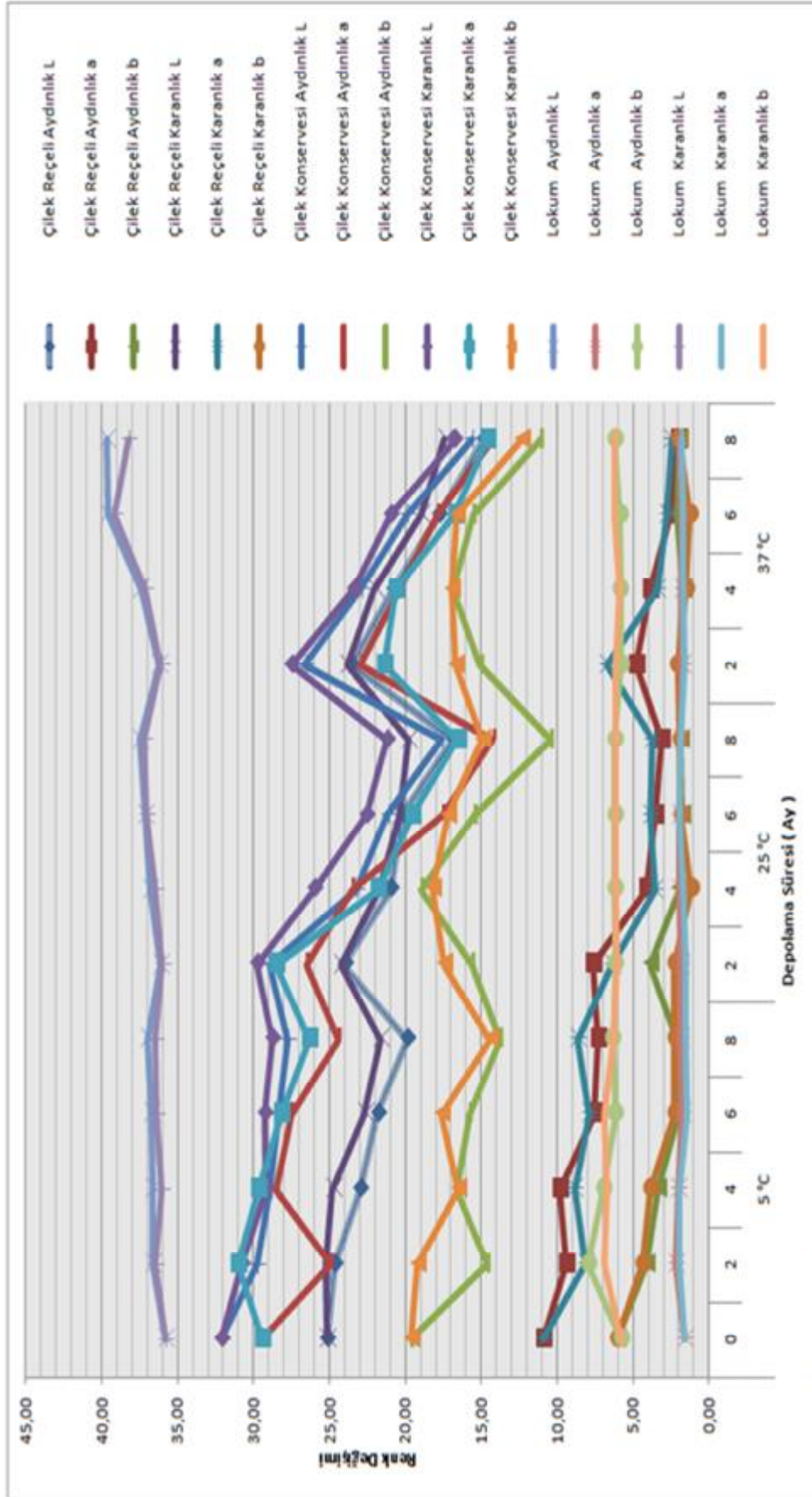
4.9. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların renginde meydana gelen değişimler

Kontrol ve SDE ilavesi ile hazırlanmış çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmaları sonucunda renk parametrelerinde meydana gelen değişim Çizelge 4.11, Şekil 4.15 ve 4.16'da verilmiştir.

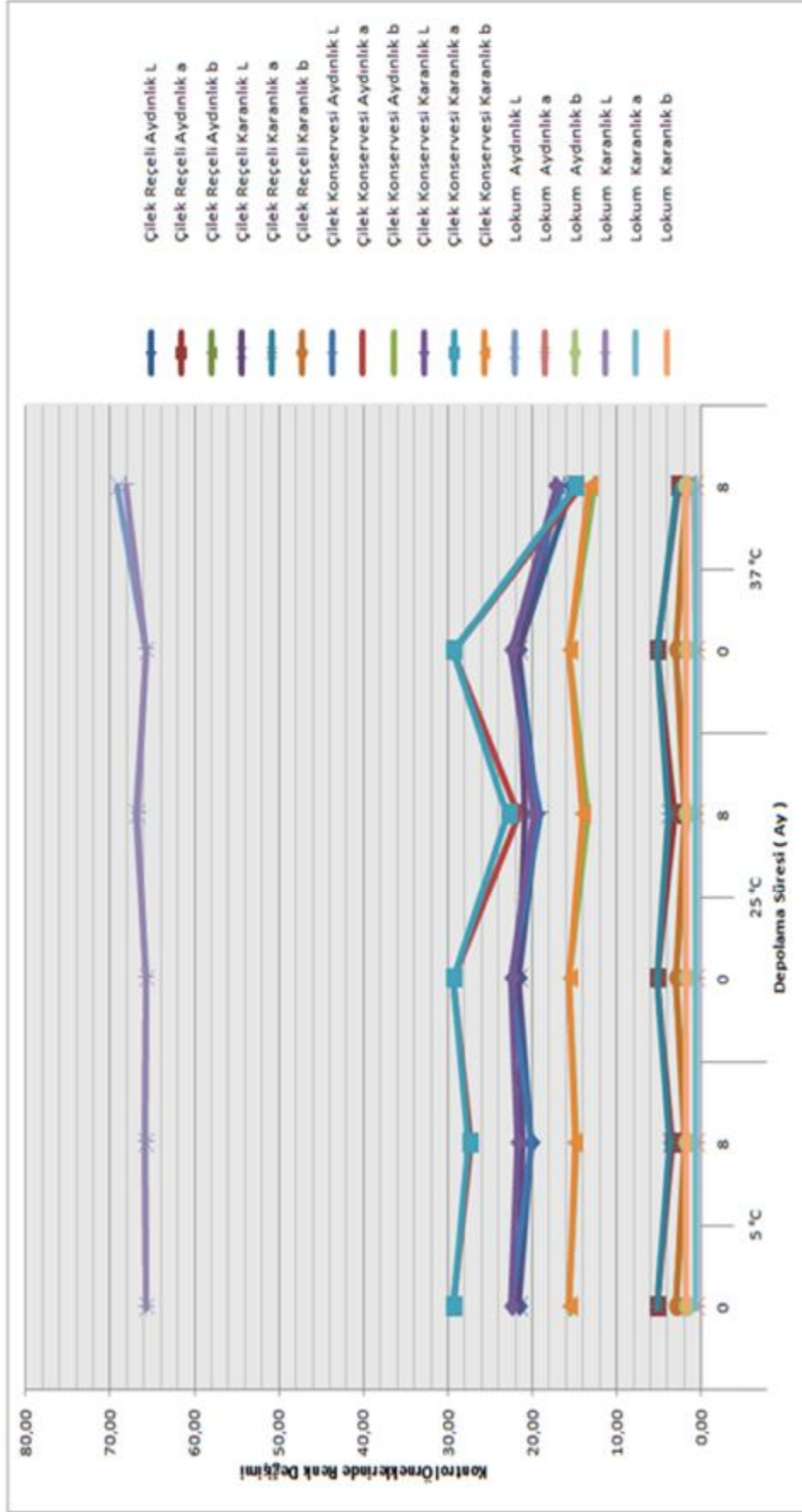
Çizelge 4.11. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların renk değerleri

Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Çilek Reçeli						Çilek Konservesi						Lokum					
		Aydımlık		Karamlık		Aydımlık		Karamlık		Aydımlık		Karamlık		Aydımlık		Karamlık			
		L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
5	İlk kontrol	21,60 ^a	5,30 ^a	3,05 ^a	21,60 ^a	5,30 ^a	3,05 ^a	22,50 ^{abc}	29,44 ^a	15,62 ^{bc}	22,50 ^{abc}	29,44 ^a	15,62 ^{bc}	65,80 ^a	0,65 ^a	1,79	65,80 ^a	0,65 ^a	1,79 ^a
	0	25,19 ^{ab}	10,92 ^a	6,05 ^a	25,19 ^{ab}	10,92 ^a	6,05 ^a	32,11 ^a	29,44 ^a	19,63 ^a	32,11 ^a	29,39 ^a	19,63 ^a	35,80	1,65 ^{abc}	5,79 ^a	35,80 ^a	1,65 ^{abc}	5,79 ^a
	2	24,67 ^{ab}	9,43 ^a	4,14 ^a	25,22 ^a	8,17 ^a	4,39 ^a	29,81 ^{ab}	24,95 ^a	14,63 ^{bc}	30,79 ^{ab}	31,06 ^a	19,18 ^{ab}	36,64 ^{ab}	2,22 ^a	7,97 ^a	36,51 ^{abc}	1,94 ^{abc}	6,88 ^a
	4	22,97 ^a	9,83 ^a	3,40 ^a	24,82 ^{ab}	8,86 ^a	3,89 ^a	28,90 ^{abc}	28,52 ^a	16,66 ^{bc}	29,17 ^{abc}	29,69 ^a	16,50 ^{abc}	36,65 ^{ab}	2,02 ^a	6,97 ^a	36,08 ^a	1,99 ^a	6,77 ^a
	6	21,86 ^a	7,56 ^a	2,00 ^{abc}	22,71 ^a	7,87 ^a	2,25 ^{bc}	28,31 ^{abc}	27,51 ^a	15,76 ^{bc}	29,39 ^{abc}	28,20 ^a	17,63 ^{abc}	36,70 ^{ab}	1,79 ^{abc}	6,17 ^{ab}	36,42 ^{ab}	1,47 ^a	6,86 ^a
	8	19,92 ^a	7,32 ^a	2,12 ^{abc}	21,65 ^a	8,64 ^a	2,28 ^{bc}	27,79 ^{abc}	24,42 ^a	13,74 ^{cd}	28,79 ^{abc}	26,35 ^a	14,42 ^{cd}	36,93 ^a	1,89 ^{abc}	6,34 ^a	36,51 ^{abc}	1,52 ^a	6,32 ^a
	Son kontrol	20,14 ^{ab}	3,45 ^a	1,84 ^{abc}	21,14 ^a	3,77 ^a	1,99 ^{abc}	20,15 ^{abc}	27,32 ^a	14,85 ^{bc}	21,74 ^{bc}	27,56 ^a	14,96 ^{bc}	65,89 ^a	0,69 ^a	1,86 ^a	65,87 ^a	0,67 ^a	1,81 ^a
	İlk kontrol	21,60 ^a	5,30 ^a	3,05 ^a	21,60 ^a	5,30 ^a	3,05 ^a	22,50 ^{abc}	29,44 ^a	15,62 ^{bc}	22,50 ^{abc}	29,44 ^a	15,62 ^{bc}	65,80 ^a	0,65 ^a	1,79 ^a	65,80 ^a	0,65 ^a	1,79 ^a
	0	25,19 ^{ab}	10,92 ^a	6,05 ^a	25,19 ^{ab}	10,92 ^a	6,05 ^a	32,11 ^a	29,44 ^a	19,63 ^a	32,11 ^a	29,44 ^a	19,63 ^a	35,80 ^a	1,65 ^{abc}	5,79 ^a	35,80 ^a	1,65 ^{abc}	5,79 ^a
	2	24,05 ^{ab}	7,62 ^a	3,86 ^a	24,28 ^{ab}	6,38 ^a	2,25 ^{bc}	28,91 ^{abc}	26,52 ^a	15,64 ^{bc}	25,24 ^{abc}	28,51 ^a	17,48 ^{ab}	36,13 ^a	1,89 ^{abc}	6,18 ^{ab}	36,02 ^a	1,52 ^a	6,07 ^a
4	20,99 ^a	4,16 ^a	1,99 ^{abc}	21,69 ^a	3,58 ^a	1,18 ^a	23,23 ^{abc}	23,49 ^a	18,98 ^{ab}	25,98 ^{abc}	21,85 ^a	18,17 ^{abc}	36,83 ^a	1,96 ^{ab}	6,21 ^{ab}	36,52 ^{ab}	1,74 ^{ab}	6,12 ^a	
6	20,20 ^{ab}	3,56 ^a	1,79 ^{abc}	20,40 ^a	3,85 ^a	1,87 ^{abc}	21,20 ^{abc}	17,53 ^a	15,42 ^{cd}	22,54 ^{abc}	19,56 ^a	17,21 ^{ab}	37,13 ^a	1,99 ^a	6,22 ^{ab}	37,10 ^a	1,99 ^a	6,15 ^a	
8	16,84 ^a	3,12 ^a	1,84 ^{abc}	19,84 ^{ab}	3,75 ^a	1,95 ^{abc}	17,65 ^{abc}	14,24 ^a	10,45 ^d	21,24 ^{abc}	16,58 ^a	14,96 ^{bc}	37,48 ^a	1,91 ^{abc}	6,23 ^{ab}	37,25 ^{ab}	1,87 ^{abc}	6,18 ^a	
Son kontrol	19,45 ^a	3,13 ^a	1,69 ^{abc}	20,85 ^a	3,95 ^a	1,95 ^{abc}	19,14 ^{abc}	21,65 ^a	11,96 ^{cd}	19,79 ^{abc}	22,95 ^a	14,12 ^{cd}	66,95 ^a	0,71 ^a	1,85 ^a	66,82 ^a	0,69 ^a	1,86 ^a	
25	İlk kontrol	21,60 ^a	5,30 ^a	3,05 ^a	21,60 ^a	5,30 ^a	3,05 ^a	22,50 ^{abc}	29,44 ^a	15,62 ^{bc}	22,50 ^{abc}	29,44 ^a	15,62 ^{bc}	65,80 ^a	0,65 ^a	1,79 ^a	65,80 ^a	0,65 ^a	1,79 ^a
	0	25,19 ^{ab}	10,92 ^a	6,05 ^a	25,19 ^{ab}	10,92 ^a	6,05 ^a	32,11 ^a	29,44 ^a	19,63 ^a	32,11 ^a	29,44 ^a	19,63 ^a	35,80 ^a	1,65 ^{abc}	5,79 ^a	35,80 ^a	1,65 ^{abc}	5,79 ^a
	2	23,61 ^a	4,83 ^a	2,03 ^{abc}	23,81 ^a	6,75 ^a	2,08 ^{abc}	26,65 ^{abc}	22,96 ^a	15,07 ^{cd}	27,52 ^{abc}	21,42 ^a	16,68 ^{abc}	36,22 ^{ab}	1,75 ^{abc}	5,80 ^a	36,12 ^a	1,58 ^{bc}	6,12 ^a
	4	20,83 ^a	3,92 ^a	1,71 ^a	22,03 ^a	3,42 ^a	1,51 ^a	22,96 ^{abc}	20,38 ^a	16,87 ^{abc}	23,43 ^{abc}	20,65 ^a	16,98 ^{abc}	37,44 ^a	1,76 ^{abc}	5,84 ^a	37,14 ^a	1,73 ^{abc}	5,93 ^a
	6	17,80 ^a	2,50 ^a	2,14 ^{abc}	18,98 ^a	2,80 ^a	1,26 ^a	19,91 ^{abc}	17,89 ^a	15,57 ^{cd}	20,98 ^{abc}	16,76 ^a	16,63 ^{abc}	39,62 ^a	1,78 ^{abc}	5,86 ^a	39,14 ^a	1,74 ^{abc}	6,19 ^a
	8	14,85 ^a	2,05 ^a	1,98 ^{abc}	17,45 ^a	2,49 ^a	1,99 ^{abc}	15,65 ^a	14,25 ^a	11,12 ^d	16,74 ^{ab}	14,63 ^a	12,32 ^{abc}	39,66 ^a	1,93 ^{abc}	6,25 ^{ab}	38,24 ^a	1,81 ^{abc}	6,20 ^a
	Son kontrol	18,60 ^a	2,75 ^a	1,71 ^a	16,75 ^a	2,92 ^a	1,90 ^{abc}	16,54 ^{ab}	14,32 ^a	12,65 ^{cd}	17,25 ^{abc}	14,96 ^a	13,20 ^{abc}	69,18 ^a	0,79 ^a	1,98 ^a	68,17 ^a	0,71 ^a	1,87 ^a
	SEM	0,07	0,03	0,03	0,07	0,03	0,03	0,69	0,05	0,23	0,69	0,05	0,23	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03

a, b, c, d, e Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.



Şekil 4.15. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların renk miktarındaki değişimler



Şekil 4.16. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin renk miktarındaki değişimler

CIE L*, a*, b* ölçüm sisteminde (International Commission on Illumination, Vienna, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu, Viyana) L* parlaklığı (L* 100= beyaz, L* 0= siyah), pozitif ve negatif a* değerleri sırası ile kırmızı ve yeşil rengi göstermektedir. Diğer bir renk parametresi olan b* değeri pozitif ise sarı, negatif ise mavi rengi temsil etmektedir.

Kontrol örnekleri arasında lokumun 65.80 değeri ile en yüksek L* değerine sahip olduğu saptanırken, en düşük L* değeri ise 21.60 ile çilek reçeline ait örneklerde tespit edilmiştir. SDE ile renklendirilen çilek reçeli ve konservelerinde L* değeri öncelikle artmış ve depolama sıcaklık ve süresinin uzamasıyla örneklerin L* değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. SDE ile renklendirilen çilek reçeli örneklerinin aydınlıkta 8 ay depolanması sonucunda L* değerinde % 41.05, karanlıkta ise % 33.51 oranında azalma vardır. Çilek konservesi örneklerinin aydınlıkta 8 ay depolanması sonucunda % 51.26, karanlıkta ise % 47.87 oranında azalma vardır. Görüldüğü üzere aydınlık ortamda depolanan örneklerdeki L* değeri miktarındaki parçalanma karanlık ortamda depolanan örneklere göre daha fazladır. L değeri koyuluk ve açıklığın bir ölçütüdür. L değeri düştükçe beyazlaşmanın azaldığı siyahlaşmanın fazlaştığı anlaşılır. Antosiyanince zengin meyvelerde bu renk değerleri daha da belirgin değişikliklere uğramaktadır. Bunun nedeni büyük oranda proses sırasında uygulanan ısıl işlemin etkisi olarak düşünülmektedir. Çünkü yüksek ısıl işlem esmerleşmeye sebep olabilmektedir. HMF oluşumuna bağlı olarak L değerinin azalması, Tosun ve Üstün (2003)'un Zile pekmeziyle yaptıkları depolama çalışmasından elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Fakat lokumda ise L* değeri öncelikle azalmış ve depolama sıcaklık ve süresinin uzamasıyla lokumların L* değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Örnekler arasında en yüksek a* değeri 29.44 ile SDE ile renklendirilen konserve örneklerinde saptanırken, en düşük a* değeri beklendiği üzere 1.65 değeri ile lokum örneklerinde tespit edilmiştir. SDE ile renklendirilen çilek reçeli örneklerinin aydınlıkta 8 ay depolanması sonucunda a* değerinde % 81.23, karanlıkta ise % 77.20 oranında kayıp vardır. Çilek konservesi örneklerinin aydınlıkta 8 ay depolanması sonucunda % 51.60, karanlıkta ise % 50.22 oranında kayıp vardır. Görüldüğü üzere aydınlık ortamda depolanan örneklerdeki a* değeri miktarındaki parçalanma, karanlık ortamda depolanan örneklere göre daha

fazladır. Nitekim sıcaklığın yükselmesiyle de a^* değerindeki kayıpların da arttığı görülmektedir.

Örneklerin kırmızılık değerlerini ifade eden a^* değerlerinde farklı depolama sıcaklık ve süresince dalgalanmalar olmakla birlikte, genel olarak a^* değerlerinin azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bu düşüşün sebebi siyah duta rengini veren antosiyanin pigmentlerinin uygulanan ısıl işlemin süresi ve derecesi yanında depolama periyoduna bağlı olarak degradasyona uğramasıdır. Dolayısıyla, renk değerlerinden özellikle a değerindeki azalışın antosiyanin miktarındaki azalışla paralellik göstermektedir. Ayrıca açıkta pişirme uygulamasına bağlı olarak rengi oluşturan antosiyanin gibi maddelerin oksidasyon sonucu parçalanması da söz konusudur.

Örneklerin b^* değerlerinde de depolama süresince bazı dalgalanmalar belirlenmiş olsa da genel olarak b^* değerlerinin çok az da olsa azalma eğiliminde oldukları saptanmıştır. Garza ve ark., (1999), CIE sistemine göre reçellerde yaptıkları renk ölçümlerinde $+b$ degerinin azaldığını ifade etmişlerdir. En yüksek b^* değerine 19.63 ile SDE ilave edilmiş konserve örnekleri sahip olduğu belirlenirken, en düşük b^* değerinin ise 5.79 degeri ile lokum örneklerine ait olduğu tespit edilmiştir.

Işık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonlarının çilek reçelive lokum örneklerinin L^* , a^* , b^* değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Işık-sıcaklık interaksiyonlarının çilek konservesi örneklerinin L^* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) olduğu bulunmuş olup, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonlarının a^* , b^* değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır.

4.10. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişimler

SDE ilavesi ile hazırlanmış çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmaları sonucunda toplam fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişim Çizelge 4.12, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’de verilmiştir.

Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin kendilerine özgü buruk tadını verenlerini verirler. Bazı fenolik bileşikler ise acı tadın oluşmasında da rol almaktadırlar. Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları, değişik gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi birçok açıdan önem taşımaktadırlar (Cemeroğlu ve ark., 2004).

Çizelge 4.12.’den de görülebileceği gibi çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumları renklendirmek amacıyla ilave edilen SDE’ların toplam fenolik madde miktarlarını önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir. Kontrol grubuna ait çilek reçeli ve çilek konservesi örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 25.50, 20.35 mg GAE/kg iken, kontrol örneği lokumlar hiçbir katkı içermeyen saf lokum olduklarından doğal olarak toplam fenolik madde analizlerinin yapılmasına gerek duyulmamıştır. SDE ile renklendirilen çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam fenolik madde miktarları sırası ile 140.98, 80.23 ve 32.90 mg GAE/kg düzeyindedir. Tüm örneklerde her üç depolama sıcaklığında da SDE'nin ve depolama süresinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

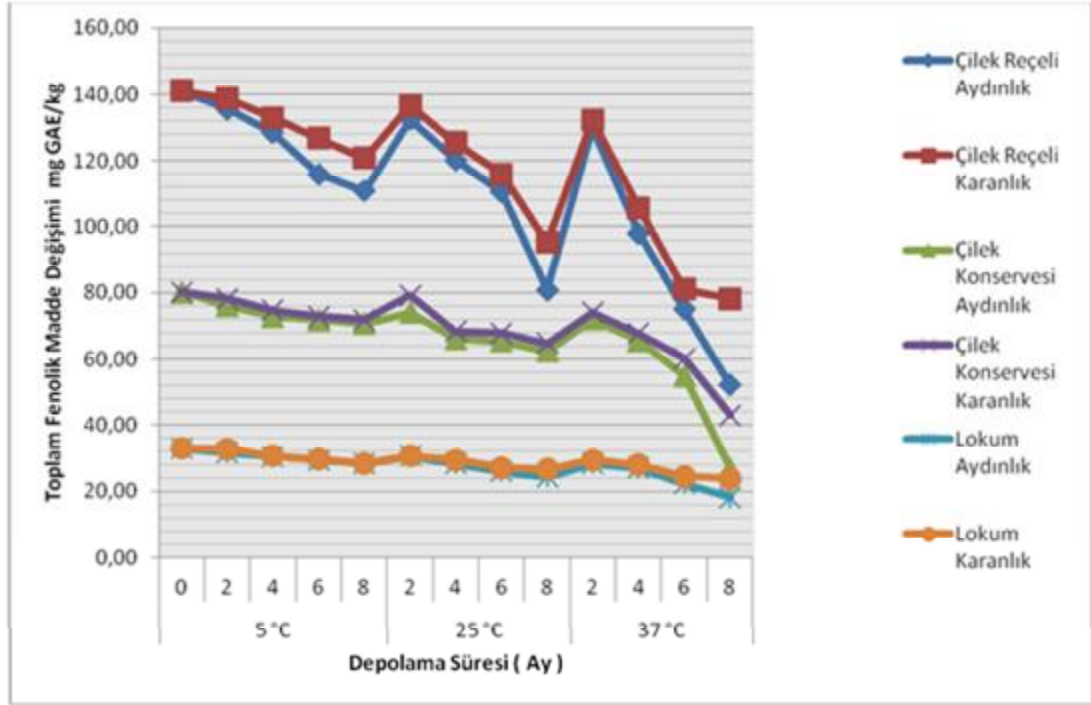
Çizelge 4.12.Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam fenolik madde (mg GAE/kg)değerleri

Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Çilek Reçeli		Çilek Konservesi		Lokum	
		Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık
5	kontrol (0)	25,50 ^w	25,50 ^w	20,35 ^t	20,35 ^t	----	----
	0	140,98 ^a	140,98 ^a	80,23 ^a	80,23 ^a	32,90 ^a	32,90 ^a
	2	135,64 ^d	138,66 ^b	75,98 ^d	78,12 ^c	31,60 ^b	32,78 ^a
	4	128,52 ^h	132,85 ^e	72,95 ^g	74,65 ^e	30,45 ^{cde}	30,65 ^{bc}
	6	115,98 ^m	126,78 ⁱ	71,80 ^h	72,92 ^g	29,35 ^{fg}	29,56 ^{def}
	8	110,94 ⁿ	120,75 ^k	70,75 ⁱ	71,88 ^h	28,28 ^h	28,47 ^{gh}
	kontrol (8)	19,92 ^z	21,98 ^x	18,75 ^v	19,92 ^u	----	----
25	kontrol (0)	25,50 ^w	25,50 ^w	20,35 ^t	20,35 ^t	----	----
	0	140,98 ^a	140,98 ^a	80,23 ^a	80,23 ^a	32,90 ^a	32,90 ^a
	2	132,45 ^f	136,65 ^c	74,06 ^f	79,11 ^b	30,50 ^{cd}	30,65 ^{bc}
	4	120,32 ^l	125,45 ^j	66,20 ^l	68,32 ^j	28,32 ^h	29,47 ^{ef}
	6	110,54 ^o	115,98 ^m	65,42 ^m	67,83 ^k	26,00 ^k	27,12 ^{ij}
	8	80,89 ^s	95,25 ^r	62,35 ^o	64,68 ⁿ	24,24 ^l	26,64 ^{jk}
	kontrol (8)	17,62 ^{aa}	20,75 ^y	15,32 ^x	16,62 ^w	----	----
37	kontrol (0)	25,50 ^w	25,50 ^w	20,35 ^t	20,35 ^t	----	----
	0	140,98 ^a	140,98 ^a	80,23 ^a	80,23 ^a	32,90 ^a	32,90 ^a
	2	130,10 ^g	132,32 ^f	72,01 ^h	74,09 ^f	28,30 ^h	29,36 ^{fg}
	4	98,12 ^q	105,75 ^p	65,65 ^m	67,74 ^k	26,90 ^{jk}	27,92 ⁿⁱ
	6	74,98 ^u	80,98 ^s	54,98 ^q	60,25 ^p	22,25 ^m	24,42 ^l
	8	52,15 ^v	78,25 ^t	26,75 ^s	42,95 ^r	18,12 ⁿ	23,82 ^l
	kontrol (8)	10,25 ^{ac}	15,75 ^{ab}	11,45 ^z	13,85 ^y	----	----
	SEM	0,06		0,05		0,17	

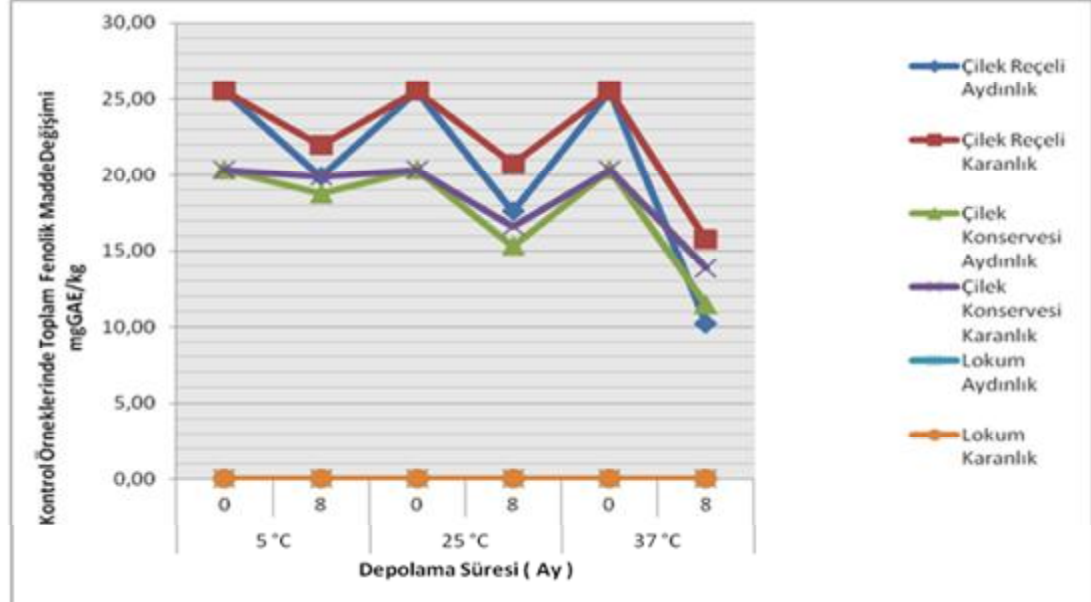
^{a,b,c,d,e} Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Sıcaklık derecesindeki artışa paralel olarak fenolik madde parçalanmasının da arttığı tespit edilmiştir. 8 ay süreyle 5 °C’de depolanan çilek reçeli kontrol örneğinin toplam fenolik madde kaybı aydınlıkta % 21.88 iken, karanlıkta % 13.80 olarak saptanmıştır. SDE ile renklendirilen çilek reçelinin toplam fenolik madde kayıpları

sırası ile aydınlıkta % 21.31 ve karanlıkta % 14.35 olarak belirlenmiştir. Çilek koservesi kontrol örneğinin 5 °C'de aydınlık ve karanlık şartlarda sırasıyla toplam fenolik madde kayıpları ise % 7.86 iken, karanlıkta % 2.11 olarak saptanmıştır. SDE ile renklendirilen çilek konservesinin toplam fenolik madde kayıpları sırası ile aydınlıkta % 11.82 ve karanlıkta % 10.41 olarak belirlenmiştir. SDE ile renklendirilen lokum örneklerinin toplam fenolik madde kayıpları sırası ile aydınlıkta % 14.04 ve karanlıkta % 13.47 olarak belirlenmiştir. Görüldüğü üzere aydınlık ortamda depolanan örneklerdeki fenolik madde miktarındaki parçalanma karanlık ortamda depolanan örneklere göre daha fazladır. 25 °C'de depolanan çilek reçeli kontrol örneğinin toplam fenolik madde kaybı aydınlıkta % 30.90 iken, karanlıkta % 18.63 olarak belirlenmiştir. SDE ile renklendirilen çilek reçelinin toplam fenolik madde kayıpları sırası ile aydınlıkta % 42.62 ve karanlıkta % 32.44 olarak belirlenmiştir. Çilek koservesi kontrol örneğinin 25 °C'de aydınlık ve karanlık şartlarda sırasıyla toplam fenolik madde kayıpları ise % 24.72 iken, karanlıkta % 18.33 olarak saptanmıştır. SDE ile renklendirilen çilek konservesinin toplam fenolik madde kayıpları sırası ile aydınlıkta % 22.29 ve karanlıkta % 19.38 olarak belirlenmiştir. SDE ile renklendirilen lokum örneklerinin toplam fenolik madde kayıpları sırası ile aydınlıkta % 26.32 ve karanlıkta % 23.50 olarak belirlenmiştir. Görüldüğü üzere 5 °C'de depolanan örneklerdeki fenolik madde miktarındaki parçalanma 25 °C'de depolanan örneklere göre daha fazladır. 37 °C'de 8 ay boyunca depolanan kontrol grubu ve renklendirilen örneklerin toplam fenolik madde miktarlarının daha fazla oranlarda kayba uğradığı söylenebilir.



Şekil 4.17. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam fenolik madde (mg GAE/kg) miktarındaki değişimler



Şekil 4.18. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin toplam fenolik madde (mg GAE/kg) miktarındaki değişimler

Çilek reçeli ve lokum örneklerinde ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonlarının toplam fenolik madde miktarları üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunurken, çilek konservesi örneklerinde ise

ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi ilişkilerinin toplam fenolik madde miktarları üzerindeki etkisi istatistiksel etkisinin önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır.

4.11.Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam antioksidant aktiviterinde meydana gelen değişimler

Antioksidantlar, okside olabilir materyallerin oksidasyon başlanđıcını geciktiren veya hızını azaltan maddelerdir. Günümüzde endüstriyel proseslerde gıdamaddelerinin depolama stabilitelerini artırmak için çoğunlukla sentetikantioksidantlar kullanılmaktadır. Ancak, sentetik antioksidantların muhtemel toksisiteleri nedeniyle, kullanımları giderek azalmaktadır. Dolayısıyla, sentetik bileşiklere alternatif olarak doğal antioksidantlara ilgi her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle üzüksü meyvelerin yüksek antioksidant içeriği nedeniyle önemi giderek artmaktadır (Zor, 2007).

Çizelge 4.13. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam antioksidant (μ mol/g) değerleri

Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Çilek Reçeli		Çilek Konservesi		Lokum	
		Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık	Aydınlık	Karanlık
5	kontrol (0)	3,15 ^m	3,15 ^m	2,80 ^r	2,80 ^r	----	----
	0	10,90 ^a	10,90 ^a	10,25 ^a	10,25 ^a	5,70 ^a	5,70 ^a
	2	8,95 ^{bc}	9,15 ^b	9,75 ^{bc}	9,90 ^b	5,68 ^{ab}	5,68 ^{ab}
	4	8,80 ^{cde}	8,91 ^{cd}	9,56 ^{cd}	9,70 ^{bc}	5,55 ^{abc}	5,67 ^{ab}
	6	8,78 ^{cde}	8,90 ^{cd}	9,10 ^{fg}	9,20 ^{ef}	5,45 ^c	5,50 ^{bc}
	8	8,65 ^{efg}	8,88 ^{cd}	7,98 ^k	8,25 ^j	4,40 ^g	4,80 ^{ef}
	kontrol (8)	1,15 ^p	2,45 ⁿ	1,25 ^u	2,35 ^s	----	----
25	kontrol (0)	3,15 ^m	3,15 ^m	2,80 ^r	2,80 ^r	----	----
	0	10,90 ^a	10,90 ^a	10,25 ^a	10,25 ^a	5,70 ^a	5,70 ^a
	2	8,70 ^{def}	8,82 ^{cde}	9,40 ^{de}	9,65 ^{bcd}	5,52 ^{abc}	5,55 ^{abc}
	4	8,62 ^{efg}	8,70 ^{def}	8,65 ^{hi}	8,88 ^{gh}	5,14 ^d	5,36 ^c
	6	8,45 ^g	8,65 ^{efg}	7,70 ^{lmn}	7,95 ^{kl}	4,95 ^{de}	5,10 ^d
	8	6,80 ^j	7,12 ^{hi}	7,15 ^o	7,65 ^{mno}	4,10 ^h	4,40 ^g
	kontrol (8)	1,00 ^p	2,10 ^o	0,75 ^v	1,90 ^t	----	----
37	kontrol (0)	3,15 ^m	3,15 ^m	2,80 ^r	2,80 ^r	----	----
	0	10,90 ^a	10,90 ^a	10,25 ^a	10,25 ^a	5,70 ^a	5,70 ^a
	2	8,56 ^{fg}	8,65 ^{efg}	8,50 ^{ij}	8,60 ⁱ	5,45 ^c	5,55 ^{abc}
	4	6,12 ^k	7,25 ^h	7,45 ⁿ	7,80 ^{klm}	4,65 ^f	4,69 ^f
	6	4,75 ^l	6,94 ^{ij}	6,65 ^p	7,45 ⁿ	3,28 ⁱ	3,99 ^h
	8	3,15 ^m	6,20 ^k	3,40 ^q	6,40 ^p	1,90 ^j	3,15 ⁱ
	kontrol (8)	0,00 ^r	0,75 ^q	0,00 ^w	0,50 ^v	----	----
	SEM	0,04		0,05		0,03	

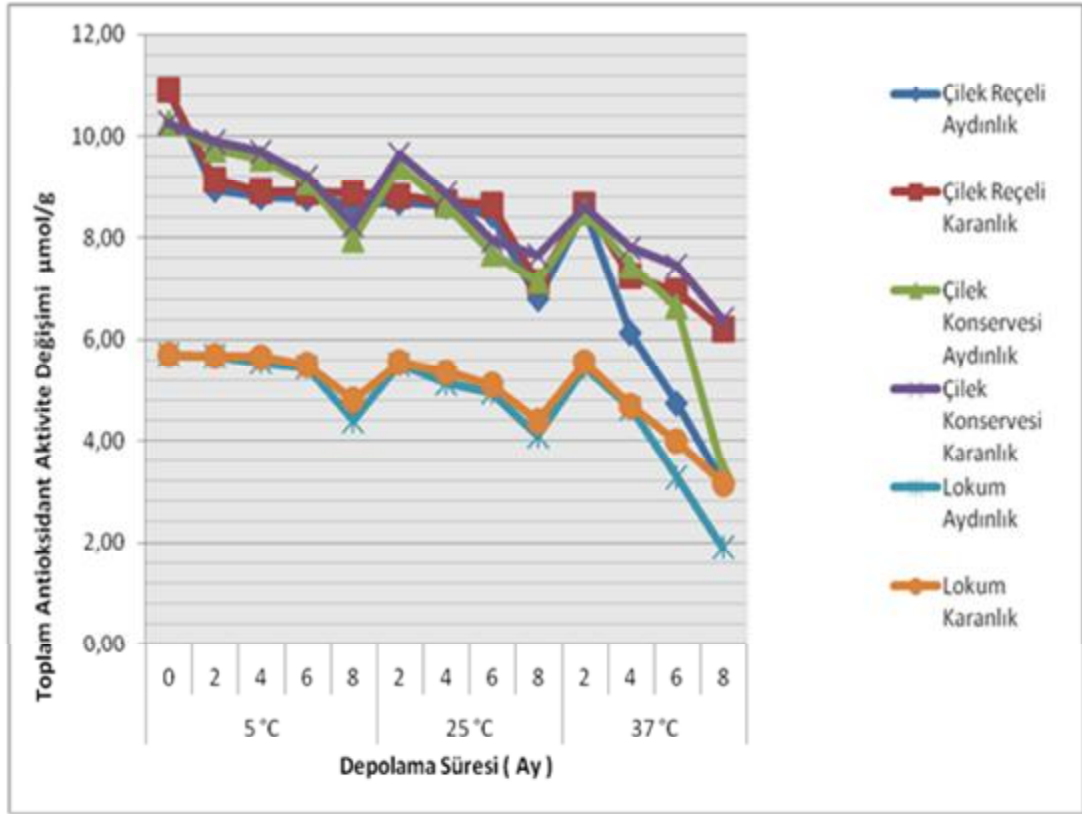
^{a,b,c,d,e} Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Çizelge 4.13, Şekil 4.19 ve 4.20’de çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların 5°, 25° ve 37 °C sıcaklıklarda depolanması ile antioksidant aktivitelerinde meydana gelen değişimler görülmektedir. Örneklerin DPPH metodu ile antioksidant aktivite tayininde elde edilen sonuçlar irdelendiğinde, en yüksek antioksidant aktivitenin

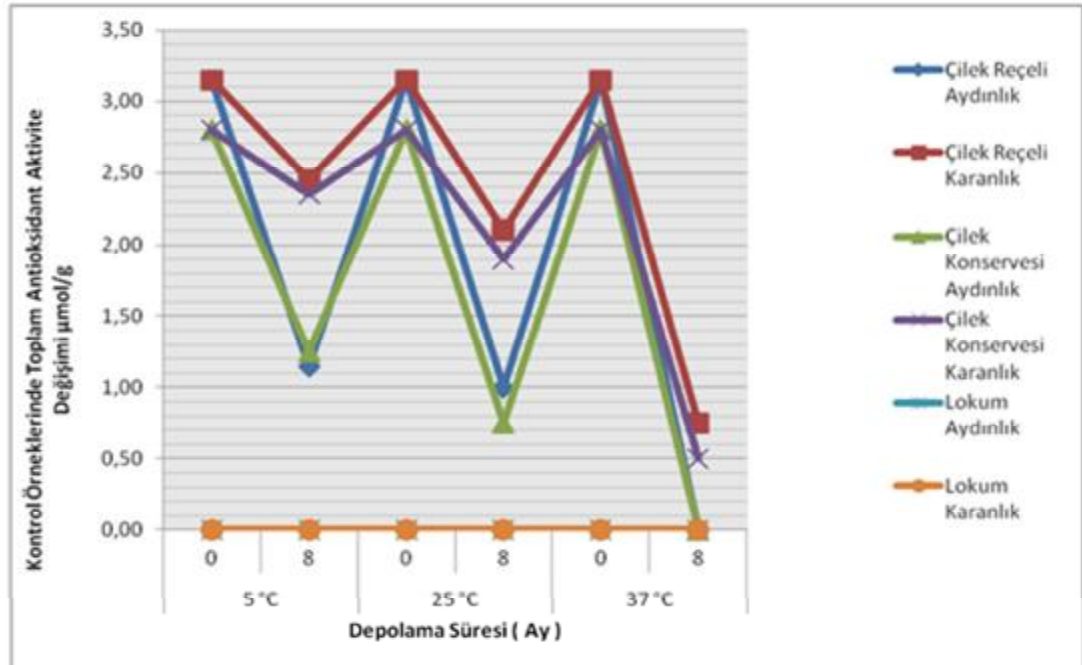
10.90 μ mol/g L degeri ile SDE ile renklendirilen çilek reçeli örneklere ait olduğu görülmektedir. Kontrol örneği lokumlar hiçbir katkı içermeyen saf lokum olduklarından doğal olarak antioksidant aktivite analizlerinin yapılmasına gerek duyulmamıştır. Her üç depolama sıcaklığında da SDE ilavesi ve depolama süresinin antioksidant aktivite üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Depolama sıcaklığı arttıkça antioksidant aktivite kaybının hızlandığı tespit edilmiştir. Antioksidant aktivitesini etkileyen faktörlerden bir diğeri de fenolik maddelerdir. Dolayısıyla toplam fenolik maddedeki azalmalar antioksidant aktivitesini düşürmüş olabilir. Dut pekmezinin depolanmasıyla ilgili yapılan bir çalışmada da 20 ± 2 °C'de depolanan pekmezlerde antioksidant aktivitesinde azalma olduğu belirtilmiştir (Zor, 2007).

Çilek reçeli ve çilek konservelerinde , 5°, 25° ve 37 °C'de 8 ay süreyle aydınlıkta depolanan kontrol örneklerinin antioksidant aktivite kayıpları sırası ile % 63.49 ve % 68.25 olarak belirlenmiştir. Karanlıkta ise bu değerler % 22.22 ve % 33.33 olarak belirlenmiştir. SDE'ler ile renklendirilen çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumlar arasında en düşük antioksidant aktivite kaybına % 15.71 ile karanlıkta 5 °C'de depolanan lokum örneklerinde saptanmıştır. Bu değeri sırasıyla % 18.53 ile çilek reçeli ve % 19.51 ile çilek konservesi izlemiştir.

Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokum örneklerinde ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonlarının toplam antioksidant miktarları üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.19. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumların toplam antioksidant (μ mol/g) miktarındaki değişimler



Şekil 4.20. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan kontrol örneklerinin toplam antioksidant (μ mol/g) miktarındaki değişimler

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Son yıllarda kırmızı meyvelerin antosiyanin, fenolik bileşikler ve antioksidant özelliklerinin belirlenmesi üzerindeki çalışmalar artmaktadır. Önemli derecede fonksiyonel özelliklere sahip olmaları sebebiyle insan beslenmesinde önemli yeri bulunan bu meyveler, su içeriğinin yüksek olması sebebiyle uzun raf ömrüne sahip değildirler. Özellikle son yıllarda antioksidant özellik gösteren bileşikleri yüksek miktarda içerdiği belirlenen siyah dut gibi meyveler için farklı kullanım yolları aranmaktadır.

Ülkemizde yetiştirilen yoğun aromalı çileklerden ve diğer kırmızı renkli meyvelerden üretilen reçel ve konservelerin rengi, var olan antosiyanin pigmentlerinin parçalanması sonucunda kısa sürede açılarak, ürünlerin ticari değeri kaybolmaktadır. Siyah dut antosiyaninleri; çilek reçeli, çilek konserveleri ve lokumların renklendirilmesi için iyi bir alternatif olarak düşünüldüğünden, reçel, konserve ve lokum üretiminde doğal renklendirici olarak siyah dut suyu konsantresi kullanılmıştır. Kullanılan dut suyu konsantresinin üretim ve depolama şartları ile depolama süresine karşı stabilitesi incelenmiştir. Bu amaçla; Adıyaman yöresinden sağlanan siyah-kırmızımsı renkli, aromalı dut çeşidi kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetle sunulmuştur:

1. Bu çalışmada, farklı sıcaklıklarda (5°, 25° ve 37 °C) 8 ay depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokum örneklerinin pH değerlerinde depolama süresine bağlı olarak az da olsa bir artış kaydedilmiştir.
2. Çilek reçeli, çilek konservesi ve lokumda pH' nın yükselmesinin, antosiyaninlerin parçalanma hızını sadece sınırlı düzeyde hızlandırdığı saptanmıştır. pH derecesinin yükselmesiyle antosiyaninlerin stabilitesinin azaldığı görülmüştür.

3. Çalışmada reçellerin suda çözünür kuru madde ($^{\circ}\text{Bx}$) değerleri incelenmiş, değerlerin, depolama süresi ve sıcaklığına bağlı olarak önemli bir değişim göstermediği belirlenmiştir..
4. Siyah dut suyu eklenmiş örneklerde, antosiyaninlerin parçalanma hızının $^{\circ}\text{Bx}$ derecesine bağlı olarak değiştiği ve $^{\circ}\text{Bx}$ derecesi arttıkça, sıcaklık artışı ile parçalanma hızının daha fazla etkilendiği kanısına varılmıştır.
5. Depolama sıcaklığının 5°C olduğu örneklerde HMF miktarında önemli bir değişim olmazken, 20°C 'de depolanan örneklerde az da olsa artış olduğu, buna karşın, 37°C sıcaklıkta depolanan tüm reçel çeşitlerindeki HMF miktarlarında önemli düzeyde artış meydana geldiği tespit edilmiştir.
6. Çalışmada 5° , 25° ve 37°C sıcaklıklarda 8 ay depolanan çilek reçeli, çilek konservesi ve lokum örneklerinde Hunter (L, a, b) değerleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak parlaklığı ifade eden L değerinin azaldığı görülmektedir. Sarılığı ifade eden +b değeri ise, tüm reçel çeşitlerinde azalmıştır. HMF miktarlarının artmasıyla birlikte L ve +b değerlerinin azalması, rengin parlaklığının azalarak koyulaştığını göstermektedir. Depolama sıcaklığı ve süresinin artışıyla birlikte rengin koyulaştığı reçel örneklerinde çıplak gözle dahi gözlemlenmiştir. Buna karşın kırmızılığı ifade eden +a değerlerinde ise dalgalanmalar görülmekle beraber azalış tespit edilmiştir. Ancak, kontrol örneklerinin a^* değerlerindeki azalma oranının siyah dut antosiyaninleri eklenmiş örneklerden çok daha yüksek olduğu saptanmıştır.
7. 37°C ' de depolanan örneklerde a^* değerindeki azalma, antosiyanin degradasyonundaki azalma ile doğru orantı göstermiştir.
8. Depolama sıcaklığının artışıyla antosiyaninlerin parçalanma hızlarının arttığı saptanmıştır. Antosiyanin içeren çilek reçeli, çilek konservesi ve lokum örneklerinde antosiyaninlerin 37°C ' deki degradasyon hızları “çilek reçeli>çilek konservesi > lokum” şeklinde sıralanmıştır. Genel olarak bir değerlendirme yapmak gerekirse; siyah dut antosiyaninleri incelenen tüm depolama sıcaklıklarında en yüksek stabiliteyi lokum örneklerinde göstermiştir.

9. Siyah dut antosiyaninlerini içermeyen konserveye ait kontrol örneklerinde, depolama sıcaklıklarına bağlı olarak antosiyaninlerin degradasyonu açısından önemli bir fark belirlenmemiştir. Diğer yandan, çilek reçeline ait kontrol örneklerinde antosiyaninlerin biraz daha hızlı parçalandığı saptanmıştır.
10. Siyah dut antosiyaninleri eklenmiş ve eklenmemiş kontrol örnekleri depolanma sürecinde kıyaslandığında, kontrol örneklerine göre siyah dut antosiyaninlerin genellikle daha stabil olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
11. Siyah dut antosiyaninlerinin, çilek antosiyaninlerine göre çok daha stabil olduğu saptanmıştır. Çilek konservesi örneklerinde siyah dut konsantresi eklenmesinin, ürün renginin uzun süre korunmasını sağlamada oldukça etkili olduğu gözlenmiştir. Diğer yandan çilek reçeli örneklerinde ise; tüm depolama sıcaklıklarında siyah dut konsantresi eklenmesinin, daha az etkili olduğu saptanmıştır.
12. Siyah dut antosiyaninlerinin lokum ve çilek konservesi örneklerine eklenmesinin, var olan antosiyaninlerin stabilitesini bir miktar arttırdığı gözlenmiştir. Diğer yandan, çilek reçeli örneklerinde ise bu artış daha az olup istatistiki açıdan önemli bir fark yaratmamıştır.
13. Genel olarak depolama sıcaklık ve süresi arttıkça tüm örneklerin toplam antoksidant aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarlarında düşüşler saptanmıştır.
14. Sonuç olarak, sıcaklık ve pH değişikliklerine karşı oldukça stabil olan siyah dut antosiyaninlerinin, eklendikleri ürünlerde doğrudan renk maddesi olarak kullanılmak üzere yüksek bir potansiyele sahip olduğu kanısına varılmış bulunmaktadır.

5.2. Öneriler

Antosiyaninlerin gıdalarda renklendirici olarak kullanımının yaygınlaştırılması için farklı tekniklerle stabiliteilerinin artırılması ve farklı hammaddelerden elde edilen antosiyaninlerin uygun yöntemlerle ekstraksiyonu ve tanımlanması gerekmektedir. Ayrıca sağlık üzerine olumlu etkileri üzerinde yapılan çalışmaların devamlılığı sağlanmalıdır.

Ülkemizde de bol miktarda yetiştirilen siyah dut ve bundan elde edilen siyah dut suyu antosiyanince zengin ve değerlendirebilir bir doğal renk kaynağı olabilir. Bu ürünün zengin antosiyanin içeriğinden faydalanılarak yapay renklendirici kullanımı azaltılabilir. Özellikle siyah dut suyunun dayanım koşullarına uygun olan ürünlerde renk maddesi olarak kullanım uygulamaları geliştirilerek bu ürünlerin doğala yatkınlığı artırılabilir.

KAYNAKLAR

- AKBULUT, M. ve ÖZEN, G., 2008. Kayısı Lokumu Üretimi ve Beslenmedeki Önemi, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1:7-11.
- ALTUĞ, T., OVA, G., DEMİRAĞ, K., ELMACI, Y., ZORBA, M., BAHAR, B., GÜR, E. ve UYSAL, V., 2001. Asitliği Düzenleyiciler (T. Altug Editör). Gıda Katkı Maddeleri, Meta Basım, İzmir, 41-53s.
- ANONYMOUS, 2013. Devlet İstatistik Kurumu.
- ANDERSEN, O. M., 2002. Anthocyanin Occurances and Analyses, Proceedings of the Int. Workshop on Anthocyanins: Research and Development of Anthocyanins, 17-19 April, Adelaide, South Australia.
- ARAMWIT, P., BANG, N. and SRICHANA, T., 2010. The Properties and Stability of Anthocyanins in Mulberry Fruits. Food Research International, 43, 1093-1097.
- ASAFİ, N. ve CEMEROĞLU, B., 2000. Vişne ve Nar Suyu ve Konsantratlarında Antosiyaninlerin Degradasyonu, Gıda 25(6): 407-411s.
- ASKAR, A., 1993. Natural colors for the food industry-an overview. Fruit Processing. 3: 400-403p.
- BASSA, I.A. and FRANCIS, F.G., 1987. Stability of anthocyanins from sweet potatoes in a model beverage. Aresearch not. J. Food Sci., 52: 1753-1754.
- BAUBLIS, A., SPOMER, A. and JIMENEZ, M.D., 1994. Anthocyanin Pigments: Comparison of Extract Stability, J. of Food Science, 59(6): 1219-1221p.
- BAYARRI, S., CALVO, C., COSTELL, E. and DURAN, L., 2001. Influence of color on perception of sweetness and fruit flavor of fruit drinks. Food Sci. Technol. Int. 7: 399-404.
- BAYTOP, A., 1983. Farmasötik Botanik. İstanbul Üniv.Yayınları No: 3158. Eczacılık Fak. Yayınları No: 36, 284.
- BLANDO, F., GERARDI, C. and NICOLLETTI, J., 2004. Sour cherry (*Prunus cerasus* L.) anthocyanins as ingredients for functional foods. Journal of Biomedicine and Biotechnology. vol.5, 253-258.
- BONERZ, D., WURTH, K., DIETRICH, H. and WILL, F., 2007. Analytical characterization and impact of ageing on anthocyanin composition and degradation in juices made from five different sour cherry cultivars. Eur Food Res Techn., 224, 3: 355-364.
- BRIDLE, P. and TIMBERLAKE, C.F., 1997. Anthocyanins as natural food colours—selected aspects. Food Chem. 58: 103-109.
- BRONNUM-HANSEN, K., JACOBSEN, F. and FLINK, M. J., 1985. Anthocyanin colourants from elderberry (*Sambucus nigra*, L.). 1. Process considerations for production of liquid extract. J. Food Technol., 20: 703-711.
- BROUILLARD, R., 1982. Chemical Structure of Anthocyanins. In Anthocyanins as Food Colors, P.Markakis (Ed.), 1-40 p, Academic Press, NY.
- BURDURLU, H. S. ve KARADENİZ, F., 2002. Gıdalarda Maillard Reaksiyonu. Gıda 27(2):77-83.
- CABRITA, L., FROYSTEIN, N.A. and ANDERSEN, O., 2000. Anthocyanin Trisaccharides in Blueberries of *Vaccinium padifolium*, Food Chemistry, 69: 33-36p.
- CALVI, J.P. and FRANCIS, F.J., 1978. Stability of Concord grape (*V. Labrusca*) anthocyanins in model systems. J. Food Sci. 43, 1448–1456.

- CAMIRE, M.E., CHAOVANALIKIT, A., DOUGHERTY, M.P., and BRIGGS, J., 2002. Blueberry and grape anthocyanins as breakfast cereal colorants, *J. of Food Sci.* 67(1): 438-441.
- CASTANEDA-OVANDO, A., PACHECO-HERNANDEZ, M. L., PAEZ-HERNANDEZ, M. E., RODRIGUEZ, J. A. and GALAN-VIDAL, C. A., 2009. Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113: 859–871.
- CAI, Y.Z. and CORKE, H., 2000. Production and properties of spray-dried *Amaranthus betacyanin* pigments. *Journal of Food Science* 65: 1248-1252.
- CEMEROĞLU, B., VELİOĞLU, S. and IŞIK, S., 1994. Degradation Kinetics of Anthocyanins in Sour Cherry Juice and Consantrate, *J. of Food Sci.*, 59(6): 1216-1219p.
- CEMEROĞLU, B., VELİOĞLU, S., ERBAŞ, Ş., ÜNAL, Ç. ve YILDIZ, O., 1994. Vişne ve nar sularının kimyasal tanı değerlerinin saptanması üzerine araştırmalar. TÜBİTAK, TGGAG-29/A. Ankara.
- CEMEROĞLU, B., YEMENİCİOĞLU, A. ve ÖZKAN, M., 2001. Meyve ve Sebzelerin Bileşimi, Soğukta Depolanmaları, 328 s., Gıda Tekn. Derneği Yayınları, No:24, Ankara.
- CEMEROĞLU, B., YEMENİCİOĞLU, A. ve ÖZKAN, M., 2004. Meyve ve sebzelerin bileşimi. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Cilt I, Cemeroğlu, B. (ed.), 1-188s, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- CEMEROĞLU, B., 2010. Gıda Analizleri Genişletilmiş 2. baskı. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:34 Bizim Grup Basımevi. Ankara, 1-86.
- CEVALLOS-CASALS, B.A. and CISNEROS-ZEVALLOS, L., 2004. Stability of anthocyanin-based aqueous extracts of Andean purple corn and red-fleshed sweet potato compared to synthetic and natural colorants. *Food Chem.* 86: 69-77.
- CHANDRA, A., NAİR, M. G. and LEZZONI, A.F., 1993. Isolation and Stabilization of Anthocyanins from Tart Cherries (*Prunus cerasus* L.) *J. Agrlc. Food Chem.* 47: 1062-1065.
- CHANDRA, A., RANA, J. and LI, Y., 2001. Separation, Identification, Quantification, and Method Validation of Anthocyanins in Botanical Supplement Raw Materials by HPLC and HPLC-MS. *J. Agric. Food Chem.*, 49: 3515-3521.
- CHAOVANALIKIT, A. and WROLSTAD, R.E., 2004. Anthocyanin and polyphenolic composition of fresh and processed cherries. *J. Food Sci.* 69, 1, FDT73-FCT83.
- CHEYNIER, V., 2003. The Structure and Color Properties of Anthocyanins and Related Pigments, *Food Tech. Int. Of Effost, Sterling Publ. Ltd.* Printed by Magnum, Hong Kong, 12-16s.
- CHRIBOGA, C.D. and FRANCIS, F.J., 1973. Ion Exchange Purified Anthocyanin Pigments as a Colorant for Cranberry Juice Coctail, *J.of Food Sci.*, 38: 464p.
- CLIFFORD, M. N., 2000. Anthocyanins – nature, occurrence and dietary Burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 1063-1072.
- CLYDESDALE, F.M., MAIN, J.H. and FRANCIS, J., 1979. Roselle Anthocyanins as Colorants for Beverages and Geletin Desserts, *J. Food Prod.* 42: 204-207p.
- DANGLES, O., SAITO, N. and BROUILLARD, R., 1993. Anthocyanin Intermolecular Copigmentation Effect, *Phytochemistry* 34 (1): 143-145p.

- DARAVINGAS, G., and CAIN, R.F., 1968. Thermal degradation of black raspberry anthocyanin pigments in model systems. *J. Food Sci.* 3: 138-142.
- DEMAN, J.M., 1980. Principles of Food Chemistry, Revised Ed. Avi Publishing Co. Inc. Westport, Ct.
- DOWNHAM, A. and COLLINS, P., 2000. Colouring our foods in the last and next millennium. *Int. J. Food Sci. Technol.* 35: 5-22.
- DUBOSE, C.N., CARDELLO, A.V. and MALLER, O., 1980. Effects of colorants and flavorants on identification, perceived flavor intensity and hedonic quality of fruit flavored beverages and cake. *J. Food Sci.* 45: 1393-1399.
- EIRO, M.J. and HEINONEN, M., 2002. Anthocyanin Color Behavior and Stability During Storage Effect of Intermolecular Copigmentation, *J. Agric. Food Chem.*, 50: 7461-7466p.
- EKŞİ, A., 1989. Gıdalarda kimyasal bileşim değişimleri ve kontrolü, Birinci uluslararası gıda sempozyumu, 89-96s. Uludağ Üniversitesi Ziraat fak. Yayını, Bursa.
- ELMACI, Y. and ALTUĞ, T., 2002. Flavour Evaluation Of Three Black Mulberry (*Morus Nigra*) Cultivars Using Gc/Ms, Chemical And Sensory Data. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 82: 632-635.
- ERSUS, S. ve YURDAGEL, Ü., 2006. Meyve ve Sebzelerde Bulunan Antosiyaninlerin Kimyasal Yapısı ve Stabilesini Etkileyen Faktörler (Chemical Composition and Factors Affecting the Stability of Anthocyanins in Fruit and Vegetables), *Dünya Gıda*, 10: 78-87 p.
- ERDOĞAN, Ü. ve PIRLAK, L., 2005. Ülkemizde Dut (*Morus Spp.*) Üretimi Ve Değerlendirilmesi. *Alatarım*, 4 (2): 38-43.
- ESKIN, N.A.M., HENDERSON, H.M. and TOWNSEND, R.J., 1976. *Biochemic der. Lebensmittel.* Hüthig verlag, S. 1-230 Heidelberg.
- FORNI, E., POLESELLO, A. and TORREGGIANI, D., 1993. Changes in anthocyanins in cherries (*Prunus avium*) during osmodehydration, pasteurization and storage. *Food Chem.* 48: 295-299.
- FOSSEN, T., CABRITA, L. and ANDERSEN, O.M., 1998. Colour and Stability of Pure Anthocyanins Influenced by pH Including the Alkaline Region, *Food Chemistry*, Vol:63, No.4, 435-440p.
- FRANCIS, F.J., 1985. Pigments and Other Colorants, 545-584, *Food Chemistry*, (2nd Ed), Fennema, O.R., (Ed.), Markel Dekker Inc., USA, 991p.
- FRANCIS, F.J., 1989. Food Colorants: Anthocyanins *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 28 (4): 273-315p.
- GARCIA-VIGUERA, C., ZAFRILLA, P., ROMERO, F., ABELLAN, P., ARTES, F. and TOMAS-BARBERAN, F.A., 1999. Color stability of strawberry jam as affected by cultivar and storage temperature. In: *Journal of Food Science*, 64(2), p. 243-247.
- GARZA, S., IBARZ, A., PAGAN, J. and GINER, J., 1999. Non-enzymatic browning in peach puree during heating. *Food Research International*, 32: 335-343.
- GARZON, G.A. and WROLSTAD, R.E., 2002. Comparison of the stability of pelargonidin-based anthocyanins in strawberry juice and concentrate. *J Food Sci* 67: 1288-1299.
- GERASOPOULOS, D. and STAVROULAKIS, G., 1997: Quality characteristics of four mulberry (*Morus sp.*) cultivars in the area of Chania, Greece. *J. Sci. Food Agric.* 73, 261-264.

- GONCALVES, B., LANDBO, A. K., KNUDSEN, D., SILVA, A. P., MOUTINHO-PEREIRA, J., ROSA, E. and MEYER, A. S., 2004. Effect of Ripeness and Postharvest Storage on the Phenolic Profiles of Cherries (*Prunus avium* L.) J. Agric. Food Chem., 52: 523- 530.
- GIUSTI, M.M. and WROLSTAD, R.E., 1996. Radish Anthocyanin Extract as a Natural Red Colorant for Maraschino Cherries, J. of Food Sci. 61(4): 688-694p.
- GIUSTI, M.M., RODRIGUEZ-SAONA, L.E. and WROLSTAD, R.E., 1999. Molar Absorptivity and Color Characteristics of Acylated and Non-Acylated Pelargonidin-Based Anthocyanins. J. Agric. Food Chem., 47: (11), 4631-4637.
- GIUSTI, M.M., 2002. Applications of acylated Anthocyanins as Natural Food Colorants, Bussiness Briefing: Innovative Food Ingredients, 1-5p.
- GIUSTI, M.M. and WROLSTAD, R.E., 2003. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. Biochem. Eng. J., 14: 217–225.
- GIUSTI, M.M. and WROLSTAD, R.E., 2005. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In: Wrolstad, R.E., Acree, T.E., Decker, E.A., Penner, M.H., Reid, D.S., Schwartz, S.J., Shoemaker, C.F., Smith, D., Sporns, P. (eds.), Handbook of Food Analytical Chemistry. Pigments, colorants, flavors, texture, and bioactive food components, 19-31. Wiley & Sons, Hoboken, NJ/USA.
- GİZİR, M., TURKER, N. and ARTUVAN, E., 2008. Pressurized Acidified water extraction of black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) anthocyanins. European Food Research & Technology, 226: 363-370.
- GUENDEZ, R., KALLITHRAKA, S., MAKRIS, D.P. and KEFALAS, P., 2005a. Determination of low molecular weight polyphenolic constituents in grape (*Vitis vinifera* sp.) seed extracts: Correlation with antiradical activity. Food Chemistry, 89: 1-9.
- HENRY, B.S., 1992. Natural food colours. In Natural Food Colorants, G.A.F. Hendry and J.D. Houghton (Eds.), Blackie and Son Ltd., 39-78, New York.
- HENDRY, G.A.F. and HOUGHTON, J.D., 1996. Natural Food Colorants. 2nd ed. Blackie Academic, London.
- HRAZDINA, G., BORZELL, A.J. and ROBINSON, W.B., 1970. Studies on the Stability of the Anthocyanidin-3-5-Diglucosides, Am. J. Of Enology and Viticulture, 21(4): 201-204p.
- INAMI, O., TAMURA, I., KIKUZAKI, H. and NAKATANI, N., 1996. Stability of anthocyanins of *Sambucus canadensis* and *Sambucus nigra*. J. Agr. Food Chem. 44: 3090–3096.
- JACKMAN, R.L. and SMITH, J.L., 1992. Anthocyanins and Betalains, 183-217p.
- JACKMAN, R.L., YADA, R.Y., TUNG, M.A. and SPEERS, R.A., 1987. Anthocyanins as Food Colorants- A Review, J. of Food Biochem., 11: 201-247p.
- JOHNSON, J. and CLYDESDALE, F.M., 1982. Perceived sweetness and redness in colored sucrose solutions. J. Food Sci. 47: 747-752.
- JU, Z.Y. and HOWARD, L.R., 2003. Effects of solvent and temperature on pressurized liquid extraction of anthocyanins and total phenolics from dried red grape skin. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51: 5207-5213.
- KALT, W., MCDONALDS, J.E. and DONNER, H., 2000. Anthocyanins after fresh storage of small fruits. T. Acric. Food. Chem. 47: 4638-4644.

- KARADENİZ, F., BURDURLU, H.S., KOCA, N. and SOYER, Y., 2005. Activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey, *Tubitak Journal of Agricultural and Forestry*. 29, 297-203.
- KEARSLY, M.W. and RODRIGUEZ, N., 1981. The Stability and Use of Natural Colours in Foods: Anthocyanin, b-karoten and Riboflavin, *J. Food. Technol.* 16: 421-431p.
- KIRCA, A. and CEMEROĞLU, B., 2002. Degradation Kinetics of Anthocyanins in Blood Orange Juice and Concentrate, *Food Chemistry*, 81: 583-587p.
- KIRCA, A., ÖZKAN, M. and CEMEROĞLU, B., 2003. Thermal Stability of Black Carrot Anthocyanins in Blood Orange Juice, *International Congress of Information Technology in Agriculture, Food and Enviroment*, 7-10 October, Izmir, Turkey, 525-528p.
- KIRCA, A., 2004. Siyah havuç antosiyaninlerinin bazı meyve ürünlerinde ısı stabilitesi. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- KONG, J.M., CHIA, L.S., GOH, N.K., CHIA, T.F. and BROUILLARD, R., 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64: 923-933.
- LAFKA, T.I., SİNANOĞLU, V. and LAZOS, E.S., 2007. On the extraction and antioxidant activity of phenolic compounds from winery wastes. *Food Chemistry* 104 (3): 1206-1214.
- LIU, X., XIAO, G., CHEN, W., XU, Y. and WU, J., 2004. Quantification and Purification of Mulberry Anthocyanins with Macroporus Resins. *J. Of Biomed. And Biotech.* 5: 326–331.
- MACCARONE, M., 1985. Stabilization of anthocyanins of blood orange fruit juice, *J. Food Sci. Cilt* 50 901-904.
- MALIEN-AUBERT, C., DANGLES, O. and AMIOT, M.J., 2001. Color stability of commercial anthocyanin-based extracts in relation to the phenolic composition. Protective effects by intra- and intermolecular copigmentation. *J. Agric. Food Chem.* 49(1): 170-176.
- MARKASIS, P., 1974. Anthocyanins and Their Stability in Foods, *Critical Reviews in Food Tech.*, 4(4): 437-456p.
- MARCUS, F.K., 1991. Proceedings of The 3rd. International congress on food industry. (Foda Ed.: Saygın, Güvenç, Üçüncü, Altug, Nov. 4-18, Kuşadası, Türkiye), 28-49: 302-312.
- MARTI, N., PERZ-VICENTE, A. and GARCIA-VIGUERA, C., 2001. Influence of storage temperature and ascorbic acid addition on pomegranate juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 217-221.
- MAZZA, G. and BROUILLARD, R., 1987. Recent developments in the stabilization of anthocyanins in food products. *Food Chemistry*, 25: 207–225.
- MAZZA, G. and MINIATI, E., 1993. Anthocyanins in fruits, vegetables and grains. CRC Pres. London. 362 p.
- MCLAREN, D., 1980. Nutritional Ophthalmology. Academic Press: London.
- MOK, C. and HETTIARACHCHY, N.S., 1991. Heat Stability of Sunflower Hull Anthocyanin Pigment, *J. Food Sci.*, 56: 553-556p.
- MONCADA, M.C., MOURA, S.M. and MELO, J., 2003. Complexation of aluminum(III) by anthocyanins and synthetic flavylum salts A source for blue and purple color. *Inorganica Chimica Acta* 356: 51-61.
- NEWSOME, R.L., 1986. Food Colors. *Food Technol.* 40: 49-56.

- ÖZGEN, M., 2009. www.karadut.gen.tr.
- PANGBORN, R. M. and HANSEN, B., 1963. The influence of color on discrimination of sweetness and sourness in pear-nectar, *Am. J. Psychol.* 76: 315–317.
- PALAMIDIS, N. and MARKASIS, T., 1975. Structure of anthocyanin. *Food Sci.*, 40 : 104.
- PLOCHARSKI, W. and ZBROSZCZYK, J., 1992. Die Apfelbeere (*Aronia melanocarpa*, Elliot) als natürliche Rohmaterialquelle für Anthocyan-Farbstoffe. *Flüssiges Obst*, 59, 354358.
- PROTEGGENTE, A. R., PANNALA, A. S., PAGANGA, G., VANBUREN, L., WAGNER, E. and WISEMAN, S., 2002. The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free Radical Research*, 36(2), 217–233.
- RADA-MENDOZA, M., SANZ, M.L., OLANO, A. and VILLAMIEL, M., 2004. Formation of hydroxymethylfurfural and furosine during the storage of jams and fruit-based infant foods. *Food Chemistry*, 85: 605-609.
- RODRIGUEZ-SAONA, L.E., GIUSTI, M.M. and WROLSTAD, R.E., 1999. Color and Pigment Stability of Red Radish and Red Fleshed Potato Anthocyanins in Juice Model Systems, *J.Food Sci.*, 64: 451-456p.
- ROMMEL, A., HEATHERBELL, D.A. and WROLSTAD, R.E., 1990. Red Raspberry Juice and Wine: Effect of Processing and Storage on Anthocyanin Pigment Composition, Color and Appearance, *J.of Food Sci.* 55(4): 1011-1017p.
- ROTH, H.A., RADLE, L.J., GIFFORD, S.R. and CLYDESDALE, F.M., 1988. Psychophysical relationships between perceived sweetness and color in lemon- and lime-flavored drinks. *J. Food Sci.* 53: 1116-1119, 1162.
- SAĞLAM, S., 2007. Antosiyanince Zengin Dut, Kiraz ve Gilaburu Meyvelerindeki Fenolikler ve Antioksidan Kapasitesi Üzerine Reçel Yapım İşleminin Etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- SAITO, K., MORI, T. and MIYAMOTO, K., 1994. Stability of Carthamin in Calcium Alginate Beads, *Food Chemistry*, 50: 311-312p.
- SALDAMLI, İ., 2005. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2. baskı. 587s. Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Basımevi. Ankara.
- SEERAM, N. P., BOURQUIN, L.D. and NAIR, M. G., 2001. Degradation Products of Cyanidin Glycosides from Tart Cherries and Their Bioactivities. *J. Agric. Food Chem.*, 49: 4924-4929.
- SHI, Z., FRANCIS, F.J. and DAUN, H., 1992. Quantitative Comparison of Stability of Anthocyanins from *Brassica oleracea* and *Tradescantia pallida* in non Sugar drink Model and Protein Model Systems, *J.Food Sci.*, 57: 768-770p.
- SKREDE, G., WROLSTAD, R.E. and DURST, R.W., 2000. Changes in Anthocyanins and Phenolics During Juice Processing Highbush Blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.), *J.of Food Sci.* 65(2): 357-364p.
- SPANOS, G.A. and WROLSTAD, R.E., 1992. Phenolics of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage-A review. *J.Agric. Food Chem.* 40: 1478-1487.
- SPEARS, K., 1988. Developments in food colourings: the natural alternatives. *Trends Biotechnol* 6(11): 283–288

- STILLMAN, J.A., 1993. Color influences flavor identification in fruit-flavored beverages. *J. Food Sci.* 58: 810-812.
- STINTZING, C.F., STINTZING, A.S., CARLE, R., FREI, B. and WROLSTAD, R.E., 2002. Colour and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 6172–6181.
- TOKBAŞ, H. ve KAYA, C., 2009. Karadut meyvesinin (*Morus nigra* L.) reçel ile marmelata işlenmesi ve ürünlerin antioksidant özelliklerinin belirlenmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 141s.
- TOSUN, I. and USTUN, N.S., 2003. Nonenzymic browning during storage of white hard grape pekmez (Zile pekmezi) *Food Chemistry* 80: 441–443.
- TSUDA, T., WATANABE, M., KATSUNU, O., MARINOBU, S., CHOI, S.W., KAWAKISHI, S. and OSOWA, T., 1994. Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyanidin 3-O-B- glucoside and cyanidin. *J. Agric. Food. Chem.* 42: 2407-2410.
- TIMBERLAKE, C.F. and Bridle, P., 1980. Anthocyanin-occurrence, Extraction and Chemistry, *Food Chem.*, 5: 69-80p.
- TSAI, T.H., TSAI, P.J. and HO, S.C., 2005. Antioxidant and anti-inflammatory activities of several commonly used spices. *Journal of Food Science*, 70(1): C93-C97.
- WALFORD, J., 1980. Developments in Food Colours, Applied Science Publishers, London Vol. 1, Chap. 3: 210p.
- WANG, H., CAO, G. and PRIOR, R.L., 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *J. Agric. Food Chem.* 45: 304-309.
- WITHY, L.M., NGUYEN, T.T., WROLSTAD, R.E. and HEATHERBELL, D.A., 1993. Storage changes in anthocyanin content of red raspberry juice concentrate. *J Food Sci.* 58: 190-192.
- WROLSTAD, R.E., 1976. Color and Pigment in Fruit Products, Oregon Agri. Expt. Station Bulletin, 624.
- WROLSTAD, R.E., GIUSTI, M.M., RODRIGUEZ-SAONA, L.E. and DURST, R.W., 2001. Anthocyanins from radishes and Red Fleshed Potatoes, in, J.M. Ames, T.F. Hofman (Ed.), *Chemistry and Physiology of Selected Food Colorants*, ACS Symposium Series No: 775, Am. Chem. Soc., Washington, DC, Chapter 5, 66-89p.
- YILDIZ, F. ve DİKMEN, D., 1988. Kırmızı Üzüm ve Kırmızı Üzüm Kabuğundan Antosiyaninlerin Özütleme, TOAG-649, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Grubu, TÜBİTAK, Ankara, 51s.
- YILMAZ, M., 2007. Pozantı Tarımsal Araştırma Ve Uygulama Merkezinde Yetiştirilen Ayvaların Reçele İşlenmeye Uygunlukları Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, 41s.
- ZOR, M., 2007. Depolamanın Ayva Reçelinin Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri İle Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Fatma HEPSAĞ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi: 07.10.1975
Telefon :0532 677 68 22
Fax : ----
e-mail : fatmahepsag@hotmail.com.tr

EĞİTİM

Derece	Adı	İl	Bitirme Yılı
Lise	:Adana Kız Lisesi	:Adana	:1992
Üniversite	:Çukurova Üniversitesi	:Adana	:1997
Yüksek Lisans	:Çukurova Üniversitesi	:Adana	:2004
Doktora	:Harran Üniversitesi	:Şanlıurfa	:2015

İŞ DENEYİMLERİ Kurum

Görevi

2012-Devam	Adana Gıda Kontrol Laboratuvarı	Gıda Yüksek Mühendisi
2009-2012	Adıyaman Üniversitesi M.Y.O.	Öğretim Görevlisi
2004-2009	Aytaç Et ve Süt Ürünleri	Satış- Operasyon
1997-2004	Transmar Dondurulmuş Ürünler A.Ş.	Üretim Müdürü

UZMANLIK ALANI

Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi

YABANCI DİLLER

İngilizce (ÜDS Ekim 2009; 56,25)

YAYINLAR

A. Uluslararası hakemli dergilerde(SCI, SCI-Expanded) yayımlanan makaleler:

A1. Sabbag, C., Hepsag, F. 2011. Hygiene of Touristic Hotel Kitchens: The Case in Adiyaman, SE Turkey. Pakistan Journal of Nutrition, 10 (6): 514-518.

A2. Kilinceker, O., Hepsag, F. 2011. Performance of different coating batters and frying temperatures for fried fish balls. Journal of Animal and Veterinary Advances, 10(17): 2256-2262.

A3. Kilinceker, O., Hepsag, F. 2012. Edible coating effects on fried potato balls. Food and Bioprocess Technology, 5: 1349-1354.

A4. Kılınçceker, O., Hepsag, F., Kurt, Ş., 2013. The effects of lentil and chickpea flours as the breading materials on some properties of chicken meatballs during frozen storage, Association of Food Scientists & Technologists (India), DOI: 10.1007/s13197-013-1019-6.

A5. Golge, O., Hepsag, F., Kabak, B. 2013. Incidence and level of aflatoxin contamination in chilli commercialised in Turkey. Food Control, 33(2013) 514-520.

A6. Hepsag, F., Golge, O., Kabak, B. 2013. Quantitation of aflatoxins in pistachios and groundnuts using HPLC-FLD method Food Control, 38(2014) 75-81.

A7. Gölge, Ö., Hepsağ, F., Kabak, B., 2015. Dietary intake of sorbic and benzoic acids from tomato ketchup for adults and children in Turkey. Journal of Consumer Protection and Food Safety, May 2015, 1-7.

D. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

D1. Hepsağ, F., Hayoğlu, H., Hepsağ, B., 2012. Karadut meyvesinin antosiyanin içeriği ve antosiyaninlerin gıda sanayinde renk maddesi olarak kullanım olanakları. Gıda Tek. Elek. Derg. 7(1): 9-19.

D2. Hepsağ, F., Fenercioğlu, H., 2011. Domates bazlı içecek üretimi üzerine bir araştırma. Gıda Tek. Elek. Derg. 6(1): 23-32.

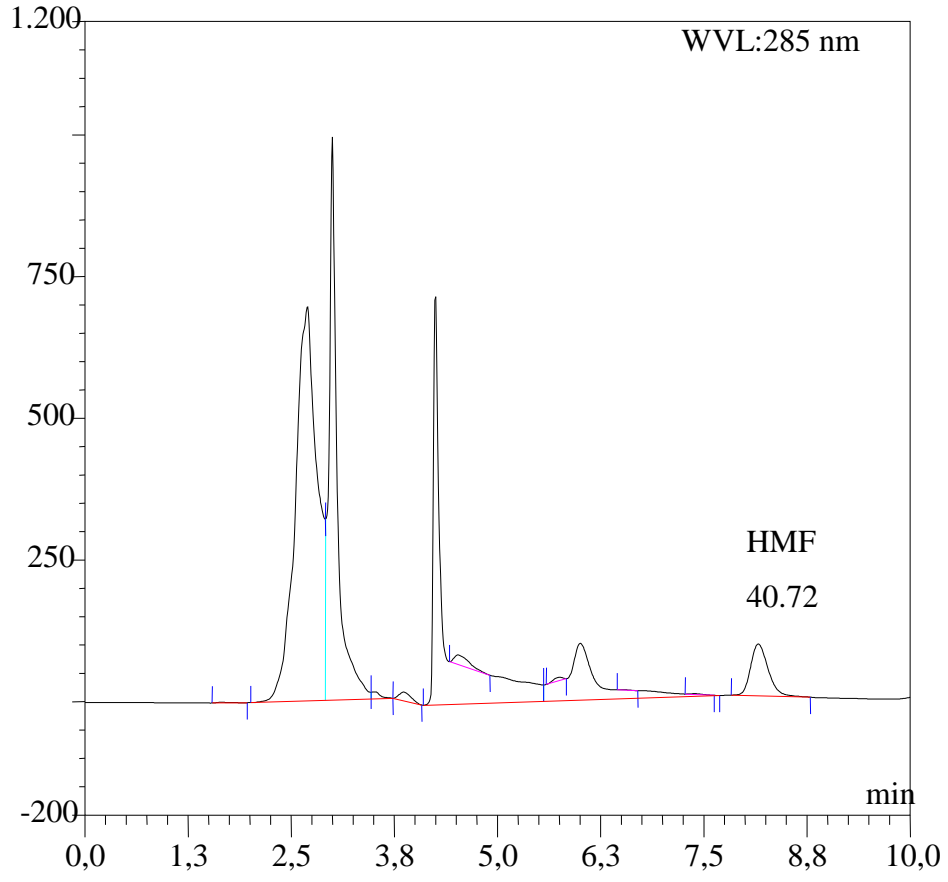
D3. Kılınçceker, O., Hepsağ, F., 2010. Kaplama malzemesi olarak mısır unlarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Gıda Tek. Elek. Derg. 5(2): 20-27.

E.Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

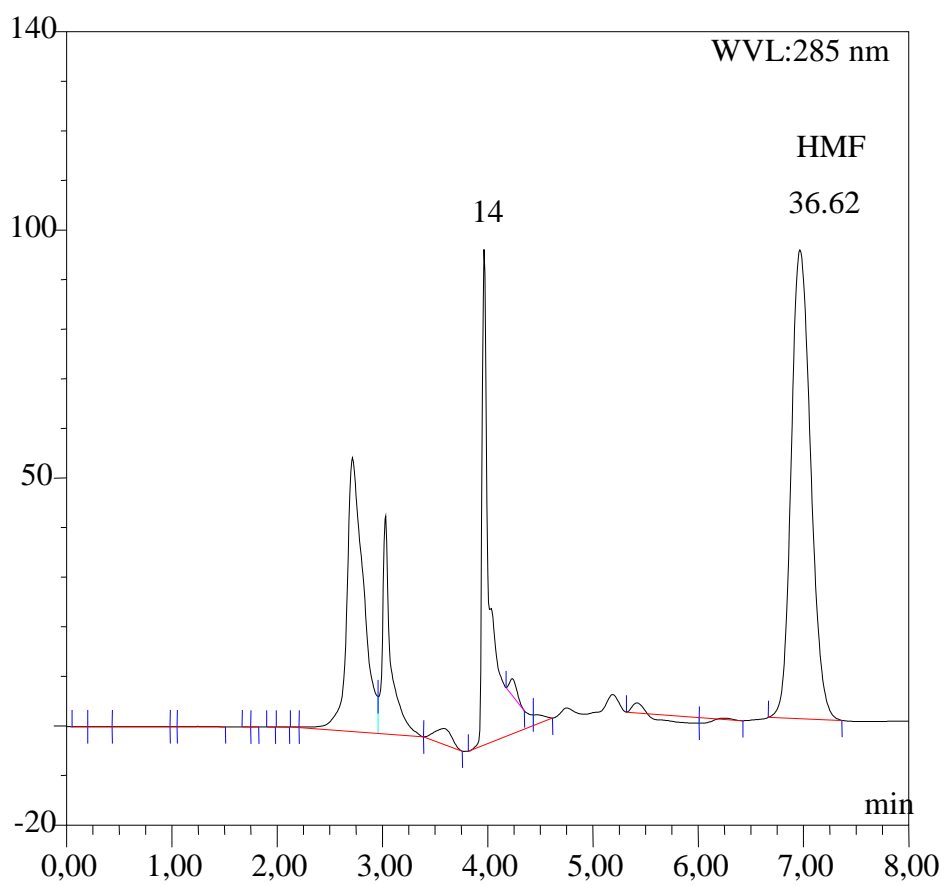
- E1. Hepsağ, F., Hayoğlu, İ., Fenercioğlu, H., Türkoğlu, H., 2012.** Adıyaman'a özgü Geleneksel bir tat: Sumak Ekşisi, III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Sempozyum kitabı. s: 544-545, 10-12 Mayıs, Konya.
- E2. Hepsağ, F., Hayoğlu, İ., Fenercioğlu, H., Türkoğlu, H., 2012.** Saklı Kalmış bir lezzet: Züngül, III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Sempozyum kitabı. s: 608-610,10-12 Mayıs, Konya.
- E3. Hepsağ, F., Hepsağ, B., Hayoğlu, İ., 2014.** Antalya yöresine ait enek (ardıç) pekmezi, IV. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Adana, Sempozyum kitabı, s: 95-99, 17-19 Nisan, Adana.
- E4. Hepsağ, F., Hepsağ, B., Hayoğlu, İ., 2014.** Çedene kahvesi, IV. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Adana, Sempozyum kitabı, s: 103-105, 17-19 Nisan, Adana.
- E5. Hepsağ, F., Hepsağ, B., Hayoğlu, İ., 2014.** Çörek otu, IV. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Adana, Sempozyum kitabı, s: 100-102, 17-19 Nisan, Adana.
- E6. Hepsağ, F., Gölge, Ö., Hayoğlu, İ., 2015.** Kuru Kayıslarda Kükürtdioksit Miktarlarının Belirlenmesi ve Standartlara Uygunluğu, III. Kurutulmuş ve Yarı Kurutulmuş Gıdalar Sempozyumu, Denizli, Sempozyum kitabı, s:
- E7. Hepsağ, F., Gölge, Ö., Hayoğlu, İ., 2015.** Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Balların HMF ve Naftalin Düzeylerinin Belirlenmesi, III. Kurutulmuş ve Yarı Kurutulmuş Gıdalar Sempozyumu, Denizli, Sempozyum kitabı, s:

EKLER

Ek-1. Örneklerin HPLC spektral özellikleri



$\lambda = 285 \text{ nm}$



Ek-2. HPLC Cihazının Görünümü



Ek-3. Siyah dut suyu ekstraktlarının (SDE) döner evaporatörde konsantre edilifinden görüntü





Ek-4. Konsantre edilmiş siyah dut suyu ekstraktlarının (SDE) görünüşü



Ek-5. ilek reçeli üretiminden görüntü



Ek-6. ilek konservesi üretiminden görüntü



Ek-7. Lokum üretimi ve pasalara dökülmesinden görüntü





Ek-8. Lokum Tebliği

2 Maayıs 2004 tarih ve 25469 sayılı Resmi Gazete
Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ile Sağlık Bakanlığında:

Türk Gıda Kodeksi **Lokum Tebliği** **(Tebliğ No: 2004/24)**

Amaç

Madde 1 — Bu Tebliğin amacı, lokumun tekniğine uygun ve hijyenik şekilde üretim, hazırlama, işleme, muhafaza, depolama, taşıma ve pazarlamasını sağlamak üzere bu ürünlerin özelliklerini belirlemektir.

Kapsam

Madde 2 — Bu Tebliğ, lokumu kapsar.

Hukuki dayanak

Madde 3 — Bu Tebliğ, 16/11/1997 tarihli ve 23172 mükerrer sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği" ne göre hazırlanmıştır.

Tanımlar

Madde 4 — Bu Tebliğde geçen;

- a) Lokum; Şeker, nişasta, içme suyu ve sitrik asit veya tartarik asit veya potasyum bi tartarat ile hazırlanan lokum kitlesine gerektiğinde çeşni maddeleri, kuru ve/veya kurutulmuş meyveler ve benzeri maddelerin ilavesiyle tekniğine uygun olarak hazırlanan ürünü,
- b) Çeşni maddeleri; Sakız, kakao, çikolata, susam, haşhaş tohumu, hindistan cevizi rendesi ve benzeri maddeler ile fındık, fıstık gibi kuru-sert kabuklu meyveler, kurutulmuş meyveler, kuru ve yaş meyve şekerlemeleri ve lokum kaymağını,
- c) Lokum kaymağı; 100 gramında en az 60 gram süt yağı bulunan, pastörize kremayı,
- d) Sade lokum; Çeşni maddeleri ve aroma içermeyen lokumu,
- e) Sultan lokumu; Çöven ekstraktı ile ağartılan şeker şurubunun, sade lokum kitlesine karıştırılmasıyla elde edilen lokumu,
- f) Sucuk tipi lokum; Kuru meyvelerden birinin ipe dizilmesi ve sıcak sade lokum kitlesine batırılmasıyla elde edilen çubuk-baton şeklindeki lokumu,
- g) Çeşnili lokum; Pişmiş sade lokum kitlesinin içine ve dışına çeşni maddelerinin katılmasıyla elde edilen lokumu,
- h) Yabancı madde; Lokum üretiminde kullanılan ve katılmasına izin verilen maddelerin dışındaki çeşni maddelerine ait kabuk, çekirdek dahil her türlü maddeyi, ifade eder.

Ürün özellikleri

Madde 5 — Bu Tebliğ kapsamındaki ürünlerin özellikleri aşağıda verilmiştir:

- a) Lokum üzerinde veya içinde yabancı madde bulunmamalıdır.
- b) Lokum elastiki yapıda olmalı, dokusu ağızda yumuşak ve kaygan olarak hissedilmelidir.
- c) Lokum tanımında belirtilen çeşide has tat ve kokuda olmalı, yabancı tat ve koku içermemelidir. Çiğ nişasta lezzetinde olmamalıdır.
- d) Lokum, meyve ve kaymak kısmı ayrılmış lokum kütlesi olarak rutubeti kütlece en çok %16, toplam şekeri sakaroz cinsinden kuru madde de kütlece en az %80 olmalıdır.
- e) Sultan lokumunda saponin miktarı kütlece en fazla %0.1 olmalıdır.
- f) Meyveli lokumun meyve oranı kütlece en az %15, sucuk tipi lokumda meyve oranı kütlece en az %20 olmalıdır.
- g) Kaymaklı lokumda kaymak oranı kütlece en az %8 olmalıdır.

Katkı maddeleri

Madde 6 — Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünler "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği"nin Gıda Katkı Maddeleri bölümünde yer alan hükümlere uygun olmalıdır.

Aroma maddeleri

Madde 7 — Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünler "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği"nin Aroma Maddeleri bölümüne uygun olmalıdır.

Bulaşanlar

Madde 8 — Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünler "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği"nin Bulaşanlar bölümüne uygun olmalıdır.

Pestisit kalıntıları

Madde 9 — Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünlerde pestisit kalıntıları "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği"nin Pestisit Kalıntıları bölümünde verilen değerlere uygun olmalıdır. **Hijyen**

Madde 10 — Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünler "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği"nin Gıda Hijyeni bölümünde yer alan genel kurallara ve Türk Gıda Kodeksi-Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'ne uygun olarak üretilmelidir.

Ambalajlama ve etiketleme-işaretleme

Madde 11 — Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünlerin ambalajlanması ve işaretleme "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği"nin Ambalajlama ve Etiketleme-İşaretleme bölümüne uygun olmalıdır. Etiketlemede ilave olarak; çeşni ilavesiyle üretilen lokumlarda ürün adı, çeşni adı ile birlikte belirtilir.

Taşıma ve depolama

Madde 12 — Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünlerin taşınması ve depolanmasında "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği"nin Taşıma ve Depolama bölümündeki kurallara uyulmalıdır.

Numune alma ve analiz metodları

Madde 13 — Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünlerden, üretim hattından ve muhafaza deposundan numune alınmasında "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği"nin Numune Alma ve Analiz Metodları bölümündeki kurallara uyulmalıdır. Numune uluslararası kabul görmüş metotlara göre analiz edilmelidir.

Tescil ve denetim

Madde 14 — Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünleri üreten ve satan işyerleri; tescil ve izin, ithalat işlemleri, kontrol ve denetim sırasında bu Tebliğ hükümlerine uymak zorundadır. Bu hükümlere uymayan işyerleri hakkında 560 sayılı Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararname hükümlerine göre yasal işlem yapılır.

Denetim

Madde 15 — Bu Tebliğde yer alan hükümlerin uygulanması ile ilgili denetim, 560 sayılı "Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararname"ye göre Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ile Sağlık Bakanlığı tarafından yerine getirilir.

Yürürlükten kaldırılan mevzuat

Madde 16 — Bu Tebliğle; 10/08/1992 tarihli ve 21311 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren TS 8444 sayılı Lokum Standardı mecburi yürürlükten kaldırılmıştır.

Geçici Madde 1 — Halen faaliyet gösteren ve bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünleri üreten ve satan işyerleri 1 yıl içinde Tebliğ hükümlerine uymak zorundadır. Bu süre içinde gerekli düzenlemeleri yapmayan söz konusu üretim yerlerinin faaliyetine izin verilmez. Bu sürenin sonunda söz konusu üretim yerleri ile Tebliğ hükümlerine uymayan ürünleri satan işyerleri hakkında 560 sayılı Kanun Hükmünde Kararname hükümlerine göre yasal işlem yapılır.

Yürürlük

Madde 17 — Bu Tebliğ yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

Madde 18 — Bu Tebliğ hükümlerini Tarım ve Köyişleri Bakanı ile Sağlık Bakanı yürütür