

ÇİLEK KONSERVELERİNDE SİYAH DUT ANTOSİYANİN EKSTRAKTI KULLANIMININ ESMERLEŞME İNDİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Fatma HEPSAĞ¹, İbrahim HAYOĞLU²

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Kadirli, Osmaniye, fatmahepsag@osmaniye.edu.tr

²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa.

Geliş (Received): 29.04.2019

Kabul (Accepted):15.05.2019

ÖZ

Bu çalışmada, doğal olarak antosiyanin içeren siyah dut suyu konsantresinden (BME) % 2 oranında ilave edilmiş çilek konserveleri farklı depolama sıcaklıklarında (5°, 25° ve 37°C) ve aydınlık ve karanlık ortamlarda depolanarak, örneklerde titrasyon asitliği (TA), suda çözünür kuru madde (SÇKM), toplam kuru madde (TKM), esmerleşme indisi (Eİ), hidrokسيمetilfurfural (HMF) analizleri yapılmıştır.

Sonuçlar, 8 ay boyunca çilek konservelerinin 5, 25 ve 37 °C'de depolanması sırasında titrasyon asitliği, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerlerinde anlamlı bir değişiklik olmadığını göstermiştir. HMF depolama süresine bağlı, zamanla doğrusal olarak yükselmiştir. Tüm çilek konservelerinde 37 °C'de depolama sırasında HMF'de büyük bir artış gözlenmiştir. Sonuçlar, renk esmerleşmenin de yüksek sıcaklıkta daha yüksek miktarlarda esmerleşme oluştuğunu ayrıca aydınlıkta karanlık şartlara göre esmerleşmenin arttığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Esmerleşme indisi, HMF, çilek konservesi.

EFFECT ON BROWNING INDEX USE OF BLACK MULBERRY ANTHOCYANIN EXTRACT IN CANNED STRAWBERRIES

ABSTRACT

In this study, strawberry canned added at 2% rate of black mulberry juice concentrate (BME) containing anthocyanin naturally are stored at different storage temperatures (5 , 25 and 37 ° C) and in light and dark conditions. Soluble dry matter (TSS), total dry matter (TSS), browning index (EI), hydroxymethylfurfural (HMF) analyzes were performed.

The results showed no significant change in titratable acidity, water-soluble dry matter and total dry matter values during storing 5, 25, and 37 °C strawberries for 8 months. Depending on the storage time of the HMF, it has increased linearly over time. A significant increase in HMF was observed during storage at 37 °C in all strawberry canned. The results showed that the browning of the color was higher at higher temperatures and the browning increased in light.

Key Words:Browning index, HMF, strawberry canned.

GİRİŞ

Renklerin, yiyeceklerin görünümünde ve kabul edilebilirliğinde önemli bir rolü vardır (Tosun, 2004). Çekici kırmızı renk, çilekten üretilen çilek suyu, reçeli ve konservelerinin temel özelliklerinden biridir. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları, meyve ve sebze ürünlerinin ısınması veya uzun süre depolanması sırasında kalite ve renk değişimlerinden sorumlu en önemli kimyasal reaksiyonlardan biridir (Arena vd., 2001 ; Bharate ve Bharate 2014). Dolayısıyla, kahverengileşme, bu ve benzeri ürünlerde görünüşü, kaliteyi etkileyen bir engeldir. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları, indirgen şekerlerin karbonil grubunun serbest amino grupları veya proteinlerin serbest amino grupları ile arasında oluştuğunda Maillard reaksiyonu olarak adlandırılır. Bu kimyasal işlem, enzimlerin aktivitesi olmayan yiyeceklerde kahverengi renk üretir. Melaninler ve diğer kimyasallar kahverengi renkten sorumludur (Kennedy vd., 1990 ; Lee ve Nagy 1988a ; Martins vd., 2001; Sawamura vd., 1991). Maillard reaksiyonu (HMF) ve diğer ayrıştırılmış ürünlerin oluşumu istenmeyen kahverengi renk oluşumuna neden olur (Bozkurt vd., 1999). HMF, taze ve işlenmemiş meyve sularında pratikte yoktur (Spano vd., 2006), ancak ısıtma işlemleri veya uzun süreli depolama sonucu konsantrasyonları yükselme eğilimindedir. Bu nedenle, HMF meyve konservelerinde de tazeliğinin ve kalitesinin bir endeksi olarak kullanılabilir (Min vd., 2007).

Geleneksel ısı işlemler güvenliği sağlar ve meyvelerden yapılan meyve suyu vb. ürünlerin raf ömrünü uzatır, ancak çoğu zaman duyuşal ve besleyici özelliklerde zararlı değişikliklere yol açar (Corte vd., 2007). Geleneksel ısı işlemlerle elde edilenlerden daha fazla kabul edilebilir ürün üretmek için, yeni teknolojilerin geliştirilmesine büyük ilgi

gösterilmektedir (Smith vd., 2002). Bunlardan biride, taze ve güvenli gıdalar sağlamanın yanında renk olarak kabul edilebilir bir ürün elde etmektir. Mevsimin değişik zamanlarında elde edilen meyvelerde olduğu gibi, renk yoğunluğundaki farklılıklar nedeniyle bunlardan elde edilen ürünlerin renklerindeki tek düzeliği sağlamak için renk maddeleri ürünlere eklenebilir. 5-Hidroksimetilfurfural (HMF) ve oluşturu bileşikler, Maillard reaksiyonu (nonenzimatik kahverengileşme) veya heksozların asit katalizli dehidrasyonu ile karbonhidrat içeren yiyeceklerde kendiliğinden oluşur. HMF, taze ve işlenmemiş gıdalarda pratik olarak yoktur (Martins vd., 2001), ancak konsantrasyonları ısıtma işlemlerinin (Fallico vd., 2004) veya uzun süreli depolamanın bir sonucu olarak yükselme eğilimindedir . Bu nedenle HMF, bu tür yiyeceklerin tazeliği ve kalitesi ile ilgili tanınmış bir parametredir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışmada antosiyanin kaynağı olarak kullanılan siyah dutlar, çilekler, konserve için gerekli tüm malzemeler Hepsağ ve Hayoğlu (2015) deki çalışmada belirtilmiştir.

Metot

Çalışmada doğal renk maddesi olarak, Hepsağ ve Hayoğlunun (2015)'daki çalışmasındaki, ekstraksiyon yöntemi sonucunda elde edilen siyah dut antosiyaninleri (BME), çilek konservesi üretiminde renklendirici olarak kullanılmıştır. Aynı çalışmada çilek konservesi üretiminde gerçekleştirilmiştir. Üretilen çilek konserveleri 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; titrasyon asitliği (TA), suda çözünür kuru madde (SÇKM), toplam kuru madde (TKM), esmerleşme indisi (Eİ), hidroksimetilfurfural (HMF) analizleri yapılmıştır. Örnekler iki aylık periyotlarla analiz edilmiştir.

Renklendirilen çilek konservelerinde yapılan analizler

Titrasyon asitliği tayini (TA)

Titrasyon asitliği tayini için 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, 2009).

Suda çözünür kuru madde tayini (SÇKM)

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, 2009).

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, 2009).

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

% KM : Örneğin kuru madde yüzdesi

G : Tartım kabının darası

G1 : Örnek+ tartım kabının darası

G2 : Kurutma sonrası kuru örnek+ tartım kabının darası.

Esmerleşme indisi tayini (Eİ)

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, 2009).

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, 0.45 mm'lik enjektör filtresinden geçirilerek viale alınmış ve 285 nm'de pikler tanımlanmıştır. Pik tanımlanması standart maddenin (Sigma H 9877, Germany) geliş zamanı ve spektrumuna bakılarak yapılmıştır.

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 ($P < 0.05$).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çilek çilek konservesi örneklerinde titrasyon asitliğimiktarlarında meydana gelen değişimler

Kontrol ve BME ilavesi ile hazırlanmış çilek konservesi örneklerinin farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmaları sonucunda titrasyon asitliği miktarlarında meydana gelen değişim Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek konservesi örneklerinin titrasyon asitliği (g/100g) değerleri

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (ay)	Çilek konservesi	
		Aydınlık	Karanlık
5	Kontrol (0)	0,51 ^g	0,51 ^g
	0	0,51 ^g	0,51 ^g
	2	0,53 ^{efg}	0,51 ^g
	4	0,53 ^{efg}	0,52 ^{fg}
	6	0,54 ^{defg}	0,52 ^{fg}
	8	0,54 ^{defg}	0,53 ^{efg}
	Kontrol (8)	0,54 ^{defg}	0,52 ^{fg}
25	Kontrol (0)	0,51 ^g	0,51 ^g
	0	0,51 ^g	0,51 ^g
	2	0,51 ^g	0,51 ^g
	4	0,53 ^{efg}	0,52 ^{fg}
	6	0,54 ^{defg}	0,53 ^{efg}
	8	0,60 ^{cdef}	0,53 ^{efg}
	Kontrol (8)	0,61 ^{cde}	0,54 ^{defg}
37	Kontrol (0)	0,51 ^g	0,51 ^g
	0	0,51 ^g	0,51 ^g
	2	0,52 ^{fg}	0,52 ^{fg}
	4	0,62 ^{bcd}	0,54 ^{defg}
	6	0,66 ^{abc}	0,57 ^{defg}
	8	0,71 ^a	0,59 ^{cdefg}
	Kontrol (8)	0,70 ^{ab}	0,59 ^{cdefg}

Çilek konservesi örneklerinin depolama boyunca elde edilen titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde, aydınlık şartlarda depolanan örneklerde 5 °C'de 6. ayda, 25 °C'de 4. ayda ve 37 °C'de 2. ayda önemli farklılık saptanırken, karanlık şartlarda depolanan örneklerde 5 °C'de önemli bir değişiklik saptanamazken, 25 °C'de 6. ayda, 37 °C'de ise 4. ayda görülmüştür. Kontrol örneklerinde titrasyon asitliğindeki artış, sıcaklık arttıkça ve aydınlık koşullarda karanlık koşullara göre daha fazla gerçekleşmiştir. Asitlik değerlerindeki bu artışın konservelerde meydana gelen ürün dolgu sıvısı arasındaki dengelenmelerden ve ürün yapısında meydana gelen çeşitli kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanabileceği güneş ışığının ve sıcaklığın ise bu reaksiyonları hızlandırdığı görülmüştür.

Çilek konservesi örneklerinde ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonlarının titrasyon asitliği miktarı üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır.

Çilek konservesi örneklerinde suda çözünür kurumadde miktarlarında meydana gelen değişimler

Kontrol ve BME ilavesi ile hazırlanmış çilekkonservesi örneklerinin farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmaları sonucunda suda çözünür kuru madde miktarlarında meydana gelen değişim Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2.Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek konservesi örneklerinin suda çözünür (%) kurumadde değerleri.

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (ay)	Çilek konservesi	
		Aydınlık	Karanlık
5	Kontrol (0)	16,0 ^a	16,0 ^a
	0	16,0 ^a	16,0 ^a
	2	16,0 ^a	16,0 ^a
	4	17,0 ^a	16,0 ^a
	6	17,0 ^a	16,0 ^a
	8	17,0 ^a	17,0 ^a
	Kontrol (8)	17,0 ^a	17,0 ^a
25	Kontrol (0)	16,0 ^a	16,0 ^a
	0	16,0 ^a	16,0 ^a
	2	17,0 ^a	16,0 ^a
	4	17,0 ^a	16,0 ^a
	6	18,0 ^a	17,0 ^a
	8	18,0 ^a	17,0 ^a
	Kontrol (8)	18,0 ^a	17,0 ^a

37	Kontrol (0)	16,0 ^a	16,0 ^a
	0	16,0 ^a	16,0 ^a
	2	17,0 ^a	17,0 ^a
	4	20,0 ^a	17,0 ^a
	6	22,0 ^a	18,0 ^a
	8	23,0 ^a	18,0 ^a
	Kontrol (8)	24,0 ^a	19,0 ^a

Çizelgeden de görülebileceği gibi örnekler arasında başlangıç olarak suda çözümlü kuru madde içeriği% 16.0 olup, tablo incelendiğinde 5 °C'de 4. ayda, 25 °C'de 2. ayda ve 37 °C'de 2. ayda önemli farklılık saptanırken, karanlık şartlarda depolanan örneklerde bu değerler sırasıyla 5 °C'de 8. ayda, 25 °C'de 6. ayda, 37 °C'de ise 6. ayda görülmüştür. Genel olarak bakıldığında depolama şartlarının ürünlerin SÇKM değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, özellikle 25 ve 37 °C'lerde depolanan konservelerde depolamanın sonlarına doğru az da olsa bir artış gözlenmiş ve bu artışlar istatistiksel anlamda önemli bulunurken, pratikte ürün özelliklerini fazla etkileyecek oranda oldukları görülmektedir. Genel olarak bakıldığında 5 °C'deki artışa göre 37 °C'deki artış daha fazladır. Özellikle meydana gelen bu artışın zamana bağlı olarak nem kaybından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çilek konservesi örneklerinde ise ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonunun suda çözümlü kuru madde miktarı üzerindeki etkisinin ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır.

Çilek konservesi örneklerinin toplam kuru madde miktarlarında meydana gelen değişimler

Kontrol ve BME ilavesi ile hazırlanmış 5°, 25° ve 37°C sıcaklıklarda 8 ay boyunca depolanan çilek konservesi örneklerinin farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmaları sonucunda toplam kuru madde miktarlarında meydana gelen değişim Çizelge 3'de verilmiştir.

Çilek konservesi toplam kuru madde değerleri depolama başlangıcında sırasıyla % 18.36 dir. 5 °C'de depolanan örneklerde bu değerler depolama sonunda sırasıyla % 19.24, 25°C'de depolanan örneklerde % 19.82, 37°C'de depolananlarda % 22.65 olarak tespit edilmiştir. Buna göre 5°, 25° ve 37°C'deki aydınlık ve karanlık şartlardaki depolamalarda çilek konservesinde toplam kuru madde miktarları artmıştır. Kontrol örneklerinde de benzer durum tespit edilmiştir. Fakat bu artış özellikle 37°C'de ve aydınlık şartlarda daha fazla olmuştur. Çilek konservesi örneklerinde ise ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-

depo süresi interaksiyonunun toplam kuru madde miktarı üzerindeki etkisinin önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3.Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek konservesi örneklerinin toplam kuru madde(g/100ml) değerleri.

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (ay)	Çilek konservesi	
		Aydınlık	Karanlık
5	Kontrol (0)	18,36 ^{ab}	18,36 ^{ab}
	0	18,36 ^{ab}	18,36 ^{ab}
	2	18,41 ^{ab}	18,45 ^{ab}
	4	18,57 ^{ab}	18,55 ^{ab}
	6	19,12 ^{ab}	18,61 ^{ab}
	8	19,24 ^{ab}	18,86 ^{ab}
	Kontrol (8)	19,25 ^{ab}	18,85 ^{ab}
	25	Kontrol (0)	18,36 ^{ab}
0		18,36 ^{ab}	18,36 ^{ab}
2		18,92 ^{ab}	18,46 ^{ab}
4		19,16 ^{ab}	18,82 ^{ab}
6		19,34 ^{ab}	18,95 ^{ab}
8		19,82 ^{ab}	19,02 ^{ab}
Kontrol (8)		20,02 ^{ab}	18,92 ^{ab}
37		Kontrol (0)	18,36 ^{ab}
	0	18,36 ^{ab}	18,36 ^{ab}
	2	18,80 ^{ab}	18,52 ^{ab}
	4	19,95 ^{ab}	18,70 ^{ab}
	6	20,62 ^a	18,92 ^{ab}
	8	22,65 ^a	18,98 ^{ab}
	Kontrol (8)	18,36 ^{ab}	18,94 ^{ab}

Çilek konservesi toplam kuru madde değerleri depolama başlangıcında sırasıyla % 18.36 dir. 5 °C’de depolanan örneklerde bu değerler depolama sonunda sırasıyla % 19.24, 25°C’de depolanan örneklerde % 19.82, 37°C’de depolananlarda % 22.65 olarak tespit edilmiştir. Buna göre 5°, 25° ve 37°C’deki aydınlık ve karanlık şartlardaki depolamalarda çilek konservesinde toplam kuru madde miktarları artmıştır. Kontrol örneklerinde de benzer durum tespit edilmiştir. Fakat bu artış özellikle 37°C’de ve aydınlık şartlarda daha fazla olmuştur. Çilek konservesi örneklerinde ise ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonunun toplam kuru madde miktarı üzerindeki etkisinin önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır.

Çilek konservesi örneklerinin esmerleşme indisi miktarlarında meydana gelen değişimler

Kontrol ve BME ilavesi ile hazırlanmış çilek konservesi örneklerinin farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmaları sonucunda esmerleşme indisi miktarlarında meydana gelen değişim Çizelge 4’de verilmiştir.

Kaliteyi olumsuz yönde etkileyen renk esmerleşmesi değişiminin 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).

Çizelge 4.Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek konservesi örneklerinin esmerleşme indisi (mg/g) değerleri

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (ay)	Çilek konservesi	
		Aydınlık	Karanlık
5	Kontrol (0)	9,10 ^{mn}	9,10 ^{mn}
	0	9,10 ^{mn}	9,10 ^{mn}
	2	9,25 ^{klmn}	9,15 ^{lmn}
	4	9,32 ^{jklmn}	9,20 ^{lmn}
	6	9,45 ^{hijkl}	9,35 ^{ijklmn}
	8	9,74 ^{efgh}	9,48 ^{hijkl}
	Kontrol (8)	9,68 ^{fghi}	9,42 ^{hijklm}
25	Kontrol (0)	9,10 ^{mn}	9,10 ^{mn}
	0	9,10 ^{mn}	9,10 ^{mn}
	2	9,36 ^{jklmn}	9,24 ^{klmn}
	4	9,48 ^{hijkl}	9,30 ^{jklmn}
	6	10,24 ^d	9,62 ^{ghij}
	8	11,56 ^c	9,98 ^{def}
	Kontrol (8)	11,46 ^c	9,94 ^{defg}
37	Kontrol (0)	9,10 ^{mn}	9,10 ^{mn}
	0	9,1	9,1
	2	9,42 ^{hijklm}	9,28 ^{jklmn}
	4	9,68 ^{fghi}	9,32 ^{jklmn}
	6	12,40 ^b	9,56 ^{hijk}
	8	14,48 ^a	10,04 ^{de}
	Kontrol (8)	14,35 ^a	10,20 ^d

Esmerleşme indisi değerlerindeki değişim incelendiğinde, depolama başlangıcında Eİ değerinin 9.10 mg/g iken, 5 °C’de aydınlıkta 2. ayda, 9.25 mg/g , 25 °C’de 2. Ayda 9.36 mg/g ve 37 °C’de 2. ayda 9.42 mg/g olduğu saptanırken, karanlık şartlarda depolanan örneklerde bu değerler sırasıyla 5 °C’de 9.15 mg/g, 25 °C’de 9.24 mg/g ve 37 °C’de ise 9.28 mg/g olarak ölçülmüştür.

Eİ değerinin karanlıkta depolanan örneklerde daha düşük olduğu gözlenmiştir. Kontrol örnekleri içinde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Depolama süresi ve sıcaklık arttıkça çilek konservesi örneklerinde Eİ değerlerinde artış gözlenmiştir. Bu artış genelde 6. ayda daha belirgin hale gelirken özellikle 37 °C 'de ve aydınlık şartlarda 2. aydan itibaren daha hızlı gerçekleşmiştir. 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 konservesi örneklerinde ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksyonlarının esmerleşme indisi miktarı üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır.

Çilek konservesi örneklerinde hidrosimetilfurfural miktarlarında meydana gelen değişimler

Kontrol ve BME ilavesi ile hazırlanmış çilek konservesi örneklerinin farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmaları sonucunda hidrosimetilfurfural miktarlarında meydana gelen değişim Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Farklı sıcaklıklarda ve sürelerde depolanan çilek konservesi örneklerinin hidrosimetilfurfural (mg/kg) değerleri

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (ay)	Çilek konservesi	
		Aydınlık	Karanlık
5	Kontrol (0)	3,9 ^x	3,9 ^x
	0	4,86 ^w	4,86 ^w
	2	5,30 ^{uv}	4,92 ^w
	4	6,23 ^{rs}	5,25 ^v
	6	6,98 ^p	6,29 ^r
	8	7,25 ^o	6,56 ^q
	Kontrol (8)	6,1 ^s	5,74 ^t
	25	Kontrol (0)	3,9 ^x
0		4,86 ^w	4,86 ^w
2		5,76 ^t	5,47 ^u
4		8,32 ^{lm}	7,65 ⁿ
6		9,40 ^j	8,21 ^m
8		10,25 ^f	9,12 ^k
Kontrol (8)		9,56 ^{ij}	8,5 ^l
37		Kontrol (0)	3,9 ^x
	0	4,86 ^w	4,86 ^w
	2	6,63 ^q	6,54 ^q
	4	10,87 ^d	9,65 ^{hi}
	6	13,50 ^c	9,88 ^g
	8	17,24 ^a	10,65 ^e
	Kontrol (8)	14,87 ^b	9,76 ^{gh}

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 duyusal değerindeki azalış arasında bir ilişki olup, HMF artışının tüketicilerin beğenisinde azalmaya neden olduğu düşünülmektedir. Bu durumda elde edilen veriler incelendiğinde, genel olarak kontrol ve BME 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 olarakta önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlar, düşük depolama sıcaklığının HMF oluşumunu önlemedeki önemini açıkça ortaya koymaktadır. Depolama süresinin ve sıcaklığın artmasıyla HMF miktarında artış gözlenmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda da depolama sıcaklığının HMF miktarını arttırdığı bildirilmektedir. Bu farklılıkların çeşitlerin ve depolama sürelerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çilekkonservesi örneklerinde ışık-sıcaklık, ışık-depo süresi, sıcaklık-depo süresi interaksiyonlarının HMF miktarı üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

SONUÇ

Sonuçlar, 8 ay boyunca çilek konservelerinin 5, 25 ve 37 °C'de depolanması sırasında titrasyon asitliği, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerlerinde anlamlı bir değişiklik olmadığını göstermiştir. HMF zamanla doğrusal olarak yükselmiştir. Yüksek sıcaklıkta daha yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Tüm çilek konservelerinde 37 °C'de depolama sırasında HMF'de büyük bir artış gözlenmiştir. Renk esmerleşmesi de, ürünlerin başlıca kalite ölçütlerinden birisi olup, kimyasal esmerleşme de daha çok depolama sıcaklığı ve süresi ile ilişkilidir. Depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça renk esmerleşmesinin arttığı görülmüştür. Sonuçlar, esmerleşmenin de zaman içinde doğrusal olarak arttığını ve depolama sırasında daha yüksek sıcaklıkta daha yüksek miktarlarda esmerleşme oluştuğunu ayrıca aydınlıkta da karanlık şartlara göre esmerleşmenin arttığını göstermiştir.

KAYNAKLAR

Arena, E., Fallico, B., Maccarone, E. (2001). Thermal damage in blood orange juice: kinetics of 5-hydroxymethyl-2-furancarboxaldehyde formation. *Int J Food Sci Technol*, 36:145–151.

Bharate, S.S., Bharate, S.B. (2014). Non-enzymatic browning in citrus juice: chemical markers, their detection and ways to improve product quality. *J Food Sci Technol*, 51(10): 2271–2288.

Bozkurt, H., Gögüs, F., Eren, S. (1999). Nonenzymic browning reactions in boiled grape juice and its models during storage. *Food Chemistry*, 64 (1): 89-93.

Cemeroğlu, B. (2009). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Cilt I. 3. baskı, Bizim Grup Basımevi, Ankara. 707 s.

Ekşi, A.(1989). Gıdalarda kimyasal bileşim değişimleri ve kontrolü, Birinci uluslar arası gıda sempozyumu, 89-96s. Uludağ Üniversitesi Ziraat fak. Yayını, Bursa.

Eskin, N., Henderson, A., Townsend, R.J. (1976). *Biochemie der Lebensmittel*. Hüthig verlag, S. 1-230 Heidelberg.

Fallico, B., Zappalà, M., Arena, E., Verzera, A. (2004). Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys, *Food Chem.*, 85(2): 305-313.

Hepsağ, F., Hayoğlu, İ. (2015). Siyah Dut Meyvesinden Antosiyaninlerin Elde Edilmesi Ve Elde Edilen Doğal Renk Maddesinin Gıda Sanayinde Kullanım Olanakları, *Doktora tez*, s.130.

Kennedy, J.F., Rivera, Z.S., Lloyd, L.L., Warner, F.P., Jumel, K. (1990). Studies on non-enzymic browning in orange juice using a model system based on freshly squeezed orange juice. *J Sci Food Agric*, 52:85–95.

Lee, H.S., Nagy, S. (1988a). Quality changes and nonenzymic browning intermediates in grapefruit juice during storage. *J Food Sci*, 53:168–180.

Martins, S.I.F.S., Jongen, W.M.F., Boekel, M.A.J.S. (2001). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends Food Sci Technol*, 11:364–373.

Min, S., Evrendilek, G.A., Zhang, H.Q. (2007). Pulsed electric fields: processing system, microbial and enzyme inhibition, and shelf life extension *IEEE Transactions on Plasma Science*, 35 (1): 59-73.

Sawamura, M., Takemoto, K., Li, Z.F. (1991). ¹⁴C studies on browning of dehydroascorbic acid in an aqueous solution. *J Am Chem Soc*, 39:1735–1737.

Spano, N., Casula, L., Panzanelli, Pilo, M.I., Piu, P.C., Scanu, R., Tapparo, A., Sanna, G. (2006). RP-HPLC determination of 5-hydroxymethylfurfural in honey: the case of strawberry tree honey *Talanta*, 68 (4): 1390-1395.

Tosun, I., Ustun, N.S. (2003). Nonenzymic Browning during Storage of White Hard Grape Pekmez (Zile pekmezi). *Food Chemistry*, 80 (4): 441–443.