

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI ASİTLİK DÜZEYLERİNE SAHİP LİMONATALARIN DEPOLAMA
SÜRECİNDE AROMA PROFİLİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dilan DENİZ

Biyoteknoloji Anabilim Dalı

OCAK 2020

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI ASİTLİK DÜZEYLERİNE SAHİP LİMONATALARIN DEPOLAMA
SÜRECİNDE AROMA PROFİLİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Dilan DENİZ
(182297056001)**

Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi A. Fatih DAĞDELEN

OCAK 2020

BTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 182297056001 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Dilan DENİZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "FARKLI ASİTLİK DÜZEYLERİNE SAHİP LİMONATALARIN DEPOLAMA SÜRECİNDE AROMA PROFİLİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Dr. Öğr. Üyesi A. Fatih DAĞDELEN**
Bursa Teknik Üniversitesi



Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ**
Bursa Uludağ Üniversitesi



Doç. Dr. Rasim Alper ORAL
Bursa Teknik Üniversitesi

Savunma Tarihi : 22 Ocak 2020

FBE Müdürü : **Doç. Dr. Murat ERTAŞ**
Bursa Teknik Üniversitesi

.....
...../...../.....

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Dilan DENİZ

İmzası :

X X X X



Aileme,

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca katkılarını ve manevi desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi A. Fatih DAĞDELEN'e teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim süresince ilgi, destek ve anlayışlarını her zaman hissettiğim, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Tuğba ŞİMŞEK ve Çağlar ERCAN'a, Laboratuvar çalışmalarım boyunca destek ve yardımlarını esirgemeyen Yağmur ORUÇ'a ve manevi desteklerinden dolayı tüm Uludağ İçecek Türk A.Ş. çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürler.

Hayatım boyunca her zaman destek olan, sevgi ve fedakarlıklarını esirgemeyen, her zaman iyiye ve doğruya yönlendiren babam M. Latif DENİZ ve annem Neval DENİZ'e, her zaman yanımda olan sevgili kardeşlerim Helin Ezgi DENİZ ve Oğulcan DENİZ'e teşekkürlerimi borç bilirim.

Çalışmanın gerçekleşmesinde Uludağ İçecek Ar-Ge Merkezi'nin pilot üretim tesisi ve laboratuvar alt yapısı kullanılmıştır. Ayrıca tez çalışması "Farklı Asitlik Düzeylerine Sahip Limonataların Depolama Sürecinde Aroma Profilindeki Değişimlerin Araştırılması" adlı ve 190Y016 numaralı Bursa Teknik Üniversitesi BAP birimi tarafından proje olarak desteklenmiştir.

Ocak 2020

Dilan DENİZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	vii
SEMBOLLER	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xiv
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Araştırması	3
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
2.1 Materyal	7
2.2 Yöntem	9
2.2.1 Suda çözünen kuru madde analizi (SÇKM).....	9
2.2.2. Titrasyon asitliği	9
2.2.3. Renk ölçümü	10
2.2.4. Aroma profili analizi	11
2.2.5. İstatistiki değerlendirme.....	13
3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	14
3.1. Limonata Örneklerinin SÇKM Ölçüm Bulguları.....	14
3.2. Limonata Örneklerinin Asitlik Ölçüm Bulguları	16
3.3. Limonata Örneklerinin Renk Ölçüm Bulguları.....	18
3.3.1. <i>L*</i> renk değeri bulguları	18
3.3.2. <i>a*</i> renk değeri bulguları	20
3.3.3. <i>b*</i> renk değeri.....	22
3.4. Limonata Örneklerinin Aroma Profili Bulguları.....	23
3.4.1. d-limonene	23
3.4.2. Linalool	26
3.4.3. Terpinen-4-ol.....	28
3.4.4. α -Terpineol.....	30
4. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	32
KAYNAKLAR	35
EKLER.....	35
ÖZGEÇMİŞ.....	39

KISALTMALAR

AOAC	: Association of Official Analytical Chemist
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
GC	: Gas chromatography (Gaz Kromatografisi)
MS	: Mass spectroscopy (Kütle Spektroskopisi)
HS/SPME	: Headspace Solid Phase Microextraction (Tepe Boşluğu Katı Faz Mikroekstraksiyon)
SÇKM	: Suda Çözünür Katı Madde
TURKOMP	: Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

SEMBOLLER

<i>a</i>*	: Yeşilden kırmızılığa doğru renk geçiş değeri
<i>b</i>*	: Maviden sarıya doğru renk geçiş değeri
°Bx	: Briks
°C	: Santigrat derece
dk	: Dakika
g	: Gram
Kg	: Kilogram
<i>L</i>*	: Siyahtan beyaza kadar olan açıklık-koyuluk renk geçiş değeri
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
mL	: Mililitre

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1 : Limonun bileşim öğeleri.....	2
Çizelge 1.2 : Farklı turunçgil türlerinin aroma bileşen içerikleri.....	5
Çizelge 2.1 : Limonata içeriği.....	8
Çizelge 2.2 : Deneme deseni ve numune sayıları	8
Çizelge 2.3 : GC-MS koşulları.....	12
Çizelge 2.4 : Analitlerin m/z oranları ve alıkonma zamanları.....	12
Çizelge 3.1 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada SÇKM değişimleri.....	14
Çizelge 3.2 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada SÇKM değişimleri.....	15
Çizelge 3.3 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada Asitlik değişimleri.....	16
Çizelge 3.4 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada Asitlik değişimleri.....	17
Çizelge 3.5 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada L^* değeri değişimleri.....	18
Çizelge 3.6 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada L^* değeri değişimleri.....	19
Çizelge 3.7 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada a^* değeri değişimleri.....	20
Çizelge 3.8 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada a^* değeri değişimleri.....	21
Çizelge 3.9 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada b^* değeri değişimleri.....	22
Çizelge 3.10 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada b^* değeri değişimleri.....	22
Çizelge 3.11 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada d-limonene miktarındaki değişimleri	24
Çizelge 3.12 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada d-limonene miktarındaki değişimleri	25
Çizelge 3.13 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada Linalool miktarındaki değişimleri.....	26
Çizelge 3.14 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada Linalool miktarındaki değişimleri	27
Çizelge 3.15 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada Terpinen-4-ol miktarındaki değişimleri.....	28
Çizelge 3.16 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada Terpinen-4-ol miktarındaki değişimleri	29
Çizelge 3.17 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada α -Terpineol miktarındaki değişimleri.....	30

Çizelge 3.18 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada α -
Terpineol miktarındaki değişimleri..... **31**



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Limonata üretim basamakları.....	7
Şekil 2.2 : Pilot üretim tesisi.....	8
Şekil 2.3 : Limonata numuneleri.....	8
Şekil 2.4 : Yapılan analizler.....	9
Şekil 2.5 : Masa tipi densimetre.....	9
Şekil 2.6 : Otomatik titratör cihazı.....	10
Şekil 2.7 : Renk ölçüm cihazı.....	10
Şekil 2.8 : Manuel headspace cihazı	11
Şekil 2.9 : GC-MS cihazı.....	13
Şekil 3.1 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada SÇKM değişimleri.....	15
Şekil 3.2 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada SÇKM değişimleri.....	15
Şekil 3.3 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada Asitlik değişimleri.....	17
Şekil 3.4 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada Asitlik değişimleri.....	17
Şekil 3.5 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada L^* değeri değişimleri.....	19
Şekil 3.6 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada L^* değeri değişimleri.....	19
Şekil 3.7 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada a^* değeri değişimleri.....	21
Şekil 3.8 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada a^* değeri değişimleri.....	21
Şekil 3.9 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada b^* değeri değişimleri.....	23
Şekil 3.10 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada b^* değeri değişimleri.....	23
Şekil 3.11 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada d-limonene miktarındaki değişimleri	25
Şekil 3.12 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada d-limonene miktarındaki değişimleri	25
Şekil 3.13 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada Linalool miktarındaki değişimleri.....	27
Şekil 3.14 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada Linalool miktarındaki değişimleri	27
Şekil 3.15 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada Terpinen-4-ol miktarındaki değişimleri.	29

Şekil 3.16 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada Terpinen-4-ol miktarındaki değişimleri	29
Şekil 3.17 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada α -Terpineol miktarındaki değişimleri.	31
Şekil 3.18 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada α -Terpineol miktarındaki değişimleri	31
Şekil A.1 : Limonata numunesinin aroma bileşenlerine ait kromatogram.....	38



FARKLI ASİTLİK DÜZEYLERİNE SAHİP LİMONATALARIN DEPOLAMA SÜRECİNDE AROMA PROFİLİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Gıdalarda aroma bileşenleri ve bunların değişimleri, duyuşsal özellikleri direkt olarak belirleyerek tüketici tercişini ve ürünün raf ömrü süresini etkileyen önemli unsurlardır. Aroma bileşenlerinin miktarları çeşitli faktörlerin etkisiyle değişime uğramaktadırlar. Bu faktörler; sıcaklık, depolama süresi, mikrobiyolojik faaliyetler, ürünün kendi özellikleri ve uygulanan işlemlerdir. Bu çalışmada, farklı asitlik düzeylerindeki limonata örneklerinin depolama süre ve sıcaklığına bağılı olarak, kalite parametreleri ve aroma profilinde meydana gelen değişimlerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 3 farklı asitlik düzeyinde (5,6, 5,8, 6,0 g/L) hazırlanan limonata numuneleri, 2 farklı sıcaklıkta (25°C ve 45°C) 2 ay süresince depolanmış, haftalık periyotlarla; suda çözünür kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik, renk (L^*, a^*, b^*) ve aroma bileşen (d-limonene, linalool, terpinen-4-ol, α -terpineol) analizleri gerçekleştirilmiştir. Aroma bileşenleri tepe boşluğu katı faz mikroekstraksiyonu (HS/SPME) ile ekstrakte edilip, gaz kromatografisi kütle spektrometresi (GC-MS) ile tanımlanmış, iç standart (Cinnamaldehyde) yöntemi ile konsantrasyonları hesaplanmıştır. Değişimlerin istatistiksel analizi için SPSS istatistik paket programı kullanılmıştır. Sonuçlar göre, 8 haftalık depolama süresi sonunda; SÇKM miktarında 25°C'de depolamada %3, 45°C'de depolamada %7 oranında artış; titrasyon asitliğinde 25°C'de depolamada %1,5-2,5, 45°C'de depolamada %3,4-4,4 oranında artış; renk parametrelerinde (L^*, a^*, b^*) önemli değişimler olduğu; d-limonene bileşiminin, 25°C'de depolamada %42-48, 45°C'de depolamada %95-97 oranında azaldığı; Linalool bileşiminin, 25°C'de depolamada %23-51 oranında azaldığı, 45°C'de depolamada 2 hafta sonunda tespit edilemeyecek düzeye düştüğü; Terpinen-4-ol bileşiminin 25°C'de depolamada %27-118, 45°C'de depolamada %47-62 oranında arttığı; α -Terpineol bileşiminin 25°C'de depolamada %62-78 oranında arttığı, 45°C'de depolamada %150-160 oranında artıştan sonra azaldığı tespit edilmiştir. Bu değişimler istatistiki olarak önemli bulunurken, değişim d-limonene ve linalool bileşiklerinin zaman ile terpinen-4-ol ve α -terpineol'a degradasyonu nedeniyle olmaktadır. 25°C'de depolamada meydana gelen değişimler, 45°C'de depolamaya göre kabul edilebilir düzeydedir. Depolama ve taşıma koşullarında maruz kaldığı ısı etkenleri, aroma bileşimini etkileyerek istenmeyen bileşiklerin ortaya çıkmasına neden olmakta, tüketicinin güvenli gıda algısını olumsuz etkileyerek tercih edilebilirliğini azaltmaktadır. Bu anlamda ürünlerin raf ömrü boyunca, depolama ve taşıma koşullarının optimum ve stabil olması önemlidir.

Anahtar kelimeler: Limonata, aroma, depolama, d-limonene, terpinen-4-ol.

INVESTIGATION OF CHANGES OF AROMA PROFILE DURING STORAGE OF LEMONADES WITH DIFFERENT ACIDITY LEVELS

SUMMARY

The aroma components and their changes in foods are important factors that directly affect sensory properties and affect consumer choice and shelf life of the product. The amounts of aroma components in foods generally range from nanograms to milligrams per liter and their amounts and formations can change due to various factors. These factors are; temperature, storage time, bacterial activities, the product's own characteristics and applied technological processes. In this study, it was aimed to evaluate the changes in the quality parameters and flavour profile depending on the storage time and temperature of lemonade samples at different acidity levels. For this purpose, lemonade samples prepared at 3 different acid levels (5,6, 5,8, 6,0 g/L) were stored at 2 different temperatures (25 ° C and 45 ° C) for 2 months and total soluble solid (TSS), titratable acidity, color (L^* , a^* , b^*) and aroma component (d-limonene, linalool, terpinen-4-ol, α -terpineol) analyzes were performed in weekly periods. The aroma components were extracted by headspace solid phase microextraction (HS/SPME), identified by gas chromatography mass spectrometry (GC-MS), and their concentrations were calculated by the internal standard (Cinnamaldehyde) method. SPSS statistical package program was used for statistical analysis of changes in lemonade samples at different storage temperatures. It was found that The amount of SÇKM increased by 3% in storage at 25 ° C and 7% in storage at 45 ° C; titration acidity increased by 1.5-2.5% in storage at 25 ° C and 3.4-4.4% in storage at 45 ° C; there are significant changes in color parameters (L^* , a^* , b^*); d-limonene compound decreased by 42-48% in storage at 25 ° C and 95-97% in storage at 45 ° C; Linalool compound decreased 23-51% in 25 ° C storage and decreased to undetectable level after 2 weeks in 45 ° C storage; Terpinen-4-ol compound increased by 27-118% in storage at 25 ° C and 47-62% in storage at 45 ° C; α -terpineol compound increased by 62-78% in 25 ° C storage and decreased after 150-160% increase in 45 ° C storage. These changes were found statistically significant and the change is due to the degradation of d-limonene and linalool compounds with time terpinen-4-ol and α -terpineol. The changes of aroma components in storage at 25 ° C are acceptable compared to storage at 45 ° C. Regardless of the product process, the thermal factors it is exposed to under storage and transport conditions affect the aroma composition and causing off-flavour compounds to form, it negatively affects the consumer's perception of safe food and reduces their preferability. Accordingly, it is important that storage and transport conditions are optimal and stable throughout the shelf life of the products.

Keywords: Lemonade, flavour, storage, d-limonene, terpinen-4-ol.

1. GİRİŞ

Ana vatanı Çin, Güneydoğu Asya ve Hindistan olan turunçgillerin, günümüzde birçok ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır. Turunçgiller; altıntop, limon, lim, mandarin ve portakal gibi türleri içerisinde bulunduran bitki topluluğudur. C vitamini içeren, insan sağlığına önemli yararları bulunan turunçgiller, sofralık, taze tüketimin yanında reçel, marmelat ve meyve suyu olarak değerlendirilmekte bunun yanında kozmetik sektöründe de ham madde olarak kullanılmaktadır (Akgün, 2006).

Turunçgil meyvelerinde aroma ve sağlık etkisi özellikle içerdiği uçucu yağlardan kaynaklanmaktadır. Uçucu yağlar, tüm dünyada gıda sanayinde lezzet ve koku verici olarak, kozmetik alanında, sağlık alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda öz, uçucu yağ olarak da tanımlanan esansiyel yağ, canlı organizmalar tarafından biyosentezlenen uçucu bileşenlerin bir karışımıdır. Esansiyel yağların eldesinde; sıkma, su, buhar ve kuru damıtma ve solvent yöntemleri kullanılmaktadır. Esansiyel yağlar terpenoid veya terpenoid olmayan uçucu bileşikler içerebilir. Hepsi hidrokarbonlar ve bunların oksijenli türevleridir. Bazıları azot veya kükürt türevleri içerebilir. Alkoller, asitler, esterler, epoksitler, aldehitler, ketonlar, aminler, sülfidler vb. şeklinde bulunabilirler. Monoterpenler, seskiterpenler ve hatta diterpenler, birçok uçucu yağın bileşimini oluşturur. Ayrıca, fenilpropanoidler, yağ asitleri ve bunların esterleri veya ayrışma ürünlerine uçucu maddeler olarak da rastlanmaktadır (Başer ve ark, 2009).

Dünyada yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan turunçgil çeşitleri arasında büyük öneme sahip olan limon (*Citrus limonia* (L.) Burm. f.), genellikle kuzey ve güney yarımkürede, en düşük sıcaklıkların 40 °C'nin üzerinde olduğu yarı kurak ve kurak iklim kuşağında yapılmaktadır. Limon yetiştiriciliği en yoğun Akdeniz ülkelerinde görülmektedir. Dünyada 923.883 hektar alanda limon ve lime üretimi yapılmakta ve bu üretim alanından 12.673.077 ton ürün hasat edilmektedir (FAO, 2008).

Limon meyve, taze ürünler pazarı ve gıda endüstrisi için güçlü bir ticari değere sahip olup en önemli üçüncü turunçgil türüdür. Bazı araştırmalarda limon, fenolik

bileşikler ve vitaminler, mineraller, diyet lifi, uçucu yağlar ve karotenoidler açısından zengin, sağlığı teşvik eden önemli bir meyve olarak vurgulanmıştır (González-Molina ve diğ., 2009). Limonun bileşimi Çizelge 1.1’deki gibidir;

Çizelge 1.1 : Limonun bileşim öğeleri (USDA, 2018; TURKOMP, 2019).

Bileşenler	Birim	Birim/100 g
Su	g	88,9
Karbonhidrat	g	7,82
Toplam Şeker	g	2,5
Protein	g	1,1
Diyet lifi	g	1,39
Lipidler		
Doymuş yağ asitleri	g	0,039
Tekli doymamış yağ asitleri	g	0,011
Çoklu doymamış yağ asitleri	g	0,089
Vitaminler		
Vitamin C	mg	24,3
Tiamin	mg	0,033
Riboflavin	mg	0,027
Niasin	mg	0,333
Vitamin B6	mg	0,052
Folat (Toplam)	µg	14
Vitamin A	RE	4
Vitamin E	mg	0,15
Fenolik maddeler		
Eriodictiol	mg	4,88
Hesperedin	mg	14,47
Naringin	mg	1,38
Mirisetin	mg	0,037
Mineraller		
Ca	mg	26
Fe	mg	0,6
Mg	mg	8
P	mg	16
K	mg	138
Na	mg	2
Zn	mg	0,06
Enerji	Kcal	42

Meyveden elde edilen ürünlerin ilk sırasında meyve suyu ve benzeri ürünler yer almaktadır. Ülkemizde meyve suyu ve benzeri içecekleri; Türk Gıda Kodeksi gereğince içerdikleri meyve oranına göre “Meyve Suyu”, “Meyve Nektarı”, “Meyveli İçecek”, “Aromalı İçecek” olarak dört farklı kategoride

değerlendirilmektedir. Sadece tamamen meyveden dönüşen ve %100 meyve oranına sahip olan içecekler ‘meyve suyu’ kategorisine girmekte, meyve oranı %25-99 olanlar “meyve nektarı”, % 10-24 olanlar “meyveli içecek”, % 0-9 olanlar “aromalı içecek” olarak sınıflandırılmaktadır (TGK, 2014).

Limon, taze meyve olarak tüketilmesinin yanında, limon suyu, limonata, meyve suyu, jöle gibi ürün olarak da oldukça fazla tüketim alanına sahiptir. Flavonoidler, vitaminler, mineraller, diyet lifi, uçucu yağlar vb. gibi limon biyoaktif bileşikleri kimya, gıda, kozmetik ve ilaç endüstrisinde kullanılır (Ozaki ve ark, 2000).

Türkiye’de geleneksel olarak evlerde yapılan limonata 2007 yılı itibariyle endüstriyel olarak üretilmeye başlanmıştır. Gazlı içeceklere doğal ve alternatif bir ürün olan limonata, meyveli içecek pazarında önemli bir yer edinmiştir. Endüstriyel olarak üretilen limonatanın zamanla kalite parametrelerinde ve aroma özelliklerinde değişimler meydana gelebilmektedir.

Turunçgil ürünlerinin depolanması sırasında oluşan istenmeyen uçucu bileşikler enzimatik olmayan değişimler sonucunda meydana gelmektedir. Meyve suyu ile temas halindeki kabuk yağında, özellikle yüksek sıcaklıkta uzun süre bekletilmesi durumunda, çeşitli değişiklikler oluşur. Terpen hidrokarbonların oksidasyonu ile limon suyunda “terebentin” tadı olarak adlandırılan, hoşta gitmeyen bir tat oluşur. Işık, bu tip reaksiyonlar üzerinde hızlandırıcı bir etkiye sahiptir. Depolama sırasında oksidasyon sonucu oluştuğu bilinen tat değişikliğinde etkili olan başlıca faktörler; pH, oksijen ve metal iyonlarıdır (Marcy ve diğ., 1984).

Bu çalışmada, farklı asitlik özelliğine sahip limonataların, farklı sıcaklıklarda depolanması sonucu, aroma profilinde ve kalite parametrelerinde meydana gelen değişimler değerlendirilmiştir.

1.1 Literatür Araştırması

Turunçgiller, kullanım alanı oldukça geniş olan, dünya genelinde önemli yere sahip olan meyve türleridir. *Citrus limon (L.) Burm. f.* olarak sınıflandırılmış olan limon ise, önemli biyoaktif bileşenleri, fenolik bileşenleri, vitaminleri, uçucu yağları içeren önemli bir turunçgil türüdür. Limon sağlık alanında, gıda ve kozmetik endüstrilerinde oldukça fazla kullanılmaktadır (González-Molina ve diğ., 2009).

Turunçgiller % 90 oranında terpenler, % 5 oranında oksijenli bileşikler ve % 1 oranında uçucu olmayan bileşiklerden oluşmaktadır (Alzawqari ve diğ., 2016) Turunçgillerin aroma özellikleri içerdikleri esansiyel yağların kompozisyonundan kaynaklanmaktadır. Limon içerisinde yaklaşık 60 adet aromadan sorumlu terpen bileşeni bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda en önemli aroma bileşenlerinin d-limonene, linalool, citral olduğu raporlanmıştır. (González-Molina ve diğ., 2009).

D-limonene doğada en yaygın terpenlerden biridir. Limon benzeri bir kokuya sahip monosiklik bir monoterpendir ve çeşitli narenciye yağlarında ana bileşendir. Parfümlerde, sabunlarda, gıdalarda ve içeceklerde hoş turunçgil koku katkısı nedeniyle yaygın kullanılır. D-limonene FDA tarafından aroma maddesi olarak güvenli (GRAS) kategoride değerlendirilmektedir (Khan ve diğ., 2016).

Nisperos-Carriedo ve diğ. (1992), kalamondin türü mandalında uçucu bileşenlerin tespiti için çalışma gerçekleştirmişlerdir. GC-FID cihazı ve headspace metodu ile gerçekleştirilen çalışmada, kalamondin türü mandalında asetaldehit, decanal, nonanal, octanal, , linalool, terpinen-4-ol, α -terpineol, carene, d-limonene, myrcene, α -pinene, pinene, r-terpinene, terpinolene ve valencene uçucu bileşenlerini tespit etmişlerdir.

Colecio-Juárez ve diğ. (2012) , tatlı lime meyvesinin potansiyel kullanım alanlarını belirlemek için uçucu yağ bileşimini incelemişlerdir. Uçucu yağdaki bileşenlerin tanımlanması, gaz kromatografisi ve kütle spektrometresi ile gerçekleştirilmiştir. Lime içeriğinde toplam 46 bileşen bulunduğu, bunlar arasında mevcut olan en yüksek bileşik konsantrasyonu limonen olduğu bildirilmiştir. Limoneni, linalool, bergamol ve β -pinen izlediği rapor edilmiştir.

Turunçgillerin bileşiminde bulunan terpenler, ısı ve ışığa karşı kararsızdırlar ve hızlıca oksitlenerek aromayı bozmaktadırlar (Iwanami ve diğ., 1997; Shahidi ve diğ., 2005).

Yapılan bir çalışmada, 2 farklı çeşit mandalina suyunda, depolama ve ısıl işlemin aroma bileşenlerine etkisini incelemek üzere d-limonene, linalool, α -terpineol, and terpinen-4-ol uçucu bileşiklerini dinamik headspace ile ekstrakte edip, GC-MS ile tanımlayıp nicelendirmişlerdir. Çalışma sonuçları hem pastörizasyonun hem depolama koşullarının aroma bileşiklerinin miktarlarını önemli ölçüde değiştirdiğini göstermiştir. Kötü aroma bileşeni olarak kabul edilen α -terpineol and terpinen- 4-

ol'un, d-limonene ve linaloolün eşzamanlı bozunmasıyla oluştuğu bildirilmiştir (P'erez-L'opez ve diğ., 2005). Çizelge 1.2'de Farklı turunçgil türlerinin aroma bileşen içerikleri özetlenmiştir.

Çizelge 1.2 : Farklı turunçgil türlerinin aroma bileşen içerikleri.

Turunçgil Türü	Bileşen	Cihaz	Kaynak
Portakal (<i>Citrus auranticum</i> L.)	α -Pinene	GC-MS	(Kusuma ve diğ., 2016)
	β -Pinene		
	Myrcene		
	Limonene		
	δ -Carene		
Limon (<i>Citrus limon</i> L.)	α -Terpineol	GC-MS	(Ammad ve diğ., 2018)
	Limonene		
	β -Pinene		
	γ -Terpinene		
	Myrcene		
Limon (<i>Citrus limon</i> L.)	Geraniol	GC-MS	(González-Molina ve diğ.,2010)
	Linalool		
	Pinene		
	α -Terpineol		
	Limonene		
	Geraniol		
	Carene		
	Terpinolene		
Dekopon (<i>Citrus sphaerocarpa</i>)	Terpinen-4-ol	GC-MS	(Yoo ve diğ., 2003)
	α -Terpineol		
	Linalool		
	α -Terpineol		
	Menthene		
	Decanal		
	Nonanal		
Calamondin (<i>Citrus madurensis</i>)	Linalool	GC-FID	(Nisperos-Carrido ve diğ., 1992)
	Terpinen-4-ol		
	α -Terpineol		
	Limonen		
	Valencene		
	Myrcene		

Limon bileşiminde bulunan fenolik bileşenler, vitaminler, uçucu yağlar ve aroma bileşenleri gerek meyve halinde gerek işlenmiş haldeyken kayba uğrayabilir. Depolama koşulları, saklama süreleri, uygulanan ısıl işlem koşulları ve oksijen bileşenlerin degradasyonunu hızlandırabilmektedir. Örneğin güneş ışığı ve asidik ortam, askorbik asit stabilitesini negatif yönde etkilemektedir. Kayıpların önlenmesi için, yapılan çalışmalarda depo ve taşıma koşullarının iyileştirilmesi önerilmektedir. (González-Molina ve diğ., 2009; Abbasi ve diğ., 2008).

Marcy ve diğ. (1984) yaptıkları çalışmada, portakal suyu konsantresinde sıcaklık ve depolamanın ürün kalitesine etkisini incelemek üzere konsantreleri -12.2, -6.6, -1.1 ve 4.4°C'de 1 yıl depolayarak aylık periyotlarla analiz gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, renk değerlerinde ve askorbik asit içeriğinde sıcaklığa bağlı olarak istatistiksel olarak önemli düşüşler olduğu ve enzimatik olmayan esmerleşmenin sıcaklık ve depolama süresiyle orantılı arttığı tespit edilmiştir.

Taze limon sularına, pastörizasyon, potasyum m-bisülfid ve sodyum benzoat eklenmesi işlemlerini yapılmasının ardından numuneler 90 gün oda sıcaklığında ve buzdolabı sıcaklığında depolanmıştır. Depolama sırasında 15 günlük aralıklarla kimyasal özellikler açısından yapılan analizler sonucunda SÇKM ve pH'ın depolama sırasında arttığı, askorbik asit içeriği ve limon sularının titre edilebilir asitliğinin azaldığı bildirilmiştir. Potasyum m-bisülfidin, depolama sırasında limon suyunun kimyasal özelliklerinde az değişiklik göstererek, limon suyunun muhafaza edilmesinde etkili olduğu bulunmuştur. Sonuçlar, işlenmiş limon suyunun 90 gün boyunca oda ve buzdolabı sıcaklığında güvenli bir şekilde saklanabileceğini göstermiştir (Sindhu ve diğ., 2018).

Gonzalez-Molina ve diğ. (2012), limon ve nar sularını %25, %50 ve %75 oranlarında karıştırarak polifenol yönünden zengin fonksiyonel içecekler üretmiş ve üretilen içecekleri 70 gün boyunca depolamışlardır. Depolama sürecinde flavonoid, C vitamini ve antioksidan aktivite ve renk değerlerindeki değişim değerlendirilmiştir. %25 limon suyu ve %75 nar suyunun karıştırılmasıyla elde edilen fonksiyonel içecekte C vitamini, antioksidan aktivite ve flavonoid içerikleri daha yüksek olduğu; ayrıca, L^* ve b^* değerinde artış, a^* değerinde ise azalma olduğu bildirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Bursa’da faaliyette bulunan ticari bir firmanın pilot işletmesi ve reçetesi kullanılarak Çizelge 2.1’de belirtilen hammaddelerden Şekil 2.1’deki üretim basamaklarında, Şekil 2.2’deki pilot üretim tesisinde sitrik asit ilavesiyle 3 farklı asitlik (5,6-5,8-6,0 g/L) düzeyinde hazırlanan limonatalar, kısa süreli pastörizasyondan sonra aseptik olarak 330 ml’lik PET şişelere dolumu yapılarak 2 farklı sıcaklıkta (25, 45°C) kontrollü koşullarda depolanmıştır. Sonrasında numuneler tasarlanan deneme deseni göre periyodik olarak analizlere alınmıştır (Çizelge 2.2).



Şekil 2.1 : Limonata üretim basamakları.

Çizelge 2.1 : Limonatanın içeriği.

Hammaddeler	Özellikleri
Şeker	Beyaz toz şeker
Su	İçme suyu
Limon konsantresi	%60-65 briks
Limon emülsiyonu	Doğal limon aroması
Antioksidan	Askorbik asit
Renklendirici	Doğal aspir çiçeği

Çizelge 2.2 : Deneme deseni ve numune sayıları.

Parametreler		Periyot	Tekerrür	Toplam numune sayısı
Sıcaklık (°C)	Asitlik (g/L)			
25 / 45 (2 adet)	5,6 / 5,8 / 6,0 (3 adet)	Başlangıç + 8 hafta (9 adet)	2	108



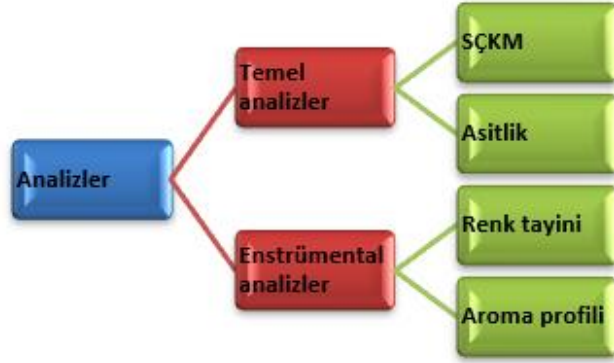
Şekil 2.2 : Pilot üretim tesisi.



Şekil 2.3 : Limonata numuneleri.

2.2 Yöntem

Şekil 2.1'e göre üretilen limonatalar kontrollü sıcaklıklarda depolanarak, 1'er hafta aralıklar ile 8 hafta boyunca periyodik olarak analizler yapılmıştır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 : Yapılan analizler.

2.2.1 Suda çözünen kuru madde analizi (SÇKM)

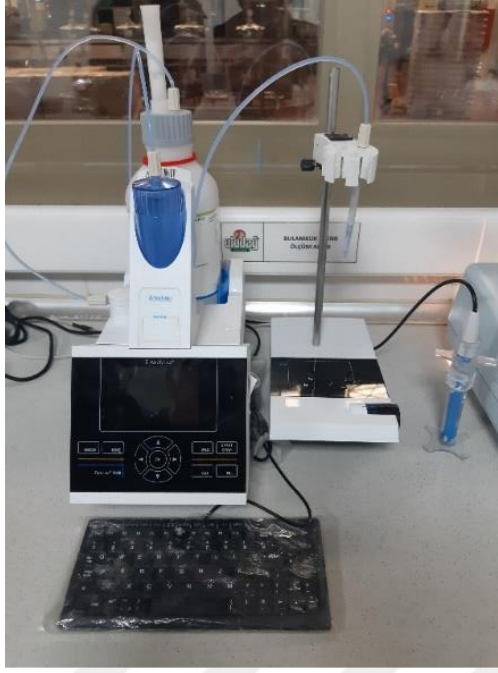
SÇKM ölçümleri; AOAC 932.12 metoduna göre Şekil 2.5'deki masa tipi dijital densimetre (Rudolph Research Analytical Density Meter DDM 2911) kullanılarak 20 °C'de gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.5 : Masa tipi dijital densimetre.

2.2.2 Titrasyon asitliği

TS 1125 ISO 750 metoduna göre sitrik asit cinsinden titre edilebilir toplam asitlik değeri Şekil 2.6'daki otomatik titratör cihazı (SI Analytics Titroline 6000) kullanılarak g/L olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2.6 : Otomatik titratör cihazı.

2.2.3 Renk ölçümü

Limonata örneklerinin renginde meydana gelen değişim Şekil 2.7'deki renk ölçüm cihazı (Konica Minolta Spectrophotometer CM-5) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

L* (L= 0 siyaha eşdeğerdir, L= 100 beyaza eşdeğerdir)

a* (-a= yeşillik, +a= kırmızılık)

b* (-b= mavilik, +b= sarılık)



Şekil 2.7 : Renk ölçüm cihazı.

2.2.4 Aroma profili analizi

Tepe Boşluğu Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (HS/SPME) tekniği ile limonatanın üretiminde kullanılan doğal aroma maddeleri ekstrakte edilerek, GC-MS cihazında depolama süresi boyunca düzeyi ve değişimleri işletme içi metoduna göre incelenmiştir.

Cinnamaldehyde (LGC DRE-C11667480) iç standart olarak kullanılmak üzere sertifikalı olarak temin edilmiştir. İç standardı metanolde (Merck Millipore SupraSolv) çözülerek 20 ppm'lik çözelti hazırlanmıştır.

Numune hazırlama aşaması: Aroma bileşenlerinin ekstraksiyonunda Şekil 2.8'deki Tepe Boşluğu Örnekleyicisi (Teknokroma/2t Manuel Static Headspace Sampler - MSHS) ve PDMS/DVB SPME fiber (65µm polydimethylsiloxane/divinilbenzene, Fused Silica 24Ga, Manual Holder SPME fiber) kullanılmıştır.

Öncelikle MSHS cihazı 70°C'ye çıkarılır. Limonata örneklerinden 10mL'lik headspace vialine 1 mL alındıktan sonra üzerine 50 µL iç standart eklenerek vialinin kapağı kapatılmıştır. MSHS cihazında 70°C'de 20 dakika bekletildikten sonra şartlandırılmış olan SPME fiber (45 dk 250 °C'de) vialin içerisine batırılır. SPME fiberin numunelerdeki aroma maddelerinin absorpsiyonu için 70°C'de 20 dakika bekletildikten sonra GC-MS'de analize alınmak üzere enjeksiyon bloğuna takılarak GC-MS'de analiz gerçekleştirilir.



Şekil 2.8 : Manuel headspace cihazı.

GC-MS'de aroma bileşiklerinin tespiti: Limonata aromasını oluşturan 4 ana bileşiğin zamana bağlı değişimlerini incelemek üzere Şekil 2.9'daki Shimadzu marka GC-MS cihazı kullanılmıştır. Cihaz çalışma bilgileri Çizelge 2.3'te, analitlerin m/z oranları ve alıkonma zamanları Çizelge 2.4'te verilmiştir.

Çizelge 2.3 : GC-MS koşulları.

Cihaz	Shimadzu / GC-2020 GCMS
Kolon	Restek Rxi - 5Sil MS (30m * 0,25mm * 0,25µm)
Enj. bloğu sıcaklığı	250°C
Enj. bloğu bekleme süresi	35 dk
Enj. modu	Split (1/20)
Taşıyıcı gaz şartları	Helyum – 1 mL/dk
Sıcaklık programı	40°C 2dk → 5 dk → 240°C 5 dk → 10 dk → 310°C 10 dk
İyon kaynağı sıcaklığı	220°C
Arayüz sıcaklığı	250°C
Solvent öteleme zamanı	1 dakika
Tarama modu özellikleri	Tarama zamanı: 1-55 dakika arası Kütle tarama aralığı: 35-650 m/z

GC-MS’de analizi gerçekleştirilen örneklerin en yüksek alanlı 25 analit NIST, WILEY ve aroma kütüphanelerinde taranmış, d-limonene, linalool, terpinen-4-ol, α-terpineol bileşenlerinin alanları değerlendirilmiştir (Ekler Şekil A.1). Kullanılan iç standart konsantrasyonuna göre analitlerin konsantrasyonları hesaplanmıştır.

Hesaplama: Hesaplama Denklem 2.1’e göre yapılmıştır.

$$C_b = (A_b \times C_i) / A_i \quad (2.1)$$

C_b: Bileşenin konsantrasyonu (mg/L)

A_b: Bileşenin pik alanı

C_i: İç standart konsantrasyonu (mg/L) (20 mg/L olarak alınmıştır.)

A_i: İç standart pik alanı

Çizelge 2.4 : Analitlerin m/z oranları ve alıkonma zamanları.

Analit	Ana iyon	Referans iyon	Alıkonma zamanı (dk)
D-limonene	68	93, 67	11,67
Linalool	73	93, 55	13,863
Terpinen-4-ol	71	111, 43	16,673
α-Terpineol	59	93, 43	16,743
Cinnamaldehyde	131	103, 132	18,957



Şekil 2.9 : GC-MC cihazı.

2.2.5 İstatistiksel Analiz

Farklı asitlik düzeyleri sahip limonataların farklı depolama sıcaklıklarındaki değişimlerinin istatistiki açıdan araştırılması için SPSS istatistik paket programı (SPSS, Inc., Chicago, IL, A.B.D) kullanılmıştır. Bulgular, varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve elde edilen veriler bağımsız değişkenlerin önemliliğini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testine göre %95 güven aralığında değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Limonata Örneklerinin SÇKM Ölçüm Bulguları

SÇKM düzeylerindeki değişim Çizelge 3.1 ve 3.2 ve Şekil 3.1 ve 3.2’de verilmiştir. Buna göre 25 ve 45°C’deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak SÇKM düzeylerinde istatistiki olarak önemli olan doğrusal bir artış tespit edilmiştir. Bütün numunelerde başlangıçta SÇKM düzeyi %12,6 seviyesinde iken 25°C’de 8 hafta depolama sonucunda yaklaşık %3’lük bir artış ile SÇKM düzeyi %13’e çıkmıştır. 45°C’de depolamalarda ise bu artış yaklaşık %7 seviyelerinde olup 8 hafta sonunda SÇKM düzeyi %13,5’a çıkmıştır.

Sindhu ve diğ. (2018) tarafından taze limon suları üzerinde ısıtma işlemi (pastörizasyon) ve koruyucu ilavesi (potasyum m-bisülfid ve sodyum benzoat) ile yaptıkları bir çalışmada, numuneler 90 gün oda ve buzdolabı sıcaklıklarında depolanmış ve 15 günlük aralıklarla bazı kimyasal özellikleri takip edilmiştir. SÇKM düzeylerinde depolama süresi boyunca tüm uygulamalarda (oda sıcaklığında %0.3-1, buzdolabı sıcaklığında %0.2-0.45) bir artış meydana geldiği, en yüksek artışın ise pastörize ürünlerde olduğu bildirilmiştir. SÇKM de meydana gelen artışın sükrözün invert şekere hidrolizi ile olduğu açıklanmıştır.

Çizelge 3.1 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada SÇKM düzeyindeki değişimleri.

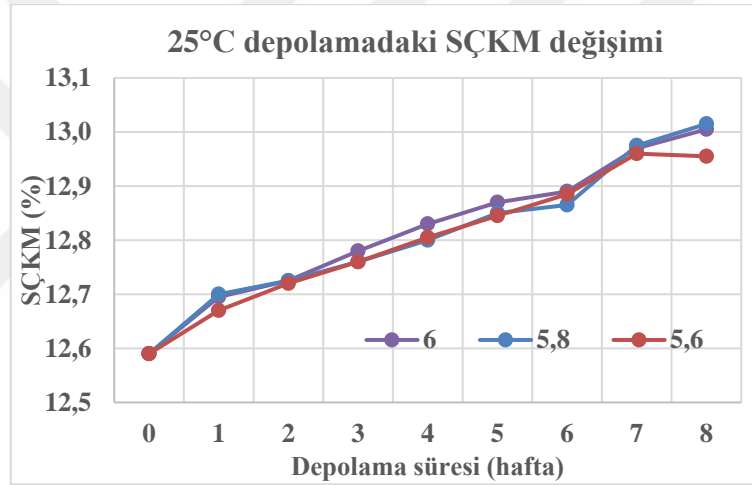
SÇKM (%)					
			Asitlik (g/L)		
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
25°C	0	2	12,59 ± 0,01 f	12,59 ± 0,01 h	12,59 ± 0,01 h
	1	2	12,67 ± 0,01 e	12,70 ± 0,01 g	12,70 ± 0,01 g
	2	2	12,72 ± 0,01 d	12,73 ± 0,01 f	12,73 ± 0,01 f
	3	2	12,76 ± 0,01 d	12,76 ± 0,01 e	12,78 ± 0,01 e
	4	2	12,81 ± 0,04 c	12,80 ± 0,01 d	12,83 ± 0,01 d
	5	2	12,85 ± 0,01 bc	12,85 ± 0,01 c	12,87 ± 0,01 c
	6	2	12,89 ± 0,01 b	12,87 ± 0,01 c	12,89 ± 0,01 c
	7	2	12,96 ± 0,01 a	12,98 ± 0,01 b	12,97 ± 0,01 b
	8	2	12,96 ± 0,01 a	13,02 ± 0,01 a	13,01 ± 0,01 a
Değişim(%)			2,9	3,4	3,3

*Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir (p<0,05).

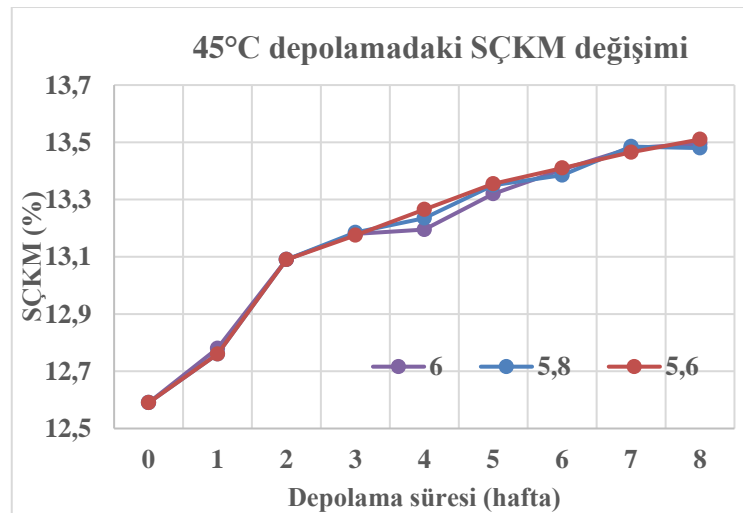
Çizelge 3.2 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada SÇKM düzeyindeki değişimleri.

		SÇKM(%)			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
45°C	0	2	12,59 ± 0,01 h	12,59 ± 0,01 h	12,59 ± 0,01 g
	1	2	12,76 ± 0,01 g	12,76 ± 0,01 g	12,78 ± 0,01 f
	2	2	13,09 ± 0,01 f	13,09 ± 0,01 f	13,09 ± 0,01 e
	3	2	13,18 ± 0,01 e	13,19 ± 0,01 e	13,18 ± 0,01 d
	4	2	13,27 ± 0,06 d	13,24 ± 0,01 d	13,20 ± 0,01 d
	5	2	13,36 ± 0,01 c	13,35 ± 0,01 c	13,32 ± 0,03 c
	6	2	13,41 ± 0,01 b	13,39 ± 0,01 b	13,41 ± 0,01 b
	7	2	13,47 ± 0,02 a	13,49 ± 0,01 a	13,48 ± 0,01 a
	8	2	13,51 ± 0,01 a	13,48 ± 0,01 a	13,50 ± 0,01 a
		Değişim(%)	7,3	7,1	7,2

*Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).



Şekil 3.1 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada SÇKM değişimleri.



Şekil 3.2 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada SÇKM değişimleri.

3.2 Limonata Örneklerinin Asitlik Ölçüm Bulguları

Asitlik düzeylerindeki değişim Çizelge 3.3 ve 3.4 ve Şekil 3.3 ve 3.4'te verilmiştir. Buna göre 25 ve 45°C'deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak asitlik düzeylerinde istatistiki olarak önemli olan doğrusal bir artış tespit edilmiştir. 25°C'de depolamalarda bu artış %1,5-2,5 düzeyinde iken 45°C'de depolamalarda %3,3-4,4 düzeylerine çıkmıştır.

Hepsağ ve Hayoğlu (2019), çilek konservelerini farklı sıcaklık (5, 25, 37°C) ve aydınlatma koşullarında (karanlık, aydınlık) 8 ay depolama süresi boyunca bazı kimyasal özelliklerindeki değişimleri incelemiştir. Depolama süresi boyunca titrasyon asitliği değerlerine sıcaklığın ve aydınlatma koşullarının etkisinin önemli olduğunu belirtmiştir. Özellikle titrasyon asitliğindeki artış sıcaklık arttıkça ve aydınlık koşullarda karanlık koşullara göre daha fazla gerçekleştiği bildirilmiştir. 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 hızlandırdığını belirtmiştir.

Çizelge 3.3 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada Asitlik değişimleri.

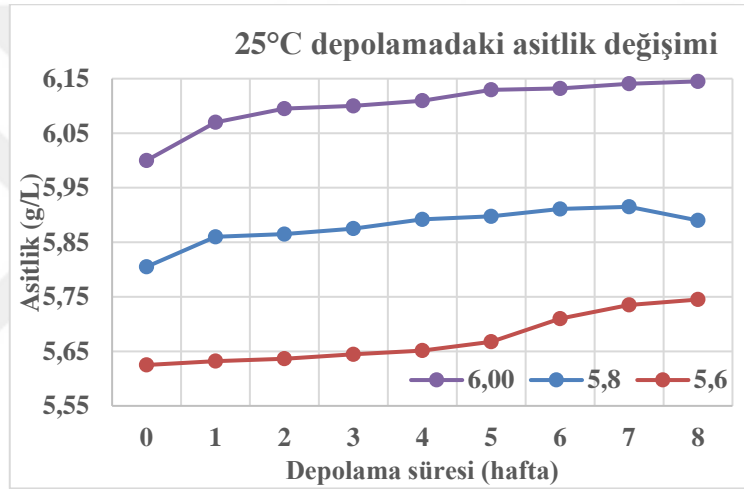
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
25°C	0	2	5,63 ± 0,01 fC	5,81 ± 0,01 eB	6,00 ± 0,01 eA
	1	2	5,63 ± 0,01 efC	5,86 ± 0,03 dB	6,07 ± 0,03 dA
	2	2	5,64 ± 0,01 defC	5,87 ± 0,01 cdB	6,10 ± 0,01 cA
	3	2	5,64 ± 0,01 deC	5,88 ± 0,01 bcdB	6,10 ± 0,01 cA
	4	2	5,65 ± 0,01 dC	5,89 ± 0,01 abcB	6,11 ± 0,01 bcA
	5	2	5,67 ± 0,01 cC	5,90 ± 0,01 abB	6,13 ± 0,01 abA
	6	2	5,71 ± 0,01 bC	5,91 ± 0,01 aB	6,13 ± 0,01 abA
	7	2	5,74 ± 0,01 aC	5,92 ± 0,01 aB	6,14 ± 0,01aA
	8	2	5,75 ± 0,01 aC	5,89 ± 0,01 abcB	6,15 ± 0,01 aA
		Değişim(%)	2,1	1,4	2,5

*Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir (p<0,05).

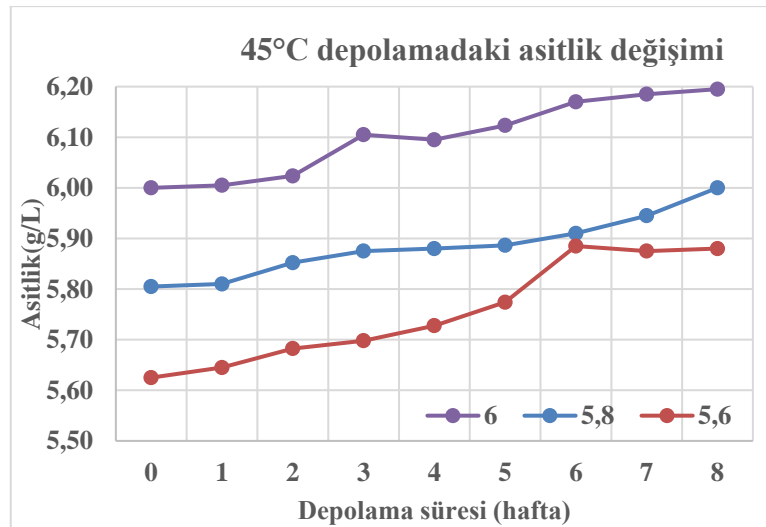
Çizelge 3.4: Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada Asitlik değişimleri.

Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	Asitlik (g/L)		
			5,6	5,8	6
45°C	0	2	5,63 ± 0,01 fC	5,81 ± 0,01 eB	6,00 ± 0,01 dA
	1	2	5,65 ± 0,02 eC	5,81 ± 0,03 eB	6,01 ± 0,01 dA
	2	2	5,68 ± 0,01 dC	5,85 ± 0,01 dB	6,02 ± 0,01 dA
	3	2	5,70 ± 0,01 dC	5,88 ± 0,01 cdB	6,11 ± 0,02 cA
	4	2	5,73 ± 0,01 cC	5,88 ± 0,01 cdB	6,10 ± 0,01 cA
	5	2	5,77 ± 0,01 bC	5,89 ± 0,01 cdB	6,12 ± 0,01 bcA
	6	2	5,89 ± 0,01 aC	5,91 ± 0,01 cdB	6,17 ± 0,03 abA
	7	2	5,88 ± 0,01 aC	5,95 ± 0,01 bB	6,19 ± 0,04 aA
	8	2	5,88 ± 0,01 aC	6,00 ± 0,03 aB	6,20 ± 0,05 aA
Değişim(%)			4,4	3,3	3,3

*Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir (p<0,05).



Şekil 3.3 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada Asitlik değişimleri.



Şekil 3.4 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada Asitlik değişimleri.

3.3 Limonata Örneklerinin Renk Ölçüm Bulguları

3.3.1 L^* renk değeri bulguları

L^* renk değeri, rengi ölçülen nesnenin parlaklığı ve matlığı hakkında bilgi veren bir parametredir. L^* değerindeki değişim Çizelge 3.5 ve 3.6 ve Şekil 3.5 ve 3.6'da verilmiştir. Buna göre, 25 ve 45°C'deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak L^* değerinde istatistiki olarak önemli farklılıklar (sütun kıyaslaması) tespit edilmiştir. 25°C'de depolamalarda doğrusal bir artış ile %1,7 düzeyinde saptanırken, 45°C'de depolamalarda 5,6 asitlikte %1'lik artış gözlenirken, 5,8 ve 6,0 g/L asitliklerdeki numunelerde 4. haftaya kadar %1,4-1,5 lik bir artıştan sonra azalarak toplamda %0,6-0,9'luk bir artış ile tamamlanmıştır.

Kan portakalı suyunun oda koşullarında 7 hafta depolanması ve limon suyunun 4 ve 25°C de 70 gün depolanması üzerine yapılan çalışmalarda zamana bağlı olarak L^* değerinde artış gözlemlenmiştir (Choi ve diğ. 2002; Gironés-Vilaplana ve diğ. 2012). Bu durum, 25°C'de depolanmış numunelerin analiz bulguları ile örtüşmektedir.

Uçan (2013), taze limonlardan elde edilen meyve sularına farklı enzimatik uygulamalar yaparak elde ettiği berrak ve bulanık meyve sularının 6 ay depolama sonucunda bazı kalite özelliklerinde meydana gelen değişimi araştırmıştır. Çalışma sonucunda L^* renk değerinde başlangıç aylarda görülen artışın sonra düşüş ile devam etmesi bizim 45°C'de depolanmış limonata numunelerinde L^* renk değeri verileri ile örtüşmektedir.

Çizelge 3.5 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada L^* değerindeki değişimleri.

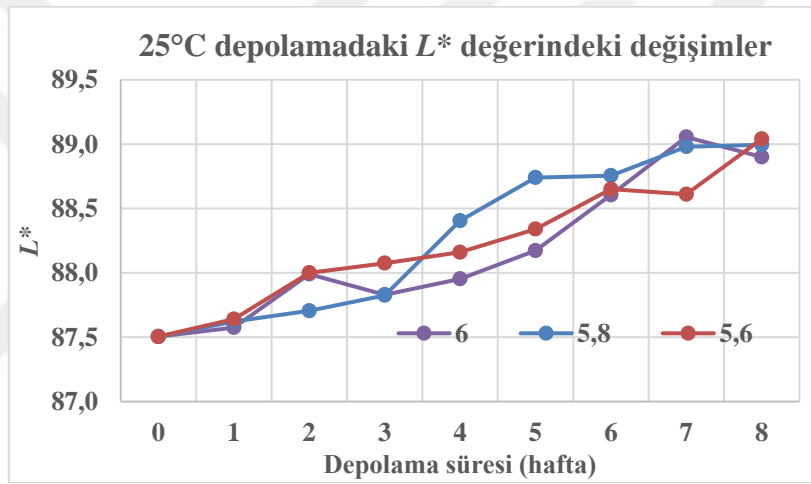
		L^*			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
25°C	0	2	87,51 ± 0,04 g	87,51 ± 0,04 d	87,51 ± 0,04 g
	1	2	87,64 ± 0,03 f	87,62 ± 0,03 cd	87,58 ± 0,06 g
	2	2	88,00 ± 0,04 eA	87,70 ± 0,01 cdB	87,99 ± 0,03 eA
	3	2	88,08 ± 0,01 deA	87,83 ± 0,08 cB	87,83 ± 0,01 fB
	4	2	88,16 ± 0,03 d	88,41 ± 0,30 b	87,95 ± 0,02 ef
	5	2	88,34 ± 0,08 cB	88,74 ± 0,04 aA	88,17 ± 0,04 dB
	6	2	88,65 ± 0,07 b	88,76 ± 0,08 a	88,61 ± 0,16 c
	7	2	88,61 ± 0,06 bB	88,98 ± 0,01 aA	89,06 ± 0,06 aA
	8	2	89,04 ± 0,01 aA	89,00 ± 0,02 aB	88,90 ± 0,01 bC
Değişim(%)			1,7	1,7	1,6

*Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).

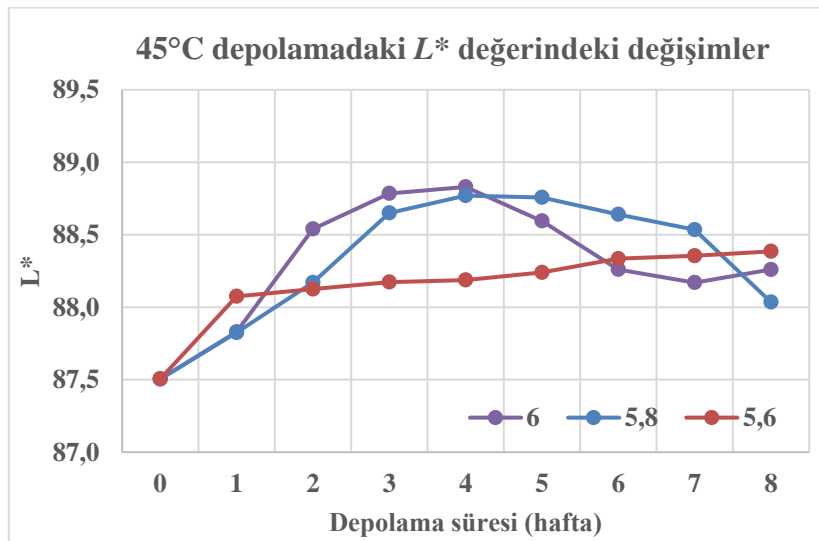
Çizelge 3.6 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada L^* değerindeki değişimleri.

		L^*			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
45°C	0	2	87,51 ± 0,18 e	87,51 ± 0,04 f	87,51 ± 0,04 f
	1	2	88,08 ± 0,01 dA	87,83 ± 0,08 eB	87,83 ± 0,01 eB
	2	2	88,13 ± 0,01 cdB	88,17 ± 0,07 cB	88,54 ± 0,07 bA
	3	2	88,17 ± 0,02 cdC	88,65 ± 0,01 abB	88,79 ± 0,01 aA
	4	2	88,19 ± 0,01 cdB	88,77 ± 0,10 aA	88,83 ± 0,01 aA
	5	2	88,24 ± 0,01 bcC	88,76 ± 0,01 abA	88,6 ± 0,01 bB
	6	2	88,33 ± 0,02 abB	88,64 ± 0,07 aA	88,26 ± 0,07 cB
	7	2	88,36 ± 0,01 abB	88,54 ± 0,01 bA	88,17 ± 0,01 dC
	8	2	88,39 ± 0,01 aA	88,04 ± 0,01 dC	88,26 ± 0,01 cB
Değişim(%)			1,00	2,33	1,67

*Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).



Şekil 3.5 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada L^* değerindeki değişimleri.



Şekil 3.6 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada L^* değerindeki değişimleri.

3.3.2 a^* renk değeri bulguları

a^* renk değeri, rengi ölçülen nesnenin kırmızılığı ve yeşilliği hakkında bilgi veren bir renk parametresidir. a^* değeri pozitif (+) olduğunda kırmızılığı, negatif (-) olduğunda ise yeşilliği tanımlamaktadır.

Limonata numunelerinde a^* değerindeki değişim Çizelge 3.7 ve 3.8 ve Şekil 3.7 ve 3.8’de verilmiştir. Buna göre 25 ve 45°C’deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak a^* değerinde istatistiki olarak önemli olan bir artış tespit edilmiştir. 25°C’de depolamalarda bu artış doğrusal olup %19-21 düzeyinde iken 45°C’de depolamalarda %90 lik bir artış tespit edilmiştir.

Benzer durum Uçan (2013) tarafından taze limonlardan elde edilen berrak meyve sularındaki pozitif yönde değişim %13-44 arasında olurken, bulanık meyve sularında pozitif yönde değişim %2,6 düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Yine Choi ve diğ. (2002) kan portakalı suyunda ve Gironés-Vilaplana ve diğ. (2012) limon sularında yaptıkları ayrı çalışmalarda sırasıyla a^* renk değerinde %12 ile %111’lik bir değişim olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmaya göre farklılıkların nedenlerinin üretimde kullanılan hammaddelerden ve depolama koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı asitlik düzeylerine sahip limonataların a^* değerine olan etkileri kıyaslandığında (sıra kıyaslaması) her haftada olmazsa da genelinde istatistiki olarak anlamlı farklılık saptanmıştır. Bu farkın gözle algılanabilirliği yok denecek kadar düşük düzeydedir.

Çizelge 3.7 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada a^* değeri değişimleri.

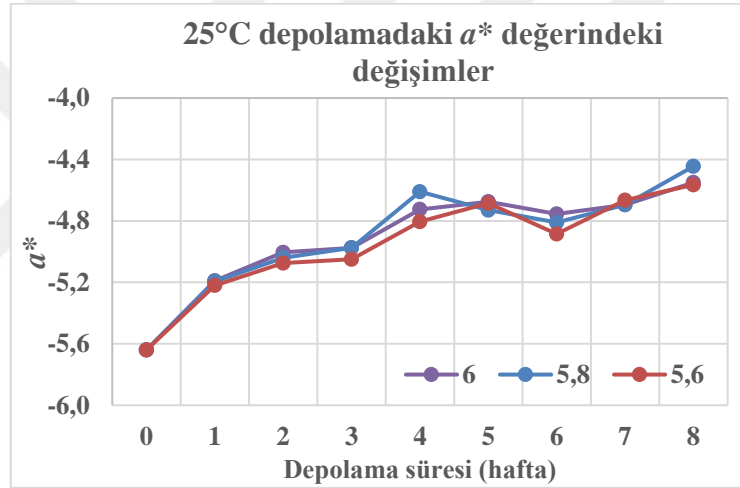
		a^*			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
25°C	0	2	-5,64 ± 0,01 g	-5,64 ± 0,01 h	-5,64 ± 0,01 g
	1	2	-5,22 ± 0,01 f	-5,20 ± 0,01 g	-5,19 ± 0,01 f
	2	2	-5,08 ± 0,01 eC	-5,04 ± 0,01 fB	-5,01 ± 0,01 eA
	3	2	-5,05 ± 0,01 eB	-4,98 ± 0,02 eA	-4,98 ± 0,01 eA
	4	2	-4,81 ± 0,02 cB	-4,61 ± 0,01 bA	-4,73 ± 0,04 cdB
	5	2	-4,69 ± 0,05 b	-4,73 ± 0,06 c	-4,68 ± 0,02 b
	6	2	-4,89 ± 0,02 dB	-4,81 ± 0,01 dAB	-4,76 ± 0,04 dA
	7	2	-4,67 ± 0,02 b	-4,70 ± 0,01 c	-4,70 ± 0,01 bc
	8	2	-4,57 ± 0,01 aB	-4,45 ± 0,01 aA	-4,55 ± 0,01 aB
Değişim(%)			19,00	21,10	19,30

*Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).

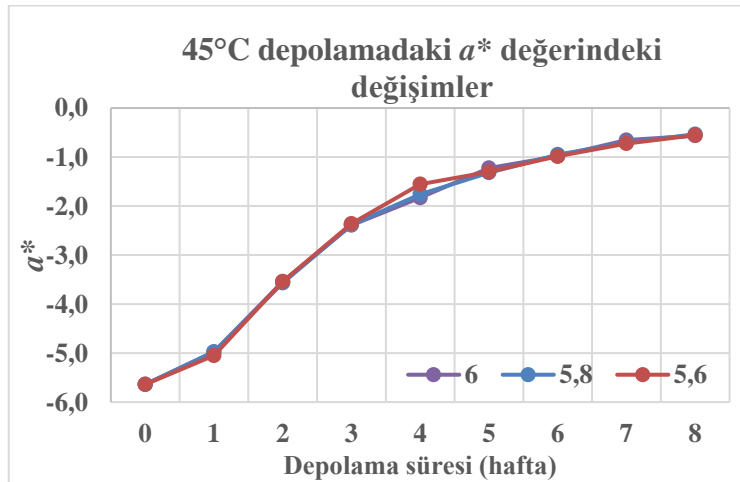
Çizelge 3.8 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada a^* değeri değişimleri.

		a^*			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
45°C	0	2	-5,64 ± 0,01 ı	-5,64 ± 0,01 ı	-5,64 ± 0,01 ı
	1	2	-5,05 ± 0,01 hB	-4,98 ± 0,02 hA	-4,98 ± 0,01 hA
	2	2	-3,54 ± 0,03 g	-3,57 ± 0,01 g	-3,55 ± 0,02 g
	3	2	-2,36 ± 0,01 f	-2,38 ± 0,08 f	-2,39 ± 0,01 f
	4	2	-1,56 ± 0,05 eA	-1,76 ± 0,06 eB	-1,83 ± 0,06 eB
	5	2	-1,31 ± 0,02 dB	-1,32 ± 0,01 dB	-1,23 ± 0,01 dA
	6	2	-0,99 ± 0,01 cB	-0,95 ± 0,01 cA	-0,99 ± 0,01 cB
	7	2	-0,73 ± 0,01 bB	-0,71 ± 0,01 bB	-0,66 ± 0,01 bA
	8	2	-0,56 ± 0,01 a	-0,54 ± 0,01 a	-0,57 ± 0,01 a
Değişim(%)			90,10	90,40	89,90

*Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).



Şekil 3.7 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada a^* değeri değişimleri.



Şekil 3.8 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada a^* değeri değişimleri.

3.3.3 b^* renk değeri bulguları

b^* renk değeri, rengi ölçülen nesnenin sarılığı ve maviliği hakkında bilgi veren bir renk parametresidir. b^* değeri pozitif (+) olduğunda sarılığı, negatif (-) olduğunda ise maviliği tanımlamaktadır. b^* değerindeki değişim Çizelge 3.9 ve 3.10 ve Şekil 3.9 ve 3.10'da verilmiştir. Buna göre 25 ve 45°C'deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak b^* değerinde istatistiksel olarak önemli olan doğrusal bir düşüş tespit edilmiştir. 25°C'de depolamalarda bu düşüş %15-16 düzeyinde iken 45°C'de depolamalarda %47-48'lik seviyesinde olduğu tespit edilmiştir.

Fino çeşidi limonlar kullanarak elde edilen limon suyunun 4 ve 25°C'de 70 gün depolandığı bir çalışmada, 12.47 ile başlayan b^* değerlerinin 70.gün sonunda yaklaşık %65 azalış ile 4.4 düzeyine düşmüştür (Gironés-Vilaplana ve diğ. 2012).

Çizelge 3.9 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada b^* değeri değişimleri.

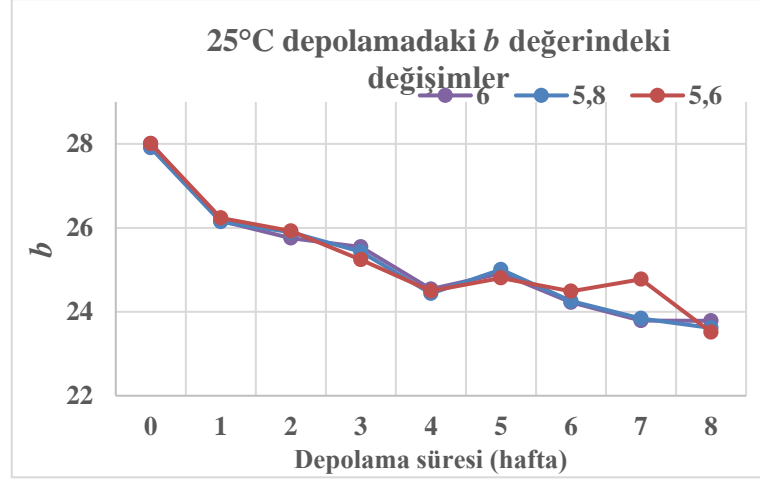
		b^*			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
25°C	0	2	28,01 ± 0,12 a	27,91 ± 0,02 a	28,01 ± 0,12 a
	1	2	26,24 ± 0,40 b	26,15 ± 0,13 b	26,17 ± 0,08 b
	2	2	25,93 ± 0,01 b	25,90 ± 0,08 b	25,76 ± 0,06 c
	3	2	25,24 ± 0,04 c	25,43 ± 0,06 c	25,55 ± 0,25 c
	4	2	24,50 ± 0,29 d	24,44 ± 0,29 e	24,54 ± 0,20 e
	5	2	24,81 ± 0,01 dC	25,01 ± 0,02 dA	24,92 ± 0,02 dB
	6	2	24,49 ± 0,04 dA	24,26 ± 0,02 eB	24,23 ± 0,04 fB
	7	2	24,78 ± 0,02 dA	23,84 ± 0,01 fB	23,79 ± 0,01 gB
	8	2	23,52 ± 0,01 eC	23,62 ± 0,04 fB	23,79 ± 0,01 gA
Değişim(%)			16,00	15,4	15,1

*Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).

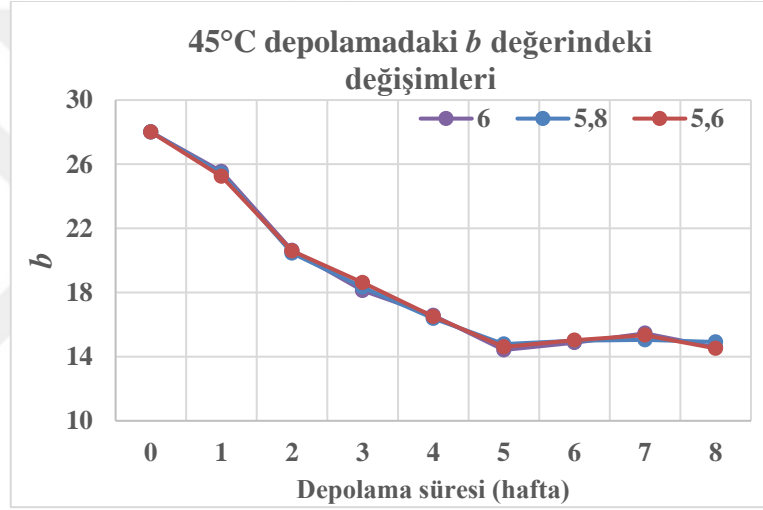
Çizelge 3.10 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada b^* değeri değişimleri.

		b^*			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6,0
45°C	0	2	28,01 ± 0,12 a	28,01 ± 0,12 a	28,01 ± 0,12 a
	1	2	25,24 ± 0,04 b	25,43 ± 0,06 b	25,55 ± 0,25 b
	2	2	20,60 ± 0,12 c	20,46 ± 0,02 c	20,63 ± 0,13 c
	3	2	18,62 ± 0,01 d	18,33 ± 0,17 d	18,12 ± 0,16 d
	4	2	16,50 ± 0,13 e	16,38 ± 0,13 e	16,57 ± 0,11 e
	5	2	14,61 ± 0,01 hB	14,79 ± 0,01 hA	14,42 ± 0,01 hC
	6	2	15,03 ± 0,01 gA	15,00 ± 0,01 fA	14,87 ± 0,01 gB
	7	2	15,34 ± 0,01 fB	15,05 ± 0,01 fC	15,46 ± 0,01 fA
	8	2	14,52 ± 0,01 hC	14,92 ± 0,02 fgA	14,58 ± 0,01 hB
Değişim(%)			48,2	46,7	47,9

*Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).



Şekil 3.9 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada b^* değeri değişimleri.



Şekil 3.10 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada b^* değeri değişimleri.

3.4 Limonata Örneklerinin Aroma Profili Bulguları

3.4.1 d-limonene

d-limonene konsantrasyonundaki değişim Çizelge 3.11 ve 3.12 ve Şekil 3.11 ve 3.12'de verilmiştir. Buna göre, 25 ve 45°C'deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak d-limonene değerinde istatistiki olarak önemli olan doğrusal bir düşüş tespit edilmiştir. 25°C'de depolamalarda bu düşüş %42-48 düzeyinde iken 45°C'de depolamalarda %95-97'lik bir düşüş tespit edilmiştir.

Clemenules ve Fortune çeşidi mandalin suyunda aroma profilinde 60 gün 2°C'de aseptik tankta depolama süresi boyunca temel bileşenlerde meydana gelen

değişimin incelendiği bir çalışmada, d-limonene konsantrasyonu başlangıçta mandalin çeşidine göre 59 ve 47 ppm düzeylerinden %47'lik azalış ile sırasıyla 31 ve 25 ppm düzeylerinde düştüğü bildirilmiştir. Bu değişimin nedeninin d-limonene ve Linalool bileşiklerinin zaman ile Terpinen-4-ol ve α -Terpineol'a degrade olmasından kaynaklanmaktadır. Bu degradasyon sıcaklık, depolama süresi ve bakteriyel faaliyetlere bağlıdır (Perez-Lopez ve diğ. 2006).

He ve diğ. (2018) yılında limon aromalı çayların 4 farklı sıcaklıkta (oda, 35, 40 ve 45°C) 8 hafta periyodik yaptıkları bir çalışmada, başlangıçta 1160-1780 ppb olan Limonene konsantrasyonu 8 hafta sonunda oda koşullarında %23-31 ve 45°C'lik sıcaklıkta ise yaklaşık %77-87 oranında azalmıştır. Bu azalışın nedenini zaman ve sıcaklıkla kolaylıkla başka bileşiklere okside olmasından kaynaklanmaktadır. Bu oksidasyon asidik ortamda gerçekleştiğinde Limonene'in α -Terpineol'a degrade olabileceği belirtilmektedir.

Farklı asitlik düzeylerine sahip limonataların d-limonene sonuçları arasındaki ilişki (sıra kıyaslaması) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 25°C'de 8 hafta sonunda 41,03 ppm ile en yüksek konsantrasyon 5,6 g/L asitlik düzeyine sahip denemede saptanırken 45°C'de 8 hafta sonunda ise 3,6 ppm ile 6,0 g/L asitlik düzeyine sahip denemede saptanmıştır.

Çizelge 3.11 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada d-limonene miktarındaki değişimler.

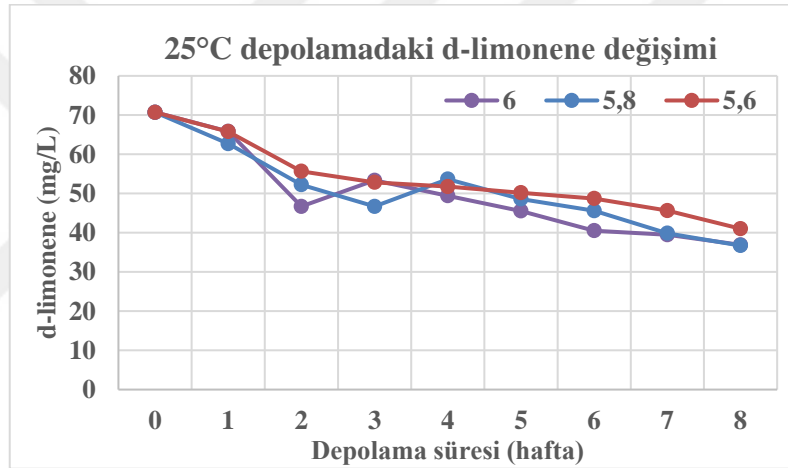
		d-limonene (mg/L)			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
25°C	0	2	70,71 ± 0,01 a	70,71 ± 0,01 a	70,71 ± 0,01 a
	1	2	65,78 ± 0,01 bB	62,70 ± 0,01 bC	65,83 ± 0,02 bA
	2	2	55,67 ± 0,01 cA	52,24 ± 0,01 dB	46,71 ± 0,02 eC
	3	2	52,85 ± 0,01 dB	46,70 ± 0,01 fC	53,35 ± 0,01 cA
	4	2	51,77 ± 0,01 eB	53,65 ± 0,03 cA	49,41 ± 0,02 dC
	5	2	50,19 ± 0,01 fA	48,59 ± 0,01 eB	45,54 ± 0,01 fC
	6	2	48,72 ± 0,01 gA	45,60 ± 0,41 gB	40,53 ± 0,02 gC
	7	2	45,65 ± 0,01 hA	39,86 ± 0,01 hB	39,48 ± 0,02 hC
	8	2	41,03 ± 0,02 iA	36,72 ± 0,02 iC	36,91 ± 0,01 iB
Değişim(%)			-42	-48,1	-47,8

Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir (p<0,05).

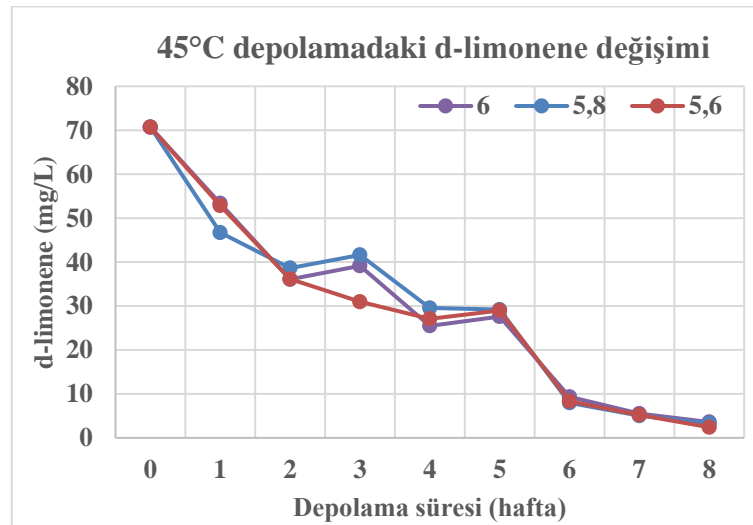
Çizelge 3.12 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada d-limonene miktarındaki değişimler.

		d-limonene (mg/L)			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
45°C	0	2	70,71 ± 0,01 a	70,71 ± 0,01 a	70,71 ± 0,01 a
	1	2	52,85 ± 0,01 bB	46,70 ± 0,01 bC	53,35 ± 0,01 bA
	2	2	36,15 ± 0,01 cB	38,63 ± 0,01 dA	36,07 ± 0,01 dC
	3	2	30,97 ± 0,71 dC	41,62 ± 0,01 cA	39,15 ± 0,01 cB
	4	2	27,10 ± 0,02 fB	29,55 ± 0,02 eA	25,50 ± 0,02 eC
	5	2	28,98 ± 0,03 eB	29,19 ± 0,01 fA	27,60 ± 0,01 fC
	6	2	8,31 ± 0,01 gB	7,98 ± 0,01 gC	9,34 ± 0,01 gA
	7	2	5,20 ± 0,01 hB	5,05 ± 0,02 hC	5,51 ± 0,01 hA
	8	2	2,42 ± 0,01 iC	3,30 ± 0,01 iB	3,60 ± 0,01 iA
	Değişim(%)			-96,6	-95,3

Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).



Şekil 3.11 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada d-limonene miktarındaki değişimleri.



Şekil 3.12 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada d-limonene miktarındaki değişimleri.

3.4.2 Linalool

Linalool konsantrasyonundaki değişim Çizelge 3.13 ve 3.14 ve Şekil 3.13 ve 3.14'te verilmiştir. Buna göre, 25 ve 45°C'deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak Linalool değerinde istatistiki olarak önemli olan doğrusal bir düşüş tespit edilmiştir. 25°C'de depolamalarda bu düşüş %23-51 düzeyinde iken 45°C'de depolamalarda 2 hafta sonunda tespit edilemeyecek düzeye düşmüştür.

Clemenules ve Fortune çeşidi mandalin suyunda aroma profilinde 60 gün 2°C'de aseptik tankta depolama süresi boyunca temel bileşenlerde meydana gelen değişimin incelendiği bir çalışmada, Linalool konsantrasyonu başlangıçta mandalin çeşidine göre 0,17 ve 0,13 ppm düzeylerinden yaklaşık %50-60'lık azalış ile sırasıyla 0,08 ve 0,05 ppm düzeylerinde düştüğü bildirilmiştir. Bu değişimin nedeninin d-limonene ve Linalool bileşiklerinin zaman ile Terpinen-4-ol ve α -Terpineol'a degrade olmasından kaynaklanmaktadır. Bu degradasyon sıcaklık, depolama süresi ve bakteriyel faaliyetlere bağlıdır (Perez-Lopez ve diğ. 2006). He ve diğ. (2018) limon aromalı çayların 4 farklı sıcaklıkta (oda, 35, 40 ve 45°C) 8 hafta periyodik yaptıkları bir çalışmada, başlangıçta 221-263 ppb olan Linalool konsantrasyonu 8 hafta sonunda, oda koşullarında %21-38 oranlarında artış gözlenirken, 45°C'lik sıcaklıkta ise yaklaşık %90 oranında azalmıştır.

Çizelge 3.13 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada Linalool miktarındaki değişimler.

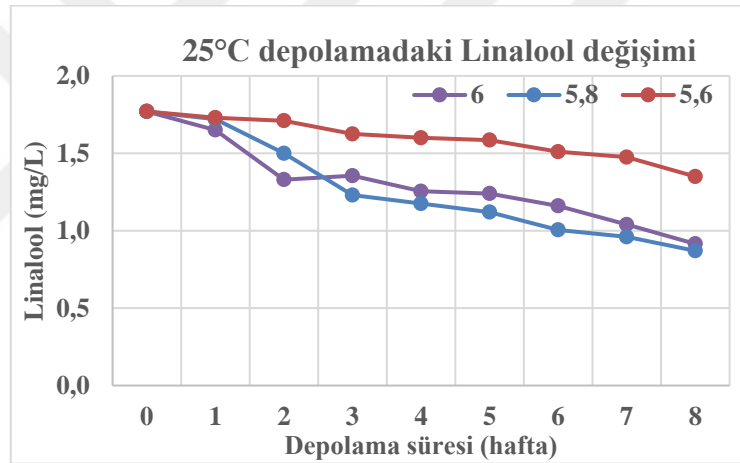
Linalool (mg/L)					
			Asitlik (g/L)		
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
25°C	0	2	1,77 ± 0,01 a	1,77 ± 0,01 a	1,77 ± 0,01 a
	1	2	1,73 ± 0,01 bA	1,72 ± 0,01 bA	1,65 ± 0,01 bB
	2	2	1,71 ± 0,01 bA	1,50 ± 0,01 cB	1,33 ± 0,03 cC
	3	2	1,63 ± 0,01 cA	1,23 ± 0,03 dC	1,36 ± 0,02 cA
	4	2	1,60 ± 0,01 cdA	1,18 ± 0,02 eC	1,26 ± 0,02 dB
	5	2	1,59 ± 0,01 dA	1,12 ± 0,01 fC	1,24 ± 0,01 dB
	6	2	1,51 ± 0,01 eA	1,01 ± 0,01 gC	1,16 ± 0,01 eB
	7	2	1,48 ± 0,01 fA	0,96 ± 0,01 hC	1,04 ± 0,01 fB
	8	2	1,35 ± 0,01 gA	0,87 ± 0,01 iB	0,92 ± 0,02 gB
	Değişim(%)			-23,7	-50,8

Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir (p<0,05).

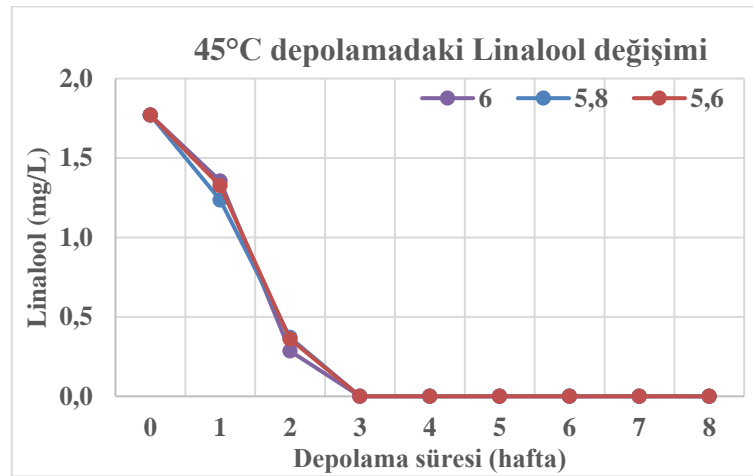
Çizelge 3.14 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada Linalool miktarındaki değişimler.

		Linalool (mg/L)			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
45°C	0	2	1,77 ± 0,01 a	1,77 ± 0,01 a	1,77 ± 0,01 a
	1	2	1,33 ± 0,02 bA	1,24 ± 0,02 bB	1,36 ± 0,02 bA
	2	2	0,36 ± 0,01 cA	0,37 ± 0,01 cA	0,29 ± 0,02 cB
	3	2	T.E.	T.E.	T.E.
	4	2	T.E.	T.E.	T.E.
	5	2	T.E.	T.E.	T.E.
	6	2	T.E.	T.E.	T.E.
	7	2	T.E.	T.E.	T.E.
	8	2	T.E.	T.E.	T.E.
	Değişim(%)			-100	-100

*Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir (p<0,05). *T.E.: Tespit edilemedi.



Şekil 3.13 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada Linalool miktarındaki değişimleri.



Şekil 3.14 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada Linalool miktarındaki değişimleri.

3.4.3 Terpinen-4-ol

Terpinen-4-ol konsantrasyonundaki değişim Çizelge 3.15 ve 3.16 ve Şekil 3.15 ve 3.16’da verilmiştir. Buna göre 25 °C’deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak Terpinen-4-ol değerinde istatistiki olarak önemli olan doğrusal bir artış tespit edilmiştir. 45°C’lik depolamalarda ise hızlı bir artışın ardından 5. haftadan sonra düşüş gerçekleşmiştir. 25°C’de depolamalarda bu artış %27-118 düzeyinde iken 45°C’de depolamalarda ise 8 hafta sonunda %47-62 düzeyinde bir artış tespit edilmiştir.

Clemenules ve Fortune çeşidi mandalin suyunda aroma profilinde 60 gün 2°C’de aseptik tankta depolama süresi boyunca temel bileşenlerde meydana gelen değişimin incelendiği bir çalışmada, Terpinen-4-ol konsantrasyonu başlangıçta mandalin çeşitlerinde yaklaşık 0,03 ppm düzeylerinde iken depolama sonunda sırasıyla 0,12 ve 0,07 ppm düzeylerine çıktığı bildirilmiştir. Bu değişimin nedeninin d-limonene ve Linalool bileşiklerinin zaman ile Terpinen-4-ol ve α -Terpineol’a degrade olmasından kaynaklanmaktadır. Bu degradasyon sıcaklık, depolama süresi ve bakteriyel faaliyetlere bağlıdır (Perez-Lopez ve diğ. 2006). He ve diğ. (2018) yılında limon aromalı çayların 4 farklı sıcaklıkta (oda, 35, 40 ve 45°C) 8 hafta periyodik yaptıkları bir çalışmada, başlangıçta 133-150 ppb olan Terpinen-4-ol konsantrasyonu 8 hafta sonunda oda koşullarında %41-63 ve 45°C’lik sıcaklıkta ise yaklaşık %33 oranında artmıştır. Bu artışın Limonene ve Linalool’un degradasyonundan kaynaklanabileceği belirtilmektedir.

Çizelge 3.15 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada Terpinen-4-ol miktarındaki değişimler.

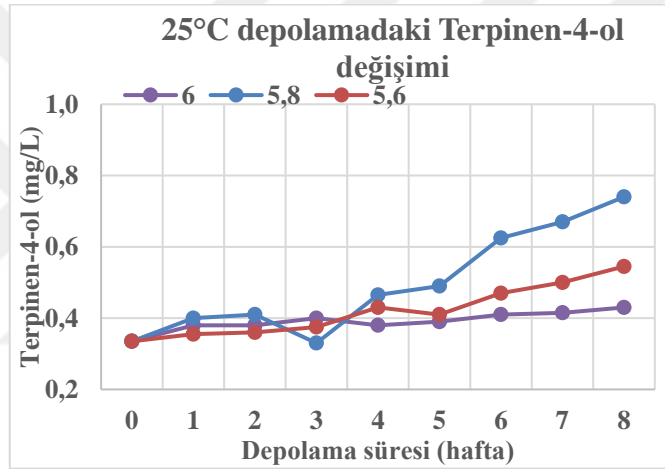
		Terpinen-4-ol (mg/L)			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
25°C	0	2	0,34 ± 0,01 f	0,34 ± 0,01 f	0,34 ± 0,01 d
	1	2	0,36 ± 0,01 ef	0,40 ± 0,01 e	0,38 ± 0,01 c
	2	2	0,36 ± 0,01 ef	0,41 ± 0,01 e	0,38 ± 0,01 c
	3	2	0,38 ± 0,01 eA	0,33 ± 0,01 fB	0,40 ± 0,01 bcA
	4	2	0,43 ± 0,01 dAB	0,47 ± 0,02 dA	0,38 ± 0,01 cB
	5	2	0,41 ± 0,01 dB	0,49 ± 0,01 dA	0,39 ± 0,01 bcB
	6	2	0,47 ± 0,01 cB	0,63 ± 0,02 cA	0,41 ± 0,01 abC
	7	2	0,50 ± 0,01 bB	0,67 ± 0,01 bA	0,42 ± 0,01 abC
	8	2	0,55 ± 0,01 aB	0,74 ± 0,01 aA	0,43 ± 0,01 aC
		Değişim(%)	61,8	117,6	26,5

Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir (p<0,05).

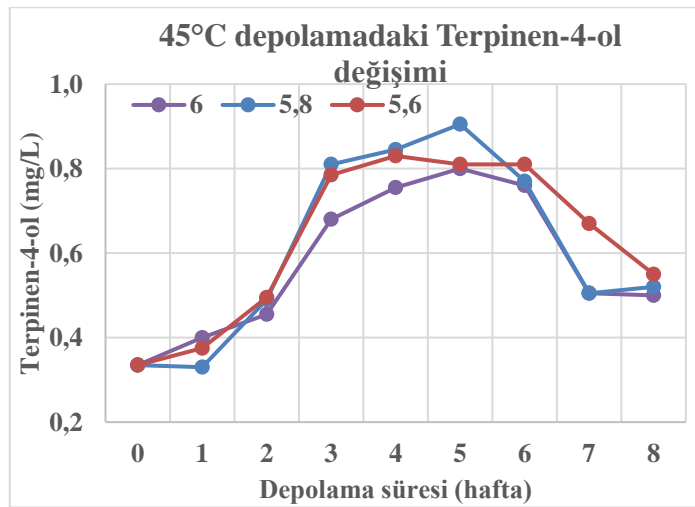
Çizelge 3.16 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada Terpinen-4-ol miktarındaki değişimler.

		Terpinen-4-ol (mg/L)			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
45°C	0	2	0,34 ± 0,01 c	0,34 ± 0,01 c	0,34 ± 0,01 g
	1	2	0,38 ± 0,01 e	0,33 ± 0,01 e	0,40 ± 0,01 f
	2	2	0,50 ± 0,01 d	0,49 ± 0,01 d	0,46 ± 0,02 e
	3	2	0,79 ± 0,05 aA	0,81 ± 0,01 bcA	0,68 ± 0,01 cB
	4	2	0,83 ± 0,01 aA	0,85 ± 0,02 bA	0,76 ± 0,02 bB
	5	2	0,81 ± 0,01 aB	0,91 ± 0,02 aA	0,80 ± 0,01 abA
	6	2	0,81 ± 0,01 a	0,77 ± 0,03 c	0,76 ± 0,01 b
	7	2	0,67 ± 0,01 bA	0,51 ± 0,02 dB	0,51 ± 0,01 dB
	8	2	0,55 ± 0,01 c	0,52 ± 0,03 d	0,50 ± 0,01 d
Değişim(%)			2,3	3,2	2,6

Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).



Şekil 3.15 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada Terpinen-4-ol miktarındaki değişimleri.



Şekil 3.16: Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada Terpinen-4-ol miktarındaki değişimleri.

3.4.4 α -Terpineol

α -Terpineol konsantrasyonundaki değişim Çizelge 3.17 ve 3.18 ve Şekil 3.17 ve 3.18’de verilmiştir. Buna göre 25 °C’deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak α -Terpineol değerinde istatistiki olarak önemli olan doğrusal bir artış tespit edilmiştir. 45°C’lik depolamalarda ise hızlı bir artışın ardından 5. haftalardan sonra düşüş gerçekleşmiştir. 25°C’de depolamalarda bu artış %62-78 düzeyinde iken 45°C’de depolamalarda ise 5. Haftada %150-160 artış olurken sonrasında hızlı bir azalış ve 8 hafta sonunda başlangıca göre %4-13 düzeyinde bir artış ile analiz takibi tamamlanmıştır.

Clemenules ve Fortune çeşidi mandalina suyunda aroma profilinde 60 gün 2°C’de aseptik tankta depolama süresi boyunca temel bileşenlerde meydana gelen değişimin incelendiği bir çalışmada, α -Terpineol konsantrasyonu başlangıçta mandalina çeşitlerinde yaklaşık 0,01 ppm düzeylerinde iken depolama sonunda sırasıyla 0,12 ve 0,08 ppm düzeylerine çıktığı bildirilmiştir. Bu değişimin nedeninin d-limonene ve Linalool bileşiklerinin zaman ile Terpinen-4-ol ve α -Terpineol’a degrade olmasından kaynaklanmaktadır. Bu degradasyon sıcaklık, depolama süresi ve bakteriyel faaliyetlere bağlıdır (Perez-Lopez ve diğ. 2006).

He ve diğ. (2018) yılında limon aromalı çayların 4 farklı sıcaklıkta (oda, 35, 40 ve 45°C) 8 hafta periyodik yaptıkları bir çalışmada, başlangıçta 1040-1480 ppb olan α -Terpineol konsantrasyonu 8 hafta sonunda oda koşullarında %69-82 ve 45°C’lik sıcaklıkta ise yaklaşık %71-104 oranında artmıştır. Bu artışın Limonene ve Linalool’un degradasyonundan kaynaklanabileceği belirtilmektedir.

Çizelge 3.17 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada α -Terpineol miktarındaki değişimler.

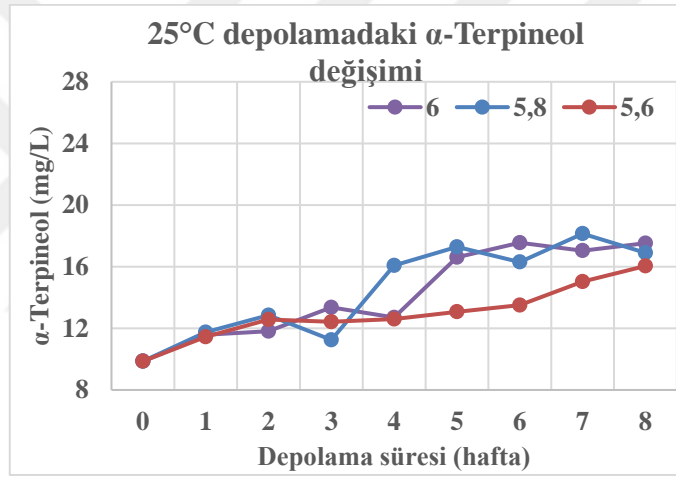
		α -Terpineol (mg/L)			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
25°C	0	2	9,86 ± 0,01 h	9,86 ± 0,01 ı	9,86 ± 0,01 h
	1	2	11,45 ± 0,02 gC	11,75 ± 0,02 gA	11,58 ± 0,01 gB
	2	2	12,57 ± 0,01 fB	12,85 ± 0,01 fA	11,81 ± 0,01 fC
	3	2	12,42 ± 0,01 eB	11,25 ± 0,01 hC	13,36 ± 0,02 dA
	4	2	12,60 ± 0,01 eC	16,08 ± 0,01 eA	12,71 ± 0,01 eB
	5	2	13,07 ± 0,01 dC	17,29 ± 0,01 bA	16,61 ± 0,01 cB
	6	2	13,50 ± 0,01 cC	16,30 ± 0,01 dB	17,56 ± 0,02 aA
	7	2	15,03 ± 0,03 bC	18,14 ± 0,01 aA	17,04 ± 0,01 bB
	8	2	16,05 ± 0,05 aC	16,90 ± 0,01 cB	17,53 ± 0,02 aA
Değişim(%)			62,8	71,4	77,8

Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir (p<0,05).

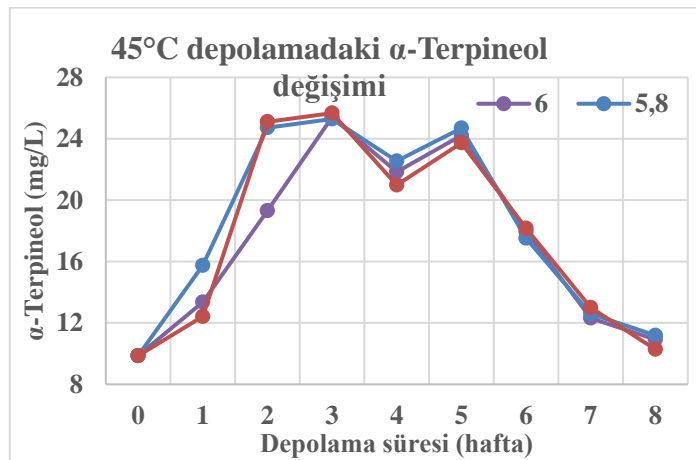
Çizelge 3.18 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada α -Terpineol miktarındaki değişimler.

		α -Terpineol (mg/L)			
		Asitlik (g/L)			
Sıcaklık	Depolama (hafta)	n	5,6	5,8	6
45°C	0	2	9,86 ± 0,01 f	9,86 ± 0,01 h	9,86 ± 0,01 i
	1	2	12,42 ± 0,01 eB	15,75 ± 0,69 eA	13,36 ± 0,02 fB
	2	2	25,11 ± 1,48 aA	24,72 ± 0,01 bA	19,31 ± 0,69 dB
	3	2	25,67 ± 0,01 aA	25,29 ± 0,01 aC	25,40 ± 0,01 aB
	4	2	20,98 ± 0,01 cC	22,55 ± 0,02 cA	21,84 ± 0,01 cB
	5	2	23,73 ± 0,01 bC	24,69 ± 0,03 bA	24,22 ± 0,02 bB
	6	2	18,17 ± 0,01 dA	17,52 ± 0,02 dC	17,97 ± 0,01 eB
	7	2	13,00 ± 0,03 eA	12,59 ± 0,01 fB	12,31 ± 0,01 gC
	8	2	10,28 ± 0,01 fC	11,19 ± 0,01 gA	10,92 ± 0,01 hB
Değişim(%)			37,3	11,14	14,6

Küçük harfler aynı sütundaki ve büyük harfler ise aynı satırdaki ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).



Şekil 3.17 : Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 25°C depolamada α -Terpineol miktarındaki değişimleri.



Şekil 3.18: Farklı asitlik düzeyine sahip limonataların 45°C depolamada α -Terpineol miktarındaki değişimleri.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de geleneksel olarak evlerde yapılan limonata 2007 yılı itibariyle endüstriyel olarak üretilmeye başlanmıştır. Gazlı içeceklere doğal ve alternatif bir ürün olan limonata, meyveli içecek pazarında önemli bir yer edinmiştir. Endüstriyel olarak üretilen limonatanın zamanla kalite parametrelerinde ve aroma özelliklerinde değişimler meydana gelebilmektedir.

3 farklı asitlik düzeyinde (5,6, 5,8, 6,0 g/L) hazırlanan limonata numuneleri, 2 farklı sıcaklıkta (25°C ve 45°C) 2 ay süresince depolanmış, haftalık periyotlarla analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları şu şekildedir;

- 25 ve 45°C’deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak SÇKM düzeylerinde istatistiki olarak önemli olan doğrusal bir artış tespit edilmiştir. Bütün numunelerde başlangıçta SÇKM düzeyi %12,6 seviyesinde iken 25°C’de 8 hafta depolama sonucunda yaklaşık %3’lük bir artış ile SÇKM düzeyi %13’e çıkmıştır. 45°C’de depolamalarda ise bu artış yaklaşık %7 seviyelerinde olup 8 hafta sonunda SÇKM düzeyi %13,5’a çıkmıştır.
- 25 ve 45°C’deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak asitlik düzeylerinde istatistiki olarak önemli olan doğrusal bir artış tespit edilmiştir. 25°C’de depolamalarda bu artış %1,5-2,5 düzeyinde iken 45°C’de depolamalarda %3,3-4,4 düzeylerine çıkmıştır.
- 25 ve 45°C’deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak L^* değerinde istatistiki olarak önemli farklılıklar (sütun kıyaslaması) tespit edilmiştir. 25°C’de depolamalarda doğrusal bir artış ile %1,7 düzeyinde saptanırken, 45°C’de depolamalarda 5,6 g/L’lik asitlikte %1’lik artış gözlenirken, 5,8 ve 6,0 g/L’lik asitliklerdeki numunelerde 4. haftaya kadar %1,4-1,5’lik bir artıştan sonra azalarak toplamda %0,6-0,9’luk bir artış ile tamamlanmıştır.

- 25 ve 45°C'deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak a değerinde istatistiki olarak önemli olan bir artış tespit edilmiştir. 25°C'de depolamalarda bu artış doğrusal olup %19-21 düzeyinde iken 45°C'de depolamalarda %90 lik bir artış tespit edilmiştir.
- 25 ve 45°C'deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak b* değerinde istatistiki olarak önemli olan doğrusal bir düşüş tespit edilmiştir. 25°C'de depolamalarda bu düşüş %15-16 düzeyinde iken 45°C'de depolamalarda %47-48 lik seviyesinde olduğu tespit edilmiştir.
- 25 ve 45°C'deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak d-limonene değerinde istatistiki olarak önemli olan doğrusal bir düşüş tespit edilmiştir. 25°C'de depolamalarda bu düşüş %42-48 düzeyinde iken 45°C'de depolamalarda %95-97 lik bir düşüş tespit edilmiştir.
- 25 ve 45°C'deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak Linalool değerinde istatistiki olarak önemli olan doğrusal bir düşüş tespit edilmiştir. 25°C'de depolamalarda bu düşüş %23-51 düzeyinde iken 45°C'de depolamalarda 2 hafta sonunda tespit edilemeyecek düzeye düşmüştür.
- 25 °C'deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak Terpinen-4-ol değerinde istatistiki olarak önemli olan doğrusal bir artış tespit edilmiştir. 45°C'lik depolamalarda ise hızlı bir artışın ardından 5. haftadan sonra düşüş gerçekleşmiştir. 25°C'de depolamalarda bu artış %27-118 düzeyinde iken 45°C'de depolamalarda ise 8 hafta sonunda %47-62 düzeyinde bir artış tespit edilmiştir.
- 25 °C'deki depolama koşullarında limonataların hepsinde zamana bağlı olarak α-Terpineol değerinde istatistiki olarak önemli olan doğrusal bir artış tespit edilmiştir. 45°C'lik depolamalarda ise hızlı bir artışın ardından 5. haftalardan sonra düşüş gerçekleşmiştir. 25°C'de depolamalarda bu artış %62-78 düzeyinde iken 45°C'de depolamalarda ise 5. Haftada %150-160 artış olurken sonrasında hızlı bir azalış ve 8 hafta sonunda başlangıca göre %4-13 düzeyinde bir artış ile analiz takibi tamamlanmıştır.

Sonuçlar değerlendirildiğinde, sıcaklığın ve titre edilebilir asitliğin limonata bileşiminde değişimleri etkilediği; SÇKM, asitlik ve renkteki değişimlerin istatistiksel olarak önemli bulunsa da 25°C’de depolamada ürünün kalitesel özelliklerinde kayıp olarak nitelendirilemeyeceği tespit edilirken, 45°C’de depolamada ürünün kalitesel özelliklerinde önemli kayıplar oluşabileceği görülmüştür. Bu anlamda ürünlerin depolama ve taşıma koşullarının optimum ve stabil olması önemlidir.

Kalite parametreleri ve aroma özellikleri tüketici tercihini ve ürünün raf ömrü süresini etkileyen önemli unsurlardır. Limonatanın üretildiği andan raf ömrü sonuna kadar, depolama sürecine bağlı olarak bileşiminde meydana gelen değişimlerin izlenmesi ile literatüre katkı sağlamanın yanında, aroma bileşenlerinin etkilendiği faktörler ve istenmeyen tat-koku bileşenlerinin karakteristiklerinin incelenmesi anlamında yeni araştırmaların gerekliliği ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

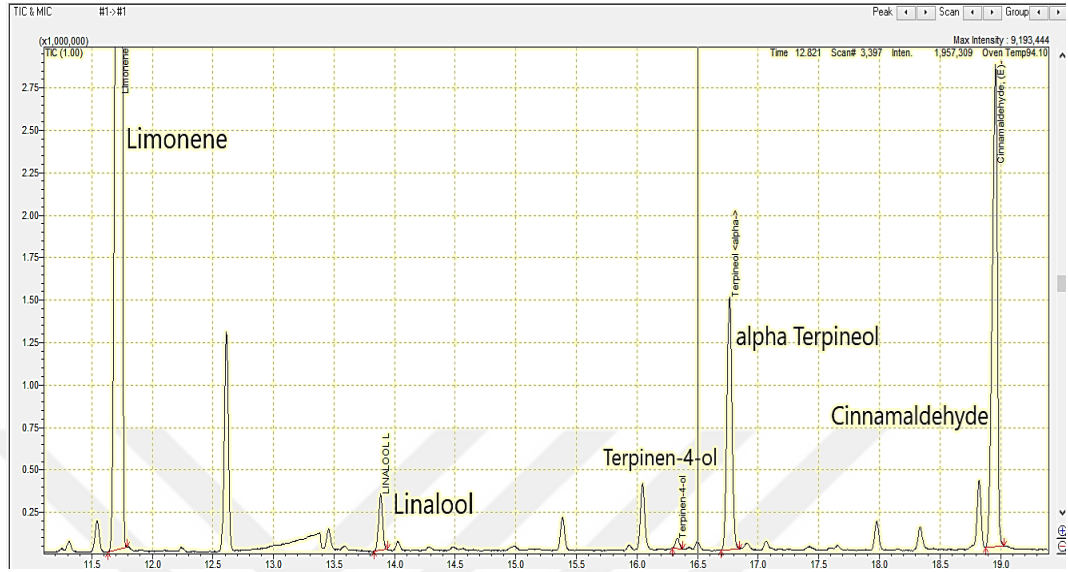
- Ammad, F., Moumen, O., Gasem, A., & Othmane, S.** (2018). The potency of lemon (*Citrus limon* L.) essential oil to control some fungal diseases of grapevine wood. *Comptes Rendus Biologies*, 97–101.
- Abbasi, A., & Niakousari, M.** (2008). Kinetics of ascorbic acid degradation in unpasteurized Iranian lemon juice during regular storage conditions. *Pakistan Journal Biological Sciences*, 11(10), 1365-1369.
- Akgün C.** (2006). Turunçgiller Sektör Profili. *Dış Ticaret Servisi Uygulama Şubesi*.
- Alzawqari, M. H., Al-Baadani, H. H., Alhidary, I. A., Khan, R., Aqil, G. M., & Abdurab, A.** (2016). Effect of feeding dried sweet orange (*Citrus sinensis*) peel and lemon grass (*Cymbopogon citratus*) leaves on growth performance, carcass traits, serum metabolites and antioxidant status in broiler during the finisher phase. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 17077-17082.
- Başer, K. H., & Demirci, F.** (2007). Chemistry of essential oils. , R. Berger (Editor), *Flavours and Fragrances*, Springer, Hannover, 43–86.
- Başer, K., & Buchbauer, G.** (2009). Handbook of Essential Oils. *Science, Technology, and Applications*, Taylor & Francis, Boca Raton.
- Carbonell-Barrachina, A. J.-L.** (2006). Limonene, linalool, α -terpineol, and terpinen-4-ol as quality control parameters in mandarin juice processing. *European Food Research and Technology*, 222, 281–285.
- Choi, M., Kim, G., & Lee, H.** (2002). Effects of Ascorbic Acid Retention on Juice Color and Pigment Stability in Blood Orange (*Citrus Sinensis*) Juiceduring Refrigerated Storage. *Food Research International*, 35, 753-759.
- Colecio-Juárez M., Rubio-Núñez, R.E., Botello-Álvarez, J.E.** (2012). Characterization of volatile compounds in the essential oil of sweet lime (*Citrus limetta* Risso). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(2), 275-280.
- Fei He, Y. L.** (2018). Flavor and chiral stability of lemon-flavored hard tea during storage. *Food Chemistry*, 622–630.
- González-Molina, E., Domínguez-Perles, R., Moreno, D.A., & García-Viguera, C.** (2009). Natural bioactive compounds of *Citrus limon* for food and health. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 327–345.

- Gonzalez-Molina, E. M.-V.** (2009). A new drink rich in healthy bioactives combining lemon and pomegranate juices. *Food Chemistry*, 115, 1364-1372.
- González-Molina, E., Domínguez-Perles, R., Moreno, D.A., & García-Viguera, C.** (2012). A novel beverage rich in antioxidant phenolics: Maqui berry (*Aristotelia chilensis*) and lemon juice. *LWT - Food Science and Technology*, 47, 279-286.
- Hepsağ F., H. İ.** (2019). Çilek Konservelerinde Siyah Dut Antosiyanin Ekstraktı Kullanımının Esmerleşme İndisi Üzerine Etkileri. *Adıyaman Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Arazi Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi Cilt 7, Sayı 1*, 61-72.
- Iwanami, Y., Tateba, H., Kodama, N., & Kishino, K.** (1997). Changes of Lemon Flavor Components in an Aqueous Solution during UV Irradiation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 463-466
- Khan, A. M.** (2016). Phytochemical and Pharmacological Properties on Citrus Limetta (Mosambi). *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research.*, 555-563.
- Kusuma, H., Putra, A., & Mahfud, M.** (2016). Comparison of Two Isolation Methods for Essential Oils from Orange Peel (*Citrus auranticum* L) as a Growth Promoter for Fish: Microwave Steam Distillation and Conventional Steam Distillation. *Journal of Aquaculture*, 7-2.
- Marcy, J. E.** (1984). Factors Affecting Storage of Orange Concentrate. *Journal of Food Science*, 49(6), 1628–1629. doi:10.1111/j.1365-2621.1984.tb12865.x
- Nisperos-Carriedo, M., Baldwin, E. A., Moshonas, M.G., Philip, E.,** (1992). Determination of Volatile Flavor Components, Sugars, and Ascorbic, Dehydroascorbic, and Other Organic Acids in Calamondin (*Citrus mitis* Blanco). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2464-2466.
- Ozaki, Y. M.** (2000). Limonoid glucosides of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marcov.) and its processing products. *ACS Symposium Series*, 107–119.
- Pérez-López, A. J., Carbonell-Barrachina, J., Domingo, S., Angel, L.A.** (2006). Limonene, linalool, α -terpineol, and terpinen-4-ol as quality control parameters in mandarin juice processing. *European Food Research and Technology*, 222, 281–285. doi:10.1007/s00217-005-0055-5.
- Shahidi, F., & Zhong, Y.** (2005). Citrus Oils and Essences, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Bailey. 49-65.
- Sindhu, R., & Khatkar, B. S.** (2018). Effects of chemical treatments on storage stability of lemon (*Citrus Limon*) juice. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, Vol. 5, Issue 2.
- TGK,** (2014). *Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği, Tebliğ No:2014/34* Erişim tarihi: 10 Aralık 2019, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.19949&MevzuatTliski=0&sourceXmlSearch=meyve%20suyu>

- TÜRKOMP**, (2019). *Ulusal Gıda Kompozisyon Veritabanı, Limon, Meyer*. Erişim tarihi: 19 Aralık 2019, <http://www.turkomp.gov.tr/food-limon-meyer-311>
- Uçan, F.** (2013). *Berrak Ve Doğal Bulanık Limon Suyu Konsantresi Üretimi Ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi* (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- USDA**, (2018). *United States Department of Agriculture Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Release 27, Basic Report: 09150. Lemons, raw, without peel*. Erişim tarihi: 19 Aralık 2019, <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2302>
- Yoo, Z.-W., Lee, D. S., & Kim, N.-S.** (2004). Comparative Analyses of the Flavors from Hallabong (*Citrus sphaerocarpa*) with Lemon, Orange and Grapefruit by SPTE and HS-SPME Combined with GC-MS. *Bulletin-Korean Chemical Society Vol. 25, No. 2, 271*.



EKLER



Şekil A.1 : Limonata numunesinin aroma bileşenlerine ait kromatogram.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Dilan DENİZ
Doğum Tarihi ve Yeri : 1992 Adana
E-posta : ddeniz@uludagicecek.com.tr /
dilanddeniz1@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2016, Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** :

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- **2017- devam ediyor** : Kalite Güvence Mühendisi / Uludağ İçecek Türk A.Ş.

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- “Farklı asitlik düzeylerine sahip limonataların depolama sürecinde aroma profilindeki değişimlerin araştırılması” adlı ve 190Y016 numaralı Bursa Teknik Üniversitesi BAP Projesi