

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

**YERLİ PORTAKAL ÇEŞİTLERİNDEN ELDE EDİLEN PORTAKAL
SULARININ KAROTENOİT BİLEŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ VE
ISIL İŞLEMİN ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda. Müh. Hamza BOZKIR

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Osman KOLA

Haziran 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

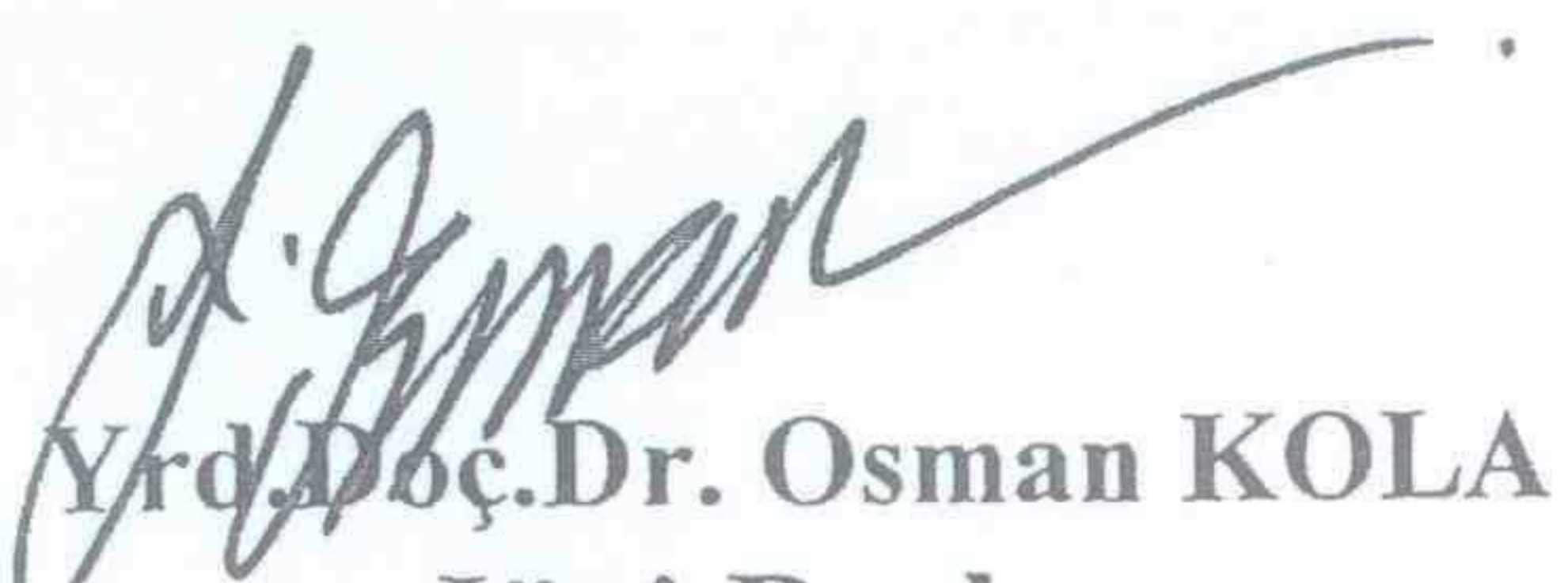
YERLİ PORTAKAL ÇEŞİTLERİNDEN ELDE EDİLEN
PORTAKAL SULARININKAROTENOİT BİLEŞİMLERİNİN
BELİRLENMESİ VE ISIL İŞLEMİN ETKİLERİ

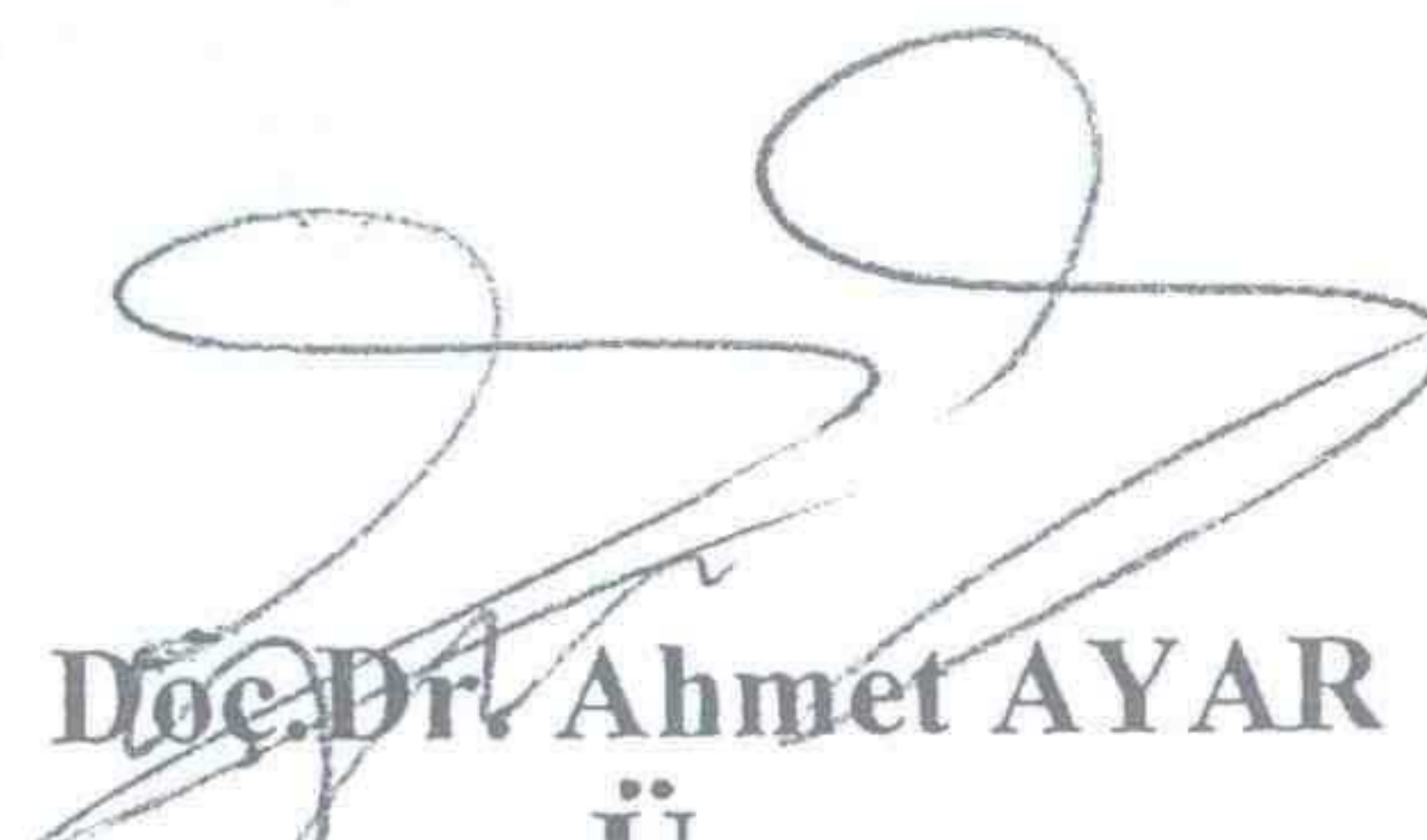
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda. Müh. Hamza BOZKIR

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 16 / 06 / 2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Yrd. Doç. Dr. Osman KOLA
Jüri Başkanı


Doç. Dr. Ahmet AYAR
Üye


Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU
Üye

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim boyunca, araştırmanın gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesi sırasında ve her türlü konuda bana yol gösteren ve beni destekleyen, değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Osman KOLA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmalarım esnasında her türlü desteğini gördüğüm bölümümüz Sayın Araştırma Görevlisi Hüseyin DURAN'a, bölümümüz yüksek lisans öğrencilerinden Sayın Gıda Müh. Merve ŞİMŞEK ve Sayın Gıda Müh. Serpil KARACA'ya,

Değerli katkılarından ve desteklerinden dolayı, yüksek lisans tez jürimde yer alan Sayın Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU ve Sayın Doç. Dr. Ahmet AYAR'a

Çalışmalarım süresince ilgi ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, başta bölüm başkanımız Sayın Doç. Dr. Ahmet AYAR olmak üzere diğer tüm hocalarıma, bölümümüz öğretim elemanlarına ve yüksek lisans öğrencilerine,

Çalışmalarım esnasında her türlü desteğini gördüğüm Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyelerinden Sayın Yrd. Doç. Dr. Cemal KAYA'ya,

İlgi, sabır ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen babam Zübeyir BOZKIR, annem Netice BOZKIR, eşim Melek BOZKIR, kardeşlerim Gülen BOZKIR, Servet BOZKIR ve Kader BOZKIR ile tüm yakınlarıma ve sevdiklerime teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Varlıkları ile daima maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgmeden sunan sevgili arkadaşlarıma; Sayın Gıda Müh. Ahmet BÜYÜKYAVUZ, Sayın Gıda Müh. Fatih ORTAKÇI, Sayın Gıda Müh. Yusuf ÇAKIR ve Sayın Makine Müh. Gürbüz AKKUŞ'a,

Destek ve katkılarından dolayı, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM, Antalya) müdürü Sayın Dr. Suat YILMAZ ve Ziraat Yüksek Mühendisi Sayın Zeynep ERYILMAZ'a, Dört Yol (Hatay) yöresinden rahmetle andığımız Sayın Afet ERYILMAZ'a, Finike Portakal Yetiştiricileri Birliği Başkanı Sayın Faruk ÇOBANOĞLU'na ve Kozan (Adana) yöresi turunçgil yetiştiricilerinden Sayın Oğuz TOKLU'ya,

Araştırmamıza maddi desteklerinden dolayı Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığına ve Mühendislik Fakültesi Dekanlığına sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Saygılarımla,

Gıda Müh. Hamza BOZKIR

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	x
ÖZET.....	xii
SUMMARY	xiii
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Türkiye’de Yetiştirilen Portakal Çeşitleri.....	5
2.2. Portakal Sularının Organik Asit İçerikleri	8
2.3. Portakal Sularının Şeker Bileşimleri	9
2.4. Portakal Sularının Karotenoit Bileşimleri	10
2.4.1. Karotenoitler ve kimyasal yapıları	10
2.4.2. Portakal sularında bulunan karotenoitler	11
2.5. Portakal Suyu Üretiminde Isıl İşlem Uygulaması ve Etkileri.....	15
2.5.1. Portakal sularında karotenoitler ve ısıl işlemin etkileri	17
2.5.2. Portakal sularında askorbik asit içeriği ve ısıl işlemin etkileri.....	26
2.5.3. Portakal sularında fenolik bileşikler ve ısıl işlemin etkileri	31

2.5.4. Portakal sularında renk ve ısıl işlemin etkileri	32
2.5.5. Portakal sularında HMF ve ısıl işlemin etkileri.....	36
BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOD.....	39
3.1. Materyal.....	39
3.2. Metot.....	42
3.2.1. Teknolojik metotlar	42
3.2.2. Analitik metotlar.....	44
3.2.2.1. Toplam karotenoit	45
3.2.2.2. Karotenoit içeriği	46
3.2.2.3. Organik asit	48
3.2.2.4. Askorbik asit	50
3.2.2.5. Toplam şeker miktarı ve şeker içeriği	52
3.2.2.6. Suda çözünür kurumadde	53
3.2.2.7. Kül	53
3.2.2.8. pH ve titrasyon asitliği	54
3.2.2.9. Tat dengesi	54
3.2.2.10. Nem	54
3.2.2.11. Toplam pektik madde.....	55
3.2.2.12. Bulanıklık.....	56
3.2.2.13. Çökelen pulp miktarı.....	56
3.2.2.14. Görünür viskozite.....	56
3.2.2.15. Toplam fenolik madde	56
3.2.2.16. Renk	57
3.2.2.17. Pektin metil esteraz (PME) aktivitesi.....	57
3.2.2.18. Hidroksimetilfurfural (HMF).....	58
BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	59

4.1. Yerli Portakal Çeşitlerimizin Bazı Özellikleri.....	59
4.2. Yerli Portakal Çeşitlerimizin Meyve Suyu Bileşimi ve Özellikleri	60
4.2.1. Yerli portakal çeşitlerimizin bazı meyve suyu özellikleri	60
4.2.2. Yerli portakal çeşitlerimizin organik asit içerikleri	63
4.2.3. Yerli portakal çeşitlerimizin şeker içerikleri	65
4.2.4. Yerli portakal çeşitlerimizin karotenoit içerikleri.....	66
4.2.5. Yerli portakal çeşitlerimizin renk değerleri	68
4.3. Isıl İşlem koşullarının belirlenmesi ve PME aktivitesi.....	70
4.4. Isıl işlemin Yerli Portakal Sularının Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri	73
4.4.1. Isıl işlemin portakal sularının pH, titrasyon asitliği, SÇKM ve tat dengesi değerleri üzerine etkisi.....	73
4.4.2. Isıl işlemin portakal sularının toplam pektik madde, bulanıklık, çökelen pulp ve görünür viskozite üzerine etkisi.....	74
4.4.3. Isıl işlemin portakal sularının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi	77
4.4.4. Isıl işlemin portakal sularının organik asit bileşimi üzerine etkisi ..	77
4.4.5. Isıl işlemin portakal sularının toplam şeker miktarı ve şeker bileşimi bileşimi üzerine etkisi	79
4.4.6. Isıl işlemin portakal sularının toplam karotenoit ve karotenoit bileşimi üzerine etkisi	81
4.4.7. Isıl işlemin portakal sularının renk değerleri üzerine etkisi	85
4.4.8. Isıl işlemin portakal sularında hidrosimetilfurfural (HMF) oluşumu üzerine etkisi	86
BÖLÜM 5. SONUÇ.....	88
KAYNAKLAR	91
ÖZGEÇMİŞ	98

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

a*	: Yeşil'den kırmızıya değişebilen kromatik renk bileşeni
AA	: Askorbik asit
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
b*	: Mavi'den sarıya değişebilen kromatik renk bileşeni
BATEM	: Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
C	: Kroma, renk farklılığı
Ca	: Kalsiyum
CCA	: Devamlı kontrollü atmosfer
CIE	: Commission Internationale de L'Eclairage
cm	: Santimetre
d	: Devir
DAD	: Diode array detector
dk	: Dakika
FAO	: Gıda ve tarım örgütü
FUR	: Furfural
g	: Gram
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
h	: Saat
HIPEF	: Yüksek vurgulu elektrik alanı
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
hue	: Renk tonu
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
kJ	: Kilojul
kV	: Kilowat
L	: Litre
L*	: Lüminisans renk bileşeni

m	: Metre
M	: Molarite
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Normalite
NFC	: Konsantreden olmayan
nm	: Nanometre
°C	: Santigrat derece
OCC	: Açık kolon Kromatografisi
PDA	: Photo diode array dedector
PME	: Pektin metil esteraz
ppm	: Parts per million, milyonda bir
PPO	: Polifenoloksidaz
r	: Yarıçap
RFC	: Yeniden sulandırılmış
RI	: Refraktif index
SÇKM	: Suda çözünür katı madde
sn	: Saniye
T	: Transmittans
TA	: Titrasyon asitliği
µg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre
µs	: Mikrosaniye

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Alanya dilimli yerli portakal çeşidi.....	6
Şekil 2.2.	Finike yerli portakal çeşidi.....	6
Şekil 2.3.	Kozan yerli portakal çeşidi.....	7
Şekil 2.4.	Dörtyol yerli portakal çeşidi.....	7
Şekil 2.5.	Karotenoitler.....	12
Şekil 2.6.	Ksantofiller (karotenoller).....	13
Şekil 3.1.	Alanya dilimli portakal çeşidi.....	39
Şekil 3.2.	Dörtyol yerli portakal çeşidi.....	40
Şekil 3.3.	Finike yerli portakal çeşidi.....	40
Şekil 3.4.	Kozan Yerli portakal çeşidi.....	41
Şekil 3.5.	Portakalların sıkılmasında kullanılan narenciye sıkacağı.....	41
Şekil 3.6.	Hitachi Lachrom Elite model HPLC.....	42
Şekil 3.7.	Shimadzu mini DV-1240 spektrofotometre.....	43
Şekil 3.8.	Perkin Elmer model HPLC.....	43
Şekil 3.9.	Portakal sularında ısıtılma işleminin uygulandığı harici sirkülasyonlu su banyosu.....	45
Şekil 3.10.	Karotenoit analizinde kullanılan gradient akış ve HPLC koşulları.....	47
Şekil 3.11.	Karotenoitlere ait standart çözeltilerin HPLC kromatogramı.....	47
Şekil 3.12.	Organik asit analizinde kullanılan izokratik akış ve HPLC koşulları	49
Şekil 3.13.	Organik asitlere ait standart çözeltilerin HPLC kromatogramı.....	49
Şekil 3.14.	Askorbik asit analizinde kullanılan izokratik akış ve HPLC koşulları.....	51
Şekil 3.15.	Askorbik asit standart çözeltisinin HPLC kromatogramı	51
Şekil 3.16.	Fruktoz, Glikoz ve Sakaroz a ait standart çözeltilerin HPLC kromatogramı.....	53

Şekil 4.1.	Portakal suyundaki organik asitlerin HPLC kromatogramı.....	64
Şekil 4.2.	Portakal suyundaki başlıca şekerlerin HPLC kromatogramı.....	65
Şekil 4.3.	Portakal suyundaki başlıca karotenoitlerin HPLC kromatogramı..	67
Şekil 4.4.	L*a*b* renk uzayının şematik görünümü.....	69
Şekil 4.5.	Isıl işlem uygulanmış portakal suyu örneklerinde PME aktivitesindeki azalmalar.....	72

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Portakal kabuğu ve portakal suyunda bulunan başlıca karotenoitler	14
Tablo 4.1.	Yerli portakal çeşitlerimizin (Alanya Dilimlişi, Dörtüol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli) bazı özelliklerine ait ortalama değerler	59
Tablo 4.2.	Yerli portakal çeşitlerimizden (Alanya Dilimlişi, Dörtüol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli) elde edilen portakal sularının bazı özelliklerine ait ortalama değerler	61
Tablo 4.3.	Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularının organik asit içeriklerine ait ortalama değerler	63
Tablo 4.4.	Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularının şeker içeriklerine ait ortalama değerler	66
Tablo 4.5.	Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen meyve sularının karotenoit bileşimlerine ait ortalama değerler	67
Tablo 4.6.	Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularının renk değerlerine ait ortalama değerler	69
Tablo 4.7.	Isıl işlem koşullarına göre yerli portakal çeşitlerimizin PME aktivitelere ait ortalama değerler	71
Tablo 4.8.	Isıl işlem görmüş portakal sularında pH, TA, SÇKM ve tat dengesi değerlerindeki değişmelere ait ortalama değerler	73
Tablo 4.9.	Isıl işlem görmüş portakal sularında toplam pektik madde, bulanıklık, çökelen pulp ve görünür viskozite değerlerindeki değişmelere ait ortalama değerler	75
Tablo 4.10.	Isıl işlem görmüş portakal sularında toplam fenolik madde miktarındaki değişmelere ait ortalama değerler	77

Tablo 4.11.	Isıl işlem görmüş portakal sularında organik asit bileşimindeki değişmelere ait ortalama değerler	78
Tablo 4.12.	Isıl işlem görmüş portakal sularında şeker bileşimindeki değişmelere ait ortalama değerler	80
Tablo 4.13.	Isıl işlem görmüş portakal sularında karotenoit bileşimindeki değişmelere ait ortalama değerler	82
Tablo 4.14.	Isıl işlem görmüş portakal sularında renk değerlerindeki değişmelere ait ortalama değerler	85
Tablo 4.15.	Isıl işlem görmüş portakal sularında hidroksimetilfurfural (HMF) değerlerindeki değişmelere ait ortalama değerler.....	87

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Portakal, Portakal suyu, Pastörizasyon, Karotenoit, beta-karoten, Askorbik asit

Bu araştırmada; ülkemizde yetiştirilen yerli portakallarımızdan “Kozan Yerli, Dörtüyl Yerli, Finike Yerli, Alanya Dilimlisi” çeşitlerimizden elde edilen portakal sularının karotenoit bileşimleri ve portakal sularına uygulanan ısıl işlem sonucunda karotenoit bileşimi ve meyve suyu teknolojisi açısından önemli bazı özelliklerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır.

Isıl işlem sonucu toplam karotenoit içeriğindeki azalmanın en az Finike Yerli portakal çeşidinde (%5-14), en fazla ise Alanya Dilimlisi’nde olduğu (%15-25) saptanmıştır.

Portakal sularında tanımlanan ve miktarı belirlenen karotenoitlerin (Ksantofil, Zeaksantin, β -Apo-8-karotenol, α -kriptoksantin, β -kriptoksantin, α -karoten ve β -karoten) yaklaşık yarısının β -karoten’den meydana geldiği (%38.08-55.06) belirlenmiştir. Portakal sularında ısıl işlemin etkisiyle (70°C ve 80°C’de 120 saniyede, 90°C’de ise 15 saniyede) provitamin A etkinliğine sahip karotenoitlerin (β -karoten, α -karoten ve β -kriptoksantin) azaldığı saptanmıştır. Isıl işlem sonucu β -karoten’deki kaybın, Dörtüyl Yerli portakal çeşidinde sırasıyla %45.06, %66.11 ve %66.70, Alanya Dilimlisi’nde %32.10, %33.79 ve %37.76, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal sularında ise %11.62-28.18 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Portakal sularında ısıl işlem sonucu (70°C ve 80°C’de 120 saniyede, 90°C’de ise 15 saniyede); α -karoten miktarındaki kaybın sırasıyla %23-55, %32-65 ve %52-88 olduğu belirlenmiştir. Dörtüyl Yerli portakalında ısıl işlem koşullarına göre (70°C, 80°C ve 90°C) β -kriptoksantin içeriğindeki kayıp sırasıyla %8.7, %44 ve %48, Alanya Dilimlisi ve Finike Yerli de ise %6-37 arasında olduğu, buna karşın Kozan Yerli portakal çeşidinde ise β -kriptoksantin içeriğinin %12-69 oranında arttığı saptanmıştır.

Isıl işlemin portakal sularının pH, titrasyon asitliği ve SÇKM içeriklerinde belirgin bir etkisinin olmadığı, buna karşın toplam pektik madde, bulanıklık, çökelen pulp, sitrik, askorbik ve okzalik asit miktarlarının azaldığı, görünür viskozite ve toplam fenolik madde miktarının ise arttığı görülmüştür.

DETERMINATION OF EFFECTS OF HEAT TREATMENT ON CAROTENOID COMPOUNDS OF ORANGE JUICES MADE FROM LOCAL ORANGES

SUMMARY

Keywords: Orange, Orange juice, Pasteurization, Carotenoid, beta-carotene Ascorbic Acid

The carotenoid composition and heat treatment related changes on carotenoid composition and some properties important for fruit juice technology of native oranges “Kozan Yerli, Dörtyol Yerli, Finike Yerli and Alanya Dilimlisi” was searched in this study.

After heat treatment, the least decrease in total carotenoid composition was found in Finike Yerli orange juice (5-14%), and the most decrease was found in Alanya Dilimlisi orange juice (15-25%).

Approximately half amount of the identified and amount determined carotenoids (Xanthophyll, Zeaxanthin, β -apo-8-carotenal, α -cryptoxanthin, β -cryptoxanthin, α -carotene and β -carotene) were β -carotene (38.08-55.06%). With the effect of heat treatment (120 seconds at 70°C and 80°C, 15 seconds at 90°C), the decrease in carotenoids that has provitamin A efficiency (β -cryptoxanthin, α -carotene and β -carotene) was determined. As the result of heat treatment the decreases of β -carotene in Dörtyol Yerli orange respectively 45.06%, 66.11 and 66.70%, in Alanya Dilimlisi orange respectively 32.10%, 33.79% and 37.76% and in Finike Yerli and Kozan Yerli oranges 10.62-28.18% was determined. After the heat treatment (120 seconds at 70°C and 80°C, 15 seconds at 90°C) in orange juice the decrease in α -carotene amount was found respectively 23-55%, 32-65% and 52-88%. The decrease in β -cryptoxanthin content after heat treatment was found 8.7%, 44% and 48% respectively in Dörtyol Yerli orange, 6-37% in Alanya Dilimlisi and Finike Yerli oranges, but a decrease was also found in Kozan Yerli orange at 12-69% level.

On pH, titration acidity, and water soluble solids values effect of heat treatment was not found significant. On the other hand total pectic substances, cloudiness, precipitated pulp, citric acid, ascorbic acid and oxalic acid values were decreased and visible viscosity, and total phenolic substances amount were increased.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Meyve ve sebzelere dayalı olarak yapılan beslenme şekilleri birçok hastalığa, özellikle kardiyo vasküler hastalıklara ve epitelyum kanserlere, karşı koruyucu etki göstermektedir. ABD Ulusal Araştırma Konseyi günlük beslenmemizde temel olarak meyve ve sebzelerin, özellikle turunçgillerin, tüketilmesini önermektedir. Bunun antioksidan içeriklerinden kaynaklandığı ve en önemli koruyucu maddelerin de C vitamini ve karotenoitler olduğu belirtilmektedir (Moreno ve ark., 2003).

Meyve ve sebzelerde en çok bulunan biyoaktif bileşenlerden ve A vitaminin öncül maddelerinden biri olan karotenoitler dünya çapında provitamin A karotenoidlerin % 60 olduğu buna karşın gelişmiş ülkelerde bu oran ise % 82 olarak belirtilmektedir. Karotenoitler ve bunları içeren gıdalar antioksidant kapasiteleri ve A vitamini (β -karoten, karotenoitler içerisinde en yüksek A vitamini aktivitesine sahip bir bileşiktir) aktiviteleri ile yaşlanmayı geciktirdiği, kanser ve mide ülserini önlediği belirtilmektedir (Cortes ve ark., 2006).

Meyve ve sebzelerin bileşiminde bulunan karotenoitlerin insan sağlığı üzerinde önemli rol oynadıkları uzun süredir bilinmektedir. Çeşitli meyve ve sebzelerin bileşimlerinde bulunan karotenoitlerin kanseri önlemedeki etkilerinden dolayı bunlara ilgi giderek artmaktadır. Turunçgil meyveleri, günlük beslenmemiz açısından önemli miktarlarda karotenoidler ve diğer besin maddelerini içermektedir. Son yıllarda turunçgiller üzerinde çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Buna rağmen, yapılan araştırmalar sadece sınırlı sayıdaki portakal türleri ve portakal suları ile başlıca karotenoidler üzerinde yapılmıştır (Agocs ve ark., 2007).

Başlıca meyve çeşitlerinden biri olan turunçgiller, yaygın olarak taze halde tüketilmektedirler. Bu nedenle, Akdeniz havzası, İspanya ve Çin'in yanı sıra Amerika'da da turunçgil endüstrisi büyük bir öneme sahiptir. Yıllardır turunçgil ve

ürünlerinin besleyici değerinin içerdiği askorbik asitten (C vitamini) kaynaklandığı düşünülmekle birlikte, karotenoitler gibi önemli diğer bileşenlerce de zengin olduğu tespit edilmiştir (Meléndez-Martínez ve ark., 2008).

Portakallarda kuru maddenin hemen tamamı suda çözünür nitelikte olduğu için bileşiminde bulunan maddeler meyve suyunda da bulunmaktadır. Portakal suyunda bulunan askorbik asit konsantrasyonu, flavedo'da bulunan askorbik asit'in 1/5'i, albedo'dakinin ise 1/3'ü kadardır. (Ting ve Attaway, 1985). C vitamini yanında A vitamininin öncül kaynaklarından biri olan karotenoitlerce zengin olan turunçgiller ve ürünleri, günlük beslenmemizde yer alması gerekli önemli gruplardır. Turunçgillerin bileşiminde bulunan C vitamini ve beta karoten, antioksidan özelliğe sahip vitaminler olup, antioksidan özellikleriyle vücut çalışmasında önemli işlevleri vardır (Yağmur, 1997).

Turunçgil meyveleri karotenoit içeriği bakımından diğer meyve ve meyve suları ile kıyaslandığında, portakal suyu hem toplam karotenoit hem de karotenoit bileşimi açısından daha zengindir (Gama ve Sylos, 2007). Turunçgil meyvelerin karotenoit kısımları β -kriptoksantin ve zeinoksantin gibi izomerlerce baskın haldedir. (Schlatterer ve ark., 2005).

Portakal suları, antioksidan özelliğe (β -karoten, β -kriptoksantin, zeaksantin ve lutein) ve A vitamini aktivitesine sahip karotenoitlerce (β -karoten, α -karoten ve β -kriptoksantin) zengin olduğundan tüketim oranları yüksektir. Bu karotenoitler antioksidan özellikleri nedeniyle ve serbest radikalleri engelledikleri için kanser ve kalp rahatsızlıklar gibi hastalıkları azaltmaktadırlar (Cortes ve ark., 2006).

Provitamin A aktivitesi dışında karotenoitlerin geniş bir fizyolojik rolü vardır. Aynı zamanda, C vitamini alımı bazı kanser risklerini azaltmakta ve gırtlak, özofagus, mide, kolon ve akciğer kanserlerini önlemektedir. Epidemiyolojik bulgular α - ve β -karoten, likopen ve lutein gibi antioksidan özelliğe sahip karotenoitlerin bazı kanseri türlerine, özellikle prostat, akciğer ve mide kanserine karşı aktif olduğu ile düşünülmektedir. Göze bağlı makular dejenerasyonların zeaksantin ve lutein gibi karotenoitler tarafından önlenildiği rapor edilmiştir (Moreno ve ark., 2003).

Bu araştırmada; Ülkemizde Çukurova ve Antalya yoresinde yetiştirilen yerli portakallarımızdan “Kozan Yerli, Dört Yol Yerli, Finike Yerli, Alanya Dilimlişi” çeşitlerinin ve bunlardan elde edilen edilen portakal sularının karotenoit bileşimleri araştırılmıştır. Ayrıca, portakal sularına uygulanan ısılı şlem sonucunda karotenoit bileşimi ve meyve suyu teknolojisi açısından önemli bazı özellikler üzerinde meydana gelen değişmeler ele alınmıştır.

BÖLÜM 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünya turunçgil üretimi 2008 yılı itibarı ile yaklaşık 115.6 milyon tondur. Dünya turunçgil meyveleri üretiminde, portakal yaklaşık 63.9 milyon ton ile dünya turunçgiller üretiminin yaklaşık %55.28'ini oluşturmaktadır. Bunu sırasıyla; mandarin (%22.94), limon (%11.27), altıntop (%4.38) ve diğer turunçgil çeşitleri (%6.13) izlemektedir (FAO, 2008). Üretilen turunçgillerin 31.7 milyon tonu meyve suyu ve konsantresi, dilim konservesi vb. ürünlere işlenerek değerlendirilmektedir. Bunun da, yaklaşık 26 milyon tonunu (% 82.2) portakal oluşturmaktadır.

Türkiye turunçgil meyveleri üretimi 3.10 milyon ton olup, Türkiye'nin Dünya turunçgiller üretimindeki payı da %2.68 kadardır (FAO, 2008). Ülkemiz turunçgiller üretiminde, portakal 1.47 milyon ton ile tüm turunçgiller üretimimizin yaklaşık yarısını (%47.50) oluşturmakta ve bunu sırasıyla mandarin (%23.83), limon (%22.80), altıntop (%5.87) ve diğer turunçgil çeşitleri (%0.01) takip etmektedir (FAO, 2008).

Dünyada, turunçgil meyveleri üretiminde önde gelen ülkeler; Brezilya, ABD, Çin, Meksika, İspanya, Hindistan, İtalya, İran, Mısır, Arjantin, Türkiye ve Pakistan'dır (FAO, 2008). Dünyanın en büyük iki portakal üreticisi olan ABD ve Brezilya'da üretilen portakalların sırasıyla yaklaşık %87.19 ve %73.11'i, ülkemizde ise üretilen portakalların %9.44'ü meyve suyu ürünlerine işlenerek değerlendirilmektedir (FAO, 2003).

İyi bir portakal suyu; turuncu renkte, taze ve olgun portakalların tipik lezzetine bütünüyle sahip ve her türlü lezzet kusurlarından arındırılmış olmalıdır (Sinclair, 1961; Fellers ve Ark., 1986; Altan, 1995). Portakal sularının lezzeti; tat, aroma, dolgunluk ve görünüşün ortak etkisiyle oluşan karmaşık bir duyuşsal olgudur (Kealey and Kinsella, 1979). Bu olguda, portakalın bileşiminde yer alan çok sayıda bileşen ve

bunlara bağı olarak da birçok fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal etmen etkili olur (Attaway ve Carter, 1971).

2.1. Türkiye’de Yetiştirilen Portakal Çeşitleri

Ülkemiz turunçgil tarımı bakımından çok büyük bir potansiyele sahiptir. Üç yönü denizlerle çevrelenmiş yurdumuzda sahil şeridi bakımından Akdeniz’in tamamı, Ege Denizi’nin büyük bir kısmı ve körfezden Edremit’e kadar, Karadeniz’in ise Ordu ilinden itibaren Rus sınırına kadar olan kısmında ve ayrıca Akdeniz ve Ege bölgelerinde ekolojik şartların elverişli olduğu iç kısımlarda turunçgiller yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Ülkemiz ekolojik şartlarında ticari anlamda önem arz eden turunçgil tür ve çeşitlerinden, üstün kaliteli meyve elde etmek mümkündür (Özsan ve Bahçecioğlu, 1970).

Ülkemizde yetiştirilen yerli portakallarımız; Alanya Dilimlisi, Finike, Kozan Yerli, Dört Yol Yerli, Akçay Şekeri, Arsuz Yerli, Adana Yerli, Mersin Yerli, Misis Yerli ve Kıbrıs Yerli’dir (Özsan ve Bahçecioğlu, 1970). Turunçgil çeşitleri açısından çok farklılık gösteren ülkemizde, yerli portakal çeşitlerine yeterli önem verilmemiş olup sanayi tipi portakal üretimi daha çok yabancı çeşitlerle gerçekleştirilmektedir. Yapılan birkaç araştırma daha çok Kozan Yerli çeşidi üzerinde yoğunlaşsa da bu çeşitlerin de karotenoid içerikleri ve diğer meyve suyu özellikleri tam olarak belirlenmemiştir. Diğer yerli portakal çeşitlerimizle ilgili fazla çalışma ise bulunmamaktadır.

Alanya dilimlisi orta mevsim başlarında olgunlaşan bir çeşittir. Meyveleri küçük – orta büyüklüktedir ve sap tarafından stil yönüne doğru derin oyukludur (Şekil 2.1.). Bu durum çeşidin en tipik özelliğini teşkil etmektedir. Kabuk açık portakal sarısı renginde meyveleri sulu ve orta derecede kalitelidir. Genellikle az verimli ve küçük meyveli olması sebebiyle yetiştiriciliğine önem verilmemektedir (Özsan ve Bahçecioğlu, 1970).

Finike yerli portakal çeşidi orta mevsim çeşidi olup, meyveleri genellikle orta büyüklükte ve yuvarlak şekillidir (Şekil 2.2.). Kabuk kalınlığı orta – kalın arasında

değişmektedir. Sulu, aroma ve kalitesi iyi fakat çekirdekli bir portakal çeşitidir (Özsan ve Bahçecioğlu, 1970).



Şekil 2.1. Alanya dilimlisi yerli portakal çeşidi



Şekil 2.2. Finike yerli portakal çeşidi

Kozan yerli portakalı geç yetişen bir çeşittir. Meyveleri orta – büyük arasında iriliktir ve şekli genellikle yuvarlaktır (Şekil 2.3.). Kabuk orta kalınlıktadır. Sulu, aroma ve kalitesi iyi fakat çekirdekli bir çeşittir. Adana ili Kozan ilçesinde yetiştirilmektedir (Özsan ve Bahçecioğlu, 1970).

Dörtyol yerli portakalı çeşidi de geç yetişen bir çeşittir. Meyveleri küçük – orta irilikte ve şekli genellikle yuvarlaktır (Şekil 2.4.). Kabuk orta kalınlıkta, aroma ve kalitesi iyi fakat orta derecede çekirdekli bir çeşittir (Özsan ve Bahçecioğlu, 1970).



Şekil 2.3. Kozan yerli portakal çeşidi



Şekil 2.4. Dörtyol yerli portakal çeşidi

Altan (1995) tarafından ülkemizde yetiştirilen yerli ve yabancı portakal çeşitleri ile yapılan bir çalışmada; Dörtyol Yerlisi portakal çeşidini ortalama meyve ağırlığının 103 g, meyve suyu randımanının %42, suda çözünür kuru madde miktarının 12.8 °briks, titrasyon asitliği değerinin 1.96 g/100mL, tat dengesinin 6.7, kül miktarının 3.47 gr/L, toplam pektik madde miktarının 49.5 mg/100 mL, çökelen pulpun 6.9 mL/100 mL ve askorbik asit miktarını 3.42 mg/100 mL olduğu belirlenmiştir. Aynı

çalışmada; Kozan Yerli portakal çeşidinin meyve ağırlığının 144 g, meyve suyu randımanının %48, suda çözünür kuru madde miktarının 13 °briks, titrasyon asitliğinin 1.66 g/100 mL, tat dengesinin 8, kül miktarının 4.25 gr/L, toplam pektik madde miktarının 55.7 mg/100 mL, çökelen pulpun 7.2 mL/100 mL ve askorbik asit miktarının 3.56 mg/100 mL olduğu tespit edilmiştir.

Işık (2008) ise; Kozan Yerli portakallarının meyve eninin 65-72 mm, meyve boyunun 62-70, meyve ağırlığının 157-163 g ve meyve suyu randımanının %44 olduğunu belirlemiştir. Kozan Yerlisinin pH değerinin 3.04 ± 0.12 ve titrasyon asitliğinin 1.64 ± 0.18 g/100 g, suda çözünür kurumadde miktarının 11.17 ± 0.58 , toplam kurumadde miktarının da 87.87 ± 1.25 arasında değiştiğini saptamıştır.

Cortés ve ark. (2008); taze, ısıtılmış ve yüksek düzeyde vurgulu elektrik alan uygulanmış (HIPEF) portakal sularının SÇKM değerlerinin işlem görmemiş portakal suyunda 11.8 ± 0.1 °briks, ısıtılmış ve HIPEF uygulanmışlar da ise 12.0 ± 0.1 °briks olduğunu belirlemiştir.

Kola (2005) tarafından yapılan bir çalışmada ise; portakal suyu örneklerinin çökelen pulp miktarının, taze portakal sularında %3.7, ısıtılmış ve HIPEF uygulanmış örneklerde ise %4.3 olduğu saptanmıştır. Portakal sularının görünür viskozite ölçümleri sonucunda ise, taze portakal suyunun görünür viskozitesinin yaklaşık 24 sn, ısıtılmış ve HIPEF uygulanmış örneklerin görünür viskozitelerinin ise yaklaşık 25 sn olduğu belirlenmiştir.

2.2. Portakal Sularının Organik Asit İçerikleri

Meyve ve sebzelerde çeşide bağlı olarak değişik cins ve miktarlarda organik asitler bulunmaktadır. Özellikle meyvelerin çoğunluğunun lezzeti, asit-şeker dengesiyle oluşmaktadır. Meyvelerde en çok malik asit (elma asidi), sitrik asit (limon asidi) ve üzümde tartarik asit bulunmaktadır. Turunçgillerde sitrik asit esas olarak hakim olan organik asit olup, ürün çeşidine bağlı olarak % 0.8–7.0 arasında bulunmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2004).

Turunçgil meyve sularından 19 farklı örnekle (6 mandarin, 4 portakal, 4 greyfruit, 4 limon ve 1 turunç) yapılan bir çalışmada organik asit dağılımı araştırılmıştır. Mandarin sularındaki sitrik, malik ve fumarik asit miktarları ortalama olarak sırasıyla 9.22 g/L, 5.29 g/L ve 368 µg/L olarak belirlenmiştir. Portakal sularında ise bu asitlere ait değerler sırasıyla 13.28 g/L, 7.79 g/L ve 373 µg/L olarak saptanmıştır. Limon sularında sitrik asit miktarı 48.54-60.32 g/L arasında değişim göstermiştir. Bunu ortalama 19.61 g/L sitrik asit miktarı ile greyfruit suyu izlemiştir. Mandarin çeşitlerinden biri dışında, turunçgil sularındaki başlıca organik asidin 6.05-60.32 g/L arasında değişen sitrik asit olduğu tespit edilmiştir. Turunçgil sularında yaygın olarak bulunan ikinci asidin malik asit (1.27-12.15 g/L) olduğu ve bunu fumarik asidin (0-807 µg L⁻¹) izlediği belirlenmiştir (Karadeniz, 2004).

Kelebek ve ark. (2009) da, Kozan portakal sularının sitrik asit, askorbik asit ve malik asit miktarının sırası ile 12.66±0.16 g/L, 0.49±0.01 g/L ve 1.06±0.01 g/L, toplam organik asit miktarının ise, 14.21±0.18 g/L olduğunu tespit etmişlerdir.

2.3. Portakal Sularının Şeker Bileşimleri

Meyve ve sebzelerin içerdiği şekerlerin hemen hemen tamamı glikoz ve fruktozdan oluşur. Ayrıca bir miktar sakaroz ve bir heksoz olan mannoz da bulunur. Bunların oranları meyve ve sebzelerin tür ve çeşidine bağlıdır. Portakaldaki şekerlerin %2.5'inin fruktoz, %2.5'inin glikoz ve %4.8'inin sakarozdan oluştuğu ve toplam şeker miktarının da %9.8 olduğu bilinmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2004).

Üstün (1991) tarafından yapılan bir çalışmada; Dörtüol Yerli portakal suyundaki indirgen şeker miktarının 4.84 g/100 mL, sakaroz miktarının 4.95 g/100 mL ve toplam şeker miktarının da 10.05 g/100 mL olduğu belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal suyunda ise indirgen şeker miktarının 4.12 g/100 mL, sakarozun 4.37 g/100 mL ve toplam şeker miktarının da 8.72 g/100 mL olduğu saptanmıştır. Aynı çalışmada; Finike Yerli portakal suyundaki indirgen şeker miktarının 3.99 g/100 mL, sakaroz miktarının 2.49 g/100 mL ve toplam şeker miktarının ise 6.62 g/100 mL olduğu tespit edilmiştir. Alanya Dilimli portakal suyunda ise indirgen şeker

miktarının 4.89 g/100 mL, sakaroz miktarının 2.97 g/100 mL ve toplam şeker miktarının da 8.02g/100 mL olduğu saptanmıştır.

Kelebek ve ark. (2009) yaptıkları bir çalışmada; Kozan portakal sularındaki başlıca şekerlerin sakaroz, glikoz ve fruktozdan (2:1:1) meydana geldiği ve suda çözünür kuru madde miktarının %80'ini oluşturduğu belirlenmiştir. Portakal suyundaki sakaroz, glikoz ve fruktoz miktarlarının ise sırasıyla 59.34±2.04 g/L, 32.30±0.86 g/L ve 28.55±0.94 g/L olduğu saptanmıştır. Toplam şeker miktarının da 120.19±3.84 g/L olduğu tespit edilmiştir.

Taş (2007) tarafından yapılan çalışmada da; Valensiya portakal suyundaki başlıca şekerlerin fruktoz (%2.5), glikoz (%2.5) ve sakaroz (%5.7) olduğu ve toplam şeker miktarının ise %10.6 olduğu belirlenmiştir.

2.4. Portakal Sularının Karotenoit Bileşimleri

2.4.1. Karotenoitler ve kimyasal yapıları

Bitkisel ve hayvansal kökenli, gıdalara sarı-kırmızı renk veren ve yağda çözünebilir özelliğe sahip maddelere karotenoit denilir. Karotenoitlerin, "karotenler" ($C_{40}H_{56}$) ve "ksantofiller" olarak iki alt gurubu vardır. Karotenler kimyasal yapı bakımından hidrokarbonlardan, ksantofiller de karotenoitlerin oksijenli türevlerinden oluşmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2004).

Doğal renk maddeleri sınıfında yer alan karotenoitler, bitkiler aleminde oldukça yaygın olarak bulunmaktadır (Melendez-Martinez ve ark., 2003). Karotenoitler 600'ün üzerinde çeşitli izoprenoidler ile ilgili yapılarda bitkiler, fungi ve bakteriler tarafından biyosentez edilmektedir. Turunçgil meyveleri ve hibritlerinde 115'den daha fazla sayıda kompleks yapıda karotenoidlerin var olduğu, fakat bunların tamamının provitamin A aktivitesine sahip olmadığı belirtilmektedir (Cortes ve ark., 2006).

Karotenoitler ışık, ısı, asit ve oksijenin varlığında kararsızdırlar. Gıdaların üretimi sırasında ısıl işleme maruz kalan karotenoitler, izomerizasyona ve oksidatif bozulmalara uğramaktadır. Turunçgil meyveleri ve suları, özellikle portakal suları, zengin bir karotenoit kaynağı olup diğer meyve çeşitlerine göre daha fazla karotenoit içermektedir (Gama ve Sloys, 2007).

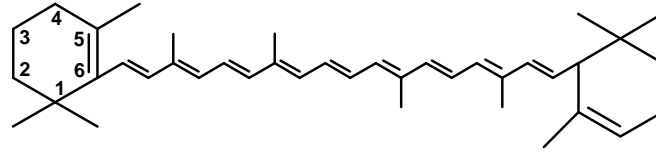
Karotenoitlerin moleküler yapısında karbon atomları birbirlerine almasıklı olarak tek ve çift bağlara ilaveten konjuge (=ardışık) çift bağlarla bağlandığı, açık sarı bir renge sahip olabilmeleri için en az yedi adet konjuge çift bağ içermeleri ve daha az sayıda konjuge çift bağ içeren polienlerin teknik olarak karotenoit olmadığı bilinmektedir. Moleküllerdeki konjuge çift bağ sayısı ve ortamdaki karotenoit moleküllerinin konsantrasyonları karotenoitlerin renk oluşturma özellikleri üzerinde başlıca etkili faktörlerdir. Serbest karotenoitlerin renklerinin açık sarıdan koyu kırmızıya kadar değiştiği ve karotenoitlerin protein molekülleriyle birleşmesiyle rengin mavi ya da yeşile dönüştüğü ifade edilmektedir (Altan ve Kola, 2009). Şekil 2.5.'de doğal kaynaklardan elde edilen ve $C_{40}H_{56}$ kapalı formülüne sahip 4 farklı izomer (Şekil 2.5.) verilmektedir. Bazı ksantofillerin (karotenoller) açık formülleri de Şekil 2.6.'da gösterilmektedir.

2.4.2. Portakal sularında bulunan karotenoitler

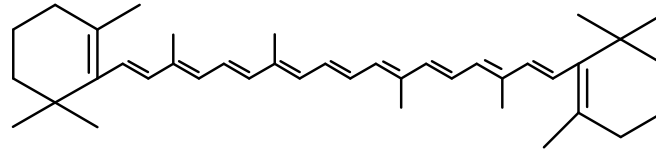
Portakal sularının, en önemli kalite ölçütlerinden birisi renktir. Portakal sularında tercih edilen koyu turuncu ve doğal parlak renk, diğer meyve sularına göre en büyük kalite avantajlarından biri olarak kabul edilmektedir (Kealey ve Kinsella, 1979; Kimball, 1991).

Portakal sularının karakteristik rengini; meyve suyu keseciklerinde bulunan ve flavedoya da rengini veren karotenoitler sağlamaktadır (Ting ve Rouseff, 1986). Karotenoitler, meyve suyu kesecikleri içerisinde plastid hücrelerinde yoğunlaşmış olup lipidler içerisinde çözünebilir özelliktedir. Tablo 2.1.'de de portakal kabuğu ve portakal suyunda bulunan başlıca karotenoitler yer almaktadır (Ting ve Rouseff, 1986). Karotenoitler meyve suyunun parlak ve çekici bir renk almasını sağladığı gibi tat ve aromayı tamamlayıcı etkide bulunur (Kimball, 1991). Ayrıca karoten (α , β , γ)

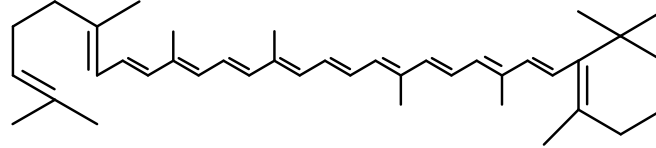
ve β -kriptoksantin gibi A vitamini aktivitesine sahip bazı karotenoitler besin değeri bakımından da önemlidir (Ting ve Rouseff, 1986).



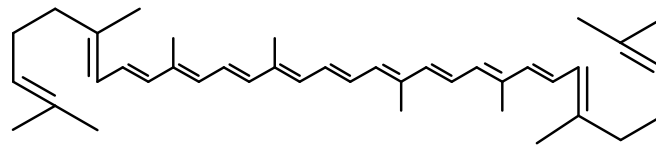
α -karoten



β -karoten

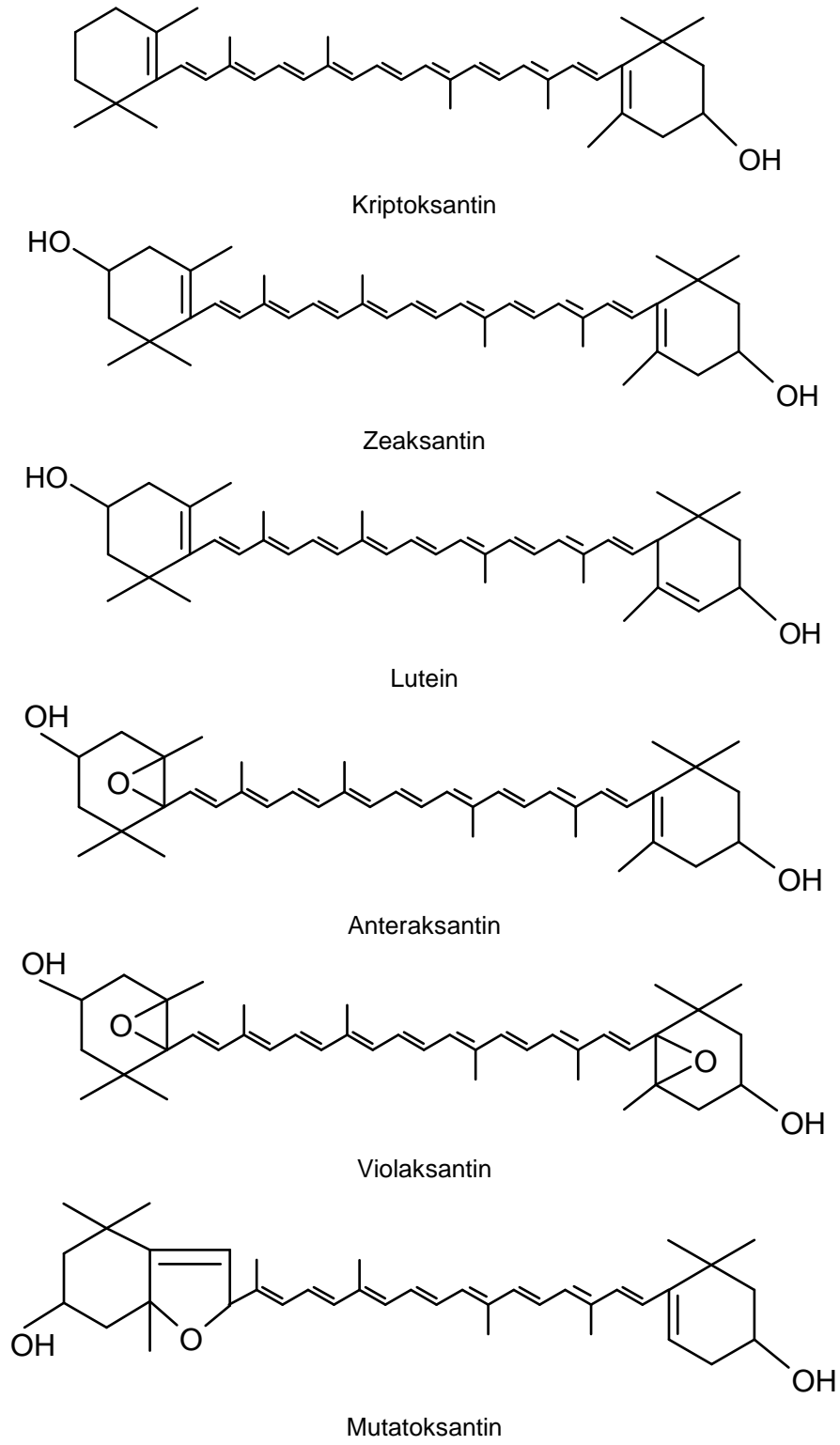


γ -karoten



Likopen

Şekil 2.5. Karotenoitler



Şekil 2.6. Ksantofiller (karotenoller)

Tablo 2.1. Portakal kabuğu ve portakal suyunda bulunan başlıca karotenoidler

	Karotenoidler
Portakal Kabuğu	α - karoten β - karoten Apo-8' karotenol β - kriptoksantin Lutein Violaksantin
Portakal Suyu	α - karoten β - karoten δ - karoten α - kriptoksantin β - kriptoksantin Lutein Zeaksantin Antherksantin Violaksantin

Turunçgillerde bulunan karotenoid miktarı; türe, olgunlaşmaya, yetiştiği coğrafyaya, mevsime ve kültürel uygulamalara bağlı olarak değişmektedir. Portakal sularında karotenoid miktarı olgunlaşma mevsimi boyunca artmaya devam eder (Sinclair; 1961; Ting ve Rouseff, 1986; Kealey ve Kinsella, 1979).

Turunçların toplam karotenoid içeriği portakallardan daha düşüktür. Portakal kabuğundaki toplam karotenoid miktarı 1.2-3.5 mg/100g (taze meyve ağırlığına göre) iken turunçlarda ise 0.2-0.6 mg/100g arasında değişir. Portakalların meyve pulpundaki toplam karotenoid miktarı 0.13-0.34 mg/100 g olup bu oran turunçlarda da 0.04-0.1 mg/100 g arasındadır (Ting ve Attaway, 1985). Navel ve Valensiya portakalları, hem kabuk hem de pulpta hemen hemen benzer karotenoidlere sahiptirler, ancak göbekli portakallardaki karotenoidler valensiya ve mandarinlere göre çok daha fazla miktarda mono epoksit içermektedir (Kimball, 1991). Adana bölgesinde yetiştirilen Washington navel portakal sularında toplam karotenoid miktarının 1.750-1.879 mg/100 mL arasında olduğu bildirilmektedir (Üstün ve Şahin, 1993).

Turunçgil sularındaki karotenoitler 115 doğal maddenin karışımıyla oluşmuştur. Çeşitli karotenoitler β -karoten, α -karoten ve β -kriptoksantin provitamin A aktivitesi gösterir. Zeaksantin ve lutein gibi ksantofiller de yaşa bağlı kas dejenerasyonlara karşı önleyici etki gösterir. Karotenoitlerin önemli ve iyi bir biyolojik aktiviteye sahip olduğu bu yüzden potansiyel antioksidan aktiviteye bağlı olarak serbest radikalleri önlediği ve kronik kalp hastalığı, kanser patojenin etkisini azalttığı belirtilmiştir (Biçgel, 2008).

2.5. Portakal Suyu Üretiminde Isıl İşlem Uygulaması ve Etkileri

Pektin, bitki hücreleri arasında doğal bir harç maddesi olarak görülmektedir. Pektinin parçalanması sonucunda turunçgil sularında veya meyve eti içeren nektarlarda bulanıklık stabilitesinin sağlanması olanaksız olup, bu ürünlerde kısa sürede tortu ve serum gibi iki faza ayrılma olayı görülmektedir. Bu nedenle hammaddede ya da son üründe pektin parçalayan pektin metil esteraz (PME) aktivitesinin belirlenme ihtiyacı doğmaktadır. Turunçgillerde PME aktivitesi çok yüksektir, bu enzim pektin zincirindeki esterlenmiş karboksil gruplarındaki metoksil gruplarından ayırarak, pektin esterleşme derecesini düşürmekte ve ortamdaki iki değerli iyonlarla, özellikle Ca^{+2} iyonu ile birleşerek stabilitesini kaybetmektedir. Bunun sonucunda, turunçgil sularında zamanla serum ayrılarak tortu oluşmakta, konsantrelerde ise jelleşme görülmektedir. Turunçgil suyu ve konsantresi üretiminde bu enzim olabildiğince inaktive edilerek, neden olduğu olumsuzluklar sınırlandırılmaya çalışılmaktadır. Bununla birlikte üretilen üründe daima PME aktivite kalıntısı bulunmaktadır. Kalıntı PME aktivitesi düzeyinin saptanması, ürünün stabilitesi hakkında önemli veriler ortaya koymaktadır (Cemeroğlu, 2007).

Portakal suyunun pastörizasyon koşullarının belirlenmesinde, PME'nin inaktivasyon kinetikleri göz önünde bulundurulduğunda PME aktivitesinin yaklaşık %95'nin etkisiz hale getirildiği ve kalan %5 enzim aktivitesinin ise uzun depolama sürecinden sonra bulanıklık kaybına sebep olabilen ısı direnci daha fazla olan izoenzimlerle ilgili olduğu saptanmıştır. PME inaktivasyonunun ısıl işlem koşullarına bağlı olarak arttığı, fakat artan sıcaklıkların duyuşsal özellikleri olumsuz etkilediği ve portakal

suyunun mikrobiyal stabilitesi için gerekli olan ısı işlem koşullarına göre daha fazla etkilendiği belirlenmiştir (Polydera ve ark., 2005).

Sentandreu ve ark. (2005), tarafından yapılan bir çalışmada; portakal ve mandarin ile bunlara ait hibritlerin meyve sularına, plakalı ısı değiştirici kullanılarak farklı koşullarda ısı işlem uygulanmış ve ısı işlemin duyuşal özellikler ile PME aktivitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. 50°C ve 60°C’de uygulanan ısı işlem koşullarının mikrobiyal stabilitenin sağlanması ya da enzimlerin etkisiz hale getirilmesine uygun olmadığı ve taze meyve sularının duyuşal özelliklerinde meydana gelen kayıplar 50°C’de ısı işlem uygulanan portakal suyu örneklerinde 70°C’de ısı işlem uygulananlara göre daha az olduğu saptanmıştır. 70°C’de 10 saniye süreyle uygulanan ısı işlem koşullarının PME aktivitesinde istenen düzeyde azalmaya neden olmadığı, aynı zamanda taze portakal suyu tadında hissedilebilir düzeyde kayıpların meydana geldiği tespit edilmiştir. Portakal suyunun duyuşal özelliklerinde 70°C’de meydana gelen kayıplar ile 90°C’de 10 saniye ısı işlem uygulanan portakal sularında meydana gelen kayıpların aynı olduğu, ancak, 95°C’deki ısı işlem koşullarında ise bu kayıpların arttığı belirlenmiştir. En uygun enzim inaktivasyonun ısı işlem süresine bağlı olarak değiştiği, 70°C’de 5, 10 ve 20 saniye ve 80°C’de 5 ve 10 saniye ısı işlem uygulanmış örneklerde kalıntı PME aktivitesinin yaklaşık %20 olduğu saptanmıştır. 85°C’de 15 saniye süreyle uygulanan ısı işlem sonucunda kalıntı PME aktivitesi yaklaşık %3’e düşmüş ve 95°C’de ise %0–1’lik bir enzim aktivitesi tespit edilmiştir. Duyuşal özellikler ve kalıntı enzim aktivitesi sonuçları göz önünde bulundurulduğunda, 85°C’de 10 saniye ısı işlem uygulamasının yeterli olduğu belirlenmiştir (Sentandreu ve ark., 2005).

Valensiya ve Kozan Misket çeşitlerine ait portakal suların da pastörizasyon işleminin uygulandığı (75, 80 ve 85 °C) bir çalışmada (Biçgel, 2008), 75°C sıcaklıkta 50 ile 120 saniye, 80°C sıcaklıkta 5 ile 50 saniye, 85°C sıcaklıkta 5 ile 7 saniye ve 90°C’de 5 ile 10 saniye arasında pastörizasyon işlemi uygulanmıştır. Uygulanan bu pastörizasyon koşulları sonucu elde edilen kalıntı PME aktivitesi değerleri doğrultusunda 75°C sıcaklıkta 90 saniye, 80°C sıcaklıkta 40 saniye ve 85°C sıcaklıkta 5 saniye için yaklaşık % 4 kalıntı PME aktivitesi tespit edilmiştir. PME aktivitesini daha fazla düşürmek mümkün olsa da ürün kalitesinde kaçınılmaz

kayıplar söz konusu olacağından ortalama %4'lük kalıntı aktivitenin yeterli olduğu belirlenmiştir.

Turunçgil sularında bulanıklığı stabilize etmek için ani (flash) pastörizasyon yöntemi ilk kez 1940 yılında Stevent tarafından ortaya konulmuştur. Bu yöntem daha sonra geliştirilerek turunçgil sularının hem normal sıcaklık derecelerinde hem de donma sıcaklık derecelerinde depolanabilmesi sağlanmıştır. Bu yöntemde oda sıcaklığında saklanan şişelenmiş ürünlerde, özellikle portakal suyu gibi ürünlerde bulunan pektik enzimlerin tamamının etkisiz hale getirilmesi istenmektedir. Enzim faaliyeti soğuk depolamada oldukça azdır. Bu nedenle kısmi stabilizasyonu sağlamak amacıyla dondurulmuş ürünlerdeki tüm enzim etkinliğinin %75-95'nin inaktif bir duruma getirilmesi gereklidir (Swishher, 1971).

Günümüzde portakal suyunun geleneksel yöntemlerle pastörizasyonunda 95°C'de 15 saniye ya da 90°C'de 1 dakika süreyle ısı işlem uygulanmaktadır. Depolanma sırasında askorbik asitte meydana gelen azalma ve ısı değişimi sorunu da çözülmüştür (Moreno ve ark., 2003).

2.5.1. Portakal sularında karotenoitler ve ısı işlemin etkileri

Daha önceki çalışmalarda, pastörizasyon ve evaporasyon işleminin portakal suyunun karotenoit içeriğinde fark edilebilir düzeyde bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak, Lessin ve ark. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, portakal suyu üretiminde ısı işlemin etkisiyle provitamin A etkinliğine sahip karotenoitlerde (β -karoten, α -karoten ve β -kriptoksantin) %36'lık bir kayıp olduğu belirlenmiştir.

Kırmızı renkli greyfurt suyunda ısı işlem sonucu (80–95°C'de 15–30 saniye) renk maddelerindeki kayıpların fazla olmadığı ve başlıca karotenoitlerin β -karoten ve likopen olduğu ve bunlardaki kayıpların da önemli olmadığı belirlenmiştir (Lee ve Coates, 1999). Buna karşın, tatlı portakal sularının karotenoit bileşimlerinin daha kompleks bir yapıda olduğu da tespit edilmiştir. Tatlı portakallardaki toplam karotenoitlerin %90'dan daha fazlasının ksantofiller ile karotenlerden oluştuğu ve kırmızı renkli greyfurt sularında baskın halde bulunan

β -karoten ve likopen ile kıyaslandığında ısıtma işlemine karşı daha hassas bir yapıda oldukları saptanmıştır. Valencia portakalları karotenoitlerce en zengin portakal sularıdır. Karotenoitler, taze ve pastörize portakal sularında renk üzerinde etkili bileşenlerdir (Lee ve Coates, 2003).

Valensiya portakal suyunda ısıtma işleminin renk ve karotenoitler üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, taze Valensiya portakal suyunda bulunan başlıca karotenoitlerin, cis-violaksantin ve anteraksantin olduğu bildirilmiştir (Lee ve Coates, 2003). Taze sıkılmış ve ısıtma işlemi görmüş Valencia portakal sularında toplam karotenoit miktarının sırayla 6.25 ± 0.11 mg/L, 5.70 ± 0.08 mg/L olduğu ve ısıtma işlemi sonucu %10 oranında kayıp meydana geldiği saptanmıştır. En fazla kaybın violaksantin (%-46.4), cis-violaksantin (%-19.7) ve anteraksantin (%-24.8) gibi "5, 6- epoksi karotenoitler" de olduğu ve karotenoit içeriğinin değiştiği tespit edilmiştir. Luteinin zeaksantinden sonraki başlıca karotenoit olduğu da saptanmıştır. Isıtma işlemi sonucu 5, 8- epoksi karotenoitlerden luteoksantin ve mutatokstantinde ise artış olduğu belirlenmiştir (Lee ve Coates, 2003). 5, 6- epoksi karotenoitlerin 5, 8- epoksitlere izomerizasyonunun renk değişiklikleri üzerinde etkili olduğu da saptanmıştır. Pastörize portakal sularında daha açık ve çok doygun rengin algılanabildiği de tespit edilmiştir (Lee ve Coates, 2003). Isıtma işlemi sonunda, provitamin A aktivitesine sahip karotenlerdeki (α -karoten, β -karoten ve β -kriptoksantin) değişimler ksantofillerle kıyaslandığında daha düşüktür ve bu kayıpların da önemsiz olduğu belirlenmiştir. Karotenoit bileşimindeki azalmaların özellikle violaksantin, anteraksantin ve cis-violaksantin üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (Lee ve Coates, 2003).

Rodriguez-Amaya (2000) tarafından yapılan diğer bir çalışmada da, violaksantin en kararsız karotenoitlerden biri olduğu ve asit ortamında kolaylıkla lutetoksantine daha sonra da auroksantine izomerize olduğu belirlenmiştir.

Taze sıkılmış, konsantre ya da pastörize edilmiş Valensiya portakal sularının rengi üzerinde karotenoitlerin etkisinin olduğu belirlenmiştir. Portakal suyundan ekstrakte edilen karotenoitlerin; epoksikarotenoitler (auroksantin, anteraksantin, violaksantin, mutatokstantin), hidroksikarotenoitler (lutein, zeaksantin, β -kriptoksantin ve

α -kriptoksantin) ve karotenler (ζ -karoten, α -karoten ve β -karoten) olduğu saptanmıştır (Gama ve Sloys, 2007).

Valensiya portakallarından elde edilen taze portakal sularında bulunan başlıca karotenoitlerin; lutein (%23), β -kriptoksantin (%21), zeaksantin (%20), violaksantin (%11), ζ -karoten(% 10), β -karoten (%8) ve α -karoten (%7) olduğu, pastörize portakal suyunun; lutein (%21), β -kriptoksantin (%25) ve zeaksantin (%21) içerdiği ve portakal suyu konsantrisinde ise; lutein (%23), β -kriptoksantin (%24) ve zeaksantin (%18)'nin bulunduğu tespit edilmiştir (Gama ve Sylos, 2007).

Aynı çalışmada (Gama ve Sylos, 2007); taze sıkılmış, konsantre edilmiş ya da ısıtılma işlemine tabi tutulmuş portakal sularında toplam karotenoit miktarlarının sırasıyla 12.0 ± 6.7 mg/L, 10.4 ± 6.9 mg/L ve 9.9 ± 5.3 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Pastörize ya da konsantre edilmiş portakal sularında toplam karotenoit miktarının taze sıkılmış örneklerle göre sırasıyla %13 ve %18 oranında azaldığı ve bu azalmanın da önemli olmadığı belirlenmiştir. Isıl işlem uygulaması sonucu violaksantin (%38), lutein (%20), ζ -karoten (%14), β -karoten (%11), α -karoten (%13) ve zeaksantin (%9) içeriğinde kayıplar olduğu, bununla birlikte, β -kriptoksantinde artış olduğu tespit edilmiştir. Konsantre edilen örneklerde ise violaksantin (%31), lutein (%17), ζ -karoten (%29), β -karoten (%3), α -karoten (%12), zeaksantin (%24) ve β -kriptoksantin (%5) azaldığı ve β -kriptoksantin'deki azalmanın ise daha az olduğu bildirilmiştir (Gama ve Sylos, 2007).

Isıl işlem ve evaporasyon işlemlerinden sonra en fazla kayıp “5,6-epoksi violaksantin” ve “dihidroksikarotenoit lutein”de saptanmıştır (Gama ve Sylos, 2007). Ksantofillerin ve hidrokarbon yapısındaki karotenoitlerin ısıtılma işleminin kimyasal etkilerine karşı oksidasyona duyarlılıkları ve stabiliteyi farklıdır. Karotenlerle kıyaslandığında violaksantin ve lutein'in yapılarındaki oksijen nedeniyle daha kararsız bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Karotenoitlerin oksidasyonu ve izomerizasyonu için gerekli olan şartlar gıdaların işlenmesi sırasında oluşmaktadır. Oksijenin etkisiyle karotenoitlerde aşırı kayıplara neden olan oksidatif bozulmayı; sıcaklık, ışık, enzimler, metaller ve lipid kökenli hidroperoksitlerin rol oynadığı oksidasyon reaksiyonları arttırmaktadır (Rodriguez-Amaya, 1999).

Pastörize portakal sularında, violaksantin içeriğinin 0.84 ± 0.38 mg/L'ye düştüğü saptanmıştır (Gama ve Sylos, 2007). Violaksantin, karotenoitler içerisinde en kararsız olanlardan biridir ve asidik koşullarda kolaylıkla önce luteoksantine ve daha sonra da auroksantine izomerize olur (Lee ve Coates, 2003; Rodriguez-Amaya, 1999). Gama ve Sylos (2007), ısıtma işlemi ve evaporasyon işleminden sonra lutein içeriğinin sırasıyla 2.2 ± 0.9 mg/L ve 2.3 ± 0.7 mg/L'ye azaldığını bildirmiştir.

Portakal suyunda provitamin A etkinliğine sahip karotenoitler (β -karoten, α -karoten ve β -kriptoksantin) ve yaşa bağlı beneklenme dejenerasyonu ve katarakta karşı etkili olan zeaksantin miktarının pastörizasyon ve evaporasyon işlemlerinde önemli düzeyde azaldığı bildirilmiştir (Gama ve Sloys, 2007).

Valensiya, Sanguinelli, Clementine ve Pera portakal çeşitlerinde ısıtma işleminin karotenoitler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Dhuique-Mayer ve ark. 2007), örnekler 55°C 'de ısıtma işlemine tabi tutulmuştur. Karotenoitler ısıtma işleminin etkilerine göre iki gruba ayrılmıştır. Birinci grupta, ısıtma işlemine dayanıklılığı fazla olan provitamin A etkinliğine sahip karotenoitler (β -karoten ve β -kriptoksantin), zeinoksantin (β -kriptoksantin izomeri) ile renksiz olan fitoen ve fitofluenin yer aldığı ve 15 dakikalık bir ısıtma işlemi sonunda %1-18 arasında kayıp meydana geldiği tespit edilmiştir. İkinci grupta ise daha çabuk parçalanabilen ve oksijen içeriği yüksek olan ksantofillerin yer aldığı ve 15 dakikalık bir ısıtma işlemi sonunda %30-60 arasında kayıp olduğu ve ksantofiller içerisinde ısıtma işleminden en az zarar görenlerin zeaksantin ve lutein olduğu saptanmıştır. Isıtma işlemine karşı en hassas olan karotenoitin ise violaksantin olduğu ve tamamen auroksantine dönüştüğü, bunun sonucunda meyve suyunun görsel olarak renksizleştiği belirlenmiştir (Dhuique-Mayer ve ark. 2007).

Biçgel (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, portakal sularındaki başlıca karotenoitlerin β -karoten, β -Apo-8-karotenol, ksantofil, ksantofil $\alpha\alpha$ ve zeaksantin olduğu belirlenmiştir. Valensiya ve Kozan Misket çeşitlerine ait portakal sularında başlıca karotenoitlerin sırasıyla zeaksantin (%38) ve β -karoten (%34) olduğu ve pastörizasyon işleminden sonra en fazla kayba uğrayan karotenoitlerin ise ksantofil $\alpha\alpha$ (%6) ve ksantofil (%35.7) olduğu saptanmıştır. Valensiya çeşidindeki ksantofil

α miktarlarının 2.250 ± 0.30 – 2.370 ± 0.05 mg/L arasında değiştiği ve zeaksantin içeriğinin en fazla 75°C 'de pastörize edilmiş portakal suyu örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Valensiya portakal çeşidinde ısıl işlemden sonra en fazla kaybın ise ksantofil α (% 6)'da olduğu da tespit edilmiştir. Kozan Misket eşidinde ise başlıca karotenoitin β -karoten (%34) olduğu, kontrol grubu ve pastörize edilmiş örnekler de β -karoten içeriğinin 1.244 ± 0.25 ile 1.708 ± 0.12 mg/L arasında değiştiği saptanmıştır. Kozan Misket eşidinde ısıl işlemden sonra en fazla kaybın ksantofil (%35.7)'de olduğu görülmüştür.

Hamlin ve Kozan Yerli çeşitlerine ait portakal sularında yapılan bir çalışma da ise (Işık, 2008), portakal sularında saptanan başlıca karotenoitlerin; β -karoten, β -Apo-8-karotenol, ksantofil, ksantofil α ve zeaksantin olduğu belirlenmiştir. Hamlin ve Kozan Yerli çeşitlerine ait portakal sularında başlıca karotenoitlerin sırasıyla ksantofil α (%32-36) ve β -Karoten (%29-33) olduğu ve pastörizasyon işleminden sonra en fazla kayba uğrayan karotenoitlerin ise β -karoten (%18.2) ve β -apo-8-karotenol (%19.6) olduğu saptanmıştır.

Cortes ve ark. (2006), geleneksel yöntemle yapılan ısıl işlem uygulaması (90°C , 20 saniye) ile vurgulu elektrik alanı uygulamasının (25, 30, 35 ve 40 kV/cm; 30–340 μs) portakal suyundaki cis ya da trans karotenoitler üzerine etkilerini araştırmıştır. Pastörize portakal suyunda taze portakal suyuna göre toplam karotenoit içeriğinde %12.6, vurgulu elektrik alanı uygulamalarında ise %6.3-9.6 arasında kayıp olduğu tespit edilmiştir (Cortes ve ark., 2006). Portakal suyundaki karotenoitlerin; 13-cis-violaksantin, neoksantin+9-cis-violaksantin, anteraksantin, lutein, zeaksantin, isolutein, β -kriptoksantin, α -karoten, 9-cis- α -karoten, 13-cis- β -karoten, fitoen+fitofluen, 7,8,70,80-tetradrolikopen, β -karoten ve 9-cis- β -karoten olduğu belirlenmiştir (Cortes ve ark., 2006).

Benzer bir çalışmada ise (Cortes ve ark., 2006), pastörize edilen (90°C 20 saniye) ve yüksek vurgulu elektrik alanı uygulanan (30 kV/cm, 100 μs) portakal sularında depolama süresince karotenoit bileşiminde meydana gelen değişiklikler incelenmiştir. 10°C 'de depolanan portakal suyu örneklerinde 7 haftalık depolama sonunda bozulma meydana geldiği tespit edilmiştir. Isıl işleme tabi tutulan portakal

suyunun karotenoit içeriğinde %12.6, yüksek vurgulu elektrik alanı uygulamasında ise %6.7 kayıp olduğu belirlenmiştir. Auraksantin miktarının ise 10°C’de depolanan ısıl işlem görmüş ve yüksek vurgulu elektrik alanı uygulanmış portakal suyu örneklerinde arttığı tespit edilmiştir. Auraksantin, violaksantinden oluşan ve bir bozulma ürünü olduğu belirlenmiştir. 2°C de depolanan taze ve pastörize edilmiş portakal suyu örnekleri hariç, diğer örneklerde depolama süresince anteraksantin konsantrasyonunda azalma olduğu ve anteraksantin mutatokstantine dönüştüğü saptanmıştır (Cortes ve ark., 2006).

Pupin ve ark. (1999), Brezilya’da yetiştirilen portakal çeşitlerinden elde edilen portakal suyu (*Citrus sinensis*) örneklerinde başlıca karotenoitlerin; lutein, β -kriptoksantin, zeaksantin, β -karoten, ve α -karoten olduğunu saptamışlardır. β -karoten içeriği bakımından en zengin olan çeşidin Pera Rio olduğu ve bunu sırasıyla Valensiya, Natal, Lima ve Baia çeşitlerinin izlediği belirlenmiştir. Elle sıkılmış portakal suyunda toplam karotenoit miktarının 0.11 ± 1.21 mg/L olduğu ve en çoktan en aza doğru toplam karotenoit içeriği çeşitlere bağlı olarak Pera Rio; 0.63 ± 1.21 mg/L, Hamlin; 0.11 ± 0.45 mg/L, Pera Coroa; 0.37 mg/L, Valensiya; 0.17 ± 0.31 mg/L, Natal; 0.18 ± 0.28 mg/L, Lima; 0.21 mg/L ve Baia; 0.19 mg/L bulunmuştur. Meyve suyu fabrikalarından temin edilen dondurulmuş portakal suyu konsantrelerinde toplam karotenoit miktarının 0.26 ± 0.48 mg/L, piyasada satışa sunulan portakal sularında ise bu değer biraz daha yüksek olduğu (0.46 ± 0.81 mg/L) belirlenmiştir. Elle sıkılarak hazırlanan Valensiya portakal suyu örneklerinin karotenoit içeriğinin; lutein (0.07 mg/L), β -kriptoksantin (0.02 mg/L), zeaksantin (0.08 mg/L), α -karoten (0.05 mg/L) ve β -karoten (0.04 mg/L)’den oluştuğu ve Hamlin portakal suyu örneklerinde ise lutein (0.05 mg/L), β -kriptoksantin (0.04 mg/L), zeaksantin (0.16 mg/L), α -karoten (0.01mg/L) ve β -karoten (0.01mg/L) değerlerinde tespit edilmiştir.

Meléndez-Martínez ve ark. (2008), konsantreden elde edilen portakal suyu örneklerinde 30 farklı karotenoit tespit etmişlerdir. Bu araştırmacılar, taze sıkılmış ya da çok az işlem görmüş portakal sularında, başlıca karotenoitler olan 5, 6-epoksikarotenoitlerden anteraksantin ve violaksantin bazı izomerlerinin miktarlarının düşük olup olmamasına göre meyve suyunun depolama süre ve koşullarını tespit etmişlerdir. Bu durumun 5, 8-epoksi türevlerinden mutatokstantin ve

auroksantin ile ilişkili olduğu ve portakal sularının raf ömrü tahmininin meyve suyunun epoksikarotenoit içeriği ile yapılabileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, anteraksantin ve violaksantin meyve suyunda bulunmamasının, meyve suyunun uzun süre depolandığının bir işareti olduğunu da belirtmişlerdir. Meléndez-Martínez ve ark. (2008), konsantreden elde edilen portakal sularının toplam karotenoit içeriğinin 1.37 ile 5.89 mg/L arasında olduğunu ve bu tip portakal sularında zeaksantin ve β -kriptoksantin belirlenemediğini bildirmişlerdir.

Brezilya'da yetiştirilen Valensiya portakallarından elde edilen portakal suyu örneklerinde, açık kolon kromatografisi (OCC) tekniği kullanılarak 16 farklı pigmentin elde edildiği ve bunların α -karoten, ζ -karoten, β -karoten, α -kriptoksantin, β -kriptoksantin, lutein-5,6-epoksit, violaksantin, lutein, anteraksantin, zeaksantin, luteoksantin A, luteoksantin B, mutatoksanin A, mutatoksanin B, auroksantin B ve trollikrom olduğu saptanmıştır. HPLC ile yapılan analizlerde (asetonitril-metanol-etil asetat; C₁₈ ters-faz kolon) 13 farklı pigment tanımlanmış ve miktarları tespit edilmiştir. Bunların; violaksantin (%11), lutein (%23), zeaksantin (%20), α -karoten (%7), ζ -karoten (%10), β -karoten (%8) ve β -kriptoksantin (%21) olduğu belirlenmiştir. Portakal suyu örneklerinin toplam karotenoid içeriğinin 23.71-7.62 mg/L arasında değiştiği ve başlıca karotenoitlerin lutein (%23), β -kriptoksantin (%21) ve zeaksantin (%20) olduğu saptanmıştır (Gama ve Saylos, 2005).

Lee ve Castle (2001a), Hamlin, Earlygold ve Budd kan portakalı çeşitlerinde yaptıkları bir çalışmada, toplam karotenoit miktarının Hamlin portakal suyunda (1-3.9 μ g/mL) Earlygold'a (1.8-9 μ g/mL) göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Budd kan portakalında ise toplam karotenoit içeriğinin 1.2-6.1 μ g/mL arasında değiştiği tespit edilmiştir. Hamlin'deki başlıca karotenoitlerin; lutein, violaksantin, luteoksantin, mutatoksanin, anteraksantin ve zeaksantin olduğu ve derim mevsimi başlangıcında lutein, luteoksantin ve violaksantin yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu belirlenmiştir. Olgunlaşmamış meyvelerde luteinin baskın olduğu ve zamanla epoksi karotenoitlere dönüştüğü ileri sürülmüştür. Luteinden sonra yaygın olarak bulunan violaksantin, sentezlenmesinin karmaşık bir yapıya sahip olduğu ifade edilmiştir. Toplam karotenoit içeriğinde violaksantin miktarı başlangıçta artarken, daha sonra kademeli olarak azaldığı belirlenmiştir.

Hidrokarbon yapısındaki karotenoitlerden α - ve β -karotenin olgunlaşmanın ilk aşamalarında az miktarlarda bulunduğu ve kademeli olarak giderek arttığı, fakat bu artışın düşük seviyelerde kaldığı tespit edilmiştir (Lee ve Castle, 2001a). Olgunlaşmanın başlangıcında, Earlygold'daki başlıca karotenoitlerin violaksantin, lutein, luteoksantin ve anteraksantin olduğu belirlenmiştir. Earlygold'daki violaksantin konsantrasyonunun %28.1 olduğu, Hamlin'de ise %9.9 oranında bulunduğu saptanmıştır. Earlygold'da yüksek oranda bulunan violaksantin meyve suyunun CIE *b renk değerinde etkili olduğu ileri sürülmüştür (Lee ve Castle, 2001a).

Violaksantin, anteraksantin yoluyla zeaksantin epoksidasyonundan oluştuğu ve neoksantin ve luteoksantin öncül maddesi olduğu tespit edilmiştir. Earlygold'da baskın olan diğer pigmentin lutein olduğu, fakat olgunlaşma süresince miktarının azaldığı belirlenmiştir. Derim mevsimi boyunca artış gösteren tek karotenoitin de β -kriptoksantin olduğu ve ($\alpha+\beta$) kriptoksantin miktarının (%14.4) luteinden (%12.1) fazla olduğu saptanmıştır (Lee ve Castle, 2001a).

Budd kan portakalı çeşidinde başlıca karotenoitlerin; lutein ve violaksantin olduğu ve önemli bir karotenoit olan luteinin, olgunlaşma periyodu boyunca konsantrasyonunun azaldığı belirlenmiştir. Buna karşın, β -kriptoksantin miktarının arttığı ve olgunlaşma periyodu sonunda ortamdaki baskın karotenoit olduğu saptanmıştır. Violaksantin miktarının ise meyvenin olgunluk başlangıcında artış gösterdiği, fakat daha sonra giderek azaldığı belirlenmiştir (Lee ve Castle, 2001a).

Agocs ve ark. (2007), farklı turunçgil çeşitlerinin kabuk ve pulp kısımlarında bulunan karotenoit bileşimi üzerinde yaptıkları çalışmada; turunçgil meyvelerinin pulp kısmında bulunan başlıca karotenoitin β -kriptoksantin (~%30) olduğunu ve önemli miktarlarda da lutein ve violaksantin içerdiğini tespit etmişlerdir. Lime dışındaki turunçgil çeşitlerine ait kabuk ve pulp ekstraktlarında genellikle β -kriptoksantin, lutein, kırmızı renkli bir apokarotenoit olan β -sitraurin ve (9Z)-violaksantin bulunduğu saptanmıştır. Portakal kabuğu ile Kumquat kabuğunun; (9Z)-violaksantin (%8-33), β -sitraurin (%11-28) ve β -kriptoksantin (%3-23) içerdiği belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan turunçgil çeşitlerinde lutein içeriğinin %4-8

arasında değiştiği ve bazı furanoitler (neokrome, luteoksantin, auroksantin) ile Z-isomerlerin bulunduğu tespit edilmiştir.

Melendez-Martinez ve ark. (2003), geccı bir çeşit olan Valensiya portakallarından üretilen dondurulmuş portakal sularında başlıca karotenoitlerin; lutein+zeaksantin (%36), lutein 5,6-epoksit (%16), anteraksantin (%14) ve β -kriptoksantin (%12) olduğunu belirlemişlerdir.

Shamouti, Sanguinelli, Cara Cara Navel ve Huang pi Chen portakal çeşitlerinde, meyve suyu renk değerlerine karotenoit içeriğinin katkısının araştırıldığı bir çalışmada (Fanciullino ve ark., 2008), 22 tane karotenoit izole edilmiş ve bunların miktarları (β -kriptoksantin, α -karoten, β -karoten ve likopen) belirlenmiştir. Herbir portakal çeşidinin de farklı karotenoit içeriklerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Shamouti ve Sanguinelli portakallarındaki başlıca karotenoitin β , β -ksantofiller (%59.5-62.9) olduğu, buna karşın, Cara Cara ve Sanguinelli portakal çeşitlerinde ise daha çok karotenler ve cis-violaksantin bulunduğu belirlenmiştir. β , β -ksantofillerden cis-violaksantin, lutein, zeaksantin, cis-anteraksantin ve β -kriptoksantin karotenoitleri tanımlanmiştir. Cis-violaksantin (Shamouti'de %34.4 ve Sanguinelli'de %37.4) ve β -kriptoksantin'in (Shamouti'de %15 ve Sanguinelli'de %10.2) bu iki çeşitte de fazla miktarda bulunduğu ve geç aşamada derimi yapılan Shamouti ve Sanguinelli portakal çeşitlerindeki cis-violaksantin, zeaksantin, cis-anteraksantin ve β -kriptoksantin miktarlarının diğer iki portakal çeşidinden daha yüksek olduğu ve bu iki çeşidin arasındaki renk parametrelerindeki farklılıkların karotenoit kompozisyonundan kaynaklanmadığı tespit edilmiştir (Fanciullino ve ark., 2008).

Lee ve Coates (2001b), Amerika da yetiştirilen yeni bir tatlı portakal çeşidi olan Earlygold'da 25'den fazla karotenoit tespit etmişlerdir. Earlygold'daki başlıca karotenoitlerin ise violaksantin, lutein, β -kriptoksantin, anteraksantin, luteoksantin, zeaksantin, β -karoten ve α -karoten olduğunu bildirilmişlerdir. Earlygold portakal suyunda en fazla bulunan karotenoitin cis-violaksantin (%16.1) olduğu ve bunu sırasıyla anteraksantin (%10.4), lutein (%10.4) ve β -kriptoksantin (%9.1)'in takip ettiği ve toplam karotenoit içeriğinin 8.3-8.8 μ g/mL olduğu belirlenmiştir.

Meyve eti kırmızı renkli olan Cara Cara Navel portakalından 29'dan fazla karotenoit ekstrakte edilmiş ve likopen miktarının 3.9 mg/L, β -karoten miktarının ise 1 mg/L olduğu tespit edilmiştir (Lee, 2001). Kırmızı renkli Navel portakal sularında bulunan başlıca karotenoitlerin ise likopen (%30), cis-viyolaksantin (%9.7), β -kriptoksantin (%6.9), izolutein (%6.7), β -karoten (%6.6), violaksatin (%3.6), lutein (%5.1) ve α -karoten (%0.7) olduğu ve toplam karotenoid miktarının da 7.7 mg/L değerlerinde bulunduğu belirlenmiştir (Lee, 2001).

Rouseff ve ark. (1996), portakal suyunda (*Citrus sinensis*) 39 farklı karotenoit tespit etmişler ve HPLC ile yapılan analizlerde en büyük piklerin de auroksantin A, mutatoksanin A, mutatoksanin B, lutein, zeaksantin ve izolutein olduğunu bildirmişlerdir.

Melendez-Martinez ve ark. (2007), piyasada satışa sunulan Navel (göbekli) portakal sularının karotenoit, renk ve askorbik asit içeriklerini araştırmışlardır. Portakal suyu Valensiya late çeşidinden sağlandığı ve sıkılan portakal sularının hemen dondurulduğu böylece oluşan bu ürünün besin kalitesi ve organoleptik özelliklerini iyi gösterdiği belirtmişlerdir. Başlıca karotenoitlerin 5,6 epoksi karotenoitler, violaksantin ve anteraksantin ile özellikle 9Z-violaksantin ve (9Z)- ya da (9-Z)-anteraksantin olduğu, ayrıca, dihidroksi karotenoitlerin monohidroksikarotenoitlere göre baskın olduğu tespit edilmiştir. Portakal suyu örneklerinde toplam karotenoit miktarının 17.21-29.36 mg/L arasında bulunduğu ve (9Z) violaksantin ve anteraksantin miktarının ise 4.52 ile 9.08 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Ksantofillerden dihidroksikarotenoit zeaksantin ve luteinin sırasıyla 2.00 mg/L ve 0.93 mg/L, β -kriptoksantin 1.19 mg/L ve zeinoksantin ise 0.50 mg/L olduğu da saptanmıştır.

2.5.2. Portakal sularında askorbik asit içeriği ve ısıtılmanın etkileri

Askorbik asit (AA) C vitamini olarak bilinen, oksidasyon ve redüksiyonlardaki rolü nedeniyle, neredeyse tüm canlı dokularda bulunan, beyaz renkli kristal halde bir bileşik olup en bilinen izomeri L-askorbik asittir (Cemeroğlu ve ark., 2004).

Beslenme açısından önemli olan Askorbik asit (AA) antioksidan kapasitesi sebebiyle gıdaların çoğunda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Günlük askorbik asit tüketim oranı 100–120 mg/gün olarak önerilmiştir. Portakal sularında C vitamini içeriği 150–450 mg/L arasında değişmekte ve bir bardak portakal suyu içildiğinde (200 mL) günlük alınması gereken C vitamini miktarının yaklaşık %30-80'nı karşılamaktadır C vitamini en önemli suda çözünebilir antioksidandır. Biyolojik sistemlerin çoğunda hücre içinde ve dışındaki boşluklardaki bileşikler koruduğu ve tokoferol radikalleri hücre membranlarındaki aktif oluşumlarına geri indirmediği belirtilmektedir. Askorbik asidin superoksit radikal, singlet oksijen, hidrojen peroksit ve hidroksil radikallerine karşı etkilidir (Klimczak ve ark., 2007). Fakat, askorbik asit dayanıksız bir bileşiktir ve uygun olmayan koşullarda kolayca parçalandığı belirtilmektedir. Askorbik asitin hem aerobik hem de anaerobik yollarla parçalandığı ve bunun depolama süresi, depolama sıcaklığı, oksijen, sıcaklık ve ışık gibi birçok faktöre bağlı olduğu ifade etmektedir. Turunçgil sularının askorbik asit kayıplarının çoğunun üretim aşamaları süresince olduğu, fakat, askorbik asitin anaerobik parçalanmasının ısı işlem uygulanan turunçgil sularının depolanması boyunca görüldüğü belirtilmektedir. C vitamininin parçalanmasıyla oluşan bazı bozunma reaktif ürünlerin amino asitle birleştiği, bunun sonucunda esmer pigmentlerin oluşumuna sebep olduğu belirtilmektedir. Hidroksimetilfurfuralın (HMF) askorbik asitin parçalanma ürünlerinden biri olduğu ve esmer pigmentlerin habercisi olarak kabul edildiği söylenilmektedir (Burdurlu ve ark., 2006).

Isıl işlem ya da depolama süresince portakal suyunda meydana gelen en önemli sorun L-askorbik asit kaybıdır. Portakal suyunda bulunan askorbik asit aerobik ve anaerobik olarak üretim süresince uygulanan işlemler sırasında ve ambalajlamada ya da, depolanması süresince depolama koşullarına bağlı olarak farklı oranlarda parçalanmaktadır (Polydera ve ark., 2003).

Askorbik asitin portakal suyunun raf ömrünü belirleyen önemli bir kalite göstergesi olduğu kabul edilmektedir (Polydera ve ark., 2005). Portakal sularının depolama boyunca C vitamini içeriği de yıkıma uğramaktadır (Burdurlu ve ark., 2006). Depolama ve işleme boyunca düşük sıcaklık, biyokimyasal aktiviteyi ve mikrobiyal çoğalmayı büyük ölçüde yavaşlatmaktadır. Kaliteyi iyi düzeylerde tutmak için,

depolama ve işleme sırasında sıcaklık 5°C'den düşük olmalıdır (Yıldız, 1994; Del Caro ve ark., 2004).

Gıdalara uygulanan işlemler, özellikle ısıl işlemler, enzimatik olmayan esmerleşme ve besin değeri kaybı gibi istenmeyen bazı tepkimelere sebep olmaktadır. C vitamininin (L-askorbik asit) ısıya karşı duyarlı olduğu ve kolaylıkla parçalandığı ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarında önemli rol oynadığı bilinmektedir. Askorbik asitin parçalanması ile HMF oluştuğu, bundan dolayı, meyve suyuna uygulanan ısıl işlemin şiddetini değerlendirmek amacıyla kullanılabilmesi ifade edilmektedir (Dhuique-Mayer ve ark., 2007).

Adana'da yetiştirilen bazı portakal çeşitlerinin şaraplık değerleri üzerine yapılan bir çalışmada (Canbaş ve Ünal, 1991), Hamlin portakal suyunun C vitamini değerinin 63.3 mg/100 mL, İtalyan portakal suyunun 59.6 mg/100 mL, Kozan portakal suyunun 52.2 mg/100 mL ve Valensiya portakal suyunun ise 64.1 mg/100 mL olarak belirlenmiştir.

Salustiana portakalının askorbik asit içeriğinin 52.0±0.2 mg/100g olduğu ve 500 MPa'lık bir yüksek basınç uygulamasından sonra bu değer 51.6±1.8 mg/100g olarak ölçüldüğü bildirilmiştir. Yüksek basınç uygulaması ve 4°C'de 21 gün süreyle depolamanın antioksidan kapasitesi, C vitamini, şeker veya karoten içeriğinde önemli değişikliğe neden olmadığı da tespit edilmiştir (García ve ark., 2001).

Polydera ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada; geleneksel yöntemle yapılan ısıl işlem (80°C, 30 saniye) ya da yüksek hidrostatik basınçla (500 MPa, 35°C, 5 dakika) pastörize edilen portakal sularının raf ömrü araştırılmıştır. 0-15°C'de depolanan örneklerin depolanma süresince askorbik asit kaybı, renk, viskozite ve duyu özellikler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Askorbik asit içeriğindeki kaybın, yüksek hidrostatik basınçla pastörize edilen portakal sularında ısıl işleme edilenlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Proteggente ve ark. (2003), renkli portakallardaki askorbik asit içeriğinin renkli olmayan Navel çeşidi portakal suyunun askorbik asit miktarına göre daha yüksek

olduğunu bildirmişlerdir. Renkli portakal çeşitleri (Moro, Tarocco ve Sanguinello) ve renksiz (Ovale, Valencia ve Navel) portakal çeşitlerinden (*Citrus sinensis* L. Osbeck) elde edilen taze portakal sularının toplam askorbik asit içeriğinin sırasıyla 2.21–3.32 mM ve 3.49–5.83 mM arasında olduğunu saptamışlardır.

Meléndez ve ark. (2004), ultra dondurulmuş ve konsantreden elde edilmiş portakal sularında C vitamini içeriğini araştırmışlardır. Ultra dondurulmuş portakal suyunun C vitamini içeriğinin ortalama 360.85 ppm olduğu ve örneklerin C vitamini içeriklerinin 319.55 ile 382.69 ppm arasında değiştiği saptanmıştır. Konsantreden elde edilen portakal suyunda ise C vitamininin 400 ile 800 ppm arasında değiştiği ve örneklerden bir kısmının zenginleştirilmiş örnekler olduğu bildirilmiştir.

Akdeniz bölgesinde yetiştirilen turuncgil çeşitlerine (Salustiana, Hamlin, Shamouti, Pera, Valencia, Maltaise, Sanguinelli ve Cara-cara) ait meyve sularının genotip özelliklerindeki (karotonoid, flavonoid ve C vitamini vb.) değişimin incelendiği bir çalışmada, portakal çeşitlerinin askorbik asit içeriklerinin 45.8 ile 62.0 mg/100 mL arasında değiştiği belirlenmiştir (Dhuique-Mayer ve ark., 2005).

Polydera ve ark. (2005), taze Navel portakal suyuna uygulanan pastörizasyon (80°C’de 60 saniye) ya da yüksek basınç uygulaması (600 MPa, 40°C’de 4 dakika) ile meydana gelen kalite kayıplarını kinetik olarak değerlendirmişlerdir. Pektin metil esterazın (PME) inaktivasyonunun sağlandığı durumlar tespit edilerek üretim koşulları belirlenmiştir. Askorbik asit değerleri için aktivasyon enerji değerleri sırasıyla yüksek basınç uygulanmış ve pastörize edilmiş portakal sularında 68.5 ve 53.1 kJ/mol olarak saptanmıştır. Yüksek basınç uygulanan portakal suyu ile ısı ile işleme pastörize edilen portakal suyu karşılaştırıldığında duyusal özellikler açısından daha üstün özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. 5°C’de 1 aylık depolama sonunda, yüksek basınç uygulanan portakal suyu örneklerinde askorbik asit içeriğinin %84’ünün korunduğu, geleneksel yöntemle pastörize edilen portakal suyundaki askorbik asitin ise %72’sinin muhafaza edildiği tespit edilmiştir.

Turuncgil suyu konsantrelerinin (portakal, greyluft, limon, mandalina) 28, 37 ve 45°C de sekiz hafta süreyle depolandığı bir çalışmada (Burdurlu ve ark., 2006),

askorbik asitin parçalanma kinetiği araştırılmıştır. Bu çalışmada, depolama sıcaklıklarının (28, 37 ve 45°C) her birinde sırasıyla askorbik asit korunumunun yaklaşık %54.5-83.7, %23.6-27.0 ve %15.1-20.0 olduğu ve turuncgil suyu konsantrelerinin tamamında, belirtilen depolama sıcaklıklarındaki HMF oluşumu ile askorbik asit kaybı arasında önemli bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. 28, 37 ve 45°C'de dört hafta depolanan örneklerde HMF değerlerinin 1.13 mg/kg (başlangıç değeri)'dan sırasıyla 3.01, 640.86 ve 2727.00 mg/kg'a arttığı tespit edilmiştir (Burdurlu ve ark., 2006).

Işık (2008), Hamlin ve Kozan Yerlisi portakal çeşitlerinden elde edilen taze sıkılmış (kontrol) ve ısı işlem uygulanmış (75, 80 ve 85°C) portakal sularında askorbik asit miktarlarında meydana gelen değişimleri incelemiştir. Bu çalışmada, Hamlin portakal suyunda askorbik asit miktarlarının 353.05±15.99 ile 480.08±25.12 mg/L, Kozan Yerlisi portakal suyunda ise 1017.17±34.04 ile 1060.35±4.45 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Hamlin portakal suyundaki askorbik asit miktarlarının diğer portakal çeşidine göre daha düşük olduğu ve çeşitler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (p<0.01). Her çeşidin kendi arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede kontrol grubu ile farklı pastörizasyon uygulamaları arasındaki farkın Hamlin çeşidi için önemli olduğu (p<0.01), Kozan Yerlisi çeşidi için ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubundaki portakal sularının askorbik asit içeriğinin pastörize portakal sularına göre her iki çeşitte de yüksek olduğu belirlenmiştir.

Valensiya ve Kozan Misket portakal çeşitlerinde yapılan benzer bir çalışmada (Biçgel, 2008) ise, Valensiya portakal suyunda askorbik asit miktarlarının 1131.43±2.62 ile 1374.99±20.49 mg/L, Kozan Misket portakal suyunda ise 574.24±28.00 ile 711.01±96.80 mg/L arasında değiştiği saptanmıştır. Valensiya portakal suyundaki askorbik asit miktarlarının diğer portakal çeşidine göre daha yüksek ve çeşitler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.01). Her çeşidin kendi arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede kontrol grubu ile farklı pastörizasyon uygulamaları arasındaki farkın Valensiya çeşidi için önemli, Kozan Misket çeşidi için önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Biçgel, 2008).

2.5.3. Portakal sularında fenolik bileşikler ve ısıl işlemin etkileri

Meyve ve sebzelerde genellikle çok az miktarda bulunan fakat bunların işlenmelerinde değişik sorunlara neden olan önemli bileşim öğelerinden birisi fenolik bileşiklerdir. Fenolik bileşiklerin önemli bir bölümü, bu ürünlerin lezzetinin oluşmasında, özellikle ağızda buruk bir izlenim bırakmasında etkilidir. Bunlara ek olarak, birçok fenolik madde, polifenoloksidazın (fenoloksidaz-PPO) katalize ettikleri reaksiyonlarla, meyve ve sebzelerden elde edilen ürünlerin esmerleşmesine neden olabilmektedirler. Portakal, limon gibi bazı meyvelerin rengi, kesilince veya suyu çıkarılınca bir değişikliğe uğramamaktadır. Bunun nedeni ise; bu tip ürünlerde bulunan fenolik bileşiklerin esmerleşme reaksiyonuna katılacak nitelikte olmaması, PPO aktivitesinin bunlarda çok düşük olması ve/veya askorbik asit içeriğinin yüksek olması gibi faktörlere dayanmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2004).

Valensiya ve Washington Navel portakal çeşitlerinde fenolik bileşiklerin miktarının ferulik asit eşdeğeri olarak sırasıyla $488 \pm 19.7 \mu\text{g/mL}$ ve $361.4 \pm 16.9 \mu\text{g/mL}$, askorbik asit içeriklerinin ise sırasıyla $417.0 \pm 18.3 \mu\text{g/mL}$ olduğu belirlenmiştir (Rapisarda ve ark., 1999).

Portakal sularında toplam fenolik madde miktarının gallik asit eşdeğeri (GAE mg/100 g) cinsinden $112.29 \pm 4.50 \text{ mg GAE/100 g}$ olduğu saptanmıştır (Chun ve ark., 2005).

Ticari iki portakal suyunda; C vitamini, toplam polifenol, fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitesi üzerinde depolama süre ve sıcaklığının araştırıldığı bir çalışmada (Klimczak ve ark., 2007), 18, 28 ve 38°C 'de 2, 4 ve 6 ay depolanan taze portakal sularında toplam polifenol konsantrasyonunun birinci portakal suyunda 684.2 ± 1.0 ve ikinci portakal suyunda ise $634.6 \pm 0.9 \text{ mg kafeik asit eşdeğeri/L}$ olarak belirlenmiştir (Klimczak ve ark., 2007).

Moro ve Sanguinello'dan (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) elde edilen portakal suyunun fenolik bileşikleri ve antioksidan kapasitesinin belirlendiği bir araştırmada, Moro

portakal suyunun Sanguinello portakal suyundan daha yüksek toplam fenolik içeriğe sahip olduğu ifade edilmiştir (Kelebek ve ark., 2008).

Valensiya portakal sularının toplam fenolik madde miktarlarının 1419 ± 127 ile 2180 ± 390 mg GAE/L, Kozan Misket portakal sularında ise 2068 ± 173 ile 1614 ± 220 mg GAE/L arasında değiştiği belirlenmiştir (Biçgel, 2008). Çeşitler arasındaki ve çeşitlerin kendi aralarındaki farklılıklar değerlendirildiğinde kontrol grubu ile farklı pastörizasyon uygulamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır. Kontrol gruplarının toplam fenolik madde miktarının Valensiya portakal suyunda en düşük, Kozan Misket portakal suyunda ise en yüksek olduğu belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarının pastörizasyon sırasında uygulanan sıcaklık derecesindeki artışa bağlı olarak Valensiya portakal suyunda arttığı, Kozan Misket portakal suyunda ise azaldığı tespit edilmiştir (Biçgel, 2008).

Hamlin portakal sularının toplam fenolik madde miktarlarının 1596 ± 283 ile 1772 ± 555 mg GAE/L, Kozan Yerlisi portakal suyunda ise 1972 ± 39 ile 2483 ± 315 mg GAE/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Hamlin portakal sularının toplam fenolik madde miktarlarının Kozan Yerli'ye göre daha düşük bulunduğu ve çeşitler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Çeşitler arasındaki ve çeşitlerin kendi aralarındaki farklılıklar değerlendirildiğinde kontrol grubu ile farklı pastörizasyon uygulamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır (Işık, 2008). Xu ve ark. (2008), Hamlin portakal sularının toplam fenolik madde miktarının 1499.71 ± 16.53 mg GAE/L olduğunu belirlemiştir.

2.5.4. Portakal sularında renk ve ısı işlemin etkileri

Gıdaların en önemli kalite niteliklerinden biri renk olup tüketici değerlendirmesi ve kabul edilebilirliğinde önemli etkiye sahiptir. Portakal sularında rengin karotenoit pigmentlerinin karışımlarına bağlı olduğu ifade edilmektedir. Hunter Labscan spektrofotometrik renk ölçerle CIELAB parametreleri L^* , a^* ve b^* 'lerin enstrümental ölçümü en çok kullanılan yöntemdir ve portakal suyunda CIELAB Hue

açısı değeri Hue* (Hue= $a \tan (b^*/a^*)$) ayrıca rengi tanımlamak için kullanılmaktadır (Esteve ve ark., 2005; Meléndez-Martínez ve ark., 2005).

Lee ve ark. (2001a), meyve olgunluğunun tespitinde portakal suyunda CIE renk parametrelerindeki (L*, a*, b*) değişimlerin önemli olduğunu ve olgunluğun artması ile meyve suyu sarılığının fark edilebilir derecede arttığını bildirilmiştir. Bu çalışmada, tam olgunlaşmış meyvelerden elde edilen meyve sularında, Δb^* ve Δa^* değerinin pozitif yönde değiştiği ve istenilen koyu renk gelişimini gösterdiği ve toplam karotenoit içeriği ile renk parametrelerindeki değişimler arasındaki korelasyonların önemli olduğu saptanmıştır.

Lee ve Coates (2003), pastörizasyon işleminin portakal suyunda fark edilebilir düzeyde renkte açılmaya ve renk yoğunluğunda artmaya neden olduğunu belirlemiştir. Pastörizasyon işleminden sonra ana renklerde meydana gelen değişmelerin, CIE sistemindeki a* değerindeki azalmalardan ve L*, b*, h* ve C* değerlerindeki artışlardan kaynaklandığı saptanmıştır. Yansıyan ışık miktarındaki artışların, pastörize portakal suyundaki renk algısını büyük ölçüde etkilediği tespit edilmiştir. Pastörizasyon işleminden sonra, CIE sisteminde a* değerinde azalış ve L*, b*, h* ve C* değerlerinde ise artış olduğu saptanmıştır. Isıl işlemden sonra CIE b* değerinin 17.62 ± 0.35 'den 20.02 ± 1.05 'e arttığı, fakat CIE a* değerinde ise -1.75 ± 0.07 'den -2.64 ± 0.15 (P<0.05)'e negatif yönde bir artış olduğu belirlenmiştir. Isıl işlem sonucu, CIE L* değerinde ise 40.22 ± 0.16 'dan 41.22 ± 0.81 'e çok az bir artış olduğu belirlenmiştir. Taze ve pastörize portakal suyu arasındaki renk farklılıklarını ifade eden toplam renk değişimlerinin de (ΔE^*) 2.92 ± 0.98 (P<0.05) olduğu belirlenmiştir. Taze Valensiya portakal suyunda Hue (h*) açısının 95.66 (P<0.05) olduğu ve pastörizasyonla 97.51 'e çıktığı bunun da muhtemelen pigment profilindeki değişikliklerden kaynaklandığını ifade edilmiştir. Yine ısıl işlemle Chroma (C*) değerinin 17.70 'den 20.19 (P<0.05)'a arttığı tespit edilmiştir.

Biçgel (2008) tarafından yapılan çalışmada; pastörizasyon işleminden sonra, Valensiya ve Kozan Misket portakal sularında portakal suyu renginin açıklığını ve parlaklığını ifade eden L* değerinde artışın olduğu (sırasıyla 45.07 ± 2.34 'den 49.13 ± 2.51 'e ve 44.93 ± 3.00 'den ve 46.79 ± 2.51 'e), 85°C 'de tekrar bir azalma olduğu

saptanmıştır. En düşük parlaklığın kontrol grubuna sahip örneklerde görüldüğü, çeşitler arasında en parlak örneklerin 80°C'de pastörize edilen portakal sularında olduğu ve çeşitler arasındaki farkın önemsiz bulunduğu ifade edilmiştir. Valensiya portakal suyu örneklerinde a* değerlerinin pastörizasyon sonrasında 1.00±0.58'den 2.28±0.43'e, Kozan Misket çeşidine ait örneklerde ise 0.68±0.61'den 1.51±1.20'e yükseldiği saptanmıştır. Valensiya portakal suyunda uygulanan sıcaklık artışı ile kırmızılığın artışı ve Kozan Misket'de ise, a* değerinde pastörizasyon sıcaklığının yükselişi ile önce arttığı, 85°C'den sonra azaldığı ve çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır. Portakal suyu renginin sarılığını ifade eden b* değerinin ise, Valensiya portakal suyunda 36.71±1.12 ile 42.20±0.42, Kozan Misket portakal suyunda ise 31.74±2.75 ile 34.14±4.20 arasında değiştiği saptanmıştır. Hamlin portakal suyu ile kontrol grubu örnekler b* değeri yönünden kıyaslandığında, b* değerinde pastörizasyondan sonra azalma olduğu ve sarılık üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Kozan Misket kontrol grubu örnekleri ile pastörize portakal suyu örneklerinin b* değerinin benzerlik gösterdiği ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz bulunduğu saptanmıştır. Her iki çeşit b* değerleri yönünden değerlendirildiğinde çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu (p<0.01) belirlenmiştir. Portakal suyunun renk yoğunluğunun ifadesi olan Chroma (C*) değerinin; pastörize ve taze Valensiya portakal suyunda 36.79±1.09 ile 42.24±0.41, Kozan Misket çeşidine ait örnekler de ise 31.75±2.75 ile 34.18±4.23 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Portakal suyunda rengin saflığını ve homojenliğini ifade eden Hue* değerinin pastörize ve taze Valensiya portakal suyunda 86.44±0.78 ile 88.64±0.79, Kozan Misket portakal suyunda ise 87.62±1.85–88.83±0.96 aralığında olduğu saptanmıştır. Hue* değerlerinin pastörizasyon sonucu Valensiya ve Kozan Misket çeşidinde azaldığı belirlenmiştir (Biçgel, 2008).

Cortés ve ark. (2008); işlem görmemiş (taze), pastörize edilmiş ve yüksek vurgulu elektrik alan uygulanmış (HIPEF) Navel portakal sularında renk değerlerini belirlemişlerdir. L* değerlerinin taze, pastörize edilmiş ve HIPEF uygulanmış portakal sularında sırasıyla 51.36±0.54, 52.41±0.12 ve 52.23±0.05 olduğu ve değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı ifade edilmiştir. Kırmızı ve yeşil renkler arasındaki farkı gösteren a* değerlerinin (4.56±0.40) işlem görmemiş

taze portakal suyunda istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sarı ve mavi renkler arasındaki farkı gösteren b^* değerlerinin, taze portakal suyunda 50.73 ± 0.67 , pastörize portakal suyunda 57.61 ± 10.56 , HIPEF portakal suyunda ise 53.62 ± 0.57 olduğu saptanmıştır. Cortés ve ark. (2008), $(C^*) [(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}]$ değerlerinin taze portakal suyunda 50.93 ± 0.69 , pastörize edilmiş portakal suyunda 53.70 ± 0.52 , HIPEF portakal suyunda ise 50.93 ± 0.69 olduğunu tespit etmişlerdir.

Işık (2008), Hamlin portakal suyu örneklerinde pastörizasyon sonrasında L^* değerinin 43.38 ± 1.99 'dan 51.16 ± 1.25 'e arttığını, Kozan Yerlisi portakal suyu örneklerinde ise artışın daha az (47.62 ± 1.07 'den 49.12 ± 0.34 'e) olduğunu belirlemiştir. Hamlin portakal suyu örneklerinde en açık örneklerin, 51.16 ± 1.25 değeriyle 75°C 'de pastörize edilen portakal sularına ait olduğu ve Kozan Yerli portakal suyu örneklerinde ise 49.12 ± 0.34 değeri ile 85°C 'de pastörize edilen örneklere ait olduğu saptanmıştır. Hamlin portakal suyu örneklerinde a^* değerinin negatif yönde değiştiği, Kozan Yerlisi'nde ise sıcaklık artışı ile birlikte pozitif yönde değişimin gerçekleştiği saptanmıştır. Hamlin çeşidinde kontrol grubu örneklerinin (-1.78) sıcaklık artışı ile kırmızılık değerlerinin arttığı (-0.45 , -1.34) ve iki çeşit birlikte değerlendirildiğinde örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.01$). Hamlin çeşidine ait pastörize ve taze portakal suyu örneklerinin b^* değerinin; 30.26 ± 3.02 ile 36.32 ± 0.87 , Kozan Yerli çeşidine ait örneklerde ise 37.50 ± 1.30 ile 39.18 ± 1.27 arasında değiştiği belirlenmiştir. Hamlin çeşidinde kontrol grubu ile kıyaslandığında b^* değerinin 75°C 'deki pastörizasyondan sonra arttığı, 75°C 'ye göre 80 ve 85°C 'de ise azaldığı, Kozan yerli çeşidinde ise kontrol grubunun en yüksek b^* değerine sahip olduğu saptanmıştır. Kozan Yerli çeşidine ait örneklerin b^* değerlerinin daha yüksek olduğu bundan dolayı daha sarı oldukları ifade edilmiştir. Hamlin çeşidine ait pastörize ve taze örneklerde C^* değerinin 30.31 ± 3.04 ile 36.33 ± 0.87 arasında değiştiği, Kozan Yerli çeşidine ait örneklerde de 37.55 ± 1.32 ile 39.23 ± 1.27 arasında bulunduğu belirlenmiştir. Her iki çeşit için ayrı ayrı yapılan istatistiksel değerlendirmede uygulanan pastörizasyon işlemlerinin, renk yoğunluğu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Hamlin çeşidine ait tüm örneklerde Hue* değerinin negatif olarak saptandığı, Kozan Yerlisi çeşidine ait örneklerde ise sıcaklık artışı ile birlikte pozitif yönde artış olduğu tespit edilmiştir. Hue* değerleri Hamlin çeşidinde -89.39 ± 0.25 ile -86.66 ± 0.55 arasında iken, Kozan

Yerli çeşidine ait örneklerde de bu değerin 86.91 ± 0.10 - 87.08 ± 0.41 arasında değiştiği saptanmıştır. Uygulanan pastörizasyon işlemlerinin istatistiksel bir önemi olmadığı ve çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$) (Işık, 2008).

Esteve ve ark. (2005), dört farklı İspanyol portakal çeşidine ait pastörize edilip soğutulan portakal sularının depolama öncesinde Hue* değerlerinin 79.33 ± 0.01 – 85.43 ± 0.04 arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

2.5.5. Portakal sularında HMF ve ısıtılmanın etkileri

Portakal sularında oluşabilecek renk ve lezzet bozuklukları, bu ürünlerin kalitesinin düşmesine ve tüketici tarafından kabul görmemesine neden olur. Bu yüzden portakal sularında arzu edilmeyen lezzet kusurlarının (Acılık, Oksidasyon ürünleri, Esmerleşme vb.) tanımlanması ve engellenmesi turunçgil suyu endüstrisinde büyük önem taşır (Olsen ve Ark., 1977). Ticari portakal sularının renk ve lezzet gibi önemli özelliklerinin uzun süre korunması, zor olmakla beraber; kullanılan portakalların çeşit ve tipine, uygulanan işlem koşullarına ve depolanan portakal sularının depolanma süre ve sıcaklığına bağlıdır (Kealey ve Kinsella, 1979).

Portakal sularında ısıtılmanın yüksek sıcaklıklarda ya da uzun süre ile uygulanması, ürünün oda sıcaklığında depolanması, depolanan ürünün sürekli gün ışığı görmesi ve oksijen içeriğinin fazla olması, ambalaj kabında fazla hava bırakılması gibi durumlar portakal suyunda esmerleşmeye, lezzet bozulmalarına ve askorbik asit kaybına neden olur. Genellikle tat bozulması renk bozulmasından önce gelişir (Altan, 1981; Kimball, 1991).

Portakal suyunda bulunan indirgen şekerler ve amino asitler arasında oluşan ve “Maillard reaksiyonu” olarak bilinen reaksiyon sonucunda başta HMF olmak üzere bir çok ara ürün ve melanoidinlerin (esmer renkli bileşikler) yanı sıra 20’ye yakın oksidasyon ürünü izole edilmiştir. Oluşan bu oksidasyon ürünlerinden özellikle 6’sı portakal suyu kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Kimball, 1991).

Monosakkaritlerin dehidrasyonu yani yoğun asit ortamda ısıtılmakla monosakkarit molekülünün üç molekül su kaybetmesi olayı sonucunda pentozlardan furfural, heksozlardan 5–hidroksimetilfurfural (HMF) oluşmaktadır. İndirgen şekerler (glikoz ve fruktoz) ve aminlerle başlayan Maillard reaksiyonları, çeşitli karmaşık reaksiyonlar sonucu oluşan ketozaminlerin parçalanması ile ortaya çıkan dikarbonat türevlerinden ısı ve asit etkisiyle hidroksimetilfurfural (HMF) meydana gelmektedir. Şekerli ürünlerin çoğunda bulunan HMF miktarı, uygulanan ısı işlem düzeyinin bir indeksi olarak değerlendirilir. Meyve sularında 5 mg/L, meyve suyu konsantrlerinde 10 mg/kg'dan fazla HMF bulunması uygulanan ısı işlem düzeyinin fazla olduğunu göstermektedir. Turunçgil suları ısı işlem veya depolama süresince tat, koku ve renkte değişimlere uğramaktadır. Furfural (FUR) ve 5–hidroksimetilfurfural (HMF) değerleri turunçgil endüstrisinde bozulmada kalite indeksi olarak kullanılmaktadır (Li ve ark., 1988; Cemeroğlu ve ark., 2004).

Göğüs ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada; 45, 60 ve 75°C'de konsantre edilen portakal sularında, %1.5 ksantin gam ve %0.5 mikrokristal selüloz gibi bazı hidrokolloidlerin kullanıldığı örnekler ile kullanılmayanlarda HMF ve esmer renkli pigmentlerin oluşumu araştırılmıştır. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının meyve suyu ya da konsantrlerde bulunan toplam çözünür madde miktarına bağlı olduğu, bundan dolayı konsantre portakal suyunun taze portakal suyuna göre daha kolay enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarına uğradığı saptanmıştır. Yapılan çalışmada %1.5 ksantin gam ve %0.5 mikrokristal selüloz içeren örneklerin en düşük esmer renkli pigment ve HMF birikimi gösterdiği, fakat ısı işlem sıcaklıklarında katkısız portakal suyu örneklerinin en yüksek esmer renkli pigment ve HMF oluşumu gösterdiği belirlenmiştir. Esmer renkli pigment ve HMF birikiminin en fazla 0.30 ve 0.75 su aktivitesinde, en az ise 0.80 su aktivitesinde meydana geldiğini belirlenmiştir.

Biçgel (2008), Valensiya portakal suyunda HMF miktarlarının 0.081 ± 0.12 – 1.678 ± 0.53 mg/L, Kozan Misket portakal suyunda ise 0.037 ± 0.19 – 0.397 ± 0.30 mg/L arasında değiştiğini saptamıştır. Çeşitler kendi aralarında değerlendirildiğinde kontrol grubu ile farklı koşullarda pastörizasyon uygulananlar arasındaki farkın Valensiya çeşidinde istatistiksel olarak önemli bulunduğu ($p < 0.01$), Kozan Misket

çeşidine ait örneklerde ise önemsiz olduğu ve çeşitler arasındaki farklılıkların önemsiz bulunduğu belirtilmiştir.

Işık (2008) tarafından yapılan çalışmada ise; Hamlin portakal sularında HMF değerlerinin 0.089 ± 0.12 – 1.495 ± 0.3 mg/L, Kozan Yerli portakal sularında ise 0.059 ± 0.05 – 2.062 ± 2.06 mg/L arasında olduğu saptanmıştır. Çeşitler kendi aralarında değerlendirildiğinde; kontrol grubu ile farklı pastörizasyon uygulamaları arasındaki farkın Hamlin çeşidinde istatistiksel olarak önemsiz olduğu, Kozan Yerlisi çeşidine ait örneklerde önemli olduğu ifade edilmiştir ($p < 0.01$). Kozan yerli çeşidinde HMF değerinin en fazla 85°C 'de pastörize edilenlerde olduğu, ayrıca kontrol gruplarında HMF değerinin ise her iki çeşitte en düşük olduğu belirlenmiştir.

Kuş ve ark. (2005), portakal konsantresinde HMF konsantrasyonunun 3.5 ± 0.2 mg/L olduğunu belirlemişlerdir. Cortés ve ark. (2008) ise; taze, ısı işlem görmüş ve yüksek vurgulu elektrik alan uygulanmış (HIPEF) Navel portakal sularının ortalama HMF miktarlarını sırasıyla; 0.088 ± 0.019 mg/L, 0.089 ± 0.023 mg/L ve 0.115 ± 0.023 mg/L olarak saptamışlardır.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak ülkemizde yetiştirilen yerli portakallarımızdan “Alanya Dilimlisi, Dört Yol Yerli, Finike Yerli, Kozan Yerli” çeşitleri kullanılmıştır (Şekil 3.1.-3.4.). Bu çeşitlere ait örneklerden; Alanya Dilimlisi portakal çeşidi “Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - BATEM (Antalya)” turunçgil bahçelerinden, Dört Yol Yerli portakal çeşidi “Dört Yol (Hatay) Yöresi”nde Afet Eryılmaz’a ait turunçgil bahçesinden, Finike Yerli portakal çeşidi “Finike Portakal Yetiştiricileri Birliği (Antalya)” başkanı Faruk Çobanoğlu’na ait bahçelerden, Kozan Yerli portakal çeşidi “Çukurova Bölgesi Kozan Yöresi (Adana)” turunçgil yetiştiricilerinden Oğuz Toklu’ya ait turunçgil bahçelerinden temin edilmiştir. Portakal örnekleri derimi yapıldıktan sonra işleninceye kadar soğuk hava deposunda $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de muhafaza edilmiştir.



Şekil.3.1. Alanya dilimlisi portakal çeşidi



Şekil.3.2. Dört Yol yerli portakal çeşidi



Şekil 3.3. Finike yerli portakal çeşidi



Şekil.3.4. Kozan yerli portakal çeşidi

Portakallardan meyve suyu elde edilmesinde, “Tefal” marka “Elea Duo” model döner başlıklı narenciye sıkacağı kullanılmıştır (Şekil 3.5.). Kaba pulpun portakal suyundan ayrılmasını sağlamak amacıyla, elde edilen portakal suyu gözenek açıklığı 2 mm olan bir naylon elekten geçirilmiştir.



Şekil 3.5. Portakalların sıkılmasında kullanılan narenciye sıkacağı

Meyve ve meyve suyuna ait bazı özelliklerin (organik asit, şeker, askorbik asit, karotenoit vb.) belirmesinde kullanılan kromatografik ve spektrofotometrik ölçümler, Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde bulunan "Hitachi LaChrom Elite" model yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (Şekil 3.6.) ve "Schimadzu Mini DV-1240" model spektrofotometre (Şekil 3.7.) ile Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde bulunan "Perkin Elmer Series 2200" model yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (Şekil 3.8.) cihazları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.6. Hitachi Lachrom Elite model HPLC

Kimyasal analizlerde ve standart çözeltilerin hazırlanmasında kullanılan kimyasal sarf maddeleri "Sigma Chemical Co." (St Louis, MO, ABD) firmasından temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Teknolojik metotlar

Her portakal çeşidine ait meyve örnekleri, 2009-2010 turunçgil sezonunda, olgunluk dönemi boyunca her bir portakal çeşidinin olgunluk aşamasında (Ocak Şubat) örnek

alma yöntemlerine uygun olarak önceden belirlenen ağaçlardan derimi yapılmış ve bir hafta içerisinde portakal çeşitlerinin karakteristik özelliklerini belirleyen analizler gerçekleştirilmiştir. Portakallar plastik kasalar içerisinde soğuk hava deposunda $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir. Ayrıca, Meyve Ağırlığı (g), Meyve Eni (mm), Meyve Boyu (mm) ve Meyve Suyu Verimi (g/100 g portakal) gibi bazı özellikler de belirlenmiştir (Altan, 1995; Kola, 2005).



Şekil 3.7. Shimadzu mini DV-1240 spektrofotometre



Şekil 3.8. Perkin Elmer model HPLC

Portakallardan meyve suyu çıkarılma işlemleri, döner başlıklı narenciye sıkacağında yapılmıştır. Sıkılan meyve sularının bir kısmı, daha sonra gerçekleştirilecek analizlerde kullanılmak üzere iç içe geçirilmiş ağız yapısı kilitli 2 adet plastik buzdolabı poşeti içerisine doldurulduktan (~1.0 L) sonra ilgili analizler yapılmaya kadar -32 ± 1 °C'de derin dondurucu içerisinde saklanmış ve bir kısım taze portakal suyu örneğinde bekletilmeksizin L-askorbik asit (mg/100 mL), toplam fenolik madde, suda çözünür kuru madde (SÇKM, Briks), titrasyon asitliği (g/100 mL, TA), tat dengesi (SÇKM/TA), pH vb. analizler yapılmıştır.

Portakal suyunun çıkarılması ve ısıl işlem uygulamasında; portakallar yıkandıktan sonra bıçakla ikiye bölünmüş ve döner başlıklı narenciye sıkacağı kullanılarak portakal suyu elde edilmiştir. Daha sonra, elde edilen portakal suları naylon elekten geçirilerek (gözenek açıklığı 2 mm) kaba pulpun meyve suyundan ayrılması sağlanmıştır. Bu şekilde elde edilen portakal suları, Huber marka harici sirkülasyonlu ısıtılmalı soğutmalı su banyosunda 70°C, 80°C ve 90°C'de 5, 15, 30, 60, 90 ve 120 saniye süreyle ısıl işleme tabi tutulmuş (Şekil 4.9.) ve takiben 10°C'ye kadar soğutulmuştur. Örneklerde bekletilmeksizin pektin metil esteraz tayini gerçekleştirilmiş ve en uygun ısıl işlem süreleri tespit edilmiştir. Portakal sularına ısıl işlem uygulamasında; 500 mL'lik erlenmayere 350mL portakal suyu konularak belirlenen ısıl işlem koşullarına göre (70°C, 80°C ve 90°C'de sırasıyla 120, 120 ve 15 sn) pastörize edilmiştir. Isıl işlem süresince erlenmayer sürekli karıştırılarak sıcaklık bir termokapıl yardımıyla izlenmiştir. Pastörizasyon işleminden sonra portakal suları 10°C'ye kadar soğutulmuştur. Isıl işlem uygulanmış portakal sularında karotenoid içeriği ve meyve suyu teknolojisi açısından önemli olan diğer bazı özelliklerde meydana gelen değişimler saptanmıştır.

3.2.2. Analitik metotlar

Portakal çeşitleri ile bunlardan elde edilen portakal sularında, ısıl işlem görmüş ya da görmemiş örneklerde aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

3.2.2.1. Toplam karotenoit

“Kozan Yerli, Dörtüol Yerli, Finike Yerli, Alanya Dilimli” çeşitlerine ait portakal suyu örneklerinde toplam karotenoit analizleri IFFJP (1972)’ye göre yapılmıştır.



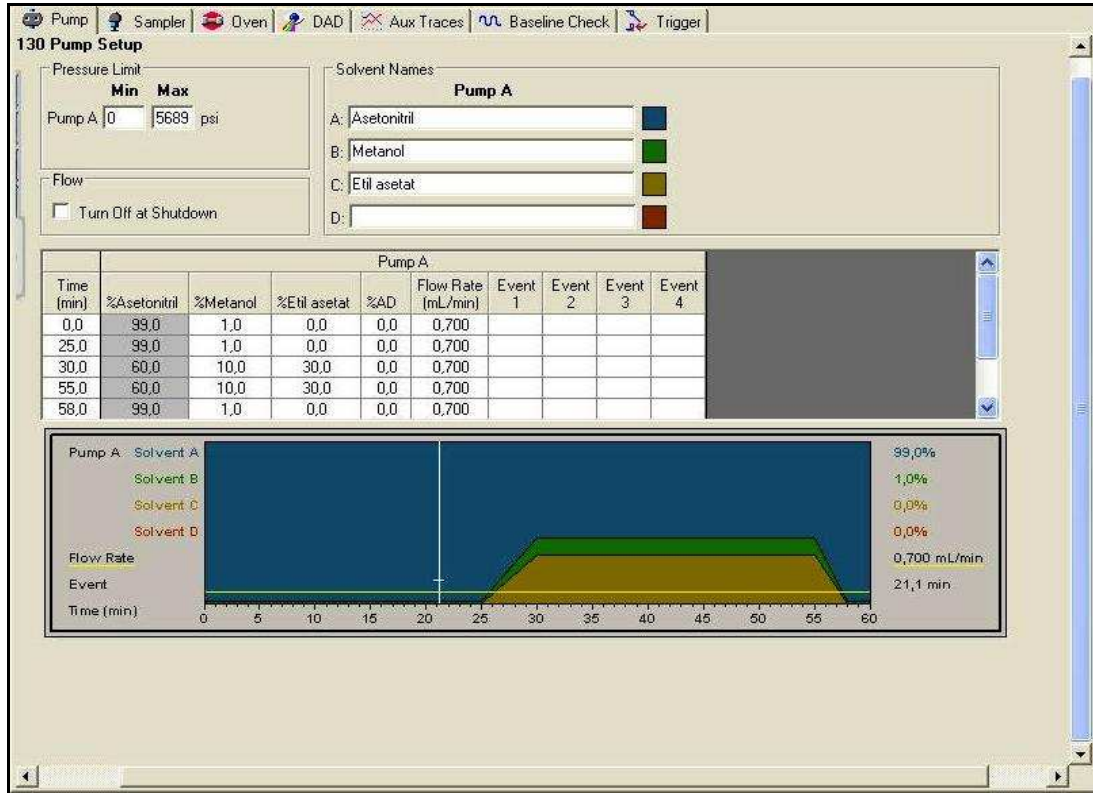
Şekil 3.9. Portakal sularında ısıl işlemin uygulandığı harici sirkülasyonlu su banyosu

Bu yönteme göre, karotenoitler portakal sularından metanol-petrol eteri ile ekstrakte edilmiş ve fotometrik olarak belirlenmiştir. Toplam karotenoit analizinde, 30–50 mL portakal suyu örneği 30-40 mL metanol-petrol eteri karışımı (% 10 oranında metanol) ile çalkanmış ve ekstraksiyon işlemi petrol eteri fazı renksizleşinceye kadar tekrarlanmıştır. Ekstraksiyon işlemi sırasında oluşan emülsiyon tabakaları petrol eteri fazından ayrılmış ve daha sonra 3000 devir/dakika’da 15 dakika kadar santrifüjlenerek ($r=15$ cm) emülsiyon tabakasının petrol eteri ekstraktından tamamen ayrılması sağlanmıştır. Pulp kısmından ayrıldıktan sonra berrak kısım %10 oranında metanol içeren petrol eteri karışımı ile çalkanmıştır. Pulp kısmı ise sodyum sülfat ve sodyum klorür (1:1) karışımı ile ezme haline getirilmiş ve daha sonra petrol eteri ile yeniden ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi sırasında elde edilen tüm petrol

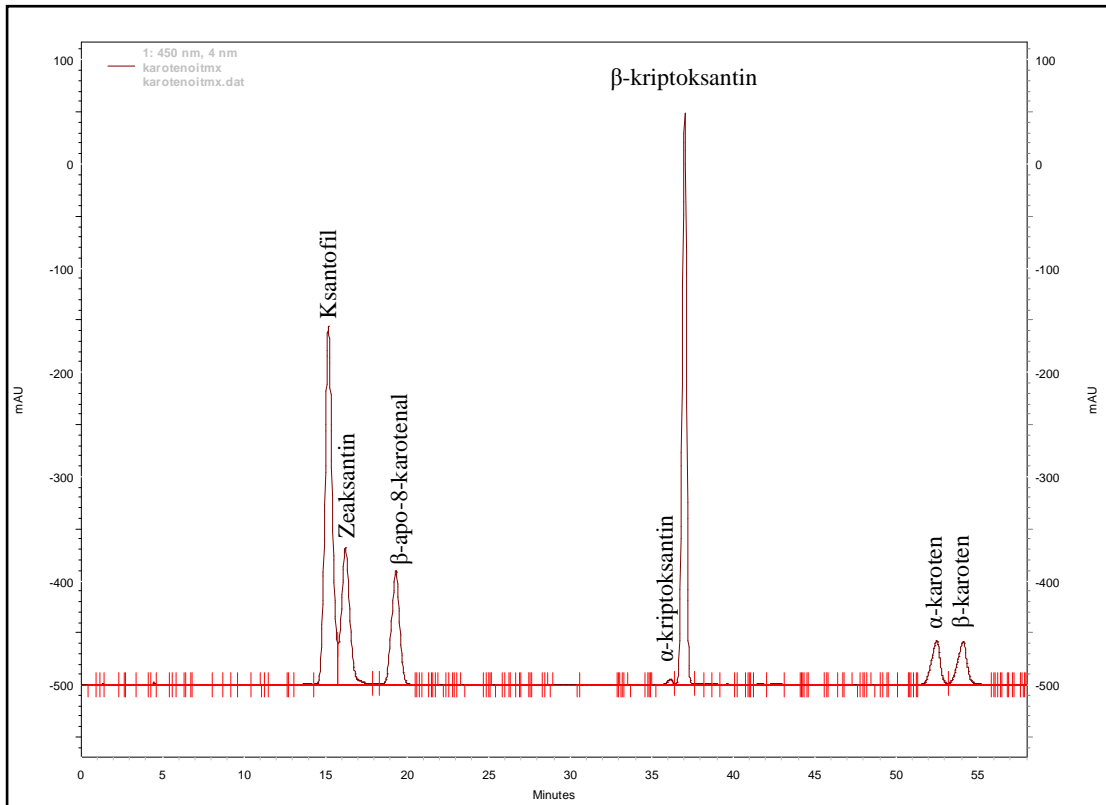
eteri ekstraktları sodyum sülfattan geçirilerek kurutulmuş ve filtre edilmiştir. Elde edilen petrol eteri ekstraktının absorbanslarının UV//VIS-spektrofotometrede (Shimadzu Mini UV-1240 Spectrophotometer) 450 nm dalga boyunda, d=1 cm'lik küvet içerisinde belirlenmesiyle örneklerin toplam karotenoit içerikleri belirlenmiş ve mg/100 mL olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.2. Karotenoit içeriği

Portakal sularının karotenoit içeriğinin belirlenmesinde; Gama ve Sylos (2005), Cemeroğlu (2007) ve Sadler ve ark., (1990) tarafından uygulanan yöntemler değiştirilerek kullanılmıştır. Bu amaçla, 50 mL'lik santrifüj tüpüne 10 mL portakal suyu örneği ile 25 mL %0.1 bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) içeren hekzan/metanol/aseton (50:25:25) çözeltisi ilave edilerek karıştırılmış ve üzerine 5 mL ultra saf su ilave edilmiştir. Daha sonra +4°C sıcaklıkta 4000 g'de (Hettich Universal 320-R model santrifüj) 10 dakika süreyle santrifüjlenmiştir. Santrifüj işleminden sonra, karotenoitleri içeren renkli fazdan 10 mL alınarak 100 mL'lik balona aktarılmış ve "Hahnvapor HS-2005S-N model" rotary evaporatorde 40°C sıcaklıkta çözenler uzaklaştırılmıştır. Geriye kalan kalıntı üzerine 2 mL tetrahidro furan:metanol (1:9 v/v) eklenerek kalıntı çözüldürülmüştür. Bu karışım 0.45 µm'lik teflon filtreden (Chromafil® Xtra PET-45/25 0.45 µm) geçirilmiş ve viallere doldurularak HPLC cihazında karotenoit analizi gerçekleştirilmiştir. Karotenoitlerin tanımlanmasında ve miktar tayininde standart maddelerin (Ksantofil, Zeaksantin, β-Apo-8-karotenol, α-kriptoksantin, β-kriptoksantin, α-karoten ve β-karoten) alıkonma süreleri ve konsantrasyonlarına göre kıyaslama yapılmıştır. Elde edilen bulgular "ppm" olarak ifade edilmiştir. HPLC cihazında kullanılan kromatografi koşulları (Şekil 3.10.) ve standart çözeltilere ait HPLC kromatogramı (Şekil 3.11.) aşağıda verilmiştir:



Şekil 3.10. Karotenoit analizinde kullanılan gradient akış ve HPLC koşulları



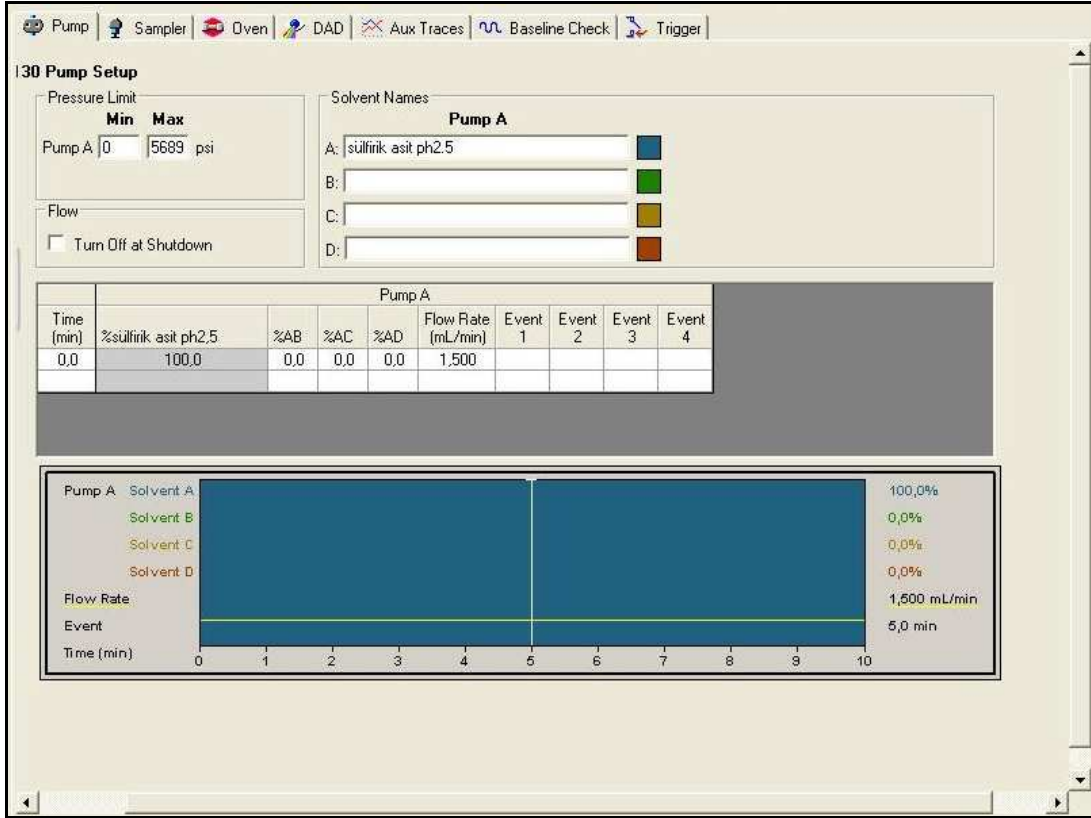
Şekil 3.11. Karotenoitlere ait standart çözeltilerin HPLC kromatogramı

Kromatograf	: HPLC (Hitachi LaChrom Elite HPLC)
Dedektör	: DAD detektör (L-2455 Diode Array Detector)
Kolon	: Phenomenex Luna 5u C18 kolon (250×4.6 mm ID)
Kolon sıcaklığı	: 30°C
Dalga boyu	: 450 nm
Mobil faz çözeltisi:	Gradient akış [0-25 dakika asetonitril/metanol/etil asetat (99:1:0), 25-30 dakika asetonitril/metanol/etil asetat (60:10:30), 30-55 dakika asetonitril/metanol/etil asetat (60:10:30), 55-60 dak. asetonitril/metanol/etil asetat (99:1:0)]
Akış hızı	: 0.7 mL/dakika
Enjeksiyon hacmi	: 20 µL
İşlem süresi	: 60 dakika

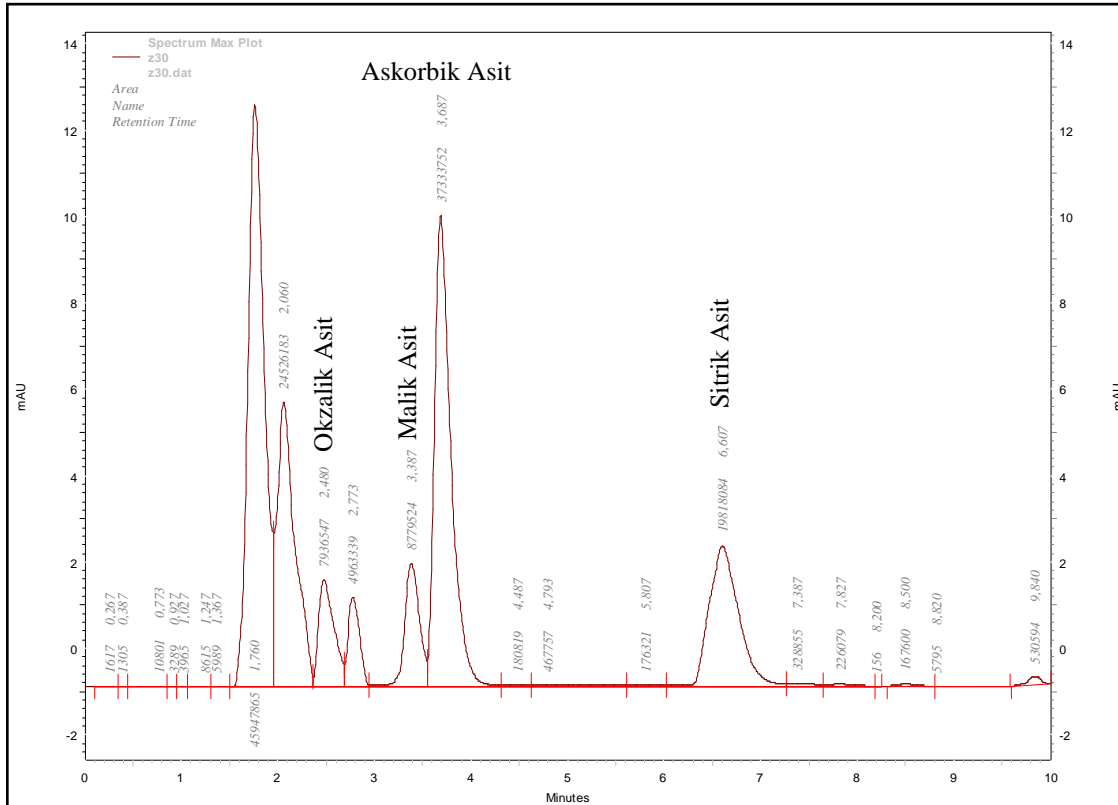
3.2.2.3. Organik asit

Portakal sularında organik asit içeriğinin belirlenmesinde, örneklerin hazırlanmasında Shui (2002) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek kullanılmış ve analiz belirlediğimiz koşullarla gerçekleştirilmiştir.

Portakal suyu örneklerinden 5 mL alınıp üzerine 5 mL %2.5'lik metafosforik asit çözeltisi ilave edildikten sonra "Hettich Universal 320-R model" santrifüjde 6000 devir/dakika'da 5 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Berrak kısımdan bir miktar alınarak 0.45 µm'lik teflon filtreden (Chromafil® Xtra PET-45/25 0.45 µm) geçirilmiş ve viallere doldurularak HPLC cihazında organik asit analizi gerçekleştirilmiştir. Organik asitlerin tanımlanmasında ve miktar tayininde standart maddelerin (Sitrik, Malik ve Askorbik) alıkonma süreleri ve konsantrasyonlarına göre kıyaslama yapılmıştır. Elde edilen bulgular ppm olarak ifade edilmiştir. HPLC cihazında kullanılan kromatografi koşulları (Şekil 3.12.) ve standart çözeltilere ait HPLC kromatogramı (Şekil 3.13.) aşağıda verilmiştir:



Şekil 3.12. Organik asit analizinde kullanılan izokratik akış ve HPLC koşulları



Şekil 3.13. Organik asitlere ait standart çözeltilerin HPLC kromatogramı

Kromatograf	: HPLC (Hitachi LaChrom Elite HPLC)
Dedektör	: DAD detektör (L-2455 Diode Array Detector)
Kolon	: Phenomenex Luna 5u C18 kolon (250×4.6 mm ID)
Kolon sıcaklığı	: 30°C
Dalga boyu	: 215 nm
Mobil faz çözeltisi	: pH'sı 2.5'e ayarlanmış sülfürik asit çözeltisi
Akış hızı	: İzokratik akış, 1.5 mL/dakika
Enjeksiyon hacmi	: 20 µL
İşlem Süresi	: 10 dakika

3.2.2.4. Askorbik asit

Portakal sularının askorbik asit içeriğinin belirlenmesi, Kola (2010) tarafından uygulanan yöntemle göre yapılmıştır.

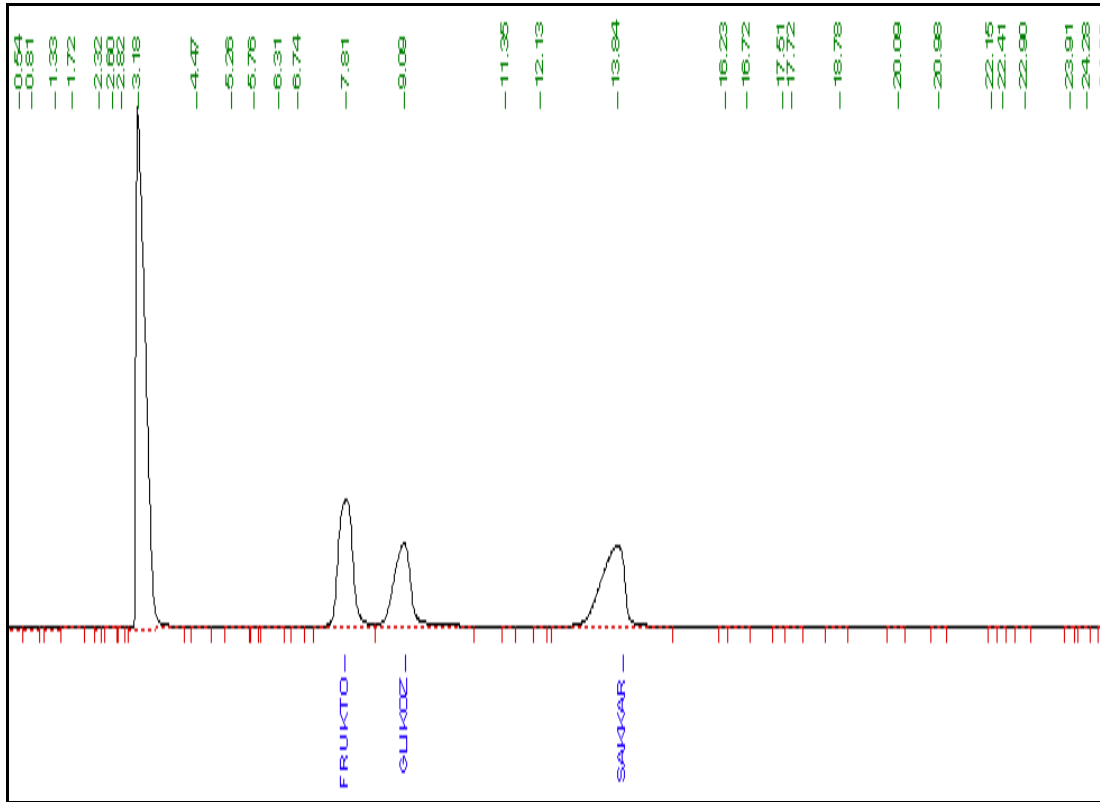
Portakal suyu örneklerinden 5 mL alınarak test tüpüne aktarılmış ve üzerine 5 mL %2.5'lik m-fosforik asit çözeltisi eklenmiş ve karışım "Hettich Universal 320-R model" santrifüjde 10 dakika süre ile santrifüjlenmiştir. Santrifüj tüpündeki berrak kısımdan 1.5 mL alınmış ve 45 µm'lik teflon filtreden (Chromafil® Xtra PET-45/25 0.45 µm) geçirilmiş ve viallere doldurularak HPLC cihazında askorbik asit analizi gerçekleştirilmiştir. Askorbik asitlerin tanımlanmasında ve miktar tayininde askorbik asit standart çözeltisinin alıkonma süreleri ve konsantrasyonlarına göre kıyaslama yapılmıştır. Elde edilen bulgular ppm olarak ifade edilmiştir. HPLC cihazında kullanılan kromatografi koşulları (Şekil 3.14.) ve standart çözeltilere ait HPLC kromatogramı (Şekil 3.15.) aşağıda verilmiştir:

Kromatograf	: HPLC (Hitachi LaChrom Elite HPLC)
Dedektör	: DAD detektör (L-2455 Diode Array Detector)
Kolon	: Phenomenex Luna 5u C18 kolon (250×4.6 mm ID)
Kolon sıcaklığı	: 20°C
Dalga boyu	: 244 nm
Mobil faz çözeltisi	: %3 metanol içeren 0.002 M'lık (NH ₄) ₂ HPO ₄ (diamonyum hidrojen fosfat) çözeltisi
Akış hızı	: İzokratik akış, 1.5 mL/dakika
Enjeksiyon hacmi	: 10 µL
İşlem süresi	: 10 dakika

3.2.2.5. Toplam şeker miktarı ve şeker içeriği

Portakal suları örneklerinin glikoz, fruktoz, sakaroz içerikleri ile toplam şeker miktarı Bartolome ve ark. (1995)'a göre yapılmış, ancak analizde piklerin daha iyi ayırımını sağlamak amacıyla yöntemde bazı değişiklikler yapılmıştır.

Portakal suyu örneklerinden 5 mL alınıp üzerine 20 mL deiyonize su ilave edilmiş "Hettich Universal 320-R model" santrifüjde 6000 rpm'de 5 dakika süreyle santrifüjlenmiştir. Daha sonra 45 µm'lik teflon filtreden (Chromafil[®] Xtra PET-45/25 0.45 µm) geçirilmiş ve viallere doldurularak HPLC cihazında şeker içeriği analizi gerçekleştirilmiştir. Glikoz, fruktoz ve sakarozun tanımlanmasında ve miktar tayininde, standart çözeltilerin alıkonma süreleri ve konsantrasyonlarına göre kıyaslama yapılmıştır. Elde edilen bulgular g/100 mL olarak ifade edilmiştir. HPLC cihazında kullanılan kromatografi koşulları ve standart çözeltilere ait HPLC kromatogramı (Şekil 3.16.) aşağıda verilmiştir:



Şekil 3.16. Fruktoz, Glikoz ve Sakaroz a ait standart çözeltilerin HPLC kromatogramı

- Kromatograf : HPLC (Perkin Elmer Series 200)
- Dedektör : Refraktif index (RI) detektörü (Perkin Elmer Series 200)
- Kolon : ChrometiSIL Spheribond amino kolon (250 x 4,6 mm; 5 µm)
- Kolon sıcaklığı : 30°C
- Mobil faz çözeltisi : %80 asetonitril + %20 saf su
- Akış hızı : İzokratik akış, 1 mL/dakika
- Enjeksiyon hacmi : 20 µL
- İşlem süresi : 25 dk

3.2.2.6. Suda çözünür kurumadde

Suda çözünür kurumadde (SÇKM) miktarı, Abbe refraktometresi (WYA marka) ile ölçülmüş ve sıcaklık (20°C) ile asitlik değerleri esas alınarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır (Cemeroğlu, 1992). Elde edilen bulgular °briks olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.7. Kül

Kül miktarı deney numunesinin kül fırınında $525^{\circ}\text{C}\pm 25^{\circ}\text{C}$ 'da yakılmasından sonra tartılmasıyla tespit edilmesi esasına göre yapılmıştır. Bu amaçla, sabit tartıma getirilen ve darası alınan porselen krozeler içerisine 4-5 g numune koyularak, 110°C 'de etüvde bekletilip suyun uzaklaştırılması sağlanmıştır. Daha sonra, "Nüve MF 120" model kül fırınında $525^{\circ}\text{C}\pm 25^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta organik bileşikler tamamen uzaklaşmaya ve kalıntı tamamen beyaz oluncaya kadar yakılmıştır ve sonuçlar % kül olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2007).

3.2.2.8. pH ve titrasyon asitliği

pH ölçümlerinde, homojen hale getirilen portakal suyu örneklerinden 100 mL'lik behere 20 mL alınarak pH metre (Hanna pH211) yardımı ile pH değerleri ölçülmüştür (IFFJP, 1968a).

Titrasyon asitliği (TA), potansiyometrik titrasyon yöntemine göre (IFFJP, 1968b) yapılmıştır. Titrasyon asitliği tayinde, homojen hale getirilen meyve suyu örneklerinden 20 mL alınarak 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1'e kadar titre edilmiş ve sonuçlar susuz sitrik asit cinsinden g/100 mL olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.9. Tat dengesi

Tat dengesi, ölçülen suda çözünür kurumadde değerlerinin (SÇKM), titrasyon asitliği (TA) değerlerine bölünmesi (SÇKM/TA) sureti ile hesaplanmıştır (Altan, 1981).

3.2.2.10. Nem

Nem tayini, "And" marka "Moisture Analyzer, MS-70" nem tayin cihazı kullanılarak 105°C 'de gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sırasında, örneğin kurumadde kabı içerisinde homojen olarak dağılması ve yanmasını engellemek amacıyla sıvı gıdalar için kullanılan "Glass Fiber Sheet (AND AX-MX-32-2, Ø 78 mm)" kullanılmış ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.11. Toplam pektik madde

Toplam pektik madde miktarı, karbazol yöntemiyle Cemeroğlu (2007) tarafından uygulanan yöntemle göre yapılmıştır.

Pektik bileşiklerin çökeltilmesi amacıyla; 50 mL'lik bir santrifüj tüpüne 15 mL portakal suyu ve üzerine 12 mL damıtık su koyularak tüp iyice çalkanmıştır. Takiben, 13 mL 75°C sıcaklıktaki %95'lik etil alkol ilave edilmiş ve 85°C'deki su banyosunda 10 dk ısıtılmıştır. Daha sonra, %95'lik etil alkol ile 50 mL'ye tamamlanmıştır. "Hettich Universal 320-R model" santrifüjde 1500 g'de 15 dk süreyle santrifüjlendikten sonra, üstteki berrak kısım atılmıştır. Tüpte kalan çökelti üzerine 40 mL %63'lük sıcak etil alkol ilave edilip 85°C'deki su banyosunda tekrar 10 dk tutulmuştur. Santrifüjleme işlemi yinelenerek berrak kısım tekrar atılmıştır. Santrifüj tüpündeki çökelti, bir miktar damıtık suyla karıştırılarak 100 mL'lik balon jöje içerisine aktarılmıştır. Üzerine 5 mL 1 M'lık NaOH çözeltisi ilave edilerek çalkanmış ve damıtık su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. Balon içeriği karıştırıldıktan sonra, 15 dk süreyle beklenmiş ve filtre edilmiştir.

Elde edilen filtrattan iki test tüpüne 1'er mL konulmuştur. Bunlardan birine 0.5 mL %0.1'lik karbazol çözeltisi (a tüpü), diğerine de 0.5 mL %95'lik etil alkol (b tüpü) ilave edilmiş ve üzerlerine 1'er mL damıtık su koyulmuştur. Aynı şekilde, 2 ayrı tüpe 0.5 mL karbazol çözeltisi (c tüpü), diğerine de 0.5 mL %95'lik etil alkol (d tüpü) eklenmiştir. Hazırlanan bu 4 tüpün her birine 6'şar mL derişik H₂SO₄ ilave edilerek çalkanmış ve her tüp 85°C'deki su banyosunda 5 dk tutulmuştur. Tüpler soğutulduktan sonra, (a) ve (c) tüplerindeki pembe renkli sıvıların absorbanları, kendi şahitlerine (b ve d tüpleri) karşı UV/VIS-spektrofotometrede (Shimadzu Mini UV-1240 Spectrophotometer) 525 nm'de okunmuştur.

Toplam pektik madde miktarı tespiti; 10, 20, 30, 40, 50, 60 ve 70 µ/mL'lık galakturonik asit anhidrat içeren standart çözeltilerden elde edilen standart eğri ile örneklerin absorban değerlerinin kıyaslanması suretiyle yapılmıştır. Elde edilen bulgular mg/100 mL olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.12. Bulanıklık

Portakal sularının bulanıklığı, Altan (1981) tarafından uygulanan yönteme göre yapılmıştır. S z lm ş ve çalkalanarak homojen hale getirilmiş portakal suyu örneklerinden, çökelen pulp miktarı tayininden elde edilen sıvı fazdan yaklaşık 8'er mL'lik kısımlar d=10 mm olan küvetlere aktarılarak, UV/VIS-spektrofotometrede (Shimadzu Mini UV-1240 Spectrophotometer), 660 nm'deki ışık geçirgenlikleri (%Transmittans) okunmuştur.

3.2.2.13. Çökelen pulp miktarı

Çökelen pulp miktarı Altan (1981), tarafından uygulanan yönteme göre yapılmıştır. alkanarak homojen hale getirilmiş portakal suyu örnekleri, hacmi 100 mL olan santrifüj tüplerine 50 mL'lik kısımlar halinde konulup, "Hettich Universal 320-R model" santrifüjde 4000 devir/dakika hızla 10 dakika süre ile santrifüjlenmiştir. Santrif jlenme sonunda, ayrılan sıvı fazın bir ölçü silindirine aktarılarak hacminin ölçülmesi suretiyle çökelen pulp miktarı hesaplanmış ve sonuçlar mL/100 mL olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.14. Görünür viskozite

Görünür viskozite analizi AOAC (1970)'ye göre yapılmıştır. Görünür viskozite ölçümlerinde, çalkanarak homojen hale getirilen portakal suyu ve bunun 10 dakika süreyle 4000 devir/d santrifüjlenmesi ile elde edilen santrif jatlarda kapiler ucu 0,7 mm olan Ostwald viskozimetresi (Schott Gerate Ostwald Capillary Viscometer, Typ-Nr. 509 07) ile $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta gerçekleştirilmiş ve sonuçlar (saniye/mL) olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.15. Toplam fenolik madde

Portakal sularında toplam fenolik madde miktarı, Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak Cemeroğlu (2007)'na göre belirlenmiştir. Bu amaçla, 100 mL'lik ölçü balonuna 1 mL portakal suyu  rneği ve 75 mL damıtık su ilave edilmiştir.  zerine 5

mL Folin-Ciocalteu ayracı eklenerek ölçü balonu iyice çalkanmıştır. Balon içeriği 3 dakika süreyle bekletilmiş ve daha sonra 10 mL doymuş karbonat çözeltisi (35 g susuz Na₂CO₃ üzerine 100 mL su eklenerek 80°C'ye ısıtılıp çözündürülmüş ve 1 gece bekletilmiş) ilave edilerek damıtık suyla 100 mL'ye tamamlanmıştır. 60 dakika bekletildikten sonra, UV/VIS-spektrofotometrede (Shimadzu Mini UV-1240 Spectrophotometer) 720 nm dalga boyunda, aynı şekilde hazırlanmış şahit örneğe karşı absorbansı okunmuştur.

Örneklerde ölçülen absorbans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik madde miktarı, gallik asit ile hazırlanan standart eğri denklemiyle kıyaslanmak suretiyle hesaplanmıştır. Portakal sularındaki toplam fenolik madde miktarı “mg gallik asit/L” cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.2.16. Renk

Portakal sularında renk ölçümünde kolorimetre (Minolta, model CR-400), CIE (*Commission Internationale de L'Eclairage: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu*) tarafından kabul edilen L*, a* ve b* sistemi kullanılarak L*, a* ve b* değerleri belirlenmiştir. Renk farklılıkları (kroma), $C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ formülü yardımıyla hesaplanmıştır (McGuire, 1992). Parlaklık (hue angle (°h)) dereceleri ise $h = \arctanjant(b^*/a^*)$ veya $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ formüllerine göre belirlenmiştir (Huyskens-Keil ve ark., 2006).

3.2.2.17. Pektin metil esteraz (PME) aktivitesi

Portakal suyu örneklerinden 200 mL alınarak blenderde yüksek hızda 3 dk karıştırılmıştır. Karışım 40 mesh'lik elek ile süzülüp, su banyosunda sıcaklığı 30°C'ye getirilmiş %1'lik pektin çözeltisi ile karıştırılmıştır. Karışımın pH'sı 2 N'lik NaOH ile pH 7'ye ayarlanmıştır. Daha sonra 0.05 N NaOH ile pH'sı 7.7'ye ayarlanmıştır. pH 7.7 olduğu anda 0.1 mL 0.05 N NaOH ilave edilip kronometre çalıştırılmış ve pH'nın tekrar 7.7'ye geldiği anda kronometre durdurulup geçen süre kaydedilmiştir. Elde edilen süre ve ilgili değerler aşağıdaki formüle işlenerek PME aktivitesi hesaplanmıştır (Cemeroğlu ve ark., 2007).

$$PME = \frac{\text{Normalite}(\text{NaOH}) \times \text{Sarfiyat}(\text{mL, NaOH})}{\text{Süre}(\text{dakika}) \times \text{Örnekmiktarı}(\text{mL})}$$

Kalıntı PME aktivitesinin tespitinde ise,

$$\text{Kalıntı PME Aktivitesi} = \frac{\text{Isıl işlem sonrası PME}}{\text{Isıl işlem öncesi PME}} \times 100$$

3.2.2.18. Hidroksimetilfurfural (HMF)

Taze sıkılmış ve ısıl işlem görmüş portakal sularında HMF miktarının belirlenmesi Cemeroğlu (2007)'na göre yapılmıştır. Bu amaçla, 50 mL'lik bir balon joje içerisine 25 mL portakal suyu örneği ile 10 mL saf su, 1 mL Carrez I ve 1 mL Carrez II çözeltileri ilave edilip saf su ile 50 mL'ye tamamlanmıştır. 10 dakika süreyle bekletilen örnekler daha sonra kaba filtre kağıdından süzülmüştür. Seyreltilen ve filtre edilen örnekten 2 test tüpüne 2'şer mL aktarılıp, her iki tüpe 5'er mL p-toluidin çözeltisi eklenmiştir. Tüplerden şahit olarak kullanılan birinci tüpe 1.0 mL saf su, ikinci tüpe 1.0 mL barbiturik asit çözeltisi ilave edilmiştir. Örneklerin absorbansı şahide karşı 550 nm'de UV/VIS spektrofotometrede ölçülmüştür. HMF standart grafiğinden örnekteki HMF miktarı belirlenmiş ve sonuçlar mg/L olarak ifade edilmiştir.

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Denemelerden elde edilen veriler, SAS istatistiksel analiz paket programı (The SAS System for Windows v9.1.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2002) ile tesadüf parselleri deneme planına göre varyans analizine tabi tutulmuş, farklı bulunan değerler Duncan çoklu karşılaştırma yöntemi ile belirlenmiştir.

İstatistiksel değerlendirme sonucunda, 0.01 ya da 0.05 güven sınırına göre birbirinden farkı önemli bulunan değerler, ilgili çizelgelerde farklı harflerle işaretlenmişlerdir.

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yerli portakal çeşitlerimizin (Alanya Dilimlisi, Dörtüyl Yerli, Finike Yerli, Kozan Yerli) ve bunlardan elde edilen portakal sularının bazı özellikleri ile meyve suyu teknolojisi açısından, uygulanan ısıl işlem sonucu (70°C, 80°C ve 90°C) portakal sularının önemli bazı özelliklerinde meydana gelen değişmeler ve elde edilen bulgular bu kısımda verilmiş ve ilgili tablo ve şekillerde gösterilmiştir.

4.1. Yerli Portakal Çeşitlerimizin Bazı Özellikleri

Denemeler de kullanılan “Alanya Dilimlisi, Dörtüyl Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli” portakal çeşitlerinin bazı özelliklerine ilişkin elde edilen bulgular Tablo 4.1.’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Yerli portakal çeşitlerimizin (Alanya Dilimlisi, Dörtüyl Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli) bazı özelliklerine ait ortalama değerler

Özellikler	Portakal Çeşitleri			
	Alanya Dilimlisi	Dörtüyl Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
Meyve Eni (mm)	70.17 ^{c(1)}	73.88 ^b	75.52 ^a	69.89 ^c
Meyve Boyu (mm)	66.00 ^b	75.00 ^a	74.03 ^a	64.03 ^c
Meyve Ağırlığı (g)	184.80 ^c	236.02 ^a	224.00 ^b	165.00 ^d
Meyve Suyu Randımanı (%)	54.00 ^c	60.03 ^a	56.02 ^b	49.97 ^d

⁽¹⁾ Tabloda aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Tabloluğun incelenmesiyle de görülebileceği gibi, meyve eni, meyve boyu ve meyve ağırlığı açısından yerli portakal çeşitlerimiz birlikte değerlendirildiğinde; Dörtüyl Yerli ve Finike Yerli portakallarının Alanya Dilimlisi ve Kozan Yerli portakal çeşitlerine göre daha büyük ve iri yapıda olduğu saptanmıştır (P<0.05). En yüksek

meyve ağırlığının Dört Yol Yerli portakal çeşidinde (236.02 ± 0.18 g), en düşük meyve ağırlığının ise Kozan Yerli portakal çeşidinde (165 ± 0.26 g) olduğu görülmüştür. Meyve suyu randımanı açısından ise Dört Yol Yerli portakal çeşidinin diğer portakal çeşitlerine göre istatistiksel anlamda daha iyi özelliklere sahip olduğu ve bunu sırasıyla Finike Yerli, Alanya Dilimli ve Kozan Yerli çeşitlerinin izlediği belirlenmiştir ($P < 0.05$). Yerli portakal çeşitlerimizde meyve suyu randımanının %50-60 arasında değiştiği (Tablo 4.1.) ve çeşitler arasındaki bu farklılığın özellikle meyve büyüklüğünden kaynaklandığı kanısına varılmıştır. Kozan Yerli portakal çeşidi ile yapılan diğer araştırmalarda da; Altan (1995) tarafından yapılan bir çalışmada, meyve suyu randımanının %48 olduğu ve elde edilen bulgularla bu değerlerin hemen hemen aynı olduğu, buna karşın, Işık (2008) tarafından yapılan çalışmada ise Kozan Yerli portakalının meyve suyu randımanının %44 olduğu belirlenmiştir.

4.2. Yerli Portakal Çeşitlerimizin Meyve Suyu Bileşimi ve Özellikleri

4.2.1. Yerli portakal çeşitlerimizin bazı meyve suyu özellikleri

Yerli portakal çeşitlerimizden (Alanya Dilimli, Dört Yol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli) elde edilen portakal suyu örneklerinden elde edilen bulgular Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Portakal suyu örneklerinin pH değerlerinin 3.53-3.64, titrasyon asitliğinin ise 1.03-1.26 g/100 mL arasında değiştiği belirlenmiştir. Kozan yerli portakal çeşidinin titrasyon asitliği değerinin (1.26 g/100 mL) diğer portakal çeşitlerine göre istatistiksel anlamda daha yüksek olduğu bulunmuştur ($P < 0.05$). Portakal sularının SÇKM içeriklerinin 12.39-13.86 °briks arasında değiştiği ve Alanya Dilimli'nden elde edilen portakal sularının SÇKM içeriklerinin (13.86 °briks) diğer portakal çeşitlerine göre daha yüksek olduğu ve en düşük SÇKM içeriğinin ise Kozan Yerli çeşidinde olduğu ($P < 0.05$) belirlenmiştir (Tablo 4.2.). Altan (1995) tarafından yapılan çalışmada da, Dört Yol Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinin SÇKM içeriklerinin ortalama olarak sırasıyla 12.8 ve 13.0 °briks olduğunu saptamıştır.

Tablo 4.2.'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularının titrasyon asitliği ve SÇKM içeriklerine bağlı olarak tat dengesi (SÇKM/TA) değerlerinin 9.83-13.35 arasında değiştiği görülmüştür. Altan (1991), tat dengesi ya da briks/asit oranının fazla yüksek olmasının meyve suyuna şurupsu bir nitelik kazandırdığını, fazla düşük olmasının ise ürüne aşırı ekşi bir tat verdiğini belirtmiş ve bu değerlerin 8'den az 12-13'ten çok olmaması gerektiğini bildirmiştir. Tablodan da görülebileceği gibi (Tablo 4.2.), Alanya Dilimlisi, Dörtüyl Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakallarının tat dengesi değerlerinin belirtilen değerler arasında olduğu ve Dörtüyl Yerli çeşidinin diğer yerli portakallardan kısmen daha tatlı bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Briks/asit oranı ya da tat dengesindeki bu farklılığın çeşide, coğrafi konuma, olgunluğa ve kültürel uygulamalara bağlı olduğu belirtilmiş (Kimball, 1991) ve elde edilen bulgulardaki farklılığın da bundan kaynaklandığı kanısına varılmıştır.

Tablo 4.2. Yerli portakal çeşitlerimizden (Alanya Dilimlisi, Dörtüyl Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli) elde edilen portakal sularının bazı özelliklerine ait ortalama değerler

Özellikler	Portakal Çeşitleri ve Bazı Özellikleri			
	Alanya Dilimlisi	Dörtüyl Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
pH	3.53 ^{d(1)}	3.56 ^c	3.64 ^a	3.61 ^b
Titrasyon Asitliği (g/100mL)	1.12 ^b	1.03 ^c	1.15 ^b	1.26 ^a
SÇKM (Briks)	13.86 ^a	13.75 ^b	12.86 ^c	12.39 ^d
Tat Dengesi (SÇKM/TA)	12.38 ^b	13.35 ^a	11.19 ^c	9.83 ^d
Nem (%)	86.45 ^c	87.20 ^b	87.20 ^b	88.01 ^a
Kuru madde (%)	13.55 ^a	12.80 ^b	12.80 ^b	11.99 ^c
Kül (%)	0.42 ^a	0.30 ^b	0.26 ^c	0.32 ^b
Görünür Viskozite (sn)	11.79 ^a	10.54 ^c	10.44 ^d	11.10 ^b
Çökelen Pulp (%)	14.00 ^b	13.00 ^c	14.00 ^b	18.00 ^a
Bulanıklık (%T)	94.40 ^a	86.30 ^c	75.00 ^d	86.80 ^b
Toplam Pektik Madde (mg/100mL)	51.30 ^b	49.00 ^b	49.50 ^b	56.40 ^a
Toplam Fenolik Madde (ppm)	4960 ^a	4154 ^c	3420 ^d	4430 ^b

(1) Tabloda aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Portakal çeşitlerinden elde edilen portakal sularının nem içeriklerinin %86.5-88.0 arasında değiştiği belirlenmiştir. Işık (2008) tarafından yapılan çalışmada da, özellikle Kozan Yerli portakallarında nem içeriğinin (%87.87) benzer değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Portakal sularının kuru madde içeriklerinin ise %12.0-13.6 arasında değiştiği görülmüştür.

Yerli portakal çeşitlerinden elde edilen portakal sularının kül içeriklerinin ise %0.26-0.42 arasında değiştiği ve kül içeriğinin en yüksek Alanya Dilimlişi çeşidinde olduğu ($P<0.05$), Dörtüol ve Finike Yerli portakal çeşitlerinde belirlenen kül içerikleri değerlerinin hemen hemen aynı olduğu tespit edilmiştir ($P>0.05$).

Portakal sularının görünür viskozite ölçümleri sonucunda (Tablo 4.2.), taze portakal sularının görünür viskozitesinin yaklaşık 10.44-11.79 sn arasında değiştiği ve görünür viskozite değerleri bakımından Alanya Dilimlişi portakal çeşidinin viskozitesinin diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğu ($P<0.05$) ve bunu sırasıyla Kozan Yerli, Dörtüol Yerli ve Finike Yerli portakallarının izlediği görülmüştür.

Tablo 4.2.'den de görülebileceği gibi; portakal suyu örneklerinin çökelen pulp miktarının en yüksek Kozan Yerli portakal çeşidinde olduğu (18 mL/100 mL) ve diğer portakal çeşitlerinin çökelen pulp miktarının benzer değerlerde (Alanya Dilimlişi ve Finike Yerli) olduğu tespit edilmiştir.

Portakal sularının görünüşüne etki eden önemli bir faktör olan portakal suyunun doğal bulanıklığı (%T) ile ilgili ölçümlerde; yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal suyu örneklerinin ışık geçirgenliklerinin (%T), ortalama olarak 75.00-94.40 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4.2.). Işık geçirgenliği en fazla olan portakal çeşidinin Alanya Dilimlişi portakalının olduğu ($P<0.05$) ve bunu sırasıyla Kozan Yerli, Dörtüol Yerli ve Finike Yerli portakallarının izlediği görülmüştür.

Pektik madde içeriği yönünden yerli portakal çeşitlerimiz kıyaslandığında, en yüksek toplam pektik madde miktarının Kozan Yerli portakal çeşidinde (56.40 mg/100 mL) olduğu, bunu sırasıyla Alanya Dilimlişi (51.30 mg/100 mL) ile Dörtüol Yerli ve Finike Yerli portakal çeşitlerinin izlediği ve toplam pektik madde miktarının Dörtüol

Yerli ve Finike Yerli portakallarında yaklaşık olarak aynı düzeyde olduğu (49.00-49.50 mg/100 mL) belirlenmiştir (Tablo 4.2.). Altan (1995) tarafından yapılan bir çalışmada da, Kozan Yerli ve Dörtüyl Yerli portakal çeşitlerinde tespit edilen toplam pektik madde miktarının (sırasıyla 55.7, 49.5 mg/100 mL) elde edilen bulgularla benzer olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.2.'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularının toplam fenolik madde miktarlarının 3420-4960 ppm arasında değiştiği ve en yüksek toplam fenolik madde miktarının Alanya Dilimlisi'nde olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Bunu sırasıyla Kozan Yerli, Dörtüyl Yerli ve Finike Yerli çeşitlerinin izlediği ve çeşitler arasındaki farklılıkların da; çeşide, coğrafi konuma, olgunluğa ve kültürel uygulamalara bağlı olduğu kanısına varılmıştır.

4.2.2. Yerli portakal çeşitlerimizin organik asit içerikleri

Denemeler sırasında kullanılan Alanya Dilimlisi, Dörtüyl Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinden elde edilen portakal sularının yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile yapılan organik asit ölçümleri sırasında elde edilen HPLC kromatogramı Şekil 4.1.'de, portakal sularının organik asit içerikleri ile ilgili bulgular ise Tablo 4.3.'de verilmiştir.

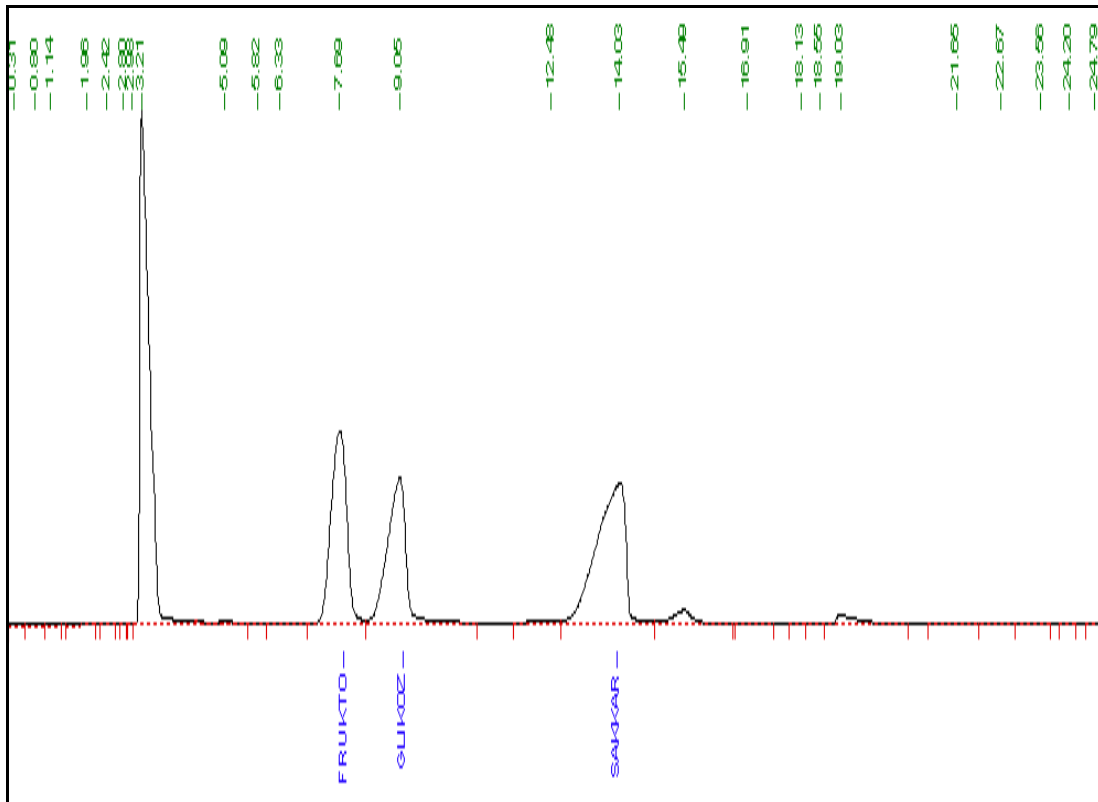
Tablo 4.3. Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularının organik asit içeriklerine (ppm) ait ortalama değerler

Asidin Adı	Portakal Çeşitleri ve Organik Asitlerin Konsantrasyonu (ppm)			
	Alanya Dilimlisi	Dörtüyl Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
Sitrik asit	734.12 ^{b(1)}	665.56 ^d	728.10 ^c	811.58 ^a
Malik asit	80.40 ^a	81.44 ^a	61.36 ^b	80.46 ^a
Askorbik asit	581.58 ^a	580.10 ^a	501.36 ^c	560.10 ^b

(1) Tabloda aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

4.2.3. Yerli portakal çeşitlerimizin şeker içerikleri

Alanya Dilimlişi, Dört Yol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinden elde edilen portakal sularının yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile yapılan şeker ölçümleri (glukoz, fruktoz ve sakaroz) sırasında elde edilen HPLC kromatogramı Şekil 4.2.'de ve portakal sularının glukoz, fruktoz ve sakaroz içerikleri ile ilgili bulgular ise Tablo 4.4.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Portakal suyundaki başlıca şekerlerin HPLC kromatogramı

Tablo 4.4.'ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi; yerli portakal çeşitlerinden elde edilen portakal sularının toplam şeker miktarının 10.14-11.90 g/100 g arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4.4.). Toplam şeker miktarı açısından en yüksek değer Alanya Dilimlişi portakal çeşidinde (11.90 g/100 g) olduğu ve bunu sırasıyla Dört Yol Yerli, Finike Yerli çeşitlerinin izlediği ve en düşük değerinde Kozan Yerli portakal çeşidinde (10.14 g/100 g) olduğu saptanmıştır (P<0.05). Üstün (1991), tarafından yapılan çalışmada bir çalışmada da; Alanya Dilimlişi, Dört Yol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal sularında belirlenen toplam şeker miktarının sırasıyla 8.02, 10.05, 6.62 ve 8.72 g/100 mL olduğu ve bu değerlerin denemeler

sırasında elde edilen toplam şeker miktarlarına göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun özellikle derim zamanındaki farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tablo 4.4. Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularının şeker içeriklerine ait ortalama değerler (g/100 g)

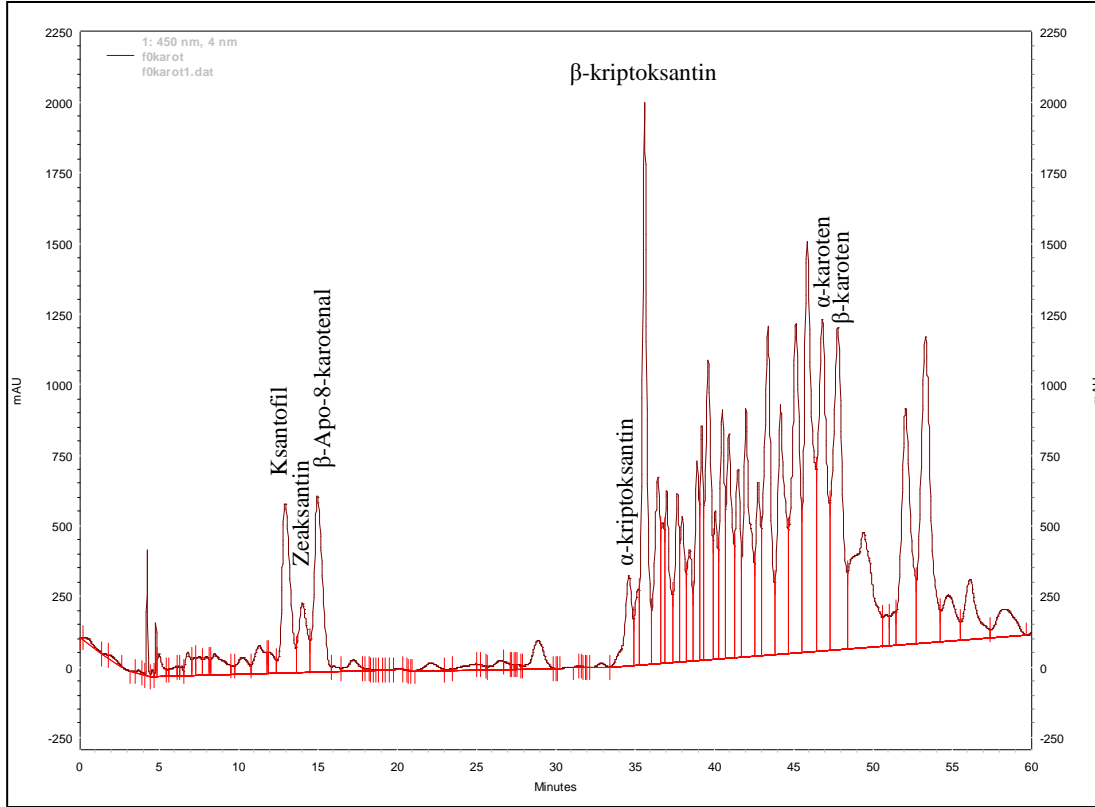
Şekerin Adı	Portakal Çeşitleri ve Şeker Konsantrasyonu			
	Alanya Dilimlişi	Dörtyol Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
Fruktoz	3.33 ^{a(1)}	3.18 ^b	2.90 ^c	2.70 ^d
Glikoz	4.01 ^a	3.76 ^b	3.40 ^c	3.17 ^d
Sakaroz	4.56 ^a	4.24 ^b	4.52 ^a	4.27 ^b
TOPLAM	11.90 ^a	11.18 ^b	10.82 ^b	10.14 ^c

⁽¹⁾ Tabloda aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Denemelerde kullanılan yerli portakal çeşitlerinden elde edilen portakal sularında en fazla bulunan şekerin sakaroz olduğu (4.24-4.56 g/100 g) ve bunu sırasıyla glikoz (3.2-4.0 g/100 g) ve fruktoz (2.7-3.3 g/100 g)'un izlediği belirlenmiştir. Sakaroz, glikoz ve fruktoz açısından en yüksek değerler Alanya Dilimlişi portakalında tespit edilmişken, en düşük değerler ise genellikle Kozan Yerli portakal çeşidinde elde edilmiştir. Üstün (1991); Alanya Dilimlişi ve Finike Yerli çeşidin de sakaroz miktarının sırasıyla 2.91 ve 2.49 g/100 mL olduğunu belirlemiştir. Bu değerlerin Tablo 4.4.'den de görüldüğü elde edilen bulgulara göre daha düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca, Kozan Yerli ve Dörtyol Yerli portakal çeşitlerinin sakaroz içeriklerinin ise benzer sonuçlar gösterdiği saptanmıştır.

4.2.4. Yerli portakal çeşitlerimizin karotenoit içerikleri

Analize tabi tutulan Alanya Dilimlişi, Dörtyol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinden elde edilen portakal sularının yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile yapılan karotenoit bileşimi analizi sırasında belirlenen karotenoitlere ait HPLC kromatogramları Şekil 4.3.'de, portakal sularının karotenoit bileşenleri ile ilgili bulgular ise Tablo 4.5.'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Portakal suyundaki başlıca karotenoitlerin HPLC kromatogramı

Tablo 4.5. Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen meyve sularının karotenoit bileşimlerine ait ortalama değerler (ppm)

Karotenoitin Adı	Portakal Çeşitleri ve Karotenoit Bileşimi			
	Alanya Dilimli	Dörtüyl Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
α-Karoten	6.27 ^{b(1)}	2.78 ^d	8.99 ^a	5.11 ^c
β-Karoten	15.36 ^c	10.12 ^d	19.16 ^b	21.65 ^a
β-Apo-8-karotenal	1.03 ^c	0.45 ^d	3.02 ^a	1.11 ^b
Ksantofil	7.38 ^c	4.17 ^d	16.35 ^a	11.33 ^b
β-kriptoksantin	1.32 ^b	0.46 ^c	1.58 ^a	1.34 ^b
Zeaksantin	1.50 ^a	0.40 ^c	1.21 ^b	1.62 ^a
Toplam Karotenoit	14.3 ^b	10.0 ^c	31.8 ^a	9.4 ^c

(1) Tabloda aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Şekil 4.3.'ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi; Karotenoit analizi sırasında tanımlanan ve miktarı belirlenen başlıca karotenoitlerin, alıkonma sürelerine (RT) göre sırasıyla Ksantofil (15.99 dakika), Zeaksantin (16.85 dakika), β-Apo-8-

karotenol (18.60 dakika), α -kriptoksantin (34.67 dakika), β -kriptoksantin (35,69 dakika), α -karoten (47.50 dakika) ve β -karoten (48,69 dakika) olduğu tespit edilmiştir.

Portakal sularının toplam karotenoit içeriklerinin 0.94-3.18 mg/100 mL arasında değiştiği ve toplam karotenoit içeriği bakımından Finike Yerli portakal çeşidinin öne çıktığı (3.18 mg/100 mL), bunu sırasıyla Alanya Dilimli (1.43 mg/100 mL), Dörtüol Yerli (1.00 mg/100 mL) ve Kozan Yerli (0.94 mg/100 mL) portakal çeşitlerinin izlediği görülmüştür (Tablo 4.5.).

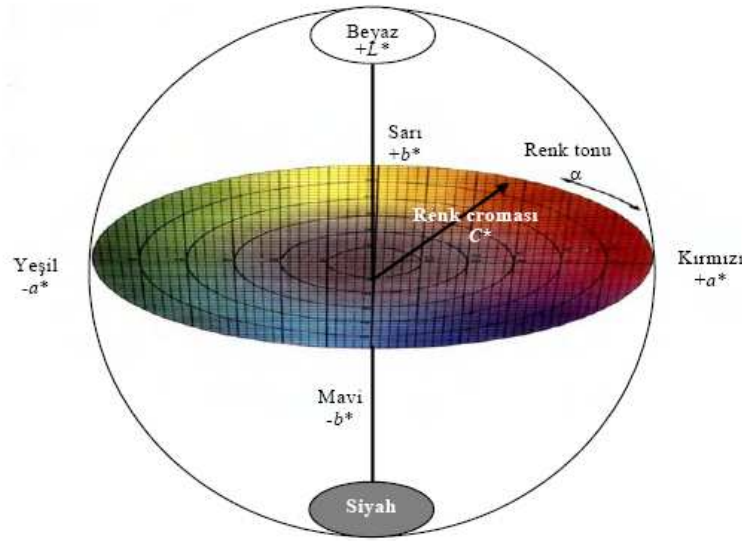
Tablo 4.5.'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi; portakal sularında tanımlanan ve miktarı belirlenen karotenoitlerin yaklaşık yarısının β -karoten'den meydana geldiği (%38.08-55.06), dolayısıyla hakim olan başlıca karotenoitin β -karoten olduğu ve β -karoten miktarının 10.12-21.65 ppm arasında değiştiği görülmüştür. Kozan Yerli portakal çeşidinin β -karoten içeriğinin diğer portakal çeşitlerine göre daha yüksek olduğu ve bunu sırasıyla Finike Yerli, Alanya Dilimli ve Dörtüol Yerli portakal çeşitlerinin istatistiksel olarak izlediği saptanmıştır ($P<0.05$).

β -karoten'den sonra en yaygın bulunan karotenoitin ise ksantofil olduğu (%22.46-32.50) ve portakal çeşitlerine göre ksantofil miktarının 4.17-16.35 ppm arasında değiştiği ve Finike Yerli portakal çeşidinin ksantofil içeriğinin diğer portakal çeşitlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). En düşük ksantofil içeriği ise Dörtüol Yerli portakal çeşidinde belirlenmiştir ($P<0.05$). Ksantofil'den sonra en fazla bulunan karotenoitin ise α -karoten olduğu (%12.12-19.08) diğer karotenoitlerin (β -Apo-8-karotenol, β -kriptoksantin, zeaksantin) ise hemen hemen aynı oranlarda bulunduğu görülmüştür.

4.2.5. Yerli portakal çeşitlerimizin renk değerleri

L^* , a^* , b^* CIE (*Commission Internationale de L'Eclairage: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu*) tarafından kabul edilen uluslararası renk uzayıdır. Bu uzayda L^* lüminisans veya parlaklığı temsil etmekte ve 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişen değerler alabilmektedir. a^* ve b^* bileşenleri ise negatif değerler için yeşil ve

maviyi, pozitif değerler için ise kırmızı ve sarıyı temsil etmektedirler. $L^*a^*b^*$ uzayında a^* ve b^* eksenleri kullanılarak matematiksel olarak hesaplanabilen Hue açısı ise 0° ile 360° arasında değişmekte olup, 0° kırmızı-mor, 90° sarı, 180° mavimsi-yeşil ve 270° ise mavi rengi temsil etmektedir (Şekil 4.4.). Literatürde CIE'nin önermiş olduğu $L^*a^*b^*$ uzayı veya HunterLab tarafından önerilen Lab uzayı gıdaların rengini temsil etmek için kullanılmaktadır.



Şekil 4.4. $L^*a^*b^*$ renk uzayının şematik görünümü (Soysal, 2000)

Alanya Dilimlişi, Dörtüyl Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinden elde edilen portakal sularının renk değerleri Tablo 4.6.'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularının renk değerlerine ait ortalama değerler

Renk Değerleri	Portakal Çeşitleri ve Renk Değerleri			
	Alanya Dilimlişi	Dörtüyl Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
L*	42.41 ^{b(1)}	38.76 ^c	40.02 ^c	47.74 ^a
a*	-8.84 ^b	-9.45 ^b	-7.96 ^a	-7.68 ^a
b*	30.88 ^c	29.63 ^c	33.15 ^b	44.98 ^a
Chroma	30.62 ^c	30.33 ^c	33.45 ^b	45.65 ^a
Hue*	73.92 ^c	72.94 ^c	76.45 ^b	80.81 ^a

(1) Tabloda aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Portakal suyu renginin açıklığını ve parlaklığını ifade eden L^* değerinin en yüksek Kozan Yerli portakal çeşidinde olduğu (47.74), dolayısıyla portakal suyunun diğer portakal çeşitlerine göre daha açık bir renge sahip olduğu belirlenmiştir. L^* değeri açısından Kozan Yerli portakalını sırasıyla Alanya Dilimlisi, Finike Yerli ve Dörtüol Yerli portakal çeşitlerinin takip ettiği görülmüştür. Dörtüol Yerli portakal çeşidinden elde edilen portakal sularının diğer çeşitlere göre daha koyu bir renkte olduğu da tespit edilmiştir. Işık (2008) tarafından Kozan Yerli portakal çeşitleri ile ilgili yapılan bir çalışmada da L^* değerleri açısından benzer bulgular elde edilmiştir.

Portakal suyu örneklerinin a^* değerlerinin -7.7 ile -9.5 arasında değiştiği ve çeşitler arasında belirgin bir farklılığın bulunmadığı saptanmıştır. a^* değerinin negatif ve düşük bir değer göstermesi sebebiyle, Şekil 4.3.'den de görülebileceği gibi, portakal suyu örneklerinin renginin sarıya yakın açık bir turuncu renge sahip olduğu görülmüştür. b^* değerleri bakımından ise; Alanya Dilimlisi ve Dörtüol Yerli çeşitleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın bulunmadığı ($P>0.05$), buna karşın, Kozan Yerli portakal çeşidinin b^* değerlerinin diğer portakallara göre daha yüksek olduğu (44.98) belirlenmiştir ($P<0.05$). Aynı şekilde, portakal sularında renk yoğunluğunu ifade eden Chroma değerlerinde de, b^* 'dekine benzer bulgular elde edilmiştir.

Tablo 4.6.'nın incelenmesiyle de görülebileceği gibi; portakal sularında rengin saflığını ve homojenliğini ifade eden Hue açısının 72.9-80.8 arasında değiştiği, dolayısıyla portakal suyu örneklerinin renk yoğunluğunun fazla ve Hue açısının 90° yakın olması sebebiyle de rengin turuncuya yakın sarı renklerde olduğu da belirlenmiştir. Hue açısı değeri bakımından en yüksek değer Kozan Yerli portakal çeşidinde, en düşük değerin ise Alanya Dilimlisi (73.9) ve Dörtüol Yerli (72.9) portakal çeşitlerinde olduğu görülmüştür.

4.3. Isıl İşlem koşullarının belirlenmesi ve PME aktivitesi

Yerli portakal çeşitlerimizden (Alanya Dilimlisi, Dörtüol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli) ekstrakte edilen portakal sularının PME aktiviteleri ile ısıl işlem uygulaması sonucu sıcaklık derecesi ($70, 80$ ve 90°C) ve süreye (0, 5, 10, 15, 30, 60,

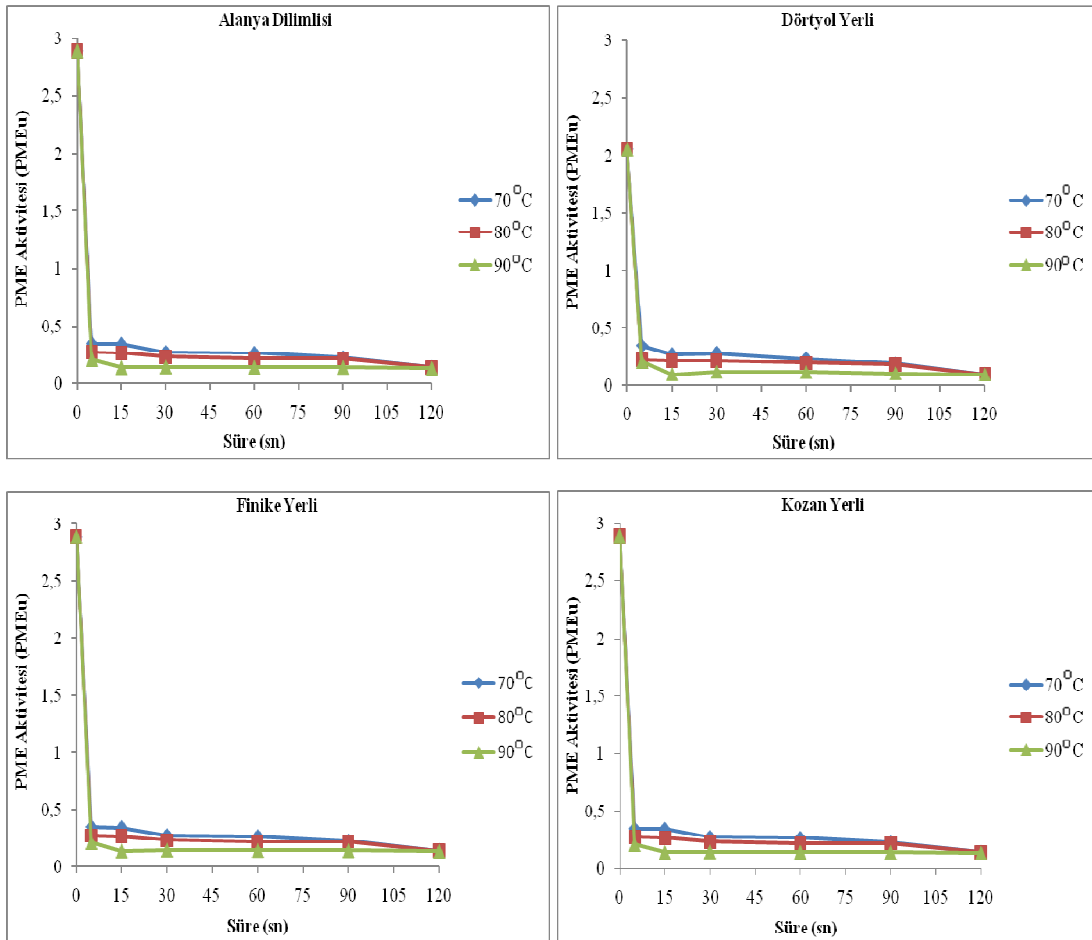
90 ve 120 saniye) bağı olarak portakal sularının PME aktivitelerinde meydana gelen azalma yani kalıntı pektin metil esteraz (PME) aktivitesi (Tablo 4.7. ve Şekil 4.5.) ile ilgili elde edilen bulgular bu kısımda ele alınmıştır.

Tablo 4.7 Isıl işlem koşullarına göre yerli portakal çeşitlerimizin PME aktivitelerine ait ortalama değerler

Isıl İşlem Koşulları		Portakal Çeşitleri ve PME Aktiviteleri (PMEU/mL)			
Sıcaklık (°C)	Süre (sn)	Alanya Dilimli	Dört Yol Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
Kontrol	0	2.67	2.06	2.89	2.33
70	5	0.346	0.345	0.349	0.342
	15	0.343	0.272	0.345	0.278
	30	0.277	0.283	0.277	0.289
	60	0.262	0.236	0.269	0.233
	90	0.231	0.191	0.231	0.191
	120	0.133	0.101	0.144	0.115
80	5	0.270	0.226	0.274	0.221
	15	0.265	0.219	0.269	0.219
	30	0.234	0.217	0.234	0.211
	60	0.223	0.199	0.223	0.199
	90	0.139	0.184	0.223	0.185
	120	0.133	0.100	0.144	0.116
90	5	0.214	0.210	0.214	0.210
	15	0.133	0.101	0.144	0.116
	30	0.141	0.122	0.151	0.122
	60	0.138	0.119	0.148	0.119
	90	0.126	0.109	0.146	0.109
	120	0.122	0.099	0.140	0.111

Ön denemeler sonucu, ısıl işlemin gerçekleştirildiği sıcaklıklara (70°C, 80°C ve 90°C) sırasıyla 15.20, 8.12 ve 7.24 dakikada ulaşılmıştır. Portakal sularının (ısıl işlem uygulanmamış; kontrol) başlangıçtaki PME aktivitesi (PMEu) değerlerinin 2.1-2.9 PMEu arasında değiştiği ve en yüksek değerlerin Finike Yerli portakal çeşidinde (2.89 PMEu), en düşük değerlere ise Dört Yol Yerli portakalının (2.06 PMEu) sahip olduğu belirlenmiştir.

Isıl işlem uygulaması sonucunda, portakal sularının PME aktivitelerinde, özellikle ilk 0-5 saniye arasında, hızlı bir azalma olduğu ve bu azalmanın 5-120 saniye arasında giderek daha yavaş gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 4.5.). PME aktivitesindeki azalmanın giderek daha yavaş gerçekleşmesinin sıcaklığa dayanıklı izoenzimlerden kaynaklandığı kanısına varılmıştır. Ayrıca, portakal sularının stabilitesi açısından önemli olan kalıntı PME aktivitesinin %5 ve altında olması gerektiği ve uygulanan ısıl işlem koşullarının mümkün olduğunca duyuşal özellikler üzerine etkisinin de az olması gerektiği bildirilmiştir (Polydera ve ark., 2005; Kola, 2005). Denemeler sırasında yerli çeşitlerden elde edilen portakal sularının PME aktivitelerinde %95'lik bir azalmanın sağlandığı ısıl işlem koşullarının (süre-sıcaklık) 70°C ve 80°C'de 120 saniyede, 90°C'de ise 15 saniyede gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu nedenle, ısıl işlem sonucu meyve suyu teknolojisi açısından portakal sularının bazı özelliklerinde meydana gelen değişmelerin incelenmesi ile ilgili denemeler sırasında tespit edilen bu ısıl işlem koşulları (70°C ve 80°C'de 120 sn, 90°C'de 15 sn) kullanılmıştır.



Şekil 4.5. Isıl işlem uygulanmış portakal suyu örneklerinde PME aktivitesindeki azalmalar

4.4. Isıl işlemin Yerli Portakal Sularının Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri

4.4.1. Isıl işlemin portakal sularının pH, titrasyon asitliği, SÇKM ve tat dengesi değerleri üzerine etkisi

Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularına uygulanan ısı işlem sonucu pH, titrasyon asitliği, SÇKM ve tat dengesi değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.8.'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Isıl işlem görmüş portakal sularında pH, TA, SÇKM ve tat dengesi değerlerindeki değişimlere ait ortalama değerler

Özellikler	Sıcaklık (°C)	Portakal Çeşitleri			
		Alanya Dilimli	Dört Yol Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
pH	Kontrol	3.53 ^{d(1)}	3.56 ^c	3.64 ^a	3.61 ^b
	70	3.48 ^f	3.49 ^{ef}	3.60 ^b	3.53 ^d
	80	3.48 ^f	3.48 ^f	3.60 ^b	3.53 ^d
	90	3.50 ^e	3.49 ^{ef}	3.60 ^b	3.55 ^c
Titrasyon Asitliği (g/100 mL)	Kontrol	1.12 ^e	1.03 ^{gh}	1.15 ^d	1.26 ^c
	70	1.01 ^{hi}	0.99 ^{ij}	1.14 ^{de}	1.29 ^b
	80	1.04 ^{fg}	0.97 ^j	1.14 ^{de}	1.31 ^{ab}
	90	1.06 ^f	1.05 ^{fg}	1.14 ^{de}	1.32 ^a
SÇKM (°briks)	Kontrol	13.86 ^d	13.75 ^e	12.86 ^j	12.39 ^l
	70	13.92 ^c	13.34 ^f	12.97 ^h	12.70 ^k
	80	14.03 ^b	13.13 ^g	12.97 ^h	12.90 ⁱ
	90	14.19 ^a	13.35 ^f	13.37 ^f	12.90 ⁱ
Tat Dengesi (SÇKM/TA)	Kontrol	12.38 ^d	13.35 ^b	11.18 ^f	9.83 ^g
	70	13.78 ^a	13.47 ^b	11.38 ^f	9.84 ^g
	80	13.49 ^b	13.54 ^b	11.38 ^e	9.85 ^g
	90	13.39 ^b	12.71 ^c	11.73 ^e	9.77 ^g

(1) Tabloda aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Tablo 4.8.'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi; ısıtma işlemi uygulanmamış portakal suları (Kontrol) ile ısıtma işlemi uygulanmış (70°C, 80°C ve 90°C) portakal sularının pH değerlerinde çok az bir azalma olduğu görülmekle birlikte ($P < 0.05$), ısıtma işleminin portakal sularının pH değerlerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, portakal sularının titrasyon asitliği değerlerinde de ısıtma işleminin önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. SÇKM içeriği bakımından, Dört Yol Yerli portakal çeşidi dışındaki diğer yerli portakal çeşitlerinin SÇKM miktarında taze portakal sularına (Kontrol) göre ısıtma işlemi sonucu çok az bir artış olduğu, ancak, ısıtma işlemi uygulanmış örneklerin SÇKM içerikleri arasında önemli bir farklılık olduğu görülmüştür (Tablo 4.8.). Isıtma işlemi sonucu SÇKM miktarındaki çok az bir artışın ise ısıtma işlemi sonucu portakal suyunda bulunan ve kısmen de olsa pulpa kısmında tutulan şekerlerin ve asitlerin sıcaklığın etkisi ile çözünürlüğünün daha da artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Titrasyon asitliği ve SÇKM miktarlarına bağlı olarak tat dengesi değerlerinde de benzer farklılıklar saptanmıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen taze portakal sularının pH, titrasyon asitliği, SÇKM ve tat dengesi değerlerinde ısıtma işlemi sonucu önemli bir farklılığın meydana gelmediği ve dolayısıyla ısıtma işleminin olumsuz bir etkisinin bulunmadığı kanısına varılmıştır.

4.4.2. Isıtma işleminin portakal sularının toplam pektik madde, bulanıklık, çökelen pulpa ve görünür viskozite üzerine etkisi

Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularına uygulanan ısıtma işlemi sonucu toplam pektik madde, bulanıklık, çökelen pulpa ve görünür viskozite değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9.'un incelenmesiyle de görülebileceği gibi; taze portakal sularının toplam pektik madde miktarı 49.00-56.40 mg/100 mL arasında değiştiği görülmüştür. Isıtma işlemi uygulaması sonucu, 70°C ve 80°C'de 120 saniye süreyle ısıtma işlemi uygulanan portakal suyu örneklerde toplam pektik madde içeriğinde sırasıyla %2.3-4.5 ve %3.2-5.3 oranında bir azalma olduğu görülmüştür. Her iki sıcaklık derecesinde de (70°C ve 80°C) toplam pektik madde içeriğindeki azalmanın en fazla Alanya Dilimli

portakal çeşidinde olduğu ve bunu sırasıyla Dörtyol Yerli (sırasıyla %3.1 ve %4.1), Finike Yerli (sırasıyla %2.8 ve %3.6) ve Kozan Yerli çeşitlerinin izlediği saptanmıştır.

Tablo 4.9. Isıl işlem görmüş portakal sularında toplam pektik madde, bulanıklık, çökelen pulp ve görünür viskozite değerlerindeki değişimlere ait ortalama değerler

Özellikler	Sıcaklık (°C)	Portakal Çeşitleri			
		Alanya Dilimlişi	Dörtyol Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
Toplam Pektik Madde (mg/100 mL)	Kontrol	51.30 ^{b(1)}	49.00 ^{bcd}	49.50 ^{bcd}	56.40 ^a
	70	49.00 ^{bcd}	47.50 ^d	48.10 ^d	55.10 ^a
	80	48.60 ^{cd}	47.00 ^d	47.70 ^d	54.60 ^a
	90	42.30 ^e	42.70 ^e	43.00 ^e	50.90 ^{bc}
Bulanıklık (%T)	Kontrol	94.37 ^a	86.33 ^b	75.00 ^c	86.80 ^b
	70	20.00 ^j	15.53 ^l	43.33 ^g	61.87 ^d
	80	27.30 ⁱ	17.47 ^k	39.17 ^h	60.43 ^e
	90	16.30 ^l	8.80 ^m	43.63 ^g	53.77 ^f
Çökelen Pulp (%)	Kontrol	14.00 ^d	13.00 ^e	14.00 ^d	18.00 ^a
	70	12.50 ^{ef}	12.00 ^{fg}	16.00 ^c	18.00 ^a
	80	12.00 ^{fg}	11.60 ^{fg}	12.00 ^{fg}	17.00 ^b
	90	12.00 ^{fg}	10.50 ^h	11.50 ^g	16.00 ^c
Görünür Viskozite (sn)	Kontrol	11.79 ^c	10.54 ^h	10.44 ⁱ	11.10 ^g
	70	12.07 ^a	11.05 ^g	11.50 ^d	11.25 ^e
	80	12.08 ^a	11.12 ^{fg}	11.73 ^c	11.53 ^d
	90	12.14 ^a	11.19 ^{ef}	11.79 ^c	11.95 ^b

(1) Tabloda aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

90°C'de 15 saniye süre ile ısıl işlem uygulanan örneklerde ise taze portakal sularının toplam pektik madde içeriğine göre %9.8-17.5 oranında bir azalma olduğu belirlenmiştir. Toplam pektik madde içeriğindeki bu azalmanın da en fazla Alanya Dilimlişi portakal çeşidinde olduğu (%17.5) ve bunu sırasıyla Finike Yerli (%13.1),

Dörtyol Yerli (%12.9) ve Kozan Yerli (%9.8) portakallarının izlediği tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, portakal sularının toplam pektik madde içeriğindeki azalmanın en fazla 90°C'de ısıtma işlemi uygulanan portakal sularında belirlendiği ve bu azalmanın istatistiksel anlamda önemli olduğu ($P<0.05$) saptanmıştır.

Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal suyu örneklerinin ışık geçirgenliklerinin (%T) 75-94 arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4.9.). Isıtma işlemi uygulaması sonucu (70°C ve 80°C'de 120 saniye, 90°C'de 15 saniye) portakal suyu örneklerinin bulanıklık değerlerinde hızlı bir azalma olduğu ve ışık geçirgenliğindeki (%T) azalmanın %79.8-89.5 oranıyla en fazla Dörtyol Yerli portakal çeşidinde olduğu ve bunu sırasıyla Alanya Dilimli (%71.1-82.7), Finike Yerli (%41.8-47.8) ve Kozan Yerli (%28.7-38.1) portakallarının izlediği belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, ısıtma işlemi uygulaması sonucu hem PME aktivitesinin etkisiz hale getirilmesi hem de pektinin koruyucu kolloid özelliğinin korunması nedeniyle portakal sularının bulanıklık stabilitesi üzerinde ısıtma işleminin etkili olduğu kanısına varılmıştır. Ayrıca, elde edilen bulgulara göre (Tablo 4.9.), bulanıklık stabilitesi değerlerinin Dörtyol Yerli ve Alanya Dilimli portakal çeşitlerinde daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Portakal suyu örneklerinin çökelen pulp miktarının, taze portakal sularında %13-18, ısıtma işlemi uygulanmış (70°C ve 80°C'de 120 saniye, 90°C'de 15 saniye) örneklerde ise sırasıyla %12.0-18.0, %11.6-17.0 ve %10.5-16.0 arasında değiştiği belirlenmiştir. (Tablo 4.9.). Tablo 4.9.'dan da görülebileceği gibi; portakal suyu örneklerinin çökelen pulp miktarının ısıtma işlemi görmüş portakal suyu örneklerinde yaklaşık %0-19 oranında azaldığı saptanmıştır.

Tablo 4.9.'un incelenmesiyle de görülebileceği gibi; portakal sularının görünür viskozite değerlerinde (10.4-11.8 sn) ısıtma işlemi sonucu çok az da olsa bir artış meydana geldiği ve bu artışın en fazla Finike Yerli portakal çeşidinde (%10.2-12.9), en az ise Alanya Dilimli portakalında (%2.4-3.0) olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

4.4.3. Isıl işlemin portakal sularının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi

Alanya Dilimlisi, Dört Yol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinden elde edilen portakal suyu örneklerinin toplam fenolik madde içeriğinde ısıl işlem uygulaması sonucu meydana gelen değişimler Tablo 4.10.'da verilmiştir.

Tablo 4.10. Isıl işlem görmüş portakal sularında toplam fenolik madde miktarındaki değişimlere ait ortalama değerler (ppm)

Sıcaklık (°C)	Portakal Çeşitleri			
	Alanya Dilimlisi	Dört Yol Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
Kontrol	4960.0 ^{f(1)}	4154.0 ^m	3420.0 ⁿ	4430.0 ^l
70	5072.6 ^e	4874.4 ^h	4840.2 ^j	5394.0 ^a
80	5313.3 ^c	4945.2 ^g	4707.1 ^k	5333.2 ^b
90	4704.1 ^k	4853.4 ⁱ	4954.9 ^f	5191.0 ^d

(1) Tabloda aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Isıl işlen görmüş portakal suyu örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarında, taze portakal suyu örneklerine (3420-4960 ppm) göre bir artış meydana geldiği ve bu artışın %37.6-44.9 oranla en fazla Finike Yerli portakal çeşidinde olduğu ve bunu sırasıyla Kozan Yerli (%17.2-21.8), Dört Yol Yerli (%16.8-19.0) ve Alanya Dilimlisi (%2.3-7.1) portakallarının izlediği saptanmıştır.

4.4.4. Isıl işlemin portakal sularının organik asit bileşimi üzerine etkisi

Alanya Dilimlisi, Dört Yol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinden elde edilen portakal suyu örneklerinin organik asit bileşiminde ısıl işlem uygulaması sonucu meydana gelen değişimler Tablo 4.11.'de verilmiştir.

Tablo 4.11.'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi; ısıl işlem uygulaması sonucu portakal sularında sitrik ve askorbik miktarlarının azaldığı, malik asit miktarının ise ısıl işlem uygulanmamış örneklere göre (kontrol) 3-9 kat arttığı görülmüştür. Sitrik ve askorbik asitteki azalmanın özellikle ısıl işlemin daha uzun süreyle (120 saniye)

uygulandığı 70°C ve 80°C’de meydana geldiği, 90°C’deki azalmanın ise ısı işlem süresinin kısa olması sebebiyle (15 saniye) daha az olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.11. Isıl işlem görmüş portakal sularında organik asit bileşimindeki değişimlere ait ortalama değerler (ppm)

Organik Asit Bileşenleri	Sıcaklık (°C)	Portakal Çeşitleri ve Organik Asit Bileşimi			
		Alanya Dilimlişi	Dört Yol Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
Sitrik asit	Kontrol	734.12 ^{e(1)}	665.56 ^h	728.10 ^f	811.58 ^a
	70	402.26 ^o	526.96 ^m	623.78 ^k	737.20 ^d
	80	496.14 ⁿ	532.22 ^l	642.44 ^j	740.20 ^c
	90	662.68 ⁱ	625.82 ^k	714.60 ^g	775.36 ^b
Malik asit	Kontrol	80.40 ^m	81.44 ^m	61.36 ⁿ	80.46 ^m
	70	331.54 ^k	383.54 ^h	343.56 ^j	580.22 ^c
	80	265.16 ^l	401.10 ^g	421.66 ^f	594.96 ^b
	90	503.90 ^e	353.38 ⁱ	548.02 ^d	600.80 ^a
Askorbik asit	Kontrol	581.58 ^a	580.10 ^a	501.36 ^d	560.10 ^b
	70	274.64 ^j	293.74 ⁱ	324.26 ^g	492.96 ^e
	80	231.22 ^l	246.56 ^k	426.04 ^f	539.60 ^c
	90	305.90 ^h	324.96 ^g	492.38 ^e	539.60 ^c

(1) Tabloda aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

70°C ve 80°C’de 120 saniye süreyle ısı işlem uygulanan portakal sularında, sitrik asitteki azalmanın oransal olarak en fazla Alanya Dilimlişi portakallarında olduğu (sırasıyla %45.21 ve %35.42) tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla Dört Yol Yerli (sırasıyla %20.82 ve %20.03), Finike Yerli (sırasıyla %14.33 ve %11.76) ve Kozan Yerli (sırasıyla %9.16 ve %8.80) portakal çeşitlerinin izlediği saptanmıştır. 90°C’de 15 sn süreyle ısı işlem uygulanan portakal sularında sitrik asit miktarındaki azalmanın %1.85-9.73 arasında değiştiği ve bu azalmanın en fazla sırasıyla Alanya Dilimlişi, Dört Yol Yerli, Kozan Yerli ve Finike Yerli portakal çeşitlerinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.11.). Iqual ve ark. (2010), tarafından yapılan bir çalışmada da; konveksiyonel ısıtma şeklinde uygulanan ısı işlem sonucu altıntop sularında önemli ölçüde sitrik asit miktarında azalma olduğu tespit edilmiştir.

Portakal sularında önemli kalite öğelerinden biri olan askorbik asit içeriği bakımından yerli portakal çeşitleri değerlendirildiğinde, portakal sularının askorbik asit içeriklerinin yaklaşık olarak 501-582 ppm arasında değiştiği saptanmıştır. Isıl işlem uygulaması sonucu askorbik asit içeriğindeki azalmanın en fazla Alanya Dilimli ve Dörtüol Yerli portakal çeşitlerinde (%44-60) ve en düşük azalmanın ise Kozan Yerli portakal çeşidinde (%4-12) olduğu görülmüştür. Iqual ve ark. (2010); ısıtma işlemi sonucu altıntop sularında askorbik asit miktarında da azalma olduğunu belirlemiştir.

4.4.5. Isıl işlemin portakal sularının toplam şeker miktarı ve şeker bileşimi üzerine etkisi

Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularına uygulanan ısıtma işlemi sonucu toplam şeker miktarı ve şeker bileşiminde meydana gelen değişimler Tablo 4.12.'de verilmiştir.

Tablo 4.12.'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi; taze portakal suyu örneklerine (kontrol) göre, ısıtma işlemi uygulanmış (70°C ve 80°C'de 120 saniye, 90°C'de 15 saniye) örneklerde, özellikle Alanya Dilimli ve Dörtüol Yerli çeşidine ait portakal sularının, glikoz, fruktoz ve sakaroz içeriğinin arttığı ve bu artışın özellikle 90°C'de 15 saniye süreyle ısıtma işlemi uygulananlarda daha fazla olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Benzer şekilde, portakal sularının toplam şeker içeriğinin de arttığı saptanmıştır. Buna karşılık, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinin glikoz, fruktoz ve sakaroz miktarlarının ise 70 °C'de azaldığı, fakat 80 °C ve 90 °C'de arttığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde toplam şeker içeriğinin de, 70 °C'de azaldığı, fakat 80 °C ve 90 °C'de arttığı saptanmıştır.

Portakal sularının fruktoz içeriğinin; yüksek sıcaklık uygulanan (90°C'de) örneklerde önemli düzeyde arttığı (P<0.05) ve bu artışın Alanya Dilimli, Dörtüol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinde sırasıyla %33.6, %33, %12.4 ve %5.0 oranında olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde; glikoz içeriğindeki artışın da sırasıyla Dörtüol Yerli, Alanya Dilimli, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinde %38.6, %35.4, %18.8, %5.4 olduğu saptanmıştır (Tablo 4.12.). Bu artışa, yüksek sıcaklıklarda asidik koşullarda sakarozun hidrolize olarak (inversiyon) glikoz ve

fruktoza dönüşümünün etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, bu artışta ısı işlem sonucu portakal sularının konsantrasyonlarında meydana gelen değişmelerin de kısmen etkili olduğu düşünülmektedir.

Tablo 4.12. Isıl işlem görmüş portakal sularında şeker bileşimindeki değişmelere ait ortalama değerler (g/100 g)

Şeker Bileşenleri	Sıcaklık (°C)	Portakal Çeşitleri ve Şeker Bileşimi			
		Alanya Dilimlişi	Dörtyol Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
Fruktoz	Kontrol	3.33 ^{de(1)}	3.18 ^{efg}	2.90 ^h	2.70 ⁱ
	70	3.45 ^d	3.15 ^{fg}	2.69 ⁱ	2.26 ^j
	80	3.60 ^c	3.72 ^c	3.10 ^g	2.74 ⁱ
	90	4.45 ^a	4.23 ^b	3.26 ^{ef}	2.84 ^{hi}
Glikoz	Kontrol	4.01 ^e	3.76 ^f	3.40 ^g	3.17 ^h
	70	4.15 ^e	3.83 ^f	3.24 ^h	2.66 ⁱ
	80	4.37 ^d	4.56 ^c	3.84 ^f	3.29 ^{gh}
	90	5.43 ^a	5.21 ^b	4.04 ^e	3.39 ^g
Sakaroz	Kontrol	4.56 ^c	4.24 ^e	4.52 ^{cd}	4.27 ^e
	70	4.76 ^b	4.26 ^e	4.28 ^e	3.56 ^f
	80	4.58 ^c	4.52 ^{cd}	4.43 ^d	4.22 ^e
	90	5.66 ^a	4.79 ^b	4.46 ^{cd}	4.18 ^e
Toplam şeker	Kontrol	11.90 ^{de}	11.18 ^f	10.82 ^{fg}	10.14 ^h
	70	12.36 ^{cd}	11.25 ^{ef}	10.21 ^{gh}	8.49 ⁱ
	80	12.55 ^{c^d}	12.79 ^c	11.38 ^{ef}	10.25 ^{gh}
	90	15.55 ^a	14.23 ^b	11.90 ^{de}	10.41 ^{gh}

(1) Tabloda aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Tablo 4.12.'den görülebileceği gibi; sakaroz miktarının ısı işlem uygulaması sonucu Alanya Dilimlişi ve Dörtyol Yerli portakal sularında ısı işlem uygulanmayanlara göre giderek arttığı ve bu artışın sırasıyla %4.4-%0.4-24.1 ve %0.5-%6.6-%13 oranında olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık; sakaroz miktarının ısı işlem uygulaması sonucu Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal suyu örneklerinde ısı işlem uygulanmayanlara göre azaldığı ve bu azalmanın sırasıyla %5.3-%2.0-1.3 ve %16.3-%1.2-%2.1 oranında olduğu belirlenmiştir.

Portakal sularının toplam şeker içeriğinin; yüksek sıcaklık uygulanan (90 °C'de) örneklerde önemli düzeyde arttığı ve bu artışın Alanya Dilimlişi, Dört Yol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinde sırasıyla %30.7, %27.3, %10.0 ve %2.7 oranında olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.12.).

4.4.6. Isıl işlemin portakal sularının toplam karotenoit ve karotenoit bileşimi üzerine etkisi

Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularına uygulanan ısıl işlem sonucu toplam karotenoit miktarı (mg/100 mL) ve karotenoit bileşiminde (Ksantofil, zeaksantin, β -apo-8-karotenol, α -kriptoksantin, β -kriptoksantin, α -karoten ve β -karoten; mg/L) meydana gelen değişimler Tablo 4.13.'de verilmiştir.

Tablo 4.13.'den de görülebileceği gibi; Finike Yerli portakal çeşidinin toplam karotenoit içeriğinin, diğer portakal çeşitlerine göre daha yüksek olduğu (3.18 mg/100 mL) ve ısıl işlem sonucu toplam karotenoit içeriğindeki azalmanın da en az Finike Yerli portakal çeşidinde olduğu (%5-14) belirlenmiştir ($P < 0.05$). Bunun yanı sıra, ısıl işlem sonucu toplam karotenoit içeriğindeki azalmanın en fazla Alanya Dilimlişi portakal çeşidinde olduğu (%15-25) tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Lee ve Coates (2003) tarafından yapılan bir çalışmada da; Valensiya portakal sularının toplam karotenoit içeriğinde ısıl işlem uygulaması sonucu yaklaşık %10 oranında bir azalma olduğu belirlenmiştir. Gama ve Sylos (2007)'da; taze sıkılmış, konsantre edilmiş ya da ısıl işleme tabi tutulmuş portakal sularında toplam karotenoit miktarlarının sırasıyla 12.0 ± 6.7 mg/L, 10.4 ± 6.9 mg/L ve 9.9 ± 5.3 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulguların ışığında, ısıl işlem uygulaması sonucu portakal sularının toplam karotenoit içeriğinde bir azalma meydana geldiği ve bu durumun özellikle kararsız yapıdaki karotenoitlerin ısıl işlemin etkisiyle asidik ortamda diğer karotenoitlere izomerizasyonundan (Rodriguez-Amaya, 2000) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 4.13. Isıl işlem görmüş portakal sularında karotenoit bileşimindeki değişmelere ait ortalama değerler (ppm)

Karotenoit Bileşenleri	Sıcaklık (°C)	Portakal Çeşidi ve Karotenoit Bileşimi			
		Alanya Dilimlişi	Dörtüyl Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
α-Karoten	Kontrol	6.27 ^{c(1)}	2.78 ^f	8.99 ^a	5.11 ^d
	70	2.81 ^f	1.26 ^{hi}	6.99 ^b	2.89 ^f
	80	4.16 ^e	1.14 ^{hi}	6.10 ^c	1.79 ^g
	90	3.04 ^f	1.06 ⁱ	1.11 ^{hi}	1.38 ^h
β-Karoten	Kontrol	15.36 ^d	10.12 ^e	19.16 ^b	21.65 ^a
	70	10.43 ^e	5.56 ^f	16.65 ^c	19.35 ^b
	80	10.17 ^e	3.43 ^g	16.25 ^{cd}	18.58 ^b
	90	9.56 ^e	3.37 ^g	15.45 ^d	15.55 ^{cd}
β-Apo-8-karotenol	Kontrol	1.03 ^d	0.45 ^f	3.02 ^a	1.11 ^c
	70	0.81 ^e	0.23 ^g	1.17 ^c	1.00 ^d
	80	0.77 ^e	0.20 ^g	0.82 ^e	1.11 ^c
	90	0.25 ^g	0.11 ^h	0.12 ^h	1.35 ^b
Ksantofil	Kontrol	7.38 ^g	4.17 ⁱ	16.35 ^a	11.33 ^c
	70	6.78 ^h	3.34 ^j	9.01 ^f	10.08 ^d
	80	6.42 ^h	2.10 ^k	6.43 ^h	11.12 ^c
	90	4.30 ⁱ	2.21 ^k	9.59 ^e	12.77 ^b
β-kriptoksantin	Kontrol	1.32 ^f	0.46 ^j	1.58 ^c	1.34 ^{ef}
	70	1.44 ^{de}	0.42 ^j	1.41 ^{def}	1.84 ^b
	80	1.15 ^g	0.26 ^k	1.04 ^h	2.27 ^a
	90	0.83 ⁱ	0.24 ^k	1.49 ^{cd}	1.50 ^{cd}
Zeaksantin	Kontrol	1.50 ^c	0.40 ^h	1.21 ^e	1.62 ^{ab}
	70	1.21 ^e	0.25 ⁱ	0.83 ^f	1.42 ^d
	80	1.11 ^e	0.08 ^j	0.57 ^g	1.57 ^{bc}
	90	0.63 ^g	0.12 ^{ij}	0.93 ^f	1.72 ^a
Toplam Karotenoit	Kontrol	14.3 ^d	10.0 ^{efg}	31.8 ^a	9.4 ^{fgh}
	70	12.1 ^e	8.5 ^{gh}	30.1 ^{ab}	8.8 ^{fgh}
	80	11.8 ^e	8.3 ^{gh}	28.9 ^{bc}	8.2 ^{gh}
	90	10.8 ^{ef}	8.2 ^{gh}	27.5 ^c	7.3 ^h

(1) Tabloda aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Portakal sularındaki α -karoten miktarında ısıtıl işlem sonucu meydana gelen azalmanın istatistiksel anlamda önemli olduğu ($P < 0.05$) ve bu azalmanın 70°C 'de ısıtıl işlem uygulanan Alanya Dilimli, Dörtöl Yerli ve Kozan Yerli portakal suyu örneklerinde yaklaşık olarak %44-55, Finike Yerli portakal çeşitlerinde ise %23 oranında olduğu belirlenmiştir. 80°C 'de ısıtıl işlem uygulananlarda ise α -karoten miktarındaki azalmanın Dörtöl Yerli ve Kozan Yerli portakal sularında %59-65, Alanya Dilimli ve Finike Yerli portakal sularında ise %32-34 olduğu görülmüştür. 90°C 'de ısıtıl işlem uygulanan portakal sularında ise α -karoten miktarında azalmanın en fazla sırasıyla Finike Yerli (%87.65), Kozan Yerli (%72.99), Dörtöl Yerli (%61.87) ve Alanya Dilimli (%51.52)'nde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.13.).

β -karoten içeriği yönünden ise (Tablo 4.13.); 70°C , 80°C ve 90°C 'deki ısıtıl işlem uygulaması sonucu Dörtöl Yerli portakal çeşidindeki β -karoten miktarındaki azalmanın ısıtıl işlem koşullarına göre sırasıyla %45.06, %66.11 ve %66.70 olduğu belirlenmiştir. Dörtöl Yerli'den sonraki en fazla azalmanın da %32.10, %33.79 ve %37.76 oranıyla Alanya Dilimli portakal çeşidinde olduğu görülmüştür ($P < 0.05$). Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal sularında ısıtıl işlem sonucu β -karoten içeriğindeki azalmanın daha düşük olduğu ve ısıtıl işlem koşullarına göre %10.62-28.18 arasında değiştii tespit edilmiştir.

Tablo 4.13.'ün incelenmesiyle görülebileceği gibi; portakal sularının β -apo-8-karoten içeriğinde ısıtıl işlem uygulaması sonucu en fazla azalmanın Finike Yerli (%61-96) ve Dörtöl Yerli portakal çeşitlerinde olduğu görülmüştür ($P < 0.05$). Alanya Dilimli portakal suyu örneklerinde ise, 70°C ve 80°C 'deki β -apo-8-karoten içeriğinin sırasıyla %21 ve %25 azaldığı, ancak 90°C 'deki β -apo-8-karoten içeriğinde hızla bir azalma olduğu (%76) belirlenmiştir ($P < 0.05$). Buna karşın, Kozan Yerli portakal sularında β -apo-8-karoten içeriğinde, 70°C sıcaklıkta %10 oranında azalma görülürken yüksek sıcaklıklarda, özellikle 90°C 'deki ısıtıl işlem sonucu, %22 oranında bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, β -apo-8-karoten içeriğinin özellikle düşük sıcaklıklarda (70°C ve 80°C) ısıtıl işlem süresinin (120 saniye) uzunluğu sebebiyle azaldığı, yüksek sıcaklıklarda (90°C) ise sürenin daha kısa (15 saniye) olması sebebiyle arttığı şeklinde açıklanabilir. Bu durumun, ısıtıl

işlemin etkisiyle asidik ortamda karotenoitlerin izomerizasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Isıl işlem uygulaması sonucu portakal sularının ksantofil içeriğinin, özellikle Finike Yerli portakal çeşidinde %41-61 oranında azaldığı, bunu %20-50 ve %8-42 oranı ile sırasıyla Dört Yol Yerli ve Alanya Dilimli portakallarının izlediği ve bu azalmaların istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Kozan Yerli portakalında ise, ksantofil içeriğinde 70°C ve 80°C 'de sırasıyla %11 ve %2 oranında azalma olduğu, buna karşın, 90°C 'de %13 oranında bir artış olduğu görülmüştür (Tablo 4.13.). β -apo-8-karotenal'dekine benzer şekilde, ksantofil içeriğinin özellikle düşük sıcaklıklarda (70°C ve 80°C) ısıl işlem süresinin (120 saniye) uzunluğu sebebiyle azaldığı, yüksek sıcaklıklarda (90°C) ise sürenin daha kısa (15 saniye) olması sebebiyle bir arttığı şeklinde açıklanabilir. Dhuique-Mayer ve ark. (2007), portakal sularında 55°C 'de 15 dakikalık bir ısıl işlem sonunda ksantofillerde %30-60 arasında kayıp oluştuğunu ve ksantofiller içerisinde ısıl işlemde en az zarar gören karotenoitlerin zeaksantin ve lutein olduğunu saptamıştır.

β -kriptoksantin içeriği yönünden ise (Tablo 4.13.); Dört Yol Yerli portakalında önemli ölçüde kayıp olduğu ($P < 0.05$) ve ısıl işlem koşullarına göre (70°C , 80°C ve 90°C) β -kriptoksantin içeriğinin sırasıyla %8.7, %44 ve %48 oranında azaldığı belirlenmiştir. Alanya Dilimli ve Finike Yerli portakal çeşitlerinde ise, ısıl işlem koşullarına göre değişmekle birlikte, %6-37 oranında bir kayıp olduğu görülmüştür. Buna karşılık, Kozan Yerli portakal çeşidinde %12-69 oranında bir artış olduğu tespit edilmiştir.

Isıl işlem uygulaması sonucu portakal sularının zeaksantin içeriğinin, özellikle Dört Yol Yerli portakal çeşidinde %38-80 oranında azaldığı, Alanya Dilimli ve Finike Yerli portakallarında ise bu kaybın hemen hemen aynı değerlerde olduğu (sırasıyla %19-58 ve %23-53) olduğu tespit edilmiştir. Kozan Yerli portakal sularında zeaksantin içeriğinin 70°C ve 80°C 'de azaldığı (%3-12), buna karşın, 90°C 'de %6 oranında arttığı belirlenmiştir.

Lessin ve ark., (1997) tarafından yapılan bir çalışmada da, portakal suyu üretiminde ısıl işlemin etkisiyle provitamin A etkinliğine sahip karotenoitlerde (β -karoten, α -

karoten ve β -kriptoksantin) %36'lık bir kayıp olduğu belirlenmiştir. Gama ve Sylos (2007)'da, ısıl işlem uygulaması sonucu pastörize portakal sularında violaksantin (%38), lutein (%20), ζ -karoten (%14), β -karoten (%11), α -karoten (%13) ve zeaksantin (%9) içeriğinde kayıplar olduğunu belirtmiştir.

4.4.7. Isıl işlemin portakal sularının renk değerleri üzerine etkisi

Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularında uygulanan ısıl işlem sonucu renk değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.14.'de verilmiştir.

Tablo 4.14. Isıl işlem görmüş portakal sularında renk değerlerindeki değişimlere ait ortalama değerler

Renk Değerleri	Sıcaklık (°C)	Portakal Çeşitleri ve Renk Değerleri			
		Alanya Dilimlişi	Dörttyol Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
L*	Kontrol	42.41 ^{b(1)}	38.76 ^{efg}	40.02 ^{de}	47.74 ^a
	70	39.47 ^{def}	38.00 ^{fg}	40.51 ^{cd}	42.05 ^{bc}
	80	47.39 ^a	38.82 ^{efg}	38.85 ^{efg}	42.03 ^{bc}
	90	41.88 ^{bc}	37.74 ^g	38.70 ^{efg}	40.72 ^{cd}
a*	Kontrol	-8.84 ⁱ	-9.45 ^j	-7.96 ^h	-7.68 ^h
	70	-6.92 ^g	-5.97 ^{bcde}	-6.40 ^{def}	-6.59 ^{fg}
	80	-6.47 ^{efg}	-5.69 ^b	-5.92 ^{bcd}	-6.06 ^{bcde}
	90	-6.22 ^{cdef}	-4.81 ^a	-5.81 ^{bc}	-6.31 ^{def}
b*	Kontrol	30.88 ^c	29.63 ^c	33.15 ^b	44.98 ^a
	70	26.41 ^e	22.68 ^{gh}	25.95 ^e	28.01 ^d
	80	18.19 ⁱ	22.71 ^{gh}	24.13 ^{fg}	27.85 ^d
	90	23.01 ^{gh}	22.04 ^h	24.17 ^{fg}	25.06 ^{ef}
Chroma	Kontrol	30.62 ^c	30.33 ^c	33.45 ^b	45.65 ^a
	70	25.85 ^f	22.56 ^{gh}	27.11 ^e	28.81 ^d
	80	18.35 ⁱ	23.40 ^g	24.88 ^f	27.73 ^e
	90	22.99 ^g	21.68 ^h	25.42 ^f	27.26 ^e
Hue	Kontrol	73.92 ^{de}	72.94 ^e	76.45 ^{bc}	80.81 ^a
	70	74.70 ^{cde}	75.18 ^{cd}	76.04 ^{bcd}	76.74 ^{bc}
	80	68.72 ^f	76.06 ^{bcd}	76.00 ^{bcd}	77.71 ^b
	90	75.13 ^{cd}	77.78 ^b	76.14 ^{bcd}	77.48 ^b

(1) Tabloda aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Tablo 4.14.'ün incelenmesiyle görülebileceği gibi; taze portakal suyu örneklerine göre ısıtma işlemi görmüş portakal sularının parlaklığını ve açıklığını ifade eden L* ve rengin saflığını ve homojenliği ifade eden Hue değerlerinde belirgin bir farklılık olmadığı görülmüştür. Isıtma işlemi görmüş portakal sularında b* değerinin pozitif yönde, a* değerinin de negatif yönde olduğu ve bunun sonucunda rengin daha fazla sarı ve daha az kırmızı renk gösterdiği belirlenmiştir.

Isıtma işlemi görmüş portakal suları a* değeri yönünden kıyaslandığında ise, Dört Yol yerli portakal çeşidinde a* değerinin %37-49 oranında arttığı, dolayısıyla rengin sarıya yakın açık turuncu olduğu saptanmıştır. Diğer portakal çeşitlerinde de, ısıtma işlemi sonucu, a* değerinde artış olmakla birlikte, Dört Yol yerli portakal çeşidindekine göre daha az bir artış olduğu (%14-%30) saptanmıştır. b* değeri yönünden kıyaslandığında ise, Kozan Yerli portakal çeşidinde b* değerinin %37-44 oranında bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. Isıtma işlemi uygulaması sonucu diğer portakal çeşitlerinin b* değerinin arttığı, ancak bu artışın Kozan Yerli'ye göre daha düşük olduğu görülmüştür. Portakal sularında rengin yoğunluğunu ifade eden Chroma değerinin de b* değeri ile benzer sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir.

4.4.8. Isıtma işleminin portakal sularında hidroksimetilfurfural (HMF) oluşumu üzerine etkisi

Alanya Dilimli, Dört Yol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinden elde edilen portakal sularında ısıtma işlemi sonucu portakal sularında HMF değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.15.'de verilmiştir.

Tablo 4.15.'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi; taze sıkılmış portakal sularında (kontrol) HMF belirlenmemiştir. Uygulanan ısıtma işleminin şiddetine göre, süre ve sıcaklığa bağlı olarak portakal sularının HMF içeriklerinin arttığı, bu artışın özellikle sırasıyla Dört Yol Yerli (0.65-3.97 mg/L) ve Finike Yerli (0.81-2.84 mg/L) portakal sularında olduğu (P<0.05) tespit edilmiştir. Isıtma işlemi uygulanmış Alanya Dilimli ve Kozan Yerli portakal sularındaki HMF miktarlarının ise daha düşük olduğu (0.32-1.78 mg/L) görülmüştür. HMF değerlerindeki bu farklılığın nedeninin ısıtma işleminin yanı sıra özellikle portakal sularının asitliklerinden de kaynaklandığı ve titrasyon

asitliği en fazla olan (Tablo 4.2.) Kozan Yerli (1.26 g/100 mL) ve Alanya Dilimlisi (1.12 g/100 mL) portakal eşidinde HMF oluşumunun daha düşük kaldığı, buna karşın, asitlik değeri daha düşük olan Dörtıyol Yerli portakal çeşidinde (1.03 g/100 mL) HMF miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.15. Isıl işlem görmüş portakal sularında hidroksimetilfurfural (HMF) değeriindeki değışmelere ait ortalama değeri (mg/L)

Sıcaklık (°C)	Portakal eşitleri			
	Alanya Dilimlisi	Dörtıyol Yerli	Finike Yerli	Kozan Yerli
Kontrol	0 j(1)	0 j	0 j	0 j
70	0.97 f	0.65 h	0.81 g	1.78 c
80	0.32 i	0.81 g	1.13 e	1.78 c
90	1.13 e	3.97 a	2.84 b	1.46 d

(1) Tabloda aynı harfle belirtilen değeri arasındaki farklar, istatistiksel anlamda 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

BÖLÜM 5. SONUÇ

Yerli portakal çeşitlerimiz (Alanya Dilimli, Dört Yol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli) ve bunlardan elde edilen portakal sularının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bu özelliklerde ısı işlem sonucu meydana gelen değişmelerin araştırıldığı bu çalışmada, elde edilen bulguların bir arada değerlendirilmesiyle varılan düşünce, görüş ve sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

- Nicelik olarak, Yerli portakal çeşitlerimizden Dört Yol Yerli portakal çeşidinin meyve suyu randımanı (%60) ve SÇKM içeriği bakımından (13.75 °briks) diğer portakal çeşitlerine göre daha iyi özelliklere sahip olduğu,
- Meyve suyunun nitelikleri açısından ise; tat dengesi yönünden yerli portakal çeşitlerimizin arasında belirgin bir farklılığın olmadığı (12-14); renk açısından Kozan Yerli portakal sularının diğer portakal çeşitlerine göre daha açık renkli olduğu; Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularının Askorbik asit içeriklerinin 501-582 ppm arasında değiştiği; bulanıklık derecesi ve stabilitesi ile çökelen pulp miktarı gibi diğer bazı özellikler yönünden belirgin bir farklılığın olmadığı,
- Portakal sularının toplam karotenoid içeriklerinin 0.94-3.18 mg/100 mL arasında değiştiği ve toplam karotenoid içeriği bakımından Finike Yerli portakal çeşidinin öne çıktığı,
- Portakal sularında tanımlanan ve miktarı belirlenen karotenoidlerin (ksantofil, zeaksantin, β -apo-8-karotenol, α -kriptoksantin, β -kriptoksantin, α -karoten ve β -karoten) yaklaşık yarısının β -karoten'den meydana geldiği (%38.08-55.06) ve renk üzerinde önemli etkiye sahip olduğu

belirlenmiştir. Isıl işlem sonucu portakal sularının bazı özelliklerinde meydana gelen değişmeler birlikte incelendiğinde ise;

- Yerli portakal çeşitlerimizden elde edilen portakal sularının PME aktivitelerinde %95'lik bir azalmanın sağlandığı ısıtma koşullarının (süre-sıcaklık) 70 °C ve 80°C'de 120 saniyede, 90°C'de ise 15 saniye olduğu,
- Isıtma işlemi görmüş portakal sularının pH, titrasyon asitliği ve SÇKM içeriklerinde ısıtma işleminin belirgin bir etkisinin olmadığı, buna karşın toplam pektik madde, bulanıklık ve çökelen pulp miktarı değerlerinin azaldığı, görünür viskozite ve toplam fenolik madde miktarının ise arttığı,
- Isıtma işlemi uygulaması sonucu portakal sularında sitrik ve askorbik asit miktarlarının azaldığı, malik asit miktarının ise ısıtma işlemi uygulanmamış örneklere göre (kontrol) 3-9 kat arttığı,
- Alanya Dilimli ve Dört Yol Yerli çeşidine ait portakal sularının, glikoz, fruktoz ve sakaroz içeriğinin ısıtma işlemi uygulaması sonucu arttığı ve bu artışın özellikle 90°C'de 15 saniye süreyle ısıtma işlemi uygulananlarda daha fazla olduğu,
- Isıtma işlemi sonucu toplam karotenoid içeriğindeki azalmanın en az Finike Yerli portakal çeşidinde (%5-14), en fazla ise Alanya Dilimli'nde olduğu (%15-25),
- Portakal sularında ısıtma işleminin etkisiyle provitamin A etkinliğine sahip karotenoidlerde (β -karoten, α -karoten ve β -kriptoksantin) bir kayıp olduğu,
- Portakal sularında ısıtma işlemi sonucu (70 °C ve 80°C'de 120 saniyede, 90°C'de ise 15 saniyede); α -karoten miktarındaki kaybın sırasıyla %23-55, %32-65 ve %52-88 olduğu,
- Isıtma işlemi sonucu β -karoten'deki kaybın ise, Dört Yol Yerli portakal çeşidinde sırasıyla %45.06, %66.11 ve %66.70, Alanya Dilimli'nde %32.10, %33.79 ve %37.76, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal sularında ise β -karoten içeriğindeki azalmanın %10.62-28.18 arasında değiştiği,
- Dört Yol Yerli portakalında ısıtma işlemi koşullarına göre (70°C, 80°C ve 90°C) β -kriptoksantin içeriğindeki kaybın sırasıyla %8.7, %44 ve %48, Alanya Dilimli ve Finike Yerli portakal çeşitlerinde ise %6-37 olduğu, buna karşın Kozan Yerli portakal çeşidinde ise β -kriptoksantin içeriğinin %12-69 oranında arttığı,
- Isıtma işlemi görmüş portakal sularında b* değerinin pozitif yönde, a* değerinin de negatif yönde olduğu ve bunun sonucunda rengin daha fazla sarı ve daha az kırmızı

renk gösterdiği, portakal sularının parlaklığını ve açıklığını ifade eden L* ve rengin saflığını ve homojenliği ifade eden Hue değerlerinde önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Türkiye’de yetiştirilen portakal çeşitleri, genellikle sofralık olarak tüketilmekte ve sanayi tipinde olmadığından meyve suyuna işlemeye uygun değildir. Bu nedenle, üretilen portakallar meyve suyu endüstrisinde değerlendirilememekte ve ithal edilmek durumunda kalmaktadır. Ancak, turunçgillerin anavatanından biri olan ülkemizde yerli birçok portakal çeşidimiz bulunmakta ve bu çeşitlerin çoğu maalesef bilinmemekte ve tanınmamaktadır. Araştırmamız kapsamında incelenen yerli portakal çeşitlerimizden; Alanya Dilimli, Dört Yol Yerli, Finike Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinden elde edilen bulgulara göre; portakal suyu üretim teknolojisi açısından Dört Yol Yerli ve Kozan Yerli portakal çeşitlerinin üstün niteliklere sahip oldukları kanısına varılmıştır. Ayrıca, bu portakal çeşitlerinin yetiştirilmesinde gerek kültürel uygulamaların ve işleme tekniklerinin gerekse meyve suyu vb. ürünlere işlenmesi sırasında kullanılacak teknolojik işlemlerin elde edilecek ürünün kalitesinin iyileştirilmesinde önemli rol oynayacağı ve ekonomik açıdan daha yararlı olacağı kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

AGÓCS, A., NAGY, V., SZABÓ Z., MÁRK, L., OHMACHT, R., DELİ, J., Comparative study on the carotenoid composition of the peel and the pulp of different citrus species Innovative Food Science and Emerging Technologies., 8, 390–394, 2007.

ALTAN, A., Pastörize Portakal Suyu Üretiminde Ticari Pektinaz Preparatları Kullanılarak Verim ve Kaliteyi İyileştirme Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi. Doktora Tezi, 1981.

ALTAN, A., Çukurova Bölgesinde yetiştirilen Portakal Çeşitlerinin Meyve Suyuna İşlenmeye Uygunluk Durumları. Çukurova I. Tarım Kongresi, s.302-315, ADANA, 1991.

ALTAN, A., Çukurova Bölgesinde Yetiştirilen Beş Portakal Çeşidinin Meyve Suyu Teknolojisi Bakımından Önemli Bazı Özellikleri. Gıda Dergisi, 20 (4):215–225 1995.

ALTAN, A., KOLA, O., Yağ İşleme Teknolojisi. Bizim Büro Basımevi, ISBN: 978-605-89535-0-5. ANKARA; 257 sayfa 2009.

ANON, Official Methods of AOAC, 11th Ed. Ed: W. Horowitz.. AOAC Washington D.C. 1970.

ATTAWAY, J.A., CARTER, R.D., Some New Analytical Indicators of Processed Orange Juice Quality. Fla. State Hort. Soc. 84: 200–205, 1971.

BARTOLOME, A.P., RUPEREZ, P. AND FUSTER, C., Pineapple fruit:“Morphological Characteristics, Chemical Composition And Sensory Analysis Of Red Spanish And Smooth Cayenne Cultivars”. Food Chemistry, 53, 75-79, 1995.

BİÇGEL, N., Pastörizasyon sıcaklığının Kozan Misket ve Valensiya portakallardan üretilen meyve sularının kalitesi üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek lisans Tezi, 2008.

BURDURLU, H.S., KOCA, N., KARADENİZ, F., Degradation of Vitamin C in Citrus Juice Concentrates During Storage. Journal of Food Engineering 74:211–216, 2006.

CANBAŞ, A., ÜNAL, Ü. Adana’da Yetiştirilen Bazı Portakal Çeşitlerinin Şaraplık Değerleri Üzerinde Bir Araştırma. *Journal of Agricultural and Forestry*, 18, 1-7, 1991.

CEMEROĞLU, B., Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları. Biltav Yayıncılık, Ankara, 1992.

CEMEROĞLU, B., Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi.1.Cilt. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, S. 79–95, 2004.

CEMEROĞLU, B., Gıda analizleri. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, s.167–172, 2007.

CHUN, O.K., KIM, D., SMITH, N., SCHROEDER, D., HAN, J.T., LEE, C.Y., Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 85; 1715–1724 2005.

CORTEŞ, C., TORREGROSA, F., ESTEVE, M.J., FRÍGOLA, A., Carotenoid Profile Modification during Refrigerated Storage in Untreated and Pasteurized Orange Juice and Orange Juice Treated with High-Intensity Pulsed Electric Fields, *J. Agric. Food Chem.*, 54, 6247-6254, 2006.

CORTEŞ C., ESTEVE M. J., FRÍGOLA A., Color of orange juice treated by High Intensity Pulsed Electric Fields during refrigerated storage and comparison with pasteurized juice *Food Control*, 19, 151–158, 2008.

DEL CARO, A., PIGA, A., VACCA, V., AGABBIO M., Changes of Flavonoids, Vitamin C and Antioxidant Capacity in Minimally Processed Citrus Segments and Juices During Storage. *Food Chemistry*, 84:99–105, 2004.

DHUIQUE-MAYER, C., CARIS-VEYRAT, C., OLLITRAULT, P., CURK, F., AMIOT, M. J., Varietal and Interspecific Influence on Micronutrient Contents in Citrus from the Mediterranean Area. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53, 2140-2145, 2005.

DHUIQUE-MAYER, C., CARIS-VEYRAT, C., TBATOU, M., AMIOT, M. J., CARAIL, M., DORNIER, M., Thermal Degradation of Antioxidant Micronutrients in Citrus Juice: Kinetics and Newly Formed Compounds. 2007.

ESTEVE, M.J., FRÍGOLA, A., RODRIGO, C., RODRIGO, D., Effect of storage period under variable conditions on the chemical and physical composition and colour of Spanish refrigerated orange juices. *Food and Chemical Toxicology* 43 1413–1422, 2005.

FAO, Citrus Fruit Fresh and Processed Annual Statistics. CCP: CI/ST/2000 Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2003.

FAO, FAO Statistical Database, FAOSTAT Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://faostat.fao.org> 2008.

FANCIULLINO, A.L., CERCÓS, M., DHUIQUE-MAYER, C., FROELICHER, Y., TALÓN, M., OLLITRAULT, P., MORILLON, R. Changes in Carotenoid Content and Biosynthetic Gene Expression in Juice Sacs of Four Orange Varieties (*Citrus sinensis*) Differing in Flesh Fruit Color. *J. Agric. Food Chem.* 56; 3628–3638 2008.

FELLERS, P.J., DE JAGER, G., POOLE, M.J., Quality of Retail Florida-Packed Frozen Concentrated Orange Juice as Determined by Consumers and Physical and Chemical Analyses. *J. Food Sci.*, 51 (5) 1187-1190, 1986.

GAMA, J.J.T., SYLOS, C.M., Major Carotenoid Composition of Brazilian Valencia Orange Juice: Identification and Quantification by HPLC. *Food Research International*, 38, 899–903, 2005.

GAMA, J.J.T., SYLOS, C.M., Effect of thermal pasteurization and concentration on carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice. *Food Chemistry* 100, 1686–1690, 2007.

GARCIA, A.F., BUTZ, P., BOGNÀR, A., TAUSCHER, B., Antioxidative Capacity, Nutrient Content and Sensor Quality of Orange Juice and an Orange-lemon-carrot Juice Product after High Pressure Treatment and Storage in Different Packaging. *European Food Research Technology*, 213, 290–296, 2001.

GÖGÜS, F., DÜZDEMİR, C., EREN, S., Effects of Some Hydrocolloids and Water Activity on Nonenzymic Browning of Concentrated Orange Juice. *Nahrung/Food*. (6). 438 – 442, 2000.

HUYSKENS-KEIL S., PRONO-WIDAYAT H., LUDDERS P. AND SCHREINER M., Postharvest quality of pepino (*Solanum muricatum* Ait.) fruit in controlled atmosphere storage. *Journal of Food Engineering*. 77, 628–634, 2006.

IFFJP, Measurement of pH-value. International Federation of Fruit Juice Producers (IFFJP). IFFJP, Analyses No: 3, 1968a.

IFFJP, Determination of Titratable Acid. International Federation of Fruit Juice Producers (IFFJP). IFFJP, Analyses No: 3, 1968b.

IFFJP, Determination of Total Carotenoids and of β -carotene. International Federation of Fruit Juice Producers (IFFJP). IFFJP, Analyses No: 44, 1972.

IGUAL, M., GARCÍA-MARTÍNEZ, E., CAMACHO, M.M., AND MARTÍNEZ-NAVARRETE, N., Effect of thermal treatment and storage on the stability of organic acids and the functional value of grapefruit juice. *Food Chemistry*, 118, (2), Pages 291-299, 15 2010.

IŞIK, Ö., Pastörizasyon sıcaklığının Kozan Yerli ve Hamlin portakallardan üretilen meyve sularının kalitesi üzerine etkisi. Çukurova üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek lisans Tezi, 2008.

KARADENİZ, F., Main Organic Acid Distribution of Authentic Citrus Juices in Turkey. Turk J Agric For. 28, 267-271 © T.BÜTAK, 2004.

KEALEY, K.S., KINSELLA, J.E., Orange Juice Quality and Emphasis on Flavour Components. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 11: 1-40, 1979.

KELEBEK, H., CANBAS, A., SELLI, S., Determination of Phenolic Composition and Antioxidant Capacity of Blood Orange Juice Obtained from cvs. Moro and Sanguinello (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) Grown in Turkey. Food Chemistry, 107, 1710–1716, 2008.

KELEBEK, H., SELLI, S., CANBAS, A., CABAROĞLU, T., HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic compositions and antioxidant capacity of orange juice and orange wine made from a Turkish cv. Kozan. University of Cukurova, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 01330-Adana, Turkey Microchemical Journal 91, 187–192, 2009.

KLIMCZAK, I., MALECKA, M., SZLACHTA, M., GLISZCZYŃSKA-ŚWIGŁO, A., Effect of Storage on the Content of Polyphenols, Vitamin C and the Antioxidant Activity of Orange Juices. Journal of Food Composition and Analysis. 20, 313–322, 2007.

KIMBALL, D.A., Citrus Processing Quality Control and Technology. An AVI Book, Published by Von Nostrand Reinhold Newyork, USA, 1991.

KOLA, O., Limonin Acılığının “Amberlit XAD 16HP” ve “Dowex Optipore L285” Uygulamasıyla Giderilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 2005.

KOLA, O., Physical and Chemical Characteristics of the Ripe Pepino (*Solanum muricatum*) Fruit Grown in Turkey. Journal of Food, Agriculture & Environment, 8 (2), 168-171, 2010.

KUS, S., GOGUS, F., EREN, S., Hydroxymethyl Furfural Content of Concentrated Food Products. International Journal of Food Properties, 8, 367–375, 2005.

LEE, H.S., COATES, G.A., Thermal pasteurization effects on color of red grapefruit juices. Journal of Food Science, 64, 663–666, 1999.

LEE, H.S., CASTLE, W.S., Seasonal Changes of Carotenoid Pigments and Color in Hamlin, Earlygold, and Budd Blood Orange Juices. J. Agric. Food Chem. 49; 877-88, 2001a.

LEE, H.S., COATES, G.A., CASTLE W.S., High performance liquid chromatography for characterization of carotenoids in the new sweet orange (Earlygold) grown in Florida, USA . *Journal of chromatography A*, 913, 371-377, 2001b.

LEE, H. S., Characterization of carotenoids in juice of Red Navel orange (Cara Cara). *J Agric. Food Chem.* 49, 2563-2568, 2001.

LEE H.S., COATES G.A., Effect of thermal pasteurization on Valencia orange juice color and pigments. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol*, 36, 153–156, 2003.

LI, Z., SAWAMURA, M., KUSUNOSE, H., Rapid Determination of Furfural and 5-Hydroxymethylfurfural in Processed Citrus Juices by HPLC. *Agricultural Biological Chemistry*. 52(9): 2231-2234, 1988.

LESSIN, W.J., CATIGANI, G.L., & SCHWARTZ, S.J., Quantification of cis–trans isomers of provitamin A carotenoids in fresh and processed fruits and vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 3728–3732, 1997.

MCGUIRE, R., Reporting of objective colour measurements, *Hortic. Sci.*, 27, 1254–1255, 1992.

MELÉNDEZ-MARTINEZ J.A., VICARIO, I.M., HEREDIA, F.J., A Routine High-Performance Liquid Chromatography Method for Carotenoid Determination In Ultrafrozen Orange Juices. *J. Agric. Food Chem.* 51, 4219-4224, 2003.

MELÉNDEZ, A.J., BEJINES, E., VICARIO, I.M., HEREDIA, F.J., Vitamin C in Orange Juices determined by HPLC: Influence of the Wavelength of Detection. *Italian Journal of Food Science*. N, 1,(16) 79-85, 2004.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A.J., BRITTON, G., VICARIO, I.M., HEDERIA, F.J., Color and Carotenoid Profile of Spanish Valencia Late Ultrafrozen Orange Juice. *Food Research International*. 38, 931–936, 2005.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ A.J., VICARIO I.M., AND HEREDIA F.J., Carotenoids, Color, and Ascorbic Acid Content of a Novel Frozen-Marketed Orange Juice. *J. Agric. Food Chem.* 55, 1347-1355, 2007.

MELÉNDEZ-MARTINEZ J.A., BRITTON, G., VICARIO, I.M, HEREDIA, F.J., The Complex Carotenoid Pattern of Orange Juice from Concentrate. *Food Chemistry*, 109, 546-553, 2008.

OLSEN, R.W., MOORE, E.L., WENZEL, F.W., HUGGART, R.L., Oxidized Flavors in Frozen Citrus Concentrates. *The Citrus Industry*, 11-31, 1977.

ÖZSAN, M., BAHÇECİOĞLU, R., Akdeniz bölgesinde Yetiştirilen Turunçgil Tür ve Çeşitlerinin Değişik Ekolojik Şartlar Altında Gösterdikleri Özellikler Üzerinde Araştırmalar. 1-68, 1970.

POLYDERA, A.C., STOFOROS, N.G., TAOUKIS, P.S., Comparative Shelf Life Study and Vitamin C Loss Kinetics in Pasteurized and High Pressure Processed Reconstituted Orange Juice. *Journal of Food Engineering*, 60, 21-29, 2003.

POLYDERA, A.C., STOFOROS, N. G., TAOUKIS, P. S., Quality Degradation Kinetics of Pasteurised and High Pressure Processed Fresh Navel Orange Juice: Nutritional Parameters and Shelf Life. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, 1-9, 2005.

PROTEGGENTE, A. R., SAIJA, A., DE PASQUALE, A., RICE-EVANS, A.C., The Compositional Characterisation and Antioxidant Activity of Fresh Juices from Sicilian Sweet Orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) Varieties. *Free Radical Research*. Vol. 37 (6), pp. 681–687, 2003.

PUPIN, A.M., DENNIS, M.J., TOLEDO, M.C., HPLC analysis of carotenoids in orange juice. *Food Chemistry*. 64, 269-275, 1999.

RAPISARDA, P., TOMAINO, A., LO CASCIO, R., BONINA, F., DE PASQUALE, A., SAIJA, A., Antioxidant Effectiveness As Influenced by Phenolic Content of Fresh Orange Juices. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 47, 4718–4723, 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B., A guide to carotenoid analysis in foods. Washington, DC: International life Sciences Institute Press, p. 59, 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B., Factors influencing carotenoid composition in foods. In *The fourth international symposium on natural colorants* (pp. 258–263). Hamden, CT: The Hereld Organization, 2000.

ROUSEFF, R., Raley, L., Application of Diode Array Detection with a C-30 Reversed Phase Column for the Separation and Identification of Saponified Orange J. *Agric. Food Chem.* 44, 2176-2181, 1996.

SAÑ NCHEZ-MORENO, C., PLAZA, L., ANCOS, D.B., CANO P:M., Vitamin C, Provitamin A Carotenoids, and Other Carotenoids in High-Pressurized Orange Juice during Refrigerated Storage. *J. Agric. Food Chem.* 51, 647-653, 2003.

SADLER, G., DAVIS, J., and DEZMAN, D., Rapid Extraction of Lycopene and P-Carotene from Reconstituted Tomato Paste and Pink Grapefruit Homogenates. *Journal Of Food Science*, 55, 5, 1460-1461, 1990.

SAS, JMP® User's Guide, Version 9.1.3. Cary, NC.: SAS Inst Inc., 2002.

SCHLATTERER, J., BREITHAUPT, D.E., Cryptoxanthin Structural Isomers in Oranges, Orange Juice, and Other Fruits. *J. Agric. Food Chem.* 53, 6355-6361, 2005.

SENTANDREU, E., CARBONELL, L., CARBONELL, J.V., IZQUIERDO, L.,

Effects of Heat Treatment Conditions on Fresh Taste and on Pectinmethylesterase Activity of Chilled Mandarin and Orange Juices. *Food Science and Technology International*. 11, 217-222, 2005.

SHUI, G., AND LEONG, L.P., Separation and determination of organic acids and phenolic compounds in fruit juices and drinks by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 977, 89-96, 2002.

SINCLAIR, W.B., *The Orange. Its Biochemistry and Physiology*. University of California. Press. 475 p., Berkeley California, USA, 1961.

SOYSAL, Y., İşletme ölçeğinde çeşitli tıbbi ve aromatik bitkilerin kurutulmasına yönelik bir araştırma. Ç. Ü. Fen bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, Adana, 2000.

SWISHER, L.H., Lemon and limeade. Fruit and vegetable juice processing technology. Ed.by TRESLER, D.K., and JOSLYN, M.A.4, 125-154, 1971.

TAŞ, E., Modifiye atmosferde ambalajlanan Turunçgil (altıntop ve portakal) segmentlerinin duyuşal, mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal özellikleri ve raf ömürlerinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2007.

TING, S.V, ATTAWAY J.A., Citrus Fruits (Chapter 3). *Food Science and Technology, A Series of Monographs*. Eds. By Hulme, A C.1985

TING SV, ROUSEFF R.L., Citrus Fruits and Their Products, Analysis Technology, Marcel Dekker, Inc., New York, .293 p, 1986.

ÜSTÜN, N.Ş., Yerli Portakal Çeşitlerinin Karotenoit Yapıları Üzerinde Araştırmalar. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 1991.

ÜSTÜN, N.L., ŞAHİN, İ., Yerli Portakal Çeşitlerinin Karotenoit Yapıları Üzerinde Araştırmalar. *Doğa- Tr. J. O Agriculture and Forestry*, 17 939-952, 1993.

XU, G., LIU D., CHEN, J., YE, X., MAA, Y., SHI, J., Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. *Food Chemistry*. 106: 545–551, 2008.

YAĞMUR, C., Turunçgillerin Beslenmemizdeki Yeri ve Önemi, Sağlıkla İlişki. Türkiye Turunçgiller Kongresi Bildirileri, Adana 1997.

YILDIZ, F., Initial preparation, handling and distribution of minimally processed refrigerated (MPR) fruits and vegetables. In R. C. Wiley (Ed.), *Minimally processed refrigerated fruit and vegetables* (pp. 15–65). Orlando, FL, USA: Chapman and Hall, 1994.

ÖZGEÇMİŞ

Hamza BOZKIR, 10.06.1986 yılında Erzurum'da doğdu. İlköğretim eğitimini Erzurum'da lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2000–2003 yılları arasında Ali Dilmen Lisesi Fen Bölümünden mezun oldu. 2004 yılında başladığı Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünü 2008 yılında tamamladı. 2008 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı ve 2010 yılında mezun oldu.