

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENZİM UYGULAMASI VE PASTÖRİZASYON
İŞLEMİNİN KOZAN MİSKET PORTAKALINDAN ELDE
EDİLEN MEYVE SUYUNUN AROMA VE AROMA-AKTİF
BİLEŞİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Tezi Hazırlayan
Mehmet ERDOĞAN**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Kemal ŞEN**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Ağustos 2019
NEVŞEHİR**

KABUL VE ONAY SAYFASI

Dr. Öğr. Üyesi Kemal ŞEN danışmanlığında **Mehmet ERDOĞAN** tarafından hazırlanan “**Enzim Uygulaması ve Pastörizasyon İşleminin Kozan Misket Portakalından Elde Edilen Meyve Suyunun Aroma ve Aroma Aktif Bileşikleri Üzerine Etkileri**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

02082019

JÜRİ:

Başkan : Doç. Dr. Hasan TANGÜLER

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Kemal ŞEN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun...07.08.2019... tarih ve...48-480... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

07.08/2019
Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü.

TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kuralların sınırları içerisinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Mehmet ERDOĞAN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince akademik manada bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan, desteğini daima aldığım, çok kıymetli Sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Kemal ŞEN' e çok teşekkür ederim. Tezimin değerlendirilmesinde jüri olarak görev alan ve katkılarını sunan Sayın Doç. Dr. Hasan TANGÜLER'e ve Sayın Dr. Öğretim Üyesi Cem Okan ÖZER'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında desteklerini gördüğüm Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Desteklerini daima hissettiğim ve bugüne gelmemde maddi manevi büyük katkılar yapan çok değerli annem ve babama, beni bu süreçte hiçbir zaman yalnız bırakmayan canımdan kıymetli eşime ve varlığı ile gurur duyduğum kızım Derin'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ENZİM UYGULAMASI VE PASTÖRİZASYON İŞLEMİNİN KOZAN MİSKET PORTAKALINDAN ELDE EDİLEN MEYVE SUYUNUN AROMA VE AROMA AKTİF BİLEŞİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Mehmet ERDOĞAN

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

2019

ÖZET

Bu çalışmada, aroma artırıcı özelliği olan ve β -glikozidaz içeren ticari AR-2000 enzimi ve pastörizasyon işlemi uygulamasının Kozan Misket portakalından elde edilen meyve suyunun aroma ve aroma aktif bileşikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Serbest aroma maddelerinin ekstraksiyonu sıvı-sıvı, bağlı aroma maddelerinin ekstraksiyonu ise katı faz ekstraksiyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Portakal suyundaki aroma maddelerinin miktarlarının hesaplanmasında ve tanımlanmasında GC-FID ve GC-MS teknikleri kullanılmış, aroma aktif bileşiklerin tanımlamaları ise GC-O ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, ısıtılmış kontrol örneğinde 97 adet, ısıtılmış kontrol örneğinde 99 adet, ısıtılmış enzimli örnekte 99 adet, ısıtılmış ve enzim uygulanmış örnekte 101 adet serbest aroma bileşiği tanımlanmıştır. Tüm örneklerde 19 adet bağlı aroma bileşiği tespit edilmiştir. Portakal suyu örneklerinde toplamda 49 farklı aroma aktif bileşik tespit edilmiş ve bunların büyük kısmı terpen ve terpenol bileşikleridir. Aroma aktif bileşiklerin tanımlanan bileşikler dikkate alındığında, ısıtılmış uygulamasının bazı olumlu etkilerinin olmasının yanı sıra, bir takım olumsuz, istenmeyen kokuların da oluşumuna neden olduğu belirlenmiştir. Ticari enzim uygulamasının ise aroma aktif bileşikler üzerinde olumlu bir etki göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Portakal suyu, Pastörizasyon, β -glikozidaz, Aroma bileşikleri, Aroma aktif bileşikler

Tez Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kemal ŞEN

Sayfa Numarası: 64

**THE EFFECTS OF ENZYME APPLICATION AND PASTORIZATION ON
AROMA AND AROMA ACTIVE COMPOUNDS OF FRUIT JUICE OBTAINED
FROM KOZAN MISKET ORANGE**

(M. Sc. Thesis)

Mehmet ERDOĞAN

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

2019

ABSTRACT

In this study, the effects of commercial AR-2000 contained β -glycosidase enzyme and pasteurization processing on the aroma and aroma active compounds of orange juice obtained from Kozan Misket were investigated. Extraction of free aroma compounds was carried out by liquid-liquid extraction method, while extraction of bound aroma compounds was performed by solid phase extraction method. GC-FID and GC-MS techniques were used in the calculation and identification of the aroma compounds in orange juice, and the identification of the aroma active compounds was performed by GC-O. As a result of the analyzes, 97 free aroma compounds were identified in the control sample without heat treatment, 99 in the control sample with heat treatment, 99 in the non-heat treated enzyme sample and 101 in the heat treated enzyme sample. 19 bound aroma compounds were detected in all samples. A total of 49 different aroma-active compounds were identified in the orange juice samples, most of which formed terpene and terpene compounds. When the aroma active compounds are taken into consideration, it has been found that heat treatment has some positive effects as well as some negative, unwanted odors. Commercial enzyme application showed a positive effect on the aroma active compounds.

Keywords: Orange juice, Pastorization, β -glycosidase, Aroma compounds, Aroma active compounds

Thesis Supervisor: Assist. Prof. Dr. Kemal ŞEN

Page Number: 64

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
RESİMLER LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
BÖLÜM 1	1
1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2	4
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Glikozidaz Enzimlerinin Aroma Zenginleştirmede Kullanılması.....	4
2.2. Isıl İşlem Uygulamasının Portakal Suyu Üzerindeki Etkileri.....	8
2.3. Narenciye Ürünlerinde Aroma ve Aroma Aktif Bileşikler.....	9
BÖLÜM 3	14
3. MATERYAL VE METOT	14
3.1. Materyal	14
3.2. Metot	14
3.2.1. Uygulanan Teknolojik İşlemler.....	14
3.2.2. Portakal Suyu Üzerinde Yapılan Analizler	15
3.2.2.1. Serbest ve Bağlı Aroma Maddeleri Analizleri	15
3.2.2.1.(1). Temsili (Representative) Test Yöntemiyle Ekstraksiyon Çözgeninin Seçimi.....	16

3.2.2.1.(2). Serbest Aroma Maddelerinin Ekstraksiyonu.....	19
3.2.2.1.(3). Bağlı Aroma Maddelerinin Ekstraksiyonu.....	19
3.2.2.2. GC-FID, GC-MS ve GC-O koşulları	22
3.2.2.3. Aroma Maddelerinin Miktarlarının Hesaplanması	23
3.2.2.4. Portakal Suyu Örnekleri Üzerinde Yapılacak Diğer Analizler.....	24
3.2.2.5. Aroma Profil Analizi.....	24
3.2.2.6. Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler.....	25
BÖLÜM 4	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	26
4.1. Kozan Misket Portakalının Fizikokimyasal Özellikleri.....	26
4.2. Kozan Misket Portakal Suyu Örneklerinin Serbest Aroma Bileşimi.....	27
4.3. Kozan Misket Portakal Suyu Örneklerinin Bağlı Aroma Bileşimi.....	36
4.4. Aroma Profil Analizleri.....	39
4.5. Portakal Suyu Örneklerinde Belirlenen Aroma Aktif Bileşikler	41
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	50
KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ	64

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. β -glukozidaz enziminin meyve ve şaraplardaki aroma maddeleri üzerine etkisi.....	7
Tablo 3.1. Kayısı örnekleri için yapılan benzerlik testi ve aroma yoğunluk testi sonuçları	18
Tablo 4.1. Portakal Suyunun Fizikokimyasal ve Kimyasal Özellikleri	26
Tablo 4.2. Kozan Yerli Çeşidine ait işlem uygulanmış ve uygulanmamış portakal suyu örneklerinin serbet aroma bileşimi.....	28
Tablo 4.3. Kozan Yerli Çeşidine ait işlem uygulanmış ve uygulanmamış portakal suyu örneklerinin bağlı aroma bileşimi	36
Tablo 4.4. Portakal suyu örneklerinin aroma profili.....	39
Tablo 4.5. Portakal suyu örneklerinin aroma aktif bileşikleri.....	41

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Bitkilerde glikozid yapılı bağlı olan aroma maddelerinin yapısı.....	5
Şekil 2.2. Bağlı aroma maddelerinin enzimatik olarak parçalanması.....	6
Şekil 3.1. Portakal suyu üretimi akış diyagramı.	15
Şekil 3.2. Serbest aroma maddelerinin ekstraksiyonu	19
Şekil 3.3. Bağlı aroma maddelerinin ekstraksiyonu.....	21
Şekil 3.4. Aroma profil analizi formu.	25
Şekil 4.1. Portakal suyu örneklerinin serbest aroma bileşimi açısından temel bileşen analizi ile karşılaştırılması	36
Şekil 4.2. Portakal suyu örneklerinin bağlı aroma bileşimi açısından temel bileşen analizi ile karşılaştırılması.....	39
Şekil 4.3. Kontrol örneğinin aroma profil analizi diyagramı	40

RESİMLER LİSTESİ

Resim 3.1. Kağıt koklama çubukları.....	17
Resim 3.2. Kahverengi cam şişeler.....	17
Resim 3.3. Bağlı aroma maddelerinin ekstraksiyonu.....	22



SİMGELER VE KISALTMALAR

GC	:	Gaz Kromatografisi
MS	:	Kütle spektrometresi
O	:	Olfaktometri
FID	:	Alev iyonlaşma dedektörü
AEDA	:	Aroma ekstraktı seyreltme analizi
PCA	:	Temel bileşen analizi
HS-SPME	:	Tepe boşluğu-katı faz mikro ekstraksiyon
GC-O	:	Gaz kromatografisi Olfaktometri
GC-FID	:	Gaz kromatografisi alev iyonlaşma dedektörü
OAV	:	Aroma aktiflik değeri

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Latince ismi *Citrus sinensis* olan portakal, narenciye ürünleri içindeki önemli meyvelerden biridir. Portakalın taze olarak tüketimi yaygın olmakla birlikte, meyve suyu, konsantre, reçel, marmelat, şarap gibi birçok ürüne de işlenebilmekte ve kabuklarından da esans elde edilebilmektedir. Günümüzde gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede işlenmiş narenciye sularının tüketimi giderek artmaktadır. Bununla birlikte, gelişmiş işleme tesislerinin bulunması, tüketiminin daha kolay olması, nakliye ve depolama koşullarının uygun olması gibi faktörler işlenmiş narenciye ürünlerinin tüketimini kolaylaştırmaktadır [1, 2].

2019 yılı itibariyle dünya yaş meyve sebze üretiminin yaklaşık % 20'sini narenciye ürünleri oluşturmaktadır. Dünyada yine aynı yıl itibariyle 133 milyon ton olan narenciye meyvelerinin üretimi, 9.3 milyon hektar alanda yapılmıştır. Portakal dünyada 73.3 milyon ton ile narenciye meyveleri üretiminin yaklaşık % 55'ini oluşturmaktadır. 2019 yılı verilerine göre, 2017 yılında dünyada toplam portakal üretimi 73.3 milyon ton olarak gerçekleşmiş, en fazla portakal üreten üç ülke ise sırasıyla Brezilya (17.5 milyon ton), Çin (8.6 milyon ton) ve Hindistan (7.7 milyon ton) olmuştur. Türkiye 1.95 milyon tonluk portakal üretimi ile 9. sırada yer almakta, dünyada portakal üretiminin yaklaşık % 2.7'lik kısmını karşılamaktadır. Dünyada 2016 yılı verilerine göre, Brezilya ve ABD ürettikleri portakalların % 75- 88'ini portakal suyuna işlemektedir. 2016 yılında 7.4 milyon ton portakal suyu üretilmiştir. Yine bu dönemde Brezilya 1.4 milyon ton portakal suyu üretirken, ABD'nin üretimi 560 bin ton olarak gerçekleştirmiştir [3].

Ülkemizde elma, kayısı, şeftali, vişne, portakal, üzüm ve nar başta olmak üzere birçok meyve, meyve suyuna işlenmektedir. Ancak bunlar arasında, ülkemizin portakal suyu ve konsantresi üretiminin dünyadaki payı % 1 düzeyindedir [3, 4].

2017 yılı itibariyle Türkiye'nin narenciye üretiminin % 41'ini portakal, % 33'ünü mandarin, % 21'ini limon, % 6'sını ise altıntop oluşturmaktadır [3]. Üretimde büyük payı Akdeniz Bölgesi almakta ve bu bölgede narenciye üretiminin yaklaşık %70'i Çukurova'da gerçekleşmektedir [2]. Ülkemizde üretilen portakallar arasında en

büyük payı Navel cinsi (yaklaşık %50'si) portakallar almaktadır. Yafa cinsi portakallar ise üretimin yaklaşık %10'unu oluşturmakta, %35–40 kadarını ise diğer portakal cinsleri (Valencia, Dört Yol Yerlisi, Kozan Yerlisi, Alanya Yerlisi vs.) meydana getirmektedir [5]. Ülkemizde en fazla Valensiya, Navel, Shamouti, Hamlin, Kan Portakalları ve Yerli Çeşitler (Dört Yol Yerlisi, Kozan Yerlisi, Alanya Yerlisi) portakal suyu ve konsantresine işlenmektedir. Bu çeşitler portakal suyu ve konsantresine işleniyor olmasına rağmen, ülkemizde nitelik ve miktar bakımından meyve suyu endüstrisine uygun portakal çeşitleri yetiştirilmemekte ve bu özellikler açısından portakal suyu ve konsantresi üretimi yetersizdir [1].

Ülkemizin narenciye üretimi yapılan en önemli merkezlerinin başında Adana ili gelmektedir. Ülkemizdeki narenciye üretiminin %30'undan fazlası Adana ilinde gerçekleştirilmektedir. Bu üretimin yaklaşık 400.000 tonu portakaldır. Ülke ekonomisi için önemli bir yere sahip olan narenciye üretimi ve ürünlerinin değerlendirilmesi konusunda son yıllarda diğer tüm tarım ürünlerinde olduğu gibi büyük sıkıntılar yaşamaktadır. Bu bağlamda, ülkemizde üretilen narenciye ürünleri maliyetinin altında satılmakta, birçok narenciye bahçesinde ürünler dalında çürümeye terk edilmekte ve alıcı bulamamaktadır. Bunun en temel nedenlerinden biri narenciye üreticileri ile işleme sanayi arasındaki zayıf ilişkidir. Narenciye üretimine istikrarlı bir talep yaratmak için meyve suyu işleme sanayinin teşvik edilmesi son derece önemlidir. Narenciye ürünlerinin ülkemizdeki standardizasyonu, paketlenme tesislerinin sayısı, konserve üretimi, meyve suyu ve konsantresine üretimi oldukça düşüktür [6]. Dünya'da meyve suyu endüstrisi yıllık 10 milyar \$'ı aşan ticaret hacmi ile tarımsal ekonomi bakımından önemli bir paya sahiptir [7]. Tüm bunlar dikkate alındığında, portakal suyu üretiminde ve ticaretinde ülkemizin diğer ülkelerle rekabet edebilmesi için öncelikle kaliteye önem vermesi gerekmektedir.

Tüketici açısından kalite denildiğinde ilk akla gelen görünüş, renk, tat ve aroma gibi duyuşal özelliklerdir. Bu özellikler içerisinde aromanın önemli bir yeri vardır [8]. Bu maddeler genel olarak burun ve geniz yoluyla algılanır ve lezzet üzerinde etkili olurlar. Meyvelerde ve işlenmiş ürünlerde genellikle düşük miktarlarda bulunan bu uçucu bileşiklerin konsantrasyonunu etkileyen başlıca faktörler çeşit, iklim koşulları, olgunlaşma, bölge ve işleme tekniğidir [9]. Aroma maddeleri meyvelerde diğer bileşiklere göre çok düşük miktarlarda bulunmalarına rağmen meyvenin kendine özgü duyuşal özelliğini belirlerler. Meyvelerde aroma maddeleri aldehitler, yüksek alkoller,

ketonlar, esterler, laktonlar ve terpenler gibi çeşitli kompleks gruplardan oluşur [10] ve bu maddeler GC veya GC-MS gibi enstrümental cihazlarla kalitatif ve kantitatif olarak hassas bir şekilde belirlenebilir. Meyvelerde aroma maddeleri serbest halde bulunduğu gibi bağlı yapıda da bulunabilmektedir. Serbest aroma maddeleri uçucu ve koku veren özellikte iken bağlı aroma maddeleri genellikle meyvede bazı bileşiklerin yapısında (şeker, fenolik asit, karotenoid vb.) yer alırlar ve bağlı haldeyken kokusuz özellikte bulunurlar [11–13]. Bağlı aroma maddeleri üzüm, kayısı, şeftali, sarı erik, ayva, vişne, kivi, papaya, ananas, mango, ahududu ve çilek gibi bir çok meyvede bulunurlar [14]. Bu bileşikler enzimatik yolla serbest hale geçebilmektedir. Çeşit ve ürün işleme sırasında uygulanan işlemler bu bileşiklerin yapısı ve miktarı üzerinde etkili olmakta ve son ürünün duyu kalitesini etkilemektedir [15].

Bu çalışmada, Kozan Misket portakalından elde edilen meyve suyuna, aroma artırıcı özelliği olan ve β -glikozidaz içeren ticari AR-2000 enzimi ve pastörizasyon işlemi uygulanmış ve bu işlemlerin meyvenin aroma ve aroma aktif bileşikler üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

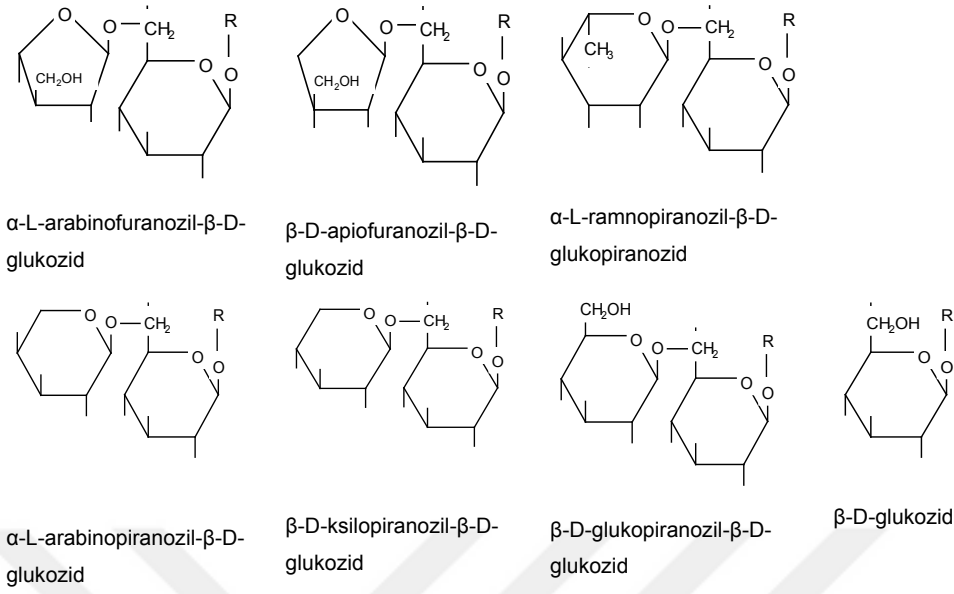
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Glikozidaz Enzimlerinin Aroma Zenginleştirmede Kullanılması

Meyvelerde aroma maddeleri, serbest ve bağlı halde bulunurlar. Bağlı aroma maddeleri genellikle meyvede şeker, fenolik asit, karotenoid gibi bazı bileşiklerin yapısında bulunurlar. Genellikle glikozid yapıda bulunan, meyvelerde ve bitkilerde tanımlanmış bağlı aroma maddeleri yüksek kompleks yapıya ve özellikle aglikon kısımları ile ilgili bir çeşitliliğe sahiptir [14]. Glikozid yapı şeker ve aglikon olmak üzere iki kısımdan oluşur. Aglikon kısım terpenoller, aromatik alkoller, norizoprenoidler ve uçucu fenoller gibi aroma maddelerini içerirken, şeker kısmı arabinoz, ramnoz ve glikozdan oluşmaktadır[16–19].

Bitkilerde bağlı aroma maddeleri;

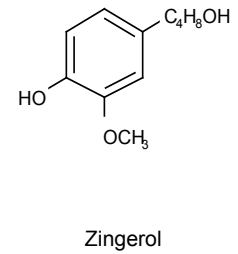
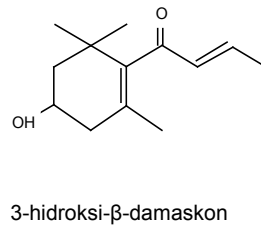
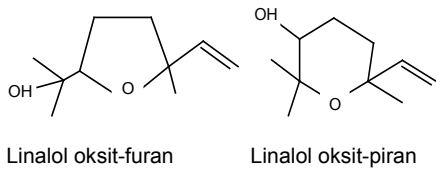
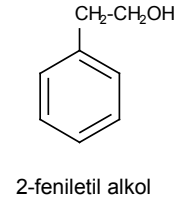
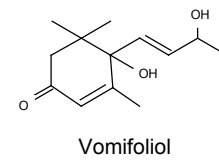
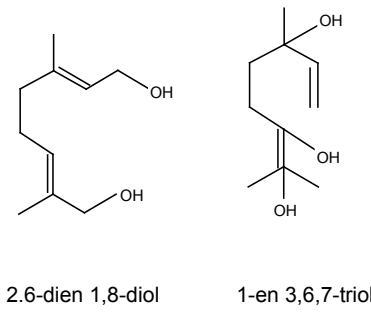
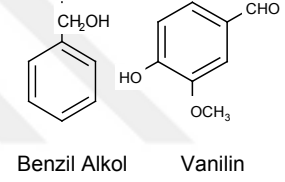
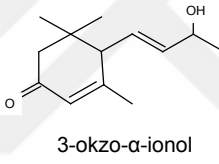
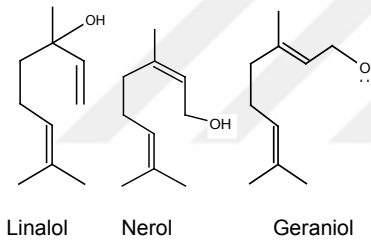
- 6-*O*- α -L-arabinofuranozil- β -D-glukopiranozidler,
- 6-*O*- α -L-arabinopiranozil- β -D-glukopiranozidler,
- 6-*O*- α -L-ramnopiranozil- β -D-glukopiranozidler (rutinozid),
- 6-*O*- β -D-glukopiranozil- β -D-glukopiranozidler,
- 6-*O*- β -D-apiofuranozil- β -D-glukopiranozidler ve
- 6-*O*- β -D-ksilopiranozil- β -D-glukopiranozidler olarak bulunur (Şekil 2.1).



R=OH = Monoterpenler

C13-Norizoprenoidler

Uçucu Fenoller

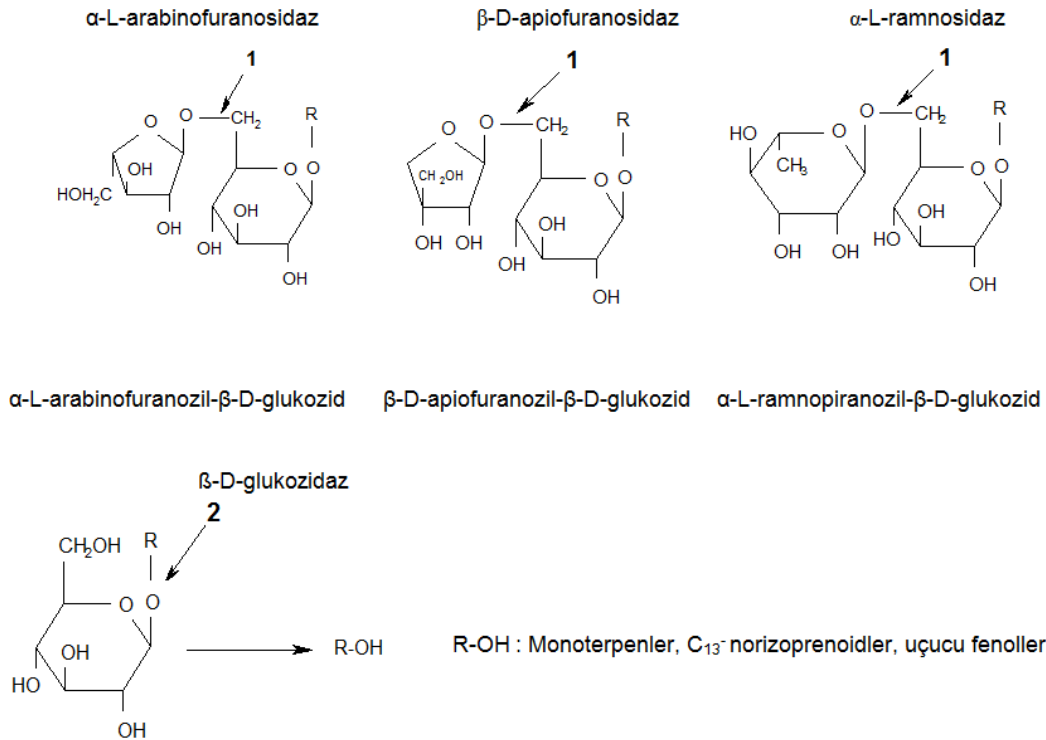


Şekil 2.1. Bitkilerde glikozid yapılı bağlı olan aroma maddelerinin yapısı [14].

Teknolojik olarak bakıldığında bağlı aroma maddeleri, aromanın zenginleştirilmesi için önemli bir potansiyel kaynaktır. Bağlı aroma maddeleri enzimatik yolla serbest hale geçebilmektedir. Ancak meyvenin yapısında bulunan glikozidaz aktivitesi (β -glikozidaz, α -arabinozidaz, α -ramnozidaz) yetersiz kalmakta meyvedeki glikozid yapı parçalanamamakta ve dolayısıyla bağlı aroma maddelerinden yeterince yararlanılamamaktadır [11, 21]. Meyvelerde glikozid olarak bağlı olan aroma maddelerinin serbest hale geçirilmesi ile işlenen üründe aroma miktarında 2-8 kata kadar bir artış sağlanabilmekte ve dolayısıyla ürün kalitesi iyileştirilebilmektedir. Bu nedenle meyve suyu ve alkollü içecekler gibi işlenmiş ürünlerde ekzojen glikozidazların kullanımı yoluyla aromanın artırılması önemli bir teknolojik yoldur [14].

Bağlı aroma maddelerinin enzimatik parçalanması Şekil 2.2'de görüldüğü gibi ardışık olarak iki aşamada gerçekleşmektedir [14].

- α -arabinofuranozidaz ve α -ramnopiranozidaz ya da β -apiofuranozidaz enzimlerinin aktivitesi sonucu şekerlerle (arabinoz, ramnoz veya apioz) β -D-glikozid birbirinden ayrılır ve
- β -D-glikozidlere bağlı bulunan monotерpenler, aromatik alkoller ve uçucu fenoller β -glikozidaz enziminin aktivitesi sonucu serbest hale geçer.



Şekil 2.2. Bağlı aroma maddelerinin enzimatik olarak parçalanması [14].

Glikozidaz enzimlerinin meyvelerde glikozid olarak bağı olan aroma maddelerinin serbest hale geçirilmesi ile ilgili bir çok çalışma yapılmıştır. Bunlar içerisinde 1991 yılında Krammer ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada kayısı, şeftali ve sarı erikteki glikozidik olarak bağı olan aroma maddeleri belirlenmiştir. Araştırmacılar kayısı örneklerinde 41, şeftali örneklerinde 43 ve sarı erik örneklerinde ise 31 farklı aroma bileşiği tespit etmişlerdir [21]. Bir başka çalışmada Gueguen ve arkadaşları (1996), serbest halde ve immobilize olarak kullandıkları β -glikozidaz enziminin kayısı suyunda linalol, α -terpineol, 2-feniletanol, γ -terpinen ve α -pinen bileşiklerinin ortaya çıkmasında etkili olduğunu, serbest halde ve immobilize olarak uygulanan β -glikozidaz enzimlerinin etkinlikleri arasında önemli bir farkın olmadığını bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar immobilize olarak β -glikozidaz enzimini şeftali, elma, kiraz, portakal, çilek, mango, kivi ve çarkıfelek meyvesi ile Sauvignon blanc ve Chardonnay şarapları üzerinde de denemişler ve kontrol örneklerine göre enzim uygulanan örnekler arasında bazı aroma bileşiklerinde bir miktar artışın meydana geldiğini bildirmişlerdir [22]. Aroma maddelerindeki bu artış Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. β -glikozidaz enziminin meyve ve şaraplardaki aroma maddeleri üzerine etkisi [22]

	α -terpineol		linalol		geraniol		benzil alkol		2-feniletanol	
	($\mu\text{g/kg}$)		($\mu\text{g/kg}$)		($\mu\text{g/kg}$)		($\mu\text{g/kg}$)		($\mu\text{g/kg}$)	
	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E
Meyveler										
Şeftali	130	260	300	420	50	840	150	1120	110	230
Elma	-	-	170	250	10	250	-	-	110	200
Kiraz	-	-	480	1180	-	-	2600	3700	-	-
Portakal	-	-	110	870	-	-	-	200	-	-
Çilek	-	-	100	700	-	-	-	180	130	900
Mango	-	-	100	1300	-	-	-	50	-	-
Kivi	100	300	1500	1500	-	-	-	-	-	100
Çarkıfelek	3700	3700	1800	2000	-	-	2500	5000	-	-
Şaraplar										
Sauvignon	-	-	20000	20000	140	180	460	1200	-	-
Chardonnay	-	-	23100	25000	-	-	360	970	-	-

K : Kontrol örneği; E : Enzim uygulanmış örnek

2.2. Isıl İşlem Uygulamasının Portakal Suyu Üzerindeki Etkileri

Meyve sularında ısıl işlem, bozulmaya neden olan mikroorganizmaları yok etmek ve ayrıca meyve suyundaki bulanıklığı dengesizleştiren ve depolama sırasında meyve suyu kalitesini azaltan enzimleri etkisiz hale getirmek için kullanılır [23]. Yüksek sıcaklık-kısa süreli ısıl işlemler uygulansa bile, meyve suyu aromasında, doğal halinden farklı olarak özellikle aldehitler ve esterler gibi uçucu maddelerde değişimler meydana gelmekte ve uygulanan ısıl işlem sonucunda meyve suyunun aroması, yeni uçucu bileşiklerin veya öncül bileşiklerin oluşumundan dolayı değişmektedir [24]. Portakal suyu ısıtıldığında, kabuktan geçen esansiyel yağ bileşiklerini, fenolik bileşikleri, şekerleri, amino asitleri, lipidleri, askorbik asidi ve kükürtlü bileşikleri içeren karmaşık bir kimyasal reaksiyonlar dizisi başlar. Bu reaksiyonlarda meydana gelen ürünlerinin çoğu, oksijen, kükürt ve azot içeren bileşiklerden oluşur. Aldehitler, ketonlar ve alkoller gibi kuvvetli oksijen potansiyeline sahip aroma maddelerinin çoğu, doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonu sonucunda meydana gelir. Isıl işlem ile meyve suyunda, terpenlerin asit katalizörlü hidrasyonundan oluşan R-terpineol, sinnamik asitin degradasyonundan meydana gelen aromatik aldehitler ve alkoller, karbonhidratların bozunması ile oluşan furanaldehitler, furanonlar ve diğer Maillard bileşikleri ve serbest amino asitlerin parçalanması ile meydana gelen Strecker aldehitleri gibi bir dizi alkol ve aldehit grubunun oluşum hızı artar. Her ne kadar kükürtlü bileşikler biyokimyasal ve enzimatik yolların bir sonucu olarak doğal ürünlerde oluşsa da, ısıl işlem ile gıdalarda birçok önemli kükürtlü aroma bileşiği meydana gelir. Kükürtlü aroma bileşiklerinin temel kaynağı sistein, sistin ve metiyonin gibi kükürt içeren amino asitlerdir [25].

Geleneksel pastörizasyon işlemi portakal suyunun tadını olumsuz yönde etkileyebildiği için, portakal suyu üzerinde aşağıda belirtildiği şekilde farklı ısıl işlemler denenmiştir. Leizeron ve Shimoni (2005) yaptıkları bir çalışmada, omik ısıtmanın geleneksel olarak pastörize edilmiş portakal suyuna kıyasla portakal suyunun kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, omik ısıtma ile elde edilen portakal suyunda, geleneksel pastörizasyon ile elde edilen portakal suyuna göre aroma konsantrasyonunun daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada yapılan duyu analizler sonucunda panelistler, taze ve pastörize edilmiş numuneler ile

pastörize edilmiş ve omik ısıtma ile elde edilmiş portakal suları arasındaki farkları kolaylıkla tespit etmişler, ancak aynı panelistler taze ve omik ısıtılmış portakal suyu arasında ayrımı yapmakta zorlanmışlardır. Bu çalışma sonucunda araştırmacılar, omik ısıtma işlemi ile doğal portakal suyunun duyuşal özelliklerinin çoğunu koruduğunu ve bu uygulama ile mikrobiyal ve enzimatik aktivitenin gerekli seviyelere indiğı bir portakal suyunun elde edilebileceğini bildirmişlerdir [26]. Min ve arkadaşları (2003), ticari ölçekte vurgulu elektrik alan işlemi uygulanan portakal sularının mikrobiyal, beslenme, lezzet ve duyuşal özellikler bakımından Leizeron ve Shimoni'nin (2005) yaptığı çalışma ile benzer sonuçlar elde etmişlerdir [27].

Baxter ve arkadaşları (2005) ise yaptıkları bir çalışmada, Navel cinsi portakallardan elde edilen meyve suyu üzerinde yüksek basınç işlemi uygulamışlardır. Araştırmacılar GC-MS analizi sonucunda, geleneksel pastörizasyon işlemi uygulanan portakal suları ile yüksek basınç uygulanan portakal sularında bulunan 20 temel aroma bileşiminin miktarları arasında belirgin bir fark tespit edememişlerdir [28].

Foley ve arkadaşları (2002) ile Fan (2004) tarafından yapılan çalışmalarda gama ışınımı kullanımıyla portakal suyularında pastörizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Her iki çalışma sonucunda da, mikroorganizmaları kontrol etmek için gerekli olan gama ışınımının yüksek dozlarda kullanımı, ürünü kabul edilemez kılan kötü koku oluşumuna sebep olmuştur. Işınlanmış portakal suyunda bu koku kusurlarından sorumlu olan kükürtlü bileşiklerin bazıları, dimetil sülfid (lahana benzeri koku), dimetil disülfür (soğan benzeri, lahana benzeri koku), metanetil (lahana benzeri) ve dimetil trisülfid (lahana benzeri koku) olarak tespit edilmiştir [30, 31].

2.3. Narenciye Ürünlerinde Aroma ve Aroma Aktif Bileşikler

Fan ve ark. (2009), yaptıkları bir çalışmada portakal suyunun serbest ve bağı aroma maddeleri üzerine fermantasyonun etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar serbest aroma maddelerini katı faz mikroekstraksiyon yöntemi ile, bağı aroma maddelerini ise Amberlit-XAD-2 reçinesini kullanarak ekstrakte etmişler ve bu bileşiklerin hidrolizinde ise β -glikozidaz enzimini kullanmışlardır. Portakal suyunda toplamda 31 adet serbest ve 11 adet bağı aroma maddesinin tespit edildiğı bu çalışmada etil-3-hidroksi-hekzanoat ve cis-carveol bileşikleri hem serbest hem de bağı formda

tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, Jincheng portakalından elde edilen meyve sularında serbest ve bağlı aroma maddelerini de belirlemişlerdir. Bu portakal çeşidinde ise 26 adet serbest ve 11 adet bağlı aroma bileşiğini tanımlanmıştır. Serbest aroma maddeleri içerisinde terpenlerin ve aldehitlerin temel aroma gruplarını oluşturdukları, bağlı aroma maddelerinde ise benzenik bileşiklerle hidrosil esterlerin ön plana çıktığı bildirilmiştir [31].

Fan ve ark. (2011) yaptıkları bir diğer çalışmada portakal suyundaki bağlı aroma maddeleri üzerine immobilize β -glikozidaz enzimini etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada serbest β -glikozidaz enziminin kullanıldığı örneklerde 13 adet, immobilize β -glikozidaz enziminin kullanıldığı örneklerde ise 6 adet bağlı aroma bileşiği tespit edilmiştir [32].

Moshonas ve Shaw (1997), yapmış oldukları bir çalışmada pastörize ve taze Valensiya portakal suyunun aroma bileşimini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar pastörize edilen örneklerde istenmeyen bir aroma bileşiği olan oktanoik asit miktarının arttığını ve bu örneklerde tanımlanamayan bir çok bileşiğin oluştuğunu bildirmişlerdir. Ayrıca pastörizasyon işleminin belirgin bir biçimde portakal suyunun aroma profilini değiştirdiğini bildirilmişlerdir [33].

Jordan ve ark. (2003), portakal suyunun aroması üzerine deaerasyon işleminin ve pastörizasyonun etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar yaptıkları bu çalışmada, portakal sularının aromasında pastörizasyon işlemine göre meyvedeki havanın uzaklaştırılması (deaerasyon) işlemi ile ciddi kayıpların meydana geldiğini bildirmişlerdir [34].

Prez-Lpez ve Carbonell-Barrachina (2006) yaptıkları bir çalışmada, pastörizasyon işleminin mandarin suyunun aroması üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar pastörizasyon işleminin mandarin suyunun toplam aroma bileşikleri miktarında azalmaya neden olduğunu ve özellikle D-limonen, mirsen, sabinen, α -pinen ve linalol miktarının önemli derecede azaldığı, buna karşılık α -terpineol ve terpin-4-ol bileşiklerinin miktarlarında bir artış meydana geldiğini bildirmişlerdir [35].

Berlinet ve ark. (2007) pulp ayırımının ve pastörizasyonun portakal suyunun aroması üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada uygulanan ısıl işlemlerle portakal suyunda α -terpineol ve β -terpineol gibi bileşiklerin miktarında bir artışın meydana

geldiğini ancak neral ve jeranial gibi hassas bileşiklerin miktarının azaldığını bildirmişlerdir [36].

Lin ve arkadaşları 2002 yılında yapmış oldukları bir çalışmada Marsh cinsi pastörize edilmemiş greyfurt suyu ile aynı greyfurt suyunun 65 °Briks konsantrasyonundan 10 °Briks'e ayarlanmış meyve suyu arasındaki aroma bileşiklerinde ve toplam uçuculardaki farklılıklar GC-olfaktometri (GC-O) ve GC-Alev iyonlaşma dedektörü (FID) kullanılarak incelenmişlerdir. Çalışmada, pastörize edilmemiş meyve suyunda 41 aroma aktif bileşik belirlenmiş, sulandırılmış konsantre içinde ise 27 aroma aktif bileşik bulunmuştur. Aroma aktif bileşikler greyfurtumsu/kükürdümü, tatlımsı/meyvemsi, taze/narenciye, yeşilimsi/yağimsı/metalik ve pişmiş/etimsi gruplar halinde sınıflandırılmıştır. Tatlımsı/meyvemsi grup içerisinde yer alan 6 bileşikten beşi ve 18 yeşilimsi/yağimsı/metalik bileşiğin 14'ü termal konsantrasyon sonunda da tespit edilmiştir. Bununla birlikte, greyfurtumsu/kükürdümü grubunda sadece 4-merkaptio-4-metil-2-pentanon bileşiği ile taze/narenciye grubunda yer alan linalool ve nootkaton bileşikler sulandırılmış konsantre içinde de saptanmıştır. Methional, her iki meyve suyu türünde bulunan pişmiş/etimsi kategorisindeki tek aroma bileşiği olduğu bildirilmiştir. β -Damasenon ve 1-p-menthen-8-tiol sadece sulandırılmış konsantre içinde bulunmuştur [37].

Rouseff ve arkadaşları 2003 yılında yapmış oldukları bir çalışmada, narenciye sularında kükürtlü aroma aktif bileşikler eşzamanlı olarak GC-O ile bütünleştirilmiş kükürtlü bileşiklere spesifik, vurgulu alev fotometrik detektörlü bir sistem kullanarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar ekstraksiyon yöntemi olarak SPME ve çözücü ekstraksiyon metotlarını kullanmışlardır. Çalışma kapsamında konsantre edilmemiş greyfurt sularında 30 aroma aktif bileşik saptanmıştır. Kükürtlü aroma bileşikler bakımından greyfurt sularında hidrojen sülfid, dimetil sülfid, dietil sülfid, metil ve 1-p-menthen-8-tiol bileşikler tespit edilmiş ve tanımlamaları yapılmıştır. GC-PFDP analizi sonucunda, portakal ve greyfurt sularında pastörizasyon ve termal uygulamalar ile uçucu kükürt bileşik profillerinde niteliksel ve niceliksel olarak değişimlerin meydana geldiği gözlenmiştir. Portakal suyunda ise temel kükürtlü aroma bileşikler olarak dimetilsülfür, H₂S ve dimetildisülfür tespit edilmiş ve tanımlanmıştır [38].

Qiao ve arkadaşları 2008 yılında yaptıkları bir çalışmada Jinchun cinsi tatlı portakaldan elde edilen meyve suyu ve kabuk yağının aromatik bileşimini ve aroma

aktif bileşiklerini belirlemek için GC-MS ve GC-O kullanılmışlardır. Araştırmacılar, meyve suyu ve kabuk yağında sırasıyla 49 ve 32 bileşik tanımlanmışlardır. Bu bileşiklerden 41'inin aroma aktif bileşik olarak tespit edilmiş ve bunların meyve suyu ve kabuk yağı aromalarına önemli derecede katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, belirlenen aroma aktif bileşikleri içerisinde 12'sinin her iki numunede de algılanan kokular olduğunu bildirmişlerdir. Etil bütanoat, β -mirsen, oktanal, linalool, α -pinen ve dekanal bileşiklerinin meyve suyu ve kabuk yağındaki aromatik notlardan sorumlu bulunmuştur. 19 bileşik yalnızca meyve suyunda algılanmış ve 10 bileşik panelistler tarafından sadece kabuk yağının aromatik bileşikleri olarak tanımlanmıştır [39].

Miyazaki ve arkadaşları 2012 yılında yapmış oldukları bir çalışmada 5 farklı melez mandalina çeşidinin aroma profilini GC-O ve tanımlayıcı duyu analizi ile belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmada, 49 aroma aktif bileşik tespit etmişlerdir. Aroma aktif bileşikler içerisinde en önemli grup olarak, aldehytlere öne plana çıkmış ve bu bileşik grubunu, monoterenler, esterler, alkol ve ketonlar izlemiştir. Aroma aktif bileşikler içerisinde 1,8-Sineol, β -mirsen, (E,E)-2,4-nonadienal, heksanal, etil-2-metilbütanoat ve linalool, çoğu numunede yüksek yoğunlukta algılanmıştır. İki "Clementine" \times "Minneola" ve bir "Fortune" \times "Murcott" melez mandalina çeşidi kükürdümsü ve odunumsu/baharatımsı notlarla karakterize edilmekle birlikte, bu melezlerde terpenik, yağimsı/bitkisel ve metalik/kauçuk tanımlayıcılara sahip aroma aktif bileşikler de tespit edilmiştir. Bilinmeyen orijinli bir melez mandalina çeşidinde ise, narenciye ve balkabağı/yagimsı kokularla karakterize edilmiş ve bu örneğin aroma aktif bileşik bakımından en az miktarda uçucu maddeye sahip olduğu belirlenmiştir [40].

Mastello ve arkadaşlarının 2015 yılında yapmış oldukları bir çalışmada pastörize portakal suyunda aroma aktif bileşikleri tanımlamışlardır. Araştırmacılar portakal suyundaki aroma bileşiklerinin ekstraksiyonunda tepe boşluğu katı fazlı mikroekstraksiyon yöntemini kullanmışlardır. GC-O analizi ile portakal suyu ekstraktında 4 aldehit (heksanal, heptanal, oktanal, sitral), 2 ester (etil bütanoat, metil heksanoat) ve 4 monoteren (α -pinen, D-limonen, linalool, α -terpineol) aroma aktif bileşikler olarak tespit edilmiştir [41].

Deterre ve arkadaşlarının 2016 yılında yapmış oldukları bir çalışmada Brezilya ve ABD'nin Florida eyaletinden elde edilen ticari portakal pulunun uçucu bileşimi, gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) ve GC-Olfactometry (GC-O) ile belirlenmiştir. Araştırmacılar, her iki örnekte de 58'i tanımlanmış 72 uçucu bileşik tespit etmişlerdir. Araştırmada, monoterenler (α -pinen, β -pinen, β -myren, α -fellandren, 3-karen, α -terpinen ve limonen), ketonlar (1-okten-3-on, karvon, (E)- β -damasenon ve β -ionon), esterler (etil-2-metil bütanoat ve etil heksanoat), aldehytler (metil ve oktanal), alkoller (linalool ve 1-oktanol) ile 3 tanımlanamayan bileşik portakal pulu kokusunu karakterize eden aroma aktif bileşikler olarak tespit edilmişlerdir [42].

Xiao ve arkadaşları 2017 yılında yapmış oldukları bir çalışmada beş çeşit mandalina suyunun uçucu bileşiklerini gaz kromatografisi – olfaktometri (GC – O) ve gaz kromatografisi – kütle spektrometresi (GC-MS) ile incelenmişlerdir. GC – MS ile toplam 47 uçucu bileşik tanımlanmıştır. Uçucu bileşiklerin ve örneklerin panelistleri tarafından duyuşal değerlendirmeden elde edilen ortalama puanları işlemek için kısmi en küçük kareler regresyonu kullanılmıştır. Çalışmada esterleri, alkoller, aldehytleri, ketonları ve monoterenleri içeren 36 aroma aktif bileşik GC-O analizi ile tespit edilmiştir. GC – O sonuçları ve bu uçucu bileşiklerin Koku aktiflik değerleri (OAV) temelinde, mandalina suyunun genel aromasını başarıyla simüle etmek için 22 koku aktif bileşik karıştırılmıştır [43].

Mirhosseini ve ark. (2007), yaptıkları bir çalışmada tepe boşluğu-katı faz mikro ekstraksiyon ve gaz kromatografisi (HS-SPME) yöntemlerini kullanarak portakal suyunun aroma bileşiklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, en yüksek ekstraksiyon etkinliğini belirlemek amacıyla SPME fiberinin, adsorbsiyon sıcaklığının, adsorbsiyon zamanının, örnek miktarının, pH'ının, tuz miktarının ve karıştırma yönteminin etkilerini test etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada, portakal sularında temel bileşiklerin limonen, mirsen, etil bütanoat, γ -terpinen, linalol, 3-karen, dekanal, etil asetat, 1-oktanol, jeraniol, β -pinen, oktanal ve nerol olduğu bildirilmiştir [44].

BÖLÜM 3

3. MATERYAL VE METOT

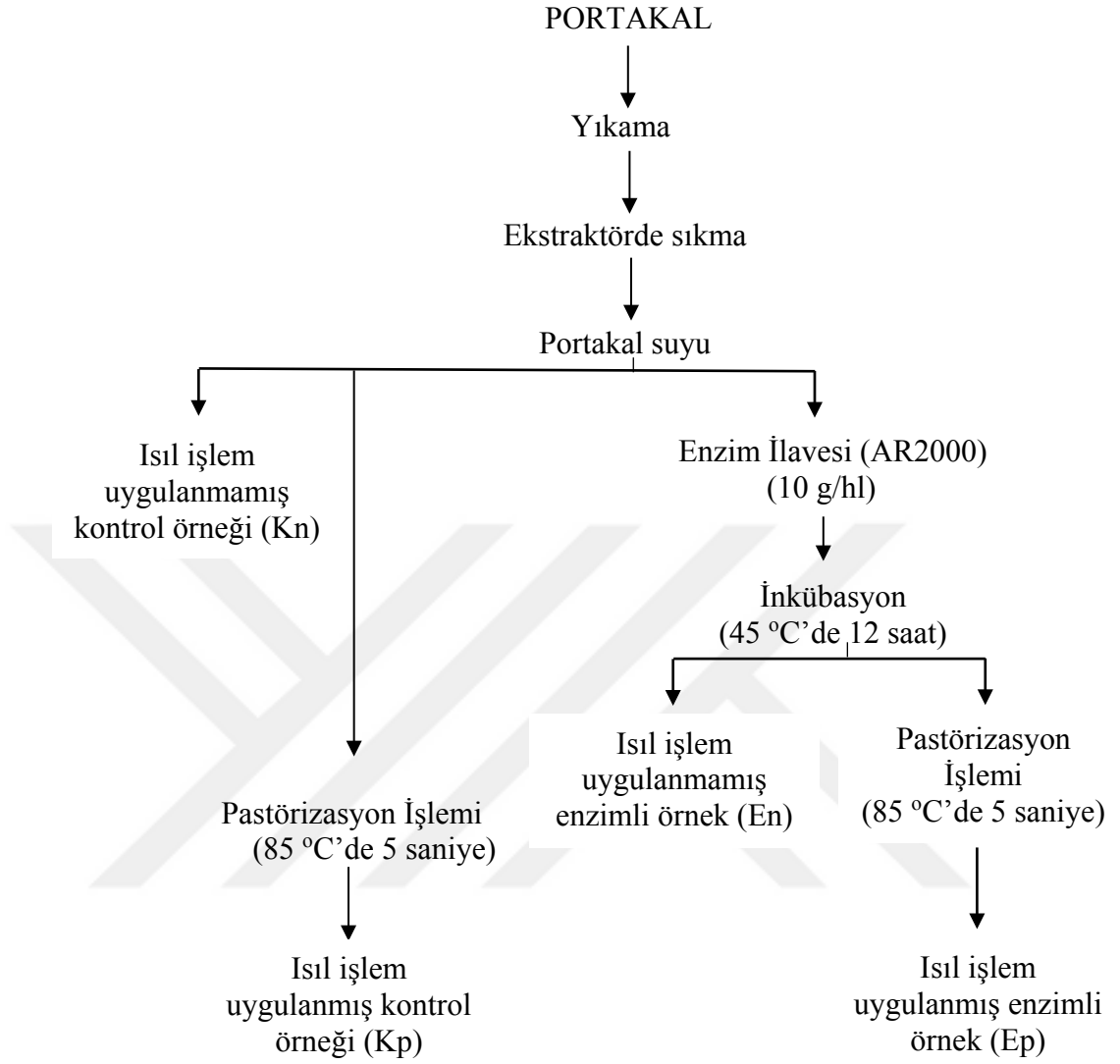
3.1. Materyal

Bu çalışmada, Kozan Misket portakal çeşidi kullanılmıştır. Kozan Misket portakalı, Adana'nın Kozan ilçesinden temin edilmiştir. Portakalların Mart 2015'de derimi gerçekleştirildikten sonra en kısa sürede portakal suyu üretimi gerçekleştirilmiştir. Portakala suyu üretimi yerel bir firmanın portakal suyu ekstraktör cihazı kullanılarak yapılmıştır. Denemelerde kullanılan aroma artırıcı özelliğe sahip AR-2000 enzimi DSM (Hollanda) firmasından temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Uygulanan Teknolojik İşlemler

Denemeler Şekil 3.1'de gösterilen akış diyagramına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu işlem basamaklarına göre portakallar otomatik portakal ekstraktörü yardımıyla meyve suyuna işlenmiştir. Elde edilen portakal suları iki eşit ana kısma ayrılmıştır. İlk kısım, yine iki eşit hacme ayrılmış ve bunlardan biri doğrudan 200 ml'lik yeşil renkli cam şişelere doldurulmuş ve böylece ısı işlem uygulanmamış kontrol örneği (Kn) elde edilmiştir. Isıl işlem uygulanmış kontrol örneğini (Kp) elde etmek amacıyla diğer hacme ise, 85 °C' de 5 saniye boyunca pastörizasyon işlemi uygulanmış ve sonrasında şişeleme işlemi gerçekleştirilmiştir. İkinci ana kısım olarak ayrılan portakal suyuna ise 10 g/hl hesabı ile AR-2000 enzimi ilave edilmiş ve bu kısım 45 °C'de 12 saat inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon süresi sonunda portakal suyu yine ik eşit hacme ayrılmıştır. İlk kısım doğrudan şişelenmiş ve böylece ısı işlem uygulanmamış enzimli örnek (En) elde edilmiştir. İkinci kısım ise 85 °C' de 5 saniye boyunca pastörizasyon işlemine tabi tutulmuş ve bu işlem sonunda da portakal suyu şişelenerek ısı işlem uygulanmış enzimli örnek (Ep) elde edilmiştir.



Şekil 3.1. Portakal suyu üretimi akış diyagramı.

3.2.2. Portakal Suyu Üzerinde Yapılan Analizler

3.2.2.1. Serbest ve Bağlı Aroma Maddeleri Analizleri

Portakal sularının aroma maddeleri ekstraksiyonunda kullanılan en uygun çözücü belirlemek için temsili (representative) test tekniği kullanılmıştır. Bu yöntem, ekstraksiyon sırasında kullanılan çözücüyle elde edilen ekstraktın aromasının, portakal suyu aromasını temsil edip etmediğini belirlemek amacıyla uygulanmıştır.

3.2.2.1.(1). Temsili (Representative) Test Yöntemiyle Ekstraksiyon Çözgeninin Seçimi

Panel: Araştırmada kullanılan portakal suları ve bunlardan elde edilen aroma ekstraktlarının aroma karakteristikleri temsili (representative) test kullanılarak yapılmıştır [46, 47]. Duyusal değerlendirmeler Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde gerçekleştirilmiştir. Portakal suyu örneklerinin ve bunların aroma ekstraktlarının duyu analizi 5 kişilik eğitilmiş bir panelist grubu tarafından yapılmıştır. Panelistlerin eğitimi, farklı kokuları (portakal, meyvemsi, çiçeksi, yeşil ve kimyasal) temsil eden standart çözeltilerinin panelistlere koklatılması suretiyle gerçekleştirilmiştir. Standart madde olarak portakal kokusu için valensin, meyve kokusu için heksil asetat, çiçek kokusu için linalol, yeşil kokular için (*E*)-2-hekzanal ve kimyasal kokular için naftalen kullanılmıştır.

Örneklerin hazırlanması ve panelistlere sunumu: Portakal suyu örneklerinden 10 ml alınmış ve örnekler 25 ml'lik kahverengi kapaklı cam şişeler içerisinde özel olarak kodlandıktan sonra panelistlere sunulmuştur. Örneklerin aroma maddelerinin ekstraksiyonunda üç farklı çözgen (diklorometan, pentan/diklorometan 2:1 h/h, pentan/dietileter 1:1 h/h) kullanılmıştır. Bu çözgenlerle elde edilen ekstraktlar Resim 3.1'de gösterilen özel kağıt koklama çubuklarına (SARL H.Granger-Veyron, France) absorbe edildikten sonra 1 dakika bekletilerek çözgenlerin uçması sağlanmıştır. Daha sonra bu koklama çubukları da, örnekler gibi üç farklı 25 ml'lik kahverengi kapaklı cam şişeler içerisine konularak panelistlere sunulmuştur (Resim 3.2). Daha sonra panelistlerden temsili test için örneklerin ve ekstraktlarının karşılaştırılması istenmiştir. Bu analizler öncesinde panelistler her biri 1 saat süreli 7 ayrı oturumda analizler hakkında eğitilmiştir. Temsili test değerlerinin saptanmasında benzerlik testi ve aroma yoğunluk testi uygulanmıştır.

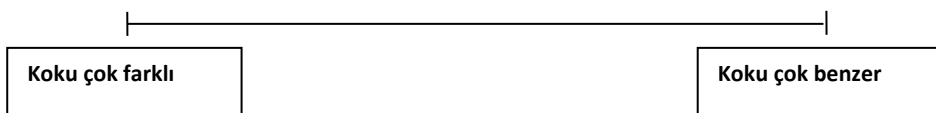


Resim 3.1. Kağıt koklama çubukları

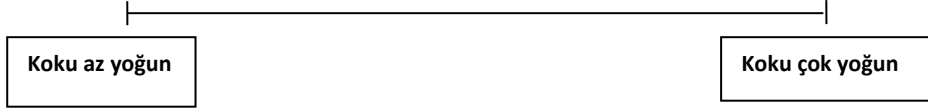


Resim 3.2. Kahverengi cam şişeler

Benzerlik testi: Panelistlerden bu testte, örnek ile bu örneğe ait ekstrakt kokularının birbirine ne kadar benzer olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Bu amaçla aşağıdaki 100 mm'lik bir skala kullanılmıştır [47].



Aroma yoğunluk testi: Benzerlik testinde olduğu gibi bu kez panelistlerden örnek ile bu örneğe ait aromatik ekstrakt kokularının yoğunluklarının karşılaştırılması istenmiştir. Bu amaçla da aşağıdaki 100 mm'lik bir skala kullanılmıştır.



Her iki testten elde edilen veriler varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Benzerlik testi ve aroma yoğunluk testi sonucu elde edilen veriler Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Portakal örnekleri için yapılan benzerlik testi ve aroma yoğunluk testi sonuçları

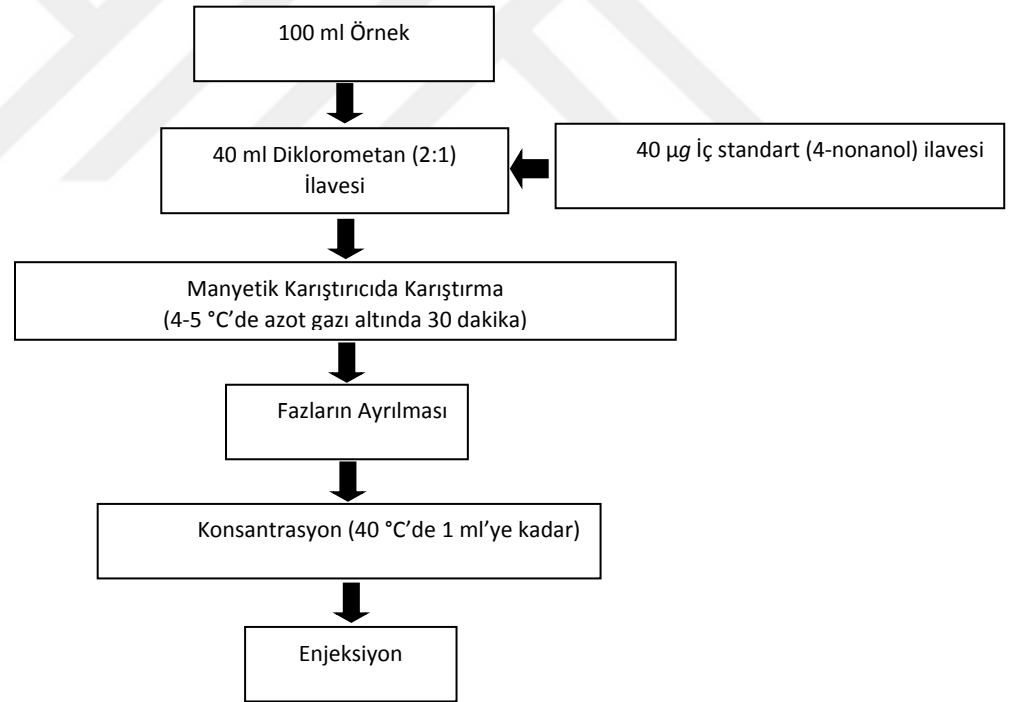
	Pentan/Diklorometan (2:1)	Pentan/Dietileter (1:1)	Diklorometan
Benzerlik testi*	54.3 ^b	46.4 ^c	68.3 ^a
Aroma Yoğunluk Testi*	51.3 ^b	39.1 ^c	68.5 ^a

* Aynı satırda değişik harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Tablo 3.1'de görüldüğü gibi portakal suyu örnekleri için yapılan temsili testler sonucunda hem benzerlik testi değerleri hem de aroma yoğunluk testi değerleri açısından diklorometan çözücü ile yapılan ekstraksiyondan elde edilen portakal suyu ekstraktı en yüksek puanları almış, buna karşın pentan/dietileter ile yapılan ekstrakt ise en düşük puanları almıştır. Diklorometan ve diğer iki çözücü ile yapılan ekstraksiyon sonuçları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Diklorometan çözücünün daha yüksek puanlar alması nedeniyle portakal suyunun aroma maddeleri ekstraksiyonunda bu çözücünün kullanılmasına karar verilmiştir. Örneklerin benzerlik ve yoğunluk testleri sonucunda elde edilen değerler oldukça yüksek bulunmuştur. Rega ve ark. (2003) yapmış olduğu bir çalışmada, portakal suyu örneklerinin aromatik ekstraktlarında benzerlik oranının 51 ile 63 arasında değiştiğini bildirmiştir [46]. Mehinagic ve ark. (2003) ise elmadan elde edilen ekstrakta benzerlik oranının 49.1 ile 57 arasında değiştiğini bildirmişlerdir [45].

3.2.2.1.(2). Serbest Aroma Maddelerinin Ekstraksiyonu

Portakal suyu örneklerinden her bir aroma ekstraksiyonu için 100 ml kullanılmıştır. Şekil 3.2'de serbest aroma maddelerinin ekstraksiyonunda uygulanan işlemler verilmiştir. 100 ml portakal suyu 500 ml'lik erlen içerisinde alınmış ve üzerine 40 ml diklorometan ve iç standart olarak 40 µg 4-nonanol ilave edilmiştir. Erlendeki karışım azot gazı altında, 4-5 °C'de, manyetik karıştırıcıda 30 dakika karıştırılarak, ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir [49, 50]. Bu işlem sonucu iki faza ayrılan erlen içeriğinden aroma maddelerini içeren çözgen fazı alınmış ve ekstrakt "Vigreux" damıtma kolonu kullanılarak 40 °C'de 1 ml kalıncaya kadar konsantre edilmiştir. Konsantre halde elde edilen ekstrakt doğrudan GC-FID ve GC-MS sistemlerine enjekte edilerek serbest aroma maddeleri belirlenmiştir. Ekstraksiyonlar üç tekerrürlü yapılmıştır.



Şekil 3.2. Serbest aroma maddelerinin ekstraksiyonu

3.2.2.1.(3). Bağlı Aroma Maddelerinin Ekstraksiyonu

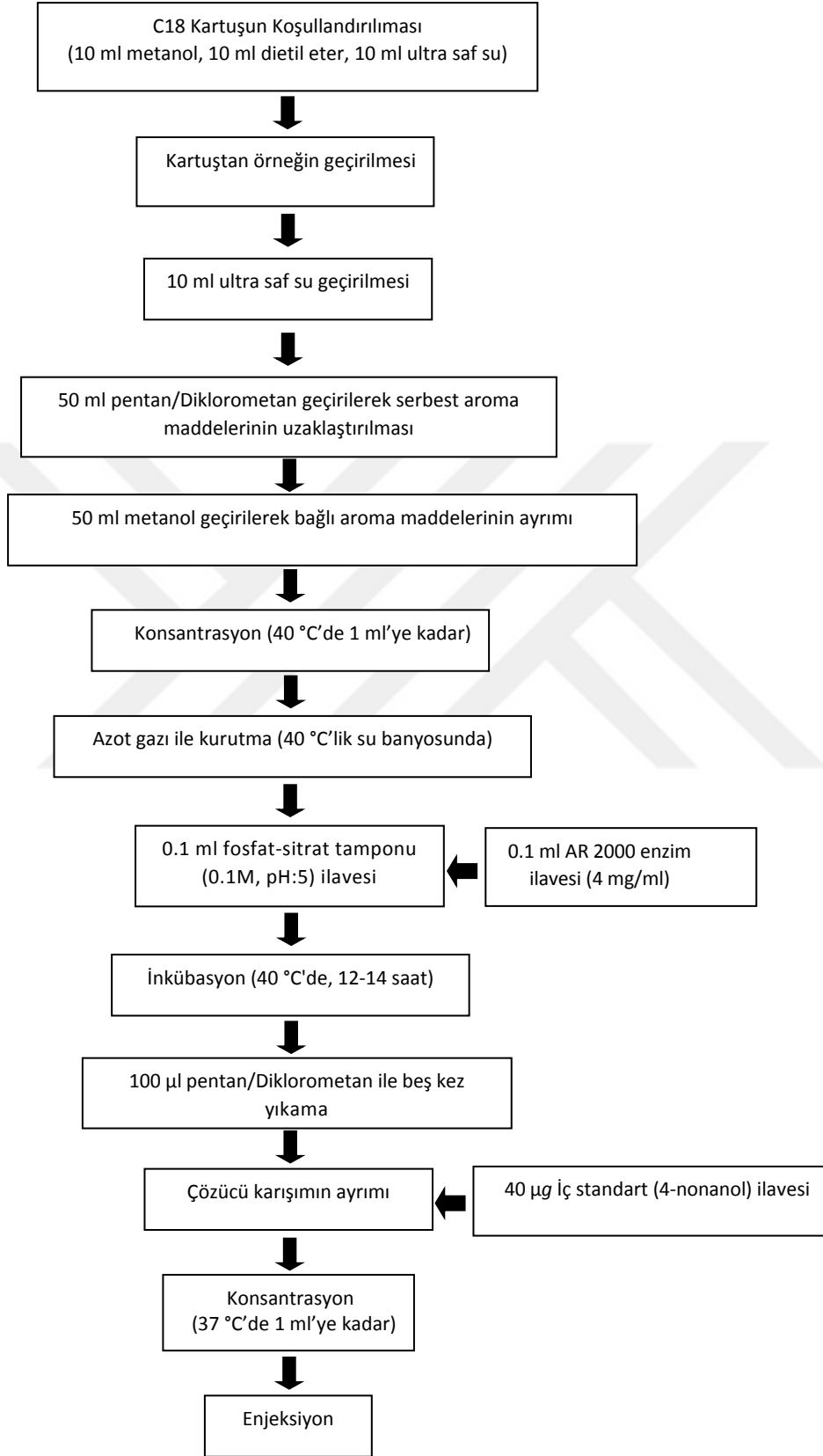
Bağlı aroma analizleri için 100 ml portakal suyu alınmıştır. Alınan portakal suları 3 kat seyreltilmiş ve bu şekilde ekstraksiyonda kullanılmıştır. Bağlı aroma maddelerinin analizinde iki önemli işlem vardır. Bunlardan ilki, bağlı aroma

maddelerinin bir adsorbant yardımıyla ekstraksiyonu, ikincisi ise bağı aroma maddelerinin enzimatik yolla parçalanıp serbest hale geçirilmesidir.

Bağı aroma maddelerinin ekstraksiyonunda uygulanan işlemler Şekil 3.3'te verilmiştir. Üç tekerrürlü yapılan ekstraksiyonda Supelclean marka C18 kartuş (Merck, Almanya) kullanılmıştır [51, 52]. Kartuş kullanılmadan önce sırasıyla metanol, dietileter ve ultra saf su ile yıkanmış ve kullanım için hazır hale getirilmiştir.

Örnekler C18 kartuştan geçirilerek serbest aroma maddeleri kartuşa bağlanmıştır (Resim 3.3). Daha sonra kartuştan şeker kalıntılarını uzaklaştırmak amacıyla 10 ml ultra saf su ve hemen ardından 50 ml çözgen (serbest aroma maddelerinde kullanılmış olan) geçirilerek C18'e bağlanmış olan serbest aroma maddeleri uzaklaştırılmıştır. C-18 tarafından tutulan bağı aroma maddelerinin alınması için 50 ml metanol kullanılmıştır [52]. Bağı aroma maddelerini içeren metanol laboratuvar tipi döner evaporatörde, vakum altında, 40 °C'de 1 ml kalıncaya kadar koyulaştırılmıştır. Daha sonra bu sıvı, tüpe alınmış, 40 °C'lik su banyosunda azot gazı altında, içerdiği metanol çözgeni tamamen uçurulmuştur. Böylece, glikozit halde ekstrakt elde edilmiştir. Glikozitlere bağı aroma maddelerinin analizi, enzimatik yolla parçalanmayla serbest hale dönüştürüldükten sonra gaz kromatografisinde yapılmıştır [11–13]. Enzimatik parçalanmada DSM (Hollanda)'den sağlanan "AR-2000" enzimi kullanılmış ve işlem şu şekilde gerçekleştirilmiştir:

Glikozit haldeki ekstrakt üzerine 0.1 ml fosfat-sitrat tamponu (0.1M, pH:5) ve 0.1 ml fosfat-sitrat tamponunda 0.4 mg enzim çözündürülerek hazırlanan olan 0.1 ml AR 2000 enzimi ilave edilmiş ve tüpün ağzı hermetik olarak sıkıca kapatıldıktan sonra, 40 °C'de, 12-14 saat süre ile su banyosunda bırakılmıştır; enzimatik parçalanma tamamlandıktan sonra, tüp soğutulurken, tüp içeriği 100 µl çözgenle beş kez yıkanmış ve serbest hale geçen aroma maddeleri pentan/diklorometan çözücü karışımına alınmış; sonra, bu çözücü karışımı, küçük hacimli bir tüpe alınarak, içerisine iç standart olarak 40 µg 4-nonanol ilave edilmiştir; daha sonra pentan/diklorometan, 37 °C'lik su banyosunda, geri soğutucu altında yaklaşık 40 µl kalıncaya kadar konsantre hale getirilmiş ve bu haliyle doğrudan gaz kromatografisine enjekte edilerek, serbest hale getirilen bağı aroma maddelerinin analizi yapılmıştır [12, 54–56].



Şekil 3.3. Bağlı aroma maddelerinin ekstraksiyonu



Resim 3.3. Bağlı aroma maddelerinin ekstraksiyonu

3.2.2.2. GC-FID, GC-MS ve GC-O koşulları

Aroma maddelerinin miktarı, tanımlanması ve aktif bileşiklerin belirlenmesi “Agilent 6890N” marka gaz kromatografisi, buna bağlı “Agilent 5975B VL MSD” kütle spektrometresi ve “Gerstel ODP-2” marka olfaktometride eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu sistemde kolon çıkışı özel bir ayırıcı (Dean switch) yardımıyla eşit olarak üçe ayrılmıştır; birinci kısım FID’ye, ikinci kısım kütle spektrometresi dedektörüne ve üçüncü kısım olfaktometriye gitmektedir. Böylece aynı zamanda miktar tayini, tanımlama ve koklama işlemi yapılarak analizin hassasiyeti artırılmıştır.

Aroma maddelerinin miktar tayininde, “Agilent 6890N” marka alev iyonlaşma dedektörlü (FID) gaz kromatografisi kullanılmıştır. Aroma maddelerinin ayrımı DB-WAX kapiler kolon (30 m x 0.25 mm x 0.25 μ m) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör sıcaklığı 220 °C, dedektör sıcaklığı 250 °C, kolon sıcaklığı, 40 °C’de 4 dakika beklemeden sonra, dakikada 2 °C artarak 220 °C ye ve daha sonra dakikada 3°C artarak 245 °C ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 20 dakika sabit kalacak şekilde programlanmıştır. Cihaza enjekte edilen miktar 3 μ l’dir. Taşıyıcı gaz olarak He kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 3.3 ml/dakika olarak ayarlanmıştır.

Aroma maddelerinin tanısında yukarıda belirtilen gaz kromatografisine bağlı “Agilent 5975B VL MSD” marka kütle spektrometresi kullanılmıştır. Enjektör tipi ve sıcaklık programı gaz kromatografisi ile aynı koşulları taşımaktadır. Taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyumun hızı 3.3 ml/dk olarak ayarlanmıştır. Kütle spektrometresinin iyonlaşma enerjisi 70 eV, iyon kaynağı sıcaklığı 250°C, kuadropol sıcaklığı 120 °C tutularak, 1 saniye aralıklarla 29-350 kütle/yük (m/e) arasında tarama yapılmıştır [56, 57]. Piklerin tanısı, kütle spektrometresi cihazında bulunan kütüphanelerden (Wiley 7.0, NIST 98 ve Flavor 2L), aroma maddelerinin saf standartlarından ve Kovats indeks değerlerinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Tanımlanan her bir aroma bileşiğinin Kovats indeks değeri C12-C32 arasındaki tüm alkanları içeren bir çözeltinin yukarıda belirtilen kolon ve gaz kromatografisi koşullarında, enjeksiyonu gerçekleştirilerek belirlenmiştir. Piklerin tanısından sonra aroma maddelerinin konsantrasyonları iç standart yöntemiyle hesaplanmıştır [58].

GC-Olfaktometri analizleri “Agilent 6890N” marka gaz kromatografisine bağlı gerçekleştirilmiştir. Olfaktometrik analizinde Aroma Ekstrakt Seyreltme Analizi (AEDA: Aroma Extract Dilution Analysis) kullanılmıştır. Bu yöntemde aromatik ekstrakt çözgen yardımıyla her defasında 1:1 oranında olmak üzere seyreltilmiş ve koklama işlemi için GC-MS-Olfaktometriye enjekte edilmiştir. Koklama işlemi, hiçbir kokunun algılanmadığı son seyretme ile sonlandırılmıştır. Tespit edilen aroma aktif bileşiklerin koku verme gücü 2^n formülü ile hesaplanmıştır. Burada “n” seyretme sayısını ifade etmektedir. Bir bileşiğin hesaplama sonucunda elde edilen seyretme faktörü değeri, o bileşiğin koku verme gücünü gösterir.

3.2.2.3. Aroma Maddelerinin Miktarlarının Hesaplanması

GC-MS’ten elde edilen kromatogramlardaki her bir pik tanımlandıktan sonra aroma maddelerinin miktarları hesaplanmıştır. Hesaplama, GC-FID’den elde edilen kromatogramlar üzerinden gerçekleştirilmiştir. Hesaplama için, standart bileşiklerden kalibrasyon eğrileri elde edilmiş ve iç standart yöntemiyle aşağıdaki formül kullanılarak miktarlar hesaplanmıştır. Hesaplama her bir bileşiğin cevap faktörü dikkate alınmıştır.

$$C_i = (A_i / A_{st}) \times C_{st} \times RF \times HF$$

C_i : Bileşimin konsantrasyonu

A_i : Bileşimin pik alanı

A_{st} : İç standartın pik alanı

C_{st} : İç standartın konsantrasyonu (40 µg/100 ml)

RF : Cevap faktörü

HF : Hesaplama faktörü (örnek miktarının kg'a çevrilmesi için faktör: 10)

3.2.2.4. Portakal Suyu Örnekleri Üzerinde Yapılacak Diğer Analizler

Taze, pastörize edilmiş ve enzim uygulanmış portakal sularının pH'sı (Cemeroğlu, 1992), titrasyon asitliği ve suda çözünür kuru maddesi (Sánchez-Moreno ve ark., 2003), toplam kurumaddesi, yüzer pulp oranı, hidroksimetilfurfural (HMF) miktarı ve askorbik asit miktarı belirlenmiştir [59, 60, 61].

3.2.2.5. Aroma Profil Analizi

Aroma profil analizinde, bölümümüzde 7 kişiden oluşan deneyimli bir panelist grubu tarafından ön çalışmalarla belirlenen 5 adet tanımlayıcı terim (portakal, meyvemsi, çiçeksi, yanık, kimyasal) kullanılmıştır. Bu terimler panelistler tarafından eğitim aşamasında en çok kullanılan terimlerden seçilmiştir. Analiz sırasında panelistlerden, 100 mm'lik bir skala üzerindeki, kayısı ve bunların aroma ekstraktlarının tanımlayıcı terimlerini, birbirlerine benzerlik açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Aroma profil analizinde kullanılan form, Şekil 3.4'te verilmiştir. Aroma profil analizi sonucunda elde edilen bulgular örümcek ağı diyagramında gösterilmiştir [62].

Panelistin Adı, Soyadı:	
Tarih:	
Ürün Kodu:	
Portakal	_____
Yakıcı (Asidik)	_____
Çiçeksi	_____
Yanık	_____
Kimyasal (İlaç benzeri)	_____

Şekil 3.4. Aroma profil analizi formu.

3.2.2.6. Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler

Portakal sularında belirlenen aroma maddeleri üzerinde Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis=PCA) uygulanmıştır [63]. Temel Bileşen analizi, veri sayısının fazla olduğu durumlarda kullanılan ve veri sayısını indirgemek suretiyle değişkenler arasında gruplandırma işleminin gerçekleştirildiği bir istatistiksel analiz yöntemidir. Temel Bileşen Analizi SPSS 22.0 (IBM, ABD) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Duyusal analizlerden lezzet profil analizi sonuçları tek yönlü varyans analizine göre değerlendirilmiştir. Önemli bulunan farklılıklara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Verilerin analizinde SPSS 22.0 (IBM, ABD) paket programı kullanılmıştır [63–65].

BÖLÜM 4

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kozan Misket Portakalının Fizikokimyasal Özellikleri

Portakal suyunun genel bileşim özellikleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Portakal suyunun genel bileşim özellikleri*

Genel Bileşim Özellikleri	K _n	K _p	E _n	E _p
pH	3.5 ± 0.0	3.5 ± 0.0	3.4 ± 0.0	3.5 ± 0.0
Toplam asitlik (Sitrik asit cinsinden g/l)	7.2 ± 0.2	7.7 ± 0.4	7.4 ± 0.5	7.9 ± 0.3
Toplam Kuru Madde (%)	11.1 ± 0.8	11.4 ± 0.6	11.3 ± 0.7	11.5 ± 0.5
Yüzer Pulp Oranı (%)	27.8 ± 1.2	29.4 ± 1.6	27.5 ± 1.1	29.7 ± 1.3
Hidroksimetilfurfural (HMF) miktarı (mg/l)	0.04 ^{b**}	0.22 ^a	0.03 ^b	0.25 ^a

*Sonuçlar iki tekrerrün ortalaması olarak verilmiştir. ± : Standart sapma

** Aynı satırda değişik harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

Tablo 4.1’de görüldüğü gibi Kozan Misket portakalının pH değerlerinin 3.4-3.5, toplam asitliği değerlerinin 7.2-7.9 g/l, toplam kuru madde miktarlarının % 11.1-11.5, yüzer pulp oranlarının % 27.5-29.7 ve hidroksimetilfurfural (HMF) miktarlarının 0.039-0.25 mg/l aralığında değiştiği belirlenmiştir. Bu parametreler içerisinde HMF değeri, ısıl işlem uygulanmış portakal suyu örneklerinde bir artış göstermiştir. Cortés ve arkadaşları (2008), pastörize edilmiş portakal suyu ile yüksek şiddetli elektrik alan uygulanmış portakal sularında yaptıkları bir çalışmada renk, esmerleşme, HMF ve diğer kalite parametrelerini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında işlem görmemiş portakal sularının pH değerini 3.35 ve pastörize edilmiş portakal sularının pH değerini 3.32 olarak elde etmişler ve aralarındaki farkı istatistiksel olarak önemli bulmuşlardır [66]. Del Caro ve arkadaşları (2004), “Shamouti” ve “Salustiana” çeşidi portakal sularının 0–15 gün depolama süresince titrasyon asitliği değerlerini

(% sitrik asit), Shamouti çeşidinin portakal suyu için % 1.21–1.16, Salustiana çeşidinin portakal suyu için % 0.91–0.95 aralığında ölçmüşlerdir [67]. Esteve ve arkadaşları (2001), pastörize edilip soğutulmuş İspanyol portakal çeşitlerinin farklı depolama süre ve sıcaklıklarında kimyasal bileşimlerindeki değişimlerini araştırmışlardır. Titrasyon asitlikleri değerlerini 0.78 ile 1.26 g sitrik asit/100 g belirlemiştirler [68]. Dhuique-Mayer ve arkadaşları (2007), yapmış olduğu çalışmada Valensiya, Sanguinelli, Clementine ve Pera portakal çeşitlerinden elde edilmiş portakal sularının titrasyon asitliği değerlerini 8 ± 0.10 ve 9 ± 0.20 g/l olarak bulmuşlardır [69]. Canbaş ve Ünal (1991), yüzer pulp oranlarını Adana’da yetiştirilen Hamlin portakal çeşidine ait meyve suyunkini % 38, , Kozan portakal çeşidine ait meyve suyunkini % 13 ve Valensiya portakal çeşidine ait meyve suyunkini ise % 7.5 olarak ölçmüşlerdir [70]. Arena ve ark. (2001), HMF değerlerini, NFC donmuş (konsantreden olamayan) ve RFC (geri sulandırılmış) portakal suları için, sırasıyla ortalama olarak 0.58 mg/l ve 0.54 mg/l olarak bulmuşlardır. Özellikle konsantre portakal suyunda depolama süresince HMF’nin arttığını ifade etmişlerdir [71]. Rivas ve ark. (2006), farklı şiddette elektrik alan uygulamaları (HIPEF) ve geleneksel ısı işlemlerin (98 °C’ de 21 saniye) portakal ve havuç suyu karışımları üzerindeki etkisini incelemiştirler. HMF oranlarını işlem görmemiş karışımda 0.013 mg/l, ısı işlem görmüş karışımda 0.013 mg/l ve HIPEF işlemi görmüş karışımda 0.013 mg/l olarak hesaplamışlardır. Çalışmalarında HMF içeriğinin çok düşük olduğunu ve uygulanan işlemlerle değişmediğini bildirmişlerdir [72].

4.2. Kozan Misket Portakal Suyu Örneklerinin Serbest Aroma Bileşimi

Tablo 4.2’te kontrol grubu örnekleri ile ısı işlem ve enzim uygulaması yapılmış portakala suyu örneklerinin serbest aroma bileşimi verilmiştir.

Tablo 4.2. Kozan Yerli Çeşidine ait işlem uygulanmış ve uygulanmamış portakal suyu örneklerinin serbet aroma bileşimi

Aroma Maddeleri	RI^x	ID^y	Kn^{Δ,z}	Kp^{Δ,z}	En^{Δ,z}	Ep^{Δ,z}
Terpen ve Terpenoller						
α-pinen	1015	A	186.9 ^a	129.8 ^b	179.4 ^a	126.5 ^b
β-pinen	1096	A	27.3 ^b	23.2 ^b	60.2 ^a	47.2 ^{ab}
β-mirsen	1180	A	1337.2	1293.5	1297.5	1248.9
δ-3-karen	1193	B	35.2 ^a	22.3 ^b	34.6 ^a	23.8 ^b
α-terpinen	1205	A	1.1 ^a	5 ^b	1.4 ^a	5 ^b
DL-limonen	1211	A	98145 ^a	68753.3 ^b	97896.5 ^a	64704.7 ^b
γ-terpinen	1238	A	291.7 ^a	114 ^b	282.7 ^a	102 ^b
α-osimen	1256	A	3.3 ^b	2.3 ^b	6.8 ^a	5.9 ^a
β-osimen	1277	A	78.8 ^a	61.7 ^a	43.9 ^{ab}	17.1 ^b
izoterpinolen	1296	B	22.7 ^b	32.3 ^{ab}	48.6 ^a	43.4 ^a
α-terpinolen	1300	A	122 ^a	63.3 ^b	112.7 ^a	58.1 ^b
(Z)-linalol oksit	1456	A	31.1 ^b	38.7 ^{ab}	43.2 ^{ab}	48.1 ^a
(Z)-limomen oksit	1464	A	5 ^c	9.5 ^b	26.3 ^a	28.4 ^a
α-kopaen	1480	A	30.3 ^a	14.1 ^b	27.9 ^a	10.2 ^b
(E)-linalol oksit	1486	A	15.5 ^b	21.7 ^{ab}	36.8 ^a	29.4 ^a
Linalol	1549	A	1280.2 ^b	1201.4 ^b	1419.2 ^a	1386.1 ^a
(E)-karyofilen	1564	A	299.6 ^a	286.1 ^a	159.6 ^b	172.5 ^b
4-terpineol	1576	A	1666.1 ^b	3579.3 ^a	1529.8 ^b	3480.4 ^a
(Z)-p-Mentha-2,8-dien-1-ol	1620	B	21.1 ^b	19.7 ^b	34.8 ^a	33.9 ^a
1-terpineol	1631	A	75.6 ^{ab}	67.7 ^b	86.8 ^a	74.4 ^{ab}
β-terpineol	1646	A	70.2 ^a	40.1 ^b	68.8 ^a	37.5 ^b
α-humulen	1667	A	9.1 ^b	6.9 ^b	20.6 ^a	16.6 ^a
(E)-p-Mentha-2,8-dien-1-ol	1670	B	41.9 ^{ab}	33.7 ^b	52.8 ^a	45.3 ^a
γ-selinen	1676	A	23.7 ^b	18.7 ^c	39.8 ^a	28.3 ^{ab}
α-terpineol	1679	A	588.5 ^b	592.4 ^b	1062.8 ^a	996.5 ^a
Valensen	1713	A	1719.2 ^a	1585.8 ^b	1790.7 ^a	1511.4 ^b
β-bisabolen	1721	B	41.2 ^b	31.4 ^c	70.1 ^a	64.5 ^a
β-himaşalen	1734	A	86.8	84.4	92.2	90.8
δ-kadinen	1742	B	210.2 ^b	202.9 ^b	249.3 ^{ab}	290.8 ^a
β-sesquifelandren	1767	B	33.1 ^{ab}	26 ^b	43.5 ^a	34.6 ^{ab}
β-sitronelol	1774	A	72.8 ^b	67.9 ^b	111.5 ^a	99.1 ^a
Nerol	1803	A	99.5 ^b	91.5 ^b	171.6 ^a	153.1 ^{ab}
(E)-karveol	1825	A	104.6 ^b	403.3 ^a	100.5 ^b	332.8 ^a
8-hidroksi-p-simen	1844	B	5.6 ^b	6.4 ^b	11.1 ^a	12.7 ^a
Jeraniol	1854	A	48.6 ^b	35.3 ^b	247 ^a	210.3 ^a
(Z)-karveol	1869	A	72.1 ^b	268.2 ^a	67.3 ^b	220.7 ^a
3-terpinolenon	1918	B	7.6 ^b	8.4 ^b	25.5 ^a	18.7 ^{ab}
Limonil alkol	1803	A	12.5 ^c	18.8 ^b	32.3 ^a	36.6 ^a
6.7-dihidro-7-hidroksi-linalol	1981	B	22.8 ^b	29.5 ^b	115.5 ^a	120.2 ^a
D-limonen-10-ol	1996	B	19.7 ^b	16.3 ^b	75.7 ^a	63.7 ^a
β-sinensal	2200	A	184.4 ^b	111.5 ^b	303.5 ^a	239.1 ^{ab}

(Tablo 4.2'nin devamı)

Aroma Maddeleri	RI^x	ID^y	Kn^{Δ,z}	Kp^{Δ,z}	En^{Δ,z}	Ep^{Δ,z}
Limonen glikol	2268	B	277.5	222.6	285.2	257.2
8-hidroksi-linalol	2301	A	130.4 ^b	128.4 ^b	277.1 ^a	240.2 ^a
α-sinensal	2304	A	164.6 ^a	144 ^{ab}	187.8 ^a	123.9 ^b
β-kostal	2183	A	38.7 ^b	29.5 ^b	94.7 ^a	86.7 ^a
Notkaton	2525	A	810.9 ^b	1135.4 ^a	789.4 ^b	1085.9 ^a
Toplam			108566.9	81073.2	109715	78058.2
Aldehit ve ketonlar						
Hekzanal	1089	A	12.6 ^a	6.3 ^b	11.5 ^a	5.7 ^b
Benzaldehit	1525	A	4.6 ^b	4.9 ^{ab}	5.9 ^a	6.3 ^a
Asetofenon	1607	A	6.6 ^a	5 ^b	5.6 ^{ab}	5.2 ^b
4-Etil-benzaldehit	1749	B	81.5 ^a	65.1 ^{ab}	97 ^a	43.9 ^b
Perilaldehit	1783	A	S ^b	141.2 ^a	S ^b	122.4 ^a
3.4-dimetil-asetofenon	2467	B	52.2 ^b	S ^d	121 ^a	6.3 ^c
Toplam			157.5	222.5	241	189.8
Esterler						
Etil bütanoat	683	A	302.3 ^a	142.7 ^b	313.4 ^a	154.1 ^b
Oktil asetat	1426	A	16.8 ^a	5.3 ^b	17.4 ^a	6.6 ^b
Etil-3-hidroksi-bütanoat	1450	B	77.1 ^{ab}	31.2 ^c	199.6 ^a	58.3 ^b
Metil-3-hidroksi-hekzanoat	1577	B	37.1 ^a	18.9 ^b	28.8 ^{ab}	19.7 ^b
Etil-3-hidroksi-hekzanoat	1613	B	284.3 ^a	130.8 ^b	268.7 ^a	125.2 ^b
Metil linoleat	3202	A	4165.8 ^a	4498.9 ^a	3111.1 ^b	3307.2 ^b
Toplam			4883.4	4827.8	3939	3671.1
Alkoller						
2-metil-2-bütanol	664	A	71.3 ^b	108.6 ^a	68.3 ^b	65.3 ^b
2-metil-3-büten-2-ol	687	B	709.5 ^a	415.9 ^b	91.8 ^d	181.3 ^c
2-metil-1-propanol	747	A	123.2 ^a	31.4 ^b	24.6 ^b	13.5 ^c
2-hekzanol	1213	A	175.4 ^b	207.4 ^a	170 ^b	175.2 ^b
2-metil-2-büten-1-ol	1235	B	122.7 ^b	135.6 ^a	123.4 ^b	108.2 ^c
1-hekzanol	1291	A	192.6 ^a	67.6 ^c	125.8 ^b	55.9 ^c
(Z)-3-hekzen-1-ol	1317	A	32.6 ^a	13.5 ^b	37.5 ^a	13.7 ^b
Nonanol	1327	A	2.1 ^c	4.2 ^b	6.4 ^b	9.3 ^a
(E)-2-hekzen-1-ol	1345	A	12.2 ^c	42.3 ^a	22.1 ^b	18.3 ^b
1-oktanol	1515	A	89.3 ^b	130.4 ^a	89.8 ^b	95.2 ^{ab}
Peril alkol	1920	A	S ^b	231.5 ^a	S ^b	220.5 ^a
Toplam			1530.9	1388.4	759.7	956.4
Laktonlar						
γ-bütirolakton	1527	A	28.5 ^a	30.7 ^a	22.7 ^b	25.2 ^{ab}
γ-hekzalakton	1608	A	82 ^a	36.2 ^b	74.9 ^a	27.6 ^b
γ-krotonolakton	1885	B	142.9 ^b	133.7 ^b	205.8 ^a	197.2 ^a
DL-pantolakton	1926	B	27.9	22.7	21.8	24.4
Toplam			281.3	223.3	325.2	274.4

(Tablo 4.2'nin devamı)

Aroma Maddeleri	RI^x	ID^y	Kn^{Δ,z}	Kp^{Δ,z}	En^{Δ,z}	Ep^{Δ,z}
Furan ve Piran Bileşikleri						
Furfural	1376	A	3.9 ^b	28.6 ^a	2.4 ^b	26.8 ^a
2-asetil furan	1421	A	1.6 ^c	29.8 ^a	4.3 ^b	28.5 ^a
2-furfural	1584	A	4.3 ^b	17.6 ^a	6.8 ^b	14.7 ^a
Furanmetanol	1674	B	S ^b	73.5 ^a	S ^b	66.3 ^a
3.4-dihidropiran	1680	B	22.4 ^b	83.1 ^a	22.1 ^b	70.2 ^a
Toplam			32.2	232.6	35.6	206.5
Norizoprenoidler						
4-hidroksi-β-ionon	2399	B	7.4 ^b	5.3 ^b	63.9 ^a	65.2 ^a
3-okzo-α-meti-ionon	2433	B	13.1 ^b	13.8 ^b	127.4 ^a	113.5 ^a
2-hidroksi-β-ionon	2472	B	11.5 ^b	5.9 ^c	121.9 ^a	116.7 ^a
Toplam			32	25	313.2	295.4
Uçucu Fenoller						
2-etil-4,5-dimetilfenol	1485	B	16.4 ^a	17.9 ^a	15.5 ^a	3 ^b
2.4-dimetil fenol	2068	B	25.4 ^b	138.4 ^a	14.7 ^c	18 ^b
4-vinil-guaiakol	2085	A	1379.2 ^b	1161.8 ^b	2885.7 ^a	2105.1 ^a
4-vinil-fenol	2269	A	127.1 ^b	112 ^b	328.5 ^a	352.8 ^a
Vanilin	2366	A	99.1 ^b	91.9 ^b	183.5 ^a	221.5 ^a
Toplam			1647.2	1522	3427.9	2700.4
Uçucu Asitler						
Asetik asit	1366	A	57 ^a	17.1 ^c	30.6 ^b	16.3 ^c
Propiyonik asit	1463	A	3.6 ^b	10.9 ^a	3.3 ^b	9.3 ^a
Bütanoik asit	1554	A	25.8 ^b	59.3 ^a	21.1 ^b	57.6 ^a
2-metil-hekzanoik asit	1595	B	5.3 ^b	3.2 ^c	17.9 ^a	8.1 ^{ab}
Heptanoik asit	1866	A	32.7 ^b	133.2 ^a	31.5 ^b	143.9 ^a
Oktanoik asit	1970	A	92.2 ^b	145.4 ^a	87.5 ^b	159.2 ^a
Nonanoik asit	2073	A	84.9 ^b	179.4 ^a	42.2 ^c	103.9 ^b
Benzoik asit	2298	A	140.5 ^b	159.3 ^b	194.6 ^a	56.1 ^c
Dodekanoik asit	2343	A	150.9 ^c	311.4 ^b	91.9 ^d	544.1 ^a
Tertadekanoik asit	2492	B	512.8 ^b	356.4 ^c	465.6 ^b	1144.8 ^a
Pentadekanoik asit	2596	A	97.8 ^b	224.2 ^a	106.7 ^b	292.1 ^a
Sinnamik asit	2613	A	204 ^a	22.7 ^c	140.4 ^b	36.2 ^c
Hekzadekanoik asit	2706	A	16719.6 ^a	16083.3 ^a	7744.4 ^b	8752.4 ^b
Heptadekanoik asit	2812	B	1123.6 ^a	1192.6 ^a	394.6 ^b	422 ^b
Oleik asit	3070	A	3868.2 ^{ab}	3077.3 ^b	4793.6 ^a	3487.5 ^b
Linoleik asit	3116	A	5362 ^a	5188.6 ^a	4165.1 ^b	4558.9 ^b
Toplam			28480.9	27164.3	18331	19792.4
Genel Toplam			145612.3	116679.1	137087.6	106144.6

S: Saptanamadı, Kn: Isıl işlem uygulanmamış kontrol örneği, Kp: Isıl işlem uygulanmış kontrol örneği, En: Isıl işlem uygulanmamış enzimli örnek, Ep: Isıl işlem uygulanmış enzimli örnek

^ΔAynı satırda değişik harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

^xDB-WAX kolonda belirlenen Kovats indeks değerleri

^yTanımlamada kullanılan yöntemler (A. Linear alıkonma indeksi. kütle spektrometresi kütüphanesi ve standart bileşik kullanılarak yapılan tanımlama; B. Linear alıkonma indeksi. kütle spektrometresi kütüphanesi ve tentatif tanımlama)

^zSonuçlar üç ekstraksiyon tekrarrünün ortalaması şeklinde µg/L olarak verilmiştir. Tekrarlar arasındaki standart sapma % 10'un altındadır.

Portakal suyu örnekleri üzerinde yapılan serbest aroma maddeleri analizi sonucunda;

- Isıl işlem uygulanmamış kontrol örneğinde 97 adet (45 adet terpen ve terpenol bileşiği, 5 adet aldehit ve keton bileşiği, 5 adet ester, 10 adet alkol, 5 adet lakton, 4 adet furan ve piran bileşiği, 3 adet norizoprenoid, 5 adet uçucu fenol ve 16 adet uçucu asit) aroma bileşiği,
- Isıl işlem uygulanmış kontrol örneğinde 99 adet (45 adet terpen ve terpenol bileşiği, 5 adet aldehit ve keton bileşiği, 5 adet ester, 11 adet alkol, 4 adet lakton, 5 adet furan ve piran bileşiği, 3 adet norizoprenoid, 5 adet uçucu fenol ve 16 adet uçucu asit) aroma bileşiği,
- Isıl işlem uygulanmamış enzimli örnekte 99 adet (46 adet terpen ve terpenol bileşiği, 5 adet aldehit ve keton bileşiği, 6 adet ester, 10 adet alkol, 4 adet lakton, 4 adet furan ve piran bileşiği, 3 adet norizoprenoid, 5 adet uçucu fenol ve 16 adet uçucu asit) aroma bileşiği ve
- Isıl işlem uygulanmış enzimli örnekte 101 adet (45 adet terpen ve terpenol bileşiği, 6 adet aldehit ve keton bileşiği, 6 adet ester, 11 adet alkol, 4 adet lakton, 5 adet furan ve piran bileşiği, 3 adet norizoprenoid, 5 adet uçucu fenol ve 16 adet uçucu asit) aroma bileşiği tanımlanmıştır.

Aroma maddelerinin toplam miktarları bakımından ısıl işlem uygulanmamış kontrol örneği 145612.3 µg/l ile ilk sırada yer alırken, bu örneği 137087.6 µg/l ile ısıl işlem uygulanmamış enzimli örnek, 116679.1 µg/l ile ısıl işlem uygulanmış kontrol örneği ve 106144.6 µg/l ile ısıl işlem uygulanmış enzimli örnek izlemiştir.

Tablo 4.2 incelendiğinde işlem uygulanmış ve uygulanmamış portakal suyu örneklerinin terpen ve terpenol bileşikleri bakımından oldukça zengin bir bileşime sahip oldukları görülmektedir. Terpen ve terpenol grubu bileşikler çoğunluğu çiçeksi ve bazıları meyvemsi kokulardan sorumlu aroma maddeleridir [9, 10, 73, 74]. Toplam terpen ve terpenol bileşikleri bakımından en yüksek terpen bileşiği miktarı 109715 µg/l ile ısıl işlem uygulanmamış enzimli örnekte tespit edilmiş ve bunu 108566.9 µg/l ile ısıl işlem uygulanmamış kontrol örneği, 81073.2 µg/l ile ısıl işlem uygulanmış kontrol örneği ve 78058.2 µg/l ile ısıl işlem uygulanmış enzimli örnek izlemiştir. Tüm örneklerde oransal açıdan toplam terpen ve terpenol bileşikleri miktarının çok büyük bir bölümünü DL-limonen oluşturmaktadır. Bu oranın en yüksek olduğu örnek % 90.4 ile

ısıtım işlem uygulanmamış kontrol örneği olmuş, bunu % 89.2 ile ısıtım işlem uygulanmamış enzimli örnek % 84.8 ile ısıtım işlem uygulanmış kontrol örneği ve % 82.9 ısıtım işlem uygulanmış enzimli örnek takip etmiştir. Miktersal açıdan bir değerlendirme yapıldığında DL-limonen bileşiminin miktarında hem ısıtım işlem hem de enzim uygulaması ile ısıtım işlem uygulanmamış kontrol örneğine göre bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu bileşimin büyük oranda ısıtım işlem uygulaması ile parçalandığı düşünölmekte, enzim uygulamasının ise DL-limonenin parçalanmasına daha minör düzeyde etki ettiği görölmektedir. DL-limonenin termal degradasyonu sonucu birçok bileşik oluşabilmektedir [39, 75]. Bunlar arasında en dikkat çekici olanları 4-terpineol, α -terpineol, (E) ve (Z)-karveol, karvon, timol, perilaldehit ve peril alkol'dür [76, 77]. Bu açıdan bakıldığında, ısıtım işlem uygulanmamış kontrol örneğine göre ısıtım işlem uygulanan örneklerde 4-terpineol miktarında 2 kattan fazla, α -terpineol miktarında ise % 0.7- % 69.3 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir. En dikkate çekici miktersal artış (E)-karveol, (Z)-karveol, perilaldehit ve peril alkol bileşiklerinde meydana gelmiştir. Isıtım işlem uygulaması ile bu bileşiklerin miktarları, ısıtım işlem uygulanmamış kontrol örneğine göre 2.2 ile 3 kat arasında artmıştır. Bu verilere dayanarak ısıtım işlem uygulamasının DL-limonenin termal degradasyonunu önemli derecede etkilediği söylenebilir. Enzim uygulamasının özellikle terpen ve terpenol bileşikleri üzerinde ısıtım işlem uygulanmış ve uygulanmamış kontrol örneklerine önemli farklılıklar ortaya çıkardığı tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden linalol, (E)- ve (Z)-linalol oksit, (Z)-limonen oksit, nerol, 8-hidroksi-p-simen, jeraniol, 6.7-dihidro-7-hidroksi-linalol ve 8-hidroksi-linalol miktarlarında ısıtım işlem uygulanmamış kontrol örneğine göre 1.1 ile 5.3 kat arasında bir artış meydana gelmiştir. Özellikle linalol ve türevi bileşikler gerek düşük algılama eşik değerleri nedeniyle gerekse verdikleri çiçeksi kokularla oldukça önemlidirler. Ayrıca sonuçlar literatür ile de uyumlu bulunmuştur [15, 20, 32, 36, 51, 77-79].

Portakal suyu örnekleri toplam aldehit ve keton bileşikleri bakımından incelendiğinde en fazla aldehit ve keton miktarı 241 $\mu\text{g/l}$ ile ısıtım işlem uygulanmamış enzimli örnekte tespit edilirken, bunu 222.5 $\mu\text{g/l}$ ile ısıtım işlem uygulanmış kontrol örneği, 189.8 $\mu\text{g/l}$ ile ısıtım işlem uygulanmış enzimli örnek ve 157.5 $\mu\text{g/l}$ ile ısıtım işlem uygulanmamış kontrol örneği takip etmiştir. Bu bileşikler içerisinde miktersal değişim açısından perilaldehit oldukça dikkat çekici bulunmuştur. Bu bileşiğe ısıtım işlem uygulanmamış örneklerde rastlanmazken, ısıtım işlem uygulanmış kontrol ve enzimli

örnekte neredeyse 140 kata varan bir artış meydana gelmiştir. Daha önce de bahsedildiği üzere perilaldehit miktarındaki bu artışın sebebinin, DL-limonen'in termal parçalanmasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Bu bileşiğin dışında Tablo 4.2 incelendiğinde, benzaldehit ve 4-etil-benzaldehit bileşiklerinin miktarı üzerinde enzim uygulamasının kısmi bir etkisi olduğu görülmektedir. Buttery ve arkadaşları 1988 yılında yapmış oldukları bir çalışmada acı badem kokusu ile karakterize edilen benzaldehit'in algılama eşik değerinin 350 µg/l olduğunu bildirmişlerdir [81].

Aroma maddeleri açısından birçok meyvenin aromasında, meyvemsi, şekerimsi kokulardan sorumlu olan ester bileşiklerinin önemli bir rolü vardır [82]. Ester bileşikleri bakımından bir değerlendirme yapıldığında, en fazla ester miktarı 4883.4 µg/l ile ısıtılmış işlem uygulanmamış kontrol örneğinde bulunmuştur. Bunu 4827.8 µg/l ile ısıtılmış işlem uygulanmamış kontrol örneği, 3939 µg/l ile ısıtılmış işlem uygulanmamış enzimli örnek ve 3671.1 µg/l ile ısıtılmış işlem uygulanmamış enzimli örnek takip etmiştir. Verilen miktarlar göz önüne alındığında ısıtılmış işlem uygulaması ile ester bileşikleri miktarlarında genel olarak bir azalma meydana geldiği ve enzim uygulamasının ise belirgin bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Ester bileşikleri içerisinde metil linoleat, toplam ester bileşikleri miktarının yaklaşık % 79 ile % 93'ünü oluşturarak miktarsal açıdan en fazla orana sahip ester bileşiği olmuştur. Bu bileşiğin dışında portakal suyu örneklerinde miktar olarak etil bütanoat ile etil-3-hidroksi-bütanoat bileşikleri ön plana çıkmaktadır. Bu bileşiklerden etil bütanoat en fazla ısıtılmış işlem uygulanmamış enzimli örnekte (313.4 µg/l) belirlenirken, bunu ısıtılmış işlem uygulanmamış kontrol örneği (302.3 µg/l), ısıtılmış işlem uygulanmamış enzimli örnek (154.1 µg/l) ve ısıtılmış işlem uygulanmamış enzimli örnek (142.7 µg/l) izlemiştir. En fazla etil-3-hidroksi-hekzanoat bileşiği ise 284.3 µg/l ile ısıtılmış işlem uygulanmamış kontrol örneğinde tespit edilmiş, bu örneği 268.7 µg/l ile ısıtılmış işlem uygulanmamış enzimli örnek, 130.8 µg/l ile ısıtılmış işlem uygulanmamış kontrol örneği ve 125.2 µg/l ile ısıtılmış işlem uygulanmamış enzimli örnek takip etmiştir. Moshonas ve Shaw'ın 1995 yılında yapmış oldukları bir çalışmada portakal suyunda yapılan ısıtılmış işlem uygulaması sonucunda etil propionat, metil bütanoat, etil bütanoat ve etil hekzanoat bileşiklerinin miktarında az da olsa bir düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte aynı araştırmacılar, etil-3-hidroksi-hekzanoat bileşiğinin miktarında ısıtılmış işlem uygulaması ile bir artış meydana geldiğini de belirtmişlerdir [33]. Benzer durum ısıtılmış işlem uygulanmamış kontrol örneğinde de tespit edilmiştir.

Toplam alkol miktarları bakımından değerlendirme yapıldığında en yüksek alkol bileşikleri miktarı 1530.9 µg/l ile ısıtma işlemi uygulanmamış kontrol örneğine tespit edilmiş, bunu 1388.4 µg/l ile ısıtma işlemi uygulanmış kontrol örneği, 956.4 µg/l ısıtma işlemi uygulanmış enzimli örnek ve 759.7 µg/l ısıtma işlemi uygulanmamış enzimli örnek izlemiştir. Bu bileşikler içerisinde peril alkol miktarındaki değişim oldukça dikkat çekicidir. Isıtma işlemi uygulanmamış örneklerde tespit edilemeyen bu bileşik, ısıtma işlemi uygulanmış kontrol ve enzimli örneklerde sırasıyla, 141.2 µg/l ve 122.4 µg/l düzeylerinde bulunmuştur. Bu bileşiğin oluşumuna da yine DL-limonen'in termal degradasyonunun neden olduğu düşünülmektedir. Genel olarak bakıldığında ısıtma işlemi uygulaması ile örneklerin alkol bileşikleri miktarında bir azalma görülmüştür. Bu durum Moshonas ve Shaw'ın 1995 yılında yapmış oldukları çalışma ile de uyum içinde bulunmuştur [33]. Enzim uygulamasının ise alkol bileşiklerinin değişimi üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Yapılan birçok araştırmada lakton grubu bileşiklerin meyvelerin karakteristik aromasına önemli katkılarda bulunduğu bildirilmiştir [83, 84]. Lakton bileşikleri bakımından 290.3 µg/l ile ısıtma işlemi uygulanmamış enzimli örnek ilk sırada yer alırken, bunu 281.3 µg/l ile ısıtma işlemi uygulanmamış kontrol örneği 274.4 µg/l ile ısıtma işlemi uygulanmış enzimli örnek ve 223.3 µg/l ile ısıtma işlemi uygulanmış kontrol örneği takip etmiştir. Bu bileşikler içerisinde γ-heksalakton otosu, şekerimsi koku ile karakterize edilmektedir ve sudaki algılama eşik değerinin 1600 µg/l olduğu bildirilmektedir [85, 86]. Bu bileşiğin portakal suyu örneklerindeki miktarı 27.6 µg/l ile 82 µg/l arasında değiştiği tespit edilmiştir. γ-krotonolakton dışında diğer lakton bileşiklerinin miktarında ısıtma işlemi uygulaması ile genel olarak bir azalma meydana geldiği, enzim uygulamasının ise belirgin bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

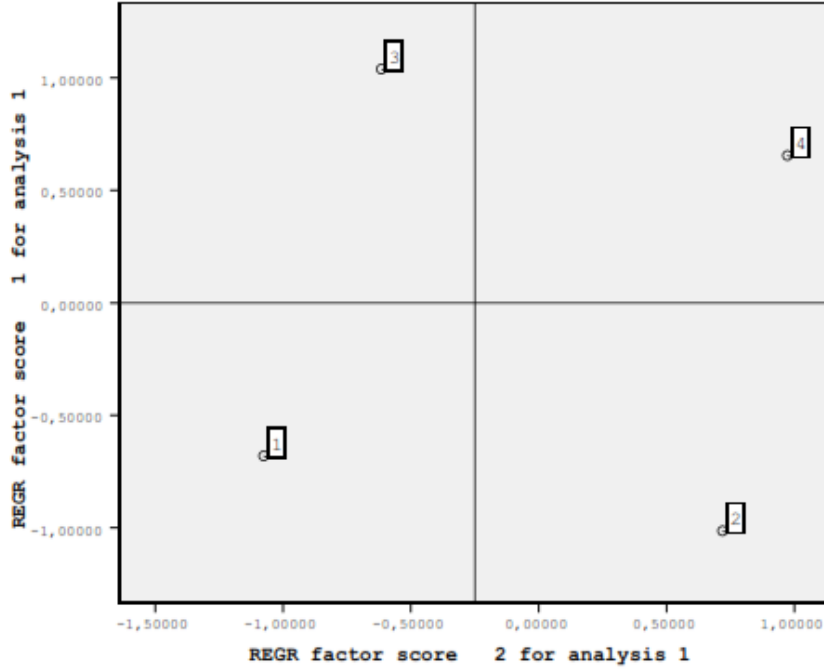
Meyve ve meyve sularına uygulanan ısıtma işlemi sırasında birçok fiziksel ve kimyasal değişim meydana gelmekte, sıcaklığın etkisiyle bir takım bileşikler parçalanırken diğer yandan da yeni bileşikler oluşmaktadır [87]. Furanlar ve püranlar ısıtma işlemi sonucu oluşan ve toprak, kızartma ve kavurma kokularından sorumlu bileşiklerdir [88, 89]. Portakal suyu örneklerinin toplam furan ve püran miktarları bakımından en yüksek ısıtma işlemi uygulanmış portakal suyu örneklerinde tespit edilmiştir. Isıtma işlemi uygulanmış kontrol örneğinde 232.6 µg/l, ısıtma işlemi uygulanmış enzimli örnekte ise 206.5 µg/l furan ve püran bileşiği belirlenmiştir. Tablo 4.2 incelendiğinde ısıtma işlemi uygulanmamış örneklere göre ısıtma işlemi uygulanmış örneklerde furan ve püran bileşikleri

miktarının 2 ile 74 kat arasında değişen oranlarda artığı tespit edilmiştir. En dikkat çekici artış, 2.3-dihidro-4-metil-furan bileşiğinin miktarında olmuştur. Bu bileşik ısıtıl işlem uygulanma hem kontrol hem de enzimli örnekte tespit edilememiştir. Ancak ısıtıl işlem uygulanmış kontrol örneğinde bu bileşiğin miktarı 73.5 µg/l olarak tespit edilmiş, ısıtıl işlem uygulanmış kontrol örneğinde ise 66.3 µg/l olarak bulunmuştur.

Norizoprenoid bileşimi bakımından ısıtıl işlem uygulanmamış enzimli örnek 313.2 µg/l ile ısıtıl işlem uygulanmamış enzimli örnek ilk sırada yer alırken, bunu 295.4 µg/l ile ısıtıl işlem uygulanmış enzimli örnek, 32 µg/l ile ısıtıl işlem uygulanmamış kontrol örneği ve 25 µg/l ile ısıtıl işlem uygulanmış kontrol örneği izlemiştir. Portakal suyu örneklerinde 4-hidroksi-β-ionon, 3-okzo-α-metil-ionon ve 2-hidroksi-β-ionon olmak üzere toplamda 3 farklı norizoprenoid bileşiği tespit edilmiştir. Tablo 4.2 incelendiğinde bu bileşiklerin miktarında ısıtıl işlem uygulaması ile genel olarak bir düşüş meydana geldiği, ancak enzim uygulamasının norizoprenoid bileşiklerinin miktarını yaklaşık 8 ile 20 kat oranında artırdığı belirlenmiştir.

Toplam uçucu fenol bileşikleri bakımından 3427.9 µg/l ile ısıtıl işlem uygulanmamış enzimli örnek ilk sırada yer alırken, bunu 2700.4 µg/l ile ısıtıl işlem uygulanmış enzimli örnek, 1647.2 µg/l ile ısıtıl işlem uygulanmamış kontrol örneği ve 1522 µg/l ile ısıtıl işlem uygulanmış kontrol örneği izlemiştir. Portakal suyu örneklerinde toplamda 2-etil-4.5-dimetilfenol, 2.4-dimetilfenol, 4-vinil-guaiakol, 4-vinil-fenol ve vanilin olmak üzere 5 farklı uçucu fenol bileşiği tespit edilmiştir. Bu bileşikler içerisinde, 4-vinil-guaiakol, 4-vinil-fenol ve vanilin'nin miktarlarında enzim uygulaması ile yaklaşık 2 ile 3 kat oranında artış meydana geldiği belirlenmiştir (p<0.05). Isıtıl işlem uygulamasının ise bu bileşiklerin miktarında azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir.

Toplam serbest aroma bileşikleri açısından portakal suyu örnekleri arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığını görebilmek için Temel Bileşen Analizi uygulanmıştır. Uygulanan analizin sonucu Şekil 4.1'de verilmiştir. Görüldüğü gibi portakal suyu örnekleri üzerine hem ısıtıl işlemin hem de enzim uygulamasının etkisi önemli bulunmuştur. Her bir portakal suyu örneği birbirinden farklı özellik karakteristik göstermiştir.



Şekil 4.1. Portakal suyu örneklerinin serbest aroma bileşimi açısından temel bileşen analizi ile karşılaştırılması (1: Kontrol örneği. 2: Kontrol-Pastörize. 3: Enzim. 4: Enzim-Pastörize)

4.3. Kozan Misket Portakal Suyu Örneklerinin Bağlı Aroma Bileşimi

Tablo 4.3'te kontrol grubu örnekleri ile ısıtma işlemi ve enzim uygulaması yapılmış portakala suyu örneklerinin bağlı aroma bileşimi verilmiştir.

Tablo 4.3. Kozan Yerli Çeşidine ait işlem uygulanmış ve uygulanmamış portakal suyu örneklerinin bağlı aroma bileşimi

Aroma Maddeleri	RI ^x	ID ^y	Kn ^{Δ,z}	Kp ^{Δ,z}	En ^{Δ,z}	Ep ^{Δ,z}
Terpen ve Terpenoller						
(Z)-linalol oksit	1456	A	13.7 ^a	17.6 ^a	1.6 ^b	0.6 ^c
(Z)-limonen oksit	1464	A	28.0 ^a	28.9 ^a	1.7 ^b	0.5 ^c
(E)-linalol oksit	1486	A	23.1 ^a	14.5 ^b	1.8 ^c	0.6 ^d
Linalol	1549	A	148.4 ^a	30.8 ^b	9.4 ^c	4.9 ^d
β-terpineol	1646	A	29.7 ^a	17.4 ^b	1.1 ^c	0.1 ^d
α-terpineol	1679	A	100.5 ^a	62.2 ^b	6.2 ^c	4.3 ^d
Nerol	1803	A	77.0 ^a	55.5 ^b	4.9 ^c	1.9 ^d
8-hidroksi-p-simen	1844	B	6.3 ^a	7.6 ^a	0.8 ^b	0.5 ^b
Jeraniol	1854	A	214.0 ^a	169.5 ^b	15.6 ^c	7.8 ^d
6.7-dihidro-7-hidroksi-linalol	1981	B	100.4 ^a	102.9 ^a	7.7 ^b	5.5 ^b
8-hidroksi-linalol	2301	A	159.0 ^a	114.9 ^a	12.3 ^b	5.1 ^c
Toplam			4586.5	3522.7	262.4	162.3

(Tablo 4.3'ün devamı)

Aroma Maddeleri	RI ^x	ID ^y	Kn ^{Δ,z}	Kp ^{Δ,z}	En ^{Δ,z}	Ep ^{Δ,z}
Aldehitler						
Benzaldehit	1525	A	1.7 ^a	1.8 ^a	0.4 ^b	0.1 ^b
4-Etil-benzaldehit	1749	B	19.6 ^a	6.7 ^b	1.2 ^c	0.6 ^d
Toplam			69.8	32.0	5.4	1.8
Norizoprenoidler						
4-hidroksi-β-ionon	2399	B	63.0 ^a	60.7 ^a	6.5 ^b	2.9 ^c
3-okzo-α-metil-ionon	2433	B	123.5 ^a	105.9 ^a	9.2 ^b	5.6 ^b
2-hidroksi-β-ionon	2472	B	119.3 ^a	110.4 ^a	8.9 ^b	5.1 ^b
Toplam			305.8	277.0	24.6	13.6
Uçucu Fenoller						
4-vinil-guaiakol	2085	A	1603.7 ^a	804.0 ^b	97.2 ^c	78.1 ^d
4-vinil-fenol	2269	A	220.0 ^a	237.0 ^a	18.6 ^b	11.4 ^c
Vanilin	2366	A	89.9 ^b	125.5 ^a	5.5 ^c	3.1 ^c
Toplam			1913.6	1166.5	121.3	92.6
Genel Toplam			7042.6	5098.8	426.3	277.8

S: Saptanamadı, Kn: Isıl işlem uygulanmamış kontrol örneği, Kp: Isıl işlem uygulanmış kontrol örneği, En: Isıl işlem uygulanmamış enzimli örnek, Ep: Isıl işlem uygulanmış enzimli örnek

^ΔAynı satırda değişik harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

^yDB-WAX kolonda belirlenen Kovats indeks değerleri

^yTanımlamada kullanılan yöntemler (A. Linear alıkonma indeksi, kütle spektrometresi kütüphanesi ve standart bileşik kullanılarak yapılan tanımlama; B. Linear alıkonma indeksi, kütle spektrometresi kütüphanesi ve tentatif tanımlama)

^zSonuçlar üç ekstraksiyon tekrarrününün ortalaması şeklinde µg/L olarak verilmiştir. Tekrarlar arasındaki standart sapma % 10'un altındadır.

Portakal suyu örnekleri üzerinde yapılan bağlı aroma maddeleri analizi sonucunda;

- Tüm portakal suyu örneklerinde toplam 19 adet (11 adet terpen ve terpenol bileşiği, 2 adet aldehit, 3 adet norizoprenoid ve 3 adet uçucu fenol bileşiği tanımlanmıştır.

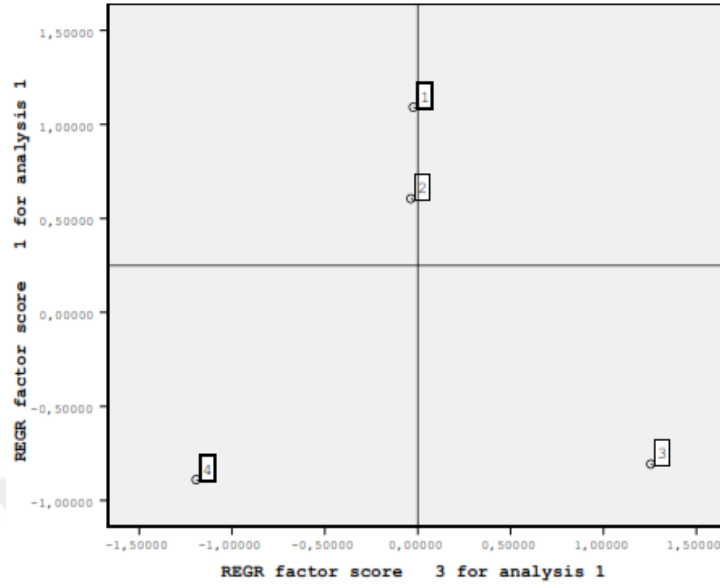
Bağlı aroma bileşimleri belirlenen portakal suyu örneklerinin toplam terpen bileşikleri içerikleri kontrol örneğinde 4586.5 µg/l olarak bulunmuş, bu örneği 3522.7 µg/l ısıtılmış işlem uygulanmış kontrol örneği, 262.4 µg/l ile ısıtılmış işlem uygulanmamış enzimli örnek ve 162.3 µg/l ile ısıtılmış işlem uygulanmış enzimli örnek izlemiştir. Kontrol örneğindeki bağlı terpen bileşikleri toplamı temel alındığında, ısıtılmış işlem uygulanan kontrol örneğinde bağlı terpen ve terpenol bileşiklerinin % 23.2'sinin serbest hale geçtiği, ısıtılmış işlem uygulanmamış enzim örneğinde % 94.3'ünün, ısıtılmış işlem uygulanmış enzim örneğinde ise % 96.5'inin serbest hale geçtiği görülmektedir. Bu verilere göre hem ısıtılmış işlemin hem de enzim uygulamasının terpen ve terpenol bileşiklerinin serbest hale geçmesinde etkili olduğu görülmektedir.

Norizoprenoid içerikleri açısından Tablo 4.3 incelendiğinde tespit edilen norizoprenoid bileşiklerinin tamamının tüm örneklerin bileşiminde yer aldığı tespit edilmiştir. Kontrol örneğindeki bağlı norizoprenoidlerin toplam miktarları dikkate alındığında, ısıtma işlemi uygulanan kontrol örneğinde bağlı norizoprenoid bileşiklerinin % 11.7'sinin serbest hale geçtiği, ısıtma işlemi uygulanmamış enzim örneğinde % 92.1'ünün, ısıtma işlemi uygulanmış enzim örneğinde ise % 95.5'inin serbest hale geçtiği görülmektedir.

Toplam uçucu fenol bileşikleri bakımından Kontrol örneği 1913.6 µg/l ile ilk sırada yer alırken, Bunu 1166.5 µg/l ile ısıtma işlemi uygulanmış kontrol örneği, 121.3 µg/l ile ısıtma işlemi uygulanmamış enzimli örnek ve 92.6 µg/l ile ısıtma işlemi uygulanmış enzimli örnek izlemiştir. Kontrol örneğindeki bağlı uçucu fenollerin toplam miktarları dikkate alındığında, ısıtma işlemi uygulanan kontrol örneğinde bağlı uçucu fenol bileşiklerinin % 39'unun serbest hale geçtiği, ısıtma işlemi uygulanmamış enzim örneğinde % 93.7'ünün, ısıtma işlemi uygulanmış enzim örneğinde ise % 95.2'inin serbest hale geçtiği görülmektedir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında bağlı aroma bileşiklerinin bir kısmının ısıtma işlemi uygulaması ile serbest hale geçtiği ancak çok büyük bir bölümünün enzim uygulaması sonucu koku verebilen bileşikler haline dönüştüğü belirlenmiştir.

Toplam bağlı aroma bileşikleri açısından portakal suyu örnekleri arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığını görebilmek için Temel Bileşen Analizi uygulanmıştır. Uygulanan analizin sonucu Şekil 4.2'de verilmiştir. Görüldüğü gibi portakal suyu örnekleri üzerine hem ısıtma işleminin hem de enzim uygulamasının etkisi önemli bulunmuştur. Kontrol ve ısıtma işlemi uygulanmış kontrol örnekleri benzer karakteristik göstermiş, enzim uygulanan portakal suyu örnekleri ise birbirinden farklı özellikler ortaya koymuştur.



Şekil 4.2. Portakal suyu örneklerinin bağı aroma bileşimi açısından temel bileşen analizi ile karşılaştırılması (1: Kontrol örneği, 2: Kontrol-Pastörize, 3: Enzim, 4: Enzim-Pastörize)

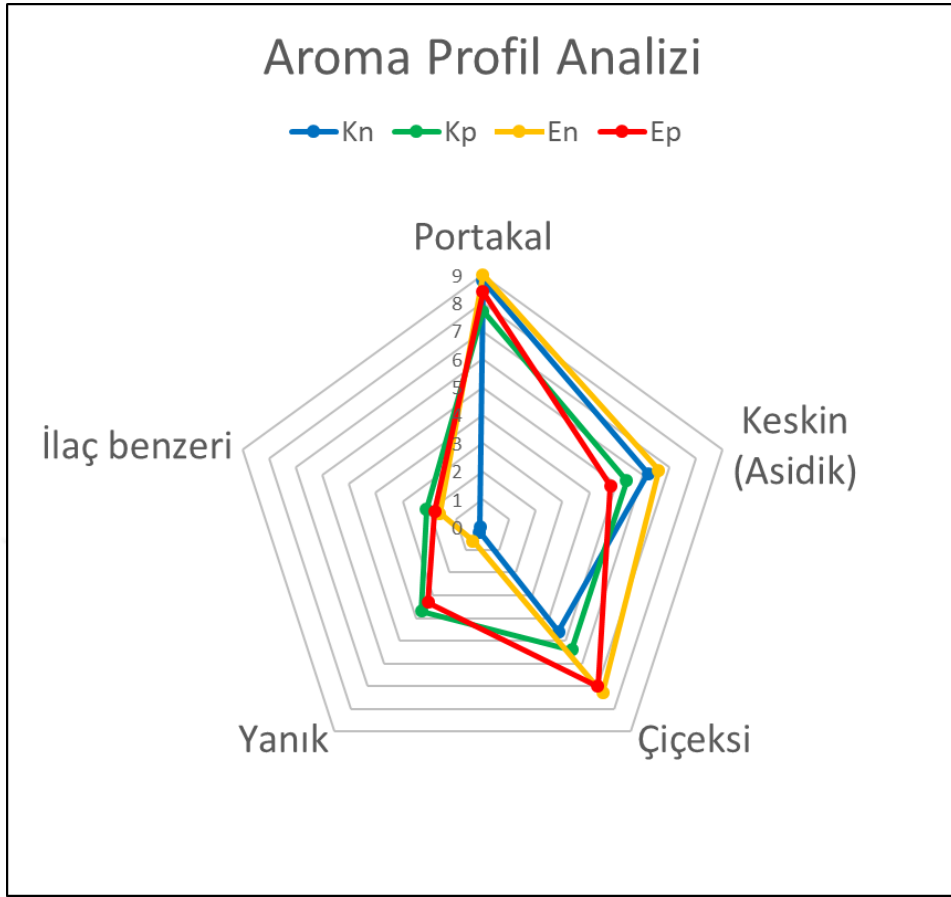
4.4. Aroma Profil Analizleri

Portakal suyu örneklerinin aroma profil analizi sonuçları Tablo 4.4 ve Şekil 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Portakal suyu örneklerinin aroma profili*

Aroma Profili	Kn	Kp	En	Ep
Portakal	8.8 ^a ± 0.6	7.7 ^b ± 0.5	9.1 ^a ± 0.7	8.4 ^{ab} ± 0.8
Keskin (Asidik)	6.2 ^a ± 0.5	5.4 ^b ± 0.4	6.6 ^a ± 0.6	4.8 ^b ± 0.3
Çiçeksi	4.6 ^b ± 0.2	5.4 ^b ± 0.3	7.3 ^a ± 0.5	7.1 ^a ± 0.6
Yanık	0.2 ^b ± 0.01	3.7 ^a ± 0.1	0.6 ^b ± 0.04	3.3 ^a ± 0.2
İlaç Benzeri	0.1 ^b ± 0.008	2.1 ^a ± 0.1	1.6 ^a ± 0.09	1.8 ^a ± 0.1

*Aynı satırda değişik harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)



Şekil 4.3. Kontrol örneğinin aroma profil analizi diyagramı

Tablo 4.4 ve Şekil 4.3 incelendiğinde, panelistler tarafından portakal suyu örnekleri içerisinde ısıtılmış uygulanmamış enzimli örnek, karakteristik portakal kokusu bakımından en yüksek puanı (9.1) aldığı, en düşük puanın (7.7) ise ısıtılmış uygulanmış kontrol örneğine verildiği görülmektedir. İstatistiksel açıdan değerlendirildiğinde ısıtılmış uygulanmış kontrol örneği ile diğer örnekler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Keskin asidik koku bakımından portakal suyu örnekleri incelendiğinde ısıtılmış uygulanmış örneklerde daha belirgin olarak bu koku hissedilmiş ancak ısıtılmış uygulanan örneklerde keskin asidik koku diğer örneklerle göre daha düşük puanlandırılmıştır ($p < 0.05$). Çiçeksi koku bakımından ise ısıtılmış uygulanmamış enzimli örnek en yüksek puanı (7.3) alırken, bunu ısıtılmış uygulanmış enzimli örnek (7), ısıtılmış uygulanmış kontrol örneği (5.4) ve ısıtılmış uygulanmamış kontrol örneği (4.6) izlemiştir. İstatistiksel açıdan değerlendirildiğinde enzim uygulanmış örnekler kontrol örneklerine göre farklılık göstermiştir ($p < 0.05$). Görüldüğü üzere enzim uygulamasının çiçeksi koku karakteristiği bakımından duyu özelliklere

önemli katkıda bulunmaktadır. Yanık koku karakteristiği bakımından da özellikle ısıtma işlemi uygulanan örneklerle ısıtma işlemi uygulanmamış örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır ($p < 0.05$). Yanık koku özelliği açısından hem ısıtma işlemi uygulanmış kontrol örneği (3.7) hem de ısıtma işlemi uygulanmış enzimli örnek (3.3) diğer iki örnekten kolaylıkla ayrılabilir. Buna göre ısıtma işlemi uygulamasının duyu açıdan yanık kokusunun artmasında önemli bir etken olduğu görülmüştür. Yabancı koku (ilaç benzeri) bakımından portakal suyu örnekleri arasında özellikle ısıtma işlemi ve enzim uygulanmış örnekler dikkat çekmektedir. Bu koku özelliği bakımından en düşük puanı ısıtma işlemi uygulanmamış kontrol örneği (0.1) alırken, diğer örnekler birbirlerine yakın puanlar (1.6-2.1) almışlardır. İstatistiksel açıdan da değerlendirildiğinde örnekler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu ayrımın ortaya çıkmasında hem ısıtma işlemi uygulamasının hem de enzim uygulamasının etkili olduğu görülmektedir.

4.5. Portakal Suyu Örneklerinde Belirlenen Aroma Aktif Bileşikler

Tablo 4.5’de portakal suyu örneklerinde tespit edilen aroma aktif bileşikler verilmiştir.

Tablo 4.5. Portakal suyu örneklerinin aroma aktif bileşikleri

Aroma Maddeleri	RI	ID	Seyretme Faktörü (2 ⁿ)				Koku Tanımı
			K _n	K _p	E _n	E _p	
etil bütanoat	683	A	32	16	32	16	Tatlımsı. tropik meyve kokusu
α-pinen	1015	A	128	128	512	128	Çam kokusu. meyvemsi. ferah-yeşil koku
Hekzanal	1089	A	2	1	2	1	Biçilmiş çimen kokusu
β-pinen	1096	A	8	4	8	4	Çam kokusu. ağaç reçinesi kokusu
DL-limonen	1211	A	128	32	128	32	Taze. limon benzeri koku
γ-terpinen	1238	A	32	8	32	8	Narenciye kokusu
β-osimen	1277	A	16	4	16	4	Narenciye kokusu
1-hekzanol	1291	A	16	4	8	4	Saman/çim kokusu. hafif meyvemsi koku
α-terpinolen	1300	A	64	32	64	32	Odunsu. meyvemsi. tatlımsı koku
(Z)-3-hekzen-1-ol	1317	A	2	1	2	1	Biçilmiş çimen kokusu
Asetik asit	1366	A	8	2	4	2	Keskin. ekşimsi. aşırı olgunlaşmış meyve kokusu

(Tablo 4.5'in Devamı)

Aroma Maddeleri	RI	ID	Seyretme Faktörü (2 ⁿ)				Koku Tanımı
			K _n	K _p	E _n	E _p	
Furfural	1376	A	S	8	S	8	Tatlımsı. karamelimsi koku
Tanımsız bileşik	1408	-	S	S	8	4	Narenciye benzeri. yeşil koku
2-asetil furan	1421	A	S	16	S	16	Tatlımsı. kavrulmuş. fındık benzeri koku
Tanımsız bileşik	1430	-	S	32	S	32	Topraksı. haşlanmış baklagil benzeri koku
(Z)-linalol oksit	1456	A	8	16	64	128	Çiçeksi. hafif yeşil koku
(Z)-limonen oksit	1464	A	S	2	8	8	Narenciye. limon kokusu
α-copaen	1480	A	4	2	4	1	Baharatımsı. odunsu koku
(E)-linalol oksit	1486	A	8	16	32	32	Odunsu. çiçeksi koku
Linalol	1549	A	1024	512	2048	1024	Baharatımsı. çiçeksi koku
(E)-karyofilen	1564	A	512	512	128	128	Baharatımsı koku. narenciye kokusu
4-terpineol	1576	A	1024	2048	1024	2048	Narenciye kokusu. odunsu. hafif nanemsi koku
2-furfural	1584	A	S	8	S	8	Yanık kokusu
γ-hekzalakton	1608	A	512	256	512	256	Tatlımsı. meyvemsi koku
Etil-3-hidroksi-hekzanoat	1613	B	64	32	64	32	Meyvemsi. narenciye benzeri koku
Tanımsız bileşik	1635	-	S	S	4	2	Tatlımsı. yeşil koku
β-terpineol	1646	A	64	32	64	32	Odunsu. topak kokusu
Tanımsız bileşik	1662	-	S	S	8	4	Nanemsi. ferah koku
2-Furanmetanol	1674	B	S	32	S	32	Tatlımsı. karamel kokusu
α-terpineol	1679	A	512	512	1024	1024	Ferah. limon. portakal çiçeği benzeri koku
Tanımsız bileşik	1701	-	S	16	S	16	Kavrulmuş fındık kokusu
Valensen	1713	A	4	2	4	2	Tatlımsı. ferah. portakal benzeri koku
Perilaldehit	1783	A	S	64	S	64	Yağlımsı. çiçeksi. yeşil koku
Nerol	1803	A	64	64	128	128	Tatlımsı. meyvemsi koku
(E)-karveol	1825	A	4	16	4	16	Baharatımsı koku. kimyon. çözücü kokusu
Jeraniol	1854	A	4	4	16	16	Tatlımsı koku. gül kokusu
(Z)-karveol	1869	A	2	8	2	8	Baharatımsı koku. kimyon kokusu
Tanımsız bileşik	1882	-	4	4	32	32	Yeşil. meyvemsi koku
Tanımsız bileşik	1965	-	2	4	8	16	Odunsu koku
6.7-dihidro-7-hidroksi-linalol	1981	B	4	4	16	16	Çiçeksi. baharatımsı koku

(Tablo 4.5'in devamı)

Aroma Maddeleri	RI ^x	ID ^y	Seyretme Faktörü (2 ⁿ)				Koku Tanımı
			K _n	K _p	E _n	E _p	
Tanımsız bileşik	2019	-	S	64	S	64	Karamel kokusu
Tanımsız bileşik	2034	-	S	4	S	4	Küf kokusu
Tanımsız bileşik	2051	-	S	2	S	2	Metalik koku
4-vinil-guaiakol	2085	A	64	64	128	128	Tatlımsı. baharatımsı. karanfil benzeri koku
8-hidroksi-linalol	2301	A	32	32	512	512	Çiçeksi koku. lavanta kokusu
Vanilin	2366	A	32	32	64	64	Tatlımsı. vanilya. kremamsı koku
3-okzo- α -metil-ionon	2433	B	8	8	64	64	Odunsu. hafif çiçeksi koku
2-hidroksi- β -ionon	2472	B	16	16	512	512	Tatlımsı. meyvemsi. çiçeksi koku
Notkaton	2525	A	16	32	16	32	Ekşimsi. yeşil. meyvemsi koku

S: Saptanamadı, K_n: Isıl işlem uygulanmamış kontrol örneği, K_p: Isıl işlem uygulanmış kontrol örneği, E_n: Isıl işlem uygulanmamış enzimli örnek, E_p: Isıl işlem uygulanmış enzimli örnek

^xDB-WAX kolonda belirlenen Kovats indeks değerleri

^yTanımlamada kullanılan yöntemler (A. Linear alıkonma indeksi. kütle spektrometresi kütüphanesi ve standart bileşik kullanılarak yapılan tanımlama; B. Linear alıkonma indeksi. kütle spektrometresi kütüphanesi ve tentatif tanımlama)

Portakal suyu örneklerinin olfaktometrik analizleri sonucunda Isıl işlem uygulanmamış kontrol örneğinde 38 adet, ısıtılmış uygulanmış kontrol örneğinde 49 adet, ısıtılmış uygulanmamış enzimli örnekte 39 adet ve ısıtılmış uygulanmış enzimli örnekte 49 adet aroma aktif bileşik tespit edilmiştir.

Portakal suyu örneklerinin tamamında aroma aktif bileşikler bakımından terpen ve terpenol bileşikleri grubu hem koku karakterizasyonuna etkisi hem de sayısı açısından oldukça dikkat çekici bulunmuştur. Isıl işlem uygulanmamış kontrol örneği dışında diğer tüm örneklerde 22 adet aroma aktif terpen ve terpenol bileşiği tespit edilmiştir. Isıl işlem uygulanmamış kontrol örneğinde ise 21 adet aroma aktif terpen ve terpenol bileşiği belirlenmiştir. Bu bileşik grubu içerisinde koku verme gücü bakımından özellikle α -pinen, DL-limonen, γ -terpinen, α -terpinolen, (Z)-linalol oksit, (E)-linalol oksit, linalol, (E)-karyofilen, 4-terpineol, β -terpineol, α -terpineol, nerol, 8-hidroksi-linalol ve notkaton olmak üzere toplam 14 bileşik ön plana çıkmaktadır. Tablo 4.6'da bu bileşiklerin seyreltme faktörleri değerleri incelendiğinde, bu değerlerin 8 ile 2048 arasında değiştiği görülmektedir. Materyal ve Metot bölümünde de açıklandığı üzere, seyreltme faktörü değeri bir bileşiğin koku verme gücünü ifade etmekte ve bu

değer ne kadar yüksekse o bileşiğin koku verme gücünün o kadar yüksek olduğunu göstermektedir.

Portakal suyu örneklerinin karakteristik aroması üzerinde yüksek oranda etkili olan terpen ve terpenol bileşikler grubu üzerinde ısıtma işlem uygulamasının olumlu ya da olumsuz etkilerinin olduğu, enzim uygulamasının ise olumlu etkiler gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden çam kokusu, meyvemsi, ferah yeşil kokularla karakterize edilen α -pinen bileşiğinin koku verme gücü, ısıtma işlem uygulanmamış kontrol örneğinde ve enzimli örnekte 512 seviyesinde olduğu saptanmış, ısıtma işlem uygulanmış kontrol ve enzimli örneklerde ise koku verme gücünün 128 seviyesine indiği belirlenmiştir. Bu bileşiğin koku verme gücü üzerine ısıtma işlem uygulamasının olumsuz bir etki yaptığı görülmektedir. Benzer şekilde çam kokusu ve ağaç reçinesi kokusu ile karakterize edilen β -pinen, taze, limon benzeri koku ile karakterize edilen DL-limonen, narenciye kokusu ile karakterize edilen γ -terpinen ve β -osimen, odunsu, meyvemsi, tatlımsı kokularla karakterize edilen α -terpinolen, baharatımsı, odunsu koku ile karakterize edilen α -kopaen ve odunsu, toprak kokusu ile karakterize edilen β -terpineol bileşiklerinin koku verme gücü üzerinde de ısıtma işlem uygulamasının olumsuz etkisi tespit edilmiştir. Bununla beraber ısıtma işlem uygulamasının bazı terpen ve terpenol bileşiklerinin koku verme gücü üzerinde olumlu etkisinin olduğu da saptanmıştır. Bu bileşikler narenciye kokusu, odunsu, hafif nanemsi koku ile karakterize edilen 4-terpineol, baharatımsı, kimyon, çözücü kokuları ile karakterize edilen (E)-karveol, yine baharatımsı, kimyon kokusu ile karakterize edilen (Z)-karveol ve ekşimsi, yeşil, meyvemsi kokularla karakterize edilen notkaton olarak sıralanmaktadır. Bu bileşiklerin dışında; çiçeksi, hafif yeşil koku ile karakterize edilen (Z)-linalol oksit, narenciye, limon kokusu ile karakterize edilen (Z)-limonen oksit ve odunsu, çiçeksi koku ile karakterize edilen (E)-linalol oksit bileşiklerinin koku verme gücü üzerinde hem ısıtma işlem uygulamasının hem de enzim uygulamasının birlikte etki gösterdiği belirlenmiştir. Koku verme gücü üzerine doğrudan enzim uygulamasının etkili olduğu bileşikler ise; baharatımsı, çiçeksi koku ile karakterize edilen linalol, ferah, limon, portakal çiçeği benzeri kokularla karakterize edilen α -terpineol, tatlımsı, meyvemsi koku ile karakterize edilen nerol, tatlımsı, gül kokusu ile karakterize edilen jeraniol, çiçeksi, sabunsu koku ile karakterize edilen 6,7-dihidro-7-hidroksi-linalol ve çiçeksi, lavanta benzeri koku ile karakterize edilen 8-hidroksi-linalol olarak sıralanmaktadır. Mastello ve arkadaşları (2015) pastörize portakal suyunda çim, plastik kokusu ile karakterize ettikleri α -pinen,

tatlımsı, narenciye, nanemsi koku ile karakterize ettikleri limonen, limonumsu, yeşil koku ile karakterize ettikleri linalol ve narenciye benzeri, yeşil, nanemsi, meyvemsi kokularla karakterize ettikleri α -terpineol bileşiklerini aroma aktif bileşik olarak tespit etmişlerdir [41]. Sádecká ve arkadaşları 2014 yılında yaptıkları bir çalışmada pastörizasyon ve depolamanın pulplu portakal suyunun aroma aktif bileşikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar terpen ve terpenol bileşikleri içerisinde otsu, ferah koku ile karakterize ettikleri α -pinen, narenciye, terpenik koku ile karakterize ettikleri limonen, topraksı, otsu, mumsu koku ile karakterize ettikleri β -osimen, narenciye benzeri, ferahlatıcı, çiçeksi koku ile karakterize ettikleri linalol, topraksı, odunsu, mumsu koku ile karakterize ettikleri 4-terpineol, tatlımsı, meyvemsi koku ile karakterize ettikleri α -terpineol ve odunsu, portakal, narenciye kabuğu kokusu ile karakterize ettikleri valensen bileşiklerini aroma aktif olarak tespit etmişlerdir [90]. Qiao ve arkadaşları (2008) ise, şeker portakalı suyunda aroma aktif olarak tespit ettikleri terpen ve terpenol bileşiklerinden α -pinen ve β -pinen'i çam kokusu ile, limonen'i limon ve portakal benzeri, nanemsi koku ile, γ -terpinen'i tatlımsı narenciye kokusu ile, linalol'ü meyvemsi koku ile, β -terpineol ve 4-terpineol'ü yeşil kokular ile, α -terpineol'ü limon benzeri, nanemsi, çam kokusu ile. nerol'ü limon kokusu ile, jeraniol'ü limon benzeri, nanemsi, çiçeksi koku ile ve valensen'i narenciye kokusu ile karakterize etmişlerdir [78]. Deterre ve arkadaşları (2016) portakal suyu ve portakal pulpu üzerinde yaptıkları bir çalışmada nanemsi, terpenik, narenciye kokusu ile karakterize ettikleri α -pinen. yeşil. çiçeksi koku ile karakterize ettikleri β -pinen. çiçeksi koku ile karakterize ettikleri linalol ve yeşil. plastik kokusu ile karakterize ettikleri β -terpineol bileşiklerini aroma aktif bileşikler olarak tanımlamışlardır [42]. Xiao ve arkadaşları (2017) 5 farklı mandalina çeşidinin aroma aktif bileşiklerini tespit etmişler ve terebentin. çam kokusu ile karakterize ettikleri α -pinen. narenciye kokusu ile karakterisi ettikleri limonen. odunsu. çam. narenciye kokusu ile karakterize ettikleri γ -terpinen ve çiçeksi. lavanta kokusu ile karakterize ettikleri linalol bileşiklerini aroma aktif terpenik bileşikler olarak tespit etmişlerdir [43]. Lin ve Rouseff (2001) yaptıkları bir çalışmada greylift kabuğundan soğuk sıkım ile elde ettikleri esansiyel yağın arama aktif bileşiklerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar terpen ve terpenol bileşikleri grubu içerisinde yer alan limonen (terpenik koku). linalol (çiçeksi. tatlımsı. narenciye kokusu). 4-terpineol (nanemsi. meyvemsi. sabunumsu koku). nerol (tatlımsı. meyvemsi. çiçeksi koku). jeraniol (tatlımsı. çiçeksi koku) ve notkaton (greylift kokusu) bileşiklerini arama aktif

bileşikler olarak tanımlamışlardır [91]. Lin ve arkadaşları (2002) yapmış oldukları bir başka çalışmada ise termal konsantrasyonun greyfurt suyunun aroma aktif bileşikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar limonen (terpenik koku), linalol (ferahlatici koku), 4-terpineol (elma kokusu) ve notkaton (greyfurt kokusu) bileşiklerinin önemli aroma aktif terpenik bileşikler olduğunu bildirmişlerdir [37]. Görüldüğü üzere, genel olarak narenciye ürünleri ile ilgili çok farklı hedeflerde birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen veriler incelendiğinde koku verme güçleri ile ilgili farklı aralıklarda sonuçlar elde edilmiş olsa da, özellikle aroma aktif terpen ve terpenol bileşiklerinin koku karakterizasyonları ile bu çalışmada tanımlanan koku karakterizasyonu arasında büyük benzerlikler bulunmaktadır.

Portakal suyu örneklerinde 2 adet aldehit bileşiği aroma aktif olarak tanımlanmıştır. Bu bileşiklerden hekzanal biçilmiş çimen kokusu ile, perilaldehit ise yağimsı, çiçeksi, yeşil koku ile karakterize edilmiştir. Bu bileşikler içerisinde hekzanal'ın ısıtma işlemi uygulanmamış örnekler için koku verme gücünün ısıtma işlemi uygulanmış örneklerde yarı yarıya azaldığı tespit edilmiştir. Perilaldehit bileşiğinde ise, koku verme gücü ısıtma işlemi uygulanmış örneklerde 64 seviyesinde belirlenmiştir. Bu verilere göre ısıtma işlemi uygulaması ile hekzanal'ın koku verme gücünün azaldığı, perilaldehit'in ise koku verme gücünün dikkat çekici bir şekilde arttığı görülmektedir. Bilindiği üzere perilaldehit DL-limonen'in termal degradasyonunun bir ürünü olarak ortaya çıkmaktadır [76, 77]. Bu durum ele alındığında ısıtma işlemi uygulaması ile DL-limonen termal degradasyona uğramış ve önemli degradasyon ürünlerinden biri olan perilaldehit özellikle pastörize edilmiş portakal suyu örneklerinin aroma karakteristiği üzerinde etkili olmuştur. Benzer sonuçları Sádecká ve arkadaşlarının (2014) yapmış oldukları çalışmada da görmek mümkündür [90].

Ester bileşikleri bakımından portakal suyu örneklerinde 2 adet aroma aktif ester bileşiği tespit edilmiştir. Bunlardan etil bütanoat tatlımsı, tropik meyve kokusu ile karakterize edilirken, etil-3-hidroksi hekzanoat bileşiği ise meyvemsi, narenciye benzeri koku ile karakterize edilmiştir. Tablo 4.6 incelendiğinde her iki bileşiğin ısıtma işlemi uygulaması ile koku verme gücünde azalma meydana geldiği görülmektedir. Isıtma işlemi uygulanmayan örneklerde etil bütanoat'ın koku verme gücü 32 olarak belirlenirken, etil-3-hidroksi-hekzanoat'ın koku verme gücü 64 olarak saptanmıştır. Isıtma işlemi uygulaması ile bu bileşiklerin koku verme güçleri sırasıyla 16 ve 32 düzeyine inmiştir. Mastello ve arkadaşları (2015) pastörize portakal suyu örneğinde etil bütanoat bileşiğini tatlımsı,

meyvemsi koku ile karakterize ederken, Sádecká ve arkadaşları (2014) ve Qiao ve arkadaşları (2008) bu bileşiği meyvemsi, tatlımsı, elma benzeri kokularla tanımlamışlardır [39, 41, 90]. Yapılan çalışmalarda etil-3-hidroksi-bütanoat bileşiği ise tütün, deri, duman ve narenciye benzeri kokularla karakterize edilmiştir [39, 90].

Alkol grubu bileşikler içerisinde saman, çim kokusu, hafif meyvemsi koku ile karakterize edilen 1-hekzanol ve biçilmiş çimen kokusu ile karakterize edilen (Z)-3-hekzen-1-ol portakal suyu örneklerinde tespit edilen diğer aroma aktif bileşikler arasında yer almaktadır. Bu bileşikler içerisinde 1-hekzanol'un koku verme gücü ısıtma işlemi uygulanmamış örneklerde 16 olarak belirlenirken ısıtma işlemi uygulanmış örneklerde bu değer 4 olarak saptanmıştır. Benzer şekilde (Z)-3-hekzen-1-ol bileşiğinin de koku verme gücü ısıtma işlemi uygulanmamış örneklerde 2 olarak tespit edilmiş, ısıtma işlemi uygulanmış örneklerde ise bu değer 1 olarak belirlenmiştir. Görüldüğü üzere ısıtma işlemi uygulaması iki bileşiğin de koku verme gücünü olumsuz yönde etkilemiştir. Xiao ve arkadaşları (2017) mandalina örneklerinde yapmış oldukları çalışmada 1-hekzanol'ü çiçeksi, yeşil, reçine benzeri koku ile karakterize etmişler. (Z)-3-hekzen-1-ol bileşiğini ise yeşil, yaprak kokusu ile tanımlamışlardır [43]. Högnadóttir ve Rouseff (2003) yaptıkları bir çalışmada portakalın esansiyel yağının aroma karakterizasyonunu yapmışlar ve 1-hekzanol bileşiğini yeşil, meyvemsi koku ile karakterize etmişlerdir [92]. Araştırmacıların her iki bileşik için yapmış oldukları koku tanımlaması ile bu çalışmada yapılan tanımlama benzerlik göstermektedir.

Portakal suyu örneklerinde lakton bileşikleri grubundan yalnızca γ -hekzalakton aroma aktif bileşik olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında yapılan literatür taramalarında aroma aktif bileşik olarak γ -hekzalakton'a rastlanmamıştır. Diğer bir deyişle, bu tez çalışması ile portakal suyu örneklerinde aroma aktif bileşik olarak γ -hekzalakton'un ilk kez belirlendiği söylenebilir. Bu çalışma kapsamında γ -hekzalakton tatlımsı, meyvemsi koku ile karakterize edilirken, ısıtma işlemi uygulanmamış örneklerde koku verme gücünün 512 düzeyinde olduğu saptanmıştır. Ancak ısıtma işlemi uygulanan her iki örnekte de bu bileşiğin koku verme gücünün (256) azaldığı görülmüştür.

Aroma aktif bileşikler içinde bir diğer önemli grup furan bileşikleri olmuştur. Toplamda 4 adet furan halkasına sahip bileşik aroma aktif bileşik olarak tanımlanmıştır. Bunlardan furfural tatlımsı, karamelimsi koku ile karakterize edilirken, 2-asetil furan tatlımsı, kavrulmuş, fındık benzeri koku ile, 2-furfural yanık kokusu ile ve 2-furanmetanol tatlımsı karamel kokusu ile tanımlamaları yapılmıştır. Bu dört bileşiğin

koku verme güçleri 8 ile 32 düzeyleri arasında değişmiştir. Dikkat çeken diğer bir husus, bu bileşiklerin kokularının ısıtma işlemi uygulanmamış örneklerde belirlenmemiş olmasıdır. Bilindiği üzere furanlar ısıtma işlemi sonucu oluşan ve toprak, karamel, kızartma ve kavurma kokularından sorumlu bileşiklerdir [88, 89].

Portakal suyu örneklerinde 2 adet aroma aktif norizoprenoid bileşiği tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden 3-okzo- α -metil-ionon odunsu, hafif çiçeksi koku ile karakterize edilirken, 2-hidroksi- β -ionon tatlımsı, meyvemsi, çiçeksi koku ile tanımlanmıştır. 3-okzo- α -metil-ionon'un koku verme gücü enzim uygulanmamış örneklerde 8 düzeyinde tespit edilirken, enzim uygulanmış örneklerde bu değer 64 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde 2-hidroksi- β -ionon'un koku verme gücü enzim uygulanmamış örneklerde 16 düzeyindeyken, enzim uygulanmış örneklerde bu değer 512'ye çıkmıştır. Görüldüğü üzere bu iki bileşik, enzim uygulaması ile portakal suyunun aroma karakteristiği üzerinde dikkate değer bir etki yaratmıştır. Yapılan önceki çalışmalarda norizoprenoid bileşikleri içerisinde yalnızca β -ionon bileşiği aroma aktif bileşik olarak belirlenmiş, ancak bu çalışmada tespit edilen norizoprenoid bileşiklerine rastlanmamıştır [42, 43, 91].

Aroma aktif bileşikler bakımından portakal suyu örneklerinde 2 adet uçucu fenol bileşiğine rastlanmıştır. Bunlardan 4-vinil-guaiakol tatlımsı, baharatımsı, karanfil benzeri koku ile karakterize edilirken, vanilin ise tatlımsı, vanilya, kremamsı koku ile tanımlanmıştır. Tablo 4.6 incelenecek olursa, enzim uygulamasının hem 4-vinil-guaiakol hem de vanilin bileşiklerinin koku verme gücü üzerinde önemli derecede etkide bulunduğu görülmektedir. Bu bileşiklerden 4-vinil-guaiakol'un koku verme gücü enzim uygulanmamış örneklerde 64 olarak tespit edilirken, enzim uygulanmış portakal suyu örneklerinde bu değer 128'e çıkmıştır. Aynı şekilde vanilin'in koku verme gücü enzim uygulanmamış örneklerde 32 düzeyinde belirlenmiş, enzim uygulanan örneklerde ise bu değer 64 olarak bulunmuştur. Lin ve Rouseff (2001) yaptıkları bir çalışma da greyfurt kabuğundan elde edilen soğuk sıkım esansiyel yağın aroma karakteristiği üzerine 4-vinil-guaiakol'un önemli bir etkisinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu bileşiği tatlımsı, çiçeksi, biber benzeri bir koku ile karakterize etmişlerdir [91]. Lin ve arkadaşlarının (2002) yapmış oldukları bir başka çalışmada ise termal konsantrasyon ile greyfurt suyundaki aroma aktif bileşiklerin değişimini incelemişler ve greyfurt suyunda vanilin bileşiğini vanilya kokusu ile tanımlamışlardır [37].

Uçucu asit bileşikleri grubu içerisinde portakal suyu örneklerinde yalnızca asetik asit aroma aktif bileşik olarak tespit edilmiştir. Bu bileşiğin koku verme gücü ısıtma işlemi uygulanmamış örnekler göre ısıtma işlemi uygulanmış örneklerde daha düşük bulunmuştur. Ruiz Perez-Cacho ve arkadaşları (2008) yılında yaptıkları bir çalışmada konserve portakalların aroma aktif bileşiklerini tespit etmişler ve bu bileşikler içerisinde asetik asidi ekşimsi bir koku ile karakterize etmişlerdir [93]. Benzer bir sonuç Hinterholzer ve Schieberle'nin (1998) yapmış oldukları çalışmada da tespit edilmiştir [94].

Portakal suyu örneklerinde MS tanımlamalarında tespit edilemeyen fakat GC-O analizleri sırasında koku veren toplam 10 tanımsız bileşik tespit edilmiştir. Bunlardan 1430, 1701, 2019, 2034 ve 2051 Kovats indeks değerine sahip tanımsız bileşiklerin ısıtma işlemi uygulanmış örneklerde tespit edilmesi oldukça dikkat çekici bulunmuştur. Bu bileşiklerin sırasıyla koku karakteristikleri incelendiğinde; 1430 indeks değerine sahip olan topraksı, haşlanmış baklagil benzeri koku ile, 1701 indeks değerli olan kavrulmuş fındık kokusu ile, 2019 indeks değeri olan karamel kokusu ile, 2034 indeks değeri olan küf kokusu ile ve 2051 indeks değerine sahip olan metalik koku ile tanımlanmıştır. Bununla birlikte 1408, 1635, 1662 ve 1882 indeks değerli tanımsız bileşikler ise enzim uygulaması yapılan örneklerde etkili olmuştur. Bu bileşiklerden 1408 indeks değerine sahip olan narenciye benzeri, yeşil koku ile karakterize edilirken, 1635 indeks değerli olan tatlımsı, yeşil koku ile, 1662 indeks değerli olan ferahlatıcı, nanemsi koku ile ve 1882 indeks değerli olan yeşil, meyvemsi koku ile tanımlanmıştır. Bu bileşiklerin dışında 1965 indeks değerine sahip tanımsız bileşik, hem ısıtma işlemi uygulaması hem de enzim uygulaması ile koku verme gücünde olumlu yönde bir değişim meydana gelmiştir. Odunsu koku ile tanımlanan bu bileşiğin koku verme gücü, ısıtma işlemi uygulanmamış kontrol örneğinde 2 olarak belirlenmiş, ısıtma işlemi uygulanmış kontrol örneğinde ise bu değer 4'e yükselmiştir. Aynı bileşik ısıtma işlemi uygulanmamış enzimli örnekte 8 koku verme gücüne sahipken, ısıtma işlemi uygulanmış enzimli örnekte bu değer 16 olarak bulunmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Kozan Misket portakalından elde edilen meyve suyuna, aroma artırıcı özelliği olan ve β -glikozidaz içeren ticari AR-2000 enzimini ve pastörizasyon işlemini uygulamak suretiyle, bu işlemlerin portakal suyu örneklerinin aroma bileşimi ve aroma aktif bileşikler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Portakal suyu örnekleri üzerine yapılan analizler sonucunda;

- Portakal suyu örneklerinde hem ısıtma işleminin hem de enzim uygulamasının, HMF değeri hariç diğer genel bileşim özellikleri üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır. Isıtma işlemi uygulanan portakal suyu örneklerinde HMF miktarı, ısıtma işlemi uygulanmamış örneklerle göre 5-6 kat artış göstermiştir.
- Portakal suyu örnekleri üzerinde yapılan serbest aroma maddeleri analizi sonucunda; ısıtma işlemi uygulanmamış kontrol örneğinde 97 adet, ısıtma işlemi uygulanmış kontrol örneğinde 99 adet, ısıtma işlemi uygulanmamış enzimli örnekte 99 adet, ısıtma işlemi uygulanmış enzimli örnekte 101 adet serbest aroma bileşiği tanımlanmıştır.
- Genel olarak portakal suyu örneklerinin serbest aroma bileşiminin büyük bölümünü terpen ve terpenol bileşiklerinin oluşturduğu tespit edilmiştir. Terpen ve terpenol bileşikleri içerisinde özellikle ısıtma işlemi uygulanmış portakal suyu örneklerinde DL-limonen'in termal degradasyona uğraması ve bunun sonucunda DL-limonen miktarındaki azalış ile, termal degradasyona bağlı olarak oluşan (E)-karveol, (Z)-karveol, perilaldehit ve peril alkol bileşiklerinin ısıtma işlemi uygulanmış örneklerdeki miktarsal değişimi aroma bileşimini önemli derecede etkilemiştir.
- Isıtma işlemi uygulaması ile genel olarak furan ve püran bileşik grubu dışında diğer tüm bileşik gruplarının miktarlarında bir azalmaya neden olmuştur. Bununla birlikte enzim uygulaması ile terpen ve terpenol bileşiklerinden (Z)-linalol oksit, (Z)-limonen oksit, (E)-linalol oksit, linalol, β -terpineol, α -terpineol, nerol, 8-hidroksi-p-simen, jereniol, 6,7-dihidro-7-hidroksi-linalol ve 8-hidroksi-linalol miktarları dikkate değer bir şekilde artmıştır. Ayrıca enzim uygulaması ile aldehit (benzaldehit ve etil-benzaldehit), norizoprenoid (4-hidroksi- β -ionon, 3-okzo- α -metil-ionon ve 2-hidroksi-

β -ionon) ve uçucu fenol (4-vinil-guaiakol, 4-vinil-fenol ve vanilin) bileşimi üzerinde de etkili olmuştur.

- Portakal suyu örnekleri üzerinde yapılan serbest aroma maddeleri analizi sonucunda, tüm portakal suyu örneklerinde toplam 19 adet bağlı formda aroma bileşiği tespit edilmiştir. Isıl işlem uygulanmamış kontrol örneği temel alındığında, sadece ısıl işlem uygulaması ile bağlı formdaki aroma bileşiklerinin, % 11.7 ile % 39 arasında değişen oranlarda serbest hale geçtiği görülmüştür. Enzim uygulaması ile bu oranlar % 92.2 ile % 96.5 arasında değişmiştir. Ayrıca ısıl işlem ve enzim uygulamasının birlikte yapıldığı örneklerde bağlı aroma bileşiklerinin serbest hale geçme oranı daha yüksek bulunmuştur.
- Aroma profil analizleri bakımından portakal suyu örnekleri arasında genel olarak ısıl işlem uygulanmamış enzimli örnek ve ısıl işlem uygulanmamış kontrol örneği en fazla beğeniyi almıştır. Isıl işlem uygulanmamış örneklerde ise az da olsa beğeni düzeyi düşmüştür. Enzim uygulaması ile bu beğenide bir artış meydana geldiği tespit edilmiştir.
- Aroma aktif bileşikler açısından portakal suyu örneklerinde toplamda 49 adet aroma aktif bileşik belirlenmiştir. Bunların dağılımına bakıldığında, ısıl işlem uygulanmamış kontrol örneğinde 38 adet, ısıl işlem uygulanmış kontrol örneğinde 49 adet, ısıl işlem uygulanmamış enzimli örnekte 39 adet ve ısıl işlem uygulanmış enzimli örnekte 49 adet aroma aktif bileşik tespit edilmiştir.
- Aroma aktif bileşikler içerisinde en fazla sayıda aroma aktif bileşik, terpen ve terpenol grubu içerisinde bulunmuştur. Isıl işlem uygulanmamış kontrol örneğinde 21 adet aroma aktif terpen ve terpenol bileşiği belirlenirken, diğer örneklerde bu sayı 22 adet olarak tespit edilmiştir. Koku verme gücü bakımından bu bileşik grubu içerisinde 14 adet bileşik (α -pinen, DL-limonen, γ -terpinen, α -terpinolen, (Z)-linalol oksit, (E)-linalol oksit, linalol, (E)-karyofilen, 4-terpineol, β -terpineol, α -terpineol, nerol, 8-hidroksi-linalol ve notkaton) ön plana çıkmıştır. Terpen ve terpenol bileşiklerinin genel olarak portakala suyu örneklerinde ferahlatıcı, tatlımsı, meyvensi, odunsu, narenciye benzeri kokulardan sorumlu olduğu belirlenmiştir.
- Isıl işlem uygulamasının aroma aktif olarak belirlenen bazı terpen ve terpenol bileşiklerinin (4-terpineol, (E)-karveol ve (Z)-karveol) koku verme gücü üzerinde olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte enzim uygulamasının,

terpen ve terpenol bileşikleri içerisinde linalol, α -terpineol, nerol, jeraniol, 6,7-dihidro-7-hidroksi-linalol ve 8-hidroksi linalol bileşiklerinin koku verme gücünü artırdığı belirlenmiştir.

- Isıl işlem uygulaması ile aldehit grubu içerisinde yer alan ve aroma aktif bileşik olarak belirlenen perilaldehit bileşiğinin koku verme gücünün arttığı belirlenmiş ve bu durumun DL-limonen'in degradasyonunun bir sonucu olduğu ortaya konmuştur.
- Aroma aktif ester bileşiklerinin (etil bütanoat ve etil-3-hidroksi-hekzanoat) koku verme gücü üzerinde ısıl işlem uygulamasının olumsuz bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. Benzer durumla aroma aktif olarak belirlenen alkol grubu bileşiklerde de (1-hekzanol ve (Z)-3-hekzen-1-ol) karşılaşılmıştır.
- Bir diğer önemli husus, mevcut literatür taramalarına göre aroma aktif bileşik olarak γ -hekzalakton'a portakal suyu örneklerinde ilk kez karşılaşılmış olmasıdır. Benzer bir durum aroma aktif norizoprenoid bileşikleri (3-okzo- α -metil-ionon ve 2-hidroksi- β -ionon) için de geçerlidir. γ -hekzalakton bileşiğinin koku verme gücü üzerinde ısıl işlem uygulamasının azaltıcı bir etkisi olduğu belirlenirken, 3-okzo- α -metil-ionon ve 2-hidroksi- β -ionon bileşiklerinin koku verme gücünde enzim uygulaması ile artış olduğu belirlenmiştir.
- Dikkat çeken diğer bir grup aroma aktif bileşik olarak tespit edilen furan bileşikleri (furfural, 2-asetil furan, 2-furfural ve 2-furanmetanol) olmuştur. Bu bileşiklere ısıl işlem uygulanmamış örneklerde rastlanmamış, ancak ısıl işlem uygulanan örneklerde aroma karakteristiği üzerinde belirleyici olmuştur.
- Enzim uygulaması ile portakal suyu örneklerinin koku karakteristiği üzerinde etkili olan diğer bir grup uçucu fenol bileşikleri (4-vinil-guaiakol ve vanilin) olmuştur. Bu bileşiklerin koku verme gücü, enzim uygulanmamış portakal suyu örneklerine göre enzim uygulanmış örneklerde daha yüksek bulunmuştur.
- Isıl işlem uygulamasının etkili olduğu diğer bir koku bileşiği asetik asit olmuştur. Bu bileşiğin de koku verme gücünde ısıl işlem uygulaması ile bir azalma tespit edilmiştir.
- Portakal suyu örneklerinin aroma aktif bileşikleri belirlenirken, tanımlanamayan toplam 10 koku bileşiğine rastlanmıştır. Bu bileşiklerin bir kısmı enzim uygulanmış örneklerde tespit edilmiş, bir kısmı da ısıl işlem uygulanmış örneklerde belirlenmiştir. Aroma aktif olarak belirlenen bu tanımsız bileşiklerin enzim

uygulamasý ile ortaya çıkanları, portakal suyu rneklarine olumlu yönde kokular (ferahlattıcı, nanemsi, meyvemsi, tatlımsı ve narenciye benzeri) kazandırdığı belirlenmiştir. Isıl işlem sonucu ortaya çıkan tanımsız bileşikler ise portakal suyu rneklarine olumsuz olarak ifade edilebilecek kokular (kf, metal, topraksı, haşlanmış baklagil benzeri) kazandırmıştır.

Genel olarak bir değerlendirme yapılacak olursa, ticari enzim ilavesi ile portakal suyundaki bazı aroma bileşiklerinin etkileri olumlu yönde artmıştır. Ancak ısıl işlem uygulamasının serbest aroma bileşikleri üzerinde azaltıcı bir etkisi olmakla birlikte bağlı aromanın serbest hale geçmesinde de düşük de olsa etkisi olmuştur. Bununla birlikte aroma aktif bileşiklerin tanımlanması sonucu ortaya çıkan kompozisyon dikkate alındığında, ısıl işlem uygulamasının portakal suyu rneklarinin karakterizasyonu üzerinde bazı olumlu etkiler yarattığı, ancak bir takım olumsuz, istenmeyen kokuların da oluşumuna neden olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, enzim uygulamasının ise aroma aktif bileşikler üzerindeki olumlu etkisi ve ortaya çıkardığı hoş ve istenen kokular nedeniyle enzim uygulamasının portakal suyunu işlenmesine yönelik uygulanabilecek önemli bir proses aşaması olduğunu düşündürmektedir.

Bu tez çalışmasının sonuçları dikkate alındığında, portakal suyu üretiminde, portakal suyuna aroma artırıcı enzimlerin kullanılması, ürünün aromatik zenginliğinin ve ürün kalitesinin yükseltilmesine yardımcı olabileceği dşnlmekle birlikte, ısıl işlem uygulamasının olumsuz etkilerinden kaçınılabilecek farklı proses seçeneklerinin değerlendirilmesinin bir zorunluluk olduğu fikrine varılmıştır. Ancak bu konuda çalışmaların sayısının artırılmasında ve portakal suyu üretiminde uygulanan diğer teknolojik işlemleri de kapsayacak şekilde yeni çalışmaların yapılmasında yarar vardır.

[4]

KAYNAKLAR

1. Cemeroğlu, B. S., "*Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*", 6th ed. Ankara: Bizim Grup Basımevi, 2013.
2. Hasdemir, M., "Turunçgiller," *Tarımsal Ekon. Araştırma Enstitüsü.T.E.A.E.-Bakış*, vol. 9, no. 10, p. 92, 2007.
3. FAO, "Portakal Üretimi İstatistikleri," 2019. [Online]. Available: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. [Accessed: 03-Jul-2019].
4. Anonim, 2019. [Online]. Available: https://ticaret.gov.tr/data/5b8700a513b8761450e18d81/Meyve_Sulari.pdf. [Accessed: 03-Jul-2019].
5. Altan, A., "Çukurova Bölgesinde yetiştirilen Portakal Çeşitlerinin Meyve Suyuna İşlenmeye Uygunluk Durumları," in *Çukurova I. Tarım Kongresi*, 1991, pp. 302–315.
6. Biçgel, N. K., "Pastörizasyon Sıcaklığının Kozan Misket ve Valensiya Portakallarından Üretilen Meyve Sularının Kalitesi Üzerine Etkisi," Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü , Yüksek lisans tezi, 141s., Adana, 2008.
7. Kanitsar, K., Arce, L., Ríos, A., and Valcárcel, M., "Determination of phenolic constituents in citrus samples by on-line coupling of a flow system with capillary electrophoresis," *Electrophoresis*, vol. 22, no. 8, pp. 1553–1565, 2001.
8. Azodanlou, R., Darbellay, C., Luisier, J. L., Villettaz, J. C., and Amadò, R., "Development of a model for quality assessment of tomatoes and apricots," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 36, no. 2, pp. 223–233, 2003.
9. Riu-Aumatell, M., López-Tamames, E., and Buxaderas, S., "Assessment of the volatile composition of juices of apricot, peach, and pear according to two pectolytic treatments," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 53, no. 20, pp. 7837–7843, 2005.
10. Riu-Aumatell, M., Castellari, M., López-Tamames, E., Galassi, S., and

- Buxaderas, S., "Characterisation of volatile compounds of fruit juices and nectars by HS/SPME and GC/MS," *Food Chem.*, vol. 87, no. 4, pp. 627–637, 2004.
11. Günata, Y. Z., "Recherches Sur la Fraction Liée de Nature Glycosidique de l'arôme du Raisin: Importance des Terpényglycosides, Action des Glycosidases," Université Sciences Et Techniques du Languedoc, Thèse de doctorat, 1984.
 12. Gunata, Y. Z., Bayonove, C. L., Baumes, R. L., and Cordonnier, R. E., "The aroma of grapes I. Extraction and determination of free and glycosidically bound fractions of some grape aroma components," *J. Chromatogr. A*, vol. 331, no. C, pp. 83–90, 1985.
 13. Gunata, Y. Z., Biron, C., Sapis, J. C., and Bayonove, C., "Glycosidase activities in sound and rotten grapes in relation to hydrolysis of grape monoterpenyl glycosides," *Vitis*, vol. 197, pp. 191–197, 1989.
 14. Günata, Y. Z., "Flavor enhancement in fruit juice and derived beverages by exogenous glycosidases and consequence of the use of enzyme preparations," in *Handbook Of Food Enzymology*, edited by Whitaker, J.R. Voragen, A.G.J., and Wong, D.W.S., New York: Marcel Dekker, 2003, p. 303.
 15. Şen, K., "Malatya Çevresi Yerli Kayisilarında Aroma Maddelerinin GC-MS-O Tekniği ile Belirlenmesi ve Bazı Teknolojik İşlemlerin Aroma Maddeleri Üzerine Etkileri," Çukurova Üniversitesi, Doktora Tezi, 206s., Adana, 2012.
 16. Williams, P. J., Straws, C. R., and Wilson, B., "Hydroxylated Linalool Derivatives as Precursors," no. 1978, pp. 766–771, 1980.
 17. Williams, P. J., Strauss, C. R., Wilson, B., and Massy-Westropp, R. A., "Glycosides of 2-Phenylethanol and Benzyl Vznifera Grapes Alcohol," *Phytochemistry*, vol. 22, no. 9, pp. 2039–2041, 1983.
 18. Wilson, B., Strauss, C. R., and Williams, P. J., "Changes in Free and Glycosidically Bound Monoterpenes in Developing Muscat Grapes," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 32, no. 4, pp. 919–924, 1984.
 19. Strauss, P. J., Wilson, C.R., Williams, B., "Flavour of non-muscat varieites," in *Proceedings of sixth Australian wine industry Technical Conference*, 1986, pp. 117–120.
 20. Leclerc, M., Arnaud, A., Ratomahenina, R., and Galzy, P., "Yeast β -Glucosidases," *Biotechnol. Genet. Eng. Rev.*, vol. 5, no. 1, pp. 269–296, 2013.
 21. Krammer, G., Winterhalter, P., Schwab, M., and Schreier, P., "Glycosidically

- Bound Aroma Compounds in the Fruits of Prunus Species: Apricot (p. Armeniaca, L.), Peach (p. Persica, L.), Yellow Plum (p. Domestica, L. ssp. Syriaca),” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 39, no. 4, pp. 778–781, 1991.
22. Gueguen, Y., Chemardin, P., Janbon, G., Arnaud, A., and Galzy, P., “A Very Efficient β -Glucosidase Catalyst for the Hydrolysis of Flavor Precursors of Wines and Fruit Juices,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 44, no. 8, pp. 2336–2340, 1996.
 23. Rouseff, R. L., Nagy, S., Naim, M., and Zahavi, U., “Off-Flavor Development in Citrus Juice Products,” in *Off-Flavors in Foods and Beverages*, *Dev. Food Sci.*, G. Charalambous, Ed. New York: Elsevier, 1992, pp. 211–227.
 24. Nagy, S., Rouseff, R. L., and Lee, H. S., “Thermally Degraded Flavors in Citrus Juice Products. In Thermal Generation of Aromas,” in *Thermal Generation of Aromas*, T. H. Parliment, Ed. Washington: American Chemical Society, 1989, pp. 331–345.
 25. Mottram, D. S., and Mottram, H. R., “An Overview of the Contribution of Sulfur-Containing Compounds to the Aroma in Heated Foods,” in *Heteroatomic Aroma Compounds*, G. A. Reineccius and T. A. Reineccius, Eds. Washington: American Chemical Society, 2002, pp. 73–92.
 26. Leizeron, S. and Shimoni, E., “Stability and sensory shelf life of orange juice pasteurized by continuous ohmic heating,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 53, no. 10, pp. 4012–4018, 2005.
 27. Min, S., Jin, Z. T., Min, S. K., Yeom, H., and Zhang, Q. H., “Commercial-Scale Pulsed Electric Field Processing of Orange Juice,” *J. Food Sci.*, vol. 68, no. 4, pp. 1265–1271, 2003.
 28. Baxter, I. A., Easton, K., Schneebeli, K., and Whitfield, F. B., “High pressure processing of Australian navel orange juices: Sensory analysis and volatile flavor profiling,” *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, vol. 6, no. 4, pp. 372–387, 2005.
 29. Foley, D.M., Pickett, K., Varon, J., Lee, J., Min, D.B., Caporaso, F., and Prakash, A., “Pasteurization of Fresh Orange Juice Using Gamma Irradiation: Microbiological, Flavor, and Sensory Analyses,” *J. Food Sci.*, vol. 67, no. 4, pp. 1495–1501, 2002.
 30. Fan, X., “Involvement of Volatile Sulfur Compounds in Ionizing Radiation induced Off-odor of Fresh Orange Juice,” *J. Food Sci.*, vol. 69, no. 4, pp. 593–

598, 2004.

31. Fan, G., Lu, W., Yao, X., Zhang, Y., Wang, K., and Pan, S., "Effect of fermentation on free and bound volatile compounds of orange juice," *Flavour Fragr. J.*, vol. 24, no. 5, pp. 219–225, 2009.
32. Fan, G., Xu, Y., Zhang, X., Lei, S., Yang, S., and Pan, S., "Characteristics of immobilised β -glucosidase and its effect on bound volatile compounds in orange juice," *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 46, no. 11, pp. 2312–2320, 2011.
33. Moshonas, M. G., and Shaw, P. E., "Flavor and chemical comparison of pasteurized and fresh valencia orange juices," *J. Food Qual.*, vol. 20, no. 1, pp. 31–40, 1997.
34. Jordán, M. J., Goodner, K. L., and Laencina, J., "Deaeration and pasteurization effects on the orange juice aromatic fraction," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 36, no. 4, pp. 391–396, 2003.
35. Pérez-López A. J., and Carbonell-Barrachina, A. A., "Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds," *J. Sci. Food Agric.*, vol. 86, no. 14, pp. 2404–2411, 2006.
36. Berline, C., Guichard, E., Fournier, N., and Ducruet, V., "Effect of pulp reduction and pasteurization on the release of aroma compounds in industrial orange juice," *J. Food Sci.*, vol. 72, no. 8, 2007.
37. Lin, J., Rouseff, R. L., Barros, S., and Naim, M., "Aroma composition changes in early season grapefruit juice produced from thermal concentration," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 50, no. 4, pp. 813–819, 2002.
38. Rouseff, R., Lin, J. M., and Valim, F., "Combined GC-O/GC-PFPD detection of sulphur aroma impact compounds in citrus juices," in *Flavour Research at the Dawn of the Twenty-First Century*, 2003, pp. 476–481.
39. Qiao, Y., Xie, B.J., Zhang, Y., Zhang, Y., Fan, G., Xiao, L.Y., Si, Y. P., "Characterization of aroma active compounds in fruit juice and peel oil of Jincheng sweet orange fruit (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) by GC-MS and GC-O," *Molecules*, vol. 13, no. 6, pp. 1333–1344, 2008.
40. Miyazaki, T., Plotto, A., Baldwin, E.A., Reyes-De-Corcuera, J.I., and Gmitter, F.G., "Aroma characterization of tangerine hybrids by gas-chromatography-olfactometry and sensory evaluation," *J. Sci. Food Agric.*, vol. 92, no. 4, pp. 727–735, 2012.

41. Mastello, R.B., Capobiango, M., Chin, S.T., Monteiro, M., and Marriott, P.J., "Identification of odour-active compounds of pasteurised orange juice using multidimensional gas chromatography techniques," *Food Res. Int.*, vol. 75, pp. 281–288, 2015.
42. Deterre, S., Leclair, C., Bai, J., Baldwin, E.A., Narciso, J.A., and Plotto, A., "Chemical and Sensory Characterization of Orange (*Citrus sinensis*) Pulp, a by-Product of Orange Juice Processing Using Gas-Chromatography-Olfactometry," *J. Food Qual.*, vol. 39, no. 6, pp. 826–838, 2016.
43. Xiao, Z., Wu, Q., Niu, Y., Wu, M., Zhu, J., Zhou, X., Chen, X., Wang, H., Li, J., and Kong, J., "Characterization of the Key Aroma Compounds in Five Varieties of Mandarins by Gas Chromatography-Olfactometry, Odor Activity Values, Aroma Recombination, and Omission Analysis," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 65, no. 38, pp. 8392–8401, 2017.
44. Mirhosseini, H., Salmah, Y., Nazimah, S.A.H., and Tan, C.P., "Solid-phase microextraction for headspace analysis of key volatile compounds in orange beverage emulsion," *Food Chem.*, vol. 105, no. 4, pp. 1659–1670, 2007.
45. Mehinagic, E., Prost, C., and Demaimay, M., "Representativeness of Apple Aroma Extract Obtained by Vacuum Hydrodistillation :," vol. 68, no. 8, pp. 2411–2415, 2003.
46. Rega, B., Fournier, N., and Guichard, E., "Solid Phase Microextraction (SPME) of Orange Juice Flavor: Odor Representativeness by Direct Gas Chromatography Olfactometry (D-GC-O)," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 51, no. 24, pp. 7092–7099, 2003.
47. Van Ruth, S.M., Roozen, J.P., and Posthumus, M.A., "Instrumental and sensory evaluation of the flavour of dried French beans (*Phaseolus vulgaris*) influenced by storage conditions," *J. Sci. Food Agric.*, vol. 69, no. 3, pp. 393–401, 1995.
48. Blanch, G.P., Reglero, G., Herraiz, M., and Tabera, J., "A comparison of different extraction methods for the volatile components of grape juice," *J. Chromatogr. Sci.*, vol. 29, no. 1, pp. 11–15, 1991.
49. Priser, C., Etiévant, P.X., Nicklaus, S., and Brun, O., "Representative Champagne Wine Extracts for Gas Chromatography Olfactometry Analysis," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 45, no. 9, pp. 3511–3514, 1997.
50. Aubert, C., Ambid, C., Baumes, R., and Günata, Z., "Investigation of bound

- aroma constituents of yellow-fleshed nectarines (*Prunus persica* L. Cv. Springbright). Changes in bound aroma profile during maturation,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 51, no. 21, pp. 6280–6286, 2003.
51. Ibarz, M.J., Ferreira, V., Hernández-Orte, P., Loscos, N., and Cacho, J., “Optimization and evaluation of a procedure for the gas chromatographic-mass spectrometric analysis of the aromas generated by fast acid hydrolysis of flavor precursors extracted from grapes,” *J. Chromatogr. A*, vol. 1116, no. 1–2, pp. 217–229, 2006.
 52. Fernández-González M. and Di Stefano, R., “Fractionation of glycoside aroma precursors in neutral grapes. Hydrolysis and conversion by *Saccharomyces cerevisiae*,” *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 37, no. 4, pp. 467–473, 2004.
 53. Carro-Marino, C. L., Lopez-Tamames, N., Gunata, Y.Z., Baumes, E., Bayanove, R.L., “Free and glycosidically bound aroma compounds in grape must of for non-floral *Vitis vinifera* varieties,” *Analisis*, vol. 24, pp. 254–258, 1996.
 54. Cabaroglu, T., Selli, S., Canbas, A., Lepoutre, J.P., and Günata, Z., “Wine flavor enhancement through the use of exogenous fungal glycosidases,” *Enzyme Microb. Technol.*, vol. 33, no. 5, pp. 581–587, 2003.
 55. López-Tamames, E., Carro-Mariño, N., Gunata, Y.Z., Sapis, C., Baumes, R., and Bayonove, C., “Potential Aroma in Several Varieties of Spanish Grapes,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 45, no. 5, pp. 1729–1735, 1997.
 56. Schneider, R., Baumes, R., Bayonove, C., and Razungles, A., “Volatile Compounds Involved in the Aroma of Sweet Fortified Wines (Vins Doux Naturels) from Grenache Noir,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 46, no. 8, pp. 3230–3237, 1998.
 57. Schneider, R., Razungles, A., Augier, C., and Baumes, R., “Monoterpenic and norisoprenoidic glycoconjugates of *Vitis vinifera* L. cv. Melon B. as precursors of odorants in Muscadet wines,” *J. Chromatogr. A*, vol. 936, no. 1–2, pp. 145–157, 2001.
 58. Vandendool H. and Kratz, P. D., “A Generalization of the Retention Index System Including Linear Temperature Programmed Gas-Liquid Partition Chromatography,” *J. Chromatogr.*, vol. 11, no. 3, pp. 463–71, 1963.
 59. Anonim, *Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı*. Ankara: Tarım ve Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü, 1983.

60. AOAC, *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*, 15th ed. USA, 1990.
61. Cemeroglu, B. S., *Gıda analizleri*, 3rd ed. Ankara: Bizim Grup Basımevi, 2013.
62. Altuğ E., ve Elmacı, Y., *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*. İzmir: Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Meta Basım, 2005.
63. Landau, S. and Everite, B., *A Handbook of Statistical Analyses Using SPSS*. Boca Raton, Florida: Chapman & Hall/CRC Press LLC, 2004.
64. Bek, Y. and Efe, E., *Araştırma ve Deneme Metotları-I*. Adana: Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 71, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, 1988.
65. Özdamar, K., *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi*. Eskişehir: Kaan Kitabevi, 1999.
66. Cortés, C., Esteve, M.J., and Frígola, A., “Color of orange juice treated by High Intensity Pulsed Electric Fields during refrigerated storage and comparison with pasteurized juice,” *Food Control*, vol. 19, no. 2, pp. 151–158, 2008.
67. Del Caro, A., Piga, A., Vacca, V., and Agabbio, M., “Changes of flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during storage,” *Food Chem.*, vol. 84, no. 1, pp. 99–105, 2004.
68. Esteve, F., Frígola, M.J., Rodrigo, A., Torregrosa, D., “Pulsed electric fields inactivation kinetics of carotenes in mixed orange-carrot juice,” in *European Conference on Advanced Technology for Safe and High Quality Foods*, 2001.
69. Dhuique-Mayer, C., Tbatou, M., Carail, M., Caris-Veyrat, C., Dornier, M., and Amiot, M.J., “Thermal degradation of antioxidant micronutrients in Citrus juice: Kinetics and newly formed compounds,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 55, no. 10, pp. 4209–4216, 2007.
70. Canbaş, A. ve Ünal, Ü., “Adana’da Yetiştirilen Bazı Portakal Çeşitlerinin Şaraplık Değerleri Üzerinde Bir Araştırma,” *J. Agric. For.*, vol. 18, pp. 1–7, 1991.
71. Arena, E., Fallico, B., and Maccarone, E., “Thermal damage in blood orange juice: Kinetics of 5-hydroxymethyl-2-furancarboxaldehyde formation,” *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 36, no. 2, pp. 145–151, 2001.
72. Rivas, A., Rodrigo, D., Martínez, A., Barbosa-Cánovas, G.V., and Rodrigo, M., “Effect of PEF and heat pasteurization on the physical-chemical characteristics of

- blended orange and carrot juice,” *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 39, no. 10, pp. 1163–1170, 2006.
73. Gómez, E., Ledbetter, C.A., and Hartsell, P.L., “Volatile Compounds in Apricot, Plum, and Their Interspecific Hybrids,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 41, no. 10, pp. 1669–1676, 1993.
 74. Aubert C. and Chanforan, C., “Postharvest changes in physicochemical properties and volatile constituents of apricot (*Prunus armeniaca* L.). Characterization of 28 cultivars,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 55, no. 8, pp. 3074–3082, 2007.
 75. Pérez-López, A.J., Saura, D., Lorente, J., and Carbonell-Barrachina, A.A., “Limonene, linalool, α -terpineol, and terpinen-4-ol as quality control parameters in mandarin juice processing,” *Eur. Food Res. Technol.*, vol. 222, no. 3–4, pp. 281–285, 2006.
 76. McGraw, G.W., Hemingway, R.W., Ingram, L.L., Canady, C.S., and McGraw, W.B., “Thermal degradation of terpenes: Camphene, Δ^3 -carene, limonene, and α -terpinene,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 33, no. 22, pp. 4029–4033, 1999.
 77. Cloning, M., Harbor, C. S., and Lilling, P. E. J., “United States Patent (19),” vol. 6, no. 19, pp. 105–107, 1998.
 78. Fan, G., Qiao, Y., Yao, X., Mo, D., Wang, K., and Pan, S., “Free and bound volatile compounds in juice and peel of Jincheng oranges,” *Eur. Food Res. Technol.*, vol. 229, no. 4, pp. 571–578, 2009.
 79. Özkaya, O., Şen, K., Aubert, C., Dündar, Ö., and Gunata, Z. “Characterization of the free and glycosidically bound aroma potential of two important tomato cultivars grown in Turkey,” *J. Food Sci. Technol.*, vol. 55, no. 11, 2018.
 80. Salles, C., Jallageas, J.C., Crouzet, J.C., Fournier, F., and Tabet, J.C., “Apricot Glycosidically Bound Volatile Components,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 39, no. 11, pp. 1979–1983, 1991.
 81. Buttery, R.G., Turnbaugh, J.G., and Ling, L.C., “Contribution Of Volatiles To Rice Aroma,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 36, no. 5, pp. 1006–1009, 1988.
 82. Komes, D., Lovrić, T., Ganić, K.K., Kljusurić, J.G., and Banović, M., “Trehalose improves flavour retention in dehydrated apricot puree,” *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 40, no. 4, pp. 425–435, 2005.
 83. Chairote, G., Rodriguez, F., and Crouzet, J., “Characterization of Additional

- Volatile Flavor Components of Apricot,” *J. Food Sci.*, vol. 46, no. 6, pp. 1898–1901, 1981.
84. Guichard, E., and Souty, M., “Comparison of the relative quantities of aroma compounds found in fresh apricot from six different varieties,” *Z Lebensm Unters Forsch.*, vol. 186, pp. 301–307, 1988.
 85. Acosta, Ó., Pérez, A.M., and Vaillant, F., “Chemical characterization, antioxidant properties, and volatile constituents of naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) cultivated in Costa Rica Caracterización química, propiedades antioxidantes y constituyentes volátiles de la naranjilla (*Solanum quitoense* L.,” *Arch. Latinoam. Nutr.*, vol. 59, no. 1, pp. 88–94, 2009.
 86. Belitz, H. D., Grosch, W., and Schieberle, P., *Food Chemistry*, 4th ed. Leipzig: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
 87. Buttery, R.G., Ling, L.C., and Stern, D.J., “Studies on Popcorn Aroma and Flavor Volatiles,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 45, no. 3, pp. 837–843, Mar. 1997.
 88. Wagner, R., Czerny, M., Bielohradsky, J., and Grosch, W., “Structure-odour-activity relationships of alkylpyrazines,” *Zeitschrift für Leb. und -forsch. A*, vol. 208, no. 5–6, pp. 308–316, 2002.
 89. Crews C., and Castle, L., “A review of the occurrence, formation and analysis of furan in heat-processed foods,” *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 18, no. 7, pp. 365–372, 2007.
 90. Sádecká, J., Polovka, M., Kolek, E., Belajová, E., Tobolková, B., Daško, L., and Durec, J., “Orange juice with pulp: Impact of pasteurization and storage on flavour, polyphenols, ascorbic acid and antioxidant activity,” *J. Food Nutr. Res.*, vol. 53, no. 4, pp. 371–388, 2014.
 91. Lin J., and Rouseff, R.L., “Characterization of aroma-impact compounds in cold-pressed grapefruit oil using time-intensity GC-olfactometry and GC-MS,” *Flavour Fragr. J.*, vol. 16, no. 6, pp. 457–463, 2001.
 92. Högnadóttir Á., and Rouseff, R.L., “Identification of aroma active compounds in orange essence oil using gas chromatography–olfactometry and gas chromatography–mass spectrometry,” *J. Chromatogr. A*, vol. 998, no. 1, pp. 201–211, 2003.
 93. Ruiz Perez-Cacho P. and Rouseff, R., “Processing and storage effects on orange juice aroma: A review,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 56, no. 21, pp. 9785–9796,

2008.

94. Hinterholzer A. and Schieberle, P., "Identification of the most odour-active volatiles in fresh, hand-extracted juice of Valencia late oranges by odour dilution techniques," *Flavour Fragr. J.*, vol. 13, no. 1, pp. 49–55, 1998.



ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Nevşehir'in Gülşehir İlçesi Yeşilyurt köyünde doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Nevşehir'de tamamladım. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden 2006 yılında mezun oldum. Halen özel sektörde Gıda Mühendisi olarak çalışmaktayım. Evli ve 1 çocuk babasıyım.

