

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Eda SALMAN

**NAR SUYUNUN KONSANTREYE İŞLENMESİ
AŞAMALARINDA AROMA VE AROMA AKTİF
BİLEŞİKLERİNDEKİ DEĞİŞMELER**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2018

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NAR SUYUNUN KONSANTREYE İŞLENMESİ AŞAMALARINDA
AROMA VE AROMA AKTİF BİLEŞİKLERİNDEKİ DEĞİŞMELER**

Eda SALMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez / /2018 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof.Dr. Serkan SELLİ
DANIŞMAN

.....
Prof.Dr. Turgut CABAROĞLU
ÜYE

.....
Prof.Dr. Haşim KELEBEK
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

**Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2016-5855**

Not:Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve
fotografların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat
Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NAR SUYUNUN KONSANTREYE İŞLENMESİ AŞAMALARINDA
AROMA VE AROMA AKTİF BİLEŞİKLERİNDEKİ DEĞİŞMELER**

Eda SALMAN

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Serkan SELLİ
Yıl: 2018, Sayfa: 77
Jüri : Prof. Dr. Serkan SELLİ
: Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
: Prof. Dr. Haşim KELEBEK

Bu çalışmada, Hicaz nar çeşidinden elde edilen meyve suları konsantreye işlenirken üretimin farklı aşamalarından (taze sıkım, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre meyve suları) örnekler alınarak genel ve aroma bileşimleri incelenmiştir. Nar sularının karakteristik kokularına katkıda bulunan aroma-aktif bileşikleri GC-MS-O yardımıyla belirlenmiştir. Örneklerin aroma maddeleri ekstraksiyonunda çözücü yardımıyla aroma evaporasyonu (SAFE) yöntemi kullanılmıştır. Aroma aktif bileşiklerinin belirlenmesinde Aroma Ekstrakt Seyreltme Analizi (AESAs) kullanılmıştır. Nar suyunun konsantreye işlenmesi sırasında uygulanan işlemlerin, örneklerin uçucu bileşiklerinde önemli etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışmada uygulanan işlemlerin nar sularında alkol, ester ve terpenlerin miktarında düşüşe neden olduğu ve bunun işlemler sırasında uygulanan ısı işlem ve filtrasyon sonucunda bileşiklerin parçalanması veya uzaklaştırılması sonucu olduğu belirlenmiştir. Nar sularında furanların miktarı ısı işlem ile önemli bir artış göstermiştir. Fenil etil alkol en güçlü aroma-aktif bileşik olarak belirlenmiştir. Bu bileşiğin nar sularına gül, çiçeksi kokular kazandırdığı belirlenmiştir. Nar sularında toplam fenolik bileşiklerinin miktarı taze, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar sularında sırasıyla 401, 657, 470 ve 3551 mg gallik asit eşdeğeri (GAE) / L olarak bulunmuştur. Örneklerin antioksidan aktivitesi incelendiğinde, fenolik bileşiklerle uyumlu olarak en yüksek aktiviteyi konsantre nar suyunun gösterdiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hicaz nar suyu, aroma, aroma aktif bileşikler, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde

ABSTRACT

MSc THESIS

CHANGES IN AROMA AND AROMA ACTIVE COMPOUNDS DURING THE PROCESSING FROM POMEGRANATE JUICE TO CONCENTRATE

Eda SALMAN

CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. Serkan SELLİ

Year:2018 Pages: 77

Jury : Prof. Dr. Serkan SELLİ

: Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU

: Prof. Dr. Haşim KELEBEK

In this study, general and aroma compositions of juice samples obtained from Hicaz cv. taken at different processing stages (freshly squeezed, pasteurized, filtered and concentrated juices) were studied. The aroma-active compounds which contribute to the characteristic odor of pomegranate juice were determined by GC-MS-O. Solvent assisted flavor evaporation (SAFE) method was used to extract aroma compounds from the samples. Aroma Extract Dilution Analysis (AESA) was used to identify the aroma active compounds. It has been determined that the processes applied during processing of pomegranate juice into concentrate have significant effects on the volatile compounds of the samples. It has been determined that the processes applied in the study caused a decrease in the amounts of alcohol, ester and terpene compounds in the pomegranate juices and this resulted in the breakdown or removal of the compounds as a result of heat treatment and filtration. It has been determined that the amount of furans in the pomegranate juice is significantly increased by heat treatment. Phenyl ethyl alcohol has been identified as the most potent aroma-active compound. It has been determined that this compound gives rose odor to the pomegranate juices. The total phenolic compounds of pomegranate juices were found to be 401, 657, 470 and 3551 mg gallic acid equivalent (GAE)/L in fresh, pasteurized, filtered and concentrated pomegranate juice, respectively. Antioxidant activity of the juices was examined, concentrated pomegranate juice showed the highest activity consistent with the phenolic compounds.

Key Words: Hicaz pomegranate juice, aroma, aroma-active compounds, antioxidant activity, total phenolic compounds

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Nar, *Lythraceae* familyasının (Kınagiller) *Punica* cinsinden çok yıllık bir bitki olup ticari değeri kadar kültürel hayatta da önemli yer işgal etmiş bir meyvedir. Genellikle tropik ve subtropik bölgelerde yetiştirilebilmektedir (Schubert ve ark., 1999; Özgüven ve Yılmaz, 2000). Narın anavatanı, İran başta olmak üzere Türkiye'nin güney-güneydoğusunu kapsayacak şekilde Ortadoğu, Kafkasya ve Hindistan'ın kuzeyi ifade edilmektedir (Stover ve Mercure, 2007; Glozer ve Ferguson, 2008; Lye, 2008; Ünal, 2011). Narın ihracatı özellikle son yıllarda artmıştır. Türkiye'den Avrupa'ya en çok ihraç edilen nar çeşidi Hicaz'dır. Depolama için uygun olmasının yanı sıra kırmızı kabuk, koyu kırmızı taneler ve ekşi tadı nedeniyle popülerdir.

Narlar, sağlık açısından faydalı bir takım değerli biyoaktif bileşiklere sahiptir. Özellikle fenolik asitler, flavonoidler (antosiyantinler) ve tanenler gibi polifenolik bileşikler sağlık açısından oldukça önemlidir. (Tzulker ve ark., 2007). Güçlü bir antioksidan meyve olmasının yanı sıra antitümoral, antidiyabetik, antihepatoksik ve antimikrobiyal özellik de göstermektedir. Nar ekstraktının önleyici etkileri; fenolik, antosiyantin ve tanen içeriğine bağlıdır (Viuda-Martos ve ark., 2010).

Üretimi sürekli artmakta olan nar, dünyada taze olarak tüketilmesinin yanında nar pekmezi, nar ekşisi, meyve suyu, konsantre, konserve, şurup, jöle, reçel boya, ilaç, sirke, sitrik asit ve hayvan yemi üretimi gibi çok çeşitli endüstri kollarında kullanılmaktadır (Saxena ve ark., 1987; Cemeroğlu ve ark., 1990). Aynı zamanda nar çekirdekleri bitkisel yağ üretiminde de kullanılır. Narın işleneceği ürünü belirlemede bileşimi oldukça önemli rol oynamaktadır. Meyvelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri başta ekotip olmak üzere, çeşit, yetiştirildiği bölge, iklim koşulları, toprak yapısı, uygulanan kültürel işlemler gibi pek çok faktörün yanında meyvenin olgunluk durumuna göre de önemli oranda değişebilmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2001). Nar suyu, ekşi ve konsantre gibi ürünlerin üretiminde

önemli olan parametrelerin başında şeker, asitlik ve nar suyuna karakteristik rengini veren antosiyanin bileşimi gelmektedir.

Meyve tadı, şekerlerin (glikoz, fruktoz ve sukroz gibi) tatlılığı ve organik asitlerin (sitrik asit, malik asit gibi) ekşiliğinin karışımından yani asit/şeker dengesinden ileri gelir. Aroma ise, insanlar tarafından meyveler arasındaki farklılığın fark edilmesini sağlayan ve değişik kimyasal sınıflardan olan, uçucu ve uçucu olmayan bileşenlerden kaynaklanır. Tipik bir meyve yüzden fazla, farklı uçucu ve uçucu olmaya bileşenleri içerir. Ancak bunların tümü, meyvenin milyonda birkaç kısmını oluşturur. Meyve aromaları arasında büyük değişiklik vardır. Aromanın gelişme süreci veya olgunlaşması, solunum sırasındaki ısı yükselmesi ile olur. Bu süreçte meyvenin metabolizması, katabolizma ve aroma oluşumu için değişime uğrar. Aromanın oluşum oranı, olgunluk döneminin ileri safhasında en üst düzeye ulaşır.

Hicaz çeşidi narlar, menekşe-kırmızı rengi ve tatlı ekşi tadı nedeniyle Türk meyve suyu endüstrisi tarafından en çok tercih edilen çeşididir. Nar meyvesi genellikle düşük aroma yoğunluğuna sahiptir. Bu nedenle aroma ve aroma aktif bileşiklerinin belirlenmesi zordur. Nar suyunun aroma profili ve konsantrasyonları, kullanılan çeşit, yetiştirme koşulları, kullanılan uçucu ekstraksiyon tekniğine bağlı olarak değişebilir (Güler ve Gül, 2017).

Bu çalışmada, 2015 yılında Göknur Gıda A.Ş.den temin edilen Hicaz nar çeşidinden elde edilen meyve sularının konsantreye işlenirken farklı aşamalarda (taze meyve suyu, pastörize meyve suyu, filtre edilmiş meyve suyu, konsantre meyve suyu) alınan örneklerin kimyasal özellikleri, toplam fenol içeriği, antioksidan aktivitesi, aroma ve aroma aktif bileşiklerindeki değişimler belirlenmiştir. Aroma aktif bileşiklerinin belirlenmesinde Aroma Ekstrakt Seyteltme Analizi kullanılmıştır.

Taze, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar suyu örneğinde pH sırasıyla 3.03, 3.05, 3.1 ve 2.8 olarak bulunmuştur. Örneklerin renk analizlerinde, L*, a* ve b* değerleri pastörize nar suyunda daha yüksek çıkmıştır. Nar suyu örneklerinin

toplam fenolik bileşiklerinin miktarı taze, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar sularında sırasıyla 401, 657, 470 ve 3551 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/L olarak bulunmuştur. Örneklerin antioksidan aktivitesi incelendiğinde fenolik bileşiklerin sonuçları ile benzer bir biçimde en yüksek aktiviteyi konsantre nar suyunun gösterdiği belirlenmiştir. Nar sularının konsantreye işlenmesi sırasında uygulanan aşamaların örneklerin toplam fenolik bileşik miktarlarında ve antioksidan aktivitelerinde değişikliğe neden olduğu tespit edilmiştir.

GC-MS yardımıyla taze nar suyunda toplam 38 adet aroma maddesi belirlenmiştir. Alkol grubu bileşikler sayı ve miktar olarak aroma maddelerinin en büyük kısmını oluşturan uçucu maddelerdir. GC-MS yardımıyla pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar sularında sırasıyla 37, 35 ve 21 adet aroma maddesi belirlenmiştir. Alkol grubu bileşikleri sayı ve miktar olarak aroma maddelerinin en büyük kısmını oluşturan uçucu maddelerdir. İşlemlerin alkol, ester ve terpenlerin miktarında düşüğe neden olduğu ve bunun işlemler sırasında uygulanan ısı ve filtrasyon sonucunda bileşiklerin parçalanması veya uzaklaştırılması sonucu olduğu belirlenmiştir. Furanların miktarında ısı işlemi ile önemli bir artış saptanmıştır.

Taze nar suyu örneklerinde 12 adet aroma-aktif bileşik belirlenmiştir. Tanımlanan aroma-aktif bileşikler arasında fenil etil alkol (AS 512) ve (Z)-3-hekzen-1-ol (AS 512) taze nar suyu kokusuna en fazla katkıda bulunan bileşik olarak belirlenmiştir. Fenil etil alkol bileşiğinin gül, çiçeksi kokuları; (Z)-3-hekzen-1-ol bileşiğinin ise yeşilimsi, çimen kokuları kazandırdığı belirlenmiştir. Pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar suyunda sırasıyla 19, 14 ve 11 adet aroma aktif bileşik belirlenmiştir. Tanımlanan aroma aktif bileşikler arasında fenil etil alkol bileşiği en güçlü aroma aktif bileşikler olarak belirlenmiştir. Fenil etil alkol bileşiğinin nar sularına çiçeksi ve gül kokuları kazandırdığı belirlenmiştir.



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin ve tez çalışmam süresince bana değerli görüş ve önerileriyle yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Serkan SELLİ'ye, jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren saygıdeğer hocalarım Prof.Dr. Turgut CABAROĞLU ve Prof.Dr. Haşım KELEBEK'e tezimin çeşitli aşamalarında bana yardımcı olan Arş.Gör. Gamze GÜÇLÜ, Oscar ZANNOU'ya ve bu süreçte her daim yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen Dilara BERGAMA ve Burçak SALMAN'a teşekkür ederim. Beni bugünlere getiren ve tüm öğrenim hayatım boyunca maddi, manevi her tür fedakârlığı yapan annem Saadet SALMAN'a ve babam Yahya SALMAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET.....	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIV
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
2.1. Narların Genel Kimyasal Özellikleri, Antioksidan ve Fenolik Bileşikleri Üzerine Çalışmalar.....	7
2.2. Aroma Maddeleri Üzerine Çalışmalar.....	14
3. MATERYALVE METOT.....	23
3.1. Materyal.....	23
3.2. Metot.....	23
3.2.1. Nar suyu konsantresi üretim aşamaları.....	23
3.2.2. Nar Suyuna Uygulanan analizler.....	25
3.2.2.1. pH analizi.....	25
3.2.2.2. Toplam asit analizi.....	25
3.2.2.3. Renk tayini.....	25
3.2.2.4. Toplam fenolik madde analizi.....	25
3.2.2.5. Antioksidan aktivite tayini.....	25
3.2.2.6. Aroma Maddeleri Analizleri.....	26
3.2.2.6.(1). Nar Sularında Aroma Maddelerinin Ekstraksiyonu.....	26
3.2.2.6.(2). Aroma Maddelerinin Tanımlanması.....	27

3.2.2.6.(3). Aroma-Aktif Bileşiklerinin Tanımlanması	28
3.2.2.7. Duyusal Analizler (Temsili Test)	29
3.2.2.7.(1). Benzerlik Testi	29
3.2.2.7.(2). Aroma yoğunluk testi	30
3.2.2.8. Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	31
4.1. Narların Genel Kimyasal Özellikleri, Toplam Fenolik ve Antioksidan Aktivite Değerleri	31
4.1.1. Narların Genel Kimyasal Özellikleri	31
4.1.2. Nar Suyunun Toplam Fenolik Madde Analizi	33
4.1.3. Nar Suyunun Antioksidan Aktivitesi	34
4.2. Nar Suyunun Aroma Maddeleri	35
4.3. Nar Suyunun Aroma-Aktif Bileşikleri	50
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	77

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. Türkiye'de nar üretimi yapılan en önemli şehirler	3
Çizelge 4. 1.Nar suyunun genel bileşimi	33
Çizelge 4.2. Nar Suyunun Antioksidan ve Toplam Fenolik İçeriği	35
Çizelge 4.3. Nar suyunun aroma bileşikleri	37
Çizelge 4.4. Nar Suyunun Aroma-Aktif Bileşikleri	52





ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Türkiye'de nar üretiminin yıllara göre miktarı	2
Şekil 3.1. Nar suyu konsantresinin üretim şeması	24
Şekil 3.2. Benzerlik testinde kullanılan skala.....	30
Şekil 3.3. Aroma yoğunluk testinde kullanılan skala	30
Şekil 4.1. Nar suyu örneklerinde alkol bileşikleri	42
Şekil 4.2. Nar suyu örneklerinde ester bileşikleri.....	44
Şekil 4.3. Nar suyu örneklerinde furan bileşikleri.....	47
Şekil 4.4. Nar suyu örneklerinde lakton bileşikleri	48



SİMGELER VE KISALTMALAR

GC-MS	: Gaz Kromatografisi- Kütle Spektrometresi
FID	: Alev İyonizasyon Dedektörü
GC	: Gaz Kromatografisi
AESA	: Aroma ekstrakt seyreltme analiz
SAFE	: Çözgen Yardımıyla Aroma Evaporasyonu
FD	: Flavor Dilution (Aroma Seyreltme)
AS	: Aroma Seyreltme Faktörü
°C	: Santigrat derece
mL	: Mililitre
µL	: Mikrolitre
m/e	: Kütle/yük
L	: Litre
LRI	: Linear alıkonma indeksi
std	: Standart
He	: Helyum

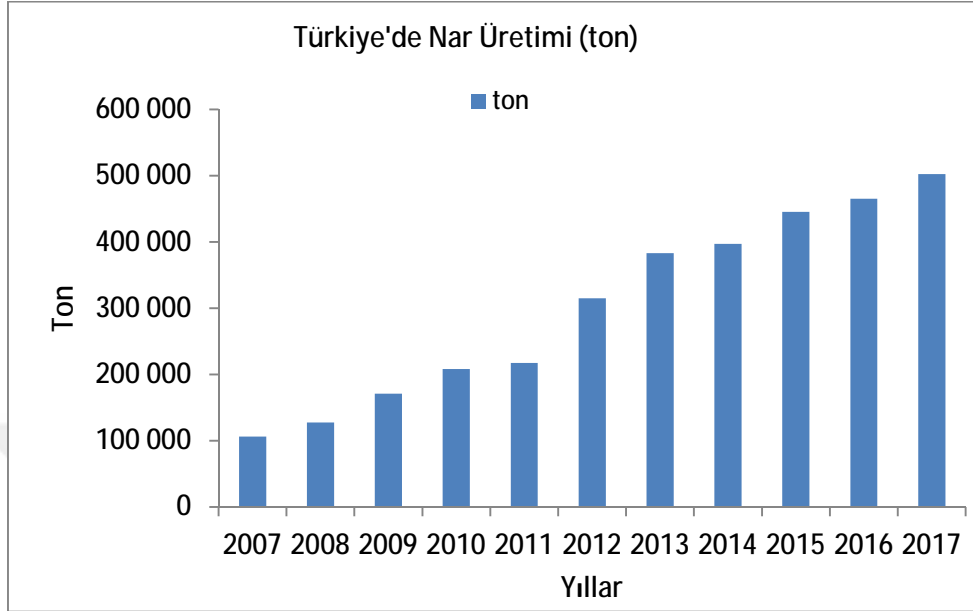


1. GİRİŞ

Nar, *Lythraceae* familyasının (Kınagiller) *Punica* cinsinden çok yıllık bir bitki olup ticari değeri kadar kültürel hayatta da önemli yer işgal etmiş bir meyvedir. Genellikle tropik ve subtropik bölgelerde yetiştirilebilmekte ve sıcak ve kuru bir iklime ihtiyaç duyar (Adsule ve Kadam, 1995; Schubert ve ark., 1999; Özgüven ve Yılmaz., 2000). Dünyada şekli, rengi, kabuk kalınlığı ve aroması birbirinden farklı olan nar türleri bulunmaktadır. Yapılarına göre narlar; Devediş, Çekirdeksiz, Zivzik Çekirdeksiz, Kadı, Lefon, Keban, Hicaz ve Misk gibi çeşitlere ayrılmıştır. *Punica granatum* L. antik çağlardan beri Asya, Akdeniz ve Avrupa'da önemli bir bitki olmuştur. Çeşitli kaynaklarda nar meyvesinin tarihi 5000 yıl öncesine dayanmakta ve Mısır kültüründe nar, bolluk ve bereketin bir işareti olarak belirtilmektedir (Glozer ve Ferguson, 2008; Ünal ve ark., 2011; Oğuz ve ark., 2011).

Nar meyveleri kabuk, çekirdek, aril ve zar (kabuklar ve aril arasında) olmak üzere dört ana bölümden oluşur. Nar çeşide bağlı olarak % 60-67 tohum ve % 33-40 oranında kabuk içerir. Nar tanesi % 85 su, % 10 toplam şeker (esas olarak fruktoz ve glukoz), % 1.5 pektin ve askorbik asit, sitrik asit ve malik asit gibi organik asitler içerir (Viuda-Martos ve ark., 2011).

Narın anavatanı, İran başta olmak üzere Türkiye'nin güney ve güneydoğusunu kapsayacak şekilde Ortadoğu, Kafkasya ve Hindistan'ın kuzeyi olarak ifade edilmektedir (Stover ve Mercure, 2007; Glozer ve Ferguson., 2008; Lye, 2008; Ünal, 2011). Çoğu kaynakta İran, Kafkasya ve Kuzey Hindistan çevresi narın anavatanı olarak işaret edilse de, Anadolu ve bütün Akdeniz Havzası'nı da içine alan çok daha geniş bir sahada nar bitkisi binlerce yıldır tanınmaktadır. Günümüzde Avustralya'dan Güney Afrika'ya, A.B.D.'den Çin'e kadar çok geniş bir sahada nar ziraatı yapılmaktadır. Nar üretimi ve tüketimi özellikle 2007'den sonra ülkemizde önemli bir artış göstermiştir (Şekil 1.1)(TÜİK, 2017).



Şekil 1.1. Türkiye'de nar üretiminin yıllara göre miktarı (TÜİK, 2017)

Ülkemizde nar üretimi Akdeniz'de % 61.8, Ege'de % 23.3 ve Güneydoğu Anadolu'da % 9.1 olarak gerçekleşmektedir. Narın ihracatı özellikle son yıllarda artmıştır. Türkiye'den Avrupa'ya en çok ihraç edilen nar çeşidi Hicaz'dır. Depolama için uygun olmasının yanı sıra kırmızı kabuk, koyu kırmızı taneler ve ekşi tadı nedeniyle popülerdir. Türkiye'de yetiştirilen diğer önemli çeşitler şunlardır: Çekirdeksiz, Silifke Aşısı, Katırbaşı ve Lefan (Kurt ve Şahin, 2013). Türkiye'de narların çoğu Antalya, Mersin ve Aydın gibi Akdeniz ve Ege bölgelerinde yetiştirilmekte olup ülkemiz narlarının yaklaşık %38'i Antalya'daki bahçelerden sağlanmaktadır.

Çizelge 1.1. Türkiye'de nar üretimi yapılan en önemli şehirler (TÜİK, 2010)

Şehir	Üretim (ton)	Üretim (%)
Antalya	28.053	38.4
Mersin	8.334	11.4
Aydın	6.469	8.9
Denizli	5.979	8.2
Hatay	4.385	6.0
Siirt	3.159	4.3
Adana	2.272	3.1
İzmir	2.058	2.8
Muğla	1.512	2.1

Narlar, sağlık açısından faydalı bir takım değerli biyoaktif bileşiklere sahiptir. Özellikle fenolik asitler, flavonoidler (örn; antosiyaninler) ve tanenler gibi polifenolik bileşikler sağlık açısından oldukça önemli bileşiklerdir (Tzulker ve ark., 2007). Narlar güçlü bir antioksidan meyve olmasının yanı sıra antitümoral, antidiyabetik, antihepatoksik ve antimikrobiyal özellik de göstermektedir. Nar ekstraktının biyoaktif etkileri sahip olduğu fenolik, antosiyanin ve tanen içeriğine bağlıdır (Viuda-Martos ve ark., 2010). Nar meyvesinin bazı çeşitleri önemli miktarda antosiyanin içeren bir meyve olarak bilinmektedir. Nar suyunda bulunan temel antosiyaninler siyanidin-3-glikozit, delfinidin-3-glikozit, siyanidin-3-5-diglikozit, delfinidin-3-5-diglikozit, pelargonidin-3-glikozit ve pelargonidin-3-5-diglikozit olarak bulunmuştur (Du ve ark., 1975). Narların antioksidan özellikleri çeşit yanında, genetik sistemler, enzimler, protein sentezi, hücre zarı, hücre duvarı, büyüme ve iklim koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Viuda-Martos ve ark., 2010). Son yıllarda yapılan çalışmalarda antioksidan içeriğinin yüksekliği yanında narın kanı sıvılaştırdığı, kötü huylu kolesterolü düşürdüğü, Alzheimer ve kalp rahatsızlıkları tedavisine yardımcı olduğu ve bazı kanser türlerine karşı vücuda direnç sağladığı bildirilmektedir (Oğuz ve ark., 2011).

Üretimi sürekli artmakta olan nar, dünyada taze olarak tüketilmesinin yanında nar pekmezi, nar ekşisi, meyve suyu, konsantre, konserve, şurup, jöle, reçel, boya, ilaç, sirke, sitrik asit ve hayvan yemi üretimi gibi çok çeşitli endüstri kollarında kullanılmaktadır (Saxena ve ark., 1987; Cemeroğlu ve Artık., 1990). Aynı zamanda nar çekirdekleri bitkisel yağ üretiminde de kullanılır. Narın işleneceği ürünü belirlemede narın bileşimi oldukça önemli rol oynamaktadır. Meyvelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri çeşit olmak üzere yetiştirildiği bölge, iklim koşulları, toprak yapısı, uygulanan kültürel işlemler gibi pek çok faktörün yanında meyvenin olgunluk durumuna göre de önemli oranda değişebilmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2001). Nar suyu, ekşi ve konsantre gibi ürünlerin üretiminde önemli olan parametrelerin başında şeker, asitlik ve nar suyuna karakteristik rengini veren antosiyanin bileşimi gelmektedir.

Aroma maddeleri tüketici tercihini doğrudan etkilediği için kalite değerlendirmesinde çok önemli bir parametredir. Gerek doğal olarak meyveden gelen ve gerekse işleme, pişirme ile oluşan veya gıdalara dışarıdan katılan aroma maddeleri, birçok farklı gruba içeren önemli bileşiklerdir. Meyvelerin kendine has kokuları uçucu bileşenlerden ve tat (tatlı, ekşi, acı, tuzlu vb.) gibi uçucu olmayan maddelerin karşılıklı etkileşimlerinden kaynaklanmaktadır. Yani aroma uçucu olan ve olmayan maddelerin karşılıklı etkisi sonunda açığa çıkar. (Eertmans ve ark., 2001).

Meyve tadı, şekerlerin (glikoz, fruktoz ve sukroz gibi) tatlılığı ve organik asitlerin (sitrik asit, malik asit gibi) ekşiliğinin karışımından yani asit/şeker dengesinden ileri gelir. Aroma ise, insanlar tarafından meyveler arasındaki farklılığın fark edilmesini sağlayan ve değişik kimyasal sınıflardan olan, uçucu ve uçucu olmayan bileşenlerden kaynaklanır. Tipik bir meyve yüzden fazla, farklı aroma bileşenleri içerir. Ancak bunların tümü, meyvenin milyonda birkaç kısmını oluşturur. Meyve aromaları arasında büyük değişiklik vardır. Aromanın gelişme süreci veya olgunlaşması, solunum sırasındaki ısı yükselmesi ile olur. Bu süreçte

meyvenin metabolizması, katabolizma ve aroma oluşumu için değişime uğrar. Aromanın oluşum oranı, olgunluk döneminin ileri safhasında en üst düzeye ulaşır.

Meyvelerde aroma maddeleri tüketici tercihinde rol oynayan en önemli kriterler arasındadır. Bu bileşiklerin en büyük özelliği çok düşük miktarlarda bile duyuşsal olarak algılanabilmeleri ve kalite üzerinde etkili olmalarıdır. Bu aroma maddelerinden bazıları gıdanın karakteristik aromasının oluşumundan sorumludur ve aroma-aktif bileşikler olarak adlandırılırlar. Aroma aktif bileşikler, gıdalarda çok düşük konsantrasyonlarda bulunurlar (ppm, ppb düzeyinde). Buna rağmen insan burnu tarafından algılanabilmektedirler. Nar meyvesi genellikle düşük aroma yoğunluğuna sahiptir. Nar suyundaki uçucu organik bileşiklerin profili ve konsantrasyonları narların cinsine, yetiştirilme koşullarına, uygulanan aroma ekstraksiyon yöntemine, pres tekniğine göre çeşitlilik gösterir (Güler ve Gül, 2017).

Aroma bileşikleri özellikle bir gıda matrisinde ayırma en zor aşamalardan biridir. Bu sebeple uygulanan aroma ekstraksiyon yöntemi oldukça büyük önem taşır. Aroma maddeleri analizlerinde ilk aşama, aroma maddelerinin üründen uygun bir ekstraksiyon yöntemiyle alınmasıdır. Daha sonra elde edilen çözgen ve aroma maddeleri karışımındaki çözgenin, hassas bir konsantrasyon yöntemiyle, aroma maddelerinde kayıp olmadan ekstraktan mümkün olduğunca uzaklaştırılmalıdır. Bu yüzden aroma maddelerinin analizinde özellikle ekstraksiyon yönteminin seçimi en hassas noktadır (Vila ve ark., 1999; Ebeler ve ark., 2000).

Narlarda aroma maddeleriyle ilgili önceki çalışmalar bulunmasına rağmen aroma aktif bileşikleri ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bugüne kadar literatürde nar sularının konsantre işleme basamaklarında aroma maddelerindeki meydana gelen değişmelerle ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, nar suları konsantreye işlenirken farklı aşamalarda (ham meyve suyu, pastörize edilmiş meyve suyu, durultma işlemi uygulanmış meyve suyu, konsantre

meyve suyu) alınacak örneklerdeki aroma ve aroma aktif bileşiklerindeki değişmelerin incelenmesidir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Narların Genel Kimyasal Özellikleri, Antioksidan ve Fenolik Bileşikleri Üzerine Çalışmalar

Du ve ark. (1975) nar tanesinde ve kabuğunda bulunan pigmentlerin karakterizasyonu amacıyla yaptıkları çalışmada; nar tanesinde altı farklı antosiyanin bileşimini (siyanidin-3- glukozit, delphinidin-3-glukozit, siyanidin-3-5-diglukozit, delphinidin-3-5-diglukozit, pelargonin -3- glukozit, pelargonidin-3-5-diglukozit) tanımlamışlardır.

Cemeroğlu (1977) tarafından yapılan bir çalışmada durultulan ve filtre edilen nar suları 15,2 °'den 46 ° Briks'e kadar koyulaştırılmıştır. Bu işlem sonucunda nar suyu ile konsantresi arasında evaporasyonda bir renk kaybı olmadığı ortaya çıkmıştır. Fakat elde edilen nar suyu konsantresinde aromanın büyük ölçüde azalmış olduğunu bildirmiştir.

Tabur ve ark.(1987) nar suyunun durultma işlemi ve depolama süresince kimyasal bileşiminde meydana gelen değişimler üzerinde araştırma yapmışlardır. İzmir ilinde yetiştirilen tatlı narlar araştırmada kullanılmıştır. Nar suyuna iki farklı durultma denemesi uygulanmış ve uygun olan enzim jelatin kombinasyonu ile durultulmuş nar suları 85°C'de 25 dakika pastörize edilip soğukta ve oda koşullarında depolanmışlardır. İşleme aşamalarında renk intensiteleri ortalama 540 bulunmuştur. Değişen antosiyanin değerlerine durultma ve ısıl işlemin etki ederek azalmalara neden olduğu ve artan presleme ile bu değer azaldığı saptanmıştır. Tadı etkileyen tanen miktarı 85-103 mg/L arasında ve ortalama 94,5 mg/L olarak saptanmıştır. Araştırmada nar sularının stabilizasyonu için depektinizasyon jelatin kombinasyonu uygun sonuçları verdiği saptanmıştır. Bu durultma yöntemi ile tanen miktarının yüksek kalması bazı tüketici isteklerini de karşılamaktadır. Depolama süresince depolama sıcaklığının kalitenin ve rengin korunmasında etkili olduğu belirlenmiştir.

Cemeroğlu ve Artık (1990) ısıtma işlem ve depolama koşullarının nar antosiyaninleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Nar suyunda antosiyanin tayini esas olarak pH differansiyel metodu esas alınarak yapılmış ve dominant antosiyanin siyanidin-3 galaktosid olduğu spektral eğrinin analizinden anlaşılmıştır. Isıtma işleminin nar suyu degradasyonu üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca depolama sıcaklığının ve süresinin antosiyaninlerin stabilitesi üzerine önemli derecede etki ettiği belirlenmiştir.

Artık (1998) 7 farklı nar örneği üzerinde iki farklı pres uygulayarak HPLC ile fenolik bileşikleri belirlemişlerdir. Pres uygulanmış nar suyunda; kuinik asit, kuersetin, galik asit, kateşin, kateşol, klorojenik asit, ferulik asit, rutin, o-kumarik asit; elde preslenmiş nar suyunda ise kuinik asit, kuersetin, galik asit, klorojenik asit tespit edilmiştir.

Gil ve ark. (2000), nar suyu üretim aşamalarının antioksidan aktivite ve fenolik bileşim üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar narların yüksek antioksidan aktivitesine sahip yeşil çay ve kırmızı şaraba kıyasla üç kat daha fazla antioksidan aktiviteye sahip olduğunu saptamışlardır. Çalışmada laboratuvar koşullarında elde preslenen tanelerden elde edilmiş meyve suyu, dondurulmuş ve depolanmış (9 aylık) tanelerden elde edilmiş meyve suyu, ticari meyve suyu ve ticari konsantre meyve suyu gibi dört farklı ürün karşılaştırılmıştır. Antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik içeriği açısından ticari meyve suyu ve ticari konsantre meyve suyu birbirine benzer özelliklerde bulunmuştur. Antioksidan aktivitesi, arillerden ve donmuş arillerden elde edilen meyve sularında benzer olmasına karşın, ticari meyve sularında daha yüksek bulunmuştur. Örnekler içerisinde arillerden üretilen meyve suyu, dondurulmuş arillerden üretilen meyve suyunun toplam fenolik ve antosiyanin içeriğinden daha yüksek çıkmıştır. Ticari olarak üretilen meyve suyunun en yüksek antosiyanin içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Sonuç olarak araştırmacılar endüstriyel nar suyu üretiminin toplam antioksidan aktiviteyi toplam antosiyanin ve toplam fenolik içeriğini arttırdığını vurgulamışlardır (Gil ve ark. 2000).

Al-Maiman ve Ahmad (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, Taifi narının olgunlaşma boyunca fiziksel ve kimyasal değişimleri incelenmiştir. Meyveler olgunlaşmamış, yarı-olgun ve tam olgun olmak üzere üç farklı olgunlaşma aşamasında analiz yapılmış ve toplam fenolik bileşiklerin miktarlarının olgunlaşmayla birlikte azaldığı gözlenmiştir. Toplam fenolik bileşik miktarı olgunlaşmamış meyvelerde 3.65 mg/100g, yarı-olgun meyvelerde 3.22 mg/100g ve tam olgun meyvelerde 1.90 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, toplam fenolik madde miktarı yüksek olan nar suyunun antioksidan aktivitesinin de daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum nar suyunda antioksidan aktivitenin fenolik bileşiklerden kaynaklandığını göstermektedir. Aynı gözlem Cerda ve ark. (2003) tarafından da bildirilmiştir. Nar suyu (bulanık ve berrak) +4°C ve 150 gün süreyle depolandığında toplam fenolik madde miktarında sırasıyla %2.2 ve %5.3 oranında azalma saptanırken, ellajik asit miktarında %49.1 ve %103.6 oranında artış belirlenmiştir. Antioksidan aktivite değerinde ise, % 13.7 ve %12.2 oranında azalış belirlenmiştir. Bu sonuç depolama süresi boyunca nar suyunda fenolik maddelerin hidrolizasyon, kondensasyon v.b gibi nedenlerle yapılarının değişebileceğini göstermiştir.

Alper ve ark (2005), nar sularının işlenmesinin ve pastörize edilmesinin, nar suyu renk değerleri ve toplam fenolik bileşiklere olan etkilerini araştırmışlardır. Nar suları farklı durultma teknikleri (geleneksel durultma, Polivinilpolypirrolidon [PVPP] ile birlikte klasik durultma, ultrafiltrasyon) ile üretilmiştir. Ayrıca berraklaştırılmış meyve sularını durultma işlemi uygulanmamış meyve sularıyla (kontrol) karşılaştırmışlardır. Fenolik maddelerin uzaklaştırılması için en etkin yöntem olarak PVPP ile birlikte konvansiyonel durultma olduğunu iddia etmişlerdir. Toplam fenolik içeriği analizi için Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır. Pastörizasyonda toplam fenol bileşiklerinde azalma kontrol için % 7.1, konvansiyonel durultma için% 2.3, PVPP ile konvansiyonel durultma için % 1.2 ve ultrafiltrasyon için% 14 olarak bulunmuştur. Berraklaştırmada toplam fenol

bileşiklerinde azalma geleneksel konvansiyonel durultma için % 20.9, PVPP ile konvansiyonel durultma için % 31.8 ve ultrafiltrasyon için % 6.1 olarak bulunmuştur.

Karadeniz ve ark. (2005), farklı meyvelerin (elma, ayva, üzüm, armut ve nar) antioksidan aktivitelerini incelemiş ve ayrıca toplam fenolik ve flavonoid içeriklerini de değerlendirmişlerdir. Narın toplam fenolik içeriğini 2408 ± 38.9 (mg kateşin/ kg) ve toplam flavonoid içeriği 459 ± 67.0 (mg kateşin/ kg) olduğu rapor edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı ise en yüksek ayvada bulunmuş ve bunu nar, üzüm, elma ve armut izlemiştir. Toplam flavonoid içeriği en yüksek miktarda yine ayvada saptanmış ve bunu elma, üzüm, nar ve armut takip etmiştir.

Kulkarni ve Aradhya (2005) yaptıkları çalışmada meyve gelişimi süresince nar tanelerinin antioksidan aktivite değişimlerini incelemişlerdir. Olgunlaşma süresince, ilk 60 günde antioksidan aktivitede ani bir düşüş (%13) saptanmış, buna karşın 80. gün sonunda aktivitede %10.6'lık bir artış saptanmıştır. Antioksidan aktivitedeki bu azalış, tanelerdeki toplam fenolik ve askorbik asit konsantrasyonlarının, sırasıyla %73.9 ve %80.1 oranında düşüşüne bağlanmıştır. 80. günde aktivitedeki artışın ise, antosiyaninlerin konsantrasyonundaki artışla ilişkili olduğu düşünülmüştür. Çalışmada, antosiyanin içeriğindeki artış ile fenoliklerdeki azalışın birbirlerine bağlı olduğu; fenolik bileşiklerin bir bölümünün antosiyanin pigmentinin yapısında bulunan flavilium halkası biyosentezinde kullanıldığı bildirilmiştir

Li ve ark. (2006)'nın Çin'de yaygın olarak yetiştirilen beyaz narın meyve eti ve meyve kabuğu parçalarının antioksidan (toplam fenolikler ve flavonoidler, proantosiyanidinler ve askorbik asit) özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, narın kabuk parçalarının meyve eti parçalarından daha yüksek antioksidan etkiye sahip olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar toplam fenoliklerin kabukta 249.4 mg/g, meyve etinde 24.4 mg/g, flavonoidlerin kabukta 59.1 mg/g, meyve etinde 17.2 mg/g, proantosiyanidinlerin ise kabukta 10.9 mg/g,

meyve etinde 5.3 mg/g düzeyinde olduğunu ve askorbik asitin kabukta 0.99 mg/g, meyve etinde ise 0.85 mg/g bulunduğunu belirlemiştir.

Tzulker ve ark. (2007), ticari nar sularında toplam fenolik bileşik miktarını 2566 mg/L bulmuşlardır. Nar suyunun sağlığa yararlı olmasını yüksek düzeydeki antioksidan aktivitesine ve toplam fenol bileşikleri içeriğine bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Alighourchi ve ark (2008), 15 İran narının antosiyaninlerinin karakterize edildiği çalışmada, delfinidin 3-glikozit (2,19-16,29 mg/L), delfinin 3,5-diglikozit (2,6-63,07 mg/L), pelargonidin 3-glikozit (0,26-1,36 mg/L), pelargonidin 3,5-diglikozit (0,01-8,11 mg/L), siyadin 3-glikozit (5,78-30,38 mg/L) ve siyanidin 3,5-diglikozit (4,39-166,32 mg/L) olmak üzere toplam 6 adet antosiyanin bileşiği belirlenmiştir ve nar örneklerinin yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır. Nardaki baskın antosiyanin olarak siyanidin 3,5-di-*O*-glikozidi belirlemiştir. Antosiyaninlerin stabilitesinin de araştırıldığı bu çalışmada, 4 °C'de 10 gün boyunca % 23 (siyanidin 3,5-di-*O*-glikozit) ve % 83 (delfinidin 3,5-di-*O*-glikozit) arasında bir bozunma görülmüştür. Siyanidin delfinidin ve pelargonidine göre bozunmaya en fazla dirençli olduğunu belirlenmiştir. Antosiyanin içeriği, özellikle diglukozitler, pastörizasyon sonrasında artmış ve iki hafta sonra bazı antosiyaninlerde bir artış meydana gelmiştir. 4°C'de 10 hafta boyunca, antosiyaninlerin% 42.8' i pastörize meyve sularında parçalanmıştır.

Ülkemizde üretilen nar sularında yapılan bir araştırmada, 2 farklı firmanın ürettiği nar sularının toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivitesi belirlenmiştir (Gültekin ve ark., 2007). Toplam fenolik madde içeriği fazla olan nar sularının antioksidan aktivitesinin daha fazla olduğu gözlenmiştir. "Taze nar suyu" olarak nitelendirilen ve laboratuvar koşullarında elde edilen nar sularının ise en az toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu ve en az antioksidan aktivite gösterdiği saptanmıştır. Nar suyunun ne şekilde elde edildiği belirtilmemiş olmasına karşın, toplam fenolik madde miktarı göz önüne alındığında (2128 mg/L),

nar sularının tanelerden elde edildiği ve durultma işlemi yapılmadan analize alındığı sonucuna varılmıştır.

Özgen ve ark.(2008) Türkiye'nin güney bölgesinde yetiştirilen narların kimyasal ve antioksidan özellikleri incelenmiştir. Nar sularının toplam fenolik madde içerikleri 1245-2076 mg/L GAE aralığında bulunmuştur.

Seeram ve ark. 2008 yılında yaptıkları çalışmada, ABD'de yaygın olarak tüketilen polifenol bakımından zengin içeceklerin antioksidan potansiyelini karşılaştırmışlardır. Toplam polifenol içeriğini spektrofotometrik olarak ve toplam antioksidan kapasitesini Troloks (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit) eşdeğeri antioksidan kapasite yöntemi (TEAC), oksijen radikal absorpsiyon kapasitesi yöntemi (ORAC), 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme kapasitesi yöntemi ve demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç yöntemi (FRAP) ile ölçmüşlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, toplam fenolik içeriği en yüksek narda 3.8 mg / ml GAE olarak bulunmuştur. Narın antioksidan gücü, diğer içeceklerden en az % 20 daha yüksek çıkmıştır. Antioksidan gücü sırasıyla yüksekten düşüğe göre, nar suyu, kırmızı şarap, üzüm suyu, yaban mersini suyu, vişne suyu, acai suyu, kızılcık suyu, portakal suyu, buzlu çay içecekleri ve elma suyu olarak bulunmuştur. (Seeram ve diğerleri, 2008).

Çam ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, tatlı, ekşi-tatlı (Zivzik) ve ekşi olarak belirlenen sekiz çeşitten elde edilen nar sularının antioksidan kapasitesi 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), 2,2-azino-bis (3-etil-benzotiyazolin-6-sülfonik asit) (ABTS) yöntemleriyle belirlenmiştir. Nar suyunun toplam fenolik madde içeriğinin (TPC) 208,3-343,6 mg kateşin eşdeğeri aralığında değiştiği bulunmuştur.

Özkan (2009) tarafından ülkemizde yetiştirilen narın belirli özellikleri tanımlanmıştır. Elde edilen nar sularının briks değerleri 15.36–18.05 arasında, pH değerleri 2.74–3.17 arasında, titrasyon asitliği değerleri ise 0.63–7.12 arasında değiştiği bulunmuştur. Değişim aralığı açısından bakıldığında farklı araştırmalardaki briks ve titrasyon asitliği miktarları arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Nar meyvesinin ve nar sularının son yıllarda sağlığa yararlı olduğu bilinmektedir. Tezcan ve ark.(2009) ülkemizde satılan nar sularının organik asit ve şeker içeriği ile birlikte, antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, 7 ticari örneğin toplam fenoliklerin serbest radikal grupları ve demire indirgenme kapasiteleri belirlenmiştir. Sonuçlar, ticari nar sularının belirgin yüksek toplam fenolik içeriğine ve yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir. Fruktoz ve glikoz başlıca şekerler olarak; sitrik ve malik asit ise başlıca asitler olarak bulunmuştur.

Kelebek ve Canbaş (2010)'nın Hicaz narları üzerine yaptıkları bir çalışmada, nar sırasında belirlenen antosiyaninlerin toplam miktarını 273,8 mg/L olarak bulmuşlardır. Toplam antosiyaninlerin önemli bir kısmını siyanidin- 3,5-diglikozidin (%41.6) oluşturduğu ve bu bileşiğin miktarının 113.91 mg/L olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, siyanidin-3-glikozit (66.35 mg/L), delfinidin-3,5-diglikozit (57.06 mg/L), pelargonidin-3,5-diglikozit (25.23 mg/L), delfinidin-3-glikozit (6.61 mg/L) ve pelargonidin-3-glikozit (4.72 mg/L) Hicaz narlarında belirlenen diğer antosiyaninlerdir.

Mirsaeedghazi ve ark. (2010), nar suyunu -25 ° C sıcaklıkta saklamamanın antosiyaninleri ve fenolikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 20 gün boyunca depolama, toplam fenoliklerin % 29'u ve antioksidan aktivitesinin % 50'sinde kayba neden olmuştur. Toplam antosiyanin içeriği, -25 ° C'de 20 gün boyunca depolandığında % 11 düşmüştür. Siyanidin 3,5-di-O-glikozit için % 3,5 ve pelargonidin 3,5-di-O-glikozit için % 6 gibi kayıplar olmuştur.

Turfan ve ark. (2011) nar suyunda ve nar taneciklerindeki antosiyanin ve renk üzerine pastörizasyon ve durultmanın etkisini araştırmışlardır. Pastörizasyonun nar taneciğindeki antioksidan potansiyelinde %4 tüm nar meyvesinin antosiyanin içeriğinde ise %19 kayba neden olduğu gözlenmiştir. Pastörizasyondan sonra, durultma işlemi uygulanmış ve uygulanmamış nar tanecikleri ve nar meyvesindeki antosiyanin kayıp oranları sırasıyla %8-14 ve %13-9 olarak belirlenmiştir. Nar tanecikleri ile nar meyvesi karşılaştırıldığında

meyvedeki renk oranı daha yüksek bulunmuştur. HPLC analiz sonucuna göre nar suyundaki ana antosiyanin maddesi siyanidin-3,5-diglikozit olarak bulunmuş olup bunu siyanidin-3-glikozit ve delfinidin-3- glikozit takip etmiştir. Nar suyunun pastörizasyonunda siyanidin-3,5-diglikozit, siyanidin-3-glikozit'e göre daha fazla kararlılık göstermiştir. Aşırı antosiyanin kaybı ve kahverengi renk oluşumunu önlemek için, nar suyu çok az ısı ileme tabi tutulmalıdır.

2.2.Aroma Maddeleri Üzerine Çalışmalar

Cadwallader ve ark. (2010) taze ve depolanmış nar suyunun aroma bileşenlerini karşılaştırmışlardır. Uçucu bileşikler çözgen yardımıyla aroma ekstraksiyonu (SAFE) ile ekstrakte edilmiş ve gaz kromatografisi-olfaktometri (GCO), aroma ekstraktı seyreltme analizi (AEDA) ve GC-kütle spektrometresi (GC-MS) ile tanımlanmıştır. Nar suyunda yeşil, meyvemsi, çiçeksi ve topraklı kokular belirlenmiştir. Taze nar suyu aroma-aktif bileşikler; hekzenal, (Z) -3-hekzenal, 1-okten-3-on, 2-izopropil-3-metoksipirazin, 3- (metiltio)-propanal (metional), β -damaskenon, (E)- 4,5-epoksi- (E) -2-desenal ve o-aminoasetofenon olarak belirlenmiştir. Taze meyve suyunun depolanması, hekzenal ve (Z) -3-hekzenalde azalmalara ve (Z) -3-hekzenol, metional, 2-izopropil-3-metoksi-pirazin ve etil sinnamatta artışa neden olmuştur.

Koppel ve Chambers (2010) nar sularının duyuusal özelliklerini belirlemek için çalışma yapılmıştır. Çalışmada konsantre ürünler, konsantreden ürünler, taze sıkılmış ve pastörize ürünler dâhil olmak üzere otuz üç nar suyu incelenmiştir. 30'dan fazla duyuusal nitelikler bir yüksek eğitimli tanımlayıcı duyuusal panel tarafından tespit edilmiş, tanımlanmış ve referans alınmıştır. Genellikle nar suyu aroma özellikleri ekşi, tatlı, küflü/toprak, meyvemsi aromatik ve buruk ağız hissi olarak tanımlanmıştır.

Vazquez-Araujo ve ark. (2010) nar ve yaban mersini, böğürtlen ya da ahududu ile yapılmış meyve suyunun duyuusal ve fizikokimyasal karakterize etmişlerdir. Çalışmada 5 farklı konsantrasyonda (90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50)

yaban mersini, böğürtlen veya ahududu suyu ile karıştırılan 1 ticari nar suyunun kalite parametrelerini incelemiş ve pH, toplam çözünebilir katı içeriği, titrasyon asitliği ve toplam fenolik içeriğini belirlemişlerdir. Meyve sularının aroma farklılıklarını anlamak için katı faz mikroekstraksiyonu-gaz kromatografisi-kütle spektrometresi karışımlardaki uçucu bileşiklerin belirlenmesi için kullanılmıştır. Meyve sularından dört tanesi genel tüketici beğenisine göre en yüksek puanı almıştır: % 20 ve% 50 yaban mersinli nar suyu/yaban mersini karışımı, % 10'u böğürtlenli nar suyu / böğürtlen karışımı ve % 10 ahududulu nar suyu / ahududu karışımıdır. Bu meyve sularının başlıca özellikleri ise yüksek olgunluk indeksi (13.9 ila 16.5), düşük asitlik (100 mililitre meyve suyunda 0.79 ila 1.09 g sitrik asit) ve 6-metil-5-hepten-2-on, α -terpineol ve E-nerol gibi yaban mersini tipik aromatik bileşiklerin varlığıdır.

Melgarejo ve ark.(2011) 9 İspanyol nar çeşidinin kalite parametrelerini, uçucu bileşimini ve duyuşal profilini incelemişlerdir. Uçucu bileşikler, tepe boşluğu katı faz mikro ekstraksiyonu (HS-SPME) kullanılarak ekstrakte edilmiş ve gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) ve alev iyonizasyon detektörü (GC -FID) ile analiz edilmiştir. Nar sularında aldehitler, monoterpener ve alkoller dahil olmak üzere 21 bileşik bulunmuştur. Bu bileşikler içerisinde; hekzenal, limonen, (*E*)-2-hekzenal ve (*Z*)-3-hekzenol en fazla miktarda olan aroma maddeleridir. Tüketicilerin nar sularını sevmesi monoterpenerin (α -terpinol) varlığı ile ilişkilidir. Ancak, yüksek aldehit ((*E*)-2 hekzenal) konsantrasyonu tüketicinin beğenisinin olumsuz etkilediği vurgulanmıştır.

Calín-Sánchez ve ark. (2011) dokuz çeşit narın olgunluk indeksi, L * a * b * renk değerleri, uçucu bileşikler, antioksidan aktivite ve kalite parametrelerini incelemişlerdir. Uçucu bileşikler, hidrodistilasyon kullanılarak taze meyve sularından ekstrakte edilmiş; ekstraktlar gaz kromatografisi / kütle spektrometrisi kullanılarak analiz edilmiştir. Renk meyve çeşitlerine göre örneklerde farklılık göstermiş; tatlı meyvelerin daha yoğun kırmızı renk ve daha yüksek açıklık değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Narlarda monoterpener, aldehitler, alkoller,

monoterpenoidler ve hidrokarbonlar dahil olmak üzere toplam 18 uçucu bileşik bulunmuştur. En bol bileşik (*E*)-2-hekzenal, 3-karen, α -terpinen ve α terpineol olarak belirlenmiştir. Tüketicilerin nar sularını sevmesi monoterpenlerin (α -pinen, β -pinen, β -mirsen, limonen ve γ -terpinen) varlığı ile tüketicinin beğenisinin düşük olması ise aldehit (Hekzanol, hekzenal ve (*Z*)-3-hekzenol) konsantrasyonu ile ilişkili bulunmuştur.

Vazquez-Araujo ve ark. (2011a) 13 ticari ve 1 tane taze sıkılmış nar sularının aroma profilini belirlemişlerdir. Çalışmada HS-SPME aroma maddelerini belirlemede kullanılmıştır. Nar sularında terpenler, aldehitler, benzenler, esterler, furanlar, asitler, ketonlar, alkoller olmak üzere 83 tane aroma maddesi tespit edilmiştir. Ticari meyve sularının aroma profilleri arasından önemli bir fark bulunmamıştır. Meyve sularının başlıca tatlılık, küfsü/toprağımsı ve üzüksü aroma özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Mayuoni-Kirshinbaum ve ark. (2012) taze 'Wonderful' narındaki aroma aktif bileşiklerini belirlemişlerdir. Taze 'Wonderful' narlarındaki aroma bileşikleri SAFE ve tepe boşluğu katı faz mikro ekstraksiyonu (HS-SPME) metodu ile ekstrakte edilmiştir ve aroma-aktif bileşiklerinin belirlenmesi amacıyla GC-MS ile GC-O birlikte kullanılmıştır. SAFE ve HS-SPME ekstraktlarında 23 uçucu belirlenmiştir. Bu bileşiklerin aldehitler, terpenler, alkoller, esterler, furanlar ve asitler olduğu bildirilmiştir. GC-O kullanılarak 12 aroma-aktif bileşik bulunmuş. 'Wonderful' narı aroma aktif bileşikleri; etil-2-metil bütanoat (meyve elma kokusu), hekzenal (yeşil koku), β -pinen (çam kokusu), β -mirsen (tahta, çamur kokusu), (*Z*)-3-hezenal (yeşil koku), limonen (meyvemsi koku), (*Z*)-2 heptenal (sabunumsu ve mantarimsı koku), (*Z*)-3 hekzanol (küf kokusu), 2-etil-hekzanol (çiçeği koku), β -karyofilen (meyvemsi koku), 2-(5H)-furanon (tatlı meyvemsi koku) olarak tanımlanmıştır. Wonderful nar aromasının genel olarak yeşilimsi, odunumsu, küfsü, meyvemsi, çiçeği, tatlı ve çamurumsu kokularının bir karışımından oluştuğu gözlenmiştir.

Caleb ve ark. (2013)'nin yaptıkları çalışmada modifiye atmosfer paketlenme ve depolama sıcaklığını nar arillerinin (Acco ve Herskowitz) uçucu bileşimi ve hasat sonrası ömrü üzerindeki etkisi incelenmiştir. Uçucu bileşikler tepe boşluğu katı faz mikroekstraksiyon (HS-SPME) ile ekstrakte edilmiş ve gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS) ile belirlenmiştir. Acco ve Herskowitz narlarında toplamda 17 ve 18 uçucu bileşik belirlenmiştir. Nar suyunda bulunan uçucu bileşikleri (a) monoterpenler: limonen; (b) monoterpen alkoller: 1-terpinen-4-ol, α -terpineol; (c) aldehitler: benzenasetaldehit; (d) ketonlar: 2-oktanon, 2-nonanon ve 2-undekanon; (e) alkoller: (*E*)-3-hekzen-1-ol, 1-hekzanol, 2-feniletanol ve 2-nonanol, (f) esterler: 3-metil-1-bütanol asetat, (*Z*)-3-hekzenil asetat, heksil asetat, 2-feniletanol asetat, oktanoik asit-, dekanolik asit- ve dodekanoik asit-etil ester; (g) seskiterpenler: (*E*)- α -bergamoten'dir

Mayuoni-Kirshinbaum ve ark. (2013) 'Wonderful' nar sularının depolanması sırasında duyu kalitesinin ve aroma bileşiklerinin değişimini araştırmışlardır. Ticari modifiye atmosfer şartlarında uzun süreli depolama sırasında 'Wonderful' nar arillerinin, 7°C soğuk depolamanın ilk 12 haftasında yüksek lezzet profiline sahip olduğu ancak duyu kalitede, 16 haftanın sonunda ve özellikle 20 haftanın sonunda belirgin bir azalma olduğu gözlenmiştir. Eğitilmiş panelistler tarafından tanımlayıcı lezzet profil analizinde, nar meyvesinin genel aromasında düşüş, kötü ve olgunlaşma kokularında ise yükselme tespit edilmiştir. Etil alkol fermantasyon ürünleri olan etanol ve etil asetat birikimi narın genel aromasında düşüşe neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca çeşitli seskiterpen uçucu bileşikleri ile narın hoş giden aroması arasında bağlantı olduğu bildirilmiştir. Bu bulgulara göre, lezzet tercihindeki azalma büyük olasılıkla etanol fermantasyon ürünleri ve seskiterpen uçucu bileşiklerin birikiminin sonucunda olduğu düşünülmektedir. Genel olarak, beş alkol, sekiz aldehit, üç keton, dokuz monoterpen, dört oksijenli terpen, on seskiterpen ve bir ester içeren toplam 40 uçucu bileşik saptanmıştır.

Mekni ve ark. (2013) Tunus'ta yetişen 4 nar çeşidinin çiçeklerinin (Tounsi, Nabli, Gabsi ve Chelfi) antibakteriyel uygunluğunun yanı sıra (mikrodilüsyon testi kullanılarak) uçucu bileşenleri ve yağ asitleri bileşimini (sırasıyla GC-MS ve GC ile analiz edilmiştir) araştırmışlardır. Toplamda 45 uçucu bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerin 6 ester, 4 alkol 13 tepen, 9 aldehit, 3 keton, 1 seskiterpenoid, 7 hidrokarbon, 1 fenol ve 1 diğer olduğu gözlenmiştir. Chelfi çiçeği terpinoidler (%28,39), aldehitler (%13,24) ve alkoller (%22,30) bakımından en zengin tür olarak gözlenmiştir.

Andreu-Sevilla ve ark. (2013) nar suyu ve şarabının uçucu bileşiklerini ve tanımlayıcı duyu özelliklerini belirlemişlerdir. Uçucu profillerin kapsamlı analizi için HS SPME / GC-MS kullanılmış ve tanımlayıcı duyu profiller için eğitilmiş bir panel gerçekleştirilmiştir. Nar suyunda en fazla bulunan uçucu bileşik terpen bileşiklerinden limonen iken şarapların uçucu profilleri çok farklı çıkmıştır. Şaraplarda etil oktanoat en fazla bulunan bileşik olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak, meyve suları ve şaraplar alkoller, terpenler, aldehitler, esterler ve organik asitlerin miktarları ve ayrıca duyu profillerinde (koku, lezzet ve renk) farklılıklar göstermiştir. Nar suyunda ve şarabında sırasıyla 28 ve 27 adet bileşik belirlenmiştir. Nar suyunda limonenin yanı sıra etil asetat ve oktil asetat en baskın aroma bileşikleri olarak belirlenmiştir. Nar şarabında ise feniletal asetat, etil asetat, etil dekanat, etil oktanoat ve 1-pentanol belirlenmiştir.

Mayuoni-Kirshenbaum ve Porat (2014) nar meyvesinin duyu özelliklerini araştırmışlardır. Narlarda tatların (tatlı, ekşi, acı), aromanın (kırmızı şarap, meyvemsi, kötü koku) ve duyuların (burukluk, sululuk ve çekirdek sertliği) kombinasyonları narın algılanabilir aromasıyla ilgili olduğu bildirilmiştir. Duyusal analiz testleri ile farklı çeşitlerdeki nar arillerinin duyu kalitesindeki tatlılık, ekşilik, acılık, meyve kokuları ve çekirdek sertliğiyle ilgili farklılıklar araştırılmıştır. Buna göre nar arillerinin duyu kalitesi ve lezzet tercihi olgunlaşma süreci boyunca önemli ölçüde değişmiştir. Tatlı ekşi çeşitlerde "ekşi" algılamasında belirgin bir azalma "tatlı" çeşitlerinde "burukluk" hissetme algısında belirgin bir

düşüş fark edilmiştir. Sonuç olarak narın çeşidinin seçiminde o çeşidin tadı ve aroması ve ideal olgunlukta olmasının önemli olduğu belirlenmiştir.

Tripathi ve ark. (2014) narın serbest ve bağlı aroma bileşiklerini incelemiştir. Uçucu aroma bileşikleri, yüksek vakumla damıtılarak (HVD) ve dietil eter ile çözücü ekstraksiyonu ile nar tanelerinden izole edilmiştir. Gaz kromatografisi kütle spektroskopisi (GC-MS) analizi, 3-okten-1-il asetat, (*E*)-3-hekzen-1-ol, heksanol ve 2-metil pentanol'ün yalnızca yüksek vakumla damıtmada belirlenmiştir. Olfaktometrik analizlere dayanarak, 3-okten-1-il asetat narın aroma-aktif bileşiği olarak tespit edilmiştir. Bağlı aroma bileşikleri, 2-feniletanol (% 40), α -terpineol (4.53%) ve 2-heptanol (% 6.35) olarak tespit edilmiştir.

Koppel ve ark. (2014), teknolojik işlemlerin nar suyunun lezzet özellikleri, aroma bileşikleri ve fizikokimyasal özellikleri üzerinde etkisini belirlemiştir. Taze, taze donmuş, pastörize ve rekonstitüye meyve suyu örnekleri incelenmiştir. Çalışmada taze, taze dondurulmuş ve pastörize numunelerde aroma açısından çok farklılık saptanmazken, sulandırılmış (rekonstitüye) meyve suyu en çok farklılığı göstermiştir. Nar suyu örneklerinde toplam 17 adet bileşik tespit edilmiştir. En fazla bulunan uçucu maddeler heksanal, 4-metil-1-pentanol, 3-hekzen-1-ol ve β -pinen olarak bulunmuş, β -fellandren, α -terpinen ve kariyofilen gibi terpenler taze dondurulmuş, pastörize ve sulandırılmış nar sularında bulunmamıştır.

Beaulieu ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada Kaliforniya'da yetiştirilen narların fiziko kimyasal özellikleri ve aroma profilleri araştırılmıştır. Baskın aroma bileşiklerinden 3-hekzanol ve 1-hekzanol Kara Gül, Hakubotan ve Wonderful nar çeşitlerini birbirinden ayırmak için önemli bir kriter olduğu saptanmıştır. Çeşitleri birbirinden ayırmak için aldehit ve terpen içeriğine bakılmıştır.

Öz ve ark. (2015) Hicaz nar çeşidinde farklı uygulamaların soğukta depolama süresince fitokimyasal ve uçucu aroma bileşimine etkilerini incelemiştir. Nar açıkta ve modifiye atmosfer ambalajlarında (MAP) depolanmıştır. Uçucu aroma bileşikleri analizinde tepe boşluğu katı faz mikro-

ekstraksiyon gaz kromatografisi-kütle spektrofotometresi (HS-SPME GC/MS) kullanılmıştır. Örneklerde 27 farklı aroma bileşiği belirlenmiştir. Bunlar; alkol, aldehit, alkan, asit, ester, terpen ve diğer bileşikleridir. Depolama sonunda terpen bileşikler iki yöntemde de artış göstermiştir ancak artışın MAP grubunda daha fazla olduğu gözlenmiştir. Alkollerde, aldehitlerde ve asitlerde ise iki yöntemde de azalma görülmüştür.

Beaulieu ve Stein-Chisholm (2016) tarafından yapılan bir çalışmada taze sıkılmış ve ticari nar suyunun uçucu bileşikler HS-SPME ile ekstrakte edilmiş ve GC-MS ile analiz edilmiştir. Çalışmada nar meyvesinin tamamının sıkılmasıyla elde edilen meyve suyu, nar tanelerinin sıkılmasıyla elde edilen meyve suyu ve ticari meyve suyu analiz edilmiştir. GC-MS ile HS-SPME kullanılarak ekstrakte edilen taze meyvenin tümünden sıkılmış nar suyunda toplam 36 bileşik bulunmuştur. Bu bileşikler etanol, hekzanal, (*E*)-2-hekzenal, (*Z*)-3-hekzenol ve (*E*)-3-hekzenol, 1-hekzanol, β -pinen, β -mirsen, 1,4-sineol (isosineol), α -terpinen, *p*-simen, limonen, 2-nonanon, linalool, 4-terpineol ve α -terpineol olarak belirlenmiştir. Ticari meyve suyunda başlıca hekzanal, furfural, etil 3-metilbutanoat, benzaldehit, 2-etil-1-hekzanol, limonen, linalool, nonanal ve α -terpineol bileşikler bulunmuştur.

Mphahlele ve ark. (2016a) farklı olgunluk evreleri ve yetiştirme yerlerinin (Kakamas, Koedoeshoek ve Worcester) 'Wonderful' nar suyunun kimyasal, biyokimyasal ve aroma bileşiklerine etkilerini araştırmışlardır. Örnekte 5 kimyasal sınıfa ait toplam 13 adet uçucu bileşik tespit edilmiş ve tanımlanmıştır. Çalışmada olgunlaşmamış ve orta olgunlukta meyvelerde en uçucu madde 1-hekzanol, ticari olgunlukta 3-hekzen-1-ol en yüksek seviyede bulunmuştur.

Mphahlele ve ark. (2016b) Wonderful narının farklı meyve fraksiyonlarından (sadece nar tanesi, nar tanesi ve çekirdeği, yarıya bölünmüş meyve ve tüm meyve) ekstrakte edilen nar suyunun kimyasal, uçucu kompozisyon ve biyoaktif bileşiklerini araştırmışlardır. Yarıya bölünmüş meyvelerden ekstrakte edilen meyve suyunun pH içeriğinin daha düşük (1.58) olduğu saptanmıştır.

Araştırılan meyve sularındaki toplam fenolik miktarı 138.36 ile 289.94 mg gallik asit eşdeğeri / 100 mL olarak bulunmuştur. Tüm meyve suyu çeşitlerinde en bol bulunan uçucu bileşikler etil asetat (% 21.35-31.45) ve 3-oktanon (% 8.12, % 18.74) olarak bulunmuştur.

Yi ve ark. (2016) Socotran narının iki farklı meyve suyunun (PJ ve PJS) aroma bileşiklerinin analizinde Tenax TA absorbant ile purge and trap (P&T), HS-SPME ve eşzamanlı damıtma ekstraksiyonu (SDE) yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Örneklerde GS-MS ile toplam 36 bileşik belirlenmiştir. Çalışma nar suyu lezzetine en önemli katkıyı yapan maddelerin, n-hekzaldehit, (Z)-3-hekzenal, 1-hekzil alkol, butil asetat, mirsen ve fenil asetaldehit olduğunu göstermiştir.

Beaulieu ve Obando-Ulloa (2017a) konsantre olmayan 'Wonderful' çeşidi nar suyunun uçucu bileşiklerindeki değişimini incelenmiştir. Yüksek sıcaklıkta pastörize edilmiş ve 4 ° C ve 25 ° C'de depolanan konsantre olmayan nar suyu (NFC)'na ultrafiltrasyon yapılmıştır. Geri kazanılan 46 bileşikten 38'i rutin olarak izole edilmiş ve bu NFC suları değerlendirmek için varyans analizine tabi tutulmuştur. Ultrafiltrasyon pek çok bileşik için önemli azalmalara neden olmuşken, pastörizasyon ise aroma maddelerinde artışa neden olmuştur. Çalışmada ekstraksiyon yöntemi olarak katı faz mikroekstraksiyonu kullanılmıştır.

Güler ve Gül (2017) 5 farklı nar çeşidinden ('Ekşi', 'Devediş', 'Hicaz', 'Katırbaşı' and 'Keben') elde edilen nar sularının uçucu bileşiklerini araştırmışlardır. Analiz için katı faz mikroekstraksiyon (SPME) ve gaz kromatografisi (GC)-kütle spektrometresi (MS) kullanılmıştır. Aldehit, alkol, ester, terpen, keton, asit ve fenol bileşiklerinden oluşan toplam 60 uçucu bileşik belirlenmiştir. 11 uçucu bileşik (1-hekzanol, (Z)-3-hekzen-1-ol, 1-oktanol, α -terpinol, β -mirsen, limonen, (E)- α -bergamoten, β -karyofilen, hekzenal, (E)-2-hekzenal and gayakol) beş nar suyu ve tohumunun hepsinde bulunmuştur.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada Hicaz nar suyu örnekleri Adana ilinin Kozan İlçesinde bulunan Gökür Gıda A.Ş.'den 2015 yılında temin edilmiştir. Örnekler buz içerisinde Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne getirilmiş, analizler yapılana dek -20°C'de muhafaza edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Nar suyu konsantresi üretim aşamaları

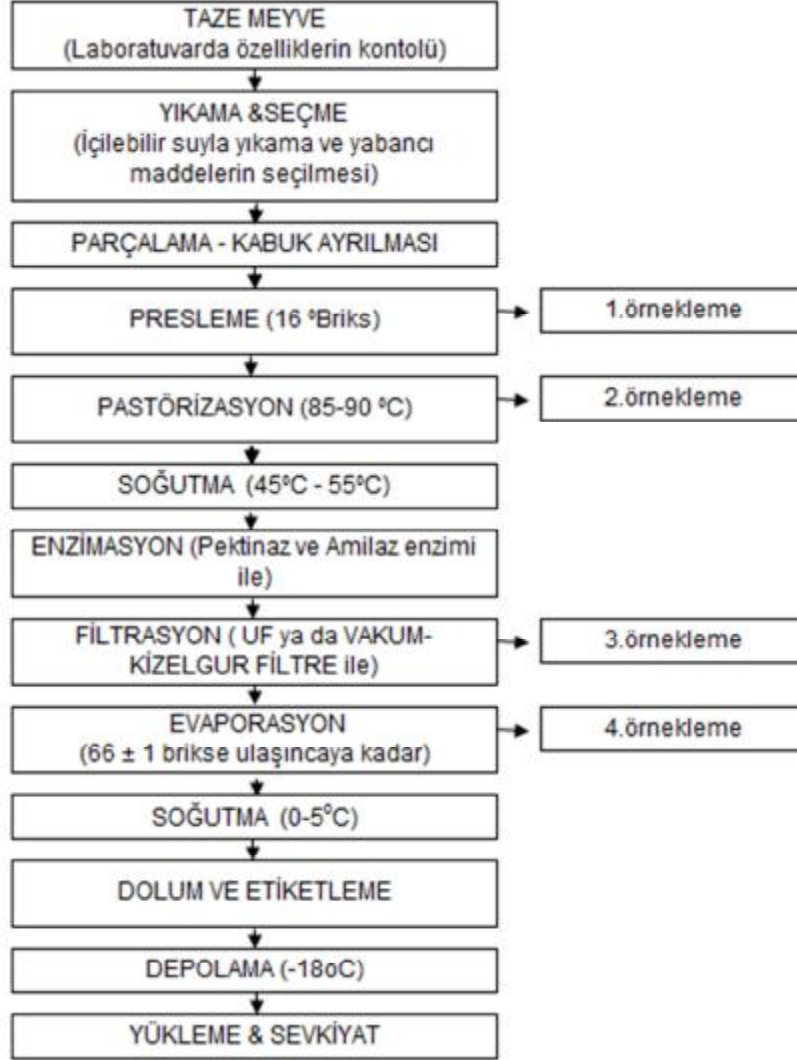
İşletmeye gelen taze narların laboratuvarında genel özellikleri kontrol edilmiş, uygun olması halinde yıkama ve seçme için havuza boşaltılıp içilebilir suyla yıkama ve yabancı maddeleri ayırma işlemi yapılmıştır. Yıkanan meyveler parçalanıp, kabuklarından ayrılmıştır.

Kabuklarından ayrılan narlara presleme işlemi uygulanmıştır. Vidalı pres kullanılarak 16° Briks'lik bulanık ham nar suyu elde edilmiştir. Analizi yapılmak üzere pres sonunda örnek alınmıştır.

Presten elde edilen meyve suyu plakalı ısı değiştiriciler ile 85-90 °C'de pastörizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Analizi yapılmak üzere pastörizasyon sonunda örnek alınmıştır. Nar suyuna pektinaz ve amilaz enzimleri ilave edilerek enzimasyon işlemi uygulanmıştır.

Enzimasyon işlemi tamamlanan meyve suyuna vakum kizelgur filtreler ile ultrafiltrasyon uygulanmıştır. Analizi yapılmak üzere filtrasyon sonunda örnek alınmıştır.

Filtre edilmiş nar suyu vakumlu evaporatöre gönderilerek 66° Briks'e kadar konsantre edilmiştir. Analizi yapılmak üzere evaporasyon sonunda örnek alınmıştır. Nar suyu konsantresinin üretim şeması Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Nar suyu konsantresinin üretim şeması

3.2.2. Nar Suyuna Uygulanan analizler**3.2.2.1. pH analizi**

Nar sularının pH'ı doğrudan cam elektrotlu pH-metre kullanılarak ölçülmüştür (Cemeroğlu ve ark., 2001).

3.2.2.2. Toplam asit analizi

10 mL nar suyu pH'ı 8,1 oluncaya kadar 0,1 N NaOH ile titre etmek suretiyle belirlenmiştir. Sonuçlar % sitrik asit olarak belirtilmiştir (Mena ve ark., 2011).

3.2.2.3. Renk analizi

Örneklerin renk ölçümleri kolorimetre (HunterLab Color Flex, Reston, Virginia, USA), kullanılarak yapılmıştır. Değerler L*, a*ve b* CIE renk sistem profili kullanılarak kaydedilmiştir (Galego ve ark., 2013).

3.2.2.4. Toplam fenolik madde analizi

Nar suyunun toplam fenolik içeriği Singleton ve Rossi (1965)'nin uyguladığı yöntemde bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. Her örnek ekstraktının 1 ml'si 60 ml saf su, 5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi ve 15 ml sodyum bikarbonat çözeltisi ile karıştırılmış ve oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir. Örnekler Uv-Görünür olan spektrofotometre kullanılarak 765 nm'de okunmuştur. Örneklerde ölçülecek absorbans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile hazırlanan standart eğrinin denkleminde hesaplanmıştır. Toplam fenolik bileşik miktarı; nar sularında "mg gallik asit/L" cinsinden belirlenmiştir.

3.2.2.5. Antioksidan aktivite tayini

Nar suyu örneklerinin antioksidan aktiviteleri DPPH ve ABTS olmak üzere iki farklı yöntemle belirlenmiştir. Serbest radikalleri önleme yeteneğini ölçebilen

DPPH (2,2, difenil 1-pikril hidrazil) kullanılarak ve metanol içerisinde gerçekleşen reaksiyonun zamana karşı değişiminin 515 nm’de UV-visible spektrofotometredeki ölçüm sonuçlarına göre yapılmıştır (Brand-Williams ve ark., 1995). ABTS yöntemi ise Kırca ve Özkan (2007)’nin metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntem için 7 mM ABTS (2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzotiazolin-6-sülfonik asit)) 2.45 mM potasyumbisülfat ile karıştırılarak karanlık ortamda 12-16 saat bekletilmiş ve sonrasında bu solüsyon spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda 0.700 ± 0.01 absorbans olacak şekilde %80’lik metil alkolle seyreltilmiştir. Daha sonraki aşamada nar suyu örnekleri ve saf su ile seyreltilmiş ekstraktan hazırlanan 0.1 mL tampon çözelti ile karıştırılmış ve absorbans 30 dakika sonra spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda ölçülmüştür (Kırca ve Özkan, 2007). Elde edilen absorbans değerleri Trolox (10–100 µmol/L) standart eğim çizelgesi ile hesaplanarak sonuçlar mmol/L trolox cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.2.6. Aroma Maddeleri Analizleri

3.2.2.6.(1). Nar Sularında Aroma Maddelerinin Ekstraksiyonu

Taze, pastörize ve filtre edilmiş nar suyu örneklerinden 100 ml alınmış ve 500 ml’lik erlen içerisinde aktarılmış, iç standart olarak 40 µg 4-nonanol ve 2-oktanol ilave edilmiş ve 100 ml yüksek saflıkta diklorometan çözgeni ile 30 dakika azot gazı altında manyetik karıştırıcıda karıştırılarak 4-5°C’de ekstaksiyon işlemi uygulanmıştır. Konsantre nar suyunun aroma ekstraksiyonunda seyreltme işlemi yapılmıştır. 66° Briks konsantre nar suyu saf su ile seyreltilerek 16° Briks’e düşürülmüş ve aroma analizi yapılmıştır (Beaulie ve Stein-Chisholm, 2016). Ekstraksiyon işleminden sonra örnekler 10 dakika 0°C 3000 rpm altından santrifüje tabi tutulmuştur. Santrifüj sonrasında ayırma hunisiyle ayrılan örnekler 40°C’de dikkatli bir şekilde SAFE tekniği ile uçucu olmaya bileşiklerden ayrıştırılmıştır. SAFE ekstraktı sodyum sülfattan geçirilmiş ve "Vigreux" damıtma kolonunda 40°C’de 0,2 ml kalıncaya kadar konsantre edilmiştir. Konsantre halde elde edilen ekstrakt doğrudan GC-FID, GC-MS ve GC-MS-O sistemlerine enjekte edilmiş ve

aroma maddeleri ve aroma-aktif bileşikler belirlenmiştir. Ekstraksiyonlar üç tekerrürlü yapılmıştır (Amanpour ve ark., 2015).

3.2.2.6.(2). Aroma Maddelerinin Tanımlanması

Aroma maddelerinin miktarı, tanımlanması ve aroma aktif bileşiklerinin belirlenmesi “Agilent 6890N” marka gaz kromografisi, buna bağlı “Agilent 5975B VL MSD” kütle spektrometresi ve “Gerstel ODP-2” marka olfaktometrede eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu sistemde kolon çıkışı özel bir ayırıcı (Dean switch-Agilent) yardımıyla eşit olarak üçe ayrılarak, birinci kısım FID’ye ikinci kısım MSD’ye ve üçüncü kısım olfaktometriye gitmektedir. Böylece aynı zamanda yapılan miktar tayini, tanımlama ve koklama işlemiyle analizin hassasiyeti artmaktadır. Aroma maddelerinin miktar tayininde “Agilent 6890N” marka GC-FID kullanılmıştır. Aroma maddelerinin ayırımı DB-WAX kapiler kolon (30 m x 0,25 mm x 0.5 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör sıcaklığı 220 °C, dedektör sıcaklığı 250 °C, kolon sıcaklığı 60 °C’de 3 dakika beklemeden sonra, dakikada 2°C artarak 220 °C’ye ve daha sonra dakikada 3 °C artarak 245 °C’ye çıkartılarak, bu sıcaklıkta 20 dakika sabit kalacak şekilde programlanmıştır. Cihaza enjekte edilen örnek miktarı 3 µL’dir. Taşıyıcı gaz olarak Helyum kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 1.5 ml/dakika, dedektör ve enjektör sıcaklıkları ise 250 °C’dir

Aroma maddelerinin tanısında gaz kromatografisine bağlı “Agilent 5975B VL MSD” marka kütle spektrometresi kullanılmıştır. Ejektör tipi ve sıcaklık programı gaz kromatografisiyle aynı koşulları taşımaktadır. Taşıyıcı gaz olarak helyumun hızı 1.5 ml/dk’dır. 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. Piklerin tanısı, standardı bulunan bileşikler için standart çözelti enjekte edilerek, standardı olmayan bileşikler için kütle spektrumunun bilgisayar hafızasındaki aroma maddeleri kütüphanelerindeki (Wiley 7.0, NIST-98, ve Flavor, 2L) kütle spektrumları ile karşılaştırılması yoluyla yapılmıştır. Piklerin tanısından sonra

aroma maddelerini konsantrasyonları iç standart yöntemiyle hesaplanmıştır (Selli ve Kelebek, 2011). Her bir analiz 3'er tekerrürlü olarak yapılmıştır. Aroma maddeleri miktarlarının hesaplanması piklerin tanısından sonra aroma maddelerinin miktarlarını hesaplamak için standart bileşiklerden kalibrasyon eğrileri elde edilmiş ve iç standart yöntemiyle aşağıdaki formül kullanılarak miktar hesaplanmıştır.

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

C_i: Bileşiğin konsantrasyonu

A_i: Bileşiğin 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 L'ye çevrilmesi için faktör: 10).

3.2.2.6.(3). Aroma-Aktif Bileşiklerinin Tanımlanması

Aroma-aktif bileşiklerinin belirlenmesinde hassas olfaktometrik yöntemlerden biri olan "Aroma Ekstrakt Seyreltme Analizi (AESAs)" (AEDA: Aroma Extract Dilution Analysis) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde aromatik ekstrakt aşamalı olarak çözgenle her defasında 1:1 oranında seyreltilmiş ve koklama işlemi için enjekte edilmiştir. Kokunun hissedilmediği anda seyreltme işlemine son verilerek analiz tamamlanmıştır (Steinhaus ve ark., 2000; Amanpour ve ark., 2015). Koklama sırasında burun içinin kurumaması için özel bir düzenek yardımıyla olfaktometri portuna nemli hava verilmiştir ve bu sayede panelistlerin kokulara karşı duyarlılığı artırılmıştır.

Seyreltme derecesi "aroma seyreltme değeri (AS)" olarak ifade edilmektedir. Yüksek AS değerine sahip olan aroma maddesinin, aroma aktiflik derecesi de yüksek olmaktadır (Fickert ve Schieberle, 1998; Kirchhoff ve Schieberle, 2002; Fischer ve ark., 2008). Bu yöntem muz meyvesi (Jordán ve ark.,

2001), kavun meyvesi (Schieberle ve ark., 1990), ahududu (Klesk ve ark., 2004) ve çeri domates (Selli ve ark., 2014) örneklerini de içeren birçok çalışmada kullanılmıştır.

3.2.2.7. Duyusal Analizler (Temsili Test)

Araştırmada kullanılacak nar suyu örnekleri ve bunlardan elde edilen aroma ekstraktlarının aroma karakteristikleri temsili (representative) test kullanılarak yapılmıştır. Duyusal değerlendirmeler Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde gerçekleştirilmiştir. Nar suyu örneklerinin ve bunların ekstaktlarının duysal analizleri 7 kişilik panelist grubu tarafından yapılmıştır.

Nar suyu örneklerinden 10 ml alındı ve 25 ml'lik kahverengi kapaklı cam şişeler içerisinde özel olarak kodlandıktan sonra panelistlere sunulmuştur. Nar sularında aroma maddeleri ekstraksiyonunda diklorometan kullanılmıştır. Bu çözgenle elde edilen ekstraktlar özel kâğıt koklama çubuklarına (SARL H.Granger-Veyron, France) absorbe edildikten sonra 1 dakika bekletilip çözgenlerin uçması sağlanmıştır. Daha sonra bu koklama çubukları da nar örnekleri gibi faklı 25 ml'lik kahverengi kapaklı cam şişeler içerisine konularak panelistlere sunulmuştur. Daha sonra panelistlerden nar suyu örnekleri ve ekstraktların karşılaştırılması istenmiştir. Sonuç olarak aroma maddelerinin ekstraksiyonu ve aynı zamanda olfaktometrik analizleri için çözgenin güvenilirliği tespit edilmiştir. Temsili test değerlerinin saptanmasında benzerlik testi ve aroma yoğunluk testi uygulanmıştır.

3.2.2.7.(1). Benzerlik Testi

Panelistlerden bu testte, nar suyu örnekleri ile bu örneklere ait ekstrakt kokularının birbirine ne kadar benzer olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Bu amaçla Şekil 3.4'teki 100 mm'lik bir skala kullanılmıştır. Panelistler tarafından skalanın sağına doğru işaretleme yapıldığında örnek ile ekstraktının kokusu birbirine daha çok benzemektedir (Van Ruth ve ark., 1995).

3.2.2.7.(2). Aroma yoğunluk testi

Benzerlik testinde olduğu gibi bu kez panelistlerden nar suyu örnekleri ile bu örneklere ait aromatik ekstrakt kokularının yoğunluklarının karşılaştırılması istenmiştir. Bu amaçla da Şekil 3.5'teki 100 mm'lik bir skala kullanılmıştır (Van Ruth ve ark., 1995).



Şekil 3.2. Benzerlik testinde kullanılan skala



Şekil 3.3. Aroma yoğunluk testinde kullanılan skala

3.2.2.8. Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler

Analizler sonucunda elde edilen bulgular, SPSS 23.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir (Esbensen ve Swarbrick, 2018).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Narların Genel Kimyasal Özellikleri, Toplam Fenolik ve Antioksidan Aktivite Değerleri

4.1.1. Narların Genel Kimyasal Özellikleri

Nar suyu örneklerinde pH, toplam asitlik ve renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) belirlenmiştir. Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi taze, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar suyu örneğinde pH sırasıyla 3.03, 3.05, 3.1 ve 2.8 olarak bulunmuştur. Pres, pastörizasyon ve filtrasyon işlemlerinin pH değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir değişikliğine neden olmadığı konsantrasyon işleminin ise pH değerini düşürdüğü gözlenmiştir. Farahmand ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada, pastörizasyon, durultma ve konsantrasyon işlemlerinin pH üzerine etkisi araştırmışlardır. Araştırmada, pastörizasyon ve filtrasyon işlemlerinin nar suyunun pH değerini etkilemediği, konsantrasyon işleminin ise pH'ı 3.35'ten 2.7'ye düşürdüğü bildirilmiştir. Benzer şekilde, Vaillant ve ark. (2001) termal konsantrasyon işleminin çarkıfelek meyve suyunda pH değerini 3.1'den 2.7'ye düşürdüğünü saptamışlardır. Çam ve ark. (2009) 9 farklı nar çeşidinin pH değerlerini 2.82-3.89 arasında saptamışlardır. Öte yandan, pastörizasyonun ve durultma işleminin nar suyu pH değerlerine (3.35-3.40) belirgin bir etkisi olmadığı Turfan ve ark. (2011) tarafından da vurgulanmıştır.

Nar suyunun toplam asitliğine (TA) bakıldığında taze, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar suyunda % sitrik asit cinsinden sırasıyla 1.5, 1.6, 1.4 ve 1.8 olarak bulunmuştur. Elde edilen değerler literatürde verilen değerlerle uyum içerisindedir. Üretim aşamalarının toplam asitlik üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını; toplam asitlikteki değişimlerin istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş olması da desteklemektedir. ($p < 0.05$). Önceki çalışmalara bakıldığında, Akbarpour ve ark. (2009)'nın narın fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmada, TA değerlerini sitrik asit cinsinden %0.35-3.36 arasında belirlemişlerdir. Farahmand ve ark. (2017) nar suyunda pastörizasyonun toplam asitlik üzerine etki

etmediğini, ancak filtrasyon işleminin toplam asitlik miktarını etkilediğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, filtrasyon sırasında toplam asitliğin düştüğünü belirlemişler ve bunun nedeninin filtrasyon sırasında bazı organik asitlerin uzaklaştırılması olduğunu belirtmişlerdir. Vázquez-Araújo ve ark. (2011b)'nın beş farklı nar suyu üzerine yaptıkları çalışmada TA değerlerini %1-1.49 olarak belirlemişlerdir. Beaulieu ve ark. (2015)'nin Kaliforniya bölgesinde yetişen 11 farklı nar çeşidinin fizikokimyasal özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada 'Wonderful' nar suyunun TA değeri 1.10 (% sitrik asit olarak), ticari meyve suyunun TA değeri ise 1.32 olarak belirlenmiştir.

Nar suyunun renk özellikleri incelendiğinde taze, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar suyu örneklerinde L* değeri sırasıyla 8.57, 20.06, 11.18 ve 0.54 olarak bulunmuştur. a* değeri pastörize nar suyunda (47.40) diğer örneklerden daha yüksek çıkmıştır. b* değerleri ise benzer olarak pastörize nar suyunda (34.31), taze (14.57), filtre edilmiş (17.75) ve konsantre (0.84) nar suyu örneklerine göre daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Nar suyunun çeşitli yöntemlerle konsantreye işlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, nar suyunun L*, a* ve b* değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiş ve rengin kırmızıdan, kırmızı-kahverengine dönüştüğü gözlenmiştir (Maskan, 2006). Bunun nedenin ısı işlem sonucunda antosiyaninlerin ve renk maddelerinin parçalanması olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4. 1.Nar suyunun genel bileşimi

	Taze nar suyu	Pastörize nar suyu	Filtre nar suyu	Konsantre nar suyu
pH	3.03 ^b ±0.13	3.05 ^b ±0.13	3.1 ^b ±0.13	2.8 ^a ±0.13
Toplam asitlik (%sitrik asit)	1.5 ^a ±0.9	1.6 ^a ±0.9	1.4 ^a ±0.9	1.8 ^a ±0.9
L*	8.57 ^b ±0.81	20.06 ^d ±0.81	11.18 ^c ±0.81	0.54 ^a ±0.81
a*	33.39 ^c ±1.61	47.40 ^d ±1.61	30.68 ^b ±1.61	2.97 ^a ±1.61
b*	14.57 ^b ±1.62	34.31 ^d ±1.62	17.75 ^c ±1.62	0.84 ^a ±1.62
C*	36.43 ^c ±0.71	58.51 ^d ±0.71	35.4 ^b ±0.71	3.1 ^a ±0.71
H*	2.14 ^c ±0.10	1.13 ^a ±0.10	1.53 ^b ±0.10	3.44 ^d ±0.10

a-d: Aynı satırdaki farklı harfler p<0.05 önem düzeyindeki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir.

4.1.2 Nar Suyunun Toplam Fenolik Madde Analizi

Nar suyunun toplam fenolik bileşikleri (TF) Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Toplam fenolik bileşiklerinin (TF) miktarı taze, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar sularında sırasıyla 401, 657, 470 ve 3551 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/L olarak bulunmuştur. Filtrasyon işlemi sonrasında toplam fenol miktarının düştüğü belirlenmiştir. Bu durumun, filtrasyon sırasında polifenollere bağlı proteinlerin uzaklaştırılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Konsantrasyon işlemi sonrasında ise TF miktarının arttığı ve en yüksek değere ulaştığı belirlenmiştir. Meyve suyunun konsantreye işlenmesi sırasında uygulanan termal işlemlerin hücre geçirgenliğinin ve dolayısıyla fenol bileşikleri salınımının ve konsantrede suyun uçurulması ve buna bağlı olarak TF miktarının oransal artmasına neden olduğu yapılan önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Dean ve ark., 2010). Konsantre nar suyunda TF miktarının diğer örneklerle göre daha fazla bulunması bu durumla ilişkilendirilebilmektedir. Benzer şekilde Farrahman ve ark. (2017) filtrasyon işleminin nar suyunun toplam fenol miktarını düşürdüğünü belirlemişlerdir. Shah ve ark. (2015) pomelo meyve

suyunun fenolik bileşiklerine pektinaz ile durultma işleminin etkisini araştırmışlar ve durultmadan sonra uygulanan filtrasyon sonucunda toplam fenol miktarının düştüğünü belirlemişlerdir. Bunun nedenini; enzimatik durultma işleminin sıcaklığı ve filtrasyonda uygulanan basıncın şiddetine bağlamışlardır. Tezcan ve ark. (2009)'nın Türkiye'deki ticari nar sularının TF içeriği üzerine yaptıkları çalışmada nar sularının TF miktarlarını 144-10086 mg GAE/L arasında bulmuşlardır. Nar çeşidinin ve presleme basıncının, narların olgunluk durumunun, yetiştirme bölgesinin, iklimin, kültürel uygulamaların fenolik bileşiklerin biyosentezini etkilediği, bunun yanında ekstraksiyon ve analiz metotlarının da elde edilen toplam fenolik madde miktarı sonuçlarında değişikliğe yol açtığı ve böylece nar sularının toplam fenol miktarlarında çeşitlilik olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Vardin ve Fenercioğlu, 2003; Turgut ve Seydim, 2013). Gil ve ark. (2000) taze ve ticari nar suyunun toplam fenol içeriği üzerine yaptıkları çalışmada ticari nar suyunun toplam fenolik madde miktarının (2566 mg GAE/L) taze nar suyunun toplam fenolik madde miktarından (2117 mg GAE/L) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar meyve suyuna uygulanan ısı işleminin toplam fenolik madde miktarını artırdığını belirtmişlerdir.

4.1.3. Nar Suyunun Antioksidan Aktivitesi

DPPH analizi sonucu antioksidan aktiviteleri taze, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar sularında sırasıyla 56.3, 122, 81, 371 mM Troloks eşdeğeri (TE)/L, ABTS analizi sonucunda ise sırasıyla 72.3, 162, 104 ve 464 mM Troloks eşdeğeri (TE)/L olarak belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre örnekler arasındaki fark önemli bulunmuştur. Örneklerde filtrasyon sonunda antioksidan aktivitenin düştüğü belirlenirken, en yüksek antioksidan değeri konsantre nar suyunda bulunmuştur. Elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde, Rinaldi ve ark. (2013) nar suyuna uygulanan enzimatik durultma işleminin sonucunda, antioksidan aktivitesinin düştüğünü belirlemişlerdir. Durultma işleminde kullanılan pektinaz enziminin polifenollerini parçaladığını ve bundan kaynaklı antioksidan aktivitesinin

düşüğünü saptamışlardır. Gil ve ark. (2000) taze ve ticari nar sularının antioksidan aktivitelerini incelemişler ve ticari nar suyu örneklerinin taze nar suyu örneklerinden daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Meyve sularına uygulanan termal işlemlerin fenolik bileşiklerinin salınımını arttırdığını ve buna bağlı olarak antioksidan aktivitelerinde artış olduğunu belirtmişlerdir. Mousavinejad ve ark. (2009) 8 farklı nar çeşidinden elde edilen nar sularının antioksidan aktivitelerini 18 ile 36 mM trolox arasında belirlemişlerdir ve antioksidan aktivitesinin fenolik içeriğiyle doğru orantılı olduğunu ifade etmişlerdir Alcaraz-Mármol ve ark. (2017)'nin İspanya'da yetiştirilen taze ve işlenmiş 20 nar (*Punica granatum L.*) çeşidi üzerine yaptıkları çalışmada narların antioksidan aktivitelerini DPPH yöntemiyle 6.39-7.74 mmol Trolox/kg arasında ABTS yöntemiyle 1.74-4.24 mmol Trolox/kg saptamışlardır. Literatür incelendiğinde elde edilen sonuçların çalışmamızla uyum içinde olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.2. Nar Suyunun Antioksidan ve Toplam Fenolik İçeriği

Analiz	Taze nar suyu	Pastörize nar suyu	Filtre nar suyu	Konsantre nar suyu
Toplam Fenol (mg GAE/L)	401 ^a ±0.83	657 ^c ±0.83	470 ^b ±0.83	3551 ^d ±0.83
DPPH (mM trolox/L)	56.3 ^a ±0.58	122 ^c ±0.58	81 ^b ±0.58	371 ^d ±0.58
ABTS (mM trolox/L)	72.3 ^a ±0.58	162 ^c ±0.58	104 ^b ±0.58	464 ^d ±0.58

^{a-d}: Aynı satırdaki farklı harfler p<0.05 önem düzeyindeki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir.

4.2. Nar Suyunun Aroma Maddeleri

Hicaz çeşidi narlardan elde edilen meyve suyu örneklerinin aroma maddelerinin ekstraksiyonunda, çözgen yardımıyla aroma evaporasyonu (SAFE) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemden elde edilen aromatik ekstraktın güvenilirliği,

temsili testlerle (representatif testler) değerlendirilmiştir. Temsili testler sonucunda, aromatik ekstraktın, nar suyuna %82.4 benzerlik gösterdiği, koku yoğunluğunun ise %65.2 oranında nar suyuna benzer olduğu belirlenmiştir. Temsili testler sonucunda kullanılan ekstraksiyon yönteminin aroma analizleri için güvenilir olduğu bulunmuştur.

Nar suyu rneklelerinin aroma bileşikleri izelge 4.3.'te verilmiştir. Aroma maddelerinin tanımlanmasında kütle spektrometresi kütüphanesi (MS), aroma maddeleri standartları (Std) ve alıkonma indisi (LRI) değerlerinden faydalanılmıŐtır.

Çizelge 4.3. Nar suyunun aroma bileşikleri

	LRI ¹	Bileşikler	Konsantrasyon (µg/L) ²				Tanımlama ³
			Taze nar suyu	Pastörize nar suyu	Filtre nar suyu	Konsantre nar suyu	
		Alkoller					
1	1003	2-Metil-2-bütanol	313 ^c ±1.42	384 ^d ±1.42	45 ^a ±1.42	226 ^b ±1.42	LRI, MS, std
2	1060	2-Metil-3-büten-2-ol	82 ^b ±1.25	179 ^c ±1.25	25.6 ^a ±1.25	S	LRI, MS, tent
3	1098	2-Metil-1-propanol	374 ^c ±5.85	128 ^b ±5.85	76 ^a ±5.85	S	LRI, MS, std
4	1152	1-Butanol	75.9 ^a ±1.47	265 ^c ±1.47	122 ^b ±1.47	S	LRI, MS, std
5	1170	3-Penten-2-ol	232 ^b ±10.59	437 ^c ±10.59	242 ^b ±10.59	49.2 ^a ±8.65	LRI, MS, std
6	1236	İzoamil alkol	482 ^c ±1.23	312 ^b ±1.23	167 ^a ±1.23	S	LRI, MS, std
7	1313	2-Hekzanol	116 ^b ±6.82	176 ^c ±6.82	113 ^b ±6.82	78.6 ^a ±5.56	LRI, MS, std
8	1353	3-Metil-2-büten-1-ol	135 ^c ±2.08	128 ^c ±2.08	63.6 ^b ±2.08	8.9 ^a ±1.72	LRI, MS, tent
9	1370	1-Hekzanol	767 ^c ±9.54	160 ^b ±9.54	67.7 ^a ±9.54	S	LRI, MS, std
10	1378	(Z)-3-Hekzen-1-ol	847 ^c ±0.71	469 ^b ±0.71	89.6 ^a ±0.71	S	LRI, MS, std
11	1394	(E)-2-Hekzen-1-ol	42.9 ^b ±1.91	45.3 ^b ±1.91	18.1 ^a ±1.56	S	LRI, MS, std
12	1523	2,3-Bütandiol	82 ^a ±8.52	263 ^b ±8.52	70.5 ^a ±8.52	S	LRI, MS, std
13	1853	Benzil alkol	36.1 ^a ±2.14	111 ^c ±2.14	70.2 ^b ±2.14	S	LRI, MS, std
14	1899	Feniletal alkol	1030 ^c ±45.36	1322 ^d ±45.36	692 ^b ±45.36	52.4 ^a ±37	LRI, MS, std
		Toplam	4615 ^d ±1.22	4379 ^c ±1.22	1862 ^b ±1.22	415 ^a ±1.22	
		Asitler					
15	1403	Asetik asit	215 ^b ±0.89	423 ^d ±0.89	308 ^c ±0.89	126 ^a ±0.73	LRI, MS, std
16	1508	Propanoik asit	52.5 ^b ±8.42	57.1 ^b ±8.42	27.3 ^{ab} ±8.42	S	LRI, MS, std
17	1544	2-Metil propanoik asit	30.1 ^a ±35.5	199 ^b ±35.5	135 ^{ab} ±35.5	20.2 ^a ±28.98	LRI, MS, tent
18	1622	Bütanoik asit	S	43.4 ^c ±1.58	46.9 ^c ±1.58	6.2 ^b ±1.29	LRI, MS, std
19	1680	3-Metil bütanoik asit	36.7 ^a ±70.9	262 ^a ±70.9	238 ^a ±70.9	42.2 ^a ±57.96	LRI, MS, std
20	1832	Hekzanoik asit	36.1 ^{bc} ±5.50	30 ^b ±5.50	51.4 ^c ±5.50	9.7 ^a ±4.94	LRI, MS, std
21	1942	(E)-3-Hekzenoik asit	S	41.6 ^a ±1.03	48.7 ^b ±1.03	S	LRI, MS, tent

Çizelge 4.3.Devamı

22	2050	Oktanoik asit	33.4 ^b ±1.9	93.5 ^c ±1.9	37.1 ^b ±1.9	12.4 ^a ±1.9	LRI, MS, std
23	2157	Nonanoik asit	S	S	S	45.2 ^a ±1.36	LRI, MS, std
		Toplam	404 ^b ±0.69	1150 ^d ±0.69	892 ^c ±0.69	262 ^a ±0.69	
		Esterler					
24	1142	İzoamil asetat	75.9 ^b ±0.85	S	S	S	LRI, MS, std
25	1241	Etil hekzanoat	38.1 ^b ±0.96	31 ^a ±0.96	S	S	LRI, MS, std
26	1276	Hekzil asetat	30.8 ^a ±0.29	S	S	S	LRI, MS, std
27	1303	Etil-3-hekzanoat	33.7 ^a ±0.92	S	S	S	LRI, MS, std
28	1347	(Z)-3-Hekzenil asetat	69.5 ^a ±0.50	S	S	S	LRI, MS, std
29	1609	3-(Metiltiy)propil asetat	151 ^a ±0.33	S	S	S	LRI, MS, tent
30	1818	Etil 4-hidroksibütanoat	15.4 ^a ±2.52	53.7 ^b ±2.52	17 ^a ±2.52	S	LRI, MS, std
31	1828	2-Fenilasetat	30.8 ^a ±2.69	23.2 ^a ±2.69	S	S	LRI, MS, std
32	2018	Etil sinnamat	28.7 ^a ±0.89	S	S	S	LRI, MS, std
		Toplam	474 ^c ±0.433	108 ^b ±0.433	17 ^a ±0.433	S	
		Aldehitler					
33	1495	Benzaldehit	27.1 ^a ±5.33	S	S	S	LRI, MS, std
		Toplam	27.1 ^a ±0.250	S	S	S	
		Fenoller					
34	2030	4-Etilgayakol	58.6 ^a ±6.27	176 ^c ±6.27	90.6 ^b ±6.27	S	LRI, MS, std
35	2142	4-Etil fenol	63.9 ^a ±0.87	97.9 ^c ±0.87	71.6 ^b ±0.87	S	LRI, MS, std
		Toplam	123 ^a ±0.61	274 ^c ±0.61	162 ^b ±0.61	S	
		Furanlar					
36	1479	Furfural	S	128 ^b ±8.35	17.1 ^a ±8.35	19.4 ^a ±6.82	LRI, MS, std
37	1664	Furfuril alkol	S	26.3 ^c ±0.75	5.6 ^a ±0.75	12.8 ^b ±0.62	LRI, MS, std
38	2515	5-Hidroksimetil furfural	S	251 ^c ±5.68	109 ^b ±5.68	235 ^b ±4.64	LRI, MS, std
		Toplam	S	405 ^c ±0.43	132 ^b ±0.43	267 ^b ±0.43	

Çizelge 4.3.Devamı

		Ketonlar					
39	1247	Metil asetoin	26.9 ^c ±0.61	28.8 ^c ±0.61	7.84 ^a ±0.61	14.4 ^b ±0.5	LRI, MS, tent
40	1291	Asetoin	292 ^b ±0.81	457 ^d ±0.81	305 ^c ±0.81	140 ^a ±0.68	LRI, MS, std
		Toplam	319 ^c ±0.9	486 ^d ±0.9	313 ^b ±0.9	154 ^a ±0.9	
		Laktonlar					
41	1592	γ-Bütürolakton	718 ^b ±36.33	1649 ^c ±36.33	498 ^a ±36.33	662 ^b ±29.66	LRI, MS, std
42	1788	δ-Valerolakton	S	28.4 ^b ±0.99	14.1 ^a ±0.99	17 ^a ±0.81	LRI, MS, std
43	1978	Dehidromevalonik asit lakton	232 ^a ±15.11	617 ^c ±15.11	258 ^a ±15.11	364 ^b ±12.34	LRI, MS, std
44	2524	dl-Mevalonik asit lakton	S	149 ^b ±2.98	62 ^a ±2.98	58 ^a ±2.43	LRI, MS, tent
		Toplam	950 ^b ±5.22	2444 ^d ±5.22	832 ^a ±5.22	1101 ^c ±5.22	
		Terpenler					
45	1224	dl-Limonen	23.7 ^a ±0.22	S	S	S	LRI, MS, std
46	1700	α-Terpineol	75.0 ^c ±2.56	52.72 ^b ±2.56	29.1 ^a ±2.56	S	LRI, MS, std
		Toplam	98.7 ^c ±0.04	52.7 ^b ±0.04	29.1 ^a ±0.04	S	

¹Linear alıkonma indeksi DB-WAX kapilar kolon üzerinde hesaplanmıştır. ²Konsantrasyonlar üç tekerrürün ortalaması alınarak µg/L cinsinden verilmiştir. ³Tanımlama: Tanımlama metotları; LRI (Linear alıkonma indeksi): LRI (linear retention index); MS tent, (MS ile tentatif tanımlama); std (standart kimyasal madde ile), ±: Standart sapma, S: Saptanamadı. ^{a-d}: Aynı satırdaki farklı harfler p<0.05 önem düzeyindeki farkın önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.3.'te görüldüğü gibi taze nar suyunda 38 adet, pastörize nar suyunda 37 adet, filtre edilmiş nar suyunda 35 adet ve konsantre nar suyunda 21 adet aroma maddesi bulunmuştur. Aroma maddelerinin toplam miktarı taze nar suyunda 7010 µg/L, pastörize nar suyunda 9298 µg/L, filtre edilmiş nar suyunda 4240 µg/L ve konsantre nar suyunda 2220 µg/L'dir. Aroma maddelerinin toplam miktarı, pastörizasyonla artarken, filtrasyon ve konsantrasyon işlemi bu bileşiklerin miktarını önemli düzeyde azaltmıştır. Benzer şekilde böğürlen ve guava suyunun aroma maddelerinin toplam miktarının pastörizasyon işlemi ile arttığı, filtrasyon işlemi ile azaldığı gözlenmiştir (Yen ve Lin, 1999; Beaulieu ve ark., 2017b).

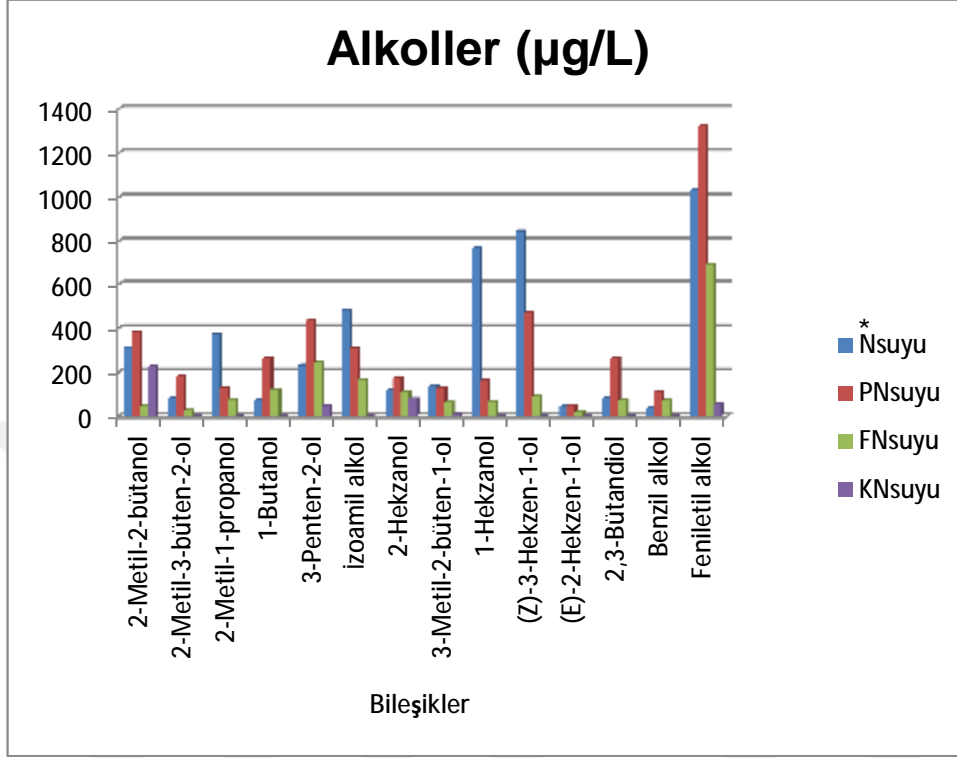
Alkoller: Alkoller yüksek konsantrasyonlarda (ppm) olmadıkça aromaya olumlu bir katkıda bulunurlar. Bu bileşikler bir mikroorganizmanın birincil metabolik aktivitesi yoluyla veya bir karbonilin ilgili alkole indirgenmesi yoluyla ortaya çıkmaktadırlar (Reineccius, 2016)

Alkoller hem taze nar suyu hem de işlem görmüş nar suyu örneklerinde en fazla miktarda bulunan ve en çok çeşit bileşik içeren grup olarak öne çıkmıştır. Taze, pastörize ve filtre edilmiş nar suyunda 14 adet ve konsantre meyve suyunda 5 adet alkol bileşiği bulunmuş ve bu bileşiklerin toplam miktarları sırasıyla 4615µg/L, 4379 µg/L, 1862 µg/L ve 415 µg/L olarak belirlenmiştir.

Alkoller içerisinde taze, pastörize ve filtre nar suyunda fenil etil alkol (sırasıyla 930, 1322, 692 µg/L) ve konsantre nar suyunda 2-metil-2-bütanol (226 µg/L) bileşikleri en yüksek miktarda bulunmuştur. Alkol bileşikleri taze nar suyunda toplam miktar olarak en fazla bulunmuş ve meyve suyuna uygulanan işlemler ile miktarları giderek azalmıştır. Benzer şekilde Bisato ve ark. 2015 yılında kaju elma suyunun alkol bileşiklerinin meyve suyunun işlenmesi sırasında azaldığını belirlemişlerdir. Alkol grubunda 3-penten-2-ol, 2-hekzanol ve fenil etil alkol bileşikleri tüm örneklerde de belirlenmiştir. Fenil etil alkol bileşiğinin pastörizasyon işlemi sonucu miktarında bir artış belirlenmiştir. Uygulanan kısa süreli termal işlemin bu bileşiklerin salınımını artırdığı fakat filtrasyon ile uzaklaştırılmaları nedeniyle konsantrasyonlarının azaldığı belirlenmiştir (Çizelge

4.3). Fenil etil alkol bileşiğinin bir amino asit olan fenilalaninin Strecker degradasyonu sonucu oluştuğu bildirilmiştir (Brückner ve Wyllie, 2008). Başta taze meyveler olmak üzere pek çok gıdanın aromasına önemli katkıda bulunur. Çalışmamızla benzer olarak, Beaulieu ve ark. (2017b), yabanmersininin meyve suyuna işlenmesi sırasında uygulanan ısı işlemlerin fenil etil alkol miktarında artışa sebep olduğunu bildirmişlerdir. Taze nar suyunda bulunan bir diğer önemli bileşik ise (Z)-3-hekzen-1-ol'dur. Bu bileşiğin linolenik asitin enzimatik degradasyonundan oluştuğu bildirilmiştir (Belitz ve ark.,2009). Nar suyuna uygulanan işlemler sonucunda miktarında düşüş olduğu gözlenmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde (Z)-3-hekzen-1-ol bileşiğinin miktarının domates suyuna uygulanan işlemler sonucunda düştüğü bildirilmiştir (Sieso ve Crouzet, 1977). Aynı şekilde nar suyunda yapılan bir çalışmada (Z)-3-hekzen-1-ol bileşiğinin taze meyve suyunda en yüksek miktarda olduğu ve ısı işleme miktarında azalma olduğunu bildirmişlerdir (Colantuono ve ark., 2017). (Z)-3-Hekzen-1-ol bileşiğinin miktarının HPL (hidroperoksit liyaz) aktivitesindeki değişikliklerle de ilişkili olabileceği önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Aguiló-Aguayo ve ark., 2010).

Andreu-Sevilla ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada 'Wonderful' ve 'Mollar de Elche' cinsi narların karışımından elde edilen nar suyunda 1-bütanol ve 2-metil-1-bütanol bileşiklerini saptamışlardır. Benzer şekilde önceki çalışmalarda hekzanol, (Z)-3-hekzen-1-ol, 2-etilhekzanol, 2-metil-3-büten-2-ol, 2,3-bütandiol bileşikleri nar suyu örneklerinde farklı araştırmacılar tarafından saptanmıştır (Calín-Sánchez ve ark., 2011; Melgarejo ve ark., 2011; Vázquez-Araújo ve ark., 2011a).



Şekil 4.1. Nar suyu örneklerinde alkol bileşikleri

* Nsuyu: Taze sıkılmış nar suyu, PNsuyu: Pastörize nar suyu; FNsuyu: Filtre edilmiş nar suyu; KNsuyu: Konsantre nar suyu

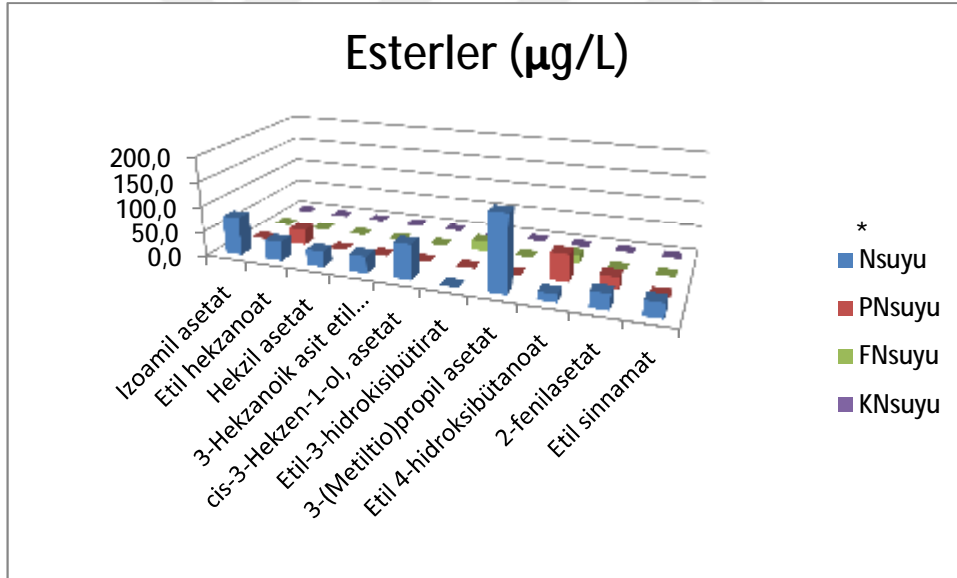
Asitler: Taze nar suyunda 6 adet, pastörize ve filtre edilmiş nar suyunda 8 adet ve konsantre nar suyunda 7 adet asit bileşiği belirlenmiştir ve miktarları sırasıyla 404, 1150, 892 ve 262 µg/L olarak tespit edilmiştir. Asetik asit tüm örneklerde en fazla miktarda bulunan bileşiktir. Asetik asitin fermantasyon ve doğal karbonhidratların oksidasyonu ile meydana geldiği bildirilmiştir (Qian ve ark., 2016). Pastörizasyon işlemi ile asetik asit dahil olmak üzere genel olarak tüm asitlerin miktarında ısıl işleminden kaynaklı bir artış gözlenmiştir. Pastörizasyondan sonra uygulanan filtrasyon işleminin ise aroma maddelerinin miktarında düşüşe sebep olduğu belirlenmiştir. Aroma maddelerinin miktarlarındaki düşüşün ultrafiltrasyon sırasında kullanılan membran ile meyve suyundaki büyük partiküllerin adsorpsiyonundan kaynaklanabileceği yapılan çalışmalarda

açıklanmıştır (Cai ve ark., 1999; Li ve ark., 2009). Çalışmamızla benzer olarak, çilek suyu üzerine yapılan bir çalışmada filtrasyon sonucunda aroma maddeleri miktarında kayıp olduğu belirtilmiştir (Cai ve ark., 1999). Li ve ark. (2009)'nın yaptığı bir çalışmada filtrasyonun liçi meyve suyundaki asit bileşiklerinin miktarlarında düşüşe neden olduğu gözlenmiştir. Önceki çalışmalar incelendiğinde 'Wonderful' nar cinsinden elde edilen meyve suyunda asetik asit, 2-metil bütanoik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit, (Z)-3-hekzenoik asit bileşiklerinin bulunduğu gözlenmektedir (Mayuoni-Kirshinbaum ve ark., 2012; Beaulieu ve Stein-Chisholm, 2016; Vázquez-Araújo ve ark., 2011a). Hicaz narıyla yapılan bir çalışmada meyve suyunda 3-metil bütanoik asit ve oktanoik asit bulunmuş ancak meyve çekirdeğinde bulunmadığı bildirilmiştir (Güler ve Gül, 2017).

Esterler: Esterler meyveler için önemli aroma bileşikleridir. Bu bileşikler yağ asitlerinin β -oksidasyonu sırasında veya amino asit metabolizmasından sadece bozulmamış hücreler tarafından sentezlendiği bildirilmiştir (Belitz ve ark., 2009). Ayrıca alkol asit transferaz ve alkol dehidrogenaz enzimlerinin de esterlerin oluşumunda etkili olduğu bildirilmiştir.

Nar suyunun aroma bileşiklerine bakıldığında taze nar suyu örnekleri ester bakımından zengin iken pastörize ve filtre edilmiş nar suyunda ester bileşiklerinin miktarı azalmış, konsantre nar suyunda ise bu bileşiklere hiç rastlanmamıştır. Daha önce de belirtildiği gibi termal işlemin ester miktarında azalmaya neden olduğu gözlenmiştir. Meyvelerin homojenizasyonu sırasında hidrolaz enzimleri tarafından esterlerin hızla hidrolize edildiği böylece konsantrasyonlarının azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca, termal işleme tabi tutulduktan sonra konsantrasyonlarının önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir (Perez-Cacho ve Rouseff., 2008). Taze nar suyu örneklerinde bulunan 9 adet ester bileşiğinin toplam miktarı 474 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Taze nar suyu örneklerinde en fazla miktarda bulunan ester bileşiği 3-(metiltiyo)propil asetat olmuştur. Bunu izoamil asetat ve (Z)-3-hekzenil asetat takip etmiştir. Literatür incelendiğinde 3-(metiltiyo)propil asetat bileşiğinin daha önce nar sularında tespit edilmediği fakat ayva ve kavun meyvelerinde belirlendiği

bildirilmiştir (Takeoka ve ark., 1992; Gonda ve ark., 2013) Vazquez-Araujo ve ark.(2011a)'nın yaptıkları başka bir çalışmada Wonderful nar çeşidinden elde edilen taze meyve sularında izoamil asetat bileşiğini belirlediklerini bildirmişlerdir. Benzer olarak, Beaulieu ve Obando-Ulloa (2017a), (Z)-3-hekzenil asetat bileşiğini sadece taze sıkılmış nar suyunda tespit ettiklerini, meyve suyunu işlemek için uygulanan pastörizasyon, filtrasyon gibi proseslerin bu bileşiğin kaybına sebep olduğunu ve işlenmiş meyve suyunda tespit edemediklerini bildirmişlerdir. Biasoto ve ark. 2015 yılında yaptıkları araştırmada, kaju elma suyunun konsantreye işlenmesi sırasında uygulanan ısı işlemler nedeniyle esterlerin %90'ının kayba uğradığını belirtmişlerdir. Elde edilen veriler incelendiğinde, nar suyu için elde ettiğimiz sonuçlarımız literatürle uyum içerisindedir.



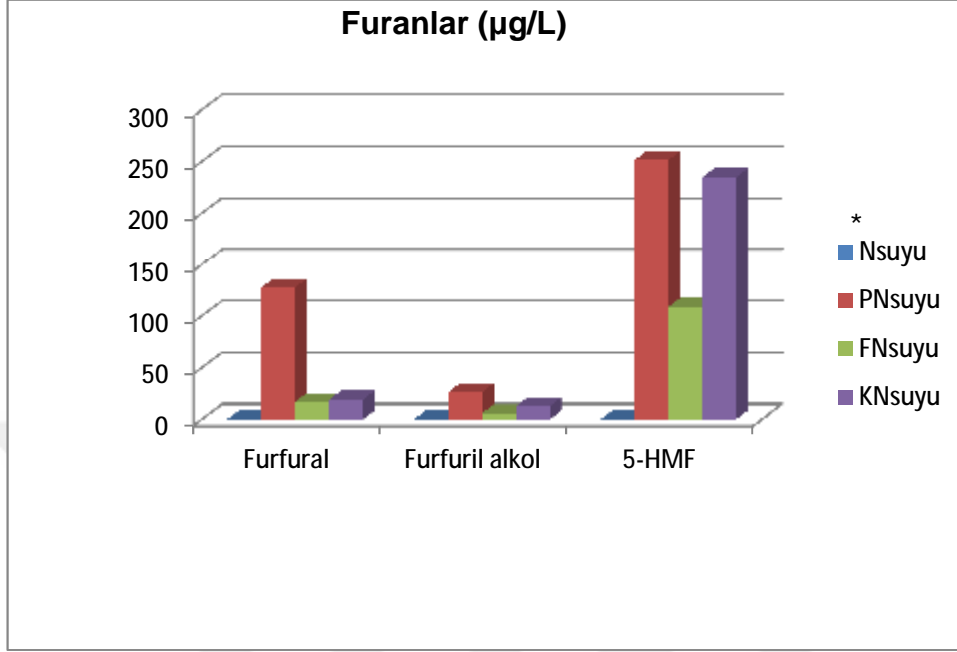
Şekil 4.2. Nar suyu örneklerinde ester bileşikleri

* Nsuyu: Taze sıkılmış nar suyu, PNsuyu: Pastörize nar suyu; FNsuyu: Filtre edilmiş nar suyu; KNsuyu: Konsantre nar suyu

Ketonlar: Tüm nar suyu örneklerinde asetoin ve metil asetoin olmak üzere 2 adet keton bileşiği belirlenmiştir. Örneklerde bulunan keton miktarı taze nar suyu örneklerinde 319 µg/L, pastörize nar suyu örneklerinde 486 µg/L, filtre edilmiş nar suyu örneklerinde 313 µg/L ve konsantre nar suyu örneklerinde 154 µg/L'dir. Örnekler arasında keton miktarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Örneklerde asetoin, en fazla miktarda bulunan keton bileşiğidir. Asetoin bileşiğinin yoğun bir kremamsı, yağlı ve tereyağı kokusu verdiği ve yoğurt gibi süt ürünlerinin temel aroma-aktif bileşeni olduğu bildirilmiştir (Ott ve ark., 1997). Ayrıca bu bileşiğin kavun meyvesinin karakteristik kokusuna katkıda bulunduğu yakın zamanda saptanmıştır (Sharma ve ark., 2010). Asetoin bileşiğinin daha önce taze nar suyunda da bulunduğu bildirilmiştir (Vazquez-Araújo ve ark., 2010). Tripathi ve ark. (2014) Ganesh cinsi nar arillerinin serbest ve bağlı aroma bileşiklerini incelediklerinde, asetoin bileşiğinin serbest aroma bileşikleri arasında olduğunu belirlemişlerdir. Keton bileşiklerinden metil asetoin bileşiği daha önce yapılan çalışmalarda nar suyunda belirlenmemiştir ancak altın çilek meyvesinde, zeytinyağında, narenciye ve geven balında bulunmuştur (Kesen ve ark., 2013; Yılmaztekin, 2014; Uçkun ve Selli, 2017). Genel olarak ketonların doymamış yağ asitlerinin termal oksidasyonu, amino asitlerin degradasyonu ve Maillard reaksiyonları sonucu oluştuğu bildirilmiştir (Belitz ve ark., 2009). Sonuçlarda da görüldüğü gibi, asetoin bileşiğinin miktarında pastörizasyon sonrası önemli bir artış belirlenmiştir. Bu artışın sebebi proses sırasında uygulanan ısı işlemler sonucu, yağ asitlerinin oksidasyona uğramalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Pastörizasyonun takibinde uygulanan filtrasyon işlemi sonucu, bu bileşiğin miktarının azalması, işlem sırasında bileşiğin tutulması veya uzaklaştırılması ile ilişkilendirilebilmektedir.

Furanlar: Taze nar suyu örneklerinde furan bileşiği belirlenmemiş, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar suyu örneklerinde 3'er adet saptanmıştır. Furan grubundan 5-hidroksimetilfurfural bileşiği üç meyve suyunda da en fazla miktarda bulunan bileşik olmuştur. Bu bileşiğin miktarı pastörize, filtre edilmiş ve

konsantre nar sularında sırasıyla 251, 109 ve 235 µg/L olarak bulunmuştur ve bu bileşiğin diğer furanlarda da olduğu gibi uygulanan ısıtma işlemiyle ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Filtrasyon sırasında filtrasyonda kullanılan membranların büyük partikülleri tutması sonucu azalma olduğu düşünülmektedir. Yapılan önceki çalışmalara bakıldığında, furan bileşiklerinin taze nar suyunda belirlenmediği, ancak ısıtma işlemi görmüş ticari nar suyu örneklerinde bulunduğu bildirilmiştir (Beaulieu ve Stein-Chisholm, 2016). Furan bileşiklerinin Maillard reaksiyonları sonucu açığa çıktığı belirtilmiş ve bu bileşikler literatürde genellikle ısıtma işlemi görmüş gıdalarda karamelimsi kokular ile ilişkilendirilmiştir (Vazquez-Araujo ve ark., 2010; Mayuoni-Kirshinbaum ve ark., 2012). Vázquez-Araujo ve ark. (2011) taze ve ticari nar suyunun aroma bileşiklerini incelediklerinde, taze nar suyunda furanlara rastlamamışlardır. Ancak ticari nar suyu örneklerinde furfural, 5-hidroksimetilfurfural ve furfural alkol gibi bileşikler saptamışlardır. Çalışmada meyve sularına uygulanan pastörizasyon veya diğer ısıtma işlemlerinin furan bileşiklerinin oluşumuna neden olduğunu gözlemişlerdir. Elde edilen bu sonuçların çalışmamızla uyum içinde olduğu görülmektedir.

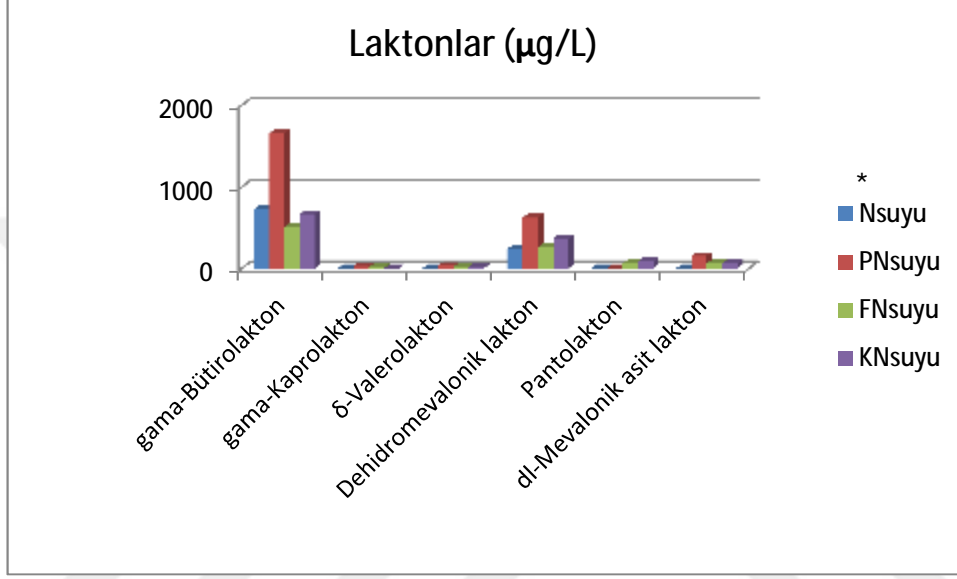


Şekil 4.3. Nar suyu örneklerinde furan bileşikleri

* Nsuyu: Taze sıkılmış nar suyu, PNsuyu: Pastörize nar suyu; FNsuyu: Filtre edilmiş nar suyu; KNsuyu: Konsantre nar suyu

Laktonlar: Taze nar suyu örneklerinde iki adet, pastörize ve konsantre nar suyu örneklerinde beş adet filtre edilmiş nar suyu örneklerinde beş adet lakton bileşiği belirlenmiştir. Tüm örneklerde en fazla miktarda bulunan lakton γ -bütirolakton olarak belirlenmiştir. Bu bileşiği dehidromevalonik asit lakton bileşiği takip etmiştir. Taze, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar suyu örneklerinde lakton miktarı sırasıyla 950 $\mu\text{g/L}$, 2444 $\mu\text{g/L}$, 832 $\mu\text{g/L}$ ve 1101 $\mu\text{g/L}$ olarak bulunmuştur. Literatürde γ -bütirolakton bileşiğinin nar çekirdeğinde ve kabuğunda bulunduğu bildirilmiştir (Yamagami ve ark., 2000; Tateo ve ark., 2003). Aynı zamanda mango ve elma meyvelerinin aroma bileşikleri arasında tanımlanmıştır (Pandit ve ark., 2009; Masi ve ark., 2017). Önceki çalışmalarda, dehidromevalonik asit lakton bileşiğinin daha önce nar sularından tespit edilmediği, fakat kırmızı şarapta ve kakao tozunda bulunduğu bildirilmiştir (Arriagada-Carrazana ve ark., 2005; Krings ve ark., 2006; Bakirtzi ve ark., 2013). Bizim çalışmamız ile

benzer olarak, Rocha ve ark. (2005), beyaz şaraba uygulanan enzimasyon ve filtrasyon işlemlerinin laktonların parçalanıp şarapta uzaklaştırılmasından dolayı bu bileşiklerin miktarında azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 4.4. Nar suyu örneklerinde lakton bileşikleri

* Nsuyu: Taze sıkılmış nar suyu, PNsuyu: Pastörize nar suyu; FNsuyu: Filtre edilmiş nar suyu; KNsuyu: Konsantre nar suyu

Aldehitler: Aldehitlerin yağ asitlerinin parçalanması ve birçok farklı gıdanın tadında önemli bir etkisi olan amino asitlerin Strecker bozunması sonucu oluştuğu belirtilmiştir. Yağ asitleri ve amino asitler, çok sayıda uçucu aldehitlerin öncüleridir ve bu aldehitlerin bir kısmı, enzimatik olarak ilgili alkollere indirgenebilir (Belitz ve ark. 2009). Aldehitlerin çoğunlukla çiçek kokusu verdiği ve esas olarak bitkilerdeki C₁₈ yağ asitlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Bu çalışmada, aldehitler uçucu bileşiklerin küçük bir kısmını oluşturmuştur. Sadece taze nar suyunda düşük miktarda benzaldehit bileşiği belirlenmiştir. Benzaldehit badem, fındık ve tatlı patatesten bulunmuştur ve badem, acı badem, kiraz ve tatlı koku gibi hoş giden duyu özelliklerine sahip olduğu

bildirilmiştir (Genovese ve ark., 2007; Vazquez-Araujo ve ark., 2011). Daha önceki çalışmalarda benzaldehit bileşiğinin nar suyunun aroma bileşikleri arasında tanımlandığı gözlenmiştir (Vazquez-Araujo ve ark., 2011; Beaulieu ve Stein-Chisholm, 2016; Beaulieu ve Obando-Ulloa, 2017a). Benzaldehit narın yanısıra erik, mango, çeri domateste de (Selli ve ark., 2014; Bonneau ve ark., 2016; Reidel ve ark., 2017) aroma bileşikleri arasında tanımlanmıştır.

Terpenler: Taze nar suyu örneğinde iki adet, pastörize ve filtre edilmiş nar suyu örneklerinde bir adet terpen bileşiği bulunmuştur. dl-Limonen bileşiği yalnızca taze nar suyunda bulunmuştur ve miktarı 23.7 µg/L olarak saptanmıştır. Önceki çalışmalarda Acco ve Herskawitz cinsi narlarda ve Wonderful cinsi narlardan elde edilen sularda limonen bileşiğine rastlanmış ve bu bileşiğin düşük miktarlarda bulunduğu bildirilmiştir (Caleb ve ark., 2013; Beaulieu ve Obando-Ulloa, 2017a). dl-Limonen 200 µg/L'lik yüksek algılama eşiğine sahip olduğu için nar sularının aromasına katkısı oldukça sınırlıdır. α -Terpineol bileşiği taze, pastörize, filtre edilmiş nar suyu örneklerinde belirlenmiş ve miktarı sırasıyla 75, 52.7, 29.1 µg/L olarak saptanmıştır. Wonderful cinsi nardan elde edilen meyve suları üzerine yapılan bir çalışmada α -terpineol bileşiğine rastlanmış ve bu bileşiğin nar suyunun genel aromasına katkıda bulunduğu belirtilmiştir (Vázquez-Araújo ve ark., 2011a). Güler ve Gül (2017)'ün 5 farklı nar çeşidinin çekirdeklerini ve bunlardan elde edilen nar suları üzerine yaptıkları çalışmada Hicaz çeşidi narlarda α -terpineol bileşiğini belirlemişlerdir. Vázquez-Araújo ve ark. (2011a)'nın Wonderful çeşidi narlardan elde edilen taze ve ticari meyve suları üzerine yaptıkları çalışmada α -terpineol bileşiğini hem taze nar suyunda hem de ticari nar suyunda belirlemişlerdir.

Uçucu fenoller: Sebze ve meyvelerde çok sayıda uçucu fenol ve ilgili bileşik oluşur ve bunların bazıları sahip oldukları kokularla oldukça önemli aroma bileşikleridir. Uçucu fenollerin ve ilgili bileşiklerin çoğunluğunun, esasen şikimik asit yolu ile oluştuğu bildirilmiştir. Fenolik türevlerin oluşumu, ligninin termal bozunması ile veya fenilpropanoid öncüllerinin fermentatif oksidasyonlarıyla

açıklanmıştır (Belitz ve Grosch, 1987). Genel olarak uçucu fenoller ve ilgili bileşikler bir alil, vinil veya aldehit grubu olan metoksi ve fenolik gruplara sahip benzen türevleridir. (Berger, 2007).

4-Etil gayakol ve 4-etil fenol nar suyu örneklerinde bulunan uçucu fenollerdir ve miktarları çok düşüktür. Her iki bileşik de taze, pastörize ve filtre edilmiş nar suyu örneklerinde belirlenmiş ancak konsantre nar suyu örneklerinde belirlenmemiştir. Daha önce literatürde 4-etil gayakol ve 4-etil fenol bileşikleri nar suyunun aroma bileşikleri arasında tespit edilmemiştir. Bu bileşiklerin ısıl işlem sonucunda, nar suyunda bulunan fenolik bileşiklerin parçalanması ile ortaya çıktığı düşünülmektedir. 4-Etil gayakol bileşiği önceki çalışmalarda şarapta (Aznar ve ark., 2001) ve zeytinyağında (Tura ve ark., 2004) belirlenmiştir. 4-Etil fenol bileşiği ise zeytinyağlarında (Kesen ve ark., 2013), üzüm suyunda ve üzüm kabuğunda (López ve ark., 2004) belirlenmiştir. Meyve suyunun konsantreye işlenmesi sırasında, pastörizasyonda uygulanan ısıl işlemde kaynaklı uçucu fenollerin miktarlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızla benzer olarak domatesin püre ve salçaya işlenmesi sırasında termal işlemler sonucu yapısında bulunan fenolik bileşiklerin dekarboksilasyona uğramasıyla, uçucu fenol bileşiklerinde artış olduğu bildirilmiştir (Chung ve ark., 1983). Lee ve Nagy (1990) ise yaptıkları çalışmada, ısıl işlem, asitlik ve yüksek depolama sıcaklığının bu bileşiklerin oluşumunu arttırdığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda filtrasyon işlemi sonrası bileşiklerin miktarlarında azalma, konsantrasyon işlemi sonrasında ise tamamen bir kayıp tespit edilmiştir. Filtrasyon sırasında bu bileşiklerin uzaklaştırıldığı ve konsantrasyonda uygulanan uzun süre-yüksek sıcaklık ilişkisinin kaybına yol açtığı düşünülmektedir.

4.3. Nar Suyunun Aroma-Aktif Bileşikleri

Aroma-aktif bileşiklerinin belirlenmesinde hassas olfaktometrik yöntemlerden biri olan 'Aroma Ekstakt Seyreltme Analizi (AESAs)' (AEDA: Aroma Extract Dilution Analysis) yöntemi kullanılmıştır. Seyreltme derecesi

'aroma seyreltme değeri (AS)' olarak ifade edilmiştir. Bu yöntemde aşamalı olarak çözen ile seyreltilen aromatik ekstrakt, GC-MS-olfaktometri cihazına enjekte edilip koklanmakta ve herhangi bir kokunun hissedilmediği seyreltmede analiz tamamlanmaktadır. Yüksek AS değerine sahip aroma maddesinin, aroma-aktiflik derecesi de yüksek olmaktadır. Bu yöntem literatürde Wonderful çeşidi nar suyu (Cadwallader ve ark., 2010), portakal suyu (Buettner ve Schieberle, 2001), Muskadin üzüm suyu (Baek ve ark., 1997) gibi çeşitli meyve sularının aroma-aktif bileşiklerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Taze, pastörize, filtre edilmiş ve konstantre nar suyu örneklerinin aroma-aktif bileşikleri, verdikleri kokular ve AS değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4. 4. Nar Suyunun Aroma-Aktif Bileşikleri

No	LRI	Bileşikler	Verdiği koku	Aroma Seyreltme (AS) Faktörü			
				Pres	Pastörizasyon	Filtrasyon	Konsantrasyon
1	1018	Tanımlanamadı	yanık	S	S	S	8
2	1031	2-Metil-3-büten-2-ol	yeşil bitki	S	32	16	S
3	1054	2-Metil-1-propanol	küfümsü	8	4	S	S
4	1125	1-Bütanol	fermente, alkol	32	256	64	S
5	1150	3-Penten-2-ol	yeşil, çimen	128	512	128	8
6	1174	İzoamil alkol	hafif meyvemsi, alkol	4	4	S	S
7	1244	Tanımlanamadı	metalik	S	S	S	4
8	1250	Asetoin	tereyağı	32	64	32	8
9	1254	2-Hekzanol	yeşil, çimen	S	256	128	32
10	1277	3-Metil-2-büten-1-ol	yağsı, yeşil, meyvemsi	S	128	8	4
11	1351	(Z)-3-Hekzen-1-ol	yeşilimsi, çimen	512	256	128	S
12	1403	Asetik asit	sirke	8	32	16	4
13	1461	Furfural	karamel, yanık	S	16	S	S
14	1533	2-Metil propanoik asit	peynirimsi, tatlı, küflü	S	256	128	S
15	1596	γ-Bütirolakton	yağsı, krema	256	512	128	64
16	1600	Bütanoik asit	peynirimsi	S	8	S	S
17	1622	Furfuril alkol	yanık, karamel	S	4	S	S
18	1630	3-Metil bütanoik asit	peynirimsi, kimyasal	4	256	128	4
19	1839	Benzil alkol	çiçeksi	S	64	32	S
20	1859	Fenil etil alkol	gül, çiçeksi	512	1024	256	64
21	1967	Dehidromevalonik asit lakton	meyvemsi, yağsı	32	256	32	128
22	1990	Tanımlanamadı	çiçeksi	16	S	S	S

S: Saptanamadı

Nar meyvesi genellikle düşük aroma yoğunluğuna sahip bir meyvedir. Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi Hicaz narlarından elde edilen taze nar suyu örneklerinde 12 adet, pastörize nar suyu örneklerinde 19 adet, filtre edilmiş nar suyu örneklerinde 14 adet ve konsantre nar suyu örneklerinde 11 adet aroma-aktif bileşik belirlenmiştir. Taze nar suyu örneklerinde 1 adet (LRI: 1990) ve konsantre nar suyu örneklerinde 2 adet (LRI: 1018, 1244) tanımlanamayan aroma-aktif bileşik saptanmıştır. Bu bileşikler piklerin genellikle çok küçük olmalarından ve/veya sahip oldukları kütle/yük (m/z) oranlarından dolayı GC-O ile algılanmış ancak GC-MS ile belirlenememiştir. AS değerleri 4-2048 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Nar suyu örneklerinde tespit edilen aroma-aktif bileşiklerin 10'unu alkol, 4'ünü asit, 2'sini lakton, 2'sini furan ve 1'ini keton bileşiği oluşturmuştur. Görüldüğü gibi alkoller nar suyunun en önemli aroma-aktif bileşikleridir. Fenil etil alkol (gül, çiçeksi) ve 3-penten-2-ol (yeşil, çimen) aroma-aktif bileşiklerinin tüm örneklerde bulunduğu ve örneklere hoş kokular verdiği tespit edilmiştir. Bu bileşiklerin aroma seyreltme değerleri taze, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar sularında sırasıyla fenil etil alkol için 512, 1024, 256 ve 64, 3-penten-2-ol için ise 128, 512, 128 ve 8 olarak bulunmuştur. Her iki bileşiğin de pastörizasyon uygulanmış nar sularında daha baskın hissedildiği, filtrasyon ve konsantrasyon işlemleri sonucunda ise AS değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Literatürde fenil etil alkol bileşiğinin nar suyu örneklerinde gül, çiçeksi ve şarap gibi kokular kazandırdığı belirtilmiştir (Cadwallader ve ark., 2010). 3-Penten-2-ol bileşiği literatürde nar suyunda ilk kez aroma-aktif bileşik olarak belirlenmiştir. Daha önce guava ve kivi meyvelerinde aroma-aktif bileşik olarak belirlenmiş ve bu meyvelere yeşil, çimen ve plastik kokusu verdiği tespit edilmiştir (Jordan ve ark., 2002; Jordan ve ark., 2003). (Z)-3-Hekzen-1-ol bileşiği taze nar suyu, pastörize nar suyu ve filtre edilmiş nar suyunda belirlenmiş ancak konsantre nar suyunda belirlenmemiştir. (Z)-3-Hekzen-1-ol bileşiği örneklere yeşilimsi, çimen kokuları vermiştir. Aroma seyreltme değeri sırasıyla 512, 256 ve 128'dir. Literatürde

Wonderful cinsi narın ve nar suyunun aroma-aktif bileşikleri arasında (Z)-3-hekzen-1-ol bileşiğine rastlanmıştır (Cadwallader ve ark., 2010; Mayuoni-Kirshinbaum ve ark., 2012). Bu bileşiğin nar meyvesi ve nar suyuna yeşil, kesilmiş yaprak kokuları verdiği tespit edilmiştir.

Hicaz narlarından elde edilen meyve suyu örneklerinde asitlerden dört farklı bileşiğin aroma-aktif olduğu saptanmıştır. Bunlardan asetik asit (sirke) ve 3-metil bütanoik asit (peynir) bileşikleri tüm örneklerde belirlenmiştir. Asetik asit bileşiğinin AS değerleri taze, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar sularında sırasıyla 8, 32, 16 ve 4 olarak belirlenmiştir. Beaulieu ve Stein-Chisholm (2016)'un Wonderful narı üzerine yaptıkları bir çalışmada asetik asit bileşiğini nar suyunun aroma-aktif bileşiği olarak belirlemişlerdir. 3-Metil bütanoik asidin AS değeri ise taze sıkılmış, pastörize, filtre ve konsantre nar suyunda sırasıyla 4, 256, 128 ve 4'tür. Bu bileşik Strecker aldehitlerinin oksidasyonu sonucu oluşmakta ve düşük algılanma eşik değeri ile nar suyuna peynirimsi/ransit bir koku kazandırmaktadır. 3-Metil bütanoik asit daha önce yapılan çalışmalarda nar suyunun aroma-aktif bileşiği olarak belirlenememiştir. Literatürde bu iki bileşiğin çilek suyunun, elma nektarının aroma-aktif bileşikleri olduğu tespit edilmiştir (Schieberle ve ark., 1997). Soya sosu ile ilgili yapılan bir çalışmada 3-metil bütanoik asidin aroma-aktif bileşikler arasında olduğu belirtilmiştir (Feng ve ark., 2015). Asetik asit ise muskadin üzüm suyunun (Baek ve ark., 1997), kiraz meyvesinin (Yang Sun ve ark., 2010) genel aromasına katkıda bulunduğu belirlenmiştir.

Nar suyu örneklerinde asetoin keton grubundan tek aroma-aktif bileşik olarak belirlenmiştir. Asetoin bileşiğinin AS değeri sırasıyla 32, 64, 32 ve 8'dir ve örneklere tereyağı kokusu verdiği belirlenmiştir. Bu bileşik Tripathi ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada narın aroma-aktif bileşiği olarak belirlenmiştir. Önceki çalışmalar incelendiğinde asetoin genellikle yoğurt gibi süt ürünlerinin aroma-aktif bileşikleri arasında olduğu görülmektedir. Asetoin, margarini tatlandırmak için kullanılan tereyağ aromasının karakteristik bir unsurudur ve laktik asit fermentasyonlarının bir yan ürünü olarak elde edilebilir (Jyoti ve ark.,

2003; Surburg ve ark., 2006) Keçi peynirinde yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur (Carunchiawhetstine ve ark., 2003). Bunun yanı sıra guava meyvesinde tereyağı, asidik, keskin bir koku (Jordan ve ark., 2003), muzda bütirik asit kokusu (Jordan ve ark., 2001), kiraz şarabında ise yağlı bir koku verdiği belirtilmiştir (Niu ve ark., 2011).

Nar suyu örneklerinde γ -bütirolakton ve dehidromevalonik asit lakton olmak üzere 2 adet aroma-aktif lakton belirlenmiştir. Nar suyu örneklerinde AS değerleri sırasıyla γ -bütirolakton için 256, 512, 128 ve 64, dehidromevalonik asit lakton için 32, 256, 32 ve 128'dir. γ -Bütirolakton (yağımsı, krema) ve dehidromevalonik asit lakton (meyvemsi, yağsı) bileşiklerinin örneklere hoş kokular verdikleri belirlenmiştir. Beaulieu ve Stein-Chisholm (2016) tarafından yapılan çalışmada γ -bütirolaktonun, nar suyunun aromasına tatlı, karamel, krema, yağlı ve şeftali kokuları vererek katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Nar tanesinde (aril) ve kabuğunda (Yamagami ve ark., 2000) bulunduğu belirtilen γ -bütirolakton bileşiğinin hafif, tatlı ve tereyağımsı kokulardan sorumlu olduğu bildirilmiştir (Tateo ve Bononi 2003). Dehidromevalonik asit lakton bileşiği kakaoda belirlenmiş ve bileşiğin kondanse süt, hafif ekşi kokularını verdiği saptanmıştır (Krings ve ark., 2006).

Çalışmamızda furfural ve furfural alkol olmak üzere 2 adet furan grubu aroma-aktif bileşiği belirlenmiştir. Furfural yalnızca pastörize meyve suyunda bulunmuştur (AS=16). Karamel ve yanık bir koku verdiği belirlenmiştir. Nar-üzümsü meyve suları karışımının aroma-aktif bileşiği üzerine yapılan bir çalışmada furfural bileşiği bulunmuş ve bu bileşiğin nar suyundan kaynaklandığı bildirilmiştir (Vázquez-Araújo ve ark., 2010). Örneklerde badem, odunsu ve tatlı kokulara neden olduğu belirlenmiştir. Beaulieu ve Stein-Chisholm (2016) yaptıkları bir çalışmada furfuralın nar suyuna badem, tatlı, karamel, odunsu kokular verdiği belirlenmiştir. Furfural alkol ise pastörize (AS 4) nar suyunda bulunmuştur ve nar suyuna karamel, yanık kokuları verdiği gözlenmiştir. Literatürde furfural alkol, nar suyunun aroma bileşikleri üzerine yapılan çalışmalarda bulunmuştur ancak genel

aromaya katkısı belirlenmemiştir. Furfuril alkol bileşigi furfural ile benzer olarak meyve suyu işleme sırasında uygulanan sıcaklık etkisi ile oluşmuşlardır. Fakat miktarlarının çok düşük olması sebebiyle diğer işlem basamaklarında alınan örneklerde algılanmamışlardır.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, 2015 yılına ait Hicaz çeşidi narlardan elde edilen meyve sularının konsantreye işlenirken farklı aşamalarda (taze sıkılmış meyve suyu ve pastörizasyon, filtrasyon ve konsantrasyon işlemlerinden sonra) alınan örnekler, genel bileşim, fenolik madde, antioksidan aktivite ve aroma profili açısından incelenmiştir. Aroma bileşiklerinin yanı sıra, bu bileşikler içerisinde nar suyunun karakteristik kokusuna katkıda bulunan aroma-aktif bileşikler GC-MS-O kullanılarak belirlenmiştir.

Bu araştırmadan elde edilecek bulguları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:

- Genel bileşim özellikleri açısından taze sıkılmış, pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar suyu örneklerinin pH ve asitlik değerleri uygulanan işlemlerden fazla etkilenmezken kalite açısından önemli bir parametre olan rengin istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilendiği saptanmıştır.
- Nar sularının konsantreye işlenmesi sırasında uygulanan aşamaların örneklerin toplam fenolik bileşik miktarlarında ve antioksidan aktivitelerinde değişikliğe neden olduğu ve konsantrasyon işleminin fenolik bileşiklerin salınımını artırması ile konsantre nar suyunun en yüksek fenolik içeriği ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir.
- GC-MS yardımıyla taze nar suyunda toplam 38 adet aroma maddesi belirlenmiştir. Alkol grubu bileşikler çeşit ve miktar olarak aroma maddelerinin en büyük kısmını oluşturan uçucu maddelerdir.
- Yine GC-MS yardımıyla pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar sularında sırasıyla 37, 35 ve 21 adet aroma maddesi belirlenmiştir. Alkol grubu bileşikleri taze nar suyunda da olduğu gibi sayı ve miktar olarak

aroma maddelerinin en büyük kısmını oluşturan uçucu maddeler olarak tespit edilmiştir.

- Nar suyunun konsantreye işlenmesi sırasında uygulanan proseslerin, örneklerin uçucu bileşiklerinde önemli etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. İşlemlerin alkol, ester ve terpenlerin miktarında düşüşe neden olduğu ve bunun işlemler sırasında uygulanan ısı ve filtrasyon sonucunda bileşiklerin parçalanması veya uzaklaştırılması sonucu olduğu belirlenmiştir.
- Olfaktometrik analiz sonuçlarına bakıldığında, taze nar suyunda 12 adet aroma aktif bileşik belirlenmiştir. Tanımlanan aroma-aktif bileşikler arasında fenil etil alkol (AS 512) ve (Z)-3-hekzen-1-ol (AS 512) taz nar suyu kokusuna en fazla katkıda bulunan bileşik olarak belirlenmiştir. Fenil etil alkol bileşiğinin gül, çiçeksi kokuları; (Z)-3-hekzen-1-ol bileşiğinin ise yeşilimsi, çimen kokuları kazandırdığı belirlenmiştir.
- Pastörize, filtre edilmiş ve konsantre nar suyunda sırasıyla 19, 14 ve 11 adet aroma aktif bileşik belirlenmiştir. Tanımlanan aroma aktif bileşikleri arasında fenil etil alkol en güçlü aroma aktif bileşik olarak belirlenmiştir. Fenil etil alkol bileşiğinin nar sularına gül, çiçeksi kokular kazandırdığı belirlenmiştir.
- Yukarıda verilen bulgular göz önünde bulundurularak, Hicaz nar çeşidinden elde edilen ürünler üzerine benzer çalışmalar sürdürülmelidir.

KAYNAKLAR

- Adsule, R. N., Kadam, S. S., 1995. Preparation of wine from pomegranate juice. *Phala Samskarna*, 10, 392-395.
- Aguiló-Aguayo, I., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O., 2010. Volatile compounds and changes in flavour-related enzymes during cold storage of high-intensity pulsed electric field-and heat-processed tomato juices. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(10), 1597-1604.
- Akbarpour, V., Hemmati, K., Sharifani, M., 2009. Physical and chemical properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit in maturation stage. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 6(4), 411-416.
- Alcaraz-Mármol, F., Nuncio-Jáuregui, N., García-Sánchez, F., Martínez-Nicolás, J. J., Hernández, F., 2017. Characterization of twenty pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain: Aptitudes for fresh consumption and processing. *Scientia Horticulturae*, 219, 152-160.
- Alighourchi, H., Barzegar, M., Abbasi, S., 2008. Anthocyanins characterization of 15 Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties and their variation after cold storage and pasteurization. *European Food Research and Technology*, 227(3), 881-887.
- Al-Maiman, S. A., Ahmad, D., 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. *Food Chemistry*, 76(4), 437-441.
- Alper, N., Bahçeci, K. S., Acar, J., 2005. Influence of processing and pasteurization on color values and total phenolic compounds of pomegranate juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 29(5-6), 357-368.

- Amanpour, A., Sonmezdag, A. S., Kelebek, H., Selli, S., 2015. GC-MS olfactometric characterization of the most aroma-active components in a representative aromatic extract from Iranian saffron (*Crocus sativus* L.). *Food Chemistry*, 182, 251-256.
- Andreu-Sevilla, A. J., Mena, P., Martí, N., Viguera, C. G., Carbonell-Barrachina, Á. A., 2013. Volatile composition and descriptive sensory analysis of pomegranate juice and wine. *Food Research International*, 54(1), 246-254
- Arriagada-Carrazana, J. P., Saez-Navarrete, C., Bordeu, E., 2005. Membrane filtration effects on aromatic and phenolic quality of Cabernet Sauvignon wines. *Journal of Food Engineering*, 68(3), 363-368.
- Artik, N., 1998. Determination of phenolic compounds in pomegranate juice by using HPLC. *Fruit Processing*, 8, 492-499.
- Aznar, M., López, R., Cacho, J. F., Ferreira, V., 2001. Identification and quantification of impact odorants of aged red wines from Rioja. GC-olfactometry, quantitative GC-MS, and odor evaluation of HPLC fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(6), 2924-2929.
- Baek, H. H., Cadwallader, K. R., Marroquin, E., Silva, J. L., 1997. Identification of predominant aroma compounds in muscadine grape juice. *Journal of Food Science*, 62(2), 249-252.
- Bakirtzi, C., Tsatalas, P., Spanakis, M., Kokkalou, E., 2013. GC-MS Analysis of Volatile Constituents of *Cornus mas* Fruits and Pulp. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16(2), 183-200.
- Beaulieu, J. C., Lloyd, S. W., Preece, J. E., Moersfelder, J. W., Stein-Chisholm, R. E., Obando-Ulloa, J. M., 2015. Physicochemical properties and aroma volatile profiles in a diverse collection of California-grown pomegranate (*Punica granatum* L.) germplasm. *Food Chemistry*, 181, 354-364.

- Beaulieu, J. C., Stein-Chisholm, R. E., 2016. HS-GC-MS volatile compounds recovered in freshly pressed 'Wonderful' cultivar and commercial pomegranate juices. *Food Chemistry*, 190, 643-656.
- Beaulieu, J. C., Obando-Ulloa, J. M., 2017a. Not-from-concentrate pilot plant 'Wonderful' cultivar pomegranate juice changes: Volatiles. *Food Chemistry*, 229, 553-564.
- Beaulieu, J. C., Stein-Chisholm, R. E., Lloyd, S. W., Bett-Garber, K. L., Grimm, C. C., Watson, M. A., Lea, J. M., 2017b. Volatile, anthocyanidin, quality and sensory changes in rabbiteye blueberry from whole fruit through pilot plant juice processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(2), 469-478.
- Belitz, H. D., Grosch, W., 1987. *Food Chemistry*, translation from the second German Edition by D. Hadziyev. Springer-Verlag: Berlin, 128-200, 257-304.
- Belitz, H. D., Grosch, W., Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry* 4th revised and extended edition. Ger Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 53, 377-385.
- Berger, R. G. (Ed.), 2007. *Flavours and fragrances: chemistry, bioprocessing and sustainability*. Springer Science and Business Media, (ISBN 978-3-540-49338-9)
- Biasoto, A. C. T., de Lemos Sampaio, K., Marques, E. J. N., da Silva, M. A. A. P., 2015. Dynamics of the loss and emergence of volatile compounds during the concentration of cashew apple juice (*Anacardium occidentale* L.) and the impact on juice sensory quality. *Food Research International*, 69, 224-234.
- Bonneau, A., Boulanger, R., Lebrun, M., Maraval, I., Gunata, Z., 2016. Aroma compounds in fresh and dried mango fruit (*Mangifera indica* L. cv. Kent): impact of drying on volatile composition. *International Journal of Food Science and Technology*, 51(3), 789-800.

- Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Berset C, Antioxidative activity of phenolic composition of commercial extracts of sage and rosemary. *Journal of Food Science and Technology* 28:25–30.
- Brückner, B., Wyllie, S. G., 2008. Fruit and vegetable flavour: recent advances and future prospects. Abington: Woodhead Publishing in Food Science, Technology and Nutrition, pp. 11-16 (ISBN: 978-1-84569-183-7).
- Buettner, A., Schieberle, P., 2001. Evaluation of aroma differences between hand-squeezed juices from Valencia late and Navel oranges by quantitation of key odorants and flavor reconstitution experiments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(5), 2387-2394.
- Cadwallader, K. R., Tamamoto, L. C., Sajuti, S. C., 2010. Aroma components of fresh and stored pomegranate (*Punica granatum* L.) juice. In *Flavors in Noncarbonated Beverages* (pp. 93-101). American Chemical Society, Washington, pp 93–101
- Cai, T. Y., Li, J. M., Ni, Y. Y., Yan, H, 1999. Effect of ultrafiltration on aroma concentration of strawberry juice. *Transactions from the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 9, 217-220.
- Caleb, O. J., Opara, U. L., Mahajan, P. V., Manley, M., Mokwena, L., Tredoux, A. G., 2013. Effect of modified atmosphere packaging and storage temperature on volatile composition and postharvest life of minimally-processed pomegranate arils (cvs. 'Acco' and 'Herskawitz'). *Postharvest Biology and Technology*, 79, 54-61
- Calín-Sánchez, Á., Martínez, J. J., Vázquez-Araújo, L., Burló, F., Melgarejo, P., Carbonell-Barrachina, Á. A., 2011. Volatile composition and sensory quality of Spanish pomegranates (*Punica granatum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(3), 586-592.

- Carunchiawhetstine, M. E., Karagul-Yuceer, Y., Avsar, Y. K., Drake, M. A., 2003. Identification and Quantification of Character Aroma Components in Fresh Chevre-style Goat Cheese. *Journal of Food Science*, 68(8), 2441-2447.
- Cemeroğlu, B., 1977. Nar suyu üretim teknolojisi üzerine araştırmalar. AÜ Ziraat Fakültesi, Yayın, (664).
- Cemeroğlu, B., Artık, N., 1990. Isıl İşlem ve Depolama Koşullarının Nar Antosiyaninleri Üzerine Etkisi. *Gıda Dergisi*, 15(1), 13-19
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., Özkan, M., 2001. Meyve ve sebzelerin bileşimi soğukta depolanmaları. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 24, 328.
- Cerdá, B., Llorach, R., Cerón, J. J., Espín, J. C., Tomás-Barberán, F. A., 2003. Evaluation of bioavailability and metabolism in the rat of punicalagin an antioxidant polyphenol from pomegranate juice. *European Journal of Nutrition*, 42(1), 18-28.
- Chung, T.-Y.; Hayase, F.; Kato, H., 1983. Volatile Components of Ripe Tomatoes and their Juices, Purees and Pastes. *Agricultural and Biological Chemistry*, 47, 343-351.
- Colantuono, A., Vitaglione, P., Manzo, N., Blaiotta, G., Montefusco, I., Marrazzo, A., Romano, R., 2018. Evaluation of microfiltration and heat treatment on the microbiological characteristics, phenolic composition and volatile compounds profile of pomegranate juice (*Punica granatum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* (in-pres).
- Culleré, L., Ferreira, V., Chevret, B., Venturini, M. E., Sánchez-Gimeno, A. C., Blanco, D., 2010. Characterisation of aroma active compounds in black truffles (*Tuber melanosporum*) and summer truffles (*Tuber aestivum*) by gas chromatography–olfactometry. *Food Chemistry*, 122(1), 300-306.
- Curioni, P. M. G., Bosset, J. O., 2002. Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *International Dairy Journal*, 12(12), 959-984.

- Çam, M., Hışıl, Y., Durmaz, G., 2009. Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chemistry*, 112(3), 721-726.
- Du, C.T., Wang P.L., Francis, F.J., 1975. Anthocyanins of pomegranate, *Punica granatum*. *Journal of Food Science*, 40, 417-418
- Ebeler, S. E., Terrien, M. B., Butzke, C. E. 2000. Analysis of brandy aroma by solid-phase microextraction and liquid-liquid extraction. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(5), 625-630.
- Eertmans, A., Baeyens, F., Van den Bergh, O., 2001. Food likes and their relative importance in human eating behavior: review and preliminary suggestions for health promotion. *Health Education Research*, 16, 443-456.
- Esbensen, K. H., Swarbrick, B., 2018. *Multivariate Data Analysis 6th Edition*. Camo Software AS, 462.
- Farahmand, M., Golmakani, M. T., Mesbahi, G., Farahnaky, A., 2017. Investigating the Effects of Large-Scale Processing on Phytochemicals and Antioxidant Activity of Pomegranate Juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(2), 1745-4549
- Feng, Y., Su, G., Zhao, H., Cai, Y., Cui, C., Sun-Waterhouse, D., Zhao, M., 2015. Characterisation of aroma profiles of commercial soy sauce by odour activity value and omission test. *Food Chemistry*, 167, 220-228.
- Fickert, B., Schieberle, P., 1998. Identification of the Key Odorants in Barly Malt (Caramalt) Using GC/MS Techniques and Odour Dilution Analyses. *Nahrung*, 42: 371-375.
- Fischer, A., GRAB, W., Schieberle, P., 2008. Characterisation of the Most Odour-Active Compounds in a Peel Oil Extract from Pontianal Oranges (*Citrus nobilis* var. *Lour. microcarpa* Hassk.). *European Food Research and Technology*, 227: 735-744.

- Galego, L. R., Jockusch, S., Da Silva, J. P., 2013. Polyphenol and volatile profiles of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit extracts and liquors. *International Journal of Food Science and Technology*, 48(4), 693-700.
- Genovese, A., Gambuti, A., Piombino, P., Moio, L., 2007. Sensory properties and aroma compounds of sweet Fiano wine. *Food Chemistry*, 103(4), 1228–1236.
- Gil, M. I., Tomás-Barberán, F. A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M., Kader, A. A., 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10), 4581-4589
- Glozer, K., Ferguson, L., 2008. Pomegranate production in Afghanistan. UCDAVIS College of Agricultural and Environmental Sciences, (s 32).
- Gonda, I., Lev, S., Bar, E., Sikron, N., Portnoy, V., Davidovich-Rikanati, R., Huang, M., 2013. Catabolism of l-methionine in the formation of sulfur and other volatiles in melon (*Cucumis melo* L.) fruit. *The Plant Journal*, 74(3), 458-472.
- Güler, Z., Gül, E., 2017. Volatile organic compounds in the aril juices and seeds from selected five pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *International Journal of Food Properties*, 20(2), 281-293.
- Gültekin, M., Özçoban, D., Karaali, A., 2007. Antioksidan kaynağı bir içecek: Nar suyu. *Dünya Gıda*, 12(7), 85-89.
- Jensen, K., Christensen, L. P., Hansen, M., Jørgensen, U., Kaack, K., 2001. Olfactory and quantitative analysis of volatiles in elderberry (*Sambucus nigra* L) juice processed from seven cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(2), 237-244.
- Jordán, M. J., Tandon, K., Shaw, P. E., Goodner, K. L., 2001. Aromatic profile of aqueous banana essence and banana fruit by gas chromatography- mass spectrometry (GC-MS) and gas chromatography-olfactometry (GC-O). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(10), 4813-4817.

- Karadeniz, F., Burdurlu, H. S., Koca, N., Soyer, Y., 2005. Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29(4), 297-303.
- Kelebek, H., Canbaş, A., 2010. Hicaz narı şırasının organik asit şeker ve fenol bileşikleri ieriği ve antioksidan kapasitesi. Gıda Dergisi, 35: 439-444.
- Kesen, S., Kelebek, H., şen, K., Ulaş M., Selli, S., 2013 GC-MS-olfactometric characterization of the key aroma compounds in Turkish olive oils by application of the aroma extract dilution analysis. Food Research International, 54(2):1987-1994
- Kırca, A., zkan, M., 2007. Değişik amaçlı bazı test ve analiz yöntemleri. Gıda Analizleri, Cemeroğlu, B. (ed.), Bizim Büro Basımevi, Ankara, s. 463-486.
- Kirchoff, E., Schieberle, P., 2002. Quantitation of Odor-Active Compounds in rye Flour and Rye Sourdough Using Stable Isotope Dilution Assays. Journal of Agricultural and Food Chemistry., 50: 5378-5385.
- Klesk, K., Qian, M., Martin, R. R., 2004. Aroma extract dilution analysis of cv. Meeker (*Rubus idaeus* L.) red raspberries from Oregon and Washington. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(16), 5155-5161.
- Koppel, K., Chambers Iv, E., 2010. Development and application of a lexicon to describe the flavor of pomegranate juice. Journal of Sensory Studies, 25(6), 819-837.
- Koppel, K., Anderson, E. L., Chambers, E., 2015. Influence of processing on pomegranate (*Punica granatum* L.) juice flavor and aroma. Journal of the Science of Food and Agriculture, 95(5), 1066-1071.
- Krings, U., Zelena, K., Wu, S., Berger, R. G., 2006. Thin-layer high-vacuum distillation to isolate volatile flavour compounds of cocoa powder. European Food Research and Technology, 223(5), 675-681.
- Kulkarni, A. P., Aradhya, S. M., 2005. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. Food Chemistry, 93(2), 319-324.

- Kurt, H., Şahin, G., 2013. Bir ziraat coğrafyası çalışması: Türkiye’de nar (*Punica granatum* L.) tarımı. Marmara Coğrafya Dergisi 27: 551-574.
- Lee, H. S., Nagy, S., 1990. Formation of 4-Vinyl Guaiacol in Adversely Stored Orange Juice as Measured by an Improved HPLC Method. Journal of Food Science, 55(1), 162-163.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S., 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. Food Chemistry, 96(2), 254-260.
- Li, C., Hao, J., Zhong, H., Dang, M., Xie, B., 2009. Aroma components at various stages of litchi juice processing. Journal of the Science of Food and Agriculture, 89(14), 2405-2414.
- López, R., Ezpeleta, E., Sánchez, I., Cacho, J., Ferreira, V., 2004. Analysis of the aroma intensities of volatile compounds released from mild acid hydrolysates of odourless precursors extracted from Tempranillo and Grenache grapes using gas chromatography-olfactometry. Food Chemistry, 88(1), 95-103.
- Lye, C., 2008. Pomegranate: Preliminary assessment of the potential for an Australian industry. Rural industries research and development corporation of Australian government. RIRDC Publication No. 08/153. pp: 17.
- Masi, E., Taiti, C., Vignolini, P., Petrucci, A. W., Giordani, E., Heimler, D., Mancuso, S., 2017. Polyphenols and aromatic volatile compounds in biodynamic and conventional ‘Golden Delicious’ apples (*Malus domestica* Bork.). European Food Research and Technology, 243(9), 1519-1531.
- Maskan, M., 2006. Production of pomegranate (*Punica granatum* L.) juice concentrate by various heating methods: colour degradation and kinetics. Journal of Food Engineering, 72(3), 218-224.

- Mayuoni-Kirshinbaum, L., Tietel, Z., Porat, R., Ulrich, D., 2012. Identification of aroma-active compounds in 'Wonderful' pomegranate fruit using solvent-assisted flavour evaporation and headspace solid-phase micro-extraction methods. *European Food Research and Technology*, 235(2), 277-283.
- Mayuoni-Kirshinbaum, L., Daus, A., Porat, R., 2013. Changes in sensory quality and aroma volatile composition during prolonged storage of 'Wonderful' pomegranate fruit. *International Journal of Food Science and Technology*, 48(8), 1569-1578.
- Mayuoni-Kirshinbaum, L., Porat, R., 2014. The flavor of pomegranate fruit: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(1), 21-27.
- Mekni, M., Flamini, G., Garrab, M., Hmida, R. B., Cheraief, I., Mastouri, M., Hammami, M., 2013. Aroma volatile components, fatty acids and antibacterial activity of four Tunisian *Punica granatum* L. flower cultivars. *Industrial Crops and Products*, 48, 111-117.
- Melgarejo, P., Calín-Sánchez, Á., Vázquez-Araújo, L., Hernández, F., Martínez, J. J., Legua, P., Carbonell-Barrachina, Á. A., 2011. Volatile composition of pomegranates from 9 Spanish cultivars using headspace solid phase microextraction. *Journal of Food Science*, 76 (1), pp. S114-S120.
- Mena, P., García-Viguera, C., Navarro-Rico, J., Moreno, D. A., Bartual, J., Saura, D., Martí, N., 2011. Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(10), 1893-1906.
- Mirsaeedghazi, H., Emam-Djomeh, Z., Mousavi, S. M., Ahmadkhaniha, R., Shafiee, A., 2010. Effect of membrane clarification on the physicochemical properties of pomegranate juice. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(7), 1457-1463.

- Mousavinejad, G., Emam-Djomeh, Z., Rezaei, K., Khodaparast, M. H. H., 2009. Identification and quantification of phenolic compounds and their effects on antioxidant activity in pomegranate juices of eight Iranian cultivars. *Food Chemistry*, 115(4), 1274-1278.
- Mphahlele, R. R., Caleb, O. J., Fawole, O. A., Opara, U. L., 2016a. Effects of different maturity stages and growing locations on changes in chemical, biochemical and aroma volatile composition of 'Wonderful' pomegranate juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(3), 1002-1009.
- Mphahlele, R. R., Fawole, O. A., Mokwena, L. M., Opara, U. L., 2016b. Effect of extraction method on chemical volatile composition and antioxidant properties of pomegranate juice. *South African Journal Botany*, 103, 135-144.
- Niu, Y., Zhang, X., Xiao, Z., Song, S., Eric, K., Jia, C., Zhu, J., 2011. Characterization of odor-active compounds of various cherry wines by gas chromatography-mass spectrometry, gas chromatography-olfactometry and their correlation with sensory attributes. *Journal of Chromatography B*, 879(23), 2287-2293.
- Oğuz, H. İ., Ukav, İ., Eroğlu, D., 2011. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Nar (*Punica Granatum L.*) Üretimi Ve Pazarlanması. GAP VI. Tarım Kongresi, 09 – 12 Mayıs 2011, s. 108 – 112, Şanlıurfa.
- Ott, A., Fay, L. B., Chaintreau, A., 1997. Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(3), 850-858.
- Öz, A. T., Kafkas, E., Zarifikhosroshahi, M., Şahin, T., 2015. 'Hicaznar' Çeşidinde Farklı Uygulamaların Soğukta Depolama Süresince Fitokimyasal ve Uçucu Aroma Bileşimine Etkileri. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3: 235-241.

- Özgen, M., Durgaç, C., Serçe, S., Kaya, C., 2008. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. *Food Chemistry*, 111(3), 703-706.
- Özgül, A. I., Yılmaz, C., 2000. Pomegranate growing in Turkey. *Options Mediterraneennes, Serie A: Seminaires Mediterraneennes*, 42, 41-48.
- Özkan, M., 2009. Ülkemizde Yetiştirilen Başlıca Nar Çeşitlerinin Bazı Kimyasal Nitelikleri. Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi Hızlandırılmış Proje Kesin Raporu, No: 08H4343004.
- Pandit, S. S., Kulkarni, R. S., Chidley, H. G., Giri, A. P., Pujari, K. H., Köllner, T. G., Gupta, V. S., 2009. Changes in volatile composition during fruit development and ripening of 'Alphonso' mango. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(12), 2071-2081.
- Perez-Cacho, P. R., Rouseff, R., 2008. Processing and storage effects on orange juice aroma: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(21), 9785-9796.
- Qian, Q., Zhang, J., Cui, M., Han, B., 2016. Synthesis of acetic acid via methanol hydrocarboxylation with CO₂ and H₂. *Nature Communications*, 7, 11481.
- Raisi, A., Aroujalian, A., Kaghazchi, T., 2008. Multicomponent pervaporation process for volatile aroma compounds recovery from pomegranate juice. *Journal of Membrane Science*, 322(2), 339-348.
- Reidel, R. V. B., Cioni, P. L., Pistelli, L., 2017. Volatile emission of different plant parts and fruit development from Italian cherry plums (*Prunus cerasifera* and *P. cerasifera* 'Pissardii'). *Biochemical Systematics and Ecology*, 75, 10-17.
- Reineccius, G. A., 2006. Flavor technology. In: *Flavour chemistry and technology*. 2nd ed. Boca Raton, EEUU: CRC Press. p 201-463.

- Rinaldi, M., Caligiani, A., Borgese, R., Palla, G., Barbanti, D., Massini, R., 2013. The effect of fruit processing and enzymatic treatments on pomegranate juice composition, antioxidant activity and polyphenols content. *LWT-Food Science and Technology*, 53(1), 355-359.
- Rocha, S. M., Coutinho, P., Delgadillo, I., Cardoso, A. D., Coimbra, M. A., 2005. Effect of enzymatic aroma release on the volatile compounds of white wines presenting different aroma potentials. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(2), 199-205.
- Saxena, A. K., Manan, J. K., Berry, S. K., 1987. Pomegranate post harvest technology, chemistry and processing. *Indian Food Packer*, 41(4), 43-60.
- Seeram, N. P., Aviram, M., Zhang, Y., Henning, S. M., Feng, L., Dreher, M., Heber, D., 2008. Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(4), 1415-1422.
- Selli, S., Kelebek, H., 2011. Aromatic profile and odour-activity value of blood orange juices obtained from Moro and Sanguinello (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Industrial Crops and Products*, 33(3), 727-733.
- Selli, S., Kelebek, H., Ayseli, M. T., Tokbas, H., 2014. Characterization of the most aroma-active compounds in cherry tomato by application of the aroma extract dilution analysis. *Food Chemistry*, 165, 540-546.
- Schieberle, P., Ofner, S., Grosch, W., 1990. Evaluation of potent odorants in cucumbers (*Cucumis sativus*) and muskmelons (*Cucumis melo*) by aroma extract dilution analysis. *Journal of Food Science*, 55(1), 193-195.
- Schubert, S. Y., Lansky, E. P., Neeman, I., 1999. Antioxidant and eicosanoid enzyme inhibition properties of pomegranate seed oil and fermented juice flavonoids. *Journal of Ethnopharmacology*, 66(1), 11-17.

- Sharma, J., Chatterjee, S., Kumar, V., Variyar, P. S., & Sharma, A., 2010. Analysis of free and glycosidically bound compounds of ash gourd (*Benincasa hispida*): Identification of key odorants. *Food Chemistry*, 122(4), 1327-1332.
- Shah, N. N. A. K., Rahman, R. A., Shamsuddin, R., Adzahan, N. M., 2015. Effects of pectinase clarification treatment on phenolic compounds of pummelo (*Citrus grandis* L. Osbeck) fruit juice. *Journal of Food science and Technology*, 52(8), 5057-5065.
- Sieso, V., Crouzet, J., 1977. Tomato volatile components: effect of processing. *Food Chemistry*, 2(4), 241-252.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Steinhaus, M., & Schieberle, P., 2000. Comparison of the most odor-active compounds in fresh and dried hop cones (*Humulus lupulus* L. variety Spalter Select) based on GC-olfactometry and odor dilution techniques. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(5), 1776-1783.
- Stover, E. D., Mercure, E. W., 2007. The pomegranate: a new look at the fruit of paradise. *HortScience*, 42(5), 1088-1092.
- Sun, S. Y., Jiang, W. G., Zhao, Y. P., 2010. Characterization of the aroma-active compounds in five sweet cherry cultivars grown in Yantai (China). *Flavour and Fragrance Journal*, 25(4), 206-213.
- Tabur, D., Bakkal, G., Yurdagel, Ü., 1987. Nar suyunun durultma işlemi ve depolama süresince meydana gelen değişmeler üzerinde araştırmalar. *Gıda/The Journal of Food*, 12(5).
- Takeoka, G. R., Buttery, R. G., Flath, R. A., 1992. Volatile constituents of Asian pear (*Pyrus serotina*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(10), 1925-1929.

- Tateo, F., Bononi, M., 2003. Determination of gamma-butyrolactone (GBL) in foods by SBSE-TD/GC/MS. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(6), 721–727.
- Tezcan, F., Gültekin-Özgülven, M., Diken, T., Özçelik, B., Erim, F. B., 2009. Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chemistry*, 115(3), 873-877.
- Tripathi, J., Chatterjee, S., Gamre, S., Chattopadhyay, S., Variyar, P. S., Sharma, A., 2014. Analysis of free and bound aroma compounds of pomegranate (*Punica granatum* L.). *LWT- Food Science and Technology*, 59(1), 461-466.
- Tura, D., Prenzler, P. D., Bedgood Jr, D. R., Antolovich, M., Robards, K., 2004. Varietal and processing effects on the volatile profile of Australian olive oils. *Food Chemistry*, 84(3), 341-349.
- Turfan, Ö., Türkyılmaz, M., Yemiş, O., Özkan, M., 2011. Anthocyanin and colour changes during processing of pomegranate (*Punica granatum* L., cv. Hicaznar) juice from sacs and whole fruit. *Food Chemistry*, 129(4), 1644-1651.
- Turgut, D. Y., Seydim, A. C., 2013. Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen bazı nar (*Punica granatum* L.) çeşit ve genotiplerinin fenolik bileşenleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 11(2), 51-59.
- Tzulker, R., Glazer, I., Bar-Ilan, I., Holland, D., Aviram, M., Amir, R., 2007. Antioxidant activity, polyphenol content, and related compounds in different fruit juices and homogenates prepared from 29 different pomegranate accessions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(23), 9559-9570.
- Uçkun, O., Selli, S., 2017. Characterization of key aroma compounds in a representative aromatic extracts from citrus and astragalus honeys based on aroma extract dilution analyses. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(2), 512-522.

- Ünal, A., 2011. Bahçe Tarımı – II., Yumuşak Çekirdekli Meyve Türleri ve Nar Yetiştiriciliği, (Editörler: Vedat Şeniz, Veli Erdoğan), T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2358, s. 16-19.
- Vaillant, F., Jeanton, E., Dornier, M., O'Brien, G., Reynes, M., Decloux, M. 2001. Concentration of passion fruit juice on an industrial pilot scale using osmotic evaporation. *Journal of Food Engineering* 47, 195–202.
- Van Ruth, S. M., Roozen, J.P., Posthumus, M. A., 1995. Instrumental and sensory evaluation of the flavour of dried french beans (*Phaseolus vulgaris*) influenced by storage conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69:1909-1914.
- Vardin, H., Fenercioğlu, H., 2003. Study on the development of pomegranate juice processing technology: clarification of pomegranate juice. *Molecular Nutrition and Food Research*, 47(5), 300-303.
- Vardin, H., Abbasoglu, M., 2004. Evaluation opportunities of pomegranate and pomegranate sauce. In *Symposium on Traditional Foods*, Van, Turkey (pp. 165-169).
- Vázquez-Araújo, L., Chambers, I. V., Adhikari, K., Carbonell-Barrachina, Á. A., 2010. Sensory and physicochemical characterization of juices made with pomegranate and blueberries, blackberries, or raspberries. *Journal of Food Science*, 75(7), S398-S404.
- Vázquez-Araújo, L., Koppel, K., Chambers IV, E., Adhikari, K., Carbonell-Barrachina, A. A., 2011a. Instrumental and sensory aroma profile of pomegranate juices from the USA: differences between fresh and commercial juice. *Flavour and Fragrance Journal*, 26(2), 129-138.
- Vázquez-Araújo, L., Chambers IV, E., Adhikari, K., Carbonell-Barrachina, A. A., 2011b. Physico-chemical and sensory properties of pomegranate juices with pomegranate albedo and carpellar membranes homogenate. *LWT-Food Science and Technology*, 44(10), 2119-2125.

- Vila, D.H., Mira, J.H., Lucena, R.B., Recamales, A.F., 1999. Optimization of an Extraction Method of Aroma Compounds in White Wine Using Ultrasound, *Talanta*, 50, 413-421.
- Viuda-Martos, M., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A., 2010. Pomegranate and its many functional components as related to human health: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(6), 635-654.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Pérez-Álvarez, J. A., 2011. Antioxidant properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) bagasses obtained as co-product in the juice extraction. *Food Research International*, 44(5), 1217-1223.
- Yamagami, A., & Umamo, K., 2000. Volatile constituents of pomegranate (*Punica granatum* L.). *Koryo, Terupen oyobi Seiyu Kagaku ni kansuru Toronkai Koen Yoshishu*, 44, 1-3.
- Yen, G. C., Lin, H. T., 1999. Changes in volatile flavor components of guava juice with high-pressure treatment and heat processing and during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(5), 2082-2087.
- Yilmaztekin, M., 2014. Characterization of potent aroma compounds of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits grown in Antalya through the determination of odor activity values. *International Journal of Food Properties*, 17(3), 469-480.
- Yi, Z., Feng, T., Zhuang, H., Ye, R., Li, M., Liu, T., 2016. Comparison of Different Extraction Methods in the Analysis of Volatile Compounds in Pomegranate Juice. *Food Analytical Methods*, 9(8), 2364-2373.



ÖZGEÇMİŞ

21/09/1990 tarihinde Tarsus'ta doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Tarsus'ta tamamladı. 2013 yılında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2014 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı.

