



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ADANA BİLİM VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BERRAK VE BULANIK NAR SULARININ FENOLİK  
BİLEŞİKLER VE DİĞER ÖNEMLİ KALİTE  
PARAMETRELERİ BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**

**Arife DAVARCI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Haşim KELEBEK**

Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı

**Enstitü Müdürü**

Doç. Dr. Osman SİVRİKAYA

-----

Bu tezin, Yüksek Lisans derecesi için tüm şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

**Anabilim Dalı Başkanı**

Prof. Dr. Haşim KELEBEK

-----

**İnceleme Komitesi Üyeleri**

Bu tezi okuduğumu ve görüşüme göre Yüksek Lisans derecesi için gerekli içerik ve yeterlilikleri sağlayacak nitelikte olduğunu onaylıyorum.

**Danışman**

Prof. Dr. Haşim KELEBEK

Adana BTÜ Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

-----

**Üyeler**

Prof. Dr. Serkan SELLİ

Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

-----

Dr. Öğr. Üyesi Kemal ŞEN

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

-----

## ETİK DEKLARASYONU

Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

**Ad ve Soyad :**

**İmza**



## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## BERRAK VE BULANIK NAR SULARININ FENOLİK BİLEŞİKLER VE DİĞER ÖNEMLİ KALİTE PARAMETRELERİ BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Arife DAVARCI

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

2018, 62 Sayfa

Bu araştırmada endüstriyel üretim yapan bir meyve suyu fabrikasından alınan Antalya yöresine ait Hicaz narları kullanılarak berrak ve bulanık nar suyu üretim yöntemleri ve aşamalarına bağlı olarak kalite parametrelerindeki değişimler araştırılmıştır. Üretimin çeşitli aşamalarında alınan örneklerde genel bileşim (asitlik, pH, renk bileşimleri, toplam fenolik madde), antosiyanin, fenolik bileşik (HPLC-DAD-ESI-MS/MS yöntemiyle) ve antioksidan kapasite (DPPH yöntemi) analizleri yapılarak yöntem ve işlem basamaklarına bağlı değişimler araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, organik asitlerden sitrik, malik ve askorbik asit tanımlanırken, şekerlerden ise glikoz, fruktoz ve sakaroz tanımlanarak miktarları belirlenmiştir. Organik asitlerde yöntem ve işlem basamaklarına bağlı olarak azalma saptanmıştır. Bu azalma berrak nar sularında %20 ve bulanık nar sularında %34 dolayındadır. Askorbik asit her iki yöntemde de en fazla azalma (%62-64) gösteren organik asit olarak tespit edilmiştir. İşlem basamaklarına bağlı olarak toplam fenolik bileşikler ve antioksidan kapasite değerlerinde önemli azalma olduğu belirlenmiştir. Bulanık ve berrak nar sularında 7 adet antosiyanin bileşiği belirlenmiştir. Bu bileşiklerden siyanidin-3,5-diglikozit baskın olarak saptanmış ve bu bileşiği miktarsal olarak sırasıyla siyanidin-3-glikozit, delfinidin-3,5- diglikozit, delfinidin-3-glikozit, pelargonidin-3-glikozit, siyanidin pentozit ve pelargonidin-3,5-diglikozit izlemiştir. Siyanidin pentozit ilk kez bu çalışma ile ülkemizde yetiştirilen narlarda saptanmıştır. Üretim aşamalarında uygulanan işlemlerin antosiyaninlerde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Dolum sonrası toplam antosiyanin içeriğinde sırasıyla ~%20 ve ~%39 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu azalmada özellikle uygulanan ısıl işlemlerin yanı sıra durultma ajanlarının ve filtrasyonun etkisi olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda 14 adet renksiz fenolik bileşik tanımlanmıştır. Bunlardan elajik asit, punikalajin- $\alpha$  ve punikalajin- $\beta$ 'nın baskın olduğu belirlenmiştir. Her iki yöntemde de presleme ile fenolik bileşiklerde bir artış saptanmış ve sonraki aşamalarda azalmıştır. En önemli azalma berrak nar suyu üretimi aşamasında durultma/filtrasyon ve bulanık nar suyu üretiminde ise separatör çıkış kısmında saptanmıştır. Üretim yöntemleri genel olarak değerlendirildiğinde bulanık nar suyu örneklerinin toplam fenolik madde, antioksidan kapasite, antosiyanin ve fenolik bileşikler bakımından berrak nar suyu örneklerine göre daha yüksek potansiyele sahip olduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Berrak ve bulanık nar suyu, fenolik bileşikler, organik asit ve şekerler, renk, HPLC-DAD-ESI-MS/MS.

**ABSTRACT**  
**MASTER THESIS**  
**COMPARISON OF PHENOLIC COMPOUNDS AND OTHER IMPORTANT**  
**QUALITY PARAMETERS OF CLARIFIED AND UNCLARIFIED POMEGRANATE**  
**JUICES**

**Arife DAVARCI**

**Department of Food Engineering**

**2018, 62 Pages**

In this study, quality parameters of clarified and unclarified pomegranate juices of 'Hicaz' variety of Antalya district obtained from fruit juice production plant were investigated related to production methods and different stages of production. Samples taken from certain stages of production were examined for their general compositions (acidity, pH, color, total phenolic content), anthocyanins, phenolic compounds (by using HPLC-DAD-ESI-MS/MS) and antioxidant capacity (DPPH method) depending on production methods and stages. According to the results, malic, citric and ascorbic acid were identified and quantified among organic acids, while quantities of glucose, fructose and sucrose were determined from sugars. The amounts of organic acids tend to decrease depending on production methods and stages. This decrease was about 20% in clarified and 34% in unclarified pomegranate juices. Ascorbic acid was determined to decrease in maximum amount among organic acids with 62-64% values. Also, total phenolic content and antioxidant capacity values tend to decrease depending on production steps. Seven major anthocyanins were identified in the unclarified and clarified pomegranate juices. The predominant compound was detected as cyanidin 3,5-diglucoside followed by cyanidin 3-glucoside, delphinidin 3,5-diglucoside, delphinidin 3-glucoside, pelargonidin-3-glucoside, cyanidin pentoside, pelargonidin 3,5-diglucoside. Cyanidin pentoside was detected at the first time in this study in pomegranates of our country. Processes applied during production stages caused a decrease in anthocyanins. The decrease of ~ 20% and ~ 39% was found in the content of total anthocyanins after filling in unclarified and clarified pomegranate juices, respectively. This decrease was related to the effect of clarification agents and filtration processes besides heat treatments. In addition, 14 colorless phenolic compounds were identified in our study. The predominant ones were elagic acid, punikalajin- $\alpha$  and punikalajin- $\beta$ . In both of the methods, an increase was detected in phenolic compounds after pressing and reduced in other production stages. The most significant decrement was observed in clarification/filtration steps of clarified pomegranate juice and in separator exit stage of unclarified pomegranate juice production. General evaluation of the results revealed that unclarified pomegranate juices have higher total phenolic content, antioxidant capacity, anthocyanins and phenolic composition than clarified pomegranate juices.

**Key Words:** Clarified and unclarified pomegranate juices, phenolic compounds, organic acid and sugars, color, HPLC DAD -MS/MS.

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca engin bilgi ve tecrübesi ile bana her an desteğini esirgemeyen, yapıcı fikir ve önerileriyle araştırmalarımnda kolaylık sağlayan, yaptığı çalışmalarla akademisyen kimliğine büyük saygı duyduğum değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Haşım KELEBEK'e;

Laboratuvar çalışmalarımnda yardımları ve sohbetleriyle bana destek olan yüksek lisans öğrencileri Özge AKSAY ve Pırlanta Hilal YAVUZEL'e,

Yüksek lisans eğitimi için beni teşvik eden değerli mesai arkadaşlarım Ali KAÇAR ve Koray ŞAHİN'e ve ayrıca zor zamanlarımda hep yanımda olan Z. Nare ÖZTÜRK'e;

Tez çalışması için imkanlarını bana sunan Göknur Gıda A.Ş. müdürü Hasan DÖNMEZ'e ve proses konusunda verdiği bilgilerden dolayı fabrikanın gıda mühendislerinden olan Burak ERDEM'e,

Bu süreçte bana ilgi ve desteğini esirgemeyen ailem ve can yoldaşım kızım Betül DAVARCI'ya;

Teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
SİMGELER DİZİNİ .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
<b>BÖLÜM 1.GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ.....</b>	<b>3</b>
<b>BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>20</b>
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Nar suyu örnekleri .....	20
3.1.2. Kimyasallar.....	21
3.2. Yöntem .....	21
3.2.1. Nar suyu üretimi .....	21
3.2.2. Genel bileşim analizleri.....	25
3.2.2.1. pH.....	26
3.2.2.2. Titrasyon asitliği tayini .....	26
3.2.2.3. Suda çözünür kuru madde tayini.....	26
3.2.2.4. Renk ölçümleri .....	26
3.2.2.5. Toplam fenolik madde analizi.....	27
3.2.2.6. Antioksidan aktivite tayini .....	28
3.2.2.7. Organik asit ve şeker tayinleri .....	28
3.2.2.8 Fenolik bileşiklerin HPLC-DAD-ESI-MS/MS ile analizleri.....	29
3.2.2.9. Sonuçların değerlendirilmesi ve istatistiksel analizler .....	30
<b>BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>31</b>
4.1. Berrak ve bulanık nar suyu üretim aşamalarının kalite parametreleri üzerine etkileri .....	31
4.1.1 Briks, pH ve titrasyon asitliğindeki değişimler .....	33
4.1.2 Organik asitlerdeki değişim.....	34
4.1.3 Şekerlerdeki değişim .....	35
4.1.4 Toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerlerindeki değişim ...	37
4.1.5 Renk bileşimindeki değişimler.....	39
4.2 Antosiyanin değerlerinde üretim aşamalarında meydana gelen değişimler .....	41
4.3 Fenolik bileşiklerde üretim aşamalarında meydana gelen değişimler .....	47
<b>BÖLÜM 5. SONUÇLAR.....</b>	<b>54</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>56</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>62</b>

## SİMGELER DİZİNİ

AKİB	Akdeniz İhracatçılar Birliği
MEYED	Meyve Suyu Endüstrisi Derneği
OH	Hidroksil
OCH3	Metoksil
GAE	Gallik asit eşdeğeri
Cy3G	Siyanidin-3-O glikozit
Dp3,5dG	Delfinidin 3,5-diglukozit
Cy3,5dG	Siyanidin 3,5-diglukozit
ORAK	Oksijen radikalli absorban kapasitesi (ORAK)
GTE	Geleneksel termal evaporasyon
UF	Ultrafiltrasyon
HPLC	Yüksek Performans Sıvı Kromatografi
DAD	Diod Array Dedektör
MS	Kütle Spektrometresi
ESI	Elektro spray iyonizasyon
TFİ	Toplam fenolik içeriği
NÇ	Nar çekirdekleri
NS	Nar suları
QTOF	Quadrupole Time-Of-Flight
PDA	Foto Diyot Array
QuE	Kuersetin eşdeğeri
TaE	Tanen asit eşdeğeri
Briks	Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM)
NTU	Nefelometrik Bulanıklık Birimi
UV-C	Ultraviyole C
TEAC	Trolox eşdeğer antioksidan kapasite
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazin
FRAP	Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç
ABTS	2,2-azinobis-3-ethylbenzotiyazolin-6-sulfonat
NFC	Konsantre olmayan



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. 2010 yılında meyve suyuna işlenen meyve miktar dağılımı.....	3
Şekil 2.2. 2010 yılında üretilen meyve suyu konsantrelerinin çeşit dağılımı .....	4
Şekil 2.3. Fenolik asitlerin genel yapısı: a) Benzoik asit türevleri b) Sinamik asit türevleri..	5
Şekil 2.4. Antosiyanidinler ve antosiyanin pigmentlerinin yapısı.....	6
Şekil 2.6. Tanenlerin (proantosiyanidinlerin) genel yapısı .....	12
Şekil 2.7 Tanen-protein intreaksiyonu .....	13
Şekil 3.1. Nar örneklerinin temin edilmesi.....	20
Şekil 3.2.a Bulanık nar suyu üretimi akış şeması.....	22
Şekil 3.2.b. Berrak nar suyu konsantresi üretimi akış şeması .....	22
Şekil 3.3. Yıkama ve ayıklama ünitesi .....	23
Şekil 3.4. Daneleme ve pulp ayırma ünitesi.....	23
Şekil 3. 5. Seperatör ünitesi.....	23
Şekil 3.6. Pastorizasyon ünitesi.....	24
Şekil 3.7. Durultma ve filtrasyon Ünitesi .....	24
Şekil 3.8. Evaporasyon ünitesi .....	25
Şekil 3.9. Aseptik dolum ünitesi.....	25
Şekil 3.10. Titrasyon asitliği.....	26
Şekil 3. 12. UV spektrofotometre .....	27
Şekil 3.13. Gallik asit kalibrasyon eğrisi.....	27
Şekil 3.14. DPPH yönteminde elde edilen renk değişimi (Anon, 2018) .....	28
Şekil 3.15 (a) Analizlerde kullanılan HPLC-DAD-ESI-MS/MS; (b) örnek ve standart maddeye ait fenolik bileşik spektrumlarının karşılaştırılması.....	29
Şekil 4.1 Organik asit analizine ait HPLC kromatogramı (1: Sitrik asit, 2 Malik asit, 3: Askorbik asit).....	34
Şekil 4.2 Şeker analizine ait HPLC kromatogramı (1: Sakkaroz, 2: Glikoz, 3: Fruktoz) ...	36
Şekil 4.3 Berrak nar suları için toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri arasındaki doğrusal ilişki .....	38
Şekil 4.4 CIELAB (The International Commission on Illumination L*, a*, b*) renk skalası	39
Şekil 4.5. Siyanidin-3,5-diglikozitin molekül yapısı.....	41
Şekil 4.6 . Antosiyaninlerin HPLC-DAD-ESI-MS/MS kromatogramları .....	42
Şekil 4.7 Siyanidin-3,5-diglikozitin LC-MS/MS spektrumu.....	42
Şekil 4.8 Siyanidin-3-glikozitin LC-MS/MS spektrumu .....	43
Şekil 4.9.Fenolik bileşiklerin HPLC-DAD-ESI-MS/MS kromatogramları .....	49

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Fenolik bileşiklerinin HPLC analizlerinde kullanılan elüsyon sistemi .....	30
Çizelge 4.1 Bulanık nar sularının işlem basamaklarına bağlı genel bileşimlerindeki değişimler .....	31
Çizelge 4.2.Berrak nar sularının işlem basamaklarına bağlı genel bileşimlerindeki değişimler .....	32
Çizelge 4.3. Antosiyaninlerin HPLC-DAD-ESI-MS/MS ile elde edilen verileri.....	41
Çizelge 4.4. Antosiyaninlerin bulanık nar suyu üretim aşamalarındaki değişimleri.....	44
Çizelge 4.5. Antosiyaninlerin berrak nar suyu üretim aşamalarındaki değişimleri .....	45
Çizelge 4.6 Fenolik bileşiklerin HPLC-DAD-ESI-MS/MS ile tanımlanması .....	48
Çizelge 4.7 Fenolik bileşiklerin bulanık nar suyu üretim aşamalarındaki değişimleri).....	50
Çizelge 4.8 Fenolik bileşiklerin berrak nar suyu üretim aşamalarındaki değişimleri .....	51



## BÖLÜM 1.GİRİŞ

Türkiye'de çok sayıda nar çeşidi yetişmektedir. Bunlar arasında meyve tadı bakımından tatlı, ekşi, ve tatlı-ekşi olanlar bulunmaktadır. Ayrıca çekirdek bakımından da yumuşak, orta ve sert çekirdekli olanlar vardır. Hicaz narı, Avrupa ülkelerine yapılan ihracat miktarı ve ülke içindeki tüketim tercihi bakımından Akdeniz bölgesinin en önemli nar çeşididir. Bu çeşit ayrıca meyve suyu üretiminde de kullanılmaktadır (Poyrazoğlu ve ark., 2002).

Nar taze olarak tüketilebildiği gibi aynı zamanda, nar suyu, şurup, konserve, nar tane kurusu, reçel ve şarap şeklinde ikincil ürünlere işlenebilmektedir (Yıldız Turgut ve Seydim, 2013). Nar suyu miktarı tüm meyvenin % 45-65'ini ve nar tanesinin ise % 76-85'ini oluşturmaktadır (Poyrazoğlu ve ark., 2002).

Kimyasal kompozisyonuna bağlı olarak nar suları taze tüketim, sanayi üretimi veya tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. İspanya Avrupada nar üretiminde lider ülke olup bu ülkede yapılan çalışmalarda nar tanelerinde fizikokimyasal ve fonksiyonel parametreler açısından nar çeşitleri arasında önemli farklılıklar olduğu bulunmuştur. Buna göre yumuşak çekirdekli ve yüksek tatlılığa sahip narlar taze tüketim için en uygunu olup; kırmızı renkli ve sert çekirdekli narlar ise meyve suyu prosesi için en uygundur. Bunların yanında nar, yüksek toplam polifenol içeriği, antioksidan aktivite, ham lif ve mineraller açısından da fonksiyonel gıda olarak kullanılabilir. (Mármol ve ark., 2017)

Nar suyunun çeşitli ürünlere işlenmesinde önemli olan parametrelerin başında şeker, asitlik ve fenolik bileşikler gelmektedir. Nar suyunun içermiş olduğu fenolik bileşikler ve antosiyaninlerden dolayı sağlık üzerinde olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. Vücutta serbest radikal oluşumunu önleyerek kanser ve kalp damar hastalıklarını önlemede bu bileşiklerin önemli rolü olduğu bildirilmektedir. Ayrıca yüksek tansiyonlu hastalarda kan basıncını düşürerek hastalığı önleyici etki sağladığı ve LDL oksidasyonunu önlemede etkilerinin olduğu da belirtilmektedir (Gölükcü ve ark., 2011). Çeşitli çalışmalarda, antioksidan, bağışıklık artırıcı ve anti-kanserojenik özellikleri nedeniyle nar meyvesinin bitkisel bir tedavi olarak uygulanabileceği bildirilmiştir. Özütlerinde görülen benzersiz antimikrobiyal, antihelmintik ve antioksidan etkileri nedeniyle bilim insanları narı kanser önleyici ajanlar olarak kullanma arayışına itmiştir (Karimi ve ark.,2017).

Tüketiciler tarafından nar suyu kalitesinin değerlendirilmesinde dikkat edilen temel hususlar çeşitlerin karakteristik kokularını veren aroma bileşikleri (Mena ve ark., 2011; Melgarejo ve ark., 2011; Rajasekar ve ark., 2012) ve görünüş, renk ve tat üzerinde etkili olan ve antioksidan ve antikanserojen etkilerinin olduğu bildirilen fenolik bileşiklerdir.

Fenolik bileşikler nar ve nar sularının renkleri, antioksidan potansiyeli ve duyuşal özellikleri üzerinde önemli roller oynamaktadır. Fenolik bileşiklerin miktarı nar çeşidine, narların olgunluk durumuna, meyve suyu üretim uygulamalarına göre değişmektedir. Nar suları içerdikleri antosiyaninler (delfinidin, siyanidin ve pelargonidin) ve elajik tanenler (elajik asit, punikalajin ve punikalın) bakımından yüksek antioksidan kapasiteye sahiptirler. Bu özelliği nedeniyle son yıllardaki nar suyu üretimi ve tüketimi giderek artan bir eğilim göstermektedir.

Meyve suyunun bileşiminde bulunan ve kalite bakımından önemli özellikleri olan diğer bileşikler ise organik asitler ve şekerlerdir. Bu bileşiklerin yapıları miktarları lezzet profili ve duyuşal özellikleri önemli düzeyde etkilenmektedir. Organik asitler meyve sularında yapılan hilelerin belirlenmesinde kullanılan önemli bir kriterdir. Organik asit bileşimi ayrıca meyve sularının duyuşal özellikleri üzerine olan etkileri bakımından önem taşımaktadır. Önceki araştırmalarda, sitrik asitin nar sularındaki baskın asit olduğu belirtilmiştir. Nar sularında glikoz ve fruktoz olmak üzere iki adet şeker bulunmaktadır (Özgen ve ark., 2008; Ekşi ve Özhamamcı, 2009; Tezcan ve ark., 2009; Kelebek ve Canbaş, 2010).

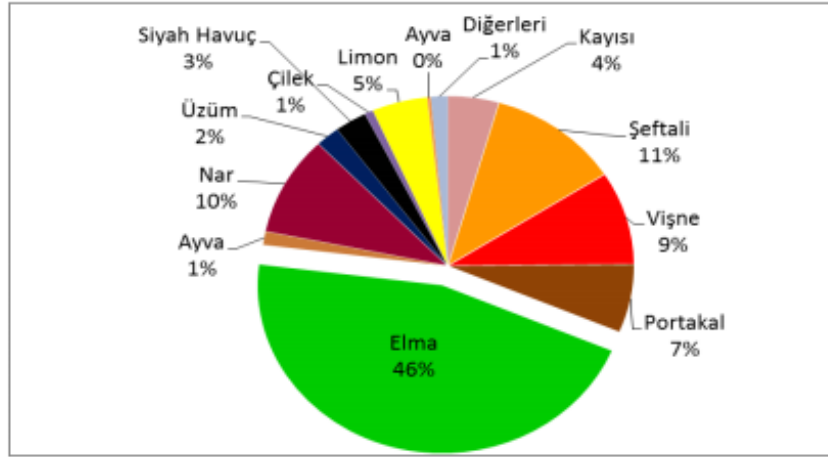
Berrak ve bulanık nar sularının kıyaslandığı ve üretim aşamalarının yukarıda açıklanan bileşenler üzerine etkilerini konu alan kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışma planlanmıştır.

Bu çalışmada; endüstriyel berrak ve bulanık nar suyu üretimi aşamalarından alınan nar sularının genel bileşimleri (briks, pH, asitlik, renk, organik asit ve şekerler), fenolik bileşik profilleri ve antioksidan kapasiteleri yönünden kıyaslanmasının yanı sıra bu parametrelerde işlem basamaklarına bağlı meydana gelen değişimlerin saptanması amaçlanmıştır.

## BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ

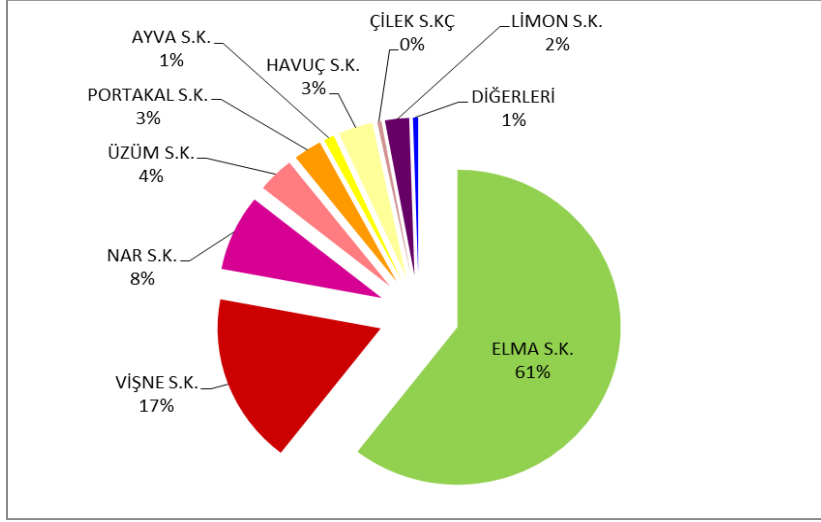
Türkiye, Dünya'nın önemli nar üreticisi ülkeleri arasında yer almaktadır. Nar yetiştiriciliği ülkemizin birçok yöresinde yapılmakla birlikte, özellikle Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de 2011 yılındaki nar üretimi yaklaşık 218.000 tona ulaşmış iken 2016 yılı verilerine göre toplam 465.200 tonluk nar üretimi gerçekleşmiştir. Akdeniz İhracatçılar Birliğinin 2017 yılı raporuna göre nar ihracatında, Türkiye 2016 yılında 179.920.284 kg ile bir önceki yıla göre % 19 oranında artış göstermiştir (AKİB, 2017).

2005 yılında nar suyuna işlenen miktar 17.600 ton dolayındayken, 2007 yılında 57.500 tona ulaşmıştır (Ekşi ve Özhamamcı, 2009; Elfalleh ve ark., 2011; Turfan ve ark., 2011; Fischer ve ark., 2011). 2010 yılında ise nar, meyve suyuna işlenen meyveler arasında payını %10'a çıkarmıştır. (Şekil 2.1). Bir ton nar suyu konsantresi için 12 ton meyve kullanılmaktadır (MEYED, 2011)



Şekil 2.1. 2010 yılında meyve suyuna işlenen meyve miktar dağılımı (%) (MEYED, 2011)

2010 yılı verilerine göre Türkiye'de üretilen meyve suyu konsantresi üretiminde elma ilk sırada yer almaktadır, nar ise %8 ile 3. sırada yer almaktadır. (Şekil 2.2).

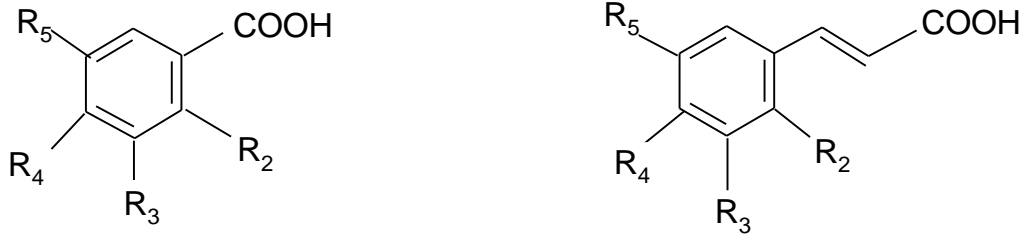


Şekil 2.2. 2010 yılında üretilen meyve suyu konsantrelerinin çeşit dağılımı (%) (MEYED, 2011)

**Fenolik Bileşikler:** Fenolik bileşikler benzen halkası içeren organik maddeler olup bitkilerde ikincil metabolitler olarak sentezlenmektedir. Kimyasal açıdan flavonoid olmayanlar (hidroksisinnamik, hidroksibenzoik asitler ve türevleri, fenolik alkoller) ve flavonoidler (antosiyantinler, flavon-3-ol monomerleri ve polimerleri, flavonoller ve proantosiyanidinler) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Benzoik asitlerin esterleşmesi sonucu oluşan hidrolize olabilen tanenler ve proantosiyanidinler (kondense tanenler), tanenler kategorisinde yer almaktadır (Ribéreau-Gayon ve ark. 2000).

**Fenolik asitler:** Fenolik asitleri, kimyasal yönden hidroksisinnamik (sinnamik) ve hidroksibenzoik (benzoik) asitler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Şekil 2.3) (Budic-Leto ve Lovric, 2002). Hidroksisinnamik asitlerin birbiri ile veya diğer asitlerle oluşturduğu esterlere ise hidroksisinnamik türevleri denilmektedir (Shahidi ve Nacz, 1995; Haslam, 1998).

Hidroksisinnamik asitler C3-C6 fenilpropan, hidroksibenzoik asitler ise C6-C1 fenilpropan yapısındadır (Ribéreau-Gayon ve ark., 2000). Fenolik asitleri, fenilpropan halkasına bağlanan hidroksil grubunun (-OH) sayısına ve konumuna göre adlandırılmaktadır (Shahidi ve Nacz, 1995). Narda en fazla bulunan fenolik asitler gallik asit, elajik asit, protokateşik asit, kaffeik asit, klorojenik asit, ferulik asit ve kumarikasittir (Poyrazoğlu ve ark., 2002; Mertens-Talcott ve ark., 2006).



Benzoik Asitler	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	Sinamik asitler
p-Hidroksibenzoik asit	H	H	OH	H	p-Kumarik asit
Protokateşik asit	H	OH	OH	H	Kafeik asit
Vanilik asit	H	OCH <sub>3</sub>	OH	H	Ferulik asit
Gallik asit	H	OH	OH	OH	
Sirinjik asit	H	OCH <sub>3</sub>	OH	OCH <sub>3</sub>	Sinapik asit
Salisilik asit	OH	H	H	H	
Gentisik asit	OH	H	H	OH	

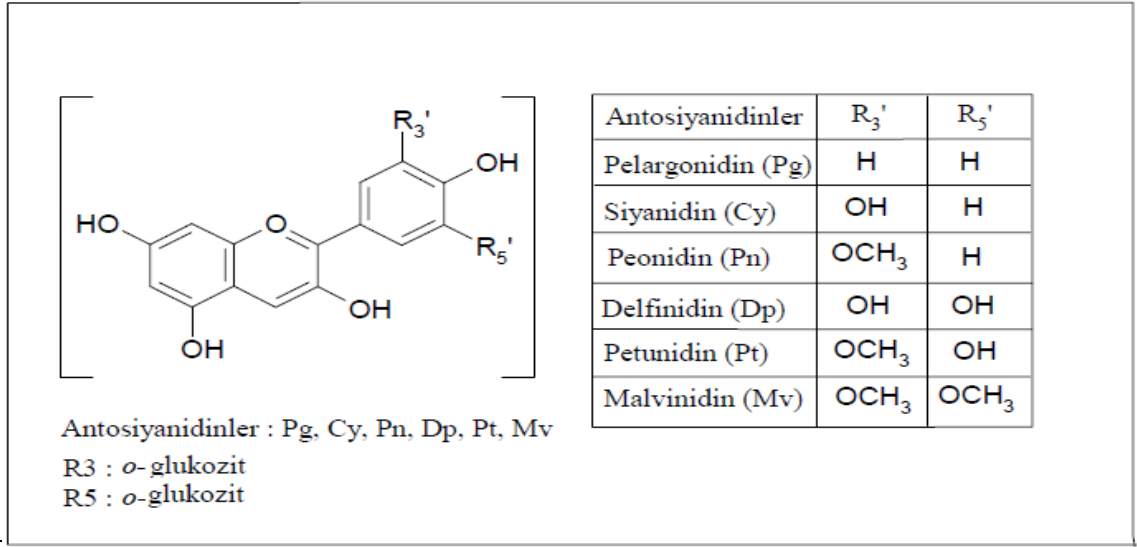
Şekil 2.3. Fenolik asitlerin genel yapısı: a) Benzoik asit türevleri b) Sinamik asit türevleri (Naczki ve Shahidi, 2004)

Fenolik asitleri renksiz bileşiklerdir ancak oksidasyona uğramaları durumunda sarı renkli bileşiklere dönüşmektedirler (Haslam, 1998). Fenolik asitlerinin meyve sularının tat ve aroması üzerine önemli etkileri bulunmamaktadır. Ancak, bazı mikroorganizmalar özellikle de *Brettanomyces* cinsi mayalar ve bazı bakteriler uçucu fenolik asitlerini sentezlemekte ve bunların bazıları aromayı olumsuz yönde etkilemektedir. Örneğin bunlar arasında etil fenol hayvansı bir koku vermektedir. Ayrıca ferulik asit ve p-kumarik asitin parçalanması sonucu vinil fenol oluşmakta ve bu da yağlı boya kokusu vermektedir (Ribéreau-Gayon ve ark., 2000).

Fenolik asitlerin miktarı ve bileşimi depolamaya ve meyve suyu üretim yöntemlerine bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Yapılan bir çalışmada bulanık ve berrak nar suları 150 gün süreyle +4°C depolandığında antioksidan aktivite değerinin %12-14 oranında azaldığı, elajik asit miktarının ise %49-103 oranında arttığı bildirilmiştir. Muhafaza süresince nar meyvesinin kabuğunda fazla miktarda bulunan elajik asidin meyve suyuna geçtiği saptanmıştır. Toplam fenolik madde miktarında ise %2-5 oranında azalma saptanmıştır. Depolama süresince nar suyunda fenolik maddelerin hidrolizasyon, kondensasyon vb. gibi nedenlerle yapılarının değişebileceği gösterilmiştir (Uzuner, 2008)

**Antosiyaninler.** Antosiyaninler çeşitli meyvelerdeki ve meyve sularındaki kırmızı, mavi ve mor tonlardaki renkleri veren, suda ve şıradaki az alkolde çok çözünen doğal renk pigmentleridir (Vardin ve Fenercioğlu, 2003). Bitkilerde iki yüze yakın antosiyanin

tanımlanmış olup bunların yaklaşık 70 tanesi meyvelerdedir (Shaidi ve Nazck, 1995). Antosiyaninlerin yapılarında heterosiklik bir halka olan pirilyum katyonu bulunmaktadır (Şekil 2.4). Pirilyum, yapısında pozitif yüklü oksijen bulunan bir oksanyum iyonudur. Antosiyanin bileşikleri flavilyum çekirdeğindeki eksik elektrondan dolayı aktif niteliktedir ve bu bileşiklerin reaksiyona girmeleri rengin açılmasına neden olmaktadır. Serbest aglikon halde bulunan antosiyanlara antosiyanidin ve heterozit haldekilere ise antosiyanin adı verilmektedir. Glikozit yapıdaki antosiyan, aglikon yapıdakine göre, daha stabildir (Cemeroğlu ve Artık, 1990; Canbaş, 1983).



Şekil 2.4. Antosiyanidinler ve antosiyanin pigmentlerinin yapısı (Naczk ve Shahidi, 2004)

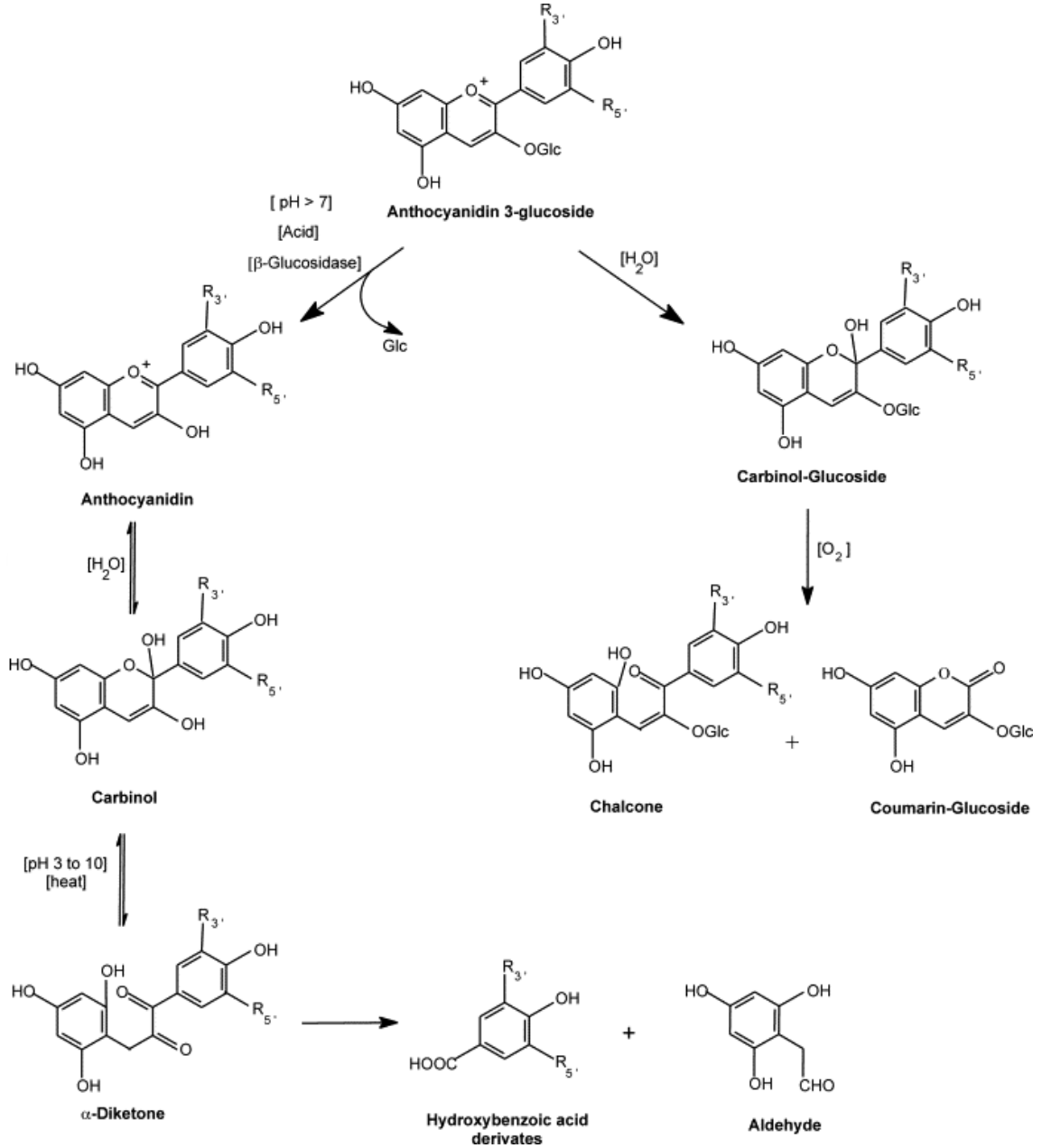
Antosiyanin yapısındaki hidroksil (OH) gruplarının artışına bağlı olarak mavilik ve metoksil (OCH<sub>3</sub>) gruplarının artışına bağlı olarak kırmızılık artmaktadır (Cemeroğlu ve Artık, 1990; Canbaş, 1983). Antosiyaninlerce zengin bir kaynak olan nar suyunun güçlü bir antioksidan potansiyele sahip olduğu çeşitli araştırmalarda bildirilmiştir. Antosiyanin miktarı ve bileşimi bitkinin genetik yapısı, yetiştirme süresindeki ışık, sıcaklık ve uygulanan tarımsal faktörlere göre önemli ölçüde değişmektedir (Shahidi ve Nazck, 2004). Narlarda bulunan en önemli antosiyaninler siyanidin, pelargonidin, peonidin, delfinidin, petunidin ve malvidindir. Yapılan çalışmalarda, nar suyunun fenolik bileşikleri bakımından özellikle de delfinidin ve siyanidin 3-glikozitler ve pelargonidin 3,5-diglikozitler bakımından zengin olduğunu göstermektedir (Du ve ark., 1975). Bir başka çalışmada nar sularında belirlenen başlıca antosiyanin bileşiklerinin delfinidin 3,5-diglikozit, delfinidin 3-glikozit, siyanidin 3,5-diglikozit, siyanidin 3-glikozit, pelargonidin 3,5-diglikozit ve pelargonidin 3-glikozit olduğu bildirilmiştir (Gil ve ark., 2000). Du ve ark. (1975), nar tanesinde ve kabuğunda bulunan pigmentlerin izolasyonu ve tanımlanması amacıyla yaptıkları çalışmada; nar tanesinden altı farklı antosiyanin bileşimini (siyanidin-3-glukozit, delfinidin-3-glukozit, siyanidin-3-5-diglukozit, delfinidin-3-5-diglukozit, pelargonin-3-glukozit, pelargonidin-3-5-diglukozit)



tanımlamışlardır. Alighourchi ve ark. (2008), nar sularındaki rengin temelini delfinidin 3-glikozit (2.19-16.29 mg/l), delfinidin 3,5-diglikozit (2.36-63.07 mg/l), pelargonidin 3-glikozit (0.26-1.36 mg/l), pelargonidin 3,5-diglikozit (0.01-8.11 mg/l), siyanidin 3-glikozit (5.78-30.38 mg/l), siyanidin 3,5-diglikozit (4.39-166.32 mg/l) bileşiklerinin oluşturduğunu bildirmişlerdir. Legua ve ark. (2012) İspanya'da yetiştirilen Mollar çeşidine ait 6 farklı suş üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada toplam antosiyanin miktarının 72 ile 200 mg/L arasında değiştiğini ve siyanidin-3-glikozitin baskın antosiyanin bileşiği olduğunu belirtmişlerdir.

Antosiyanin içeren gıdalarda, işleme ve depolama süresince oluşan renk değişimleri, monomerik antosiyaninlerin parçalanması ve esmer pigmentlerin oluşumundan kaynaklanmaktadır. Nar suyu ve konsantrelerinde bulunan kırmızı-viole renkler tüketiciler için önemli bir kalite kriteridir. Nar suyunun antosiyanin içeriği ve rengi üzerine durultma ve pastörizasyonun etkisinin incelendiği çalışmada söz konusu işlemlerin nar sularının antosiyanin içeriğinde sırasıyla %4-19 ve %8-14 azalmaya yol açtığı bildirilmiştir. Bu çalışmada ayrıca nar sularında baskın olan antosiyanin bileşiğinin siyanidin-3,5-diglukozit (%56) olduğu ve bunu miktarsal olarak siyanidin-3-glukozit (%25), delfinidin-3,5-diglukozit (%9), delfinidin-3-glukozit (%4), pelargonidin-3,5-diglukozit (%3) ve pelargonidin-3-glukozitin (%2) izlediği bildirilmiştir (Turfan, 2008).

Antosiyaninler çeşitli faktörlerin etkisiyle parçalanarak (Şekil 2.5), gıdalarda renk kaybına veya istenmeyen renk oluşumuna neden olmaktadır. Bu nedenle gıda maddesi çekiciliğini ve ticari önemini yitirmektedir. Antosiyaninlerin parçalanmasına yol açan en önemli faktör ise sıcaklık-süre ilişkisidir. Termal uygulamalar süreye bakılmaksızın, antosiyaninlerde parçalanmaya neden olmaktadır. Bu degradasyon sıcaklık ve sürenin etkisiyle depolama boyunca devam etmektedir (Kırca 2004).



Şekil 2.5 Antosiyanidin 3-glikozitin degradasyon mekanizması (Stintzing ve Carle 2004).

Özkan (2009) ülkemizde yetiştirilen nar çeşitlerinin bazı kimyasal niteliklerini incelediği çalışmada, toplam antioksidan aktivite değerini 17.1-24.6 mM Troloks/L aralığında ve toplam fenolik madde içeriğini ise 1359-2028 mg/L gallik asit aralığında tespit etmiştir. Endüstriyel açıdan en çok tercih edilen Hicaz çeşidinde toplam fenolik madde 1773 mg/L gallik asit, antosiyanin 273 mg/L ve antioksidan kapasite ise 18.7 mM troloks/L olarak tespit edilmiştir. Hicaz çeşidinde belirlenen antosiyaninlerin miktarsal olarak sırasıyla siyanidin-3,5-diglukozit (%55), siyanidin-3-glukozit (%26), delfinidin-3,5-diglukozit (8%), delfinidin-3-glukozit (5%), pelargonidin-3,5- diglukozit (3%) ve

pelargonidin-3-glukozit (2%) olduğu saptanmıştır. Araştırmada çeşide bağlı olarak toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, antosiyanin değerlerinin önemli ölçüde değiştiği bildirilmiştir.

Nar sularındaki tağşişin belirlenmesine yönelik fenolik madde profilinin ele alındığı bir çalışmada, nar suyuna % 5, % 10 ve % 20 oranlarında kiraz, vişne ve mor havuç suları ilave edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı siyah havuçta 1374 mg GAE/100 g, nar suyunda 534 mg GAE/100 g, vişne suyunda 501 mg GAE/100 g ve kiraz suyunda 383 mg GAE/100 g olarak tespit edilmiştir. Nar suyunda antosiyaninlerden siyanidin-3,5-diglikozit, siyanidin-3-glikozit, delfinidin-3,5-diglikozit, pelargonidin-3-glikozit ve delfinidin-3-glikozit; flavanollerden gallokateşin, gallik asit ve kateşin; fenolik asitlerden ise elajik asit, gallik asit ve klorojenik asit tespit edilmiştir. Nar suyuna kiraz ve vişne ilavelerinde toplam antioksidan kapasitelerinde genel olarak düşüşler gözlemlenirken siyah havuç suyu ilavesi ile antioksidan kapasitelerinde artışlar olduğu saptanmıştır (Ongan, 2016).

Endüstriyel nar suyu konsantresi üretim prosesleri aşamalarında (parçalama, presleme, enzimasyon, durultma, pastörizasyon ve evaporasyon) ve depolama süresince fenolik bileşenler ve diğer kalite özelliklerindeki değişimlerin incelendiği çalışmada siyanidin-3-glikozit, siyanidin-3,5-diglikozit, delfinidin-3-5-diglikozit, delfinidin-3-glikozit, malvinidin-3,5-diglikozit, pelargonidin-3,5-diglikozit, pelargonidin-3-glikozit olmak üzere 6 adet antosiyanin bileşiği tespit edilmiştir. Nar sularında ve konsantrelerinde kafeik asit, gallik asit, p-kumarik asit, vanilik asit, sinapik asit, klorojenik asit, protokateşol, kuersetin, kateşin hidrat, rutin, kamferol, şirinjik asit ve elajik asit olmak üzere toplam 13 adet fenolik bileşik izlenmiştir. Uygulamalar sonucu antosiyanin içeriğinde yaklaşık % 28 oranında bir azalma olduğu saptanmıştır. Üretim aşamalarında uygulanan işlemler p-kumarik asit, gallik asit ve ellajik asit miktarlarında % 56 , % 43 ve % 42 oranlarında, rutin, (±)-kateşin hidrat, şirinjik asit, klorojenik asit ve kuersetin miktarlarında % 90 , % 76, % 45, % 32 ve % 6 azalmaya neden olurken vanilik asit miktarında % 17'lik bir artışa neden olmuştur (Karaca, 2011).

İspanya'nın 'Mollar' nar çeşidinden elde edilen berrak ve bulanık meyve sularının antosiyanin stabilitesi ve antioksidan aktivitesi üzerine proses ve depolama koşullarının etkisinin incelendiği çalışmada durultma işleminin antosiyanin içeriğini önemli ölçüde azalttığı saptanmıştır. Termal uygulamaların (65°C de 30 saniye ve 90°C'de 5 saniye) polimerik antosiyanin formunu azalttığı, monomerik yapıdakileri ise arttırdığı bildirilmiştir. Çalışmada, depolama sıcaklığının test edilen parametreler üzerinde etkili başlıca faktör olduğu; siyanidin 3-O-glukozitin (Cy3G), delfinidin 3,5-diglukozit (Dp3,5dG) ve siyanidin 3,5-diglukozit (Cy3,5dG) bileşiklerine göre kararsız yapıda olduğu saptanmıştır. Oksijen

radikalli absorbans kapasitesi (ORAK) ile toplam monomerik antosiyaninler arasında lineer bir ilişki gözlemlenmiştir (Vegara ve ark., 2013).

Uysal Pala ve Kırca Toklucu (2011) nar suyu termal olmayan bir teknoloji olan UV-C işlemine tabi tutarak antosiyaninler, polimerik renk, antioksidan aktivite ve toplam fenolik içeriği gibi meyve suyunun başlıca kalite özelliklerinde değişiklikleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kontrol (ısıl işlem uygulanmamış) ve ısıl işleme tabi tutulmuş (90 °C, 2 dakika) meyve suyu örnekleri ile karşılaştırmışlardır. UV-C uygulaması nar suyunun kalite özelliklerini ısıtma işleminden daha iyi koruduğu saptanmıştır. UV-C muamelesinden sonra, nar suyunun toplam monomerik antosiyanin içeriğinin değişmediği görülmüş ve bireysel antosiyanin pigmentlerinde % 8-16 arasında azalma olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, nar suyunun antosiyanin içeriği, ısıl işlemde önemli derecede etkilenmiştir ( $p < 0.05$ ) ve bu süreçten sonra antosiyanin pigmentlerinin % 15 – 28 oranında kayba uğradığı saptanmıştır. Ayrıca, kontrol ve UV-C ile muamele edilen nar suyu örnekleri arasındaki farklar polimerik renk değerleri açısından önemsiz bulunurken ( $p > 0.05$ ), nar suyunun polimerik rengi ısıl işlemde önemli derecede etkilenmiştir ( $p < 0.05$ ). UV-C ve ısıl uygulamalar sonrasında trolox eşdeğer antioksidan kapasite (TEAC) analizi ve nar suyunun toplam fenolik içeriği ile değerlendirilen antioksidan kapasitede önemli bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir.

Vegara ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada ticari nar (Mollar çeşidi) sularında Cy3,5dG (19.30 mg/L), Dp3,5dG (17.87 mg/L) ve Cy3G (12.91 mg/L) bileşikleri saptanmıştır. Bu çalışmada, punikalajin miktarı 503-762 mg/L, punikalinler 239-364 mg/L ve serbest elajik asit miktarı ise 268-389 mg/L olarak tespit edilmiştir. Meyve suyu örneklerinin yüksek miktarda toplam fenolik (1136–3581 mg/L) ve yüksek ABTS radikal süpürücü (18-31 mmolTrolox/L) potansiyeline sahip olduğu saptanmıştır.

Çelik ve Bahçeci (2015) nar suyu konsantresi üretimi üzerine geleneksel evaporasyon (GTE), membran destilasyon ve osmotik destilasyon proseslerinin etkilerini belirlemek amaçlı çalışma yürütmüşlerdir. Antosiyaninlerin membran sistemlerde minimum kaybı söz konusu iken GTE tekniğinde % 50'ye varan kayıp görülmüştür. Ayrıca uygulanan farklı presleme tekniklerinin de kabukla beraber preslenen örneklerde, tanelenerek preslenen örneklere göre toplam fenolik madde miktarının % 54, antioksidan kapasite içeriğinin ise % 32 oranında daha fazla olduğu saptanmıştır.

Legua ve ark. (2016) İspanya'da yetiştirilen 19 nar çeşidinin fenolik ve antosiyanin bileşimlerini HPLC-DAD-ESI-MS/MS kullanılarak analiz ettikleri çalışmada ayrıca antioksidan aktivite, organik asit, şeker profili ve renk bileşimlerini de ölçmüşlerdir. 10 fenolik bileşik (hidrolize olabilen tanenler ve elajik asit türevleri) ve 8 antosiyanin

(siyanidin 3-O-diglukozit ve siyanidin 3,5-O-diglukozit) bileşiminin tanımlandığı çalışmada, toplam antosiyanin miktarı 217-259 mg/L, antioksidan kapasite 149-172 mgTrolox/100 mL ve toplam fenolik madde 90-145 mg GAE/ 100 mL olarak saptanmıştır.

Mousavinejad ve ark. (2009) İran'da yetiştirilen sekiz farklı nar çeşidinin fenolik içeriklerini araştırdıkları çalışmada delfinidin 3,5-diglukozit (372-5301 mg/L) baskın antosiyanin olduğunu ve bu bileşiği siyanidin 3,5- diglukozit (242-2361 mg/L), delfinidin 3-glukozit (49-1042 mg/L) ve pelargonidin 3,5-diglukozitin (7-90 mg/L)'in takip ettiği bildirilmiştir. Çalışmada elajik asit miktarı 160mg/L olarak saptanmış ve antioksidan aktivitenin ise çeşide bağlı olarak 18-24 mM Trolox/L arasında değiştiği saptanmıştır. Elde edilen antioksidan kapasite ile toplam fenolik bileşikler arasında yüksek korelasyon katsayıları elde edilmiştir.

Öztürk Yılmaz ve ark. (2016) nar kabuğu ve nar suyunu antioksidan kapasite ve fenolik madde açısından inceledikleri çalışmada Ekşi ve Zivzik narların nar kabuklarında fenolik madde içeriklerini sırasıyla 715 mg/g ve 834 mg/g GAE olarak, antioksidan kapasiteleri ise 3117 µmol/g ve 2592 µmol/g trolox eşdeğeri olarak tespit edilmiştir. Nar sularında ise fenolik madde içerikleri sırasıyla 38 mg/g ve 8,19 mg/g, toplam antioksidan aktiviteleri ise 2870 µmol/g ve 3200 µmol/g trolox eşdeğeri olarak tespit edilmiştir.

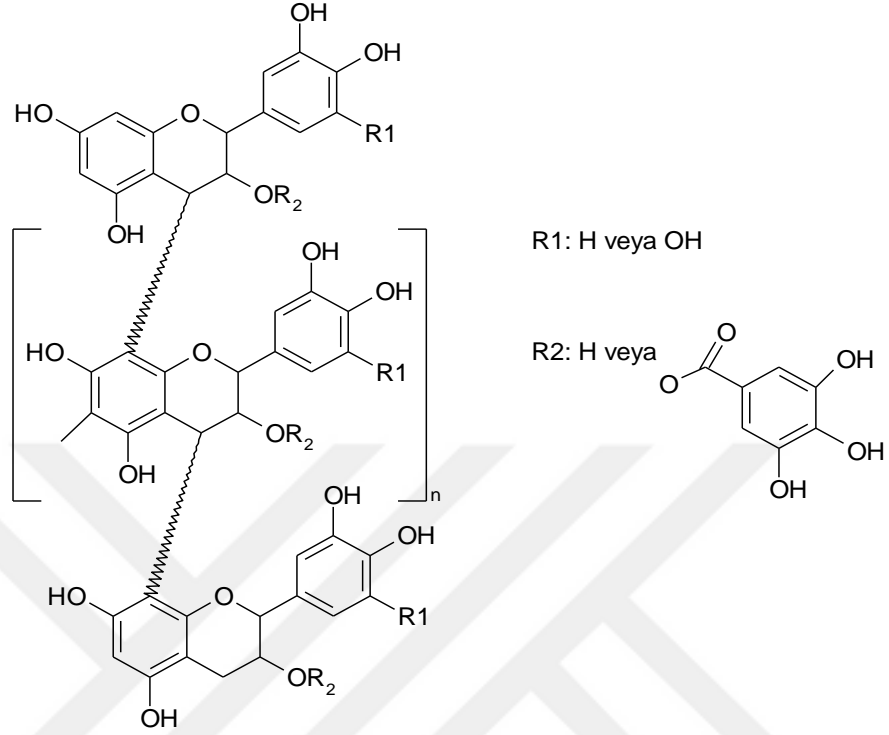
Cassano ve ark. (2011) ultrafiltrasyon ile askıda katı maddeler tamamıyla uzaklaştırılırken, polifenol ve antosiyaninlerde ise sırasıyla %17 ve % 12 oranında kayıp olduğunu bildirmişlerdir.

Türkyılmaz ve Özkan, (2014) Türkiye'de yetiştirilen tescilli 9 nar çeşidinden elde edilen nar suyu örneklerinde kondanse tanen (31-155 mg/L) ve antosiyanin içeriklerini (47-405 mg/L) araştırmışlardır. Araştırmacılar bu bileşiklerin çeşide bağlı olarak önemli farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

**Tanenler:** Diğer adıyla proantosiyanidinler, protein ve polisakkarit gibi diğer bitkisel polimerlerle bileşik oluşturabilen, monomer yapılı flavan-3-ol bileşiklerinin C4-C8 veya C4-C6 şeklinde interflavan bağı ile bağlanmasıyla oluşan polimer yapılı bileşiklerdir (Sarni-Manchado ve ark., 1999). Tanenler, kimyasal olarak, hidrolize olabilen tanenler ve kondanse tanenler (kateşik tanenler) olarak iki gruba ayrılmaktadır (Elfalleh ve ark., 2011; Haslam, 1998).

Hidrolize olabilen tanenler, fenolik asitleri ve türevlerinin karbonhidratlarla oluşturduğu esterlerdir. Karbonhidrat molekülü genellikle glikozdur (Puech ve ark., 1999; Haslam, 1995). Hidrolize olabilen tanenler grubunda yer alan gallotanen ve elajik tanen, asit hidrolizi sonucunda gallik asit ve elajikasite parçalanmaktadır. Hidrolize olabilen

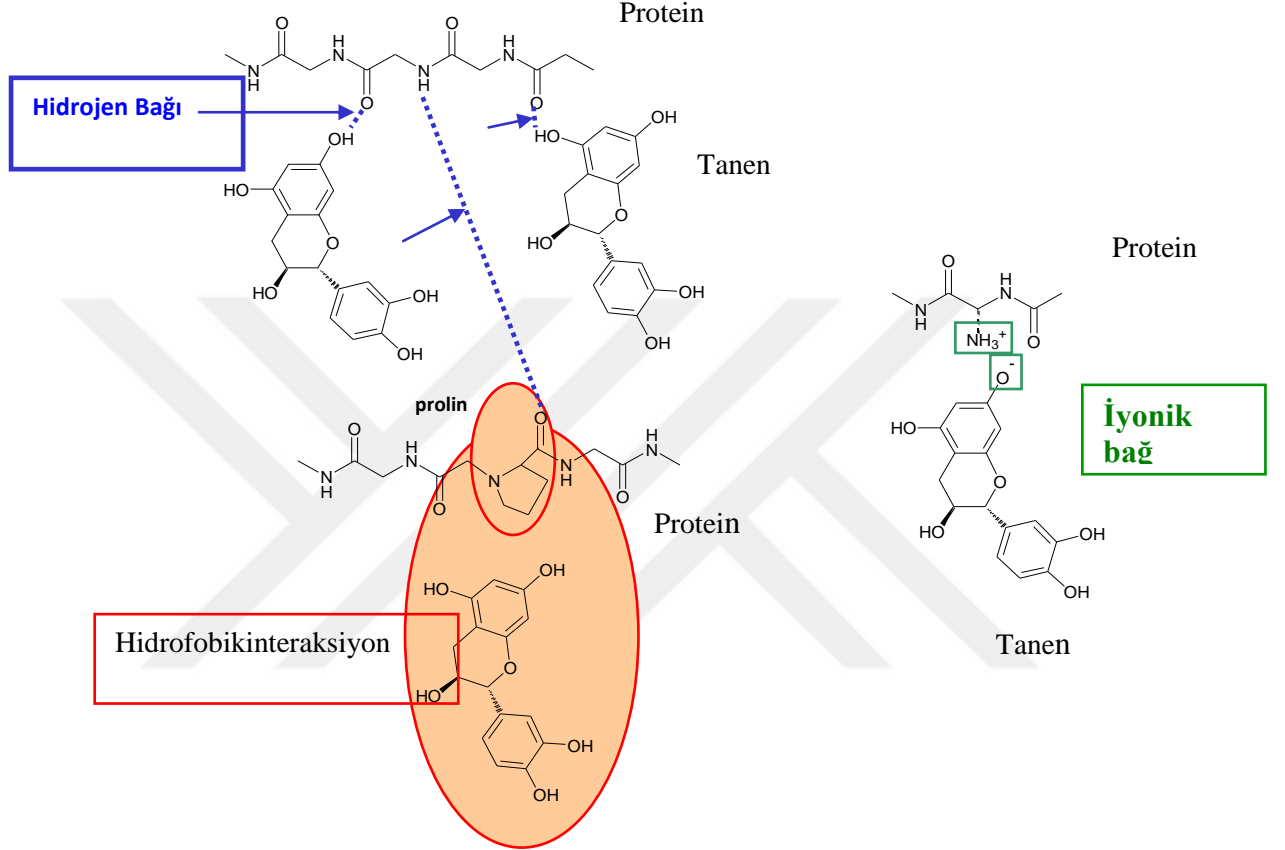
tanenler hekzahidroksidifenik ve nanohidroksitriphenikasitin glikoz ile esterleşmesi sonucu oluşmaktadır (Jourdes, 2003).



Şekil 2.6. Tanenlerin (proantosiyandinlerin) genel yapısı (Saucier ve ark., 2001).

Kondanse tanenler ise flavan-3-ol veya kateşinlerin polimerizasyonu sonucu oluşan kompleks yapılu bileşiklerdir. Kondanse tanenlerin temel yapısını (+)-kateşin ve (-)-epikateşin oluşturmaktadır (Şekil 2.6). Kondanse tanenler asit ortamında ısıtıldıklarında kırmızı renkli siyanidinler oluşmaktadır. Bu nedenle kondanse tanenlere 'prosiyanidinler/proantosiyandinler' veya 'lökosiyanidinler' olarak da adlandırılmaktadır (Ribéreau-Gayon ve ark., 2000).

Tanenlerin molekül ağırlığı polimerizasyon derecesine bağlı olarak 600 ile 7000 Dalton (yaklaşık 20 flavan-3-ol ünitesi karşılığı) arasında değişmektedir. Polimerizasyon derecesi arttıkça tanenlerin renkleri sarıdan kahverengine dönmektedir (Merken ve Beecher, 2000). Tanenlerin en belirgin özellikleri proteinli maddeler ve jelatin ile bileşikler yapmalarıdır (Uzuner ve ark., 2011; Sarni-Manchado ve ark., 1999). Tanen ile proteinin



Şekil 2.7 Tanen-protein intreaksiyonu (Mirabel, 2000).

bağlanmasında hidrofobik etki ve hidrojen bağı etkili olmaktadır (Şekil 2.7). Reaksiyon üzerinde kovalent ve iyonik bağlar da rol oynamaktadır ancak bu bağların etkisi pek önem taşımamaktadır (Mirabel, 2000; Saucier ve ark., 2001). Tanenlerin bir diğer önemli özelliği ise acılık vermeleridir. Molekül ağırlığı düşük olan tanenler acılığa neden olurken, yüksek molekül ağırlıklı polimerler burukluğu arttırmaktadır (Glories, 1999).

Nar suyundaki hidrolize olabilir tanenler gallotanen ve elajik asit tanenlerinden oluşmaktadır. Nar suyunda en fazla bulunan hidrolize olabilir tanen punikalajin (1500-1900 mg/l)'dir (Shahidi ve Nacz, 2004). Gil ve ark. (2000) nar sularındaki toplam fenolik bileşikleri içeriğini ve antioksidan kapasitelerini araştırdıkları çalışmada, punikalajin miktarının 1500-1900 mg/l ve antioksidan kapasitenin 18-20 TEAC arasında değiştiğini ve nar sularındaki antioksidan kapasitenin şarap ve yeşil çaydakinden 3 kat fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Li ve ark. (2006) narın kabuk ve meyve etinde bulunan fenolik bileşikleri üzerinde yaptıkları araştırmada, kabuk kısmındaki toplam fenolik madde, proantosiyanidin ve flavonoid bileşiklerinin ve dolayısıyla antioksidan kapasitenin meyve etinden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Gullon ve ark. (2016) nar kabuğu ununun fenolik profili ve antibakteriyel özellikleri yönünden gıda endüstrisinde doğal antimikrobiyel ajan olarak uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Bu kapsamda nar kabuğu ununun *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* ve *Salmonella sp.* bakteri suşlarına karşı etkileri test edilmiştir. Nar kabuğu ununun HPLC analizleri sonucu toplam 8 adet fenolik bileşik tespit edilmiş ve punikalajinin (16.67 mg/g) nar kabuğu ununun ana bileşeni olarak saptanmıştır. Bu bileşiğin yanısıra önemli miktarda elajik asit (0.15 mg/g) tespit edilmiştir. Nar kabuğu ununun test edilen tüm bakterilere karşı 20 ve 50 mg / mL arasındaki minimum inhibitör konsantrasyonları ile antibakteriyel aktivitesi olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel aktivitenin mikroorganizmalar üzerindeki etkileri azalan sırayla *Salmonella sp* = *E. Coli* = *S. aureus* = *L. Monocytogenes* > *P. Aeruginosa* > *L. innocua* olarak tespit edilmiştir.

Vegara ve ark. (2014) ticari nar sularında punikalajin miktarını 503 ve 763 mg/L, punikalajin miktarını 240 ve 365 mg/L ve serbest elajik asit miktarını 269-389 mg/L arasında tespit etmişlerdir.

Fischer ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada nar kabuğu, mezokarp ve danelerden ekstre edilmiş ekstraktlar ile meyve sularında bulunan fenolik bileşikleri HPLC-DAD-ESI/MS<sup>n</sup> kullanarak karakterize etmişlerdir. Çalışmada 9'u antosiyanin, 2'si gallotanen, 22'si ellajitanen, 2'si gallail ester, 4'ü hidrosibenzoik asit, 7'si hidrosisinnamik asit ve 1'i dihidroflavonol olmak üzere toplam 48 adet bileşik tespit etmişlerdir. Nar meyvelerinde ilk kez siyanidin-pentosit-hekzosit, valoneik asit bilakton, brevifolin karboksilik asit, vanillik asit 4-glukozit ve dihidrokimferol-hekzosit saptanmıştır. Araştırılan tüm örneklerde ellajitanenlerin baskın olduğu; bunu punikalajinin izlediği saptanmıştır. Hammaddelerin seçimi, danelerin ve kabuğun birlikte ekstraksiyonu ve basınç, nar suları içindeki fenoliklerin profillerini ve miktarını belirgin şekilde etkilemiş ve iyi tanımlanmış fonksiyonel özelliklere sahip ürünler elde etmek için bu parametrelerin optimize edilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır.

Ambigaipalan ve ark. (2017) Kaliforniya eyaletinde yetişen ve narlardan elde edilen nar çekirdekleri (NÇ) ve nar sularını (NS) fenolik bileşikler yönünden incelemişlerdir. NÇ ve NS ekstraktlarında HPLC-DAD-ESI-MS/MS kullanılarak 13'ü fenolik asit, 8'i flavonoid, 12'si hidrolize olabilir tanen, 1'i proantosiyanidin ve 12'si antosiyanin olmak üzere



toplamda 47 adet fenolik bileşik tespit edilmiştir. Vanilik asit, NÇ'nin çözünmeyen bağlı fraksiyonunda tespit edilmiş olup NS'de tespit edilmemiştir. NÇ'de gallik asit baskın fenolik asit olarak saptanmıştır. Naringenin hekzosit NÇ'de baskın flavonoid olarak tanımlanmış olup bunu kateşin takip etmiştir. Baskın hidrolize olabilir tanen olan ellajik asit NÇ'de (~220 µg /100 g kuru ağırlık), NS'ye (~1 µg /100 g kuru ağırlık) kıyasla daha yüksek miktarda bulunmaktadır. Nar çekirdeğinde siyanidin-3-O-pentozit, pelargonidin-3-O-glukozit, siyanidin-3-O glukozit ve delfinidin-3-O- glukozit olarak adlandırılan dört antosiyanin tanımlanırken NS'de 12 adet antosiyanin tanımlanmıştır.

Sentandreu ve ark.(2013) Wonderful narlardan elde edilen nar sularının renkli ve renksiz fenolik içeriklerini HPLC-DAD-ESI<sup>+</sup>/MS<sup>n</sup>kullanarak kapsamlı olarak incelemiştir. İyon trap özelliğinden dolayı yüksek verimli tanımlama kapasitesi ile farklı MS<sup>n</sup> iyonları esas alınarak toplam 151 fenolik, 65 antosiyanin, antosiyanin-flavanol ve flavanol-antosiyanin türevi bileşikler tespit etmişlerdir. Bu bileşiklerin 25 'i ilk kez nar suyunda tespit edilirken bunların yanı sıra siyanidin ve pelargonidin triheksositlerde tespit edilmiştir. Presleme ile elde edilen nar sularında ise toplam 86 adet renksiz fenolik bileşik tanımlanmıştır. Bunların 9 'u meyve suyunda ilk kez tespit edilmiştir.

Nuncio-Jáuregui ve ark. (2015) 9 İspanyol nar çeşitlerinin antioksidan özellikleri ham ve tam olgun aşama olmak üzere iki gelişme evresinde incelemiştir. Elajik asit ve türevi 35 adet bileşik LC-PDA-QTOF / MS ile tanımlanmış ve UPLC-PDA yöntemleriyle miktarı tespit edilmiştir. Belirlenen bileşiklerden, sadece 7 tanesi hem ham ve hem de olgunlaşmış meyvelerde saptanmıştır. Elajik asit türevlerinin toplam içeriği, olgunlaşmış meyvelerle (608-2905 mg /100 g) karşılaştırıldığında, ham meyvelerde (3521-18.236 mg/100 g) daha yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Olgunlaşmış meyveler, ham meyvelerden daha düşük antioksidan değerlere sahipken, ekşi tatlı çeşitlerin elajik asit ve antioksidan yönünden daha yüksek değerlere sahip olduğu bildirilmiştir. Deneysel sonuçlar doğrultusunda nar meyvelerinin gıda, ilaç ve kozmetik endüstrilerinde takviye olarak kullanılmasının incelenmesi potansiyelinin olduğu belirtilmiştir.

Rinaldi ve ark. (2013) farklı ayıklama (kabuktan danelerin ayrımı) ve durultma koşullarında elde edilen nar suyu özelliklerini inceledikleri çalışma sonucunda, ayıklama prosedürlerinin nar suyunun kompozisyonunu ve organoleptik özelliklerini büyük ölçüde etkilediği ve pres öncesinde kabuk içeriğinin, toplam polifenoller, antioksidan kapasite ve meyve suyunun algılanan acılığı arasında pozitif korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Pektolitik enzimlerle yapılan uygulamalar ise polifenoller (yaklaşık 2 misli) ve bulanıklığın (% 40) azalmasına neden olmuştur.

Li ve ark. (2015) tarafından Çin'in farklı bölgelerinden ve farklı çeşitlerden elde edilen nar sularında çözümlü kuru madde miktarı (13.97–16.30 briks), şeker içeriği (62.82–110.70 g/L), titre edilebilir asitlik (2.657–36.62 g/L), toplam fenolik madde (3.15–7.43 mg GAE /mL), flavonoidler (0.045–0.335 mg QuE -kuersetin eşdeğeri/mL), tanenler (0.540–2.531 mg TaE-tanen asit eşdeğeri/mL) ve antosiyaninler (0.004–0.160 mg CyE siyanidin 3-glikozit eşdeğeri/mL) tespit edilmiştir. Şeker/asit oranı, titrasyon asit içeriği, toplam flavonoid konsantrasyonu ve antioksidan kapasite potansiyeli tatlı ve ekşi çeşitlere bağlı olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Olgunlaşma dönemindeki sıcaklık ve enlem bölgesinin nar suyu polifenol ve antioksidan potansiyel düzeylerini önemli ölçüde değiştirdiği saptanmıştır.

Hmid ve ark. (2017) Fas'ta yetiştirilen 18 nar çeşidinden elde edilen nar sularının antioksidan kapasitelerini DPPH (2,2, difenil 1-pikri hidrazil), FRAP (Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç) ve ABTS (2,2-azinobis-3-ethylbenzotiyazolin-6-sulfonat) yöntemleri ile ve fenolik bileşikler ise kalitatif ve kantitatif olarak HPLC ile analiz edilmişlerdir. Çeşitler arasında farklılıklar olmakla beraber nar sularının oldukça yüksek antioksidan kapasite ve toplam fenolik içeriğe (1385 - 9476 mg GAE/L) sahip olduğunu bildirmişlerdir. Nar suyunun antioksidan kapasite ve flavonoid içerikleri arasında yüksek korelasyon katsayılarının olduğunu saptamışlardır. Analiz edilen çeşitlerde gallik, klorojenik, kafeik, ferulik, elajik asitler, kateşin, epikateşin, floridizin, kuersetin ve rutin bileşiklerini kalitatif ve kantitatif olarak saptamışlardır.

Mirdehghan ve Rahemi (2007) nar meyvesinin tanelerinde ve kabuğunda toplam fenolik bileşiklerin, makro ve mikro besin öğelerindeki değişimleri çiçeklenme sonrasında tam olgunluk aşamasına kadar farklı aşamalarda incelemişlerdir. Toplam fenolik bileşiklerin seviyesinin hem kabukta hem de meyve tanelerinde erken büyüme evresinde artış gösterdiği, fakat olgunlaşma boyunca genel olarak azaldığı ve hasat zamanı sırasıyla tanelerde ve kabukta gramdaki kuru ağırlıkta 3.7 ve 50.2 mg'a ulaştığını saptamışlardır. Kabuktaki toplam fenoliklerin miktarı nar meyvesinin tanelerinden daha yüksek düzeylerde tespit edilmiştir. Tanelerdeki ve kabuktaki çoğu elementin konsantrasyonunun, meyvenin büyümesi ve gelişmesi boyunca azaldığı bildirilmiştir. Hasat döneminde, hem tanelerde hemde kabukta makro besinlerin konsantrasyonunun miktarının sırasıyla,  $K > N > Ca > P > Mg > Na$  şeklinde değiştiği ve özellikle olgunluğun ilk aşamalarında tanelerdeki mikro besin öğelerinin miktarlarının kabuktakilerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Danelerdeki mikro besinlerin göreceli sırası  $B > Fe > Zn > Cu > Mn$  şeklindedir. Çalışmada sonucunda, meyvenin büyüme ve gelişme aşamalarında toplam fenoliklerin miktarının ve makro ve mikro besinlerin değişimi etkilediği ve nar meyvesinin biyoaktif bileşenler ve mineraller bakımından iyi bir kaynak olabileceği belirtilmiştir.

**Şekerler:** Şeker miktarı organik asitlerle birlikte meyvelerde olgunluğun belirlenmesinde ve meyve sularına hilelerin yapılıp yapılmadığı konusunda kullanılan önemli parametrelerdir. Nar çeşitlerine göre indirgen ve toplam şeker miktarları farklılık göstermektedir. İndirgen şekerler bütün çeşitlerde, toplam şekerin %90'ını oluşturmaktadır. İndirgen olmayan şekerler çok düşük miktarlardadır. İnce tabaka kromatografisi tekniği ile yapılan bir çalışmada, nar suyunda glikoz ve fruktozun baskın olduğunu bildirmişlerdir (Cemeroğlu, 1977). Nar üzerine yapılan benzer çalışmalarda glikoz ve fruktozun yanı sıra sakaroz ve maltozun da bulunduğunu belirtmişlerdir (Legua ve ark., 2012). Narlarda glukoz ve fruktoz miktarları birbirine çok yakın olmasına rağmen glukoz/fruktoz oranı daima 1.0'ın altında bulunmuştur (Ünal ve ark., 1995). Vardin (2000), pastörize nar suyu ve nar suyu konsantresinin elde edilme yöntemleri ve saklama olanakları üzerinde yaptığı çalışmasında, nar suyunun indirgen şeker miktarı ile HMF miktarı arasında negatif bir korelasyon olduğunu bildirmiştir.

**Organik asitler:** Narlarda bulunan organik asitler sitrik, malik, fumarik, tartarik ve laktik asittir. Narlarda baskın olan asit sitrik asittir. Nardaki sitrik asit birikimi, olgunlaşma aşamasına ve ekolojik koşullara bağlı olarak değişmektedir (Saxena ve ark., 1987; Melgarejo ve ark., 2000). Asit içeriği bakımından çeşitler arasında önemli farklılıklar göstermekte ve narların sınıflandırılmasında (tatlı, ekşi, mayhoş) kullanılmaktadır. Saxena ve ark. (1987), narda sitrik asitin baskın olmakla birlikte malik, okzalik, süksinik ve tartarik asit gibi diğer asitleri de içerdiğini bildirmişlerdir. Türkiye'de yetişen narların genel bileşimleri ve organik asit ve fenolik bileşikleri içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada, titrasyon asitliğinin 4.58-17.30 g/l (ortalama 9.82g/l) ve toplam şeker içeriğinin 139.6-160.6g/l (ortalama 148.75 g/l) arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca, tüm örneklerde sitrik asitin baskın (0.33-8.96 g/l) organik asit olduğu ve bunu malik asitin (0.56-6.86 g/l) izlediği belirtilmiştir. Tartarik, okzalik, kuinik ve süksinik asit miktarlarının sırasıyla 0.28-2.83, 0.02-6.72, 0.00-0.82 ve 0.00-1.54g/l arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Poyrazoğlu ve ark., 2002). Hicaz çeşidinde tanımlanan organik asitler sırasıyla sitrik asit (%73.9), malik asit (%9.3), süksinik asit (%8.9), ve tartarik asit olarak tespit edilmiştir (Özkan, 2009).

Özhamamcı (2008) 23 farklı nar suyu konsantresinin organik asit, şeker, sorbitol ve mineral madde yönünden incelediği çalışma sonucunda sitrik asit 6.6-13.6 g/L, L-malik asit 0.5-0.9 g/L, D-sorbitol 0.5-1.8 g/L, izositrik asit 3.9-86 mg/L, (14.0 brikse göre) titrasyon asitliği 8.3-17.4 g/L, formol sayısı 8.6-16.2 mL' 0.1N NaOH/100 mL, K 2093-2517 mg/L, P 93-151 mg/L, Ca 11-149 mg/L, Mg 21-104 mg/L, Na 20-128 mg/L, glukoz 45.8-65.6 g/L, fruktoz 48.4-69.9 g/L, sakkaroz 0-1.5 g/L, glukoz/fruktoz oranı ise 0.7-1.1 ve toplam şeker 96-137 g/L aralığında tespit etmiştir.

Yıldız Turgut ve Seydim (2013) Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen beş adet nar çeşidi ve altı adet nar genotipine ait meyve sularında pH, titrasyon asitliği, organik asit, suda çözünür kurumadde miktarı ve şeker bileşimleri saptanmıştır. Nar suyu örneklerinde pH (2.87-3.92), titrasyon asitliği (%0.45-1.96), SÇKM (14.9-16.6°Briks) değerlerinde önemli farklılık saptanmamıştır. Nar suyu örneklerinde baskın organik asidin sitrik asit (306.453-1731.615 mg/100 ml) olduğu, bunu malik asit (31.533-185.325 mg/100 ml), okzalik asit (25.712-40.431 mg/100 ml) ve tartarik asitin (0.121-32.427 mg/ 100 ml) izlediğini bildirmişlerdir. Nar suyu örneklerinde sakkaroz 0.04-0.07 g/100 ml, fruktoz 6.85-7.55 g/ 100 ml, glukoz 6.88-8.50 g/100 ml, maltoz 0.10-0.13 g/100 ml ve toplam şeker 13.90-16.18 g/100 ml arasında tespit edilmiştir.

Askorbik asidin tüm bitki hücrelerinde birçok biyolojik işlevi bulunmaktadır. Bir antioksidan olarak hücrelerde esmerleşmeyi yani oksidasyonu doğrudan ya da dolaylı olarak önlemektedir (Smirnoff, 1996). Nar meyvesinde askorbik asit niceliği, çeşit özelliği olarak değişkenlik göstermektedir (Bodur ve Yurdagel, 1986). Nar birçok kaynaktan askorbik asit içeriği bakımından zayıf bir meyve olarak tanımlanmaktadır (Bodur ve Yurdagel, 1986; Saxena ve ark., 1987). Yapılan çeşitli çalışmalarda nar çeşitlerinde askorbik asit içeriğinin ortalama 47.5 mg/100ml olduğu; yabancı narlarda ise bu değer 138 mg/100ml' ye kadar çıktığı bildirilmiştir (Saxena ve ark., 1987). Poyrazoğlu ve ark. (2002) , Türkiye'nin farklı bölgesinden elde edilen 13 farklı nar sularında organik asit ve fenolik bileşiklerini incelemişlerdir. Nar sularında bulunan asitliğin 4.58-17.30 g /L (ortalama 9.82) arasında; toplam şekerin 139.6-160.6g/L (ortalama 148.75 g/L) arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Organik asitlerin de araştırıldığı çalışmada, sitrik asitin baskın organik asit olduğunu (0.33-8.96 g/L) ve bunu miktar olarak L-malik asitin (0.56-6.86 g/L) izlediğini bildirmişlerdir. Tartarik, okzalik, kuinik ve süksinik asit miktarlarının ise sırasıyla 0.28-2.83, 0.02-6.72, 0.00-0.82 ve 0.00-1.54 g/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Vegara ve ark. (2014) 3 farklı meyve suyu fabrikasından Mollar çeşidi narlardan elde edilmiş nar suyu örneğinin kimyasal kompozisyonunu incelemişlerdir. Araştırma sonucunda nar sularının suda çözünür kurumadde miktarının 15.15 ve 15.71 Briks, titre edilebilir asitliğin 2.6 - 2.8 g/L, sitrik asitin 2.3 - 2.8 g/L, malik asitin 1.3 - 1.4 g/L dolayında olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada glikoz miktarı 61.4-65.0 g/L ve fruktoz miktarı 65.3 - 68.0 g/L olarak saptanmıştır. Baskın mineralin potasyum (2400–2900 mg/L) olduğu ve bunu miktarsal olarak fosfor (81–89 mg/L), magnezyum ( 17.6–28.5 mg/L), kalsiyum (5.8–7.5 mg/L) ve sodyumun (4.3–5.3 mg/L ) izlediği saptanmıştır.

Tezcan ve ark. (2009) nar suyunun insan sağlığına faydaları araştırmak amacıyla marketlerde satılan nar sularının organik asit, şeker içerikleri ve antioksidan aktivitelerini

analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda nar suyunun toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesi oldukça yüksek bulunmuştur. Fruktoz ve galaktoz baskın şekerler; sitrik ve malik asit ise baskın organik asitler olarak saptanmıştır. Analiz edilen meyve sularının birinde F / G oranı, organik asit profilleri, toplam fenolikler ve antioksidan kapasite değerleri nedeniyle olası bir taklit-tağış tespit edilmiştir.

Karaca (2011) nar suyu konsantresi üretim aşamalarından alınan örnekler üzerinde yaptığı çalışmada ultrafiltrasyon ile renk değerlerinde (L, a\*, b\*, H ve C) önemli azalmanın olduğunu saptamıştır. Konsantreye işleme sırasında nar sularında NTU değerlerinin (depolamada 51.68 ile 60.20 ) artmasıyla birlikte HMF miktarında yaklaşık % 92 oranında bir artış tespit etmiştir. Nar suyu örneklerinde askorbik asit, sitrik asit, oksalik asit, malik asit, süksinik asit ve kuinik asit olmak üzere 7 adet organik asit saptanmıştır.

Yapılan bir diğer çalışmada danelerin preslenmesi ile elde edilen nar sularında % 25 olarak tespit edilen polimerik renk oranının pastörizasyon ve durultma ile arttığı ve sırasıyla % 27ve % 30 değerlerinin elde edildiği bildirilirken nar suyu örneklerinde h° değerindeki artış antosiyanin kaybınının, L\* değerindeki artış ise esmer pigmentlerin uzaklaştığının göstergesi olarak bildirilmiştir (Turfan, 2008).

Türkmen ve Ekşi (2011) farklı bölgelerden alınan 45 yerli çeşitten oluşan narları inceledikleri çalışmada meyve ağırlığının 137–738 g, kabuk oranının % 34–73, dane oranının % 27–66 ve meyve suyu oranının %19–48 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bu meyvelerden elde edilen meyve sularında briks'in 12-18, titrasyon asitliğinin 2.4- 30 g/L, formol sayısının 4-20 arasında değiştiği bildirilmiştir.

## BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

### 3.1. Materyal

#### 3.1.1. Nar suyu örnekleri

Bu çalışmada kullanılan bulanık nar suyu örnekleri 17 Ekim 2017 tarihinde ve berrak nar suyu örnekleri 24 Ekim 2017 tarihinde Kozan'da bulunan Gökür Gıda A.Ş işletmesinden temin edilmiştir. Çalışmada, Antalya yöresinden sağlanan Hicaz narları kullanılmıştır. İşletmeden alınan örnekler soğutmalı kaplarda taşınarak analiz edilinceye kadar  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Nar örneklerinin temin edilmesi

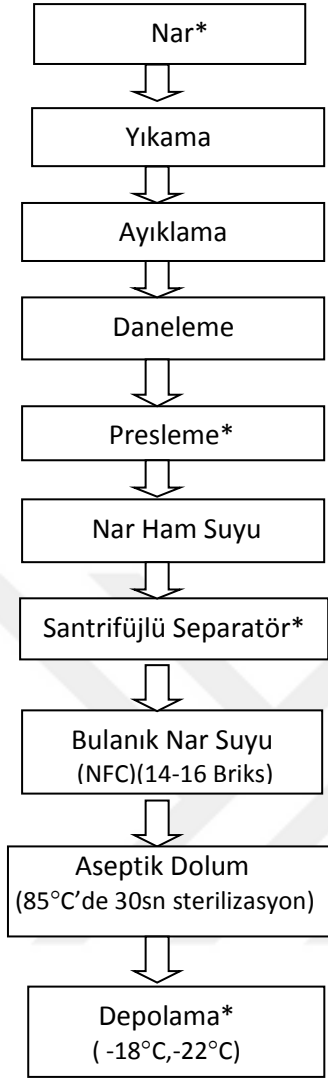
### 3.1.2. Kimyasallar

Çalışmada kullanılan, metanol (HPLC grade), formik asit, sodyum bikarbonat ve sülfirik asit Merck (Darmstat, Almanya) firmasından; elajik asit ,galloyil glikoz, punikalajin, pedunkalajin I, granatin B, puniglikonin, siringetin-heksoz, phellatin (amurensin) ve phlorizin, sakkaroz, glikoz ve fruktoz ve Folin-Ciocalteu reaktifi Sigma Chemical Co. (St. Louis, ABD) firmasından temin edilmiştir. Delfinidin, siyanidin ve pelargonidin Extrasynthese firmasından sağlanmıştır (Extrasynthese, France). DPPH (2,2, difenil 1-pikri hidrazil), Troloks ((+/-)-6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametil-chroman-2-karboksilik asid) Sigma-Aldrich Chemical Co. (St. Louis, ABD) firmasından temin edilmiştir. HPLC'de mobil fazların hazırlanmasında deiyonize su kullanılmıştır. Standart çözeltiler ve diğer hassas çözeltiler günlük olarak hazırlanmıştır.

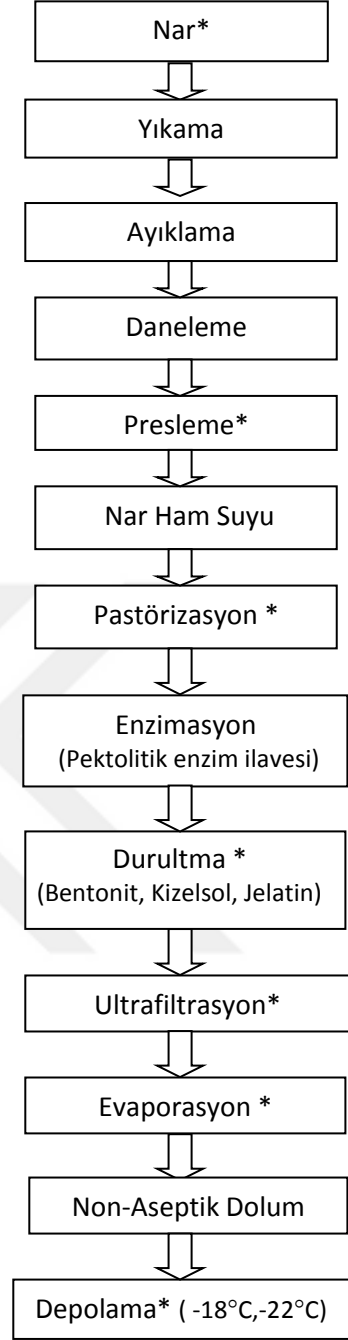
## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Nar suyu üretimi

Berrak ve bulanık nar sularının üretiminde sağlam, olgun ve fermente olmamış nar meyveleri kullanılmış ve bunun dışında hiçbir katkı maddesi, renklendirici, şeker ve koruyucu madde kullanılmamıştır. Bulanık nar suyu üretimi Şekil 3.2.a'da ve berrak nar suyu üretimi ise Şekil 3.2.b'de verildiği gibi gerçekleştirilmiştir. Bulanık nar suyu hattından hammadde, pres çıkışı, seperatör çıkışı ve aseptik dolum ünitelerinden olmak üzere 4 farklı aşamadan örnek alınırken, berrak nar suyu hattından hammadde, pres çıkışı, pastörizasyon, durultma/ultrafiltrasyon, evaporasyon ve dolum ünitelerinden olmak üzere 6 farklı aşamadan örnek alınmıştır. Her bir analiz 3'er tekerrürlü olarak yapılmıştır.



Şekil 3.2.a Bulanık nar suyu üretimi akış şeması



Şekil 3.2.b. Berrak nar suyu konsantresi üretimi akış şeması

Not : \* Örneklerin alındığı üretim aşamaları





Şekil 3.3. Yıkama ve ayıklama ünitesi



Şekil 3.4. Daneleme ve pulp ayırma ünitesi



Şekil 3. 5. Seperatör ünitesi



Şekil 3.6. Pastorizasyon ünitesi



Şekil 3.7. Durultma ve filtrasyon Ünitesi



Şekil 3.8. Evaporasyon ünitesi



Şekil 3.9. Aseptik dolum ünitesi

### 3.2.2. Genel bileşim analizleri

Yukarıda verilen üretim prosesine ait akım şemasında belirtilen aşamalardan alınan örneklerde; genel bileşim (pH, titrasyon asitliği, suda çözünür kuru madde ve renk bileşimleri, organik asitler, şekerler, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fenolik bileşikler analizleri gerçekleştirilmiştir. (Ekşi ve Özhamamcı 2009 ; Ekşi ve Artık, 1986)

### 3.2.2.1. pH

pH tayini bulanık ve berrak nar suyu örneklerine pH metrenin cam elektrodunu doğrudan daldırmak suretiyle yapılmıştır.

### 3.2.2.2. Titrasyon asitliği tayini

10 ml nar suyu örnekleri, 20 ml saf su ile seyreltilerek 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1'e ulaşıncaya kadar titre edilmiştir. Bulanık ve berrak nar suyu örneklerinin titrasyon asitliği, sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır. (Şekil 3.10)



Şekil 3.10. Titrasyon asitliği

### 3.2.2.3. Suda çözünür kuru madde tayini

Suda çözünür kuru madde tayini 20°C'de refraktometre kullanılarak yapılmıştır.

### 3.2.2.4. Renk ölçümleri

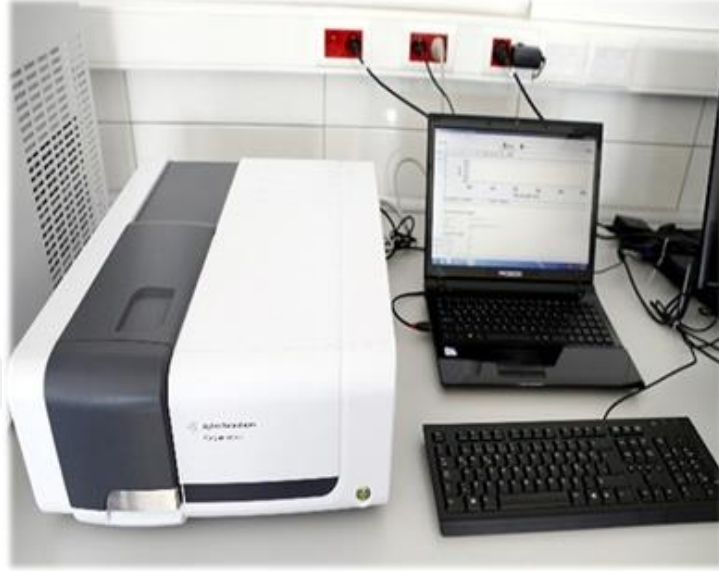
Renk ölçümleri, Uzuner ve ark. (2011)'in belirttiği yöntemine göre Kolorimetre (Conica Minolta CM-5) (Şekil 3.11) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.11. Renk ölçüm cihazı

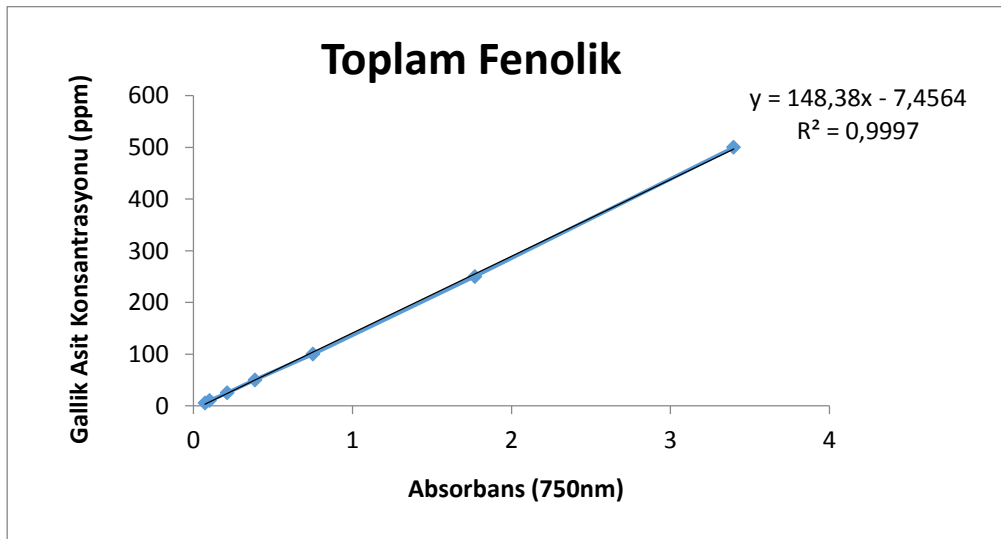
### 3.2.2.5. Toplam fenolik madde analizi

Toplam fenolik madde analizi, Saafi ve ark., (2009)'nın uyguladıkları yöntemde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesinde örnekler seyreltilmiş ve seyreltilen örneklerden 200 µl alınarak üzerine 1.5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi (1/10 oranında saf su ile seyreltilmiş) ilave edilerek 5 dak. bekletilmiştir.



Şekil 3. 12. UV spektrofotometre (AgilentCarry 60)

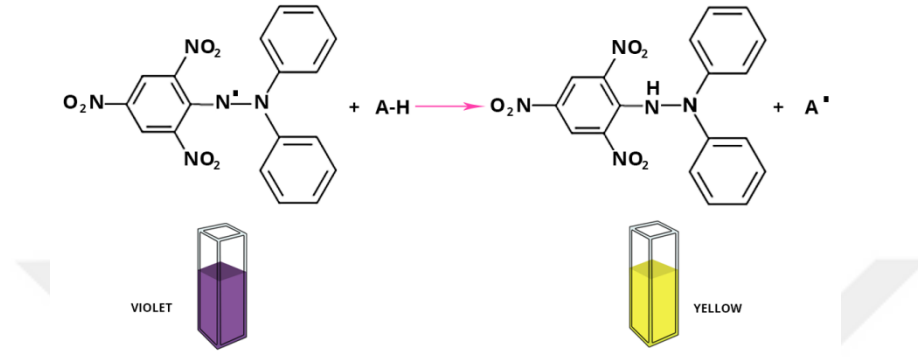
Daha sonra bu karışıma %20'lik sodyum bikarbonat ilave edilmiş ve 90 dak. bekleme sonrası UV spektrofotometre (AgilentCarry 60) (Şekil 3.12) ile 750 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Toplam fenolikler, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan (5, 10, 25, 50, 100, 250,500 ppm) gallik asit standartlarının aynı yöntemle belirlenen absorbanslarından elde edilen kalibrasyon eğrisi (Şekil 3.13) ile hesaplanmıştır.



Şekil 3.13. Gallik asit kalibrasyon eğrisi

### 3.2.2.6. Antioksidan aktivite tayini

Nar sularının antioksidan aktiviteleri DPPH yöntemiyle belirlenmiştir (Şekil 3.14). Serbest radikalleri önleme yeteneğini ölçebilen DPPH (2,2, difenil 1-pikri hidrazil) kullanılarak ve metanol içerisinde gerçekleşen reaksiyonun zamana karşı değişiminin 515 nm'de UV-Vis spektrofotometredeki ölçüm sonuçlarına göre yapılmıştır (Brand-Williams ve ark. 1995; Sanchez-Moreno ve ark., 1998).



Şekil 3.14. DPPH yönteminde elde edilen renk değişimi (Anon, 2018)

### 3.2.2.7. Organik asit ve şeker tayinleri

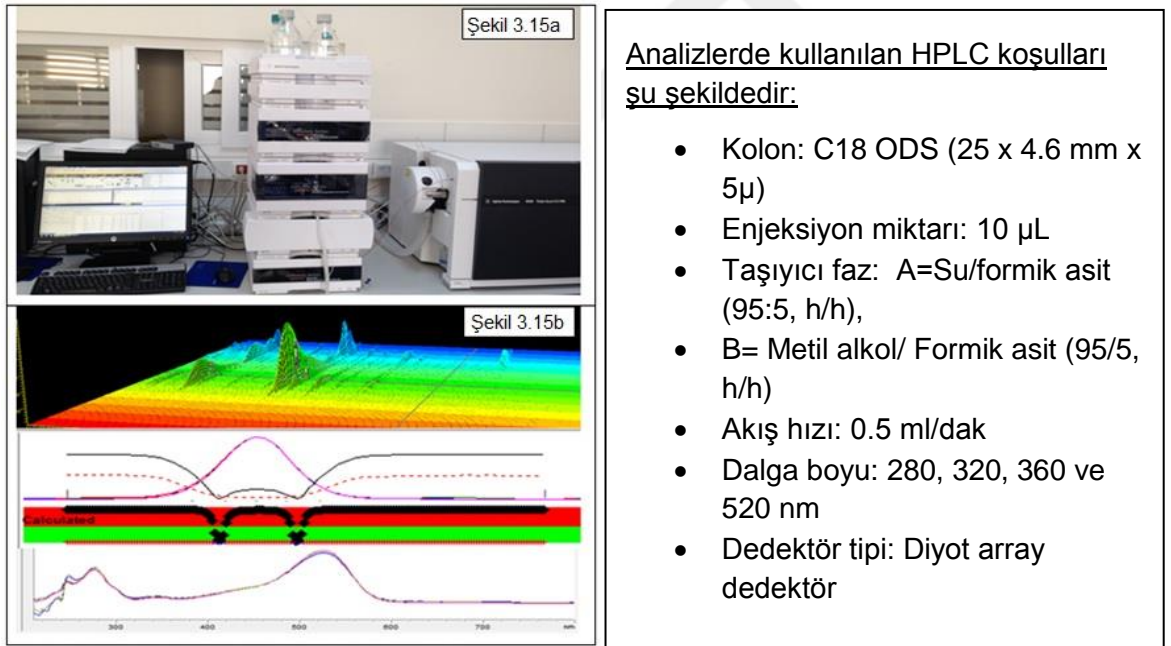
Nar sularında şeker ve organik asitlerin analizleri Legua ve ark. (2012)'nin metodunda bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Analizler öncesinde örnekler seyreltilmiş ve seyreltilen örnekler 0.45 µm'lik membran filtrelerden geçirilerek süzülmüştür. Daha sonra elde edilen ekstrakt doğrudan Agilent 1260 model DAD ve RID dedektörlü HPLC'ye enjekte edilerek örneklerdeki organik asit ve şeker miktarları belirlenmiştir. Taşıyıcı faz olarak 5 mM'lık sülfürik asit çözeltisi kullanılmış ve akış hızı 0.5 ml/dakika olarak ayarlanmıştır.

Örneklerdeki şeker konsantrasyonlarının belirlenmesinde dış standart yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla sakkaroz, glikoz ve fruktoz standartlarından 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5 g/L olmak üzere 4 farklı konsantrasyonda kalibrasyon çözeltileri hazırlanıp, HPLC enjeksiyonları yapılarak elde edilen verilerden kalibrasyon eğrileri oluşturulmuş ve bu doğrusal eğriler kullanılarak şeker miktarları belirlenmiştir ( $R^2=0.99$ ). Bunun yanında linearite çalışması sonuçları ile LOD ve LOQ değerleri hesaplanmıştır. Cihazın dedeksiyon limiti (LOD) çalışılan bileşiklerin seyreltilmiş konsantrasyonlarda çözeltilerinin enjeksiyonları sonucunda belirlenmiştir. Cihazın optimum şartları belirlenmiş ve enjekte edilen her bir bileşik için S/N oranları tespit edilmiştir. S/N oranı 3'e karşılık gelen çözelti konsantrasyonu cihazın dedeksiyon limitini, S/N oranı 10'a karşılık gelen çözelti konsantrasyonu cihazın kantifikasyon limitini (LOQ) belirtmektedir. LOD değerleri

sakkaroz için 0.16 g/L, glikoz için 0.24, fruktoz için 0.08 g/L olarak hesaplanırken, LOQ değerleri sakkaroz için 0.49 g/L, glikoz için 0.71 g/L, fruktoz için 0.23 g/L olarak hesaplanmıştır. Organik asit konsantrasyonları da aynı yöntemle, sitrik, malik ve askorbik asit standartları kullanmak suretiyle saptanmıştır. Sitrik, malik ve askorbik asitin LOD değerleri sırasıyla, 0.02, 0.02 ve 0.01 g/L ve LOQ değerleri ise sırasıyla 0.05, 0.07 ve 0.03 g/L olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.2.8 Fenolik bileşiklerin HPLC-DAD-ESI-MS/MS ile analizleri

Nar sularındaki fenolik bileşiklerin belirlenmesinde Agilent 6430 Triple Quadrupole kütle spektroskopili yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC-DAD-ESI-MS/MS) (Şekil 3.15a) kullanılmıştır. Fenolik madde analizleri Kelebek ve Selli (2011; 2014)'nin yöntemlerinde değişiklikler yapılarak uygulanmıştır. Nar suyu örnekleri 0.45 µm membran filtrelerden geçirilerek HPLC-DAD-ESI-MS/MS'e enjekte edilmiştir.



Şekil 3.15 (a) Analizlerde kullanılan HPLC-DAD-ESI-MS/MS; (b) örnek ve standart maddeye ait fenolik bileşik spektrumlarının karşılaştırılması.

Çizelge 3.1 Fenolik bileşiklerinin HPLC analizlerinde kullanılan elüsyon sistemi

Süre (Dakika)	% A	% B
0	95	5
10	85	15
15	80	20
25	80	20
45	60	40
55	40	60
70	30	70
71	0	100
79	0	100
80	95	5
82	95	5



Fenolik bileşiklerin tanımlanması standart maddelerin enjeksiyonuyla elde edilen alıkonma zamanların, DAD spektrumların ve HPLC-MS/MS spektrumlarının örnekte elde edilen veriler ile kıyaslamaları yapılarak gerçekleştirilmiştir. Fenolik bileşiklere ait piklerin safsızlık unsuru içerip içermediği, örnek için elde edilen spektrumun standart maddenin spektrumu ile karşılaştırılmasıyla saptanmıştır (Şekil 3.15b). Bu spektrumların birbirleri ile bire bir çakışmaları, saptanan fenolik bileşik pikinin safsızlık unsuru içermediğinin göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Fenolik bileşiklerin HPLC ile yapılan analizlerinde kullanılan gradient sistem Çizelge 3.1’de verilmiştir. Bileşiklerin tanımlanması HPLC-DAD-ESI-MS/MS kullanılarak negatif ve pozitif modlarda gerçekleştirilmiştir. Pozitif moda antosiyaninler ve negatif moda fenolik asitler, flavanoller ve flavonoller tanımlanmıştır. Çalışmada, kapiler sıcaklık 400 °C, kapiler voltaj -3V, nebulizer gaz akışı 1.75 L /dakika, çözünme gaz akışı 1 L/dakika ve sprej voltaj 5 kV olarak seçilmiştir. Çalışmada 100 - 2000 amu kütle aralığında tarama yapılmıştır. Fenolik bileşiklerinin miktarlarının saptanması amacıyla, her bir standart madde için 5-200 mg/L olmak üzere beş farklı konsantrasyonda çözelti hazırlanmış ve HPLC-DAD-ESI-MS/MS’e enjekte edilerek her bir bileşik için doğrusal kalibrasyon eğrileri oluşturulmuştur ( $R^2=99$ ). Bu eğrilerden de bileşiklerin miktarları saptanmıştır.

### 3.2.2.9. Sonuçların değerlendirilmesi ve istatistiksel analizler

Proje kapsamında incelenen nar suyu örneklerinin analiz sonuçları uluslararası literatürlerle karşılaştırılmış ve elde edilen bulgular, SPSS 24 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre incelenmiştir.



## BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Berrak ve bulanık nar suyu üretim aşamalarının kalite parametreleri üzerine etkileri

Berrak ve bulanık nar sularının farklı üretim aşamalarından alınan örneklerin kalite parametrelerindeki değişimleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir. Bulanık nar suyu üretiminde 4 ve berrak nar suyu üretiminde ise 6 farklı aşamadan örnekleme yapılmıştır.

Çizelge 4.1 Bulanık nar sularının işlem basamaklarına bağlı genel bileşimlerindeki değişimler<sup>1</sup>

Bileşim	Hammadde	Bulanık Nar Suyu Üretimi		
		Pres çıkış	Separatör Çıkış	Dolum
<b>pH</b>	3.28±0.01 <sup>b</sup>	3.29±0.02 <sup>b</sup>	3.18±0.01 <sup>c</sup>	3.33±0.01 <sup>a</sup>
<b>Asitlik (g/L)</b>	14.98±0.03 <sup>b</sup>	13.58±0.04 <sup>c</sup>	15.22±0.03 <sup>a</sup>	12.70±0.01 <sup>d</sup>
<b>Toplam fenolik madde (g/L)</b>	4.82±0.31 <sup>a</sup>	4.38±0.84 <sup>b</sup>	3.93±0.22 <sup>c</sup>	3.89±0.35 <sup>c</sup>
<b>Antioksidan kapasite (mmol TEAC)</b>	33.24±1.22 <sup>a</sup>	30.90±0.72 <sup>b</sup>	27.87±0.45 <sup>c</sup>	25.65±0.42 <sup>d</sup>
<b>Organik asitler (g/L)</b>				
Sitrik asit	15.68±0.33 <sup>a</sup>	15.47±0.32 <sup>a</sup>	14.05±0.16 <sup>b</sup>	13.22±0.11 <sup>c</sup>
Malik asit	1.92±0.03 <sup>a</sup>	1.67±0.07 <sup>b</sup>	1.48±0.06 <sup>c</sup>	1.27±0.20 <sup>d</sup>
Askorbik asit	1.23±0.05 <sup>a</sup>	1.05±0.11 <sup>b</sup>	0.96±0.10 <sup>b</sup>	0.44±0.16 <sup>c</sup>
<b>Toplam asit</b>	<b>18.83±0.34<sup>a</sup></b>	<b>18.19±0.28<sup>a</sup></b>	<b>16.49±0.12<sup>b</sup></b>	<b>14.93±0.25<sup>c</sup></b>
<b>Şekerler (g/L)</b>				
Sakkaroz	1.06±0.21 <sup>c</sup>	1.65±0.00 <sup>a</sup>	1.18±0.00 <sup>bc</sup>	1.37±0.00 <sup>b</sup>
Glukoz	68.03±0.03 <sup>b</sup>	72.76±0.00 <sup>a</sup>	66.69±0.06 <sup>c</sup>	64.98±0.01 <sup>d</sup>
Fruktoz	74.60±0.06 <sup>b</sup>	79.08±0.08 <sup>a</sup>	73.70±0.09 <sup>d</sup>	74.34±0.01 <sup>c</sup>
<b>Toplam şeker</b>	<b>143.69±0.18<sup>b</sup></b>	<b>153.49±0.08<sup>a</sup></b>	<b>141.57±0.14<sup>c</sup></b>	<b>140.69±0.00<sup>d</sup></b>
<b>Renk bileşimleri</b>				
<b>L*</b>	14.37±0.06 <sup>c</sup>	4.19±0.06 <sup>c</sup>	16.54±0.04 <sup>b</sup>	35.88±0.07 <sup>a</sup>
<b>a*</b>	42.13±0.03 <sup>c</sup>	24.67±0.17 <sup>d</sup>	46.48±0.02 <sup>b</sup>	62.09±0.01 <sup>a</sup>
<b>b*</b>	24.61±0.11 <sup>c</sup>	7.22±0.11 <sup>d</sup>	28.52±0.06 <sup>b</sup>	44.17±0.03 <sup>a</sup>
<b>c*</b>	48.79±0.08 <sup>c</sup>	25.71±0.19 <sup>d</sup>	54.53±0.05 <sup>b</sup>	76.20±0.01 <sup>a</sup>
<b>h*</b>	30.29±0.10 <sup>c</sup>	16.31±0.13 <sup>d</sup>	31.53±0.05 <sup>b</sup>	35.43±0.03 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Aynı satırdaki farklı üstel harflerle gösterilen örnekler arasındaki farklılıklar önemlidir. (p<0.05)

Çizelge 4.2.Berrak nar sularının işlem basamaklarına bağlı genel bileşimlerindeki değişimler<sup>1</sup>

Bileşim	Berrak Nar Suyu Üretimi					
	Hammadde	Pres çıkış	Pastörizatör	Durultma/ Filtrasyon	Evaporasyon	Dolum
<b>pH</b>	3.12±0.02 <sup>b</sup>	3.33±0.03 <sup>a</sup>	3.34±0.03 <sup>a</sup>	3.33±0.03 <sup>a</sup>	3.36±0.03 <sup>a</sup>	3.41±0.03 <sup>a</sup>
<b>Asitlik (g/L)</b>	15.92±0.80 <sup>bc</sup>	15.94±0.93 <sup>bc</sup>	14.43±0.96 <sup>cd</sup>	14.17±0.06 <sup>d</sup>	13.14±0.04 <sup>b</sup>	12.84±0.13 <sup>a</sup>
<b>Toplam fenolik (g/L)</b>	4.88±0.83 <sup>a</sup>	4.43±0.30 <sup>b</sup>	3.92±0.48 <sup>a</sup>	3.24±0.42 <sup>d</sup>	3.07±0.78 <sup>d</sup>	2.96±0.61 <sup>d</sup>
<b>Antioksidan kapasite (mmol TEAC)</b>	35.17±0.06 <sup>a</sup>	31.25±0.15 <sup>b</sup>	27.96±0.74 <sup>a</sup>	25.57±0.49 <sup>d</sup>	20.70±0.04 <sup>a</sup>	19.59±0.14 <sup>f</sup>
<b>Organik asitler (g/L)</b>						
Sitrik asit	15.85±0.29 <sup>a</sup>	15.56±0.16 <sup>a</sup>	12.54±0.72 <sup>b</sup>	10.81±0.06 <sup>c</sup>	10.69±0.21 <sup>c</sup>	10.96±0.04 <sup>a</sup>
Malik asit	2.02±0.57 <sup>b</sup>	2.81±0.08 <sup>a</sup>	1.99±0.19 <sup>b</sup>	1.78±0.05 <sup>bc</sup>	1.56±0.04 <sup>bc</sup>	1.19±0.09 <sup>a</sup>
Askorbik asit	1.64±0.22 <sup>a</sup>	1.39±0.12 <sup>b</sup>	0.99±0.30 <sup>bc</sup>	0.93±0.08 <sup>bc</sup>	0.72±0.08 <sup>bc</sup>	0.61±0.14 <sup>a</sup>
<b>Toplam asit</b>	<b>19.51±0.06<sup>a</sup></b>	<b>19.76±0.12<sup>a</sup></b>	<b>15.52±0.83<sup>b</sup></b>	<b>13.52±0.03<sup>c</sup></b>	<b>12.97±0.18<sup>c</sup></b>	<b>12.76±0.10<sup>c</sup></b>
<b>Şekerler (g/L)</b>						
Sakkaroz	1.21±0.00 <sup>a</sup>	1.29±0.00 <sup>a</sup>	1.27±0.00 <sup>a</sup>	1.42±0.00 <sup>b</sup>	1.25±0.00 <sup>d</sup>	1.47±0.02 <sup>a</sup>
Glukoz	63.25±0.01 <sup>a</sup>	59.14±0.03 <sup>b</sup>	57.40±0.09 <sup>d</sup>	58.50±0.02 <sup>c</sup>	55.61±0.02 <sup>f</sup>	57.00±0.07 <sup>a</sup>
Fruktoz	77.06±0.01 <sup>a</sup>	75.41±0.00 <sup>b</sup>	73.60±0.04 <sup>a</sup>	73.37±0.02 <sup>d</sup>	68.56±0.01 <sup>e</sup>	65.72±0.02 <sup>f</sup>
<b>Toplam şeker</b>	<b>141.52±0.02<sup>a</sup></b>	<b>135.84±0.03<sup>b</sup></b>	<b>132.27±0.13<sup>d</sup></b>	<b>133.29±0.04<sup>c</sup></b>	<b>125.42±0.03<sup>e</sup></b>	<b>124.19±0.10<sup>f</sup></b>
<b>Renk bileşimleri</b>						
L*	17.45±0.01 <sup>b</sup>	5.97±0.02 <sup>a</sup>	3.12±0.01 <sup>d</sup>	38.37±0.02 <sup>a</sup>	38.01±0.01 <sup>a</sup>	38.14±0.01 <sup>a</sup>
a*	46.04±0.02 <sup>b</sup>	29.44±0.09 <sup>c</sup>	17.23±0.13 <sup>d</sup>	60.69±0.05 <sup>a</sup>	58.47±0.00 <sup>a</sup>	58.43±0.01 <sup>a</sup>
b*	29.78±0.03 <sup>b</sup>	10.30±0.03 <sup>a</sup>	5.34±0.05 <sup>d</sup>	45.25±0.09 <sup>b</sup>	49.13±0.06 <sup>a</sup>	49.15±0.06 <sup>a</sup>
c*	54.84±0.01 <sup>b</sup>	31.20±0.08 <sup>c</sup>	18.04±0.14 <sup>d</sup>	75.70±0.09 <sup>a</sup>	76.31±0.11 <sup>a</sup>	76.36±0.03 <sup>a</sup>
h*	32.9±0.04 <sup>b</sup>	19.28±0.11 <sup>a</sup>	17.21±0.04 <sup>a</sup>	36.71±0.03 <sup>b</sup>	40.04±0.04 <sup>a</sup>	40.07±0.04 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Aynı satırdaki farklı üstel harflerle gösterilen örnekler arasındaki farklılıklar önemlidir. (p<0.05)

#### 4.1.1 Briks, pH ve titrasyon asitliğindeki değişimler

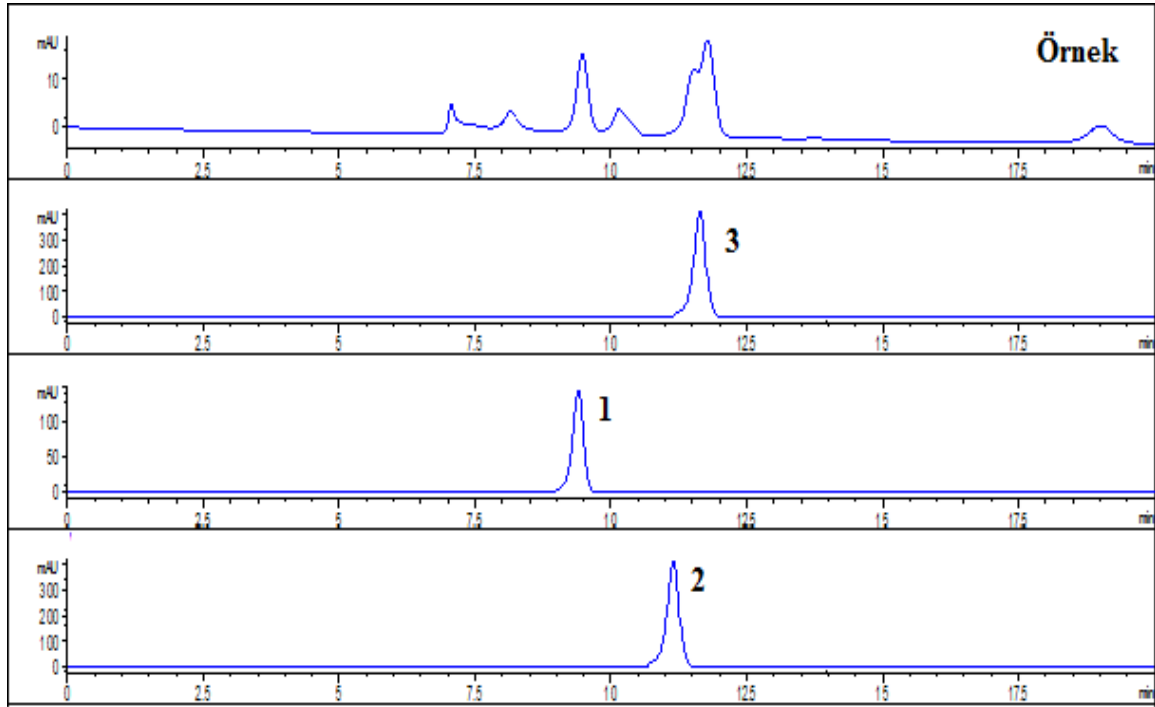
Bulanık ve berrak nar suyu üretim hatlarından alınan örneklerin asitlik ve pH bileşimlerine ait veriler Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bulanık nar suyu örneklerinde suda çözünür kurumadde miktarı 15.17-16.90 briks aralığında değişirken bu değerler berrak nar sularında 15.07-65.07 briks aralığında tespit edilmiştir. Özkan (2009) Hicaz narları üzerine yaptığı çalışmada, suda çözünür kurumadde miktarının 15.36–18.05 briks aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada da nar suyu konsantresi üretim aşamalarındaki kurumadde değerlerinin 14.00-16.45 briks aralığında değiştiği bildirilmiştir (Karaca, 2011). Çalışmamızda elde edilen bulgular bu değerler ile uyum göstermektedir. Çalışma kapsamında işlem basamaklarının bileşenler üzerine etkisini karşılaştırmalı olarak saptamak amacıyla tüm bileşen analizleri örneklerin kurumadde miktarı 15 briks'e getirilerek yürütülmüştür.

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi bulanık nar suları için pH değerleri 3.18-3.33 ve titrasyon asitliği ise 12.70-15.22 g/L aralığında değişmiştir. İşlem aşamalarına bağlı olarak asitlikte istatistiksel yönden önemli ( $p<0.05$ ) azalma saptanmıştır. Asitlikteki en düşük değer dolunum aşamasında tespit edilirken en yüksek değer separatör çıkışında saptanmıştır.

Çizelge 4.2'deki verilere bakıldığında berrak nar suları için pH değerleri 3.12-3.41 ve titrasyon asitliği ise 12.84-15.94 g/L aralığında değişmiştir. Asitlikteki en düşük değer dolunum aşamasında ve en yüksek değer pres aşamasında tespit edilmiştir. Turfan (2008) yaptığı tez çalışmasında nar sularının pH ve titrasyon asitliği üzerine durultma ve pastörizasyon işlemlerinin önemli bir etkisinin olmadığını belirtmiştir. Çalışmamızda da görüldüğü gibi bu aşamalarda pH ve asitlikteki değişimler istatistiksel yönden önemli ( $p<0.05$ ) bulunmamıştır. Yıldız Turgut ve Seydim (2013) Akdeniz Bölgesi'nde (Antalya) yetiştirilen beş farklı nar çeşidinden elde edilen nar suyu örneklerinde pH'nın 2.87-3.92 ve asitliğin % 0.45-1.96 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Kelebek ve Canbaş (2010) Mersin yöresine ait Hicaz narları üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, nar sularında pH'yı 3.18 ve asitliği 19.46 g/L olarak saptamışlardır. Hicaz narları üzerine yapılan bir diğer çalışmada da nar sularının pH değerleri 3.15 -3.26 ve titrasyon asitliği değerleri 15.51- 16.13 g/L olarak tespit edilmiştir (Tağı, 2010). Rinaldi ve ark. (2013)'nın ise nar suları üzerine yaptıkları çalışmada pH'nın 3.13- 3.46 ve asitliğin 12.25 -15.85 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir.

#### 4.1.2 Organik asitlerdeki değişim

Bulanık ve berrak nar sularının üretim aşamalarından alınan örneklerdeki organik asitler HPLC-DAD kullanılarak saptanmıştır. Organik asitlere, yapılarında karboksil (COOH) grubu bulunması nedeniyle karboksilik asitlerde denmektedir. Karboksilik (organik asitler) asitler çoğunlukla inorganik asitlerden daha zayıftırlar. Asitlik derecesi zincirin uzamasıyla azalmaktadır. Tez çalışması kapsamında nar sularında sitrik, malik ve askorbik asit olmak üzere 3 adet organik asit tanımlanmıştır. Organik asit analizine ait kromatogram Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Organik asit analizine ait HPLC kromatogramı (1: Sitrik asit, 2 Malik asit, 3: Askorbik asit)

Çizelge 4.1 ve 4.2’de görüldüğü gibi her iki prosesin tüm aşamalarında ve nihai üründe baskın olan organik asit sitrik asit olarak saptanmıştır ve bunu malik ve askorbik asit takip etmiştir. Her iki üretim yönteminde de işlem basamaklarına bağlı azalmalar görülmüştür. Bu azalmalar istatistiksel yönden önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur.

Bulanık nar sularında organik asitlerin toplam miktarı 14.93-18.83 g/L aralığında değişmiştir (Çizelge 4.1). Organik asitlerin işlem basamaklarına bağlı dağılımlarına bakıldığında sitrik asit 13.22-15.68 g/L, malik asit 1.27-1.92 g/L ve askorbik asit 0.44-1.23 g/L arasında değişmiştir. Başlangıç (hammadde) değerine göre dolum sonrası sitrik asit %16, malik asit %34 oranında azalırken en fazla azalış askorbik asit değerinde (%64) saptanmıştır. Askorbik asit bilindiği gibi oksijen ve sıcaklık etkisiyle parçalanmaktadır. Bu iki reaksiyon dışında ortamda früktoz bulunmasına bağlı olarak da früktozun karbonil

grubuna da bağlanarak önemli ölçüde azalma göstermektedir. Askorbik asitin miktarındaki azalmaların bu reaksiyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

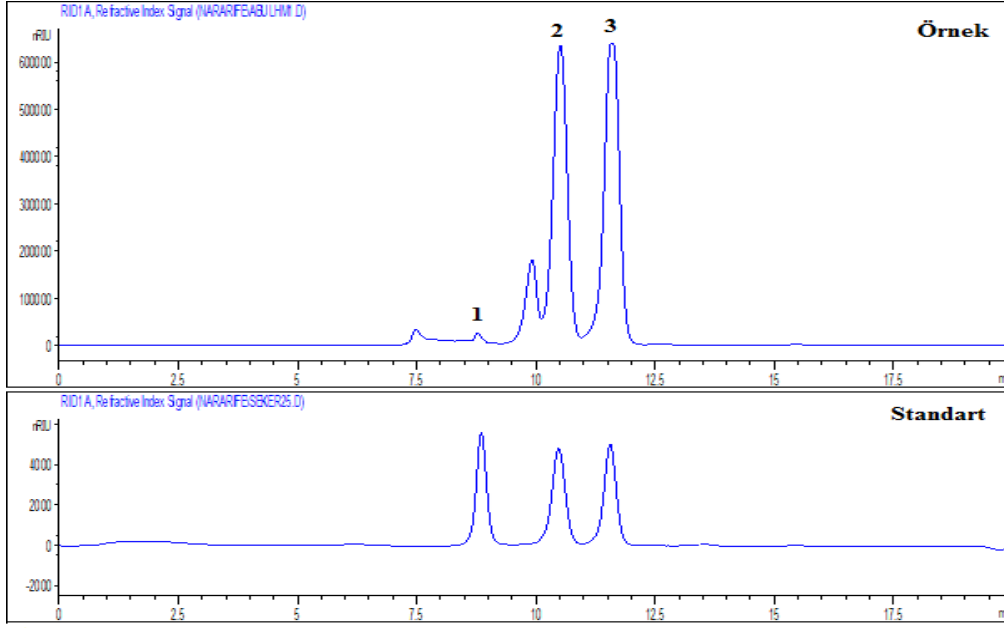
Berrak nar sularında toplam organik asit 12.76-19.76 g/L, sitrik asit 10.69-15.85 g/L, malik asit 1.19-2.81 g/L ve askorbik asit 0.61-1.64 g/L arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). Dolum sonrasındaki değerler hammaddede tespit edilen verilerle kıyaslandığında işlem aşamalarına bağlı olarak sitrik asit miktarında %31, malik asit miktarında %41 değerinde azalma saptanmış ve en fazla azalış yine askorbik asit değerinde %62 oranında görülmüştür.

Türkiye'nin 4 farklı bölgesinde yetişen 13 nar çeşidi üzerine yapılan çalışmada baskın olan asitin sitrik asit (0.33-8.96 g/l) olduğu ve bunu miktarsal olarak malik asitin (0.56-6.86 g/l) izlediği bildirilmiştir (Poyrazoğlu ve ark., 2002). Çalışmamızda elde edilen veriler bu çalışmayla kıyaslandığında elde ettiğimiz sitrik asit değeri daha yüksek ve malik asit içerikleri ise bildirilen değerler arasındadır. Türkiye'deki marketlerden alınan ticari nar sularında ise sitrik asit 3.93-13.06 g/l iken malik asit 0.28-4.11 g/l aralığında tespit edilmiştir (Tezcan ve ark. 2009). Antalya yöresinde yürütülen narlar üzerinde yapılan bir diğer çalışmada ise sitrik asit içeriğinin 6.70-10.19 g/L aralığında değiştiği saptanmıştır (Gölükçü ve ark., 2011). Karaca (2011) ise nar suyu konsantresi üretim aşamalarından alınan örneklerde sitrik asit 17.36-25.36 g/L, malik asit 0.40-0.78 g/L ve askorbik asit 10.22-22.95 mg/L aralığında tespit ederken organik asitler üzerine üretim aşamalarının etkisine bakıldığında askorbik asit miktarında başlangıca göre %50 kayıp olduğunu bildirmiştir.

İspanya'da yetiştirilen nar çeşitleri üzerinde yapılan bir çalışmada sitrik asitin 0.2-15.4 g/L ve malik asitin 2.6-5.8 g/L (Legua ve ark. 2016) arasında değiştiği saptanmıştır. İspanya'da yürütülen ve 20 farklı çeşidin ele alındığı başka bir başka çalışmada sitrik asit 0.6-19 g/L ve malik asit 2.8-12.1 g/L aralığında tespit edilmiştir (Marmol ve ark. 2017).

#### **4.1.3 Şekerlerdeki değişim**

Bulanık ve berrak nar sularının üretim aşamalarından alınan örneklerde sakkaroz, glikoz ve fruktoz olmak üzere 3 adet şeker belirlenmiştir. Şeker analizine ait HPLC kromatogramı Şekil 4.2'de verilmiştir. Her iki proseste de en yüksek değer fruktoza ait iken bunu glikoz ve sakkaroz takip etmiştir.



Şekil 4.2 Şeker analizine ait HPLC kromatogramı (1: Sakkaroz, 2: Glikoz, 3: Fruktoz)

Bulanık nar sularında belirlenen şekerlerin toplam miktarı 140.69-153.49 g/L (Çizelge 4.1) ve berrak nar sularında ise 124.19-141.52 g/L aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Şekerlerin dağılımlarına bakıldığında bulanık nar sularında fruktoz 73.70- 79.08 g/L, glikoz 64.98-72.76 g/L ve sakkaroz 1.06-1.65 g/L aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). İşlem aşamalarına bağlı şekerlerdeki değişim istatistiksel yönden önemli bulunmuştur.

Berrak nar sularında fruktoz 65.72-77.06 g/L, glukoz 55.61-63.25 g/L ve sakkaroz 1.21-1.47 g/L arasında değişmiştir. Berrak nar suları için hammaddeye kıyasla dolum sonrası glukoz ve fruktoz değerlerinde sırasıyla % 10 ve % 5 oranında azalma görülürken sakkarozda %22 oranında artış saptanmıştır. Mert (2012) üretim aşamalarında uygulanan işlemlerin vişne suyu konsantresi ile şeftali ve kayısı püresi konsantrelerinin bileşimleri üzerine etkilerini incelediği araştırmasında örneklerdeki şeker içeriğinin briks ile orantılı bir şekilde arttığını bildirmiştir. İşlem basamaklarından sadece meyve öncesi yıkamayla sisteme dahil suyun % 10'luk bir azalmaya yol açtığını bildirmiştir.

Özhamamcı (2008) 23 farklı nar suyu konsantresi üzerine yaptıkları çalışmada toplam şeker 96-137 g/L, sakkaroz 0-1.5 g/L, glukoz 45.8-65.6 g/L, fruktoz 48.4-69.9 g/L ve glukoz/fruktoz oranı ise 0.7-1.1 arasında saptamıştır. Akdeniz bölgesinde yetiştirilen narlardan elde edilen nar sularında glukoz 6.88-8.50 g/100 ml, fruktoz 6.85-7.55 g/ 100 ml ve sakkaroz 0.04-0.07 g/100 ml arasında değiştiği bildirilmiştir (Yıldız Turgut ve Seydim, 2003).

#### 4.1.4 Toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerlerindeki değişim

Üretim aşamalarından alınan örneklerdeki toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri bulanık nar suları için Çizelge 4.1 ve berrak nar suları için Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Bulanık nar sularında hammaddede 4.82 g/L olan toplam fenolik madde içeriği % 19 azalma ile dolunum aşamasında 3.89 g/L olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1). Berrak nar sularında ise hammaddede 4.88 g/L olan toplam fenolik içeriği % 39 azalma ile dolunum aşamasında 2.96 g/L olarak tespit edilmiştir. Berrak nar suyu üretiminde uygulanan pastörizasyon, durultma/filtrasyon ve evaporasyon işlemleri bu bileşiklerin miktarında önemli ölçüde azalmalara yol açmıştır. En fazla azalmaya neden olan aşama %17 ile durultma/filtrasyon olmuştur. Güzel, (2010) nar suyundaki fenolik bileşiklerin miktarı üzerine durultma işleminin önemli etkisinin olduğunu ve daneden elde edilen nar sularında %23 azalmaya neden olduğunu belirtmiştir. Durultma amaçlı kullanılan ve pozitif (+) yüklü olan jelatin, aynı pH'da negatif (-) yüklü koloidal halde bulunan fenolik maddelerle birleşerek durultmada fenolik madde miktarının azalmasına neden olmaktadır (Uzuner 2008). Mirsaeedghazi ve ark. (2010), ultrafiltrasyonun yüksek molekül ağırlığındaki polifenollerini elemine etmesinden dolayı nar ham suyunun toplam fenolik içeriğinde %11.8 oranında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.

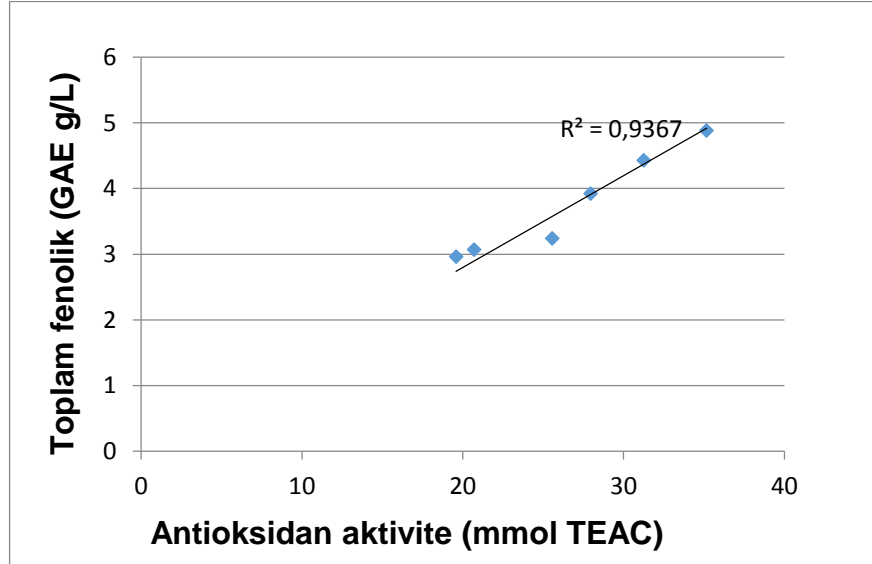
Yapılan çeşitli çalışmalarda toplam fenolik madde içeriğini; Vegara ve ark.,(2014) Mollar nar sularında 1136–3581 mg GAE/L, Mousavinejad ve ark. (2009) 8 farklı İran nar çeşidinde 2380–9300 mg GAE/L, Nuncio-Jáuregui ve ark.(2014) İspanya'da yetiştirilen narlarda 2674–4210 mg GAE/L ve Tezcan ve ark.(2009) Türkiyedeki yerel marketlerden alınan 7 ticari nar suyu örneklerinde 144–10086 mg GAE/L aralığında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz veriler bu araştırmalarda bildirilen veriler ile uyum içerisindedir.

Çizelge 4.1'e bakıldığında bulanık nar sularında antioksidan kapasite değerleri hammadde aşamasında 33.24 mmol TEAC/L iken dolunum aşamasında ~%23 oranında azalma göstererek 25.64 mmol TEAC/L olarak tespit edilmiştir. Bu azalmalarda antosiyaninlerde meydana gelen kayıpların etkili olduğu düşünülmektedir. Özkan (2009) nar suyunda toplam antioksidan kapasiteyi 17.1-24.6 mmol Trolox/L, Vegara ve ark., (2014), Mollar çeşidi narlardan elde edilen nar suyunda 18–31 mmol Trolox/L, Mousavinejad ve ark. (2009), İran'da yetiştirilen narlardan elde edilen nar sularında 18.6–42.8 mmol Trolox/L ve Tezcan ve ark. (2009) ise marketlerden elde ettiği nar sularında 10.37–67.46 mmol Trolox/L olarak tespit etmişlerdir.

İşlem basamaklarının antioksidan kapasite üzerine etkilerine bakıldığında; berrak nar suları üretiminde hammaddede 35.17 mmol TEAC/L iken dolumda %44 azalma ile 19.59 mmol TEAC/L olarak saptanmıştır (Çizelge 4.2). Hammaddeye prosesin etkisi bir önceki işleme kıyasla ve sırasıyla presleme ve pastörizasyonda %11, durultma/filtrasyonda % 9, evaporasyonda % 19 ve dolumda % 5 azalma olarak görülmektedir. Antioksidan kapasite değerindeki azalmada en fazla evaporasyon aşamasının (%19) etkili olduğu görülmüştür.

Uzuner (2008) işlem basamaklarının antioksidan kapasite üzerine etkilerini ele aldığı çalışmada antioksidan kapasite değerlerinde hammaddedeki değerlere kıyasla durultma ve konsantrasyon işlemleri sonrası sırasıyla % 19 ve % 38 azalma olduğunu bildirmiştir. Güzel (2010) danelerden elde edilen meyve sularının durultulması ile antioksidan kapasitede %36 oranında azalma olduğunu ve bu azalmanın prosiyadinlerdeki azalma ile doğrusal ilişki içerisinde olduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızda ise durultma işlemi % 9'luk azalmaya neden olmuştur. Çalışmamızda ayrıca, pastörizasyon işleminin % 11'lik azalmaya neden olduğu saptanmıştır.

Genel itibari ile çizelgelere bakıldığında antioksidan aktivite değerlerinin toplam fenolik madde içeriğiyle paralel bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Bulanık nar suları için antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde arasındaki korelasyon katsayısı  $R^2=0,928$  iken berrak nar suları için (Şekil 4.3) korelasyon katsayısı  $R^2=0,936$  olarak tespit edilmiştir.

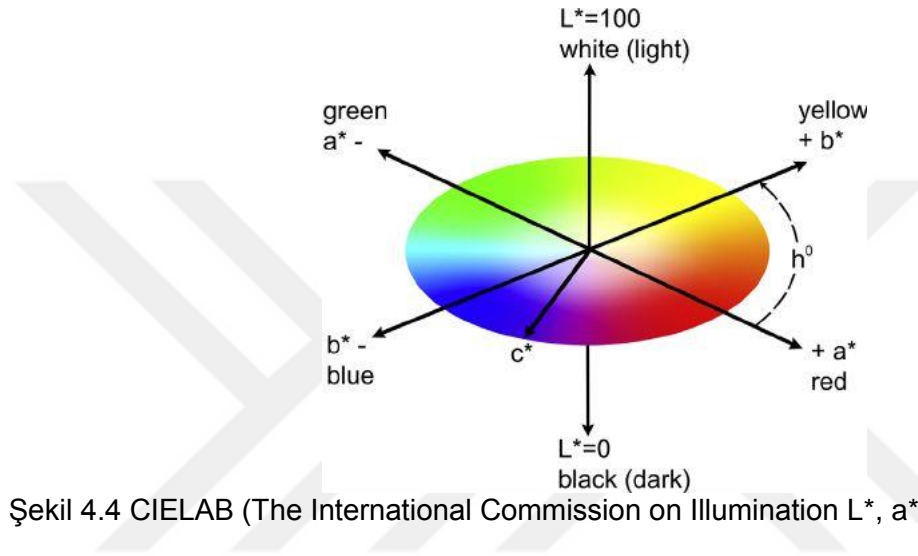


Şekil 4.3 Berrak nar suları için toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri arasındaki doğrusal ilişki



#### 4.1.5 Renk bileşimlerindeki değişimler

Bulanık ve berrak nar sularında uygulanan prosesler sonrası oluşan renk değişimleri örneklerin renginin Kolorimetre (Conica Minolta CM-5) cihazı ile ölçülmesi sonucu elde edilen  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  (kroma) ve  $h^\circ$  (hue) verileri ile izlenmiştir. Ölçülen renk değerleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de verilmistir.  $L^*$  değeri parlaklığı (beyazlık veya açıklık koyuluk),  $+a^*$  değeri kırmızı,  $-a^*$  değeri yeşil,  $+b^*$  değeri sarı,  $-b^*$  değeri mavi renkleri,  $c^*$  (Chroma) değeri renk berraklığını ve  $h^*$  (Hue) değeri renk tonunu temsil etmektedir.



Bulanık nar suları için Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi  $L^*$  değerleri 4.19 ile 35.88,  $a^*$  değerleri 24.67-62.09,  $b^*$  değerleri 7.22-44.17,  $c^*$  değerleri 25.71-76.20 ve  $h^*$  değerleri 16.31 ile 35.43 aralıklarında tespit edilmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$ ,  $h^*$  değerlerinin pres çıkışında sırasıyla %71, % 41, % 71, % 47 ve % 46 oranında azaldığı görülürken separatör çıkışında tekrar hammadde değerlerine ulaştığı görülmektedir. En fazla değişim ise  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerinde saptanmıştır. Renk değerlerindeki bu değişimin presleme ile artan bulanıklığın separatör ile azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Berrak nar suları için Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi  $L^*$  değerleri 3.12 -38.37,  $a^*$  değerleri 17.23-60.69,  $b^*$  değerleri 5.34-49.13,  $c^*$  değerleri 18.04-76.36,  $h^*$  değerleri 17.21 -40.07 aralıklarında tespit edilmiştir. Presleme ile azalan renk değerleri durultma/filtrasyon ile büyük oranda tekrar artış göstermiştir. Presleme sonrası meydana gelen azalmanın bulanıklığa neden olan etmenlerin renk değerlerini etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Uzuner (2008) ve Turfan (2008) berrak nar sularında yaptıkları çalışmalarda durultmanın renk değerlerinde artışa neden olduğu bildirilmiştir. Bu değerlendirme yaptığımız çalışmayla uyumlu görünmektedir. Turfan (2008) nar suyundaki  $L^*$  değerindeki artışı bulanıklığa sebep olan etkenler ile esmer pigmentlerin uzaklaşmasına  $h^*$  değerindeki artışı ise antosiyaninlerin parçalanması ile artan sarı rengin

yanı sıra bir kısım antosiyaninlerin fenolik bileşikler ile jelatin arasında oluşan reaksiyonlar ve çökmeye bağlı olarak meyve suyundan uzaklaşmasıyla açıklamıştır. Berrak nar sularında pastörizasyon ile  $L^*$  ve  $b^*$  değerinde % 48;  $a^*$  ve  $c^*$  değerlerinde % 42,  $h$  değerinde % 11'lik azalma saptanmıştır. Turfan (2008) konsantre nar sularına uygulanan pastörizasyon ile  $L^*$  ve  $h^*$  değerlerinde önemli bir değişim olmazken  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde azalmalar olduğunu bildirmiştir.



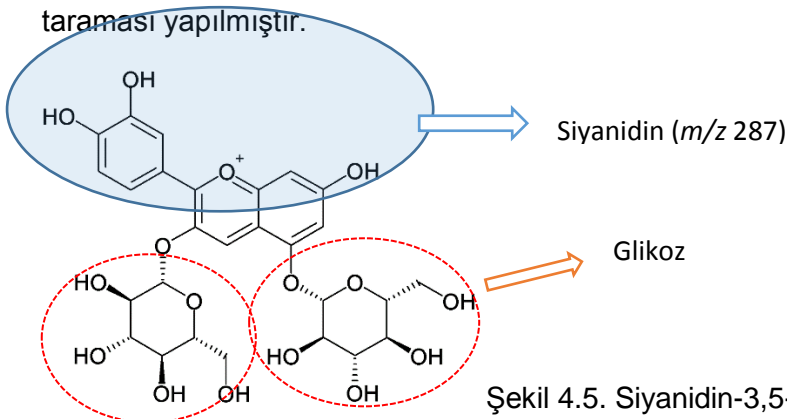
## 4.2 Antosiyenin değerlerinde üretim aşamalarında meydana gelen değişimler

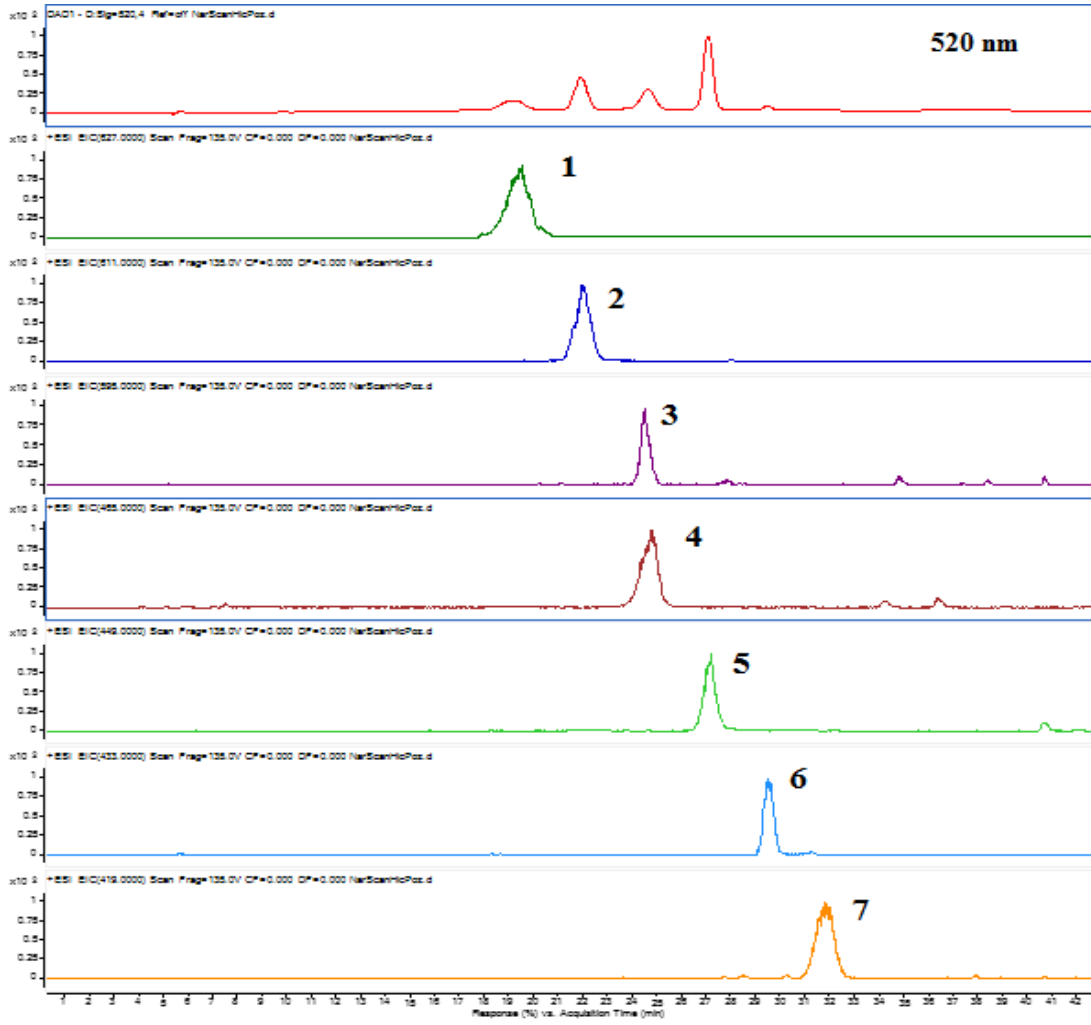
Berrak ve bulanık nar sularında 7 adet antosiyenin (delfinidin-3.5-diglikozit, siyanidin-3.5-diglikozit, pelargonidin-3.5-diglikozit, delfinidin-3-glikozit, siyanidin-3-glikozit, pelargonidin-3-glikozit ve siyanidin pentozit) bileşiği belirlenmiştir. Bu bileşiklerin alıkonma zamanları (Rt), maksimum absorbans gösterdikleri dalgaboyları ( $\lambda_{max}$ ), pozitif modda elde edilen ana ve fragmant iyonlarına ait veriler Çizelge 4.3'de verilmiştir. Belirlenen bileşiklerin LC-MS/MS kromatogramları ise Şekil 4.6'da görülmektedir. Bunlardan baskın olan pik 2 ve pik 5' ait MS spektrumları Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Antosiyeninlerin HPLC-DAD-ESI-MS/MS ile elde edilen verileri

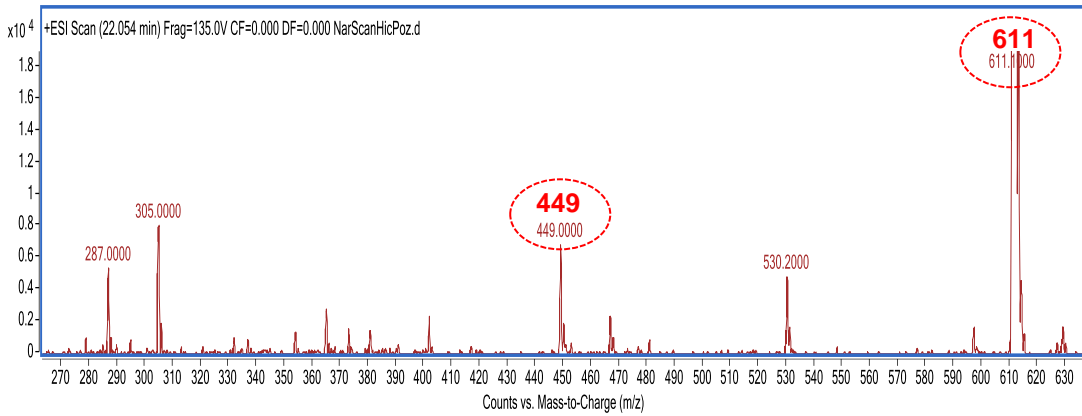
Pik no	Antosiyeninler	Rt (dak)	$\lambda_{max}$	[M] <sup>+</sup>	MS <sup>2</sup>
1	Delfinidin-3.5- diglikozit	18.8	519, 277	627	465, 303
2	Siyanidin-3.5-diglikozit	22.1	513. 277	611	449, 287
3	Pelargonidin-3.5-diglikozit	24.5	499. 274	595	433, 271
4	Delfinidin-3-glikozit	24.8	522. 341	465	303
5	Siyanidin-3-glikozit	27.2	516. 280	449	287
6	Pelargonidin-3-glikozit	29.5	503. 274	433	271
7	Siyanidin pentozit	31.8	518. 278	419	287

Çizelge 4.3 de siyanidin türevlerinin kütle spektrumları verilmiştir. Kütle spektrumlarında M<sup>+</sup>'nin göreceli bolluğu 100 iken ikinci en bol iyon piki, glikoz molekülünün kopmasından kaynaklandığı düşünülen  $m/z$  287 iyon pikidir. Siyanidin-3.5-diglikozit yapısından [M-162-162] yapısının ayrılmasıyla aglikon yapısı elde edilmiştir (Şekil 4.5). Siyanidin türevi bileşiklerin belirlenmesinde pozitif moddaki taramanın aglikon yapıdaki  $m/z$  287 taraması yapılarak tanımlamalar yapılmaya çalışılmıştır. Delfinidin türevi bileşiklerin tanımlanmasında aglikon yapıdaki  $m/z$  303 fragment ve pelargonidin türevi bileşiklerin tanımlanmasında ise  $m/z$  271 fragment taraması yapılmıştır.

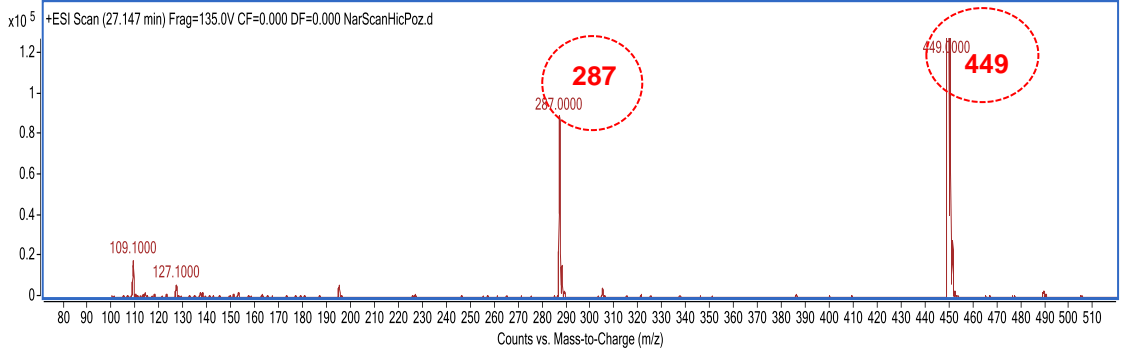




Şekil 4.6 : Antosiyaninlerin HPLC-DAD-ESI-MS/MS kromatogramları: 1 : Delfinidin-3,5-diglikozit, 2 : Siyanidin-3,5-diglikozit, 3 : Pelargonidin-3,5-diglikozit, 4 : Delfinidin-3-glikozit, 5 : Siyanidin-3-glikozit, 6 : Pelargonidin-3-glikozit, 7 : Siyanidin pentozit



Şekil 4.7 Siyanidin-3,5-diglikozitin LC-MS/MS spektrumu



Şekil 4.8 Siyanidin-3-glikozitin LC-MS/MS spektrumu

Antalya yöresine ait narlardan endüstriyel yöntemle elde edilen ve proses aşamalarından alınan bulanık ve berrak nar sularında antosiyanin miktarları HPLC-DAD-ESI-MS/MS ile tespit edilmiş olup bulanık nar sularına ait sonuçlar Çizelge 4.4 ve berrak nar sularına ait sonuçlar ise Çizelge 4.5 'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Antosiyaninlerin bulanık nar suyu üretim aşamalarındaki değişimleri (mg/L)<sup>1</sup>

Pik no	Antosiyaninler	Hammadde	Pres çıkış	Separatör Çıkış	Dolum
1	Delfinidin-3.5- diglikozit	23.84±0.63 <sup>a</sup>	20.18±1.92 <sup>b</sup>	23.12±0.61 <sup>a</sup>	23.22±0.11 <sup>a</sup>
2	Siyanidin-3.5-diglikozit	127.17±3.38 <sup>a</sup>	121.66±3.23 <sup>b</sup>	112.50±3.25 <sup>c</sup>	104.21±3.01 <sup>d</sup>
3	Pelargonidin-3.5-diglikozit	1.31±0.03 <sup>a</sup>	1.00±0.17 <sup>b</sup>	1.01±0.03 <sup>b</sup>	1.05±0.03 <sup>b</sup>
4	Delfinidin-3-glikozit	26.19±0.70 <sup>a</sup>	19.90±3.31 <sup>c</sup>	20.14±0.58 <sup>b</sup>	21.10±0.61 <sup>b</sup>
5	Siyanidin-3-glikozit	109.41±2.91 <sup>b</sup>	119.68±3.18 <sup>a</sup>	84.03±2.43 <sup>c</sup>	83.91±2.42 <sup>c</sup>
6	Pelargonidin-3-glikozit	7.25±1.29 <sup>a</sup>	7.75±0.21 <sup>a</sup>	6.16±0.18 <sup>b</sup>	4.61±0.13 <sup>c</sup>
7	Siyanidin pentozit	3.35±0.41 <sup>a</sup>	3.26±0.09 <sup>b</sup>	3.31±0.10 <sup>b</sup>	2.36±0.07 <sup>c</sup>
	<b>Toplam</b>	<b>298.52±5.95<sup>a</sup></b>	<b>293.43±12.10<sup>a</sup></b>	<b>250.27±7.17<sup>b</sup></b>	<b>240.46±6.16<sup>c</sup></b>

<sup>1</sup>Aynı satırdaki farklı üstel harflerle gösterilen örnekler arasındaki farklılıklar önemlidir. (p<0.05)

Çizelge 4.5. Antosiyaninlerin berrak nar suyu üretim aşamalarındaki değişimleri (mg/L)<sup>1</sup>

Pik no	Antosiyaninler	Durultma/					
		Hammadde	Pres çıkış	Pastörizatör	Filtrasyon	Evaporasyon	Dolum
1	Delfinidin-3,5- diglikozit	27.98±0.81 <sup>a</sup>	26.02±0.75 <sup>a</sup>	23.01±0.66 <sup>b</sup>	21.37±0.62 <sup>c</sup>	22.21±0.64 <sup>b</sup>	20.20±0.58 <sup>c</sup>
2	Siyanidin-3,5-diglikozit	116.64±3.37 <sup>a</sup>	107.07±3.09 <sup>b</sup>	81.70±2.36 <sup>d</sup>	87.54±2.53 <sup>c</sup>	66.03±3.98 <sup>e</sup>	63.89±1.84 <sup>f</sup>
3	Pelargonidin-3,5-diglikozit	1.53±0.04 <sup>e</sup>	1.42±0.04 <sup>b</sup>	1.30±0.04 <sup>e</sup>	1.18±0.03 <sup>e</sup>	1.06±0.03 <sup>d</sup>	0.99±0.03 <sup>f</sup>
4	Delfinidin-3-glikozit	27.53±0.79 <sup>a</sup>	25.62±0.74 <sup>b</sup>	23.36±0.67 <sup>c</sup>	21.26±0.61 <sup>e</sup>	21.53±0.62 <sup>e</sup>	20.54±0.59 <sup>f</sup>
5	Siyanidin-3-glikozit	109.17±3.15 <sup>a</sup>	102.49±2.96 <sup>b</sup>	93.61±2.70 <sup>c</sup>	77.24±2.23 <sup>d</sup>	68.58±1.20 <sup>e</sup>	66.81±0.24 <sup>f</sup>
6	Pelargonidin-3-glikozit	4.73±0.14 <sup>e</sup>	5.98±0.17 <sup>a</sup>	5.11±0.15 <sup>b</sup>	4.57±0.13 <sup>e</sup>	4.58±0.13 <sup>d</sup>	4.55±0.13 <sup>de</sup>
7	Siyanidin-pentozit	2.74±0.08 <sup>a</sup>	1.28±0.04 <sup>e</sup>	1.94±0.06 <sup>b</sup>	1.56±0.05 <sup>c</sup>	1.59±0.05 <sup>c</sup>	1.38±0.04 <sup>d</sup>
	<b>Toplam</b>	<b>290.32±8.38<sup>a</sup></b>	<b>269.88±7.79<sup>b</sup></b>	<b>230.03±6.64<sup>c</sup></b>	<b>214.72±6.20<sup>d</sup></b>	<b>185.58±2.62<sup>d</sup></b>	<b>178.36±2.55<sup>e</sup></b>

<sup>1</sup>Aynı satırdaki farklı üstel harflerle gösterilen örnekler arasındaki farklılıklar önemlidir. (p<0.05)

Bulanık ve berrak nar sularında başlıca 7 antosiyanin belirlenmiş olup bunlardan siyanidin-3.5-diglikozit baskın olarak saptanmıştır. Bunu miktersal olarak sırasıyla siyanidin-3-glikozit, delfinidin-3.5- diglikozit, delfinidin-3-glikozit, pelargonidin-3-glikozit, siyanidin pentozit, pelargonidin-3.5-diglikozit takip etmiştir. Bulanık nar sularında toplam antosiyanin içeriği proses aşamalarında uygulanan işlemlere göre 240.46 - 298.52 mg/L aralığında değişmiştir. Çizelge 4.5'de berrak nar sularındaki antosiyaninlerin değişimleri verilmiştir. Görüldüğü gibi berrak nar suyu üretim aşamalarına bağlı olarak antosiyaninlerin toplam miktarı 178.36-290.32 mg/L arasında değişim göstermiştir. Bulanık ve berrak nar suyu üretiminde hammadde ve dolun sonrası alınan örnekler kıyaslandığında toplam antosiyanin içeriğinde sırasıyla ~%20 ve ~%39 oranında azalma tespit edilmiştir. Antosiyanin stabilitesi, pH değeri, ışık, oksijen varlığı, enzimler, askorbik asit, şekerler ve kopigmentler gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Fischer, 2013). Presleme aşamasındaki azalmada, doku parçalanmasıyla birlikte polifenol oksidaz, peroksidaz ve glikosidazların neden olduğu enzimatik reaksiyonlar ile askorbik asidin etkili olduğu düşünölmektedir. Askorbik asit bulunan ortamlarda antosiyaninler daha hızlı parçalanmaktadır. Bu duruma daha çok askorbik asidin hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) gibi parçalanma ürünleri sebep olmaktadır. (Kırca 2004)

Yaptığımız çalışmalarda berrak nar sularının antosiyanin miktarının, bir önceki işlemlle kıyaslandığında pastörizasyon işlemi ile ~%15, durultma işlemi ile ~%7 azaldığı görölmektedir. Bulanık nar sularındaki azalmada santrifüjölü separasyon işleminin (~% 15) etkili olduğu düşünölmekle birlikte berrak nar sularındaki antosiyanin miktarlarındaki azalmada ise pastörizasyon sırasında uygulanan ısıl işlemin etkili olduğu, bir miktarının ultrafiltrasyon sırasında membran filtreler tarafından tutulduğu, bir miktarının da durultma amaçlı kullanılan durultma ajanları (bentonit, kizelsol ve jelatin) tarafından uzaklaştırıldığı düşünölmektedir (Karaca, 2011). Turfan (2008) nar sularının antosiyanin içeriğinin durultma ile % 4-19, pastörizasyon ile % 8-14 oranında azaldığını tespit etmiştir. Brownmiller (2008) berrak ve bulanık yaban mersini sularında pastörizasyon sonrası % 5 ile 8 arasında kayıplar olduğunu, Perez-Vicente ve ark (2004) ise nar sularında termal uygulama sonucu % 14'lük toplam antosiyanin kaybı olduğunu bildirmişlerdir.

Ölkemizde yetiştirilen başlıca nar çeşitleri üzerine Özkan (2009) tarafından yürütölen çalışmada, Hicaz nar çeşidinde antosiyanin içeriği 273 mg/L olarak tespit edilmiş olup 6 temel antosiyanin belirlenmiştir; Bunlar sırasıyla siyanidin-3,5-diglikozit % 55 (143,10 mg/L), siyanidin-3-glikozit % 26 (62,94 mg/L), delfinidin-3,5-diglikozit %8 (23,08 mg/L), delfinidin-3-glikozit % 5 (10,93 mg/L), pelargonidin-3,5- diglikozit %3



(8,50 mg/L) ve pelargonidin-3-glikozit % 2 (4,62 mg/L) bileşikleridir. Legua ve ark. (2016) 19 farklı nar çeşidinden elde edilen nar sularında bu 6 antosiyanine ilaveten siyanidin-3-O-pentozit (0-2.82 mg/L) tespit etmişlerdir. Türkiye’de nar suyu ile ilgili yapılan birçok çalışmada bulunmamasına rağmen çalışmamızda siyanidin pentozit tespit edilmiştir. Karaca (2011) nar suyu konsantresi üretim aşamalarından aldığı örnekler üzerinde yaptığı çalışmada siyanidin-3,5-diglikozit 64.22-117.27 mg/L, siyanidin-3-glikozit 25.42-49.42 mg/L, delfinidin-3,5-diglikozit 13.48-31 mg/L, pelargonidin-3,5- diglikozit 4.56-7.44 mg/L ve pelargonidin-3-glikozit 1.88-4.50 mg/L aralığında tespit etmiştir.

Demirdöven ve ark. (2016) Tokat, Amasya ve Ankara yörelerine ait vişnelere elde edilen vişne suyu konsantresinde, üretim aşamaları ve depolama sürecindeki değişimleri incelemişlerdir. Pres çıkış ve konsantreye işleme sonrası karşılaştırıldığında toplam antosiyanin içeriklerindeki kaybın çeşide bağlı olarak % 20 ile % 50 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Elde edilen sonuçlara göre uygulanan tüm işlemler sonrasında antosiyanin kaybının söz konusu olduğu ve bunu etkileyen en önemli faktörün ise sıcaklık olduğu belirtilmektedir. Benzer bir çalışmada Damar (2010) vişne suyunda antosiyanin degradasyonunun preslemeden evaporasyona doğru artan bir eğilim gösterdiğini belirtmektedir.

Turfan (2008) antosiyanin içeren gıdalarda, işleme ve depolama süresince oluşan renk değişimlerinin, monomerik antosiyaninlerin parçalanması ve esmer pigmentlerin oluşumundan kaynaklandığını bildirmiştir. Nar suyu ve konsantrelerinde bulunan kırmızı-viole renkler tüketiciler için önemli bir kalite kriteridir. Nar suyunun antosiyanin içeriği ve rengi üzerine durultma ve pastörizasyonun etkisini inceledikleri çalışmada nar sularının antosiyanin içeriğinde sırasıyla % 4-19 ve % 8-14 oranlarında azalma olduğunu belirtmektedirler. Nar sularında baskın olan antosiyanin siyanidin-3,5-diglikozit (% 56) iken diğer antosiyaninler, miktarsal olarak sırasıyla; siyanidin-3-glikozit (% 25), delfinidin-3,5-diglikozit (% 9), delfinidin-3-glikozit (% 4), pelargonidin-3,5-diglikozit (% 3) ve pelargonidin-3-glikozit (% 2) olarak saptanmıştır.

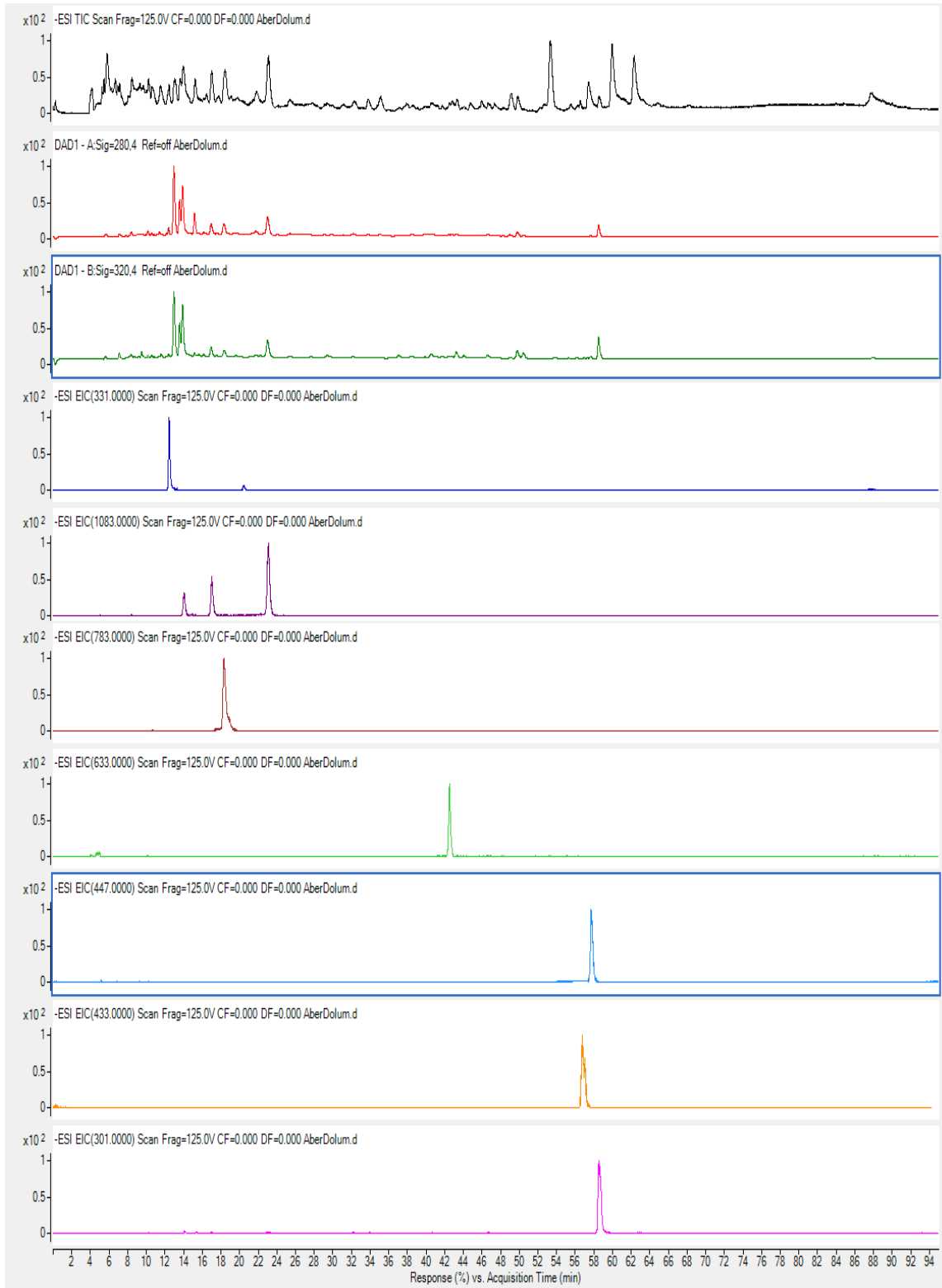
#### **4.3 Fenolik bileşiklerde üretim aşamalarında meydana gelen değişimler**

Çizelge 4.6’da nar sularında HPLC-DAD-ESI-MS/MS ile belirlenen fenolik bileşiklerin alıkonma zamanları, UV spektrumları, ana ve fragmant iyonlarına ait veriler görülmektedir. Belirlenen bileşiklere ait kromatogramlar ise Şekil 4.9’de verilmiştir. Bulanık ve berrak nar sularında HPLC-DAD-ESI-MS/MS analizi sonucu galloyil glikoz, punikalajin  $\alpha$ , pedunkalajin I, punikalajin  $\beta$ , galloyil -HHDP-heksoz, elajik asit glikozit, granatin B, puniglikonin, elajik asit dioksiheksoz, elajik asit pentozit, elajik asit,

siringetin-heksoz, phellatin (amurensin) ve phlorizin olmak üzere 14 adet renksiz fenolik bileşik tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6 Fenolik bileşiklerin HPLC-DAD-ESI-MS/MS ile tanımlanması

	<b>Bileşikler</b>	<b>Rt (dak)</b>	<b><math>\lambda_{max}</math> (nm)</b>	<b>[M – H]<sup>-</sup></b>	<b>MS<sup>2</sup></b>	<b>Molekül formülü</b>
<b>1</b>	Galloyil glikoz	12.96	276	331	271; 169; 125	C <sub>13</sub> H <sub>16</sub> O <sub>10</sub>
<b>2</b>	Punikalajin $\alpha$	13.85	258, 378	1083	781; 601; 301	C <sub>48</sub> H <sub>28</sub> O <sub>30</sub>
<b>3</b>	Pedunkalajin I	18.31	253, 377	783	481; 301	C <sub>34</sub> H <sub>24</sub> O <sub>22</sub>
<b>4</b>	Punikalajin $\beta$	23.01	258, 378	1083	781; 601; 301	C <sub>48</sub> H <sub>28</sub> O <sub>30</sub>
<b>5</b>	Galloyil - HHDP-heksoz	42.11	266, 365	633	615; 463; 301	C <sub>27</sub> H <sub>22</sub> O <sub>18</sub>
<b>6</b>	Elajik asit glikozit	49.66	252, 361	463	301	C <sub>20</sub> H <sub>16</sub> O <sub>13</sub>
<b>7</b>	Granatin B	21.86	274, 365	951	933; 613; 301	C <sub>41</sub> H <sub>28</sub> O <sub>27</sub>
<b>8</b>	Puniglikonin	32.12	268, 375	801	649; 301	C <sub>34</sub> H <sub>26</sub> O <sub>23</sub>
<b>9</b>	Elajik asit dioksiheksoz	57.66	360	447	301; 300	C <sub>20</sub> H <sub>16</sub> O <sub>12</sub>
<b>10</b>	Elajik asit pentozit	58.11	255, 360	433	301	C <sub>19</sub> H <sub>14</sub> O <sub>12</sub>
<b>11</b>	Elajik asit	58.44	275, 367	301	257; 185	C <sub>14</sub> H <sub>6</sub> O <sub>8</sub>
<b>12</b>	Siringetin- heksoz	48.98	272	507	312; 295	C <sub>23</sub> H <sub>24</sub> O <sub>13</sub>
<b>13</b>	Phellatin (amurensin)	54.08	284, 330	533	515; 447; 371	C <sub>26</sub> H <sub>30</sub> O <sub>12</sub>
<b>14</b>	Phlorizin	57.50	280	435	297; 273; 167	C <sub>21</sub> H <sub>24</sub> O <sub>10</sub>



Şekil 4.9.Fenolik bileşiklerin HPLC-DAD-ESI-MS/MS kromatogramları

Çizelge 4.7 Fenolik bileşiklerin bulanık nar suyu üretim aşamalarındaki değişimleri (mg/L)<sup>1</sup>

Bileşikler	Hammadde	Pres çıkış	Separatör Çıkış	Dolum
Galloyil glikoz	19.70±0.14 <sup>b</sup>	21.15±0.15 <sup>a</sup>	17.13±0.13 <sup>c</sup>	14.27±0.10 <sup>d</sup>
Punikalajin α	23.01±0.17 <sup>c</sup>	24.73±0.18 <sup>b</sup>	17.95±0.13 <sup>d</sup>	26.80±0.20 <sup>a</sup>
Pedunkalajin I	21.63±0.16 <sup>c</sup>	23.68±0.17 <sup>b</sup>	23.55±0.17 <sup>b</sup>	24.36±0.18 <sup>a</sup>
Punikalajin β	113.51±0.83 <sup>b</sup>	115.82±0.85 <sup>a</sup>	98.85±0.72 <sup>c</sup>	100.39±0.73 <sup>c</sup>
Galloyil -HHDP-heksoz	3.57±0.03 <sup>b</sup>	3.42±0.03 <sup>c</sup>	3.74±0.03 <sup>a</sup>	3.11±0.02 <sup>d</sup>
Elajik asit glikozit	23.47±0.17 <sup>b</sup>	25.48±0.19 <sup>a</sup>	17.98±0.13 <sup>c</sup>	15.33±0.11 <sup>d</sup>
Granatin B	11.43±0.08 <sup>c</sup>	13.74±0.10 <sup>a</sup>	11.97±0.09 <sup>b</sup>	9.96±0.07 <sup>d</sup>
Puniglikonin	7.14±0.05 <sup>b</sup>	7.48±0.05 <sup>a</sup>	6.84±0.05 <sup>c</sup>	6.23±0.05 <sup>d</sup>
Elajik asit dioksiheksoz	5.01±0.04 <sup>a</sup>	3.67±0.03 <sup>b</sup>	1.80±0.01 <sup>c</sup>	1.49±0.01 <sup>d</sup>
Elajik asit pentozit	4.01±0.03 <sup>a</sup>	2.93±0.02 <sup>b</sup>	1.44±0.01 <sup>c</sup>	1.20±0.01 <sup>d</sup>
Elajik asit	159.99±1.17 <sup>b</sup>	172.55±1.26 <sup>a</sup>	157.68±1.15 <sup>b</sup>	137.64±1.01 <sup>c</sup>
Siringetin-heksoz	19.14±0.14 <sup>b</sup>	21.27±0.16 <sup>a</sup>	17.03±0.12 <sup>c</sup>	13.75±0.10 <sup>d</sup>
Phellatin (amurensin)	6.78±0.05 <sup>a</sup>	4.23±0.03 <sup>b</sup>	3.11±0.02 <sup>c</sup>	2.92±0.02 <sup>d</sup>
Phlorizin	1.50±0.01 <sup>a</sup>	1.10±0.01 <sup>b</sup>	0.55±0.01 <sup>c</sup>	0.46±0.01 <sup>d</sup>
<b>Toplam</b>	<b>419.89±3.07<sup>b</sup></b>	<b>441.25±3.23<sup>a</sup></b>	<b>379.62±2.77<sup>c</sup></b>	<b>357.91±2.60<sup>d</sup></b>

<sup>1</sup>Aynı satırdaki farklı üstel harflerle gösterilen örnekler arasındaki farklılıklar önemlidir. (p<0.05)

Çizelge 4.8 Fenolik bileşiklerin berrak nar suyu üretim aşamalarındaki değişimleri (mg/L)<sup>1</sup>

Bileşikler	Hammadde	Pres çıkış	Pastörizatör	Durultma-Filtrasyon	Evaporasyon	Dolum
Galloyil glikoz	12.83±0.26 <sup>c</sup>	22.61±0.19 <sup>a</sup>	19.48±0.21 <sup>b</sup>	9.95±0.28 <sup>d</sup>	8.64±0.29 <sup>e</sup>	6.37±0.31 <sup>f</sup>
Punikalajin α	21.50±0.16 <sup>b</sup>	23.74±0.17 <sup>a</sup>	20.42±0.15 <sup>c</sup>	18.50±0.14 <sup>d</sup>	15.54±0.11 <sup>e</sup>	13.78±0.10 <sup>f</sup>
Pedunkalajin I	25.77±0.19 <sup>b</sup>	28.49±0.21 <sup>a</sup>	24.50±0.18 <sup>c</sup>	20.03±0.15 <sup>d</sup>	18.23±0.13 <sup>e</sup>	15.68±0.11 <sup>f</sup>
Punikalajin β	112.81±0.83 <sup>b</sup>	119.66±0.88 <sup>a</sup>	112.33±0.82 <sup>b</sup>	103.06±0.75 <sup>c</sup>	86.13±0.63 <sup>d</sup>	81.21±0.59 <sup>e</sup>
Galloyil -HHDP-heksoz	3.95±0.03 <sup>b</sup>	4.02±0.03 <sup>a</sup>	3.46±0.03 <sup>c</sup>	2.00±0.01 <sup>e</sup>	2.38±0.02 <sup>d</sup>	1.67±0.01 <sup>f</sup>
Elajik asit glikozit	21.74±0.16 <sup>b</sup>	24.51±0.18 <sup>a</sup>	21.08±0.15 <sup>c</sup>	12.50±0.09 <sup>d</sup>	10.14±0.07 <sup>e</sup>	9.15±0.07 <sup>f</sup>
Granatin B	12.65±0.09 <sup>a</sup>	10.88±0.08 <sup>b</sup>	9.36±0.07 <sup>c</sup>	7.61±0.06 <sup>d</sup>	6.40±0.05 <sup>e</sup>	5.33±0.04 <sup>f</sup>
Puniglikonin	7.91±0.06 <sup>c</sup>	8.05±0.06 <sup>a</sup>	6.92±0.05 <sup>b</sup>	4.38±0.57 <sup>c</sup>	4.38±0.50 <sup>c</sup>	3.33±0.02 <sup>d</sup>
Elajik asit dioksiheksoz	1.59±0.69 <sup>b</sup>	3.26±0.04 <sup>a</sup>	2.82±0.01 <sup>a</sup>	1.55±0.16 <sup>b</sup>	1.54±0.18 <sup>b</sup>	0.86±0.05 <sup>b</sup>
Elajik asit pentozit	1.37±0.69 <sup>b</sup>	2.64±0.02 <sup>a</sup>	2.27±0.02 <sup>a</sup>	1.24±0.13 <sup>b</sup>	1.24±0.16 <sup>b</sup>	0.69±0.03 <sup>b</sup>
Elajik asit	173.71±1.27 <sup>b</sup>	180.29±1.32 <sup>a</sup>	171.26±1.25 <sup>b</sup>	163.57±1.20 <sup>c</sup>	136.20±1.00 <sup>e</sup>	157.68±1.15 <sup>d</sup>
Siringetin-heksoz	24.82±0.18 <sup>b</sup>	28.04±0.21 <sup>a</sup>	22.86±0.17 <sup>c</sup>	17.91±0.36 <sup>d</sup>	17.91±0.10 <sup>d</sup>	12.31±0.09 <sup>e</sup>
Phellatin (amurensin)	2.48±0.02 <sup>c</sup>	3.70±0.03 <sup>a</sup>	3.18±0.02 <sup>b</sup>	1.79±0.04 <sup>d</sup>	1.79±0.01 <sup>d</sup>	1.23±0.01 <sup>e</sup>
Phlorizin	0.49±0.19 <sup>bc</sup>	1.00±0.02 <sup>a</sup>	0.87±0.04 <sup>a</sup>	0.51±0.01 <sup>b</sup>	0.48±0.08 <sup>bc</sup>	0.27±0.04 <sup>c</sup>
<b>Toplam</b>	<b>423.62±4.28<sup>b</sup></b>	<b>460.89±2.96<sup>a</sup></b>	<b>420.81±2.64<sup>b</sup></b>	<b>364.60±3.36<sup>c</sup></b>	<b>311.00±0.69<sup>d</sup></b>	<b>309.56±1.78<sup>d</sup></b>

<sup>1</sup>Aynı satırdaki farklı üstel harflerle gösterilen örnekler arasındaki farklılıklar önemlidir. (p<0.05)

Fenolik bileşiklerin üretim aşamalarında meydana gelen değişimleri bulanık nar suları için Çizelge 4.7 ve berrak nar suları için Çizelge 4.8'de verilmiştir. Hem berrak ve hem de bulanık üretim aşamaları fenolik bileşiklerin toplam miktarında önemli ( $p < 0.01$ ) azalmaya yol açmıştır.

Çizelge 4.7'ye bakıldığında bulanık nar sularında hammaddede 419.89 mg/L olan toplam fenolik bileşikleri miktarı preslemenin etkisi ile artarak 441.25 mg/L değerine ulaştığı görülmektedir. Apaydın, 2008 nar sularında fenolik bileşiklerin bir kısmının nar danelerinin suyunda bulunurken, önemli bir kısmının da presleme esnasında uygulanan basınca bağlı olarak meyve kabuğu, bölüm zarları ve zedelenmiş çekirdeklerden meyve suyuna geçtiğini bildirmiştir. Çalışmamızda fenolik bileşiklerdeki artışın birinci sıkımda 4-6 bar arası olan pres basıncının ikinci sıkımda 100-150 bar'a artmasının etkisi ile danelerin dokularında bağlı bulunan fenoliklerin serbest kalması ve zedelenmiş çekirdeklerdeki fenoliklerin de meyve suyuna geçmesiyle gerçekleştiği düşünülmektedir. Muhacir Güzel ve ark., 2014 presleme boyunca basınç ve süre arttıkça hidrolize olabilen tanenlerde artış olduğunu bildirmiştir. Separatör ve dolum aşamalarında ise bu bileşiklerin toplam miktarında sırasıyla % 14 ve % 6'lık bir azalma saptanmıştır. Başlangıç seviyesine kıyasla dolum aşamasında galloyil glikoz % 28, elajik asit glikozit % 35, elajik asit dioksiheksöz %70, elajik asit pentozit % 70, elajik asit % 14, şiringetin-heksöz %28, phellatin (amurensin) % 57 ve phlorizin % 69 oranında azalmıştır. Bu azalmaların büyük oranda separatör aşamasında fenolik bileşiklerin bir kısmının bulanık etmeni partiküllerle beraber uzaklaştırılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatür çalışmalarına göre nar sularında punikalajin miktarı Vegara ve ark. (2014) tarafından 503.70 - 762.85 mg/L, Gil ve ark. (2000) ile Shadi ve Nacz (2004) tarafından 1500-1900 mg/L ve Fischer ve ark., (2011) tarafından 4-565 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Legua ve ark. (2016) İspanya'ya ait 19 çeşit nardan elde edilen nar sularında HPLC-DAD-MS/MS-ESI analiz sonucunda granatin B (0-4.25  $\mu$ M),  $\alpha$ - punikalajin (n.d- 16.3 $\mu$ M),  $\beta$ - punikalajin (n.d.- 26.9  $\mu$ M), elajik asit (1.18 - 19.6  $\mu$ M), elajik asit glikozit (3.07 - 37.8  $\mu$ M), elajik asit pentozit (0- 2.60  $\mu$ M), elajik asit dioksiheksöz (5.90 - 34.2  $\mu$ M) ve galloyil -HHDP-heksöz (0-21.9) tespit etmişlerdir. Hmid ve ark. (2017) Fas'ta yetiştirilen 18 çeşit nardan elde edilen nar sularında elajik asidi 23.43-95.02 mg/L ve phlorizini 0.07-0.62 mg/L, Poyrazoğlu ve ark. (2002) ise nar suyunda ortalama phlorizini 0.99 mg/L olarak bildirmişlerdir.

Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi berrak nar sularında hammaddede 423.62 mg/L olan toplam fenolik bileşik değeri presleme ile % 9 oranında artarken dolum sonrası % 27 oranında azalmıştır. Bu azalma pastörizasyon aşamasında % 9, durultma/filtrasyon

aşamasında % 13 ve evaporasyon aşamasında % 15 oranında saptanmıştır. Bireysel fenoliklerde en fazla etkili olan aşama durultma/filtrasyondur. Durultma/filtrasyon işlemlerinin punikalajin  $\alpha$ , punikalajin  $\beta$  ve elajik asit değerlerinde önemli bir etkisi olmamasına rağmen diğer fenoliklerde % 19 ile % 49 arasında azalmalara neden olduğu saptanmıştır.

Onsekizoğlu (2013) nar ham suyunda 130 mg/L olan elajik asit içeriğinin jelatin ve bentonit ile durultma sonucu % 15 azalma ile 110 mg/L değerinde saptandığını bildirmiştir. Muhacir Güzel ve ark. (2014), danelerden elde edilen nar sularında başlıca punikalajin,  $\alpha$ -punikalajin,  $\beta$ -punikalajin ve elajik asit heksosit olmak üzere 4 majör hidrolize olabilen tanen (HT) tanımlamış ve jelatin ile durultma sonucu HT'de %70, kondanse tanenlerde (KT) % 33 oranında azalma olduğunu saptamışlardır. Bu polifenol gruplarındaki azalmaların sırasıyla pozitif ve negatif yüklü jelatin ve polifenoller arasındaki etkileşimin bir sonucu olarak ortaya çıktığını ve bu etkileşimin flokülasyona yol açtığını bildirmişlerdir. Bu araştırmalar bizim çalışma sonucunda tespit ettiğimiz durultma/filtrasyon etkisi ile uyumlu görünmektedir.

Çizelge 4.8'e göre fenolik bileşikler üzerinde pastörizasyonun etkisi % 5 ile % 18 arasında azalma olarak görülmektedir. Muhacir Güzel ve ark. (2014) ise pastörizasyonun hidrolize olabilen tanenlerde artışa, kondanse tanenlerde ise azalışa neden olduğunu saptamıştır. Uzuner (2008), farklı yöntemlerle elde edilen bulanık ve berrak nar sularında pastörizasyonun elajik asit miktarında artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada evaporasyonun toplam fenolik içeriğinde % 15 oranında azalma saptanmıştır. Karadeniz (1993) elma suyunda evaporasyon aşamasında ürünlerdeki sıcaklığa bağlı olarak fenolik madde içeriğinde % 10 ile 32 oranında azalma saptandığını bildirmiştir.

## BÖLÜM 5. SONUÇLAR

Farklı üretim aşamalarından alınan nar suyu örnekleri üzerinde yaptığımız araştırmalar sonucunda elde edilen sonuçlar şu şekildedir.

- Berrak ve bulanık nar sularında işlem aşamalarına bağlı pH ve asitlikteki değişimler istatistiksel yönden önemli bulunmuştur.
- Her iki proseste de tüm aşamalarda baskın olan organik asit sitrik asit olup bunu miktarsal olarak malik ve askorbik asit takip etmektedir. Her iki üretim yönteminde de organik asit değerlerinde işlem basamaklarına bağlı azalmalar saptanmıştır ve en fazla azalma bulanık nar suları için % 64, berrak nar suları için % 62 oranında askorbik asit değerinde belirlenmiştir.
- Bulanık nar suları için proses sonunda toplam şekerde % 2 oranında azalma görülürken berrak nar suları için bu oran % 12 dolayındadır.
- Bulanık nar sularında toplam fenolik madde içeriğinde dolum sonunda %19 azalma görülürken berrak nar sularında %39 oranında azalma saptanmıştır. En fazla azalma %17 ile durultma/filtrasyonda olmuştur. Durultmada kullanılan jelatinin kimyasal yapısı nedeniyle fenolik maddelerle birleşerek, ultrafiltrasyonun ise yüksek molekül ağırlığındaki polifenollerini elemine etmesinden dolayı fenolik madde miktarında azalma olduğu düşünülmektedir.
- Antioksidan kapasite değerlerinde son aşamada (dolum sonrası) bulanık nar sularında %23, berrak nar sularında ise % 44 oranında azalma tespit edilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda antioksidan aktivite değerlerinin toplam fenolik madde içeriğiyle paralel bir azalma eğiliminde olduğu görülmüştür.
- Bulanık nar sularında uygulanan işlem basamaklarına bağlı en fazla değişim L\* ve b\* değerlerinde görülmektedir. Renk değerlerindeki bu değişimin presleme ile artan bulanıklığın separatör ile azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Berrak nar sularında renk değerlerinde presleme ile azalma görülürken durultma/filtrasyon ile önemli bir artış görülmüştür. Presleme ile meydana gelen azalmada bulanıklık verici etmenlerin artmasının sorumlu olduğu düşünülürken durultma/filtrasyonda ise bulanıklık verici etmenlerin yanı sıra fenolik maddelerdeki azalmanında etkili olduğu düşünülmektedir.
- Türkiyede nar suyu ile ilgili yapılan birçok çalışmada bulunmamasına rağmen bizim çalışmamızda ayrıca siyanidin pentozit ilk kez tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmalarda üretim aşamalarında uygulanan işlemlerin antosiyaninlerde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Bulanık ve berrak nar suyu üretiminde hammadde ve dolum sonrası alınan örnekler kıyaslandığında toplam antosiyanin içeriğinde sırasıyla ~% 20 ve ~% 39 oranında azalma tespit edilmiştir. Bulanık nar sularındaki azalmada



preslemenin ve aseptik dolum esnasında uygulanan ısı işlemlerin etkisi olduğu düşünölmekle birlikte berrak nar sularındaki antosiyanin miktarlarındaki azalmada ise pastörizasyon sırasında uygulanan ısı işlemin etkili olduğu, bir miktarının ultrafiltrasyon sırasında membran filtreler tarafından tutulduğu, bir miktarının da durultma ajanları tarafından uzaklaştırıldığı düşünölmektedir.

- Bulanık ve berrak nar sularında 14 adet renksiz fenolik bileşik tespit edilmiştir. Bunlar arasında baskın olanlar sırasıyla elajik asit ve punikalajin  $\beta$ 'dir. Presleme sonrası renksiz fenolik değerlerinde artış olmasına rağmen durultma/filtrasyon ile azalma tespit edilmiştir.
- Sonuç olarak gerek bulanık nar suları gerekse berrak nar suları üretim aşamaları sonunda toplam fenolik bileşik içeriği ve antioksidan aktivite kapasite açısından azalmalar olmasına rağmen önemli potansiyele sahip olduğu saptanmıştır. Özellikle pastörizasyon ve durultma/filtrasyon gibi uygulanan işlemlerin fenolik bileşikler üzerine olan olumsuz etkileri nedeniyle de son zamanlarda tüketim piyasasına hızlı bir şekilde giren bulanık nar suları, berrak nar sularına göre biyoaktif bileşenlerce daha zengin olduğu saptanmıştır.

## KAYNAKLAR

- AKİB. 2017. Yaş meyve ve sebze sektörü Türkiye geneli değerlendirme raporu. (2015/2016 Ocak Aralık Ayı). <http://www.akib.org.tr/>. Yaş Meyve ve Sebze Sektör Şefliği. Akdeniz İhracatçı Birlikleri. Mersin
- 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.
- Ambigaipalan P, Costa de Camargo A, Shahidi F. 2017. Identification of phenolic antioxidants and bioactives of pomegranate seeds following juice extraction using HPLC-DAD-ESI-MSn. *Food Chemistry* 221, 1883–1894.
- Anonim 2018. <http://chimactiv.agroparistech.fr/en/aliments/antioxydant-dpph/principe/1>
- Apaydın E, 2008. Nar suyu konsantresi üretim ve depolama sürecinde antioksidan aktivitedeki değişimler. Yüksek Lisans Tezi. 64 sayfa. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
- Bodur J, Yurdagel Ü. 1986. Nar konsantresinin donmuş ve kimyasal katkılanmış olarak sogukta depolanması sırasında meydana gelen değişimler üzerinde bir araştırma. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi* 4, 2, 11-26.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. 1995. Antioxidative Activity of Phenolic Composition of Commercial Extracts of Sage and Rosemary. *LWT - Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- Brownmiller C (2008) Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed blueberry products. *J Food Sci* 73:272–279
- Budic-Leto I, and Lovric T. 2002. Identification of phenolic acids and changes in their content during fermentation and ageing of white wines Posip and Rukatac. *Food Technol. Biotechnol.*, 40(3), 221-225.
- Canbaş A. 1983. Şaraplarda fenol bileşikleri ve bunların analiz yöntemleri. Tekel Enstitüleri, Yayın No: Tekel 279 EM/003, İstanbul, (16)s.
- Cassano A, Conidi C, Drioli E. 2011. Clarification and concentration of pomegranate juice (*Punica granatum* L.) using membrane processes *Journal of Food Engineering* 107, 366–373.
- Cemeroğlu B. 1977. Nar Suyu Üretim Teknolojisi Üzerinde Araştırmalar. A.Ü.Z.F. Yayınları: 664.
- Cemeroğlu B, Artık N. 1990. Isıl işlem ve depolama koşullarının nar antosiyaninleri üzerine etkisi. *Gıda*, 15, 1, 13-19.
- Çelik M. ve Bahçeci KS. 2015. Nar Suyu Konsantresi Üretiminde Kullanılan Farklı Yöntemlerin Ürün Karakteristikleri Üzerine Etkileri, 9. Gıda Mühendisliği Kongresi 12-14 Kasım 2015 Selçuk/İzmir
- Damar İ. 2010. Vişne suyunun antosiyanin profili ve antioksidan kapasitesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Demirdöven A, Erceyes E, Erceyes Ö. 2016. Vişne suyu konsantresi antioksidanlarının üretim ve depolama süresince değişimleri. <https://www.researchgate.net/publication/295100490>. *GIDA* (2016) 41 (4): 213-220 doi: 10.15237/gida.GD15069
- Du CT, Wang PL, Francis FJ. 1975. Anthocyanins of pomegranate, *Punica granatum*. *Journal of Food Science*, 40, 2, 417-418.

- Ekşi A, Artık N. 1986. Meyve suyunda hidroksimetilfurfural miktarı üzerine pastörizasyon sonrası soğutma işleminin etkisi. *Gıda*, 11: 139-143.
- Ekşi A, Özhamamcı İ. 2009. Chemical composition and guide values of pomegranate juice, *Gıda*, 34, 5, 265-270.
- Elfalleh W, Tlili N, Nasri N, Yahia Y. 2011. Hannachi, H., Chaira, N., Ying, M., Ferchichi, A. Antioxidant capacities of phenolic compounds and tocopherols from Tunisian pomegranate (*Punica granatum*) fruits. *Journal of Food Science*, 76, 5, 707-713.
- Fischer UA, Carle R, Kammerer DR. 2011. Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum* L.) peel, mesocarp, aril and differently produced juices by HPLC-DAD-ESI/MS<sup>n</sup>. *Food Chemistry*, 127, 2, 807-821.
- Fischer UA, Carle R, Kammerer DR. 2013. Thermal stability of anthocyanins and colourless phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) juices and model solutions. *Food Chemistry* 138, 1800–1809.
- Gil MI, Thomas-Barberan FA, Hess-Pierce B, Holcroft DM, Kader AA. 2000. Antioksidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 10, 4581 -4589.
- Glories Y. 1999. Substances Responsible for Astringency, Bitterness and Colour. *Journal International des Sciences de Vigne de Vin, Wine-Tasting*, 107-110.
- Gölükcü M, Toker R, Tokgöz H. 2011. Hasat zamanının nar suyunun şeker ve organik asit bileşimleri üzerine etkisi. *GIDA (2011)* 36 (6): 335-341
- Gullon B, Pintado ME, Perez-Alvarez J A, Viuda-Martos M. 2016. Assessment of polyphenolic profile and antibacterial activity of pomegranate peel (*Punica granatum*) flour obtained from co-product of juice extraction. *Food Control* 59, 94-98.
- Güzel N. 2010. Nar suyu konsantresi üretim aşamalarında prosiyanidinlerdeki değişimler. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Hmid I, Elothmani D, Hanine H, Oukabli A, Mehinagic E. 2017. Comparative study of phenolic compounds and their antioxidant attributes of eighteen pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S2675–S2684.
- Haslam E. 1995. Polyphenol Complexation: Astringency and salivary proline-rich proteins. 5<sup>e</sup> Symposium International d'Œnologie. Coördinateur Aline Lanvaud-Funel, Lavoisier TEC&Doc., Paris.
- Haslam E. 1998. Practical Polyphenolics. From Structure to Molecular Recognition and Physiological Action. Cambridge University Press, (422)s.
- Jourdes M. 2003. Reactivite, Synthèse, Couleur et Activite Biologique d'Ellagitannins c-Glycosidiques et Flavano-Ellagitannins. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I.
- Karaca E. 2011. Nar suyu konsantresi üretiminde uygulanan bazı işlemlerin fenolik bileşenler üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, 157s.
- Karadeniz F. 1993. Elma suyunda fenolik madde dağılım ve konsantreye işleme sırasında değişimi. Doktora Tezi. 79 sayfa. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı.
- Karimi M, Sadeghi R, Kokini J. 2017. Pomegranate as a promising opportunity in medicine and Nanotechnology. *Trends in Food Science & Technology* 69 (2017) 59-73

- Kelebek H, Canbaş A. 2010. Hicaz narı şırasının organik asit şeker ve fenol bileşikleri içeriği ve antioksidan kapasitesi. *Gıda* 35, (6): 439-444.
- Kelebek H, Selli S. 2011. Characterization of Phenolic Compounds in Strawberry Fruits by RP-HPLC-DAD and Investigation of their Antioxidant Capacity. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 34:1–10.
- Kelebek H, Selli S. 2014. Identification of phenolic compositions and antioxidant capacity of mandarin juices and wines. *J Food Sci Technol* 51:1094-1101.
- Kırca A. 2004. Sıyah havuç antosiyaninlerinin bazı meyve rnlerinde Isıl stabilitesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Legua P, Melgarejoa P, Martıneza JJ, Martıneza R, Hernndeza F. 2012. Evaluation of Spanish pomegranate juices: organic acids, sugars, and anthocyanins. *International Journal of Food Properties*, 15, 3, 1532-1586.
- Legua P, Giner MAF, Juregui NN, Hernndeza F. 2016. Polyphenolic compounds, anthocyanins and antioxidant activity of nineteen pomegranate fruits: A rich source of bioactive compounds. *Journal of Functional Foods* 23, 628–636.
- Li X, Wasila H, Liu L, Yuan T, Gao Z, Zhao B, Ahmad I. 2015. Physicochemical characteristics, polyphenol compositions and antioxidant potential of pomegranate juices from 10 Chinese cultivars and the environmental factors analysis. *Food Chemistry* 175, 575–584.
- Li Y, Guo C , Yang J, Wei J, Xu J, Cheng S. 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract İn comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry* 96, 254–260.
- Marmol FA, Jáuregui NN, Sánchez FG, Martınez - Nicols JJ, 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.
- Melgarejo P, Salazar DM, Artes F. 2000. Organic acids and sugars composition of harvested pomegranate fruit. *European Food Research and Technology*, 211, 185-190.
- Melgarejo P, Calin-Sánchez , Vázquez-Arujo L, Hernández F, Martinez JJ, Legua P, Carbonell-Barrachina .A. 2011. Volatile composition of pomegranates from 9 Spanish cultivars using headspace solid phase microextraction. *Journal of Food Science*, 76, 1, 114-120.
- Mena P, Garcia-Viguera C, Navarro-Rico J, Moreno D.A, Bartual J, Saura D, Marti 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: 1893–1906.
- Merken, HM, Beecher G. 2000. Measurement of Food Flavonoids by High-Performance Liquid Chromatography: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 3, 577-599.
- Mert A. 2012. Vişne suyu konsantresi ile şeftali ve kayısı pre konsantrelerinin üretim aşamalarında uygulanan işlemlerin bileşimleri üzerine etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Mertens-Talcott SU, Jilma-Stohlawetz P, Rios J, Hingorani L, Derendorf H. 2006. Absorption, Metabolism, and Antioxidant Effects of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Polyphenols after Ingestion of a Standardized Extract in Healthy

- Human Volunteers. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54 (23), 8956 - 8961.
- MEYED 2011. Türkiye Meyve Suyu v.b. Ürünler Sanayi Raporu. Meyve Suyu Derneği.
- Mirabel M. 2000. Caracteristiques Chimiques et Organoleptiques des Tanins des Raisins de *Vitis vinifera* var. Merlot et Cabernet sauvignon Issus de Differentes Terroirs Bordelais. Thèse Doctorat. Université Victor Segalen Bordeaux 2.
- Mirdehghan SH, Rahemi M. 2007. Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. Scientia Horticulturae 111, 120–127
- Mirsaeedghazi H, Emam-Djomeh Z, Mousavi SM, 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, Djomeh ZE, Rezaei K, Khodaparast MHH. 2009. Identification and quantification of phenolic compounds and their effects on antioxidant activity in pomegranate juices of eight Iranian cultivars. Food Chemistry 115 , 1274–1278.
- Muhacir-Güzel N, Türkyılmaz M, Yemis O, Tağı Ş, Özkan. 2014. Changes in hydrolysable and condensed tannins of pomegranate (*Punica granatum* L., cv. Hicaznar) juices from sacs and whole fruits during production and their relation with antioxidant activity. LWT - Food Science and Technology 59, 933-940.
- Naczki, M., Shahidi, F. 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. Journal of Chromatography A, 1054, 95–111.
- Nuncio-Jaregui N, Nowicka P, Munera-Picaz S, Hernández F, Carbonell-Barrachina A.A. 2015. Identification and quantification of major derivatives of ellagic acid and antioxidant properties of thinning and ripe Spanish pomegranates. Journal of functional foods 12, 354–364.
- Ongan E. 2016. Nar sularında tağşiş tespit için fenolik madde profilinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Onsekizoğlu P. 2013. Production of high quality clarified pomegranate juice concentrate by membrane processes. Journal of Membrane Science 442, 264–271
- Özgen M, Durgac C, Serçe S, Kaya, C. 2008. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. Food Chemistry 111, 703-706.
- Özhamamcı İ. 2008. Nar suyunun kimyasal bileşimi ve tanı değerleri. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Özkan M. 2009. Ülkemizde yetiştirilen başlıca nar çeşitlerinin bazı kimyasal nitelikleri. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri. 08H4343004 nolu proje.
- Öztürk Yılmaz S, Bal Ş, Şen M, Yazıcı Y, Polat G, Yavaş G. 2016. Nar (*Punica granatum*) Kabuğu ve Nar suyunun Antioksidan Kapasitesinin, Toplam Fenolik Madde Miktarlarının ve Bazı Gıda Kaynaklı Bakteriler Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması Üzerine Bir Çalışma, Gıda, Metabolizma & Sağlık : Biyoaktif Bileşenler ve Doğal Katkılar Kongresi. Kasım.
- Perez-Vicente A, Serrano P, Abellan P, Garcia-Viguera C. 2004. Influence of packaging material on pomegranate juice colour and bioactive compounds, during storage. J Sci Food Agric 84:639–644
- Poyrazoğlu E, Gökmen V, Artık N. 2002. Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (*Punica granatum* L) grown in Turkey. J Food Compos Anal. 15(5):567–575.

- Puech J, Feuillat F, Mosedale JR. 1999. The tannins of Oak Heartwood: Structure, Properties, and Their Influence on Wine Flavor. *American Journal of Enology and Viticulture*, 50(4), 469-478.
- Rajasekar D, Akoh CC, Martino KG, MacLean DD. 2012. Physico-chemical characterization of aril juice extracted by blender and mechanical press from pomegranate cultivars grown in Georgia. *Food Chemistry* 133, 1383–1388.
- Ribereau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdieu D. 2000. *Handbook of Enology, Volume 2: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments*. John Wiley and Sons Ltd., England.
- 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, 355-359.
- Saafi EB, Arem AE, Issaoui M, Hammami M, Achour L. 2009. Phenolic Content and Antioxidant Activity of Four Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit Varieties Grown in Tunisia. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 2314–2319.
- Sanchez-Moreno, C Larrauri, JA, Saura-Calixto F. 1998. A Procedure to Measure the Antiradical Efficiency of Polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76, 270–276.
- Sarni-Manchado P, Deleris A, Avallone S, C, Cheynier V, Moutounet M. 1999. Analysis and Characterization of Wine Condensed Tannins Precipitated by Proteins Used as Fining Agent in Enology. *Am J Enol Vitic.* January 1999 50: 81-86; published ahead of print January 01 1999.
- Saucier C, Mirabel M, Daviaud F, Longieras A, Glories Y. 2001. Rapid Fractionation of Grape Seed Proanthocyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 5732-5735.
- Saxena K, Manan JK, Berry SK. 1987. Pomegranate: post harvest technology chemistry and processing. *Indian Food Packer*, 41(4), 43–60.
- Sentandreu E, Cerda n-Calero M, Sendra Jose´ M. 2013. Phenolic profile characterization of pomegranate (*Punica granatum*) juice by high-performance liquid chromatography with diode array detection coupled to an electrospray ion trap mass analyzer. *Journal of Food Composition and Analysis* 30, 32–40.
- Shahidi F, Naczk M. 1995. *Food Phenolic: Sources, Chemistry, Effects. Applications* Technomic Publishing Co, Inc Lancaster.
- Shahidi F, Naczk M. 2004. In: *Phenolic in food and nutraceuticals*. CRC press, Boca Boton, 131–239.
- Smirnoff N. 1996. The function and metabolism of ascorbic acid in plants. *Annals of Botany*, 78, 661–669.
- Stintzing, F.C and Carle, R. 2004. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trends Food Sci. Technol.* 15; 19-38
- Tağı Ő. 2010. *Nar Suyu Üretim Asamalarında Antimikrobiyel Aktivite ve Fenolik Madde Miktarındaki Değişimler*. Ankara Üniversitesi Bilimsel araştırma projesi (Proje No: 08B4343002).
- Tezcan F, Gültekin-Özgüven M, Diken T, Özçelik B, Erim FB. 2009. Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chemistry* 115, 873–877.

- Turfan Ö. 2008. Nar suyu konsantresi üretim ve depolama sürecinde antosiyaninlerdeki değişimler. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi.
- Turfan Ö, Turkyılmaz 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, 1644–1651.
- Türkmen İ, Ekşi A. 2011. Brix degree and sorbitol/xylitol level of authentic pomegranate (*Punica granatum*) juice. Food Chemistry 127, 1404–1407.
- Türkyılmaz M, Özkan M. 2014. Effects of condensed tannins on anthocyanins and colour of authentic pomegranate (*Punica granatum* L.) juices. Food Chemistry 164, 324–331.
- Uysal Pala Ç, Kırca Toklucu A. 2011. Effect of UV-C light on anthocyanin content and other quality parameters of pomegranate juice. Journal of Food Composition and Analysis 24, 790–795
- Uzuner S. 2008. Nar suyunda farklı üretim ve depolama koşullarında ellajik asit ve toplam antioksidan aktivitelerindeki değişimler. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Uzuner S, Onsekizoglu P, Acar J. 2011. Effects of processing techniques and cold storage on ellagic acid concentration and some quality parameters of pomegranate juice. Gıda 36, 5, 263-269.
- Ünal Ç, Velioglu S, Cemeroğlu B. 1995. Nar sularının bileşim öğeleri. Gıda, 20,6, 339-345.
- Vardin H. 2000. Harran ovasında yetişen değişik nar çeşitlerinin gıda sanayiinde kullanım olanakları üzerine bir çalışma, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana, 130s.
- Vardin H, Fenercioglu H. 2003. Study on the development of pomegranate juice processing technology: Clarification of pomegranate juice. Nahrung/Food, 47 (5) 300-303.
- Vegara S, Mena P, Martí N, Saura D, Valero M. 2013. Approaches to understanding the contribution of anthocyanins to the antioxidant capacity of pasteurized pomegranate juices. Food Chemistry 141, 1630–1636
- Vegara S, Martí N, Lorente J, Coll L, Streitenberger S, Valero M, Saura D. 2014. Chemical guide parameters for *Punica granatum* cv. 'Mollar' fruit juices processed at industrial scale. Food Chemistry 147, 203–208
- Yıldız Turgut D, Seydim AC. 2013. Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen bazı Nar (*Punica granatum* L.) çeşit ve genotiplerinin organik asit ve şeker kompozisyonu. Akademik Ziraat Dergisi 2(1) : 35-42.

## ÖZGEÇMİŞ

01.03.1978 yılında Adana'da doğdum. İlk-orta-lise eğitimimi Adana'da tamamladım. 1994-1998 yıllarında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde Lisans eğitimi aldım. 2004 yılında Osmaniye Tarım İl Müdürlüğünde Gıda Kontrolörü olarak göreve başladım. 2006 yılından beri Adana Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğünde Gıda Mühendisi olarak çalışmaktayım. 2016 yılında Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladım.

