

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emine KARACA

**NAR SUYU KONSANTRESİ ÜRETİMİNDE UYGULANAN
BAZI İŞLEMLERİN FENOLİK BİLEŞENLER ÜZERİNE ETKİSİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2011

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NAR SUYU KONSANTRESİ ÜRETİMİNDE UYGULANAN BAZI
İŞLEMLERİN FENOLİK BİLEŞENLER ÜZERİNE ETKİSİ**

Emine KARACA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez/...../..... Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

.....
Yrd. Doç.Dr. Asiye AKYILDIZ Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU Yrd. Doç.Dr.Hasan VARDİN
DANIŞMAN ÜYE ÜYE

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: ZF2009YL88

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NAR SUYU KONSANTRESİ ÜRETİMİNDE UYGULANAN BAZI İŞLEMLERİN FENOLİK BİLEŞENLER ÜZERİNE ETKİSİ

Emine KARACA

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Yrd. Doç.Dr. Asiye AKYILDIZ

Yıl: 2011, Sayfa: 144

Jüri : Yrd. Doç.Dr. Asiye AKYILDIZ

: Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU

:Yrd. Doç. Dr. Hasan VARDİN

Endüstriyel olarak nar suyu konsantresi üreten bir fabrikanın üretim hattından; nar meyvesinden başlayarak, parçalama, presleme, enzimasyon, durultma, pastörizasyon ve konsantreye işlenmesi aşamalarında ve depolama süresince fenolik bileşenler ve diğer kalite özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. Renk değerlerinde (L, a, b, hue ve C) ultrafiltrasyon ile düşüş tespit edilmiştir. Monomerik antosiyanin içeriği 242.08-468.56 mg/L arasında bulunmuş uygulamaların etkisi ile yaklaşık % 28' lik bir azalma saptanmıştır. Nar suyu örneklerinde Cy-3,5-diglu, Pg-3,5-diglu, Cy-3-glu, Dp-3,5-diglu, Pg-3-glu, Mv-3,5-diglu olmak üzere 6 adet antosiyanin ve sitrik asit, malik asit, oksalik asit, süksinik asit, kuinik asit ve askorbik asit olmak üzere 7 adet organik asit tanımlanmış ve miktarları saptanmıştır. Nar sularının toplam fenolik madde içerikleri 1760.67 ile 2513.87 mg/L arasında tespit edilmiştir. Nar sularında ve konsantrelerinde gallik asit, vanilik asit, klorojenik 4H3MSİ, 2HSİNA, kafeik asit, sinapik asit, p-kumarik asit, kuersetin, protokateşol, (±)-kateşin hidrat, kamferol, rutin, ellajik asit ve şirinjik asit olmak üzere toplam 15 adet fenolik bileşik tanımlanmıştır. Konsantreye işleme sırasında nar sularının HMF miktarının yaklaşık % 92 oranında arttığı tespit edilmiştir. Konsantreye işleme sırasında örneklerin NTU değerleri artmıştır ve depolama sırasındaki konsantre örneklerde NTU değeri 51.68 ile 60.20 arasında bulunmuştur. Konsantrelerinin depolama sırasında monomerik antosiyanin miktarı 997.26 ile 871.35 mg/L arasında bulunmuştur. Nar suyu konsantrelerinin depolanma sırasındaki toplam fenolik madde miktarı 17188.80 ile 11965.87 mg/L aralığında tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nar Suyu ve Konsantresi, Antosiyaninler, Fenolik Bileşikler
Renk, Bulanıklık

ABSTRACT

MSc. THESIS

THE EFFECT ON PHENOLIC COMPOUNDS APPLIED SOME OF THE PROCEDURES DURING PRODUCTION OF POMEGRANE JUICE CONCENTRATE

Emine KARACA

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING**

Supervisor : Asst. Prof. Dr. Asiye AKYILDIZ

Year: 2011, Pages: 144

Jury : Asst. Prof. Dr. Asiye AKYILDIZ

: Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU

: Asst. Prof. Dr. Hasan VARDİN

Changes in phenolic compounds and other quality characteristics of concentrated pomegranate juice obtained from a production line of a commercial pomegranate juice processing facility were studied using the samples collected from fresh fruits and following several processing steps including crushing, pressing enzymation, clarification, pasteurization, concentration and storage. Color values (L, a, b, hue and C) decreased with ultrafiltration process. Monomeric anthocyanin content was between 242.08-468.56 mg/L however, 28% of decrease in the anthocyanin content was determined following the processing steps. Six anthocyanins including Cy-3,5-diglu, Pg-3,5-diglu, Cy-3-glu, Dp-3,5-diglu, Pg-3-glu, Mv-3,5-diglu and 7 organic acids including citric acid, malic acid, oxalic acid, succinic acid, quinic acid and ascorbic acid were identified and quantified. Total phenolic content of the pomegranate juice was determined between 1760 and 2513.87 mg/L. A total of 15 phenolic compounds were identified in the pomegranate juice and concentrate including gallic acid, vanillic acid, chlorogenic acid, 4H3MSI, 2HSINA, caffeic acid, sinapic acid, p-coumaric acid, quercetin, pyrocatechol, (±)-catechin hydrate, kaempferol, rutin, ellagic acid, syringic acid. HMF content of the pomegranate juice increased 92 % during the concentration process. NTU values of the samples increased during the concentration process and NTU values were found between 51.68 and 60.20 in the concentrated samples during storage. Monomeric anthocyanin contents of the concentrated samples were between 871.35 and 997.27 mg/L during storage. Amounts of the total phenolic compounds of the concentrated pomegranate juices were determined between 17188.80 – 11965.87 mg/L during storage.

Key Words: Pomegranate juice and Concentrate, Anthocyanins, Phenolic Compounds, Color, Turbidity

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince ve araştırmamın her aşamasında yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren, araştırma konumun tüm detayları ile ele alınmasını, düzenlenmesini, değerlendirilmesini sağlayan ve her koşulda azami desteği ile hep yanımda olan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde ve değerlendirilmesinde katkı ve desteklerini esirgemeyen ayrıca jüri üyesi olarak da tezimi değerlendiren sayın hocam Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU' na teşekkür ederim.

Tezimin değerlendirilme aşamasında yardım ve katkılarını esirgemeyen jüri üyem Yrd. Doç. Dr. Hasan VARDİN'e,

Çalışmanın yürütülmesi için fabrika imkanlarını sunan Limkon Gıda San. ve Tic. A.Ş.' ye ve Fabrika Müdürü Şükrü Yılmaz' a; geçirdiği bir kaza sonucu yaşamını yitiren Kalite Müdürü Nevzat KAYHAN' a ve diğer Limkon çalışanlarına,

Çalışmanın her aşamasında ilgi ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Arş. Gör. Erdal AĞÇAM'a,

Benden yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Hakan BENLİ' ye, Dr. Feyza KIROĞLU ZORLUGENÇ'e, tüm bölüm öğretim elemanlarına ve aynı laboratuvarı paylaştığım arkadaşlarıma,

Hayatım ve tüm eğitim yaşantım boyunca, başarımla beraber, her türlü zor zamanıma da ortak olan ailemin tüm sevgili fertlerine, yüksek lisans eğitimim boyunca bana evini açan halama ve dayıma, her zaman desteklerini hissettiğim kuzenlerim Gülizar ve Zeynep'e

Destek ve katkılarından dolayı; Ç. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine, Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsüne

Teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1 Nar Suyunun Genel Bileşimi	9
2.2 Nar Sularının Hidroksimetilfurfural İçerikleri.....	13
2.3. Nar Sularının Fenolik Bileşikleri	14
2.4. Nar Sularının Antosiyanin İçerikleri ve Rengi	26
2.5. Nar Sularının Antioksidan Aktiviteleri	36
2.6. Nar Sularının Organik Asit İçerikleri.....	37
3. MATERYAL VE METOD	41
3.1. Materyal.....	41
3.2. Metod	41
3.2.1. Uygulanan Teknolojik İşlemler	41
3.2.2. Nar Suyu ve Konsantresi Üretim Aşamaları	42
3.2.2.1.Hammadde Girişi, Yıkama ve Ayıklama.....	42
3.2.2.2.Mayşe Eldesi	42
3.2.2.3.Mayşenin Preslenmesi	42
3.2.2.4.Pastörizasyon.....	43
3.2.2.5.Enzimasyon	43
3.2.2.6.Ultrafiltrasyon	43
3.2.2.7.Nar Suyunun Durultulması	44
3.2.2.8. Nar Suyunun Filtrasyonu	44
3.2.2.9. Nar Suyunun Konsantrasyonu.....	45
3.2.2.10. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolanması	47

3.2.3. Uygulanacak Analizler	47
3.2.3.1. pH Tayini	48
3.2.3.2. Titrasyon Asitliği Tayini.....	48
3.2.3.3. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini.....	48
3.2.3.4. Toplam Kuru Madde Tayini.....	49
3.2.3.5. Formal Sayısı Tayini.....	49
3.2.3.6. Hidroksimetilfurfural (HMF) Tayini	49
3.2.3.7. Bulanıklık Tayini.....	51
3.2.3.8. Renk Ölçümleri	51
3.2.3.9. Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini	52
3.2.3.10. Antosiyanin Parçalanma Ölçütlerinin Belirlenmesi	53
3.2.3.10 (1). Renk Yoğunluğu.....	54
3.2.3.10 (2). Polimerik Renk	55
3.2.3.10 (3). Polimerik Renk Oranı.....	55
3.2.3.11. Antosiyanin Bileşenlerin Analizi	55
3.2.3.12. Toplam Fenolik Madde Analizi.....	56
3.2.3.13. Fenolik Bileşenlerin Analizi.....	57
3.2.3.14. Antioksidan Aktivite Tayini.....	59
3.2.3.15. Organik Asit Tayini	59
3.2.3.16. Mineral Madde Analizi	60
3.2.3.17. İstatistiksel Değerlendirme.....	61
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	63
4.1. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki pH Değerleri.....	63
4.2. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Titrasyon Asitliği Değerleri	64
4.3. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Suda Çözünür Kuru Madde Değerleri.....	65
4.4. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Toplam Kuru Madde Değerleri	66
4.5. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Formol Sayısı Değerleri.....	67
4.6. Nar Suyu Üretim Aşamalarında Oluşan Hidroksimetilfurfural Değerleri.....	68
4.7. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Bulanıklık Değerleri	70
4.8. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Renk Değerleri	71

4.8.1. L Değerleri	71
4.8.2. a Değerleri	72
4.8.3. b Değerleri.....	73
4.8.4. Hue Değerleri	74
4.8.5. C (Kroma) Değerleri	76
4.9. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarı	78
4.10. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Antosiyanin Parçalanma Ölçütlerinin Belirlenmesi.....	80
4.11. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Antosiyanin Bileşenlerin Miktarı	82
4.12. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Toplam Fenolik Madde Değerleri	86
4.13. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Fenolik Bileşiklerin Miktarı.....	88
4.14. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Antioksidan Aktivite Değerleri	93
4.15 Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Organik Asit Değerleri.....	94
4.16. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Mineral Madde Değerleri.....	98
4.17. Nar Suyu Konsantresinin Depolanması Süresince pH, Biriks, Toplam Kuru Madde ve Titrasyon Asitliği Değerlerindeki Değişim.....	101
4.18. Nar Suyu Konsantresinin Depolanması Süresince Formol Sayısındaki Değişim.....	102
4.19. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolanması Süresince Hidroksimetilfurfural Değerlerindeki Değişim	103
4.20. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolanması Süresince Bulanıklık Değerlerindeki Değişim.....	104
4.21. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolanması Süresince Renk Değerlerindeki Değişim	106
4.21.1. L Değerlerindeki Değişimler	106
4.21.2. a Değerlerindeki Değişimler.....	107
4.21.3. b Değerlerindeki Değişimler	108
4.21.4. Hue (h°) Değerlerindeki Değişimler	109
4.21.5. C (Kroma) Değerlerindeki Değişimler.....	110

4.22. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolama Süresince Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarındaki Değişim	111
4.23. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolama Süresince Antosiyanin Parçalanma Ölçütlerindeki Değişim	112
4.24. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolama Süresince Antosiyanin Bileşenlerindeki Değişim.....	114
4.25. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolama Süresince Toplam Fenolik Madde Değerlerindeki Değişim.....	115
4.26. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolama Süresince Antioksidan Aktivite Değerlerindeki Değişim.....	116
4.27. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolama Süresince Organik Asit	
Değerlerindeki Değişim	117
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	119
KAYNAKLAR.....	123
ÖZGEÇMİŞ	141
EKLER.....	142

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1. Türkiye’de yıllara göre nar meyvesinin durumu	8
Çizelge 2.2. Nar suyu için tanı değerleri taslağı tablosu	10
Çizelge 2.3. Nar sularının bazı bileşim öğeleri ve özellikleri.....	10
Çizelge 2.4. Flavonoidlerin grupları ve bu gruplara ait bileşikler.....	16
Çizelge 2.5. Fenolik bileşik kompozisyonu	23
Çizelge 2.6. Narın farklı bölümlerinin fenolik bileşikleri	24
Çizelge 2.7. Nar sularının fenolik bileşik kompozisyonu.....	30
Çizelge 3.1. Antosiyaninler için mobil faz gradiyent programı.....	56
Çizelge 3.2. Fenolik bileşikler için mobil faz gradiyent programı.....	58
Çizelge 3.3. Mineral madde yakma profili	61
Çizelge 4.1. Renk değerleri ile bulanıklık arasındaki korelasyon değerleri	78
Çizelge 4.2. Nar suyu üretim aşamalarındaki toplam monomerik antosiyanin miktarları.....	79
Çizelge 4.3. Nar suyu üretim aşamalarındaki parçalanma ölçütleri değerleri	81
Çizelge 4.4. Antosiyanin parçalanma ölçütleri ile renk değerleri ve bulanıklık arasındaki korelasyon değerleri.....	82
Çizelge 4.5. Nar suyu üretim aşamalarındaki antosiyanin bileşenlerinin miktarları.....	85
Çizelge 4.6. Standartlara ait kolonda alıkonma süreleri	88
Çizelge 4.7. 280 nm de belirlenen nar suyu üretim aşamalarındaki fenolik bileşiklerin miktarları	90
Çizelge 4.8. 320 nm de belirlenen nar suyu üretim aşamalarındaki fenolik bileşiklerin miktarları	91
Çizelge 4.9. Nar suyu üretim aşamalarındaki organik asit miktarları	96
Çizelge 4.10. Nar suyu üretim aşamalarındaki organik asidin toplam asitlik içindeki yüzde (%) payı.....	97
Çizelge 4.11. Nar suyu üretim aşamalarındaki mineral madde miktarları (mg/L)	99

Çizelge 4.12. Nar suyu konsantrelerinin depolama süresince briks, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerleri	101
Çizelge 4.13. Nar suyu konsantrelerinin depolama süresince antosiyanin parçalanma ölçütleri	113
Çizelge 4.14. Nar suyu konsantrelerinin depolama süresince antosiyanin bileşenlerinin miktarları.....	114
Çizelge 4.15. Nar suyu konsantrelerinin depolama süresince organik asit değerleri	118

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1. Türkiyede yıllara göre nar üretimi	5
Şekil 2.2. Kabuk, zar ve dane rengi farklı nar çeşitlerine ait fotoğraflar	7
Şekil 2.3. Fenol halkası.....	14
Şekil 2.4. Benzoik ve sinamik asit kimyasal yapıları.....	15
Şekil 2.5. Antosiyanidinlerin yapıları.....	28
Şekil 2.6. Nar suyunda bulunan bazı antosiyaninlerin molekül yapıları	31
Şekil 3.1. Hicaz Nar Çeşidi	41
Şekil 3.2. Bucher HPX 5005İP hidrolik pres ve drenaj elemanları.....	43
Şekil 3.3. Unipectin marka ultrafiltrasyon cihazı.....	44
Şekil 3.4. Kizelgur filtre ünitesi	45
Şekil 3.5. Evaporasyon ünitesi	45
Şekil 3.6. Nar suyu konsantresi üretim akış şeması	46
Şekil 3.7. pH tayini	48
Şekil 3.8. Hidroksimetilfurfurol tayin yönteminin akış şeması	50
Şekil 3.9. CIELAB Renk Skalas1	52
Şekil 3.10. Toplam fenolik madde analiz akış şeması.....	57
Şekil 3.11. Fenolik bileşenlerin ekstraksiyon yöntemi.....	58
Şekil 4.1. Nar suyu üretim aşamalarındaki pH değişimi	63
Şekil 4.2. Nar suyu üretim aşamalarındaki titrasyon asitliği değişimi	64
Şekil 4.3. Nar suyu üretim aşamalarındaki briks değişimi	65
Şekil 4.4. Nar suyu üretim aşamalarındaki toplam kuru madde değişimi	66
Şekil 4.5. Nar suyu üretim aşamalarındaki formol sayısı değişimi.....	68
Şekil 4.6. Nar suyu üretim aşamalarında HMF değerlerindeki değişim.....	69
Şekil 4.7. Nar sularının NTU değerleri.....	70
Şekil 4.8. Nar sularının L Değerleri	72
Şekil 4.9. Nar sularının a Değerleri	73
Şekil 4.10. Nar sularının b Değerleri.....	74
Şekil 4.11. Nar sularının Hue (h°) değerleri.....	75

Şekil 4.12. CIELCH (The International Commission on Illumination L,C,H) renk skalası.....	76
Şekil 4.13. Nar sularının kroma (C) değerleri.....	77
Şekil 4.14. Antosiyanin bileşen kromotogramı.....	83
Şekil 4.15. Nar suyu üretim aşamalarında toplam fenolik madde değişimi	87
Şekil 4.16. Nar suyu üretim aşamalarında antioksidan aktivite değerlerindeki değişim.....	93
Şekil 4.17. Nar suyunda saptanan organik asitlerin HPLC kromotogramı.....	95
Şekil 4.18. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki formol sayısı değerleri	102
Şekil 4.19. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki HMF değerleri	103
Şekil 4.20. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki NTU değerleri.....	105
Şekil 4.21. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki L değerleri	106
Şekil 4.22. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki a renk değerleri.....	107
Şekil 4.23. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki b değerleri.....	108
Şekil 4.24. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki hue değerleri.....	109
Şekil 4.25. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki C değerleri.....	110
Şekil 4.26. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki toplam monomerik antosiyenin değerleri.....	111
Şekil 4.27. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki toplam fenolik madde miktarları	115
Şekil 4.28. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki antioksidan aktivite değerleri	117

1. GİRİŞ

Nar (*Punica granatum*) Punicaceae familyasından çok yıllık bir bitkidir. Genellikle tropik ve subtropik bölgelerde yetiştirilmektedir (Alper, 2001). Nar, bilinen en eski meyve türlerinden biridir, kaynaklarda, 6500 yıldır insanoğlunun bildiği, yediği ve şifa kaynağı kabul ettiği yazılmaktadır. Adına rastladığımız ilk yazılı kaynaklar ise, M.Ö. 1550 yıllarında yazıldığı tahmin edilen ve Mısır'da bulunan Ebers Tıp Papirüsüdür. Türkçede kullanılan "nar" kelimesi Farsça'dan dilimize geçmiştir. Latince ismi ise *Punica granatum*'dur. Nar'ın anavatanının İran, Hindistan ve Pakistan olduğu bildirilmektedir. Günümüzde İran başta olmak üzere Çin ve Hindistan'da yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye, nar üretimi bakımından 4. sırada yer almaktadır. Pakistan, Azerbaycan ve İspanya ise diğer önemli üretici ülkelerdir. Narın yüksek adaptasyon kabiliyeti, dikildikten 3-4 yıl sonra meyve vermeye başlaması, ağacının ve meyvesinin dayanıklılığı ve meyvesinin yararlarının yeniden keşfedilmesiyle üretimi gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Nar, halen bütün Akdeniz ülkelerinde, Ortadoğu ülkelerinde, Kırım'dan başlayıp Azerbaycan'a, Çin'e kadar uzanan Asya ülkelerinde ve ABD ile Güney Amerika ülkelerinin bir kısmında üretilmektedir (Anon, 2008a).

Türkiye'de nar üretiminin % 61,8'i Akdeniz, % 23,3'ü Ege ve % 9,1'i de Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yapılmaktadır. En fazla nar üretilen ilimiz ise Antalya'dır (Anon, 2008a).

Narın, rengi açık pembeden koyu kırmızıya, tadı tatlıdan ekşiye değişen 50 kadar çeşidi vardır. Çeşide bağlı olarak kabuk oranı ve tane oranı değişmektedir. Meyve suyu randımanı da çeşide göre farklılık göstermektedir (Anon, 2008d).

Nar, son yıllarda meyve yetiştirme tekniğinde, gıda teknolojisinde üretim, depolama ve taşıma alanlarında görülen önemli gelişmeler sonucu daha fazla tanınan, üretimi, tüketimi ve ticareti yıldan yıla artan bir meyve durumuna gelmiştir. Avrupa ülkelerinin nar meyvesine olan talebi gün geçtikçe artmaktadır. Arap ülkeleri de nara büyük ilgi göstermektedir (Dokuzoğuz ve Mendilcioğlu 1978, Onur 1988, Yılmaz ve ark. 1993, Özgüven ve Yılmaz 2000, Vardin 2000).

Türkiye’de de nar meyvesinin üretimi ve tüketimi her geçen yıl artmaktadır. Özellikle son yıllarda kapama nar bahçelerinin Akdeniz ve Ege Bölgesi'nde arttığı görülmektedir. Nar; meyvesi, meyve suyu, konserve, pektin, tanen, yağ, boya, mürekkep hammaddeleri, sirke, nar ekşisi ve ilaç gibi farklı endüstriyel kullanım alanlarına sahip olması, dünya pazarlarında önem kazanmasına neden olmuştur (Muradoğlu ve ark., 2006). Ayrıca zengin fenolik madde içeriği ile insan sağlığına olumlu etkileri nedeniyle son yıllarda üzerinde önemle durulan meyvelerden biridir (Alper, 2001). Narın yenilebilir kısmı önemli miktarlarda, asit, şeker, polisakkarit, vitamin ve polifenol içermektedir. Nar suyunun potansiyel antioksidatif özellikte olduğu bildirilmiştir (Maskan, 2004). Cerda ve ark (2003), nar suyunun yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmekte ve bu aktiviteyi, narın flavonoid içeriği ile ilişkilendirmektedir.

Meyvelerde farklı miktar ve türde renk pigmentleri bulunmaktadır (Garzon ve Wrolstad, 2001). Üzüm, çilek, böğürtlen ve nar gibi meyvelerin rengi dolayısıyla da meyve sularının rengi içerdikleri antosiyaninlerin bileşim ve toplam miktarına bağlıdır. Nar özellikle antosiyaninlerce zengin bir meyve olarak bilinmektedir. Nar suyunda siyanidin-3-glikozit (Cy-3-G), delfinidin-3-glikozit (Dp-3-G), pelargonidin-3-glikozit (Pg-3-G), siyanidin-3-5- diglikozit (Cy-3-5-DG), delfinidin-3-5diglikozit (Dp-3-5-DG) ve pelargonidin-3-5- diglikozit (Pg-3-5-DG) antosiyaninlerinin bulunduğu bildirilmektedir (Du ve ark., 1975, Gil ve ark., 1995, Hernandez ve ark., 1999, Melgarejo ve ark., 2000).

Nar suyunun delfinidin, siyanidin, pelargonidin gibi antosiyaninlerden ve punikalin, ellagatinler ve ellajik asitten dolayı yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduğu bildirilmektedir (Tzulker 2007). Narın; damar üzerindeki hasarı engelleme, prostat kanseri ve kireçlemeyi önleme (Malik ve ark., 2005), ishali durdurma, otooksidasyon zararlarına karşı hücreleri koruma, normal oranda kan glikoz seviyesini koruma, stokinlerin (hücrelerin birbirleriyle iletişimini sağlayan protein ve peptidlerin bir grubu) oluşumunu destekleme, kemik eklemi iltihabını önleme aynı zamanda AIDS ve iltihaplaşmaya karşı etkili olduğu bildirilmiştir (Coşkun, 2006).

Son zamanlarda antioksidanlar, özellikle farmakolojik çalışmalarda oldukça önem kazanmışlardır (Coşkun, 2006; Tekeli ve ark.; 2008). Özkal ve Dinç (1993) nar

meyve kabuklarının gerek eczacılık gerekse diğer alanlarda pro-antosiyanidin ve kersetol kaynağı olarak değerlendirilebileceğini ifade etmişlerdir. Aynı zamanda narın, AIDS hastalığının tedavisinde kullanılan yiyecekler sınıfına alındığı ve Japon patentli ilaçlarda yer alan dokuz bitkiden biri olduğu da rapor edilmektedir (Lansky ve ark., 1998). Ayrıca, fenolik bileşiklerin sahip oldukları antimikrobiyel ve antioksidan aktiviteleri, onları gıdaların muhafazasında bu etkileri sağlamak amacıyla kullanılan ve aynı zamanda sağlık endişelerine neden olan sentetik gıda katkı maddelerine alternatif doğal bileşikler haline de getirmiştir. İşte bu nedenlerden dolayı fenolik bileşiklerce çok zengin bir meyve olan nara ve bu üründen elde edilen meyve sularına olan ilgi oldukça artmıştır. Nitekim, ülkemizde nar yetiştiriciliğinin hızla yayılması da bunu doğrular niteliktedir (Apaydın, 2008).

Nar sularında antioksidan etkinin kaynaklandığı fenolik bileşiklerin bir kısmı doğal olarak segmentler içerisindeki nar danelerinin suyunda bulunurken, önemli bir kısmı da presleme sırasında uygulanan basınca göre özellikle meyve kabuğu ve kısmen de bölüm zarları ve zedelenmiş çekirdeklerinden meyve suyuna geçmektedir. Nar suyunun endüstriyel üretimi üzerine yapılan araştırmalar, presleme boyunca kabuk ve bölmeler arası dokudan meyve suyuna yüksek miktarda fenolik bileşik geçtiğini göstermiştir. Kabukları ile preslenerek elde edilen nar sularının antioksidan aktivitesinin önemli bölümünün, hidrolize olabilen fenoliklerden (ellajitanenler ve gallotanenler), ellajik asitten, antosiyanınlerden (siyanidin, delfinidin ve pelargonidin glikozitlerden) ve diğer flavonoid bileşiklerden (kuersetin, kamferol ve luteolin glikozitler) kaynaklandığı saptanmıştır (Apaydın, 2008).

Narın meyve olarak en önemli olumsuzluğu, çoğu kez iri bir çekirdek etrafında küçük bir meyve suyu keseciğinin bulunması nedeniyle meyve suyunu tüketebilmek için bu çekirdeğin de çiğnenmesinin zorunlu olmasıdır. Bu nedenle bu meyveyi tüketebilmenin en iyi yolu meyve suyuna işlenmesidir. Ancak meyve suyunun doğal halinde bile 2000 mg/L düzeyinde fenolik madde içermesi (Cemeroğlu, 1977) ve bu miktarın presleme sırasında kabuktan geçen fenolik madde ile daha da artması meyve suyunun buruk bir lezzet kazanmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte meyve suyunun polivinil pirrolidon (PVPP) ile muamele edilmesi veya durultma sırasında jelatin uygulaması bu olumsuzluğu büyük ölçüde

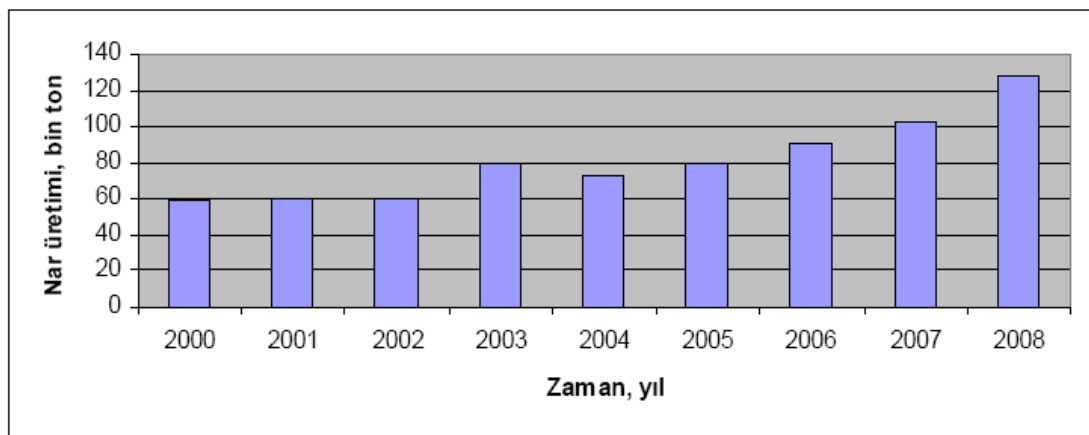
sınırlamaktadır (Coussin ve Ludin, 1963; Cemeroğlu, 1977; Tabur ve ark., 1987). Fenolik madde fazlalığından kaynaklanan bu olumsuzluğu önlemenin en önemli koşulu preslemede aşırı basınç uygulamasından kaçınmaktır. Meyve suyu randımanı, meyve çeşidine, kullanılan pres tipine ve uygulanan pres basıncına göre değişebilmektedir (Cemeroğlu 2009).

Nar suyu bileşimi üzerinde ülkemizde birçok çalışma yapılmıştır. Ancak endüstriyel boyutta üretim basamaklarında ürünün bileşiminde meydana gelen değişiklikleri inceleyen araştırmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, endüstriyel olarak nar suyu konsantresi üreten bir işletmenin üretim hattından; nar meyvesinden başlayarak, parçalama, presleme, enzimasyon, durultulma, pastörizasyon ve konsantreye işlenmesi süresince renk, HMF (Hidroksimetil furfural), formol sayısı, berraklık, mineral madde, askorbik asit, toplam fenolik madde, antosiyaninler, toplam monomerik antosiyanin ve parçalanma ürünleri ve antioksidan aktivitesindeki değişimleri belirlemektir. Bunun yanında, konsantre edilen nar sularının depolama süresince de bu özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ülkemiz, narın yetiştirilme sınırları içinde olması nedeniyle büyük ölçüde çeşit ve form zenginliği göstermektedir. Nar üretimi 1990 yılında 10.000 ton iken 2000 yılında 60.000, 2003 yılı verilerine göre 73.000 tona ulaşmıştır (Anon, 2005). Bu da ülkemizde nar üretiminin sürekli artmakta olduğunu göstermektedir. Nar Türkiye’de hemen hemen her bölgede yetiştirilmesine karşın özellikle Ege ve Akdeniz Bölgesi’nin sahil şeridinde ve Güney Doğu Anadolu Bölgesinde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Ünal ve ark., 1995). Ülkemizde nar üretiminin en fazla olduğu iller İçel, Antalya ve Hatay’dır (Anon, 2004).

Nar üretimi 2000–2002 yılları arasında sabit kalmış, fakat 2004 yılından 2008’e kadar üretim istikrarlı olarak artmıştır. Son yıllarda, dünya çapında üzerine çektiği yüksek ilgi nedeni ile yapılan plantasyonlardaki artış göz önünde bulundurulduğunda, üretim artışının devam etmesi beklenmektedir. Nar, meyve suyuna işlenen meyveler arasında en son sırada yer almaktadır. Ancak 2000’den bu yana nar üretiminde yakalanan ciddi ivme ile ürün, işlenen meyveler arasında en hızlı büyüme gösteren meyve konumuna gelmiştir. 2000–2008 yılları arasında üretimdeki artış % 117 ve önceki yıla göre artış ise %25 civarındadır (Şekil 2.1). (Anon, 2008c)



Şekil 2.1. Türkiyede yıllara göre nar üretimi, 2000 – 2008 (Anon, 2008c)

Yurt içinde sevilen nar çeşitleri hafif mayhoş veya tatlı, çekirdeksiz ve iri meyveli olanlardır. Avrupa’ya ihracat için özellikle kabuk ve dane rengi kırmızı ve

mayhoş çeşitler seçilmektedir. Arap ülkelerine ihracat için ise tatlı narlar tercih edilmektedir. Ayrıca nar suyu veya nar ekşisi elde etmek için yine kırmızı daneli ve ekşi mayhoş narlar seçilmektedir. Yetiştiriciliği yapılan bazı önemli nar çeşitleri 07 N 08 Hicaz nar, 33 N 16 Silifke Aşısı, 33 N 26 Çekirdeksiz (VI) , 01 N 03 Fellahyemez II , 26/ 3 Çekirdeksiz, 33 N 24 Bey narı, Suruç, Ernar ve Erdemli-Aşınar (33 N 11) dır. Çukurova Bölgesinde üretimi yaygın olarak yapılan ve pazar açısından özellikle aranan nar çeşitleri Hicaz nar ve Silifke Aşısıdır (Anon 2006).

Nar geniş ölçüde çeşitlilik gösterdiği için yüzyıllardır çok sayıda nar çeşidi belirlenerek, yetiştiriciliği yapılmaktadır. Meyve farklı kalınlıklardaki bir kabuk ile çevrilidir. İç ve dış yüzey rengi beyazımsı bir renkten mora veya parlak kırmızıya kadar farklı renklerde. Çekirdekler farklı boyutta ve sertlikte olabilmektedir. Bazı çeşitler çekirdeksiz olarak tanımlanırken, bazıları yenilmeyecek kadar sert ve büyük çekirdeklerle sahiptir. Genelde beyazımsı ve pembemsi çeşitler, koyu kırmızı çeşitlerden daha tatlıdır (Larue, 1980).

Tane tadı şekerli ve aromatik bir tattan ekşi ve yavan bir tada kadar değişiklik gösterebilir. Her bir nar tanesi değişik derecelerde sertliğe sahip olan kabukla çevrili bir tohum içermektedir. Yumuşak çekirdekli çeşitler çekirdeksiz olarak bilinmektedir. Narda çekirdeksizliğin temel nedeni, testanın sertlik vericiliğinden yoksun olmasıdır (Dokuzoğlu ve Mendilcioğlu, 1978; Onur, 1988; Saxena ve ark., 1987; Cemeroğlu ve ark., 1988).

Ülkemizde Akdeniz Bölgesinde yürütülen bir çalışmada, nar aşağıdaki pomolojik gruplara ayrılmıştır (Onur, 1988).

1. Tatlı Narlar; meyveleri orta iriliktir. Titrasyon asitlikleri %1'den azdır. Meyve kabuğu ince ve zemin yeşil-sarı renklidir. Tatlı narların çok azında kabuk üst rengi pembe veya kırmızıdır. Taneler genellikle sarı-beyaz pembe renklidir. Buna karşılık iri, küçük çekirdekli ve suludur. 'Çekirdeksiz' denilen çeşitlerin tamamı da bu grup içine girmektedir.

2. Ekşi Narlar; meyveleri küçüktür. Titrasyon asitliği %2'den yüksektir. Meyve kabuğu kalın ve rengi sarı zemin üzerinde büyük oranda kırmızıdır. Taneler küçük ve koyu kırmızı renkte olup, meyve suyu randımanı düşüktür. Taneye göre çekirdekler iri ve çok serttir.

3. Mayhoş Narlar; çok iri meyveli olmaları dışında genel olarak tatlı ve ekşi narların yukarıda belirtilen özelliklerini orta derecede göstermektedir. Titrasyon asitliği %1-2 arasındadır.

Belirtilen bu özellikler genel olup, gruplar kesin olarak birbirinden ayrılmamaktadır. Örneğin bazen kırmızı kabuklu ve kırmızı taneli tatlı narlara veya küçük meyveli mayhoş narlara da rastlanmaktadır (Onur, 1988). Şekil 2.2' de farklı nar çeşitlerine ait fotoğraflar verilmiştir (Tzulker ve ark., 2007).



Şekil 2.2. Kabuk, zar ve dane rengi farklı nar çeşitlerine ait fotoğraflar (Tzulker ve ark., 2007)

Meyve Suyu Endüstrisi Derneği (MEYED) verilerine göre, 2005-2007 döneminde meyve suyuna dönüşen nar miktarı 3.3 kat artmış ve 5 yıl öncesine kadar sektörel istatistiklere girmeyen nar, sanayide en fazla işlenen dördüncü meyve konumuna gelmiştir. 2007 yılında yaklaşık 14 milyon litre nar suyu üretilmiştir.

2000-2008 dönemindeki üretimi, işlenmesi ve tüketimine ilişkin istatistiki bilgiler Çizelge 2.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1. Türkiye’de yıllara göre nar meyvesinin durumu (bin ton)(Anon, 2008c).

YIL	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Üretilen nar miktarı	59	60	60	80	73	80	91	102	128
Meyve suyuna işlenen nar miktarı	-	-	-	-	-	17.6	46.6	57.5	49.5
İşlenen narın yıllara göre % dağılımı	-	-	-	-	-	2.7	8.0	7.8	6.4
Konsantreye işlenen nar miktarı (65 briks)	-	-	-	-	-	1.9	6.9	5.6	5.2

Türkiye’de üretilen narın kalitesi Avrupa ülkelerinin de dikkatini çekmiştir. Başta Avrupa olmak üzere tüm dünyada nar suyuna olan talebi değerlendiren Avrupa Meyve Suyu Üreticileri Birliği (AIJN) nar suyu üretiminde standartları belirlemek ve üretimle ilgili gelişmeleri yakından takip etmek üzere AIJN’den bir heyet Türkiye gelerek incelemelerde bulunmuştur. Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü’ne ait nar bahçelerini gezen ve ıslah çalışmalarını inceleyen heyet, Dimes’in İzmir’deki tesislerinde de nar suyunun üretimini yakından izlemiştir. Heyet yaptığı incelemeler sonucunda Türkiye’deki nar çeşitlerini referans alarak standart belirleyeceklerini bildirmişlerdir (Anon, 2007).

Meyve sularının uluslararası ticaretinde, onların saf olup olmadığı önemli bir konudur. Bu hususta RSK (Richtwert: Yargı değeri, Schwankungsbreite: Değişim aralığı, Kennzahl: Tanı değeri) değerlerine başvurulmaktadır. RSK değerleri kavramı; gıdaların kimliğinin ve saflığının, gıdaya özgü bazı kimyasal referans değerlerle belirlenmesi ve çıkan sonuçların yorumlanmasıdır. Gıdanın analizi ile saptanmış bulunan bu değerleri yorumlamak, hem hammaddeyi hem de uygulanan proses tekniğini çok iyi tanımakla mümkündür. Çünkü ham maddenin çeşit ve varyetesi dışında ayrıca, yetiştirme koşullarına ait çok sayıda faktör ile hammaddeyi işlemede uygulanan teknikler, elde edilen ürünün bileşimi üzerine son derece etkili olabilmektedir (Cemeroğlu, 2004).

RSK değerleri gerçekte yasal normlar değildir. Bunlar, meyve suları ve meyve sularından yapılmış içeceklerin “otentisiti” sinin belirlenmesinde yararlanılan kriterlerdir. Otentisiti; o ürünün “kuşkusuz kendisi olduğunu”, “karakteristik ve tipik olduğunu”, “tağşiş, taklit ve tahrif edilmemiş olduğunu” belirten bir kavramdır. RSK değerleri her ne kadar yasal normlar olmasalar da uluslar arası meyve suyu ticaretinde bu değerlerden yararlanılmakta ve bunlar gittikçe önem kazanmaktadır (Bielig ve ark., 1987).

2.1 Nar Suyunun Genel Bileşimi

Nar suyunun kimyasal bileşimi genetik ve ekolojik faktörler yanında, proses koşullarından özellikle etkilendiği için (Bayındırlı ve ark., 1994; Vardin ve Fenercioğlu 2003; Alper ve ark., 2005) tanı değerlerinin belirlenmesinde taze sıkılan nar suyu yerine, endüstriyel koşullarda işlenen çok sayıda nar suyu konsantresi örneğinin analizine dayanılması daha doğru bir yaklaşımdır. Piyasadaki nar suyu ve nar nektarı gibi içecekler de endüstriyel olarak işlenen konsantreden hazırlanmaktadır.

Narın yenebilen kısmı, yani daneleri, meyvenin %52’sini oluşturmakta ve danelerin de; %78’i meyve eti, %22’si ise, çekirdekten oluşmaktadır (Kulkarni ve Aradhya, 2005). Nar danelerinin 100 gramında; %79 su, %18 karbonhidrat, %1.1 protein ve %0.9 yağ olduğu ve 70 kcal/100 g enerji verdiği bildirilmektedir (Rieger, 2006).

Avrupa Meyve Suyu Birliği - Uygulama Kılavuzu Uzman Grubu 28–29 Ocak 2008 tarihlerinde Fransa’nın Nantes şehrinde yaptıkları toplantıda nar suyu tanı değerleri taslağı oluşturulmuştur. Bazı önemli özelliklerin limitleri Çizelge 2.2’ deki gibi belirlenmiştir (Anon., 2008).

Çizelge 2.2. Nar suyu için tanı değerleri taslağı tablosu (Anon 2008)

Özellik	Limit	Yorum
Briks	min. 14.0 min. 15.0	Doğrudan meyve suyu için Konsantreden meyve suyu için
Titrasyon Asitliği (g/ L)	2 -45	tipik 10-15
Na (mg/L)	max. 30	fazlası yöreye ve teknolojiye bağlı
K (mg/L)	1400-3000	tipik 1800-2500
Mg (mg/L)	20-110	tipik 60 dolayında
Ca (mg/L)	5-120	tipik 50-100,
P (mg/L)	50-170	
Formol Sayısı	5-20	
Glukoz(g/L)	45-90	
Fruktoz(g/L)	40-80	
Glukoz/Fruktoz	0.8-1.0	
Sakkaroz(g/L)	n.d.	“düşük miktarlar analiz metoduna bağlı olabilir”
Sorbitol(mg/L)	max. 250	

Narın bileşimine yönelik yapılan en kapsamlı araştırma, Cemeroğlu ve ark. (2004) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, değişik yörelerden temin edilen 120 farklı nar örneğinden, kabukları ile preslenerek elde edilen nar sularında bazı bileşim öğeleri belirlenmiştir (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Nar sularının bazı bileşim öğeleri ve özellikleri (Cemeroğlu ve ark., 2004).

Bileşen veya özellik	Ortalama	Maksimum	Minimum
pH	3.53	4.41	2.4
Titrasyon asitliği (g/L)	8.58	55.2	2.0
Sitrik asit (g/L)	5.47	32.8	0.28
Malik asit (g/L)	0.87	2.83	0.0
Briks (%)	16.3	18.7	13.2
İndirgen şeker (g/L)	153.2	194.2	110.4
Glukoz (g/L)	64.8	82.7	47.1
Fruktoz (g/L)	71.5	97.8	51.7

Bu çalışmada narların bileşim öğelerinin örnekler arasında çok geniş aralıklarda değiştiği saptanmıştır. Örneğin, bazı örneklerde titrasyon asitliği 2 g/L gibi düşük bir değer iken, bazı örneklerde bu değer 55.2 g/L' ye kadar ulaştığı saptanmıştır. Bu çalışmada bulunan diğer ilginç sonuç ise, nar sularında sorbitol düzeyinin nadiren 0.5 g/L düzeyine çıkmasıdır. Nar sularında sorbitol düzeyinin 0.3 g/L' den fazla olması, nar suyuna başka bir meyve suyunun, örneğin vişne suyu, eklenerek tağşiş yapıldığı kuşkusunu doğurabileceği vurgulanmıştır (Cemeroğlu ve ark., 2004).

Nar suyu bileşimi üzerine farklı ülkelerde de çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Gabbasova ve Abdurazakova (1969), eski Sovyetler Birliği'nde yaptıkları bir çalışmada, 5 çeşit nardan elde edilen taze meyve suyu ve bir ticari nar suyunda; %0.52-1.6 ve %2.3 titrasyon asitliği (sitrik asit cinsinden), %15.2-20.5 ve % 8.3 şeker, %0.04-0.06 ve 0.04 azotlu madde, 3.3-6.4 mg/100ml ve 2.9 mg/100ml askorbik asit tespit etmişlerdir.

Veres (1976), Yugoslavya'da 5 çeşit Makedonya narından elde ettiği nar sularında % 16.0-17.1 kuru madde üzerinden % 0.37-2.8 asit ve % 8.4-13.2 şeker bulunmuştur. Yine bu çalışmada ortalama meyve ağırlığı 175-290g bulunmuş; su içeriğinin, toplam meyve ağırlığının %45-61'i, posanın %43-66'sı kadar olduğu saptanmıştır.

Ülkemizde nar suyu üretimi üzerinde yapılan bir araştırmada nar suyu üretim kriterleri ve bileşim unsurları belirlenmiştir. Bu araştırmaya göre, nar suyu örneklerinde çözünür kuru madde miktarı %14.4-16.2, titrasyon asitliği %1.46-2.05 ve indirgen şeker miktarı %10.82-15.58 sınırları arasında değişim göstermektedir (Cemeroğlu ve Ark., 1988).

Fadavi ve ark. (2005) İran ' da yetiştirilen 10 çeşit nar üzerine yaptıkları çalışmada örneklerin SÇKM oranlarının 10.0 ile 16.5 değerleri arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Barone ve ark. (2000) Sicilya ' da yetiştirilen nar çeşitlerinde pH değerinin 3.33 ile 4.22 arasında değiştiğini, Martinez ve ark. (2006) analiz ettikleri beş nar çeşidinin pH değerinin 3.35-4.28, Fadavi ve ark. (2005) ise araştırma kapsamında kullandıkları çeşitler de pH' ın 2.9-4.21 aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Ünal ve ark (1995), Türkiye’de üretilen nar sularının bileşim öğelerini araştırdıkları çalışmada elde edilen değerlerin çok değişken olduğu gözlenmiş ve meyvelerin bileşiminin meyve türünün yanı sıra iklim, toprak, gübreleme ve ilaçlama gibi faktörlerden etkileneceği bildirilmiştir. Bu araştırmada, titrasyon asitliği % 0.2-5.5, toplam ekstrakt ortalama % 17.7 ve kül % 0.4 bulunmuştur. Nar suyunda 776 mg/L düzeyinde bulunan yüksek klorür miktarına ve 186 mg/L olan yüksek D-izositrik asit miktarına dikkat çekilmiştir.

Savran (1999)’ın yapmış olduğu tez çalışmasında; nar suyu örneklerinde; ortalama pH, 3,55; formol sayısı,11; briks, 17.5; toplam şeker, 148,8g/L olarak bulunmuştur.

Gölükcü ve Tokgöz (2008), 16 nar çeşidi üzerine yaptıkları çalışmada nar sularının suda çözünür kurumadde, pH ve asitlik değerlerini sırasıyla 13.00-17.18 briks, 2.88-4.01, %0.20-2.81 aralığında bulmuşlardır.

Boz (1988)’un yaptığı araştırmada, nar suyunun briks derecesinin 12.24-15.63 ve titrasyon asitliğinin 3.4-46.2 g/Ldeğerleri arasında değiştiği belirtilmiştir.

İnce tabaka kromatografisi tekniği ile yapılan bir çalışmada, nar suyunda sadece glikoz ve fruktoz bulunduğu, iz halde dahi sakaroz bulunmadığı tespit edilmiştir (Cemeroğlu, 1977).

Saxena ve ark (1987)’nin bildirdiğine göre Shirivastava (1953), kağıt kromatografisi ile nar suyunda yaptığı çalışmasında glikoz, fruktoz ve maltozu tespit etmiş sakarozun ise bulunmadığını bildirmiştir. Aynı kaynakta Plovier (1985)’in, nardan mannitol izole ettiği, Wali ve Hassan (1965)’in ise narda arabinozun bulunmadığını, sakarozun ise iz miktarda veya hiç bulunmadığını bildirdikleri ifade edilmiştir.

Narlarda glikoz ve fruktoz miktarları birbirine çok yakın olmasına rağmen glikoz/fruktoz oranı daima 1,0’ın altında bulunmuştur (Ünal ve ark., 1995).

Mısır’da nar suyu ve çekirdeklerinin kimyasal kompozisyonunun araştırıldığı bir çalışmada; taze nar suyunda % 0.1 toplam asitlik (sitrik asit cinsinden), % 10.6 toplam şeker, % 1.4 pektin, % 0.05 kül saptanmıştır. Nar meyvesi için ortalama ağırlık 284 g bulunmuş ve % 78’i su %22’si çekirdek olan yenilebilir bölümlerin toplam meyve ağırlığının %52’si, kabuk ve zarınsa toplam meyve ağırlığının % 48’i

olduğu tespit edilmiştir (El-Nemr ve ark., 1992).

Nar çekirdeği üzerine yapılan bir araştırmada nar çekirdeğinin potasyum, magnezyum, demir, çinko, mangan miktarı bakımından zengin olduğu ayrıca, palmitik, stearik, oleik, linoleik, arasidik ve punitik asit olmak üzere altı çeşit yağ asidi içerdiği tespit edilmiştir (Gölükcü ve Tokgöz., 2005).

2.2 Nar Sularının Hidroksimetilfurfural İçerikleri

Meyve sularında oluşan hidroksimetilfurfural (HMF) belirli kalite kusurlarına ve insan sağlığı açısından olumsuzluklara yol açabilmektedir. Renkte esmerleşmeye yol açması ve besinsel kayıpların göstergesi olması nedeniyle kalite yönünden, mutajenik ve sitotoksik özellik göstermesi nedeniyle sağlık yönünden olumsuz etkiye sahiptir. Taze sıkılmış ve hiçbir işlem uygulanmamış meyve sularında genellikle HMF bulunmamaktadır. Ancak meyve sularının konsantreye işlenmesi ve depolama sırasında oluşabilmektedir. Meyve sularının işlenmesi ve depolanması aşamalarında oluşan HMF önemli bir kalite belirleyicisi olarak kabul edilmektedir. HMF sadece meyve suları için önemli bir problem değildir. Isıl işlem görmüş tüm gıdalarda oluşabilmektedir. Kurutulmuş meyvelerde, karamel ürünlerinde, balda, pekmezde, instant kahvede, sigara dumanı ve tütünde de bulunmaktadır (Baldwin ve ark., 1994).

Yüksek konsantrasyonda alınması halinde HMF göz, üst solunum yolu, deri ve mukoz membranlarda tahrişe neden olmaktadır (Ulbricht ve ark., 1984). Yapılan çalışmalar hücre büyümesini engellediğini, sitotoksik etki gösterdiğini, tümör oluşumunu ve gelişimini desteklediğini göstermiştir (Janzowski ve ark. 2000, Archer ve ark. 1992, Bruce ve ark. 1993, Zhang ve ark. 1993, Schoental ve ark. 1971).

Uzun süreli depolanan gıdaların HMF içeriğinde artış olmaktadır. Wong ve ark. (2005)'ı yapmış oldukları çalışmada -18, 0, 25 ve 37°C'de depolanmış havuç suyu konsantresinde depolama süresi ve sıcaklığa bağlı olarak esmerleşme derecesini, HMF miktarını, pH'sını, toplam amino asit içeriğini, sakkaroz, glukoz, fruktoz, toplam şeker, toplam suda çözünebilir kuru madde içeriğini ve bunlarda meydana gelen değişimi incelemişlerdir. -18 ve 0°C'de depolamanın toplam şeker, sakkaroz, glukoz, fruktoz, toplam aminoasit, pH, HMF miktarı ve esmerleşme

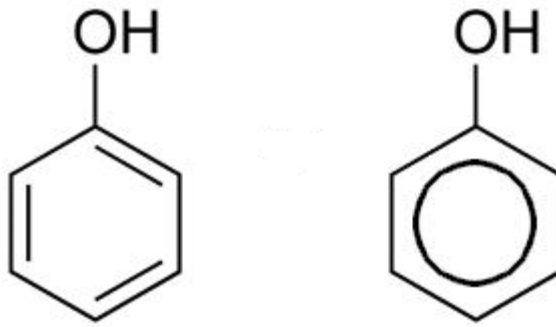
derecesine etkisi olmazken 37 ve 25°C'deki depolamada önemli değişimler gözlemlenmiştir. 25 ve 37°C'de kuru madde konsantrasyonu ve depolama süresi arttıkça HMF düzeyinin arttığını belirlemiştir.

Telatar (1985), 3 farklı elma çeşidini 50°C'de konsantreye işlemiş ve konsantratları -18, 4 ve 16°C' de 9 ay depolamıştır. Depolama süresince titrasyon asitliği, indirgen şeker miktarı, pH ve HMF miktarı belirlenmiştir. Depolama ve depolama sıcaklığının artması ile HMF miktarı arttığını, 4°C' deki artışın 16°C' ye göre daha az olduğunu -18°C'de değişimin olmadığını bildirmiştir..

Vardin ve Fenercioğlu (2003), pastörize nar suyu ve nar suyu konsantresinin elde edilme yöntemleri ve saklama olanakları üzerinde yaptığı çalışmalarında, nar suyunun indirgen şeker miktarı ile HMF miktarı arasında negatif yönde bir korelasyon ($r = -0,8322$) olduğunu bildirmiştir.

2.3. Nar Sularının Fenolik Bileşenleri

Benzen halkası (Şekil 2.3) içeren organik maddeler fenolik bileşikler olarak adlandırılırlar. Bunlar bitkiler dünyasında bulunan ikincil metabolitlerdir (Uylaşer ve İnce, 2008).

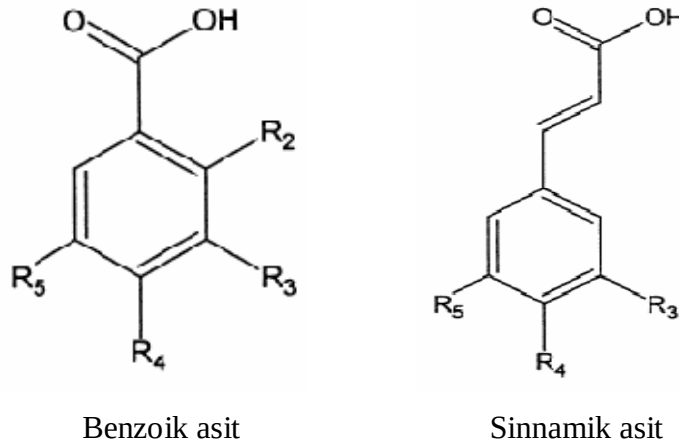


Şekil 2.3. Fenol halkası (Ünsal, 2007).

En basit fenolik bileşik bir tane hidroksil grubu içeren benzen, yani fenoldür. Diğer tüm fenolik maddeler bundan türemişlerdir. Fenolik bileşikler, “flavonoidler” ve “fenolik asitler (hidroksisinamik asitler ve hidroksibenzoik asitler)” olmak üzere

iki gruba ayrılır (Cemeroğlu ve ark., 2004).

Fenolik asitler; sinamik ve benzoik asitler olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır (Şekil 2.4). Fenol karbon asitleri ile de anılan fenolik asitlerden sinamik asitlerin yapısı C_6-C_3 iskeletine dayanmaktadır. Meyvelerde en fazla görülen sinamik asitler, kafeik asit, kumarik asit ve ferulik asittir. Sinamik asitler meyvelerde esterleşmiş halde de bulunabilmektedir. Kafeik asitin kuinik asit ile yaptığı ester olan klorojenik asit en yaygın görülen sinamik asit türevidir (Cemeroğlu ve ark., 2004; Kanitsar ve ark., 2001 Belitz ve ark., 2002; Naczki ve Shahidi, 2004).

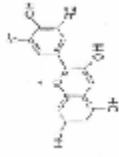
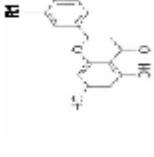
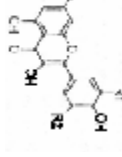
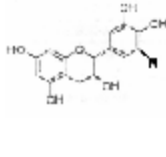
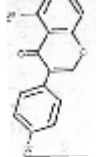


Şekil 2.4. Benzoik ve sinamik asit kimyasal yapıları (Shahidi ve Naczki, 2004).

Benzoik asitler ise C_6-C_1 iskeletine dayalı bileşiklerdir. Meyvelerde benzoik asit türevleri genellikle ester halinde bulunur. En önemli benzoik asit türevleri, salisilik asit (2-hidroksibenzoik asit), p-hidroksibenzoik asit (4-hidroksibenzoik asit), protokateşik asit (3,4-dihidroksibenzoik asit), vanilik asit (3-metoksi-4-hidroksibenzoik asit), gallik asit (3-4-5-trihidroksibenzoik asit) dir. Şekil 2.4’de benzoik asit ve sinamik asit iskelet yapısı gösteren fenolik maddelerin temel kimyasal yapısı gösterilmiştir (Belitz ve ark., 2002; Naczki ve Shaidi, 2004).

Flavonoidleri de yapılarına bağlı olarak 6 grupta toplamak mümkündür. Bunlar; antosiyanidinler, flavanonlar, flavonlar, flavonoller, flavan-3-oller, izoflavonlar’ dır (Cam ve Hışıl, 2003). Flavonoidlerin grupları ve her bir gruba ait bileşikler Çizelge 2.4’ de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Flavonoidlerin grupları ve bu gruplara ait bileşikler (Eruçar, 2006)

Antosiyaninler	Flavanonlar	Flavonlar	Flavonoller	Flavan-3-oller (Kateşinler)	İzoflavonlar
					
Siyanidin Delfiinin Malvidin Pelargonidin Petunidin Peonidin	Diidmin Eriositrin Eriodisitiyol Hesperetin Hesperidin Isosakuranetin Naringenin Naringin Narirutin Neriositrin Neohesperidin Pinosembrin Ponsirin Prunin	Apigenin Baisalein Diosmin Genkwain Isohoifolin Luteolin Riyofilin Tektokrisin	Astragalin Hiperosid Isokuersitrin Isohamnetin Kempferid Kempferol Mirsetin Kuersetin Kuersitrin Ramnetin Rutin	Kateşin Gallokateşin Epikateşin Epigallokateşin Epikateşin-3-gallat Epigallokateşin-3-gallat	BiokemA Daidzein Formomoneti n Genistein Glisitein Glisititein Daidzm Genistin Siyertim

Fenolik bileşiklerden fenolik asitler ve flavonoidler; sebzeler, meyveler, çekirdekler, çaylar, şaraplar ve meyve sularında bulunmaktadır. Fenoliklerin dağılımı, türlerin, ekim, olgunlaşma derecesi, yetiştirme ve depolamanın bir fonksiyonu olarak hem nicel hem de nitel farklılıklar göstermektedir. Bundan başka, fenolikler renk, acılık, keskinlik ve lezzet üzerinde etkileri nedeniyle meyve ve meyve suyunun duysal kalitesine katkıda bulunmaktadır (Merken ve Beecher, 2000; Kanitsar ve ark., 2001; Belajová ve Suhaj 2004).

Fenolik bileşikler hemen hemen tüm meyve ve sebzelerde bulunan ve onların renk ve tatları üzerinde önemli rol oynayan bileşiklerdirler (Cemeroğlu ve ark. 2004). Ayrıca, antimikrobiyel özellikleri nedeniyle fenolik bileşiklerin ve bunların oksidasyon ürünlerinin bitkilerdeki savunma mekanizması üzerinde (Li ve Steffens 2002, Thomas-Barberan ve Espin 2001), biyopolimerleri çapraz bağlama özellikleri nedeniyle de, tekstürleri üzerinde (Beveridge ve ark. 2000) önemli bir etkiye sahip oldukları bilinmektedir. Fenolik bileşiklerin gösterdikleri antioksidan etki nedeniyle aralarında kalp ve damar hastalıkları, kanser ve şeker hastalıklarının da bulunduğu pek çok ciddi ve yaygın hastalığı önleyici etki gösterdiği ve yaşlanmayı geciktirme gibi

olumlu etkiler yarattığı da ileri sürülmektedir (Abdille ve ark. 2005). Fenolik maddelerden antioksidan aktivite gösterenler; hidrolize olabilen tanenler, kondense tanenler, antosiyaninler ve diğer flavonoidlerden oluşmaktadır (Seeram ve ark. 2005).

Sağlıklı bir yaşam için bu bileşiklerce zengin bitkisel ürünlerin tüketimine ağırlık verilmesi, günümüzde adeta temel bir beslenme ilkesi haline dönüşmektedir. Diğer yandan bu tür bir beslenme alışkanlığına sahip olmayan veya ek bir desteğe ihtiyaç duyan kişiler için de bitkisel ürünlerden ekstrakte edilip yoğunlaştırılmış ekstraktların veya fenolik bileşiklerce zengin bitkisel atıkların kurutulması ve öğütülerek tüketilmek üzere tablet haline getirilmesi oldukça yaygın bir uygulama haline dönüşmektedir. Antioksidan aktivite yanında, fenolik maddelerin de önemli düzeyde antimikrobiyel aktivite göstermesi (Cemeroğlu ve ark., 2004) bitkisel ürünlerden elde edilen fenolik madde preparatlarının insan sağlığı dışında gıdalardaki oksidatif ve mikrobiyolojik değişimlerin önlenmesi amacıyla kullanılmasını da giderek yaygınlaştırmaktadır. Bu yolla, gıdaların muhafazasında antimikrobiyel ve antioksidan olarak kullanılan ve tüketicilerde sağlık endişelerine neden olan sentetik gıda katkı maddeleri yerine doğal bileşikler kullanılması mümkün olmaktadır (Madhavi ve ark. 1996).

Sebze ve meyveler zengin bir flavon ve fenolik asit kaynağıdır. Kumarik asit ve ferulik asit gibi bazı yaygın fenolikler düşük antioksidan aktivitesi göstermelerine rağmen kafeik asit ve klorojenik asit gibi moleküllerinde daha fazla fenolik hidroksil taşıyan maddelerde antioksidan aktivitesi daha yüksektir. Gallik asit ve esterleri ise bilinen en iyi güçlü antioksidanlardandır (Hudson, 1990).

Yüksek molekül ağırlığına sahip fenolik bileşikler; kondense olabilen fenolikler (proantosiyanidinler) ile hidrolize olabilen fenolikler (ellajitanenler ve gallotanenler) olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır (Seeram ve ark., 2005). Nar kabukları hidrolize olabilen fenolikler açısından son derece zengin olup, başta ellajitanen ve izomerleri olmak üzere daha az miktarlarda punikalin (4,6-galla-gylglucose), gallik asit, ellajik asit ve ellajik asit glikozitlerini (hexoside, pentoside, rhmnoside vs.) içermektedir. Ellajitanenlerin içinde en önemli grup, punikalajindir. Punikalajinin hidrolize olması ile punikalin ile ellajik asit oluşmaktadır (Gil ve ark.

2000).

Nar, önemli düzeyde fenolik madde içermektedir. Bu fenoliklerin ve özellikle de yüksek molekül ağırlığı olan fenoliklerin önemli bir bölümü de kabukta bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada, nar kabuklarından elde edilen ekstraktın (249.4 mg/L), pulptan elde edilen ekstrakta (24.4 mg/L) göre yaklaşık 10 kat daha fazla toplam fenolik madde içerdiği saptanmıştır (Guo ve ark., 2003). Fenoliklerce zengin diğer ürünlerle kıyaslandığında; nar suları (2566 mg/L) ile kırmızı şarabın (2036 mg/L) yaklaşık aynı miktarda fenolik madde içerdiği, buna karşın nar sularının yeşil çaydan (1029 mg/L) yaklaşık 2 kat daha fazla fenolik madde içerdiği bildirilmektedir (Gil ve ark., 2000).

Nar suyu, yüksek oranda hidrolizlenebilen tanninleri de (özellikle ellajitanninler: gallik asit ve ellajik asit) içermektedir. Ayrıca yapısında antosiyaninler (siyanidin, delfinidin, pelargonidin) ve fenolik asitler (ellajik asit, kafeik asit ve klorojenik asit) fazla miktarda bulunmaktadır. Düzenli olarak günlük nar suyu tüketimi CAS (carotid artery stenosis) açısından insanlar için yararlıdır. Nar suyu LDL oksidasyonunu azaltarak ve PON 1(lipid peroksidazları indirgeyebilen, dolayısı ile oksidatif stresi azaltan HDL-bağımlı bir enzimdir) aktivitesini artırmak suretiyle yüksek antioksidan aktivite göstermektedir. Nar suyunun, tüketimini izleyen bir yıl süre sonunda sitolik kan basıncını da önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur (Aviram 2000). Gallik, klorojenik ve kafeik asit, anti-kanserojen ve anti-tümöretkiye sahiplerdir(Owen ve ark., 2000).

Antosiyaninler ve hidrolize olabilen tanenlerin nar suyundaki toplam içeriği sırasıyla 161.9-387.4 mg/L ve 417.3- 556.6 mg/L aralığında değişmektedir. Ticari nar sularında temel hidrolize olabilen tanenler gallagil tanenlerdir (Gil ve ark., 2000). Ayrıca, narda az miktarda taze ağırlıkta kateşin (4.0 mg/kg), epikateşin (0.8 mg/kg), gallokateşin (1.7 mg/kg), ve prosiyanidin B1 (1.3 mg/kg) ve B3 (1.6 mg/kg) tespit edilmiştir (De Pascual- Teresa ve ark., 2000).

Swatsitang ve ark. (1999), nar suyundaki fenolik bileşikler konusunda yaptıkları çalışmalarda; gallik asit 3.49 mg/100g, protokateşik asit 0.39 mg/100g, *p*-hidroksibenzoik asit 4.23 mg/100g, vanilik asit 2.16 mg/100g, kafeik asit 0.24 mg/100g, *p*-kumarik asit 10.01 mg/100g ve ferulik asit 13.95 mg/100g olduğunu

saptamışlardır. Bu sonuçlara göre nar suyundaki en yüksek fenolik bileşiğin ferulik asit olduğu bildirilmektedir. Ayrıca araştırmacılar nar suyundaki fenolik bileşik miktarlarını portakal, ananas ve mango sularındaki fenolik bileşik miktarları ile karşılaştırmış ve nar suyunda bulunan fenolik bileşik miktarlarının diğer meyve sularına göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir (Tümer, 2006).

Garcia-Alonso ve ark. (2004), 28 farklı meyve varyetesinde flavanoller (kateşin ve türevleri) üzerine çalışmışlardır. Flavanol içeren tüm meyvelerde kateşinlerin bulunduğunu ve özellikle nar, üzüm ve böğürtlende dikkate değer miktarlarda bulunduğunu bildirmektedirler.

Poyrazoğlu ve ark. (2002), Adana, Antalya, Hatay ve İçel olmak üzere dört ilden aldıkları 13 farklı nar çeşidinin meyve suyunda toplam 10 fenolik bileşiği (gallik ve protokateşuik gibi hidroksibenzoik asitler, klorojenik, kafeik, ferulik, *o*- ve *p*-kumarik asitler gibi hidroksisinamik asitler, kateşin gibi flavan-3-oller, floridzin gibi dihidrokalkonlar ve kuersetin gibi flavonollar) kantitatif olarak incelemişlerdir. Tüm çeşitlerin ortalamasına göre fenolik bileşiklerin miktarı nar suyunda: gallik asit 4.55 ± 8.55 g/L, protokatesuik asit 0.84 ± 0.64 g/L, kateşin 3.72 ± 2.29 g/L, klorojenik asit 1.24 ± 1.42 g/L, kafeik asit 0.78 ± 0.79 g/L, *p*-kumarik asit 0.06 ± 0.07 g/L, ferulik asit 0.01 ± 0.02 g/L, *o*-kumarik asit 0.17 ± 0.08 g/L, floridzin 0.99 ± 1.47 g/L, kuersetin 2.50 ± 1.96 g/L' dir. Aynı zamanda nar meyvesinin, meyve kabuğu ve tohumunun da fenolik içerik bakımından incelendiği, meyve kabuğu ve tohumunda da en önemli fenolik bileşiklerden gallik asit ve kuersetinin bulunduğu belirtilmektedir. Ayrıca meyve kabuğunda az miktarda floridzin de saptanmıştır. Amakura ve ark. (2000), nar meyvesinde $17.31 \mu\text{g/g}$ ellajik asit bulunduğunu belirtmektedir. Gil ve ark. (2000), hidroliz olmadan analiz edilen çilek örneklerinde sadece $19.9 \mu\text{g/g}$ ellajik asit bulunduğunu bildirmişler, Häkkinen ve ark. (2000) ise, 20 saat hidrolize olan çilek örneklerinde $403 \mu\text{g/g}$ ellajik asit saptamışlardır. Lee (2004), hidroliz uygulanmadan böğürtlende $87.6 \mu\text{g/g}$, çilekte $17.7 \mu\text{g/g}$ ve ahudududa $5.84 \mu\text{g/g}$ ellajik asit bulunduğunu açıklamaktadır.

Karadeniz ve ark. (2005), farklı meyvelerin (elma, ayva, üzüm, armut ve nar) antioksidan aktivitelerini incelemiş ve ayrıca toplam fenolik ve flavonoid içeriklerini de değerlendirmişlerdir. Narın toplam fenolik içeriğinin 2408 ± 38.9 (mg kateşin/ kg)

olduğunu ve toplam flavonoid içeriğinin 459 ± 67.0 (mg kateşin/ kg) olarak bulunduğunu rapor etmişlerdir. Toplam fenolik madde miktarı ise en yüksek ayvada bulunmuş ve bunu nar, üzüm, elma ve armut izlemiştir.

Li ve ark. (2006)' nin Çin'de yaygın olarak yetiştirilen beyaz nar çeşidinin meyve eti ve meyve kabuğu parçalarının antioksidan (toplam fenolikler ve flavonoidler, proantosiyantinler ve askorbik asit) özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, narın kabuk parçalarının meyve eti parçalarından daha yüksek antioksidan etkiye sahip olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar toplam fenoliklerin kabukta 249.4 mg/g, meyve etinde 24.4 mg/g, flavonoidlerin kabukta 59.1 mg/g, meyve etinde 17.2 mg/g, proantosiyantinlerin ise kabukta 10.9 mg/g, meyve etinde 5.3 mg/g düzeyinde olduğunu ve askorbik asidin kabukta 0.99 mg/g, meyve etinde ise 0.85 mg/g bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Kulkarni ve Aradhya (2005), Ganesh nar çeşidinde, meyve tutumundan sonraki 20, 40, 60, 80, 100, 120 ve 140 günlük aralıklarla farklı olgunlaşma aşamalarında meyvenin toplam fenolik bileşik miktarındaki değişimleri araştırmışlardır. Meyve tutumundan sonraki 20.gün ile 100. gün arasındaki meyve gelişiminde toplam fenoliklerde olgunlaşma ile birlikte %71.1 oranında bir azalma gözlemlendiği bildirilmektedir. En yüksek fenolik içerik ise, 506 mg/100g değeri ile meyve tutumundan sonraki 20 günlük meyvelerde saptanmıştır.

Al-Maiman ve Ahmad (2002) tarafından yapılan bir çalışmada Taifi nar çeşidinde meyvelerin olgunlaşma sırasındaki fiziksel ve kimyasal değişimleri incelenmiştir. Meyveler olgunlaşmamış, yarı-olgun ve tam olgun olmak üzere üç farklı olgunlaşma aşamasında analize alınmış ve toplam fenolik bileşiklerin miktarlarının olgunlaşmayla birlikte azaldığı saptanmıştır. Bu saptamalara göre toplam fenolik bileşik miktarı olgunlaşmamış meyvelerde 3.65 mg/100g, yarı-olgun meyvelerde 3.22 mg/100g ve tam olgun meyvelerde 1.90 mg/100g düzeyinde bulunmuştur.

Tezcan ve ark. (2009) Türkiye'de marketlerde satılan nar sularında yaptıkları çalışmalarında toplam fenolik bileşik miktarını 144 mg GAE/L ile 10086 mg GAE/L aralığında antioksidan aktivitelerini ise % 10,37-67,46 (DPPH) ve 18,34-109,9 mmol/L Fe^{+2} olarak tespit etmişlerdir.

Tzulker ve ark., (2007) ticari nar sularında toplam fenolik bileşik miktarını 2566 mg/L bulmuşlardır. Nar suyunun sağlığa yararlı olmasını yüksek düzeydeki antioksidan aktivitesine ve toplam fenol bileşikleri içeriğine bağlamışlardır. Bu çalışmada meyvenin farklı kısımlarından hazırlanmış dört farklı meyve suyunda antioksidan aktivite, toplam fenolik madde içeriği, toplam antosiyanin içeriği ve dört temel hidroliz olabilir tanenin seviyeleri arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışmışlardır. Araştırma sonucunda, aril (tohum zarı) suyundaki antioksidan aktivitesi büyük oranda toplam polifenol ve antosiyanin içeriğiyle ilişkilidir. Ancak, tüm bir meyveden hazırlanan meyve suyu tohum zarı suyunda bulunandan yaklaşık 20 kat yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu gözlemlemişlerdir.

Tehranifar ve ark. (2010) İranda yetişen 20 farklı nar çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada narların toplam fenolik içeriğini 295.79-985.37 mg/100g aralığında; toplam antosiyanin içeriğini 5.56-30.11 mg/100g aralığında antioksidan aktivitelerini ise % 15.59-35.6 aralığında bulmuşlardır.

Nar suyunda bulunan hidrolize tanenlerin 417.3-556.6 mg/g antosiyaninlerin ise 161.9-387.4 mg/L aralığında olduğunu ve bu (Gil ve ark., 2000). Hidrolize tanenleri ise gallotanenler, elajik asit, gallitanenler, punikalajin ve punikalin olarak belirtilmişlerdir. Bunların yanı sıra nar suyunda düşük miktarlarda kateşin, epikateşin, gallokateşin, prosiyanidin varlığını da tanımlanmıştır (de Pascual-Teresa ve ark., 2000).

Bayındırlı ve ark. (1994), nar suyunda en önemli kalite problemine neden olan tanen miktarını azaltmayı hedefledikleri çalışmalarında, farklı durultma metotlarının nar suyu kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Uygulanan metotlar, nar suyunda doğal durultma uygulaması ve farklı miktarlarda jelatin ilavesidir. Doğal durultmada, meyve suyu, buzdolabı sıcaklığında, hiç durultma maddesi katılmaksızın altı gün bekletilmiştir. 2.0 g/L jelatin ilave edilerek yapılan durultma, en iyi durultma yöntemi olarak bulmuşlardır. Bu durultma yöntemleri uygulanmış, meyve sularında yoğunluk 1.08-1.09 g/cm³ arasında, pH 3.14-3.19 arasında, briks, 9.2-14.6 arasında bulunmuşlardır. En düşük kül içeriğini (% 0.050) 2.0 g/L jelatin ilave edilmiş meyve suyunda; en fazla kül içeriğini (% 0.055) doğal durultma uygulanmış meyve suyunda tespit etmişlerdir. Askorbik asit içeriğinin,

0.008-0.011g/L arasında, antosiyanin miktarının 36.25-46.25 mg/L arasında değiştiğini, doğal durultma uygulanmış meyve suyunda maksimum olduğunu belirlemişlerdir. Toplam renk yoğunluğunu, antosiyanin, antosiyanin degradasyonu ve esmerleşme ile doğru orantılı olarak, 0.67-1.41 arasında bulmuşlardır. Bulanıklığın artan jelatin miktarı ile azaldığını tespit etmişlerdir.

Antosiyaninlerin parçalanması ve bulanma arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Ancak belirtmek gerekir ki berrak meyve suları ve konsantratlarında oluşan bulanma ve tortulanmaların bunun dışında çok değişik nedenleri vardır (Ekşi 1988). Berrak meyve suyu ve konsantrelerinde önemli kalite kriterlerinin başında görsel özellikler gelmektedir. Bu nedenle berrak meyve suyu üretiminde tüketime kadar bulanıklık oluşturmayacak bir yapı hedeflenmektedir. Bulanıklık üretimden hemen sonra görülme de zamanla meydana gelmekte; çoğunlukla ürünün bozuk olduğu gibi yanlış bir izlenim vermektedir. Bu ürünlerde bulanıklık kaynakları biyolojik ve kimyasal olarak ikiye ayrılmaktadır. Biyolojik bulanıklık, mikroorganizmaların gelişmesiyle; çoğunlukla görülen kimyasal bulanıklık ise meyve suyunda bulunan veya sonradan oluşan partiküllerin kimyasal kararsızlığı sonucunda oluşmaktadır. Kimyasal bulanıklık; nişasta, protein, polifenol, protein-polifenol, proantosiyandin, pektin, bakır, demir, kalsiyum tartarat, potasyum bitartarat ve benzeri organik ve inorganik unsurların girdiği kompleks oluşturma ve benzeri reaksiyonlarla meydana gelmektedir. Meyve suyunu berraklaştırmak için uygulanan berraklaştırma aşamasında kullanılan enzim kombinasyonu, durultma yardımcıları ve dozajları son üründe sonradan bulanmaya sebep olan unsurlarla doğrudan ilişkilidir. Ayrıca meyve çeşidi, olgunluğu, preslenmeden önce depolanmış ise depolama koşulları da bulanıklık oluşumu açısından önemlidir (Nedim ve ark., 2006).

Artık ve ark. (1998), yapmış oldukları çalışmada 7 farklı nar örneği üzerinde iki farklı pres uygulayarak HPLC ile fenolik bileşikleri belirlemişlerdir (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5. Fenolik Bileşik kompozisyonu (Artık ve ark., 1998).

Fenolik bileşiğin ismi	Miktar (mg/L)	
	Pres uygulanmış nar suyu	Elde preslenmiş nar suyu
Kuik asit	1105	0.625
Kuercetin	970	2.076
Gallik asit	544	1.679
Kateşin	77.7	-
Kateşol	38.3	-
Klorojenik asit	11.71	1.726
Ferulik asit	20.02	-
Rutin	51.61	-
o-kumarik asit	35.41	-

Aynı çalışmada elle preslenmiş nar suyunda siyanidin-3-glukozid (10.01mg/L) delfinidin-3-glukozid (1.87mg/L) ve pelargonidin-3-glukozid (0.957mg/L) gibi antosiyanin bileşikleri tespit etmişlerdir. Kabuk, fazla miktarda fenolik bileşik içermekte olup ve kabukta siyanidin-3-glukozid (1411.11mg/L), siyanidin-3-rutinozid (183.98 mg/L) ve peonidin-3-glukozid (212.88 mg/L) antosiyanidinleri bulunmuştur. Bu çalışmaların sonuçlarına göre, nar meyvesinde kuik asit ve quercetinin büyük bölümü, kabuk ve zar kısmında bulunmuş ve bundan dolayı, yüksek pres basıncı, meyve suyundaki fenolik bileşik miktarının arttığı bildirilmiştir.

Özcan, (2006) taze olarak sıkılmış nar suyu, ticari nar suyu, nar ekşisi, mor havuç, mor havuç suyu konsantresi ve şalgam suyu ürünlerinde antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde profilini belirlemek için yaptığı tez çalışmasında taze sıkılmış nar suyunun toplam fenolik madde miktarı 5.79 mg GA/ g; ticari nar suyunun toplam fenolik madde miktarı 3.56 mg GA/g; nar ekşisinin toplam fenolik miktarını ise 2.74 mg GA/ g olarak tespit etmiştir. Taze nar suyunda tanımlanmış fenolik maddeler gallik asit (3mg/L), (-) –galloKateşin (162mg/L), (+) – kateşin (30mg/L), klorojenik asit (20.6mg/L); kafeik asit (31.7mg/L), ferulik asit 15.6 (mg/L), rutin 16.9 (mg/L)'dir. Ticari nar sularındaki fenolik maddeler ise gallik asit (7.8mg/L), (-)- galloKateşin (13.6mg/L), (+) – kateşin (24.4mg/L), klorojenik asit (7mg/L), kafeik asit (1.5mg/L), (-)-epigalloKateşingallat (18.2mg/L), *p*-kumarik asit

(6.26mg/L), ferulik asit (38.2mg/L) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada taze olarak sıkılmış nar suyu, ticari nar suyu, nar ekşisi örneklerinin toplam miktarları sırasıyla 0,161 mg Ant/g; 0,029 mg Ant/g; 0,022 mg Ant/g olarak tespit edilmiştir.

Yapılan diğer bir araştırmada, nar suyunun önemli miktarda fenolik madde içerdiği ve bu oranın çeşide bağlı olarak %0.2–1.0 arasında değişebildiği saptanmıştır (Heftaman ve Bennett 1966). Suda çözünen bu fenolik maddelerin önemli bölümünü antosiyaninler (siyanidin, delfinidin ve pelargonidin glikozitleri), kateşinler, ellajitanenler, gallik ve ellajik asit oluşturmaktadır (Aviram ve ark., 2000). Ticari olarak üretilen nar sularında bu fenolik bileşiklerin bir kısmı doğal olarak nar suyundan kaynaklanırken, oldukça önemli bir kısmı da presleme sırasında uygulanan basınca göre meyve kabuğu, zarları ve çekirdeklerinden meyve suyuna geçmektedir. Çizelge 2.6’ da narın farklı bölümlerinin fenolik bileşikleri belirtilmiştir.

Çizelge 2.6. Narın farklı bölümlerinin fenolik bileşikleri (mg/100g) (Pande ve Akoh, 2009)

	Çekirdek	Pulp	kabuk	zar
Hidrolize olabilir tanenler	22.8- 36.6	71.2- 103.1	4792.3- 6894.8	6060.6-6954.3
Kafeik asit	2.1- 3.4	12.3-14.4	18.9- 21.4	21.8- 23.5
p-kumarik asit	1.3- 3.6	6.6- 8.1	3.8 - 5.2	16.1-17.1
Ferulik asit	0.5-1.3	1.3-2	17.1 - 18.9	10.8-11.5
Kateşin	-	82.7- 101.2	110.7- 126.7	41.7-42.7
Epikateşin	6-6.5	9.6- 11.7	25.4 - 29.5	60.3-61.8
kuersetin	10.6-11.2	66.7- 77.1	92.1 - 99.2	32.4-33.8
Toplam polifenoller	84.9-91.1	151.3- 173.4	303.7 - 329.1	344.0- 380.9

Ellajik asit, insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı nar meyvesindeki en önemli biyoaktif bileşendir. Ellajik asidin antioksidan, antikanserojenik, antiöstrojenik ve antimutajenik etkilerinin bulunduğu bildirilmektedir (Larrosa ve ark., 2006; Papoutsis ve ark., 2005; Loarca-Pina ve ark., 1998; Vattern ve ark., 2005; Huetz ve ark., 2005; Meyer ve ark., 1997; Aviram ve ark., 2000; Gil ve ark., 2000). Priyadarsini ve ark., (2002) tarafından ellajik asidi

serbest radikallere bağlanarak oksidatif hasarlara ve bunların neden olduğu bazı kanser tipleri gibi hastalıklara karşı organizmayı koruduğu belirtilmektedir. Ayrıca ellajik asit lipid peroksidasyonunda E vitamininden daha fazla antioksidan etki göstermektedir. Aynı araştırmacılar ellajik asidin suda çözünürlüğünün sınırlı olması, metanol ve dimetil sülfoksit gibi organik çözücülerde daha iyi çözünmesinden dolayı iyi bir lipofilik antioksidan gibi rol oynayabileceğini açıklamaktadırlar. 20. Yüzyılın başından beri geniş ölçüde kullanılan bütülenmiş hidroksitoluen (BHT), bütülenmiş hidroksi anisol (BHA) ve propil gallat gibi sentetik antioksidanların kanserojenik etkilerinden dolayı son zamanlarda gıdalara uygulanmalarına sınırlamalar getirilmektedir. Bu nedenle, ellajik asit gibi doğal antioksidanlara olan ilginin giderek artacağı da düşünülmektedir (Gil ve ark., 2000).

Nar suyu önemli ölçüde fenolik madde içerir. Delfinidin, siyanidin, pelargonidin 3-glikozit ve 3,5-diglikozit antosiyaninleri başta olmak üzere gallil tipi tanenler, ellajik asit ve türevleri antioksidan aktiviteye önemli ölçüde katkı sağlayan bileşenlerdir (Miguel ve ark., 2004). Nar suyunun içerdiği bu fenolik maddelerle ilgili yapılan bir çalışmada ise narda bulunan fenolik maddelerden tanenler, antosiyaninler, ellajik asit ve türevleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Tanenler 1978 mg/L antosiyaninler 384 mg/L, ellajik asit 121 mg/L olarak rapor edilmiştir (Aviram ve ark., 2005)

Orak (2008) tarafından yapılan çalışmada nar suyunun ve nar suyu konsantrasyonunun antioksidan aktivitesi, renk ve bazı besin özelliklerini incelenmiştir. Nar suyunun toplam antosiyanin içeriği 492.9 mg/L bulunmuşken nar ekşisinde ise antosiyanin tespit edilmemiştir. Toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 3246 ve 9870 µg/ml olarak bulunmuştur. Nar ekşisinin antioksidan aktivitesi (%85.91) nar suyuna (%79.06) göre daha yüksek olarak tespit etmiştir. Konsantrasyon prosesi sırasında nar ekşisinin glikoz ve fruktoz içeriğinde sırasıyla %23.89 ve %22.53 azalma gözlemlenmiştir. Nar ekşisinin sodyum, demir, çinko, bakır ve kurşun içeriklerini nar suyuna göre daha düşük bulmuştur. Diğer taraftan potasyum ve magnezyum içeriği konsantrasyon sırasında artmıştır.

2.4. Nar Sularının Antosiyanin İçerikleri ve Rengi

Antosiyanin pigmentleri, hücre sitoplazmasında glikozit formunda bulunmaktadır. Bu pigmentler vişne gibi meyvelerde hem meyve etinde ve hem de meyve kabuğunda bulunduğu halde, siyah üzüm ve bazı erik çeşitlerinde yalnızca meyve kabuğunda bulunurlar (Acar 1998). Antosiyaninler, kısmi bir hidrolize uğratılır ve glikozit bağı ile bağlanmış bileşik ayrılırsa geriye antosiyanidin kalır. Bu kısma aglikon da denmektedir. Diğer kısım, yani aglikona glikozit bağı ile bağlanmış unsur ise çeşitli şekerlerden birisidir. Buna göre antosiyanidinlerin şekerlerle esterleşmiş formuna, antosiyaninler denir (Cemeroğlu, 2009). Antosiyanidinlere glukoz, galaktoz, romnoz, ksiloz ve arabinoz gibi şekerlerden biri veya ikisi birlikte bağlanmaktadır. Doğada 16 farklı antosiyanidine yukarda belirtilen şekerlerin bağlanması ile oluşan çok farklı renklerde antosiyanin bulunabilmektedir. Literatürde 140 adet antosiyaninin bulunduğu bildirilmektedir. Doğadaki çok sayıdaki antosiyaninden gıdalar açısından pelargonidin, siyanidin, delfinidin, peonidin, petunidin ve malvidin önem taşır.

Antosiyaninler, glikozit formundaki benzopirilum veya flavilyum tuzlarıdır. Antosiyaninlerde hidroksilasyon arttıkça renk maviye doğru dönerken; glikosillenme ve metillenme ise rengin kırmızıya dönmesine neden olur, örneğin mavi renk pelargonidinden delfinidine doğru artarken; kırmızı renk siyanidinden peonidine doğru artar (Acar, 1998).

Antosiyanidinler, doğada serbest olarak bulunmazlar, her zaman bir şekerle esterleşmiş halde, yani antosiyanin halinde bulunurlar. Antosiyanin molekülüne bağlanan şeker molekülleri bazı istisnalar dışında daima 3. pozisyondaki karbon atomuna bağlanır (Cemeroğlu, 2009).

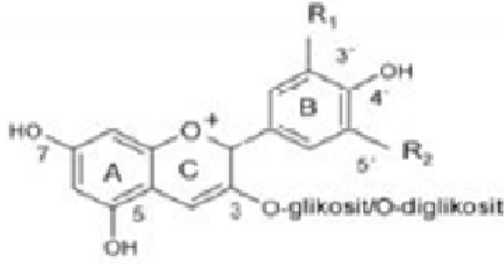
Bunun yanında, birden fazla şeker molekülünün bağlandığı durumlarda, şeker moleküllerinin birisi mutlaka 3. pozisyona bağlanmış olmakla birlikte, diğerleri çoğunlukla 5. pozisyona ve nadiren de 7. pozisyona bağlanmış olabilir. Antosiyanidinlere yaygın olarak bağlanan şekerler, bulunuş sıklığına göre sırasıyla; glukoz, romnoz, galaktoz, ksiloz ve arabinozdur (Jackman ve ark., 1987). Daha az sıklıkla olmakla birlikte, bazen antosiyanidinlere bu monosakkaritlerden oluşan di-

veya trisakkaritler de glikozit bağı ile bağlanmaktadır. Antosiyanidin glikozitlerinin doğada en yaygın olanı 3-glikozitler olup, bu glikozit formu 3,5-diglikozitlerden yaklaşık 2.5 kat daha fazla bulunmaktadır (Kırca 2004).

Antosiyaninlerin yapısında, şekerler dışında bazen üçüncü bir bileşen de yer almaktadır. Bunlar çoğunlukla fenolik asitlerden bir ya da birkaçı (*p*-kumarik, ferulik, kafeik, sinapik, gallik veya *p*-hidroksibenzoik asit) ya da daha az sıklıkla olmakla birlikte organik asitlerden (malonik, okzalik, malik, süksinik veya asetik asit) birisidir. Bu asitler 3. karbon atomundaki şeker molekülünün çoğunlukla 6-OH ya da daha az sıklıkla 4-OH grubuna açillenerek bağlanmıştır (Guisti ve Wrolstad 2003).

Çiçeklerdeki, meyve ve sebzelerdeki kırmızı mavi ve turuncu renkler yapılarında bulunan antosiyaninlerden dolayıdır (Ahmed ve ark., 2004; Salunkhe ve ark., 1991). Narın açık pembeden viyoleye olan rengide antosiyanin pigmentlerinden kaynaklanmaktadır. Nar suyunda antosiyanin konsantrasyonları genellikle 10-700mg/L arasında değişmektedir. Beslenme uzmanları antosiyanin bileşenlerinin insan sağlığını korumaya etkilerinin oldukça yüksek olmasından dolayı meyve suyu prosesi sırasında bu bileşenlerin korunmasını tavsiye ediyorlar (Vardin ve Fenercioğlu, 2003).

Antosiyaninlerin rengi ortamın pH değerine bağlı olarak bir indikatör gibi değişim gösterirler. Düşük pH değerlerinde mor-kırmızı, daha yüksek pH değerlerinde ise yeşil-mavi bir renk alırlar (Ajar, 1998) (Şekil 2.5).

			
Antosiyanidin	R ₁	R ₂	Rengi
Pelargonidin	H	H	Turuncu
Siyanidin	OH	H	Turuncu-kırmızı
Delfinidin	OH	OH	Mavi-kırmızı
Peonidin	OCH ₃	H	Turuncu-kırmızı
Petunidin	OCH ₃	OH	Mavi-kırmızı
Malvidin	OCH ₃	OCH ₃	Mavi-kırmızı

Şekil 2.5. Antosiyanidinlerin yapıları (Cabrita ve ark., 2000)

Narın karakteristik parlak kırmızı-viole rengi de antosiyaninlerden kaynaklanmaktadır. Narda en fazla bulunan antosiyaninlerden birisi pelargonidindir. Çoğu antosiyaninlerin rengi, pH derecesine bağlı olarak adeta bir indikatör gibi değişir. Meyvenin işlenmesi sırasında kolaylıkla parçalanıp, önemli renk kayıpları ortaya çıkmaktadır. Nar suyundaki antosiyanin rengi pH değerinin artması veya azalması ile değişmektedir. pH değerindeki 0,1 birim artış renk yoğunluğunda %5 azalmaya sebep olmaktadır (Vardin, 2000).

Nar suyu kendine özgü buruk bir lezzet taşır. Bu buruk lezzet çeşitli polifenolik maddelerden ve özellikle tanenlerden kaynaklanır (Vardin, 2000). Narın ve bu değerli üründen elde edilen meyve suyu konsantresinin ticari değerini belirleyen en önemli kriter, yapısında doğal olarak bulunan monomerik antosiyanin içeriğidir. Renk maddesi olarak gıdalara çekici bir renk kazandırmasının yanında, gösterdikleri antioksidan etki nedeniyle antosiyaninlerin birçok kronik hastalığı önleyici etki gösterdiği ortaya konulmuştur (Gil ve ark., 2000). Canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için enerjiye ihtiyaçları bulunmaktadır. Bu enerji de, glukoz ve yağ asitleri gibi moleküllerin oksidasyonu ile elde edilmektedir. Ancak bu

maddelerin oksidasyonu sonucunda bir yandan enerji açığa çıkarken, diğer yandan da reaktif oksijen formları (ROS, reactive oxygen species) olarak adlandırılan ve yapısında oksijen içeren serbest radikaller oluşmaktadır. Oluşan bu serbest radikaller, başta kalp ve damar hastalıkları ile kanser olmak üzere birçok kronik hastalığın başlamasına neden olmaktadır. Antioksidatif etki sonucunda, antosiyaninler canlı hücrelerde oluşan ve doymamış yağ asitlerinin oksidasyonuna neden olan serbest radikaller ile reaksiyona girerek bu bileşiklerin oksidasyonunu önlemektedirler. Noda ve ark. (2002), narda bulunan başlıca üç antosiyanidin (siyanidin, delfinidin ve pelargonidin) in-vitro koşullarda, lipid peroksidasyonunu önlemede ve serbest radikalleri (hidroksi, HO* ve superoksit, O-2*) inhibe etmede etkili olduklarını belirlemişlerdir.

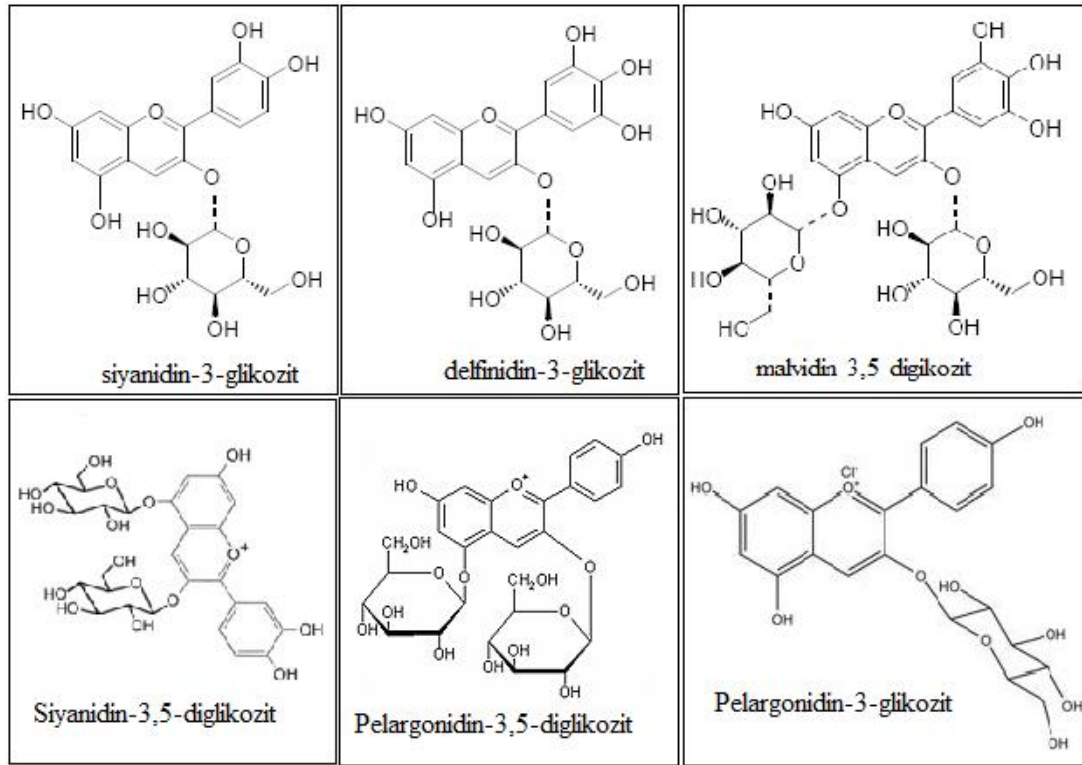
Nar, antosiyanin açısından zengin bir kaynaktır. Nar meyvesindeki baskın antosiyanin, delfinidin 3,5-diglikozittir (Shahidi ve Naczki, 2004). Nar suyundaki temel antosiyanidin siyanidin 3-glikozit (59.5-128.3 mg/L) olduğunu ve nar meyvesinin tohum kabuğunda siyanidin, delfinidin ve pelargonidin 3,5-diglikozitleri ve 3-glikozitlerini içerdiği bildirilmektedir (Çizelge 2.7).

Nar suyunda bulunan antosiyaninlerin, siyanidin-3-glikozit, delfinidin-3-glikozit, siyanidin-3-5-diglikozit, delfinidin-3-5-diglikozit, pelargonidin-3-glikozit pelargonidin-3-5-diglikozit (Şekil 2.6) olarak tespit edildiği bildirilmektedir (Du ve ark, 1975; Cemeroğlu ve Artık, 1990; Bayındırlı ve ark, 1994).

Çizelge 2.7. Nar sularının fenolik bileşik kompozisyonu (mg/L) (Gil ve ark., 2000)

	Nar suyu ^a			
Fenolik bileşikler	1	2	3	4
1. grup: Antosiyaninler				
delfinidin 3,5-diglikozit	42.9	38.8	61.1	21.1
Siyanidin 3,5-diglikozit	53.0	46.4	71.4	31.4
delfinidin 3-glikozit	76.0	23.6	95.2	37.8
Siyanidin 3-glikozit	128.3	59.5	151.1	67.0
pelargonidin 3-glikozit	5.9	3.9	8.5	4.6
toplam antosiyaninler	306.0	172.2	387.4	161.9
2. grup: gallagil-tipi tanenler				
punikalajin izomeri	12.7	14.4	421.3	434.9
punikalajin izomeri	10.1	11.1	838.5	918.2
diğer bileşikler	45.1	102.5	302.0	525.6
toplam gallagil-tipi tanenler	67.9	128.1	1561.7	1878.8
3. grup: ellajik asit türevleri				
ellajik asit glikozit	17.9	17.9	83.2	91.3
ellajik asit	15.3	8.7	37.9	172.8
toplam ellajik türevleri	33.2	26.5	121.1	264.0
4. grup: diğer hidrolize olabilir tanenler				
galloil glukoz	51.1	43.9	49.3	65.5
hidrolize olabilir tanenler	224.5	203.6	116.5	229.0
diğer bileşikler	264.1	277.7	251.5	262.1
toplam hidrolize olabilir tanenler	539.2	525.2	417.3	556.6

^a (1) Daneden elde edilen nar suyu; (2) Dondurulmuş danelerden elde edilen nar suyu (3) ticari nar suyu; (4) Konsantreden elde edilen ticari nar suyu (Ticari nar suları bütün meyvelerin preslenmesiyle elde edilmiştir).



Şekil 2.6. Nar suyunda bulunan bazı antosiyaninlerin molekül yapıları (Anon, 2011) .

Miguel ve ark. (2004) farklı kaplama malzemeleri kullanarak depoladıkları ‘Assaria’ narların toplam antosiyanin değerlerini 439.0-307.2 mg/L aralığında bulmuşlarken bu değerler 5°C’ de 7 günlük depolama sonucunda 236.5-113.3mg/L’e düşmüştür. Nar sularında 6 antosiyanin tespit etmişlerdir. Bu antosiyaninler delfinidin 3-glucoside (Dp3), cyanidin 3-glucoside (Cy3), pelargonidin 3-glucoside (Pg3), delfinidin-3,5-diglikozit (Dp3, 5), cyanidin 3, 5- diglikozit (Cy3, 5) ve pelargonidin-3,5-diglikozit (Pg3, 5) dir. Baskın antosiyanin olarak Dp3-5 i tespit etmişlerdir.

Du ve ark., (1970) pelargonidin, delfinidin, ve siyanidin-3-glikozit ve 3,5 diglikozit antosiyaninlerini nar suyunda tanımlamışlardır.

Hamidreza ve ark., (2007) İran’da yetiştirilen 15 çeşit nardan elde edilen meyve suyunda antosiyanin soğukta depolama ve pastörizasyon sonrası antosiyanin davranışındaki değişimleri gözlemlemişlerdir. Hiçbir işlem görmemiş nar suyundaki antosiyaninleri delfinidin3-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), ve siyanidin 3,5-diglikozit (4.39–166.32 mg/L) belirlemişlerdir. 4°C sıcaklıkta 10 gün depolanan hiçbir işlem görmemiş nar sularındaki antosiyanin yıkımını % 23.0-83.0 arasında; 4°C sıcaklıkta 10 hafta depolanan pastörize edilmiş nar sularındaki antosiyanin yıkımını ise ortalama %42.8 olarak tespit etmişlerdir.

Antosiyanin içeren meyve ve sebze ürünlerinin rengi, çeşitli etkenlerle antosiyaninlerin parçalanması sonucu değişmektedir. Bu hususta sıcaklık askorbik asit, şekerler ve parçalanma ürünleri, hatta enzimler, oksijen, ışık gibi birçok faktör rol oynamaktadır. Örneğin vişne sularına zenginleştirme amacı ile eklenen askorbik asidin, antosiyaninlerin parçalanma hızını önemli ölçüde artırdığı saptanmıştır (Özkan 2002).

Antosiyaninlerin bazı koşullarda birbirine dönüşebildiği saptanmıştır. Örneğin ahududu suyu konsantrelerinin depolanması sırasında Cy-3-sop ve Cy-3-glurut'in yarı yarıya azaldığı fakat Cy-3-glu'nun çok yükseldiği belirlenmiştir (Withy ve ark., 1993). Buna göre konsantrelerde olduğu gibi yüksek asitli ortamlarda bazı antosiyaninler kısmen hidrolize olarak başka antosiyaninlere dönüşmekte olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır (Cemeroğlu 2009).

Diğer taraftan ortamda bulunan bazı şekerlerin ve bunların parçalanma ürünlerinin de antosiyaninlerin degradasyonunu hızlandırdığı belirlenmiştir (Debicki-Pospisil ve ark., 1983).

Cemeroğlu ve Artık (1990) tarafından yapılan bir çalışmada nar suyu antosiyaninleri üzerine ısıl işlemin ve depolama süresinin etkileri incelenmiştir. Nar suyunda antosiyanin tayini esas olarak pH diferansiyel metodu ile yapılmış ve dominant antosiyaninin siyanidin-3-galaktoz olduğu spektral eğrinin analizinden çıkarmışlardır. Isıl işlemin, nar suyu antosiyaninlerinin degradasyonu üzerine etkili faktör olduğunu saptanmışlardır.

Asafi ve Cemeroğlu, (2000) yaptıkları araştırmada, 70°B, 45°B, 15°B nar ve vişne suyu ve konsantreleri 18°C, 5°C, 20°C, 37°C ve farklı sürelerde depolanarak antosiyanin miktarları vişne suyunda; siyanidin-3 rutinosit cinsinden; nar suyunda ise siyanidin-3-glikozit cinsinden hesaplanmıştır. Sıcaklık derecesi yükseldikçe antosiyanin degradasyon hızı tüm briks değerlerinde arttığı saptanmış iken vişne

örneklerinde 45°B’lik konsantratlarda her sıcaklıkta saptanan hız konsantrantlarının 15°B ve 70°B de saptananlardan daha yüksek olduğu gözlenmiş ve bu durumun sebebidir konsantratlarda antosiyaninlerin daha az stabil olmasına bağlamışlardır. 15°B’lik nar sularında -18°C de depolanmış örnekler hariç diğer sıcaklıkta saptanan hız konsantratları 45 ve 70°B’lik konsantratlarda olanlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlarda doğal briksindeki vişne suyu antosiyaninlerinin konsantratlarda olduğundan daha stabil bulunduğu; nar suyunda ise bunun aksine, konsantratlarda daha stabil oldukları gözlemlenmiştir.

Maskan (2006) nar suyu konsantresi üretiminde 3 farklı metot (mikrodalga ile konsantrasyon, rotary evaporatörde konsantrasyon ve atmosferik basınç altında kaynatarak konsantrasyon) uygulamıştır ve bu konsantrasyon koşullarının ürünün renk değişikliği üzerine etkilerini araştırmıştır. Hunter L değerleri, mikrodalga, rotary evaporatörde konsantrasyon ve atmosferik ısıtma ile konsantrasyon işlemlerinde sırasıyla 43.4%, 55.3% ve 46.8 % azalmıştır. Hunter a değerlerinin de her bir uygulama ile zamana bağlı olarak sırasıyla 25.8%, 27.2% ve 19.4% azaldığını gözlemlenmiştir. a değerinde gözlemlenen duruma benzer davranışın frenküzüm şurubunda (Skrede, 1985), üzüm suyunda (Rhim ve ark., 1989), kan portakalı suyunda (Arena ve ark., 2000) ve mor havuçta (Uyan ve ark., 2004) yapılan çalışmalarda da rastlandığı belirtilmiştir. Hunter L ve a değerindeki bu azalmalar meyve suyunda stabil olmayan kırmızı renkteki antosiyaninlerin ısıtma işlemi ile bozulmasından (Rhim ve ark., 1989) ve antosiyaninlerin diğer fenoliklerle polimerizasyonundan (Garcia-Viguera ve ark., 1999) kaynaklandığı bildirilmiştir. Hunter b değerinde de tüm konsantrasyon uygulamaları sırasında L ve a değeri gibi sırasıyla (mikrodalga, rotary, atmosferik ısıtma) 8.69–7.18, 6.78 ve 7.78 azalma gösterdiği belirtilmiştir.

Marti ve ark., (2001) tarafından antosiyaninlerin askorbik asit varlığında daha hızlı parçalandığını bildirmişlerdir. Vişne ve nar sularında askorbik asit varlığında H₂O₂ antosiyaninlerin degradasyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla 20°C üç farklı konsantrasyonda H₂O₂ (4.65, 6.98 and 9.31 mmol/L) ve iki farklı askorbik asit konsantrasyonu (60 ve 80 mg/L) seçilmiştir. Sonuçlar askorbik asit konsantrasyonu 60 mg/L’den 80 mg/L’ye çıkarıldığında, tüm H₂O₂

konsantrasyonlarında antosiyaninlerin parçalanma hızının arttığını göstermiştir. (Özkan 2002). Aynı zamanda çalışmada antosiyaninlerin degradasyonunu H_2O_2 ve askorbik asit varlığında oluşan askorbik asidin parçalanma ürünlerinin hızlandırabilmiş olacağına dikkat çekilmiştir. Nitekim Sondheimer ve Kertesz (1952) askorbik asidin bu etkisini çilek sularında yaptıkları çalışmada gözlemlemişlerdir.

Antosiyaninlerce zengin meyvelerde oluşan renk kaybında başlıca etkenler, sıcaklık, ışık, oksijen ve ortamda bulunan asit, şekerler, şekerlerin parçalanma ürünleri ve enzimlerdir (Markakis, 1982). Antosiyaninlerin parçalanmasına neden olan etkenler tüm antosiyaninlere aynı düzeyde etkili değildir. Bu konuda antosiyaninin kimyasal yapısının önemli rol oynadığına kuşku yoktur (Daravingas ve Cain, 1968). Çeşitli meyvelerdeki aynı tür antosiyaninlerin ısıl stabiliteleri oldukça farklıdır.

Antosiyaninlerin renkleri moleküler yapılarına ve bulundukları ortamın pH derecesine göre değişim göstermektedir. Örneğin hidroksil gruplarının sayısı arttıkça renk pembeden maviye dönüşür. Metoksil gruplar ise bu dönüşümü tersine çevirir. Asidik sulu çözeltide kırmızı renge sahip olan bu renk maddeleri $pH > 4,5$ olduğunda tamamen renksizleşir. Bu maddelerin renklendirici olarak kullanımında gıdanın ve ürünün $pH < 3,5$ değerinde olması gerekmektedir. Antosiyaninler düşük pH da kararlıdır ve etkin bir kırmızı renk oluştururlar (Çalimli, 2003).

Mishkin ve Saguy (1982) pastörizasyon, koyulaştırma ve kurutma gibi işlem koşullarının yerini tutabilecek olan, yüksek sıcaklık koşulları altında, nar suyunun renk dayanımını incelemişlerdir. Kırmızı nar antosiyaninlerinin oldukça stabil olduğunu tespit etmişler, görünüşteki bozulmanın asıl nedeninin esmerleşme reaksiyonları olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Gölükçü ve Tokgöz, (2008) tarafından yapılan çalışmada örneklerin L, a, b, C ve h değerlerinin değişim aralığı da sırasıyla 18.53-22.94, 3.51-8.50, 4.07-0.72, 3.60-9.15, 8.81-329.51 olarak tespit edilmiştir.

Vardin ve Fenercioğlu (2003) uygulanan işlemlerin ve depolamanın pastörize nar sularının renk yoğunluğu üzerindeki etkilerinin önemli olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada; nar suyunun renk yoğunluğu ile antosiyanin miktarları arasında pozitif yönde bir korelasyon ($r = 0,7959$) olduğunu tespit etmişlerdir.

Meyve suları, içerdikleri suyun bir bölümünün uzaklaştırılması ve bu yolla kuru madde düzeyinin en az %65'e kadar yükseltilmesiyle dayanıklı hale getirilmektedirler. Cemeroğlu (1977) tarafından yapılan çalışmada, durultulan ve filtre edilen 15.2 briks nar suyu 46 brikse kadar koyulaştırılmıştır. Bu işlem sonucunda nar suyu ile konsantresi arasında Congo-Red eşdeğeri cinsinden yapılan analizde, evaporasyonda bir renk kaybı olmadığı ortaya çıkmıştır. Fakat elde edilen nar suyu konsantresinde aromanın büyük ölçüde azalmış olduğu, bunun için nar suyu konsantresi üretiminde aromanın tutulması gerektiği bildirilmiştir.

Askorbik asit yönünden nar oldukça fakirdir, nar konsantresinde ise askorbik asit ortalama olarak 12 mg/100mL olarak bulunmuştur. Nar konsantrelerinin renk yoğunluğu değerinin depolama süresi artıkça belirgin bir azalma gösterdiği, bu azalmayı doğrular nitelikte, antosiyanin miktarında da fark edilir bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bunlara karşılık, çözünür kuru maddede depolama süresi artıkça, yükselme görülmüştür. Askorbik asit niceliğinde, depolama süresi arttıkça düşme gözlenmiştir. Antosiyanin ve renk yoğunluğundaki azalma gibi toplam tanen niceliğinde de elde edilen bulgulara göre depolama süresince düşme olduğu saptanmıştır (Bodur ve Yurdagel, 1986).

Karadeniz ve ark. (2005) farklı meyve (elma, ayva, üzüm, armut ve nar) ve sebzelerin (patates, soğan, taze soğan, kırmızı turp ve kırmızı lahana) antioksidan aktivitesini, toplam fenolik ve flavanoid içeriklerini belirlemişlerdir. Meyveler arasında nar % 62.7 ile en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olup bunu ayva (% 60.4), üzüm (% 26.6), elma (% 25.7) ve armut (% 13.7) izlemiştir. Narın toplam fenolik içeriğini 2408 ± 38.9 (mg kateşin/ kg) ve toplam flavonoid içeriğini 459 ± 67.0 (mg kateşin/kg) olarak bulunduğu rapor edilmektedir. Toplam fenolik madde miktarı ise en yüksek ayvada bulunmuş ve bunu nar, üzüm, elma ve armut izlemiştir. Toplam flavonoid içeriği en yüksek miktarda yine ayvada saptanmış ve bunu elma, üzüm, nar ve armut takip etmiştir. Sebzelerin antioksidan aktivitesi % 40.8 ile % 12.5 arasında değişmektedir. Meyvelerde fenolik madde içeriği 326- 4306 mg kateşin/kg, flavanoid içeriği ise 282-2115 mg kateşin/kg iken sebzelerin fenolik madde içeriği 536-2166 mg kateşin/kg, flavanoid içeriği ise 153-842 mg kateşin/kg olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde içeriğinin meyve ve sebzelerin antioksidan içeriğine önemli

etkisinin olduğu gözlenmiştir.

2.5. Nar Sularının Antioksidan Aktiviteleri

Toplam antioksidan aktivitesi, toplam antioksidan kapasitesi veya toplam antioksidan potansiyeli ölçümlerinde; trolox ekivalent antioksidan kapasitesi (TEAC), toplam radikal absorpsiyon kapasitesi (TRAP), ferik indirgeme antioksidan gücü (FRAP), oksijen radikali absorpsiyon kapasitesi (ORAC) ve 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl ölçümü (DPPH) yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir.

Bu metotların prensibi bir antioksidan ve serbest radikal arasında single elektron transferi (SET) reaksiyonu ya da hidrojen atomu transferi (HAT) reaksiyonuna dayanır. Single elektron transferi (SET) reaksiyonuna dayanan metotlarda (FRAB ve TEAC) antioksidanlar, Fe (III) gibi oksidanlarca oksitlenir. Antioksidan veya oksidanın absorbansındaki değişim U.V spektrofotometresiyle ölçülür. Hidrojen atomu transferi (HAT) reaksiyonuna dayanan yöntemlerde ise (ORAC, TRAB ve DPPH) peroksit radikali oluşturmak için bir radikalden yararlanılır. Peroksit radikali antioksidandan bir hidrojen atomu alır. Böylece peroksit radikali ve etki göstereceği molekülle arasındaki reaksiyon yavaşlatılmış veya engellenmiş olur (Ou ve ark. 2002).

Gıdaların yapısında doğal olarak bulunan antioksidanların depolama sırasında parçalanması halinde antioksidan aktivite de azalır. Meyve sularında depolama sırasında antioksidan kaybı gözlenir (Polydera ve ark. 2005).

Literatürde narın antioksidan aktivitesinin oldukça yüksek olduğu ile ilgili çeşitli araştırmalar mevcuttur (Gil ve ark. 2000, Seeram ve ark. 2005). Genel olarak ticari olarak üretilen nar suyunun antioksidan aktivitesinin büyük oranda, hidrolize olabilen tanenlerden (ellajitanenlerden; punicalajin vd. ve gallotanenlerden), ellajik asitten, antosiyaninlerden (siyanidin, delfinidin ve pelargonidin glikozitlerden) ve diğer flavonoid bileşiklerden (kuersetin, kamferol ve luteolin glikozitler) kaynaklandığı belirtilmektedir (Seeram ve ark. 2005). Cam ve ark. (2009) 8 farklı nar çeşidine ait nar sularının antioksidan kapasitelerini belirlemek için yaptıkları çalışmada nar sularının toplam fenolik madde içeriğini kateşin cinsinden; 208.3-

243.6mg/100mL; toplam antosiyanidin içeriğini siyanidin 3-glikozit cinsinden 8.1-36.9mg/100ml aralığında bulmuşlardır.

Özgen ve ark (2008) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'nin güney bölgesinde yetiştirilen narların kimyasal ve antioksidan özellikleri incelenmiştir. Nar sularının toplam fenolik madde içeriklerini 1245-2076 mg/L GAE aralığında bulmuşlardır. Toplam monomerik antosiyanin içeriğini ise siyanidin-3-glikozit cinsinden 6.12- 219 mg/L arasında bulmuşlardır. Antioksidan aktivite değerlerini TEAC metodu ile 4.73 – 7.70 mmol TE/L; FRAP metodu ile 4.63-10.9 mmol TE/L aralığında tespit etmişlerdir.

2.6. Nar Sularının Organik Asit İçerikleri

Organik asitler, molekülünde –OH ve –COOH grupları bulunan doğal bileşiklerdir (Tüzün, 1993). Bu asitler, meyve ve sebzelerde çoğunlukla serbest halde, ancak bir kısmı tuz, ester, glikozit gibi değişik bileşikler halinde, ancak daima suda erimiş halde bulunurlar. Meyve ve sebzelerde çeşide bağlı olarak değişik cins ve miktarlarda organik asitler bulunmaktadır. Özellikle meyvelerin çoğunluğunun lezzeti, asit-şeker dengesiyle oluşmaktadır. Organik asitler, meyve ve sebzelerin hücre öz suyunda çoğu serbest halde, ancak bir kısmı tuz, ester, glikozit vb. değişik bileşikler oluşturmuş olarak, fakat daima suda suda çözülmüş halde bulunurlar (Cemeroğlu, 2009). Bitkisel dokuda birinci derecede ve yaygın olarak bulunan alifatik asitler sitrik asit, malik asit, süksinik asit ve tartarik asittir. İkinci derecede yaygın asitler ise isositrik asit, fumarik asit, cis-akonitik asit, okalasetik asit, ketoglutarik asittir. Bunların yanında fermentasyon sonucu meydana gelen organik asitler de vardır. Bunlar formik asit, asetik asit, propionik asit, laktik asit, süksinik asit ve fumarik asittir (Özkaya, 1988).

Meyvelerde en çok malik, sitrik ve tartarik asit bulunmaktadır (Wills, 1986). Birçok meyvede hakim olan ya sitrik asit veya malik asittir. İkinci dereceden bulunan asitler ise fenolik asitlerdir. Malik asit yumuşak ve sert çekirdekli meyvelerin hakim asidi iken; tartarik asit üzümün hakim asididir. Sitrik asit ise turuncgil meyvelerinin hakim asidi iken narda, incirde ve az miktarda üzümde de

bulunmaktadır (Cemeroğlu 2009).

Meyvelerde ayrıca az miktarda süksinik asit, okzalik asit, hidroksisinamik asitler, salisilik asit ve benzoik asit gibi diğer organik asitlerde bulunmaktadır. Narda bulunan toplam asit miktarı % 0.2 – 5.5 arasında iken; narın baskın asidi sitrik asittir. İkinci derecedeki diğer asit ise malik asittir (Cemeroğlu, 2009).

Ülkemizde yapılan bir çalışmada 13 farklı nar meyvesinin elde preslenmesiyle elde edilmiş nar suyu örneklerinde organik asit dağılımı tespit edilmiş ve 6 tane organik asit tanımlanmıştır. Nar suyunun hakim organik asiti, sitrik asit (4.618 g/L) olarak tespit edilmiş bunu sırasıyla malik asit (1.752 g/L) tartarik asit (0.866 g/L), süksinik asit (0.502 g/L), okzalik asit (0.377g/L) ve kuinik asit (0,129 g/l) izlemiştir (Savran, 1999).

Nar meyvesinin pH'sı 2.4 - 4.4 aralığında verilmektedir. Sitrik asidin bol bulunduğu narda, malik, okzalik, süksinik ve tartarik asit gibi diğer asitler de bulunmaktadır (Saxena ve ark., 1987).

Özgen ve ark. (2008) tarafından nar sularındaki baskın organik asit olarak sitrik asit (1.78g/100mL) olduğu onu da sırasıyla malik asit (0.12g/100mL) ve askorbik asidin (0.032g/100mL) izlediği bildirilmiştir.

Türkiye'de yetiştirilen 10 çeşit nardan elde edilen nar sularında yapılan analizler sonucunda örneklerin pH'sı 2.82-3.85; titrasyon asitliği % 0.23-2.06 (g/100g) olarak tespit edilmiştir (Cam ve ark., 2009).

Gürcistan da yetiştirilen 6 farklı nar çeşidinde yapılan çalışmada, sitrik asit (1926.6-488.3 mg/100g) baskın organik asit olarak bulunmuştur. Tanımlanan diğer organik asitler sırasıyla; malik asit (132.5-183.4 mg/100g), askorbik asit (65.9-36.5 mg/100g), okzalik asit (21.1-34.1 mg/100g), süksinik asit (14-25.3 mg/100g) olarak tespit edilmiştir (Pande ve Akoh, 2009) .

Ünal ve ark.(1995), narlarda sitrik asit oranının geniş aralıklarda, malik asit oranının ise daha dar sınırlarda yer aldığını bildirmişlerdir.

Nar birçok kaynakta askorbik asit içeriği bakımından zayıf bir meyve olarak tanımlanmaktadır (Malhotra ve ark., 1983; Yurdagel, 1986). Ancak bazı kaynaklarda bazı nar çeşitlerinde askorbik asit içeriğinin ortalama 47.5 mg/100mL olduğu yabancı narlarda ise bu değer 138 mg/100mL' ye kadar çıktığı bildirilmektedir (Dokuzoğuz

ve Mendilcioğlu, 1978).

Bilişli ve Çevik (1999), narın danelenmiş halde donmuş muhafazası sırasında askorbik asit miktarında 3 ayda %23, 6 ayda %35 ve 9 ayda %53 oranında kayıplar olduğunu bildirmişlerdir.

Nar suyu vitamin açısından zengindir. Askorbik asit içeriği ortalama 135.8 mg/L (Cemeroğlu ve ark., 1992) olabildiği gibi 7mg/L (El-Nemr ve ark., 1992) gibi düşük düzeylerde de görülmektedir. Nar suyunun vitamin B aktivitesine sahip bileşikleri yüksek miktarda içerdiği (Botrus ve ark., 1984) ve nar suyunda 5.73 mg/L riboflavin ve 48.5 mg/L tiamin bulunduğu bildirilmiştir (Cemeroğlu ve ark., 1992).

Opara ve ark., (2007) Oman da yetiştirilen beş farklı nar çeşidinde narın vitamin C içeriğini, çekirdekli taze ağırlık üzerinden 52.8-72.0 mg/100g ve kabukta ise 76.8-118.4 mg/100g olarak bulmuşlardır.

Narlarda bulunan organik asitler sitrik, malik, fumarik, tartarik ve laktik asittir. Fakat nar arillerinde (tohum zarı) baskın olan ve titrasyon asitliği olarak sayılan ise sitrik asittir (Melgarejo ve ark., 2000).

Narlarda baskın olan asit sitrik asittir. Nardaki sitrik asit birikimi, olgunlaşma durumuna ve ekolojik koşullara bağlı olarak değişmektedir (Saxena ve ark., 1987).

Asit içeriği bakımından çeşitler arası farklılıklar fazladır. Asit miktarının geniş sınırlar içinde değişmesi narların sınıflandırılmasında tatlı, ekşi, mayhoş karakterlerinin kullanılmasına neden olmuştur (Malhotra ve ark., 1983).

Poyrazoğlu ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada 0.33-8.96 g/L miktarıyla sitrik asidin nardaki en baskın asit olduğunu tespit etmişlerdir. Onu 0.56-6.86 g/L miktarıyla malik asit takip etmektedir. Tartarik, okzalik, kinik ve süksinik asitlere de narın bileşiminde sırasıyla 0.28-2.83, 0.02-6.72, 0.00-0.82 ve 0.00-1.54 g/L miktarlarında bulunduğunu bildirmişlerdir.

Narın olgunlaşması sırasında asitliğin aşamalı bir şekilde düşmesi ile toplam şeker miktarı artmaktadır. Bu narın olgunlaşması sırasında oluşan doğal bir prosestir ve narın önemli tat ve kokusunu kazanmasını sağlamakta, aynı zamanda asitliğin değişmesi antosiyanin pigmentlerinin renk değişimine neden olmaktadır (Cabrita ve ark., 2000; Cordenunsi ve ark., 2003).

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak kullanılan nar ham suları ve konsantresi LİMKON Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. tesisinden temin edilmiştir. Çalışmada Hicaz nar çeşidi kullanılmıştır. Tesiste berrak nar suyu konsantresi üretiminde kullanılan narlar Antalya-Hatay-Mersin bölgesinden temin edilmiştir.



Şekil 3.1. Hicaz nar çeşidi

3.2. Metot

3.2.1. Uygulanan Teknolojik İşlemler

Nar konsantresi üretiminde, meyve suyu konsantre üretim tesisi olan Limkon Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş' de Şekil 3.2.'de verilen proses takip edilmiştir. Araştırmada kullanılan örnekler hammaddeden başlayarak sırasıyla; mayşe, pres sonrası, enzimasyon öncesi, enzimasyon sonrası, ultrafiltrasyon çıkışı, durultma, kizelgur filtre çıkışı, kağıt filtre sonrası ve evaporatör çıkışı aşamalarından alınmıştır. Alınan örnekler Bölüm 3.2.3.'de belirtilen analizler uygulanmıştır. Belirtilen üretim aşamalarından örnek alma işlemi beş tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Her tekerrür ayrı bir üretim partisini temsil etmektedir. Üretim aşamalarından alınan örnekler Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Meyve Sebze Laboratuvarında -80°C'deki derin dondurucuda analizleri yapılmaya kadar saklanmıştır. Ayrıca konsantre örnekler -35°C'de 6 ay boyunca depolanmış ve iki

ayda bir kez belirtilen analizler uygulanmıştır.

3.2.2. Nar Suyu ve Konsantresi Üretim Aşamaları

3.2.2.1.Hammadde Girişi, Yıkama ve Ayıklama

Kasalarla işletmeye taşınan narların üzerindeki taş, toprak, yaprak vb. yabancı maddeler ayıklama ve yıkama işlemleri ile uzaklaştırıldıktan sonra meyveler taşıyıcı bant üzerinde hareket ederken bandın her iki tarafındaki işçiler tarafından; çürük, ham ve elverişsiz meyvelere ayıklama işlemi uygulanmıştır.

3.2.2.2. Mayşe Eldesi

Yıkanan narlar taşıyıcı bantlarla tamburlu eleğe gönderilmiştir. Elek içindeki sonsuz vidaya bağlı çekiçli miller sayesinde narlar parçalanmış ve nar daneleri tamburlu eleğin elek deliklerinden düşerek yine taşıyıcı bir bant sayesinde taşıyıcı ve itici pompaya oradan da mayşe tankına gönderilmiştir.

3.2.2.3. Presleme

Mayşeden meyve suyunun elde edilmesi için presleme işlemi uygulanmıştır. Uygulanan pres basıncı yaklaşık 30-50 bar'dır. İşletmede BUCHER HPX 5005İP hidrolik presi (Şekil 3.2) kullanılarak 14°-16° briks'lik bulanık nar ham suyu elde edilmiştir.



Şekil 3.2. BUCHER HPX 5005İP hidrolik pres ve iç görünümü

3.2.2.4. Pastörizasyon

Presten elde edilen ham meyve suyu mikrobiyal bir yük taşımaktadır. Özellikle, büyük kapasiteli üretimlerde ham meyve sularının süratle ısıl işleme tabi tutulmasında yarar bulunmaktadır. Evaporasyon aşamasına kadar ürüne birçok işlem uygulanacağı için pastörizasyon işlemine ihtiyaç duyulmaktadır. İşletmede bu amaçla presten elde edilen meyve ham suyu plakalı ısı değıştirciler vasıtası ile 90 °C'nin üzerinde ısıl işleme maruz bırakılmıştır.

3.2.2.5. Enzimasyon

Tanklardaki meyve suyuna pektolitik enzimler ilave edilerek enzimasyon işlemi uygulanmıştır. Enzimasyon için Pektinex XL veya Novaform, Novazym, pektinex UF, Amilaz enzimleri kullanılmıştır. Enzimasyon işlemi sırasında kullanılan enzim miktarı 30-50g/ton'dur. Enzimasyon süresi alkol testi uygulanarak takip edilmiş ve alkol testi negatif sonuç verince enzimasyon işlemi sonlandırılmıştır.

3.2.2.6. Ultrafiltrasyon

Enzimasyon işlemi tamamlanan meyve suyu polimerik membranlı 280 m²

yüzey alanına sahip Unipectin marka ultrafiltrasyon cihazında (Şekil 3.3) filtre işlemine tabi tutulmuştur.



Şekil 3.3. Unipectin marka ultrafiltrasyon cihazı

3.2.2.7. Nar Suyunun Durultulması

Ultrafiltrasyondan çıkan nar suları durultma tanklarına beslenmiştir. Meyve suyuna durultma amacıyla 20-30g/ton jelatin, 200-250 g/ton bentonit ilave edilerek 1-2 saat bekletilmiştir.

3.2.2.8. Nar suyunun Filtrasyonu

Durultulmuş nar suları filtrasyon işlemi için sırasıyla kizelgur filtreden (Şekil 3.4) ve plakalı kağıt filtreden geçirilmiştir.



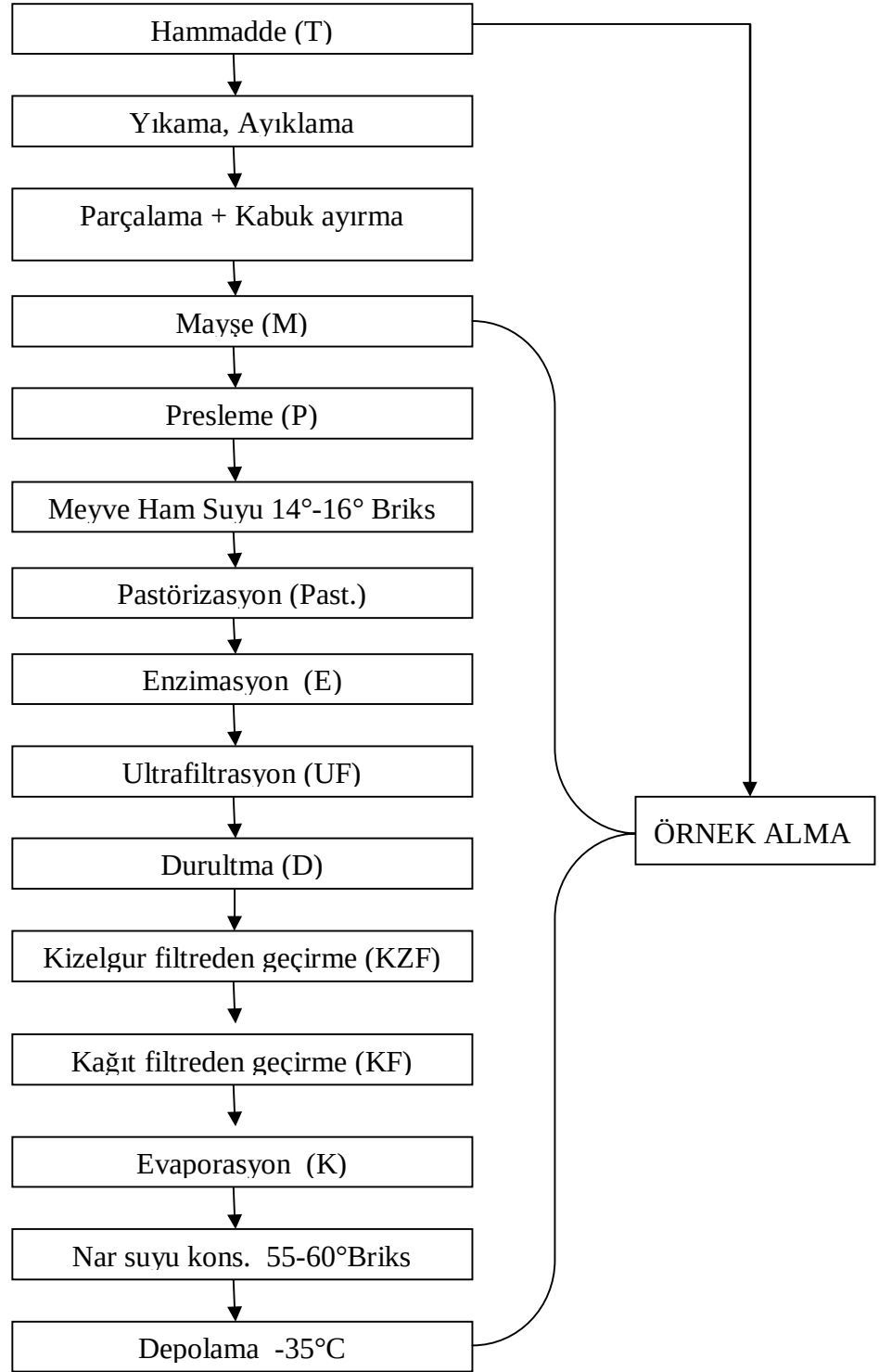
Şekil 3.4. Kizelgur filtre ünitesi

3.2.2.9. Nar suyunun Konsantrasyonu

Filtre edilmiş nar suyu dört efektli düşen film vakumlu evaporatöre (Şekil 3.5) gönderilerek 55-60°B'e kadar konsantre edilmiştir. Konsantre edilen meyve suyunun analiz edilecek örnekleri -35°C'de depolanmıştır.



Şekil 3.5. Evaporasyon ünitesi



Şekil 3.6. Nar suyu konsantresi üretim akış şeması

Tezin ilerleyen bölümlerinde bu aşamalardan bahsedilirken aşağıdaki kısaltmalar kullanılmıştır.

T:Hammadde	UF : Ultrafiltrasyon
M : Mayşe	D: Durultma
P: Pres	KZF: Kizelgur filtre
Past: Pastörizasyon	KF: Kağıt filtre
E: Enzimasyon	

3.2.2.10. Nar suyu konsantrelerinin depolanması

Nar suyu konsantreleri -35°C ' de 6 ay boyunca depolanmıştır. Depolanan bu örneklere 2 ayda bir kez aşağıda belirtilen fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Yukarıda belirtilen akım şemasını takip eden prosesin belli aşamalarından alınan örneklerin ve depolanmış örneklerin; pH, titrasyon asitliği, suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, formol sayısı, hidroksimetilfurfural (HMF), bulanıklık, renk, toplam monomerik antosiyanin, antosiyanin parçalanma ölçütleri, antosiyanin bileşikleri, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, organik asitler ve mineral madde miktarları belirlenmiştir.

3.2.3. Uygulanan Analizler

Üretim aşamalarından örnek alım işlemi 5 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Her tekerrür ayrı bir üretim partisini temsil etmektedir.

Analizlerde kullanılan taze örnekler için üretim hattının hammadde kabul bölümünden her tekerrür için yaklaşık 10 kg nar alınmış ve alınan narlar Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Meyve Sebze İşleme Laboratuvarında sıkılarak nar suları elde edilmiştir. Elde edilen bu nar suları taze örnek olarak kullanılmıştır. Mayşe örnekleri ise içerdiği kabuk, çekirdek, aril zarları gibi kaba partiküllerden kağıt filtre kullanılarak ayrıldıktan sonra belirtilen analizlere tabi tutulmuştur. Tüm analizler en az iki paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.1. pH Tayini

Nar suyu örneklerinde pH tayini doğrudan örnek içerisine cam elektrotlu WTW marka pH metrenin cam elektrodunu daldırmak suretiyle yapılmıştır (Şekil 3.7) (Cemeroğlu, 1992).



Şekil 3.7. pH tayini

3.2.3.2. Titrasyon Asitliği Tayini

Titrasyon asitliği, pH metre ile izlenerek yürütülen elektrometrik titrasyonla saptanmıştır. Bu amaçla 5 ml meyve suyu örneği 4 kat seyreltilerek ayarlı 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1'e ulaşınca kadar titre edilmiştir. Nar suyu ve konsantre örneklerinin titrasyon asitliği, yüzde sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır (Shwartz ve ark., 2008).

3.2.3.3. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Suda çözünür kuru madde tayininde refraktometrik yöntem uygulanmıştır. Örneklerin suda çözünür kuru madde değerleri (°Briks) masa tipi Abbe refraktometresi kullanılarak 20°C'de ölçülmüştür (Uzuner, 2008).

3.2.3.4. Toplam Kuru Madde Tayini

Meyve suyu örneklerinden yaklaşık 10 mL alınarak vakumlu etüvde 70°C’de, 100 mmHg (13.3kPa) basıncı altında, sülfürik asit çözeltisinden saniyede 2 kabarcık geçecek şekilde sabit ağırlığa kadar kurutulmuş ve sonuçlar yüzde kuru madde olarak hesaplanmıştır (g/100mL) (AOAC, 1990).

3.2.3.5. Formol Sayısı Tayini

Formol sayısı, meyve suları ve meyveli içeceklerin saflığının kontrolünde yararlanılan kriterlerden birisidir. Bir meyve suyunun formol sayısı, doğrudan onun içerdiği toplam amino asitlerin bir ölçütüdür. Formol sayısı tayini için IFU tarafından tanımlanan yöntem uygulanmıştır (Anon 1984).

Örneklerin formol sayısını (mL 0.1 N NaOH/100 mL) belirlemek amacıyla; bir behere alınan 25 ml meyve suyu örneğinin pH derecesi 0.25 M NaOH çözeltisi ile 8.1’e ayarlanmıştır. Örneğin üzerine pH derecesi önceden 8.1’ e ayarlanmış formaldehit çözeltisinden 10 mL eklenmiştir. Yaklaşık bir dakika beklendikten sonra düşen pH değeri yeniden 8.1 oluncaya kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. İkinci titrasyonda harcanan NaOH miktarı (a ml) kaydedilmiştir. Buradan;

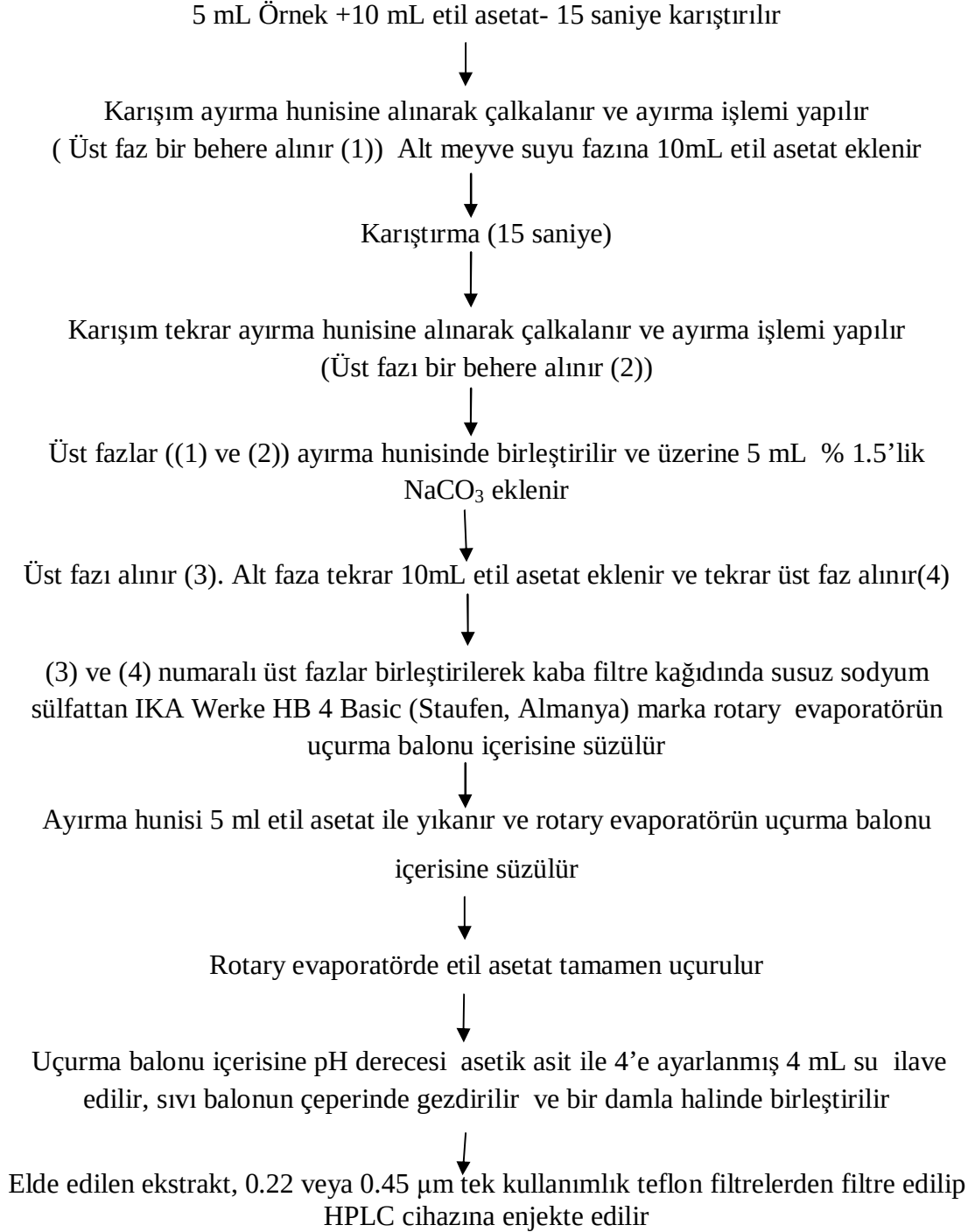
Formol sayısı = $10 \times a$ olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.6. Hidroksimetilfurfural Tayini

Hidroksimetilfurfural (HMF), meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunmayan ancak ısı ve asit etkisiyle monosakkaritlerden oluşan bir bileşiktir.

Nar suyu ve konsantresi örneklerinde HMF tayini, yüksek basınç sıvı kromatografisi (HPLC) (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006) kullanılarak, örneklerin ekstraksiyonu ise Gökmen ve Acar (1998) tarafından verilen yöntemle yapılmıştır. Analizin prensibi nar suyu ve konsantresi örneklerinin etil asetat ile ekstraksiyonu ve sonra sulu sodyum karbonat çözeltisi ile ekstraktın muamele

edilmesi esasına dayanmaktadır. HMF tayininde kullanılan yöntem Şekil 3.8.'de verilmiştir..



Şekil 3.8. Hidroksimetilfurfurol tayin yönteminin akış şeması

HPLC’de uygulanan akış ise Zappala ve ark. (2005)’ nın yöntemine göre yapılmıştır.

HMF için kromatografi koşulları;

Mobil faz: Metanol/Su/Asetik asit (20/79/1) izokrotik akış

Enjeksiyon hacmi: 20 µL

Akış hızı: 0.5 mL/dk

Elüsyon süresi: 15 dk

Dalga boyu: 285 nm

Kolon: ACE 5 C18 250*4.6 mm

Kolon sıcaklığı: 30°C

Dedektör: FotoDiyod Düzen Dedektör (PDA)

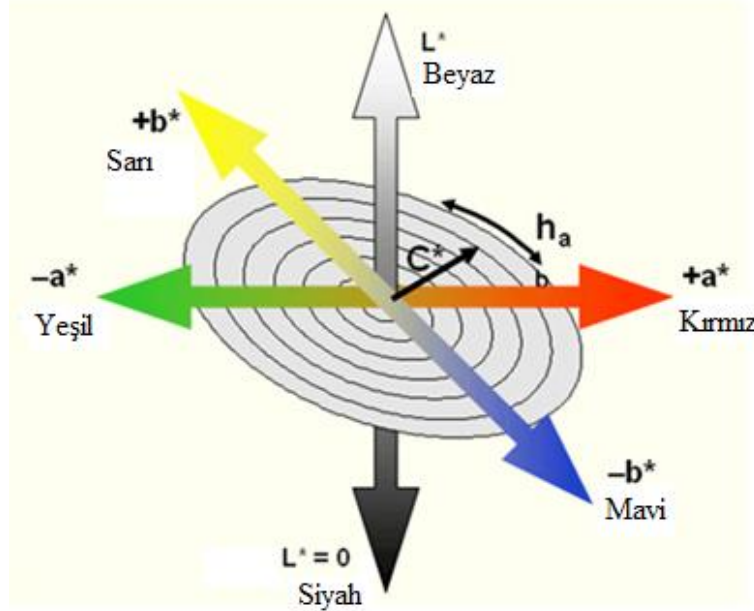
3.2.3.7. Bulanıklık Tayini

Nar suyu örneklerinin bulanıklık düzeyi, türbidimetre (HACH 2100 turbidimeter Ratio/XR A.B.D. 2008) yardımıyla belirlenmiştir. Bulanıklık düzeyi "NTU (Nephelometric Turbidity Unit)" değeri ile ifade edilmiştir. Bulanıklık düzeyi, nar sularında doğrudan, konsantrelerde ise, doğal nar suyu briksine (15 °B) kadar seyreltildikten sonra belirlenmiştir. Türbidimetrenin sıfır ayarı, konsantrelerin seyreltilmesinde kullanılan damıtık su ile yapılmıştır.

3.2.3.8. Renk Ölçümleri

Nar suyu örneklerinin renk analizi için Color Flex Hunter Lab (2008) renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. Renk ölçümü için 50 ml örnek 20 mm Glass Optical Cell Light Path küvetine aktarılıp Hunter Lab renk ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Bu sistemde 4 filtre kullanılarak L, a, b renk değerleri elde edilmektedir. L, a, b değerleri 3 boyutlu koordinat sistemi ile verilmekte ve bu koordinat sisteminde L değeri dikey eksenle parlaklıktan koyuluğa gidişi belirtirken +a kırmızılığa, -a yeşillığe, +b sarılığa, -b ise maviliğe gidişi göstermektedir (Şekil 3.9). Bu ölçümlere

ilave olarak C (chroma, renk yoğunluğu) ($\sqrt{a^2+b^2}$) ve hue (h° , renk tonu) ($\arctan b/a$) değerleri hesaplanmıştır (Lee ve ark., 2001).



Şekil 3.9. CIELAB (The International Commission on Illumination L, a, b) renk skalası (Anon., 1996)

3.2.3.9. Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini

Monomerik antosiyanin tayini Fuleki ve Francis (1968) tarafından önerilen, ve Giusti ve Wrolstad (2001) tarafından geliştirilen pH diferansiyel metodu kullanılmıştır. Bu metodun ilkesi, monomerik antosiyaninlerin pH 1.0' da renkli oksonium formunun, pH 4.5' de ise, renksiz hemiketal formunun egemen olmasına dayanmaktadır. Buna göre, ortam pH 1.0 ve 4.5 olduğu zaman ölçülen absorbans değerlerinin farkı, doğrudan antosiyanin konsantrasyonu ile orantılı bulunmaktadır. Absorbans okumaları nar suyu antosiyaninlerinin maksimum absorbans verdiği dalga boyunda ($\lambda_{vis-maks}$), pus (haze) halindeki bulanıklığın belirlenmesi için ise; 700 nm' de yapılmıştır. Nar suyu ve konsantrelerinde antosiyaninlerin 515 nm'de maksimum absorbans verdiği saptanmıştır. Bulanık ve berrak nar suları 1:50 oranında, konsantreler ise, 1:200 oranında seyreltilerek analize hazırlanmıştır.

Depolama süresince, konsantre örnekleri aynı seyreltme oranlarına uyularak seyreltilmiş ve böylece analizler birçok spektrofotometrenin linear sınırı olan 1.2 absorbans değerinin (Özkan ve ark., 2007) altında yürütülmüştür. Potasyum klorür çözeltisi (pH 1.0) ile belirlenen bu seyreltme oranı, hem potasyum klorür ve hem de sodyum asetat tampon çözeltisi (pH 4.5) ile uygulanmış ve elde edilen seyreltikler, 15 dk süreyle denge oluşması için kendi halinde bırakılmışlardır. Bekleme süresi sonunda absorbans ölçümleri, damıtık suya karşı, nar antosiyaninlerinin λ_{vis} -maks dalga boyu olan 515 nm’de ve ayrıca düşük düzeydeki bulanıklığın belirlenmesi için 700 nm’de 1 cm kalınlığındaki tek kullanımlık küvetlerde Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS spektrofotometresinde (Massachusetts, USA, 2005) yapılmıştır. Monomerik antosiyanin miktarı, nar suyunda baskın bulunan siyanidin-3-glukozit cinsinden (Gil ve ark., 2000) aşağıda verilen eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{Monomerik antosiyanin miktarı (mg/L)} = \frac{(A) (MW) (SF) 1000}{(\epsilon) (L)}$$

A: Absorbans farkı (pH 1.0 ve 4.5 değerlerinde ölçülen absorbans farkı)

$$(A) = (A_{515} - A_{700})_{pH1} - (A_{515} - A_{700})_{pH4.5}$$

MW: Baz olarak alınacak antosiyaninin molekül ağırlığı

SF: Seyreltme faktörü

ϵ : Molar absorpsiyon katsayısı

L: Absorbans ölçüm küvetinin tabaka kalınlığı (cm)

Siyanidin-3-glikozidin molar absorbans değeri 29600; molekül ağırlığı ise, 445.2 alınarak hesaplama yapılmıştır (Giusti ve Wrolstad 2001).

3.2.3.10. Antosiyanin Parçalanma Ölçütlerinin Belirlenmesi

Giusti and Wrolstad (2001) tarafından önerilen yöntem kullanılarak; antosiyaninlerin parçalanma ölçütleri olarak kabul edilen "renk yoğunluğu," "polimerik renk" ve "polimerik renk oranı" gibi üç nitelik belirlenmiştir. Bu amaçla,

konsantre örnekleri 0.025 M potasyum klorür tamponu (pH 1.0) ile seyreltilerek, nar suyu antosiyaninlerinin maksimum absorbands verdiği dalga boyundaki ($\lambda_{\text{vis-maks}}$) absorbands değerinin spektrofotometrenin linear sınırı olan 1.2' nin altına getirilmesi sağlanmıştır.

Bulanık ve berrak nar suları 50 kat seyredilerek; konsantre örneklerde 200 kat seyreltilerek analize hazırlanmıştır. Toplam monomerik antosiyanin miktarı tayininde olduğu gibi, 0.025 M potasyum klorür tampon çözeltisi (pH 1.0) kullanılarak uygun bir seyreltme oranı saptanmıştır. Bu seyreltme oranına göre, örnekler bu defa damıtık suyla seyreltilmiş ve böylece ortamın, materyalin doğal pH derecesinde kalması sağlanmıştır. Ortamdaki bulanıklık yapan unsurları uzaklaştırmak için, örnekler 0.45 μm gözenek çaplı PVDF filtreden (Millipore, Bedford, MA, A.B.D.) filtre edilmiştir. İki ayrı 1 cm tabaka kalınlığındaki tek kullanımlık spektrofotometre küvetinin her birine bu seyreltikten 2.8 mL alınıp, küvetlerden birindeki seyreltik üzerine 0.2 mL bisülfite (%20, w/v, $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$) çözeltisi eklenerek, örnekteki monomerik antosiyaninlerin renksiz "sülfonik asit kompleksi" oluşturması sağlanmıştır. Buna karşın, "polimerik antosiyanin-tanen" kompleksleri ve "melanoidin" pigmentleri ise, bisülfite karşı direnç göstererek renklerini korumuşlardır. Bu esmer renkli pigmentlerin ortamdaki konsantrasyonu arttıkça, 420 nm'de okunan absorbands değerleri yükselmektedir. Diğer küvete ise, bisülfite çözeltisi yerine 0.2 mL damıtık su eklenerek her iki küvet 15 dk süreyle denge oluşumu için kendi haline bırakılmışlardır. Bu süre sonunda, her iki küvetteki çözeltilerin absorbands değerleri 420 nm, $\lambda_{\text{vis-maks}}$ (515 nm) ve 700 nm dalga boylarında ölçülmüştür. Ölçümler damıtık suya karşı yapılmıştır. Ölçüm sonuçları aşağıda belirtildiği gibi "renk yoğunluğu," "polimerik renk" ve "polimerik renk oranı" olarak değerlendirilmiştir.

3.2.3.10 (1). Renk yoğunluğu

Bu değer, "bisülfite uygulanmamış küvette bulunan örneğin, $\lambda_{\text{vis-maks}}$ (515) ve 420 nm dalga boylarındaki absorbandsları toplamı" olarak tanımlanmaktadır. Aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır:

$$\text{Renk yoğunluğu} = [(A_{\lambda_{\text{vis-maks}}} - A_{700 \text{ nm}}) + (A_{420 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})] \times \text{SF}$$

3.2.3.10 (2). Polimerik renk

Bu değer, "bisülfid uygulanmış küvette bulunan örneğin, $\lambda_{\text{vis-maks}}$ ve 420 nm dalga boylarındaki absorpsanları toplamı" olarak tanımlanmaktadır. Aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır:

$$\text{Polimerik renk} = [(A_{\lambda_{\text{vis-maks}}} - A_{700 \text{ nm}}) + (A_{420 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})] \times \text{SF}$$

SF : seyreltme faktörü

3.2.3.10 (3). Polimerik renk oranı

Polimerik renk oranı; polimerik rengin, renk yoğunluğuna oranı olarak tanımlanmaktadır. Hiçbir işlem görmemiş taze meyve ve sebze sularında bu oran genellikle %10' un altındadır. Bu değer arttıkça, monomerik antosiyaninlerin parçalandığı ve esmer renkli pigmentlerin arttığı, kısaca doğal rengin bozulduğu anlaşılr. Bu değer, aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Polimerik renk oranı (\%)} = \frac{\text{Polimerik renk}}{\text{Renk yoğunluğu}} \times 100$$

3.2.3.11. Antosiyanin Bileşenlerinin Analizi

Nar suyu ve konsantrelerinin antosiyanin kompozisyonu, HPLC (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006) cihazı kullanılarak; Gil ve ark., (2000) tarafından ortaya konulan ekstraksiyon yönteminin yapılan denemeler sonucu en iyi sonuç veren akış profili (Çizelge 3.1) ile kombine edilmesiyle örneklerdeki antosiyanin miktarı belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Antosiyaninler için mobil faz gradiyent programı

Süre (dk)	Metanol/su/formik asit (20:78:2 v/v/v/v)	% 100 asetonitril
0	100	0
10	95	5
20	85	15
25	80	20
26	100	0
30	100	0

Antosiyaninler için kromatografi koşulları;Kolon: XTERRA C 18 5 μ M 4.6X250

Kolon Sıcaklığı: 25 °C

Dedektör: Foto Diyod Düzen Dedektör (PDA)

Dalga Boyu: 520 nm

Mobil Faz Akış Hızı: 1 ml/dk

Enjeksiyon Hacmi: 50 μ l

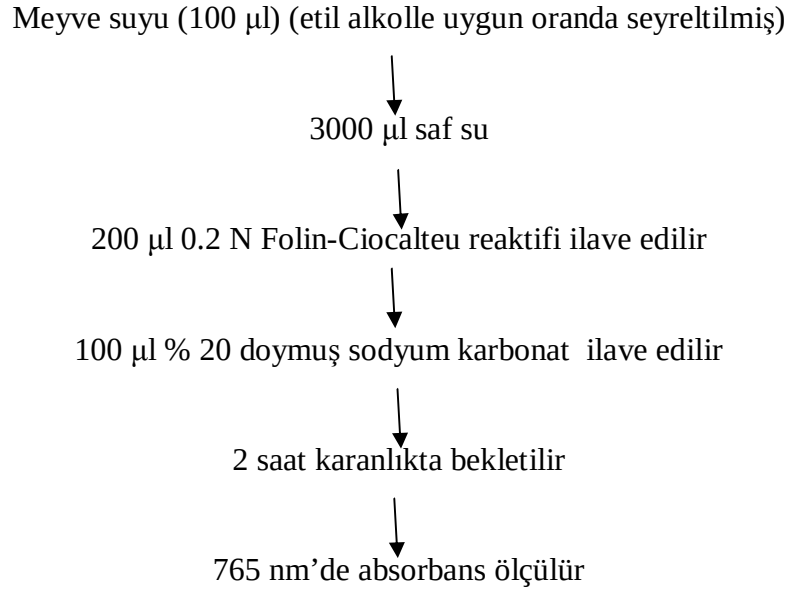
Mobil Faz Çözeltisi: ‘metanol/su/formik asit’ (20:78:2 v/v/v/v) (A), asetonitril (% 100) (B), karışımı; gradiyent akış

3.2.3.12. Toplam Fenolik Madde Analizi

Toplam fenolik maddelerin tayininde Abdulkasım ve ark., (2007) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem, fenolik maddelerin Folin-Ciocalteu çözeltisinin fosfomolibdik-fosfotungistik çözeltisini indirgeyerek mavi bir kompleks oluşturmaları ve bu mavi rengin kolorimetrik olarak ölçülmesi ilkesine dayanmaktadır (Alper, 2001). Yöntemin akım şeması Şekil 3.10.’da gösterilmiştir. Nar suyu örneklerinin toplam fenolik madde miktarları standart kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak belirlenmiştir.

Standart kalibrasyon eğrisi: 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 ve 400 mg/L’lik gallik asit çözeltileri hazırlanarak; aynı yöntem uygulanarak spektrofotometrede 765

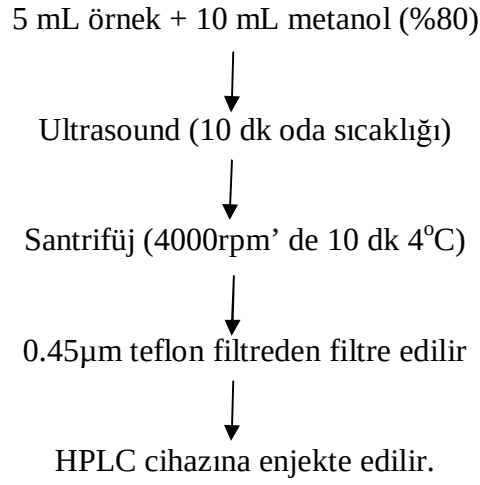
nm’de absorbansları ölçülerek ve standart kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Sonuçlar gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak verilmiştir.



Şekil 3.10. Toplam fenolik madde analiz akış şeması

3.2.3.13. Fenolik Bileşenlerin Analizi

Araştırmada, HPLC ile fenolik madde tayini yapılmıştır. Bu amaçla Justesen ve ark. (1997) tarafından ortaya konulan ekstraksiyon yöntemi modifiye edilerek uygulanmış; uygulanacak akış profili ve yürütücü faz seçiminde ise bir çok deneme yapılmış ve en iyi sonuç veren uygulama seçilerek örneklerdeki fenolik bileşiklerin miktarı belirlenmiştir. Fenolik bileşiklerin analizi sırasında uygulanan ekstraksiyon yöntemi Şekil 3.11’ de akış profili ise Çizelge 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.11. Fenolik bileşenlerin ekstraksiyon yöntemi

Çizelge 3.2. Fenolik bileşikler için mobil faz gradiyent programı

Süre (dk)	Formik asit % 2	Asetonitril % 100
0	100	0
20	98	2
35	97	3
65	94	6
70	93	7
80	91.5	8.5
90	90.5	9.5
100	88	12
120	82	18
125	75	25
130	0	100
140	100	0

Fenolik bileşenler için kromatografi koşulları;

Kolon: XTERRA RP 18 5 µM 4.6X250

Kolon Sıcaklığı: 30°C

Detektör: Foto Diyod Düzen Detektör (PDA)

Dalga Boyu: 280 ve 320 nm

Mobil Faz Akış Hızı: 0.8 ml/dk

Enjeksiyon Hacmi: 20 µl

Mobil Faz Çözeltilisi: Formik asit (% 2) (A), asetonitril (% 100) (B) karışımı, gradiyent akış

3.2.3.14. Antioksidan Aktivite Tayini

Nar suyu ve konsantresi örnekleri etil alkol ile 1:20 ve 1:80 oranında seyreltildikten sonra Heraeus Biofuge Primo R (Osterode, Almanya) marka cihazda 4000 devir/dk'da 10 dakika süre ile santirüjlenmiştir. Santrifüj edilmiş örnekten alınan 100 µl meyve suyu örneğine 2 mL 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH*; % 50 etanolde 0.025g/l) ilave edilmiştir. Kontrol örneğinde ise 100 µl distile su kullanılmıştır. Örneklerin absorbansı, vakit kaybedilmeden % 100 etanole karşı 0., 15. ve 30. dakikalarda Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS (Massachusetts, USA, 2005) spektrofotometre' de 517 nm' de ölçülmüş ve ölçümün sabitlendiği 30. dakika verileri kullanılmıştır. Antioksidan aktivitesi, aşağıdaki eşitlik kullanılarak DPPH'ın inhibisyon %' si olarak ifade edilmiştir (Gill ve ark., 2000 ve Tzulker ve ark., 2007).

$$\% \text{ Antioksidan Aktivitesi} = (A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) \times 100 / A_{\text{kontrol}}$$

A_{kontrol} : Kontrolün absorbansıdır

$A_{\text{örnek}}$: Örneğin absorbansıdır

3.2.3.15. Organik Asit Tayini

Nar suyu ve konsantresi örneklerindeki organik asitlerin (sitrik asit, malik

asit, oksalik asit, suksinik asit, tartarik asit, askorbik asit) analizleri Sturm ve ark. (2003)'a göre yapılmıştır. Analizler için nar suları 15; konsantreler ise 60 kat seyreltildikten sonra 4°C'de 10 dk 4000 rpm'de santrifüj edilmiş ve üstteki berrak kısım alınıp 0.45 µm'lik filtrelerden geçirilerek süzölmüştür. Daha sonra elde edilen ekstrakt doğrudan HPLC'ye (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006) enjekte edilerek örneklerdeki organik asit miktarı mg/L'de belirlenmiştir. Belirlenen yöntemlere göre aşağıdaki kromatografi koşulları kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir.

Organik asitler için kromatografi koşulları;

Mobil faz: 5 mM'lık sülfürik asit(H₂SO₄), izokrotik akış
Enjeksiyon hacmi: 20 µL
Akış hızı: 0.6 mL/dk
Elüsyon süresi: 15 dk
Dalga boyu: 210 nm-244 nm
Kolon: XTERRA C 18 5 µM 4.6X250
Detektör: Foto Diyod Düzen Detektör (PDA)
Kolon sıcaklığı: 50°C

3.2.3.16. Mineral Madde Analizi

Örneklerin mineral maddelerinden bazıları (Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na ve Zn), atomik absorpsiyon spektrometresi cihazı kullanılarak (Perkin Elmer A Analyst 400 Atomic Absorption Spectrometer, A.B.D., 2006) tespit edilmiştir. Bu amaçla 2 ml örnek alınarak teflon tüplere aktarılmış ve üzerine 2 ml %65'lik nitrik asit (HNO₃) ve 1 ml %30'luk hidrojen peroksit (H₂O₂) eklenerek mikrodalga fırında (Berghof speedwave MWS-2 Almanya) Çizelge 3.3.' de belirtilen yakma işlemi uygulanmıştır.

Çizelge 3.3. Mineral madde yakma profili

Sıcaklık (°C)	Güç(%)	Süre (dk.)
170°C	90	10
200°C	50	10
100°C	50	10

Yakma işlemi sonucu elde edilen çözeltiler huni yardımıyla 25ml’lik balon jojelere aktarılıp balon hacmine kadar ultra saf su ile tamamlanmıştır. Her bir mineral maddenin tespiti için gerekli olan seyreltme ilk seyreltme işlemi üzerinden yapılmıştır. Mineral madde miktarını belirleme amacıyla Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na ve Zn standartları kullanılmıştır. Her bir standart için beş farklı konsantrasyonda çözelti hazırlanıp kalibrasyon eğrileri oluşturulmuş ve elde edilen eğrilerden bileşiklerin miktarları mg/L olarak hesaplanmıştır.

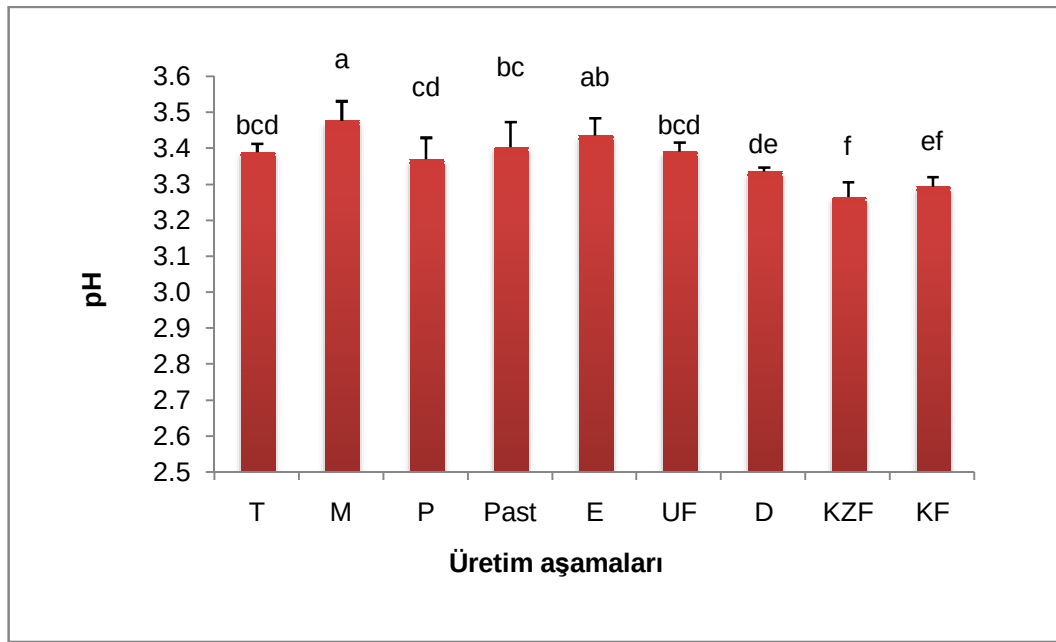
3.2.3.17. İstatistiksel Değerlendirme

Analiz sonuçları, SPSS 16.0 paket programı kullanılarak varyans analizine ve korelasyon testine tabi tutulmuş ve önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir (Bek ve Efe, 1988; Özdamar, 1999).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki pH Değerleri

Nar suyu üretim aşamalarından alınan örneklerin pH değerleri Şekil 4.1’ de verilmiştir.



Şekil 4.1. Nar suyu üretim aşamalarındaki pH değişimi

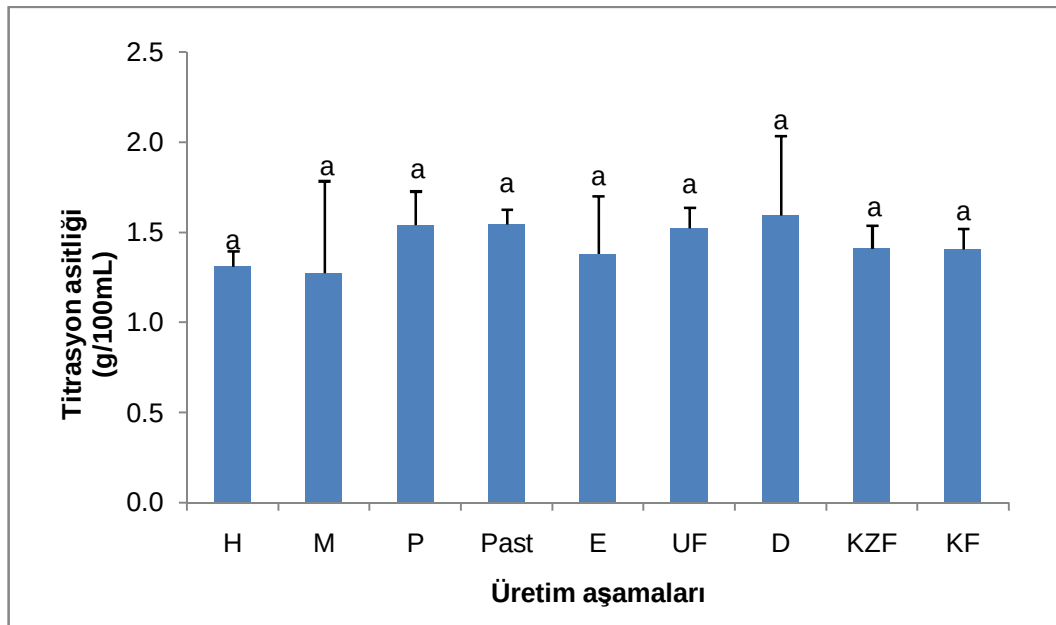
Taze üründen başlanarak kağıt filtre çıkışına kadar ki aşamalardan alınan nar sularının pH değerleri 3.27 ± 0.04 ile 3.48 ± 0.06 arasında değişmiştir. Nar suyuna işleme sırasında pH'nın ortalama % 4' lük bir düşüş gösterdiği görülmektedir. pH değerlerinde meydana gelen bu değişimin uygulanan işlemlerden ve nar sularının içerdiği tampon madde miktarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Cemeroğlu, 2007). Üretim aşamalarında pH değerinde meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). pH değerlerinde yaklaşık 0.20'lik bir düşüş gözlemlenmiştir. pH'daki değişimin antosiyanin renk pigmentleri üzerine etkili olduğu bilinmektedir.

Cemeroğlu ve ark. (2004) tarafından 120 çeşit nar örneğinden kabukları ile preslenerek elde edilen nar sularının bileşim öğeleri ve özelliklerini belirlemek için

yapmış oldukları çalışmada nar sularının pH değerlerini minimum 2.40 maksimum 3.53 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmadan da anlaşılabileceği gibi nar sularının pH değerleri çok geniş aralıklarda değişmektedir. Bu değişiklik narların yöre, çeşit ve olgunluk parametrelerine dayandırılabilir.

4.2. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Titrasyon Asitliği Değerleri

Nar suyu üretim aşamalarından alınan örneklerin titrasyon asitliği (%) değerleri Şekil 4.2’ de verilmiştir.

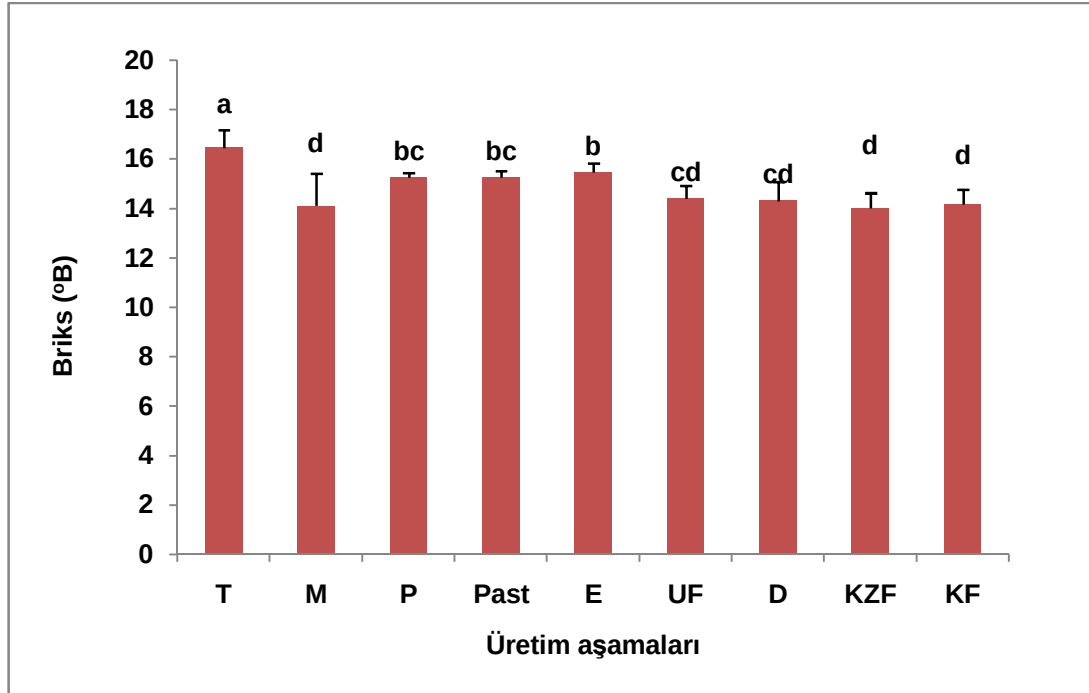


Şekil 4.2. Nar suyu üretim aşamalarındaki titrasyon asitliği değişimi

Şekilde görüldüğü gibi örneklerin titrasyon asitliği değerleri 1.27 ± 0.51 ile 1.59 ± 0.44 g/100 mL arasında olduğu saptanmıştır. Tehrafani ve ark. (2010), İranda yetiştirilen yirmi farklı nar suyunun titrasyon asitliğini 0.33-2.44 g/100mL olarak belirlemişlerdir. Elde edilen değerler literatürde verilen değerlerin sınırları içerisinde. Üretim aşamalarının titrasyon asitliği üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını; titrasyon asitliğindeki değişimlerin istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş olması da desteklemektedir.

4.3. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Suda Çözünür Kuru Madde Değerleri

Nar suyu üretim aşamalarından alınan örneklerin suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerleri Şekil 4.3' de verilmiştir.



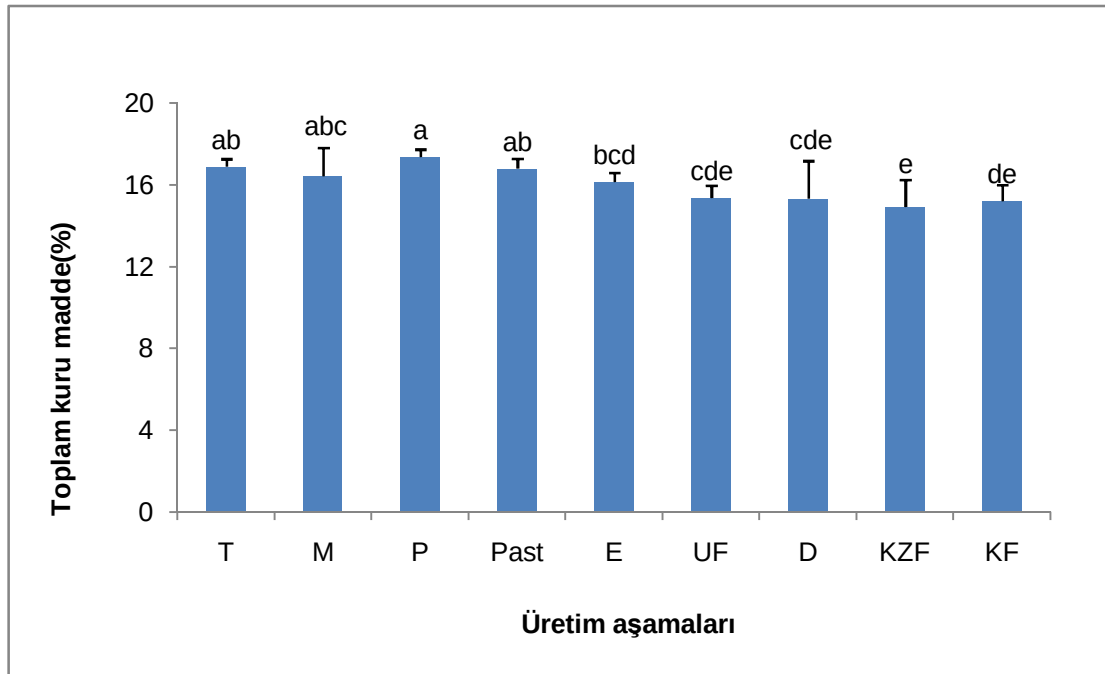
Şekil 4.3. Nar suyu üretim aşamalarındaki suda çözünür kuru madde değişimi

Taze ürünün ortalama briks değeri 16.45 ± 0.7 ; kağıt filtre çıkışındaki örneklerin briksi ise ortalama 14.00 ± 0.6 olarak bulunmuştur. Cemeroğlu ve ark. (1992) nar suyunda suda çözünen kuru maddenin %12.6-18.0 arasında, Velioğlu ve ark. (1997) ise %13.2-18.7 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Gölükcü ve Tokgöz (2008) Türkiye’ de yetiştirilen tatlı ve mayhoş nar çeşitlerini kullanarak yaptıkları bir araştırmada nar sularının briksinin 13.00 ile 17.18 arasında değiştiğini; sadece mayhoş narlar kendi aralarında kıyaslanırsa ise nar sularının briks değerlerinin 13.75-16.82 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Literatürde verilen bu bilgilerden de anlaşılacağı gibi nar sularının briksleri geniş bir aralıkta değişmektedir. Bu çalışmada elde edilen değerler literatürde verilen değerlerle benzer olmakla birlikte üretim aşamalarında meydana gelen değişimin uygulanan teknolojik işlemlerin etkisinin yanında kirlenen filtrelerin yıkanması sırasında ürünün azda olsa su ile

seyrelmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Briks değerindeki bu değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$); fakat yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı bu değişimin önemli olmadığı düşünülmektedir.

4.4. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Toplam Kuru Madde Değerleri

Nar suyu üretim aşamalarından alınan örneklerin toplam kuru madde (TKM) değerleri Şekil 4.4' de verilmiştir.



Şekil 4.4. Nar suyu üretim aşamalarındaki toplam kuru madde değişimi

Taze üründen başlanarak kağıt filtre çıkışına kadar ki aşamalardan alınan nar suyu örneklerinin TKM değerleri en düşük kizelgur filtre çıkışında 14.91 ± 1.3 en yüksek pres aşamasında 17.34 ± 0.4 bulunmuştur. Üretim aşamalarında gözlemlenen TKM değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ultrafiltrasyon aşamasından itibaren kuru maddede bir düşüş gözlenmiştir. Bunu takiben durultma ve filtrasyon aşamalarında da bu düşüş devam etmiştir. Bu duruma temel dayanak olarak ultrafiltre porlarından geçemeyen fraksiyonların kuru maddede düşmeye neden olmasıdır. Durultma aşamasındaki azalma ise eklenen

durultma yardımcı maddeleri sonucu oluşan floklar kuru madde fraksiyonlarını aşağı doğru sürüklemekte ve sonuç olarak dipte tortu olarak birikmektedir. Şüphesiz ki bu tortu tabakasında kuru maddeyi oluşturan kısımlarda olabilir. Son aşama olan filtrasyonda ise kuru madde azalışı filtre kekinde kalan ve kuru madde değeri olan maddelerin tutunması olarak açıklanabilir.

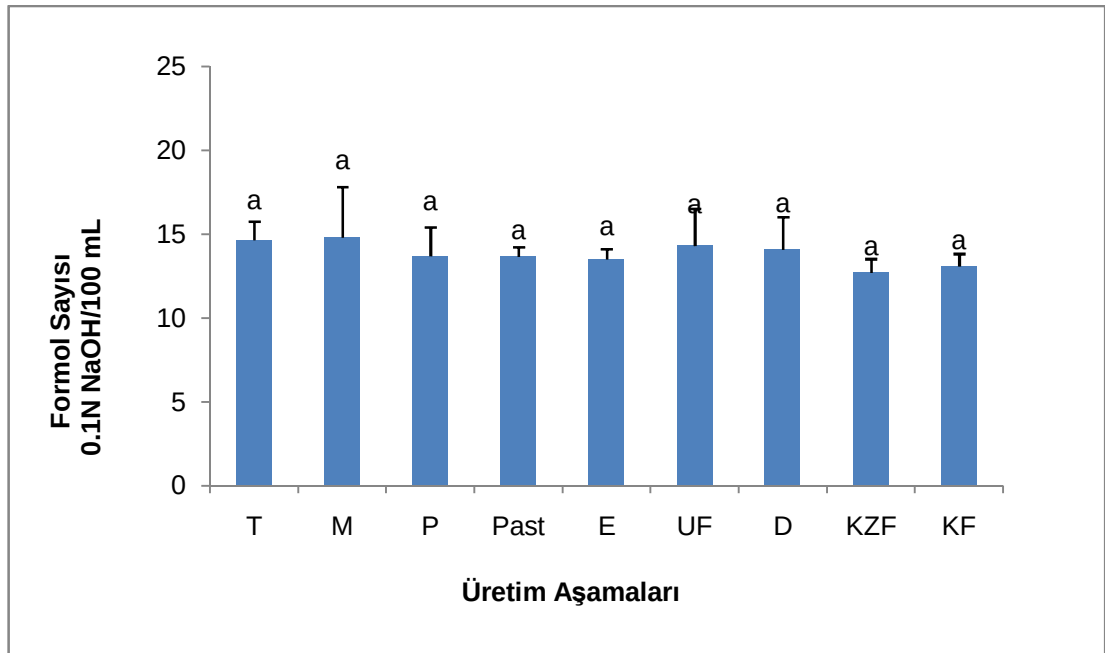
Öztan (2006), taze nar suyunun toplam kuru madde miktarını % 15.8 olarak ticari nar suyununkini ise % 17.6 olarak tespit etmiştir. Kelebek ve Canbaş (2010) hicaz çeşidi nar şirasının toplam kuru madde içeriğini 13.54 g/100 mL olarak tespit etmişlerdir. Araştırmamızda bulunan toplam kuru madde miktarının literatürde rastlanan değerlerle benzer olduğu görülmektedir.

4.5. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Formol Sayısı Değerleri

Formol sayısı, meyve suları ve meyveli içeceklerin saflığının bir belirtisidir. Meyve suyunun formol sayısı, doğrudan onun içerdiği toplam amino asitlerin bir ölçüsüdür. Bu yüzden her meyveden elde edilen meyve suyunun formol sayısı belli sınır değerleri arasında olmalıdır.

Nar suyu üretim aşamalarından alınan örneklerin formol sayısı değerleri Şekil 4.5' de verilmiştir.

Taze üründen başlanarak kağıt filtre çıkışına kadar ki aşamalardan alınan nar suyu örneklerinin değerleri en düşük KZF filtre çıkışında 12.70 en yüksek ise mayşede 14.80 bulunmuştur. Formol sayısı değerlerinde meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. İstatistiki olarak fark bulunmamasına rağmen durultmadan sonraki filtrasyon aşamalarında (KZF, KF) bir düşüş tespit edilmiştir. Bu aşamalardaki azalışın nedeni, nar suyunun asidik bir pH' ya sahip olması ve bu pH aralıklarında proteinlerin pozitif kutuplanması, durultma yardımcı maddelerinden bentonitin ise negatif olması ile ilgili olabilir. Bir başka deyişle durultmada bu zıt yükler birbirlerini çeker ve flok oluşturarak çökerler. Formol sayısındaki bu azalmanın bu ilkeler doğrultusunda gerçekleştiği düşünülmektedir.



Şekil 4.5. Nar suyu üretim aşamalarındaki formol sayısı değişimi

Vardin (2000) tarafından yapılan bir çalışmada nar suyuna ait formol sayısı değerleri 2 ile 28 mL 0.1N NaOH/100 mL aralığında bulunmuştur.

Benli (2008), piyasada satışa sunulan bazı meyve sularının (elma, nar, portakal ve üzüm) Türk Gıda Kodeksi ve standartlara uygunluğunu belirlemek için yaptığı çalışmada, piyasaya hakim firmaların %100 nitelikli ürünlerini örnek olarak kullanmıştır. Nar suyu örneklerinin formol sayısını 5.58 ile 12.93 aralığında tespit etmiştir. TS 12918/Ocak 2003 nar suyu standardına göre bu değer en az 6.0 olması gerektiği bildirilmiştir.

4.6. Nar Suyu Üretim aşamalarında Oluşan Hidroksimetilfurfural Değerleri

Meyve sularında en önemli kalite ölçütlerinden biri de hidroksimetilfurfural (HMF) miktarıdır. HMF miktarı, üretiminde ona yüklenen ısının bir indeksi olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca uzun süreli depolanan şekerli ürünlerde, zamanla artan miktarda HMF oluşabilmektedir. Meyve sularında 5 mg/L, meyve suyu konsantrelerinde ise 10 mg/kg' dan fazla HMF aşırı bir ısı yüklemesinin belirtisi olarak kabul edilmektedir (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2004). Nar suyu ve nar suyu

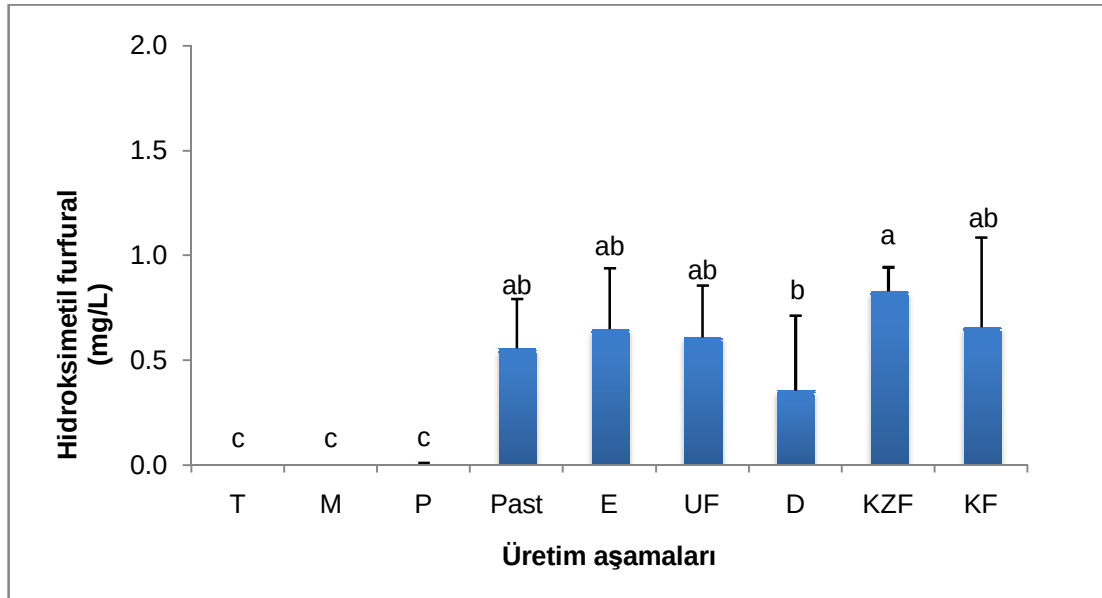
konsantresine işleme süresince farklı aşamalarda (mayşeleme, presleme, pastörizasyon) oluşan HMF miktarındaki değişimin bilinmesi, son üründe elde edilen HMF miktarının değerlendirilmesinde yardımcı olabilecektir. TS 12918/Ocak 2003 Nar Suyu Standardına göre HMF miktarı en çok 10 mg/L olmalıdır.

Yüksek asitliğe sahip meyve sularının daha düşük HMF içeriğine sahip olduğu ifade edilmiştir. Geleneksel olarak işlem görmüş meyve sularının endüstriyel olarak üretilenlere göre daha yüksek HMF içeriğine sahip olduğu ve bunun nedeninin daha yüksek sıcaklıkta daha uzun süre ısıl işlemden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Burdurlu ve ark., 2006).

Benli ve Fenercioğlu (2008) ticari %100 nar suyu örneklerinde HMF değerini 5.49 ile 27.39 mg/L aralığında bulmuşlardır.

Nar suyu konsantresi üretim aşamalarına ait HMF değerleri Şekil 4.6 'da verilmiştir.

Şekil 4.6' da görüldüğü gibi üretim aşamalarında HMF değerleri ısıl işlem olmayan aşamalarda HMF tespit edilmemişken, pastörizasyon ile birlikte 0.56mg/L HMF tespit edilmiştir.



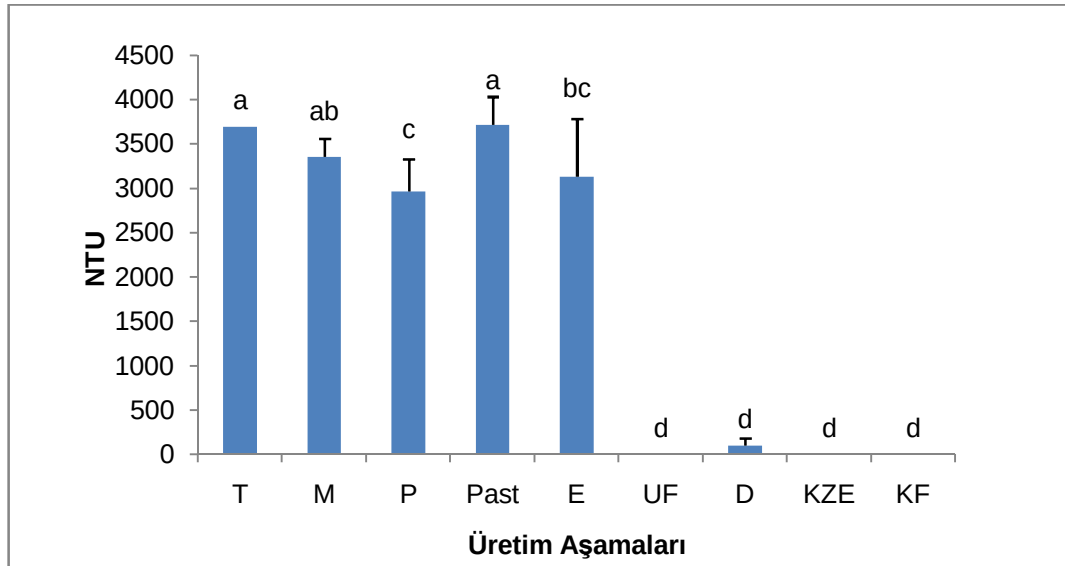
Şekil 4.6. Nar suyu üretim aşamalarında HMF değerlerindeki değişim

Üretim aşamalarındaki HMF miktarı en yüksek KZF aşamasında 0.80 ± 0.11 mg/L olarak bulunmuştur. Bulunan bu değerler standartta belirtilen değerin oldukça altındadır. Aynı zamanda bu durum üretim koşullarının ürün üzerinde olumsuz bir sonuç oluşturmadığının bir göstergesi olabilir. Üretim aşamalarında saptanan HMF değerleri arasındaki fark tüm aşamalar birlikte değerlendirildiğinde önemli iken ($P < 0.01$); ısıtma işlemi uygulanmamış aşamalar ile uygulanmış aşamalar kendi aralarında değerlendirildiğinde farkın önemsiz olduğu düşünülmektedir. Kizelgur filtre (KZF) aşamasında tespit edilen HMF miktarının diğer aşamalara göre daha yüksek ve farklı bulunmasının sebebinin endüstriyel boyutta üretim yapılmasından kaynaklanan bir fark olduğu düşünülmektedir.

Nar sularının HMF ' ye ait HPLC kromatogramı Ek 1' de verilmiştir.

4.7. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Bulanıklık Değerleri

Nar suyu konsantresi üretim aşamalarına ait bulanıklık (NTU) değerleri Şekil 4.7 'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Nar sularının NTU değerleri

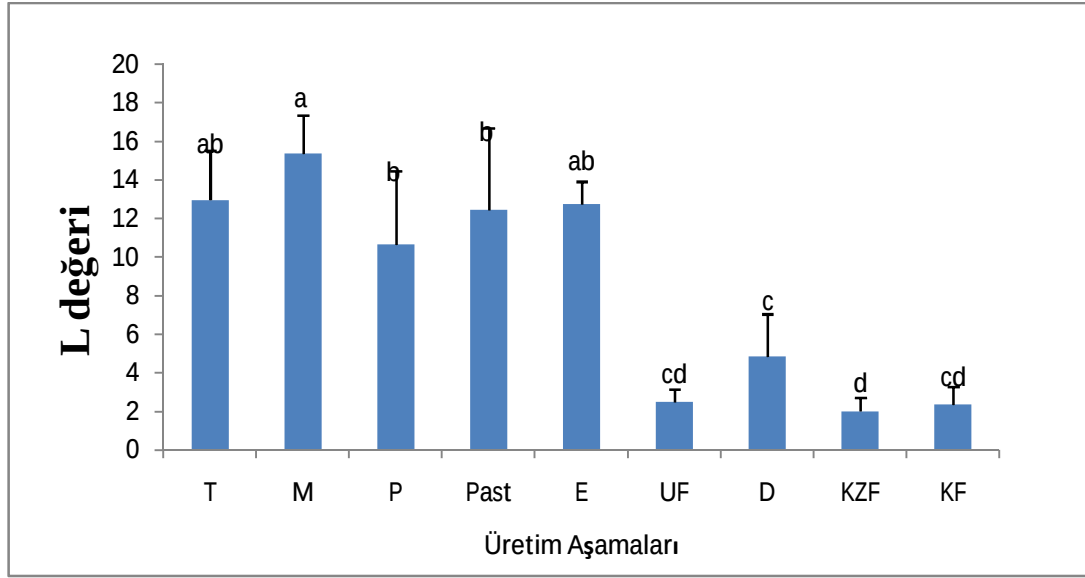
Üretim aşamalarından alınan örneklerin NTU değerleri, taze üründen enzimasyona kadar ki aşamada 3692.00 ile 2966.80 arasında iken UF, D, KF, KZE

aşamalarında ise sırasıyla 0.26, 99.13, 0.44, 0.22 olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.7’ de görüldüğü gibi örneklerin berraklık değerleri UF aşamasına kadar oldukça yüksek iken UF aşamasından sonra beklenildiği gibi önemli bir düşüş göstermiştir. Bu istenen bir durumdur. Presten alınan meyve suları (meyve ham suyu) kompleks kolloidal sistemler olup, içerdiği maddeler ya gerçek çözelti yapmış halde veya parçacık süspansiyonu halinde bulunmaktadır. Berrak meyve suyu elde edebilmek için meyve ham suyunda bulunan bu katı parçacıkların uzaklaştırılması gereklidir. 100-500 μ (0.1-0.5mm) arasındaki iri parçacıklar sedimantasyonla kendiliğinden hızla çökerken asıl 0.001 μ - 0.1 μ arasındaki kolloidal dispersiyon yapmış parçacıkların meyve ham suyundan uzaklaştırılması gerekir. Bu da ancak klasik durultma, ultrafiltrasyon veya ikisinin kombinasyonu ile sağlanabilmektedir (Cemeroğlu, 2008). Şekilden de anlaşılabileceği gibi UF aşaması sonucu ürün berraklığı sağlanmıştır. Nitekim analiz sonucunda elde edilen değerler filtrasyon işlemlerinin amacına ulaştığını göstermektedir. Durultma aşamasında meydana gelen NTU değerindeki artışın durultma maddelerinden kaynaklandığı düşünülmüştür. İstatistiksel değerlendirme sonuçları da bunu doğrulamaktadır. Üretim aşamaları arasındaki NTU değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

4.8. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Renk Değerleri

4.8.1. L Değerleri

Üretim aşamalarına ait nar suyu örneklerinin L renk değerleri Şekil 4.8’ de verilmiştir. Taze üründen başlanarak kağıt filtre çıkışına kadar ki aşamalardan alınan nar suyu örneklerinin L renk değerleri 2.04 ± 0.69 ile 15.39 ± 1.99 arasında değişmiştir.

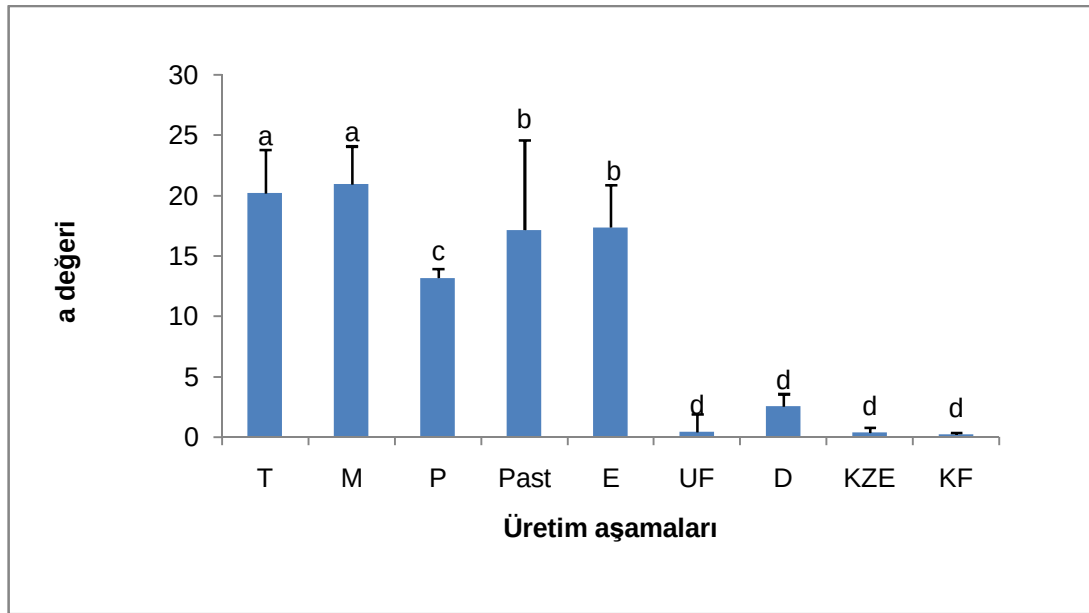


Şekil 4.8. Nar sularının L değerleri

Şekil 4.8. incelendiğinde görülebileceği gibi, nar suyu renginin açıklığını ve parlaklığı ifade eden L değerinde enzimasyondan sonraki aşama olan ultrafiltrasyon aşamasında hızlı bir düşüş tespit edilmiştir. Bunun sebebi filtrasyonla beraber nar suyunda bulunan bulanıklık etmenlerinin uzaklaştırılması olabilir. Meyve suyu ekstraksiyonu aşamasındaki L değerlerindeki yüksekliğin nedeni meyve suyu içinde bulunan pulp renginin daha açık olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. L değerinde durultma aşamasında meydana gelen bir miktar artışın durultma yardımcı maddelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim bu artışın, diğer filtrasyon (KZF-KF) aşamalarında tekrar azalması bunu doğrulamaktadır. Tüm aşamalar dikkate alındığında L renk değerlerinde gözlemlenen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

4.8.2. a Değerleri

Üretim aşamalarına ait nar suyu örneklerinin a renk değerleri Şekil 4.9' da verilmiştir.



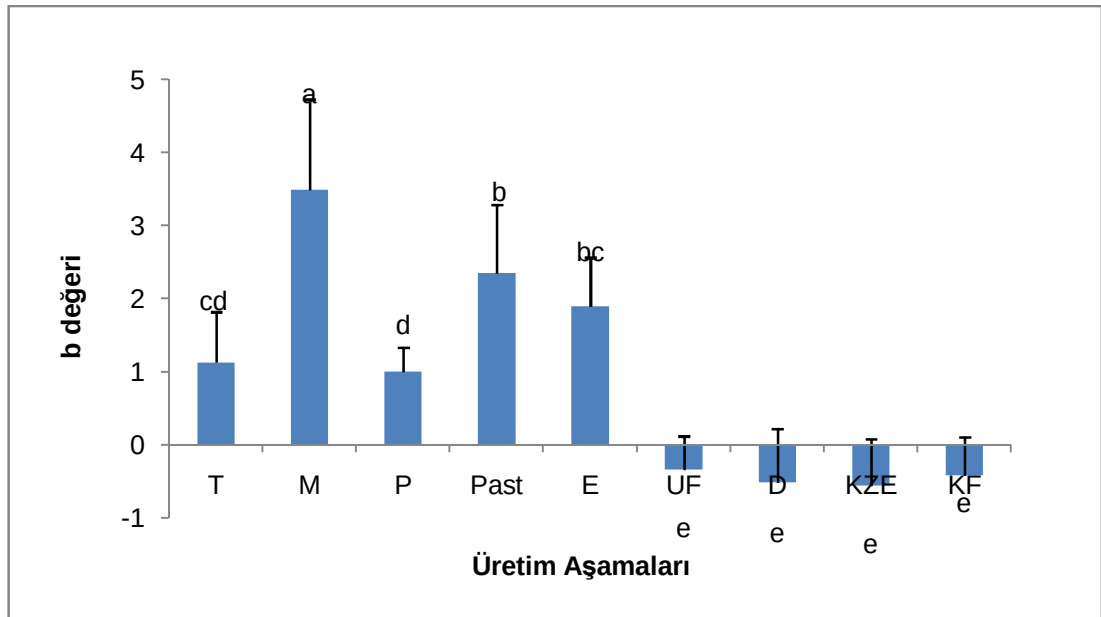
Şekil 4.9. Nar sularının a değerleri

Taze üründen başlanarak kağıt filtre çıkışına kadar ki aşamalardan alınan nar suyu örneklerinin a renk değerleri 20.99 ± 3.13 ile 0.40 ± 0.30 arasında değişmiştir.

Şekil 4.9 incelendiğinde, nar suyu renginin kırmızılığını ifade eden a değerleri L değerinde olduğu gibi UF aşamasında ciddi bir düşme gözlemlenmiştir. Bulanıklığın a değeri üzerine de etkili olduğu düşünülmektedir. Üretim aşamaları sırasında nar sularının a renk değerinde meydana gelen değişimler filtrasyon aşamaları (UF, D, KZF ve KF) arasında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuşken tüm aşamalar birlikte incelendiğinde aşamalar arasındaki a değerindeki değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

4.8.3. b Değerleri

Üretim aşamalarına ait nar suyu örneklerinin b renk değerleri Şekil 4.10' da verilmiştir.



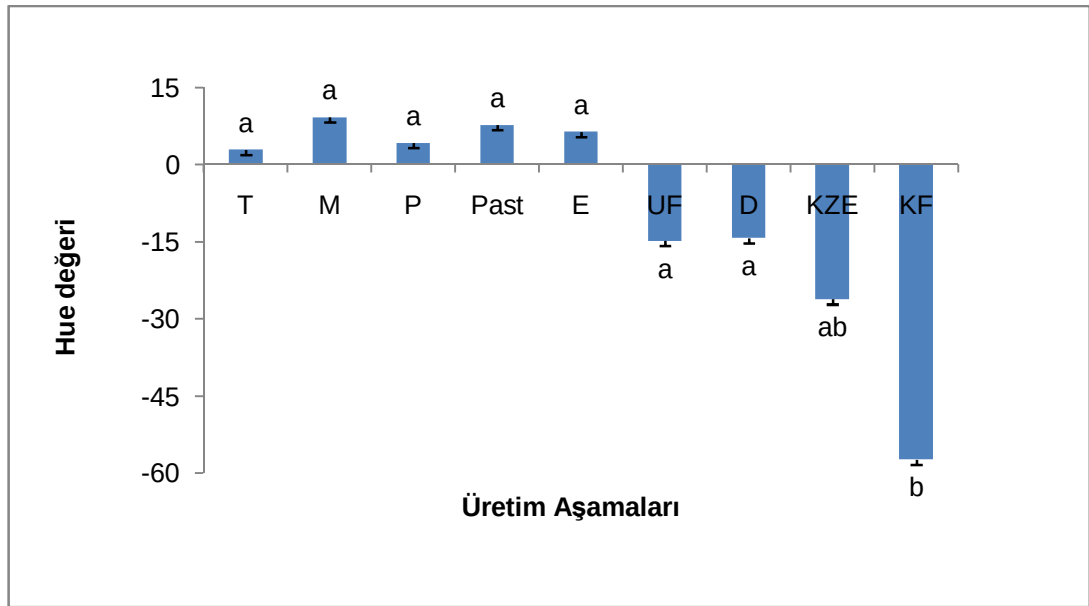
Şekil 4.10. Nar sularının b değerleri

Taze üründen başlanarak kağıt filtre çıkışına kadar ki aşamalardan alınan nar suyu örneklerinin b renk değerleri en düşük UF aşamasında; -0.34 ± 0.46 en yüksek mayşede; 3.49 ± 1.23 bulunmuştur. Şekilde de görüldüğü gibi T, M, P, Past, E aşamalarında b renk değeri pozitif iken, filtrasyon aşamaları olan UF, D, KZF, KF aşamalarında negatiftir. Bu da nar suyundan bulanıklık partiküllerinin uzaklaşmasıyla mavi rengin hakimiyetinin arttığının göstergesidir. Üretim aşamalarında b renk değerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

4.8.4. Hue Değerleri

Hue değeri, renk tonu veya renkle ilgili bir nitelik olup 0° – 360° arasında değişmekte; 0° ve 360° kırmızı, 90° sarı, 180° yeşil ve 270° mavi olarak değerlendirilmektedir.

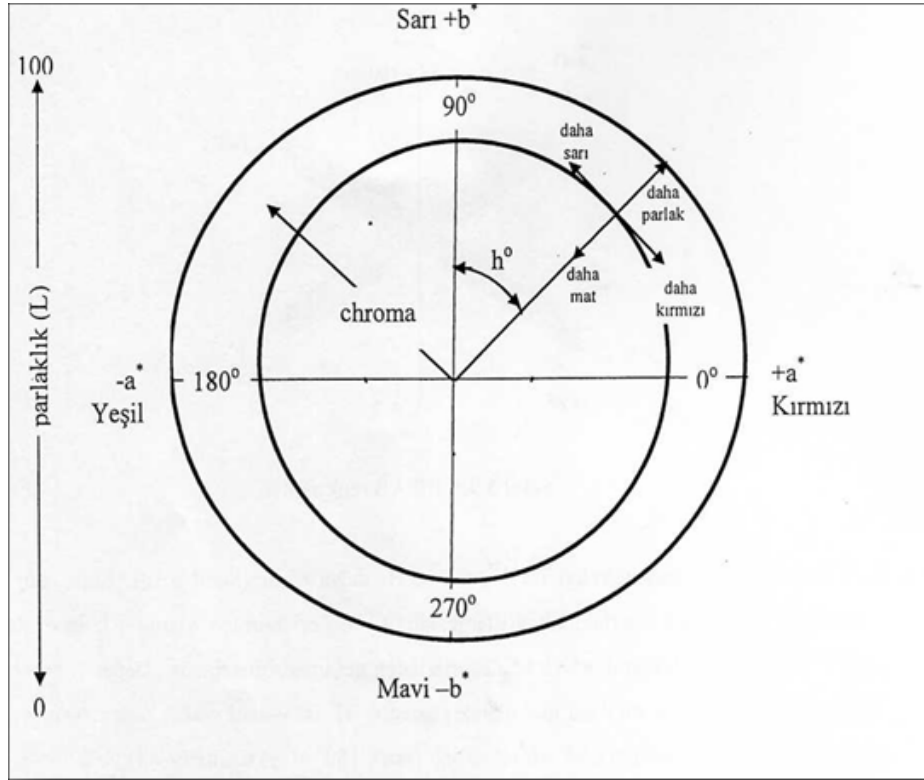
Üretim aşamalarına ait nar suyu örneklerinin hue renk değerleri Şekil 4.11’ de verilmiştir.



Şekil 4.11. Nar sularının hue değerleri

Taze üründen başlanarak kağıt filtre çıkışına kadar ki aşamalardan alınan nar suyu örneklerinin hue değerleri 9.29 ± 2.82 ile -57.26 ± 8.05 arasında değişmiştir. Hue değeri derece olarak hue açısını göstermekte olup 0° olması +a eksenine (kırmızı), 90° olması +b eksenine (sarı), 180° olması -a eksenine (yeşil) ve 270° olması -b eksenine (mavi) karşılık gelmektedir (Şekil 4.12) (Veberic ve ark., 2010). Şekil 4.11 incelendiğinde UF aşamasında ve onu takip eden diğer aşamalarda hue değeri negatif yönde artmaya başlamıştır. Bunun nedeni UF aşamasındaki örneğin a değerinin pozitif (kırmızıya yakın), b değerinin ise negatif (maviye yakın) olmasından kaynaklanmaktadır. Buda örneklerin renginin kırmızı ve mavi tonları arasında (+a, -b) bir renge sahip olduklarının göstergesidir. Nar suyunun filtrasyon aşamalarında (UF, D, KZE, KF) b değerinin negatif yönde giderek artması ve a değerindeki düşüş bu işlem basamaklarıyla birlikte mavi tonun hakim olmaya başladığının bir göstergesidir. Hue değerinin giderek maviye yakın bir bölgeyi temsil etmesi bu durumu desteklemektedir. Hue değerlerindeki değişim farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

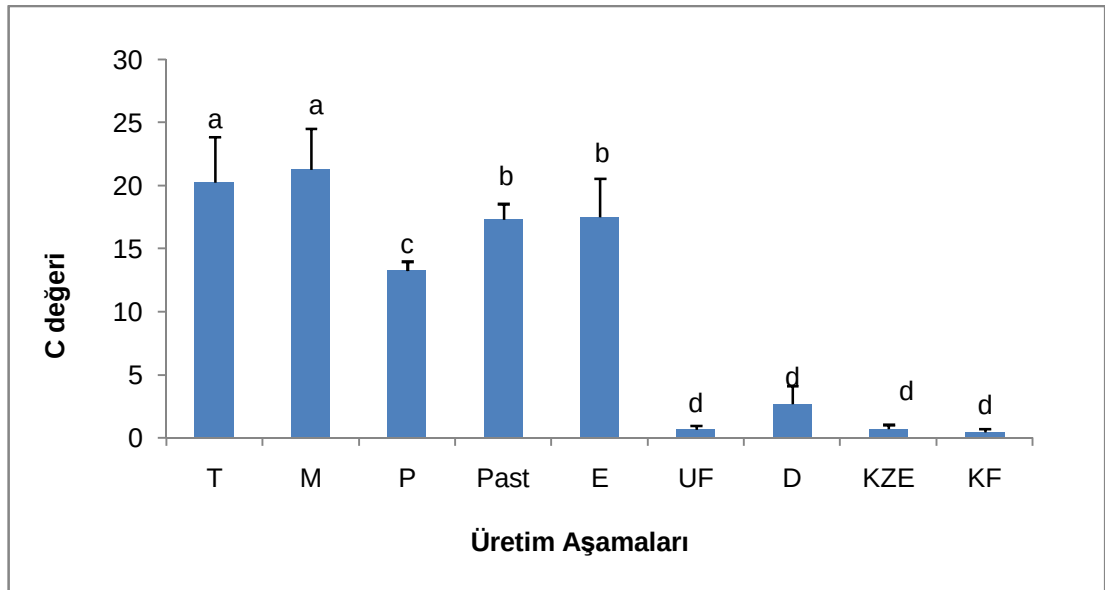
Özgen ve ark. (2008) Türkiye'nin güneyinde yetişen narlar üzerinde yapmış oldukları çalışmada hue değerini 17.7 ± 1.5 ile 32.8 ± 7.0 aralığında tespit etmişlerdir.



Şekil 4.12. CIELCH (The International Commission on Illumination L,C,H) renk skalası (Anon., 1996)

4.8.5. C değerleri

Üretim aşamalarına ait nar suyu örneklerinin C (kroma) renk değerleri Şekil 4.13' de verilmiştir.



Şekil 4.13. Nar sularının kroma (C) değerleri

C değeri başlangıç aşamasında 20.27 ± 3.61 iken en son aşama olan kağıt filtre aşamasında 2.78 ± 0.5 e düşmüştür. C değeri kroma olarak isimlendirilmekte olup a ve b değerlerinden hesaplanmaktadır. Değer yükseldikçe renk daha beyaz , küçüldükçe ise daha mat olarak gözlenir (Anon., 1996). Şekil 4.13' de de görüldüğü gibi örneklerin C değerleri ultrafiltrasyon aşamasıyla birlikte başlangıç aşamasına göre önemli bir düşüş göstermiştir. Yani örneklerden L değerini arttıran bulanıklık etmenlerinin uzaklaşması ürünün renginin koyulaşmasına yani C değerinin azalmasına yol açmıştır. Üretim aşamalarında kroma (C) değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$)

Özgen ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada nar sularının C değerlerini 14.0 ± 1.5 ile 19.9 ± 7.3 arasında bulmuşlardır.

Örneklerin L, a, b, hue ve C değerlerinin hepsinde UF aşaması kırılma noktasını oluşturmuştur. Bu durumun, muhtemelen bulanıklık unsurlarının renk ölçümüne olan olumsuz etkisinden kaynaklandığı sanılmaktadır. Ultrafiltrasyon aşamasından önceki aşamalar ve sonraki aşamalar kendi aralarında birlikte değerlendirildiğinde L, a, b, hue ve C renk değerlerindeki değişimin önemli olmadığı görülmektedir. Bulanıklığın tüm renk değerleri üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Çizelge 4.1'de bulanıklıkla renk değerleri ve pH arasındaki

korelasyon verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi NTU ve pH değerleri ile Hue değeri dışındaki diğer renk değerleri arasında yüksek bir korelasyon vardır.

Çizelge 4.1. Renk değerleri ile bulanıklık arasındaki korelasyon değerleri

	L	a	b	Hue	C	NTU
NTU	0.905**	0.944**	0.819**	0.534**	0.942**	
pH	0.736**	0.662**	0.627**	0.417**	0.663**	0.641**

**0.01 düzeyinde korelasyon önemlidir.

4.9. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarları

Narın karakteristik parlak kırmızı-viyole rengi antosiyaninlerden kaynaklanmaktadır. Narın ve bu değerli üründen elde edilen meyve suyu konsantresinin ticari değerini belirleyen en önemli kriter, yapısında doğal olarak bulunan monomerik antosiyanin içeriğidir. Antosiyaninler renk maddesi olarak gıdalara çekici bir renk kazandırmasının yanında, antioksidan etki göstermeleridir.

Nar suyu üretim aşamalarından alınan örneklerin toplam monomerik antosiyanin miktarları belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.2. de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Nar suyu üretim aşamalarındaki toplam monomerik antosiyanin miktarları

ÖRNEK	Toplam monomerik antosiyanin miktarı
	mg/L
Taze	334.73±40.61 ^b
Mayşe	306.79±42.46 ^b
Pres	468.56±67.73 ^a
Pastörizasyon	288.57±54.37 ^b
Enzimasyon	259.86±58.16 ^b
Ultrafiltrasyon	290.65±124.70 ^b
Durultma	242.08±49.40 ^b
Kizelgur filtre	244.66±23.13 ^b
Kağıt filtre	242.17±49.82 ^b

Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.01)

Çizelge 4.2’den de görüldüğü gibi antosiyanin içeriği en düşük durultma aşamasında 242.08±49.40 mg/L olarak; en yüksek ise pres aşamasında 468.56±67.73 mg/L olarak bulunmuştur. Pres aşamasında değerin en yüksek olmasının sebebi meyve suyunun ekstraksiyonun bu aşamada tamamen gerçekleşmiş olmasından; durultma aşamasında bu değerin en düşük seviyeye ulaşmasının sebebinin ise durultmada, bir kısım antosiyaninlerin meyve suyundan ya jelatin ile bağlanarak ya da jelatin-fenolik bileşikler arasında oluşan flokla birlikte uzaklaşmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Nitekim literatürde verilen bilgilerde bu kanıyı destekler niteliktedir. Vardin ve Fenercioğlu (2003) tarafından nar sularında yapılan bir çalışmada da, durultmada kullanılan jelatinin miktarına bağlı olarak toplam monomerik antosiyanin miktarında %5.6–6.2 düzeyinde azalma bulmuşlardır. Buna karşın, durultmada PVPP kullanıldığında ise, nar sularının antosiyanin miktarında %16–23 arasında azalma saptanmıştır.

Aynı zamanda literatürde nar suyunun antosiyanin içeriğinin çeşide bağlı olarak 10 mg/L ile 700 mg/L arasında değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Vardin, 2000; Özkan 2002). Turfan (2008) mayhoş koyu kırmızı narları kullanarak yaptığı çalışmada, danelerden elde edilmiş durultulmamış nar suyunun monomerik

antosiyenin miktarını 364 mg/L olarak, bütün meyvelerden elde edilen durultulmamış nar suyunda toplam monomerik antosiyenin miktarını ise 365 mg/L olarak bulmuştur. Aynı araştırmacı Danelerden elde edilen durultulmuş meyve suyunun monomerik antosiyenini 349 mg/L bütün meyveden elde edilmiş durultulmuş meyve suyun monomerik antosiyenin içeriğini 296 mg/L olarak bulmuştur. Aynı çalışmada antosiyenin kayıpları, bütün meyvenin preslenmesiyle elde edilen nar sularında, durultmada %19, pastörizasyonda %9 ve bu nar sularının konsantreye islenmesi sırasında ise, %8 oranında tespit edilmiştir. Buna karşın, polimerik renk oranında, durultma, pastörizasyon ve konsantrasyon işlemleri sırasında bir miktar artış saptamıştır. Polimerik renk oranındaki bu artış, monomerik antosiyenlerin parçalanması sonucu oluşan bileşiklerin polimerizasyonu ile oluşan esmer-siyah renkli bileşiklerden olabileceğini bildirmiştir.

Nar sularının antosiyenin içeriği ile işlemler sırasında oluşan HMF miktarı arasında negatif yönde 0.01 önem düzeyinde korelasyon ($r = -0.503$) olduğu tespit edilmiştir. Furfural ve HMF gibi şekerlerin parçalanma ürünlerinin antosiyenin degradasyonunu hızlandırdığı bildirilmiştir (Debicki-Pospisil ve ark., 1983).

4.10. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Antosiyenin Parçalanma Ölçütleri Değerleri

Nar suyu üretim aşamalarından alınan örneklerin antosiyenin parçalanma ölçütleri miktarları belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.3. de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Nar suyu üretim aşamalarındaki parçalanma ölçütleri değerleri

Örnek	Renk yoğunluğu	Polimerik renk	Polimerik renk oranı
Taze	12,37±1,65 ^a	9,85±1,50 ^a	80,22±10,94 ^a
Mayşe	5,50±1,89 ^{bc}	3,42±1,78 ^c	60,04±10,66 ^{bc}
Pres	7,85±2,42 ^b	3,58±1,46 ^c	45,15±7,61 ^d
Pastörizasyon	11,03±2,94 ^a	8,23±2,67 ^b	74,22±9,86 ^b
Enzimasyon	10,30±1,67 ^a	7,53±1,46 ^b	72,85±5,23 ^b
Ultrafiltrasyon	4,20±0,44 ^c	2,42±0,27 ^c	58,21±8,76 ^{bc}
Durultma	3,66±0,56 ^c	2,22±0,23 ^c	62,24±13,96 ^{bc}
Kizelgur filtre	4,29±0,41 ^c	2,52±0,68 ^c	58,91±15,15 ^{bc}
Kağıt filtre	3,53±0,59 ^c	1,91±0,26 ^c	54,54±3,71 ^{cd}

Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen örnekler arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

Polimerik renk ve renk yoğunluğunun yükselmesi üründe antosiyanin parçalanmasının arttığını esmer renkli bileşiklerin yoğunluğunun arttığının göstergesidir (Guisti ve Wrolstad, 2001). Çizelge 4.3 de de görüldüğü gibi renk yoğunluğu değeri taze üründe 12.37 iken filtre çıkışında 3.53'e düşmüş; polimerik renk değeri 9.85'den 1,91'e, polimerik renk oranı ise 80.22'den 54,54'e düşmüştür. Ancak önemli düşüşler ultrafiltrasyondan sonra olmuştur. Enzim inaktivasyonu için uygulanan ısı işlem basamağında her üç değerinde de yükseldiği görülmektedir. Bu artışa ısı işlemin neden olduğu düşünülmektedir. Guisti ve Wrolstad (2001), hiçbir ısı işlem görmemiş taze meyve ve sebze sularında polimerik renk oranının %10' un altında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu değer arttıkça monomerik antosiyaninlerin parçalandığı ve esmer renkli pigmentlerin arttığını ve ürüne, proses ve depolama koşulları gibi birçok değişkene bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak tarafımızdan analiz yöntemi harfiyen uygulanmasına rağmen tersi sonuç bulunmuştur. En yüksek polimerik renk oranı hammaddede tespit edilmiştir.

Antosiyanin parçalanma ölçütleri ile renk değerleri ve bulanıklık arasındaki korelasyon değerleri Çizelge 4.4' de verilmiştir.

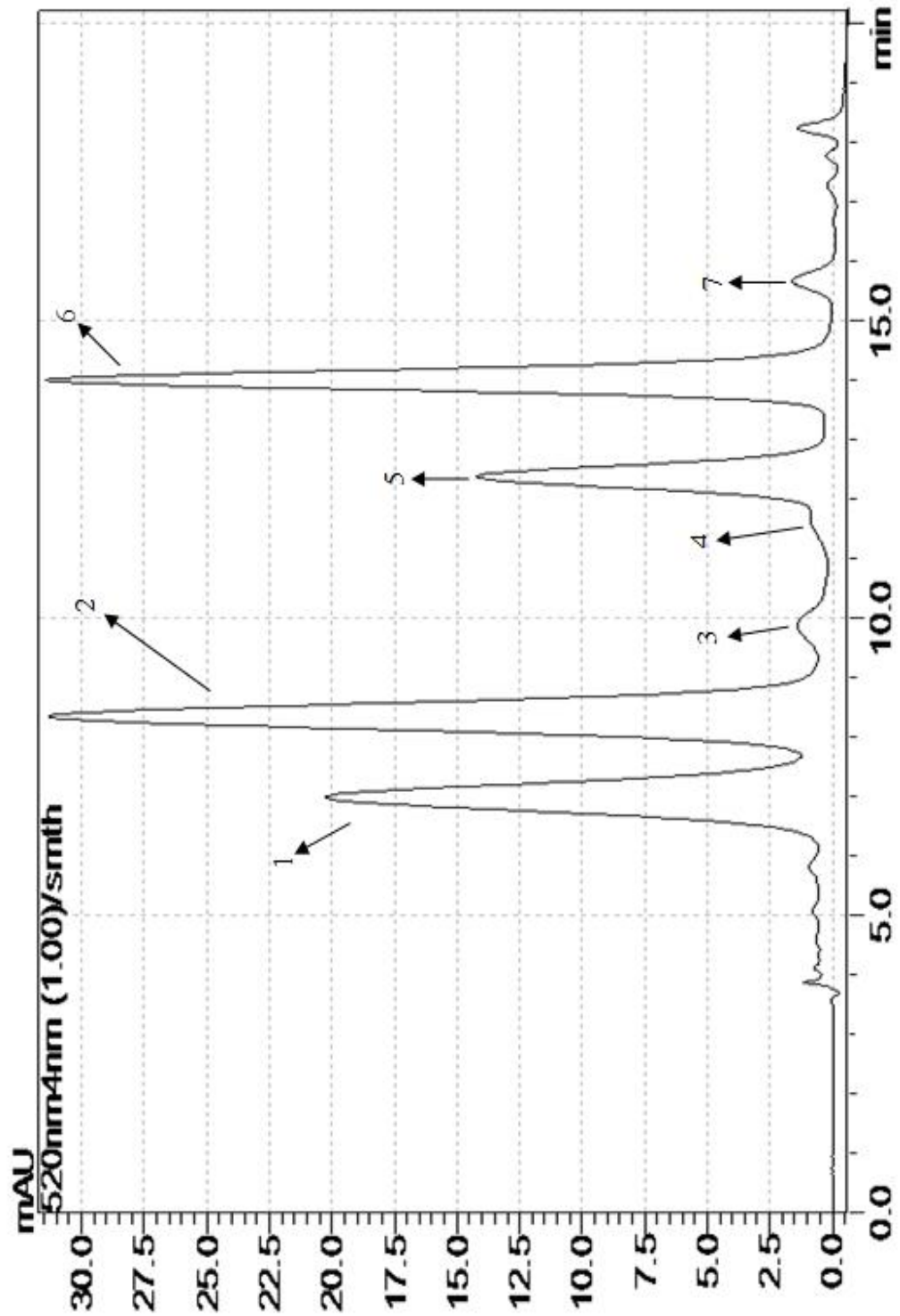
Çizelge 4.4. Antosiyanin parçalanma ölçütleri ile renk değerleri ve bulanıklık arasındaki korelasyon değerleri

	Renk Yoğunluğu	Polimerik Renk	Polimerik Renk Oranı
L	0.609 ^{**}	0.593 ^{**}	0.402 ^{**}
a	0.700 ^{**}	0.688 ^{**}	0.471 ^{**}
b	0.543 ^{**}	0.502 ^{**}	0.280 [*]
Hue	0.414 ^{**}	0.359 [*]	0.060
C	0.698 ^{**}	0.686 ^{**}	0.471 ^{**}
NTU	0.780 ^{**}	0.746 ^{**}	0.439 ^{**}

^{**}0.01, ^{*}0.05 düzeyinde korelasyon önemlidir.

4.11. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Antosiyanin Bileşenlerin Miktarları

Nar sularında yapılan HPLC analizi sonucu ortaya çıkan antosiyanin bileşenlerinin kromatogramı Şekil 4.14 'de verilmiştir.



Şekil 4.14. Kağıt filtre aşamasından alınan nar suyu örneğine ait antosiyanin bileşen kromotogramı. 1; tanımlanmamış. 2; Siyanidin-3,5-diglukozit, 3; pelargonidin-3,5-diglukozit, 4; malvidin-3,5-diglukozit, 5: delfinidin-3,5-diglukozit, 6: siyanidin 3-glukozit, 7: pelargonidin 3-glukozit

Uygulamaların antosiyanin bileşenleri üzerine etkisini saptamak üzere üretim aşamalarından alınan örneklerle ait antosiyanin bileşen miktarları, Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5'de görüldüğü gibi üretim aşamalarından alınan nar suyu örneklerinde Cy-3,5-diglu, Pg-3,5-diglu, Cy-3-glu, Dp-3,5-diglu, Pg-3-glu, Mv-3,5-diglu olmak üzere 6 adet antosiyanin belirlenmiştir. Tüm aşamalarda baskın antosiyanin olarak Cy-3,5-diglu, diğerleri ise miktarlarına göre sırasıyla Cy-3-glu Dp-3,5-diglu, Pg-3,5-diglu, Pg-3-glu ve Mv-3,5-diglu tespit edilmiştir. Literatür taramasında nar ve ürünlerinde yapılan çalışmalarda malvidin-3-5-diglukozit bileşiğine rastlanmamasına rağmen tarafımızdan yapılan çalışmada bu bileşiğin miktarı 1.74 ile 4.30 mg/L arasında bulunmuştur.

Çizelgede de görüldüğü üzere antosiyanin bileşiklerinin hepsinde berraklaştırma aşamalarına (E, UF, D, KZF, KF) geçildiğinde bir azalma tespit edilmiştir. Nar sularının antosiyanin miktarlarındaki bu azalmanın pastörizasyon prosesi sırasında uygulanan ısı ile işlemin etkisiyle oluştuğu; bir kısmının ultrafiltrasyon sırasında membran filtreler tarafından tutulduğu, bir kısmının da durultma sırasında kullanılan durultma malzemeleri (bentonit ve jelatin) tarafından uzaklaştırıldığı düşünülmektedir.

Tüm üretim aşamaları birlikte değerlendirildiğinde, antosiyanin miktarlarındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuşken ($P < 0.01$), meyve suyu elde etme aşamaları (T, M, P, Past) ile berraklaştırma aşamaları (E, UF, D, KZF, KF) ayrı ayrı kendi içlerinde değerlendirildiğinde değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Nar suyu üretim aşamalarındaki antosiyanin bileşenlerinin miktarları (mg/L)

Örnek	Cy-3,5 diğlu	Pg-3,5 diğlu	Cy-3-glu	Dp-3,5-diğlu	Pg-3-glu	Mv-3,5-diğlu
Taze	117.27±17.16 ^a	7.44±1.66 ^{ab}	49.42±4.96 ^a	30.57±7.34 ^a	3.21±0.49 ^{ab}	3.72±0.27 ^{ab}
Mayşe	114.44±25.81 ^a	7.73±2.39 ^{ab}	38.12±20.34 ^{ab}	15.27±8.24 ^b	4.50±2.62 ^a	3.88±0.83 ^{ab}
Pres	120.29±23.21 ^a	7.87±2.24 ^a	52.51±13.31 ^a	19.18±7.90 ^b	4.04±1.09 ^a	4.30±0.84 ^a
Pastörizasyon	108.44±16.06 ^a	7.90±1.56 ^a	52.13±10.90 ^a	31.13±7.48 ^a	3.94±0.84 ^a	3.31±0.89 ^{bc}
Enzimasyon	78.59±17.40 ^b	5.95±1.53 ^{abc}	33.69±8.85 ^b	19.46±6.72 ^b	2.47±0.76 ^b	2.37±0.83 ^{cd}
Ultrafiltrasyon	71.18±13.16 ^b	5.52±1.20 ^{abc}	29.16±7.66 ^b	16.28±5.33 ^b	2.18±0.61 ^b	2.41±0.93 ^{cd}
Durultma	66.57±14.36 ^b	5.35±1.72 ^{bc}	26.04±6.79 ^b	13.48±3.51 ^b	1.96±0.55 ^b	2.09±0.66 ^d
Kızılğur filtre	65.65±12.04 ^b	4.92±1.39 ^c	25.18±25.18 ^b	13.89±4.16 ^b	1.95±0.54 ^b	1.74±0.36 ^d
Kâğıt filtre	64.22±11.83 ^b	4.56±1.29 ^c	25.42±25.42 ^b	15.38±1.91 ^b	1.88±0.49 ^b	1.90±0.38 ^d

Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

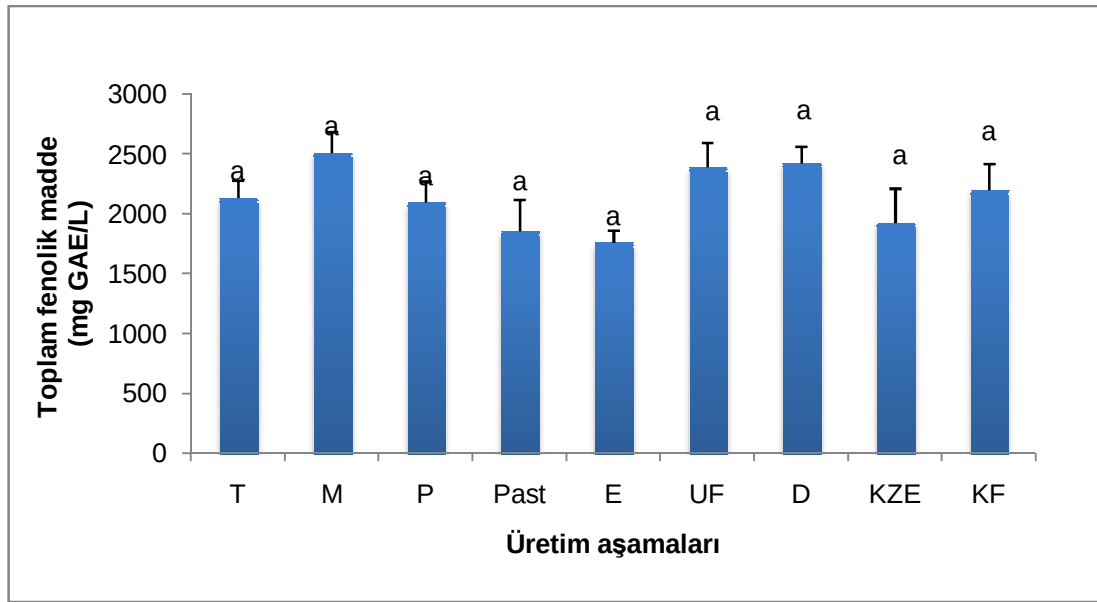
Turfan ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada da antosiyanin miktarları benzer sonuçlar (% 56 cy-3,5-diglu, % 25Cy-3-glu, %9Dp-3,5-diglu, %4 Dp-3-glu, %3 Pg-3,5-diglu ve %2 Pg-3-glu) bulunmuştur.

Perez-Vicente ve ark. (2002), nar suyundaki HPLC analizleri sonucu 6 tane antosiyaninin varlığını belirlemişlerdir. Bu antosiyanin bileşiklerin delfinidin-3,5-diglukozit, siyanidin-3,5-diglukozit, pelargonidin-3,5-diglukozit, siyanidin-3-glukozit, delfinidin-3-glukozit, pelargonidin-3-glukozit olduğunu belirtmişler ve bunlardan en baskın olanların sırasıyla siyanidin-3,5-diglukozit, delfinidin-3,5-diglukozit ve siyanidin-3-glukozit olduğunu saptamışlardır. Taze nar suyunda toplam antosiyanin miktarının 141 mg/L olarak belirlemişlerdir. Alighourchi ve ark. (2008) İran'ın Yazd bölgesinden elde edilmiş 15 nar çeşidi üzerine yaptıkları çalışmalarda tespit ettikleri antosiyaninler ve miktarları şöyledir: delfinidin-3-glukozit (2.19–16.29 mg/L), delfinidin-3,5-diglukozit (2.6–63.07 mg/L), pelargonidin-3-glukozit (0.26–1.36 mg/L), pelargonidin-3,5-diglukozit (0.01–8.11 mg/L), siyanidin-3-glukozit (5.78–30.38 mg/L), ve siyanidin-3,5-diglukozit (4.39 – 166.32 mg/L).

Kelebek ve Canbaş (2010) nar suyunda Delfinidin-3,5-diglukozit (57.06 ± 0.34 mg/mL), siyanidin-3,5-diglukozit (113.91 ± 0.86 mg/mL), pelargonidin-3,5-diglukozit (25.23 ± 0.32 mg/mL), siyanidin-3-glukozit (66.35 ± 0.72), delfinidin-3-glukozit (6.61 ± 0.081 mg/mL), pelargonidin-3-glukozit (4.72 ± 0.54 mg/mL) olmak üzere 6 adet antosiyanin tespit etmişlerdir.

4.12. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Toplam Fenolik Madde Değerleri

Nar suyu üretim aşamalarına ait örneklerin toplam fenolik madde değerleri Şekil 4.15 'de verilmiştir.



Şekil 4.15. Nar suyu üretim aşamalarında toplam fenolik madde değişimi

Üretim aşamalarından alınan nar sularının toplam fenolik madde içerikleri 1760.67 ± 102.01 ile 2513.87 ± 175.17 mg GAE/L arasında değişim göstermiştir. Fenolik madde miktarlarındaki bu değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca literatürde verilen değerlerle elde edilen değerler benzer bulunmuştur. Vardin ve Fenercioğlu (2003) toplam fenolik madde miktarının, çeşide ve presleme yöntemlerine göre değişmekle birlikte 550 ve 3200 mg/L arasında bulunduğunu bildirmişlerdir. Gil ve ark. (2000) nar suyundaki fenolik bileşikler üzerine yaptıkları çalışmalarda taze arillerden (nar danelerinden) elde edilmiş nar suyunda toplam fenolik miktarını $2117 (\pm 95)$ mg/L, dondurulmuş arillerden elde edilen nar suyunda $1808 (\pm 26)$ mg/L, ticari nar suyunda ise $2566 (\pm 131)$ mg/L olarak bulduklarını belirtmişlerdir. Kulkarni ve ark. (2004) nar meyvesinde en yüksek fenolik madde miktarını 506 mg/100g aril olarak belirlemişlerdir. Kelebek ve Canbaş (2010) nar sırasında toplam fenol bileşiklerinin miktarını gallik asit cinsinden 1286 mg/L olarak bulmuşlardır.

4.13. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Fenolik Bileşiklerin Miktarları

Fenolik bileşikler; HPLC yöntemiyle belirlenmiştir. Fenolik bileşenler, kullanım için mevcut olan standartlarla birlikte bileşenlerin spektral ve kromatografik davranışları karşılaştırılarak tanımlanmışlardır. Standartlara ait fenolik madde profilleri Çizelge 4.6' de verilmiştir. Nar sularının fenolik bileşiklerine ait kromatogramlar 280 ve 320 nm için ayrı ayrı Ek'lerde yer almıştır (EK 2, 3).

Çizelge 4.6. Standartlara ait kolonda alıkonma süreleri

Fenolik bileşikler	Alıkonma Süresi (dk)	Fenolik bileşikler	Alıkonma süresi (dk)
Gallik asit	9.72	2HSİNA*	67.49
Protokateşol	9.97	4H3MSİ**	67.94
Vanilik asit	31.45	Sinapik asit	80.13
Kafeik asit	36.53	Ellajik asit	117.19
Şirinjik asit	38.93	Rutin	120.65
Klorojenik	51.39	Kuersetin	135.03
p-kumarik asit	54.42	Kamferol	135.59
(±) Kateşin hidrat	56.72		

*2HSİNA: 2- Hidroksi-Sinamik Asit, **4H3MSİ: 4- Hidroksi-3-Metoksi Sinamik Asit

Proses uygulamalarının fenolik bileşikler üzerine etkisini saptamak üzere üretim aşamalarından alınan nar suyu örneklerinin 280nm'de belirlenen fenolik bileşik miktarları Çizelge 4.7.' de 320nm' de belirlenen fenolik bileşik miktarlarında Çizelge 4.8' de verilmiştir. Konsantre aşamasından alınan örneklerle ait fenolik bileşiklerin değerleri, sonuçları değerlendirmemizde yanıltıcı olabileceğinden istatistiksel analize tabi tutulmamıştır.

Çizelge 4.7 ve 4.8' den de anlaşılacağı gibi üretim aşamalarından alınan nar suyu örneklerinde gallik asit, vanilik asit, klorojenik 4-hidroksi-3-metoksi sinamik asit (4H3MSİ), 2-hidroksisinamik asit (2HSİNA) kafeik asit, sinapik asit, p-kumarik asit, kuersetin, protokateşol, (±)-kateşin hidrat, kamferol, rutin, ellajik asit ve şirinjik asit olmak üzere toplam 15 adet fenolik bileşik tanımlanmıştır. Üretim aşamalarının

tanımlanan fenolik bileşikler üzerine etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde kafeik asit, 4H3MSİ ve rutin üzerine üretim aşamalarının bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Gallik asit, ellajik asit ve p-kumarik asit miktarları pres aşamasında meyve suyu ekstraksiyonuyla en yüksek değere (109.76 ± 18.0 , 156.1 ± 34.2 , 5.74 ± 0.6) ulaşmış ve ilerleyen aşamalarla birlikte bu miktarlarda sırasıyla yaklaşık % 43, % 42 ve % 56 azalma olduğu belirlenmiştir. Klorojenik asit, ($\pm$)-kateşin hidrat, şirinjik asit, rutin ve kuersetin miktarları en yüksek sırasıyla 31.41 ± 2 , 46.04 ± 15.0 , 11.13 ± 1.8 , 17.70 ± 2.42 , 30.42 ± 3.5 , olarak başlangıç aşamasında bulunmuş ve bu fenolik bileşiklerin miktarlarında son üretim aşaması olan kağıt filtre aşamasında başlangıca göre sırasıyla yaklaşık % 32, % 76, % 45, % 90 ve % 6 azalma olduğu tespit edilmiştir. Vanilik asit miktarında ise başlangıç aşamasına göre % 17' lik bir artış gözlemlenmiştir. Protokateşol, kamferol ve sinapik asit miktarlarında ki değişim istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) bulunmuş olmasına rağmen, üretim aşamalarının bu fenolik bileşikler üzerine etkisini yorumlayabilecek bir sonuca ulaşamamıştır.

Çizelge 4.7. 280 nm de belirlenen nar suyu üretim aşamalarındaki fenolik bileşiklerin miktarları (mg/L)

	Gallik asit**	Klorojenik asit**	Ellajik asit**	Protokateşol**	Vanilik asit***	(±)-Kateşin***	Şimşik asit***	2H5NA*
Taze	107.46±14.68 ^a	31.41±2.42 ^{ab}	122.08±7.90 ^{abc}	17.02±1.60 ^c	17.17±2.60 ^{ab}	46.04±15.00 ^a	10.57±5.20 ^a	4.20±0.60 ^a
Mayşe	90.74±3.80 ^b	10.44±2.40 ^d	121.38±10.80 ^{abc}	53.36±27.50 ^a	14.78±1.90 ^b	34.02±27.40 ^{ab}	11.13±1.80 ^a	4.33±2.8 ^a
Pres	109.76±18.0 ^a	34.43±0.81 ^a	156.1±34.2 ^a	45.73±4.9 ^{ab}	17.49±1.0 ^{ab}	15.15±4.8 ^b	8.00±1.40 ^{ab}	4.01±0.70 ^a
Pastöriizasyon	52.27±3.8 ^c	18.2±4.8 ^{cd}	134.81±24.9 ^{ab}	23.13±2.6 ^c	19.24±2.5 ^a	18.39±0.8 ^b	6.80±0.10 ^b	5.41±0.6 ^a
Enzimasyon	52.08±4.2 ^c	22.02±8.6 ^{bc}	105.04±14.8 ^{bcd}	32.79±9.5 ^{bc}	20.86±3.4 ^a	18.25±1.9 ^b	6.48±0.4 ^b	6.31±2.6 ^a
Ultra filtrasyon	61.62±2.40 ^c	19.04±3.90 ^{cd}	92.67±22.60 ^{cd}	46.3±2.70 ^{ab}	20.8±1.70 ^a	22.97±4.30 ^b	6.37±0.90 ^b	5.17±1.50 ^a
Durultma	60.45±4.2 ^c	16.56±10.0 ^{cd}	71.71±22.4 ^d	44.82±2.0 ^{ab}	20.13±1.30 ^a	27.06±14.8 ^{ab}	6.11±0.4 ^b	5.83±1.20 ^a
Kizelgur Filtre	60.44±4.30 ^c	20.41±4.00 ^{cd}	66.16±13.90 ^d	43.84±2.20 ^{ab}	21.26±3.00 ^a	16.05±1.40 ^b	5.00±1.20 ^b	5.71±2.40 ^a
Kağıt Filtre	63.05±3.80 ^c	21.88±5.70 ^{bc}	90.74±28.70 ^{cd}	45.00±1.90 ^{ab}	20.20±1.80 ^a	11.03±6.40 ^b	6.10±0.30 ^b	6.58±1.90 ^a
Konsantr	338.8±19.3 ^{xyz}	127.85±43.9 ^{xyz}	414.85±72.7 ^{xyz}	251.55±16.5 ^{xyz}	116.9±16.4 ^{xyz}	119.8±39.3 ^{xyz}	32.95±4.6 ^{xyz}	26.4±11.0 ^{xyz}

Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen örnekler arasındaki fark önemlidir (* önemsiz : ** p<0.01 . *** p<0.05 önem düzeyinde)

Çizelge 4.8. 320 nm de belirlenen nar suyu üretim aşamalarındaki fenolik bileşiklerin miktarları (mg/L)

	Kafeik asit*	P-kumarik asit**	Kamferol**	4H3MSI*	Rutin*	Quersetin***	Sinapik***
Taze	1.31±0.32 ^a	3.19±0.20 ^{bc}	14.96±2.00 ^a	0.32±0.10 ^a	17.70±2.42 ^a	30.42±3.50 ^a	0.25±0.20 ^c
Mayşe	1.60±1.00 ^a	4.56±0.40 ^{ab}	6.61±0.30 ^d	0.68±0.20 ^a	7.4±2.2 ^b	18.61±1.2 ^{abc}	0.33±0.3 ^{bc}
Pres	0.9±0.1 ^a	5.74±0.6 ^a	12.68±1.5 ^{ab}	0.57±0.1 ^a	21.73±8.7 ^a	26.42±12.3 ^{ab}	0.32±0.0 ^{bc}
Pastörizasyon	1.00±0.2 ^a	4.03±0.4 ^b	8.42±3.6 ^{cd}	0.58±0.2 ^a	9.62±1.8 ^b	22.85±8.6 ^{ab}	0.71±0.2 ^a
Enzimasyon	1.21±0.1 ^a	3.53±0.4 ^{bc}	9.67±0.4 ^{bcd}	0.5±0.1 ^a	5.03±0.4 ^b	14.33±6.8 ^{bc}	0.74±0.0 ^a
Ultrafiltrasyon	1.05±0.10 ^a	3.28±0.60 ^{bc}	11.54±1.50 ^{bc}	0.56±0.10 ^a	4.75±1.9 ^b	28.3±4.6 ^b	0.63±0.3 ^{ab}
Durultma	1.05±0.03 ^a	3.14±0.8 ^{bc}	10.50±2.40 ^{bc}	0.70±0.1 ^a	7.25±3.9 ^b	25.49±7.2 ^{ab}	0.45±0.1 ^{abc}
Kizelgur Filtre	1.81±0.10 ^a	3.07±0.30 ^{bc}	6.62±0.40 ^d	0.65±0.30 ^a	5.04±2.4 ^b	8.43±9.3 ^c	0.64±0.0 ^{ab}
Kağıt Filtre	1.56±0.20 ^a	2.48±1.90 ^c	11.60±0.10 ^{bc}	0.59±0.00 ^a	5.19±0.64 ^b	28.3±0.8 ^a	0.62±0.3 ^{ab}
Konsantre	10.65±2.2 ^{abc}	15.75±3.2 ^{abc}	50.2±4.6 ^{abc}	3.15±0.8 ^{abc}	23.8±11.9 ^{abc}	91.25±8.2 ^{abc}	3.05±1.4 ^{abc}

Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen örnekler arasındaki fark önemlidir (* önemsiz; ** p<0.01, *** p<0.05 önem düzeyinde)

Artık ve ark. (1998)'nin, 7 farklı nar örneğindeki bulgularına göre kuinik asit ve kuersetin gibi fenolikler, nar meyvesinin daha çok kabuk ve zarında bulunmakta ve bu nedenle presleme basıncı arttıkça nar suyuna daha fazla fenolik madde geçmektedir.

Tümer (2006), farklı üç olgunluk döneminde toplanan nar örneklerinde kabuk, tohum ve meyve suyu olmak üzere üç farklı bölümde bileşik analizi yapmış ve gallik asit, klorojenik asit, kateşin, ferulik asit, o-kumarik asit, p-kumarik asit ve protokateşik asit olmak üzere sekiz adet fenolik madde tespit etmiştir. Hicaz nar çeşidinin meyve suyunda bu fenoliklerden, gallik asit, kateşin ve p-kumarik asit miktarlarının olgunlaşmayla birlikte arttığını; klorojenik asit, ferulik ve kafeik asit miktarlarının ise pembe aşamada artarken olgunlaşmayla birlikte tekrar bir azalma gösterdiğini, protokateşik asidin ise pembe aşamada azalırken olgunlukla birlikte tekrar bir artış gösterdiğini belirtmiş, o-kumarik asidin pembe aşamada ortaya çıktığını ve olgunlukla birlikte tekrardan kaybolduğunu bildirmiştir. Ayrıca hicaz nar çeşidinin meyve suyundaki fenolik bileşik miktarı bakımından gallik asidin tüm olgunluk aşamalarında diğer fenolik maddelere göre daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

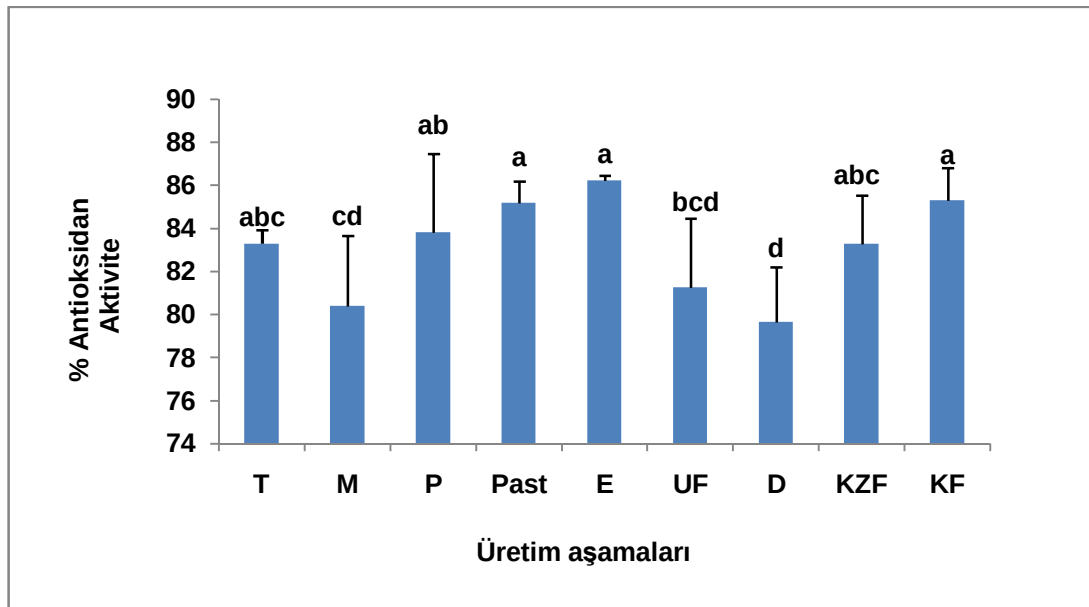
Kelebek ve Canbaş (2010) hicaz nar çeşidini kullanarak yaptıkları çalışmada nar suyunda gallik asit (13.95mg/mL), protokateşik (4.98 mg/mL), kafeik asit (6.39 mg/mL), vanilik asit (2.33 mg/mL), α -punikalajin (74.68 mg/mL), β -punikalajin (25.98 mg/mL), p-kumarik asit (16.62 mg/mL) elajik asit (22.40 mg/mL) olmak üzere sekiz adet renksiz fenolik bileşik tespit etmişlerdir.

Öztan (2006), taze olarak sıkılmış nar suyu, ticari nar suyu, nar ekşisi, mor havuç, mor havuç suyu konsantresi ve şalgam suyunun içerikleri antioksidan aktivitelerini ve fenolik madde profillerini belirleme amacıyla yatığı çalışmada taze nar suyunda gallik asit (7.2 mg/L), (-)-gallokteşin 162 mg/L, (+)-kateşin (30 mg/L), klorojenik asit (20.6 mg/L), kafeik asit (31.7 mg/L), ferulik asit (15.6 mg/L) ve rutin (16.9 mg/L) varlığını tanımlanmıştır. Ticari nar suyunda ise gallik asit (7.8 mg/L), (-)- gallokteşin (13.6 mg/L) (+) – kateşin (24.4 mg/L), klorojenik asit (7 mg/L), kafeik asit (1.5 mg/L), ferulik asit (38.2 mg/L) p-kumarik asit (6.26 mg/L),

(-)-Epigallokateşingallat (18.2 mg/L) varlığını tanımlamıştır. Yine aynı araştırmacı nar ekşisi örneğinde gallik asit (30 mg/kg), (-)- gallokateşin (1484 mg/kg), (+)- kateşin (263 mg/kg), klorojenik asit (50.4mg/kg), kafeik asit (12 mg/L), (-) epigallokateşin galat (224 mg/L) varlığı tanımlanmıştır.

4.14. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Antioksidan Aktivite Değerleri

Üretim aşamalarına ait nar suyu örneklerinin antioksidan aktivite değerleri Şekil 4.16’ da verilmiştir.



Şekil 4.16. Nar suyu üretim aşamalarında antioksidan aktivite değerlerindeki değişim

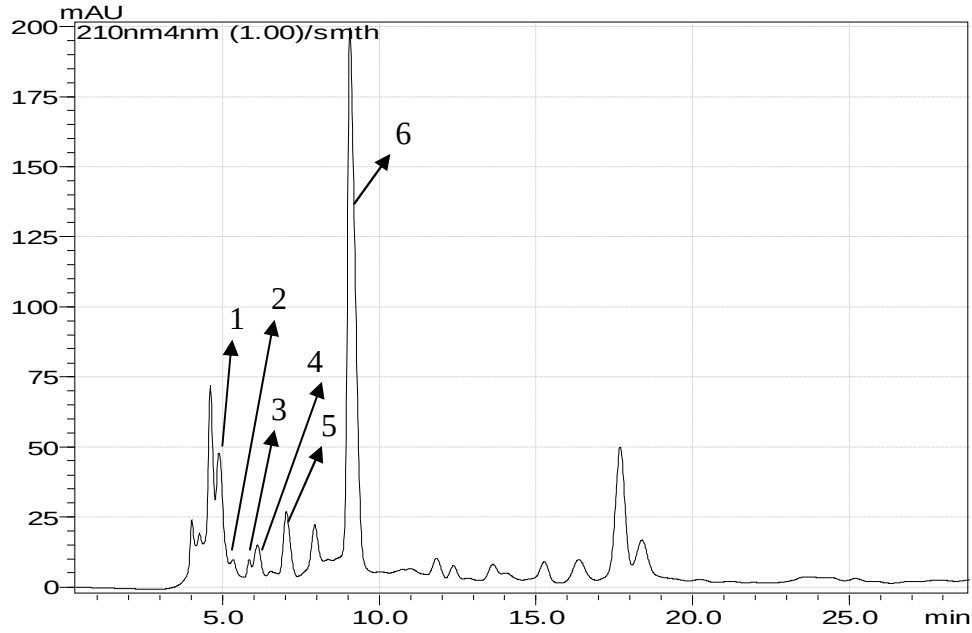
Taze (T) üründen başlanarak kağıt filtre (KF) çıkışına kadar ki aşamalardan alınan nar suyu örneklerinin antioksidan aktivite değerleri 79.6 ± 2.5 ile 86.2 ± 0.2 arasında değişmiştir. Bulunan bu değerler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Bu değerlerin istatistiksel açıdan önemli bulunmasına rağmen değerlerdeki bu dalgalanmalar yorumlanabilir bir sonuç doğurmamıştır. Cerda ve ark., (2003) nar suyunun yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmekte ve bu aktiviteyi, narın flavonoid ve polifenol içeriği ile ilişkilendirmektedir.

Uzuner, (2008) TEAC metodu ile yaptığı antioksidan aktivite tayininde bulanık nar ham suyunun antioksidan aktivitesini 31.65 ± 0.57 (TEAC, mM), pastörizasyon sonrası bulanık nar suyu antioksidan aktivitesini 31.45 ± 0.76 (TEAC, mM) olarak bulmuştur. Yine aynı çalışmada ham nar suyu antioksidan aktivitesi 24.78 ± 0.53 (TEAC, mM), durultma sonrası berrak nar suyu antioksidan aktivitesi 21.37 ± 1.03 (TEAC, mM), pastörizasyon sonrası berrak nar suyu örneğinde ise antioksidan aktiviteyi 21.61 ± 4.50 (TEAC, mM) olarak bulmuşlardır.

Bir başka çalışmada, nar kabuğu ve tohumunun ekstraktlarında in vitro model kullanılarak DPPH metodu ile antioksidan aktivite belirlenmiştir. 50 ppm de nar kabuğunun metanol ekstraktının antioksidan aktivitesi %81 olarak 100 ppm de nar tohumunun metanol ekstraktının antioksidan aktivitesi % 23.2 olarak rapor edilmiştir (Singh ve ark., 2002).

4.15. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Organik Asit Değerleri

Nar suyu konsantresi üretim aşamalarından alınan nar suyu örneklerindeki organik asitler HPLC ile belirlenmiştir. Örnekler için HPLC kromatogramı Şekil 4.17' de verilmiştir. Bu kromatogramdan da görüldüğü gibi nar suyu örneklerinde sitrik, tartarik, süksinik, malik, okzalik, kuinik ve askorbik asit olmak üzere 6 adet organik asit belirlenmiştir. Örnekler için organik asit miktarları Çizelge 4.8' de verilmiştir.



Şekil 4.17. Nar suyu konsantresi örneğine ait organik asitlerin HPLC kromotogramı
1-okzalik asit, 2-kuinik asit, 3-malik asit, 4-askorbik asit 5-tartarik asi, 6-
sitrik asitt

Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi tüm üretim aşamalarında hakim organik asit sitrik asit iken bunu sırasıyla süksinik, tartarik, malik, okzalik, kuinik ve askorbik asit izlemektedir. Üretim aşamalarının organik asitler üzerine etkisi ayrı ayrı incelendiğinde malik, tartarik, okzalik ve kuinik asit pres aşamasında en yüksek değeri göstermiş ve pres aşamasını takip eden aşamalarda kuinik asit dışında bu asitlerde bir miktar azalma gözlemlenmiştir. Aynı zamanda askorbik asit miktarında da başlangıç miktarına göre yaklaşık % 50 oranında kayıp gözlemlenmiştir. Üretim aşamalarının sitrik, malik ve kuinik asit üzerine etkisi ise elde edilen verilerle yorumlanabilir bir sonuç doğurmamıştır. Süksinik asit değerindeki değişim istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken; sitrik ($p<0.05$), tartarik, malik, okzalik, kuinik ve askorbik ($p<0.01$) asit değerindeki değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Çizelge 4.9’da nar suyu üretim aşamalarındaki organik asidin toplam asitlik içindeki yüzde (%) payları verilmiştir.

Çizelge 4.9. Nar suyu üretim aşamalarındaki organik asit miktarları

	Taze	Mayşe	Pres	Pastörizasyon	Enzimasyon	Ultrafiltrasyon	Durulma	Kızeltgur filtre	Kağıt filtre
Sitrik asit (g/L) ^{***}	17.36±2.07 ^c	24.52±5.59 ^{ab}	19.83±3.20 ^{bc}	21.09±0.40 ^{abc}	22.27±2.23 ^{abc}	21.34±2.04 ^{abc}	25.36±6.56 ^a	25.51±3.56 ^a	23.52±3.18 ^{ab}
Malik asit (g/L) ^{**}	0.50±0.18 ^c	1.02±0.28 ^a	0.78±0.37 ^{ab}	0.48±0.09 ^c	0.62±0.19 ^{bc}	0.55±0.19 ^{bc}	0.40±0.08 ^c	0.51±0.06 ^{bc}	0.52±0.09 ^{bc}
Oksalik asit (g/L) ^{**}	0.23±0.03 ^c	0.58±0.11 ^b	0.81±0.42 ^a	0.30±0.07 ^c	0.32±0.17 ^c	0.32±0.08 ^c	0.44±0.08 ^{bc}	0.46±0.05 ^{bc}	0.44±0.12 ^{bc}
Tartarik asit (g/L) ^{**}	0.59±0.30 ^c	4.61±2.60 ^b	6.49±3.25 ^a	1.92±0.84 ^c	1.33±0.30 ^c	1.36±0.34 ^c	1.15±0.39 ^c	1.20±0.42 ^c	0.93±0.38 ^c
Süksinik asit(g/L) [*]	2.15±1.41 ^a	2.29±1.03 ^a	2.11±0.69 ^a	1.85±0.86 ^a	2.21±0.81 ^a	2.04±0.41 ^a	1.94±0.56 ^a	1.65±1.51 ^a	2.83±1.85 ^a
Kumik Asit (g/L) ^{**}	0.22±0.08 ^d	0.95±0.34 ^{bc}	1.06±0.46 ^{ab}	0.62±0.16 ^c	0.57±0.17 ^{cd}	0.51±0.15 ^{cd}	0.79±0.22 ^{bc}	1.33±0.30 ^a	1.11±0.46 ^{ab}
Askorbik asit (mg/L) ^{**}	22.75±6.33 ^a	22.95±8.15 ^a	22.42±6.63 ^a	10.22±2.24 ^b	11.08±3.72 ^b	11.16±3.25 ^b	10.41±2.34 ^b	10.83±1.42 ^b	11.34±1.23 ^b

Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen örnekler arasındaki fark önemlidir (*önemsiz; **p<0.01; ***p<0.05)

Çizelge 4.10. Nar suyu üretim aşamalarındaki organik asidin toplam asitlik içindeki yüzde (%) payı

	Organik asidin toplam asitlik içindeki yüzde (%) payı						
	Sitrik asit	Tartarik asit	Süksinik asit	Malik asit	Okzalik asit	Kuistik asit	Askorbik asit
Taze	82.38	2.37	1.09	2.80	10.20	1.04	0.11
Mayşe	72.13	3.00	1.71	13.56	6.74	2.79	0.07
Pres	63.35	2.49	2.59	20.73	6.74	3.39	0.72
Pastörizasyon	80.00	1.82	1.14	7.28	7.02	2.35	0.39
Enzimasyon	81.19	2.26	1.17	4.85	8.06	2.08	0.40
Ultrafiltrasyon	81.35	2.10	1.22	5.18	7.78	1.94	0.43
Durultma	84.02	1.33	1.46	3.81	6.43	2.62	0.34
Kizelgur filtre	82.91	1.66	1.50	3.90	5.36	4.32	0.35
Kağıt filtre	79.83	1.76	1.49	3.16	9.61	3.77	0.38

Poyrazoğlu ve ark. (2002) ülkemizde yetiştirilen 13 farklı nar çeşidi ile yapılan araştırmada, nar sularında sitrik, L-malik, tartarik, okzalik, kuistik ve süksinik asit olmak üzere 6 tane organik asit tanımlanmış; miktarları ise sırasıyla ortalama; 4.85 - 1.75 - 0.87- 1.16 - 0.19 – 0.65 g/L olarak tespit edilmiştir.

Legua ve ark. (2000) nar suyunda baskın organik asitlerin sitrik ve malik asitler olduğunu tespit etmişlerdir.

Cam ve ark. (2009) 10 farklı çeşide ait narlardan elde ettikleri nar sularında baskın organik asit olarak sitrik asidi (1.95–22.94 g/L) ikinci baskın asit olarak okzalik asidi (0.13-1.75 g/L) ve malik asidi (0.51-0.94 g/L) bulmuşlardır. Ayrıca aynı çalışmada iz miktarda suksinik, fumarik, laktik ve asetik asit tespit edilmiştir.

Melgarejo ve ark, (1999) nar sularında okzalik (0.17-0.37g/L), sitrik (1.4-23.17 g/L), malik (1.35-1.76 g/L), tartarik (0.14 g/L) ve iz miktarda fumarik asit tespit etmişlerdir.

4.16. Nar Suyu Üretim Aşamalarındaki Mineral Madde Değerleri

Nar suyu üretim aşamalarından alınan örneklerin mineral madde içerikleri (mg/L) belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.10. da verilmiştir.

Çizelgeye göre; kalsiyum (Ca) değeri taze örnekten kağıt filtre çıkışına kadar 140.53 ± 26.98 ile 496.16 ± 312.29 mg/L arasında konsantre örnekte ise 2331.47 ± 180.60 mg/L olarak, sodyum (Na) değeri nar sularında 32.70 ± 5.63 ile 134.12 ± 36.26 mg/L arasında, nar suyu konsantresinde ise 541.57 ± 135.28 mg/L, magnezyum miktarı (Mg) 73.04 ± 19.21 mg/L ile 166.53 ± 30.81 mg/L arasında, konsantrede ise 827.60 ± 98.97 mg/L olarak, potasyum (K) miktarı nar sularında 2648.00 ± 746.94 ile 6150.40 ± 656.45 mg/L arasında nar suyu konsantresinde ise 13181.00 mg/L olarak bulunmuştur. Konsantre örneklerin değerleri yanıltıcı sonuca yol açabileceği düşünülerek istatistiksel analize tabi tutulmamıştır.

Nar suyu örneklerindeki potasyum miktarı 2093-2517 mg/L arasındadır. Potasyumu, 93-151 mg/L ile fosfor izlemiştir. Nar suyu örneklerindeki kalsiyum 11-148 mg/L, magnezyum 21-104 mg/L ve sodyum ise 20-128 mg/L gibi oldukça geniş bir aralıkta bulunmaktadır. Bunun sebebinin; kullanılan bentonit veya kullanılan suyun taşıdığı yüksek orandaki sodyum iyonlarının olabileceği belirtilmiştir (Fischer-Zorn ve Ara 2007).

Üretim aşamalarından alınan nar sularına ait çinko değeri 2.23 ± 0.80 - 5.59 ± 2.72 arasında, demir içeriği 10.31 ± 8.41 ile 16.00 ± 5.90 mg/L, bakır içeriği ise 0.42 ± 0.03 ile 0.77 ± 0.46 mg/L arasında olup; nar suyu konsantresinde ise bu değerler sırasıyla 39.03 ± 13.18 mg/L, 64.02 ± 1.64 mg/L, 2.44 ± 0.80 mg/L olarak bulunmuştur. Metalik kontaminasyon olarak kabul edilen bu minerallerin (Zn, Fe, Cu) miktarları Türk Gıda Kodeksi “Gıda Maddelerinde Belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında Tebliğe göre; bakır ve çinko için kabul edilebilir en yüksek değer 5 mg/L iken demir için bu değer 15 mg/L olarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.11. Nar suyu üretim aşamalarındaki mineral madde miktarları

	Ca(mg/L)**	Na (mg/L)*	Mg (mg/L)*	K (mg/L)*	Zn (mg/L)*	Fe (mg/L)*	Cu (mg/L)**
Taze	140.53±26.98 ^c	46.89±4.30 ^b	73.04±19.21 ^d	2648.00±746.94 ^d	5.59±0.92 ^a	12.48±3.36 ^a	0.51±0.12 ^b
Mayşe	246.67±55.14 ^{abc}	128.51±13.11 ^a	166.53±30.81 ^a	3202.10±656.76 ^{cd}	5.45±0.85 ^a	13.74±0.80 ^a	0.77±0.46 ^a
Pres	179.31±17.81 ^{abc}	32.70±5.63 ^b	75.52±15.84 ^d	3232.00±887.87 ^{cd}	2.23±0.80 ^b	14.79±0.60 ^a	0.65±0.11 ^{ab}
Pastörizasyon	153.17±21.93 ^c	51.59±16.13 ^b	88.59±10.32 ^{cd}	3770.70±526.40 ^c	3.96±1.95 ^a	16.00±5.90 ^a	0.65±0.08 ^{ab}
Enzimasyon	358.72±400.81 ^{abc}	129.29±11.61 ^a	89.25±16.84 ^{cd}	5184.00±673.99 ^b	4.99±1.65 ^a	10.31±8.41 ^a	0.66±0.06 ^{ab}
Ultrafiltrasyon	335.57±102.33 ^{abc}	123.59±15.80 ^a	142.27±22.72 ^{ab}	5333.30±491.71 ^b	5.41±1.77 ^a	10.64±0.50 ^a	0.42±0.03 ^b
Durultma	496.16±312.29 ^a	119.84±50.54 ^a	147.36±74.72 ^{ab}	6150.40±656.40 ^a	4.63±1.65 ^a	12.87±3.44 ^a	0.46±0.07 ^b
Kızeltgur filtre	429.71±65.08 ^{ab}	61.64±12.06 ^a	123.04±6.61 ^{bc}	2592.10±169.44 ^d	4.03±0.67 ^a	12.29±0.82 ^a	0.46±0.04 ^b
Kağıt filtre	309.17±57.39 ^{abc}	134.12±36.26 ^b	139.36±1.52 ^{ab}	3005.60±486.2 ^{cd}	5.11±0.68 ^a	15.29±0.44 ^a	0.54±0.04 ^{ab}
Konsantre	2331.47±180.60	541.57±135.28	827.60±98.97	131810.00±2869.35	39.03±13.18	64.02±1.64	2.44±0.80

Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen örnekler arasındaki fark önemlidir (*p<0.01; **p<0.05).

Özhamamcı (2008) nar suyu tanı değerlerinin belirlenmesine katkıda bulunmak için yaptığı tez çalışmasında konsantreden elde edilmiş ticari nar sularında potasyum (K) miktarını; 2093-2517mg/L, kalsiyum (Ca) miktarını 11-148mg/L, magnezyum (Mg) miktarını 21-104 mg/L, sodyum (Na) miktarını 20-128mg/L aralığında tespit etmiştir.

Benli ve Fenercioğlu (2008), ticari nar suyu örneklerinde kalsiyum miktarını ortalama 83.39 mg/L, sodyum miktarını 72.58 mg/L, magnezyum miktarını ortalama 68.89 mg/L, potasyum miktarını ortalama 1627.79 mg/L çinko miktarını 0.388 mg/L, demir miktarını ortalama 2.579 mg/L, bakır miktarını 0.164 mg/L olarak bulmuşlardır.

Al-Maiman ve ark. (2001) nar meyvesinin olgunlaşması sırasında fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimi incelemek amacıyla yaptığı çalışmada Cu, Fe, Zn, Mg, P, Na, Ca, K olmak üzere sekiz adet mineral madde tespit etmişlerdir. Olgunlaşmamış meyvelerin suyunda bu mineral maddelerin miktarlarını sırasıyla; 0.06, 2.37, 0.22, 7.39, 5.16, 79.2, 26.9, 285 olarak bulmuşlardır. Yarı olgun meyvelerden elde edilen meyve suyunda ise bu değerlerin sırasıyla 0.07, 1.99, 0.24, 6.34, 6.96, 76.9, 23.3, 302 olduğunu bildirmişlerdir. Tam olgunlaşmış meyvelerden elde edilen meyve suyunda ise bu değerleri sırasıyla; 0.07, 2.21, 0.300, 5.13, 6.25, 72.1, 24.5, 333 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Literatürde verilen değerler ile elde edilen değerler kıyaslandığında mineral madde miktarlarının literatürle uyum gösterdiği saptanmıştır.

Fadavi ve ark. (2005)' nın İran' da yetişen 10 farklı nar çeşidinin bileşimini araştırdıkları çalışmada, potasyumun (80.0-106.6 mg/100g) en yüksek düzeyde bulunduğunu; bunu sırasıyla (11.3-54.5 mg/100g), kalsiyum (13.05-30.60 mg/100g), magnezyum (2.75-5.20 mg/100g), demir (0.03-0.021 mg/100g), çinko (0.037-0.084 mg/100g), bakır (0.013-0.081 mg/100g) ve manganın (0.012-0.021 mg/100g) izlediğini bildirmişlerdir.

4.17. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolanması Süresince pH, Briks, Toplam Kuru Madde ve Titrasyon Asitliği Değerlerindeki Değişimler

-35 °C’ de depolanan nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki briks, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.11’ da verilmiştir.

Çizelge 4.12. Nar suyu konsantrelerinin depolama süresince ait briks, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerleri

Depolama süresi	Briks	Toplam kuru madde (%)	pH	Titrasyon asitliği (g 100 mL ⁻¹)
0.AY	58.12±5.8 ^a	65.09±4.2 ^a	3.18±0.02 ^a	6.34±0.86 ^a
2.AY	55.88±5.2 ^a	60.48±7.7 ^a	3.01±0.04 ^b	7.59±1.10 ^a
4.AY	55.97±4.9 ^a	61.26±6.0 ^a	3.01±0.02 ^b	7.29±1.02 ^a
6.AY	57.89±7.0 ^a	61.30±7.2 ^a	3.03±0.04 ^b	8.15±0.89 ^a

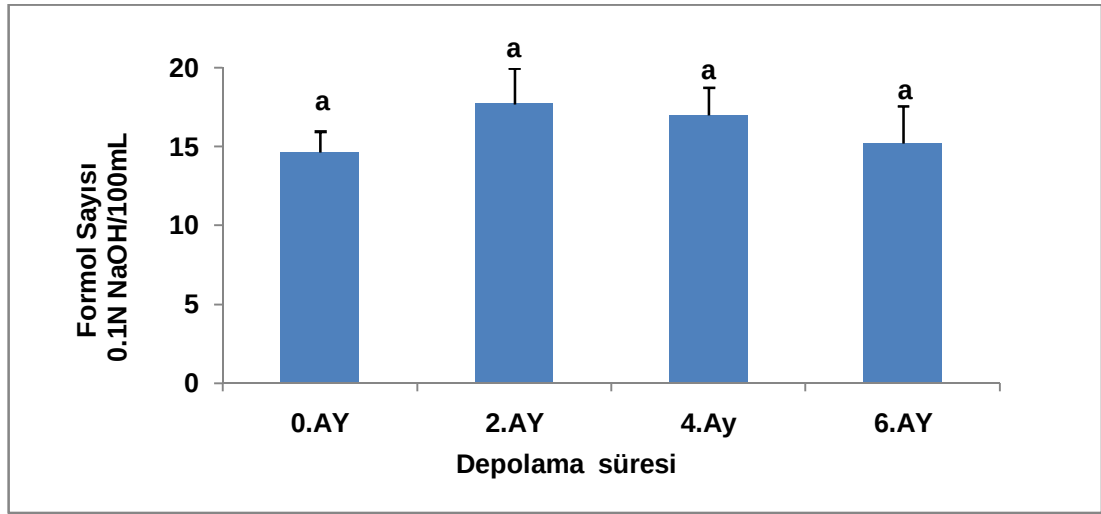
Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

Çizelge 4.11’den de görüldüğü gibi depolama süresince nar suyu konsantrelerinin briksleri 55.12 ile 57.89 arasında değişmiştir. Toplam kuru madde miktarları % 60.48 ile 65.09 arasında. pH değerleri 3.01 ile 3.18 arasında iken titrasyon asitliği değerleri 6.34 ile 8.15 g/100mL arasında değişmiştir. Depolama süresince briks, toplam kuru madde ve titrasyon asitliği değerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulunurken pH değerinde meydana gelen değişim p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Turfan (2008) farklı sıcaklıklarda (-23°C 334 gün, 5°C 167 gün, 12°C 101 gün, 20°C 20 gün) depolanan nar suyu konsantrelerinin briks ve pH değerlerinde önemli bir değişim gözlenmediğini. Titrasyon asitliğinde ise az da olsa bir düşüş gözlemlendiğini belirtmiştir.

4.18. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolanması Süresince Formol Sayısındaki Değişimler

Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasında formol sayısı değerleri Şekil 4.18’de verilmiştir.



Şekil 4.18. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki formol sayısı değerleri

Depolama sırasında nar suyu konsantrelerine ait formol sayısı değerleri 15 ile 18 0.1N NaOH/100mL arasında bulunmuştur. Formol sayısı değerlerinde depolama ile birlikte bir artış olmasına rağmen; bu değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

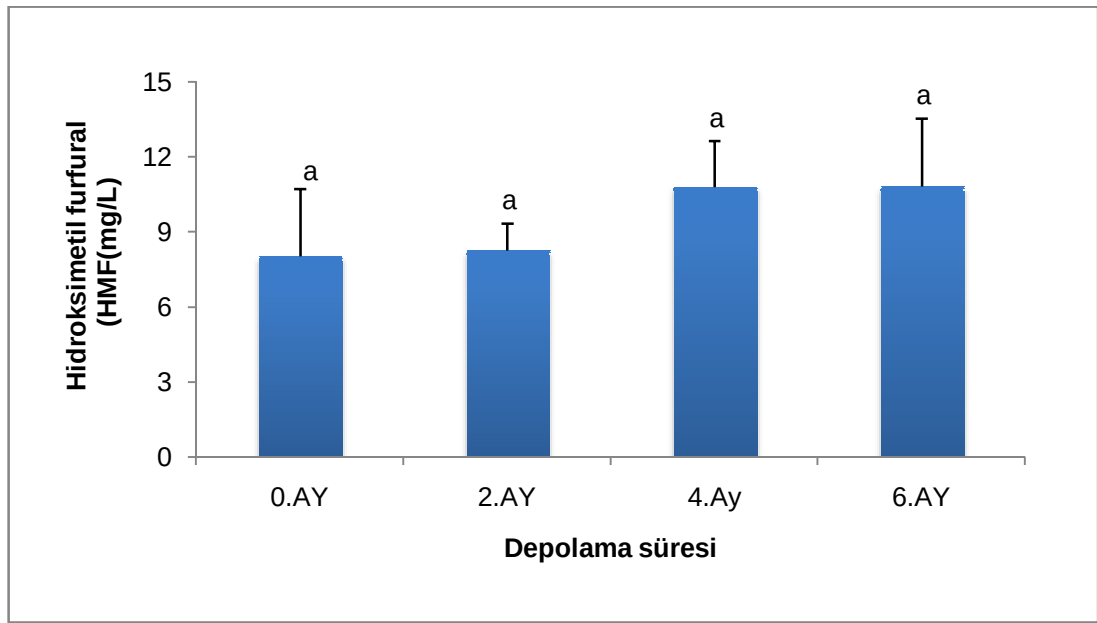
Meyvelerin olgunlaşması sırasında formol sayısı çoğunlukla bir miktar azalmaktadır. Meyve sularının depolanmasında ise bir miktar artmakta olduğu bildirilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

Çopur ve ark. (1998) bazı kıvılcık tip ve çeşitlerinden meyve suyu üretiminde 3 aylık depolama sonrasında yapılan analizler sonucu HMF miktarını 3.84-15.16 ppm ve formol sayısını ise 4-14 0.1N NaOH/100 mL olarak bildirmişlerdir.

Özhamamcı (2008) nar suyunun tanı değerlerinin belirlenmesine katkıda bulunmak için yaptığı çalışmada 23 farklı nar suyu konsantresi örneği kullanmış ve örneklerin formol sayısını 8.6-16.2 0.1N NaOH/100 mL aralığında bulmuştur.

4.19. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolanması Süresince Hidroksimetilfurfural Miktarındaki Değişimler

Nar suyu konsantrelerinin 6 aylık depolama sırasındaki HMF değerleri Şekil 4.19' da verilmiştir.



Şekil 4.19. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki HMF değerleri

Nar suyu üretim aşamalarının sonuncusu olan kağıt filtre çıkışındaki HMF miktarı 0.65 mg/L olmasına rağmen konsantreye işlendikten sonra kuru maddedeki oransal artış ve konsantreye işleme sırasında uygulanan ısı işlemin etkisiyle HMF miktarında yaklaşık % 92'lik bir artış tespit edilmiştir. Nar suyu konsantresi örneklerinin başlangıçta 8.03 ± 2.7 mg/L olan HMF değeri depolama sonrasında 2. ay' da 8.27 ± 1.07 mg/L, 4. ay'da 10.80 ± 1.83 mg/L, 6. ay' da 10.82 ± 2.72 mg/L' ye doğru artış eğilimi göstermiştir.

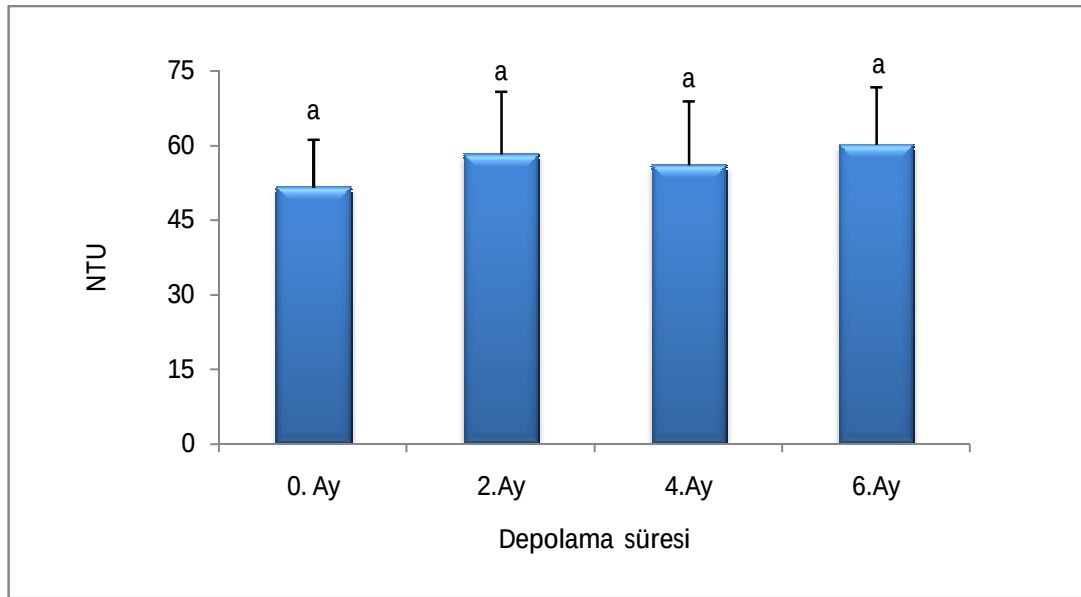
Maden (2009), taze vişne örneklerinde başlangıçta 0.65 mg/kg olan HMF değerinin 4 aylık depolama sonrasında 6.67 mg/kg'a yükseldiğini saptamıştır. Bu artışın enzimatik olmayan renk esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Meyve suyuna işlenme süresince meyvelere uygulanan ısı işlem sonucu şekerlerin dehidrasyonu veya amino asitlerle tepkimeye girmesi sonucu HMF ortaya çıkmaktadır (Wolfram ve ark.. 1974). Gıda maddelerindeki HMF miktarının belli bir düzeyin üzerinde bulunması halinde renk esmerleşmekte tat ve koku açısından önemli bozulmalar oluşmaktadır. Ürünün besleyici değerinde azalmalarda meydana gelmekte ve dolayısıyla ürünün pazarlanabilme olanakları kısmen veya tamamen ortadan kalkabilmektedir. HMF miktarı, ürünün kalitesini etkileyen önemli bir etken olmasının yanında, proses açısından da önem taşımaktadır. Uygulanan işlemler sonucu oluşan HMF miktarı bize, uygulanan ısı işlemlerin yeterli olup olmadığı veya aşırı ısı yüklemesinin yapıp yapılmadığı konusunda da fikir vermektedir (Can ve Ekşi, 1983; Telatar, 1985).

4.20. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolanması Süresince Bulanıklık Değerlerindeki Değişimler

Nar suyu konsantrelerinin bulanıklık (NTU) değerlerinin ölçümü nar suyu konsantrelerinin briks değerleri 15'e ayarlandıktan sonra yapılmıştır. Nar suyu konsantrelerine ait bulanıklık (NTU) değerleri Şekil 4.20 'de verilmiştir.

Kağıt filtre çıkışında NTU değeri ortalama 0.22 iken 15 °B getirilmiş konsantre örneklerde NTU değerinin 51.68 'e yükseldiği gözlemlenmiştir. Nar suyu üretimden hemen sonra berrak olsa da depolama sırasında zamanla stabilitesini kaybederek sonradan bulanabilmektedir. Bunun başlıca nedeni nar suyunda bulunan çözünmüş fenoliklerin, oksidasyon ve kondensasyonla kolaylıkla çözünmeyen ürünlere dönüşmesidir. Daha net bir ifade ile nar sularına bulanıklık stabilitesi kazandırmak olanaksızdır (Cemeroğlu, 2009). Depolama sırasındaki nar suyu konsantrelerinin NTU değerleri 51.68 ± 9.62 ile 60.2 ± 11.64 arasında bulunmuştur. NTU değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.20. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki NTU değerleri

Berrak meyve suyu üretiminde titizlikle sürdürülen durultma ve bunu izleyen filtrasyon sonunda kristal berraklıkta parlak bir sıvı elde edilir. Berrak ve kendine özgü renkteki meyve suyu sadece filtrasyon sonunda değil bundan sonraki aşamalarda da bu özelliklerini korumalıdır. Yani sonradan bir bulanma ortaya çıkmamalı ve renk esmerleşmemelidir. Berrak meyve suyu konsantreye işlense de konsantrenin depolanmasında bu özelliklerini koruması arzu edilen bir durumdur.

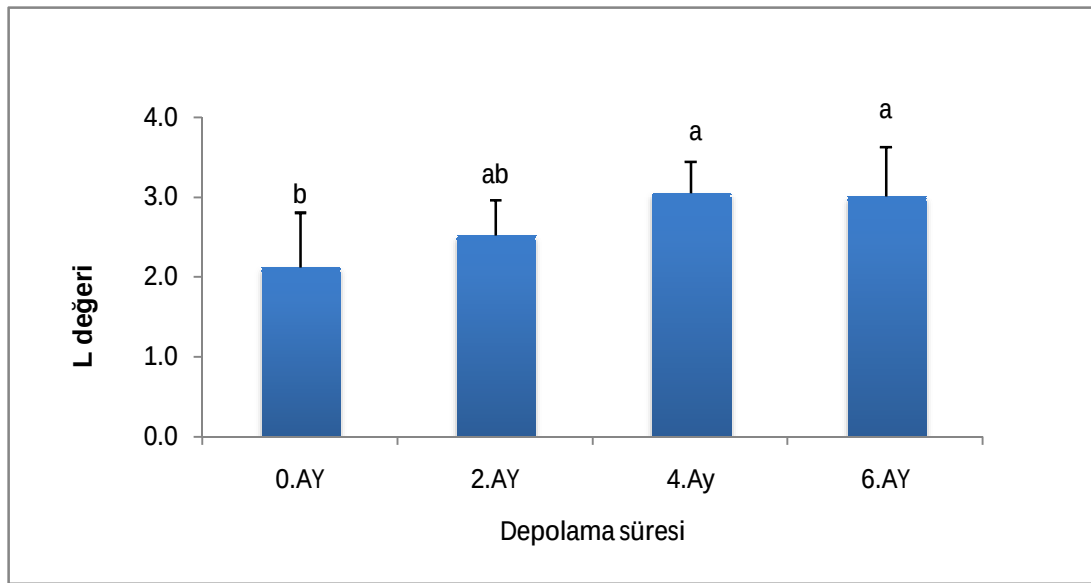
Meyve sularının berraklık ve renk stabilitesi ile fenolik madde içeriği arasında sıkı bir ilişki vardır. Prosiyanidinler oksidadif ve oksidadif olmayan mekanizmalarla berrak meyve sularında pus halinde bir bulanmada ve hatta sediment oluşumunda önemli rol oynamaktadırlar. Okside olmamış prosiyanidinler proteinlerle hidrojen köprüsü üzerinden çözünmez nitelikte kompleksler oluştururlar. Prosiyanidinler ayrıca asidik ortamlarda kısmen hidrolize olduktan sonra tekrar polimerizasyona uğrayarak stabil olmayan iri polimerler oluştururlar. Bu nedenle prosiyanidin içeren meyve sularında proteinlerin katılmadığı bulanma ve tortu oluşumu da görülmektedir. Prosiyanidinlerce zengin berrak meyve sularının berraklık stabilitesi zayıftır (Cemeroğlu, 2009).

4.21. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolanması Süresince Renk Değerlerindeki Değişimler

Nar suyu konsantrelerinin L, a, b renk değerlerinin ölçümleri, nar suyu konsantreleri 15 briks' e getirildikten sonra yapılmıştır. Hue ve C değerleri de bu değerler kullanılarak hesaplanmıştır.

4.21.1. L Değerlerindeki Değişimler

Altı ay boyunca depolanmış nar suyu konsantresi örneklerine ait L renk değerleri şekil 4.21'de verilmiştir.



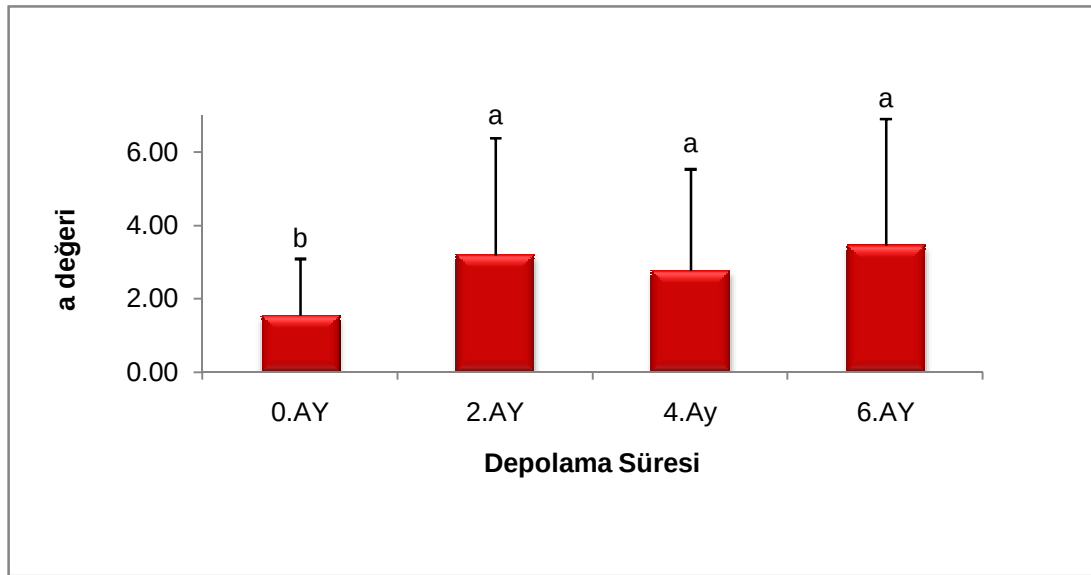
Şekil 4.21. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki L değerleri

Nar suyu konsantrelerinin renginin açıklığını ve parlaklığını ifade eden L değeri 0. ayda 2.13 iken depolama sonunda 3.02' e yükselmiştir. L değerinde meydana gelen bu artışa nar suyunun konsantreye işlenmesi sırasında oluşan ve depolama süresince artan bulanıklığın neden olduğu düşünülmüştür. L renk değerlerinde gözlemlenen bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yapılan korelasyon testinde L ve NTU değerleri arasında 0.05 önem düzeyinde 0.486' lık bir korelasyon tespit edilmiştir.

Kasnak (2009) IQF (Bireysel Hızlı Dondurma) tekniği ile dondurulmuş organik vişnenin duyuşal, fiziksel, kimyasal ve reolojik özelliklerin depolama süresine bağı olarak değişimini incelediği çalışmada vişnelerin L renk değerlerinde depolama sırasında bir miktar artış olduğunu gözlemlemiştir; bunun sebebini ise vişnelere rengini veren antosiyanin pigmentinin oksidasyon sonucu kısmi parçalanması yada çözündürme işlemi sırasında yeniden aktivite kazanan polifenoloksidaz enzimin antosiyanin pigmentini parçalanması sonucu olabileceğini bildirmiştir. Böylelikle rengi açılan vişnenin ışığı daha iyi yansıması sonucu parlaklık değerinin arttığını belirtmiştir.

4.21.2. a Değerlerindeki Değişimler

Altı ay boyunca depolanmış nar suyu konsantresi örneklerine ait a renk değerleri şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki a renk değerleri

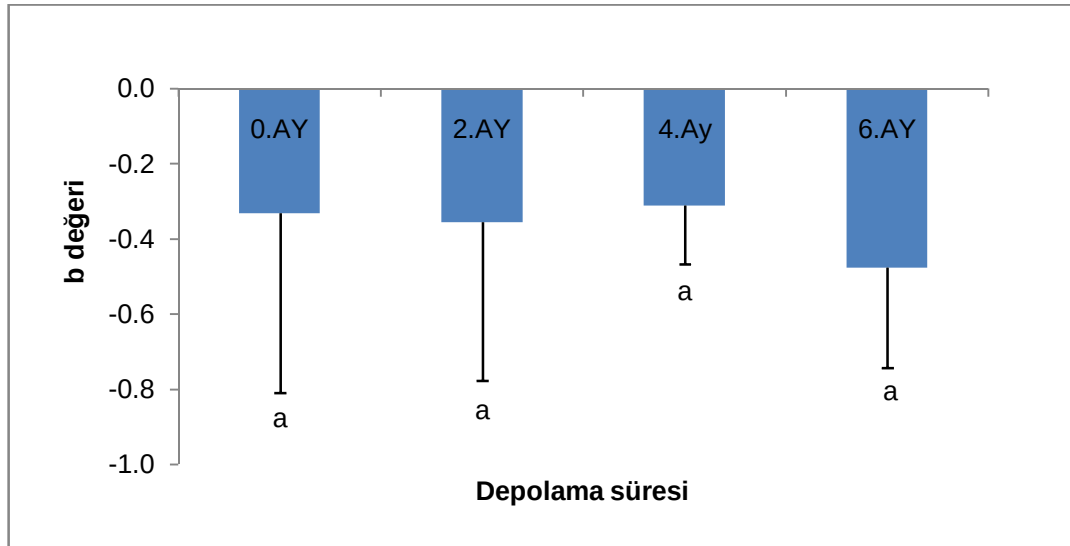
Nar suyu üretiminde kağıt filtre çıkışında ortalama a değeri 0.26 iken konsantreye işleme sırasında 1.55’ e yükselmiştir. a değerinin yükselmesi örneklerin kırmızılıklarının artması, dolayısıyla rengin koyulaşması anlamına gelmektedir.

0.aydan başlanarak iki ayda bir olmak üzere 6. ayın sonuna kadar depolanmış nar suyu konsantrelerinin a renk değerleri 1.55 ± 0.7 ile 3.45 ± 0.60 arasında değişmiştir. Şekil 4.19’ da görüldüğü gibi depolama süresinin a renk değerinde 0. ay’ a göre bir miktar artış olmuştur. Depolama sırasında meydana gelen asitlikteki artış ile beklenildiği üzere nar suyu konsantrelerinde kırmızı renk tonunda artış olmuştur. Yapılan korelasyon testi sonucu a değeri ile pH ve titrasyon asitliği arasında 0.01 önem düzeyinde sırasıyla -0.729 ve 0.701’lik bir ilişki olmasıda bu durumu desteklemektedir. Depolama süresinin nar suyu konsantrelerinin a değerleri üzerinde etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

Tosun ve Üstün (2003)’ün zile pekmezinin depolanması üzerine yaptıkları bir çalışmada da a değerinin depolamayla arttığı belirlenmiştir.

4.21.3. b Değerlerindeki Değişimler

Depolama sırasında nar suyu konsantrelerinin b renk değerleri Şekil 4.23’ de verilmiştir.



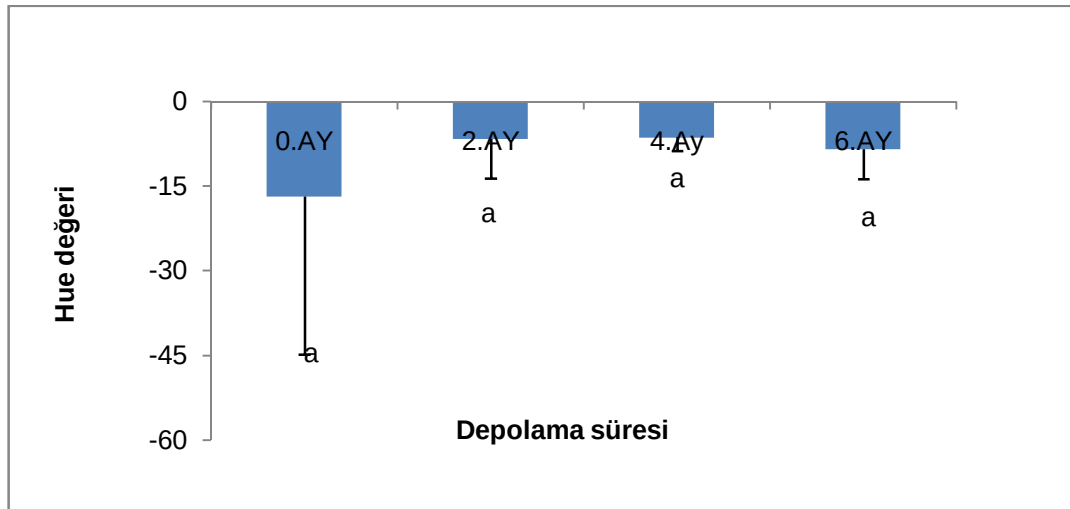
Şekil 4.23. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki b değerleri

Nar suyu örneklerinin b değerleri konsantreye işleme ile önemli değişim göstermemiştir. Şekil 4.23 de görüldüğü gibi nar suyu konsantrelerinde mavi renk

hakimdir. Aynı zamanda 6 aylık depolama süresinin b renk değeri üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Depolanmış nar suyu konsantrelerine ait b renk değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

4.21.4. Hue Değerlerindeki Değişimler

Depolama sırasındaki nar suyu konsantrelerine ait hue (h°) renk değerleri Şekil 4.24 'de verilmiştir.

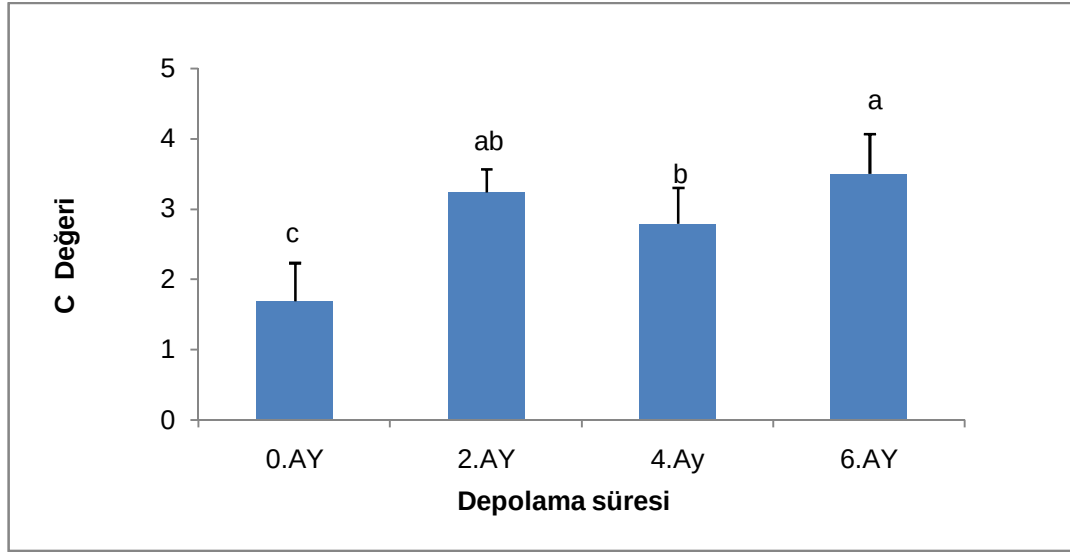


Şekil 4.24. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki hue değerleri

Kağıt filtre çıkışında nar suyu örneklerinin ortalama hue değeri -57.26 iken konsantrasyon sonucunda -16.82'ye yükselmiştir. 6. ay sonunda nar suyu konsantrelerinin hue değerleri -8.46' ya yükselmiştir. Hue değerindeki azalma +a değerindeki artışa bağlanmakla birlikte, mavi-kırmızı tonun hakimiyeti üretim aşamalarında olduğu gibi depolama uygulanmış konsantre örneklerde de devam etmektedir. Konsantreye işleme ve depolama sırasında asitliğin göstergesi olan pH değerindeki azalış ile beklenildiği üzere kırmızılığı ifade eden +a değerinde bir artışa sebep olmuş ve bu da hue açısının mavi renk tonuna oranla kırmızı renk tonuna yaklaşmasına neden olmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonucu hue değerlerindeki değişim önemsiz bulunmuştur. Hue değerinin 0'a yakın olması kırmızı rengin ifadesidir.

4.21.5. C Değerlerindeki Değişimler

Depolama sırasında nar suyu konsantrelerinin ait C (kroma) renk değerlerindeki değişim Şekil 4.25’ de verilmiştir.



Şekil 4.25. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki kroma değerleri

Nar suyu örneklerinin C değeri kağıt filtre aşamasında ortalama 0.50 olan C değeri 0. ayda 1.69 iken 6. ayın sonunda 3.50 ye yükselmiştir. Üretim aşamalarında gözlemlenen duruma benzer şekilde bulanıklığın azalmasıyla azalan C değerinin, konsantreye işleme ve depolama sırasında oluşan sonradan bulanma ile artması, L değerinde C değerine paralel yönde değişim göstermesi bulanıklığın bu renk değerleri üzerine etkisinin olduğunu desteklemektedir. Şekil 4.25’ de de görüldüğü gibi örneklerin C değerlerinde depolama sonunda başlangıça göre yaklaşık iki katlık bir artış gözlemlenmiştir. Kroma değerlerindeki bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Yapılan korelasyon değerlendirilmesinde a ve C değerleri arasında 0.01 önem düzeyinde 0.995 gibi yüksek bir korelasyon tespit edilmiştir. C değeri ile L ve NTU değerleri arasında sırasıyla 0.01 önem düzeyinde 0.617’ lik ve 0.05 önem düzeyinde 0.513’lik bir korelasyon bulunmuştur.

Uzuner (2008) 150 gün depolama sonunda berrak nar suyunda 0. güne göre L değeri % 1.8, a değeri % 9.7 ve b değeri % 11.2 oranında azalmıştır. Konsantreden

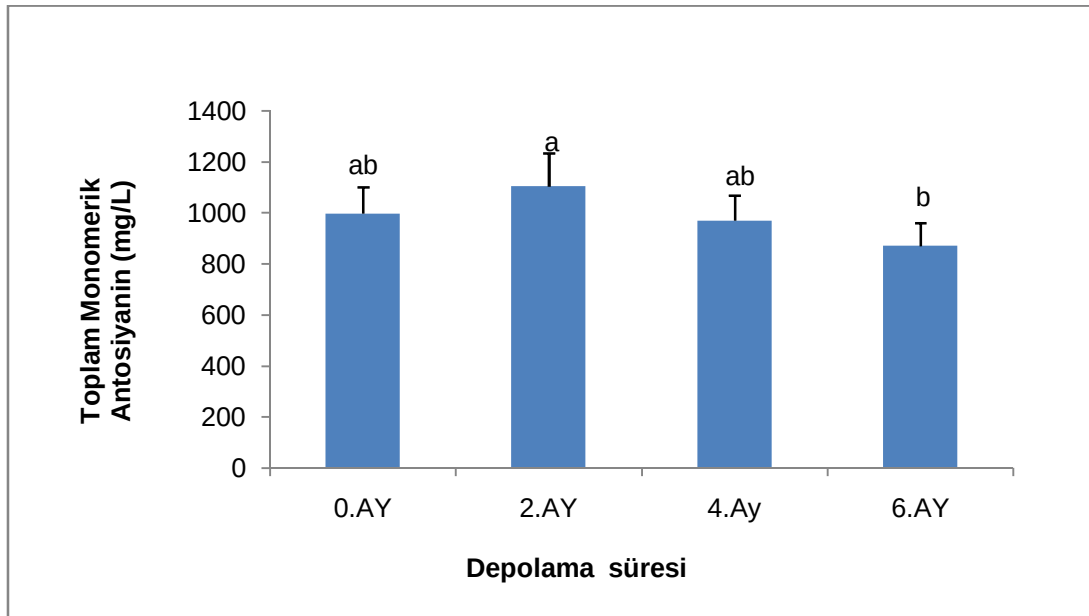
hazırlanan nar suyu için başlangıca göre depolama sonunda L değerinde %7, a değerinde %20.6 ve b değerinde ise % 6.4'lük bir azalma tespit etmiştir.

Turfan (2008) reflektans renk ölçüm sonuçları. -23°C'de nar suyu konsantrelerinin 334 gün depolanması boyunca renklerinin değişmediğini belirtmiştir. Cemeroğlu (1977) da nar suyu konsantratlarının renk değerleri açısından buzdolabı sıcaklığında depolanmasının oda sıcaklığında depolanmasına göre daha az kayba neden olduğunu bildirmektedir.

Yapılan korelasyon testi sonucunda L. a ve C renk değerleri ile bulanıklık arasındaki korelasyon değerleri 0.05 önem düzeyinde sırasıyla 0.486. 0.528 ve 0.513 olarak bulunmuştur.

4.22. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolama Süresince Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarlarındaki Değişimler

Nar suyu konsantre örneklerinin -35°C sıcaklıkta 6 ay depolanması boyunca toplam monomerik antosiyanin miktarlarında meydana gelen değişimler Şekil 4.26'da verilmiştir.



Şekil 4.26. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki toplam monomerik antosiyanin değerleri

Şekil 4.26 de de görüldüğü gibi örneklerin antosiyanin içeriğinde depolama sırasında bir miktar düşüş gözlemlenmiştir. Toplam antosiyanin içeriği başlangıçta 997.26 ± 103.3 mg/L iken 6.ayın sonunda 871.35 ± 90.04 mg/L' e düşerek yaklaşık % 12 oranında bir azalma göstermiştir. Monomerik antosiyanin miktarında meydana gelen bu değişim istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur.

Turfan (2008) durultulmamış nar sularından elde edilen konsantrelerin yaklaşık 1 yıl süreyle -23°C 'de depolanması sonunda toplam antosiyanin miktarında %7 azalma saptanırken, aynı örneğin 20°C 'de üstelik 73 gün gibi kısa bir süre depolanması sonunda %83 oranında bir kayıp saptamıştır. Benzer şekilde, -18°C 'de depolanan nar suyu konsantrelerinde (70°B) 6 ay depolama sonunda antosiyanin kaybı %11 düzeyinde gerçekleşirken. 20°C 'de 27 gün depolama sonunda %65 kayıp saptanmıştır (Asefi 1995). Aynı araştırmacı vişne suyu konsantrelerinin (70°B) – 18°C 'de 6 ay ve 20°C 'de ise 44 gün depolanması sonunda sırasıyla %4 ve %59 oranında antosiyanin kaybı olduğunu gözlemlemiştir.

Bu sonuçlardan nar suyu konsantrelerinin dondurularak depolanması gerektiği sonucu çıkarılabilir. Endüstride de üretilen nar suyu konsantreleri -10°C 'de depolamaktadırlar.

4.23. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolama Süresince Antosiyanin Parçalanma Ölçütlerindeki Değişimler

Nar suyu konsantre örneklerinin 6 ay depolanması boyunca antosiyanin parçalanma ölçütlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.12' de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Nar suyu konsantrelerinin depolama süresince antosiyanin parçalanma ölçütleri

Örnek	Renk yoğunluğu	Polimerik renk	Polimerik renk oranı
0.Ay	22,90±2,03 ^a	11,40±1,03 ^a	50,00±5,12 ^c
2.Ay	22,11±2,33 ^a	12,11±1,46 ^a	54,75±2,78 ^b
4.Ay	20,91±1,61 ^a	13,03±2,07 ^a	62,21±7,63 ^a
6.Ay	19,31±2,18 ^a	11,13±1,25 ^a	57,75±3,33 ^{ab}

*Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.01)

Örneklerin antosiyanin parçalanma ölçütleri değerlerini belirlemede kullanılan renk yoğunluğu ve polimerik renk değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuşken polimerik renk oranı değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli (p<0.01) bulunmuştur. Polimerik renk oranı değerlerindeki artışın sebebi antosiyaninlerin parçalanmasına, bir yandan da esmer renk oluşumuna bağlanabilir (Spayd ve ark.. 1984).

Renk yoğunluğunun azalışına yani antosiyanin degradasyonuna paralel olarak polimerik renkte bir artış olduğu Çizelge 4.10 da görülmektedir.

Polimerik rengin artması esmer pigmentlerin artışını ifade etmektedir. Işık (1993) tarafından yapılan bir çalışmada, vişne suyu konsantrelerinin (71°B) 5°C ve 20°C’de 130 gün depolanması sonunda polimerik renk 1.94’den sırasıyla 2.03 ve 4.37’e yükselmiştir. Benzer bir çalışmada da, vişne suyu konsantrelerinde depolama sıcaklık ve süresine bağlı olarak polimerik rengin arttığı saptanmıştır (Asefi 1995). Aynı araştırmacı nar suyu konsantrelerinde de depolama süresince polimerik renk değerlerinde artış olduğunu bildirmiştir.

Polimerik renk oranı ile L, a, hue ve C değerleri arasında 0.01 önem düzeyindeki korelasyon değerleri sırasıyla 0.621. 0.704. 0.538 ve 0.687 olarak bulunmuştur. Kırmızı şaraplarda renk yoğunluğu, antosiyanin miktarı yanında, pH,

tanen miktarı ve tanenlerle ve antosiyaninler arasındaki reaksiyonlarla da ilgili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca pH, metal iyonları ve kopigment varlığı yanı sıra işleme ve depolama koşulları da antosiyaninlerden kaynaklanan renk yoğunluğunu etkilediği ifade edilmiştir (Ribéreau-Gayon., 1982).

4.24. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolanması Süresince Antosiyanin Bileşenlerindeki Değişimler

Nar suyu konsantre örneklerinin 6 ay depolanması sırasındaki antosiyanin miktarları Çizelge 4.13' de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Nar suyu konsantrelerinin depolama süresince antosiyanin bileşenlerinin miktarları

Antosiyaninler	0.Ay	2.Ay	4.Ay	6.Ay
Cy3.5	308.86±39.18 ^a	306.28±27.00 ^a	328.31±24.67 ^a	279.67±18.69 ^a
Pg3.5	22.72±6.69 ^a	25.52±3.71 ^a	28.73±4.88 ^a	25.78±1.10 ^a
Cy3	118.37±21.79 ^a	126.82±16.34 ^a	137.59±14.90 ^a	124.07±23.95 ^a
Dp3.5	62.23±13.62 ^a	65.58±8.87 ^a	74.20±8.82 ^a	58.53±7.37 ^a
Pg3	9.11±2.04 ^a	10.11±1.61 ^a	10.72±1.63 ^a	8.90±1.18 ^a
Mv3.5	7.92±0.72 ^a	6.62±1.65 ^a	6.94±2.73 ^a	8.02±2.67 ^a

*Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.01)

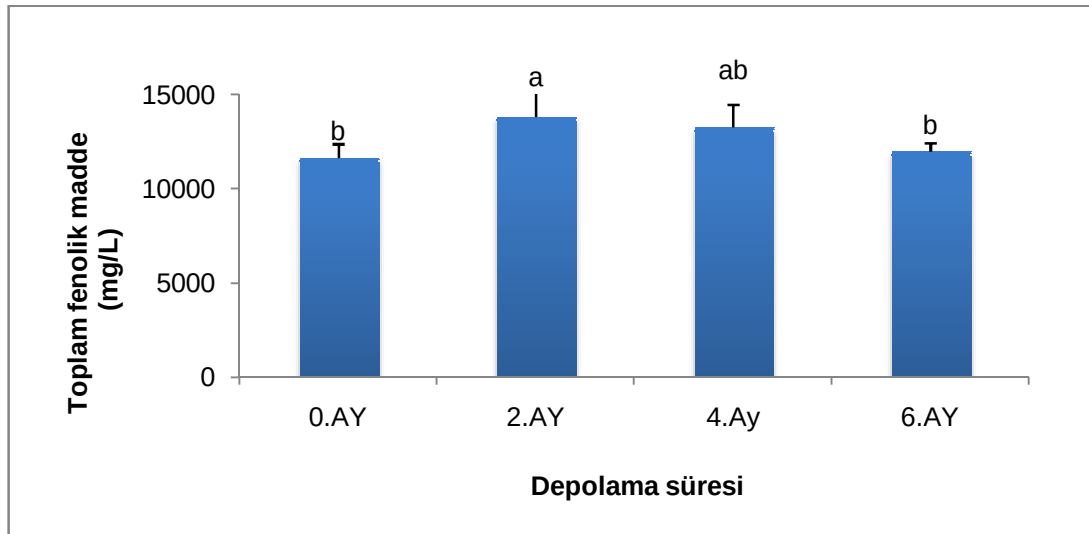
Nar suyu konsantrelerinde de baskın antosiyanin olarak cy3,5 diglukozit tespit edilmiştir. Depolama süresince cy-3.5-diglukozit 279.67±18.69 ile 306.28±27.00 mg/L aralığında iken pg-3,5-diglikozit 22.72±6.69 ile 28.73±4.88 mg/L aralığında, cy3 118.37±21.79 ile 137.59±14.90 mg/L aralığında, dp-3.5-diglikozit 58.53±7.37 ile 74.20±8.82 mg/L aralığında, pg-3-glikozit 8.90±1.18 ile 10.72±1.63 mg/L aralığında, mv-3.5-diglikozit miktarı ise 6.62±1.65 ile 8.02±2.67 mg/L aralığında bulunmuştur. Bu değerler de göstermekteki depolama süresince

antosiyenin miktarlarında önemli değişiklikler olmamıştır. Depolamanın 4. ayında antosiyenin bileşenlerinde bir artış görülmüş ancak bir yorum yapılamamıştır. Antosiyenin miktarlarında meydana gelen değişimler istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Turfan (2008) yaptığı çalışmada, antosiyenin miktarlarında en fazla kaybın 20°C’de depolanan nar suyu konsantre örneklerinde gerçekleştiğini, en az kaybın ise -23°C’de depolanan örneklerde gerçekleştiğini belirtmiştir.

4.25. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolanması Süresince Toplam Fenolik Madde Değerlerindeki Değişimler

Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki toplam fenolik madde değerleri Şekil 4.27 ‘de verilmiştir.



Şekil 4.27. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki toplam fenolik madde miktarları

Nar suyu konsantrelerinin depolanma sırasındaki toplam fenolik madde miktarı 17188.80 ± 791.21 ile 11965.87 ± 455.57 mg/L aralığında tespit edilmiştir. Fenolik madde miktarlarındaki bu değişim istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur.

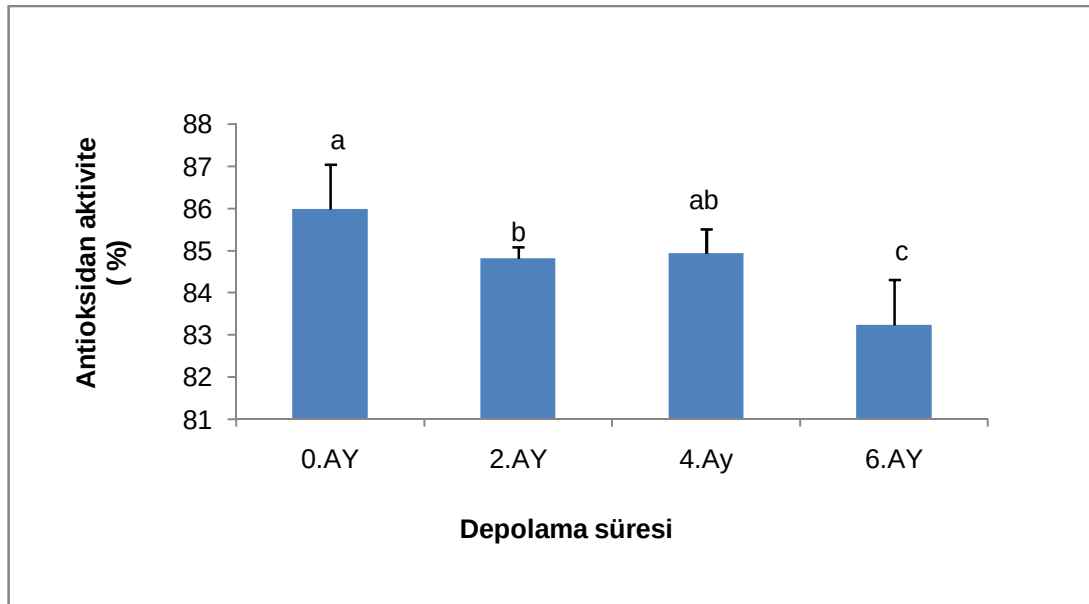
Depolama süresi boyunca nar suyu konsantrelerinin fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişim, fenolik maddelerin; hidrolizasyon, kondensasyon gibi nedenlerle yapılarının değişmesinden kaynaklanmış olabilir (Cemeroğlu 2009).

Apaydın (2008), durultulmuş ve durultulmamış nar sularından elde ettiği nar suyu konsantrelerini 5°C, 12°C ve 20°C sıcaklıklarda 8 ay depolamıştır. Depolama başlangıcında durultulmamış nar sularından elde edilen konsantre örneklerinde toplam fenolik madde miktarı 11906 mg/kg olarak, durultulmuş nar sularından elde edilen konsantrelerde ise 7236 mg/kg olarak bulunmuştur. Ayrıca aynı çalışmada tüm depolama sıcaklıklarında ve sürelerinde durultulmuş örneklerle durultulmamış örneklerin toplam fenolik madde miktarları arasındaki farkların istatistik olarak önemli olduğu belirtilmiştir.

Bodur ve Yurdagel (1986) çözünür kuru madde oranları % 35-38 olan nar suyu konsantrelerini buzdolabında depolamışlar ve 0. günde 2199 mg/L olan toplam fenolik madde miktarının 2 ay sonra 2167 mg/L, 4 ay sonra 2091 mg/L olduğunu, 6 ay sonra ise 2087 mg/L' ye düşerek % 5.1 oranında azaldığını belirlemişlerdir.

4.26. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolanması Süresince Antioksidan Aktivite Değerlerindeki Değişimler

Depolama süresince nar suyu konsantrelerinin antioksidan aktivite değerlerindeki değişime ilişkin değerler Şekil 4.28' de verilmiştir.



Şekil 4.28. Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki antioksidan aktivite değerleri

Antioksidan aktivite değerleri depolamanın başlangıcında % 86 iken 6.ayın sonunda % 83'e düşerek yaklaşık % 3.5 oranında azaldığı saptanmış olup bu değerler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Proses ve depolama koşullarının meyve ve sebzelerdeki antioksidan aktivite üzerine etkili olduğu bildirilmektedir (Favell 1998; Hunter ve Fletcher 2002; Del Caro ve ark., 2004; Zhang and Hamauzu 2004; Kalt, 2005). Depolama süresince antioksidan aktivite miktarındaki azalışın nedeninin yüksek antioksidan aktiviteye sahip bazı fenolik maddelerinin parçalanmasıyla ilgili olabileceği düşünülmüştür.

4.27. Nar Suyu Konsantrelerinin Depolanması Süresince Organik Asit Miktarlarındaki Değişimler

Nar suyu konsantresinin depolama süresince organik asit miktarları Çizelge 4.14' de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Nar suyu konsantrelerinin depolama süresince organik asit değerleri

Organik asitler	0.Ay	2. Ay	4. Ay	6.Ay
Sitrik asit (g/L)	107.71±13.14 ^a	115.20±19.19 ^a	129.25±16.58 ^a	133.36±19.34 ^a
Malik asit (g/L)	2.29±0.90 ^a	2.62±0.86 ^a	2.56±0.21 ^a	2.66±0.35 ^a
Okzalik asit (g/L)	1.59±0.62 ^a	1.09±0.28 ^a	1.09±0.13 ^a	1.38±0.61 ^a
Tartarik asit (g/L)	5.86±2.56 ^a	6.01±1.86 ^a	6.87±1.86 ^a	5.51±1.21 ^a
Süksinik asit(g/L)	9.03±2.66 ^a	8.46±0.26 ^a	0.70±0.26 ^b	0.13±0.27 ^b
Kuinik Asit (g/L)	2.23±0.52 ^a	2.51±0.57 ^a	2.23±0.2 ^a	2.28±2.18 ^a
Askorbik asit (mg/L)	58.47±18.84 ^a	54.72±18.96 ^a	45.43±4.63 ^a	52.95±11.42 ^a

*Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.01)

Nar suyu konsantrelerinin depolanma sırasındaki organik asit miktarları; başlangıçta 107.71±13.14g/L olan sitrik asit miktarında depolama sonunda 133.36±19.34 g/L' ye yükselerek % 24'lük bir artış göstermiştir. Malik asit miktarı 2.29±0.59 ile 2.66±0.35 g/L aralığında. okzalik asit miktarı 1.59±0.62 ile 1.38±0.61 g/L aralığında tartarik asit miktarı 5.51±1.21 ile 6.87±1.86 g/L aralığında. kuinik asit miktarı 2.23±0.52 g/L ile 2.51±0.57 g/L aralığında askorbik asit miktarı ise 45.43±4.63 ile 58.47±18.84 mg/L aralığında değişim göstermiştir. Süksinik asit miktarı başlangıçta 9.03±2.66 g/L' den 0.13±0.27 g/L' ye düşerek yaklaşık % 99'lük bir azalma görülmüştür. Bu verilere göre depolama süresince sitrik asit ve süksinik asit dışında diğer organik asitlerde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Organik asit miktarlarında meydana gelen değişim istatistiksel açıdan süksinik asit için (p<0.01) önemli bulunurken diğer asitler için önemsiz bulunmuştur.

5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Elde edilen bulgulara göre;

- Üretim aşamalarının nar sularının pH, titrasyon asitliği, briks, toplam kuru madde ve formol sayısı değerleri üzerine önemli bir etkisi gözlenmemiştir.

- Üretim aşamalarında HMF değerleri ısıtma işlemi olmayan aşamalarda HMF tespit edilmemişken, pastörizasyon ile birlikte 0.56 mg/L HMF tespit edilmiştir. Üretim aşamalarındaki HMF miktarı en yüksek KZF aşamasında 0.80 ± 0.11 mg/L olarak bulunmuştur fakat bulunan bu HMF miktarlarının izin verilen limitin oldukça altında olduğu tespit edilmiştir. TS 12918/Ocak 2003 Nar Suyu Standardına göre HMF miktarı en çok 10 mg/L olmalıdır.

- Nar sularının bulanıklık değeri de beklendiği üzere ultrafiltrasyon ile önemli bir düşüş göstermiştir. Böylece ürün arzu edilen berraklık seviyesine ulaşmıştır.

- Nar suyu örneklerinin L renk değerleri 2.04 ± 0.69 ile 15.29 ± 1.99 arasında, a değerleri 20.99 ± 3.13 ile 0.40 ± 0.30 arasında, b değerleri -0.34 ± 0.46 ile 3.49 ± 1.23 arasında, hue değerleri 9.29 ± 2.82 ile -57.26 ± 8.05 arasında, C değerleri 20.27 ± 3.61 ile 2.78 ± 0.5 arasında bulunmuştur. Renk değerlerinde (L, a, b, hue ve C) ultrafiltrasyon aşaması kırılma noktasını oluşturmuş; tüm renk değerlerinde bu aşamayla birlikte önemli bir düşüş gözlemlenmiştir. Bu düşüşlerin sebebi bulanıklık etmenlerinin meyve suyundan uzaklaşmasına dayandırılmıştır.

-Nar sularının toplam monomerik antosiyanin içeriği 242.08 ± 49.40 mg/L ile 468.56 ± 67.73 mg/L arasında bulunmuş uygulamaların etkisi ile yaklaşık % 28' lik bir azalma saptanmıştır.

-Renk yoğunluğu değeri taze üründe 12.37 iken filtre çıkışında 3.53'e düşmüş; polimerik renk değeri 9.85'den 1,91'e, polimerik renk oranı ise 80.22'den 54,54'e düşmüştür. Nar sularının polimerik renk ve renk yoğunluğu değerleri de renk değerlerinde olduğu gibi ultrafiltrasyon aşamasında birden azalma görülmüş bu aşamadan önceki ve sonraki aşamalarda ise bu renk değerlerinde önemli değişikliklerin görülmediği saptanmıştır.

- Üretim aşamalarından alınan nar suyu örneklerinde Cy-3,5-diglu, Pg-3,5-diglu, Cy-3-glu, Dp-3,5-diglu, Pg-3-glu, Mv-3,5-diglu olmak üzere 6 adet antosiyanin bileşen belirlenmiştir. Tüm aşamalarda başat antosiyanin olarak Cy-3,5-diglu, diğerleri ise miktarlarına göre sırasıyla Cy-3-glu, Dp-3,5-diglu, Pg-3,5-diglu, Pg-3-glu ve Mv-3,5-diglu tespit edilmiştir. Antosiyanin miktarlarında ısıtma işlem ve filtrasyon sırasında azalma tespit edilmiştir.

- Üretim aşamalarından alınan nar sularının toplam fenolik madde içerikleri 1760.67 ± 102.01 ile 2513.87 ± 175.17 mgGAE/L arasında tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda nar suyunun toplam fenolik madde içeriği üzerine üretim aşamalarının etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur.

- Üretim aşamalarından alınan nar sularında ve nar suyu konsantrelerinde gallik asit, vanilik asit, klorojenik 4H3MSİ, 2HSİNA, kafeik asit, sinapik asit, p-kumarik asit, kuersetin, protokateşol, ($\pm$)-kateşin hidrat, kamferol, rutin, ellajik asit ve şirinjik asit olmak üzere toplam 15 adet fenolik bileşik tanımlanmış ve miktarları belirlenmiştir.

- Üretim aşamalarından alınan nar sularında sitrik asit, malik asit, oksalik asit, süksinik asit, kuinik asit ve askorbik asit olmak üzere 7 adet organik asit tanımlanmış ve miktarları saptanmıştır. Üretim aşamalarının askorbik asit dışında diğer organik asitler üzerine bir etkisi olmamıştır. Askorbik asitte ise yaklaşık % 50 azalma görülmüştür.

- Üretim aşamalarının nar suyu antioksidan aktivite değerleri 79.6 ± 2.5 ile 86.2 ± 0.2 arasında bulunmuştur.

- Nar sularının kalsiyum değeri taze örnekten kağıt filtre çıkışına kadar 140.53 ± 26.98 ile 496.16 ± 312.29 mg/L arasında konsantre örnekte ise 2331.47 ± 180.60 mg/L olarak, sodyum değeri nar sularında 32.70 ± 5.63 ile 134.12 ± 36.26 mg/L arasında, nar suyu konsantresinde ise 541.57 ± 135.28 mg/L, magnezyum miktarı 73.04 ± 19.21 mg/L ile 166.53 ± 30.81 mg/L arasında, konsantrede ise 827.60 ± 98.97 mg/L olarak, potasyum miktarı nar sularında 2648.00 ± 746.94 ile 6150.40 ± 656.45 mg/L arasında çinko değeri 2.23 ± 0.80 - 8.59 ± 2.72 mg/L arasında, demir içeriği 10.31 ± 8.41 ile $16,00 \pm 5,90$ mg/L, bakır içeriği ise 0.42 ± 0.03 ile 0.77 ± 0.46 mg/L arasında olup; nar suyu konsantresinde ise bu değerler sırasıyla

39.03±13.18 mg/L, 64.02±1.64 mg/L, 2.44±0.80mg/L olarak nar suyu konsantresinde ise 13181.00 mg/L olarak bulunmuştur.

- Depolama süresince nar suyu konsantrelerinin briksleri 55,12 ile 57,89 °B arasında, toplam kuru madde miktarları % 60,48 ile 65,09 arasında, pH değerleri 3,01 ile 3,18 arasında iken titrasyon asitliği değerleri 6,34 ile 8,15 g/100mL arasında değişmiştir.

- Depolama sırasında nar suyu konsantrelerine ait formol sayısı değerleri 15 ile 18 0.1N NaOH/100 mL arasında bulunmuştur.

- Konsantreye işleme sırasında nar sularının HMF miktarının yaklaşık % 92 oranında arttığı tespit edilmiştir. Depolama sırasında HMF değerleri 8.03±2.7 ile 10.82±2.72mg/L arasında tespit edilmiştir.

- Konsantreye işleme sırasında örneklerin NTU değerleri artmış ve depolama sırasındaki konsantre örneklerde NTU değerleri 51.68 ile 60.2 arasında bulunmuştur. Örneklerde sonradan bulanma gözlemlenmiş olup bulanmanın sebebinin fenolik maddelerden kaynaklandığı düşünülmüştür.

- L değeri 0. ayda 2.13 iken depolama sonunda 3.02' e yükseldiği, a renk değerlerinin 1,55±0,7 ile 3,45±0,60 arasında b renk değerlerinin 0.16 ile 0.43 arasında hue değeri -57.26 ile -16.82 arasında C değerlerinin 1,69 ile 3,50 arasında değiştiği saptanmıştır.

- Nar suyu konsantrelerinin toplam antosiyanin değeri başlangıçta 997,26±103,3 iken 6.ayın sonunda 871,35±90,04' e düşmüştür.

- Nar suyu konsantrelerinin depolama sırasındaki antosiyanin parçalanma ölçütlerinden renk yoğunluğu ve polimerik renk değerlerinde önemli bir değişim gözlemlenmemişken polimerik renk oranında artış gözlemlenmiştir.

- Depolama süresince cy-3,5-diglikozit 279.67±18.69 ile 306.28±27.00 mg/L aralığında iken pg-3,5-diglikozit 22.72±6.69 ile 28.73±4.88 mg/L aralığında, cy3 118.37±21.79 ile 137.59±14.90 mg/L aralığında, dp-3,5-diglikozit 58.53±7.37 ile 74.20±8.82 mg/L aralığında, pg-3-glikozit 8.90±1.18 ile 10.72±1,63 mg/L aralığında, mv-3,5-diglikozit miktarı ise 6.62±1.65 ile 8.02±2.67 mg/L aralığında bulunmuştur.

- Nar suyu konsantrelerinin depolanma sırasındaki toplam fenolik madde miktarı $17188,80 \pm 791,21$ ile $11965,87 \pm 455,57$ mg/L aralığında tespit edilmiştir.

- Depolama sırasında sitrik asit $133,36 \pm 19,34$ g/L $107,71 \pm 13,14$ g/L malik asit miktarı $2,29 \pm 0,59$ ile $2,66 \pm 0,35$ g/L aralığında, okzalik asit miktarı $1,59 \pm 0,62$ ile $1,38 \pm 0,61$ g/L aralığında tartarik asit miktarı $5,51 \pm 1,21$ ile $6,87 \pm 1,86$ g/L aralığında, kuinik asit miktarı $2,23 \pm 0,52$ g/L ile $2,51 \pm 0,57$ g/L aralığında, askorbik asit miktarı ise $45,43 \pm 4,63$ ile $58,47 \pm 18,84$ mg/L aralığında süksinik asit miktarı $9,03 \pm 2,66$ g/L ile $0,13 \pm 0,27$ g/L' aralığında değişim göstermiştir.

- Antioksidan aktivite değerleri depolamanın başlangıcında % 86 iken 6.ayın sonunda % 83'e düşerek yaklaşık %3,5 oranında azaldığı saptanmıştır.

Bu çalışmanın sonucunda endüstride uygulanan işlemlerin ve depolama sıcaklığının uygun seçilmesi durumunda ürünün birçok kalite özelliğinin korunduğu tespit edilmiştir. Ancak nar suyu işleminde en büyük sorunun bulanıklık stabilitesinin korunmasının olduğu ve bu konu üzerine başka çalışmalarında yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Aynı zamanda nar suyunun sadece berrak meyve suyuna değil doğal bulanık meyve suyu olarakta tüketime sunulması içeriğindeki değeri yüksek besin bileşenlerinin korunması açısından önerilebilir. Ayrıca konsantreden üretilmeyen meyve suları (NFC) gün geçtikçe pazardaki yerini almaya başlamıştır. Nar suyunun da bu pazarda yerini alması, bulanıklık stabilitesinin sağlanması adına uygun bir çözüm olabilir.

KAYNAKLAR

- ABDULKASIM, P., SONGCHITSOMBOON, S., TECHAGUMPUCH, M., BALEE, N., SWATSITANG, P., SUNGPUAG, N., 2007. Antioxidant capacity, total phenolics and sugar content of selected Thai health beverages. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(1):77-85.
- AHMED, J., SHIVHARE, U.S., SINGH, P., 2004. Colour kinetics and rheology of leaf puree and storage characteristics of the paste, *Food Chemistry*, 84:605-611.
- ACAR, J., 1998. Gıda Kimyası Editör: İlbilge Saldamlı, Hacettepe Üniv. Yayınları, Ankara.
- ALPER, N., 2001. Nar suyu üretimi üzerine araştırmalar, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara, 172s.
- 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. *Eur Food Res Technol*, 227:881-887.
- AL-MAIMAN, S.A., AHMAD, D., 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation, *Food Chemistry*, 76:437-441.
- AMAKURA, Y., OKADA, M., TSUJI, S., TONOGAI, Y., 2000. High-performance liquid chromatographic determination with photodiode array detection of ellagic acid in fresh and processed fruits, *Journal of Chromatography*, 896:87-93.
- ANONYMOUS, 1984. Methods of Analyses. Method-30. International Federation of Fruit Juice Producers, 10, Rue de liege, Paris, France.
- ANONYMOUS, 1984. Methods of Analyses. IFU- Analysis Nr. 30. International Federation of Fruit Producers (I.F.U.). Paris.
- ANONYMOUS, 1996. Application Note: CIE L*a*b* color scale. Hunter associates Laboratory, Inc., Virginia, 4:8-11.

- ANONYMOUS, 2000. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). Devlet İstatistik Enstitüsü.
- ANONYMOUS, 2004. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). Devlet İstatistik Enstitüsü.
- ANONYMOUS, 2005. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). Devlet İstatistik Enstitüsü.
- ANONYMOUS, 2006. (<http://www.cu.edu.tr/merkezler/tyhm/2006-05.html>).
- ANONYMOUS, 2007. <http://www.gidabilimi.com/haberler/1-son-haberler/964-nartandardtye-belirleyecek?format=pdf>
- ANONYMOUS, 2008a. <http://www.meyed.org.tr/content/files/bulten/meyedsayi2nisanmayishazir.pdf>
- ANONYMOUS, 2008b. Meyve Suyu Endüstrisi Derneği web sitesi (<http://www.meyed.org.tr>).
- ANONYMOUS, 2008c; <http://www.meyed.org.tr/content/files/istatistikler/2008.pdf> 4 Mevsim Meyve Suyu dergisi 2008
- ANONYMOUS, 2008d. (<http://www.batem.gov.tr> 2008).
- ANONYMOUS, 2011. <http://www.google.com.tr/images-cyanidin-3-glucoside>, delphinidin-3,5-diglucoside, cyanidin-3,5-diglucoside, malvidin-3,5-diglucoside, pelargonidin 3-5-diglucoside, pelargonidin 3-glucoside
- APAYDIN E, 2008. Nar suyu konsantresi üretim ve depolama süresince antioksidan aktivitedeki değişimler. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi 64 sayfa.
- ARCHER, M. C., BRUCE, W. R., CHAN, C. C., CARPET, D. E., MEDLINE, A., RONCUCCI, L., STAMPS, D., ZHANG, X. M. 1992. Aberrant Crypt Foci and Microadenoma as Markers for Colon Cancer Environmental Health Perspectives, 98:195-197.
- ARTIK, N., CEMEROĞLU, B., MURAKAMI, H., and MORI, T., 1998. Determination of phenolic compounds in pomegranate juice by using HPLC. Fruit Processing, 12/98:492-499.
- ASEFI, N., 1995. Meyve sularında antosiyaninlerin degradasyonu üzerine araştırmalar. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi, 92 sayfa.

- ASAFI, N., CEMEROĞLU B., 2000. Vişne ve nar suyu konsantratlarında antosiyaninlerin degradasyonu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Gıda Müh. Böl. Gıda (2000) 25 (6): 407-411
- AVIRAM, M., DORNFELD, L., ROSENBLAT, M., VOLKOVA, N., KAPLAN, M., COLEMAN, R., HAYEK, T., PRESSER, D. and FUHRMAN, B. 2000. Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice. The American Journal of Clinical Nutrition, 71:1062-1076.
- AVIRAM, M., ROSENBLANT M., and GAITINI, D., 2005. Pomegranate juice improves carotid artery health and lowers blood pressure in patients with carotid artery stenosis. Herbal Gram, 65:28-30.
- BALDWIN, I.T., STASZAK-KOZINSKI, L., DAVIDSON, R., 1994. Up in Smoke: Smoked Derived Germination Clues for Postfire Annual, *Nicotiana Attenuata* Torr. Ex. Watson. Journal of Chemical Ecology, 20:2345-2371.
- BARONE, E., SOTTILE, F., CARUSO, T., MARRA, F.P., 2000. Preliminary observations on some Sicilian pomegranate (*Punica granatum L.*) varieties. pp:137-141. CIHEAM-IAMZ, Zaragoza.
- BAYINDIRLI, L., ŞAHİN, S., and ARTIK, N., 1994. The effects of clarification methods of pomegranate juice quality. Fruit Processing, 94(9); 267-270.
- BEK, Y., EFE, E., 1988. Araştırma ve Deneme Metodları-I. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. No: 71, Adana.
- BELAJOVA, E., SUHAJ, M., 2004. Determination of Phenolic Constituents in Citrus Juices: Method of High Performance Liquid Chromatography. Food Chemistry. 86: 339-343.
- BELITZ, H. D., GROSCH, W. and SCHIEBERLE, P., 2002. Phenolic compounds. In: Food Chemistry, Springer, pp. 822-835.
- BENLİ-TÜFEKÇİ, H., 2008. Piyasada satılan bazı meyve sularının özelliklerinin gıda mevzuatına uygunluğunun araştırılması. Yüksek lisans tezi. Çukurova Üniversitesi.

- BENLİ-TÜFEKÇİ, H., ve FENERCİOĞLU, H., 2010. Türkiye’ de üretilen bazı ticari meyve sularının kimyasal özellikler açısından gıda mevzuatına uygunluğu. Akademik Gıda, 8(2) 11-17.
- BIELIG, H.J., FAETHE, W., FUCHS, G., KOCH, J., WALLRAUCH, S. UND WUCHERPFENNIG, K., 1987. RSK Values. The Complete Manual. Verlag Flüss. Obst. GmbH. Shönborn, 197s.
- BİLİŞLİ, A. ve ÇEVİK İ., 1999. Bazı nar çeşitlerinin dondurularak değerlendirilmesi üzerinde araştırmalar. Anadolu, j. of AARI., 9(1) : 20-30.
- BODUR, İ. ve YURDAGEL, U. 1986. Nar konsantresinin donmuş ve kimyasal katkılanmış olarak soğukta depolanması sırasında meydana gelen değişmeler üzerine bir araştırma. Ege üni. Müh. Fak. Dergisi, 4(2):11-27.
- BOZ, Y., 1988. Şanlıurfa’da yetiştirilen bazı önemli nar çeşitlerinin morfolojik ve pomolojik özellikleri (Y.Lisans Tezi). OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Samsun.
- BRUCE, W. R., ARCHER, M. C., CORPET, D.E., MEDLINE, A., MIMKIN, S., STAMP, D., YİN, Y., ZHANG, X, M., 1993. Diet, Aberrant Crypt Foci and Colorectal Cancer, Mutation Research, 290: 111-118.
- CABRITA, L., FOSSEN, T. ve ANDERSON, O.M., 2000. Colour and stability of the six common anthocyanidin 3-glucosides in aqueous solutions. Journal of Food Science, 68, 101-107.
- ÇALIMLI, A., 2003. Kayısı ve vişne suyu üretimindeki atıkların değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri. Ankara.
- ÇAM, M. ve HIŞIL, Y., 2003. Gıdalardaki flavonoidler ve önemleri, 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara, 2-4 Ekim, s.67-82.
- ÇAM, M., HIŞIL, Y. ve DURMAZ, G., 2009. Characterisation of pomegranate juices from ten cultivars grown in Turkey. International Journal of Food Properties, 12(2):388-395
- CAN, A.G., ve EKŞİ, A., 1983. Meyve Suyunda Hidroksimetilfurfural (HMF) Oranı Üzerine Araştırma, Gıda, 8(2):51-54.

- CEMEROĞLU, B., YEMENİCİOĞLU, A., ÖZKAN, M., 2004. Meyve ve sebzelerin bileşimi. Meyve ve Sebze işleme teknolojisi, Cilt I, Cemeroglu, B. (ed.), s.1-188, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- CEMEROĞLU, B., 1977. Nar Suyu Üretim Teknolojisi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, No: 664, 71s. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- CEMEROĞLU, B. 1982. Meyve suyu üretim teknolojisi. Teknik Basım Sanayi, s.5-6, Ankara.
- CEMEROĞLU, B., KARADENİZ, F., 2001. Meyve Suyu Üretim Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Yayın No: 25, Ankara, 384s.
- CEMEROĞLU, B., ARTIK, N., YÜNCÜLER, O., 1988. Nar suyu üzerinde araştırmalar. Doğa, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 12(3):322-334.
- CEMEROĞLU, B., ARTIK, N., ERBAŞ, S. 1992. Gewinnung von Granatapfelsaft und seine. Zusammensetzung. Flüssiges Obst, 59, 335-340.
- CEMEROĞLU, B., VELİOĞLU, S., ERBAŞ, S., ÜNAL, Ç. ve YILDIZ, O. 1994. Vişne ve nar sularının kimyasal tanı değerlerinin saptanması üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK projesi, Proje No: TBGAG-29/A, 49 s., Ankara.
- CEMEROĞLU, B., 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi.1.Cilt. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları. s.301-303.
- CEMEROĞLU, B., 2007. Gıda analizlerinde genel yöntemler. *Gıda Analizleri*, Cemeroglu, B. (ed.), s. 45-128, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- CEMEROĞLU, B., 2009. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi.1.Cilt. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları. ANKARA.
- CERDA, B., LLORACH, R., CERON, J. J., ESPIN, J. C., TOMAS-BARBERAN, F. A., 2003. Evaluation of the bioavailability and metabolism in the rat of punicalagin, an antioxidant polyphenol from pomegranate juice. *Eur. J. Nutr.*, 42, 18–28.
- ÇOPUR, Ö.U., SOYLU, A., GÜRBÜZ, O., DEĞİRMENCİOĞLU, N., ERTÜRK, Ü., 1998, Bursa Yöresinde Yetistirilen Bazı Kızılcık Tip ve Çesitlerinin Meyve Suyuna Uygunluğunun Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Food Engineering Congress. 16-18 Eylül 1998. Gaziantep, s 1-13.

- CORDENUNSI, B. R., NASCIMENTO, J. R. O., LAJOLO, F. M., 2003. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry*, 83, 167–173.
- COŞKUN, F., 2006. Gıdalarda Bulunan Doğal Koruyucular. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (2) 27-33.
- COUSSIN, B. R., LUDIN, A., 1963. *Food Manufacture*, 38:376-378.
- DARAVINGAS, G., CAIN, R. F., 1968. Thermal degradation of black raspberry anthocyanin pigments in model systems. *Journal of Food Science*, 33(2): 138-142.
- DEBİCKİ-POSPİSİL, J., LOVRİC, T., TRİNOJSTİC, N., and SABLJIC, A.1983. *Journal of Food Science*. Vol.21. Elsevier, Oxford.
- DE PASCUAL-TERESA., SANTOS-BLUEGA, C., RIVAS-GONZALO, M., 2000. Quantitative analysis of flavan-3-ols in spanish foodstuffs and beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:5331-5337.
- DOKUZOGUZ, M., MENDİLCİOĞLU, K., 1978. Ege Bölgesi nar çeşitleri üzerinde pomolojik çalışmalar. *Ege üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2):133-157.
- DU, C. T., WANG, P. L., and FRANCIS, F. J., 1975. Anthocyanins of pomegranate. *Punica granatum*. *Journal of Food Science*, 40(2):417-418.
- EKŞİ, A., ÖZHAMAMCI, İ., 2009. Chemical composition and guide values of pomegranate juice. *Gıda*, 34(5):265-270.
- EL-NEMR, S.E., İSMAİL, I.A., RAGAB, M., 1992. The chemical composition of the juice and seeds of pomegranate fruits. *Fluessiges Obst*, 59 (11); 162-164.
- ERUÇAR, S., 2006. Bazı bitkisel çayların fenolik madde profili ve antioksidan aktivitelerinin incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi-Yüksek Lisans Tezi* 71 sayfa.
- FADAVI, A., BARZEGAR, M., AZIZI, M.H., BAYAT, M., 2005. Note. Physicochemical Composition of Ten Pomegranate Cultivars (*Punica granatum L.*) grown in Iran. *International Food Science and Technology*, 11(2): 113-119.

- FAVELL, D. J.A., 1998. A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. *Food Chemistry*, 62:59–64.
- FISCHER-ZORN, M., and ARA, V., 2007. Pomegranate juice- chemical composition and potential adulteration. *Fruit Processing*, 17:204-213.
- FULEKI, T., FRANCIS, F. J., 1968. Quantitative methods for anthocyanins. 2. Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. *Journal of Food Science*, 33:78-82.
- GABBASOVA, L.B., and ABDURAZAKOVA, S.K., 1969. Chemical composition of pomegranate juice. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii Pishchevaya Tekhnologiya*, 4:30-31
- GARCIA-ALONSO, M., PASCUAL-TERESA, S., SANTOS-BUELGA, C., RÍVAS-GONZALO, J.C., 2004. Evaluation of the antioxidant properties of fruits, *Food Chemistry* 84,13-18.
- GARZON, G.A., WROLSTAD, R.E., 2001. The stability of pelargonidin based anthocyanins at varying water activity. *Food Chemistry*, 75:185-196.
- GIL, M.I., TOMAS-BARBERAN, F.A., HESS-PIERCE, B., HOLCROFT, D.M., and KADER, A. A., 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 4581-4589.
- GIL, M. I., GARCIA-VIGUERA, C., ARTES, F., TOMAS-BARBERAN, F.A., 1995. Changes in pomegranate juice pigmentation during ripening. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 68(1):77-81.
- GIUSTI, M.M., WROLSTAD R. E., 2001. Characterization and measurement with UV-visible spectroscopy. In *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. R. E. Wrolstad, S. J. Schwartz (Eds), pp 1-13, John Wiley and Sons, New York.
- GIUSTI, M.M., and WROLSTAD, R.E. 2003. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochemical Engineering Journal*, 14(3):217- 225.

- GÖLÜKCÜ, M., TOKGÖZ, H., ÇELİKYURT, M.A., 2005. Nar Çekirdeğinin Bazı Özellikleri ve Nar çekirdeğinin yağ asidi bileşimi. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim, Cilt:22 (2).
- GÖLÜKCÜ, M., TOKGÖZ, H., 2008 Ülkemizde yetiştirilen önemli nar (*Punica granatum*) çeşitlerine ait nar sularının bazı kalite özellikleri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü- Tübitak Projesi 40 sayfa.
- GÖKMEN, V., and ACAR, J., 1998. An investigation on the relationship between patulin and fumaric acid in apple juice concentrates. Lebensmittel Wissenschaft Und. Technology, 31:480-483.
- GUO, C., YANG, J., WEI, J., LI, Y., XU, J., and JIANG, Y., 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. Nutrition Research, 23, 1719-1726.
- HAKKINEN, S.H., and TORRONEN, A.R., 2000. Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* Species: Influence of Cultivar, Cultivation Site and Technique. Food Res.Intern., 33: 517-524.
- HAMIDREZA A., MOHSEN, B., SOLEIMAN, A., 2007; Anthocyanins characterization of 15 Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties and their variation after cold storage and pasteurization. Eur Food Res Technol 227:881–887.
- HEFTAMAN, E., and BENNETT, S.T. 1966. Identification of estrone in pomegranate seeds. Phytochemistry, 5, 1337-1340.
- HERNANDEZ, F., MELGAREJO, P., TOMAS-BARBERAN, F.A., and ARTES, A. 1999. Evolution of juice anthocyanins during ripening of new selected pomegranate (*Punica granatum*) clones. European Food Research and Technology, 210, 39-42.
- HUDSON, B., 1990. Food Antioxidants, Elsevier Science, USA, pp 173-188.
- HUETZ, P., MAVADDAT, N., MAVRI, J., 2005, Reaction between ellagic acid and an ultimate carcinogen, Journal of Chemical Information and Modeling, 45:1564-1570.

- JACKMAN, R. L., YADA, R.Y., TUNG, M.A., and SPEERS, R. A. 1987. Anthocyanins as food colorants- A review. *Journal of Food Biochemistry*, 11:201-247.
- JANZOWSKI, C., GLAAB, V., SAMIMI, E., SCHLATTER, J., EISEBBRAND, G., 2000. 5-hydroxymethylfurfural: Assessment of mutagenicity, DNA-damaging potential and reactivity towards cellular glutathione. *Food and Chemical Toxicology*. 38:801-809.
- JUSTESEN, U., KUNTHSEN, P., and T. LETH, 1997. Quantitative analysis of flavonols, flavones, and flavanones in fruits, vegetables and beverages by HPLC with photo-diode array and mass spectrometric detection, *Journal of Chromatography A* 799:101–110.
- KANITSAR, K., ARCE, L., RIOS, A., VALCARCEL, M., 2001. Determination of phenolic constituents in citrus samples by on-line coupling of a flow system with capillary electrophoresis. *Electrophoresis*. 22:1553–1565.
- KARADENİZ, F., BURDURLU, H.S., KOCA, N., SOYER, Y., 2005, Antioxidant activity of selected fruits And vegetables grown in Turkey, *Turkish J. Agric.Forest*. 29,297-303. TÜBİTAK.
- KELEBEK, H., CANBAŞ, A., 2010. Hicaz nar şırasının organik asit şeker ve fenol bileşikleri içeriğı ve antioksidan kapasitesi. *Gıda* 35(6):439-444
- KIRCA, A. 2004. Siyah havuç antosiyaninlerinin bazı meyve ürünlerinde ısıl stabilitesi. *Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.*, 109 sayfa.
- KIRCA, A. VE ÖZKAN, M. 2007. Değışik amaçlı bazı test ve analiz yöntemleri. *Gıda Analizleri*, B Cemeroğlu (ed.), Bizim Büro Basımevi, Ankara. s.463-486,
- KULKARNI, A. P., ARADHYA, S. M., 2005. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development, *Food Chemistry*, 93, 2, 319-324.
- LANSKY, E., SHUBERT, S., NEEMAN, I., 1998. Production, processing and marketing of pomegranate in mediterranean region: Advances in Research and Technology. In *Proceedings of the symposium jointly organized by*

- CIHEAM and Escuela Politecnica Superior de Orihuela Universidad Miguel Hernandez (EPSO-UMH), Orihuela, Spain.
- LARROSA, M., GONZALEZ-SARRIAS, A., GARCIA-CONESA, M.T., TOMAS-BARBERAN, F.A., ESPIN, J.C., 2006, Urolithins, ellagic acid-derived metabolites produced by human colonic microflora, exhibit estrogenic and antiestrogenic activities, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54:1611-1620.
- LARUE, J. H., 1980. Growing pomegranates in California. Univ.California Leaflet, No.2459.
- LEE, H. S., CASTLE, W. S., 2001. Seasonal Changes of Carotenoid Pigments and Color in Hamlin, Early gold, and Budd Blood Orange Juices. *J. Agric. Food Chem.* 49:877-88.
- LEE, J., 2004. Hydrolytic and antioxidant properties of ellagic acid and its precursors present in muscadine grape, Doctor of Philosophy Thesis, University of Florida. Florida, 104s.
- LI, Y., GUO, C., YANG, J., WEI, J., XU, J., CHENG, S., 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract, *Food Chemistry*, 96, 254-260.
- MADEN, B., 2009. Bireysel hızlı dondurma yöntemi ile dondurulup depolanan kayısılarda teknolojik ve duyuşal özelliklerin değişimi. Afyon Kocatepe Üniversitesi - Yüksek Lisans Tezi 90 sayfa.
- MADHAVI, D.L., SINGHAL, R.S., and KULKARNI, P.R. 1996. Technological aspects of food antioxidants. In *Food Antioxidants. Technological toxicological and health perspectives*. Madhavi, D.L., Deshpande, S.S. and Salunke, D.K. (eds.), Marcel Dekker, New York, 159-265.
- MALHOTRA, Y.K., KHJURIA, HN., JAVANDA, LS 1983. Studies on Physico-chemical characteristics of pomogranate cultivars. II Chemical Characteristics. *Punjab Horticultural Journal*, 23(3-4): 158-161.

- MALIK, A., AFAQ, F., SARFARAZ, S., MADHAMĪ, V., SYED, D., MUKHTAR, H. 2005. Pomegranate fruit juice for chemoprevention and chemotherapy of prostate cancer. Department of Dermatology, University of Wisconsin, Madison, WI 53706, www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0505870102.
- MARKAKIS, P. 1982. Stability of anthocyanins in foods. Ch. 6 in *Anthocyanins as Food Colors*. P. Markakis (Ed.). Academic Press, New York.
- MARTINEZ, J.J., MELGAREJO, P., HERNANDEZ, F., SALAZAR, D.M., MARTINEZ, R., 2006. Seed characterisation of five new pomegranate (*Punica granatum L.*) varieties. *Scientia Horticulturae*, 110:241–246.
- MARTI, N., PERZ-VICENTE, A., GARCIA-VIGUERA, C., 2001. Influence of storage temperature and ascorbic acid addition on pomegranate juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 217-221.
- MASKAN, M., 2004. Production of pomegranate (*Punica granatum L.*) juice concentrate by various heating methods: colour degradation and kinetics. *Journal of Food Engineering*, 72:218-224.
- MELGAREJO, P., HERNANDEZ, F., MARTINEZ, J., TOMAS-BARBERAN, F.A., ARTES, F., 2000. Evolution of pomegranate juice anthocyanins during the ripening of fruit of three clones: ME16, VA1, BA1. *Zaragoza.CIHEAM-IAMZ*, 253:123-127.
- MERKEN, H.M., BEECHER, G. R., 2000. Measurement of food flavonoids by High-Performance Liquid Chromatography: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48(3).
- MIGUEL, G., FONTES, C., ANTUNES, D., NEVES, A., and MARTINS, D. 2004. Anthocyanin concentration of ‘Assaria’ pomegranate fruits during different cold storage conditions. *Journal of Biomedicine & Biotechnology*, 5:338–342.
- MISHKIN, M., KAREL, M., and SAGUY, I., 1982. Application of optimization in food dehydration. *Food Technology*, 36(7), 101–108.
- MURADOĞLU, F., BALTA, M.F., OZRENK, B.K., 2006, Pomegranate (*Punica granatum L.*) genetic resources from Hakkari, Turkey, *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(6):520-525.

- NEDİM, T., TURHAN, İ. ve KARHAN, M., 2006. Berrak meyve suyu ve konsantrelerinde sonradan bulanma ve önlemleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi 503-506s.
- NACZK, M., and SHAHIDI, F. C., 2004. Extraction and analysis of phenolics in food, Review, Journal of Chromatography A, 1054:95-111.
- NODA, Y., KANEYUKI, T., MORI, A., and PACKER, L., 2002. Antioxidant activities of pomegranate fruit extract and its anthocyanidins: Delphinidin, cyanidin and pelargonidin. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 166-171.
- ONUR, C., 1988. Nar. Derim, özel sayı, 5(4): 176-178.
- OPARA, L. U., AL-ANI, M. R., and AL-SHUAIBI, Y. S., 2007. Physicochemical properties, vitamin C content, and antimicrobial properties of pomegranate fruit (*Punica granatum L.* Food and Bioprocess Technology, 2:315–321.
- ORAK, H., 2008. Evaluation of antioxidant activity, colour and some nutritional characteristics of pomegranate (*Punica granatum L.*) juice and its sour concentrate processed by conventional evaporation', International Journal of Food Sciences and Nutrition, 60(1):1-11
- OU, B., HUANG, D., HAMPSCH-WOODILL, M., FLANAGAN, J. A., DEEMER, E. K., 2002. Analysis of Antioxidant Activities of Common Vegetables Employing Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Assays: A Comparative Study. J. Agric. Food Chem. 50:3122-3128.
- OWEN, R.W., GIACOSA, A., HULL, W. E., HAUBNER, R., SPIEGELHALDER, B., BARTSCH, H., 2000. The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. European Journal of Cancer 36(10): 1235–1247.
- ÖZKAYA, H., 1988. Analitik Gıda Kontrolü. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No:1086, s.43-46.
- ÖZGEN, M., DURGAÇ, C., SERÇE, S., ve KAYA, C., 2008. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in Mediterranean region of Turkey. Food Chemistry, 111:703–706.

- ÖZKAN, M., 2002. Degradation of anthocyanins in sour cherry and pomegranate juices by hydrogen peroxide in the presence of added ascorbic acid. Food Chemistry, 78(4), 499-504.
- ÖZKAL, N., DİNÇ, S., 1993. Nar (*Punica granatum L.*) Meyva Kabuklarının Eczacılık Yönünden Değerlendirilmesi. Ankara Ecz. Fak. Dergisi, 22:1-2.
- ÖZGEN, M., DURGAC, C., SERCE, S., & KAYA, C., 2008. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in Mediterranean region of Turkey. Food Chemistry, 111:703–706.
- ÖZGÜVEN, A. I., VE YILMAZ, C., 2000. Pomegranate Growing in Turkey. CIHEAM-IAMZ, Zaragoza s41-48.
- ÖZHAMAMCI, İ., 2008. Nar suyunun kimyasal bileşimi ve tanı değerleri. Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi 50 sayfa.
- ÖZDAMAR, K., 1999. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi, Kaan Kitapevi, Eskişehir, (535)s.
- ÖZTAN, T., 2006. Mor Havuç, Konsantresi, Şalgam suyu, Nar suyu ve nar ekşisi ürünlerinde antioksidan aktivitesi tayini ve fenolik madde profilinin belirlenmesi yüksek lisans tezi.
- PANDE and AKOH, 2009, Antioxidant Capacity and Lipid Characterization of Six Georgia-Grown Pomegranate Cultivars J. Agric. Food Chem., Vol. 57, No. 20,
- PAPOUTSI, Z., KASSI, E., TSIAPARA, A., FOKIALAKIS, N., CHROUSOS, G. P., MOUTSATSOU, P., 2005, Evaluation of estrogenic/antiestrogenic activity of ellagic aci via the estrogen receptor subtypes ER α and ER β . Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 7715-7720.
- POLYDERA, A. C., STOFOROS, N. G., TAOUKIS, P. S. 2005. Effect of High Hydrostatic Pressure Treathment on Post Processing Antioxidant Activity of Fresh Navel Orange Juice. Food Chemistry, 91: 495- 503.
- POYRAZOĞLU, E., GÖKMEN, V., and ARTIK, N., 2002. Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (*Punica granatum L.*) grown in Turkey. Journal of Food Composition and Analysis, 15, 567-575.

- PRIYADARSINI, K. I., KHOPDE, S.M., KUMAR, S.S., MOHAN, H., 2002. Free radical studies of ellagic acid, a natural phenolic antioxidant, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 2200-2206.
- RHİM, J. W., NUNES, R. V., JONES, V. A., and SWARTZEL, K. R., 1989. Kinetics of colour change of grape juice generated using linearly increasing temperature. Journal of Food Science, 54, 776–777.
- RIBEREAU-GAYON, P., 1982. The anthocyanins of grapes and wines. Academic Pres, Inc., Orlando, FL, 209-243.
- RIEGER, M., 2006. Mark's fruit crops. Web sitesi. <http://www.uga.edu/fruit/pomegran.html>.
- SALUNKHE, D. K., BOLİN, H. R., and REDDY, N. R., 1991. Sensory and objective quality evaluation, storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables, Vol 1, 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- SAVRAN, H. E., 1999. Nar suyunda organik asit dağılımı, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56 sayfa.
- SAXENA, A. K., MANAN, J. K., BERRY, S. K., 1987. Pomegranates; Postharvest Technology, Chemistry and Processing, Indian Food Packer, 41 (4) 43-60.
- SCHUBERT, S.Y., LANSKY, E. P., NEEMAN, I., 1999. Antioxidant and eicosanoid enzyme inhibition properties of pomegranate seed oil and fermented juice flavonoids. J. Ethno, 66: 11-17.
- SEERAM, N., LEE, R., HARDY, M., and HEBER, D., 2005. Rapid large scale purification of ellagitannins from pomegranate husk, a by-product of the commercial juice industry. Separation and Purification Technology, 41(1), 49-55.
- SEERAM, N. P., ADAMS, L. S., HENNİG, S. M., NİU, Y., ZHANG, Y., NAİR, M.G., and HEBER, D., 2005. In vitro antiproliferative, apoptotic and antioxidant activities of punicalagin, ellagic acid and a total pomegranate tannin extract are enhanced in combination with other polyphenols as found in pomegranate juice. Journal of Nutritional Biochemistry, 16:360-367.

- SCHOENTAL, R., HARD, G. C., GIBBARD, S., 1971. Histopathology of Renal Lipomatous Tumors in Rats Treated with the “natural” Products, Pyrrolizidine Alkaloids and $\beta\alpha$ - unsaturated Aldehydes. Journal of The National Cancer institute, 47: 1037-1044.
- SHAHIDI, F., NACZK, M., 2004. Phenolics in food and nutraceuticals. CRC Press. Chapter 4, Phenolic compounds in fruits and vegetables. 1-110s.
- SHWARTZ, E., GLAZER, I., BAR-YA’AKOV, I., MATITYAHU, I., BAR-ILAN, I., HOLLAND, D., AMİR, R., 2008. Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of Tao commercially important pomegranate accessions. Food Chemistry, 115:965–973.
- SKREDE, G., 1985. Color quality of blackcurrant syrups during storage evaluated by Hunter L, a, b values. Journal of Food Science, 50, 514–517, 525.
- SONDHEIMER, E., and KERTESZ, Z. I., 1952. The kinetics of the oxidation of strawberry anthocyanin by hydrogen peroxide. Food Research, 17(3):288–298.
- STURM, K., KORON, D., and STAMPAR, F., 2003. The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage, Food Chemistry, 83:417-422.
- SUH, H. J., NOH, D. O., KANG, C. S., KİM, J. M., and LEE, S. W., 2003. Thermal kinetics of color degradation of mulberry fruit extract. Nahrung, 47, 132–135.
- TEHRANIFAR, A., ZAREI, M., NEMATİ, Z., ESFANDIYARI, B., VASIFESHENAS, M. R., 2010. Investigation of physico chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivars. Sci. Hort. 126:180–185.
- TEKELİ, Y., SEZGİN, M., ŞANDA, M. A., 2008. Konya’da Yetişen Centaurea Pterocaula Truatv.’ın Fenolik Yapısı ve Antioksidan Etkisi. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Dergisi (E-Dergi), 3(1), 35-41.
- TELATAR, Y. K., 1985. Elma suyu ve konsantrelerinde hidroksimetilfurfural (HMF) II. Farklı elma suyu konsantrelerinin depolanması sürecinde HMF oluşumu ve buna bağlı olarak bazı bileşim ögelerinde meydana gelen değişimler. Gıda, 10(5):271-280.

- TETİK, N., TURHAN, İ., KARHAN, M., 2006. Berrak meyve suyu ve konsantrelerinde sonradan bulanma ve önlemleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs Bolu 503.
- TEZCAN, F., GULTEKİN-ÖZGUVEN, M., DİKEN, T., ÖZCELİK, B., ERİM, F.B., 2009. Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. Food Chem. 115, 873–877.
- TOMAS-BARBERAN, F., ESPIN, J.C., 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. J. Sci. Food Agric. 81:853-876.
- TOSUN, İ., ve YÜKSEL, S., 2003. Üzümsü meyvelerin antioksidan kapasitesi. Gıda, 28(3):305-311.
- TURFAN, Ö., YEMİS, Ö. VE ÖZKAN, M. 2008. Nar suyu konsantresi üretim ve depolama sürecinde antosiyaninlerdeki değişimler. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum 63-64s.
- TÜMER, L, Ö., 2006, Bazı nar çeşitlerinin olgunlaşma aşamalarında fenolik bileşik miktarlarındaki değişimler, , Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, 42 sayfa.
- TZULKER, R., GLAZER, I., BAR-ILAN, I., HOLLAND, D., AVIRAM, M., and AMİR, R., 2007. Antioxidant activity, polyphenol content, and related compounds in different fruit juices and homogenates prepared from 29 different pomegranate accessions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55:9559–9570.
- ULBRICHT, R. J., NORTHUP, S. J., THOMAS, J. A., 1984. A Review of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) in Parenteral Solution. Fundamental and Applied Toxicology, 4:843-853.
- UZUNER, S., 2008. Nar suyunda farklı üretim ve depolama koşullarında ellajik asit ve toplam antioksidan aktivitelerindeki değişimler. Hacettepe Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 61 sayfa.
- UYLAŞER, V., ve İNCE, K., 2008. Şaraptaki Antioksidanlar ve Fenolik Bileşikler. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 1151-1154.

- UYAN, S. E., BAYSAL, T., YURDAGEL, U., and EL, S. N., 2004. Effects of drying on antioxidant activity of purple carrots. *Nahrung*, 48, 57–60.
- ÜNAL, Ç., VELİOĞLU, S., CEMEROĞLU, B., 1995. Türk nar sularının bileşim öğeleri. *Gıda*, 20 (6):339-345.
- ÜNSAL T., 2007. Kalecik Karası, Gamay ve Cabernet Sauvignon Saraplarında Bazı Fenolik Bileşenlerin Karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi 38 sayfa.
- WITHY, L. M., NGUYEN, T. T., WROLSTAD, R. E., and HEATHERBELL, D. A., 1993. Storage changes in anthocyanin content of red raspberry juice concentrate. *Journal of Food Science*, 58(1):190-192.
- WILLS, R. B. H., LİM, J. S. K., GREENFIELD, I.L., 1986. Composition of Australian Foods. 31. Tropical and Sub-tropical Fruit. *Food Technol. in Australia* 38, 3.
- WOLFRAM, M.L., KASHIMUVA, N., and HORTON, D., (1974). Factors affecting the maillard browning reaction between sugars and amino acids. Studies on the non- enzymatic browning of dehydarted orange juice. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 22(5): 796-800.
- WONG, H., HU, X., CHEN, F., WU, J., ZHANG, Z., LIAO, X., WANG, Z. 2005. Kinetic analysis of non-enzymatic browning in carrot juice concentrate during storage. *Eur. Food Res. Technol.* Orginal Paper.
- VARDİN, H., 2000. Harran ovasında yetişen değişik nar çeşitlerinin gıda sanaiyinde kullanım olanakları üzerine Bir çalışma. Çukurova Üniversitesi Fen Bil. Enst., Dotor Tezi, 117 sayfa.
- VARDİN, H., and FENERCİOĞLU, H., 2003. Study on the development of pomegranate juice processing technology: clarification of pomegranate juice. *Nahrung/Food*, 47, 300-303.
- VELİOĞLU, Z., ÜNAL, C., CEMEROĞLU, B., 1997. Chemical characterization of pomegranate juice. *Fruit Processing*, 8, 307-310.
- VERES, M., 1976. Mechanical and chemical composition of cultivated pomegranate. *Hrana-ı Ishrana*, 17 (9/10); 426-432.

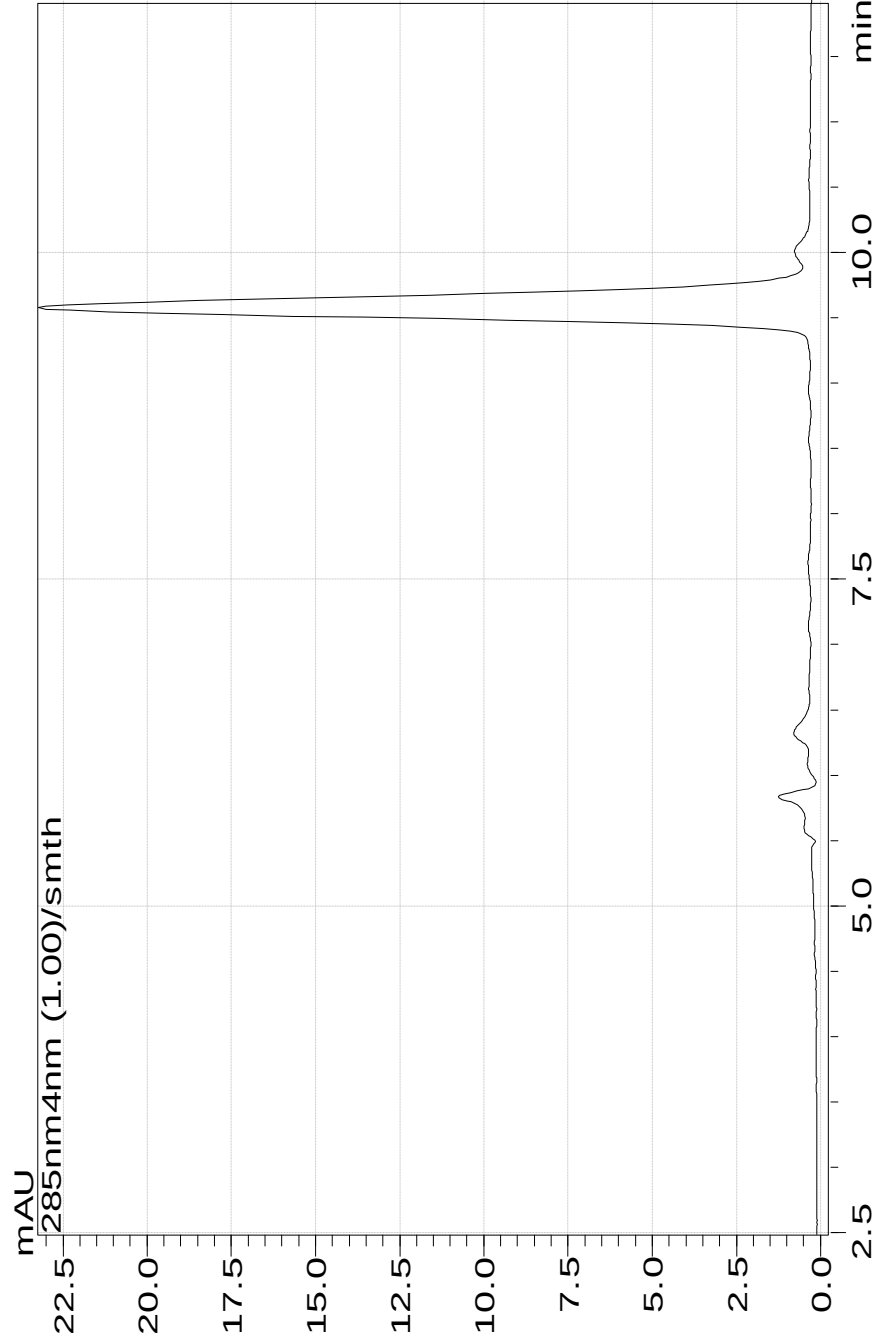
- VEBERIC, R., JURHAR, J., MIKULIC-PETKOVSEK, M., STAMPAR, F., and SCHMITZER, V., 2010. Comparative study of primary and secondary metabolites in 11 cultivars of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). Food Chemistry, 119: 477-483.
- ZAPPALA, M., FALLICO, B., ARENA, E., VERZERA, A., 2005. Methods for the determination of HMF in honey: a comparison. Food Control 16:273–277.
- YEMİŞ O, TURFAN Ö, ÖZKAN M., 2007 Anthocyanin and color changes during processing of pomegranate juice concentrate (poster sunumu). 2nd International Congress on Food and Nutrition, C. Alasalvar (ed.), p. 108, 24-26 October, Istanbul.
- ZHANG, X. M., CHAN, C. C., STAMP, D., MINKIN, S., ARCHER, M. C., BRUCE, W. R. 1993. Initiation of colonic aberrant crypt foci in rats by 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in thermolyzed sucrose. Carcinogenesis, 14: 773-775.

ÖZGEÇMİŞ

15/01/1986 yılında Bor/Niğde 'de doğdu. İlköğrenimini Ceyhan Beş Ocak ilkokulunda, ortaokulu Ceyhan İmam Hatip Lisesi'nde Lise öğrenimini Ceyhan Halil Çiftçi Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2003 yılında Erzurum Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2004 yılında Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümüne yatay geçiş yaptı ve 2007 yılında bu bölümden mezun oldu. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı.

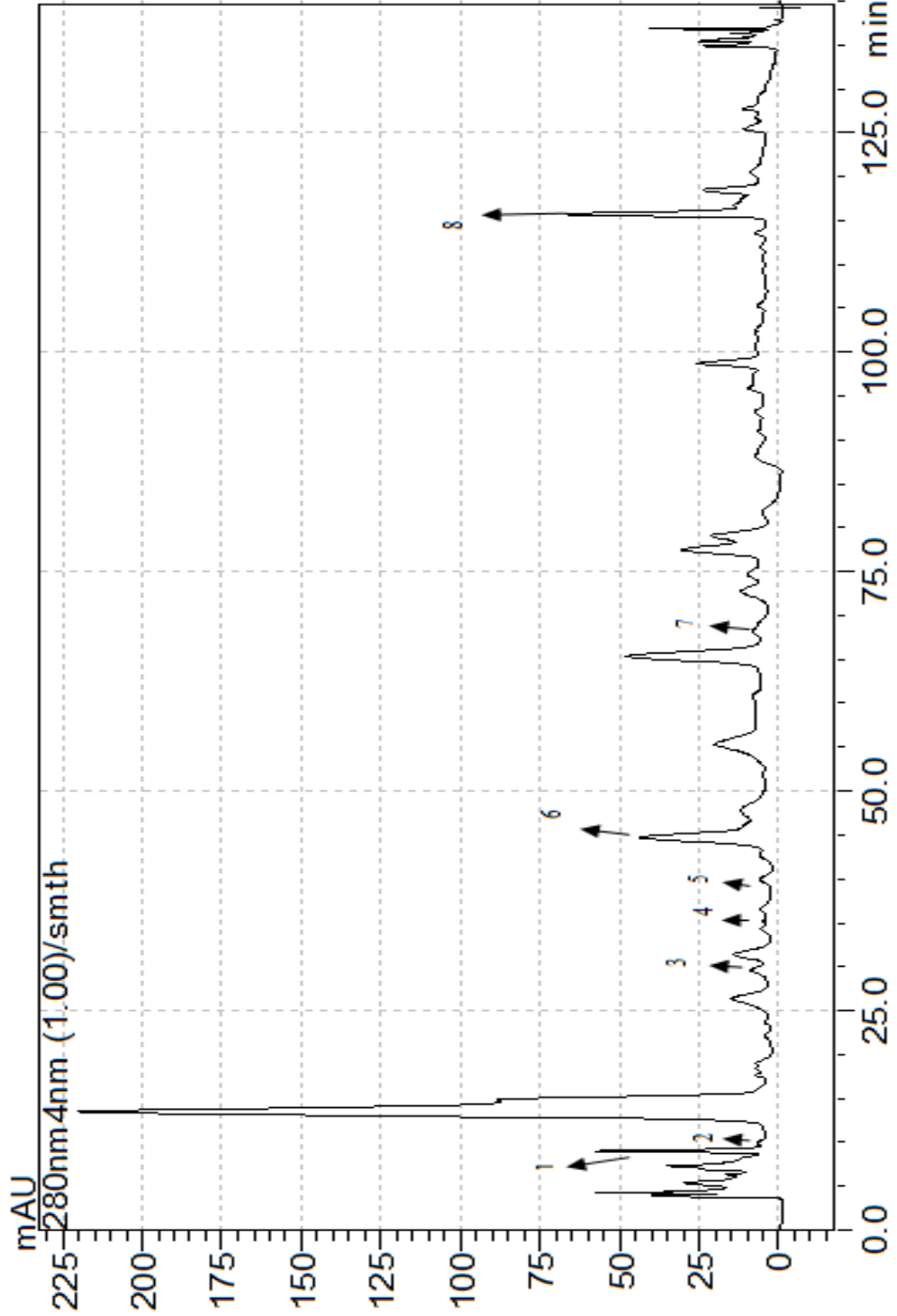
EKLER

EK 1



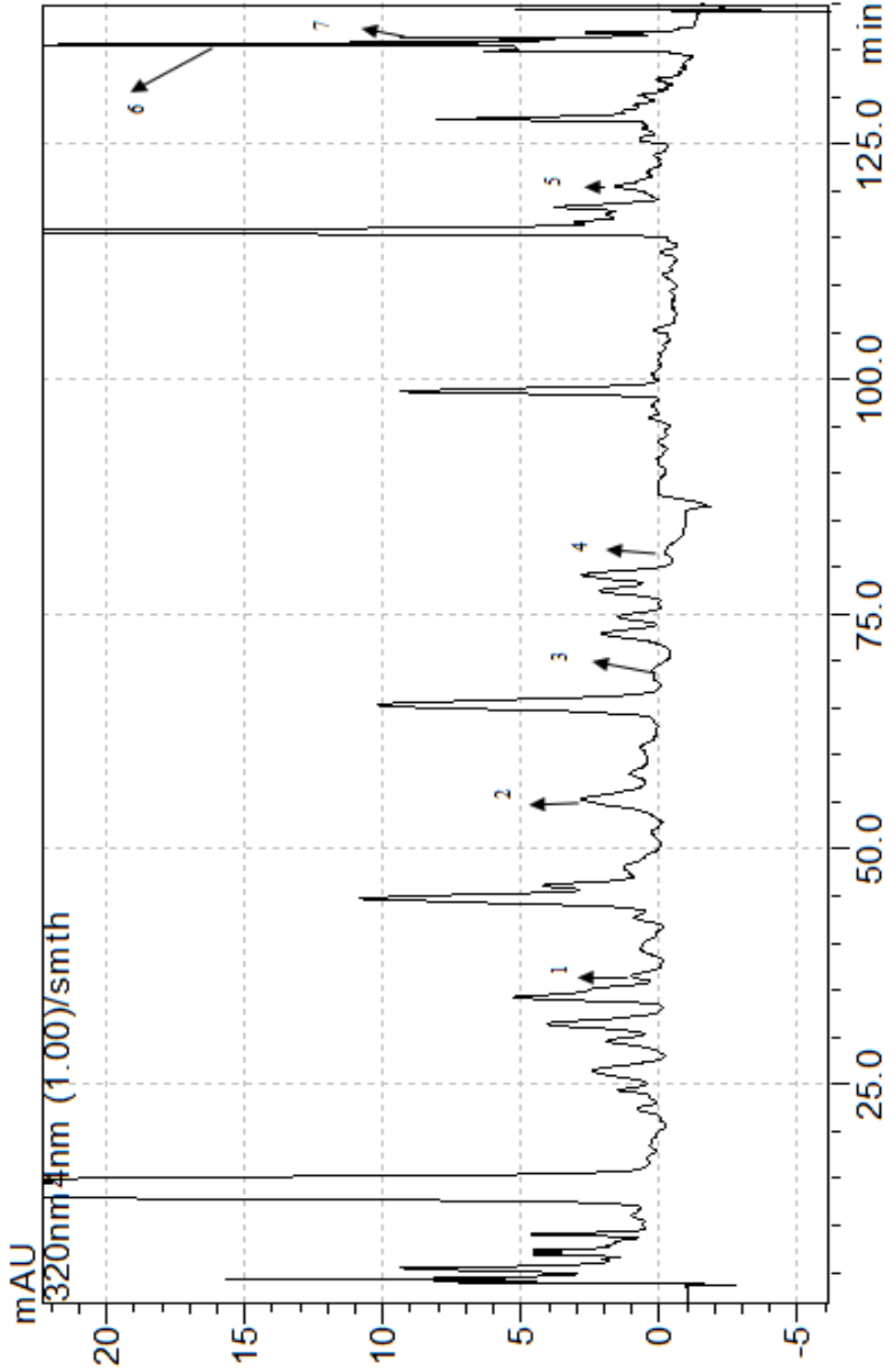
Ek 1. Pastörizasyon aşamasından alınan nar sularına ait hidroksimetilfurfural’ ın HPLC kromotogramı

EK 2



Ek 2. Pastörizasyon aşamasından alınan nar sularına ait fenolik bileşiklerin (280nm) HPLC kromotogramı. 1- gallik asit, 2-protokateşol, 3-vanilik, 4-(±)-kateşin hidrat, 5-şirinjik asit, 6-klorojenik asit, 7-2hidroksi sinamik asit, 8-ellajik asit

EK 3



Ek 3. Pastörizasyon aşamasından alınan nar sularına ait fenolik bileşiklerin (320nm) HPLC kromotogramı.1-kafeik asit, 2-p-kumarik asit, 3-4hidroksi3metoksi sinamik asit, 4-sinapik asit, 5-rutin, 6-kuersetin, 7-kamferol