



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**PİYASADA SATILAN NAR SOSLARININ FİZİKSEL, KİMYASAL VE
ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YUNUS EMRE KAMIŞ

TEMMUZ 2021
GÜMÜŞHANE

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

PİYASADA SATILAN NAR SOSLARININ FİZİKSEL, KİMYASAL VE
ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YUNUS EMRE KAMIŞ

Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
“Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı”
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23/06/2021
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 13/07/2021

TEMMUZ 2021

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tezin yazımına ait kurallara uygun olarak hazırladığım **“Piyasada Satılan Nar Soslarının Fiziksel, Kimyasal ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi”** isimli yüksek lisans tezi çalışmasında; söz konusu tüm bilgi ve belgeleri genel akademik kurallara göre elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 23/06/2021

Yunus Emre KAMIŞ

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PİYASADA SATILAN NAR SOSLARININ FİZİKSEL, KİMYASAL VE
ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yunus Emre KAMIŞ

Gümüşhane Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Bülent AKAR

2021, 96 sayfa

Bu çalışmada piyasada satılan 17 farklı nar sosu ve laboratuvar ortamında rotary evaporatörde uygun koşullarda üretilen nar sosu ile beraber toplamda 18 farklı nar sosunun fiziksel, kimyasal ve antioksidan özellikleri incelenmiştir. Yapılan çalışmada nar sosları numunelerinde briks, % asitlik (sitrik asit cinsinden), pH, hidroksimetil furfural (HMF), renk analizi, antioksidan analizleri, ve şeker analizleri gerçekleştirilmiştir. bunların yanı sıra nar sosu örneklerinin metanolik ekstraktlarının antioksidan aktivite değerleri DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikal süpürme aktivitesi, demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP), toplam antioksidan kapasitesi tayini (TAC), toplam flavonoid tayini (TFC), toplam fenolik madde tayini (TPC), demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (ABTS^{•+}) metodu ile belirlenmiştir. DPPH metoduna dayalı olarak nar sosu örneklerinde

en düşük ve en yüksek antioksidan aktivite değerler sırasıyla 5.23 ± 2.62 - 2822.69 ± 3.01 mg AA/kg olarak tespit edilmiştir. FRAP metodu ile incelenen nar soslarının en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla 57.94 ± 9.35 - 2380.94 ± 46.69 mg FeSO₄/kg olarak ölçülmüştür. TAC metodunun uygulanması ile en düşük değer 660.47 ± 11.06 mg AA/kg olarak, en yüksek değer ise 3690.83 ± 41.00 mg AA/kg olarak belirlenmiştir. TFC analizleri sonucunda en düşük değer 23.06 ± 5.36 mg QEE/kg, en yüksek değer ise 11680.71 ± 1042.63 mg QEE/kg olarak tespit edilmiştir. TPC metodunda ise bu değerler sırasıyla 123.54 ± 10.83 - 9566.95 ± 108.09 mg GAE/kg olarak ölçülmüştür. ABTS metodunda ise en düşük değer 16.95 ± 4.19 mg AA/kg olarak bulunurken, en yüksek değer ise 719.42 ± 0.00 mg AA/kg olarak bulunmuştur. Nar sosu örneklerinden N8, N9, N10, N11, N14, N16 ve N18'in antioksidan aktivite değerleri yüksek olarak ölçülmüşken, diğer numunelerde ise bu değerler daha düşük ölçülmüştür. Suda çözünür kuru madde analizinde (briks) en düşük briks derecesi 70.00 ± 0.00 olarak bulunurken, en yüksek briks derecesi ise 76.70 ± 0.00 olmuştur. Nar sosu örneklerinde yapılan pH analizi sonucu bulunan en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 1.66 ± 0.02 - 2.88 ± 0.03 olmuştur. %titrasyon asitliği (sitrik asit cinsinden) analizi sonucu en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 2.65 ± 0.11 - 7.58 ± 0.16 olarak tespit edilmiştir. İncelenen nar soslarının HMF analizi sonucu minimum ve maksimum değerleri sırasıyla 4.58 ± 0.18 - 103.68 ± 1.53 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan nar soslarında, HMF değerleri genellikle normal değerlerde bulunmuş olsa da, bazı numunelerin HMF miktarlarının yüksek çıktığı görülmüştür. Ticari nar soslarının üretiminde kullanılan hammadde, üretim prosesleri, ilave katkı maddeleri, uygulanan ısı işlemler ve depolama koşulları dikkatli ve özenli bir şekilde yapıldığı takdirde, nar soslarında HMF değerlerinin zararsız düzeyde olabileceği yapılan bu çalışmada görülmüştür. Nar ve nar ürünlerinin olumlu etkileri sebebiyle tüketimi arttırılmalıdır. Fakat nar ürünlerinin özellikle nar soslarının üretimini dikkatli bir şekilde yapılması ve nar soslarının antioksidan ve HMF içeriklerinin uygun değerlerde olmasına dikkat edilmesi önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nar sosu, antioksidan, HMF, fenolik madde, fiziksel özellik, kimyasal özellik.

ABSTRACT
MS THESIS

**DETERMINATION OF PHYSICAL, CHEMICAL AND ANTIOXIDANT
PROPERTIES OF POMEGRANATE SAUCES SOLD IN THE MARKET**

Yunus Emre KAMIŞ

Gümüşhane University
The Graduated Education Institute
Department of FoodEngineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Bülent AKAR

2021, 96 pages

In this study, the physical, chemical and antioxidant values of 18 different pomegranate sauces in total of 17 different pomegranate sauces sold on the market and a pomegranate sauce produced in a rotary evaporator in the laboratory under suitable conditions, were examined. In the study, Brix, % acidity (in terms of citric acid), pH, hydroxymethyl furfural, (HMF), color analysis, antioxidant analysis, and sugar analysis in pomegranate sauce samples were performed. In addition, antioxidant activity values of methanolic extract of pomegranate sauce samples were determined using methods of DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil) radical scavenging activity, iron ion reducing antioxidant power (FRAP), total antioxidant capacity assay (TAC), total flavonoid determination (TFC), total phenolic substance determination (TPC) and iron ion reducing

antioxidant power (ABTS^{•+}). Based on DPPH method, the lowest and highest antioxidant activity values in the pomegranate sauce samples were determined as 5.23 ± 2.62 - 2822.69 ± 3.01 mg AA/kg, respectively. The lowest and highest activity values of pomegranate sauces in FRAP method were determined as 57.94 ± 9.35 - 2380.94 ± 46.69 mg FeSO₄/kg, respectively. With the application of the TAC method to samples, while the lowest value of antioxidant activity was 660.47 ± 11.06 mg AA/kg, the highest value was 3690.83 ± 41.00 mg AA/kg. As a result of TFC analysis, the lowest value was as measured 23.06 ± 5.36 mg QEE/kg and the highest value was determined as 11680.71 ± 1042.63 mg QEE/kg. In TPC method, these values were determined as 123.54 ± 10.83 - 9566.95 ± 108.09 mg GAE/kg, respectively. The lowest value was found to be 16.95 ± 4.19 mg AA/kg by ABTS method while the highest value was found to be 719.42 ± 0.00 mg AA/kg. Antioxidant values in the pomegranate sauce samples were measured high in N8, N9, N10, N11, N14, N16 and N18 while the values in other samples were determined slightly low. In the water soluble dry matter analysis (Brix), the lowest Brix degree was $70.00 \pm 0.00\%$, while the highest Brix degree was $76.70 \pm 0.00\%$. The lowest and highest values found in the pH analysis of pomegranate sauce samples were 1.66 ± 0.02 - 2.88 ± 0.03 , respectively. The minimum and maximum values of the samples were determined as 2.65 ± 0.11 - $7.58 \pm 0.16\%$ respectively as a result of titration acidity (in citric acid) analysis. In HMF analysis, the minimum and maximum values of pomegranate sauces were determined as 4.58 ± 0.18 - 103.68 ± 1.53 mg/kg, respectively. HMF values In pomegranate sauces used in the stud, were usually found to be normal values. However , some of the samples had high HMF levels. The study indicates that HMF values in pomegranate sauces may be harmless if the raw materials, production processes, additional additives, applied heat treatments and storage conditions of commercial pomegranate sauces are carefully performed. Because of the positive effects of pomegranate and pomegranate products, its consumption should be increased. But it is recommended to carefully produce pomegranate products, especially pomegranate sauces. It is important to pay attention to the antioxidant and HMF contents of pomegranate sauces at appropriate values.

Keywords: Pomegranate sauce, antioxidant, HMF, phenolic substance, physical property, chemical property.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmalarım boyunca bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemi asla unutmayacağım saygıdeğer danışman hocam; Dr. Öğr. Üyesi Bülent AKAR' a ve çalışma konumun belirlenmesinde, yürütülmesinde ve değerlendirilmesinde kıymetli fikirleriyle katkı sağlayan çok değerli hocam sayın Doç. Dr. Cemalettin BALTACI' ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Yine laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımları esirgemeyen kıymetli Arş. Gör. Arda AKDOĞAN ve Öğr. Gör. Dr. Merve Tuğçe TUNÇ ODABAŞ hocalarıma ve yüksek lisans öğrencileri değerli arkadaşlarım Miraç OĞUZ ve Şemsettin KAYA' ya tezime bulundukları yardımlarından ve olumlu yönde sundukları desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Son olarak tüm yaşamım boyunca bir an olsun desteğini benden esirgemeyip, her daim yanımda olan beni bu günlere getiren annem Hacer KAMIŞ' a, babam Mehmet KAMIŞ' a ve ağabeyim Yusuf KAMIŞ' a bana sundukları tüm maddi ve manevi imkânlardan dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Yunus Emre KAMIŞ

Gümüşhane, 2021

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	IV
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XIV
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Nar (<i>Punica granatum</i> L.)	2
1.2.1. Narın Dünyadaki Üretimi	3
1.2.2. Narın Türkiye’deki Üretimi.....	4
1.2.3. Narın Beslenme ve Sağlık Üzerine Etkileri.....	5
1.2.4. Nar Meyvesinin Kullanım Alanları	7
1.3. Nar ve Nar Ürünlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	8
1.3.1. Nar Ürünlerinde HMF Oluşumu	12
1.3.2. Nar Meyvesinin Fenolik ve Antioksidan Bileşenleri	12
1.4. Bazı Nar Ürünleri	14
1.4.1. Nar Reçeli	14
1.4.2. Nar Suyu	15
1.4.3. Nar Çiçeği.....	15
1.4.4. Nar Sirkesi	15
1.4.5. Nar Çekirdeği	16
1.4.6. Nar Ekşisi	16
1.4.7. Nar Sosu	18

1.5.	Önceki Çalışmalar	19
1.6.	Çalışmanın Amacı	21
1.7.	Çalışmanın Kapsamı.....	22
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	23
2.1.	Nar Sosu Örneklerinin Temini ve Hazırlanması	23
2.2.	Kullanılan Cihazlar, Malzemeler ve Kimyasallar	23
2.3.	Hazırlanan Çözeltiler	23
2.4.	Nar Sosu Örneklerinde Yapılan Analizler.....	25
2.5.	Suda Çözünür Kuru Madde Tayini.....	25
2.6.	Titrasyon Asitliği Tayini	26
2.7.	pH Tayini	27
2.8.	Renk Analizi	27
2.9.	Hidroksimetil Furfural Tayini	28
2.10.	Toplam Şeker, Glukoz, Fruktoz ve Sakkaroz Tayini	31
2.11.	Toplam Antioksidan Kapasite Tayini (TAC)	33
2.12.	Toplam Fenolik Madde Tayini (TPC)	34
2.12.1.	Standart Kalibrasyon Eğrisi.....	35
2.13.	DPPH Radikal Süpürme Aktivitesi Tayini.....	36
2.13.1.	Ana Stok DPPH (10 mM) Reaktifinin Hazırlanması	36
2.13.2.	DPPH Çalışma Çözeltisinin Hazırlanması	37
2.14.	Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP)	38
2.15.	Toplam Flavonoid Madde İçeriği (TFC)	39
2.16.	ABTS Radikal Süpürücü Etki Tayini	40
2.16.1.	Ana Stok ABTS Çözeltisinin Reaktifinin Hazırlanması	40
2.16.2.	ABTS Çalışma Çözeltisinin Hazırlanması	40
2.17.	Yapay Boyar Tayini.....	42

2.17.1.	Yapay Boya Tayininde Kullanılan Yün İpin Hazırlanışı	42
2.18.	Reolojik Analizler.....	43
2.19.	Nar Sosu Numunelerinin İstatistiksel Analizi	44
3.	BULGULAR ve TARTIŞMA	45
3.1.	Nar Sosu Numunelerinde Briks, % Asitlik (sitrik asit cinsinden), pH, HMF, Fruktoz, Glikoz, Sakkaroz ve Toplam Şeker Analizlerinin Bulguları.....	48
3.1.1.	Nar Soslarının Suda Çözünür Kuru Madde Değerleri.....	49
3.1.2.	Titrasyon Asitliği Değerleri.....	50
3.1.3.	pH Değerleri	52
3.1.4.	Hidroksimetil Furfural (HMF)	54
3.1.5.	Toplam Şeker, Glukoz, Fruktoz ve Sakkaroz Değerleri.....	56
3.2.	Nar Sosu Örneklerinin TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, FRAP Analiz Değerleri	62
3.2.1.	Toplam Antioksidan Kapasite (TAC)	64
3.2.2.	Toplam Fenolik Madde	65
3.2.3.	DPPH Radikal Süpürme Aktivitesi	67
3.2.5.	Toplam Flavonoid Madde İçeriği (TFC)	71
3.2.6.	ABTS Radikal Süpürücü Etki	72
3.3.	Nar Sosu Örneklerinin Renk Değerleri	75
3.4.	Yapay Boya Tayini Bulguları	81
3.5.	Reoloji Analizi Bulguları	81
3.6.	Nar Soslarında Yapılan Analizlerden Elde Edilen Sonuçların Dendrogram (Hiyerarşik Kümeleme Analizi) Grafiği İle Değerlendirilmesi.....	84
4.	SONUÇ ve ÖNERİLER	88
5.	KAYNAKLAR.....	91
6.	EKLER	97
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Nar ekşisi üretim akış şeması (Baysal ve Taştan, 2019).....	18
Şekil 1.2.	Nar ekşili sos üretim akış şeması (Hoca, 2019).....	19
Şekil 2.1.	Analizde kullanılan refraktometre cihazı.....	26
Şekil 2.2.	Analizde kullanılan pH cihazı.....	27
Şekil 2.3.	Analizde kullanılan Hunter Kolorimetresi.....	28
Şekil 2.4.	Hidroksimetilfurfural tayini standart kalibrasyon eğrisi.....	29
Şekil 2.5.	Analiz için hazırlanan çözeltinin filtre edilmesi	29
Şekil 2.6.	Analizde kullanılan HPLC cihazı	30
Şekil 2.7.	Saf su ile homojen hale getirilen nar sosu örnekleri	31
Şekil 2.8.	Balon jojeye aktarılan numuneler	32
Şekil 2.9.	HPLC cihazında okutulmaya hazır vialler	32
Şekil 2.10.	Toplam antioksidan kapasite tayini standart kalibrasyon eğrisi	34
Şekil 2.11.	Analizde kullanılan spektrofotometre cihazı	34
Şekil 2.12.	Toplam fenolik madde tayini standart kalibrasyon eğrisi.....	36
Şekil 2.13.	Spektrofotometre cihazı	36
Şekil 2.14.	DPPH serbest radikal süpürme aktivitesi tayini standart kalibrasyon eğrisi.....	37
Şekil 2.15.	FRAP toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi tayini standart kalibrasyon eğrisi	39
Şekil 2.16.	Toplam flavonoid madde içeriği tayini standart kalibrasyon eğrisi.....	40
Şekil 2.17.	ABTS radikal katyonu süpürücü etki tayini standart kalibrasyon eğrisi	41
Şekil 2.18.	Yün ipi hazırlanışı.....	42
Şekil 2.19.	Kaynatma işlemi	43
Şekil 2.20.	Analizde kullanılan reometre cihazı	44
Şekil 3.1.	Suda çözünür kuru madde sonuçları kutu grafiği.....	49
Şekil 3.2.	Titrasyon asitliği kutu grafiği.....	51
Şekil 3.3.	pH kutu grafiği.....	53
Şekil 3.4.	HMF kutu grafiği	55
Şekil 3.5.	Toplam şeker kutu grafiği	57

Şekil 3.6.	Glukoz kutu grafiği	58
Şekil 3.7.	Fruktoz kutu grafiği	60
Şekil 3.8.	Sakkaroz kutu grafiği	61
Şekil 3.9.	Toplam antioksidan kapasite kutu grafiği	64
Şekil 3.10.	Toplam fenolik madde kutu grafiği	66
Şekil 3.11.	DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi kutu grafiği	67
Şekil 3.12.	DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi (% inhibisyon) kutu grafiği	68
Şekil 3.13.	FRAP toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi kutu grafiği	70
Şekil 3.14.	Toplam flavonoid madde içeriği tayini kutu grafiği	71
Şekil 3.15.	ABTS radikal katyonu süpürücü etki kutu grafiği	73
Şekil 3.16.	ABTS radikal katyonunu süpürücü etki (% inhibisyon) kutu grafiği ...	74
Şekil 3.17.	L değeri kutu grafiği	76
Şekil 3.18.	a değeri kutu grafiği	77
Şekil 3.19.	b değeri kutu grafiği	79
Şekil 3.20.	ΔE değeri kutu grafiği	80
Şekil 3.21.	Nar sosu numunelerinin viskozite/shear rate grafiği	83
Şekil 3.22.	Nar sosu numunelerinin görünür viskozite grafiği	84
Şekil 3.23.	Nar sosu numunelerinin analiz sonuçları dendrogram grafiği	85
Şekil 3.24.	Nar sosu numunelerinde yapılan analizlerin sonucu elde edilen temel bileşen analizi grafiği	86

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1.	Türkiye'de yıllara göre nar üretimi (URL-1, 2019).	5
Tablo 1.2.	Nar kabuğunda bulunan bazı mineraller (Urgancı, 2019).	9
Tablo 1.3.	Narın besin öğeleri (Vatansever, 2018).	10
Tablo 1.4.	Nar meyvesinin farklı kısımlarının fenolik içerikleri (Şengül, 2014).	13
Tablo 1.5.	Bazı nar çeşitlerinin meyvelerinin toplam fenolik, antosiyanin ve antioksidan bileşenleri (Ozgen vd., 2008).	14
Tablo 1.6.	Nar ekşisinin bazı özellikleri (Vatansever, 2018).	17
Tablo 3.1.	Nar sosu örneklerinin fizikokimyasal analizlerinin ve antioksidan parametrelerinin korelasyon matrisi	46
Tablo 3.2.	Nar sosu numunelerinin briks, % asitlik (sitrik asit cinsinden), pH, HMF, fruktoz, glikoz, sakkaroz ve toplam şeker analiz sonuçları	48
Tablo 3.3.	Nar sosu örneklerinin TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, FRAP analiz sonuçları	63
Tablo 3.4.	Nar sosu numunelerinin renk analizi sonuçları.....	75
Tablo 3.5.	Reoloji analizi sonucu elde edilen değerler	82

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°Bx	: Briks derecesi
°C	: Santigrat derece
%	: Yüzde
μ	: Mikro
μg	: Mikrogram
μL	: Mikrolitre
•	: Radikal
AA	: Askorbik asit
A.B.D	: Amerika Birleşik Devletleri
ABTS	: 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)
BHA	: Butillenmiş hidroksianisol
BHT	: Butillenmiş hidroksitoluen
Ca	: Kalsiyum
Cy	: Siyanidin
cy-3gluc	: Siyanidin 3-glukozit
d	: Yoğunluk
dk	: Dakika
DNA	: Deoksiribo nükleik asit
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
Fe	: Demir
FeSO ₄	: Demir sülfat
FRAP	: Demir (III) indirgeme / antioksidan kapasite
g	: Gram
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
HCl	: Hidroklorik Asit
HMF	: Hidroksimetilfurfural
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
K	: Potasyum
kcal	: Kilokalori
kg	: Kilogram
L	: Litre
LDL	: Düşük yoğunluklu lipoprotein
m	: Metre
M	: Molarite
Max	: Maksimum
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
Min	: Minimum
mL	: Mililitre
mM	: Milimolar

mmol	: Milimol
Mo	: Molibden
mPa.s	: Milipaskal-saniye
N	: Normalite
NaOH	: Sodyum Hidroksit
NH ₃	: Amonyak
nm	: Nanometre
P	: Fosfor
Pa	: Paskal
PAH	: Polisiklik aromatik hidrokarbon
pH	: Hidrojen potansiyeli
QEE	: Kateşin eşdeğeri
s	: saniye
SSA cin	: Sitrik asit cinsinden
TAC	: Toplam antioksidan kapasite
TAK	: Toplam antioksidan kapsite
TE	: Troloks eşdeğeri
TEAC	: Troloks eşdeğer Antioksidan Kapasite (Spektrofotometrik)
TFC	: Toplam flavonoid kapasite
TPC	: Toplam fenolik kapasite
TPTZ	: Tripridiltriazin
TS	: Türk standardı
TSE	: Türk Standardları Enstitüsü
v	: Hacim
vb	: Ve benzeri
Zn	: Çinko

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Meyve üretiminde kültüre alınan en eski bitkilerden birisi olan narın anavatanı Ön Asya'dır. Nar çok yıllık bir bitki olmakla birlikte, ticari değeri kadar kültürel hayatta da çok önemli bir yer tutmaktadır. Nar meyvesinin kültürel tarihinin ve yetiştiriciliğinin 5000 yıl öncesine kadar gittiği kaynaklarda belirtilmektedir. Dolaysı ile nar meyvesi tarihte çok önemli bir yere sahiptir. Nar meyvesinden İslamiyet, Hristiyanlık ve Musevilik'te bahsedilmekte ve kutsal kitaplarda da bu meyvenin adı geçmektedir (Kurt ve Şahin, 2013; Şenocak, 2016).

Nar meyvesi, İran, Kaliforniya, Türkiye, Mısır, İtalya, Hindistan, Şili, İspanya Orta Doğu ve Akdeniz gibi farklı iklimsel kuşaklar sahip bölgelerde yetiştirilmektedir (Fischer vd., 2011; Topuz vd., 2014; Maskan, 2006; Erbil ve Arslan, 2019). Ülkemiz, nar bitkisinin anavatanı sınırları içerisinde yer almakta ve binlerce yıldır nar meyvesi insanlar tarafından üretilip tüketilmektedir. Ülkemizde en çok Akdeniz Bölgesi'nde üretilen nar meyvesi, Güneydoğu Anadolu ve Ege Bölge'lerinde de yüksek miktarlarda üretilmektedir (Gündoğdu ve Yılmaz, 2013; Hepsağ vd., 2019; Özkal ve Dinç, 1993). Ülkemizde Göksu Vadisi (Mersin), Sakarya Vadisi ve Bilecik mikroklima özelliği gösteren ve nar üretimi için uygun bölgelerdir. Ayrıca Doğu Anadolu Bölgesi'nde de nar bitkisi için mikroklima özelliği gösteren alanlar mevcut olmakla birlikte, bu alanlarda önemli sayılabilecek miktarlarda nar üretimi yapılmaktadır (Gündoğdu ve Yılmaz, 2013).

Nar meyvesi içerisinde bulundurduğu fenolik maddeler, antioksidanlar, organik asitler, vitaminler, polisakkaritler, şekerler, mineraller ve biyoaktif bileşenler ile insan sağlığı üzerinde birçok olumlu etki oluşturmaktadır (Topuz vd., 2014; Muradoglu vd., 2006; Maskan, 2006). Nar meyvesine bu özelliklerinden dolayı talep artışı olmuş ve son zamanlarda popülaritesi en çok artan meyvelerden birisi olarak yerini almıştır (Muradoglu vd., 2006; Durgaç vd., 2008; Teksur, 2015). Artan talep doğrultusunda nar meyvesinin üretim miktarları ülkemizde ve dünya genelinde her geçen yılla birlikte artmakta ve nar meyvesinin ithalat ve ihracat değerleri yükselmektedir (Muradoglu vd., 2006). Antioksidan aktivitesi yüksek olan nar meyvesi, hücre oksidasyonunu önlemektedir. İnsanların ilerleyen yaşlarında vücutta antioksidan üretimleri yavaşladığından dolayı, antioksidan içeriği yüksek

olan gıdaları tüketmeleri ve bağışıklıklarını güçlendirmeleri gerekmektedir. Antiproliferatif, antiviral, antiaging, antimikrobiyal özelliklere de sahip olan nar meyvesi, insan sağlığı açısından önemli role sahiptir (Ergin, 2019). Fonksiyonel gıdalar içerisinde sınıflandırılan nar meyvesi kanser, kalp damar hastalıklarının önlenmesinde ve tedavi edilmesinde, kan basıncını düşürerek hipertansiyonun engellenmesinde etkilidir. Ayrıca, kabızlık, ishal, kusma ve mide yanmaları gibi sindirim sistemi bozukluklarına karşı etkili olduğu bilimsel araştırmalar sonucu kanıtlanmaktadır (Karaca ve Şen , 2014).

Nar meyvesinin, meyve suyu, konserve, sirke, yağ, pektin, tanen, mürekkep hammaddesi, boya, sitrik asit ve ilaç gibi farklı endüstriyel kullanım alanlarının olması, dünya pazarlarında ön plana çıkmasında rol oynamaktadır (Muradoğlu vd., 2006; Maskan, 2006; Gündoğdu ve Yılmaz, 2013). Ayrıca nar çekirdekleri salata ve tatlılarda garnitür olarak ta kullanılmaktadır (Maskan, 2006).

Nar insanlar tarafından en çok taze meyve olarak tüketilirken nar suyu, nar reçeli, nar şarabı, nar tanesi kurusu, nar pekmezi, nar ekşisi veya nar sosu olarak da sıkça tüketilmektedir. Ülkemizde geleneksel olarak mutfaklarda kullanılmakta olan nar ekşisi, bazı yemeklere ve salatalara ekşi-tatlı tat vermesi amacı ile kullanılmaktadır. Son yıllarda nar ekşisi sosları da ticari olarak satılmaktadır (Erbil ve Arslan , 2019). Nar ekşisinin, nar meyvesi suyunun içinde bulunan şekerin karamelize olması ve suyun uzaklaştırılmasıyla üretimi gerçekleştirilmektedir. Nar meyvesi presleme aşamasından geçtikten sonra, çıkan nar suyunun durultulması ve uygun şartlarda açıkta ya da vakum altında konsantre edilerek nar ekşisi üretimi yapılmaktadır (Baysal ve Taştan, 2019).

Nar sosu üretiminde, yeterli miktarda sos veren ve uygun sos bileşimleri kullanılması önemli rol oynamaktadır. Ülkemizde nar sosları salatalarda ve birçok yemekte kullanılmaktadır (Maskan, 2006; Dayi vd., 2017). Geleneksel ve küçük çaplı firmalar tarafından üretimine katkı sağlanan nar sosları, büyük çaplı üretim yapan firmalar tarafından üretilmektedir (Dayi vd., 2017). Nar soslarında renk, lezzet, tat, tekstür geliştirme, depolama ve raf ömrü sürelerini uzatma gibi kriterler göz önünde bulundurularak, bu kriterleri korumak amaçlı gıda katkı maddeleri ilave edilmektedir (Hoca, 2019).

1.2. Nar (*Punica granatum* L.)

Nar, kültür tarihi M.Ö. 3000 yılına öncesine kadar giden, anavatanı Güney Kafkasya, İran, Afganistan, Güney ve Batı Asya, Anadolu ve Akdeniz arasındaki bölgeleri kapsayan,

Punicaceae familyası içerisinde yer alan *Punica* cinsine ait olan ve latince ismi *Punica granatum* L. olan odunsu bir bitkidir (Yıldız vd., 2013). Nar bitkisi, tropikal ve sub-tropikal iklimlerin bitkisi olmakla birlikte, farklı koşullar altında üretimi yapılabilen, yağış çeşidinin etkili olduğu, kışları yağışlı, yazları sıcak ve kurak olan bölgelerde yetişir. Ülkemizde de Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde 1000 metre rakıma kadar olan yükseltilerde yetişen bir bitkidir (Yıldız vd., 2013).

Türkiye’de nar yetiştirilen bölgeler yazları ortalama olarak 26-28 °C, kışları ise ortalama 5.5 °C sıcaklık değerlerine sahiptir. Ayrıca nar bitkisi -10°C’ye kadar direnç gösterebilmektedir. Toprak çeşitliliği açısından fazla seçici olmayan nar bitkisi terra-rossalar ile birlikte kırmızı renkli topraklarda daha iyi bir gelişim gösterirken, nemli, geçirgen ve derin topraklarda da gelişim göstermektedir (Hepsağ vd., 2019). Nar, vejetatif gelişme evresi 180-215 gün, çiçeklenme evresi 50-75 gün, nar meyvesinin gelişme ve büyüme evresi ise 120-160 gün olan bir tohumlu bitki türüdür (Gündoğdu vd., 2015).

Nar, meyveleri çok taneli ve etli tohumlardan oluşan, koyu kırmızı renkten beyaza kadar farklı tonlarda renklere sahip olup, boyları 2-5 m. arasında değişen çalı formunda bitkidir (Kurt ve Şahin, 2013). Nar meyvesi iri ve küresel, üstten de hafifçe basıktır. İçinde taneleri olup, beyazımsı sarı, sarı yeşil veya kırmızı renkte bir kabukla kaplıdır. Meyvenin yenen kısmı bir zar ile kaplı odacıklardan oluşan bölümlere yerleşmiş tanelerden oluşmaktadır. Bu odacıkları ayıran zar daha ince, alt ve üst tarafta daha kalın yapıdadır. Nar meyvesinin yenilebilir kısmı yaklaşık olarak tüm meyvenin ağırlıkça %52’sini oluşturmaktadır (Okumuş, 2016).

Potasyum ve karbonhidrat açısından oldukça zengin olan nar meyveleri tatlı, mayhoş ve ekşi olarak gruplandırılıp buna göre pazarlanmaktadır (Kurt ve Şahin, 2013). Günümüzde yetiştirilen nar türlerinden bazıları; Ekşilik, Ekşi Gökmar, Erdemli Aşınar, Ernar, Fellahyemez, Hicaz Nar, Katırbaşı, Lefan ve Silifke Aşısı olmaktadır (Hepsağ vd., 2019; Gündoğdu vd., 2015). Nar çeşitleri ayrı öneme sahip olmakla birlikte tarımı yapıldığı bölgeyle özdeşleşmişlerdir. Siirt’in Şirvan ilçesinde bulunan Dişlınar Köyü’nde yetiştirilen Zivrik narı bu duruma örnek olarak verilebilir (Hepsağ vd., 2019).

1.2.1. Narın Dünyadaki Üretimi

Dünya genelinde nar meyvesi üretimi 2 milyon ton seviyelerindedir (Özmert ve Ergin, 2019). Dünya üzerinde nar üretimi ve ihracatçısı olan başlıca ülkeler arasında Peru,

Hindistan, Arjantin, Amerika, Güney Afrika, İspanya, Çin, Türkiye ve İran bulunmaktadır. Nar meyvesi, sağlık üzerine olumlu etkileri ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı dünya üzerinde birçok ülkede talep görmekte ve bu talep karşısında da üretimi yıllar geçtikçe artmaktadır. 2018 yılı verilerine bakıldığında nar üretiminde sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Hindistan, İsrail, Mısır, İspanya, Türkiye, Afganistan ve Belçika gibi ülkeler ilk sırada yer almaktadır (Vatansever, 2018).

Birçok kaynakta İran, Kafkasya ve Kuzey Hindistan çevresi narın anavatanı olarak gösterilse de Anadolu ve Akdeniz Havzası'nda çok daha geniş bir bölgede nar üretimi uzun yıllardır yapılmaktadır. Günümüzde ise Avustralya'dan Güney Afrika'ya, Amerika Birleşik Devletleri'nden Çin'e kadar büyük bir alanda nar tarımı yapılmaktadır. Nar, toprak ve iklim koşulları açısından tolerans gösterebilen bir bitki olduğundan dolayı Güney Amerika'da, Avustralya'da, Güney Afrika'da, Afganistan, Hindistan ve Çin'de tarımı yapılmaktadır. Nar meyvesini kuşların tüketmesi ile ve daha sonrasında dışkı yoluyla çekirdekleri toprağa aktarılması ile doğal yolla geniş bir alana yayılması sağlanmaktadır. Nar bununla birlikte Kuzey Afrika ve Okyanusya gibi bölgelere yayılma imkanı bulmaktadır (Kurt ve Şahin, 2013).

1.2.2. Narın Türkiye'deki Üretimi

Türkiye'de nar bitkisinin tarımının yapılması çok eski yıllara dayanmasına rağmen narın meyvecilik sektöründeki gelişimi 2000'li yılların başlarından itibaren görülmektedir. Nar bitkisinin ortam şartlarına kolay uyum sağlaması ve toprak çeşidi açısından da seçici olmaması son yıllarda ülke genelinde yayılım göstermesinin önemli nedenleri arasında yer almaktadır. Nar üretiminde son yıllarda önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Bu gelişmeler üretim, çeşit ve yetiştirme alanlarında görülmektedir. Ülkemizin değişik iklimlerine uyum sağlayabilen nar bitkisi çeşitlerinin geliştirilmesinde görülen artış ve kullanım alanlarının artması 2000'li yıllardan itibaren nar meyvesi üretiminde artışın ana nedenleridir. Ayrıca, nar üretiminin artışında, dikim alanlarının büyümesi ve ağaç sayısının artması da etkili olmaktadır. Türkiye'de nar bitkisi meyve bahçelerinde dağınık şekilde yetiştirilirken, son yıllarda Tarım Bakanlığı'nın sağladığı teşvik ve sertifikalı nar fidanlarından oluşan bahçelerin tesis edilmesi önem kazanmaktadır. Nar meyvesinin gelişiminde insan sağlığı üzerine olumlu etkilerin olduğunun anlaşılması ve kullanım alanlarının çokluğu önemli rol oynamaktadır (Kurt ve Şahin, 2013).

Türkiye’de nar üretiminde başta Akdeniz, Ege, Güneydoğu Anadolu ve Orta Kuzey (Bilecik, Eskişehir) Bölgeleri gelmektedir. Üretimin büyük bir kısmı Antalya, Muğla, Mersin, Adana ve Hatay’da yapılmaktadır. TÜİK (2018) verilerine göre Antalya’da 123880 ton, Muğla’da 87306 ton, Mersin’de 83159 ton, Adana’da 67688 ton, Hatay’da 2.012 ton nar üretimi yapılmaktadır (Hoca, 2019; Şimşek ve Gülsoy, 2017).

Ülkemizde nar üretimi TÜİK (2008) verilerine göre 127760 ton iken, TÜİK (2015) verilerine göre bu rakam 445750 tona çıkmaktadır (Baysal ve Taştan, 2019). Türkiye’de narın 2018 yılında üretim miktarı Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1. Türkiye’de yıllara göre nar üretimi (URL-1, 2019).

İller	2014 (ton)	2015 (ton)	2016 (ton)	2017 (ton)	2018 (ton)
Antalya	108.79	107.24	111.04	113.04	123.88
Muğla	68.35	65.75	73.18	81.40	87.31
Mersin	35.02	61.92	66.60	72.15	83.16
Adana	39.74	39.72	44.86	47.70	67.69
Denizli	23.36	45.59	44.75	45.62	44.13
Hatay	22.16	20.77	20.43	27.46	22.01
Gaziantep	18.86	19.37	18.58	19.23	19.38
Aydın	16.43	17.18	14.97	15.80	15.12
İzmir	9.99	11.85	13.02	14.04	14.89
Adıyaman	4.43	5.11	7.75	9.67	10.30
Şanlıurfa	7.91	9.26	9.49	10.24	10.02
Diğer iller	42.31	42.00	40.53	46.26	39.98
Toplam	397.34	445.75	465.20	502.61	537.85

1.2.3. Narın Beslenme ve Sağlık Üzerine Etkileri

Meyvelerin besin kalitesine olan ilgi giderek artmaktadır. İnsanlar, sağlıklı bir yaşam için sağlıklı besinler tüketme gerekliliğinin her geçen gün daha fazla farkına varmaktadır (Boussaa vd., 2020). Hastalık riskinin azaltılmasında yararlı olan birkaç grup madde içermesi, insan beslenmesinde büyük fayda sağlayan işlevsel bir ürün olduğunun

düşünülmesi, nar meyvesine karşı olan ilgiyi artırmaktadır (Çam vd., 2009; Şimşek ve İkinci, 2017).

Nar eski zamanlardan beri birçok kültürde insanlar tarafından tüketildiği bilinen en eski terapötik özellikteki mitolojik meyvelerden birisidir. Nar bitkisel bir ilaç olarak ülser, dizanteri ve ishal gibi hastalıkların ve mikrobiyal enfeksiyonların tedavilerinde ve ateşin düşürülmesinde, halk arasında sıklıkla kullanılmaktadır (Vatansever, 2018). Nar meyvesi ve suyunun 2000’li yıllardan sonra antioksidan, antidiyabetik, antiinflamatuvar, antifungal, antibakteriyel, antiviral, antiaterosklerotik, hipoglisemik, antikarsinojenik, antiaterojenik, antiproliferatif, immünomodülasyon gibi insan sağlığı üzerine olumlu etkileri bilimsel çalışmalar ile doğrulanmıştır. Bu özelliklerin bilinmesinin doğal bir sonucu olarak ta nar meyvesi üretimi ve buna bağlı olarak ta ekonomik getirisi de artmaktadır (Hoca, 2019; Şimşek ve İkinci, 2017).

Nar meyvesi diyet lifleri, organik asitler, mineraller ve vitaminler gibi iyi bilinen besinsel ve biyoaktif bileşikler kaynağıdır (Boussaa vd., 2020). Nar meyvesi içerdiği antioksidan, polifenolik maddeler, C vitamini, alkoloidler, flavanoidler ve reçineli maddelerden dolayı kalp damar hastalıklarını önlemede, kanseri önlemede, tansiyonu yüksek olan bireylerin kan basıncını düşürerek hastalığı önlemede, ishali, mide yanmalarını, kabızlığı, kusmayı, öksürüğü kesmede bilimsel araştırmalar sonucu kanıtlanmış ve fonksiyonel gıdalar arasına dahil edilmektedir (Karaca ve Şen, 2014; Gündoğdu ve Yılmaz, 2013; Şimşek ve İkinci, 2017).

Çevre kirliliği veya metabolik faaliyetler, radyasyon gibi unsurlar sonucu insan vücudunda serbest radikaller oluşmaktadır. Serbest radikaller diğer moleküllerle tepkimeye girerek DNA, lipid ve protein moleküllerinin yapılarında hasar oluşturmaktadır. Bu serbest radikallerin meydana getirdiği oksidasyonları durdurmaya veya yavaşlatmaya ancak antioksidanlar yardımcı olabilmektedir. Nar suyu, ellagitanninler, gallotanninler, elajik asitler, gallajik asitler, kateşinler, antosiyaninler, ferulik asitler ve kuersetinler dahil olmak üzere polifenoller bakımından zengindir. Bu polifenoller, serbest radikalleri ortadan kaldırmak, oksidasyonu ve mikrobiyal büyümeyi engellemek ve kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kanserlerin riskini azaltmak gibi çeşitli biyolojik aktiviteler sergilemektedir (Topuz vd., 2014). İnsanların ilerleyen yaşlarında vücutlarında antioksidan üretimi azalmaktadır. Bu sebepten dolayı antioksidan içeriği yüksek gıda maddeleri tüketmeleri gerekmektedir. İnsan vücudunda antioksidan içeriğinin az olması sonucu olarak ciltte kırışıklık, daha hızlı yaşlanma, kanser, diyabet, alzheimer, parkinson ve kalp-damar

hastalıkları ortaya çıkmaktadır. Nar meyvesi içerdiği yüksek miktarda antioksidan sayesinde bu hastalıklarından korunmada ve bu hastalıkların tedavisinde önemli rol oynamaktadır (Özmert ve Ergin, 2019).

Yapılan bazı çalışmalar ile olarak nar meyvesinin dansiteli lipoprotein kolesterol oksidasyonunu, makrofajlarda fom hücresi oluşumunu ve ateroskleroz gelişimini durdurucu etkisi olduğu gösterilmiştir. Buna ek olarak arter stenozu olan kişilerde, nar meyvesi suyu tüketiminin bir sonucu olarak karotis intima media kalınlığı, kan basıncı ve LDL oksidasyonunda iyi bir seviyede azalma olduğu gösterilmiştir (Akbulu vd., 2010).

Nar bitkisi yaprak ve kabuklarından elde edilen bileşenlerin antidiyabetik ve hipolipidemik etki gösterdiği yapılan çalışmalar doğrultusunda tespit edilmiştir. Nar meyvesinden elde edilen nar suyunun böbrek taşı düşürmede olumlu sonuç verdiği belirtilmektedir. Nar meyvesinin iç kabuğu, dış kabuğu ve nar meyvesinin suyu damar sertliğine karşı engelleyici etki göstermektedir (Çil vd., 2020).

1.2.4. Nar Meyvesinin Kullanım Alanları

Nar meyveleri, ilaç ve gıda işleme endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Nar meyvelerinin tohumları, fenoliklerin ve tıbbi özellikler gösteren antioksidanların varlığından dolayı geleneksel olarak halk ilacı olarak kullanılmıştır. Antik çağlardan beri insanlar çeşitli faydalı biyoaktif bileşiklerin varlığı nedeniyle narı süper bir meyve olarak nitelendirmektedirler (Kumar vd., 2020).

Nar meyvesinin bileşimi, değerlendirilmesi ve depolanması gibi konularda çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Narın, meyve olarak tüketilmesi dışında meyve suyu, nar ekşisi, nar sosu, konsantre, reçel, marmelat, sirke, jöle, hayvan yemi, dane konservesi ve şarap gibi farklı endüstriyel kullanım alanlarının olması dünya pazarında onun önem kazanmasını sağlamaktadır (Gölükcü vd.,2008; Tehranifar vd., 2010; Şimşek ve İkinci, 2017). Bu gıda ürünlerinin yapımında posa olarak artan kısımda nar çekirdeğini oluşturmaktadır. Nar meyvesinden elde edilen nar çekirdeklerinin yağ içeriği çeşit, yetiştirme koşulları ve iklim gibi farklı etmenlere bağlı olarak %6.63-19.3 aralığında değişebildiği gösterilmektedir (Gölükcü vd., 2008).

Nar meyvesinden elde edilen nar suyunun %40 ortalama verimi olduğu bildirilmektedir. Nar suyunun tüketilme oranının artmasında, nar suyu ve konsantresinin yüksek antioksidan içeriğe sahip olması önemli rol oynamaktadır. Nar meyvesinden elde

edilen nar suyunun yan ürünleri olarak elde edilen ve polifenolik bileşik içerik miktarı yüksek olan nar posası, nar çekirdeği ve nar kabuklarının hayvanların beslenmesinde antimikrobiyal, antioksidan ve kolesterol düşürücü olarak yemlere ilave edildiği belirtilmektedir. Nar meyvesinin kabuk kısmında yüksek seviyede tanen içeriğinin bulunması deri tabaklamada, kumaş ve deri boyamada onların kullanılmasına imkan sağlamaktadır. Nar aynı zamanda ilaç, yemeklik yağ üretimi, kozmetik sanayi gibi birçok alanda kullanımı olan bir meyvedir (Şengül, 2014).

1.3. Nar ve Nar Ürünlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Nar bitkisi çiçeği, turuncu-kırmızı renkte ve iki eşeylidir. Çiçekler ağaç dalları boyunca tek tek veya kümeler halinde bulunmaktadır. Taç yaprakları çanak halkası arasında çıkmaktadır. Nar meyvesinde iki tip çiçek bulunmaktadır. İlk çiçekte çanak halkası silindirik şeklinde ve geniştir. Bu çiçekler küçük bir nar meyvesine benzemekte ve nar çiçeğinin meyveye dönüşmesini sağlamaktadır. İkinci çiçek ise kısır ve meyveye dönüşmeyen çiçeklerdir (Dokuzoğuz ve Mendilcioğlu, 1978).

Nar ağacı farklı toprak tiplerinde ve farklı iklim koşullarında yaşayabilen bir tür olmasına rağmen, genel olarak nar ağacının -10°C'ye kadar dayanabilir olduğu fakat -15°C'de dalları, -20°C'de ise gövdesi tamamen ölebilmektedir. Nar, vejetatif gelişme periyodu 180-215 gün, çiçeklenme periyodu 50-75 gün, meyvenin büyüme ve olgunlaşma periyodu 120-160 gün olan bir meyvedir (Gündoğdu vd., 2015).

Nar meyvesi başlıca 4 ana kısımdan oluşmaktadır. Bunlar; taneler, kabuk, nar ana zarı ve nar çekirdeğidir. Nar meyvesinin dış kısmı farklı kalınlıklardaki kabuk ile çevrilidir. Narın dış kısmı beyazımsı renkten, mora veya parlak kırmızı rengine kadar değişebilmektedir. Nar meyvesinin çekirdekleri farklı boyutlarda, sertlikte ve farklı şekillerde olmakla birlikte, bazı türlerin çekirdekleri yumuşak yapıya sahipken bazı türlerinin ise yenilemeyecek kadar sert yapıda olduğu bilinmektedir. Açık renkli ve pembemsi türler, koyu ve kırmızı türlerden genel olarak daha tatlı ve tane tatları ise şekerli ve aromatik bir tattan ekşi veya yavan bir tada kadar değişiklik göstermektedir. Nar meyvesinin bileşimlerini etkileyen faktörler; yetiştirme koşulları, iklim şartları, depolama şartları ve olgunluk durumu olarak gösterilmektedir. Nar meyvesinin yaklaşık %50'lik kısmı meyvenin tanelerini oluşturmaktadır ve bu kısmında %40'ı nar tanelerini ve %10'u ise nar çekirdeklerini oluşturmaktadır (Vatansever, 2018). Nar tanelerinin 100 gramında yaklaşık

olarak %79 oranında su bulunmaktadır (Karaca, 2011). Narın meyve kısmı birçok organik asitleri (sitrik asit, malik asit, askorbik asit vs.), yapısında bulundurmaktadır (Vatansever, 2018).

Narın kimyasal bileşimi yetiştirme bölgesi, çeşit, olgunluk, iklim koşulları ve depolama koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte, nar meyvesi bileşimleri protein, karbonhidrat, yağ, vitamin, flavonoid organik asit, alkaloidler polisakkaritler, mineral ve toplam fenolik madde bakımından çok zengin olan terapötik değeri ile bilinen bir meyve türüdür (Kışla ve Karabıyıklı, 2013; Bölek, 2020; Kalaycıoğlu ve Erim, 2017; Çil vd., 2020). Nar meyvesi bulunan bu bileşenler sayesinde sağlık üzerinde olumlu etkileri sebebiyle birçok ülkede gıda takviyesi ve ilaçlarda etken madde olarak kullanılmaktadır. Nar meyvesinin kabukları flavonoidler, mineraller, proantosiyanidinler ve kondanse tanenler açısından çok zengindir. Buna ek olarak nar meyvesinin kabuğu iyi bir lif kaynağı olmakla birlikte, kabuk kısmında antimikrobiyal, antioksidan madde içeriklerinin diğer kısımlardan daha fazla olduğu araştırmalar sonucunda bildirilmektedir (Bölek, 2020). Nar meyvesi kabuğunda bulunan bazı mineraller Tablo 1.2’de gösterilmiştir.

Tablo 1.2. Nar kabuğunda bulunan bazı mineraller (Urgancı, 2019).

Mineral	Konsantrasyon (µg/g)
Çinko	3.68-8.03
Mangan	0.02-4.50
Demir	1.21-22.60
Fosfor	33.96
Magnezyum	1644.47
Kalsiyum	645.70-1192.04
Potasyum	2849.46-16237.41

Nar meyvesinde bulunan şeker bileşenleri glukoz ve fruktozdur (Ünal vd., 1995). Glukozun en çok mayhoş narlarda, en az ise ekşi nar çeşitlerinde olduğu; fruktozun ise tatlı nar meyvelerinde daha çok, ekşi nar çeşitlerinde daha az olduğu belirtilmektedir (Gündoğdu ve Yılmaz, 2013). Nar meyvesi çeşitlerinde ağırlıklı olarak bulunan organik asit sitrik asit olmakla birlikte, bunu malik asit takip etmekte ve okzalik asit, askorbik asit ve tartarik asit ise az miktarda bulunmaktadır. Kuinik asit ve süksinik asitler de bazı nar meyvesi çeşitlerinde az miktarda bulunmaktadır (Vatansever, 2018).

Nar meyvesinin yaklaşık olarak 100 g tanesinin 72 kcal enerji, 16.6 g karbohidrat, 1 g protein, 379 mg potasyum, 13 mg kalsiyum, 12 mg magnezyum, 7 mg C vitamini, 1 mg sodyum, 0.7 mg demir, 0.3 mg niasin, 0.17 mg bakır içerdiği belirtilmektedir. (Vatansever, 2018). Tablo 1.3'te A.B.D. Tarım Bakanlığı'na ait nar meyvesinin bileşimleri görülmektedir.

Tablo 1.3. Narın besin öğeleri (Vatansever, 2018).

Besin maddesi	Birim	100 g narda
Su	g	77.93
Enerji	kcal	83.00
Protein	g	1.67
Toplam yağ	g	1.17
Karbonhidrat	g	18.70
Diyet lifi	g	4.00
Toplam şeker	g	13.67
Mineraller		
Potasyum	mg	236
Fosfor	mg	36
Magnezyum	mg	12
Kalsiyum	mg	10
Vitamin C	mg	10.20

Nar meyvesi türüne göre değişmekte olsa da narlarda en çok bulunan mineral maddeler potasyum, fosfor, magnezyum ve kalsiyumdur (Gündoğdu ve Yılmaz, 2013).

Nar ürünü olan nar ekşisi, asitliği yüksek ve rengi kırmızı olan nar meyvesinden elde edilen nar sularının filtrasyonundan sonra, kazanlarda ısıtılarak işlem uygulanarak kıvamlaştırılması, ardından soğutulup şişelenmesiyle elde edilmektedir. Asidik (pH 2-3) özellik gösteren nar ekşisi, çözünür kuru madde değerinin yüksek ve su aktivitesinin düşük olmasından dolayı dayanıklı ve pastörizasyon işlemi uygulanmadan rahatlıkla muhafaza edilebilmektedir. Nar suyu konsantresinin aksine nar ekşisinde buruk tat ve ekşi özellikler arandığı için nar suyunun durutulmadan yapılması gerekmektedir. Konsantre bir ürün olan nar ekşisi büyük ölçüde Ca, K, Fe, Mg, Zn, P minerallerini içermektedir. Halk arasında nar

ekşileri genellikle salata, çorba, lahmacun, kısır, çiğ köfte gibi yemeklerle beraber sevilerek tüketilmektedir.

Nar ekşisi, TSE standardına göre narın preslendikten sonra elde edilen nar suyunun durutulması ve yonteme uygun bir şekilde açıkta ya da vakum altında koyulaştırılması ile yapılan ve gıdalara lezzet vermek için üretilen ekşi bir nar ürünü olarak tanımlanmaktadır. TSE standardına göre nar ekşisi sakkaroz ve nar meyvesi parçacıkları içermemeli ve tortusuz olmalıdır (Vatansever, 2018).

Nar ekşisinden farklı olarak nar sosuna, nar konsantresini koruma, tat, lezzet, renk, tekstür geliştirme, depolama ve raf ömrünü uzatmak gibi hedefler doğrultusunda katkı maddesi ilave edilmektedir (Hoca, 2019).

Geleneksel reçellerde meyve oranı en az %35-45 olmalıdır. Geleneksel reçellerde pH 2.8-3.5 aralığında ve suda çözünebilir kuru madde en az %68 olmalıdır. Nar reçelinde pH 3.5 derecesinin altına düştükçe jelde katılaşma görülmektedir. Fakat pH belli bir seviyenin altına düşünce jelde sulanma ve yumuşama meydana gelmektedir. pH seviyesinin jelin kıvamına olan etkisi, pektini oluşturan liflerin belirli pH seviyesinde esneklik kazanması şeklindedir (Vatansever, 2018).

Öztan (2006), yapmış olduğu çalışmada nar ekşisinin toplam fenolik madde miktarını, toplam flavanoid madde miktarını, toplam antosiyanin madde miktarını ve antioksidan kapasitesini DPPH yöntemine göre belirlemişlerdir.

Akpınar-Bayizit vd. (2016), yaptıkları çalışmada nar ekşisi örneklerinin antioksidan kapasitelerini DPPH yöntemine göre belirlemişler ve ayrıca toplam fenolik madde miktarlarını da belirlemişlerdir.

Reçel ve marmelat gibi ürünlerde ısı işlem uygulanarak üretildiğinden dolayı, sıcaklık etkisiyle renklerinde esmerleşme görülmektedir. Esmerleşme reaksiyonları sıcaklığın artması ile birlikte artmakta ve sıcaklığın düşük olduğu vakitlerde ise zamana bağlı olarak gelişebilmektedir. Reçel ve marmelatlarda meydana gelen bu renk değişimi yani esmerleşme, indirgen şekerler ve aminler arasında meydana gelen bir reaksiyonun sonucudur. Bu reaksiyonların sonucu olarak melanoidin adı verilen esmer renkte bileşikler ortaya çıkmaktadır. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları neticesinde birden fazla ara ürün oluşmaktadır. Oluşan bu ara ürünlerin en önemli olanı hidroksimetil furfural (HMF)'dir (Vatansever, 2018).

1.3.1. Nar Ürünlerinde HMF Oluşumu

Hidroksimetilfurfural (HMF) şekerler tarafından oluşan suda çözünür, heterosiklik organik bir bileşik türüdür. HMF furan türevidir, aynı zamanda alkol ve aldehid fonksiyonel gruplarına sahiptir. HMF, bal başta olmak üzere, meyve suları, süt ve ekmek gibi ürünlerde az miktarlarda olsa da doğal olarak bulunmaktadır. Asitliği yüksek ortamlarda uzun süreli depolamalarda da HMF ortaya çıkmaktadır. Gıda ürünlerinde sıcaklık haricinde şeker türüne, pH' ya ve su aktivitesine bağlı olarak HMF oluşumu değişmektedir .

Gıdalara ısıtıl işlem uygulandığı sırada şekerlerin asidik ortamda dehidrasyonundan oluşan ve Maillard reaksiyonu sırasında ortaya çıkan ana ürün hidroksimetil furfural bileşiğidir. HMF oluşması sırasında kilit ürün 3-deoksiozone olarak bilinmektedir. HMF, asitliği yüksek ortamlarda ve düşük sıcaklıklarda da oluşabilirken, sıcaklık ve depolama süresinin uzunluğuna bağlı olarak artmaktadır (Metin, 2014).

Gıda ürünlerinde kaliteyi düşürmesi nedeniyle HMF, marmelat ve reçellerin kalitesini derecelendirmede anahtar bileşiklerden birisi olarak kabul görmektedir. HMF çoğunlukla aşırı pişmiş veya yanmış reçellerde hakim bir bileşiktir. Birinci sınıf reçellerde HMF düzeyi en fazla 50 mg/kg, ikinci sınıf reçellerde ise 100 mg/kg olmaktadır. Isıl işlem uygulanmış olan meyve sularında 5 mg/L, konsantre edilmiş meyve sularında 10 mg/kg'dan fazla HMF olursa bu durum aşırı ısıtıl işlem göstergesi olarak kabul edilmektedir (Vatansever, 2018).

1.3.2. Nar Meyvesinin Fenolik ve Antioksidan Bileşenleri

Nar meyvesinin içerisinde bulundurduğu fenolik bileşiklerin insan sağlığı üzerine olan olumlu etkileri nedeniyle dünya genelinde çok sayıda ülkede gıda destek maddesi ve ilaç olarak kullanılmaktadır. Nar meyvesinin bütün kısımları biyoaktif madde açısından zengindir. Çok sayıda biyoaktif etki gösteren maddeler antiviral, antibakteriyel, antidiyabetik ve antioksidanlar gibi maddelerdir.

Nar meyvesinin kabuk kısmından elde edilen ekstrat (249.4 mg/L), nar pulpundan elde edilen ekstrata (24.4 mg/L) göre fenolik madde içeriğinin 10 kat daha fazla olduğu belirtilmektedir. Nar kabuğu, diğer kısımlardan daha fazla antioksidan ve antimikrobiyal etki göstermektedir. (Özdemir vd., 2014). Nar meyvesinin farklı kısımlarının fenolik madde içerikleri Tablo 1.4'te verilmiştir.

Tablo 1.4. Nar meyvesinin farklı kısımlarının fenolik içerikleri (Şengül, 2014).

Nar bitkisinin kısımları	Bileşenler
Nar suyu	Antosiyaninler, glukoz, askorbik asit, fenolik bileşenler, mineraller, amino asitler
Nar tohumu yağı	Yağ asitleri, elajik asit, steroller
Nar kabuğu	Fenolik bileşenler (punikalaginler, gallik asit, epigallokateşin, gallat, rutin, kuersetin, ve diğer flavonoidler)
Nar yaprağı	Punikalin ve punikafolin, flavonoller
Nar çiçeği	Gallik asit, triterpenoidler

Nar meyvesinin antioksidan özelliği, içerdiği fenolik maddelerden kaynaklanmaktadır. Antioksidanlar üzerinde etkisi bulunan fenolik bileşiklerin serbest radikalleri bağlamaları, enzimleri inaktive etmeleri ve metallerle şelat oluşturmalarıyla bilinmektedir. Bitkilerin ikincil metabolizma ürünleri olarak bilinen fenolik bileşenler, bitkilerin yaprak, çiçek, tohum ve meyve gibi kısımlarında bulunabilmektedir. Fenolik bileşikler sebze ve meyvelerde renklerin oluşmasını sağlamakla birlikte, lezzet ve aromanın oluşmasında da etkili olmaktadır (Şengül, 2014).

Nar genel olarak, diğer yaygın meyvelerden elde edilen benzer meyve sularına veya meyve özlerinden elde edilen ürünlere göre daha yüksek düzeyde antioksidan kapasite gösterir. Nar suyunun antioksidan kapasitesi, kırmızı şarap ve yeşil çayınkinden üç kat daha fazladır. Nar suyunun bu faydalı etkileri, nar polifenollerinin ve şeker içeren polifenolik tanenlerin ve antosiyaninlerin antioksidan özelliklerine bağlanmaktadır. Nar suyundaki çözünür polifenol içeriği, çeşide bağlı olarak %0.2-1.0 arasında değişmekte ve esas olarak antosiyaninleri, kateşinleri, elajik tanenleri, gallik ve elajik asitleri içermektedir (Çam vd., 2009).

Nar suyunun antioksidan kapasitesi, diğer meyveler gibi, çeşide, yetiştirme bölgesine, iklim şartlarına, olgunluğa ve kültürel uygulamaya bağlıdır. Ayrıca nar suyu elde etmek için kullanılan yöntemler antioksidan kapasitesini etkileyebilmektedir. Ticari nar suyunun yüksek antioksidan ve antiaterosklerotik özellikleri punikalajin anomerleri olarak da bilinen fenolik bileşiklerin bir türü olan ellagitanninleri de içermesi sebebiyle yüksek polifenol içeriğine sahiptir ve antiaterosklerotik özellik gösterir. Antioksidanların, serbest radikalleri

temizlemek, peroksitleri parçalamak ve metal iyonlarını şelatlamak gibi çeşitli yararları vardır (Çam vd., 2009).

Bir antioksidan, oksitlenebilir bir substratınkiyle karşılaştırıldığında düşük konsantrasyonda bulunduğu, o substratın oksidasyonunu önemli ölçüde geciktiren veya önleyen bir maddedir. Olası toksisite ve genel tüketici reddi, butillenmiş hidroksianisol (BHA) ve butillenmiş hidroksitoluen (BHT) gibi sentetik antioksidanların kullanımında azalmaya neden olmaktadır. Bundan dolayı, doğal kaynaklı antioksidan arayışı giderek artmaktadır. Nar, zengin bir polifenol kaynağıdır (Kulkarni vd., 2004). Nar türlerinde belirlenen toplam fenolik, toplam antosiyanin ve toplam antioksidan bileşenlerinin değerleri Tablo 1.5'te gösterilmiştir.

Tablo 1.5. Bazı nar çeşitlerinin meyvelerinin toplam fenolik, antosiyanin ve antioksidan bileşenleri (Ozgen vd., 2008).

Nar türleri	Toplam fenolik (mg GAE/l)	Toplam antosiyanin (Mg cy-3gluc/l)	Toplam antioksidan (mmol TE/l)	
			ABTS	FRAP
Ekşi	1465	37.50	5.33	7.52
Kan	2076	219.00	7.70	10.90
Katırbaşı	1326	41.20	4.38	5.37
Şerife	1532	18.00	5.64	7.80
Tatlı	1245	6.10	4.73	4.63

1.4. Bazı Nar Ürünleri

1.4.1. Nar Reçeli

Reçel yapımı çok eski gıda muhafaza yöntemlerinden birisidir. Sezonunda hasat edilen meyvelerin reçel haline getirilmesi, meyvelerin sezonunun dışında da tüketilmesini sağlamaktadır. Nar reçeli, nar meyvesi tanelerinin üzerine uygun miktarda şeker, pektin, sitrik asit ilave edilerek belli briks derecesine kadar koyulaştırılması ile elde edilmektedir.

Geleneksel yöntemlerle üretilen reçellerde meyve oranı en az %35-45, pH 2.8-3.5 aralığında ve briks değeri en az %68 olmalıdır (Vatansever, 2018).

1.4.2. Nar Suyu

Nar suyu, meyvenin kesildikten sonra danelerinin preslenmesiyle elde edilmektedir. Endüstriyel olarak üretilen nar sularında, narlar preslendikten sonra santrifüj işlemi yapılarak nar suyundaki katı parçacıklar çöktürülür. Nar sularında enzim-jelatin ilavesi yapılarak durutma sağlanır. Bu işlemlerden sonra filtre edilen nar suyu pastörize edilir. Nar suyu, sağlığa yararlı fenolik bileşikler, antosiyaninler, organik asitler, vitamin ve mineralleri içeren ve yüksek antioksidan kapasitesine sahip bir gıda ürünüdür (Ergin, 2019) .

1.4.3. Nar Çiçeği

Nar bitkisi çiçeklerinin toplanıp kurtulduktan sonra çay şeklinde demlenerek sıcak veya soğuk olarak tüketilen bir nar ürünüdür. Nar çiçeği yapısında polifenoller, antosiyaninler, organik asitler bulunur ve yüksek antioksidan içeriğine sahiptir. Fermente ürünlerde olduğu gibi nar çiçeği de yapısında galik asit bulundurmaktadır. Nar çiçeğinde bulunan, elajik asit ve oleanolik, ursolik, maslinik, asiatic triterpen asitleri antikanser ve antioksidan etki gösteren diğer bileşiklerdir (Ergin, 2019).

1.4.4. Nar Sirkesi

Sirke, asetik asit bakterileri ve mayalar aracılığıyla karbohidrat içeren hammaddelerden elde edilen bir üründür. Elma, üzüm ve nar sirkesi bunlardan bazılarıdır. Sirkenin organoleptik özellikleri arasında organik asitler, fenolik bileşikler, amino asitler, vitaminler ve melanoidinler önemli rol oynar. Bu maddelerin antioksidan, antimikrobiyal, antikarsinogenik, antidiyabetik, antitümör, antienfeksiyon etkilerinin olduğu bilinmekte ve sirke uzun yıllardır gıdalara aroma verici, koruyucu olarak ve hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Şengül ve Kılıç, 2019; Ergin, 2019).

1.4.5. Nar ekirdeği

Nar ekirdeği, nar meyvesi danelerinin ısı altında ya da güneşte kurutulmasıyla elde edilmektedir. Nar ekirdeği yağları ise çekirdeğin soğuk preslenmesi ile elde edilmektedir. Nar meyvesi çekirdeği, meyvenin yaklaşık %10'unu kapsamakta, çekirdek ağırlığının %12-20'sini çekirdek yağı oluşturmaktadır. Nar ekirdeği lipid yönünden zengindir. Nar ekirdeği yağında linoleik asit, gibi çoklu doymamış yağ asitleri ve stearik asit, palmitik asit ve oleik asit gibi yağ asitleri bulunmaktadır. Nar çekirdeğinde vitamin, mineral, protein, polifenoller ve şeker bulunmaktadır (Ergin, 2019).

1.4.6. Nar Ekşisi

Nar ekşisi geleneksel bir yöntem olup nar suyunun kaynatılması sonucu konsantre durumuna getirilmesiyle elde edilen tatlı-ekşi lezzette ve koyu renkli bir nar yan ürünüdür (Kışla ve Karabıyıklı, 2013; Hoca, 2019). Nar ekşisinin endüstriyel boyutta üretimi yapılmakla birlikte küçük çaplı firmalarda da üretimi yapılmaktadır (Hoca, 2019). Nar ekşisi üretim akış şeması şekil 1.1.'de gösterilmiştir.

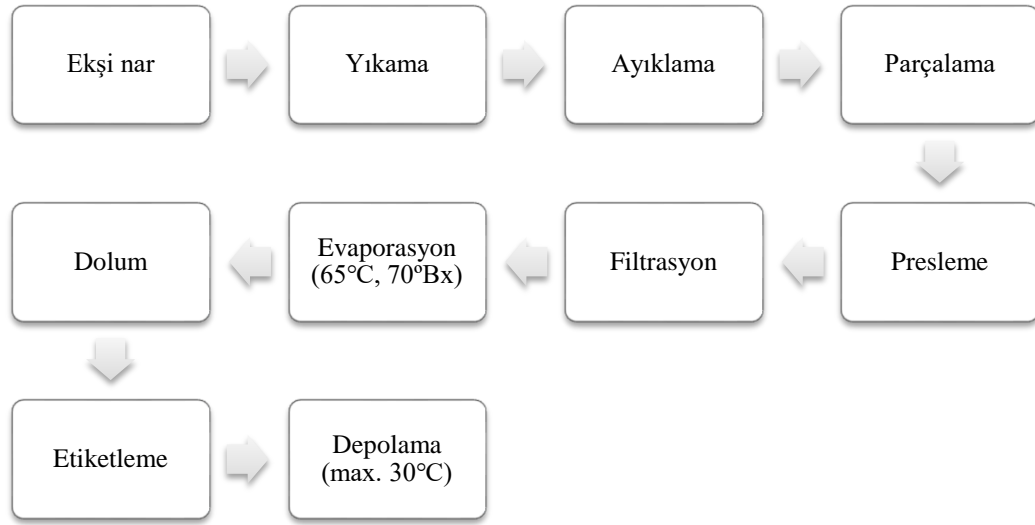
TS 12720 Standardına göre nar ekşisi, nar meyvesinin iki ile dört parçaya bölünmesi ve ardından preslenmesi, ortaya çıkan nar suyunun durutulması ve yönteme uygun bir şekilde açıkta ya da vakum altında koyulaştırılması ile elde edilen ve gıdalara lezzet vermek amacıyla yapılan ekşi bir gıda ürünü olarak belirtmektedir. Nar ekşisi salatalar, dolmalar, i harçlara ve birçok yemeklerde lezzet artırmak ve tatlı-ekşi tat vermek amacıyla kullanılmaktadır (Kışla ve Karabıyıklı, 2013; Hoca, 2019). Nar ekşisinin bazı zellikleri Tablo 1.6'da gösterilmektedir.

Tablo 1.6. Nar ekşisinin bazı özellikleri (Vatansever, 2018).

Özellikler	Sınır değerleri
Suda çözünür kuru madde, %, min.	68.00
Titrasyon asitliği (sitrik asit cinsinden), %, min.	7.50
pH	3.00
HMF, mg/kg, max.	50
Sakkaroz	Bulunmamalı
Koruyucu madde	Bulunmamalı
Yapay boyar madde	Bulunmamalı

Yılmaz vd., (2007), yapmış oldukları çalışmada nar ekşilerinin suda çözünür kuru madde miktarını ve pH değerini belirlemişlerdir. Metin (2014), yapmış olduğu çalışmada nar ekşilerinin pH değerlerini rapor etmiştir. İncedayı vd., (2010), Türkiye’de piyasada satılan nar ekşilerinin suda çözünen kuru madde miktarları, pH ve toplam asitlik (sitrik asit cinsinden) değerlerini ortaya koymuşlardır. Kamal vd., (2018), yaptıkları çalışmada insanların tüketimine sunulan ve ticari satışı olan nar ekşilerinin askorbik asit miktarlarını belirlemişlerdir.

Karabiyikli vd., (2012). araştırmalarında, ülkemizde ticari olarak satışa sunulan nar ekşisi soslarında p ve, toplam asitlik (sitrik asit cinsinden) değerlerini araştırmışlardır. Karabiyikli vd., (2012), geleneksel nar ekşi soslarının pH değerlerini ve toplam asitliklerini çalışmaları sonucunda bulmuşlardır.



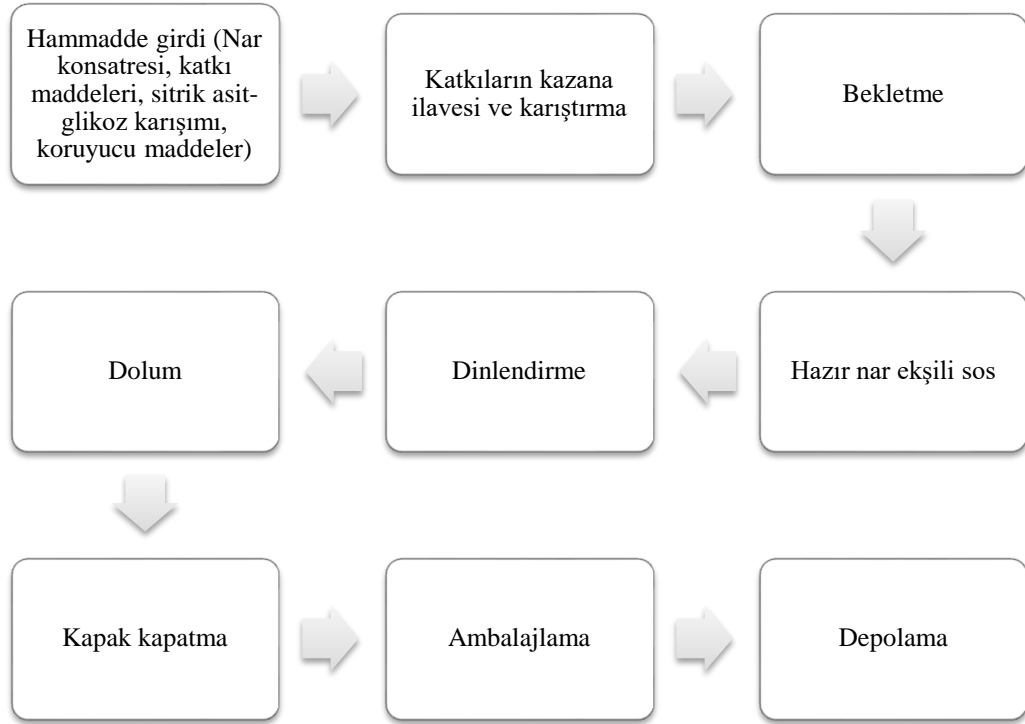
Şekil 1.1. Nar ekşisi üretim akış şeması (Baysal ve Taştan, 2019).

1.4.7. Nar Sosu

Türk Standartlarına göre “geleneksel ekşi nar sosunun” tanımı; “Nar meyvelerinin preslenmesiyle elde edilen meyve suyunun, berraklaştırılıp buharlaştırılmasıyla elde edilen, bazı besinlerin tatlandırılmasında kullanılan ekşi bir gıda ürünüdür” (Karabiyikli ve Kışla, 2012).

Nar sosu, Türkiye’de üretilen en popüler nar ürünlerinden biridir (Kışla ve Karabiyikli, 2013). Hem geleneksel hem de endüstriyel olarak üretilmekte olan nar sosları da (nar ekşili sos, ekşi nar pekmezi) nar ekşisi gibi birçok yiyeceğe lezzet vermek amacıyla kullanılmaktadır (Kışla ve Karabiyikli, 2013; Hoca, 2019). Nar ekşisinde yalnızca nar meyvesi suyu kullanılırken, geleneksel olarak üretilen nar soslarında ilave şeker veya katkı maddesi eklenmez iken endüstriyel olarak üretilen nar soslarında ise sitrik asit, glikoz, antioksidan maddeler, renklendiriciler ve bazı koruyucu katkı maddeler, lezzet, kıvam ve aroma özelliklerini değiştirmek amacıyla çeşitli katkı maddeleri ve şeker kullanılmaktadır . Nar ekşili sos üretim akış şeması Şekil 1.2.’de gösterilmiştir. Nar sosları renk ve görünüş olarak, kendine özel kıvımsız siyah renkte olmaktadır. Nar sosları kendine has ekşi tatta olmalı ve kendine has kokusunu vermelidir. Aynı zamanda nar soslarında gıda katkı maddeleri bulunsun da herhangi bir yabancı madde bulunmamalıdır (Hoca, 2019; Kışla ve Karabiyikli, 2013; Maskan, 2006).

Ekşi nar sosu örneklerinin üretiminde kullanılan geleneksel yöntemin üretim aşamaları şunlardır: yıkama, granülasyon, presleme, kaynatma (buharlaştırma), soğutma, katı fazın uzaklaştırılması ve şişeleme. Ticari olarak üretilen nar soslarının içindekiler, firmanın kullandığı tarife göre değişiklik gösterebilmektedir. Bununla birlikte üretim süreci aynıdır; bileşenlerin homojenleştirilmesi, sadece bazı bileşenlerin çözülmesi için ısıtma işlemi ve son olarak şişeleme (Karabiyikli ve Kışla, 2012).



Şekil 1.2. Nar ekşili sos üretim akış şeması (Hoca, 2019).

1.5. Önceki Çalışmalar

Metin (2014), yapmış olduğu çalışmada nar ekşisi soslarının pH değerlerini 1.74-2.62 arasında ve HMF değerlerini ise 41-151.90 mg/kg arasında bulmuştur ve HMF değerlerinin yüksek olduğunu bildirmiştir.

Topuz vd., (2014), yaptıkları çalışmada, hamsi marinatlarının zeytinyağı-nar sosu ile soslanması istenmeyen kalite değişikliklerini geciktirebileceğini, lipid oksidasyonunu uzatabileceğini ve duyu özellikleri iyileştirebileceğini göstermişlerdir.

Dayi vd., (2017), nar sosunda bazı polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) varlığının önemli bir konu olduğu düşünmüşlerdir. Yapmış oldukları çalışmada, nar sosunda PAH miktarlarını kromatografik yöntemle analiz etmişler ve toplam PAH miktarlarının 1.5-16.6 mg/L arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Hoca (2019), Bursa ilinde tüketime sunulan nar ekşisi ve nar ekşili sosların benzoik asit ve sorbik asit miktarlarının ülkemizin ve diğer bazı ülkelerinin yasal sınırlarına uyup uymadığını araştırmıştır. Yapmış olduğu çalışmada nar ekşili sosların benzoik asit miktarlarını 158.72-751.64 mg/kg, sorbik asit miktarlarını ise 70.43-517.11 mg/kg bulmuştur. Ülkemizdeki standartlara göre bazı örnekler uygun bulunmamıştır.

Vatansever (2018), yapmış olduğu çalışmada nar ekşili sosların pH değerlerini, titrasyon asitliğini, suda çözünür kuru madde miktarlarını, renk değerlerini, askorbik asit değerlerini, HMF değerlerini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerini incelemiş ve değerlendirmiştir.

Gokoglu vd., (2009), soğukta depolama sırasında nar sosunun marine edilmiş hamsi kalitesine etkisini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmaya göre nar sosu uygulanan numuneler ayçiçek yağı uygulanan numunelere göre daha yüksek tat, aroma ve daha iyi bir görünüm sahiptir. Kaliteyi korumak için nar soslarının geleneksel ayçiçek yağı kadar etkili olduğu tespit edilmiştir.

Kışla ve Karabiyikli (2013), ekşi nar sosunun *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* üzerindeki antimikrobiyal etkisini araştırmışlardır. *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde geleneksel ve ticari nar sosu örneklerinin minimum inhibitör konsantrasyonlarını belirlemek amaçlanmıştır. Hem geleneksel hem de ticari nar sosu numunelerin test mikroorganizmaları üzerinde önemli bir engelleyici etki göstermesiyle birlikte, geleneksel nar sosu örneklerinin ticari olanlara göre daha etkili olduklarını göstermişlerdir.

Karabiyikli ve Kışla (2012), ekşi nar soslarının bazı yeşil sebzeler ve kısır üzerindeki inhibe edici etkisini araştırmışlardır. Gıda ürünlerine farklı süreler boyunca nar ürünleri uygulanmış ve işlem süresinin etkisi araştırılmıştır. Geleneksel ve ticari nar soslarının pH ve titre edilebilir asitlik değerlerini tespit etmişlerdir. Sonuç olarak nar ürünlerinin, gıda örneklerinin doğal bakteriyel mikroflorası üzerinde antimikrobiyal etkisi olmasına rağmen aşılınmış gıda örnekleri üzerinde daha etkili olduğu ve uygulama süresinin önemli bir kriter olduğunu göstermişlerdir.

Sharifi vd., (2019), nar sosunun fizikokimyasal ve reolojik özelliklerinin sıcaklık, çeşitli konsantrasyonlar ve ksantan ve guar hidrokolloidlerin etkisi altında incelemişlerdir. Nar sosunun pH, briks, tuz, toplam şeker, toplam asitlik ve toplam kül gibi bazı fizikokimyasal özellikleri ve reolojik parametreleri 5°C, 25°C ve 45°C sıcaklıkta ve %32, %37 ve %42 konsantrasyonda ksantan gamı, guar gamı kullanılarak Brookfield viskozimetre cihazı ile ölçülmüştür. Nar sosunun reolojik özelliklerini Micka yöntemiyle hesaplanmış ve Newtonian olmayan padoplastik olduğunu göstermişlerdir.

Değirmenci (2017), acı portakal sosu, nar sosu, erik sosu ve sumak sosunun bazı gıda patojen bakterilerine karşı antimikrobiyal etkisini (*Salmonella*, *E. coli*, *E. coli* O157:H7, *Listeria* spp., *S. aureus*) araştırmıştır. En yüksek antimikrobiyal aktiviteyi sumak sosunun gösterdiğini açıklamıştır. Acı portakal sosu, nar sosu, erik sosu ile işlenmiş *E. coli* tip 1 ve *E. coli* O157:H7 enfekte tavuk eti örneklerinde en etkili sosun acı portakal sosu olduğu tespit edilmiştir.

Korkmaz vd., (2021), ayçiçek yağı ile yapılan nar ve erik sosu ile kombinasyon halinde yapılan muamelenin marine edilmiş sazan filetosunun (*Cyprinus carpio*) kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yaptıkları analiz çalışmaları sonucunda ayçiçek yağı ile işlenmiş erik ve nar sosuyla marine edilmiş sazan filetosunun raf ömrünün 1 aydan fazla olduğunu göstermişlerdir.

Yildiz vd., (2014), yaptıkları çalışmada, Türkiye pazarından temin edilen dokuz nar ekşi sosunun toplam fenolik içeriğini (TPC), antioksidan aktivitesini, antimikrobiyal aktivitesini ve fizikokimyasal özelliklerini araştırmışlardır.

1.6. Çalışmanın Amacı

İçerisinde bulundurduğu çeşitli bileşikler ile nar meyvesi fonksiyonel gıdalar sınıfına girmektedir. Nar meyvesinden elde edilen nar ürünlerinin tüketimi son on yılda muazzam bir şekilde artmıştır (Topuz vd., 2014). Nar meyvesi gerek besinsel değerleri gerekse fiziksel ve kimyasal yapısı ile gıda endüstrisinde önemli bir yere sahiptir. Nar ekşili sos (ekşi nar pekmezi, nar sosu) tüketicilerin çeşitli yemeklerinde lezzet arttırmak amacıyla kullandığı bir üründür. Piyasada ticari olarak satılan 17 çeşit nar sosu ve laboratuvar ortamında kendi yaptığımız doğal nar sosu örneğinin; %asitlik (sitrik asit cinsinden), pH analizi, kuru madde tayini, renk analizi, HMF analizi, antioksidan ve şeker analizleri gibi çeşitli analizleri

yapılarak bunların fiziksel, kimyasal ve antioksidan özelliklerinin araştırılıp belirlenmesi ve standart kalite de bir ürün üretilmesi noktasında literatüre katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

1.7. Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışmada piyasada satılan nar soslarının fiziksel, kimyasal ve antioksidan özelliklerini laboratuvar ortamında gerekli enstrümantal analiz cihazları kullanılarak saptanmasını kapsamaktadır. Analize tabi tutulacak nar soslarının fiziksel, kimyasal ve antioksidan özellikleri incelenmesi neticesinde elde edilen verilerin karşılaştırılmalı analizlerini içermektedir. Nar meyvesinin insan sağlığı üzerine olan olumlu etkileri önemli bir konudur. İnsanlar sağlık üzerinde olan etkileri sebebiyle nar ve nar ürünlerine ciddi bir talep göstermektedir. Nar sosunun ekonomik değeri göz önünde bulundurulacak olursa tüketiciler açısından gıdanın güvenliğini ve kalitesini artıracak bazı çalışmaların yapılması önemlidir. Bunun sonucunda tüketiciye güvenli, sağlıklı ve kaliteli ürünlerin sunulması sağlanmalıdır. Bu kapsamda nar soslarının uygun kalitede üretilmesi için gerekli tespitler yapılarak sonuçlar değerlendirilecektir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Nar Sosu Örneklerinin Temini ve Hazırlanması

Yapılacak olan analizlerde kullanılmak üzere, farklı firmaların üretmiş olduğu piyasada satılan nar soslarından 17 farklı markaya ait nar sosları temin edilmiştir. Temin edilen nar sosu numunlerine N1-N18 arasında değerler verilerek kodlama işlemi yapılmıştır. N18 numaralı nar sosu örneği Gümüşhane üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarı'nda rotary evaporatörde 70 briks derecesinde taze narlardan yapmış olduğumuz nar sosu örneği de diğer nar sosları ile karşılaştırma yapmak için analiz edilmiş olup toplamda 18 nar çeşit sosu örneği bu çalışmada kullanılmıştır. Nar sosları analiz çalışmaları bitene kadar Gümüşhane Üniversitesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarı'nda oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Her bir nar sosu örneğinde analizler 3 tekrerrür ve 2 paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.2. Kullanılan Cihazlar, Malzemeler ve Kimyasallar

Kullanılan bütün kimyasal maddeler ve çözücüler (analitik saflıkta veya HPLC saflığı) Merck'ten (Darmstadt,Almanya) satın alınmıştır. Kimyasallar Sigma-Aldrich'den (St.Louis.MO.ABD) satın alınmıştır. Agilent marka 1200 serisi HPLC Sistemi şeker analizleri ve HMF analizlerinde, antioksidan ve fenolik madde analizlerinde Shimadzu UV-1800 markalı spektrofotometre, pH analizlerinde OHAUS markalı pH metre, reolojik analizlerde Thermo marka reometre, renk analizi için Abbe Refraktrometresi, düşük basınç ve buharlaştırma amaçlı rotary evaporatör, tartımda Shimadzu marka hassas terazi kullanıldı. Ayrıca çalışmada A sınıf hacimli cam malzemeler kullanılmış olup otomatik pipetlerin kalibrasyonları da yapılmıştır.

2.3. Hazırlanan Çözeltiler

- **Karrez 1:** 219.4g çinko asetat di hidrat ($Zn((CH_3COOH)_2 \cdot 2H_2O)$) 1L'ye tamamlandı.
- **Karrez 2 :** 105.6 g potasyum ferro siyanür ($K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$)1L'hazırlandı.

- **Stok invert şeker çözeltisi: 10 g/L'lik :** 9.5 g sakkaroz ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 30-40mL su'da çözülerek 5 mL derişik ($d=1.19$ g/mL) HCl ilave ederek oda sıcaklığında 3 gün bekletilerek hidroliz edilmiştir. Sonuçta 1L'ye tamamlanır (Bu çözeltinin 1 mL sinde 10 mg invert şeker vardır).
- **Standart invert şeker çözeltisi:** Stok invert şeker çözeltisinin 50 mL si 250 mL'lik ölçü balonuna alınarak iki damla fenol ftalein indikatörü damlatıldı ve 5N NaOH ile nötrleştirilerek balon çizgisine tamamlandı (bu çözeltinin 1 mL sinde 2 mg invert şeker vardır).
- **Ana stok DPPH (10 mM) reaktifinin hazırlanması:** 39.5 mg DPPH (2,2 difenil 1-pikrilhidrazil) 10 mL metanol içinde çözüldü. Elde edilen çözelti daha sonraki kullanımlar için buzdolabında saklandı.
- **DPPH çalışma çözeltinin hazırlanması:** Ana stok çözeltisinden 2.5 mL alınıp 250 mL'ye metanol ile tamamlandı. Tamamlanan çözeltinin absorbansı 517 nm de okunduğunda 0.980 ± 0.02 gelmelidir. Duruma göre seyreltme ya da ana stoktan ilave edilerek absorbansı 0.980 ± 0.02 değere ayarlandı.
- **300 mM asetat buffer:** Litrelik balona 3.1 g sodyumasetat trihidrat tartıldı. Bir miktar saf su ile çözüldü. Üzerine 16 ml glacial asetik asit ilave edildi. pH'sı 3.60'a ayarlanır.
- **40 mM HCl çözeltisi:** $d=1.19$, % 37'lik derişik HCl' den 3.4 ml alınarak hacmi 1 litreye tamamlandı.
- **10 mM TPTZ çözeltisi:** 3.123 g TPTZ 40 mM HCl çözeltisi ile hacmi 1 litreye tamamlandı.
- **20 mM $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ çözeltisi:** 5.406 g $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ saf su ile hacmi litreye tamamlandı.
- **FRAP çözeltisi:** 10:1:1 (asetat buffer çözeltisi: 10 mM TPTZ çözeltisi: 20 mM $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ FRAP çözeltisi kullanılmadan önce 37 °C de 15 dk inkübe edildi.
- **Ana Stok 1000 mg/L Demir iki sülfat heptahidrat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) çözeltisi:** 0.1830 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ tartılarak 1 litreye tamamlanır.
- **Ana stok ABTS^{•+} Çözeltisi Reaktifinin Hazırlanması:** 0.0384 mg ABTS ve 0.0134 g potasyumpersulfat 10 mL bidistile saf su içinde çözüldü. Elde edilen çözeltiden 10 ml alınıp 100 ml balon jojeye bidistile saf su ile sulandırıldı (1:9 v/v). Kararlı hale gelmesi için 12 saat karanlıkta saklandı.

- **0.1N NaOH çözeltisinin hazırlanması:** 4 g NaOH tartıldı ve balon jojeye aktarıldı. Daha sonra hacmi 1 L'ye saf su ile tamamlanır.
- **TAK çözeltisi:** Ammonium heptamolybdate tetrahydrate 25 ml Metanole 1.6 mL sülfürik asit ilave edildikten sonra 50 ml'ye konularak üzerine 28 mM (0.2295 g) amonyum molibdat ($H_{24}Mo_7N_6O_{24}.4H_2O$) ve 4 mM (0.2472 g) monobazik sodyumfosfat ($NaH_2PO_4.H_2O$) ilave edildi ultarsonik banyoda çözülerek hacmi metanol ile 50 mL' ye tamamlandı.

2.4. Nar Sosu Örneklerinde Yapılan Analizler

Suda çözünür kuru madde % (m/m), asitlik (sitrik asit cinsinden) % (m/m), pH, renk, TPC (mg GAE/kg), TFC (mg QEE/kg), DPPH (mg AA/kg), TAC (mg AA/kg), ABTS (mg AA/kg), FRAP (mg $FeSO_4$ /kg), HMF (mg/kg), glukoz % (m/m), fruktoz % (m/m), sakkaroz % (m/m), yapay boya, reolojik özellik analizleri yapılmıştır.

2.5. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Suda çözünür kuru madde miktarı tayininde 18 çeşit nar sosu örneklerinde nem değerleri refraktometre cihazı (Şekil 2.1) ile tayin edildi. Bunun için, analiz numunesinden alınan yeteri kadar nar sosu, refraktometre cihazının prizmaları arasına yerleştirildi. Cihaz, kullanma talimatına uygun şekilde kapatıldı. Gerekli su bağlantıları kuruldu ve numunenin konulduğu bölgenin sıcaklığı 20 °C'ye ayarlandı. Narın optik kırılma indisi okundu ve kaydedildi (TS 1562, 1990).



Şekil 2.1. Analizde kullanılan refraktometre cihazı

2.6. Titrasyon Asitliği Tayini

Titrasyon asitliği, pH ile izlenerek yürütülen titrasyonla saptanmış ve tüm örneklerde susuz sitrik asit (SSA) cinsinden % (m/m) olarak hesaplandı (TS 1125, 2002). Nar sosu numuneleri homojen hale getirilerek 10.0 g bir behere tartıldı. 75 mL saf su ilave edildi ve manyetik karıştırıcıda karıştırılarak çözüldü. pH metrenin pH 4.0 ve pH 7.0 kalibrasyon çözeltileri yapıp kalibre edildikten sonra pH metrenin elektrotları çözelti içerisine daldırıldı. Süspansiyon magnetik balık ile karıştırılmaya devam edilerek 0.1 N sodyum hidroksit çözeltisi ile pH değeri 8.3'e erişinceye kadar 60 saniye içerisinde titre edildi. Hızlı titrasyondan dolayı titrasyon sonu noktası aşılabilceği için sodyum hidroksit çözeltisi ilaveleri yavaş yavaş yapıldı. Kullanılan sodyum hidroksit çözeltisi miktarı not edildi ve gerekli hesaplamalar (2.1)'deki eşitlikten yararlanılarak yapıldı (TS 1125, 2002).

$$\% \text{ Toplam Asitlik (SSA Cin)} = \frac{SxNx0.064x100}{g} \quad (2.1)$$

S: 0.1 N NaOH sarfiyatı

N: Normalite

g: Tartımı yapılan analiz numunesi

2.7. pH Tayini

pH ölçümü TS 1728 ISO 1842'ye (meyve ve sebze ürünleri- pH tayini) göre yapıldı . Nar sosu numuneleri homojen hale gelinceye kadar çalkalandı ve bir beherin içine konuldu. pH metre cihazının (Şekil 2.2) kalibrasyonu 4:00 ve 7:00 tampon çözeltiyle gerçekleştirildi. Cihaz elektrodu homojen hale getirildi nar sosu numunesinin içerisine daldırıldıktan sonra okuma işlemi yapıldı. Okuma 20 ± 2 °C de yapıldı (TS 1728 ISO 1842, 2001).



Şekil 2.2. Analizde kullanılan pH cihazı

2.8. Renk Analizi

Renk analizinde 18 adet nar sosu örneğinin renk değerlerinin ölçülmesi için Hunter Kolorimetresi (Şekil 2.3) kullanıldı. Örnekler cam bir kap içerisinde dökülüp Hunter Kolorimetresi ile nar ekşilerinin L, a, b renk değerleri tek tek tespit edildi. Buradaki “a

değeri” gıdanın kırmızılığını veya yeşilliğini, “b değeri” sarı veya maviliğini, “L değeri” ise 0 ve 100 (siyah ve beyaz) arasındaki aydınlık derecelerini ifade eder. Hunter Kolorimetresinin verdiği değerler tek tek kayıt edilip tebliğe göre ve nar sosu örnekleri arasında değerlendirilmiştir (Quek vd., 2007).



Şekil 2.3. Analizde kullanılan Hunter Kolorimetresi

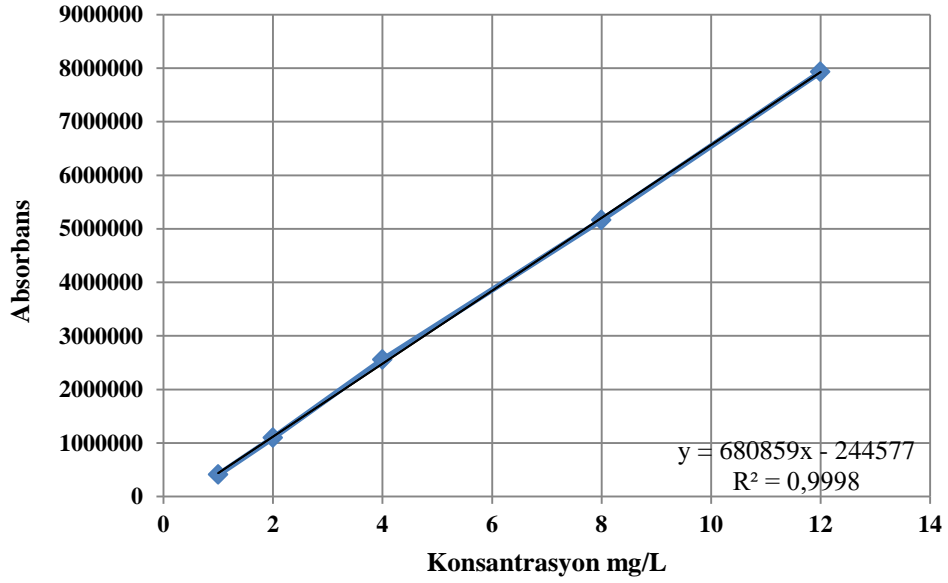
2.9. Hidroksimetil Furfural Tayini

HMF tayini; TS 6178 ISO 7466’e göre (Meyve ve sebze ürünleri- 5-Hidroksimetilfurfural (5- HMF) içeriğinin tayini) yapıldı.

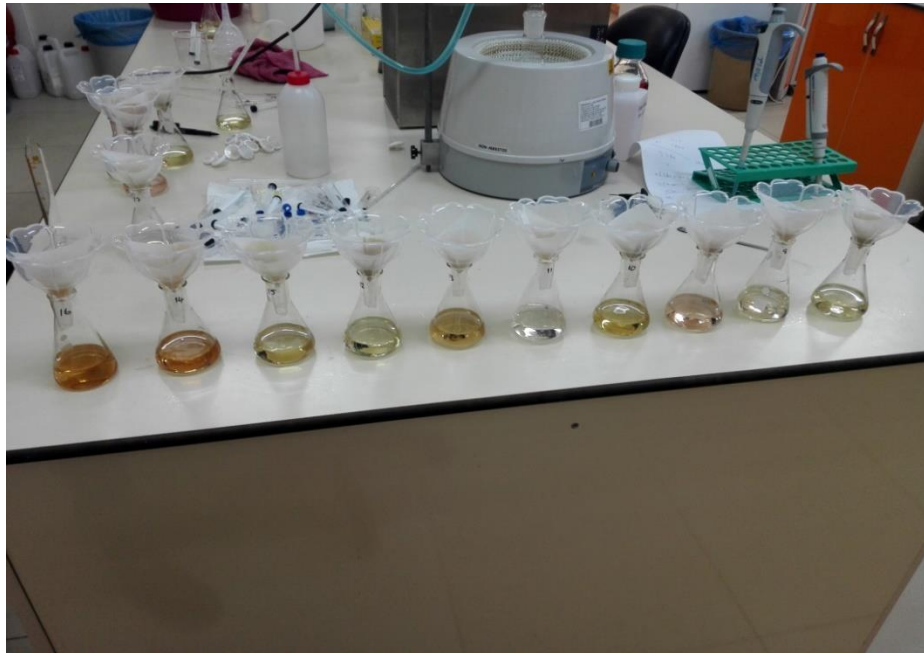
- Mobil faz: 90-10 (Su-Metanol)
- Akış Hızı: 1 mL/dakika
- Dalga Boyu: 285 nm

18 çeşit nar sosu numuneleri homojen hale getirildi. Numuneler manyetik karıştırıcıda tamamen çözüldü. Numune hazırlamada belirtilen şekilde hazırlanmış 2.5 g nar sosu numuneleri tartılarak 50 mL balonjojeye aktarıldı ve 25 mL saf su ilave edilerek numunenin çözülmesi sağlandı. HMF’ nin bozulmasını önlemek amacıyla 0.25 mL Karrez I ve 0.25 mL

Karrez II çözeltileri ilave edildi. Daha sonra 100 ml'ye saf su ile tamamlandı. Huni yardımıyla hazırlanan düzenekte (Şekil 2.5) örnek süzüldü. Çözelti 0.45 mikronluk filtreden geçilerek viallere alındı ve şartlanmış olan HPLC (Şekil 2.6) sistemine enjekte edildi. Hidroksimetilfurfural tayini standart kalibrasyon eğrisi şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Hidroksimetilfurfural tayini standart kalibrasyon eğrisi



Şekil 2.5. Analiz için hazırlanan çözeltinin filtre edilmesi



Şekil 2.6. Analizde kullanılan HPLC cihazı

Numunedeki HMF miktarı standart ve numune çözeltileri pik alanlarına göre gerekli seyreltmelerde dikkate alınarak hesaplandı. Hesaplamada 5 farklı konsantrasyondaki standart çözeltileri ile oluşturulan kalibrasyon tablosu da kullanılabilir. HMF pikinin alımı ile konsantrasyon arasında lineer bir ilişki vardır. Sonuçlar noktadan sonra 2 basamak biçiminde mg/kg olarak verildi. Elde edilen HMF analizlerine ait HPLC kromatogramları Ek Şekil 6.1, 6.2 ve 6.3'te verilmiştir.

Numunenin HMF içeriği mg/kg olarak eşitlik (2.2) ile hesaplanır.

$$\text{HMF} \frac{\text{mg}}{\text{kg}} = \frac{V_1}{M} \times \frac{1}{V_2} \times \frac{(y-b_0)}{m} \quad (2.2)$$

Burada;

V_1 = 2.5 g numuneden HMF tamamlanan hacmi (mL)

V_2 =HPLC' ye enjekte edilen çözelti hacmi (mL)

M = Numunesinin kütlesi (g)

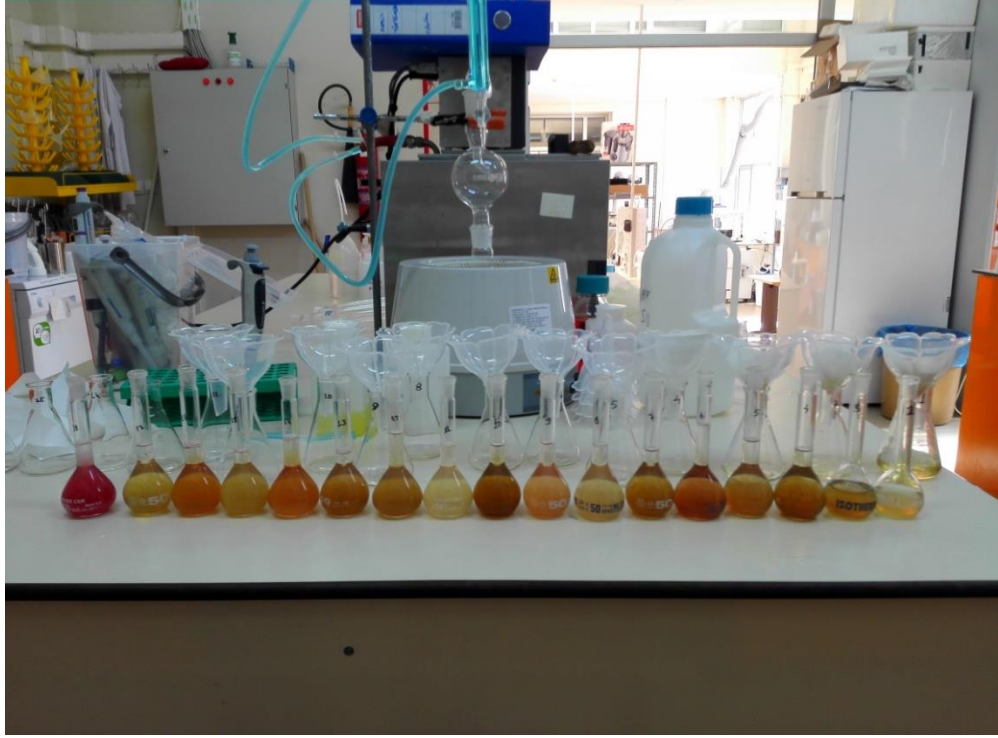
$(y-b_0) / m = \text{kalibrasyon sabit}$

2.10. Toplam Şeker, Glukoz, Fruktoz ve Sakkaroz Tayini

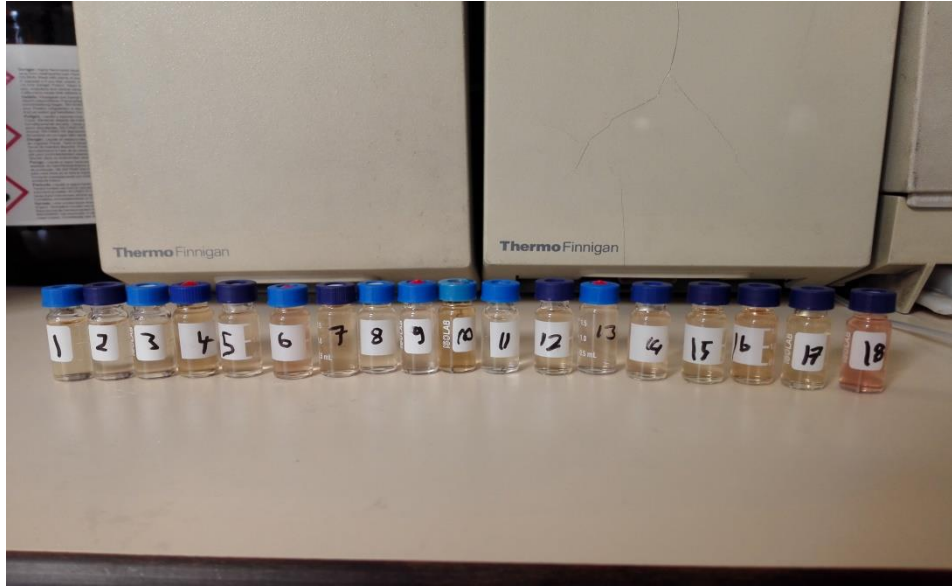
Nar sosu numunesinden 2.5 g cam behere (Şekil 2.7) tartıldı. 40 mL damıtık suda ısıtılmadan çözüldü. İçinde daha önceden 25 mL metanol bulunan balon jojeye (Şekil 2.8) aktarıldı. Çözelti membran filtreden süzülerek viallere aktarıldı. Glukoz, fruktoz, ve sakkaroz standartlarından farklı konsantrasyonlarda kalibrasyon çözeltileri hazırlanıp aynı koşullarda analizleri yapılmış ve elde edilen verilere doğrusal regresyon analizi uygulanarak, eğriyi tanımlayan eşitlik hesaplanmıştır (IHC, 2009). HPLC cihazında okutulmaya hazır vialler Şekil 2.9’da gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Saf su ile homojen hale getirilen nar sosu örnekleri



Şekil 2.8. Balon jojeye aktarılan numuneler



Şekil 2.9. HPLC cihazında okutulmaya hazır vialler

HPLC cihazı çalıştırıldı. Analitik kolon ve elüsyon çözeltisinin kullanımında aşağıda örneği verilen ancak amaca uygun parametrelerin seçimi yapıldı.

Akış hızı : 1.3 mL/dk

Hareketli Faz : Asetonitril/su (80:20) hacimsel olarak

Kolon Sıcaklığı : 30 °C ± 1 °C

Enjeksiyon Hacmi : 20 µL

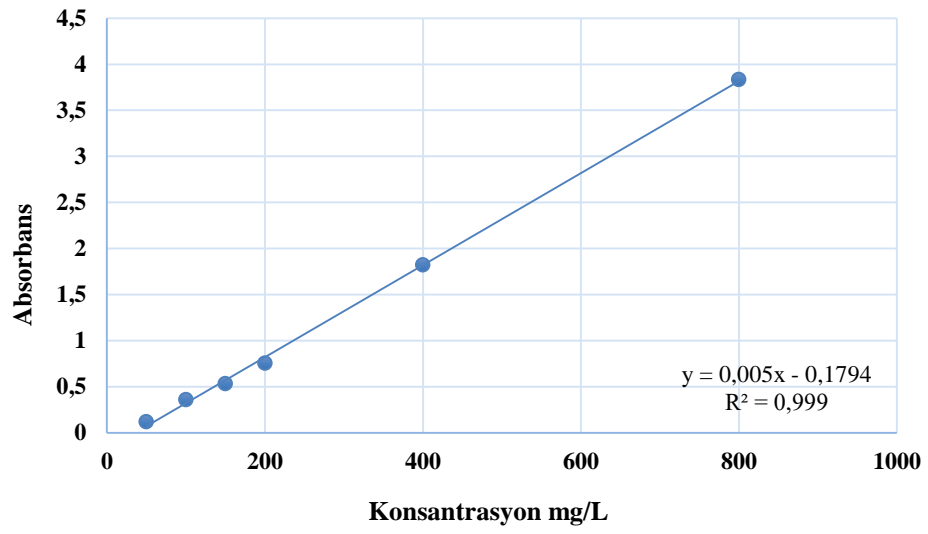
Bütün standartlar ve numuneler için pikler teşhis edildi ve pik alanları veya pik yükseklikleri ölçüldü (alan tercih edilir). Pik alanlarına veya yüksekliklerine karşı standart derişimlerini (mililitrede mikrogram) gösteren doğrusal kalibrasyon grafiğı oluşturuldu ve bir veri toplama/hesaplama sistemi kullanılarak otomatik olarak veya kalibrasyon grafiğinde seçilen bir noktadan elle cevap faktörü (RF) elde edildi. İlgili eşitlik (2.3)'te belirtilmiştir.

$$\% \text{ Şeker (Glikoz, Fruktoz, Sakkaroz) } = \frac{V_1}{M} \times \frac{1}{V_2} \times \frac{100}{1000} \times (y - b_0)/m \quad (2.3)$$

2.11. Toplam Antioksidan Kapasite Tayini (TAC)

TAK çözeltisi: Ammonium heptamolybdate tetrahydrate 25 ml metanole 1.6 mL sülfürik asit ilave edildikten sonra 50 ml'ye konularak üzerine 28 mM (0.2295 g) amonyum molibdat ($H_{24}Mo_7N_6O_{24} \cdot 4H_2O$) ve 4 mM (0.2472 g) monobazik sodyumfosfat ($NaH_2PO_4 \cdot H_2O$) ilave edildi ve ultarsonik banyoda çözülerek hacmi metanol ile 50 mL'ye tamamlandı.

500 µL örnek alınarak 2500 µL saf su ilave edildi. Karışıma 1000 µL molybdate TAK çözeltisi ilave edildi. Karışım 10 dakika vortekslendi ve 90 dakika 95 °C su banyosunda ağızları kapalı biçimde inkübe edildi. Su banyosundan alınarak çeşme suyu altında soğutuldu. Kör analiz için örnek yerine 500 µL saf su kullanıldı. Elde edilen reaksiyon karışımlarının absorbansı 695 nm spektrofotometre (Şekil 2.11) cihazında okuma işlemi yapıldı (Kasangana vd., 2015). Standartlardan 500 µL alınıp aynı işlemler yapıldı. Nar sosu örneklerinde toplam antioksidan madde miktarları; askorbik asidin (25, 50, 100, 150, 2050, 400 ve 800 µg/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam antioksidan mg AA eşdeğeri/L olarak tespit edilmiştir. Toplam antioksidan kapasite tayini standart kalibrasyon eğrisi Şekil 2.10'da gösterilmiştir.



Şekil 2.10. Toplam antioksidan kapasite tayini standart kalibrasyon eğrisi



Şekil 2.11. Analizde kullanılan spektrofotometre cihazı

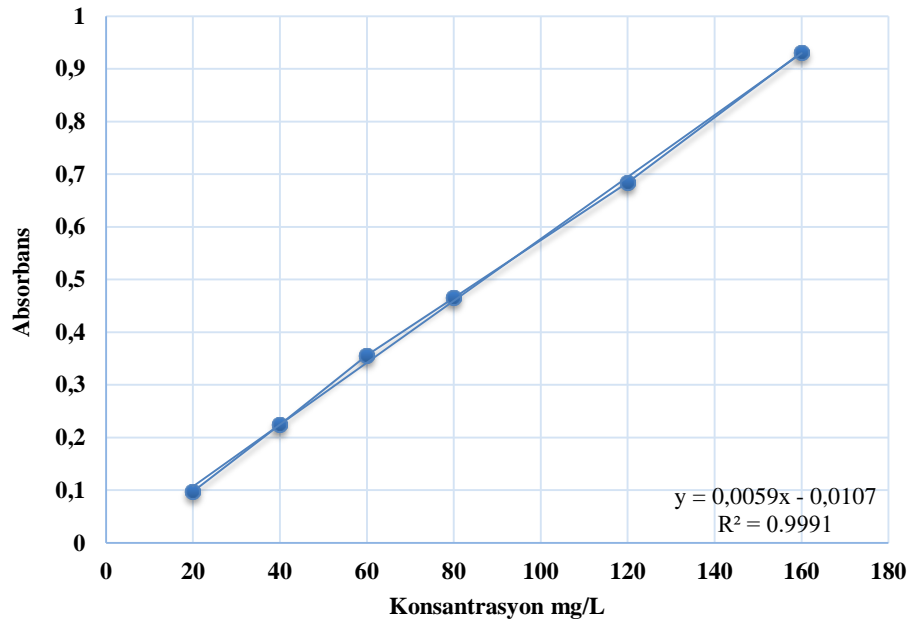
2.12. Toplam Fenolik Madde Tayini (TPC)

Bu tez çalışmasında piyasada satılan 17 çeşit nar sosu ve taze narlardan yaptığımız nar sosu numunelerinin fenolik madde içeriğinin tayin edilmesinde Folin-Ciocalteu ayracı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu yöntem; Singleton vd., (1977) tarafından antioksidanların

toplam fenol miktarını ölçmek için geliştirilmiştir (Lussignoli vd., 1999). Yöntemin temeli kısaca fenolik bileşikler ve diğer indirgeyici bileşiklerden molibdenyuma elektron transfer edilmesine dayanmaktadır. Nar ürünlerinde fenolik madde miktarı yüksek olduğu için, önceden yaptığımız ön denemeler sonucunda saf su ile belirli miktarda seyreltilip bunun neticesinde örnekler arasında kıyaslama yapılabilmiştir. Nar sosu örneğinden 300 µL alınarak üzerine 3.4 ml saf su ilave edildi. Daha sonra bu karışıma 500 µL metanol ve ardından 200 µL folin–ciocalteu’s reaktifi ilave edilip, karışım vortekslenmiş ve 10 dakika oda şartlarında inkübe edilmiştir. İnkübe edildikten sonra üzerine 600 µL %10 lik Na₂CO₃ çözeltisi ilave edildi. Son karışım tekrar vortekslenildikten sonra 120 dakika oda şartlarında karanlıkta inkübe edilip inkübasyon süresinin sonunda karışımın 760 nm’deki absorbansı okundu. Shimadzu UV 1208 model spektrofotometre (Şekil 2.13) ile örnek yerine saf su kullanılarak hazırlanan kör numuneye (kontrol örneği) karşı karışımların absorbansları ölçülmüştür. Sonuçlar standart eğri kullanılarak, gallik asit eşdeğeri (GAE) cinsinden belirlenmiştir.

2.12.1. Standart Kalibrasyon Eğrisi

Kör olarak 3.7 mL su 500 µL metanol +100 µL folin–ciocalteu’s reaktifi + 600 µL Na₂CO₃ karışımı kullanıldı. Örneklerinde fenolik madde miktarları; gallik asidin (20, 40, 60, 80, 120, 160 ve 250 µg/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam fenolik mg GA Eşdeğeri/ L olarak verildi (Kasangana vd., 2015). Toplam fenolik madde tayini standart kalibrasyon eğrisi Şekil 2.12’de gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Toplam fenolik madde tayini standart kalibrasyon eğrisi



Şekil 2.13. Spektrofotometre cihazı

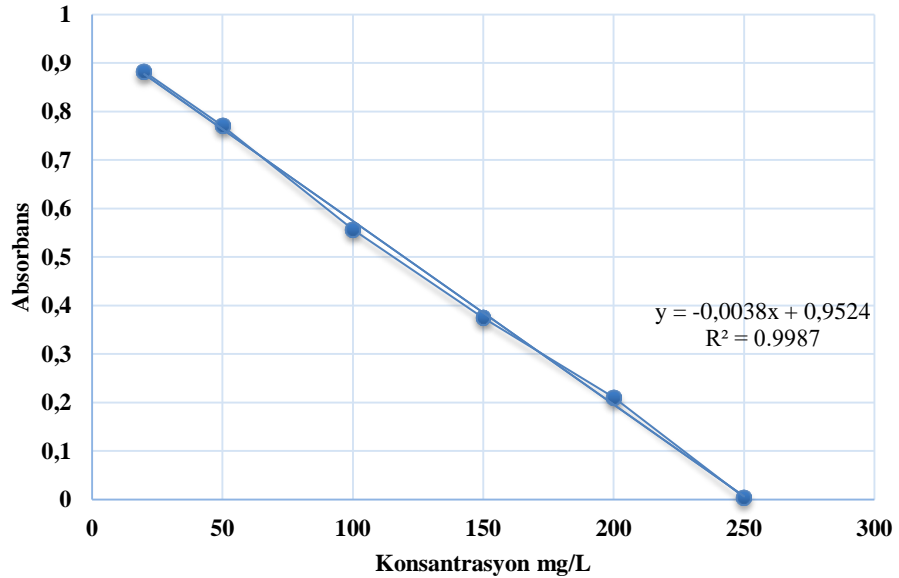
2.13. DPPH Radikal Süpürme Aktivitesi Tayini

2.13.1. Ana Stok DPPH (10 mM) Reaktifinin Hazırlanması

39.5 mg DPPH (2.2 difenil 1-pikrilhidrazil) 10 ml metanol içinde çözüldü.

2.13.2. DPPH Çalışma Çözeltisinin Hazırlanması

Ana stok çözeltisinden 2.5 mL alınıp 250 mL'ye metanol ile tamamlanmış, tamamlanan çözeltinin absorbansı 517 nm'de okunduğunda absorbansı 0.980 ± 0.02 değere ayarlandı. 100 µL nar sosu örneği alınarak 3000 µL DPPH çalışma çözeltisi ilave edildi. Karışım vortekslelendikten sonra 30 dk bekletildi. Elde edilen çözelti sonra spektrofotometre 517 nm'de absorbansı okundu. Kör olarak 100 µL metanol kullanıldı. Standartlardan (askorbik asit ve troloks) 100 µL alınıp aynı işlemler yapıldı (Ahmed vd., 2015). DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi tayini standart kalibrasyon eğrisi Şekil 2.14'te gösterilmiştir.



Şekil 2.14. DPPH serbest radikal süpürme aktivitesi tayini standart kalibrasyon eğrisi

Bu yöntem, antioksidan bileşiklerin mor renkli stabil bir bileşik olan DPPH radikalini indirgeme yetenekleri ile ilişkilidir. Mor renkli DPPH radikali, 515-517 nm dalga boyunda kuvvetli bir absorbsiyon göstermekte ve bu durum spektrofotometrede kolaylıkla belirlenebilmektedir (Prior vd., 2001; Sanchez-Moreno, 2002). Yöntem temel olarak, metanol ya da etanolde hazırlanan DPPH radikal çözeltisi üzerine test bileşiğinin eklenmesi sonucu radikal çözeltisinin mor renginde meydana gelen azalmanın spektrofotometrede 515-517 nm dalga boyunda ölçülmesine dayanmaktadır (Cemeroğlu, 2010). İlgili eşitlik (2.4)'te belirtilmiştir.

$$\% \text{ inhibisyon} = [1 - (A_p / A_{DPPH})] \times 100 \quad (2.4)$$

A_p : 517 nm dalga boyunda örneğin absorpsiyonu

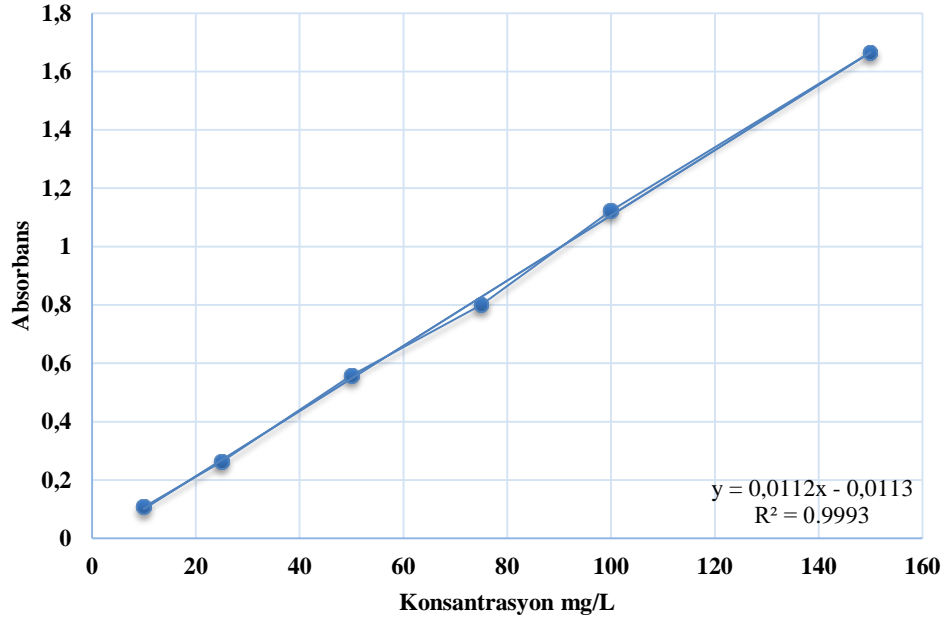
A_{DPPH} : 517 nm dalga boyunda kontrolün absorpsiyonu

2.14. Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP)

Bilinen ilk demir(III) esaslı antioksidan kapasite ve aktivite yöntemlerinin başında gelen FRAP yöntemi Benzie ve Strain tarafından geliştirilmiştir (Benzei ve Strain 1996). pH= 3.6 da Fe(III) kısa adı TPTZ olan tripridiltiazin kompleksi ile tepkimesi sonucunda ortaya çıkan Fe(III)-TPTZ kompleksi antioksidanlarla etkileşime girerek Fe(II)- TPTZ kompleksine indirgenir. Bu yöntem; Fe(II)- TPTZ kompleksine indirgenmesi sonucunda oluşan mavi-mor renkli kompleksin 593 nm dalga boyunda absorpsiyonunun ölçülmesi temeline dayanır. FRAP yöntemi elektron-transfer esaslı, hızlı, basit ve ucuz bir yöntem olarak bilinmektedir. Bu yöntemin dezavantajı -SH gruplarına karşı herhangi bir tepkime vermemesi ve bazı hidroksisinnamik asitlerle tepkimesinin, protokol süresinde tamamlanamamasıdır.

Nar sosu numunesinden 250 µL alınarak 2750 µL FRAP çözeltisi ilave edildi. Karışım vortekslendi ve 30 dk boyunca bekletildi. Kör numune olarak 250 µL saf su kullanıldı. Standartlardan 250 µL alınıp diğer işlemlerde yapıldığı gibi aynı işlemler gerçekleştirildi. FRAP madde miktarları; FeSO₄ (25.00, 50.50 100, 200 ve 400.00 µg/ml) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi mg FeSO₄ eşdeğeri/kg olarak verildi (Ahmed vd., 2015).

FRAP toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi tayini standart kalibrasyon eğrisi Şekil 2.15'te gösterilmiştir.

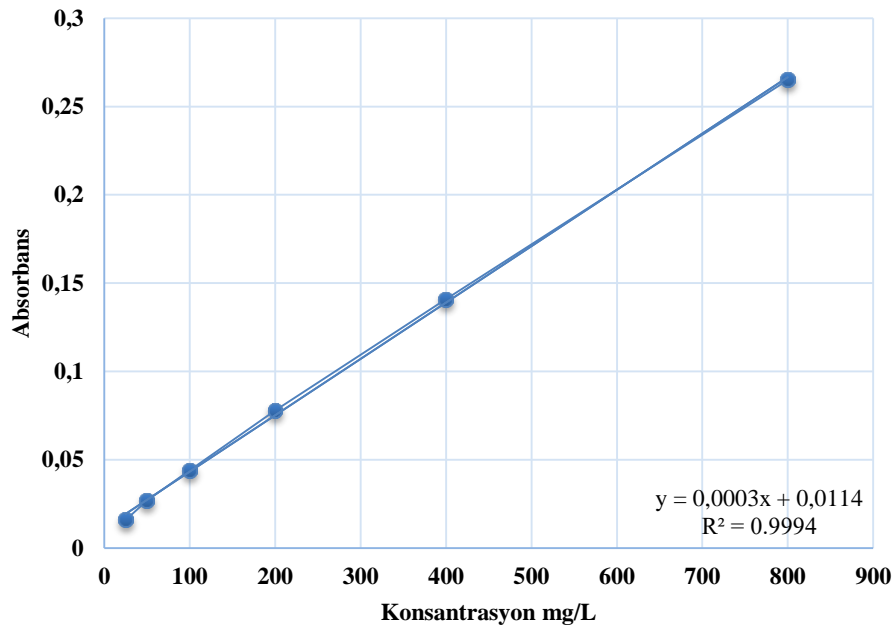


Şekil 2.15. FRAP toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi tayini standart kalibrasyon eğrisi

2.15. Toplam Flavonoid Madde İçeriği (TFC)

Nar sosu numunesinden 500 µL alıp, daha sonra 3200 µL metanol (% 30 v/v) ilave edildi. Karışım vortekslenip ve üzerine 0.5 M sodyumnitrit çözeltisinden 150 µL ilave edilerek arkasından 150 µL 0.3 M aliminyumklörür çözeltisi eklendi. 5 dk boyunca bekletildi ve 1 ml 1 M NaOH çözeltisi ilave edildi. Karışım tekrar vortekslenip 10 dk boyunca bekledikten sonra 506 nm’de spektrofotometerde absorbans okuması yapıldı. Kör olarak 500 µL saf su kullanıldı.

Standartlardan 500 µL alınıp aynı işlemler yapıldı. Toplam flavanoid madde miktarları; kateşin veya kuersetin (etanol çözülerek) (25, 50, 100, 200, ve 400 µg/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam flavanoid mg kateşin eşdeğeri/ L olarak verildi (Kasangana vd., 2015). Toplam flavonoid madde içeriği tayini standart kalibrasyon eğrisi Şekil 2.16’da gösterilmiştir.



Şekil 2.16. Toplam flavonoid madde içeriği tayini standart kalibrasyon eğrisi

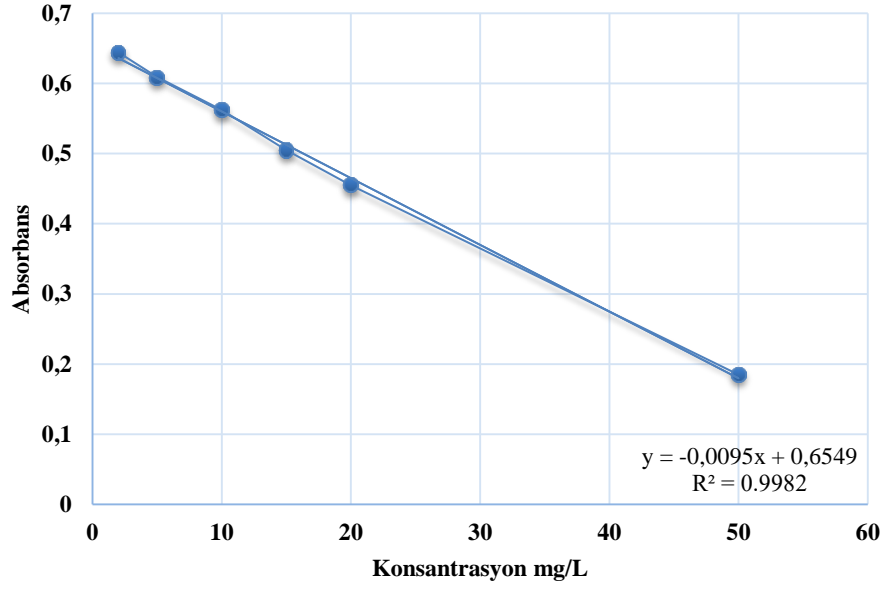
2.16. ABTS Radikal Süpürücü Etki Tayini

2.16.1. Ana Stok ABTS Çözeltilisinin Reaktifinin Hazırlanması

0.0384 mg ABTS ve 0.0134 g potasyumpersulfat 10 mL bidistile saf su içinde çözüldü. Elde edilen çözeltiden 10 mL alınıp 100 ml balon jojeye bidistile saf su ile sulandırıldı (1:9 v/v). Kararlı hale gelmesi için 12 saat karanlıkta saklandı.

2.16.2. ABTS Çalışma Çözeltilisinin Hazırlanması

Ana stok çözeltilisinden 1 ml alınıp 60 mL metanol ile seyreltilti. Çözeltilinin absorbansı 734 nm’de okunduğunda absorbansı 0.706 ± 0.001 değere ayarlandı. 150 µL nar sosu örneğinden alınarak 2850 µL ABTS çalışma çözeltisi ilave edildi. Karışım vortekslendi 120 dk karanlıkta bekletildi. Elde edilen çözelti sonra 734 nm’de spektrofotometrede absorbansı okundu. Kör olarak 150 µL metanol de kullanıldı. Standartlardan (askorbik asit ve troloks) 150 µL alınıp aynı işlemler yapıldı (Ahmed vd., 2015). ABTS radikal süpürücü etki tayini standart kalibrasyon eğrisi Şekil 2.17’de gösterilmiştir.



Şekil 2.17. ABTS radikal katyonu süpürücü etki tayini standart kalibrasyon eğrisi

Bu çalışmada kullanılan metod $ABTS^{\bullet+}$ metodudur. $ABTS^{\bullet+}$ metodu; pratik olması, hızlı olması, pahalı olmaması, güvenilir olması nedeniyle başarıyla kullanılmaktadır. Bu yöntem ile ABTS radikal katyonu ABTS'nin potasyum persülfat ile oksidasyonu sonucu oluşmaktadır. Geliştirilen metodun orjinalden farkı hem lipofilik hem hidrofilik antioksidanlara uygulanabilmesi ve bir dekolorizasyon (renk açılma) yöntemi olmasıdır. Bu yöntem, ABTS'nin oksidasyonu ile üretilen $ABTS^{\bullet+}$ radikal çözeltisi üzerine, antioksidan içeren bir örneğin eklenmesi sonucu radikalın indirgenmesi temeline dayanmaktadır. Mavi-yeşil renkli stabil bir bileşik olan radikal 600- 750 nm dalga boyunda kuvvetli bir absorpsiyon vermektedir. $ABTS^{\bullet+}$ radikali, antioksidan bir bileşikle reaksiyona girdiğinde radikal, ABTS'nin renksiz formuna çevrilmektedir. Antioksidan standardı olarak ise, bir E vitamini analoğu olan troloks kullanılmıştır. Reaksiyon sonucu harcanan $ABTS^{\bullet+}$ miktarı, troloks eşdeğeri olarak hesaplanmakta ve sonuç TEAC değeri olarak ifade edilmektedir.

ABTS yönteminin ilkesi, ABTS ve potasyum persülfat arasında gerçekleştirilen reaksiyon sonucu oluşan mavi/yeşil renkli $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonu tarafından tutulan antioksidatif maddelerin miktarının sentetik bir antioksidan olan troloksun standart miktarıyla kıyaslanarak bağıl ölçümünün sağlanmasına dayanmaktadır (Cemeroğlu, 2010). İlgili eşitlik (2.5)'te belirtilmiştir.

$$\%inhibisyon= \frac{A_{Kör}-A_{Örnek}}{A_{Kör}} \times 100 \quad (2.5)$$

2.17. Yapay Boyar Tayini

2.17.1. Yapay Boya Tayininde Kullanılan Yün İpin Hazırlanışı

Beyaz yün ip petrol eteri veya başka bir yağ çözücü ile Soxhalet ile 8 saat sifon ettirilmiş ve oda sıcaklığında el değmeden kurutulmuştur (Şekil 2.18). Daha sonra 80 °C’de su banyosunda 1 saat %5’lik NH₃ çözeltisiyle bekletilmiş ve bu süre sonunda ip saf suyla NH₃ kalmayıncaya kadar yıkanıp cam çubuklar üzerinde yine oda sıcaklığında el değmeden kurutulmuştur.



Şekil 2.18. Yün ipi hazırlanışı

Nar sosu numunesinden 20-40 g kadar tartılıp 1-3 katı saf suyla iyice seyreltilmiş, filtre edilip süzüntü temiz bir behere alınmış, içine birkaç damla konsantre HCl ilave edildikten sonra içine yağı alınıp beyazlatılmış yün ipi atılmıştır. Beher su banyosunda 1 saat bekletildikten sonra ip beherden çıkarılıp iyice yıkanmıştır. Yün ip, boyar madde ile boyanmamış veya içerdiği boyar madde yıkamayla uzaklaştırılmışsa örnekte boyar madde olmadığı kanısına varılmıştır. Yün ip boyanmış ve yıkamayla çıkmamışsa, ip bir behere konup bir miktar saf su ve birkaç damla %5’lik NH₃ ilavesiyle su banyosunda yarım saat

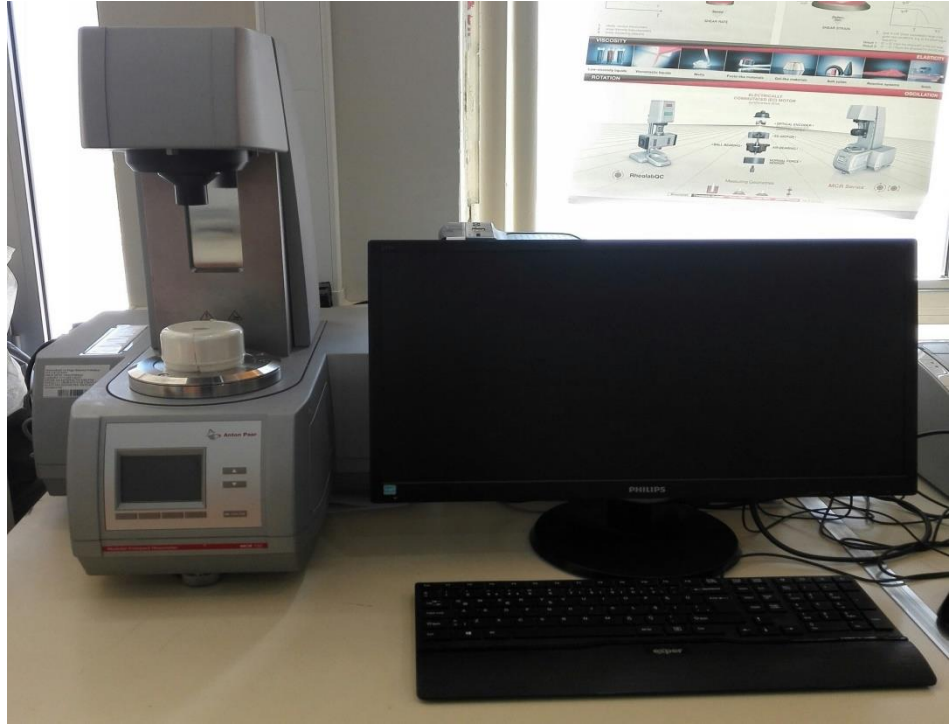
süre ile NH_3 uçuncaya kadar kaynatılmıştır (Şekil 2.19). Bu sırada yün ipteki boyar madde çözeltiye geçmişse yapay boyalı, geçmemişse doğal boyalı olduğu kanısına varılmıştır (Tosun, 1991).



Şekil 2.19. Kaynatma işlemi

2.18. Reolojik Analizler

Nar sosu numunelerinin viskozitelerinin farklı sıcaklıklarda belirlenmesi için akış davranışı analizleri reometre cihazı (Anton Paar MCR 102, Thermo Scientific, Germany) (Şekil 2.20) ile gerçekleştirilmiştir. Akış davranış grafiklerinin oluşturulması için numuneler sabit sıcaklıkta (15, 25 ve 35 °C) reometre plakası (çap 35 mm, aralık 1.000 mm) üzerine konulmuştur. 0-100 s^{-1} kayma hızı aralığında kayma gerilimi ölçülerek akış davranış grafikleri elde edilmiştir. Elde edilen veriler ve grafikler kullanılarak örneklerin görünür viskozite değerleri 50 s^{-1} kayma hızında belirlendi.



Şekil 2.20. Analizde kullanılan reometre cihazı

2.19. Nar Sosu Numunelerinin İstatistiksel Analizi

Nar sosu numunelerinin fizikokimyasal analiz sonuçları ve antioksidan parametre değerlerinin belirlenmesi sonucu, bu analiz değerlerinin istatistiksel olarak XLSTAT (2010) yazılımı kullanılarak küme analizi (Cluster Analysis, CA), duncan testi ve temel bileşen analizi (Principle Component Analysis, PCA) ile değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Piyasada satılan 17 farklı firmaya ait nar sosu örnekleri ve laboratuvar ortamında taze nar meyvesinden yapmış olduğumuz nar sosunun (yapmış olduğumuz nar sosu tablo ve grafiklerde ‘N18’ ile gösterilmiştir) analiz sonuçları incelenmiştir.

Briks, % asitlik (sitrik asit cinsinden), pH, HMF, fruktoz, glukoz, sakkaroz ve toplam şeker, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, FRAP, renk analizi ve yapay boyar madde analizi yapılmıştır. 18 farklı nar sosu numuneleri üzerinde yapılan bu analizlerin sonuçları, en büyük ve en küçük değerleri, kutu grafiği ile ortanca ve medyan değerleri, korelasyon matriksi tablosu ile korelasyon ilişkilerini değerlendirmeleri, varsa literatür verileri ile kıyaslanması ve tartışılması ve analizlerde bulunan sonuçların farklılıklarının değerlendirilmesi bu bölümde verilmektedir. İncelediğimiz nar sosu örneklerinde yapılan PCA (Temel bileşen analizi) analizi sonucunda elde edilen korelasyon matriksi tablo 3.1’de verilmiştir. İncelediğimiz nar soslarının fiziksel, kimyasal ve antioksidan analizleri sonucunda elde ettiğimiz veriler neticesinde, yapılan istatistiksel çalışma sonucunda korelasyon ilişkisi elde edilmiştir. Nar sosu numunelerinde yapılan briks, % asitlik (sitrik asit cinsinden), pH, HMF, fruktoz, glukoz, sakkaroz ve toplam şeker analiz sonuçları tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Nar sosu örneklerinin fizikokimyasal analizlerinin ve antioksidan parametlerinin korelasyon matrisi

Değişkenler	Briks	% Asitlik (Sitrik Asit Cin.)	pH	HMF mg/kg	L*	a*	b*	ΔE*	TPC mg GAE/kg
Briks	1	-0.421	-0.350	0.236	0.043	-0.198	-0.023	0.028	-0.525
% Asitlik (Sitrik Asit Cin.)	-0.421	1	0.355	-0.021	0.138	0.598	0.245	0.313	0.323
pH	-0.350	0.355	1	-0.096	-0.176	0.114	-0.081	-0.103	0.695
HMF mg/kg	0.236	-0.021	-0.096	1	0.366	0.080	0.321	0.366	-0.260
L*	0.043	0.138	-0.176	0.366	1	0.506	0.915	0.947	-0.198
a*	-0.198	0.598	0.114	0.080	0.506	1	0.728	0.718	0.000
b*	-0.023	0.245	-0.081	0.321	0.915	0.728	1	0.968	-0.128
ΔE*	0.028	0.313	-0.103	0.366	0.947	0.718	0.968	1	-0.180
TPC mg GAE/kg	-0.525	0.323	0.695	-0.260	-0.198	0.000	-0.128	-0.180	1
DPPH mg AA/kg	-0.690	0.788	0.566	-0.140	0.077	0.488	0.196	0.199	0.755
DPPH % İnhibisyon	-0.690	0.789	0.568	-0.141	0.076	0.487	0.195	0.198	0.755
TFC mg QEE/kg	-0.627	0.377	0.743	-0.274	-0.205	0.024	-0.141	-0.179	0.967
TAC mg AA/kg	-0.572	0.635	0.539	0.007	0.264	0.412	0.364	0.338	0.792
ABTS mg AA/kg	-0.676	0.820	0.468	-0.094	0.194	0.600	0.298	0.323	0.591
ABTS % İnhibisyon	-0.677	0.821	0.470	-0.094	0.192	0.599	0.297	0.321	0.591
FRAP mg FeSO ₄ /kg	-0.197	-0.199	0.489	-0.252	-0.336	-0.409	-0.331	-0.416	0.827
Fruktoz % (m/m)	-0.464	0.095	0.085	-0.195	0.020	-0.028	0.017	-0.019	0.354
Glukoz % (m/m)	-0.377	0.531	0.090	0.074	0.329	0.454	0.402	0.395	0.288
Sakkaroz % (m/m)	0.366	-0.371	-0.039	-0.157	-0.208	-0.141	-0.214	-0.213	-0.338
Toplam Şeker % (m/m)	-0.417	0.180	0.138	-0.344	0.098	0.277	0.168	0.122	0.239

Tablo 3.1 (devamı)

Değişkenler	DPPH mg AA/kg	DPPH % İnhibisyon	TFC mg QEE/kg	TAC mg AA/kg	ABTS mg AA/kg	ABTS % İnhibisyon	FRAP mg FeSO ₄ /kg	Fruktoz % (m/m)	Glukoz % (m/m)	Sakkaroz % (m/m)	Toplam Şeker % (m/m)
Briks	-0.690	-0.690	-0.627	-0.572	-0.676	-0.677	-0.197	-0.464	-0.377	0.366	-0.417
% Asitlik (Sitrik Asit Cin.)	0.788	0.789	0.377	0.635	0.820	0.821	-0.199	0.095	0.531	-0.371	0.180
pH	0.566	0.568	0.743	0.539	0.468	0.470	0.489	0.085	0.090	-0.039	0.138
HMF mg/kg	-0.140	-0.141	-0.274	0.007	-0.094	-0.094	-0.252	-0.195	0.074	-0.157	-0.344
L*	0.077	0.076	-0.205	0.264	0.194	0.192	-0.336	0.020	0.329	-0.208	0.098
a*	0.488	0.487	0.024	0.412	0.600	0.599	-0.409	-0.028	0.454	-0.141	0.277
b*	0.196	0.195	-0.141	0.364	0.298	0.297	-0.331	0.017	0.402	-0.214	0.168
ΔE*	0.199	0.198	-0.179	0.338	0.323	0.321	-0.416	-0.019	0.395	-0.213	0.122
TPC mg GAE/kg	0.755	0.755	0.967	0.792	0.591	0.591	0.827	0.354	0.288	-0.338	0.239
DPPH mg AA/kg	1	1.000	0.782	0.895	0.956	0.956	0.267	0.294	0.587	-0.423	0.386
DPPH % İnhibisyon	1.000	1	0.782	0.895	0.956	0.956	0.266	0.293	0.587	-0.423	0.386
TFC mg QEE/kg	0.782	0.782	1	0.793	0.630	0.631	0.747	0.424	0.276	-0.360	0.272
TAC mg AA/kg	0.895	0.895	0.793	1	0.828	0.828	0.416	0.391	0.587	-0.523	0.356
ABTS mg AA/kg	0.956	0.956	0.630	0.828	1	1.000	0.048	0.247	0.544	-0.311	0.441
ABTS % İnhibisyon	0.956	0.956	0.631	0.828	1.000	1	0.047	0.247	0.544	-0.311	0.441
FRAP mg FeSO ₄ /kg	0.267	0.266	0.747	0.416	0.048	0.047	1	0.276	-0.012	-0.198	0.017
Fruktoz % (m/m)	0.294	0.293	0.424	0.391	0.247	0.247	0.276	1	0.155	-0.470	0.613
Glukoz % (m/m)	0.587	0.587	0.276	0.587	0.544	0.544	-0.012	0.155	1	-0.741	0.256
Sakkaroz % (m/m)	-0.423	-0.423	-0.360	-0.523	-0.311	-0.311	-0.198	-0.470	-0.741	1	0.040
Toplam Şeker % (m/m)	0.386	0.386	0.272	0.356	0.441	0.441	0.017	0.613	0.256	0.040	1

3.1. Nar Sosu Numunelerinde Briks, % Asitlik (sitrik asit cinsinden), pH, HMF, Fruktoz, Glikoz, Sakkaroz ve Toplam Şeker Analizlerinin Bulguları

Tablo 3.2. Nar sosu numunelerinin briks, % asitlik (sitrik asit cinsinden), pH, HMF, fruktoz, glikoz, sakkaroz ve toplam şeker analiz sonuçları

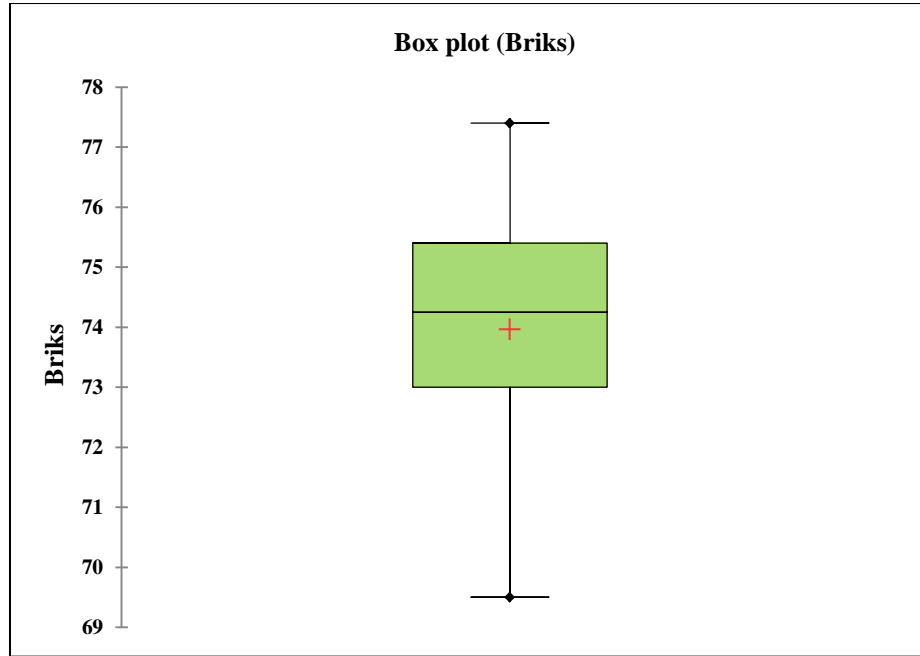
Numune	Briks	% Asitlik (Sitrik Asit Cin.)	pH	HMF mg/kg	Fruktoz % (m/m)	Glukoz % (m/m)	Sakkaroz% (m/m)	Toplam Şeker % (m/m)
N1	74.85±1.85 ^{bcd}	3.77±0.19 ^{ef}	1.69±0.06 ⁱ	26.67±1.90 ^{ef}	4.78±4.79 ^{def}	0.00±0.00 ^g	17.00±0.10 ^{bc}	21.78±4.89 ^{cde}
N2	76.70±0.00 ^a	3.27±0.17 ^h	2.30±0.02 ^d	12.07±1.35 ^{gh}	0.00±0.00 ^g	0.00±0.00 ^g	23.49±2.65 ^a	23.49±2.65 ^{bcd}
N3	76.40±0.30 ^a	3.37±0.23 ^{gh}	2.25±0.01 ^d	103.68±1.53 ^a	0.00±0.00 ^g	0.00±0.00 ^g	14.84±3.30 ^{cd}	14.84±3.30 ^g
N4	76.60±0.80 ^a	3.34±0.4 ^{gh}	2.03±0.06 ^f	36.84±0.94 ^d	0.00±0.00 ^g	0.00±0.00 ^g	17.65±0.78 ^{bc}	17.65±0.78 ^{efg}
N5	74.70±0.00 ^{bcd}	5.66±0.05 ^c	1.91±0.03 ^h	24.18±5.54 ^f	0.00±0.00 ^g	0.00±0.00 ^g	14.96±0.83 ^{cd}	14.96±0.83 ^{fg}
N6	75.10±0.30 ^{bc}	3.65±0.00 ^f	1.96±0.02 ^g	14.52±0.50 ^g	16.41±5.30 ^a	0.00±0.00 ^g	10.78±0.69 ^{ef}	27.19±6.00 ^{ab}
N7	76.45±0.05 ^a	3.37±0.09 ^{gh}	2.18±0.03 ^e	8.60±0.39 ^e	0.00±0.00 ^g	0.00±0.00 ^g	18.15±1.39 ^b	18.15±1.39 ^{efg}
N8	73.65±0.45 ^{ef}	6.70±0.10 ^b	1.70±0.04 ⁱ	43.40±1.96 ^c	6.72±1.61 ^{cd}	14.61±0.24 ^a	7.38±1.39 ^{gh}	28.70±0.02 ^a
N9	72.50±0.40 ^g	6.66±0.14 ^b	2.27±0.01 ^d	16.09±1.01 ^g	2.75±0.24 ^{efg}	2.90±0.42 ^f	19.41±4.01 ^b	25.06±3.35 ^{abc}
N10	75.40±0.00 ^b	3.55±0.08 ^{fg}	2.14±0.02 ^e	24.50±1.03 ^f	5.42±0.00 ^{cde}	4.05±0.42 ^e	18.18±1.31 ^b	27.64±0.89 ^{ab}
N11	73.00±0.00 ^{fg}	4.46±0.09 ^d	2.03±0.06 ^f	67.02±1.83 ^b	8.19±0.41 ^c	8.21±1.48 ^c	5.55±0.48 ^h	21.95±2.36 ^{cde}
N12	73.90±0.00 ^{def}	3.93±0.17 ^e	1.66±0.02 ⁱ	16.07±1.96 ^g	6.01±0.13 ^{cd}	4.22±0.17 ^e	7.95±0.73 ^{gh}	18.18±0.77 ^{efg}
N13	70.15±0.65 ^h	3.25±0.12 ^h	2.06±0.01 ^f	23.44±0.56 ^f	13.30±0.21 ^b	0.00±0.00 ^g	12.77±0.56 ^{de}	26.07±0.36 ^{abc}
N14	70.30±0.10 ^h	7.42±0.20 ^a	2.52±0.02 ^b	22.14±1.55 ^f	4.75±0.05 ^{def}	10.16±1.13 ^b	10.82±0.28 ^{ef}	25.73±0.91 ^{abc}
N15	73.00±0.30 ^{fg}	2.65±0.11 ⁱ	1.90±0.02 ^h	24.54±1.49 ^f	0.00±0.00 ^g	0.00±0.00 ^g	24.61±0.96 ^a	24.61±0.96 ^{abc}
N16	74.30±0.10 ^{cde}	7.58±0.16 ^a	2.38±0.01 ^c	44.19±5.70 ^c	4.52±0.25 ^{def}	6.93±0.84 ^d	8.74±0.90 ^{fg}	20.20±0.18 ^{de}
N17	74.30±0.10 ^{cde}	3.73±0.11 ^{ef}	1.91±0.02 ^h	29.33±4.31 ^e	1.98±0.07 ^{fg}	15.40±0.40 ^a	1.93±0.00 ⁱ	19.31±0.48 ^{def}
N18	70.00±0.00 ^h	5.58±0.08 ^c	2.88±0.03 ^a	4.58±0.18 ⁱ	12.10±0.28 ^b	8.59±0.20 ^c	5.36±0.69 ^h	26.05±0.22 ^{abc}

Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında yapılan duncan testi sonucunda istatistiki fark olduğunu ifade etmektedir (p<0.0001).

3.1.1. Nar Soslarının Suda Çözünür Kuru Madde Değerleri

Nar soslarında suda çözünür kuru madde miktarı önemli bir kalite kriteridir. Nar sosu örneklerinin suda çözünür kuru madde değerleri 76.70 ± 0.00 - 70.00 ± 0.00 (Tablo 3.2) aralığında bulunmuştur. Laboratuvar ortamında rotary evaporatör kullanarak taze nardan elde ettiğimiz nar sosu örneğinde (N18) ise suda çözünür kuru madde miktarı ortalama 70 ± 0.00 briks olarak saptanmıştır. Nar sosu numunelerinin suda çözünür kuru madde miktarı en yüksek N2 isimli numunede ölçülmüştür. En düşük suda çözünür kuru madde değerine sahip numune ise N18 isimli numune olmuştur. Yapılan çalışmada nar sosu örneklerinin briks analizinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.0001$).

Nar sosu numunelerinin suda çözünür kuru madde analizi kutu grafiğine (Şekil 3.1) göre en düşük ve en yüksek değerler sırası ile 69.50 - 77.40 , birinci kuartil değeri 73 ve üçüncü kuartil değeri 75.40 olarak tespit edilmiştir. Briks analizi kutu grafiğine göre nar sosu numunelerinin medyan değeri 74.25 ve ortalama değeri 73.96 olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Suda çözünür kuru madde sonuçları kutu grafiği

Nar sosu numunelerinin suda çözünür kuru madde değerleri ile diğer analiz edilen parametre değerleri arasındaki korelasyon ilişkisine (Tablo 3.1) bakılacak olursa; Briks

değerleri % asitlik, pH, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, fruktoz, glukoz ve toplam şeker analizleri ile negatif güçlü korelasyon oluştururken, a değeri, b değeri ve FRAP analizi ile negatif zayıf korelasyon göstermiştir. Buna ek olarak sakkaroz analizi ile pozitif güçlü korelasyon oluştururken HMF, L değeri, ΔE değeri analizleri ile pozitif zayıf korelasyon oluşturmaktadır.

Suda çözünür kuru madde içeriği (briks) ile sakkaroz değerleri arasındaki korelasyona bakılırsa (Tablo 3.1), korelasyon değeri 0,366'dır. Bu durumda pozitif güçlü korelasyon oluşturan nar sosu numunelerinin briks değerleri arttıkça sakkaroz değerleri genellikle artacağını göstermektedir. Briks analizi değerleri ile % asitlik, pH, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, fruktoz, glukoz ve toplam şeker değerleri arasındaki korelasyon sonuçlarına (Tablo 3.1) bakıldığında, sırasıyla bu değerler -0.421, -0.350, -0.525, -0.690, -0.627, -0.572, -0.676, -0.464, -0.377, -0.417 olarak hesaplanmıştır. Korelasyon matris tablosu değerlerine göre negatif güçlü korelasyon oluşturan nar sosu numunelerinde briks değeri artarken; % asitlik, pH, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, fruktoz, glukoz ve toplam şeker değerleri azalmıştır. Aynı zamanda briks analiz değerleri ile zayıf korelasyon oluşturan HMFile L değeri, a değeri, b değeri, ΔE değeri ve FRAP değeri arasındaki korelasyon sırasıyla 0.236, 0.043, -0.198, -0.023, 0.028, -0.197 olarak hesaplanmıştır. Nar sosu numunelerinde briks değerinin artması veya azalmasıyla HMF, L değeri, a değeri, b değeri, ΔE değeri ve FRAP analizleri değerlerinde genellikle bir değişim olmamıştır.

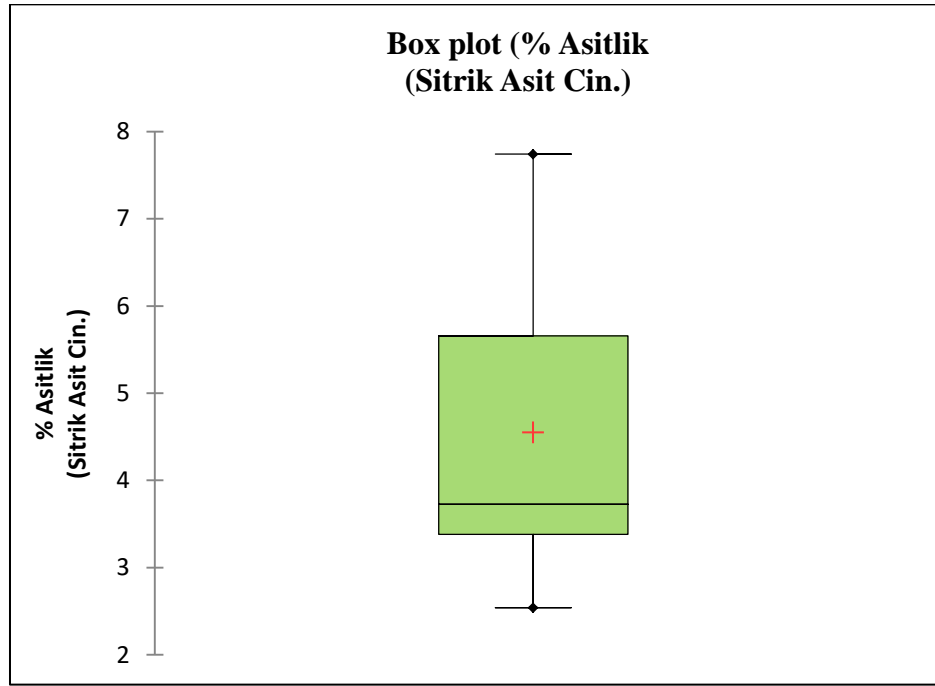
Vatansever, (2018) yapmış olduğu çalışmada nar ekşili sosların suda çözünür kuru madde miktarlarını $72.30 \pm 0.29\text{g}/100\text{ g}$ ve $70.60 \pm 0.20\text{g}/100\text{ g}$ olarak tespit etmiştir. Yıldız vd. (2014), narın (*Punica granatum* L.) ekşi sos ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini incelemişlerdir. Çalışma sonucu, nar ekşi soslarında briks değerini 69.50–73.30 olarak bulmuşlardır. Elde edilen analiz sonuçları literatür verileri ile benzerlik göstermektedir. Nar sosu numunelerinde briks değerleri birbirine yakın olduğu görülmüştür. Örnekler arasındaki briks derecesi farkı nar sosu üretiminde uygulanan işlemlerden ve ısı işlemlerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

3.1.2. Titrasyon Asitliği Değerleri

Nar sosu numunelerinde titrasyon asitliği değeri (sitrik asit cinsinden) $\%2.65 \pm 0.11$ - 7.58 ± 0.16 aralığında (Tablo 3.2) bulunmuştur. N18 numunesinde titrasyon asitliği

%5.58±0.08 olarak ölçülmüştür. Nar sosu numunelerinde titrasyon asitliği değeri en düşük N15 isimli numune olurken, en yüksek olanı ise N16 numunesi olmuştur.

Nar sosu numunelerinin % asitlik analizi kutu grafiğine (Şekil 3.2) bakıldığında en yüksek ve en düşük değerler sırası ile %7.74-2.54, birinci kuartil değeri %3.38 ve üçüncü kuartil değeri %5.65 olduğu görülmektedir. % asitlik analizi kutu grafiğine göre medyan değeri %3.72 ve ortalama değer ise %4.55 olarak bulunmuştur.



Şekil 3.2. Titrasyon asitliği kutu grafiği

Numunelerin titrasyon asitliği ile diğer analizlerin korelasyon ilişkisi (Tablo 3.1) değerlendirildiğinde; briks ve sakkaroz analizleri ile negatif güçlü korelasyon oluşturmakta iken pH, a değeri, ΔE değeri, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, glukoz analiz değerleri ile pozitif güçlü korelasyon oluşturmıştır. HMF ve FRAP değerleri ise numunelerin titrasyon asitliği ile negatif zayıf korelasyon oluşturmıştır. Ek olarak, Titrasyon asitliği ile L değeri, b değeri, fruktoz ve toplam şeker analiz değerleri de pozitif zayıf korelasyon göstermiştir.

Titrasyon asitliği analizi ile pH, a değeri, ΔE değeri, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, glukoz değerleri arasındaki korelasyon (Tablo 3.1) sırasıyla 0.355, 0.598, 0.313, 0.323, 0.788, 0.377, 0.635, 0.820, 0.531 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen korelasyon değerlerine göre pozitif güçlü korelasyon oluşturan nar sosu numunelerinde titrasyon asitliği artarken;

pH, a değeri, ΔE değeri, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, glikoz miktarları da genellikle artış göstermiştir. Titrasyon asitliği ile negatif güçlü korelasyon (Tablo 3.1) oluşturan briks ve sakkarozun korelasyon değerleri sırasıyla -0.421 ve -0.371'dir. Bu sonuçlara göre titrasyon asitliği değeri artarken briks ve sakkaroz değerleri azalmaktadır. Asitlik HMF ile zayıf korelasyon oluşturan, L değeri, b değeri, FRAP, fruktoz ve toplam şeker değerleri korelasyon matriks tablosunda sırasıyla -0.021, 0.138, 0.245, -0.199, 0.095, 0.180 olarak belirlenmiştir.

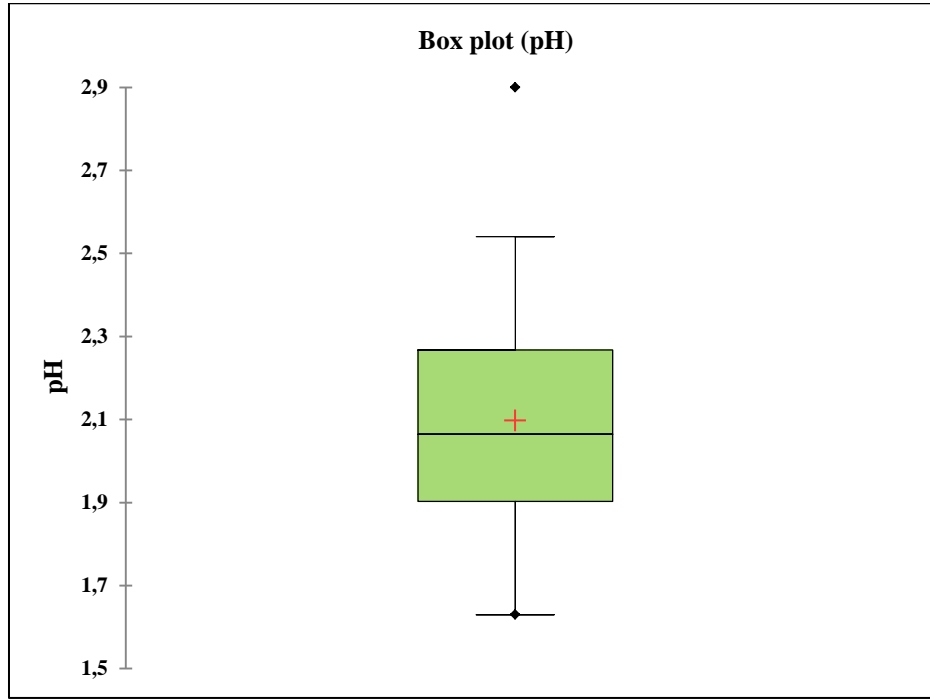
N5, N8, N9, N14, N16 ve N18 numunelerinin asitliklerinin diğer örneklerle göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin nar soslarının üretiminde kullanılan hammadde ve katkı maddelerinin olabileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmada nar sosu örneklerinin titrasyon asitliği analizinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.0001$).

Vatansever, (2018) yapmış olduğu çalışmada nar ekşili soslarının titrasyon asitliği miktarlarını 3.29 ± 0.00 g/100 g ve 3.73 ± 0.01 g/100 g olarak tespit etmiştir. Karabiyikli ve Kışla, (2012) yapmış oldukları çalışmada ise geleneksel nar soslarında titrasyon asitliğini (sitrik asit cinsinden) %8.60-9.30 olarak belirlemişlerdir. Yıldız vd. (2014), yapmış oldukları çalışmada nar ekşisi soslarının asitliğini 4.30-7.97 g/100g olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada elde edilen sonuçların literatür verileriyle uyum gösterdiği görülmektedir.

3.1.3. pH Değerleri

Nar sosu numunelerinde pH analizi değerleri (Tablo 3.2) 1.66 ± 0.02 - 2.88 ± 0.03 aralığında saptanmıştır. N18 numunesinin ortalama pH değeri 2.88 ± 0.03 olarak bulunmuştur. Numunelerde pH değeri en düşük N12 numunesi olurken en yüksek pH değerine sahip numune ise N18'dir. N1, N4, N5, N6, N8, N12, N15 ve N17 numunelerinin pH değerleri diğer örneklerle göre daha düşüktür. N18 numunesinin pH değerine en yakın pH değerine sahip numuneler N14 ve N16 numuneleridir. Yapmış olduğumuz çalışmada nar sosu örneklerinin pH analizinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.0001$).

pH analizinin kutu grafiğine (Şekil 3.3) bakıldığında, en yüksek ve düşük değerler sırası ile 2.90-1.63, birinci kuartil değeri 1.90 ve üçüncü kuartil değeri 2.27 olarak görülmektedir. pH kutu grafiğine göre medyan değeri 2.06, ortalama değer ise 2.09 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.3. pH kutu grafiği

Nar sosu numunelerinin pH analiz değerleri ile diğer analizlerin korelasyon ilişkisinde (Tablo 3.1), sadece briks ile negatif güçlü korelasyon oluşturmuştur. pH ile asitlik, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, FRAP parametreleri arasında pozitif güçlü korelasyon tespit edilmiştir. pH analiz değerleri HMF, L değeri, b değeri, ΔE değeri ve sakkaroz analizleri ile negatif zayıf korelasyon oluşturmuş iken, a değeri, fruktoz, glikoz ve toplam şeker analizleriyle de pozitif zayıf korelasyon göstermiştir

pH ile asitlik, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, FRAP değerleri arasında pozitif güçlü korelasyon belirlenmiş olup, bu korelasyon değerleri (Tablo 3.1) sırasıyla 0.355, 0.695, 0.566, 0.743, 0.539, 0.468, 0.489 olarak hesaplanmıştır. pH değeri arttıkça, asitlik, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, FRAP değerleri de genellikle artmıştır. pH analizi ile briks analizinin korelasyon matris tablo değeri -0.350 olarak hesaplanmıştır. Bu bir negatif güçlü korelasyondur. Yani pH değeri arttıkça briks değerinin genellikle azalacağı anlamına gelmektedir. pH analizi ile HMF, L değeri, a değeri, b değeri, ΔE değeri, fruktoz, glukoz, sakkaroz ve toplam şeker zayıf korelasyon oluşturmakta ve bu korelasyon değerleri sırasıyla -0.096, -0.176, 0.114, -0.081, -0.103, 0.085, 0.090, -0.039, 0.138 olarak hesaplanmıştır. Bu

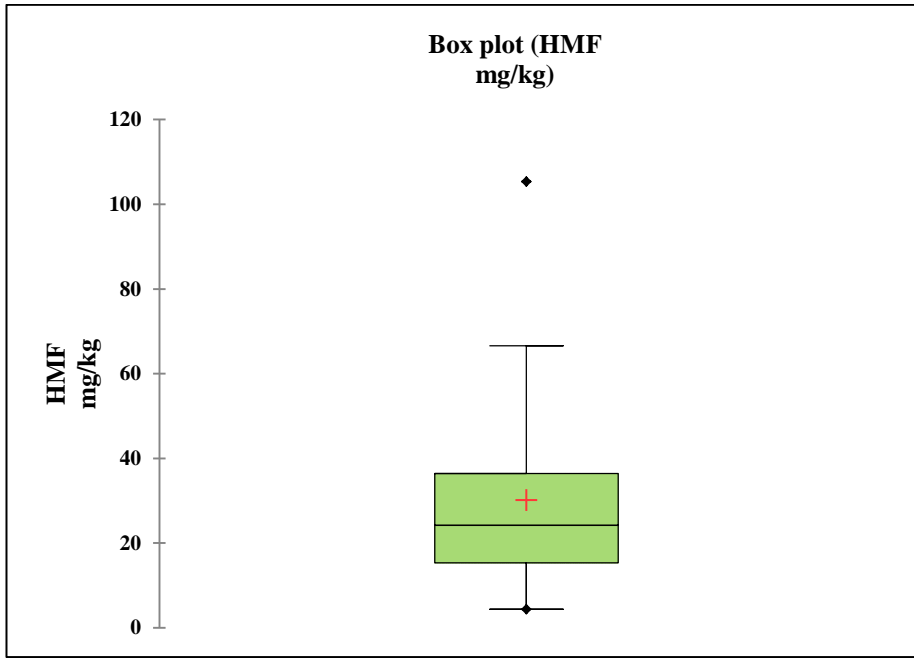
sonuçlara göre pH değerinin artmasıyla veya azalmasıyla HMF, L değeri, a değeri, b değeri, ΔE değeri, fruktoz, glukoz, sakkaroz ve toplam şeker değerlerinde genellikle herhangi bir değişim meydana gelmemektedir.

Nar sosları için Türkiye’de bir standart bulunmamaktadır. Karabiyikli ve Kışla (2012), yaptıkları çalışma sonucunda nar soslarının pH değerlerini 2.33-2.68 olarak tespit etmişlerdir. Vatansever (2018), yapmış olduğu çalışmada nar ekşili sosların pH değerlerini 1.71 ± 0.01 - 2.01 ± 0.00 olarak tespit etmiştir. Metin (2014), yapmış olduğu çalışmada ise nar ekşisi soslarının pH değerlerini 1.74-2.62 aralığında tespit etmiştir. Yıldız vd. (2014), yaptıkları çalışmada nar ekşisi soslarının pH değerlerini 2.64-2.91 aralığında tespit etmişlerdir. pH analizi sonucunda elde edilen veriler, literatür verileri ile uyum göstermekte ve olası farklılıkların hammadde, proses ve depolama koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.1.4. Hidroksimetil Furfural (HMF)

Nar sosu numunelerinde yapmış olduğumuz HMF analizleri sonucunda elde ettiğimiz değerler Tablo 3.2’de verilmiştir. HMF analizi sonucunda en düşük değer 4.58 ± 0.18 mg/kg, en yüksek değer ise 103.68 ± 1.53 mg/kg olarak bulunmuştur. N18 numunesi HMF değeri ortalama 30.10 mg/kg olarak ölçülmüştür. Analizler sonucunda en düşük değere sahip numune N18, en yüksek değere sahip numune ise N3 olmuştur. Yapmış olduğumuz bu çalışmada nar sosu örneklerinin HMF analizinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.0001$).

HMF analizi kutu grafiği Şekil 3.4’te verilmiştir. Kutu grafiğine göre HMF analizinin en yüksek ve en düşük değerleri sırasıyla 105.34-4.37 mg/kg, birinci kuartil değeri 15.30 mg/kg, üçüncü kuartil değeri ise 36.42 mg/kg olarak görülmektedir. HMF kutu grafiğinde görüldüğü üzere medyan değeri 24.21 mg/kg, ortalama değer ise 30.10 mg/kg’dır.



Şekil 3.4. HMF kutu grafiği

Nar soslarında HMF analizi değerleri ile diğer parametrelerin analiz değerleri arasındaki korelasyon Tablo 3.1’de gösterilmiştir. HMF ile L, b, ve ΔE değerleri arasında pozitif güçlü korelasyon tespit edilmiştir. HMF değeri TFC ve toplam şeker analiz değerleri ile negatif güçlü korelasyon göstermiştir. Ayrıca, HMF ile asitlik, pH, TPC, DPPH, ABTS, FRAP, fruktoz ve sakkaroz analiz değerleri arasında negatif zayıf korelasyon tespit edilmişken, briks, a değeri, TAC ve glikoz ile de pozitif zayıf korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.

Korelasyon matris tablosuna (Tablo 3.1) göre, HMF analizi ile diğer analizlerin korelasyonlarına bakıldığında L değeri, b değeri ve ΔE değeri analizlerinde sırasıyla 0.366, 0.321, 0.366 olarak hesaplandığı görülmektedir. Bu değerlere göre HMF miktarı arttığında L değeri, b değeri ve ΔE değerleri de genellikle artış göstermektedir. HMF ile negatif güçlü korelasyon oluşturan TFC ve toplam şeker analizlerinin korelasyon değerleri sırasıyla -0.274, -0.344’tür. Yani HMF miktarı arttığında TFC ve toplam şeker miktarları genellikle azalma göstermiştir. HMF analiziyle zayıf korelasyon oluşturan briks, asitlik, pH, a değeri, TPC, DPPH, TAC, ABTS, FRAP, fruktoz, glukoz ve sakkaroz miktarları, HMF miktarının artması veya azalması ile genellikle herhangi bir değişim göstermemiştir.

Literatür sonuçlarına bakıldığında; Vatansever (2018), yapmış olduğu çalışmada nar soslarında HMF değerini 117.15 ± 6.91 - 387.32 ± 66.30 mg/kg olarak tespit etmiştir. Metin (2014), “Ankara piyasasında satışa sunulan nar ekşisi, nar ekşisi sosu ve üzüm

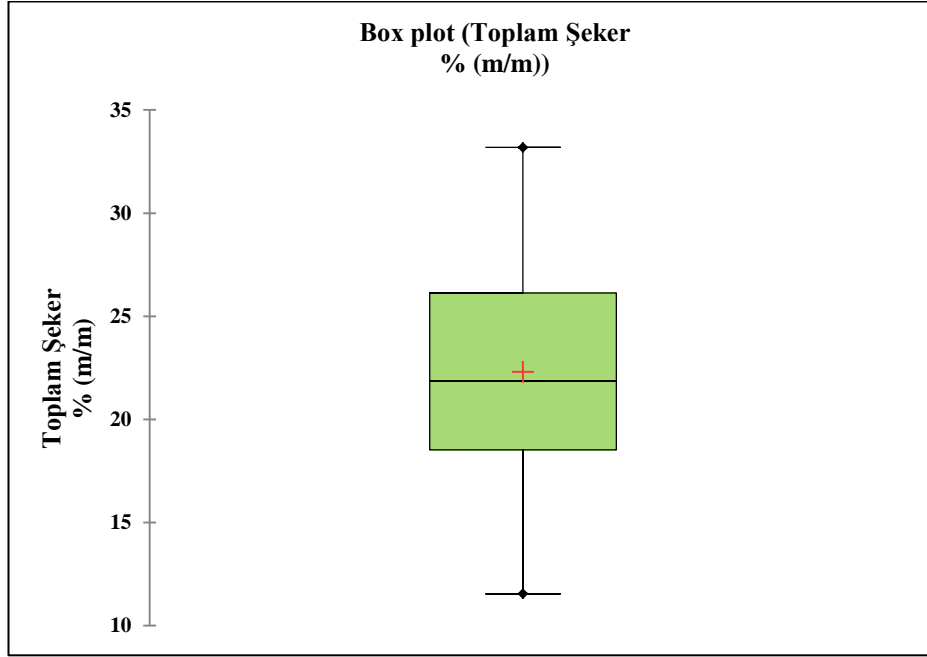
pekmezlerinin hidroksimetilfurfural düzeyinin sapması” adlı çalışmasında, nar ekşisi soslarının HMF içeriklerini 41-151.90 mg/kg olarak saptamıştır. Çalışmamızda elde edilen verilerin, literatür verileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Taze nar meyvesinden uygun koşullarda yapmış olduğumuz nar sosu numunesinin (N18), diğer numunelere ve literatür verilerine göre daha düşük HMF içeriğine sahip olduğu saptanmıştır.

3.1.5. Toplam Şeker, Glukoz, Fruktoz ve Sakkaroz Değerleri

18 farklı nar sosu numunelerinde gerçekleştirilen toplam şeker, glukoz, fruktoz ve sakkaroz analizleri sonuçları Tablo 3.2’de verilmiştir. Toplam şeker analizinde tespit edilen en yüksek değer 28.70 ± 0.02 %(m/m), en düşük değer ise 14.84 ± 3.30 %(m/m) olarak bulunmuştur. N18 numunesinin toplam şeker miktarı ise 26.05 ± 0.22 %(m/m) olarak ölçülmüştür. Toplam şeker analizinde en yüksek değer veren numune N8, en düşük değer veren numune ise N3 numunesi olmuştur. Glukoz analizinde çıkan en yüksek değer 15.40 ± 0.40 %(m/m), en düşük değer ise 0.00 ± 0.00 %(m/m)’dir. N18 numunesinin glukoz miktarı 8.59 ± 0.20 %(m/m) olarak kaydedilmiştir. Glukoz analizinde miktarı en düşük çıkan numuneler N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N13, N15 numuneleri olurken, glukoz miktarı en yüksek olan numune ise N17’dir. Fruktoz analizinde bulunan en yüksek değer (Tablo 3.2) 16.41 ± 5.30 %(m/m), en düşük değer ise 0.00 ± 0.00 %(m/m)’dir. N18 numunesinin fruktoz miktarı 12.10 ± 0.28 %(m/m) olarak bulunmuştur. Analiz sonuçlarına göre fruktoz miktarı en yüksek olan numune N6 numunesi olurken, fruktoz miktarı en düşük olan numuneler ise N2, N3, N4, N5, N7 ve N15 numuneleri olmuştur. Sakkaroz analizinde elde edilen sonuçlara göre (Tablo 3.2) en yüksek değer 24.61 ± 0.96 %(m/m), en düşük değer ise 1.93 ± 0.00 %(m/m) olarak belirlenmiştir. N18 numunesinin sakkaroz miktarı ise 5.36 ± 0.69 %(m/m)’dir. Sakkaroz analizi sonucunda en yüksek sakkaroz miktarına sahip numune N15, en düşük sakkaroz miktarına sahip numune ise N17 numunesi olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada nar sosu örneklerinin toplam şeker, fruktoz, sakkaroz ve glukoz analizlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.0001$).

Nar sosu numuneleri üzerinde yapmış olduğumuz toplam şeker analizi sonucu elde edilen toplam şeker kutu grafiği Şekil 3.5’de verilmiştir. Grafiğe göre toplam şeker miktarının en yüksek ve en düşük değerleri sırasıyla 33.19-11.54 %(m/m) olarak tespit edilmiştir. Toplam şeker kutu grafiğine göre birinci kuartil değeri 18.52 %(m/m), üçüncü

kuartil değeri ise 26.12 %(m/m) olarak gösterilmiştir. Grafiğe göre medyan değeri 21.86 %(m/m), ortalama değer ise 22.31 %(m/m) olarak belirlenmiştir.



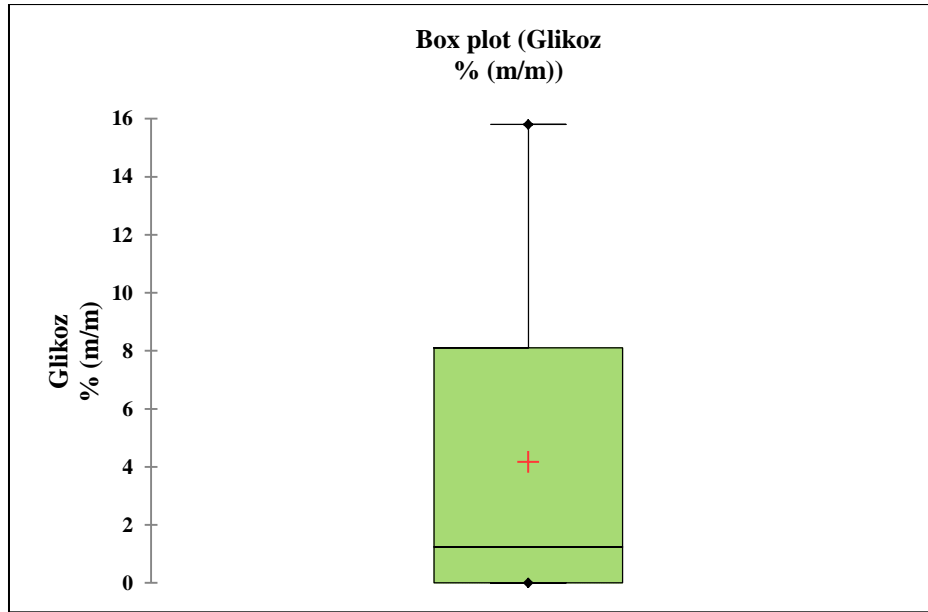
Şekil 3.5. Toplam şeker kutu grafiği

Nar sosu numunelerinin toplam şeker analizi ile diğer analizlerin korelasyon ilişkisine (Tablo 3.1) göre, a değeri, DPPH, TFC, TAC, ABTS ve fruktoz analizleri ile pozitif güçlü korelasyon oluşturmuştur. Toplam şeker briks ve HMF analizi ile negatif güçlü korelasyon göstermiştir. Toplam şeker korelasyon verilerine göre asitlik, pH, L değeri, b değeri, ΔE değeri, TPC, FRAP, glukoz ve sakkaroz parametreleri ile zayıf korelasyon oluşturmuştur.

Korelasyon matris tablosunda (Tablo 3.1) toplam şeker analizi ile diğer analizlerin korelasyon ilişkilerine bakıldığında, a değeri, DPPH, TFC, TAC, ABTS ve fruktoz analizlerinin korelasyon değerleri sırasıyla 0.277, 0.386, 0.272, 0.356, 0.441, 0.613 olarak belirlenmiştir. Bu durumda toplam şeker analizi değerleri arttığında a değeri, DPPH, TFC, TAC, ABTS ve fruktoz analizlerinin değerleri genellikle artmaktadır. Toplam şeker analizi ile negatif güçlü korelasyon oluşturan briks, ve HMF analizlerinin korelasyon değerleri sırasıyla -0.417, -0.344 olarak tespit edilmiştir. Toplam şeker miktarı arttıkça briks ve HMF değerleri genellikle azalmıştır. Toplam şeker ile zayıf korelasyon oluşturan asitlik, pH, L değeri, b değeri, ΔE değeri, TPC, FRAP, glukoz ve sakkaroz miktarlarında toplam şekerin artmasıyla ya da azalmasıyla herhangi bir değişim söz konusu olmamıştır.

Kışla ve Karabıyıklı (2013), yapmış oldukları çalışmada nar soslarının toplam şeker miktarlarını 12.24 ± 0.46 - 29.11 ± 0.31 (% m/v) olarak tespit etmişlerdir. Yıldız vd. (2014), yaptıkları çalışmada nar soslarında toplam şeker miktarını 21.89-53.44 g/100g aralığında saptamışlardır. Elde edilen verilerin literatür verilerine uyum sağladığı görülmektedir. Elde edilen toplam şeker değerlerinin tüm örneklerde birbirine yakın olduğu görülmüştür. N3, N5, N7 numaralı nar sosu örnekleri diğer nar sosu örneklerinin toplam şeker miktarına göre oldukça farklı düzeyde tespit edilmiştir ($p < 0.0001$). Bu örneklerin diğer örneklerden farklı çıkmasının temel sebebi üretimde kullanılan hammadde ve ilave katkı maddelerinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Nar sosu numuneleri üzerinde yapılan glukoz analizi sonucu elde edilen glikoz kutu grafiği Şekil 3.6'da verilmiştir. Bu grafiğe göre glukoz miktarının en yüksek ve en düşük değerleri sırasıyla 15.8-0 %(m/m)'dir. Glukoz kutu grafiğine göre birinci kuartil değeri 0 %(m/m), üçüncü kuartil değeri ise 8.1 %(m/m)'dir. Medyan değeri ise 1.24 %(m/m), ortalama değer ise 4.17 %(m/m) olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.6. Glukoz kutu grafiği

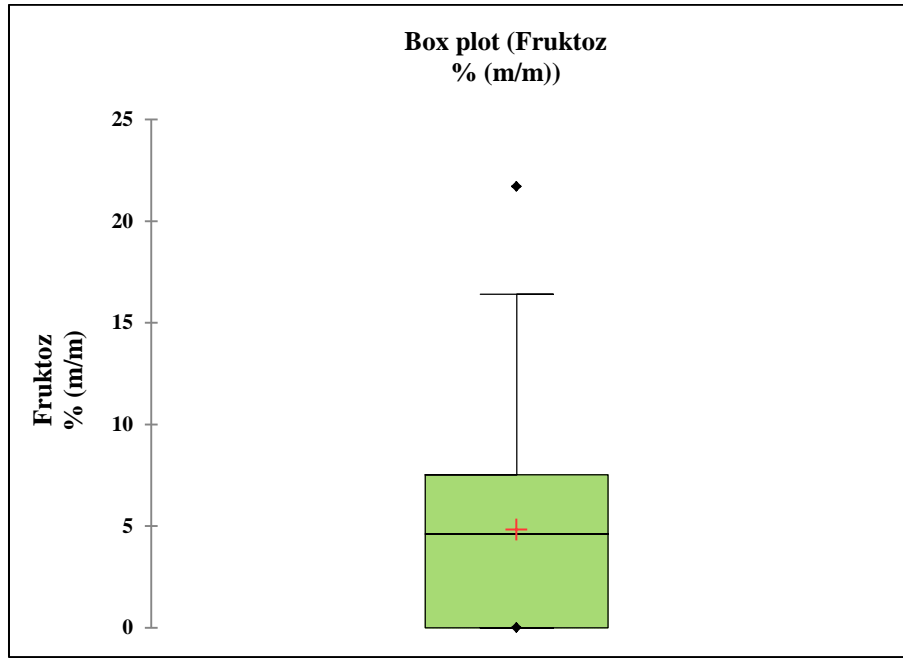
Glukoz ile diğer analizlerin korelasyon ilişkisine (Tablo 3.1) bakılacak olunursa, asitlik, L değeri, a değeri, b değeri, ΔE değeri, TPC, DPPH, TFC, TAC ve ABTS ile pozitif güçlü korelasyon oluşturmaktadır. Briks ve sakkaroz analiz değerleri ile negatif güçlü

korelasyon, pH, HMF, FRAP, fruktoz ve toplam şeker ile de zayıf korelasyon ilişkisine sahiptir.

Bu değerlendirmeye göre glukoz ile pozitif güçlü korelasyon oluşturan asitlik, L değeri, a değeri, b değeri, ΔE değeri, TPC, DPPH, TFC, TAC ve ABTS'nin korelasyon değerleri (Tablo 3.1) sırası ile 0.531, 0.329, 0.454, 0.402, 0.395, 0.288, 0.587, 0.276, 0.587, 0.544 olarak saptanmıştır. Glukoz değerleri artarsa asitlik, L değeri, a değeri, b değeri, ΔE değeri, TPC, DPPH, TFC, TAC ve ABTS analiz değerleri de genellikle artış göstermiştir. Glukoz analizi ile negatif güçlü korelasyon oluşturan briks ve sakkaroz analizlerinin korelasyon değerleri (Tablo 3.1) sırasıyla -0.377, -0.741 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda nar sosu numunelerinde glukoz değeri artınca briks ve sakkaroz değerleri genellikle azalmıştır. Glukoz ile zayıf korelasyon ilişkisine sahip pH, HMF, FRAP, fruktoz ve toplam şeker değerleri glukozun artması ya da azalmasıyla herhangi bir değişim göstermemiştir.

N8, N9, 10, N11, N12 N14, N16, N17 ve N18 numunelerinde glukoz varlığı belirlenmişken bunların dışındakilerde glukoz tespit edilmemiştir. Analiz sonuçlarına göre, glukoz bulunmayan numunelerde genellikle fruktozda tespit edilmemiştir. Nar soslarının glukoz ve fruktoz miktarları azaldıkça, sakkaroz miktarının arttığı görülmüştür. Yani sakkaroz içeriği yüksek olan nar soslarının glukoz içeriği düşüktür. Bu durumu, glukoz ile sakkaroz arasındaki negatif güçlü korelasyon ilişkisi de desteklemektedir. Birçok numunede glukoz bulunmaması kullanılan hammadde ve katkı maddeleri ile ilişkilendirilebilir. Aynı zamanda glukoz bulunan nar soslarında, glukoz şurubu kullanılması da diğer bir etkidir. Glukoz bulunmayan numunelerde ise glukoz şurubu kullanılmadığı saptanmıştır. Glukoz analizi ile diğer analizlerin korelasyon ilişkisine göre asitliği ve antioksidan içeriği yüksek, rengi ise koyu ve parlak kırmızı renkte olan nar meyvelerinden elde edilen nar soslarında glukoz değeri yüksek çıkacağı düşünülmektedir.

Yapılan fruktoz analizi sonucunda elde edilen fruktoz kutu grafiği Şekil 3.7'de verilmiştir. Fruktoz kutu grafiğine göre en yüksek ve en düşük değerleri sırasıyla 21.71-0 %(m/m) olarak tespit edilmiştir. Toplam şeker kutu grafiğine göre birinci kuartil değeri 0.75, üçüncü kuartil değeri ise 7.52 %(m/m) olarak gösterilmiştir. Grafiğe göre medyan değeri 4.61 %(m/m), ortalama değer ise 4.83 %(m/m)'tür.



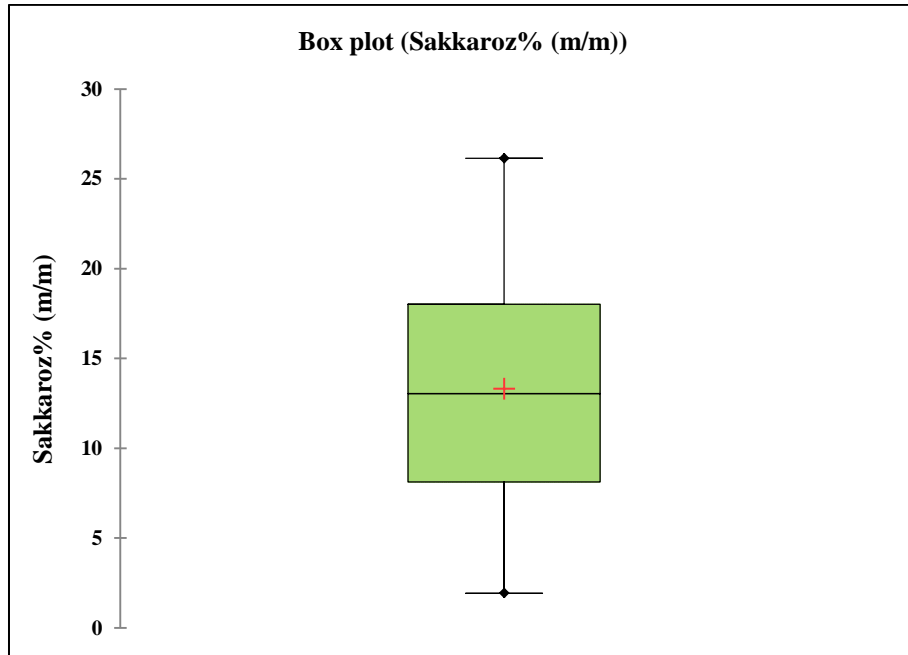
Şekil 3.7. Fruktoz kutu grafiği

Nar sosu numunelerinin fruktoz analiz değerleri ile yapılan diğer analizlerin değerleri arasındaki korelasyonlar Tablo 3.1’de gösterilmiştir. Fruktoz TPC, DPPH, TFC, TAC, FRAP ve toplam şeker ile pozitif güçlü korelasyon göstermiştir. Aynı zamanda fruktoz briks ve sakkaroz ile negatif güçlü korelasyon göstermiştir. Elde edilen korelasyon verilerine göre fruktoz ile asitlik, pH, HMF, L değeri, a değeri, b değeri, ΔE değeri, ABTS ve glukoz arasındaki korelasyon zayıftır.

Korelasyon matris tablosunda (Tablo 3.1) fruktoz ile pozitif güçlü korelasyon ilişkisine sahip diğer analizlerin korelasyon değerlerine bakıldığında, TPC, DPPH, TFC, TAC, FRAP ve toplam şeker korelasyon değerleri sırasıyla 0.354, 0.294, 0.424, 0.391, 0.276, 0.613 olarak tespit edilmiştir. Bu durumda fruktoz analizi değerleri arttığında TPC, DPPH, TFC, TAC, FRAP ve toplam şeker analizlerinin değerleri de genellikle artış göstermektedir. Fruktoz ile negatif güçlü korelasyon oluşturan briks ve sakkarozun korelasyon değerleri sırasıyla -0.464, -0.470 olarak hesaplanmıştır. Fruktoz miktarı arttıkça briks ve sakkaroz değerleri genellikle azalmaktadır. Fruktoz ile zayıf korelasyon oluşturan % asitlik, pH, HMF, L değeri, a değeri, b değeri, ΔE değeri, ABTS ve glukoz değerleri fruktoz miktarının artmasıyla ya da azalmasıyla herhangi bir değişim söz konusu olmamaktadır.

Korelasyon ilişkisine göre ticari nar soslarında kullanılan hammaddenin ve katkı maddelerinin de etkisiyle birlikte, fruktoz miktarı yüksek olan numunelerde genellikle sakkaroz değerlerinin düşük olduğu saptanmıştır. N2, N3, N4, N5, N7 ve N15 numunelerinde fruktoza rastlanılmamıştır. Bazı numunelerde fruktoz bulunmamasının nedeni fruktoz ilavesi kullanılmayıp, glikoz ya da sakkaroz kullanılmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. N6, N13 ve N18 numuneleri en yüksek fruktoz içeriğine sahip örneklerdir. Sonuçlarda ortaya çıkan bu farklılıklar yine aynı şekilde hammadde ve katkı maddelerinin kullanımıyla ilgili olması muhtemeldir.

Nar sosu numunelerinde yapılan sakkaroz analizi sonucunda elde edilen sakkaroz kutu grafiği Şekil 3.8’de gösterilmiştir. Sakkaroz kutu grafiğine göre en yüksek değer 21.14 %(m/m) en düşük değer ise 1.93 %(m/m) olarak tespit edilmiştir. Grafikte birinci kuartil değeri 8.13 %(m/m), üçüncü kuartil değeri ise 18.01 %(m/m) olarak gösterilmiştir. Aynı zamanda medyan değeri 13.05 %(m/m), ortalama değer ise 13.31 %(m/m)’dir.



Şekil 3.8. Sakkaroz kutu grafiği

Nar soslarında sakkaroz ile diğer analizlerin oluşturmuş olduğu korelasyon ilişkisine (Tablo 3.1) göre, sadece briks değerleri ile pozitif güçlü korelasyon oluşturduğu görülmektedir. Sakkaroz asitlik, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, fruktoz ve glukoz ile

negatif güçlü korelasyon oluşturduğu tespit edilmiştir. Sakkaroz analizi pH, HMF, L değeri, a değeri, b değeri, ΔE değeri, FRAP ve toplam şeker ile zayıf korelasyon ilişkisine sahiptir.

Korelasyon matris tablosuna (Tablo 3.1) göre, sakkaroz ile diğer analizler korelasyonlarına bakıldığında briks analizinde 0.366 değeri bulunmuştur. Bu değere göre sakkaroz miktarı arttığında briks değeri de genellikle artmaktadır. Sakkaroz analizi ile negatif güçlü korelasyon oluşturan asitlik, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, fruktoz ve glikoz analizlerinin korelasyon değerleri sırasıyla -0.371, -0.338, -0.423, -0.360, -0.523, -0.311, -0.470, -0.741 olarak hesaplanmıştır. Yani sakkaroz miktarı arttığında asitlik, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, fruktoz ve glukoz miktarları genellikle azalmıştır. Sakkaroz ile zayıf korelasyon oluşturan pH, HMF, L değeri, a değeri, b değeri, ΔE değeri, FRAP ve toplam şeker miktarları, sakkaroz miktarının artmasına veya azalmasına bağlı olarak azalma veya artma genellikle göstermemiştir.

Yildiz vd. (2014), yapmış oldukları çalışmada, nar ekşisi soslarının sakkaroz miktarlarını 0.75-2.81 g/100g aralığında tespit etmişlerdir.

Elde edilen sonuçlara göre bütün numunelerde sakkarozla rastlanılmıştır. N2 ve N15 numuneleri sakkaroz içeriği en yüksek örnekler olmuştur. En düşük sakkaroz içeriğine sahip numuneler ise N17 ve N18 numuneleridir. Numuneler arasında sakkaroz miktarlarında birbirine benzer sonuçlar bulunmamıştır. Bunun nedenin kullanılan hammaddeler, ilave katkı maddeleri, uygulanan üretim proseslerindeki farklılıklar ile ilişkilendirilebilir.

3.2. Nar Sosu Örneklerinin TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, FRAP Analiz Değerleri

Nar sosu örneklerinde yapılan TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS ve FRAP analizi sonuçları Tablo 3.3'te verilmektedir. Analizlerde piyasada satılan 17 farklı ticari nar sosu ve taze nar meyvesi suyundan yaptığımız nar sosu kullanılmıştır.

Tablo 3.3. Nar sosu örneklerinin TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, FRAP analiz sonuçları

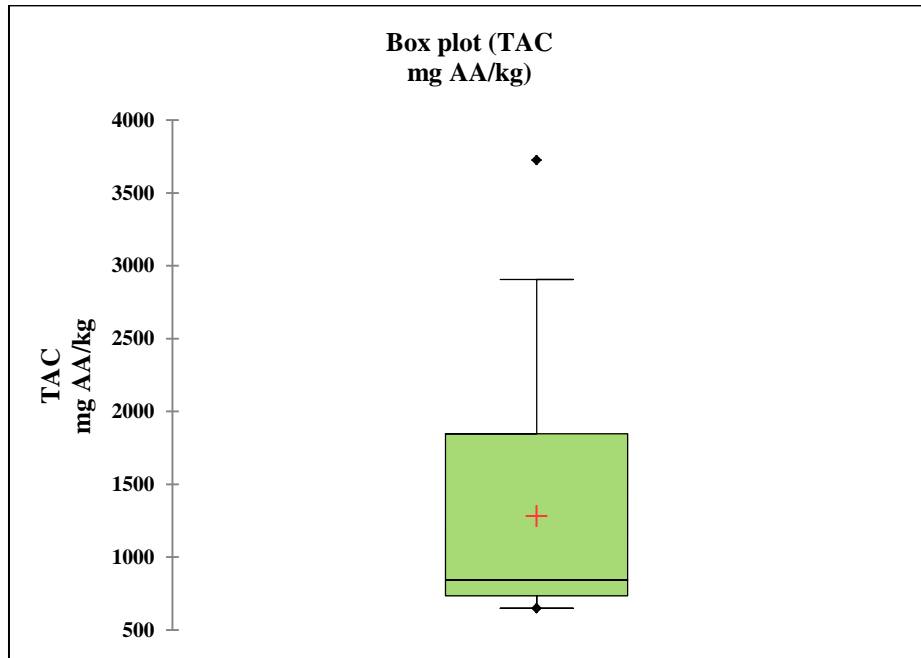
Numune	TPC mg GAE/kg	DPPH mg AA/kg	DPPH % İnhibisyon	TFC mg QEE/kg	TAC mg AA/kg	ABTS mg AA/kg	ABTS % İnhibisyon	FRAP mg FeSO ₄ /kg
N1	210.07±0.95 ^{fgh}	304.73±106.94 ^g	10.19±3.58 ^g	235.71±18.73 ^{hi}	742.93±10.72 ^{ghi}	69.99±7.76 ^{ef}	9.79±1.08 ^{ef}	556.90±6.58 ^{cd}
N2	123.54±10.83 ^h	5.23±2.62 ^k	0.17±0.09 ^k	251.68±66.23 ^{hi}	660.47±11.06 ⁱ	24.05±6.28 ^{ef}	3.30±0.86 ^f	608.77±5.33 ^b
N3	175.41±23.01 ^{fgh}	49.74±22.82 ^{jk}	1.63±0.75 ^{jk}	196.74±50.65 ^{hi}	714.39±14.39 ^{hi}	27.22±9.99 ^{ef}	3.73±1.36 ^{ef}	606.91±8.47 ^b
N4	202.79±21.55 ^{fgh}	147.01±62.28 ^{hi}	4.85±2.05 ^{hi}	797.44±37.94 ^{efg}	782.23±5.69 ^{ghi}	16.95±4.19 ^f	2.34±0.58 ^f	609.96±3.56 ^b
N5	207.14±26.25 ^{fgh}	265.91±18.25 ^g	8.73±0.60 ^g	361.04±38.13 ^{ghi}	917.47±31.48 ^{fg}	98.02±33.84 ^e	13.47±4.65 ^e	544.24±28.70 ^d
N6	233.01±17.44 ^{fg}	24.00±7.42 ^k	0.80±0.25 ^k	573.23±32.57 ^{fgh}	776.60±12.82 ^{ghi}	45.60±36.00 ^{ef}	6.35±5.02 ^{ef}	580.12±30.54 ^{bc}
N7	163.75±1.66 ^{gh}	107.33±9.75 ^{ij}	3.57±0.33 ^{ij}	378.49±32.63 ^{ghi}	708.82±6.29 ^{hi}	46.02±8.77 ^{ef}	6.40±1.22 ^{ef}	580.87±7.43 ^{bc}
N8	717.61±56.43 ^c	1740.02±22.24 ^c	56.96±0.73 ^c	638.24±19.12 ^{fgh}	2411.09±429.39 ^b	631.85±59.28 ^b	86.53±8.12 ^b	57.94±9.35 ^h
N9	774.87±114.03 ^c	1484.24±58.32 ^d	48.34±1.90 ^d	1218.59±33.30 ^e	1211.40±14.41 ^e	571.27±129.60 ^b	77.84±17.66 ^b	88.56±6.96 ^{gh}
N10	270.80±19.58 ^{def}	190.52±57.58 ^h	6.22±1.88 ^h	971.94±69.13 ^{ef}	1033.62±13.27 ^f	89.49±5.77 ^{ef}	12.23±0.79 ^{ef}	555.05±4.90 ^{cd}
N11	351.80±97.30 ^d	752.57±40.82 ^e	24.66±1.33 ^e	858.37±76.44 ^{ef}	2247.56±31.54 ^{bc}	293.36±31.45 ^c	40.21±4.31 ^c	380.02±26.67 ^f
N12	255.97±4.27 ^{efg}	440.32±61.95 ^f	14.33±2.02 ^f	953.26±57.73 ^{ef}	782.07±6.43 ^{ghi}	183.84±19.56 ^d	25.02±2.66 ^d	477.31±16.59 ^e
N13	247.20±23.11 ^{efg}	459.94±9.48 ^f	14.98±0.31 ^f	2394.72±19.22 ^d	904.31±13.30 ^{fgh}	166.45±32.78 ^d	22.68±4.47 ^d	491.30±27.81 ^e
N14	1526.21±80.78 ^b	1869.84±29.91 ^b	62.04±0.99 ^b	3636.59±75.48 ^b	1877.48±70.19 ^d	627.18±15.11 ^b	87.06±2.10 ^b	86.06±8.35 ^{hg}
N15	338.95±18.07 ^{de}	500.18±32.73 ^d	16.47±1.08 ^f	338.19±211.78 ^{ghi}	763.70±37.55 ^{ghi}	291.96±28.80 ^c	40.21±3.97 ^c	378.20±24.43 ^f
N16	1448.38±49.34 ^b	1744.37±38.01 ^c	57.25±1.25 ^c	3070.88±212.44 ^c	2142.69±16.51 ^c	616.01±21.50 ^b	84.57±2.95 ^b	96.45±4.37 ^g
N17	124.17±19.02 ^h	320.58±13.14 ^g	10.45±0.43 ^g	23.06±5.36 ⁱ	684.45±13.29 ⁱ	26.63±10.63 ^{ef}	3.63±1.45 ^{ef}	609.78±9.02 ^b
N18	9566.95±108.09 ^a	2822.69±3.01 ^a	92.58±0.10 ^a	11680.71±1042.63 ^a	3690.83±41.00 ^a	719.42±0.00 ^a	98.71±0.00 ^a	2380.94±46.69 ^a

Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında yapılan duncan testi sonucunda istatistiki fark olduğunu ifade etmektedir (p<0.0001).

3.2.1. Toplam Antioksidan Kapasite (TAC)

Nar sosu örneklerinde yapılan toplam antioksidan kapasite (TAC) tayini sonuçları Tablo 3.3’de verilmiştir. TAC analizi sonunda elde edilen en yüksek değer 3690.83 ± 41.00 mg AA/kg, en düşük değer ise 660.47 ± 11.06 mg AA/kg’dır. N18 numunesinin TAC analizi sonucu ortalama 3690.83 ± 41.00 mg AA/kg değeri bulunmuştur. En yüksek TAC değerine sahip numune N18 numunesi olurken, en düşük TAC değerine sahip numune N2 numunesidir. Yapmış olduğumuz çalışmada nar sosu örneklerinin TAK analizinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.0001$).

Nar sosu numunelerinde yapılan TAC analizi sonucu elde edilen kutu grafiği Şekil 3.9’da verilmiştir. Kutu grafiğinde TAK analizi sonucu en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 3724.56-648.55 mg AA/kg şeklinde belirlenmiştir. Grafikte birinci kuartil değeri 735.26 mg AA/kg, üçüncü kuartil değeri 1847.08 mg AA/kg, medyan değeri 842.49 mg AA/kg ve ortanca değer ise 1280.67 mg AA/kg şeklindedir.



Şekil 3.9. Toplam antioksidan kapasite kutu grafiği

TAC analiz değerleri ile diğer analizlerin oluşturduğu korelasyon ilişkisi Tablo 3.1’de verilmiştir. TAC analizi asitlik, pH, a değeri, b değeri, ΔE değeri, TPC, DPPH, TFC, ABTS, FRAP, fruktoz, glukoz, sakkaroz ve toplam şeker ile pozitif güçlü korelasyon oluşturmuştur.

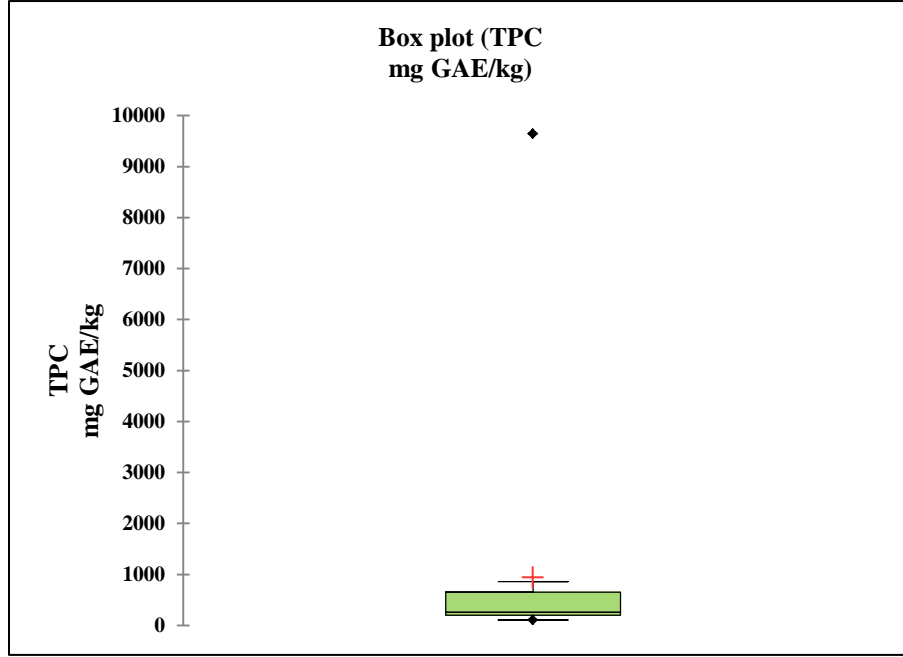
Korelasyon matrisi tablosunda (Tablo 3.1) TAC değerleri ile asitlik, pH, a değeri, b değeri, ΔE değeri, TPC, DPPH, TFC, ABTS, FRAP, fruktoz, glukoz ve toplam şeker analiz değerleri arasında korelasyon değerleri sırasıyla 0.635, 0.539, 0.412, 0.364, 0.338, 0.792, 0.895, 0.793, 0.828, 0.416, 0.391, 0.587, 0.356 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre TAC analizi değerleri arttıkça asitlik, pH, a değeri, b değeri, ΔE değeri, TPC, DPPH, TFC, ABTS, FRAP, fruktoz, glukoz ve toplam şeker analizlerinin de değerleri genellikle artmaktadır. TAC analizi ile negatif güçlü korelasyon oluşturan briks ve sakkaroz analizleri korelasyon değerleri sırasıyla -0.572, -0.523'tür. Bu değerler TAC analizi değerleri arttıkça briks ve sakkaroz değerleri genellikle azalmıştır. TAC analizi ile zayıf korelasyon oluşturan HMF ve L değeri ise TAC değeri değişimiyle herhangi bir değişme göstermemiştir.

Analiz sonuçlarına bakılacak olunursa; N8, N11 ve N16 numunelerini TAC değerleri diğer numunelere göre daha yüksektir. N18 numunesinin TAC analizi sonuçları diğer tüm örneklerin analiz sonuçlarının ortalamasından 3 kat daha fazladır. N18 numunesinin TAC analizi değerlerinin diğer numunelere göre yüksek çıkmasının sebebi, kendi yaptığımız nar sosu numunesinde (N18) taze nar meyvesinden elde ettiğimiz nar suyu kullanılması ve katkı maddesi ilavesi (renklendirici, glikoz şurubu, asit düzenleyici, koruyucu) olmamasıdır.

3.2.2. Toplam Fenolik Madde

Nar sosu numunelerinde yapılan toplam fenolik madde (TPC) tayini sonuçları Tablo 3.3'te verilmiştir. TPC analizi sonucunda elde edilen en yüksek değer 9566.95 ± 108.09 mg GAE/kg, en düşük değer ise 123.54 ± 10.83 mg GAE/kg olarak bulunmuştur. N18 numunesinin TPC analizinde ortalama değer 9566.95 ± 108.09 mg GAE/kg olarak hesaplanmıştır. TPC analizinde en düşük değere sahip numune N2 olurken, en yüksek değere sahip numune ise N18 numunesidir. Yapılan çalışmada nar sosu örneklerinin fenolik madde analizinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.0001$).

Nar soslarında yapılan toplam fenolik madde tayini sonucu elde edilen kutu grafiğinde (şekil 3.10) en düşük ve en yüksek değerler sırası ile 107.81 - 9645.41 mg GAE/kg olduğu grlmektedir. Grafiğe göre birinci kuartil değeri 197.95 mg GAE/kg, üçüncü kuartil değeri ise 650.91 mg GAE/kg, medyan değeri 253.70 mg GAE/kg ve ortalama değer ise 941.03 mg GAE/kg'dır.



Şekil 3.10. Toplam fenolik madde kutu grafiği

TPC analizi ile yapılan diğer analizlerin oluşturduğu korelasyon matrisi (Tablo 3.1) tablosuna göre, TPC değerleri ile pozitif güçlü korelasyon ilişkisi oluşturan analizler asitlik, pH, DPPH, TFC, TAC, ABTS, FRAP, fruktoz ve glukoz olmakla birlikte, Bunların TPC analiz değerleri ile oluşturdukları korelasyon sırası ile 0.323, 0.695, 0.755, 0.967, 0.792, 0.591, 0.827, 0.354, 0.288 olarak hesaplanmıştır.. Bu değerlere göre TPC analizi değerleri arttıkça asitlik, pH, DPPH, TFC, TAC, ABTS, FRAP, fruktoz ve glukoz analizlerinin değerleri genellikle artmaktadır. TPC analizi ile negatif güçlü korelasyon oluşturan briks ve sakkarozun korelasyon değerleri sırası ile -0.525, -0.338 olarak belirlenmiş ve TPC analizi değerleri arttıkça briks ve sakkaroz değerleri genellikle azalmıştır Zayıf korelasyon oluşturan HMF, L değeri, a değeri, b değeri, ΔE değeri ve toplam şeker analizleri, TPC analizi değerlerinin artması ya da azalması ile genellikle herhangi bir değişim göstermemiştir.

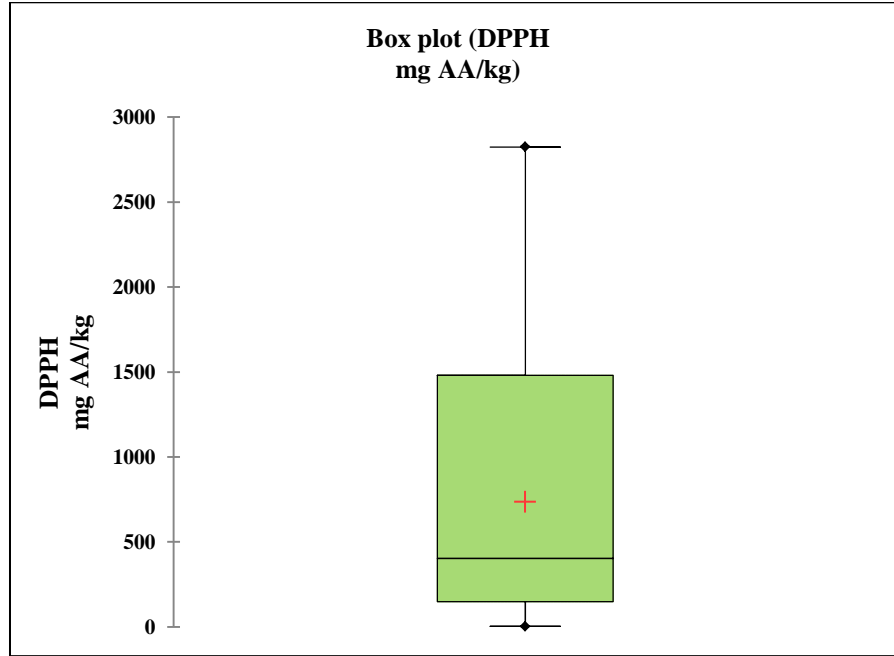
Elde edilen sonuçlara göre N8, N14, N16 numunelerinin toplam fenolik madde içeriği diğer örneklerle göre daha yüksek olarak ölçülmüştür. N18 numunesinin fenolik madde içeriği ise diğer numunelerin ortalamasından yaklaşık 10 kat fazla olarak saptanmıştır. Bu farklılığın nedenleri olarak, ticari nar soslarında kullanılan hammaddenin fenolik madde içeriği ve uygulanan işlemlerin farklılığı gösterilebilir.

3.2.3. DPPH Radikal Süpürme Aktivitesi

Nar sosu numunelerinde yapılan DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi analizi sonuçları Tablo 3.3'te verilmiştir. DPPH analiz sonuçlarına göre en yüksek değer 2822.69 3.01 mg AA/kg, en düşük değer ise 5.23 2.62 mg AA/kg olarak bulunmuştur. N18 numunesinin DPPH değeri 2822.69 3.01 mg AA/kg olarak  l   lm  tur. DPPH değeri en düşük olan numune N2, en yüksek olan numune ise N18 numunesidir.

DPPH (%inhibisyon) değerlerine bakıldığında (Tablo 3.3) en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla %92.58 0.10-0.17 0.09 olduğu g r lmektedir. N18 numunesinin DPPH (%inhibisyon) değeri %92.58 0.10 olarak bulunmuştur. DPPH (% inhibisyon) değeri en yüksek olan numune N18 numunesi olurken, en düşük numune ise N2 olmuştur. Yapmış olduğumuz çalışmada nar sosu  rneklerinin DPPH analizinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.0001$).

Nar sosu numunelerinde DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi tayini sonuçlarından elde edilen kutu grafiği  ekil 3.11'de verilmiştir.



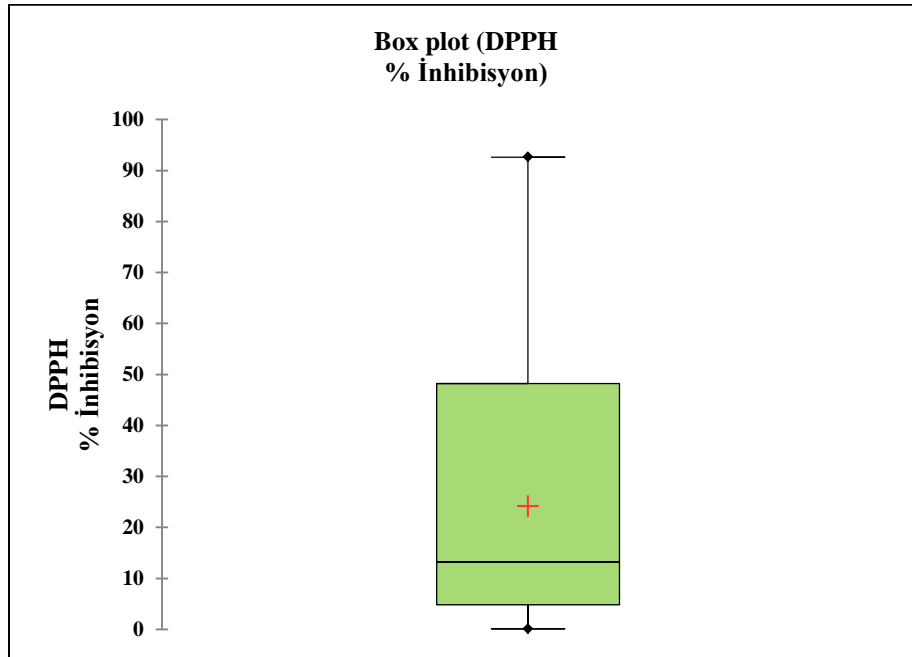
Şekil 3.11. DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi kutu grafiği

Kutu grafiğine göre en yüksek ve en düşük değerler sırası ile 2824.43-2.61 mg AA/kg olarak g r lmektedir. DPPH kutu grafiğine göre birinci kuartil değeri 147.63 mg AA/kg,

üçüncü kuartil değeri ise 1480.52 mg AA/kg, medyan değeri 401.97 mg AA/kg ve ortalama değeri ise 734.95 mg AA/kg olarak saptanmıştır.

DPPH analiz değerlerinin diğer analizlerle oluşturduğu korelasyon matrisi değerleri Tablo 3.1’de gösterilmiştir. DPPH ile pozitif güçlü korelasyon ilişkisi oluşturan asitlik, pH, a değeri, TPC, TFC, TAC, ABTS, fruktoz, glukoz ve toplam şekerin korelasyon değerleri sırası ile 0.788, 0.566, 0.488, 0.755, 0.782, 0.895, 0.956, 0.294, 0.587, 0.386 olarak belirlenmiştir ve DPPH analizi değeri arttıkça asitlik, pH, a değeri, TPC, TFC, TAC, ABTS, fruktoz, glukoz ve toplam şeker analizi değerleri de genellikle artış göstermiştir. DPPH ile DPPH (%inhibisyon) analizi korelasyon ilişkisi pozitif güçlü ve korelasyon değeri 1 olduğundan dolayı DPPH değeri arttıkça ve azaldıkça DPPH (%inhibisyon) değeri kesinlikle artış ve azalış göstermiştir. DPPH analiz değerleri ile negatif güçlü korelasyon ilişkisi oluşturan briks ve sakkaroz analiz değerleri korelasyonu sırası ile -0.690, -0.423 olarak hesaplanmış ve DPPH değeri arttığında briks ve sakkaroz değerleri genellikle azalmıştır. DPPH ile zayıf korelasyon oluşturan HMF, L değeri, b değeri, ΔE değeri ve FRAP değerleri DPPH değerine göre genellikle değişim göstermemiştir.

Nar soslarında yapılan DPPH (%inhibisyon) analizi sonuçlarına göre elde edilen kutu grafiği Şekil 3.12’de gösterilmiştir.



Şekil 3.12. DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi (% inhibisyon) kutu grafiği

Kutu grafiğine göre en yüksek ve en düşük değer sırası ile %92.64-0.09, birinci kuartil değeri %4.85, üçüncü kuartil değeri %48.22, medyan değeri %13.27 ve ortalama değer ise %24.12 olarak verilmiştir.

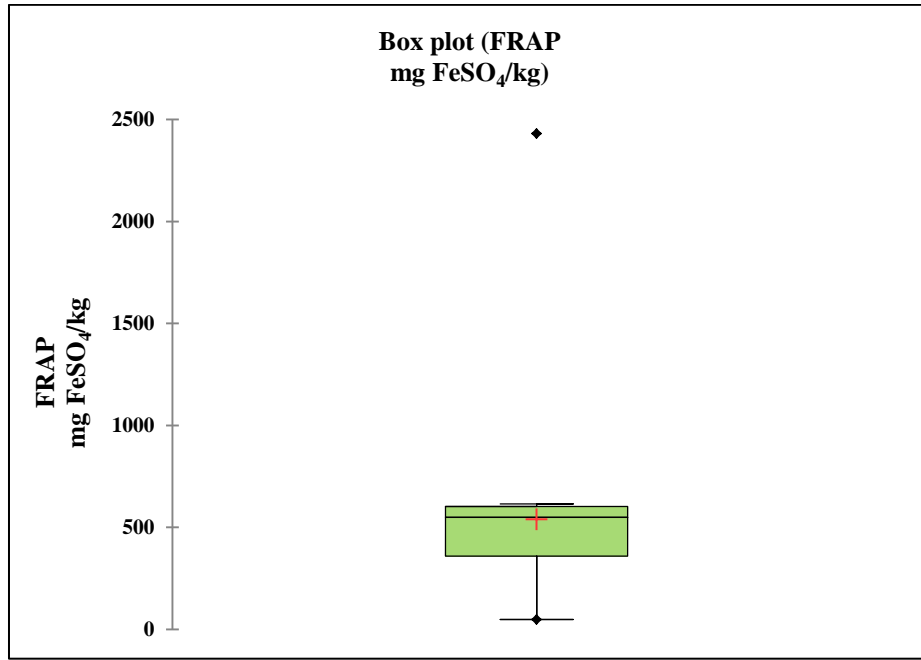
DPPH (% inhibisyon) analiz değerleri ile diğer analizlerin değerlerinin korelasyonlarının, DPPH ile olan korelasyon değerlerine çok yakın olduğu (Tablo 3.1) görülmektedir. Dolayısı ile DPPH ile diğer analizlerin korelasyon ilişkileri, DPPH (%inhibisyon) ile diğer analizlerin korelasyon ilişkileri ve değerleri ile hemen hemen aynıdır.

N8, N9, N14, N16, numunelerinin DPPH değerlerinin diğer örneklerden yüksek olduğu saptanmıştır. N18 numunesinin DPPH analizi değeri diğer tüm örneklerin ortalamasında 4 kat yüksektir. Bu farklılığın sebebi ise TAC analizinde olduğu gibi ticari nar soslarında kullanılan ham maddenin ve uygulanan işlem parametrelerinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

3.2.4. Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP)

Nar sosları örneklerinde yapılan FRAP demir iyonu indirgeyici güç antioksidan kapasitesi tayini sonuçları Tablo 3.3'te verilmiştir. FRAP analizi sonuçlarının en yüksek ve en düşük değerleri sırasıyla 2380.94 ± 46.69 - 57.94 ± 9.35 mg FeSO₄/kg olarak belirlenmiştir. N18 numunesinin FRAP analizi sonucu ortalama 2380.94 ± 46.69 mg FeSO₄/kg olarak bulunmuştur. FRAP analizi sonuçlarına göre en yüksek değere sahip numune N18 numunesi olurken, en düşük değere sahip olan numune ise N8 numunesidir. Yapılan çalışmada nar sosu örneklerinin FRAP analizinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.0001$).

Nar sosu numunelerinde yapılan FRAP analizi sonuçlarına göre elde edilen kutu grafiği Şekil 3.13'te verilmiştir. Kutu grafiğinde en yüksek değer 2431.42 mg FeSO₄/kg, en düşük değer 48.18 mg FeSO₄/kg olduğu görülmektedir. Grafikte verilen birinci kuartil değeri 359.60 mg FeSO₄/kg, üçüncü kuartil değeri 602.43 mg FeSO₄/kg, medyan değeri 549.62 mg FeSO₄/kg, ortalama değer ise 538.29 mg FeSO₄/kg şeklindedir.



Şekil 3.13. FRAP toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi kutu grafiği

FRAP analizi ile yapılan diğer analizlerin oluşturdukları korelasyon matrisi değerleri Tablo 3.1’de gösterilmiştir. FRAP ile pozitif güçlü korelasyon oluşturan pH, TPC, TFC, TAC ve früktozun korelasyon değerleri sırasıyla 0.489, 0.827, 0.747, 0.416, 0.27 olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre FRAP analizi değerleri arttıkça, pozitif güçlü korelasyon oluşturduğu pH, TPC, TFC, TAC ve fruktoz analizlerinin değerleri de genellikle artmıştır.

FRAP analiz değerleri ile negatif güçlü korelasyon ilişkisi oluşturan L değeri, a değeri, b değeri ve ΔE değeri korelasyon değerleri sırasıyla -0.336, -0.409, -0.331, -0.416 şeklindedir (Tablo 3.1). Değerlere göre FRAP analiz değerlerinin miktarının artması ile L değeri, a değeri, b değeri ve ΔE değeri miktarları genellikle azalmıştır. FRAP analizi ile zayıf korelasyon oluşturan briks, asitlik, HMF, DPPH, ABTS, glikoz, sakkaroz ve toplam şeker analizleri, FRAP değerinin artması ya da azalmasıyla herhangi bir değişim göstermemiştir.

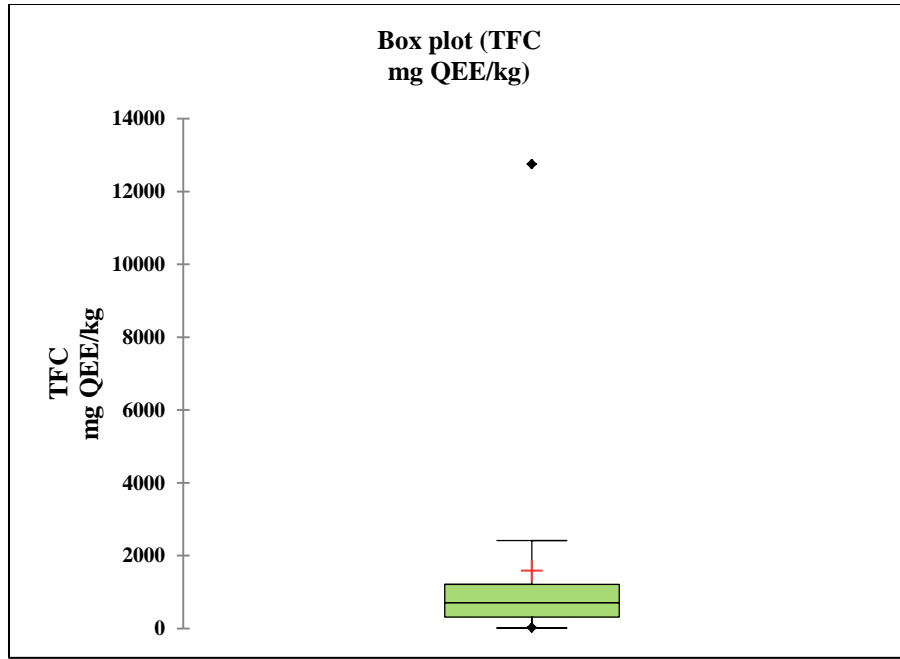
Örneklerin FRAP değerlerinin genellikle birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. N8, N9, N14 ve N16 numunelerinin FRAP değerleri çok düşük olarak tespit edilmiştir. Düşük olmasının nedeni nar sosu örneklerinin hammaddelerinde veya üretim proseslerinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda nar soslarına ilave edilen katkı maddeleri FRAP değerinin düşük çıkmasına neden olabilmektedir. N18 numunesinin FRAP değeri, tüm örneklerin FRAP değeri ortalamasından 4 kat daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu

farklılık, taze nar meyvesi suyundan yapılan N18 numunesinde katkı maddeleri kullanılmaması ve uygulanan işlemlerden kaynaklı olması muhtemeldir.

3.2.5. Toplam Flavonoid Madde İçeriği (TFC)

18 farklı nar sosu numunesinde yapılan toplam flavonoid madde içeriği (TFC) analizi sonuçları Tablo 3.3'te verilmiştir. Sonuçlara göre TFC değeri en yüksek 11680.71 ± 1042.63 mg QEE/kg, en düşük değer ise 23.06 ± 5.36 mg QEE/kg şeklindedir. N18 numunesinin TFC miktarı en yüksek değer olan 11680.71 ± 1042.63 mg QEE/kg'dır. TFC miktarı en yüksek N18 numunesi olurken, en düşük çıkan numune ise N17'dir. Nar sosu örneklerinin TFC analizinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.0001$).

Nar soslarında TFC analizi sonuçları kutu grafiği Şekil 3.14'te verilmiştir.



Şekil 3.14. Toplam flavonoid madde içeriği tayini kutu grafiği

Kutu grafiğinde en yüksek TFC değeri 12749.80 mg QEE/kg, en düşük TFC değeri ise 19.97 mg QEE/kg olduğu görülmektedir. TFC kutu grafiğine göre birinci kuartil değeri 317.23 mg QEE/kg, üçüncü kuartil değeri 1210.26 mg QEE/kg, medyan değeri 712.40 mg QEE/kg ve ortalama değer 1587.71 mg QEE/kg'dır.

Korelasyon matrisi tablosuna (Tablo 3.1) göre, TFC analiz değerleri ile pozitif güçlü korelasyon ilişkisi oluşturan asitlik, pH, TPC, DPPH, TAC, ABTS, FRAP, fruktoz, glikoz ve toplam şekerin korelasyon değerleri sırasıyla 0.377, 0.743, 0.967, 0.782, 0.793, 0.630, 0.747, 0.424, 0.276, 0.272 olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre TFC analizi değerleri arttıkça asitlik, pH, TPC, DPPH, TAC, ABTS, FRAP, fruktoz, glikoz ve toplam şeker analizlerinin değerleri de genellikle artmıştır. TFC ile negatif güçlü korelasyon oluşturan briks, HMF ve sakkarozun korelasyon değerleri sırasıyla -0.627, -0.274, -0.360'dır ve TFC analizi miktarı arttığında briks, HMF ve sakkaroz analizi değerleri de genellikle azalmıştır. TFC ile zayıf korelasyon ilişkisi oluşturan L değeri, a değeri, b değeri ve ΔE değeri, TFC değerlerinin artması ya da azalmasıyla herhangi bir değişme göstermemiştir.

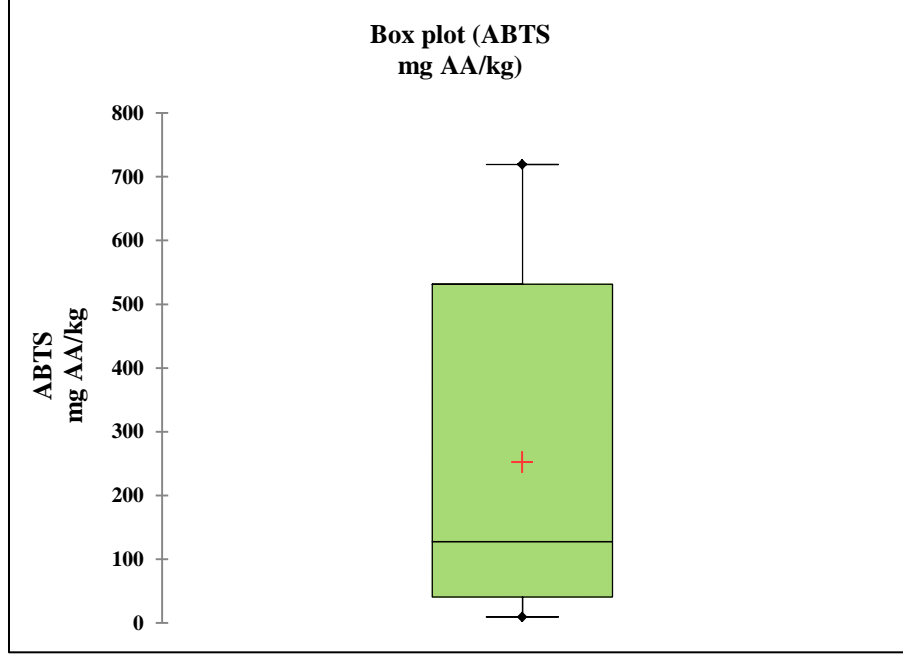
N9, N13, N14 ve N16 numunelerinin toplam flavonoid madde içeriği diğer örneklerle göre daha yüksek, N1, N2, N3 ve N17 numunelerinin ise daha düşük olduğu saptanmıştır. N18 numunesinin toplam flavonoid madde miktarı ise tüm örneklerin ortalamasından yaklaşık 8 kat fazla olduğu görülmüştür. Bu farklılıkların nedeni, nar soslarında kullanılan hammadde, katkı maddeleri ve üretim proseslerinden kaynaklı olması olasıdır.

3.2.6. ABTS Radikal Süpürücü Etki

Nar sosu örneklerine yapılan ABTS radikal süpürücü etki tayini sonuçları Tablo 3.3'te gösterilmiştir. Analiz sonucu bulunan en yüksek değer 719.42 ± 0.00 mg AA/kg, en düşük değer ise 16.95 ± 4.19 mg AA/kg olarak tespit edilmiştir. N18 numunesinin ABTS analizi sonucu 719.42 ± 0.00 mg AA/kg olarak bulunmuştur. ABTS analizinde en düşük değere sahip numune N4 numunesi olurken, en yüksek değere sahip numune N18 numunesi olduğu görülmüştür. ABTS (%inhibisyon) sonuçlarına göre en yüksek değer 98.71 ± 0.00 , en düşük değer ise 2.34 ± 0.58 olarak ölçülmüştür. N18 numunesi ABTS (%inhibisyon) sonucu olarak 98.71 ± 0.00 değeri bulunmuştur. Aynı zamanda en düşük değere sahip numune N4, en yüksek değere sahip olan ise N18 numunesi olmuştur. Yapılan çalışmada nar sosu örneklerinin ABTS analizinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.0001$).

Nar sosu numunelerinde yapılan ABTS analiz değerleri ile oluşturulan kutu grafiği Şekil 3.15'te verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek ve düşük değerler sırasıyla 9.26-719.42 mg AA/kg olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda birinci kuartil değeri 40.74 mg AA/kg, üçüncü

kuartil değeri 531.43 mg AA/kg, medyan değeri 127.74 mg AA/kg, ve ortalama değeri 252.52 mg AA/kg olarak saptanmıştır.

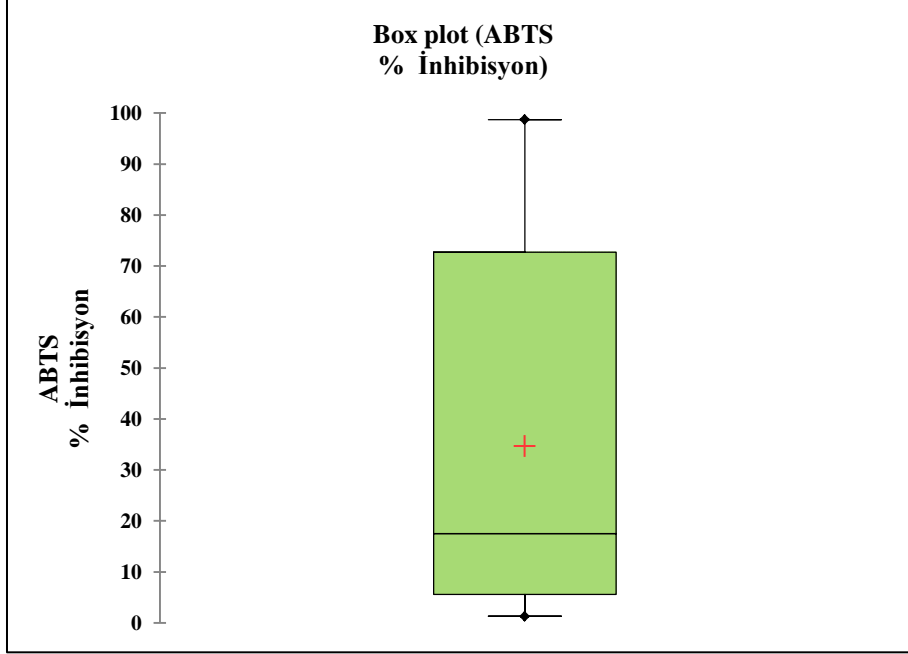


Şekil 3.15. ABTS radikal katyonu süpürücü etki kutu grafiği

ABTS analiz değerleri ile diğer analizlerin oluşturdukları korelasyon matris değerleri Tablo 3.1’de gösterilmiştir. Tabloya göre ABTS analiz değerleri ile pozitif güçlü korelasyon ilişkisi oluşturan asitlik, pH, a değeri, b değeri ΔE değeri, TPC, DPPH, TFC, TAC, glikoz ve toplam şeker analizlerinin korelasyon değerleri sırasıyla 0.820, 0.468, 0.600, 0.298, 0.323, 0.591, 0.956, 0.630, 0.828, 0.544, 0.441 şeklinde hesaplanmıştır. Korelasyon değerlerine göre, ABTS analizi sonuç değerleri arttıkça asitlik, pH, a değeri, b değeri ΔE değeri, TPC, DPPH, TFC, TAC, glikoz ve toplam şeker analizlerinin değerleri genellikle artış göstermiştir. ABTS ile negatif güçlü korelasyon oluşturan briks ve sakkarozun korelasyon değerleri sırasıyla -0.676, -0.311 olarak hesaplanmış ve ABTS analizi değerleri arttıkça briks ve sakkaroz analizi değerleri genellikle azalmıştır. Aynı zamanda ABTS analizi ile zayıf korelasyon oluşturan HMF, L değeri, FRAP ve früktoz değerleri, ABTS miktarının artması ya da azalmasıyla herhangi bir değişim göstermemektedir.

Nar soslarında yapılan ABTS (%inhibisyon) analizinde elde edilen sonuçlara göre oluşturulan kutu grafiği Şekil 3.16’da verilmiştir. Kutu grafiğine verilerine göre en yüksek değer %98.71 ve en düşük değer %1.29’dur. Grafiğe göre birinci kuartil değeri %5.58,

üçüncü kuartil değeri %72,70, medyan değeri %17,48, ortalama değer ise %34,67 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.16. ABTS radikal katyonunu süpürücü etki (% inhibisyon) kutu grafiği

ABTS (%inhibisyon) ile diğer analizlerin korelasyon ilişkisi değerleri, ABTS ile diğer analizlerin korelasyon ilişkisi değerlerine çok yakın olduğu (Tablo 3.1) görülmüştür. Bu nedenden dolayı ABTS (%inhibisyon) ile ABTS korelasyon ilişkileri hemen hemen aynıdır.

N8, N9, N11, N12, N13, N14, N15 ve N16 numunelerinin ABTS değerlerinin diğer örneklerle göre daha yüksek olduğu görülmüştür. N18 numunesinin ABTS değeri tüm numunelerin ortalama ABTS değerinden yaklaşık 3 kat fazla olduğu saptanmıştır. Bu farklılıkların oluşumunda diğer antioksidan analizi yöntemlerinde olduğu gibi, ticari nar soslarında kullanılan hammadde, ilave katkı maddeleri ve uygulanan üretim proseslerinin etkisi söz konusudur.

3.3. Nar Sosu Örneklerinin Renk Değerleri

Renk, gıdaların en önemli duyuşsal özelliklerinden biridir. Bu nedenle işleme ve saklama sırasında pigment kayıplarının en aza indirilmesi önemli bir kalite kriteridir. Nar suyunun kırmızı rengi, siyanidin ve delfinidin glikozitlerin oluşumundan kaynaklanmaktadır (Fischer vd. 2013). L değeri, parlaklıktan koyuluğa gidişi belirtmektedir. +a değeri kırmızılığa, -a yeşillığe, +b sarılığa, -b ise maviliğe gidişi göstermektedir. Yüksek a (kırmızı) ve b (sarı) değerleri ürünün daha parlak olduğunu göstermektedir. L değerinde oluşacak azalma, kırmızı ve tonlarında renge sahip ürünlerde uygulanan ısı işleme sebebiyle antosiyaninlerin parçalanması ve enzimatik olmayan esmerleşme sonucu rengin koyulaşmasından kaynaklanmaktadır (Vatansever 2018). Yapmış olduğumuz çalışmada nar sosu numunelerinde yapılan renk analizi sonucu L, a, b ve ΔE değerleri (Tablo 3.4) verilmiştir.

Tablo 3.4. Nar sosu numunelerinin renk analizi sonuçları

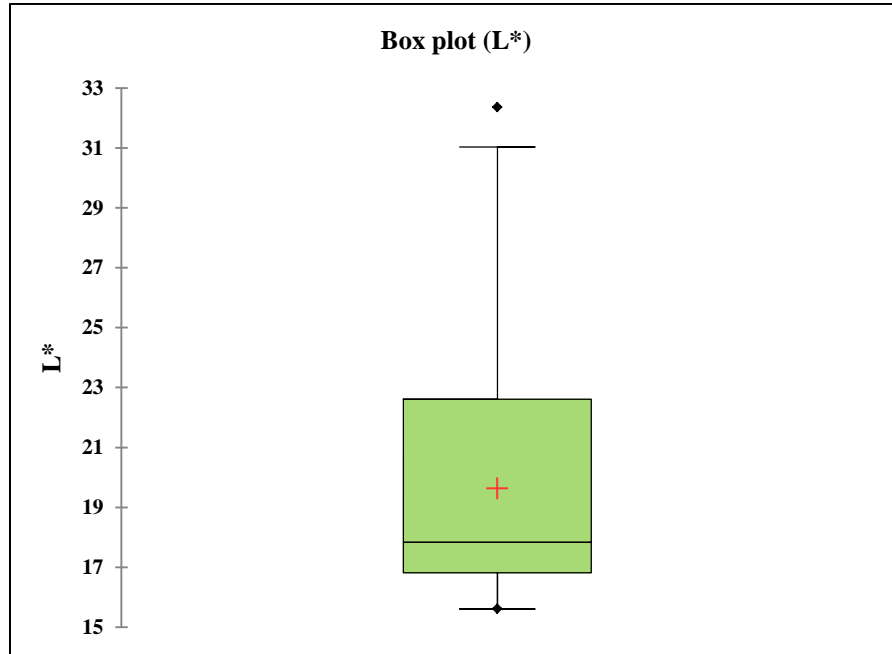
Numune	L*	a*	b*	ΔE^*
N1	16.68±0.68 ^{ghi}	12.45±1.35 ^{hi}	-3.38±0.43 ^{fgh}	1.39±0.93 ^{ij}
N2	23.56±0.51 ^{bc}	17.83±0.36 ^{cd}	7.33±1.18 ^c	14.89±1.30 ^c
N3	18.61±2.74 ^{efgh}	9.47±1.44 ^j	-3.55±0.66 ^{fgh}	4.09±2.83 ^{ghi}
N4	16.12±0.11 ^{hi}	9.35±0.10 ^j	-4.58±0.06 ^h	2.93±0.22 ^{ghij}
N5	16.46±0.66 ^{ghi}	11.75±3.02 ^{hi}	-4.21±0.21 ^h	2.24±1.09 ^{ghij}
N6	16.67±0.87 ^{ghi}	10.85±0.59 ^{ij}	-3.71±0.80 ^{gh}	2.06±0.29 ^{hij}
N7	17.28±0.76 ^{fghi}	13.32±0.88 ^{hg}	-2.35±0.58 ^{fg}	2.63±1.35 ^{ghij}
N8	25.11±0.33 ^b	22.97±0.31 ^b	9.99±0.51 ^b	20.01±0.56 ^b
N9	18.91±0.70 ^{efg}	18.80±1.31 ^c	-0.60±0.58 ^e	8.10±0.99 ^d
N10	20.06±3.22 ^{de}	9.38±1.19 ^j	-3.32±0.72 ^{fgh}	5.26±3.27 ^{efg}
N11	31.31±0.95 ^a	18.53±0.26 ^c	17.58±1.17 ^a	27.37±1.38 ^a
N12	21.97±2.16 ^{cd}	9.03±2.15 ^j	-2.42±0.24 ^{fg}	7.21±2.70 ^{def}
N13	17.37±0.17 ^{fghi}	13.88±0.68 ^{fgh}	-2.58±0.37 ^{fg}	2.77±0.71 ^{ghij}
N14	17.28±0.15 ^{fghi}	15.93±0.50 ^{def}	-2.17±0.23 ^f	4.45±0.63 ^{fgh}
N15	19.65±1.43 ^{ef}	16.21±1.10 ^{de}	1.26±0.55 ^d	7.81±0.75 ^{de}
N16	22.80±1.40 ^c	26.48±1.56 ^a	7.35±1.94 ^c	19.59±2.77 ^b
N17	17.73±0.54 ^{efghi}	15.29±0.80 ^{efg}	-0.76±0.83 ^e	4.95±1.02 ^{fgh}
N18	15.84±0.20 ⁱ	12.21±0.41 ^{hi}	-4.09±0.23 ^h	0.00±0.00 ^j

Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında yapılan Duncan testi sonucunda istatistiki fark olduğunu ifade etmektedir

(p<0.0001).

Analiz yaptığımız örneklerde L değeri 31.31 ± 0.95 - 15.84 ± 0.20 aralığında bulunmuştur. N18 numunesinin ortalama L değeri 15.84 ± 0.20 olarak bulunmuştur. En yüksek L değerine sahip numune N11, en yüksek L değerine sahip numune ise N18 numunesi olmuştur. Yapılan renk analizinde a değeri 26.48 ± 1.56 - 9.03 ± 2.15 aralığında bulunmuştur. N18 numunesinin a değeri ise 12.21 ± 0.41 olarak bulunmuştur. a değerinin en yüksek olduğu numune N16, en düşük ise N12 numunesi olmuştur. Renk analizi sonucunda elde edilen b değeri -4.58 ± 0.06 - 17.58 ± 1.17 aralığında değişmekte olup N18 numunesinin ortalama b değeri ise -4.09 ± 0.23 olarak bulunmuştur. En düşük b değerine sahip numune N4 numunesi olurken, en yüksek b değerine sahip numune ise N11'dir. Renk analizi sonucu elde edilen ΔE değerleri 0.00 ± 0.00 - 27.37 ± 1.38 aralığında bulunmuştur. N18 numunesinin ΔE değeri 0.00 ± 0.00 olarak bulunmuştur. En düşük ΔE numunesi N18 numunesi olurken, en yüksek N11 olmuştur. Yapmış olduğumuz çalışmada nar sosu örneklerinin renk analizinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu saptanmıştır ($p < 0.0001$).

Nar sosu numunelerinde yapılan renk analizi sonucu elde edilen L değeri kutu grafiği (Şekil 3.17) verilmiştir. Kutu grafiğine göre L değerinin en yüksek ve en düşük olduğu değerler sırası ile 32.36 - 15.61 , birinci kuartil değeri 16.81 , üçüncü kuartil değeri ise 22.60 'dır. L değeri kutu grafiğine göre medyan değeri 17.83 , ortalama değer ise 19.63 olarak belirlenmiştir.

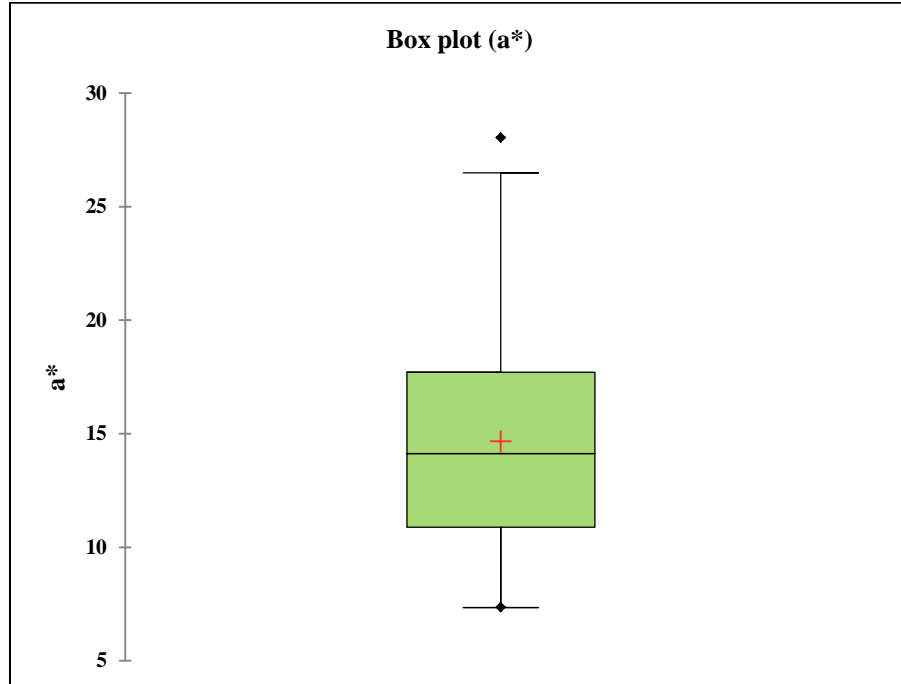


Şekil 3.17. L değeri kutu grafiği

Nar sosu numunelerinde renk analizi L değeri ile diğer analizler değerleri ile oluşturduğu korelasyon ilişkisine (Tablo 3.1) bakılırsa, HMF, a değeri, b değeri, ΔE değeri ve glikoz ile pozitif güçlü korelasyon oluşturmuştur. L değeri FRAP analizi ile negatif güçlü korelasyon göstermişti. Aynı zamanda L değeri briks, asitlik, DPPH, TAC, ABTS, fruktoz ve toplam şeker analiz değerleri ile pozitif zayıf korelasyon, pH, TPC, TFC ve sakkaroz ile negatif zayıf korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.

Korelasyon matris tablosuna (Tablo 3.1) göre L değeri ile diğer analizler karşılaştırıldığında HMF, a değeri, b değeri, ΔE değeri ve glukozun korelasyon değerleri sırasıyla 0.366, 0.506, 0.915, 0.947, 0.329 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre L değeri arttıkça, pozitif güçlü korelasyon oluşturdıkları için HMF, a değeri, b değeri, ΔE değeri ve glukoz değerleri de genellikle artmıştır. L değeri ile negatif güçlü korelasyon oluşturan FRAP analizi değeri -0.336 olarak hesaplanmış ve L değeri arttıkça FRAP analizi değeri genellikle azalmıştır. L değeri ile zayıf korelasyon oluşturan briks, asitlik, pH, TPC, DPPH, TFC, TAC, ABTS, fruktoz, sakkaroz ve toplam şeker, L değerinin artmasıyla veya azalmasıyla genellikle herhangi bir değişim göstermemiştir.

Nar sosu numunelerinde renk analizi sonucu elde edilen a değerinin kutu grafiği (Şekil 3.18) verilmiştir.



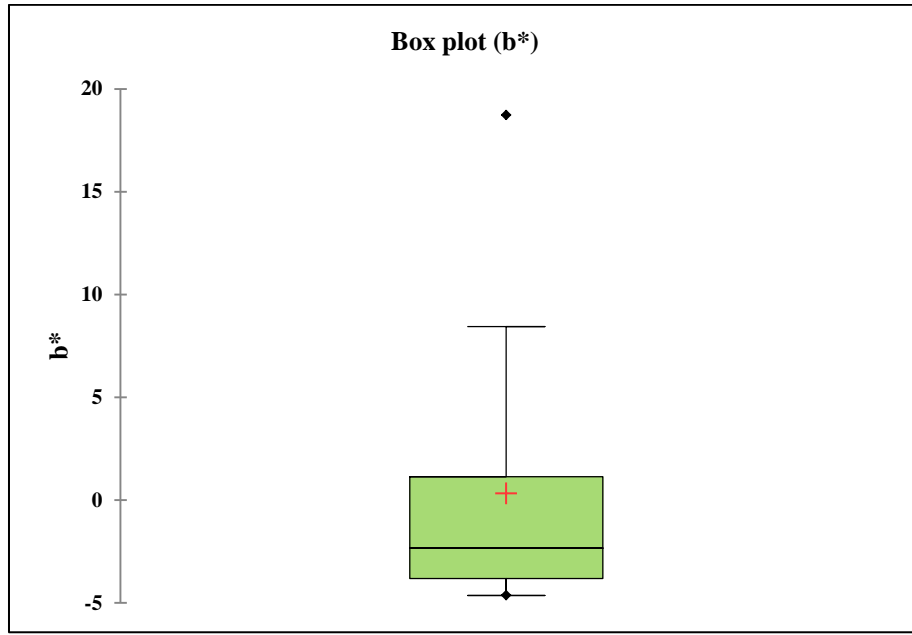
Şekil 3.18. a değeri kutu grafiği

Kutu grafiğine göre a değerinin en düşük ve yüksek değerleri sırası ile 7.35-28.03, birinci kuartil değeri 10.89, üçüncü kuartil değeri ise 17.71'dir. Kutu grafiğine göre a değeri medyanı 14.13, ortalama değeri ise 14.65'dir.

Nar sosu numunelerinde yapılan renk analizi sonucu a değeri ile diğer analizlerin değerlerinin oluşturduğu korelasyon ilişkisine (Tablo 3.1) göre asitlik, L değeri, b değeri, ΔE değeri, DPPH, TAC, ABTS, glukoz ve toplam şeker ile pozitif güçlü, FRAP analizi ile negatif güçlü korelasyon oluşturmuştur. Aynı şekilde a değeri ile briks, fruktoz ve sakkaroz negatif zayıf, pH ve TFC ile pozitif zayıf korelasyon göstermiştir.

Korelasyon matris tablosuna (Tablo 3.1) göre a değeri ile diğer analizlerin değerleri karşılaştırıldığında asitlik, L değeri, b değeri, ΔE değeri, DPPH, TAC, ABTS, glikoz ve toplam şekerin korelasyon değerleri sırasıyla 0.598, 0.506, 0.728, 0.718, 0.488, 0.412, 0.600, 0.454, 0.277 olarak hesaplanmış ve a değeri arttıkça asitlik, L değeri, b değeri, ΔE değeri, DPPH, TAC, ABTS, glukoz ve toplam şeker değerleri genellikle artmıştır ve negatif güçlü korelasyon oluşturan FRAP analizi değeri -0.409 olarak hesaplanmış ve L değerinin artmasıyla bu değer genellikle azalmıştır. Aynı zamanda a değeri ile zayıf korelasyon oluşturan briks, fruktoz, sakkaroz, pH ve TFC , a değerinin artmasıyla genellikle herhangi bir değişim göstermemiştir. TPC analizi ile a değerinin arasındaki korelasyon değeri 0.00 olduğundan dolayı herhangi bir değişim söz konusu değildir.

Yapılan renk analizi sonucu elde edilen kutu grafiği şekil 3.19'da verilmiştir.



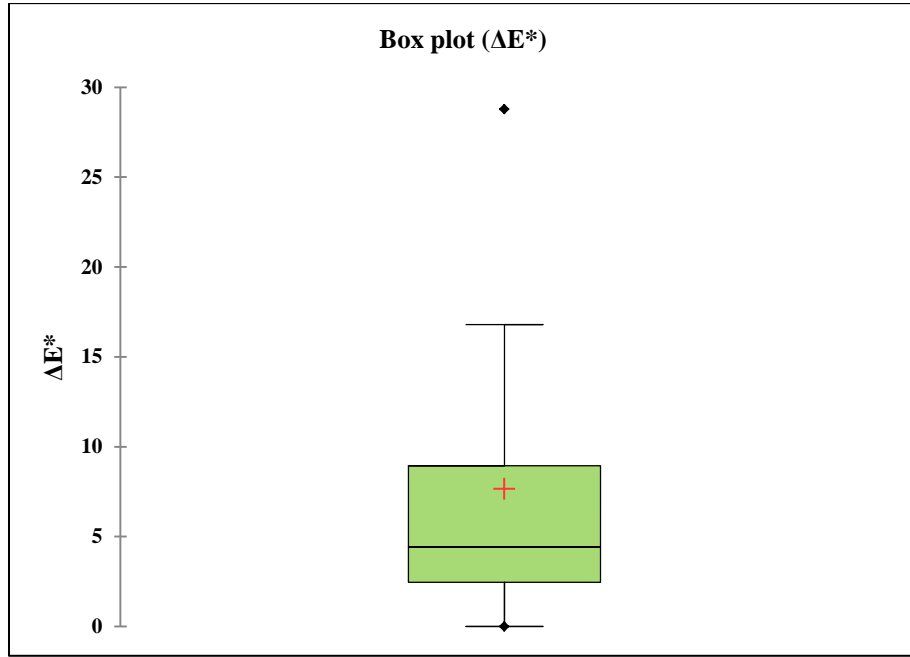
Şekil 3.19. b değeri kutu grafiği

Kutu grafiğine göre b değerinin en düşük ve en yüksek olduğu değerler sırası ile -4.63-18.73, birinci kuartil değeri -3.81, üçüncü kuartil değeri ise 1.14 şeklindedir. L değeri kutu grafiğine göre medyan değeri -2.33, ortalama değer ise 0.32'dir.

Nar sosu numunelerinde renk analizi b değeri ile diğer analizlerinle oluşturduğu korelasyon ilişkisine (Tablo 3.1) göre, HMF, L değeri, a değeri, ΔE değeri, TAC, ABTS ve glikoz ile pozitif güçlü korelasyon oluşturmuştur. b değeri FRAP analizi ile negatif güçlü korelasyon göstermiştir. Aynı zamanda b değeri asitlik, DPPH, fruktoz ve toplam şeker analiz değerleri ile pozitif zayıf korelasyon, briks, pH, TPC, TFC ve sakkaroz analiz değerleri ile de negatif zayıf korelasyon göstermiştir.

Korelasyon matris tablosuna (Tablo 3.1) göre b değeri ile diğer analizler karşılaştırıldığında HMF, L değeri, a değeri, ΔE değeri, TAC, ABTS ve glikozun korelasyon değerleri sırasıyla 0.321, 0.915, 0.728, 0.968, 0.364, 0.298, 0.402 olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre b değeri arttıkça, pozitif güçlü korelasyon oluşturdıkları için HMF, L değeri, a değeri, ΔE değeri, TAC, ABTS ve glikoz analizleri değerleri de genellikle artmıştır. b değeri ile negatif güçlü korelasyon oluşturan FRAP analizi değeri -0.331 olarak hesaplanmış ve b değeri arttıkça FRAP analizi değeri genellikle azalmıştır. b değeri ile zayıf korelasyon oluşturan briks, asitlik, pH, TPC, DPPH, TFC, fruktoz, sakkaroz ve toplam şeker, b değerinin artmasıyla veya azalmasıyla genellikle herhangi bir değişim göstermemiştir.

Nar sosu numunelerinde yapmış olduğumuz renk analizi sonucu elde edilen ΔE değeri kutu grafiği (Şekil 3.20) verilmiştir. Kutu grafiğine göre ΔE değerinin en yüksek ve en düşük değerleri sırası ile 28.77-0, birinci kuartil değeri 2.45, üçüncü kuartil değeri ise 8.94 şeklindedir. ΔE değeri kutu grafiğine göre medyan değeri 4.42, ortalama değer ise 7.65'dir.



Şekil 3.20. ΔE değeri kutu grafiği

Nar soslarında renk analizi ΔE değeri ile diğer analizlerinle oluşturduğu korelasyon ilişkisine (Tablo 3.1) bakıldığında, asitlik, HMF, L değeri, a değeri, b değeri, TAC, ABTS ve glikoz analizlerinin değerleri ile pozitif güçlü korelasyon oluşturmuştur. ΔE değeri FRAP analiz değeri ile negatif güçlü korelasyon göstermiştir.. Bununla birlikte ΔE değeri briks, DPPH, ve toplam şeker ile pozitif zayıf korelasyon, pH, TPC, TFC, fruktoz ve sakkaroz analizleri ile de negatif zayıf korelasyon oluşturmuştur.

Korelasyon matris tablosuna (Tablo 3.1) göre ΔE değeri ile diğer analizlerin değerleri karşılaştırıldığında asitlik, HMF, L değeri, a değeri, b değeri, TAC, ABTS ve glukozun korelasyon değerleri sırasıyla 0.313, 0.366, 0.947, 0.718, 0.968, 0.338, 0.323, 0.395 olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre ΔE değeri arttıkça, pozitif güçlü korelasyon oluşturdıkları için asitlik, HMF, L değeri, a değeri, b değeri, TAC, ABTS ve glikoz analizleri değerleri de genellikle artmıştır. ΔE değeri ile negatif güçlü korelasyon oluşturan FRAP analizi değeri

0.416 olarak hesaplanmış ve ΔE değeri arttıkça FRAP analizi değeri genellikle azalmıştır. ΔE değeri ile zayıf korelasyon oluşturan briks, pH, TPC, DPPH, TFC, fruktoz, sakkaroz ve toplam şeker, ΔE değerinin artmasıyla veya azalmasıyla genellikle herhangi bir değişim göstermemiştir.

N2, N8 ve N11 numunelerinin L değerlerinin diğer örneklerle göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu örneklerin L değerinin yüksek olması renklerinin daha açık olması anlamına gelmektedir. Diğer örneklerin L değerlerinin düşük olması ise daha koyu renkte olduklarını gösterir. L değerindeki bu düşüşün ve rengin koyu olmasının sebebi; nar sosu üretiminde uygulanan ısıtma işlem sonucu narda bulunan antosiyaninlerin parçalanması ve enzimatik olmayan esmerleşme sonucu renginin kararmasıdır.

Vatansever (2018), yapmış olduğu çalışmada nar ekşili sosların L değerini $6,99 \pm 6,3e-16$, $18,19 \pm 0,01$, a değerini $26,30 \pm 0,01$ - $32,69 \pm 0,01$, b değerini ise $12,02 \pm 0,02$ - $31,30 \pm 0,02$ olarak tespit etmiştir. Yıldız vd. (2014), narın ekşi sos ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini incelemiş ve nar ekşisi soslarının renk değerlerini belirlemişlerdir. Çalışma sonunda L değerini 16.85-55.38 aralığında, a değerini 3.95-36.58 aralığında, b değerini 6.88-36.51 aralığında bulmuşlardır. Elde edilen sonuçların literatür verileri ile çok yakın olmadığı tespit edilmiştir. Bu durumun nar soslarının üretiminde kullanılan nar meyvesinin cinsi, üretim prosesleri, üretimde kullanılan katkı maddeleri, uygulanan ısıtma işlemleri ve depolama koşulları gibi faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

3.4. Yapay Boyar Tayini Bulguları

17 farklı firmaya ait nar soslarına ve taze nar meyvesinden yapmış olduğumuz nar sosu örneklerinde yapılan analizde herhangi bir boya maddesi kullanılmadığı tespit edilmiştir.

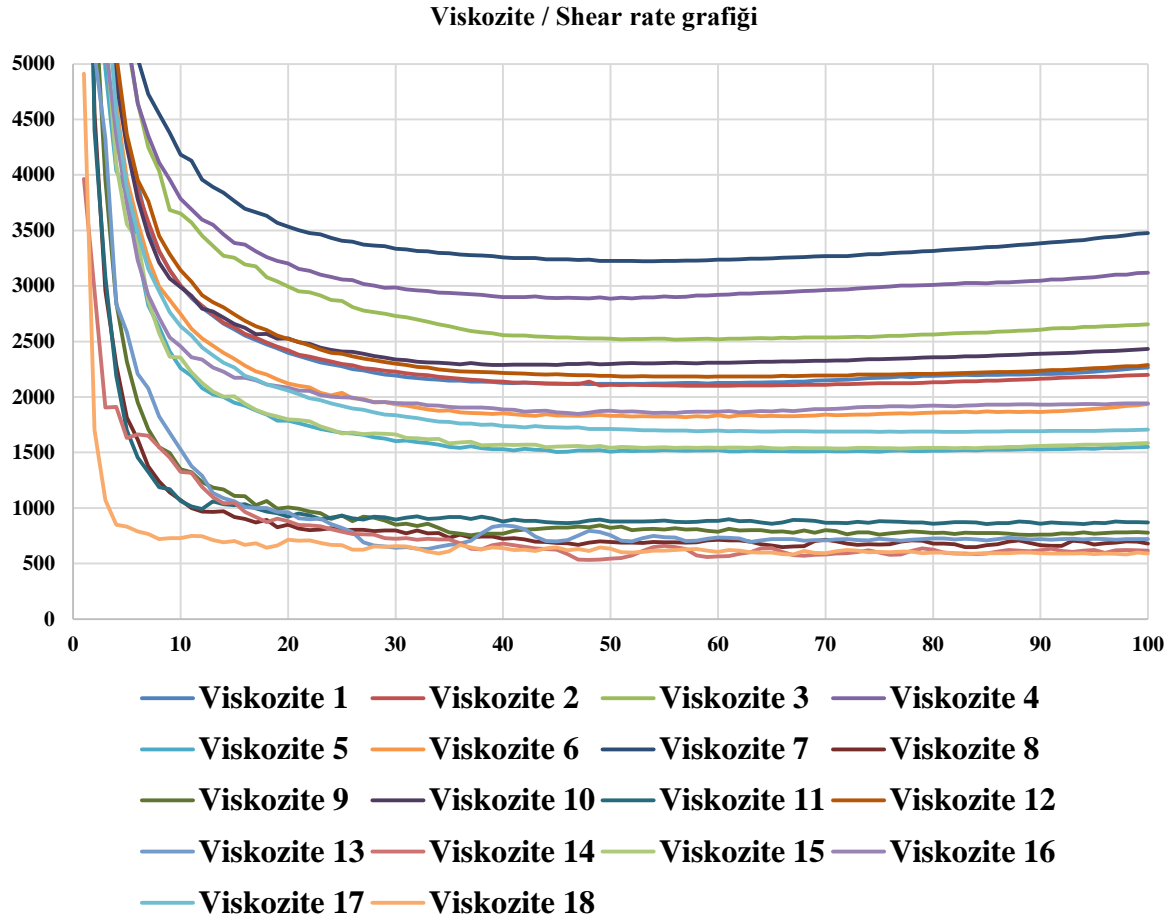
3.5. Reoloji Analizi Bulguları

Nar sosu numunelerinin reolojik analizi sonuçları 50 shear rate' deki viskozite ve shear stres değerleri Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.5. Reoloji analizi sonucu elde edilen değerler

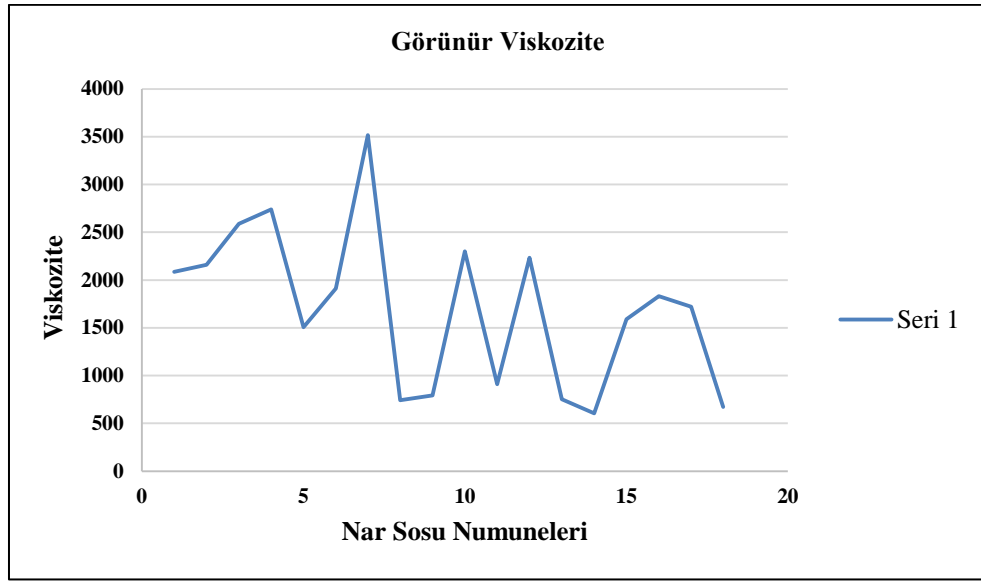
Numune	Shear Rate (1/s)	Viskozite (mPa.s)	Shear Stress (Pa)
N1	50	2086.57±58.28 ^f	104.33±2.91 ^{def}
N2	50	2131.60±25.24 ^e	106.58±1.26 ^{de}
N3	50	2464.13±162.83 ^c	123.21±8.14 ^c
N4	50	2864.93±118.94 ^b	143.24±5.94 ^b
N5	50	1519.10±115.44 ^{hi}	75.96±5.77 ^{fgh}
N6	50	1852.20±51.22 ^{gh}	92.61±2.56 ^{ef}
N7	50	3311.63±177.60 ^a	165.58±8.88 ^a
N8	50	722.54±24.49 ^j	36.13±1.22 ^{hi}
N9	50	793.93±24.74 ^{ij}	39.70±1.24 ^{gh}
N10	50	2263.80±95.26 ^d	113.19±4.76 ^{cd}
N11	50	889.30±18.34 ⁱ	44.46±0.92 ^g
N12	50	2178.70±60.79 ^{ef}	108.94±3.04 ^d
N13	50	760.39±6.52 ^{ij}	38.02±0.33 ^h
N14	50	574.29±30.58 ^k	28.71±1.53 ^{ij}
N15	50	1565.07±24.66 ^h	78.25±1.23 ^{fg}
N16	50	1861.00±25.72 ^g	93.05±1.28 ^e
N17	50	1710.17±9.26 ^{ghi}	85.51±0.46 ^f
N18	50	586.93±115.05 ^j	29.35±5.75 ⁱ

50 shear ratedeki viskozite değerleri en yüksek 3311.63±177.658 (mPa.s) değeri ile N7 numunesinde llmken, en dk 574.29±30.58 (mPa.s) değeri ile N14 numunesinde tespit edilmitir.. Nar sosu numunelerinin görünür viskozitesi grafiği ekil 3.21’de verilmitir. Tabloya göre, kayma gerilimi ile viskozite doğru orantılı olarak artış gstermitir. Nar sosu numunelerinde viskoziteleri en yüksek olanlar, briks ve sakkaroz değeri yüksek olanlardır. rnek olarak viskozite değeri 3311.63±177.66 (mPa.s) olan N7 numunesinin briks değeri %76.45±0.05 ve sakkaroz değeri 18.15±1.39 %(m/m) olarak belirlenmitir. En dk viskoziteye sahip N14 numunesinin briks ve sakkaroz değerleri sırasıyla %70.30±0.10, 10.82±0.28 %(m/m)’dir. Nar soslarında viskozitenin briks ve sakkaroz değerlerine göre değişiklik gösterdiği saptanmıtır.



Şekil 3.21. Nar sosu numunelerinin viskozite/shear rate grafiği

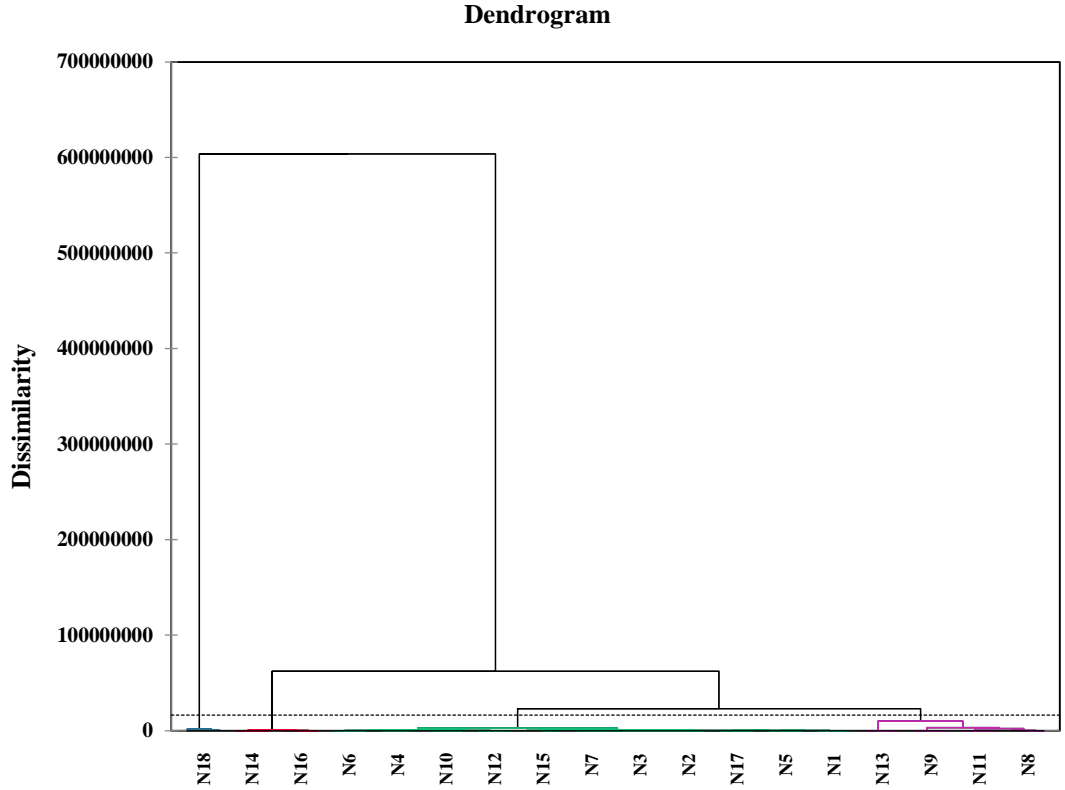
Şekil 3.22’de nar sosu numuneleri ve viskoziteleri görölmektedir. N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N12, N15, N16, ve N17 numunelerinin viskozite değeri yüksek ve birbirine yakın olduğu görölmektedir. N8, N9, N11, N13, N14 ve N18 numunelerinin de viskozite değeri düşük ve birbirlerine yakın olduğu (Şekil 3.21) görölmektedir. Bu gruplaşmanın nedeni, numunelerinin briks ve sakkaroz değeriyle alakalı olması muhtemeldir. Başka bir neden olarak ise, korelasyon matrisi tablosuna (Tablo 3.1) göre briks ile pozitif güçlü korelasyon ilişkisi veren tek analizin sakkaroz analizi olmasıdır.



Şekil 3.22. Nar sosu numunelerinin görünür viskozite grafiği

3.6. Nar Soslarında Yapılan Analizlerden Elde Edilen Sonuçların Dendrogram (Hiyerarşik Kümeleme Analizi) Grafiği İle Değerlendirilmesi

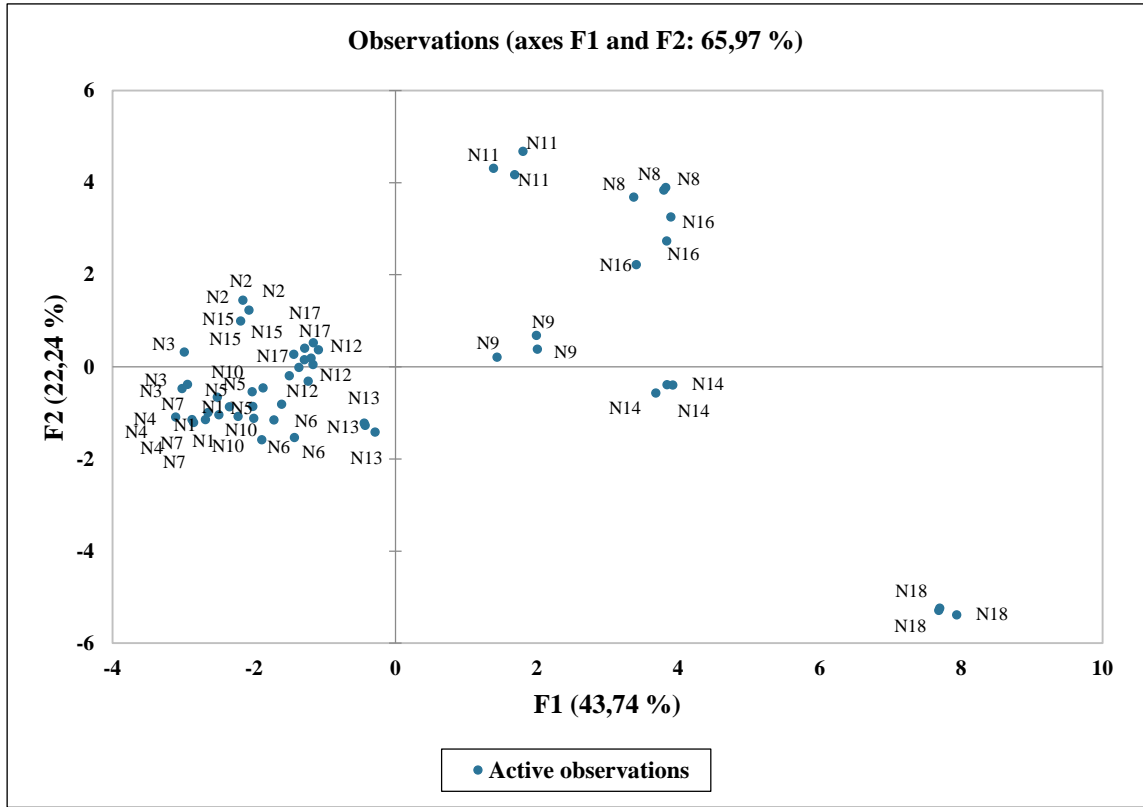
Şekil 3.23'te verilen nar sosu numunelerinin analiz sonuçları ile elde edilen dendrogram grafiği verilmiştir. Dendrogram grafiği PCA (Temel Bileşenler Analizi) yöntemine dayalı bir istatistiksel bir grafikdir. PCA analizi bilimsel araştırmalarda, makalelerde, projelerde, doktora ve yüksek lisans tezlerinde istatistiksel olarak en yaygın olarak kullanılan programdır. Kısaca PCA bilgisayar bilimlerinde boyut indirmeye yarayan bir yöntemdir. Kısaca iki bilgi arasında bir bağlantı varsa bu bağlantı sayesinde iki veriden birisini tutmak ve bağlantıyı tutmak iki bilginin de geri bulunabilmesini sağlar.



Şekil 3.23. Nar sosu numunelerinin analiz sonuçları dendrogram grafiği

Nar sosu örneklerinin grafik üzerinde 4 farklı renkte (mavi, kırmızı, yeşil ve mor) kümeler oluşturduğu görülmektedir. N18 numuneleri kendi aralarında mavi renkte gruplaşırken, N14 ve N16 numuneleri kırmızı renkte küme oluşturmuşlardır. N6, N4, N10, N12, N15, N7, N3, N2, N17, N5, N1 numuneleri ise analiz sonuçları değerlerinin yakınlığından kendi aralarında yeşil renkte gruplaşma oluşturmaktadır. N18, N9, N11 ve N8 numuneleri analiz sonuçlarının yakınlığından dolayı mor renk altında grup oluşturmaktadır. N14 ve N16 numunelerinin %asitlik (sitrik asit cinsinden) değerleri ve antioksidan değerleri diğer numunelere göre yüksek olduğundan dolayı gruplaşma göstermemişlerdir. N10 ve N12 numunelerinin renk değerleri, DPPH, TFC, fruktoz ve glikoz değerlerinin birbirine yakınlığından dolayı diğer numunelerden ayrı bir grup oluşturmuşlardır. N6 ve N4 numunelerinin renk değerleri, TAC, FRAP ve glukoz analiz değerleri benzerlik gösterdiğinden dolayı aralarında gruplaşma oluşmuştur. N3 ve N2 numuneleri antiokasidan değerleri, glikoz ve fruktoz miktarlarının çok yakın olmasından dolayı kendi aralarında küme oluşturmakta ve N17, N5, N1, N7, N15 numuneleri ile analiz sonuçları yakın olduğundan dolayı birlikte bir grup oluşturmuşlardır. N8 ve N11 numuneleri briks, TAC, sakkaroz, toplam şeker analiz sonuçlarının yakın

olmasından dolayı kümeleşmiş ve N9, N13 numunelerinin de analiz sonuçları yakın olduğundan dolayı mor renk altında bir grup meydana getirmişlerdir. N18 numunesinin diğer tüm numunelerden farklı olmasının en önemli nedeni, yüksek fenolik ve flavonoid içeriğe yani antioksidan içeriğine sahip olmasıdır.



Şekil 3.24. Nar sosu numunelerinde yapılan analizlerin sonucu elde edilen temel bileşen analizi grafiği

Şekil 3.24'e göre, F1 ve F2 varyasyonların %65,97'sini açıkladığı görülmektedir. F1 varyasyonu %43,74'ünü açıklarken F2 varyasyonu %22,24'ünü açıklamaktadır. Grafiğe göre nar sosu numuneleri 4 farklı grup oluşturmaktadır. N11, N8, N16, N9, N14 numuneleri diğer örneklerin gruplaşmasından ayrılırken, N18 numunesi tek başına bir grup oluşturmuştur. N8, N9, N11, N14, N16 numunelerinin birbirlerine yakın olmasının nedeni, antioksidan içeriklerinin diğer örneklerden daha yüksek olmasıdır. N18 numunesi ise tüm numunelere göre çok yüksek antioksidan içeriğine sahip olduğundan dolayı tek başına bir grup oluşturmuştur. N8 ve N16 ile N9 numunelerinin birbirinden uzaklığına L, a, b, ΔE, TAC değerleri neden olurken, N8 ve N16 ile N14 numunelerinin birbirinden ayrılmasında

TFC, HMF, TPC, L, a, b ve ΔE değerleri etkili olmaktadır. Grafiğe göre, N11 numunesi ile N16 numunesinin birbirinden uzaklaşmasında en çok TPC, DPPH, TFC, ABTS ve FRAP analiz değerlerinin etkisi olduğu saptanmıştır.

Bu numunelerin dışındaki tüm örnekler analiz sonuçlarına göre birbirlerine yakın değerler verdiklerinden dolayı birlikte gruplaşmaktadır. N18 numunesinin diğer tüm nar sosu numunelerinden farklı olmasının nedeni, N18 numunesini taze nar meyvesi suyundan laboratuvar ortamında uygun şartlarda yapmış olmasında kaynaklanmaktadır. N18 numunesine yakın olan örneklerin antioksidan değerleri yüksek, HMF, briks, pH, asitlik değerleri ise N18 numunesine yakındır.

Dendrogram ve benzerlik grafiklerine göre N18 numunesinin analiz değerleri diğer tüm numunelerden farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu farklılığın en büyük nedeni, N18 numunesinin antioksidan içeriğinin çok yüksek olmasından kaynaklıdır. N8, N9, N11, N14, N16 numuneleri ise diğer tüm numunelere göre, N18 numunesine yakın değerler verdiği saptanmıştır.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada piyasada satılan 17 farklı firmaya ait nar sosu örnekleri ve Gümüşhane Üniversitesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarı'nda rotary evaporatör kullanılarak uygun şartlarda taze nar meyvesi suyundan elde ettiğimiz nar sosu örneğinin fiziksel, kimyasal ve antioksidan özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Fenolik ve antioksidan içeriğinin yüksek olması, besinsel değerlerinin zengin olması nedeniyle son yıllarda nar meyvesi yoğun talep görmektedir. Nar meyvesinin bu özelliklerinden dolayı nar ürünlerine olan ilgi de artmaktadır. Nar ürünlerinin kullanımı artmakla birlikte, ticari nar sosları da sofralarda çok sık görülmeye başlamıştır. İçerdiği fenolik ve flavonoid bileşikler ile güçlü bir antioksidan kaynağı olan nar, insan sağlığına etkileri açısından çok önemlidir. Nar meyvesinin antioksidan, antidiyabetik, antiinflamatuvar, antifungal, antibakteriyel, antiviral, antiaterosklerotik, hipoglisemik, antikarsinojenik, antiaterojenik, antiproliferatif, immünomodülasyon gibi insan sağlığı üzerine olumlu etkileri yapılan çalışmalar sonucunda doğrulanmıştır. Bu etkilerinden dolayı kanser, tansiyon, kalp damar hastalıkları, mide yanmaları, kusma, öksürme gibi birçok hastalığı önleyici ve tedavi edici özelliği bulunmaktadır. Narın koruyucu etkileri sadece insan sağlığı üzerine değil, gıdaların muhafazası açısından da önemlidir.

Yapılan bu çalışmada nar soslarının fiziksel, kimyasal ve antioksidan özelliklerini (briks, pH, titrasyon asitliği, HMF, renk analizleri, yapay boyar madde, TPC, TFC, DPPH, ABTS, TAC, FRAP, şeker analizi) belirlemeye yönelik analizleri gerçekleştirilmiştir. Ticari olarak üretilen nar soslarında kullanılan hammadde, ilave katkı maddeleri, uygulanan ısı işlemler, üretim vb. parametrelerin farklılığı nar soslarında yapılan analizlerin sonuçlarının da farklılık göstermesine nedeni olmuştur. HMF, antioksidan ve şeker değerlerindeki farklılıklar, nar soslarının üretimlerinde farklılıklar olduğunu göstermektedir. N2, N3, N6, N7 numunelerinin antioksidan değerlerinin düşük olmasının nedeni, kullanılan hammadde, katkı maddeleri ve üretim prosesleri olduğu düşünülmektedir. N18 numunesinin antioksidan içeriği, diğer tüm örneklerle göre çok fazladır. Bunun sebebi ise N18 numunesini taze nar suyundan elde edilmesi ve nişasta, şeker, limon dışında hiçbir ilave madde kullanılmamasıdır. N9, N13, N14, N16 gibi numunelerinde antioksidan değerleri iyi seviyede olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan değerlerinde farklılıklar, nar meyvesinin yetiştirilme koşulları, meyvenin cinsi, nar suyu üretim proseslerinden de kaynaklı olabilir.

N8, N9, N10, N11, N12, N14, N16, N17 ve N18 numunelerinde glukoz bulunurken, bunların dışındaki hiçbir numunede glukoz rastlanılmamıştır. En fazla glukoz bulunduran numuneler ise N8 ve N17 numuneleri olmuştur. Bütün numunelerde sakkaroz bulunurken en fazla N2 ve N15 numunelerinde, en az ise N17 numunesinde bulunmaktadır. Yapılan PCA analizinde elde edilen korelasyon matriksi değerlerine göre glukoz ile sakkaroz arasında negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır ve glikoz değerlerine göre sakkaroz değerlerinin de değiştiği görülmektedir. Toplam şeker değerleri bütün numunelerin birbirine yakın olduğu görülmüştür. N2, N3, N4, N5, N7 ve N15 numunelerinde fruktoza rastlanılmamıştır. N6, N13 ve N8 numunelerinde ise diğer numunelere göre daha yüksek miktarda fruktoz bulunmaktadır. Fruktoz değerlerindeki değişme, numunelerin briks ve sakkaroz değerlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Nar soslarında yapılan HMF analiz sonuçlarını incelendiğinde, bulunan değerlerin genellikle normal seviyede olduğu görülmüştür. Numunelerin ortalama HMF miktarı 30.10 mg/kg olarak tespit edilmiştir. N3 ve N11 numunelerinin HMF miktarı 50 mg/kg'dan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. En düşük HMF miktarı ise N18 numunesinde görülmüştür. Bunun sebebi N18 numunesini laboratuvar ortamında uygun sıcaklık derecesinde ve uygun şartlarda yapılmış olmasından kaynaklı olabilir. Ticari nar soslarındaki HMF değerlerindeki farklılıklarının; üretim koşullarından, uygulanan ısıtma işlemlerinden, asidik ortamda depolamadan ve bulundurduğu şeker değerlerine bağlı olması muhtemeldir.

Nar soslarının renk analizi değerlendirmeleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, birçok örneğin N18 kontrol numunesine göre yakın sonuç verdiği görülmüştür. N2, N8, N11 ve N16 numuneleri, N18 numunesine göre farklı sonuçlar vermiştir. Bu farklılığın kullanılan hammadde, ilave katkı maddesi, üretimde uygulanan işlemler ve ısıtma işlemlerinden kaynaklı olduğu olasıdır. Yapay boyar madde tayini sonucu numunelerde herhangi bir renk maddesine rastlanılmamıştır. Dolayısıyla bu durum, renk analizi sonuçlarını etkilememiştir.

Nar soslarının pH analizi sonuçlarına göre, tüm örneklerin yakın pH değerlerinde olduğu saptanmıştır. N2, N3, N14, N16 ve N18 numunelerinin pH değerleri diğer numunelere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. pH değeri yüksek olan numunelerin antioksidan değerleri, diğer numunelere göre daha yüksek olduğu kanısına varılmıştır. Aynı şekilde pH değeri yüksek olan numunelerin, titrasyon asitliği de genellikle yüksek olduğu saptanmıştır. Nar sosu numunelerinin briks dereceleri birbirine yakın seviyede olduğu tespit edilmiştir. Kontrol numunesi olan N18'e en yakın olanlar; N14 ve N13 numuneleri olmuştur. Briks değerleri literatür verileri ile uyum sağlamıştır. Numuneler arasındaki düşük

derecede olan farklılık uygulanan ısıt işlemlerden kaynaklı olduğu düşünölmektedir. PCA analizi korelasyon matriks tablosuna göre, briks ile antioksidan analizleri ve şeker analizleri arasında negatif güçlü korelasyon ilişkisi olduğu gösterilmiştir. Bu durumda briks değeri arttıkça antioksidan ve şeker değeri genellikle azaldığı tespit edilmiştir.

Nar ve nar ürünlerinin yüksek fenolik ve antioksidan madde içeriğı ile insan sağlığı üzerine önemli etkilerinin olmasının yanı sıra, gıda ürünlerinin saklanması ve muhafaza edilesinde kullanım imkanı olduğuna dair yapılan araştırmalarda olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Tez kapsamında yapılan inceleme ve analizler doğrultusunda nar soslarının uygun koşullarda ve doğru bir şekilde üretimi yapıldığında, iyi bir antioksidan kaynağı olduğu söylenebilir. Çalışmada kullanılan nar soslarının, HMF değeri genellikle normal değerlerde bulunmuş olsa da, bazı numunelerin HMF miktarlarının yüksek çıktığı görölmüştür. Yine aynı şekilde ticari nar soslarının üretiminde kullanılan hammadde, üretim prosesleri, ilave katkı maddeleri, uygulanan ısıt işlemler ve depolama koşulları dikkatli ve özenli bir şekilde yapıldığı takdirde, nar soslarında HMF değerlerinin zararsız düzeyde olabileceğı yapılan çalışmada görölmüştür. Nar ve nar ürünlerinin insan sağlığı üzerine olumlu etkileri sebebiyle tüketimi arttırılmalıdır. Fakat nar ürünlerinin özellikle nar soslarının üretiminin dikkatli bir şekilde yapılması, antioksidan ve HMF miktarlarının uygun seviyede olması için gerekli önlemlerin alınması önerilmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Ahmed, D., Khan M.M. ve Saeed R., 2015. Comparative Analysis of Phenolics, Flavonoids, and Antiooxidant and Antibacterial Potential of Methanolic, Hexanic and Aqueous Extracts from *Adiantum caudatum* Leaves, Antioxidats, 4(2), 394-409.
- Akbulut, G., Yıldız, A. ve Yalınca, R., 2010. Nar: Bileşimi ve Potansiyel Sağlık Etkiler, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(2), 53-64.
- Akpınar-Bayizit, A., Özcan, T., Yılmaz-Ersan, L. ve Yıldız, E., 2016. Evaluation of antioxidant activity of pomegranate molasses by 2, 2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH) method, International Journal of Chemical Engineering and Applications, 7(1), 71-74.
- Baysal, T. ve Taştan, Ö., (2019, Ocak 5). Nar Ürünleri ve Üretimi, İzmir, Bornova, Türkiye.
- Boussaa, F., Zaouay, F., Burlo-Carbonell, F., Noguera-Artiaga, L., Carbonell-Barrachina, A., Melgarejo, P. ve Mars, M., 2020. Growing Location Affects Physical Properties, Bioactive Compounds, and Antioxidant Activity of Pomegranate Fruit (*Punica granatum* L. var. Gabsi), International Journal of Fruit Science, 20(2), 508-523.
- Bölek, S., 2020. Kurutulmuş Nar (*Punica granatum*) Kabuğu Tozunun Glutensiz Bisküvilerin Tekstürel, Duyusal ve Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(4), 209-218.
- Cemeroğlu, B. 2010. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara, s: 657.
- Çam, M., Hışıl, Y. ve Durmaz, G., 2009. Classification of Eight Pomegranate Juices Based on Antioxidant Capacity Measured by Four Methods, Food Chemistry, 112(3), 721-726.
- Çil, O., Erdem, F. ve Aday, M. S., 2020. Nar (*Punica granatum*): Sağlığa yararı, Ekonomik değeri ve Hasat Sonrası Muhafaza Metotları, Gıda, 45(5), 881-893.
- Dayi, B., Akdoğan, H. A. ve Akdoğan, A., 2017. Nar Sosunda Kromatografik Yöntemle Bazı Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların Analizi, Akademik Gıda, 15(3), 269-273.
- Değirmenci, İ., 2017. Antimicrobial effect of bitter orange sauce, pomegranate sauce, plum sauce, and sumac sauce against some food pathogens bacteria (*Salmonella*, *E. coli*, *E. coli* O157: H7, *Listeria* spp., *S. aureus*).
- Dokuzoğuz M ve Mendilcioğlu K., 1978. Ege Bölgesi Nar Çeşitleri Üzerinde Pomolojik Çalışmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(12), 133-159.
- Durgaç, C., Özgen, M., Şimşek, Ö., Kaçar, Y. A., Kıyga, Y., Çelebi, S., Gündüz, K. ve Serçe, S., 2008. Molecular and Pomological Diversity Among Pomegranate (*Punica*

- granatum* L.) Cultivars in Eastern Mediterranean Region of Turkey, African Journal of Biotechnology, 7(9), 1294-1301.
- Erbil, N. ve Arslan, M., 2019. Geleneksel Yöntemlerle Üretilen Nar Ekşisinin Antibakteriyel ve Antimutajenik Etki Potansiyeli, Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(2), 957-965.
- Ergin, S. Ö., 2019. Nar Meyvesi (*Punica granatum* L.) ile Farklı Nar Ürünlerinin Antioksidan Özellikleri, Akademik Gıda, 17(2), 243-251.
- Fischer, U. A., Carle, R. ve Kammerer, D. R., 2011. Identification and Quantification of Phenolic Compounds From Pomegranate (*Punica granatum* L.) Peel, Mesocarp, Aril and Differently Produced Juices by HPLC-DAD-ESI/MSn, Food Chemistry, 127(2), 807-821.
- Fischer, U. A., Carle, R. ve Kammerer, D. R., 2013. Thermal Stability of Anthocyanins and Colourless Phenolics in Pomegranate (*Punica Granatum* L.) Juices and Model Solutions, Food Chemistry, 138(2-3), 1800-1809.
- Gokoglu, N., Topuz, O. K. ve Yerlikaya, P., 2009. Effects of Pomegranate Sauce on Quality of Marinated Anchovy During Refrigerated Storage, LWT-Food Science and Technology, 42(1), 113-118.
- Gölükcü, M., Tokgöz, H. ve Kırılan, M., 2008. Ülkemizde Yetiştirilen Önemli Nar (*Punica Granatum*) Çeşitlerine Ait Çekirdeklerin Bazı Özellikleri, Gıda, 33(6), 281-290.
- Gündoğdu, M. ve Yılmaz, H., 2013. Bazı Standart Nar (*Punica Granatum* L.) Çeşitleri ve Genotiplerine Ait Meyvelerin C Vitamini, Şeker ve Besin Elementleri İçeriklerinin Belirlenmesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 23(3), 242-248.
- Gündoğdu, M., Yılmaz, H. ve Canan, İ., 2015. Nar (*Punica granatum* L.) Çeşit ve Genotiplerin Fizikokimyasal Karakterizasyonu, Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 1(2), 57-65.
- Hepsağ, F., Ferliaslan, M., Duran, O., Okur, S. ve Yıldız, Y., 2019. Osmaniye İlinde Geleneksel Ev Yapımı Üretilen Nar Ekşilerinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 9(2), 95-107.
- Hoca, G., 2019. Bursa İlinde Tüketime Sunulan Nar Ekşisi ve Nar Ekşili Soslarda Sorbik Asit ve Benzoik Asit Miktarlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 57s.
- IHC, (2009). International Honey Comission, 2009 (<http://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>)
- İncedayi, B., Tamer, C. E. ve Çopur, Ö. U., 2010. A research on the Composition of Pomegranate Molasses, Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, 24(2), 37-47.

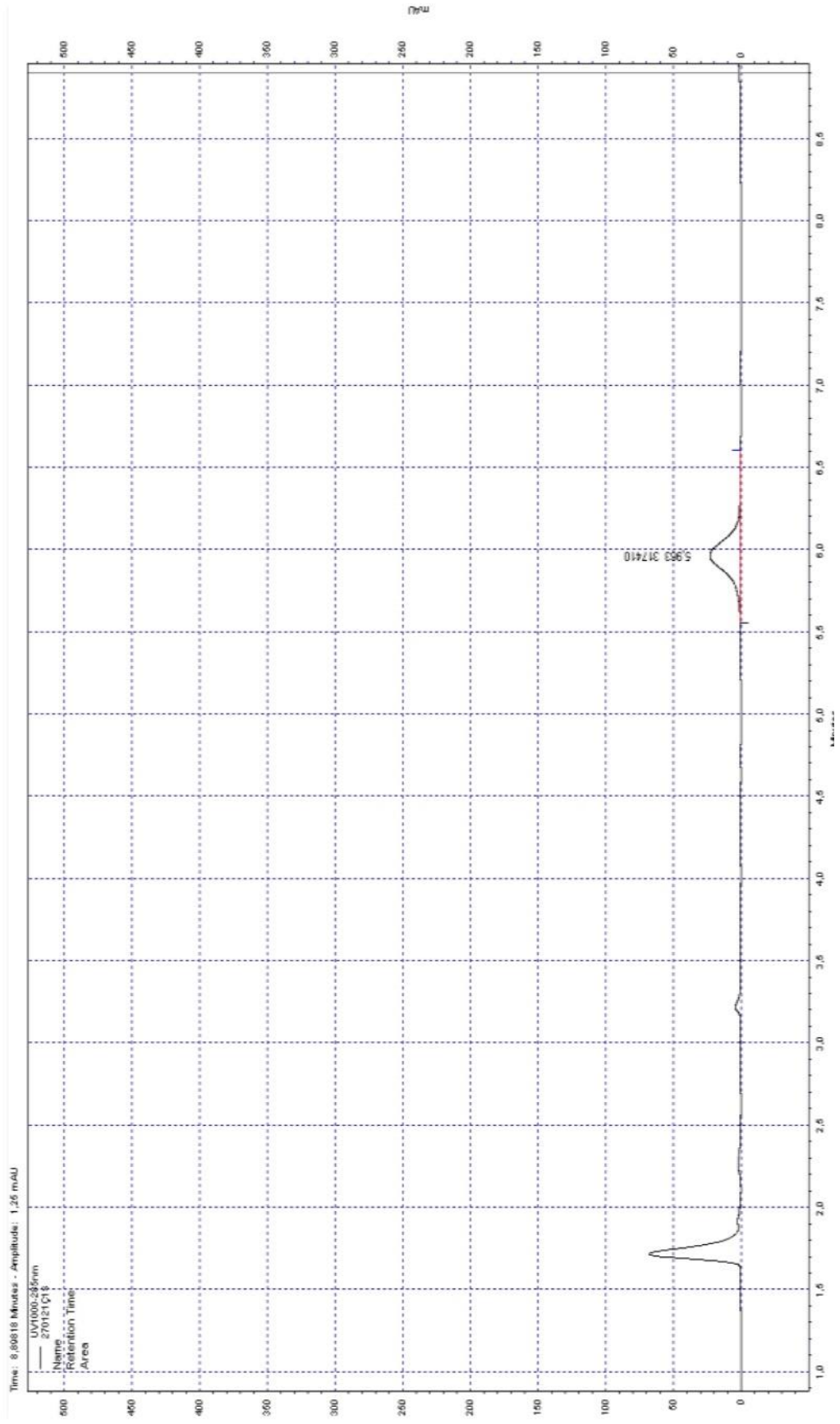
- Kalaycıoğlu, Z. ve Erim, F. B., 2017. Total Phenolic Contents, Antioxidant Activities, and Bioactive Ingredients of Juices From Pomegranate Cultivars Worldwide, Food Chemistry, 221, 496-507.
- Kamal, Y. T., Alam, P., Alqasoumi, S. I., Foudah, A. I., Alqarni, M. H. ve Yusufoglu, H. S., 2018. Investigation of Antioxidant Compounds in Commercial Pomegranate Molasses Products Using Matrix-Solid Phase Dispersion Extraction Coupled With HPLC, Saudi Pharmaceutical Journal, 26(6), 839-844.
- Kasangana, P. Haddad P.S. ve Stevanovic T., 2015. Study of Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of Myrianthus Arboreus (Cecropiaceae) Root Bark Extracts, Antioxidants (Basel), 4(2), 410–426.
- Karabiyikli, S. ve Kışla, D., 2012. Inhibitory Effect of Sour Pomegranate Sauces on Some Green Vegetables and Kisir, International Journal of Food Microbiology, 155(3), 211-216.
- Karaca , S. ve Şen , F., 2014. Nar Meyvesinin Muhafazasında Farklı Modifiye Atmosfer Ambalajlarının Çürüklük Gelişimi, Ağırlık Kaybı, Renk ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri, Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 24(2), 21-31.
- Kışla, D. ve Karabiyikli, Ş., 2013. Antimicrobial Effect of Sour Pomegranate Sauce on Escherichia Coli O157: H7 and Staphylococcus Aureus, Journal of Food Science, 78(5), 715-718.
- Korkmaz, F., Arslan, A. ve Baran, A., 2021. Effect of Treatment With Sunflower Oil and in Combination With Pomegranate and Plum Sauce on the Chemical, Microbiological and Sensory Properties of Marinated Carp Fillets (Cyprinus Carpio), Ciência Rural, Food Technology, 51(4), 1-9.
- Kulkarni, A. P., Aradhya, S. M. ve Divakar, S., 2004. Isolation and Identification of a Radical Scavenging Antioxidant–Punicalagin From Pith and Carpellary Membrane of Pomegranate Fruit, Food Chemistry, 87(4), 551-557.
- Kumar, N., Pratibha, Neeraj, ve Sharma, S., 2020. Effect of Solvents on Physiochemical Properties of Freeze-dried Pomegranate Seed (Cv. Bhagwa), International Journal of Fruit Science, 20(2), 590-604.
- Kurt, H. ve Şahin, G., 2013. Bir Ziraat Coğrafyası Çalışması: Türkiye'de Nar (*Punica granatum* L.) Tarımı, Marmara Coğrafya Dergisi, 27, 551-574.
- Lussignoli, S., Fraccarolli, M., Andriolli, G., Brocco, G. ve Bellavite, P., 1999. A Microplatebased Colorimetric Assay of the Total Peroxyl Radical Trapping Capability of Human Plasma, Analytic Biochemistry, 269(1), 38-44.
- Maskan, M., 2006. Production Of Pomegranate (*Punica Granatum* L.) Juice Concentrate by Various Heating Methods; Colour Degradation and Kinetics, Journal of Food Engineering, 72(3), 218-224.

- Metin, Z. E., 2014. Ankara Piyasasında Satışa Sunulan Nar Ekşisi, Nar Ekşisi Sosu ve Üzüm Pekmezlerinin Hidroksimetilfurfural Düzeyinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 43s.
- Muradoglu, F., Balta, M. F. ve Ozrenk, K., 2006. Pomegranate (*Punica Granatum* L.) Genetic Resources from Hakkari, Turkey, Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 2(6), 520-525.
- Okumuş, G., 2016. Nar (*Punica granatum* L.) Kabuk ve Çekirdeklerinin Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 121s.
- Ozgen, M., Durgaç, C., Serçe, S. ve Kaya, C., 2008. Chemical and Antioxidant Properties of Pomegranate Cultivars Grown in the Mediterranean Region of Turkey, Food Chemistry, 111(3), 703-706.
- Özdemir, H., Soyer, A. ve Turan, M., 2014. Nar Babuğu Ekstraktının Antimikrobiyel ve Antioksidan Aktivitesinin Köfte Kalitesine Etkisi, Gıda, 39(6), 355-362.
- Özkal, N. ve Dinç, S., 1993. *Punica granatum* L.(Nar) Bitkisinin Kimyasal Bileşimi ve Biyolojik Aktiviteleri: Chemical Composition and Biological Activities of *Punica granatum* L.(Pomegranate), Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 22(1-2), 38-50.
- Özmert Ergin, S., 2019. Nar Meyvesi (*Punica granatum* L.) ile Farklı Nar Ürünlerinin Antioksidan Özellikleri, Akademik Gıda, 17(2), 243-251.
- 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, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 93s.
- Prior, R. L., Lazarus, S. A., Cao, G., Muccitelli, H. ve Hammerstone, J. F., 2001. Identification of Procyanidins and Antocyanins in Blueberries and Cranberries (*Vaccinium* Spp.) Using High-Performance Liquid Chromatography/Mass Spectrometry, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 49(3), 1270-1276
- Quek, S. Y., Chok, N. K. ve Swedlund, P., 2007. The Physicochemical Properties of Spraydried Watermelon Powders, Chemical Engineering and Processing:Process Intensification, 46(5), 386-392.
- Sanchez-Moreno, C. 2002. Review: Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems, Food Science and Technology International, 8 (3), 121-137
- Sharifi, A., Divandari, N., Ezy, M. ve Maleki, M., 2019. Study of Physicochemical and Rheological Properties of Pomegranate Sauce Under the Influence of Temperature, Various Concentrations and Xanthan and Guar Hydrocolloids, Journal of Innovation in Food Science and Technology, 11(4), 115-123.

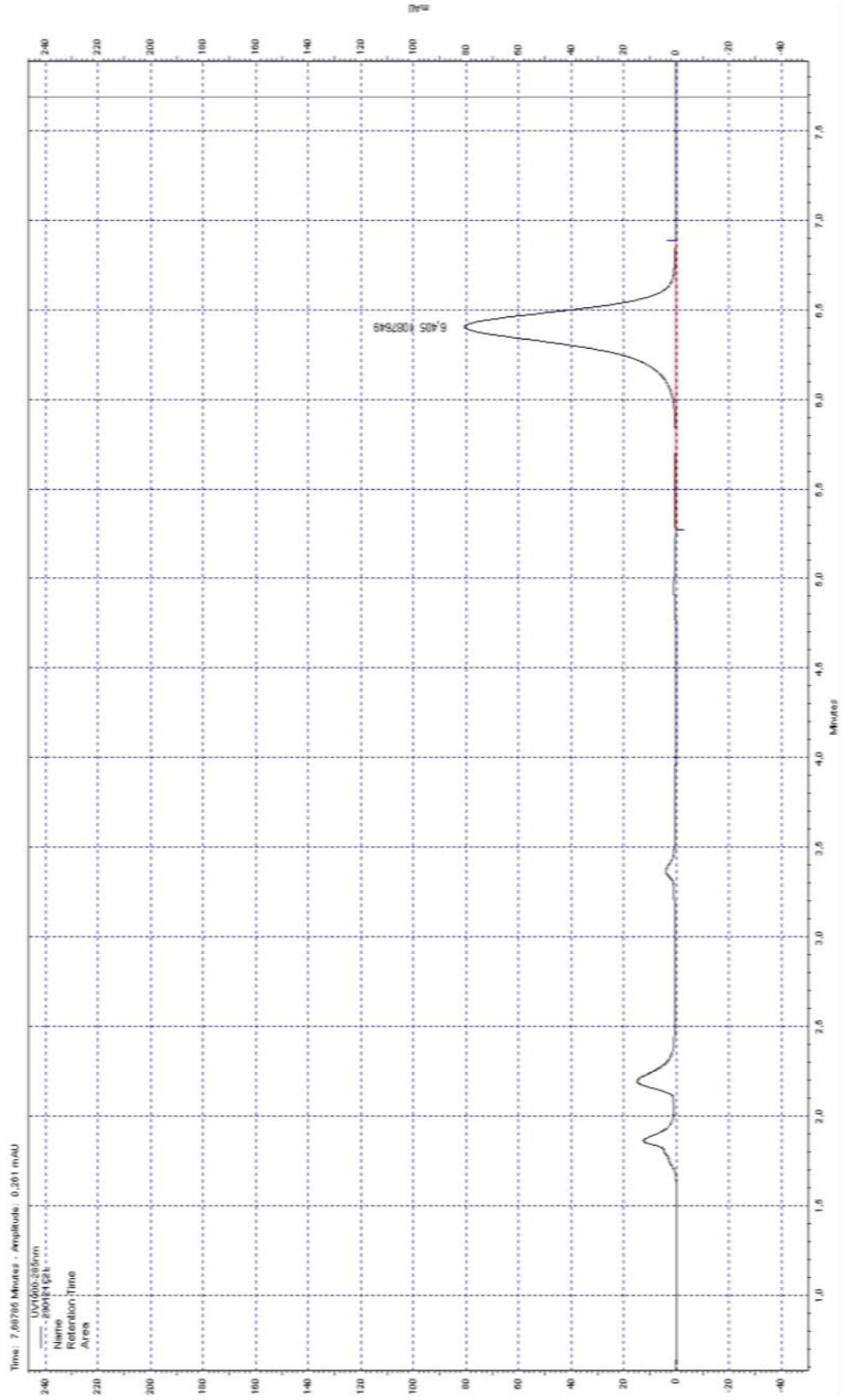
- Singleton VL. ve Slinkard K., 1977. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods, American Journal of Enology and Viticulture, 28(1), 49-55.
- Şengül, Y., 2014. Farklı Dondurma ve Çözdürme Metotlarının Nar Tanelerinin Fiziksel ve Antioksidan Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 108s.
- Şengün, İ. Y. ve Kılıç, G., 2019. Farklı Sirke Çeşitlerinin Mikroflorası, Biyoaktif Bileşenleri ve Sağlık Üzerine Etkileri, Akademik Gıda, 17(1), 89-101.
- Şenocak, E., 2016. Halk Anlatı Ve İnanışlarında Mitolojik Bir Meyve: Nar, Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi, 4(8), 228-251.
- Şimşek, M. ve Gülsoy, E., 2017. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Nar (*Punica granatum* L.) Potansiyeli Konusunda Bir Araştırma, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(2), 31-41.
- Şimşek, M. ve İkinci, A., 2017. Narın (*Punica granatum* L.) İnsan Sağlığına Etkileri, Harman Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21(4), 494-506.
- Tehraniyar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiyari, B. ve Vazifeshenas, M. R., 2010. Investigation of Physico-chemical Properties and Antioxidant Activity of Twenty Iranian Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars, Scientia Horticulturae, 126(2), 180-185.
- Teksur, P. K., 2015. Alternative Technologies to Control Postharvest Diseases of Pomegranate, Stewart Postharvest Rev, 11, 1-7.
- TS 1125, 2002. Meyve ve Sebze Ürünleri- Titrasyon Asitliği Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 1728 ISO 1842, 2001. Meyve ve Sebze Ürünleri- pH Tayini, Türk Standartları Enstitüsü
- TS 1562, 1990. Çay-Rutubet Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 6178 ISO 7466, 2002. Meyve ve Sebze Ürünleri- 5- Hidroksimetilfurfural (5-Hmf) İçeriğinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Topuz, O. K., Yerlikaya, P., Ucak, I., Gumus, B. ve Büyükbenli, H. A., 2014. Effects of Olive Oil and Olive Oil-Pomegranate Juice Sauces on Chemical, Oxidative and Sensorial Quality of Marinated Anchovy, Food chemistry, 154, 63-70.
- Tosun, İ., 1991. Standardı Olan Bazı Reçel Çeşitlerinin Bileşimi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 75s
- TÜİK. 2018. Türkiye'de Nar Üretim Miktarı. Ankara: Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr. adresinden alındı
- URL-1, https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=32164&tipi=17&sube=0/ Mart 2021.

- Urgancı, Ü., 2019. Modifiye Atmosferde Paketlenmiş Nar Kabuğu İlaveli Bisküvilerin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 110s.
- Ünal, Ç., Velioğlu, S. ve Cemeroğlu, B., 1995. Türk Nar Sularının Bileşim Öğeleri, Gıda, 20(6), 339-345.
- Vatansever, A., 2018. Nar ve Ürünlerinin Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 81s.
- Yıldız Turgut, D. ve Seydim, A. C., 2013. Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Bazı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşit ve Genotiplerinin Organik Asit ve Şeker Kompozisyonu, Akademik Ziraat Dergisi, 2(1), 35-42.
- Yildiz, H., Sengul, M., Cetin, B., Karatas, N., Ercisli, S., Okcu, Z. ve Hadziabulic, S., 2014. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Sour Sauce Extracts, Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, 67(1), 145-156.
- Yilmaz, Y., Celik, I. ve Isik, F., 2007. Mineral Composition and Total Phenolic Content of Pomegranate Molasses, Journal Of Food Agriculture And Environment, 5(3/4), 102-104.

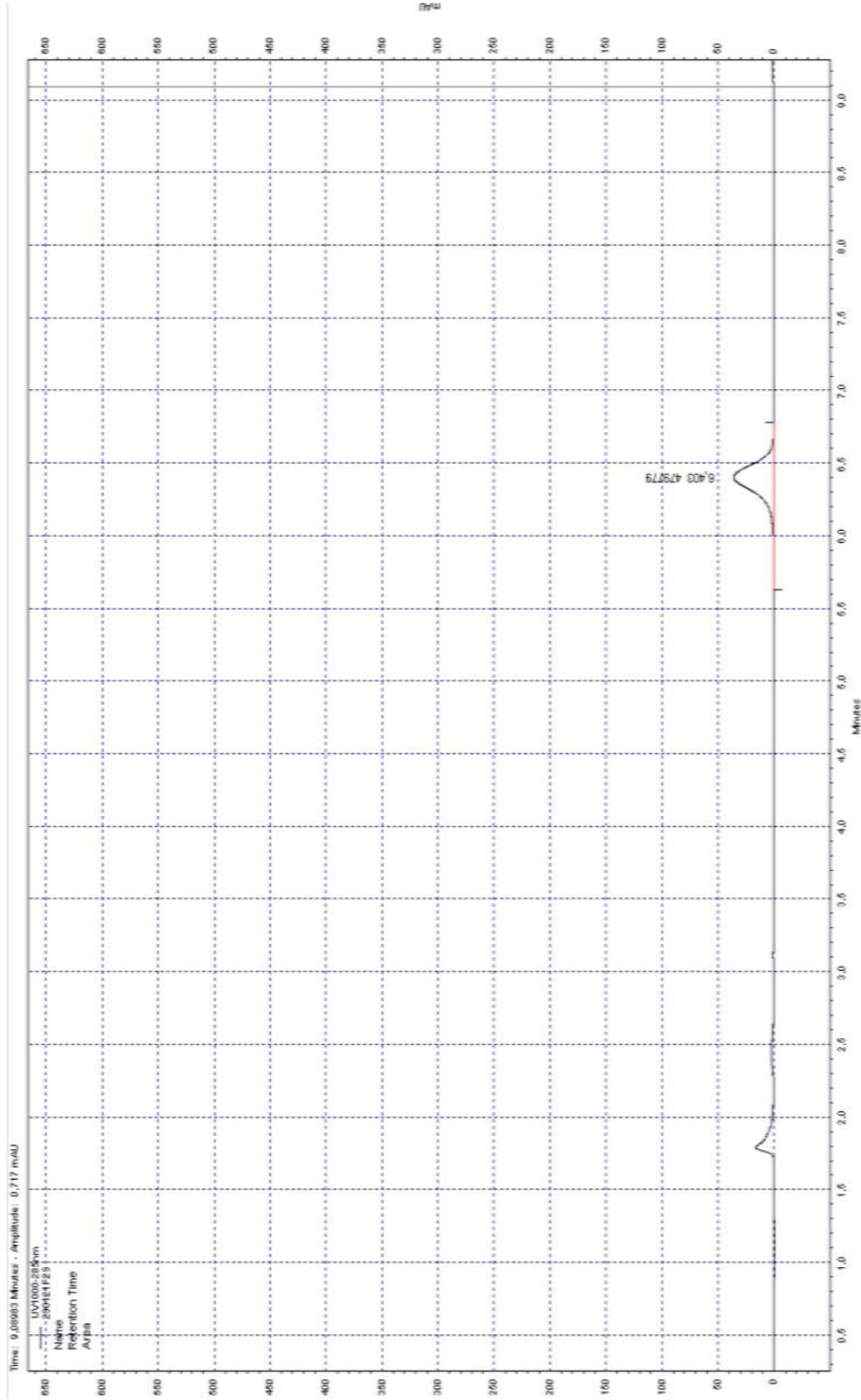
6. EKLER



Şekil 6.1. Nar sosu örneklerine ait HMF kromatogramları-1



Şekil 6.2. Nar sosu örneklerine ait HMF kromatogramları-2



Şekil 6.3. Nar sosu örneklerine ait HMF kromatogramları-3

ÖZGEÇMİŞ

Yunus Emre KAMIŞ, 2010 yılında Halitpaşa ilköğretim okulunda ilköğretim ve ortaöğretimini, 2014 yılında Yusufeli Çok Programlı Lisesi'nde lise öğrenimini tamamladı. 2015 'de Gümüşhane Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü' nü kazandı ve 2019 yılında mezun oldu. 21.01.2020 de Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. Yüksek Lisans eğitimine halen devam etmektedir.