T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADIYAMAN-TUT İLÇESİ KARA NARLARININ FİZİKOKİMYASAL VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Gökhan DEDE

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
2.1. Ülkemizde Nar Üretimi ve Nardan Yapılan Ürünler 4
2.2. Narın Fiziksel Özellikleri 5
2.3. Narın Kimyasal Bileşimi 6
2.4. Fenolik Maddeler 9
2.4.1. Fenolik Asitler 9
2.4.2. Flavonoidler 10
2.4.3. Hidrolize edilebilir tanenler 13
2.5. Narda Bulunan Fenolik Maddeler 13
2.6. Antioksidanlar 15
2.7. Narın Antioksidan Aktivitesi 16
2.8. Narın Antimikrobiyal Aktivitesi 18
2.9. Narın Antidiyabetik Aktivitesi 19
3. MATERYAL ve YÖNTEM 21
3.1. Materyal 21
3.2. Yöntem 21
3.2.1. Ön İşlemler 21
3.2.2. Fiziksel Analizler 23
3.2.3. Fizikokimyasal Analizler 24
3.2.4. Biyoaktif Bileşiklerin Analizleri 26
3.2.5. Biyolojik Aktivitelerin Belirlenmesi 29
3.2.6. İstatistik Analizler 32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 33
4.1. Fiziksel Analizler 33
4.2. Fizikokimyasal Analizler 38
4.3. Biyoaktif Bileşiklerin Analizleri 45
4.4. Biyolojik Aktivitelerin Belirlenmesi 51
4.4.1. Antibakteriyal ve Antidiyabetik Aktivitenin Belirlenmesi 54
4.5. İstatistiksel Karşılaştırma 58
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 60
KAYNAKLAR 62
ÖZGEÇMİŞ 71
EKLER 72

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ADIYAMAN-TUT İLÇESİ KARA NARLARININ FİZİKOKİMYASAL VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Gökhan DEDE

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mehmet KARAASLAN
YIL: 2021, Sayfa: 77

Nar, *Punicaceae* familyasının *Punica* cinsi olup, en önemli türü *Punica granatum* L.'dir. Türkiye farklı genlere sahip nar çeşitleri açısından geniş yelpazeye sahiptir. Adıyaman Tut ilçesinde yöredeki arazi bölgesine adını veren Karanar çeşidi ve Şanlıurfa Suruç ilçesinde üretimi bitmek üzere olan bu yörede Suruç Kara olarak bilinen nar çeşitleri kaynaklarımız arasında yer almaktadır. Bu çalışmada iki farklı kara nar çeşitleri Hicaznar'ı ile karşılaştırılarak, nar suyu ve nar kabuğunun fizikokimyasal, biyoaktif ve biyolojik özellikleri belirlenmiştir. Nar kabuklarının fenolik madde miktarının nar suyundan fazla olması son yıllarda tüketici, gıda ve ilaç sektörlerinin ilgisini arttırmıştır. Çalışmada toplam fenolik madde nar suyunda 125.03±0.65-163.43±3.20 mg GAE/100 mL arasında tespit edilirken, nar kabuğunda 479.67±2.42-487.67±1.97 mg GAE/g aralığında belirlenmiştir. Diğer fenolik bileşikler olan flavonoid, antosiyanin, kondanse olabilen tanen ve hidrolize edilebilir tanen miktarları da analiz edilmiştir. Koyu renkli gıdaların antioksidan özellikleri ve aktiviteleri yüksektir. Antioksidan özellikleri belirlemek için farklı antioksidan analizleri yapılarak tespit edilmesi daha doğru olur. Bu nedenle antioksidan analizleri olan DPPH, ABTS, FRAP ve CUPRAC analizleri yapılarak nar suyu ve nar kabuğunun antioksidan özellikleri tespit edilmiştir. Antioksidan aktivitesi, DPPH, ABTS, FRAP ve CUPRAC sırasıyla nar suyunda 136.11-286.93 µmol Trolox/g, 43.79-59.16 µmol Trolox/g, 165.90-194.03 µmol Trolox/g ve 0.25-0.35 µmol Trolox/g tespit edilmiştir. Nar kabuğunda ise 542.35-545.91 µmol Trolox/g, 130.76-145.13 µmol Trolox/g, 391.88-400.19 µmol Trolox/g ve 2523.63-2656.41 µmol Trolox/g olarak belirlenmiştir. Antioksidan ve hidrolize edilebilir tanen içeren gıdaların antimikrobiyal aktiviteleri de yüksektir. Nar suyu ve kabuğunun antibakteriyal aktivitesi, inhibisyon çaplarının ortalaması alınarak tespit edilmiştir. Çalışılan nar çeşitlerinin antidiyabetik aktivitleri α-amilaz ve α-glukosidaz enzimleri üzerindeki inhibe edici aktiviteleri araştırılarak değerlendirilmiştir. Antioksidan aktivite ve fenolik bileşikler arasında yüksek düzeyde korelasyonlar belirlenmiştir. Sonuçlar, her bir nar çeşidinin, kendine özgü fizikokimyasal, biyoaktif ve biyolojik aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Kara nar, fenolik madde, antioksidan, antibakteriyal aktivite, antidiyabetik aktivite

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF PHYSICOCHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF BLACK POMEGRANATES GROWN IN ADIYAMAN-TUT DISTRICT

Gökhan DEDE

Harran University
Graduate School of Naturel and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet KARAASLAN
Year: 2021, Page:77

Pomegranate belongs to the *Punica* genus of the *Punicaceae* family, and the most important species is *Punica granatum L*. Turkey has a wide range of pomegranate varieties with different genes. Karanar variety, which gives its name to the land area in the region in Adıyaman Tut district, and pomegranate varieties known as Suruç Kara in this region, whose production is about to end in Şanlıurfa Suruç district, are among our genotypes. In this study, physicochemical, bioactive and biological properties of pomegranate juice and pomegranate peel were determined by comparing two different black pomegranate cultivars with Hicaznar. The amount of phenolic substances in pomegranate peels is higher than that of pomegranate juice has increased the interest of the consumer, food and pharmaceutical sectors in recent years. In the study, the total phenolic content was determined between 125.03±0.65-163.43±3.20 mg GAE/100 mL in pomegranate juice, while 479.67±2.42-487.67±1.97 mg GAE/g was determined in the pomegranate peel. The amounts of flavonoid, anthocyanin, condensable tannin and hydrolyzable tannin, which are other phenolic compounds, were also analyzed. Dark-colored foods have high antioxidant properties and activities. In order to determine the antioxidant properties, it would be more accurate to detect it by performing different antioxidant analyzes. For this reason, antioxidant properties of pomegranate juice and pomegranate peel were determined by DPPH, ABTS, FRAP and CUPRAC analyses. DPPH, ABTS, FRAP and CUPRAC antioxidant activities were determined as 136.11-286.93 µmol Trolox/g, 43.79-59.16 µmol Trolox/g, 165.90-194.03 µmol Trolox/g and 0.25-0.35 µmol Trolox/g in pomegranate juice, respectively. The antioxidant activity of pomegranate peel was 542.35-545.91 µmol Trolox/g, 130.76-145.13 µmol Trolox/g, 391.88-400.19 µmol Trolox/g and 2523.63-2656.41 µmol Trolox/g according to DPPH, ABTS, FRAP and CUPRAC methods. Antimicrobial activities of foods containing antioxidants and hydrolyzable tannins are also high. The antibacterial activity of pomegranate juice and peel was determined by measuring the inhibition diameters. Antidiabetic activities of studied pomegranate cultivars were evaluated by investigating their inhibitory activities on α-amylase and α-glucosidase enzymes. High correlations were determined between antioxidant activity and phenolic compounds. The results showed that each pomegranate cultivar has unique physicochemical, bioactive and biological activity.

KEY WORDS: Black pomegranate, phenolic substance, antioxidant, antibacterial activity, antidiabetic activity

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimi boyunca her sorun yaşadığımda destek veren ayrıca maddi, manevi desteklerinden dolayı danışman hocam Doç.Dr. Mehmet KARAASLAN'a teşekkür ederim. Yüksek lisans çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle bana büyük destek veren sayın Prof.Dr. Hasan VARDİN'e teşekkür ederim. Antimikrobiyal analizi konusunda bilgi ve yardımlarını esirgemeyen Dr.Öğr. Üyesi Hidayet SAĞLAM'a teşekkür ederim. Laboratuvar aşamasında bana yardımcı olan ve desteklerini esirgemeyen Arş.Gör. Bülent BAŞYİĞİT'e teşekkür ederim. Tez çalışmama hazırlarken bana yardımcı olan meslektaşım İmad ALJASSEM'e teşekkür ederim.

Bu süreçte maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan değerli eşime, anneme ve babama sonsuz teşekkür ederim. Şuan aramızda olmasa da her zaman yanımda hissettiğim ve tezimin konusuna yetiştirdiği, büyüttüğü ve bıraktığı Karanar ağacı ile yol gösteren büyükbabam Memet DEDE'ye tezimi sunuyorum.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Fenolik asitlerin kimyasal yapıları 10
Şekil 2.2. Flavonoidlerin genel yapısı 10
Şekil 2.3. Antosiyanidinlerin kimyasal yapısı 11
Şekil 2.4. Flavonlar ve flavonollerin kimyasal yapısı 11
Şekil 2.5. Kateşin ve epikateşin'in kimyasal yapıları 12
Şekil 2.6. Prosiyanidin ve prodelfidin'in kimyasal yapısı 12
Şekil 2.7. Hidrolize edilebilir tanenlerin kimyasal yapıları 13
Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan nar çeşitlerinin görünüşü 21
Şekil 3.2. Nar suyu analizleri meyve suyu üretimi akış şeması 22
Şekil 3.3. Kabuk ekstraktı üretimi akış şeması 22
Şekil 3.4. Nar örneklerinde yapılan analizler 23
Şekil 4.1. Nar kabuklarının *S.aureus*'a karşı inhibisyonu 56
Şekil 4.2. Nar kabuklarının *E.coli*'ye karşı inhibisyonu 56
Şekil 4.3. Nar sularının *E.coli*'ye karşı inhibisyonu 57

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Nar meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarındaki fiziksel özellikleri 6
Çizelge 2.2. Nar suyunun kimyasal özellikleri.....7
Çizelge 4.1. Narların meyve eni, meyve boyu, meyve ağırlığı, dane eni, dane boyu, yüz dane ağırlığı, dane randımanı ve meyve suyu randımanı değerleri..... 35
Çizelge 4.2. Farklı boyutlardaki dört narın meyve eni, meyve boyu, meyve ağırlığı, dane eni, dane boyu, yüz dane ağırlığı, dane randımanı ve meyve suyu randımanı değerleri 37
Çizelge 4.3. Nar sularına ait ºBriks, kırılma indisi, pH ve titrasyon asitliği (%) değerleri 39
Çizelge 4.4. Nar sularına ait L, a, b, C ve Hº değerleri.....39
Çizelge 4.5. Nar danelerine ait L, a, b, C ve Hº değerleri 41
Çizelge 4.6. Nar kabuklarına ait L, a, b, C ve Hº değerleri 41
Çizelge 4.7. Narların dane, nar suyu ve kabuğa ait % nem değerleri.....42
Çizelge 4.8. Narların dane, nar suyu ve kabuğa ait % kül değerleri.....42
Çizelge 4.9. Nar sularına ait formol sayısı değerleri 43
Çizelge 4.10. Farklı boyutlardaki dört nara ait ºBriks, kırılma indisi, pH ve titrasyon asitliği değerleri 43
Çizelge 4.11. Farklı boyutlardaki dört nar çeşidinin nar sularına ait L, a, b, C ve Hº değerleri.....44
Çizelge 4.12. Farklı boyutlardaki dört nar çeşidinin danelerine ait L, a, b, C ve Hº değerleri.....45
Çizelge 4.13. Farklı boyutlardaki dört nar çeşidinin kabuklarına ait L, a, b, C ve Hº değerleri.....45
Çizelge 4.14. Nar sularına ait toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve toplam antosiyanin miktarları 46
Çizelge 4.15. Nar kabuklarına ait toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve toplam antosiyanin miktarları 48
Çizelge 4.16. Nar sularına ait kondanse olabilir tanen ve hidrolize edilebilir tanen miktarları.....50
Çizelge 4.17. Nar kabuklarına ait kondanse olabilir tanen ve hidrolize edilebilir tanen miktarları 51
Çizelge 4.18. Nar suyu örneklerinin antioksidan aktiviteleri 53
Çizelge 4.19. Nar kabuğu örneklerinin antioksidan aktiviteleri 54
Çizelge 4.20. Nar suyu ve kabuğunun antibakteriyal aktiviteleri.....55
Çizelge 4.21. Nar suyu ve kabuğunun antidiyabetik aktiviteleri.....58
Çizelge 4.22. Nar suyunda yapılan analizler arasındaki korelasyon 59
Çizelge 4.23. Nar kabuğunda yapılan analizler arasındaki korelasyon 59

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

HCl	Hidroklorik asit
NaCl	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksit
$AlCl_3$	Alüminyum klorür
NaNO2	Sodyum nitrat
KCl	Potasyum klorür
DE	Dietil asetat
EA	Etil asetat
M	Molarite
mL	Mililitre
Nm	Nanometre
µmol	Mikromol
µl	Mikrolitre
KA	Kuru ağırlık
OS	Oda sıcaklığı
TFM	Toplam fenolik madde
HT	Hidrolize edilebilir tanen
GAE	Gallik asit eşdeğeri
TAE	Tannik asit eşdeğeri
SGE	Siyanidin-3-O-glükozit eşdeğeri
SÇKM	Suda çözünen kuru madde
AA	Antioksidan akivite
ABTS	2,2'-azino-bis 3-etilbenzotiyazolin-6-sülfürik asit
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
FRAP	Ferrik indirgeyici antioksidan gücü
CUPRAC	Cupric iyon antioksidan kapasitesi
ORAC	Oksijen radikal emme kapasitesi
TEAC	Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi

1.GİRİŞ

Nar, *Punicaceae* familyasından *Punica* cinsi olup, en önemli türü *Punica granatum L.* 'dir. Narın, M.Ö.3000 yıllarından itibaren yetiştirildiği bilinir. Nar geniş bir üretim alanına sahiptir. Kore ve Çin'den başlayarak İspanya'nın Granada şehrine kadar yayılmıştır (Vardin ve Abbasoğlu, 2004). Son yıllarda Güney Amerika, Kaliforniya ve Meksika tarafında da üretimi fazlaca yapılmaktadır (Lansky ve Newman, 2007). Nar yurdumuzda Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden başlayarak İzmir Narlıkuyu'ya doğru sahil şeridi boyunca geniş üretim alanına sahiptir.

Nar, -10 ºC'ye kadar dayanabilen, kuraklığa ve yüksek tuzlu topraklara dayanıklılık gösteren bir bitkidir. Nar ağaçları, fidan dikiminden 3 yıl sonra ürün vermeye başlar. Yetişkin nar ağacından ortalama 150 kg nar alınmaktadır. Çiçeklenme dönemi 1-1.5 ay devam etmekte olup, nar hasadı ağustos sonu gibi başlar kasım ortasına kadar devam eder (Kulkarnı ve Aradhya, 2005; Temiz, 2009).

Nar taze olarak tüketilebildiği gibi gıda teknolojisinin gelişmesi ile birlikte son yıllarda, nar suyu, konserve, reçel ve ekstrakt olarak farklı ürünlere de işlenmektedir. Bu işlemlerin yanı sıra çeşitli gıdalarda renklendirici ve tatlandırıcı olarak da kullanılmaktadır. Ülkemizde yemeklerde ve salatalarda genellikle sos olarak nar ekşisi tüketilmektedir. Narın meyvesi ve kabuğundan ilaç, mürekkep gibi ürünlerin hammaddesi, yağ, sitrik asit, hayvan yemi, pektin, tanen, sirke elde edilebilmekte ve kullanılmaktadır (Vardin, 2000).

Dünya'da 500'den fazla nar çeşidi bulunmaktadır. A.B.D.'de Wonderful ve Granada, İspanya'da Mollar ve Tendral, İran'da Robab ve Schahvar, Hindistan'da Ganesh ve Bedani, Azerbaycan'da ise Galosha yetiştirilen bazı nar çeşitleridir. Tüm dünyada en çok bilinen nar çeşitlerimiz ise Hicaznar, Fellahyemez, Ekşilik, Erdemli Aşinar, Lefan, ve Silifke Aşısı'dır. Güney bölgemizde yetiştirilen bazı nar çeşitleri ise Zivzik, Dicle, Suruç, Urfa, Karaköprü, Derik ve Oğuzeli narlarıdır (Çam, 2009; İzol, 2012; Turgut, 2012). Bu nedenle ülkemiz çok farklı genlere sahip nar çeşitleri açısından geniş yelpazeye sahiptir.

Dünyada nar üretimi 4 000 000 tona yaklaşmaktadır. İlk dört ülke Hindistan, İran, Çin ve Türkiye'dir. Bu ülkeleri ABD, Irak, İspanya, Suriye, Azerbaycan, izlemektedir (Kurt ve Şahin, 2013).

Narın % 52'sini daneleri oluştururken, danelerin ise % 78'ini meyve eti, % 22'sini çekirdek oluşturmaktadır (Kulkarni ve Aradhya, 2005). Nar danesinin 100 g'ında; % 79 su, % 18 karbonhidrat, % 1.1 protein, % 0.9 yağ bulunur ve yaklaşık 70 kcal/100 g enerji vermektedir (Rieger, 2006). Narlar tat değerine göre tatlı, ekşi ve mayhoş olarak sınıflandırılmaktadırlar. Tatlı narların daneleri iri, sarı-beyaz ve pembe renkli, küçük çekirdekli, suludur ve titrasyon asitlikleri ise % 1'den azdır. Tatlı narları daha çok Arap ülkeleri tüketmektedir. Ekşi narların titrasyon asitlikleri % 2'den yüksek olup meyve kabuğu kalın, meyveleri küçük ve rengi kırmızıdır. Ekşi narlar sofralık olarak tercih edilmezler genellikle meyve suyu ve diğer nar ürünlerine işlenirler. Mayhoş narlar, iri meyveli ve titrasyon asitliği % 1-2 arasında değişen narlardır. Bu narları daha çok Avrupa ülkeleri tüketmektedir (Onur ve ark., 1999).

Son zamanlarda nar çeşitlerinin gıda olarak tüketilmesinin yanı sıra farmakoloji ve nütrasötik endüstrisindeki önemi anlaşılmış ve tüketimi artmıştır. Bu talepleri karşılamak için dünyada ve ülkemizde nar çeşitlerinin özelliklerinin belirlenmesi ve çeşitliliğin artırılması önem arz etmiştir. Bu çalışma ile beraber, ülkemizde nadir görülen ve literatür de hakkında yeterli bilgi olmayan Adıyaman Tut ilçesinde bulunan, çevresine kendi adını veren Tut Karanar'ı ve hakkında az çalışma bulunan ve üretimi azalan Suruç Kara nar çeşitlerinin karakteristik özellikleri karşılaştırılacaktır.

Türkiye'de farklı tür ve çeşitlerde nar yetiştirildiği için ülkemiz nar merkezi konumuna gelmiştir. Çok fazla nar çeşitliliği olduğundan, narların işleme ve muhafaza özelliklerinin tespit edilmesi için ülkemizde farklı narlar üzerine çalışmalar devam etmektedir. Bu nedenle yaptığımız çalışmada farklı türdeki kara narların muhafaza ve işleme yönlerini belirlemek amacıyla fiziksel ve kimyasal özellikleri tespit edilecektir.

Narda bulunan fenolik bileşiklerin yüksek antioksidan aktiviteleri nedeniyle biyoyararlılığı açısından bilimsel çalışmalar mevcuttur. Koyu renkli gıdalarda da antioksidan özellikleri ve aktiviteleri çok yüksek olduğundan dolayı Tut Karanar'ı ve Suruç Kara'nın antioksidan özelliği analiz edilecektir. Ayrıca Tut Karanar'ı ve Suruç Kara nar çeşitlerinin antibakteriyal ve antidiyabetik aktivitelere sahip olup olmadığı araştırılacaktır.

Bu çalışmanın amacı;

- Türkiye'nin gen zenginlikleri arasında yer alan Tut Karanarları, Suruç Kara narları ve Hicaznarlarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin araştırılması,
- Çalışmaya konu edilen narların insan beslenmesi ve sağlığı açısından önemli olan özelliklerinin karşılaştırılmalı olarak incelenmesi,
- Gıda, farmakoloji ve nütrasötik sektörüne yol gösterici bir çalışma yaparak bölgede yer alan Tut Karanar'ının özelliklerinin ortaya konulması,
- Tut Karanar'ı ve Suruç Kara narlarına olan talep arttırılarak bölge ekonomisi ve sanayisine katkı sağlanmasıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Ülkemizde Nar Üretimi ve Nardan Yapılan Ürünler

Ülkemizde nar üretimi TÜİK verilerine göre 2020 yılında 600 021 tona ulaşmıştır. Ülkemizde Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege bölgelerinde nar üretimi yapılmaktadır. En fazla nar yetiştiren ilimiz Antalya'dır. TÜİK verilerine göre ülkemizde nar üretimi 300 bin dekar alanda yapılmaktadır. Nar üretimi yapılan alanların büyük bir kısmı Antalya (% 19) ilindedir. TÜİK verilerine göre meyve veren nar ağacı sayısı 13 milyondan fazla olup, meyve vermeyen nar ağacı sayısı 2.6 milyon kadar bulunmaktadır. 2020 yılında en fazla nar ihracatı yapılan ülkeler arasında Rusya ve Almanya en büyük paya sahiptir. Nar ithalatı da ülkemizde fazlaca yapılmakta, 2018 verilerine göre 903 bin ton nar ithalatı yapılmıştır. En fazla nar ithalatı yapılan ülke Rusya'dır. TÜİK 2018 verilerine göre Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde nar üretimi yapan en önemli üç il Gaziantep (19 376 ton), Adıyaman (10 295 ton) ve Şanlıurfa (10 016 ton)'dır (TÜİK, 2020; ZMO, 2020; AA, 2021).

Narlar gıda endüstrisinde genellikle nar suyu, nar konsantresi ve nar ekşisi olarak üretilmektedir. Nar suyu üretimi için seçilen narlar bölünür, preslenerek nar suyu elde edilir, durultma işlemi yapılır ve şişelendikten sonra pastörize edilir (Cemeroğlu, 2004; Gölükcü ve ark., 2008). Narın bir başka işlendiği ürün nar suyu konsantresidir. Nar suyu elde edildikten sonra durultma ve filtrasyon yapılır. Bu işlemlerden sonra evaporasyon işlemi ile çözünür kuru madde oranı 65 °Briks'e getirilir. Ürün şişelenerek muhafaza edilmektedir (Vardin, 2000; Maskan, 2004). Nar danelerinin preslenmesiyle oluşan nar suyunun durultulması ve sonrasında vakum altında veya açıkta yoğunlaştırarak elde edilen ekşi gıda maddesine nar ekşisi denir (İzol, 2012). °Briks değerinin yüksek ve asidik özellikte (pH 2-3) olması nar ekşisine dayanıklılık sağlar. Pastörizasyon işlemi yapmadan muhafaza edilebilir (Vardin, 2000). Önceki çalışmalarda, nar çekirdeği yüksek protein içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle nar çekirdeği insan beslenmesinde ve hayvan yemi olarak kullanılabilecek niteliktedir (Gölükcü ve ark., 2008).

2.2. Narın Fiziksel Özellikleri

Pomoloji, meyve ağaçlarını ve meyvelerin fiziksel durumunu inceleyen botanik dalıdır. Meyvenin pomolojik özelliklerinin (meyve ağırlığı, meyve boyu ve eni, dane boy ve eni, kabuk rengi, meyve suyu randımanı, dane oranı, 100 dane ağırlığı) belirlenmesi meyvelerin tanımlanması ve sınıflandırılması açısından önemlidir (İzol, 2012).

Türkmen ve Ekşi (2010), Türkiye'nin 8 ilinden topladıkları nar çeşitlerinin (Aşınar, Devedişi, Ekşilik, Ernar, Fellahyemez, Hicaznar, Katırbaşı) ortalama meyve ağırlıklarını 374.9 g, kabuk oranını % 50 (w/w), aril oranını % 49.9 (w/w), tüm meyveden elde edilen meyve suyu randımanını % 34.7 (w/w) ve danelerinden elde ettikleri meye suyu randımanını da % 68.3 olarak tespit etmişlerdir.

Tehranifar ve ark. (2010), İran'da yetiştirilen 20 farklı nar çeşitlerinin, meyve enini 64.98-86.88 mm, meyve boyunu 69.49-81.56 mm arasında ve meyve ağırlığını 196.89-315 g arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Ferrara ve ark. (2011), İtalya'nın Puglia bölgesinde üretilen sekiz nar çeşidinin morfo-pomolojik özelliklerini belirlemişlerdir. Çalışma sonunda meyve enini 69.1-106.3 mm, meyve boyunu 55.9-91.2 mm arasında ve meyve ağırlığını 168.9-574.9 g arasında bulurken, aril enini 6.1-8.0 mm, aril boyunu 8.9-11.0 mm arasında ve aril ağırlığını 435.1-519.1 mg arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Olgunlaşma, meyve ve sebzelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimini etkileyen faktörlerin başında gelir. Meyveler olgunlaşırken depolanmış nişasta şekere dönüşmekte ve hücre çeperi parçalanarak dokular yumuşamaktadır. Aynı zamanda asitlik artmakta, aroma-flavor verici maddeler birikmekte olup meyvenin dış çeper rengi değişimi gerçekleşmektedir. Depolanan maddelerin hidrolitik değişime uğramasıyla meyve kendine özgü tat, koku ve aromaya sahip olmaktadır (Shackel ve ark., 1997; Cemeroğlu, 2004). Al-Maiman ve Ahmad (2001), narın olgunlaşması sırasındaki fiziksel ve kimyasal dönüşümünü incelemişlerdir. Çalışma sonunda olgunlaşmamış meyveden tam olgun meyveye doğru meyve uzunluğu, meyve çapı,

meyve ağırlığı dane ağırlığı, kabuk ağırlığı ve % kabuk değerlerinde artış gözlemlemişlerdir. Bu değişimini olgunlaşma sırasındaki metabolik olaylara bağlamışlardır (Çizelge 2.1.).

Çizelge 2.1. Nar meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarındaki fiziksel özellikleri (Al-Maiman ve Ahmad, 2001)

Parametre	Olgunlaşmamış Meyve	Yarı-Olgun Meyve	Tam Olgun Meyve
Meyve boyu (cm)	6.61	6.76	6.55
Meyve eni (cm)	3.54	3.61	3.67
Meyve ağırlığı (g)	163.51	193.82	216.50
Dane ağırlığı (g)	90.01	111.95	129.27
Kabuk %	29.56	28.08	31.87
% Dane	55.05	57.77	59.71
% Meyve suyu	30.57	30.32	32.88
Kabuk ağırlığı (g)	48.34	54.43	69.01

2.3. Narın Kimyasal Bileşimi

Gıdanın kalite özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan temel analizler arasında briks, pH, titrasyon asitliği, kül ve nem miktarı, formol sayısı ve renk değerleri (L, a, b, C ve ^{o}H) yer almaktadır. Bu değerler bir gıda maddesinin üretiminin kontrol altında tutulması açısından da önemlidir. Örneğin gıdaların en önemli özelliklerinden olan titrasyon asitliğinin bilinmesi o gıdaya uygulanacak ısıl işlem sıcaklığının belirlenmesi, gıdanın hangi şartlarda muhafaza edileceği konusunda yardımcı olmaktadır. Meyvenin olgunlaşması ve lezzeti meyvenin şeker/asit oranıyla ilişkilidir (İzol, 2012).

Ülkemizde yetiştirilen nar çeşitlerine ait meyve sularının pH, SÇKM, titrasyon asitliği, kül miktarı ve formol sayısı gibi özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Nar suyunun kimyasal özellikleri

Özellikleri	Değerler	Kaynak
pH	(2.4-4.41),(2.88-4.01),(3.5),(3.63-5.87),(2.98–3.63), (3.29–3.93)	1,3,4,5,7,8
SÇKM % (°Briks)	(13.2-18.7), (13-17.18), (17,5), (12-16), (14.7–17.9), (16–19)	1,3,4,5,7,8
Titrasyon asitliği (sitrik asit, g/L)	(2-55.2), (0.2-5.5), (0.2-2.81), (0.47-1.08), (5–24), (4.5–17.3)	1,2,3,5,7,8
Kül (g/L)	(3.9), (2.37-6.11)	2,6
Formol sayısı (mL 0.1 mol NaOH/100 mL)	(9.16), (11), (2-28)	2,4,6

1. Cemeroğlu ve ark. 2004
2. Ünal ve ark. 1995
3. Gölükcü ve Toköz. 2008
4. Savran. 1999
5. Gündoğdu ve ark. 2010
6. Velioğlu ve ark. 1997
7. Özgen ve ark. 2008
8. Poyrazoğlu ve ark. 2002

Nar suyu bileşiminin tespiti amacıyla çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Akbarpour ve ark. (2009), İran'ın farklı bölgelerinde yetiştirilen 12 nar çeşidi üzerine yaptıkları bir çalışmada, °Briksi 15.17-22.03 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Tehranifar ve ark. (2010) 20 farklı İran narının, °Briksi 11.37-15.07, pH değerinin 3.16-4.09 arasında, titrasyon asitliğinin 0.33-2.44 (g 100/g) arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Fadavi ve ark. (2005), İran'da üretilen 10 farklı nar çeşitlerinin, °Briksini 10.0-16.5 arasında, pH'ını 2.9-4.21 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Barone ve ark. (2000), İtalya'nın Sicilya bölgesinde üretilen nar çeşitlerinin pH değerini 3.33-4.22, Martinez ve ark. (2006) çalıştıkları beş nar çeşitlerinin pH'ını 3.35-4.28 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Meyve sularının saflığının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden biri de formol sayısıdır. Formol sayısı, meyve suyu içinde bulunan toplam amino asitlerin bir ölçütüdür. Bundan dolayı her meyve suyunun formol sayısı belli aralıkta olmaktadır (Schweiz.Lebensmittelbuch, 1967). Rajasekar ve ark. (2012), Gürcistan'da yetişen bazı nar çeşitlerini blender ve mekanik presleme ile elde ettikleri nar sularının fizikokimyasal özelliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışma

sonunda mekanik presleme sonucunda elde ettikleri nar sularının formol sayısını (mL 0.1 mol NaOH/100 mL meyve suyu) 0.60-1.43 arasında, blender kullanarak elde ettikleri nar sularının formol sayılarını ise 0.63-2.17 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Gıdaların yakılması sonucu arta kalan inorganik maddelere kül denir. Gıdalarda kül tayini değişik amaçlarla yapılmaktadır. Reçel, marmelat ve nektarlarda yapılan kül miktarı tayini, ürünlerin sahip olduğu meyve oranının belirlenmesinde kullanılırken, meyve sularında, meyve suyuna su katılıp katılmadığını belirlemek için yapılır. Gıdalarda bulunan su miktarının saptanması ticari açıdan önemli olduğu gibi, gıdanın depolanma stabilitesinin değerlendirilmesi, kimyasal ve mikrobiyolojik stabilitesi için de önemlidir (Cemeroğlu, 2010). Al-Maiman ve Ahmad (2002), Taifi nar çeşidi üzerine yaptığı çalışmada taze nar sularının nem miktarını % 84.57, kül miktarını % 0.33 olarak tespit etmişlerdir.

Gıdaların kalite kriterlerinden bir diğeri de renktir. Gıda ürünlerinin parlaklığını ifade etmede L, kırmızılığının ifade edilmesinde a, maviliğin ifade edilmesinde ise b renk değerleri kullanılmaktadır. Karaca (2011), Hicaznarı kullanarak yapmış olduğu tez çalışmasında, nar sularının L renk değerini 2.04-15.39, a renk değerini 0.40-20.99, b değerini -0.34-3.49 arasında belirlemiştir.

Poyrazoğlu ve ark. (2002), 13 farklı nar çeşidinin nar suyunda ortalama L değerini 19.01, a ve b değerlerini 19.09 ve 4.50 olarak tespit etmişlerdir. Gölükcü ve Tokgöz (2008), 16 nar çeşidine ait nar sularının L değerini 18.53-22.94 aralığında, a değerini 3.51-8.50 aralığında, b değerini (-4.07)-(+0.72) aralığında, C ve H° değerlerini 3.60-9.15 ve 8.81-329.51 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Shwartz ve ark. (2008), İsrail'de üretilen Wonderful ve Rosh-Haperednar çeşitlerinin olgunlaşma süresince kimyasal özellikleri incelemişlerdir. Çalışmada Wonderful nar sularının L, a, b, C (chroma) değerlerini birinci hafta sırasıyla, 21.9, 4.7, 0.8, 4.8, onuncu haftada 17.1, 6.5, 2.7, 7.1 olarak belirlerken, Rosh-Hapered nar

sularında L, a, b, C değerlerini birinci hafta 17.1, 5.8, 2.8, 6.6 sekizinci hafta 20.5, 3.4, 1.7, 3.6 olarak belirlemişlerdir.

2.4. Fenolik Maddeler

Fenolik bileşenler gıdalarda renk ve aroma oluşumunu sağlamanın dışında, hücre içinde oluşan serbest radikallerin neden olduğu oksidasyonu da (yağ, vitamin ve enzimler) önler (Harborne ve Williams, 2000; Martens ve Mithöfer, 2005). Bitkiler aleminin ikincil metabolitleri olarak bilinen fenolik bileşikler benzen halkası ihtiva eden organik maddelerdir.

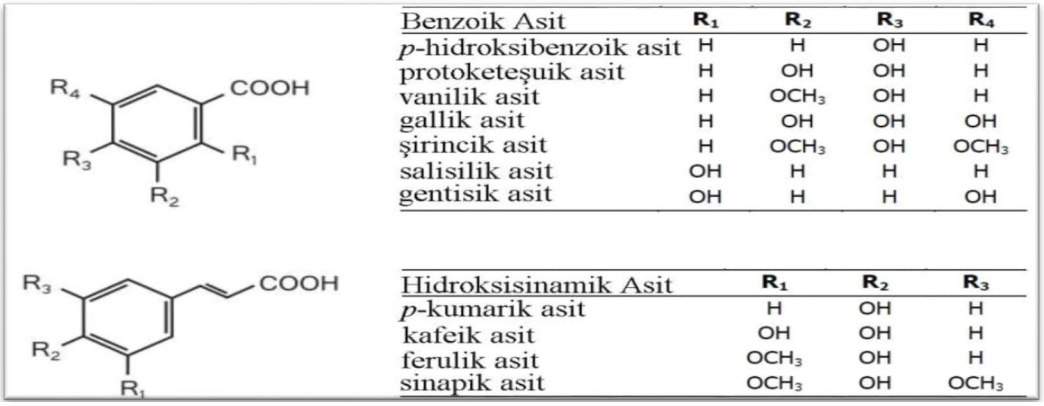
Fenolik bileşikler kimyasal açıdan ikiye ayrılır;

1. Fenolik asitler;
    a) Hidroksisinnamik asit (kafeik, ferulik, *p*-kumarik ve sinapik asitler.)
    b) Hidroksibenzoik asit (gallik, *p*-hidroksisinamik, protokateşik sirincik ve vanilik asitler.)
2. Flavonoidler;
    a) Antosiyaninler,
    b) Flavonlar ve Flavonollar
    c) Flavanonlar
    d) Kateşinler ve Löykoantosiyanidinler
    e) Proantosiyanidinler (kondense olabilir tanenler)

(Ribéreau-Gayon ve ark., 2000; Shahidi ve Naczk, 2004; Cemeroğlu ve ark., 2004).

2.4.1. Fenolik Asitler

Hidroksibenzoik asitler C_6-C_1 fenilmetan yapısındayken hidroksisinamik asitler C_6-C_3 fenilpropan yapısındadır (Şekil 2.1.) (Akalın, 2011). Hidroksisinnamik asit olan kafeik asit esterlerinin antioksidan aktivite gösterdiğini söylemektedir (Koca ve Karadeniz, 2005).



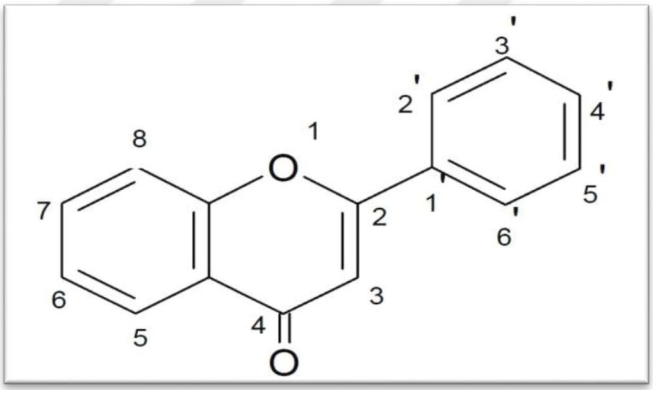
Benzoik Asit	R_1	R_2	R_3	R_4
p-hidroksibenzoik asit	H	H	OH	H
protoketeşuik asit	H	OH	OH	H
vanilik asit	H	OCH_3	OH	H
gallik asit	H	OH	OH	OH
şirincik asit	H	OCH_3	OH	OCH_3
salisilik asit	OH	H	H	H
gentisik asit	OH	H	H	OH

Hidroksisinamik Asit	R_1	R_2	R_3
p-kumarik asit	H	OH	H
kafeik asit	OH	OH	H
ferulik asit	OCH_3	OH	H
sinapik asit	OCH_3	OH	OCH_3

Şekil 2.1. Fenolik asitlerin kimyasal yapıları (Akalın, 2011)

2.4.2. Flavonoidler

Flavonoidler flavon türevleri yapısında C_6-C_3-C_6 (difenilpropan) gösterilir (Şekil 2.2.). İki fenil halkasının bir propan zinciri ile birleşiminden oluşur, 15 karbonlu bir yapıya sahiptir. Flavonoidler yapısındaki reaktif OH gruplarından dolayı kolaylıkla glikozitlenirler (Akalın, 2011). Bitkilerin içerdiği flavanollerden en fazlası kateşin olup, antioksidan aktivite göstermektedir (Noda ve ark., 2002).

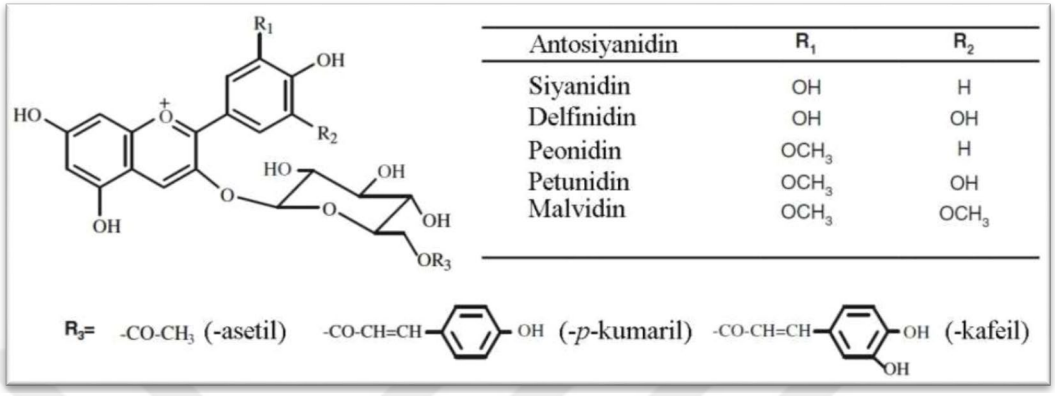


Şekil 2.2. Flavonoidlerin genel yapısı (Akalın, 2011)

2.4.2.1. Antosiyanidinler

Antosiyaninler, tabiatta serbest halde bulunmazken şekerlerle glikozit yapmış şekilde bulunurlar (Şekil 2.3.). Antosiyaninler meyve ve sebzede suda çözünebilir renk pigmentleri olup, bunlar kırmızı, mor ve pembe renklerini veren maddedir (Nizamlıoglu ve Nas, 2010).

Antosiyaninlerin renk değişimi pH'a bağlıdır. Asidik ortamda kırmızı renkli hal alırken, nötr ve bazik ortamlarda mavi renk halini alır (Ribéreau-Gayon ve ark., 2000).

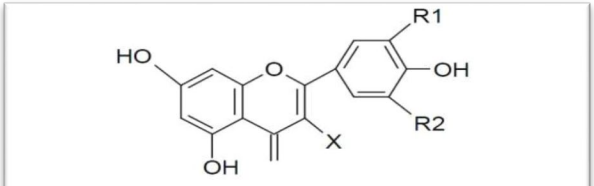


Antosiyanidin	R_1	R_2
Siyanidin	OH	H
Delfinidin	OH	OH
Peonidin	OCH_3	H
Petunidin	OCH_3	OH
Malvidin	OCH_3	OCH_3

Şekil 2.3. Antosiyanidinlerin kimyasal yapısı (Akalın, 2011)

2.4.2.2. Flavonlar ve Flavonoller

Flovonoid molekülünde orta halkanın 3. karbon atomuna OH grubu bağlananlara flavonoller, H grubu bağlananlara flavonlar denmektedir (Şekil 2.4.). Antosiyanidinler gibi şekerlerle glikozit yapmış şekilde bağlanmışlardır (Nizamlıoglu ve Nas, 2010).

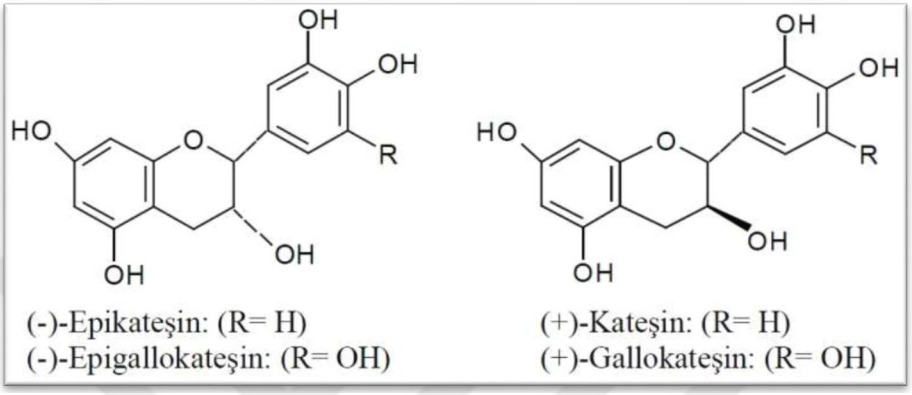


Flavonlar (X = H)	R1	R2	Flavonoller (X = OH)	R1	R2
Apigenin	H	H	Kamferol	H	H
Luteolin	OH	H	Kuersetin	OH	H
Krisoeriol	OCH_3	H	Mirisetin	OH	OH
Trisin	OCH_3	OCH_3	İsoramnetin	OCH_3	H

Şekil 2.4. Flavonlar ve flavonollerin kimyasal yapısı (Akalın, 2011)

2.4.2.3. Kateşinler ve Löykoantosiyanidinler

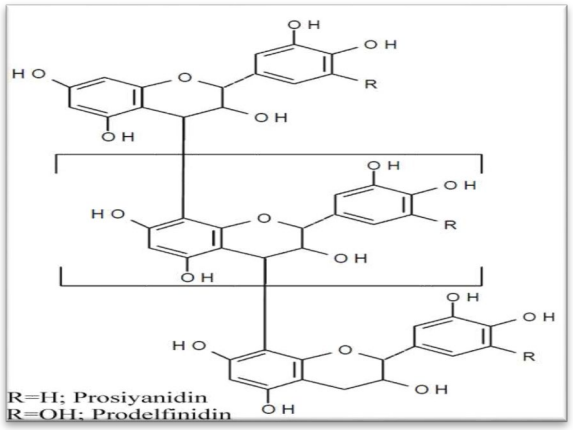
Flavan-3,4-diol'ler ve flavan-3-ol'ler flavonoller grubu içinde yer alırlar (Şekil 2.5.). (+)-kateşin, (-)-epikateşin, (+)-gallokateşin ve (-)-epigallokateşinler meyvelerde bulunurlar (Margalit, 2004).



Şekil 2.5. Kateşin ve epikateşin'in kimyasal yapıları (Akalın, 2011)

2.4.2.4. Proantosiyanidinler (Kondense Tanenler)

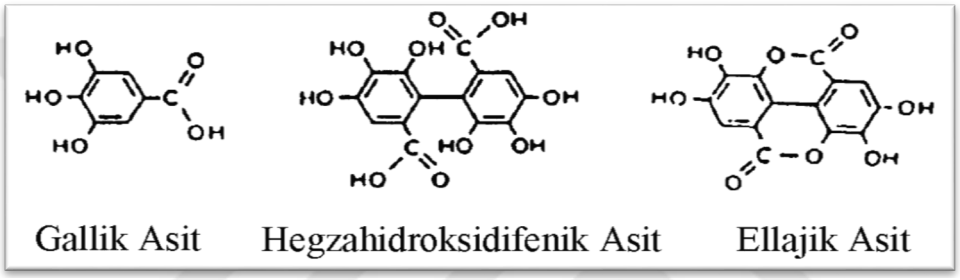
Kondanse tanen, löykoantosiyanidinlerden veya kateşinlerden meydana gelen polimerik yapılara denir. Bu yapı, kateşin ve epikateşin kondensasyonu ile meydana gelenlere prosiyanidin adı verilirken, gallokateşin ve kateşin kondensasyonu ile meydana geliyorsa prodelfinidin adı verilir (Şekil 2.6.) (Nizamlıoglu ve Nas, 2010).



Şekil 2.6. Prosiyanidin ve prodelfidin'in kimyasal yapısı (Akalın, 2011)

2.4.3. Hidrolize edilebilir tanenler

Ellajik asit ve gallik asit esterlerine hidrolize edilebilir tanen denir (Şekil 2.7.) (Szajdek ve Borowska, 2008). Hidrolize edilebilir tanenler ellajitanenler ve gallotanenler olarak iki sınıfa ayrılırlar. Gallotanenler, gallik asitin sorbitol veya glukoz ile esterleşmesi sonucu oluşurlar (Green, 2007). Ellajitanenler, suda çözünebilen fenolik bileşiklerdir (Clifford ve Scalbert, 2000). Ellajitanenler, asit veya bazlarla hidrolizasyonu sonucu ellajik aside dönüşmektedir (Häkkinen ve ark., 2000).



Şekil 2.7. Hidrolize edilebilir tanenlerin kimyasal yapıları (Akalın, 2011)

2.5. Narda Bulunan Fenolik Maddeler

Meyve, sebze ve bunların sularının renk ve duyusal özelliklerini artıran madde fenolik bileşiklerdir. Fenolik bileşiklerin elektronlarını veya hidrojen atomlarını vermesinden, serbest radikalleri bağlamaları ve bazı enzimleri etkisiz etmesinden dolayı antioksidan aktiviteyi artırmaktadır. Son senelerde yapılan araştırmalarda, bitkisel ürünlerde bulunan fenolik bileşiklerin, antioksidan aktiviteleri etki etmelerinden dolayı yararlı bileşikler olduğunu tespit etmişlerdir (Gil ve ark., 2000; Aviram ve ark., 2004; Tsao ve Yang, 2003; Balasundram ve ark., 2006). Narda bulunan fenoliklerin önemli bir bölümü kabukta yer almaktadır. Guo ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada nar kabuklarından elde edilen ekstraktın (82.11 ± 4.01 mmol/ 100 g), pulptan elde edilen ekstrakta (3.10 ± 0.12 mmol/100 g) göre çok daha fazla toplam fenolik madde içerdiğini tespit etmişlerdir.

Gıdaların acı ve buruk tatlarının kaynağı fenolik bileşiklerdir. Proteinlerle reaksiyona girerek tortu oluşturabilir ve buna bağlı olarak berraklığı olumsuz

etkileyebilirler. Enzimatik esmerleşmelere ve şaraplarda siyah kırılmaya neden olurlar (Yücel ve Ötleş, 2001).

Nar kabuğu içerisinde en çok flavonoidler, nar danelerinde ise antosiyaninler bulunurlar. Nara özgün kırmızı rengini veren madde antosiyaninlerdir (Viuda ve ark., 2010).

Nar sularının yeşil çaydan 2 kat daha fazla fenolik madde içerdiğini belirtmişlerdir. Nar suyunda bulunan antosiyaninlerin miktarını 161.9-387.4 mg/L arasında ve hidrolize edilebilir tanenlerin miktarlarını ise 417.3-556.6 mg/L arasında tespit etmişlerdir. Ticari nar sularının içerisindeki hidrolize edilebilir tanenleri gallagil tanenler oluşturduğunu rapor etmişlerdir (Gil ve ark., 2000).

Karadeniz ve ark. (2005) ayva, armut, elma, nar ve üzüm meyvelerinin toplam fenolik ve flavonoid içeriklerini tespit etmişlerdir. Buna göre narın toplam fenolik ve toplam flavonoid miktarını sırasıyla 2408 mg kateşin/kg ve 459 mg kateşin/kg olarak belirlemişlerdir.

Li ve ark. (2006) Çin'de üretilen beyaz nar çeşidinin dane ve nar kabuğunun toplam fenolikler, flavonoidler ve proantosiyanidinler miktarını belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, narın kabuklarının daneye göre yüksek miktarda fenolik, flavonoid ve proantosiyanidin içerdiğini belirlemişlerdir. Bu araştırmaya göre toplam fenolik miktarını kabukta 249.4 mg/g, danede ise 24.4 mg/g belirlerken, flavonoid miktarını sırasıyla 59.1 mg/g ve 17.2 mg/g belirlemişlerdir. Kabukta proantosiyanidinlerin miktarını 10.9 mg/g, danede ise 5.3 mg/g olarak tespit etmişlerdir.

Tehranifar ve ark. (2010) İran'da üretilen 20 farklı nar çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışmada fenolik madde miktarını 295.79-985.37 mg/100g aralığında, toplam antosiyanin miktarını ise 5.56-30.11 mg/100g aralığında tespit etmişlerdir.

Radunić ve ark. (2017) Hırvatistan'da yetiştirilen yerli ve yabancı nar çeşitleri üzerine yaptıkları çalışmada yabancı nar çeşitlerinin yerli çeşitlere göre daha yüksek fenolik madde (679.6-906.6 mg/100 g) içerdiğini belirlerken, antosiyanin içeriği en yüksek yabancı çeşit olan Hicaznar'ında (86.3 mg/100 g) tespit etmişlerdir. Flavanoid olmayan içerik miktarını 160.6-385.5 mg/100 g olarak belirlemişlerdir. Okatan ve ark. (2018) Ülkemizin doğusunda yetiştirilen nar çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışmada fenolik madde miktarını 902.45-6477.78 mg GAE/100g aralığında belirlerken, antosiyanin miktarını 56.25-156.03 mg/100g olarak tespit etmiştir.

Piyasada üretilen nar sularının fenolik madde miktarı, nar suyunun kendisi oluşturmakta olup, presleme durumuna göre kabuk, zar ve çekirdekten de nar suyuna geçmekte ve fenolik madde miktarını arttırmaktadır (Karaca, 2011).

Hidrolize edilebilir tanenler kabuk, mezokarp ve çekirdekte en fazla olduğu belirlenmiştir. Hidrolize edilebilir tanen nar suyunda en çok bulunan polifenol olup, antioksidan aktivitenin % 92'sini oluşturur (Saad ve ark., 2012). Meyve suyunda antioksidan kapasitenin ana bileşeni hidrolize edilebilir tanen bileşenleri arasında punikalajin söylenebilir (Fischer ve ark., 2011).

2.6. Antioksidanlar

Başka bir molekülün oksidasyonunu yavaşlatan veya önleyen molekül antioksidan olarak tanımlanır (Moon ve Shibamoto, 2009). Antioksidanlar vücudun savunma mekanizmasıdır. Vücutta oluşan serbest radikaller ile tepkimeye girerek zarar vermelerini önlerler (Yücel ve Ötleş, 2001). Bu savunma mekanizması vücutta bulunur veya dışarıdan alınan antioksidanlardır. Vücutta bulunan antioksidan mekanizmaları iki gruba ayrılırlar. Bunlar enzimatik ve enzimatik olmayan olarak adlandırılır. Enzimatik antioksidan mekanizmasında, katalaz, superoksit dizmütaz, glutatyon peroksidaz ve peroksidaz gibi enzimler yer almaktadır. Enzimatik olmayan antioksidan mekanizmasında ürik asit, glutatyon, ferritin, koenzim, transferin, ubikuinol, dihidrolipoik asid, melatonin yer almaktadır (Pietta, 2000).

Gökpınar ve ark. (2006), antioksidanların oksidanları aşağıdaki şekillerde belirtildiği gibi etkisiz hale getirdiklerini söylemişlerdir;

1. Süpürme etkisi: Oksidanları daha zayıf bir moleküle çevirerek etkisizleştirir. Mikromoleküller ve antioksidan enzimler bu şekilde etki eder.
2. Söndürme etkisi: Oksidanlara bir hidrojen aktararak etkisiz etmesine denir. Flavanoidler, vitaminler, mannitol ve timetazidin bu yolla etki eder.
3. Zincir reaksiyonlarını kırma etkisi: Ağır mineraller, serüloplazmin, ve hemoglobin oksidanları kendilerine bağlar ve etkisiz etmesine denir.
4. Onarma etkisi: Hasar görmüş oksidatif biyomolekülü onarılmasına denir.

Dışardan alınan antioksidan bileşikler E vitamini, fenolik bileşikler, askorbik asit ve karotenoidledir (Pelli ve Lyly, 2003). Vitamin C, hidroksil, hipoklorit, superoksit, hidrojen peroksit, peroksil kökleri ve singlet oksijen formundaki aktif oksijenlerin atılmasında etkili antioksidandır. Vitamin E ise bunların neden olduğu oksidasyonu önlemede etkili antioksidandır. β-karoten ise peroksil köklerine ve singlet oksijen aktivitesine karşı antioksidan özelliği göstermektedir (Uylaşer ve İnce, 2008).

Toplam antioksidan aktivitesi ölçümlerinde; Toplam radikal yakalama antioksidan parametresi (TRAP), oksijen radikali absorbans kapasitesi (ORAC) ve krosin ağartma yöntemleri hidrojen atomu transferine dayalı yöntemlerdir. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC), Folin-Cioceltau Reaktantı (FCR), demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP), bakır indirgeyici antioksidan kapasite (CUPRAC) ve DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikali yakalama potansiyeli yöntemleri ise elektron transferine dayalı yöntemlerdir (Ou ve ark., 2002; Huang ve ark., 2005).

2.7. Narın Antioksidan Aktivitesi

Yapılan çalışmalarda narın sahip olduğu fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitelerin biyoyararlılığı tespit edilmiştir. Bundan dolayı nar fonksiyonel gıda sınıfına girmiştir (Martinez ve ark., 2006). Nar suyunda bulunan zengin fenolik

bileşikler sayesinde öteki meyve sularının antioksidan aktivitesinden yüksektir (Seeram ve ark., 2008).

Önceki çalışmalarda narın antioksidan aktivitesinin yüksek olduğu raporlanmıştır (Gil ve ark., 2000, Seeram ve ark., 2005). Ticari olarak üretilen nar suyunun antioksidan aktivitesini hidrolize edilebilir tanenlerden, ellajik asitten, antosiyaninlerden ve flavonoid bileşiklerden kaynaklandığı belirtilmektedir (Seeram ve ark., 2005).

Guo ve ark. (2003) Çin'de en fazla tüketilen 28 farklı meyvenin kabuk, pulp ve çekirdeklerinin antioksidan aktivitesini FRAP metodu ile tespit etmişlerdir. En yüksek antioksidan aktiviteye nar kabuklarının sahip olduğunu belirlemişlerdir. Nar kabuğunun antioksidan aktivitesini 82.11±4.01 mmol/100 g, pulpun 3.10±0.12 mmol/100 g, çekirdeğin ise 0.72±0.05 mmol/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Özgen ve ark. (2008) Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen Dikenli ince kabuk, Şerife, Ekşi, Katırbaşı, Kan ve Tatlı narlarının kimyasal ve antioksidan özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, nar çeşitlerinin TEAC yöntemine göre antioksidan aktivitesini 0.56-0.770 mmol TE (Troloks Eşdeğeri)/100 mL arasında, fenolik madde miktarını 124,5-207,6 mg GAE/100 mL arasında ve toplam antosiyanin miktarını ise 0.61-21.9 mg/100 mL arasında belirlemişlerdir.

Tehranifar ve ark. (2010) İran'da üretilen 20 farklı nar çeşidine ait nar suyunda fenolik madde miktarını 306.3-916.03 mg/100 g aralığında, antosiyanin miktarını 5.56-30.11 mg/100 g aralığında, antioksidan aktivitesini DPPH metoduyla tespit etmişler ve % 15.59-40.72 aralığında belirlemişlerdir.

Demir ve ark. (2019) nar kabuğundaki antioksidan aktivitesini DPPH 4.48 µmol TE/g, FRAP 13.36 µmol TE/g olarak belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada narın çiçek, kabuk, yaprak, gövde ve çekirdek kısımlarının antioksidan aktivitesini FRAP ve TEAC yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiş. TEAC değerini 14.04-5206.01 µmol TROLOX/g KA arasında belirlerken, en yüksek TEAC değerini nar

kabuğunda belirlemişlerdir. FRAP değerini 6.29-5933.00 μmol Fe^{+2}/g KA arasında tespit etmişlerdir (Rummun ve ark., 2013).

2.8. Narın Antimikrobiyal Aktivitesi

Fenolik bileşiklerin antioksidan etkisi oksidatif süreci azaltmaktadır. Son zamanlarda tüketiciler antioksidan, antimikrobiyal etkili fenolik bileşiklere yönelmiştir. Bunun nedenleri arasında strese bağlı kalıcı hastalıkların artması, antibiyotiklerin rastgele kullanılması ile insan patojeni bakterilerin ilaçlara karşı mukavemet kazanmasıdır (Samaranayaka ve Li., 2011).

Literatürde pek çok bitkinin antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Fenolik bileşikler ve türevleri, bir çok patojen mikroorganizmanın gelişmelerini engellemektedir (Araújo ve ark., 2017). Nar, influenza A virüsünün hücrelerde çoğalmasını engellemiş (Albarri ve ark., 2017), diş plakları tedavisinde kullanılmıştır (Karimi ve ark., 2017).

Punica granatum L. türünün yaprakları ve meyve kabuklarının, hekzan, etil asetat, metanol ve su ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri tespit edilmiştir. Meyve kabuğu, metanol ve etil asetat ekstraktlarında *B. subtilis*'e karşı 28-32 mm, *S. typhimurium*'a karşı 27-30 mm arasında ve *S. aureus*'a karşı 27-30 mm arasında inhibisyon zonu oluşturduğunu belirlermişlerdir. *E. coli*'ye karşı etil asetat ekstraktının 30 mm'lik inhibisyon zonu oluşturduğunu, metanol ekstraktınında inhibisyon zonu oluşturmadığını tespit etmiştir (Omoregıe ve ark., 2010).

Shan ve ark. (2007) tarafından kırkaltı farklı baharat ve tıbbi bitkiden hazırlanan metanol ekstraktlarının antibakteriyal aktivitesi üzerine yapılan araştırmada *Punica granatum L.* türünün *E. coli'*e karşı 14.5 mm ve *S. aureus'*a karşı 32.3 mm inhibisyon çapı tespit etmişlerdir. Çalışmada, en yüksek toplam fenolik bileşik içeriğine *Punica granatum L.* sahip olduğu tespit etmişledir. Antibakteriyal aktivite ile fenolik madde miktarı arasında bağlantılı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Tunç ve ark. (2013) *Punica granatum L.* türünün kabuklarından hazırlanan ekstraktların, *S. aureus* ve *S. epidermidis* bakterilerine karşı güçlü antibakteriyal etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ilk olarak da ağız ve boğaz florasında bulunan *S. mitis* bakterisine karşı türün antibakteriyal etkisinin olduğunu söylemişlerdir.

Demir ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada nar kabuğunun %33'lük etanol ektraktında antimikrobiyal aktivitesi belirlemişlerdir. *E. coli'*e karşı 16.5 mm, *E.faecalis'*e karşı 18.5 mm ve *S. aureus*'a karşı 21 mm inhibisyon çapı tespit etmişlerdir.

2.9. Narın Antidiyabetik Aktivitesi

Nar, son yıllarda tip 2 diyabet tedavisinin önlenmesinde de kullanılmış, punikalajin, polifenolik tanen, antosiyanin ve ellajik, gallik, oleanolik, ursolik ve allik asitler etken madde olarak saymışlardır (Banihani ve ark., 2013). Şeker hastalığı olanlarda kandaki glukoz seviyesini kontrol altına tutabilmek için diyet, insülin emilimini artırmak için yürüyüş ve oral antidiyabetikler tavsiye edilmektedir (Günöz ve ark., 1993). Şeker (diyabet) hastalığında, tokluk kan şekerinin düşürülmesine fenolik bileşikler katkıda bulunurlar. Fenolik bileşikler karbonhidrat yıkım enzimlerine karşı inhibisyon aktivitesi gösterirler (Maı ve ark., 2007).

Nar dokularının ekstraktlarının antidiyabetik aktivitesi, α-glukosidaz ve lipaz inhibe edici aktivite üzerine çalışılmıştır. Nar kabuğu ekstraktı, en yüksek α-glukosidaz inhibisyonunu gösterirken, lipaz inhibitör aktivitesini göstermediğini tespit etmiştir (Ambigaipalan ve ark., 2016).

Nar kabuğunun su, %70 etanolik, etil asetat, petrol eteri ve bütanol ekstraktlarının antidiyabetik aktivitesini α-amilaz ve α-glukosidaz inhibisyon aktivitesi analizleri yapılarak belirlemişlerdir. En aktif olanı sırasıyla etil asetat ekstraktı, bütanolik ekstraktı, Su-etanol ekstraktı, su ekstraktı ve benzin eteri ekstraktı göstermiştir. α-amilaz IC_{50} değeri 23.6-284.3 µg/ml arasında, α-glukosidaz IC_{50} değeri 0.26-4.57 µg/ml arasında tespit etmişlerdir. Sonuç olarak α-amilaz

inhibisyonunun α-glukosidaz inhibisyonuna göre daha düşük olduğunu belirlemişlerdir (Avikin ve ark., 2018).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada bitki materyal olarak 02.11.2019 tarihinde Adıyaman'nın Tut ilçesine bağlı Ünlüce ve Yaylımlı köyleri arasında bulunan yöre halkı tarafından Karanar olarak isimlendirilen narlar (EK 1) ve aynı yörede yetiştirilen Hicaznar'ı toplanmıştır. Aynı tarihte narlar Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Fonksiyonel Gıda İşleme Laboratuvarına getirilmiştir. Şanlıurfa'nın Suruç ilçesinden bulunan Suruç Kara olarak bilinen narlar da temin edilip laboratuvara uygun şartlarda getirilmiştir. Suruç Kara farklı boyutlarda ve renklerde olduklarından Suruç 1 ve Suruç 2 şeklinde sınıflandırılmıştır (Şekil 3.1.).



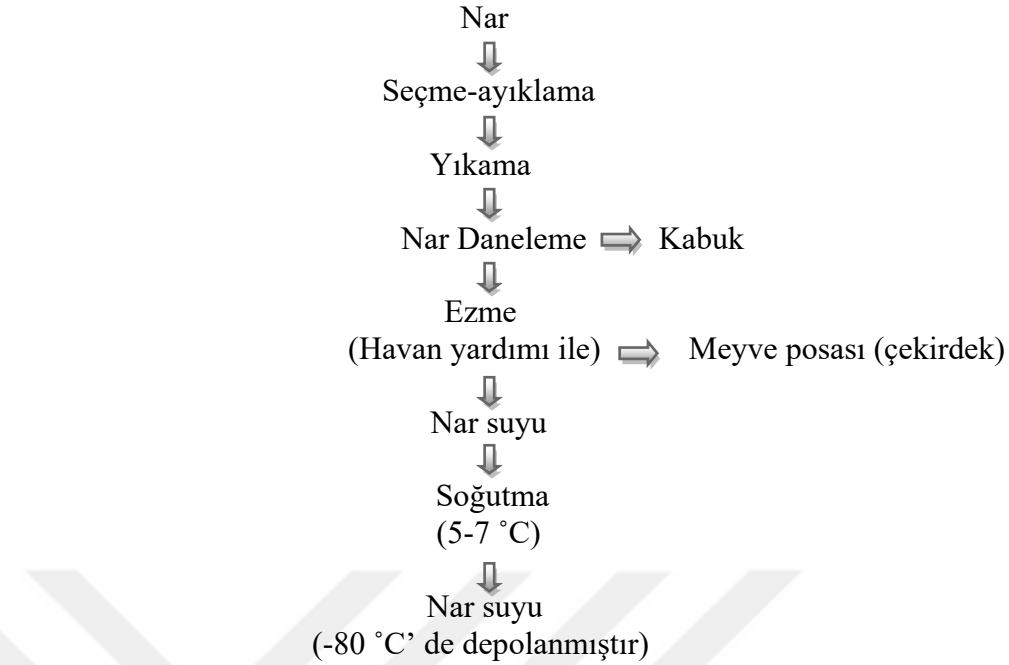
Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan nar çeşitlerinin görünüşü (Soldan sağa doğru Adıyaman Tut Karanar - Suruç Kara 1- Suruç Kara 2 - Hicaznar)

Analizlerde kullanılan kimyasal materyaller Merck (Erbslöh, Geisenheim, Almanya) firmasından temin edilmiş ve analitik saflıktadırlar.

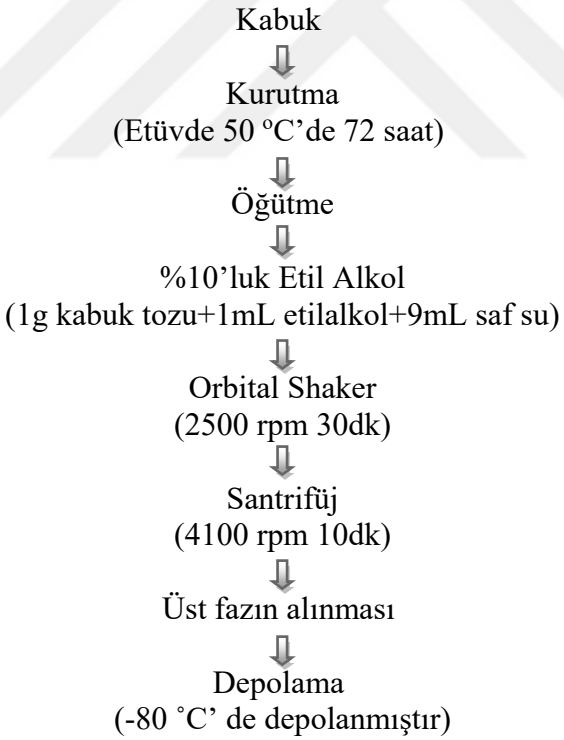
3.2. Yöntem

3.2.1. Ön İşlemler

Nar çeşitleri küçük, orta ve büyük olmak üzere farklı boyutta sınıflandırılmış (EK 2), paslanmaz çelik bıçakla önce 2 daha sonra 4 parçaya ayrılarak, elle danelenmiştir. Nar suyu Şekil 3.2.'deki verilen akış şemasına göre, nar kabukları Şekil 3.3.'deki akış şemasına uygun olarak elde edilmişlerdir (EK 3,4,5,6). Nar örneklerinde yapılan analizler Şekil 3.4.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Nar suyu analizleri meyve suyu üretimi akış şeması



Şekil 3.3. Kabuk ekstraktı üretimi akış şeması



Şekil 3.4. Nar örneklerinde yapılan analizler

3.2.2. Fiziksel Analizler

3.2.2.1. Ağırlık ve Boyut Ölçümleri

Yüz dane ağırlığı, meyve ve dane ağırlıkları 0.001 duyarlılıkta Vibra marka (RADWAG, Poland) elektronik terazi kullanılarak ölçülmüştür. Meyve ve danelerin boy ve enleri ise 0.01 mm duyarlılıkta kumpas kullanılarak tespit edilmiştir.

3.2.2.2. Meyve Suyu Randımanı

Presleme öncesi tartılan nardan elde edilen meyve suyu miktarı hacimsel olarak ölçülmüş, prese giren meyve ağırlığına bölünmüştür. Sonuç yüzde olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.3. Dane Randımanı

Elle danelenen her bir meyvenin daneleri tartılmış ve meyve ağırlığına oranlanarak (3.1) % olarak belirlenmiştir.

% Dane oranı= 100 x (Dane ağırlığı (g)/meyve ağırlığı (g)) (3.1)

3.2.3. Fizikokimyasal Analizler

3.2.3.1. pH Analizi

Nar suyunun pH içeriği önceden kalibre edilmiş cam elektrotlu pH metre ile doğrudan ölçülmüştür.

3.2.3.2. Renk Analizi

Örneklerin renk analizleri Hunter Lab colorimetresi (Color Quest XE, USA) kullanılarak yapılmıştır. Aydınlatma değeri (L), kırmızılık-yeşillik (a), mavilik-sarılık (b), Chroma (renk yoğunluğu) ve hue (renk tonu açısı) değerleri ölçülmüştür. Renk yoğunluğu $C= (a^2+b^2)^{1/2}$ ile renk tonu açısı ise H=arctan (b/a) formülleriyle ölçülmüştür (Schwartz ve ark., 2009).

3.2.3.3. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Analizi

Örneklerin suda çözünür kuru madde miktarı Abbe refraktometresi ile ölçülmüştür (Gould, 1977).

3.2.3.4. Kırılma İndisi Analizi

Örneklerin kırılma indisleri Abbe refraktometresi ile 20 ºC'de ölçülmüştür.

3.2.3.5. Nem Miktarı Analizi

Homojen hale getirilen örnekler, porselen kapsül içerisinde 70 ºC deki etüv içerisinde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuş, desikatörde soğutularak tartım yapılmıştır. Sonuç yüzde olarak verilmiştir (Pearson, 1976).

3.2.3.6. Kül Analizi

Porselen kroze içerisine tartılarak alınan ve etüvde 100 ºC kurutulan örnek kül fırınında 550 ºC'de 6 saat yakılmıştır. Sonuç yüzde (g/g) olarak verilmiştir (TOB, 1983).

3.2.3.7. Formol Sayısı Analizi

Nar suyunun formol sayısını belirlemek için behere 25 mL nar suyu örneği konulmuş, 0.25 M sodyum hidroksit çözeltisi ile pH'ı 8.1'e getirilmiştir. Ayarlanan örneğin üzerine daha önceden pH'ı 8.1'e ayarlanmış formaldehit çözeltisinden 10 mL ilave edilmiştir. pH'ı 8.1 oluncaya kadar 0.1 N sodyum hidroksit çözeltisi ile titre edilmiştir. Son titrasyonda sarf edilen sodyum hidroksit miktarı (a) kaydedilmiştir. Buradan da;

Formol sayısı = 10×a olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.7. Titrasyon Asitliği Analizi

Titrasyon asitliği potansiyometrik titrasyonla belirlenmiştir. Nar suyundan 20 mL alınmış, pH 8.1 olana kadar 0.1 N sodyum hidroksit çözeltisi titre edilmiştir. Titrasyon asitliği aşağıda verilen formülde (3.2) yerine konularak hesaplanmış ve susuz sitrik asit cinsinden tespit edilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

$$\text{Titrasyon asitliği (\% sitrik asit)} = \frac{(\text{V x E x F x 100})}{\text{M}} \qquad (3.2)$$

Burada;
V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı (mL)
F: 0.1 N NaOH' un faktörü (1)

E: 1 ml 0.1 N NaOH' ın eşdeğer olan sitrik asit miktarı (0,006404)
M: Titrasyona alınan örnek miktarı (mL)

3.2.4. Biyoaktif Bileşiklerin Analizleri

3.2.4.1. Toplam Fenolik Madde Analizi

Nar kabuğu ve nar suyunun fenolik fraksiyonlarının toplam fenolik madde miktarı Folin-ciocalteau yöntemi ile ölçülmüştür (Singleton ve ark., 1999). Örnekten 0.4 mL alınmış üzerine 2 mL 0.2 N Folin-Ciocalteau çözeltisi ve daha sonra 1.6 mL %7.5 Na_2CO_3 çözeltisi ilave edilip tüpler vortekste karıştırılarak hazırlanmıştır. Karanlık bir ortamda 25°C'de 2 saat bekletildikten sonra spektrofotometrede 760 nm'de absorbansı ölçülmüştür. Absorbansları standart kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak toplam fenolik madde miktarı tespit edilmiştir. Sonuçlar meyve suyu için mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 mL, kabuk için mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.2. Toplam Flavonoid Madde Analizi

Toplam flavonoid madde miktarı Zhishen ve ark. (1999) tarafından belirlenen yöntemle ölçülmüştür. Seyreltilmiş örneklerden deney tüpüne 1 mL alınmış üzerine 4 mL saf su eklenmiştir. Daha sonra sırasıyla 0.3 mL %5' lik sodyum nitrat çözeltisi ilave edilmiş, 5.dakikada 0.3 mL %10' luk alüminyum klorür çözeltisi ve 6. dakikada 2 mL 1 M sodyum hidroksit ilave edilmiştir. Toplam hacim saf su eklenerek 10 mL'ye tamamlanmıştır. Karışımın absorbansı spektrofotometrede 510 nm de ölçülmüştür. Meyve suyu için toplam flavonoid miktarları mg kateşin eşdeğeri (KE)/100 mL, kabuk için mg kateşin eşdeğeri (KE)/g olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.3. Toplam Antosiyanin Analizi

Toplam antosiyanin miktarı pH diferansiyel yöntemiyle (Giusti ve Wrolstad, 2001) ölçülmüştür. Örnekten 1 mL alınıp üzerine 24 mL pH 1 olan 0.025 M potasyum klorür çözeltisi ilave edilmiştir. Aynı şekilde aynı örnekten 1 mL alınıp

üzerine 24 mL pH 4.5 olan 0.4 M sodyum asetat tampon çözeltisi ilave edilmiştir. Karışımların absorbansı spektrofotometrede, nar suyu örnekleri için 515 ve 700 nm'de, nar kabuğu örnekleri için 400 ve 700 nm'de sırasıyla okunmuştur. Hesaplanan absorbans değerleri aşağıda verilen formül (3.3) kullanılarak siyanidin-3-glikozit cinsinden mg/100 mL, kabukta siyanidin-3-glikozit cinsinden mg/g olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarı (mg/100 mL)} = \frac{A \times MW \times Sf \times 100}{\varepsilon \times L} \quad (3.3)$$

Burada;
A (absorbans değeri): (A_{515nm}-A_{700nm}) pH 1.0- (A_{515nm}-A_{700nm}) pH 4.5
MW: Baz olarak alınacak antosiyaninin molekül ağırlığı (Siyanidin-3-glukozidin molekül ağırlığı: 449.2 g/mol)
Sf: Seyreltme faktörü,
ε : Molar absorpsiyon katsayısı (Siyanidin-3-glukozidin molar absorbans değeri: 26900)
L: Spektrofotometre küvetinin tabaka kalınlığı (cm)

3.2.4.4. Tanen Analizleri

3.2.4.4.1. Kondanse Tanen Analizi

Kondanse tanen tayini Tanner ve Brunner (1979) tarafından bildirilen yöntemle ölçülmüştür. Metodun prensibi, kateşin ve löykoantosiyaninlerin analiz edilmesidir. Katesinler ve löykoantosiyaninlerin 6. ve 8. pozisyonları ile vanilin kırmızı renk oluşturarak tepkimeye girmekte ve 500 nm'de ölçülmektedir.

Örnekler seyreltilerek 500 nm'de abosorbans değerleri 0.200–0.600 aralığına getirilmiştir. A, B ve C ifade edilerek 3 farklı tüp hazırlanmıştır. A tüpüne 2 mL örnek ve 4 mL vanilin çözeltisi eklenmiştir, B tüpüne 2 mL örnek ve 4 mL %70'lik sülfürik asit çözeltisi eklenmiştir ve C tüpüne 2 mL saf su ve 4 mL vanilin çözeltisi eklenerek şahit tüpü hazırlanmıştır. Tüpün içerisindeki sıcaklık 35°C'yi aşmaması

için çözeltilerin eklenmesi esnasında tüpler, buzlu su banyosunda bekletilmiştir. Absorbansları 15 dakika sonra saf suya karşı 500 nm'de okunmuştur.

Kalibrasyon eğrisinin hazırlanması için öncelikle 25 mg kateşin 50 mL etil alkolde çözünmesi sağlanarak, 500 mg/L kateşin stok çözeltisi hazırlanmıştır. Beş adet 100 mL'lik balonlara sırasıyla 1, 2, 3, 4 ve 5 mL stok çözelti ilave edilmiş ve saf su ile tamamlanmıştır. Böylece 5, 10, 15, 20 ve 25 mg kateşin/L konsantrasyonlarda seri standart çözelti hazırlanmıştır. Bu standart çözeltilerden 2 mL alınarak örnek hazırlamada ifade edildiği gibi A ve B tüpleri hazırlanmıştır. A tüpünde tespit edilen absorbans değerinden B ve C tüpüne ait absorbans değerleri çıkarılarak belirlenen absorbans değerleri, kateşin konsantrasyonlarına karşı standart eğri elde edilmiştir.

Örnekte, A tüpünün absorbansından aynı örneğe ait B ve C tüplerinde bulunmuş absorbansı çıkarılarak net absorbans değeri tespit edilmiştir. Bulunan absorbans değeri standart eğri üzerinde yerine konularak, örnekteki kondense olabilir tanen miktarı hesaplanmıştır. Sonuçları nar suyunda kondense olabilir tanen miktarı mg kateşin/100 mL, kabukta mg kateşin/g birimiyle ifade edilmiştir.

3.2.4.4.2. Hidrolize Edilebilir Tanen Analizi

Nar kabuğu ve nar suyu toplam hidroliz edilebilir tanen (THOT) analizi Willis ve Allen (1998) tarafından geliştirilen metoda göre gerçekleştirilmiştir. 1 mL örneklerden alınıp üzerine 5 mL % 2.5 KIO_3 eklenip, 25 ^oC'de 2 dk. bekletilmiştir. Spektrofotometrede 550 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Meyve suyunda hidrolize tanen tayini, tannik asit kalibrasyon eğrisinden mg tannik asit/100 mL, kabukta mg tannik asit/g olarak hesaplanmıştır.

3.2.5. Biyolojik Aktivitelerin Belirlenmesi

3.2.5.1. Toplam Antioksidan Analizleri

DPPH radikali yakalama aktivitesi: DPPH tayini Blois ve ark. (1958) tarafından bildirilen yöntemle ölçülmüştür. Seyreltilmiş örnekten 0.1 mL alınmış, üzerine 3.9 mL 0.1 mM DPPH metanol çözeltisi eklenmiştir. Karışım 30 dakika oda sıcaklığında karanlık bir yerde bekletilmiştir. Absorbans değerleri spektrofotometrede 517 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar, µmol TROLOX/g olarak hesaplanmıştır.

$ABTS^+$ radikal katyon temizleme aktivitesi: $ABTS^+$ tayini minör modifikasyonu ile Miller ve ark. (1993) tarafından bildirilen yönteme göre ölçülmüştür. $ABTS^+$ çözeltisi hazırlanarak 12-16 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Analizden önce $ABTS^+$ çözeltisi, PBS (fosfat tamponlu salin) ile absorbansı 0.700 ± 0.02 aralığına getirilmiştir. Farklı 4 tüpe 2 mL $ABTS^+$ eklenip, üzerine 20, 40, 60, 80 µl'ye seyreltilmiş örnek eklenir ve karışım 6 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Absorbans değerleri spektrofotometrede 734 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar, µmol TROLOX/g olarak hesaplanmıştır.

Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç yöntemi (FRAP): Benzie ve ark. (1996) aracılığıyla bildirilen FRAP analizi bir takım modifikasyonlarla uygulanmıştır. FRAP ayıracı, 500 mL sodyum asetat çözeltisi (30 mM), 50 mL TPTZ çözeltisi (10 mM) ve 50 mL demir klorit çözeltisi (20 mM) karıştırılarak hazırlanmıştır. FRAP ayıracı analiz günü hazırlanmış ve su banyosuda 37ºC'de bekletilmiştir. Deney tüpüne 2.97 mL FRAP reaktifi eklenmiş ve üzerine 0.25 mL seyreltilmiş örnek ilave edilmiş, 30 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Absorbans değerleri spektrofotometrede 593 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar, µmol TROLOX/g olarak hesaplanmıştır.

Bakır (II) iyonu indirgeme esaslı antioksidan kapasitesi (CUPRAC): CUPRAC tayini Apak ve ark. (2000) tarafından bildirilen yönteme göre yapılmıştır. Seyreltilmiş örnekten 0.1 mL alınıp, üzerine 1 mL bakır klorür ilave edilerek karıştırılmıştır. Karışımın üzerine 1 mL neocuproin eklenmiştir. Daha sonra karışımın üzerine 1 mL pH 7 olan amonyum asetat tamponu (1 M) eklenmiştir. Saf su ilave edilerek toplam hacim 4.1 mL'ye tamamlanmıştır. Oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra absorbansı spektrofotometrede 450 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar aşağıda belirtilen formüle (3.4) göre hesaplanmıştır. Sonuçlar, µmol TROLOX/g olarak hesaplanmıştır.

$$TAC(mmol\ TR/g - örnek)=(A/\varepsilon)x(Vt/Vö)xSFx(Ve/m) \quad (3.4)$$

A: 450 nm de ölçülen örnek absorbansı
ε: TR bileşiğinin CUPRAC yöntemindeki molar absorplama katsayısı 16700 L mol-1.cm-1
Vt : CUPRAC ölçüm çözeltisinin toplam hacmi 4.1 ml
Vö : örnek hacmi mL
SF : seyreltme faktörü
Ve : hazırlanan ekstraktı hacmi mL
m : ekstraksiyon işleminde alınan örnek miktarı g

3.2.5.2. Antibakteriyal Aktivite Tayini

Nar suları ve kabuğunda antibakteriyal aktivitesi agar kuyucuk difüzyon yöntemi ile iki gram-negatif bakteri; *Escherichia coli* (ATCC 8739), *Pseudomonas aerugonisa* (ATCC 9027) ve iki gram-pozitif bakteri; *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) olmak üzere dört farklı bakterilere karşı yapılmıştır (NCCLS, 1999; Fazeli ve ark., 2007). Negatif kontrol için saf su kullanılmış, pozitif kontrol olarak ise tetrasiklin ve eritromisin kullanılmıştır. Mac Farland (0.5) bulanıklığına ayarlanmış bakteri kültürlerinin eküvyon çubuğu yardımıyla Mueller Hinton Agar (MHA) besiyerine yayılmıştır. Besiyeri üzerine 30 µL özütler önceden agarda 5 mm büyüklüğünde delinmiş kuyucuklara aktarılmış,

37°C'de 12-24 saat inkübatörde inkübasyona bırakılmıştır. İnhibisyon zonları ölçülerek, antibakteriyal aktivitesi mm olarak ifade edilmiştir.

3.2.5.3. Antidiyabetik Aktivite Belirlenmesi

3.2.5.3.1. α-glukosidaz İnhibisyon Aktivitesi Tayini

Bu metot kısmi bir değişiklikle McDougall ve ark. (2005) tarafından belirlediği şekilde yapılmıştır. Deney tüpleri belli bir süre 37°C'de su banyosunda bekletilmiş ve üzerine 50 µl seyreltilmiş örnek, 1250 µl pH'ı 6.8 olan 67 mM potasyum fosfat tamponu eklenmiştir. Daha sonra karışımın üzerine 50 µl azaltılmış solüsyon (3 mM glutatyon GSH) eklenmiştir. Bu süreçten sonra 60 µl enzim çözeltisi eklenmiş ve su banyosunda 37 °C'de 10 dakika bekletilmiştir. Süre bittikten sonra 125 µl 10 mM p-nitrofenil a-D-Glukozit PNP-Gluc substrat çözeltisi ilave edilip su banyosunda 37°C'de 20 dakika bekletilmiştir. Tepkimeyi sonlandırmak için 2 mL 100 mM sodyum karbonat çözeltisi ilave edilmiştir. Absorbans değerleri spektrofotometrede 400 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar, kalibrasyon eğrisi ile hesaplanmış, IC_{50} değeri olarak belirtilmiştir.

3.2.5.3.2. α-amilaz İnhibisyon Aktivitesi Tayini

Bu analiz, ufak bir değişiklikle McDougall ve ark. (2005) tarafından bildirildiği şekilde yapılmıştır. Deney tüplerine 0.5 mL % 1 çözünür nişasta çözeltisi eklenmiş, üzerine 0.5 mL seyreltilmiş örnek ve 0.5 mL 6.7 mM sodyum klorür (pH 6.9) ile 0.5 mL 20 mM sodyum fosfat tamponu ilave edilmiştir. Su banyosunda 10 dakika boyunca 37 °C'de bekletilmiştir. Süre bittikten sonra 0.5 mL amilaz enzim çözeltisi eklenip bir kez daha su banyosunda 37 °C'de 10 dakika bekletilmiştir. Tepkimeyi sonlandırmak için 0.5 ml renk ayıracı çözeltisi eklenmiştir. Karışım daha sonra kaynar su banyosunda 15 dakika boyunca bekletilmiştir. En son buzlu su içerisinde oda sıcaklığına soğutulmuş ve saf su ile toplam hacim 6 mL'ye tamamlanmıştır. Absorbans değeri spektrofotometrede 540 nm'de ölüçülmüştür. Sonuçlar, kalibrasyon eğrisi ile hesaplanmış, IC_{50} değeri olarak belirtilmiştir.

3.2.6. İstatistik Analizler

Tüm örnekler 3 tekerrür 2 paralel olarak yapılmıştır. İstatistiksel analizler için tekerrür değerleri esas alınıp, sonuçlara SPSS istatistik programında ($p<0.05$), ANOVA ve farklılıkların tespiti için ise de Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Fiziksel Analizler

Bu çalışmada Adıyaman'ın Tut ilçesinde bulunan Karanar ve aynı bölgede yetiştirilen Hicaznar'ı ile Şanlıurfa'nın Suruç ilçesinde bulunan Suruç Kara olarak isimlendirilen nar çeşitleri kullanılmıştır. Suruç Kara farklı fenotite olduğundan Suruç 1 ve Suruç 2 olarak sınıflandırılmıştır. Tez kapsamında çalışılan Tut Karanar'ı, Hicaznar'ı, Suruç 1 ve Suruç 2 narlarına ait fiziksel özellikler Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Meyve eni Tut Karanar'ında 67.77±12.37 mm, Suruç 1'de 72.82±7.06 mm, Suruç 2'de 74.04±6.92 mm ve Hicaznar'ında 87.50±17.89 mm olarak belirlenmiştir. Meyve boyu bakımından en uzunu Hicaznar'ı (93.67±14.22 mm) iken Tut Karanar'ı (80.93±10.36 mm) ve Suruç 1 (80.93±5.28 mm) narları en kısa olarak tespit edilmiştir. Meyve ağırlığı olarak en ağırdan en düşük olarak sıralama Hicaznar'ı (405.49±202.67 g), Suruç 2 (234.12±54.47 g), Suruç 1 (214.46±63.21 g) ve Tut Karanar'ı (157.54±79.16 g) olarak ölçülmüştür. Gündoğdu ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada Hicaznar'ının ortalama meyve enini 100.68 mm, meyve boyunu 86.30 mm ve meyve ağırlığını 471.23 g olduğu belirtmiştir. Özden ve ark. (2017) tarafından yapmış olduğu çalışmada Suruç Karası ve Hicaznar çeşitlerinin ağırlıklarını sırasıyla 330.22±6.58 g ve 621.42±27.26 g olarak belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışma daha önceki yapılan çalışmalara yakın değerlerde çıkmıştır. Farklılığın sebebi olarak meyvenin üretilme koşulları, iklim, ağaçların yaşları ve farklı ağaçlardan meyve alınmasında kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Tüketiciler sofralık olarak iri ve dolgun daneli narları tercih etmektedir. İrilik ve dolgunluk yüz dane ağırlığı ile belirlenmektedir. Bu durum meyve suyu randımanını etkilemekte ve endüstriyel kullanıma uygun narlar tespit edilmektedir. Çalışmada yüz dane ağırlığı sırasıyla Hicaznar'ı (33.08±7.99 g), Suruç 2 (31.57±2.74 g), Tut Karanar'ı (25.80±4.09 g) ve Suruç 1 (22.24±4.42 g) narları olarak belirlenmiştir. Dane randımanı % 40.00±5.73 (Tut Karanar) ile % 56.09±4.56 (Suruç 2) arasında tespit edilmiştir. Dane randımanı istatistiki olarak Hicaznar'ı,

Suruç 1 ve Suruç 2 nar çeşitleri aynı çıkmıştır. Meyve suyu randımanı ise % 64.56±11.84 (Hicaznar) ile 33.70±7.55 (Tut Karanar) arasında tespit edilmiştir.

Özden ve ark. (2017) tarafından yapmış olduğu çalışmada Suruç Karası ve Hicaznar çeşitlerinin yüz dane ağırlığını sırasıyla 32.33±0.22 g ve 35.56±0.55 g olarak tespit etmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada Hicaznar çeşidinin dane ağırlığını 188.03 g, dane randımanını % 39.87 ve meyve suyu randımanını % 32.15 olduğunu tespit etmişlerdir (Gündoğdu ve ark., 2015). Gözlekçi ve ark. (2011) inceledikleri nar çeşitlerinin (Lefan, Katırbaşı, Çekirdeksiz IV ve Aşınar) yüz dane ağırlığını 35.56-45.29 g ve meyve suyu randımanını % 37.16-48.69 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada yüz dane ağırlığı ve dane randımanı sonuçları önceki çalışmalara yakın değerlerde çıkarken, meyve suyu randımanı sonuçları yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4.1. Narların meyve eni, meyve boyu, meyve ağırlığı, dane eni, dane boyu, yüz dane ağırlığı, dane randımanı ve meyve suyu randımanı değerleri

NAR	TUT KARANAR	SURUÇ 1	SURUÇ 2	HİCAZNAR	GENEL ORTALAMA
MEYVE ENİ (mm)	67.77±12.37^{b}	72.82±7.06^{ab}	74.04±6.92^{ab}	87.50±17.89^{a}	74.78±13.92
MEYVE BOYU (mm)	80.93±10.36^{b}	80.93±5.28^{b}	81.71±5.78^{b}	93.67±14.22^{a}	84.31±10.54
MEYVE AĞIRLIĞI (g)	157.54±79.16^{b}	214.46±63.21^{b}	234.12±54.47^{b}	405.49±202.67^{a}	252.90±143.98
DANE ENİ (mm)	6.20±1.05^{c}	6.89±0.22^{bc}	7.14±0.46^{ab}	7.89±0.54^{a}	7.03±0.86
DANE BOYU (mm)	8.13±0.85^{c}	8.84±0.66^{c}	9.67±0.52^{b}	11.10±0.32^{a}	9.44±1.27
YÜZ DANE AĞIRLIĞI (g)	25.80±4.09^{bc}	22.24±4.42^{c}	31.57±2.74^{ab}	33.08±7.99^{a}	28.17±6.58
DANE RANDIMANI (%)	40.00±5.73^{b}	54.89±3.96^{a}	56.09±4.56^{a}	55.50±8.49^{a}	51.62±8.83
MEYVE SUYU RANDIMANI (%)	33.70±7.55^{c}	45.54±9.12^{b}	51.29±5.42^{b}	64.56±11.84^{a}	48.77±14.0

^{abc} Aynı satır içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Boyutlarına göre narlar küçük, orta ve büyük olmak üzere sınıflandırılmış ve bu sınıflandırılmaya tabi tutulan narların fiziksel özellikleri arasındaki farklılıklar Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Narların kendi içinde boyutlar arasında meyve eni, meyve ağırlığı ve dane randımanı arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Küçük, orta ve büyük Tut Karanarlarının meyve suyu randımanları sırasıyla % 24.10±11.82, % 37.08±6.38 ve % 39.93±1.29 olarak belirlenmiştir. Suruç 1 narlarında meyve suyu randımanı küçük boyutta % 34.66±4.15, orta boyutta % 47.06±2.62 ve büyük boyutta % 54.89±3.01 olarak tespit edilmiştir. Suruç 1 narlarının Suruç 2 narlarına oranla meyve suyu randımanı küçük ve büyük boyutta olanlar düşük belirlerken, orta boyutta ki narlar yakın değerde belirlemiştir ($p<0.05$). Meyve suyu randımanı en yüksek her üç boyutta da Hicaznar'ında belirlenmiştir. Suruç 1, Suruç 2 ve Hicaznar çeşitlerinde farklı boyutlardaki narların % dane randımanı arasındaki fark önemli olarak belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan nar çeşitlerinin tanımlanması için yaptığımız fiziksel analizler litaratüre benzer veya farklı sonuçlar çıkmıştır. Bunun en önemli sebebi farklı nar çeşitlerinin kullanılmasıdır. Narların yetiştiği bölge, iklim ve toprak özelliklerinin farklı olması, hasat zamanının farklılığı ve uygulanan sulama, gübreleme ve ilaçlama gibi faktörlerin farklı olmasından dolayı meyvenin fiziksel özellikleri birbirinden farklı olmaktadır (Gölükcü ve ark., 2008).

Çizelge 4.2. Farklı boyutlardaki dört narın meyve eni, meyve boyu, meyve ağırlığı, dane eni, dane boyu, yüz dane ağırlığı, dane randımanı ve meyve suyu randımanı değerleri

NAR	TUT KARANAR			SURUÇ 1			SURUÇ 2			HİCAZNAR		
BOYUT	BÜYÜK	ORTA	KÜÇÜK	BÜYÜK	ORTA	KÜÇÜK	BÜYÜK	ORTA	KÜÇÜK	BÜYÜK	ORTA	KÜÇÜK
MEYVE ENİ (mm)	76.9±5.00 ^{a}	67.7±4.32 ^{b}	49.7±5.31 ^{c}	80.2±3.96 ^{a}	73.75±4.4 3^{a}	64.5±6.56 ^{b}	81.8±1.79 ^{a}	74.0±2.45 ^{b}	66.33±3.2 7^{c}	107.25±4. 86^{a}	88.0±5.10 ^{b}	67.25±5.1 9^{c}
MEYVE BOYU (mm)	92.0±4.40 ^{a}	81.9±5.55 ^{b}	68.9±5.00 ^{c}	86.8±3.96 ^{a}	81.0±9.13 ^{a}	75.0±9.06 ^{a}	88.4±3.65 ^{a}	81.25±0.5 0^{b}	75.5±7.20 ^{b}	110.0±8.0 4^{a}	92.75±5.1 2^{b}	78.25±7.9 3^{c}
MEYVE AĞIRLIĞI (g)	242.74±4 3.12^{a}	163.81±2 5.84^{b}	66.07±14. 71^{c}	284.42±3 7.35^{a}	215.87±3 6.27^{b}	143.08±4 1.12^{c}	291.9±31. 91^{a}	239.95±2 3.08^{b}	170.52±2 2.79^{c}	640.98±1 09.56^{a}	386.50±7 2.56^{b}	188.99±4 1.60^{c}
DANE ENİ (mm)	7.2±0.63^{a}	6.5±0.27^{b}	4.9±0.74^{c}	7.13±0.64 ^{a}	6.9±0,86^{a}	6.63±0.52 ^{a}	7.57±0.79 ^{a}	7.29±0.76 ^{ab}	6.57±0.79 ^{b}	8.57±0.54 ^{a}	7.67±1.03 ^{ab}	7.43±0.79 ^{b}
DANE BOYU (mm)	9.1±0.88^{a}	8.1±0.57^{b}	7.2±0.63^{c}	9.4±0.84^{a}	9.13±1.64 ^{ab}	8.0±0.76^{b}	10.0±0.82 ^{a}	10.0±1.15 ^{a}	9.0±0.58^{a}	11.42±0.9 6^{a}	11.17±0.7 5^{a}	10.71±0.7 6^{a}
YÜZ DANE AĞIRLIĞI (g)	30.48±1.0 2^{a}	25.58±3.6 8^{ab}	21.35±7.2 3^{b}	25.58±0.5 2^{a}	24.58±0.5 2^{ab}	16.56±0.5 1^{a}	35.05±0.1 3^{a}	30.39±0.6 0^{b}	29.27±0.3 1^{c}	41.44±0.7 8^{a}	34.12±3.6 4^{ab}	23.67±4.6 5^{b}
DANE RANDIMANI (%)	46.31±4.3 3^{a}	40.18±0.7 7^{ab}	33.51±7.6 1^{b}	60.36±0.5 6^{a}	56.39±0.5 4^{b}	51.53±0.5 0^{c}	60.53±0.5 0^{a}	53.52±0.5 0^{b}	50.61±0.5 4^{c}	63.46±0.6 9^{a}	58.05±0.3 0^{b}	44.99±4.2 7^{c}
MEYVE SUYU RANDIMANI (%)	39.93±1.2 9^{a}	37.08±6.3 8^{ab}	24.10±11. 82^{b}	54.89±3.0 1^{a}	47.06±2.6 2^{b}	34.66±4.1 5^{c}	58.29±0.2 6^{a}	47.82±0.2 1^{b}	47.76±0.2 5^{b}	74.33±1.7 8^{a}	69.86±2.9 8^{a}	49.49±5.6 4^{b}

^{abc} Aynı satır ve aynı çeşitlerde farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

4.2. Fizikokimyasal Analizler

Nar sularına ait ortalama ºBriks, kırılma indisi, pH ve titrasyon asitliği sonuçları Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) meyvelerin olgunluk ve hasat zamanının tespit edilmesinde ve meyve suyu üretiminin kontrol altında tutulmasında, ürün kalitesinin belirlenmesinde kullanılan ölçütlerden biridir. İncelenen nar sularının ºBriksi 14.23±0.88 ile 17.74±0.54 arasında değişmekte olup, en yüksek ºBriks Hicaznar'ında, en düşük ise Tut Karanar'ında belirlenmiştir. Turgut (2012) Akdeniz bölgesinde yetiştirilen nar çeşitlerinin ortalama SÇKM miktarlarının % 14.9 ile 16.6 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Türkmen ve Ekşi (2010) Türkiye'nin farklı illerinden topladıkları nar çeşitlerinin ortalama SÇKM miktarlarının % 12.2 ile 17.8 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bulduğumuz sonuçlar litaratürde belirtilen sonuçlara yakın değerde çıkmıştır.

Bir gıdanın pH derecesi bilinmesiyle, ona uygulanması gereken ısıl işlem koşulları belirlenir (Cemeroğlu, 2010). Narın tadını titrasyon asitliği değeri etkilemektedir. Çalışılan nar sularının pH değerleri en düşük Tut Karanar'ında (3.07±0.09) en yüksek Hicaznar'ında (3.34±0.07) tespit edilmiştir. Titrasyon asitliği en düşük Hicaznar'ında (% 1.82±0.72) en yüksek Tut Karanar'ında (% 3.939±0.35) tespit edilmiştir. Cemeroğlu ve ark. (2004) inceledikleri nar sularının pH değerini 2.4 ile 4.41 arasında belirlemişlerdir. Polat ve ark. (1999) tarafından yapılan çalışmada nar çeşitlerinin asitliğini % 0.3-3.9 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Sonuçlarımızın literatürde belirlenen değerlerle örtüştüğü görülmektedir. Tatlı narların titrasyon asitlikleri % 1'den az, ekşi narların titrasyon asitlikleri % 2'den yüksek olup, mayhoş narların titrasyon asitliği % 1-2 arasında değişmektedir (Onur ve ark., 1999). Buna göre analizde kullanılan Hicaznar'ı mayhoş, Tut Karanar'ı, Suruç 1 ve Suruç 2 narları ekşi nar sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.3. Nar sularına ait ºBriks, kırılma indisi, pH ve titrasyon asitliği (%) değerleri

NAR	ºBRİKS	KIRILMA İNDİSİ	pH	TİTRASYON ASİTLİĞİ (% Sitrik Asit)
TUT KARANAR	14.23±0.88^{c}	1.3539±0.002^{d}	3.07±0.09^{b}	3.939±0.35^{a}
SURUÇ 1	16.4±0.42^{b}	1.3575±0.000^{c}	3.12±0.06^{b}	3.163±0.76^{ab}
SURUÇ 2	17.1±0.10^{ab}	1.3591±0.000^{b}	3.18±0.13^{b}	2.828±0.97^{b}
HİCAZNAR	17.74±0.54^{a}	1.3609±0.001^{a}	3.34±0.07^{a}	1.82±0.72^{c}
GENEL ORTALAMA	16.33±1,53	1.3580±0.003	3.18±0.14	2.946±1.05

^{abcd} Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Tüketici açısından nar suyu, nar danesi ve nar kabuğunun rengi önemli bir kalite kriteridir. Nara kırmızı rengi veren madde antosiyanin pigmentleridir. Nar meyvesinin olgunluk durumu dışında nar suyu, nar ekşisi ve nar konsantresi gibi ürünlerin üretimi sırasında uygulanan ısıl işlemler nar suyunun rengini etkilemektedir (Gil ve ark., 1995; Maskan, 2006). Nar suyu örneklerine ait renk sonuçları Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Nar suyu örneklerinin L değerleri 20.01±0.87-32.52±4.43 arasında belirlenmiştir. En yüksek L değeri Suruç 1'de, en düşük L değeri ise Hicaznar'ında belirlenmiştir. Nar sularının L değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Nar suyu örneklerinde kırmızılık göstergesi olan a değerleri 4.52±1.64-18.08±2.11 arasındadır. En yüksek a değeri Suruç 2'de, en düşük a değeri ise Hicaznar çeşidinde belirlenmiştir. Suruç 2 ile Tut Karanar'ının a değeri istatistiki olarak aynı çıkmıştır. Renk yoğunluğu olan C değerleri ve renk açısı olan Hue değerleri sırasıyla 4.67±1.71-18.10±2.11 ve 2.38±0.65-14.48±4.11 arasında tespit edilmiştir. En yüksek C değeri Suruç 2'de, en düşük C değeri ise Hicaznar çeşidinde belirlenmiştir. En yüksek Hue değeri ise Hicaznar'ında, en düşük Hue değeri ise Suruç 2 nar çeşitlerinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Nar sularına ait L, a, b, C ve Hº değerleri

NAR	L	a	b	C (Chroma)	Hº (Hue)
TUT KARANAR	26.99±2.10^{c}	16.82±3.14^{a}	2.47±0.90^{a}	17.01±3.16^{a}	8.35±2.83^{b}
SURUÇ 1	32.52±4.43^{a}	10.53±7.09^{b}	0.80±0.82^{b}	10.61±7.05^{b}	5.76±7.56^{bc}
SURUÇ 2	29.38±1.08^{b}	18.08±2.11^{a}	0.75±0.24^{b}	18.10±2.11^{a}	2.38 ±0.65^{c}
HİCAZNAR	20.01±0.87^{d}	4.52±1.64^{c}	1.18±0.55^{b}	4.67±1.71^{c}	14.48 ±4.11^{a}
GENEL ORTALAMA	26.33±5.08	12.31±6.69	1.49±1.01	12.45±6.68	8.64±5.92

^{abcd} Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Turgut (2012) tarafından yapılan çalışmada Hicaznar'ının L, a, b, C ve Hue değerlerini sırasıyla 18.25±0.15, 4.44±0.54, 0.83±0.22, 4.51±0.45 ve 10.58±1.32 belirlemiştir. Gölükcü ve Tokgöz (2008) tarafından yapılan çalışmada Hicaznar çeşidine ait L, a, b değerlerini ise sırasıyla 19.23±0.041,7.50±0.090, -2.22±0.021 olarak tespit etmişlerdir. Turgut (2012) tarafından yapılan çalışmada kullanılan Hicaznar'ına ait L, a, b, C ve Hue değerlerine yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Nar danesi ve nar kabuğu örnekleri sırasıyla renk değerleri Çizelge 4.5. ile Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Nar danelerine ve nar kabuklarına ait örneklerin L değerleri sırasıyla 33.79±0.71-49.60±2.45 ve 25.73±1.89-38.41±7.46 arasında belirlenmiştir. Nar danesinde en yüksek L değeri Suruç 1'de, en düşük L değeri ise Hicaznar çeşidinde tespit edilmiştir. Nar danelerinin L değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Tut Karanar'ı ve Suruç 1 çeşitlerinin kabukları diğer nar çeşitlerine göre daha koyu renklidir. Nar dane örneklerinde a değeri 9.65±1.55-15.02±2.23 arasındadır. En yüksek a değeri dane için Tut Karanar'ında, en düşük a değeri ise Hicaznar çeşidinde tespit edilmiştir. Kabuk renginde kırmızılık en fazla Hicaznar çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Nar danesinde C değeri ve Hue değeri sırasıyla 10.03±1.64-17.73±1.24 ve 15.73±1.90-44.53±10.22 arasında tespit edilmiştir. Danede en yüksek C değeri Suruç 2'de, en düşük C değeri Hicaznar çeşidinde belirlenmiştir. Danede en yüksek Hue değeri ise Suruç 1'de, en düşük Hue değeri ise Hicaznar çeşitlerinde belirlenmiştir. Nar daneleri arasındaki Hue değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Nar kabuklarında C değeri ve Hue değeri sırasıyla 5.47±1.99-32.95±5.12 ve 11.45±9.14-32.38±5.12 arasında tespit edilmiştir. Kabukta en yüksek C değeri Hicaznar'ında, en düşük C değeri Tut Karanar çeşidinde belirlenmiştir. Nar kabukları arasındaki C değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Kabukta en yüksek Hue değeri ise Suruç 2'de, en düşük Hue değeri ise Tut Karanar çeşitlerinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Nar danelerine ait L, a, b, C ve Hº değerleri

NAR	L	A	b	C (Chroma)	Hº (Hue)
TUT KARANAR	41.93±2.40^{c}	15.02±2.23^{a}	7.29±1.43^{c}	16.79±1.87^{a}	26.22±06.70^{c}
SURUÇ 1	49.60±2.45^{a}	12.16±2.76^{b}	11.81±1.47^{a}	17.17±0.88^{a}	44.53±10.22^{a}
SURUÇ 2	45.11±3.24^{b}	14.46±2.08^{a}	10.06±1.42^{b}	17.73±1.24^{a}	35.13±7.03^{b}
HİCAZNAR	33.79±0.71^{d}	9.65±1.55^{c}	2.73±0.64^{d}	10.03±1.64^{b}	15.73±1.90^{d}
GENEL ORTALAMA	40.97±6.32	12.52±3.09	6.97±3.73	14.64±3.77	27.32±12.28

^{abcd} Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.6. Nar kabuklarına ait L, a, b, C ve Hº değerleri

NAR	L	a	b	C (Chroma)	Hº (Hue)
TUT KARANAR	25.73±1.89^{c}	5.29±1.94^{c}	1.13±0.91^{d}	5.47±1.99^{d}	11.45±9.14^{c}
SURUÇ 1	28.68±4.02^{c}	12.95±2.72^{b}	6.69±1.67^{c}	14.60±3.07^{c}	27.34±3.42^{ab}
SURUÇ 2	34.15±2.80^{b}	15.31±3.34^{b}	9.77±2.59^{b}	18.22±3.96^{b}	32.38±5.12^{a}
HİCAZNAR	38.41±7.46^{a}	29.75±4.51^{a}	13.97±3.42^{a}	32.95±5.12^{a}	24.97±4.33^{b}
GENEL ORTALAMA	31.16±6.61	14.72±9.72	7.16±5.49	16.51±10.95	22.45±10.57

^{abcd} Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Gözlekçi ve ark. (2011), Antalya ekolojisinde yetiştirilen Hicaznar çeşidinde renk özelliklerini incelemiş ve L, a ve C değerlerini meyve kabuğunda sırasıyla 58.71, 32.72 ve 43.70 olarak, danede ise sırasıyla 34.97, 11.92 ve 12.60 olarak belirlemişlerdir. Yaman ve ark. (2015), Hicaznar'ında dane rengini L, a, b, C ve Hue değerlerini sırasıyla 15.95-28.10, 19.14-25.67, 8.56-15.24, 22.46-28.07 ve 28.68-33.08 belirlemişlerdir. Kabuk rengini ise L, a, b, C ve Hue değerlerini sırasıyla 49.06-57.81, 33.15-39.43, 29.00-37.59, 47.31-52.28 ve 37.21-49.82 olarak tespit etmişlerdir. Güler ve Yıldırım (2016), Şanlıurfa-Bozova ilçesinde yetiştirilen Hicaznar kabuğunun L, a, b değerini sırasıyla 40.28±1.53, 50.12±1.24, 17.07±0.80 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada elde ettiğimiz Hicaznar danelerine ait renk özellikleri Gözlekçi ve ark. (2011) yaptığı çalışmaya yakın çıkmıştır. Hicaznar kabuk rengi de Güler ve Yıldırım'ın (2016) yaptığı çalışmalaındaki Hicaznar'ının kabuk renginin L değeri bizim tespit ettiğimiz değere yakın çıkmıştır. Sıcaklık farkı, iklim, rakım ve zirai uygulamalar gibi faktörler renk değişimine sebep olabilmektedir (Yaman ve ark., 2015).

Narların % nem ve kül değerleri dane, meyve suyu ve kabukta tek tek tespit edilmiştir (Çizelge 4.7. ve Çizelge 4.8.). Tut Karanar'ının ºBriks değeri analizde kullanılan diğer nar çeşitlerine göre düşük olmasına rağmen danesinin % nem miktarı diğer narların % nem değerlerine yakın olarak tespit edilmiştir ($p<0.05$). Tut Karanar'ın da elde edilen meyve sularının ortalama % nem miktarı % 85.44±0.55 belirlenirken, Suruç 1 ve Suruç 2 narlarının % nem miktarı 84.25±0.45-82.96±0.52 ve Hicaznar'ında % nem miktarı 81.53±0.09 olarak tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.7. Narların dane, nar suyu ve kabuğa ait % nem değerleri

NAR	DANE	NAR SUYU	KABUK
TUT KARANAR	80.36±1.40^{a}	85.44±0.55^{a}	59.72±1.16^{b}
SURUÇ 1	78.34±1.14^{b}	84.25±0.45^{b}	61.40±1.17^{ab}
SURUÇ 2	79.28±0.74^{ab}	82.96±0.52^{c}	64.08±1.07^{a}
HİCAZNAR	80.70±0.56^{a}	81.53±0.09^{d}	63.64±3.67^{a}
GENEL ORTALAMA	79.84±1.32	83.55±1.55	62.21±2.60

^{abcd} Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.8. Narların dane, nar suyu ve kabuğa ait % kül değerleri

NAR	DANE	NAR SUYU	KABUK
TUT KARANAR	2.29±0.04^{b}	1.40±0.06^{c}	3.56±0.33^{a}
SURUÇ 1	2.58±0.03^{a}	1.49±0.05^{b}	2.46±0.33^{b}
SURUÇ 2	2.48±0.29^{a}	2.0±0.01^{a}	2.6±0.15^{b}
HİCAZNAR	2.28±0.01^{b}	1.52±0.01^{b}	3.65±0.08^{a}
GENEL ORTALAMA	2.39±0.17	1.6±0.24	3.07±0.6

^{abc} Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Formol sayısı değerleri Tut Karanar meyve sularında 16.39±0.21, Suruç 1 ve Suruç 2 meyve sularında 12.52±0.17 -12.51±0.06 ve Hicaznar çeşidinin meyve sularında ise 12.16±0.12 (mL 0.1 mol NaOH/100 mL) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.9.). Türkmen ve Ekşi (2010) tarafından yapılan çalışmada aralarında Hicaznar, Fellahyemez, Katırbaşı, Ernar ve Devedişi nar çeşitlerinin de bulunduğu 45 nar çeşidine ait formol sayısı değerlerini 4-20 (mL 0.1 mol NaOH/100 mL) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bulduğumuz sonuçlar önceki yapılan çalışmalarda belirtilen değerler aralığına düşmektedir.

Çizelge 4.9. Nar sularına ait formol sayısı değerleri

NAR	FORMOL SAYISI (mL 0.1 M NaOH/100 mL meyve suyu)
TUT KARANAR	16.39±0.21[a]
SURUÇ 1	12.52±0.17[b]
SURUÇ 2	12.51±0.06[b]
HİCAZNAR	12.16±0.12[c]
GENEL ORTALAMA	13.39±1.78

[abc] Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Boyutlarına göre üç farklı şekilde sınıflandırılan narların ºBriks, kırılma indisi, pH, titrasyon asitliği arasındaki farklılıklar Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Suruç 1 ve Suruç 2 çeşidinde boyutlar (küçük, orta ve büyük) arasındaki değişimin ºBriks ve kırılma indisi değeri üzerinde önemli bir fark oluşturmadığı görülmüştür. Tut Karanar ve Hicaznar çeşitlerinin farklı boyutlarda ºBriks ve kırılma indisi üzerinde farklılıklar istatistatiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Tut Karanar'ı ve Suruç 1 çeşidinde küçük, orta ve büyük boyutlar arasındaki değişimin pH ve titrasyon asitliği değeri üzerinde önemli bir fark olduğu görülmüştür. Suruç 2 nar çeşidinde boyut farklılığının pH değeri ve Hicaznar'ının titrasyon asitliği değeri üzerinde önemli fark oluşturmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.10. Farklı boyutlardaki dört nara ait ºBriks, kırılma indisi, pH ve titrasyon asitliği değerleri

NAR	BOYUT	ºBRİKS	KIRILMA İNDİSİ	pH	TİTRASYON ASİTLİĞİ (% Sitrik Asit)
TUT KARANAR	KÜÇÜK	12.9±0.12[c]	1.3515±0.002[c]	2.94±0.02[c]	4.276±0.01[a]
	ORTA	14.27±0.21[b]	1.3518±0.000[b]	3.11±0.01[b]	3.976±0.00[b]
	BÜYÜK	15.07±0.10[a]	1.3565±0.001[a]	3.14±0.02[a]	3.585±0.20[c]
SURUÇ 1	KÜÇÜK	16.4±0.46[a]	1.3575±0.000[a]	3,01±0.02[c]	4.132±0.003[a]
	ORTA	16.4±0.46[a]	1.3575±0.000[a]	3.24±0.05[b]	2.831±0.043[b]
	BÜYÜK	16.4±0.46[a]	1.3575±0.000[a]	3.29±0.01[a]	2.525±0.021[c]
SURUÇ 2	KÜÇÜK	17.1±0.12[a]	1.3591±0.000[a]	3.05±0.06[b]	3.978±0.102[a]
	ORTA	17.1±0.12[a]	1.3591±0.000[a]	3.13±0.01[a]	2.666±0.076[b]
	BÜYÜK	17.1±0.12[a]	1.3591±0.000[a]	3.18±0.01[a]	1.841±0.058[c]
HİCAZNAR	KÜÇÜK	17.03±0.05[c]	1.3592±0.000[c]	3.26±0.02[c]	2.767±0.24[a]
	ORTA	17.93±0.10[b]	1.3615±0.000[b]	3.37±0.01[b]	1.377±0.04[b]
	BÜYÜK	18.27±0.10[a]	1.3620±0.000[a]	3.42±0.02[a]	1.315±0.16[b]

[abc] Aynı sütun ve aynı çeşitlerde farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Boyutlarına göre küçük, orta ve büyük olmak üzere sınıflandırılan narların meyve sularına ait L, a, b, C ve Hue değerleri arasındaki farklılıklar Çizelge 4.11'de verilmiştir. Dört nar çeşidinde de farklı boyutlardaki meyve sularında L ve Hue değerleri arasında benzerlik olduğu bulunmuştur. Suruç 1 nar suyunda farklı boyutlardaki a ve C değerleri arasında farklılıklar istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.11. Farklı boyutlardaki dört nar çeşidinin nar sularına ait L, a, b, C ve H^o değerleri

NAR	BOYUT	L	a	b	C (Chroma)	H^o (Hue)
TUT KARANAR	KÜÇÜK	28.57±0.92^{a}	14.08±2.35^{b}	1.53±0.56^{b}	14.18±2.32^{b}	6.43±2.95^{a}
	ORTA	27.74±0.22^{a}	19.07±1.32^{a}	2.88±0.52^{a}	19.29±1.38^{a}	8.54±0.97^{a}
	BÜYÜK	24.65±1.99^{b}	17.30±3.43^{ab}	2.99±0.80^{a}	17.58±3.37^{ab}	10.07±3.29^{a}
SURUÇ 1	KÜÇÜK	31.30±3.00^{a}	4.35±0.73^{c}	0.20±0.87^{a}	4.40±0.68^{c}	3.51±11.94^{a}
	ORTA	37.36±3.66^{a}	7.79±0.43^{b}	1.68±0.45^{a}	7.97±0.33^{b}	12.22±3.79^{a}
	BÜYÜK	28.91±0.03^{a}	19.45±0.10^{a}	0.53±0.06^{a}	19.46±0.10^{a}	1.55±0.18^{a}
SURUÇ 2	KÜÇÜK	28.58±0.04^{a}	18.32±0.35^{a}	0.69±0.07^{b}	18.33±0.35^{a}	2.16±0.26^{a}
	ORTA	29.81±1.94^{a}	16.04±2.63^{a}	0.55±0.19^{ab}	16.05±2.62^{a}	2.03±1.01^{a}
	BÜYÜK	26.77±0.35^{a}	19.89±0.38^{a}	1.03±0.06^{a}	19.92±0.38^{a}	2.95±0.13^{a}
HİCAZNAR	KÜÇÜK	19.75±1.12^{a}	6.35±1.17^{a}	1.80±0.39^{a}	6.59±1.23^{a}	15.75±0.50^{a}
	ORTA	19.91±1.23^{a}	4.55±2.00^{a}	1.31±0.45^{ab}	4.74±2.04^{ab}	16.85±3.24^{a}
	BÜYÜK	20.22±0.47^{a}	3.56±0.42^{a}	0.73±0.31^{b}	3.64±0.44^{b}	11.48±4.23^{a}

^{abc} Aynı sütun ve aynı çeşitlerde farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Boyutlarına göre üç farklı şekilde sınıflandırılan narların dane ve kabuğuna ait L, a, b, C ve Hue değerleri arasındaki farklılıklar sırasıyla Çizelge 4.12. ve Çizelge 4.13.'te verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı boyutlardaki dört nar çeşidinin danelerine ait L, a, b, C ve Hº değerleri

NAR	BOYUT	L	a	b	C (Chroma)	Hº (Hue)
TUT KARANAR	KÜÇÜK	40.65±1.34^{a}	16.61±0.35^{a}	7.65±1.04^{ab}	18.30±0.12^{a}	24.74±3.41^{a}
	ORTA	43.34±2.00^{a}	14.72±2.49^{a}	8.39±0.83^{a}	17.03±1.76^{a}	30.17±6.79^{a}
	BÜYÜK	41.16±2.85^{a}	14.52±2.54^{a}	6.00±1.08^{b}	15.79±2.10^{a}	23.00±6.95^{a}
SURUÇ 1	KÜÇÜK	50.26±2.26^{a}	13.31±1.39^{a}	11.40±0.47^{a}	17.54±0.75^{a}	40.67±4.14^{a}
	ORTA	50.94±3.46^{a}	9.25±2.90^{a}	13.36±1.67^{a}	16.42±0.28^{a}	55.40±11.67^{a}
	BÜYÜK	47.59±0.66^{a}	13.94±1.38^{a}	10.67±0.24^{a}	17.56±1.24^{a}	37.52±2.12^{a}
SURUÇ 2	KÜÇÜK	46.42±2.22^{a}	13.31±1.08^{b}	10.77±0.05^{a}	17.12±0.81^{a}	39.03±2.41^{a}
	ORTA	47.68±0.25^{a}	13.14±0.89^{b}	11.09±0.64^{a}	17.19±1.09^{a}	40.17±0.29^{a}
	BÜYÜK	41.22±0.69^{b}	16.93±1.15^{a}	8.34±0.80^{b}	18.87±1.39^{a}	26.20±0.63^{b}
HİCAZNAR	KÜÇÜK	33.99±0.65^{a}	10.02±1.57^{ab}	2.81±0.77^{a}	10.41±1.71^{ab}	15.45±2.28^{a}
	ORTA	33.36±0.94^{a}	8.24±1.06^{b}	2.45±0.50^{a}	8.60±1.15^{b}	16.45±1.50^{a}
	BÜYÜK	34.03±0.39^{a}	10.68±1.00^{a}	2.94±0.68^{a}	11.08±1.13^{a}	15.29±2.17^{a}

^{abc} Aynı sütun ve aynı çeşitlerde farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.13. Farklı boyutlardaki dört nar çeşidinin kabuklarına ait L, a, b, C ve Hº değerleri

NAR	BOYUT	L	a	b	C (Chroma)	Hº (Hue)
TUT KARANAR	KÜÇÜK	27.53±0.77^{a}	5.34±2.82^{a}	0.45±0.76^{b}	5.37±2.87^{a}	3.73±5.09^{b}
	ORTA	25.68±1.49^{b}	5.40±1.79^{a}	0.97±0.61^{b}	5.50±1.85^{a}	9.29±4.97^{b}
	BÜYÜK	23.97±1.33^{c}	5.14±1.27^{a}	1.98±0.66^{a}	5.54±1.31^{a}	21.34±6.27^{a}
SURUÇ 1	KÜÇÜK	31.17±2.79^{a}	14.64±3.15^{a}	7.19±3.48^{a}	16.36±4.35^{a}	25.32±6.30^{a}
	ORTA	28.88±5.97^{a}	13.46±1.36^{a}	6.69±0.42^{a}	15.04±1.29^{a}	26.53±2.30^{a}
	BÜYÜK	27.24±1.81^{a}	11.59±3.52^{a}	6.45±1.97^{a}	13.28±3.97^{a}	29.18±2.90^{a}
SURUÇ 2	KÜÇÜK	36.39±2.54^{a}	14.63±3.41^{a}	9.88±1.92^{a}	17.66±3.89^{a}	34.22±1.56^{a}
	ORTA	33.91±2.09^{ab}	16.49±4.11^{a}	10.04±3.82^{a}	19.43±5.00^{a}	30.79±8.49^{a}
	BÜYÜK	32.15±2.41^{b}	14.82±3.09^{a}	9.38±2.47^{a}	17.56±3.80^{a}	32.12±3.73^{a}
HİCAZNAR	KÜÇÜK	45.54±7.42^{a}	31.21±3.41^{a}	17.45±0.95^{a}	35.78±3.25^{a}	29.34±2.33^{a}
	ORTA	34.18±3.78^{a}	28.85±5.38^{a}	13.38±2.50^{b}	31.80±5.93^{a}	24.89±0.36^{b}
	BÜYÜK	35.50±5.64^{a}	29.19±5.45^{a}	11.07±2.86^{b}	31.26±5.84^{a}	20.68±3.61^{c}

^{abc} Aynı sütun ve aynı çeşitlerde farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

4.3. Biyoaktif Bileşiklerin Analizleri

Nar danelerinden elde edilen nar sularından yapılan toplam fenolik madde, toplam flavanoid ve toplam antosiyanine ait analiz sonuçları Çizelge 4.14.'te verilmiştir. Nar suyunda toplam fenolik madde 125.03±0.65-163.43±3.20 mg GAE/100 mL arasında belirlenmiştir. Nar suyunda en yüksek toplam fenolik madde miktarı Tut Karanar'ında (163.43±3.20) olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları arasındaki farklılık $p<0.05$ düzeyinde önemli olarak

belirlenmiştir. Nar suyunun fenolik madde miktarı nar çeşidine ve presleme basıncına bağlı olarak 55-320 mg/100 mL arasında değişebileceğini belirtmişlerdir (Vardin ve Fenercioğlu, 2003). Özgen ve ark. (2008) ülkemizde yetişen altı adet nar çeşidine ait meyve sularının toplam fenolik içeriklerini 124.5-207.6 mg GAE/100 mL olarak belirlemişlerdir. Rinaldi ve ark. (2013) farklı oranlarda kabuk içeren nar suyu örneklerinin toplam fenolik içeriklerinin 106-229 mg/100 mL arasında değiştiğini; sadece nar tanelerinden elde edilen nar suyunun fenolik içeriğinin 122.7 mg/100 mL olduğunu belirtmişlerdir. Bulduğumuz sonuçların Vardin ve Fenercioğlu'nun, Özgen ve arkadaşlarının tespit ettikleri fenolik madde aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14. Nar sularına ait toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve toplam antosiyanin miktarları

NAR	TOPLAM FENOLİK MADDE (mg GAE/100 mL)	TOPLAM FLAVONOİD (mg KE/100 mL)	TOPLAM ANTOSİYANİN MİKTARI (mg siyanidin-3- glikozit/100 mL)
TUT KARANAR	163.43±3.20[a]	54.61±1.95[a]	8.85±0.09[b]
SURUÇ 1	133.95±3.29[c]	14.78±0.81[c]	4.46±0.05[c]
SURUÇ 2	125.03±0.65[d]	12.56±0.94[d]	8.59±0.33[b]
HİCAZNAR	144.35±1.74[b]	29.94±2.48[b]	24.53±0.34[a]
GENEL ORTALAMA	141.69.±14.78	27.97±17.21	11.61±7.83

[abcd] Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Nar suyunda toplam flavonoid miktarı 12.56±0.94-54.61±1.95 mg KE/100 mL arasında belirlenmiştir. Tut Karanar'ı diğer nar çeşitlerine göre toplam flavonoid miktarının önemli düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Öz ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada Hicaznar danelerinin toplam flavonoid miktarı hasattan hemen sonra 34,52 mg/100 mL olarak tespit etmişlerdir. Muhafaza sonunda kontrol grubu meyvelerde 26,76 mg/100 mL, MAP (Modifiye atmosfer ambalajı) uygulanan meyvelerde ise 27,08 mg/100mL olarak belirlemişlerdir. Turgut (2012) tarafından farklı nar çeşitleri üzerine yapılan çalışmada flavonoid miktarını 5.898-19.438 mg kateşin eşdeğeri (KE)/100 mL arasında tespit etmiş, Hicaznar çeşidinin flavonoid miktarını 11.197 mg kateşin eşdeğeri (KE)/100 mL olarak tespit etmiştir. Yaptığımız çalışmada Hicaznar'ının toplam flavonoid miktarı Öz ve ark. (2015) yaptığı çalışmaya göre düşük, Turgut'un (2012) yaptığı çalışmadan yüksek olarak

belirlenmiştir. Bunun sebebi olarak nar çeşitlerinin farklılıklarından ve analiz metodu farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Narda en fazla bulunan antosiyaninin siyanidin-3-glukozit olduğu bilinmektedir (Mena ve ark., 2011; Zaouaya ve ark., 2012). Bu çalışmada nar suyunda en yüksek toplam antosiyanin miktarı kırmızı rengin hakim olduğu Hicaznar'ında (24.53±0.34 mg siyanidin-3-glukozit/100 mL), en düşük antosiyanin içeriği ise Suruç 1 (4.46±0.05 mg siyanidin-3-glukozit/100 mL) narında olduğu tespit edilmiştir. Vardin ve Fenercioğlu (2003) tarafından yapılan çalışmada Suruç nar çeşidinde toplam antosiyanin miktarını 8.9 mg/100 mL olarak belirlemişlerdir. Zaouay ve ark. (2012) ise Tunus'ta yetiştirilen bazı nar çeşitlerine ait meyve sularında toplam antosiyanin miktarının 5.052-49.042 mg/100 mL arasında olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada belirlenen toplam antosiyanin miktarları mevcut literatür değerleriyle paralellik göstermektedir.

Nar kabuklarında yapılan toplam fenolik madde, toplam flavanoid ve toplam antosiyaninlere ait analiz sonuçları Çizelge 4.15.'te verilmiştir. Nar kabuklarının toplam fenolik madde içerikleri 479.67±2.42-487.67±1.97 mg GAE/g arasında olduğu tespit edilmiştir. Nar kabuğunda en yüksek toplam fenolik madde Tut Karanar'ında (487.67±1.97 mg GAE/g) olduğu belirlenmiştir. Nar çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarları arasındaki farklılık önemli düzeyde tespit edilmemiştir. Orak ve ark. (2012), Hicaznar çeşidine ait kabuk ekstraktlarının toplam fenolik içeriğini 126.11-212.48 mg GAE/g ekstrakt olarak belirtmişlerdir. Manasathien ve ark. (2012), nar kabuğunun etanolik ve sulu ekstraktlarının toplam fenolik içeriklerini sırasıyla 449.60 ve 380.54 mg GAE/g ekstrakt olarak tespit etmiştir. Salgado ve ark. (2012), nar kabuğunun toplam fenolik içeriğini 242.9 mg GAE/g ekstrakt olarak belirlemişlerdir. Okumuş (2016), Hicaznar çeşidinin kabuktaki fenolik madde miktarını 440.34 mg GAE/g belirtmiştir. Manasthien ve ark. (2012) etanol ekstraktı ile Okumuş (2016) tarafından yapılan çalışmalarada kullanılan kabuktaki fenolik madde miktarı tespit ettiğimiz Hicaznar kabuğundaki toplam fenolik madde miktarı değerine yakın çıkmıştır.

Çizelge 4.15. Nar kabuklarına ait toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve toplam antosiyanin miktarları

NAR	TOPLAM FENOLİK MADDE (mg GAE/g)	TOPLAM FLAVONOİD (mg KE/g)	TOPLAM ANTOSİYANİN MİKTARI (mg siyanidin-3- glikozit/g)
TUT KARANAR	487.67±1.97[a]	17.3±0.4[a]	0.12±0.002[a]
SURUÇ 1	484.5±3.11[ab]	13.5±0.1[b]	0.06±0.001[b]
SURUÇ 2	482.75±5.05[bc]	11.2±0.1[d]	0.02±0.001[d]
HİCAZNAR	479.67±2.42[c]	11.6±0.3[c]	0.04±0.002[c]
GENEL ORTALAMA	483.65±4.31	13.4±2.5	0.06±0.04

[abcd] Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Nar kabuğunda toplam flavonoid miktarı 11.2±0.1-17.3±0.4 mg KE/g arasında belirlenmiştir. Tut Karanar'ı diğer nar çeşit ile karşılaştırıldığında toplam flavonoid miktarının önemli düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Rummun ve ark. (2013), nar kabuğunda toplam flavonoid miktarı 180.1 mg KE/g belirlemişlerdir. Fellah ve ark. (2018), Gabsi nar kabuğunda 19.2 ± 1.1 mg RE/100 g, Nabli nar kabuğuda toplam flavonoid miktarını 13.4 ± 1.6 mg RE/100 g olarak belirtmişlerdir. Orak ve ark. (2012), Hicaznar kabuğunun toplam flavonoid miktarını 14.64 mg KE/g tespit etmişlerdir. Toplam flavonoid miktarını meyve türü ve yetiştirme şartları etkiler (Li ve ark., 2015). Orak ve ark.(2012), Hicaznar'ı kabuğundaki toplam flavanoid miktrarı (14.64 mg KE/g) ile çalışmada kullandığımız Hicaznar'nın kabuğudaki toplam flavanoid miktarı (11.6±0.3 mg KE/g) yakın değerde çıkmıştır.

Bu çalışmada nar kabuğunda en yüksek toplam antosiyanin miktarı Tut Karanar'ında (0.12±0.002 mg siyanidin-3-glukozit/g), en düşük antosiyanin içeriği ise Suruç 2 (0.02±0.001 mg siyanidin-3-glukozit/g) nar çeşidinde tespit edilmiştir. Fawole ve ark. (2012), Güney Afrika'da yetiştirilen yedi farklı ticari nar kültürüne ait kabukların antosiyanin miktarını 0.0585-0.322 mg siyanidin-3-glukozit/g olarak belirlemişlerdir. Orak ve ark., (2012), nar kabuklarındaki toplam antosiyanin miktarını 0.017-0,04 mg siyanidin-3-glukozit/g arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer bir çalışmada nar kabuklarının toplam antosiyanin miktarını 0.44 mg siyanidin-3-glukozit/g olarak belirtmişlerdir (Fischer ve ark., 2011). Fawole ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada nar kabuklarında tespit ettikleri antosiyanin

miktarı aralığına Tut Karanar ve Suruç 1 çeşitlerinin kabuktaki antosiyanin miktarı düşerken, Orak ve ark. (2012) tespit ettiği aralığa Suruç 2 ve Hicaznar çeşitleri kabuklarındaki antosiyanin miktarı düşmüştür.

Narın içeriğinde bulunan fenolik maddelerden bir diğeri ise tanendir. Derişimi narın besin kalitesi hakkında bilgi vermektedir (Amri ve ark., 2017). Nar sularında, kondanse olabilir ve hidrolize edilebilir tanen miktarları analizlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.16.'da verilmiştir. Nar suyunda kondanse olabilir tanen içeriğinde en yüksek Hicaznar'ında (28.58±0.16 mg kateşin/100 mL), en düşük Suruç 1 (26.25±0.21 mg kateşin/100 mL) çeşidinde tespit edilmiştir. Türkyılmaz ve Özkan (2014), dokuz farklı nar çeşidi üzerine yaptıkları çalışmada bu çeşitlerin kondanse olabilen tanen içeriklerini 3.1-15.5 mg/100 mL düzeyinde tespit etmişlerdir. Güzel ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada danelerden elde ettikleri nar sularının jelatin ile durultma öncesi 6 mg/100 mL ve durultma sonrası 4 mg/100 mL düzeyinde tespit etmişlerdir. Yalmancı (2017) durultulmuş ve durultulmamış nar suyu örneklerinde kondanse olabilen tanen içeriklerini sırasıyla 12.2 mg/100 mL ve 14.9 mg/100 mL olarak belirtmiştir. 12 ay depolama sonunda durultulmuş nar suyunda 23.7 mg/100 mL ve durultulmamış nar suyunda 24.2 mg/100 mL olarak belirlemişlerdir. Bulduğumuz kondanse olabilir tanen değerleri önceki çalışmalara göre yüksek bulunmuştur. Yalmancı'nın (2017) yaptığı çalışmada depolama sonrası kondanse olabilir tanen miktarı artmış olup yaptığımız çalışmada kondanse olabilir tanen analizini diğer yapılan analizlerden dolayı geç yaptığımız için yüksek çıkmasının sebebi olduğu düşünülmektedir. Yalmancı (2017), 1979 yılında Tanner ve Bruner tarafından geliştirilen spektrofotometrik vanilin yönteminin çok hassas bir yöntem olmadığını söylemektedir.

Nar suyunda hidrolize edilebilir tanen içeriği en yüksek Hicaznar'ı (41.32±1.81 mg tannik asit/100 mL) ve en düşük Suruç 1 (28.97±0.21 mg tannik asit/100 mL) çeşidinde tespit edilmiştir. Gil ve ark. (2000) dondurulmuş daneden elde ettikleri nar suları ile ticari olarak preslenip üretilen ve konsantreden nar suyuna dönüştürülen nar sularında tespit ettikleri toplam hidrolize tanen miktarını HPLC yöntemi ile 41.7 ve 55.6 mg/100 mL arasında tespit etmişlerdir. Muhacir-Güzel ve ark. (2014) tarafından

yapılan çalışmada sadece danelerde elde ettikleri nar sularında durultulmamış örneklerde 25.5 mg/100 mL, jelatin ile durultulmuş örneklerde ise 7.6 mg/100 mL düzeyinde hidrolize edilebilir tanen belirlemişlerdir. Fischer ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada sadece danelerden elde ettikleri nar suyunda 9.3 mg/100 mL, kabukları ile beraber işleyerek elde ettikleri nar suyunda 207,4 mg/100 mL hidrolize edilebilir tanen ölçmüşlerdir. Narın danelenme şekli, meyve suyu elde etmek için uygulanan basınç ve yüksek oranda hidrolize edilebilir tanen içeren kabukların meyve suyuna geçmesine bağlı olarak hidrolize edilebilir tanen içeriğinin farklı olması doğal bir sonuçtur (Yalmancı, 2017).

Çizelge 4.16. Nar sularına ait kondanse olabilir tanen ve hidrolize edilebilir tanen miktarları

NAR	KONDANSE OLABİLİR TANEN (mg kateşin/100 mL)	HİDROLİZE EDİLEBİLİR TANEN (mg tannik asit/100 mL)
TUT KARANAR	26.62±0.31^{b}	38.70±2.19^{b}
SURUÇ 1	26.25±0.21^{c}	28.97±0.21^{c}
SURUÇ 2	26.45±0.31^{c}	29.27±1.31^{c}
HİCAZNAR	28.58±0.16^{a}	41.32±1.81^{a}
GENEL ORTALAMA	27.22±0.99	34.57±5.83

^{abc} Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Nar kabuklarına ait kondense olabilir ve hidrolize edilebilir tanen miktarlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.17.'de verilmiştir. Nar kabuğunun kondanse olabilir tanen içeriğinde en yüksek Tut Karanar'ında (40.47±2.51 mg kateşin/100 g), en düşük Hicaznar (25.57±1.91 mg kateşin/100 g) çeşidinde tespit edilmiştir. Li ve ark. (2006) yapmış olduğu çalışmada nar kabuğunun kondanse olabilir tanen içeriğini 10.9 mg KE/g ve 34.4-55.4 mg KE/g olarak belirlemişlerdir. Shabtay ve ark. (2008) nar kabuklarının kondanse olabilir tanen içeriğini 50-200 mg KE/g olarak tespit etmiştir. Önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında yaptığımız analiz sonuçları benzerlik göstermektedir.

Nar kabuğunda hidrolize edilebilir tanen içeriğinde en yüksek Tut Karanar'ında (205.56±11.5 mg tannik asit/g), en düşük Hicaznar (184.23±0.92 mg tannik asit/g) çeşidinde elde edilmiştir. Saad ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada Chelfi ve Gabsi nar çeşitlerinin kabuklarından hidrolize edilebilir tanen içeriğin

449.4 mg TAE/g ve 496.6 mg TAE/g olarak belirlemişlerdir. Orak ve ark. (2012) yaptığı çalışmada nar kabuklarından hidrolize edilebilir tanen 124.10-183.18 mg TAE/g KA aralığında olduğu bildirilmiştir. Önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında yaptığımız analiz sonuçları benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.17. Nar kabuklarına ait kondanse olabilir tanen ve hidrolize edilebilir tanen miktarları

NAR	KONDANSE OLABİLİR TANEN (mg kateşin/g)	HİDROLİZE EDİLEBİLİR TANEN (mg tannik asit/g)
TUT KARANAR	40.47±2.51[a]	205.56±11.5[a]
SURUÇ 1	36.43±0.36[b]	195.87±3.64[b]
SURUÇ 2	36.45±0.92[b]	195.9±0.93[b]
HİCAZNAR	25.57±1.91[c]	184.23±0.92[c]
GENEL ORTALAMA	34.73±5.86	195.4±9.6

[abc] Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

4.4. Biyolojik Aktivitelerin Belirlenmesi

Her bir antioksidan bileşiği farklı etki mekanizmasına sahip olduğundan gıdaların antioksidan aktivitesini göstermek için birden fazla antioksidan deneyi yapılmalıdır (Yashin ve ark., 2017). Bu nedenle nar suyu ve kabuğunda DPPH, ABTS, FRAP ve CUPRAC analizleri yapılmış, sonuçlar Çizelge 4.18. ve Çizelge 4.19.'da gösterilmiştir.

Nar suyunda DPPH süpürme aktivitesini 195.83±1.25-286.93±0.30 µmol TROLOX/g aralığında belirlenmiştir. En yüksek DPPH süpürme aktivitesi Tut Karanar çeşidinde tespit edilmişti. Alsataf (2019) yaptığı çalışmada DPPH süpürme aktivitesi 115.7 µmol TROLOX/g olarak ölçmüştür. Kaur ve ark.(2014) Hindistan'da yetiştirilen 6 farklı nar çeşidinde 8.98-15.47 µmol TROLOX/g aralığında belirlemişlerdir. Mena ve ark. (2013) nar suyunun kalite paramatreleri üzerine pastörizasyon sıcaklığı ve süresinin etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında nar sularının antioksidan aktivitesini 14,79±0,97-21,58±0,36 mmol TROLOX/L olarak tespit etmişlerdir.

Nar suyunda ABTS metodu ile ölçülen süpürme aktivitesi en yüksek Tut Karanar'ında, en düşük ise Suruç 2'de belirlenmiştir. Ambigaipalan ve ark. (2016)

nar suyunda ABTS aktivitesini 7.48 µmol TROLOX/g olduğunu bildirmişlerdir. Fu ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada narın ABTS değerini 40.61 µmol TROLOX/g olarak ölçmüştür. Karaaslan ve ark. (2014) Türkiye'de üretilen Hicaz, Adana, Hatay ve Antalya nar çeşitleriyle yaptıkları çalışmada Hatay narının antioksidan aktivitesinin diğerlerinden yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Hatay narı 381.2±4.2 mg TROLOX/100 g (en yüksek), Antalya narı 267.3±5.8 mg TROLOX/100 g (en düşük) aralığında tespit etmişlerdir. Bulunan serbest radikal süpürme aktivitelerindeki farklılıklar deneysel işlemlerden ve farklı polifenol içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Alsataf, 2019).

Nar suyunda FRAP metot ile araştırılan indirgeme gücünü 165.90±1.42-194.03±0.49 aralığında belirlenmiştir. En yüksek FRAP indirgeme gücünü Tut Karanar çeşidinde tespit edilmiştir. Elfalleh ve ark. (2012) nar suyunda FRAP değerini 6.44-8.65 mmol TROLOX/100 g aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Alsataf (2019) yaptığı çalışmada nar suyunda FRAP indirgenme aktivitesini 176.4 ±2.3 µmol TROLOX/g olarak ölçmüştür.

Nar suyunda CUPRAC metot ile araştırılan indirgeme gücü Tut Karanar'ının değeri analizde kullanılan üç çeşide göre yüksektir. Kaur ve ark. (2014) Hindistan'ın altı farklı nar çeşidine ait nar suyunun CUPRAC değerini 7.87-16.24 µmol TROLOX/g arasında ölçmüşlerdir. Alsataf (2019) yaptığı çalışmada CUPRAC indirgenme aktivitesini 0.15±0.0 µmol TROLOX/g olarak ölçmüştür. Çalışmada kullandığımız Hicaznar'ının meyve suyu CUPRAC sonucu Alsataf'ın (2019) yaptığı çalışmada ki Hicaznar'ının meyve suyu sonucuna yakın değer çıkmıştır.

Çizelge 4.18. Nar suyu örneklerinin antioksidan aktiviteleri

NAR	DPPH (µmol Trolox/g)	ABTS (µmol Trolox/g)	FRAP (µmol Trolox/g)	CUPRAC (µmol Trolox/g)
TUT KARANAR	286.93±0.30[a]	59.16±0.85[a]	194.03±0.49[a]	0.35±0.04[a]
SURUÇ 1	143.03±0.58[c]	45.46±0.82[c]	172.42±0.35[c]	0.25±0.00[b]
SURUÇ 2	136.11±0.64[d]	43.79±0.24[d]	165.90±1.42[d]	0.25±0.00[b]
HİCAZNAR	195.83±1.25[b]	48.56±0.91[b]	176.82±0.21[b]	0.25±0.04[b]
GENEL ORTALAMA	190.24±62.96	49.24±6.14	177.31±10.90	0.28±0.05

[abcd] Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Nar kabuğunda DPPH süpürme aktivitesi en yüksek Tut Karanar (545.91±2.97 µmol TROLOX /g) çeşidinde tespit edilmiştir. Marchi ve ark. (2015) nar kabuğu ile yapılan çalışmada, farklı şekillerde kurutulan ekstraktların DPPH aktivitesini 351.36-595.71 µmol TROLOX/g aralığında belirlemişlerdir. Turgut ve ark. (2016) nar kabuğu ekstraktı ve BHT (bütillenmiş hidroksitoluen)'nin antioksidan aktivitesinin sırasıyla 5720 ve 4200 mM TROLOX/g ekstrakt olduğunu ve nar kabuğunun yüksek serbest radikal süpürme aktivitesi gösterdiğini belirlemişlerdir.

Nar kabuğunda ABTS metodu ile ölçülen süpürme aktivitesi en yüksek Tut Karanar'ında, en düşük ise Hicaznar'ında belirlenmiştir. Elfalleh ve ark. (2012) nar kabuğunda ABTS aktivitesini 75 µmol TROLOX/g olduğunu bildirmişlerdir. Alsataf (2019) nar kabuğunda serbest, esterleşmiş ve çözünmeyen bağlı fenolik fraksiyonun ABTS aktivitesini 1166.2 µmol TROLOX/g olarak belirlemiştir. Önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında DPPH aktivitesi sonuçlarının benzerlik gösterdiğini ABTS sonuçlarının ise farklı olduğu gözlemlenmiştir.

Nar kabuğunda FRAP metot ile araştırılan indirgeme gücünü Tut Karanar'ında (400.19±2.50 µmol TROLOX/g), Suruç 1 (399.22±1.19 µmol TROLOX/g) ve Suruç 2 (399.08±2.30 µmol TROLOX/g) çeşitleri birbirine yakın sonuçlar çıkmıştır. Fischer ve ark. (2011) nar kabuğunun antioksidan aktivitesini 589,1±34,7 mmol TE/kg olarak belirlerken, Hassan ve ark. (2012) Mısır'da yetiştirilen otuz iki farklı nar çeşidine ait kabukların FRAP metodu ile belirlenen antioksidan aktivitelerini 225,17-705,50 mmol/100 g arasında belirlemişlerdir.

Nar kabuğunda CUPRAC metot ile araştırılan indirgeme gücünü Tut Karanar (2656.41±1.90 µmol TROLOX/g) çeşidi değeri çalışmada kullanılan diğer üç çeşide göre yüksektir. Alsataf (2019) nar kabuğunda serbest, esterleşmiş ve çözünmeyen bağlı fenolik fraksiyonun CUPRAC aktivitesini 1.624 µmol TROLOX/g olarak tespit etmiştir.

Çizelge 4.19. Nar kabuğu örneklerinin antioksidan aktiviteleri

NAR	DPPH (µmol Trolox/g)	ABTS (µmol Trolox/g)	FRAP (µmol Trolox/g)	CUPRAC (µmol Trolox/g)
TUT KARANAR	545.91±2.97^{a}	145.13±0.53^{a}	400.19±2.50^{a}	2656.41±1.90^{a}
SURUÇ 1	542.84±0.01^{ab}	133.80±0.74^{b}	399.22±1.19^{a}	2537.95±3.08^{b}
SURUÇ 2	542.35±4.15^{b}	131.79±0.91^{c}	399.08±2.30^{a}	2532.02±1.85^{c}
HİCAZNAR	544.29±1.02^{ab}	130.76±0.59^{d}	391.88±0.93^{b}	2523.63±0.92^{d}
GENEL ORTALAMA	543.85±2.81	135.37±5.9	397.59±3.81	2562.50±55.66

^{abcd} Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

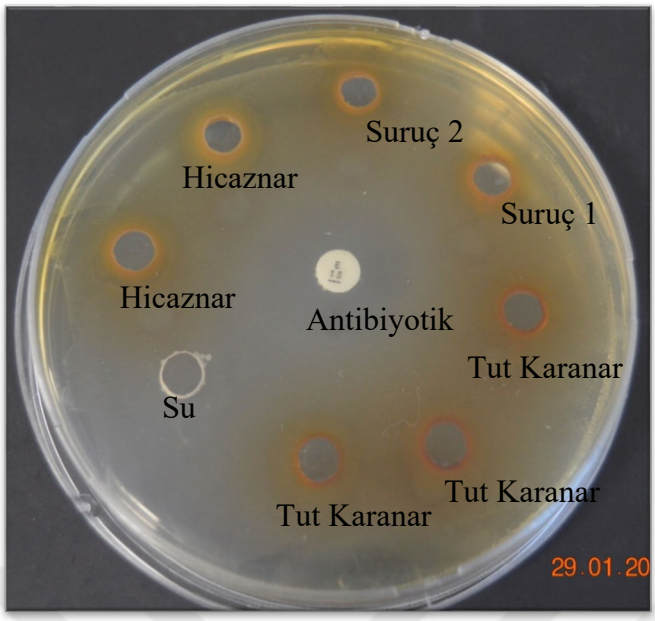
4.4.1. Antibakteriyal ve Antidiyabetik Aktivitenin Belirlenmesi

Nar suyu ve nar kabuğunun antibakteriyal özellikleri, *Escherichia coli, Enterococcus faecalis, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus* patojen mikroorganizmaları üzerinde araştırılmış ve sonuçları Çizelge 4.20.'de verilmiştir. *Staphylococcus aureus* (Şekil 4.1.) ve *Escherichia coli*'e (Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.) karşı tüm örnekler antibakteriyal aktivite göstermiştir. *Escherichia coli'*ye karşı en yüksek antibakteriyal aktivite Tut Karanar'ının suyunda (17mm) tespit edilmiştir. Bu aktivite pozitif kontrol olarak kullanılan standart antibiyotik eritromisin (11 mm) gösterdiği aktiviteden yüksek ve tetrasiklinin (22 mm) gösterdiği aktiviteden düşüktür. *Enterococcus faecalis'*e karşı ise en yüksek antibakteriyal aktivite 13 mm inhibisyon zonu ile Hicaznar'ının suyunda tespit edilmiştir. Bu aktivite pozitif kontrol olarak kullanılan standart antibiyotik eritromisin (22 mm) gösterdiği aktiviteden düşük ve tetrasiklinin (14 mm) gösterdiği aktiviteden yüksektir. *Pseudomonas aeruginosa'*a karşı ise en yüksek antibakteriyal aktivite 14 mm inhibisyon zonu ile Tut Karanar'ının suyunda tespit edilmiştir. Bu aktivite pozitif kontrol olarak kullanılan standart antibiyotik eritromisin (21 mm) gösterdiği aktiviteden düşük ve tetrasiklinin (12 mm) gösterdiği aktiviteden yüksektir. *Staphylococcus aureus*'a karşı ise en yüksek antibakteriyal aktivite 14 mm

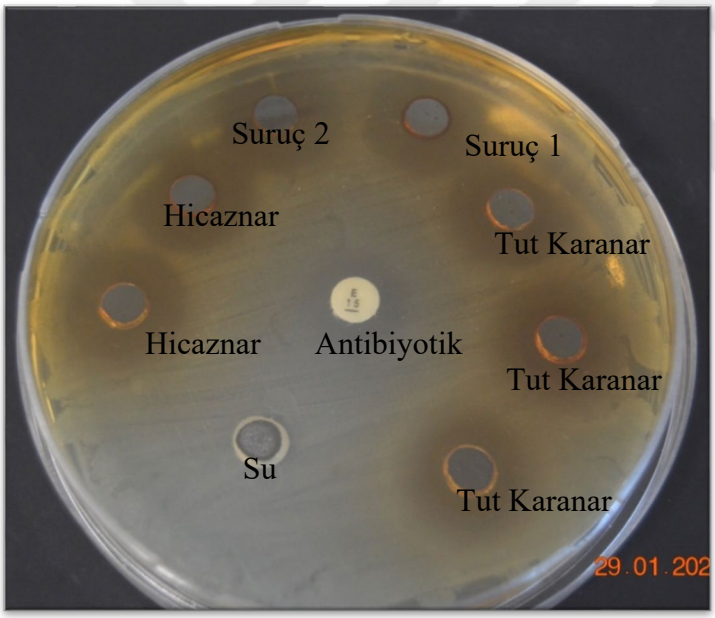
inhibisyon zonu ile Suruç 1 ve Suruç 2 çeşitlerinin suyunda tespit edilmiştir. Bu aktivite pozitif kontrol olarak kullanılan standart antibiyotik eritromisin (20 mm) gösterdiği aktiviteden düşük ve tetrasiklinin (14 mm) gösterdiği aktiviteden yüksektir. Oraki ve ark. (2011), Hicaznar'ının kabuğunda *E.coli'ye* ve *S.aureus'a* karşı sırasıyla 31.93 ± 0.55 mm ve 20.50 ± 0.60 mm inhibisyon zonuna sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Gram-pozitif bakterileri arasında, *E. faecalis, S. aureus'tan* daha dirençlidir. Nar dokularının antibakteriyal aktivitesi fenolik içeriklerle yakından ilişkilidir. Nar suyunun farklı mikroorganizmalara karşı gösterdikleri antibakteriyal aktivite ile toplam fenolik madde miktarı arasında yüksek korelasyon tespit edilmiştir (R^2>0.93). Kabuk ekstraktlarında ise R^2>0.37 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.20. Nar suyu ve kabuğunun antibakteriyal aktiviteleri (ND= tespit edilmedi.)

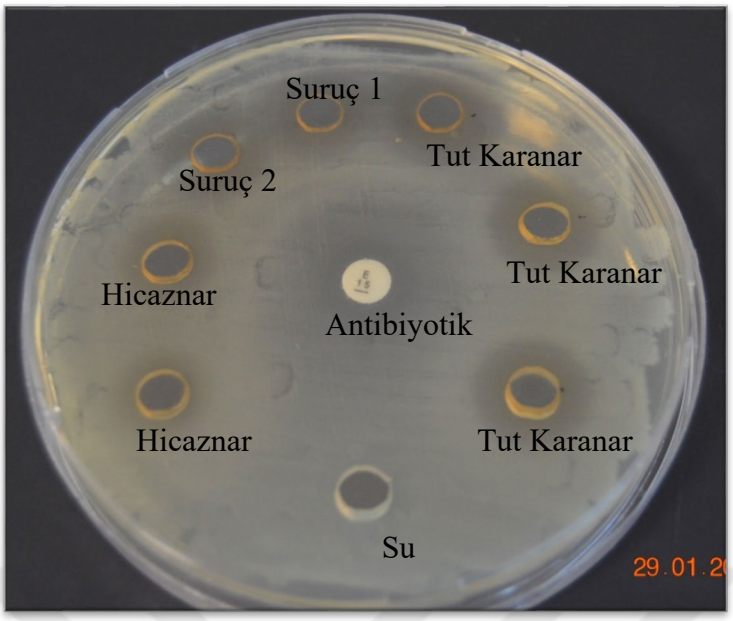
NAR	*E. coli*	*E. faecalis*	*P. aeruginosa*	*S. aureus*
TUT KARANAR (NAR SUYU)	14 mm	10 mm	14 mm	11 mm
SURUÇ 1 (NAR SUYU)	10 mm	12 mm	ND	14 mm
SURUÇ 2 (NAR SUYU)	9 mm	11 mm	ND	14 mm
HİCAZNAR (NAR SUYU)	11 mm	13 mm	9 mm	9 mm
TUT KARANAR (KABUK)	12 mm	6 mm	9 mm	8 mm
SURUÇ 1 (KABUK)	11 mm	ND	ND	6 mm
SURUÇ 2 (KABUK)	10 mm	ND	ND	6 mm
HİCAZNAR (KABUK)	11 mm	9 mm	10 mm	11 mm
ERİTROMİSİN	11 mm	22 mm	21 mm	20 mm
TETRASİKLİN	22 mm	14 mm	12 mm	14 mm



Şekil 4.1. Nar kabuklarının *S.aureus*'a karşı inhibisyonu



Şekil 4.2. Nar kabuklarının *E.coli*'ye karşı inhibisyonu



Şekil 4.3. Nar sularının *E.coli*'ye karşı inhibisyonu

Nar suyu ve nar kabuğunda, *in vitro* α-glukosidaz ve α-amilaz inhibe edici aktiviteler için ölçülmüştür. Sonuçlar IC_{50} değeri olarak ifade edilmiş Çizelge 4.21.'de verilmiştir. Sonuç olarak α-amilaz inhibe edici aktivite belirlenmezken, α-glukosidaz inhibe edici aktiviteside sadece Tut Karanar'ı ve Suruç 1'in hem nar suyunda hem de kabuğunda belirlenmiştir. Kam ve ark. (2012), nar kabuğunda metanolik ekstraktın, α-amilazı inhibe etmede yetersiz olduğunu, IC_{50} değeri 0.84 mg/mL olarak α-glukosidaz enzimini inhibe edebildiğini bildirmiştir. IC_{50} değeri küçüldükçe örneklerin alfa glukozidaz enzimini inhibisyon aktivitesi artar. Buna göre sıralama Tut Karanar suyu>Suruç 1 nar suyu>Tut Karanar kabuğu>Suruç 1 kabuğu şeklindedir.

Çizelge 4.21. Nar suyu ve kabuğunun antidiyabetik aktiviteleri

NAR	α glukosidaz IC_{50} (mg/mL extract)	α-amilaz IC_{50} (mg/mL extract)
TUT KARANAR (NAR SUYU)	0.006±0.003[d]	ND
SURUÇ 1 (NAR SUYU)	0.03±0.002[c]	ND
SURUÇ 2 (NAR SUYU)	ND	ND
HİCAZNAR (NAR SUYU)	ND	ND
TUT KARANAR (KABUK)	0.48±0.09[a]	ND
SURUÇ 1 (KABUK)	0.59±0.08 [a]	ND
SURUÇ 2 (KABUK)	ND	ND
HİCAZNAR (KABUK)	ND	ND

[abcd] Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$) (ND= tespit edilmedi.)

4.5. İstatistiksel Karşılaştırma

Nar suyu ve nar kabuğunda yapılan analizler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları Çizelge 4.22. ve Çizelge 4.23.'de verilmiştir. İstatistiksel olarak ($p<0.01$) nar suyunda toplam antosiyanin ile kondanse olabilen tanen ($R^2=0.993$) ve toplam flavanoid ile antioksidan ($R^2=0.999$) arasında anlamlı olarak tespit edilmiştir. Nar kabuğunda toplam flavanoid madde ile toplam antosiyanin ($R^2=0.991$) arasında anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Nar suyunda ve nar kabuğunda fenolik maddenin antioksidan inhibisyon aktiviteleri sırasıyla % 98.5 ve % 87.4 katkıda bulunduğu anlamına gelmektedir. Nar kabuğu aynı zamanda % 77.7 α-glukosidaz inihibe ettiği tespit edilmiştir. Derakhshan ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada tüm örneklarde (nar kabuğu, suyu ve tohum) antioksidan ile fenolik madde $R^2=0.78$ ve flavanoid arasında $R^2=0.95$ belirlemişlerdir. Elfalleh ve ark. (2011) altı çeşit Tunus narında yaptığı çalışmada nar kabuğunda FRAP ile antosiyanin $R^2=0.800$ ve hidrolize tanen arasında $R^2=0.788$ ($p<0.05$) anlamlı olduğunu tespit etmiştir. Önceki çalışmalarla yaptığımız çalışma benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.22. Nar suyunda yapılan analizler arasındaki korelasyon

	TPM	TFM	TAM	KOT	HET	ANTİOKSİDAN	IC_{50}
TPM	1						
TFM	0.984[b]	1					
TAM	0.183	0.181	1				
KOT	0.204	0.181	0.993[a]	1			
HET	0.743	0.745	0.790	0.789	1		
ANTİOKSİDAN	0.985[b]	0.999[a]	0.141	0.143	0.718	1	
IC_{50}	-0.144	-0.284	-0.609	-0.516	-0.563	-0.250	1

a.b= korelasyon sırasıyla 0.01 ve 0.05 düzeyinde anlamlıdır. TPM=toplam fenolik madde; TFM= toplam flavanoid madde; TAM=toplam antosiyanin; KOT=kondanse olabilen tanen; HET=hidrolize edilebilir tanen; Antioksidan DPPH, ABTS, FRAP ve CUPRAC değerlerinin ortalaması; IC_{50}= α-glukosidaz inhibisyonu

Çizelge 4.23. Nar kabuğunda yapılan analizler arasındaki korelasyon

	TPM	TFM	TAM	KOT	HET	ANTİOKSİDAN	IC_{50}
TPM	1						
TFM	0.891	1					
TAM	0.823	0.991[a]	1				
KOT	0.926[b]	0.659	0.553	1			
HET	0.974[b]	0.804	0.719	0.969[b]	1		
ANTİOKSİDAN	0.874	0.957[b]	0.936[b]	0.692	0.848	1	
IC_{50}	0.777	0.740	0.712	0.628	0.632	0.542	1

a.b= korelasyon sırasıyla 0.01 ve 0.05 düzeyinde anlamlıdır. TPM=toplam fenolik madde; TFM= toplam flavanoid madde; TAM=toplam antosiyanin; KOT=kondanse olabilen tanen; HET=hidrolize edilebilir tanen; Antioksidan DPPH, ABTS, FRAP ve CUPRAC değerlerinin ortalaması; IC_{50}= α-glukosidaz inhibisyonu

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapılan çalışmalar nar suyunun insan beslenmesinde ve sağlığının korunmasında önemli bir gıda maddesi olduğunu ortaya koymuştur. Son dönemlerde yapılan birçok çalışma nar kabuğunu konu almaktadır. Nar kabuğunun önemli bir fitokimyasal kaynak olduğu ortaya konulmuştur.

Bu tez kapsamında Adıyaman Tut ilçesinde bulunan ve nadir görülen Karanar, Şanlıurfa Suruç ilçesinde son dönemler de üretimi azalan Suruç Kara çeşitleri ve nar çeşitleri içerisinde en fazla tüketimi olan Hicaznar'ının hem nar suyu hem de kabuğunun fiziksel, fizikokimyasal, biyoaktif ve biyolojik aktiviteleri incelenmiştir.

Yapılan çalışma sonucu olarak Tut Karanar, Suruç 1 ve Suruç 2 diye sınıflandırdığımız Suruç Kara çeşitleri ekşi nar sınıfında iken Hicaznar'ı mayhoş nar sınıfına girmektedir. Tut Karanar ve Suruç 1 endüstriyel olarak tüketime uygunken, Suruç 2 çeşidi Hicaznar'ı gibi hem sofralık hem de meyve suyu sanayisinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Tut Karanar'ı, Suruç Kara ve Hicaznar'ı ile kıyaslanarak incelenmiştir. Güncel bilgiler ile de kıyaslandığında analiz yaptığımız nar meyvelerinin biyoaktif ve biyolojik aktivitelerinin yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle nar çeşitlerimizin fonksiyonel bir gıda olduğu düşünülmektedir. Son yıllarda ortaya çıkan hastalıklar ve salgınlar nedeniyle tüketici eğilimi fonksiyonel gıdalara doğru kaymaktadır. Kullandığımız nar çeşitlerinin kabuklarının da biyoaktif aktiviteleri yüksek bulunduğundan dolayı fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada nar suyu ve nar kabuğunun biyolojik aktiviteleri de incelenmiştir. Bu meyvelerin içinde sakladığı özellikleri ortaya çıkarmak, hastalıklara karşı etkisini belirlemek ve nutrigenomikler, proteomikler tekniklerle beslenme yöntemlerinin araştırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, ülkemiz farklı genlere sahip nar çeşidi barındırdığından, farklı gen olan Tut Karanar'ının fizikokimyasal ve biyolojik özellikleri belirlenmiştir. Üretimi azalan veya tüketici tercihinden dolayı başka nar çeşitlerine aşılandığı düşünülen Suruç Kara çeşidinin biyoaktif ve biyolojik aktivitelerinden dolayı yok olmaması düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan nar çeşitlerinin nar suyu ve kabuklarının biyoaktif ve biyolojik etkilerinden dolayı gıda ve ilaç sektöründe kaynak olarak kullanılabilirler.

KAYNAKLAR

ACAR, J., 1988. Meyve ve Sebze Suyu Üretim Teknolojisi. Çeviri, "Ulrich Schobinger- Handbuch der Lebensmittel Technologie, Frucht und Gemusseseafte"Hacettepe Üniversitesi, Beytepe, Ankara, 602s.

AKALIN, A.C., 2011. Nar Şaraplarında Antioksidan Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2-17s.

AKBARPOUR, V., HEMATI, K., and SHARIFANI, M., 2009. Physical and Chemical Properties of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit in Maturation Stage. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci*., 6(4):411-416.

ALASTAF, S., 2019. Nar Dokularından Elde Edilen Ekstraktların Biyolojik Ve Antimikrobiyal Aktiviteleri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 11-51s.

AL-MAIMAN, S. A., and AHMAD, D., 2002. Changes in Physical and Chemical Properties During Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit Maturation. *Food Chemistry*, 76: 437–441.

ALPER, N., 2001. Nar Suyu Üretimi Üzerine Araştırmalar. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 172s.

AMRİ, Z., ZAOUAY, F., LAZREG-AREF, H., SOLTANA, H., MNERİ, A., MARS, M., and HAMMAMİ, M., 2017. Phytochemical Content, Fatty Acids Composition and Antioxidant Potential of Different Pomegranate Parts: Comparison between Edible and Non Edible Varieties Grown in Tunisia.*International journal of biological macromolecules*, 104:247-280.

ANADOLU AJANSI. Erişim: Mayıs 2021. https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/turkiyenin-nar-ihracati-2020de-rekor-kirdi/2155288.

APAK, R., GÜÇLÜ K., DEMİRATA, B., ÖZYÜREK, M., ÇELİK, S. E., BEKTAŞOĞLU, B., BERKER, K. I., and ÖZYURT, D., 2007. Comparative Evaluation of Various Total Antioxidant Capacity Assays Applied to Phenolic Compounds with the CUPRAC Assay. *Molecules*, 12(7):1496-1547.

ARAÚJO, S.J., CHAMBÓ, D.E., COSTA, A.M., CAVALCANTE DA SİLVA, M.S., LOPES DE CARVALHO, A.C., and ESTEVİNHO, M.L., 2017. Chemical composition and biological activities of mono-and heterofloral bee pollen of different geographical origins. *International Journal of Molecular Science*, 18(5):921.

BARONE, E., CARUSO, T., MARRA, F. P., and SOTTİLE, F., 2000. Preliminary observations on some Sicilian pomegranate (Punica granatum L.) varieties. *Options méditerranéennes. Série A, Séminaires méditerranéens*, (42):137-141

BENZİE, I. F., and STRAİN, J. J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, *239*(1): 70-76.

BLOİS, M. S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, *181*(4617): 1199-1200.

CEMEROĞLU, B., 2004. Meyve Sebze İşleme Teknolojisi.1. Cilt. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, 301-303.

CEMEROĞLU, B., YEMENİCİOĞLU, A., ve ÖZKAN, M., 2004. Meyve ve sebzelerin bileşimi. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, 1. Cilt, Bizim Büro Basımevi, Ankara, s.1- 188.

CEMEROĞLU, B., 2007. Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 34, Ankara.

CEMEROĞLU, B., 2010. Gıda Analizleri Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34 s.1-418.

CLIFFORD, M. N., and SCALBERT, A., 2000. Ellagitannins-nature, occurrence and dietary burden. J Sci Food Agric., 80:1118–1125.

ÇAM, M., 2009. Basınçlı Solvent Ekstraktörü Kullanılarak Nar Kabuğu ve Çekirdeğinin Antioksidan Bileşiklerin Su ile Ekstraksiyonu, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 151-154s.

DEMİR, T., AKPINAR, Ö., HAKİ, K. A. R. A., ve GÜNGÖR, H., 2019. Nar (Punica granatum L.) kabuğunun in vitro antidiyabetik, antienflamatuar, sitotoksik, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi. *Akademik Gıda*, *17*(1), 61-71.

DERAKHSHAN, Z., FERRANTE, M., TADİ, M., ANSARİ, F., HEYDARİ, A., HOSSEİNİ, M. S., CONTİ, G. O., and SADRABAD, E. K., 2018. Antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic extract of pomegranate peels, juice and seeds. *Food and chemical toxicology*, *114*: 108-111.

DHİLLON, G.S., KAUR, S., and BRAR, S.K., 2013. Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27: 789–805.

ELFALLEH, W., TLİLİ, N., NASRİ, N., YAHİA, Y., HANNACHİ, H., CHAİRA, N., YİNG. M., and FERCHİCHİ, A., 2011. Antioxidant capacities of phenolic compounds and tocopherols from Tunisian pomegranate (Punica granatum) fruits. *Journal of food science*, *76*(5): 707-713.

FAWOLE, O.A., MAKUNGA, N.P., and OPARA, U.L., 2012. Antibacterial, antioxidant and tyrosinase-inhibition activities of pomegranate fruit peel methanolic extract. *Complementary and Alternative Medicine*, 12: 200-211.

FERRARA, G., CAVOSKI, I., PACIFICO, A., TEDONE, L., and MONDELLI, D., 2011. Morpho-pomological and chemical characterization of pomegranate *(Punica granatum L.)* genotypes in Apulia region, Southeastern Italy. Sci.Hortic., 130: 99-606.

FİSCHER, U.A., CARLE, R., and 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: 807-821.

FU, L., XU, B.T., XU, X.R., GAN, R.Y., ZHANG, Y., XİA, E.Q., and Lİ, H.B., (2011). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. Food Chemistry, 129: 345-350.

GIL, M. I., GARCIA-VIGUERA, C., ARTES, F., and TOMAS-BARBERAN, FA., 1995. Changes in Pomegranate Juice Pigmentation During Ripening. Journal Agric Food Chem., 48: 4581-4589.

GIL, M. I., TOMAS-BARBERAN, F. A., HESS-PIERCE, B., HOLCROFT, D.M. and KADER, A. A., 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationshipwith phenolic composition and processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 4581-4589.

GİUSTİ, M. M., and WROLSTAD, R.E., 2001. Characterization and measurement of Antocyanins by UV- Visible Spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, F1.2.1- F1.2.13.

GOULD, A.W., 1977. Food Quality Assurance. The AVI Publ. Co. Inc. USA. 314s.

GÖZLEKCI, S., SARAÇOĞLU, O., ONURSAL, E., and ÖZGEN, M., 2011. Total phenolic distribution of juice, peel, and seed extracts of four pomegranate cultivars. Phcog Mag, 7: 161-4.

GÖKPINAR, Ş., KORAY, T., AKÇİÇEK, E., GÖKSAN, T., ve DURMAZ, Y. 2006. Algal Antioksidanlar. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 23: 85-89.

GÖLÜKCÜ, M., TOKGÖZ, H., ve ÇELİKYURT, M. A., 2008. Nar Çekirdeğinin Bazı Özellikleri ve Nar Çekirdeği Yağının Yağ Asiti Bileşimi. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, s.1-8, Antalya.

GREEN, R. C., 2007. Physıcochemıcal Propertıes And Phenolıc Composıtıon Of Selected Saskatchewan Fruıts: Buffaloberry, Chokecherry And Sea Buckthorn. Doctoral Thesis, 318p, Saskatoon.

GUO, C., YANG, J., WEI, J., LI, Y., XU, J., and JIANG, Y., 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. Nutrition Research, 23:1719-1726.

GÜLER, A., ve YILDIRIM, F., (2016). Farklı Bölgelerde Yetişen Hicaznar (Prunica garanatum L.) Meyvelerinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması. Ziraat Fakültesi Dergisi, 11 (1): 54-62 .

GÜNDOĞDU, M., YILMAZ, H., ve ŞENSOY, R. İ. G., 2010. Şirvan (Siirt) Yöresinde Yetiştirilen Narların Pomolojik Özellikleri (Araştırma Makalesi). YYÜ TAR BİL DERG, 20(2): 138-143.

GÜNDOĞDU, M., YILMAZ, H., ve CANAN, İ., 2015. Nar (Punica granatum L.) Çeşit ve Genotiplerin Fizikokimyasal Karakterizasyonu. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 1: 57–65.

GÜNÖZ, H., SAKA, N., DARENDELİLER, F., BUNDAK, R., ve NEYZİ, O., 1993. Endokrin sistem ve hastalıkları: Diabetes Mellitus. O. Neyzi ve T. Ertuğrul (Ed.) Pediatri (624–649). İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.

HÄKKİNEN, S.H., KARENLAMPİ, S.O., MYKKANEN, H. M., HEİNONEN, I. M., and TÖRRÖNEN,A.R., 2000. Ellagic acid content in berries: ınfluence of domestic processing and storage, European Food Research and Technology, 212: 75-80.

HARBORNE, J. B., and WİLLİAMS C. A., 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, *55*(6): 481-504.

HUANG, D., OU, B., and PRİOR, R.L., 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53:1841-1856.

İZOL, G., 2012. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Yetiştirilen Zivzik ve Görümlü Narlarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Harran Üniversites,

Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 5-73.

KAM A., Lİ KM., RAZMOVSKİ-NAUMOVSKİ V., NAMMİ S., SHİ J., CHAN K., and Lİ GQ., 2012. A Comparative Study on the Inhibitory Effects of Different Parts and Chemical Constituents of Pomegranate on Upalpha-Amylase and Upalpha-Glucosidase. Faculty of Pharmacy, University of Sydney, NSW 2006, Australia. Phytotherapy Research 27: 1614-20.

KARAASLAN, M., VARDİN, H., VARLIKLIÖZ, S., and YILMAZ, F.M. 2014. Antiproliferative and antioxidant activities of Turkish pomegranate (Punica granatum L.) accessions. International Journal of Food Science and Technology, 49: 82-90.

KARACA, E., 2011. Nar suyu konsantresi üretiminde uygulanan bazı işlemlerin fenolik bileşenler üzerine etkisi. C.U. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 8-144.

KHAN, N., AFAQ, F., KWEON, M. H., KİM, K., and MUKHTAR, H., 2007. Oral consumption of pomegranate fruit extract inhibits growth and progression of primary lung tumors in mice. Cancer Res, 67: 3475–3482.

KİM, N. D., MEHTA, R., YU, W., NEEMAN, I., LİVNEY, T., AMİCHAY, A., POİRİER, D., NİCHOLLS, P., KİRBY, A., JİANG, W., MANSEL, R., RAMACHANDRAN, C., RABİ, T., KAPLAN, B., and LANSKY, E., 2002. Chemopreventive and adjuvant therapeutic potential of pomegranate (*Punica granatum*) for human breast cancer. Breast Cancer Research and Treatment, 71: 203–217.

KOCA, N., ve KARADENİZ, F., 2005. Gıdalardaki doğal antioksidan bileşikler. Gıda, 30: 229–236.

KOCA, İ., KARADENİZ, B., ve TURAL, S., 2006. Antosiyaninlerin antioksidan Aktivitesi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu, 133.

KULKARNI, A. P., and ARADHYA, S. M., 2005. Chemical changes and antioksidant activity in pomegranate arils during fruit development. Food Chemistry, 93: 319-324.

KURT, H., ve ŞAHİN, G., 2013. Bir Ziraat Coğrafyası Çalışması: Türkiye'de Nar (Punica granatum L.) Tarımı. Marmara Coğrafya Dergisi 27: 551-574.

LANSKY, E., SHUBERT, S., and NEEMAN, I., 1998. Pharmacological and therapeutical properties of pomegranate. In Proceedings 1st International Symposium on Pomegranate; CIHEAM, Orihuela, Spain, 231-235.

LANSKY, E. P., and NEWMAN, R. A., 2005. *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. Journal of Ethnopharmacology, 109: 177–206.

LI, Y., GUO, C., YANG, J., WEI, J., XU, J., and CHENG, S., 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract, Food Chemistry, 96: 254-260.

Lİ, X., WASİLA, H., LİU, L., YUAN, T., GAO, Z., ZHAO, B., and AHMAD, I., 2015. Physicochemical characteristics, polyphenol compositions and antioxidant potential of pomegranate juices from 10 Chinese cultivars and the environmental factors analysis. *Food Chemistry*, 175: 575-584.

MAI, T. T., THU, N. N., TIEN, P. G., and CHUYEN, N. V., (2007). Alpha-Glucosidase Inhibitory and Antioxidant Activities of Vietnamase Edible

Plants and Their Relationships with Polyphenol Contents. Journal of Nutritional Science and Vitaminolgy, 53: 267-276.
MANASATHİEN, J., INDRAPİCHATE, K., and INTARAPİCHET, K. O., 2012. Antioxidant activity and bioefficacy of pomegranate *Punica granatum* Linn. peel and seed extracts. *Global Journal of Pharmacology*, 6(2): 131-141.
MARGALİT, I, 2004. Concepts in Wine Technology. The Wine Appreciation Guilt, 263, San Francisco.
MARTENS, S., and MİTHÖFER, A., 2005. Flavones and flavone synthases. *Phytochemistry*, *66*(20): 2399-2407.
MARTINEZ, J. J., MELGAREJO, P., HERNANDEZ, F., SALAZAR, D. M., and MARTINEZ, R., 2006. Seed characterisation of five new pomegranate (Punica granatum L.) varieties. Scientia Horticulturae, 110: 241–246.
MASKAN, M., 2004. Production of pomegranate (*Punica granatum* L.) juice concentrate by various heating methods: colour degradation and kinetics. Journal of Food Engineering, 72: 218–224.
MCDOUGALL, G. J., SHPRİO, F., DOBSON, P., SMİTH, P., BLAKE, A., and STEWART, D., 2005. Different Polyphenolic Components of Soft Fruits Inhibit α-Amylase and α-Glucosidase. *Journal of agricultural and food chemistry*, *53*(7): 2760-2766.
MENA, P., GARCIA-VIGUERA, C., NAVARRO-RICO, J., MORENO, D.A., BARTUAL, J., SAURA, D., and MARTI, N., 2011. Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. J. Sci. Food Agric., 91 (10): 1893–1906.
MENA, P., VEGARA, S., MARTÍ, N., GARCÍA-VİGUERA, C., SAURA, D., and VALERO, M., 2013. Changes on indigenous microbiota, colour, bioactive compounds and antioxidant activity of pasteurised pomegranate juice. *Food Chemistry*, 141: 2122–2129.
MİLLER, N. J., RİCE-EVANS, C., DAVİES, M. J., GOPİNATHAN, V., and MİLNER, A., 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and ıts application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical science*, *84*(4): 407-412.
MOON, J.K., and SHİBAMOTO, T., 2009. Antioxidant Assays for Plant and Food Components. J. Agric. Food Chem, 57: 1655–1666.
MUHACİR-GÜZEL, N., TÜRKYILMAZ, M., YEMİŞ, O., TAĞİ, S., and ÖZKAN, M., 2014. Changes in Hydrolysable and Condensed Tannins of Pomegranate (Punica Granatum L., Cv. Hicaznar) Juices From Sacs and Whole Fruits During Production and Their Relation with Antioxidant Activity. Lwt - FoodScience and Technology, 59(2): 933-940.
NİZAMLIOĞLU, N. M., ve NAS, S., 2010. Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri. Electronic Journal of Food Technologies, 5(1): 20-35.
OKATAN, V., ÇOLAK, A. M, GÜÇLÜ, S. F., ve GÜNDOĞDU, M., 2018. Türkiye'nin doğusunda yetiştirilen bazı nar (Punica granatum L.) genotiplerinde antioksidan bileşiklerin ve mineral içeriğinin karşılaştırılması. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, *17*(4): 17.
OMOREGIE, E. H., FOLASHADE, K. O., IBRAHIM, I., NKIRUKA, O. P., SABO, A. M., KOMA, O. S., and IBUMEH, O. J., 2010. Phytochemical Analysis

and Antimicrobial Activity of Punica granatum L. (fruit bark and leaves), *New York Science Journal*, 3 (12): 91-98.

ONUR, C., TİBET, H., ve IŞIK, E. A., 1999. Melezleme yoluyla nar (*Punica granatum* L.) çeşit ıslahı. Türkiye III. Bahçe Bitkileri Kongresi, Ankara Üniversitesi Basımevi, 58-61.

ORAK, H.H., YAGAR, H., and SELEN ISBİLİR, S. 2012. Comparison of antioxidant activities of juice, peel, and seed of pomegranate (*Punica granatum* L.) and ınter-relationships with total phenolic, tannin, anthocyanin, and flavonoid contents. *Food Science Biotechnology*, 21(2): 373-387.

OU, B., HUANG, D., HAMPSCH-WOODILL, M., FLANAGAN, J. A., and DEEMER, E. K., 2002. Analysis of Antioxidant Activities of Common Vegetables E ploying Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Assays: A Comparative Study. J. Agric. Food Chem. 50: 3122-3128.

ÖZDEN, N.A., AK, B. A.,ve ÖZDEN, M. (2017). Farklı Nar (Punica granatum L.) Çeşitlerinin Pomolojik, Fitokimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasiteleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 21(2): 164- 176.

ÖZGEN, M., DURGAÇ, C., SERÇE, S., and KAYA, C. 2008. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. *Food Chemistry*, 111(3): 703-706.

PELLİ, K., and LYLY, M., 2003. Antioxidants in the Diet. Flair- Flow 4 synthesis report. Instiut National de la Recherche Agronomique, 23, France.

PİETTA, P-G., 2000. Flavonoids as Antioxidants. Journal of Natural Products, 63(7): 1035- 1042.

POYRAZOGLU, E., GOKMEN, V., and ARTIK, N., 2002. Organic acids and phenolic compound in pomegranates (*Punica granatum* L.) grown in Turkey. Journal of Food Composition and Analysis, 15: 567-575.

RADUNİĆ, M., JUKİĆ ŠPİKA, M., and GADŽE, J., 2017. Quality properties of domestic and foreign pomegranate cultivars grown in Croatia. In *IV International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits 1254*: 91-96.

RAJASEKAR, D., AKOH, C. C., MARTINO, K.G., and MACLEAN, D. D., 2012. Physico-chemical characteristics of juice extracted by blender and mechanical pres from pomegranate cultivars grown in Georgia. Food Chemistry, 133: 1383–1393.

RIBÉREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., MAUJEAN, A., and DUBOURDIEAU., 2000. Handbook of Enology, Volume 2: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments. John Wiley and Sons Ltd., England.

RİNALDİ, M., CALİGİANİ, A., BORGESE, R., PALLA, G., BARBANTİ, D., and MASSİNİ, R., 2013. The effect of fruit processing and enzymatic treatments on pomegranate juice composition, antioxidant activity and polyphenols content. *LWT-Food Science and Technology*, 53: 355-359.

ROSENBLAT, M., and AVİRAM, M., 2006. Antioxidative Properties of Pomegranate: *In Vitro* Studies. In: Pomegranates Ancient Roots to Modern Medicine. (Seeram, N.P., Schulman, R. N., Heber, D., -Eds.), Taylor and Francis, 31-45, Boca Raton, FL.

RUMMUN, N., SOMANAH, J., RAMSAHA, S., BAHORUN, T., and NEERGHEEN-BHUJUN, V.S., 2013. Bioactivity of nonedible parts of *Punica granatum* L.: A potential source of functional ingredients, Editör: Remize, F., *International Journal of Food Science*, Article ID 602312, 12.

SAAD H., CHARRİER-EL B., PİZZİ A., RODE K., CHARRİER B., and AYED N., 2012. Characterization of Pomegranate Peels Tannin Extractives. Industrial Crops and Products 40: 239–46.

SALGADO, J. M., FERREİRA, T. R. B., BİAZOTTO, F. DE O., and DİAS, C.T. DOS S., 2012. Increased antioxidant content in juice enriched with dried extract of pomegranate (*Punica granatum*) peel. *Plant Foods for Human Nutrition*, 67: 39–43.

SAMARANAYAKA, A. G. P., and Lİ-CHAN, E. C. Y., 2011. Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment, and potential applications. J Func Foods, 3 (4), 229-254.

SAVRAN, H.E., 1999. Nar suyunda organik asit dağılımı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 46s.

SEERAM, N. P., ADAMS, L. S., HENNİG, S. M., NİU, Y., ZHANG, Y., NAİR, M.G., and HEBER, D., 2005. In vitro antiproliferative, apoptotic and antioxidant activities of punicalagin, ellagic acid and a total pomegranate tannin extract are enhanced in combination with other polyphenols as found in pomegranate juice. Journal of Nutritional Biochemistry, 16:360-367.

SEERAM, N., LEE, R., HARDY, M., and HEBER, D., 2005a. Rapid large scale purification of ellagitannins from pomegranate husk, a by-product of the commercial juice industry. Separation and Purification Technology,41(1): 49-55.

SEERAM, N. P., AVIRAM, M., ZHANG, Y., HENNING, M. S., FENG, L., DREHER M., and HEBER, D., 2008. Comparison of Antioxidant Potency of Commonly Consumed Polyphenol-Rich Beverages in the United States. J.Agric. Food Chem., 56(4): 1415-22.

SEPULVEDA, E., SAENZ, C., PENA, A., ROBERT, P., BARTOLOME, B., and GOMEZ-CORDOVES, C., 2010. Influence of the genotype on the anthocyanin composition, antioxidant capacity and color of Chılean pomegranate (*Punica granatum L.*) Juices.Agric. Res. 70, 50-57.

SHACKEL, K. A., AHMADI, H., BIASI, W., BUCHNER, R., GOLDHAMER, D., GURUSINGHE, S., HASEY, J., KESTER, D., KRUEGER, B., LAMPINEN, B., MCGOURTY, G., MICKE, W., MITCHAM, E., OLSEN, B., PELLETRAU, K., PHILIPS, H., RAMOS, D., SCHEANKL, L., SIBBERT, S., SNYDER, R., SOUTHWICK, S., STEVENSON, M., THORPE, M., WEINBAUM, S., and YEAGER, J., 1997. Plant water status as an index of irrigation need in deciduous fruit trees. Hort Technol.7: 23–29.

SHAHIDI, F., and NACZK, M., 2004. Phenolics in food and nutraceuticals. CRC Press. Chapter 4, Phenolic compounds in fruits and vegetables. 1-110.

SHAN, B., CAI, Y.Z., BROOKS, J.D., and CORKE, C., 2007. The in vitro Antibacterial Activity of Dietary Spice and Medicinal Herb Extracts, International Journal of Food Microbiology, 117: 112-119.

SHWARTZ, E., GLAZER, I, BAR-YA'AKOV, I., MATITYAHU, I., BARILAN, I., HOLLAND, D., and AMIR, R., 2008. Changes in chemical constituents

during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. Food Chem., 965-973.

SİNGH, M., ARSENEAULT, M., SANDERSON, T., MURTHY, V., and RAMASSAMY, C., 2008. Challenges for Research on Polyphenols from Foods in Alzheimer's Disease: Bioavailability, Metabolism, and Cellular and Molecular Mechanisms. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 4855–4873.

SUMNER, M. D., ELLİOTT-ELLER, M., WEİDNER, G., DAUBENMİER, J. J., CHEW, M. H., MARLİN, R., RAİSİN, C. J., and ORNİSH, D., 2005. Effects of pomegranate juice consumption on myocardial perfusion in patients with coronary heart disease. The American Journal of Cardiology, 96, 810–814.

SZAJDEK, A., and BOROWSKA, E. J., 2008. Bioactive Compounds and Health-Promoting Properties of Berry Fruits: A Review 63:147–156.

TANNER, H., and BRUNNER, H. R., 1979. Getränke-analytik. *Verlag Heller Chemie und Verwaltungsgesellschaft, Heinz Paris, Schwabisch Hall*, 57-61.

T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı. Gıda İşleri Genel Müdürlüğü, 1983. Erişim: Eylül 2019. https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/vufind/Record/9110.

TEHRANIFAR, A., ZAREI, M., NEMATI, Z., ESFANDIYARI, B., and VAZIFESHENAS, M. R., 2010. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Sci. Hortic., 126: 180-185.

TEMİZ, M. G., 2009. Nar (*Punica granatum*)'da Farklı Büyüme Düzenleyicilerinin ve Farklı Eksplant Kaynaklarının Somatik Embriyogenesis Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 39s, Adana.

TUNÇ, K., KONCA, T., ve HOŞ, A., 2013. Punica granatum Linn. (nar) bitkisinin antibakteriyel etkisinin araştırılması, SAÜ. Fen Bil. Der, 17(2): 167-172.

TURGUT, D. Y., 2012. Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Bazı Nar (Punica granatum L.) Çeşit ve Genotiplerinde Antioksian Aktiviteleri ve Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 47-54.

TURGUT, S.S., SOYER, A., and IŞIKÇI, F., 2016. Effect of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during refrigerated storage. Meat Science, 116: 126– 132.

TÜRKMEN, I., and EKŞİ, A., 2010. Brix degree and sorbitol/xylitol level of authentic pomegranate *(Punica granatum* L*)* juice. Food Chemistry 127: 1404–1407.

TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU.''Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2020''. Erişim: Haziran 2021. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2020-33737.

TÜRKYILMAZ, M., and OZKAN, M., 2014. Effects of condensed tannins on anthocyanins and colour of authentic pomegranate (Punica granatum L.) juices. Food Chemistry, 164, 324–331.

UYLAŞER, V., ve İNCE, K., 2008. Şaraptaki Antioksidanlar ve Fenolik Bileşikler. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 1151-1154, Erzurum.

ÜNAL, Ç., VELİOĞLU, S., ve CEMEROĞLU, B., 1995. Türk Nar Sularının Bileşim Öğeleri. Gıda, 20(6): 339-345.

VARDİN, H., 2000. Harran Ovasında Yetişen Değişik Nar Çeşitlerinin Gıda Sanayisinde Kullanım Olanakları Üzerine Bir Çalışma. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 4-16.

VARDİN, H., and FENERCİOĞLU, H., 2003. Study on the development of pomegranate juice processing technology: clarification of pomegranate juice. *Nahrung/Food*, 47(5): 300- 303.

VARDİN, H., ve ABBASOĞLU, M., 2004. Nar Ekşisi ve Narın Diğer Değerlendirilme Olanakları. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van, 165-169.

VELİOGLU, Z., ÜNAL, C., and CEMEROGLU, B., 1997. Chemical characterization of pomegranate juice. Fruit Processing, 8, 307-310.

VİUDA-MARTOS, M., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J., and PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A., 2010. Pomegranate and Its Many Functional Components as Related to Human Health: A Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 9(6): 635–654.

YALMANCI, D., 2017. Berrak nar suyu konsantrelerinde işleme sonrası oluşan tortunun kimyasal karakterizasyonu. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 73-82.

YAMAN, S., ÖCAL, Ö., TOPRAK ,Z., AVCI ,F., BEYAZIT, S., ve ÇALIŞKAN, O., 2015. Farklı Yükseltilerde Yetiştirilen "Hicaznar" Çeşidinin Meyve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Meyve Bilimi Dergisi, 2(2): 9-15.

YASHİN, A., YASHİN, Y., XİA, X., and NEMZER, B., 2017. Antioxidant Activity of Spices and Their Impact on Human Health: A Review. *Antioxidants*, *6*(3): 70.

YÜCEL, U., ve ÖTLEŞ, S., 2001. Şarabın bilesimi ve beslenmedeki önemi. Dünya Gıda, 6(5): 79-82.

ZİRAAT MÜHENDİSLERİ ODASI.''Nar Raporu 2019''. Erişim: Haziran 2021. https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=32164&tipi=17&sub0.

EKLER

EK 1 Adıyaman Tut ilçesinde bulunan Karanar ağacı



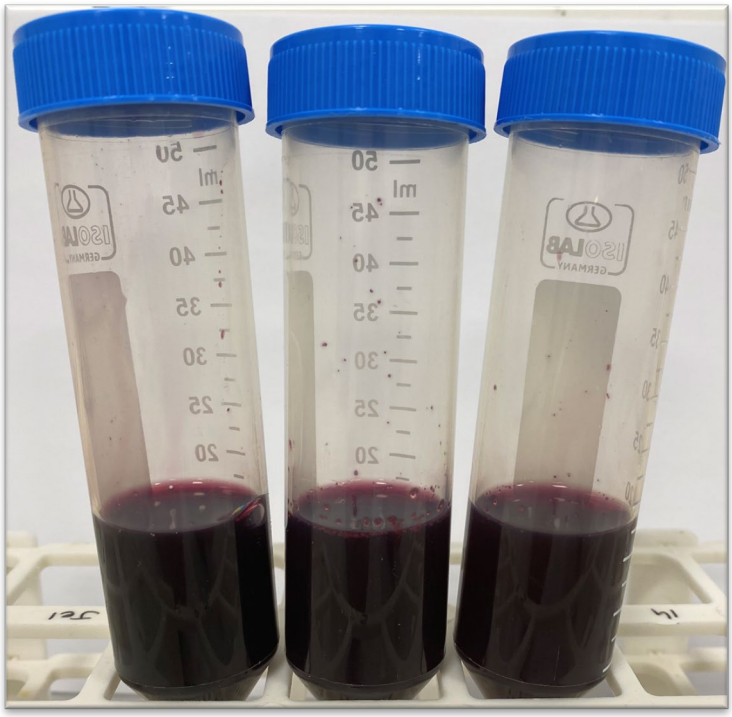
EK 2 Farklı boyutlarda analizde kullanılan nar çeşitleri



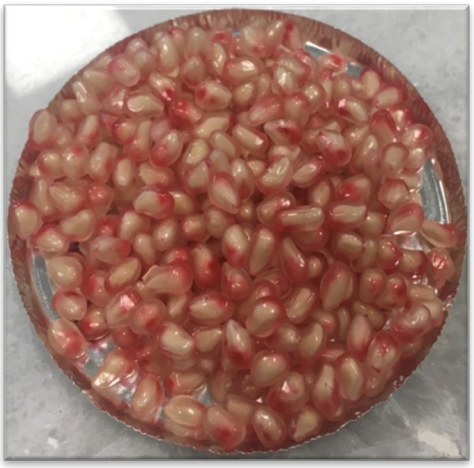
EK 3 Adıyaman Tut Karanar'ının dane, kabuk tozu ve kabuk ekstraktı



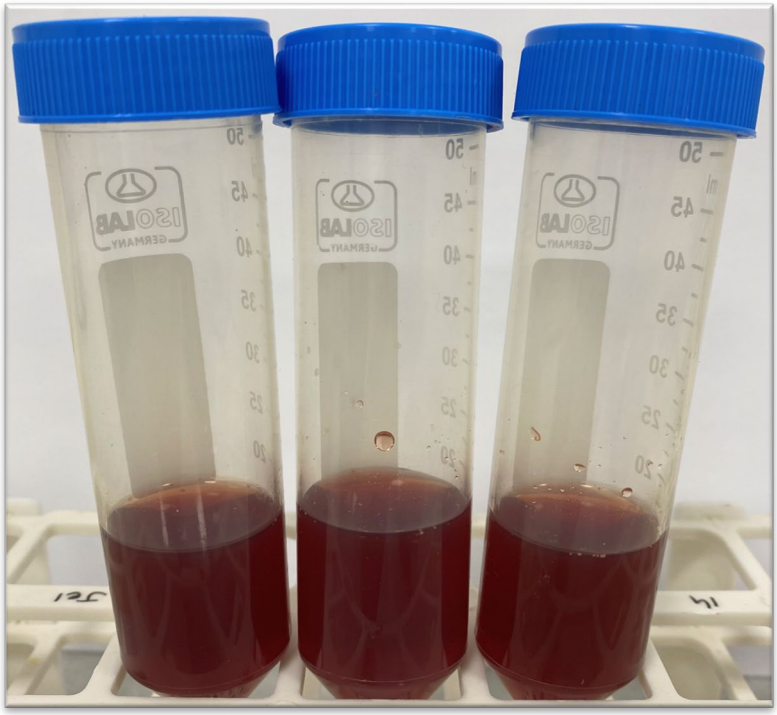




EK 4 Suruç Kara (1) narının dane, kabuk tozu ve kabuk ekstraktı



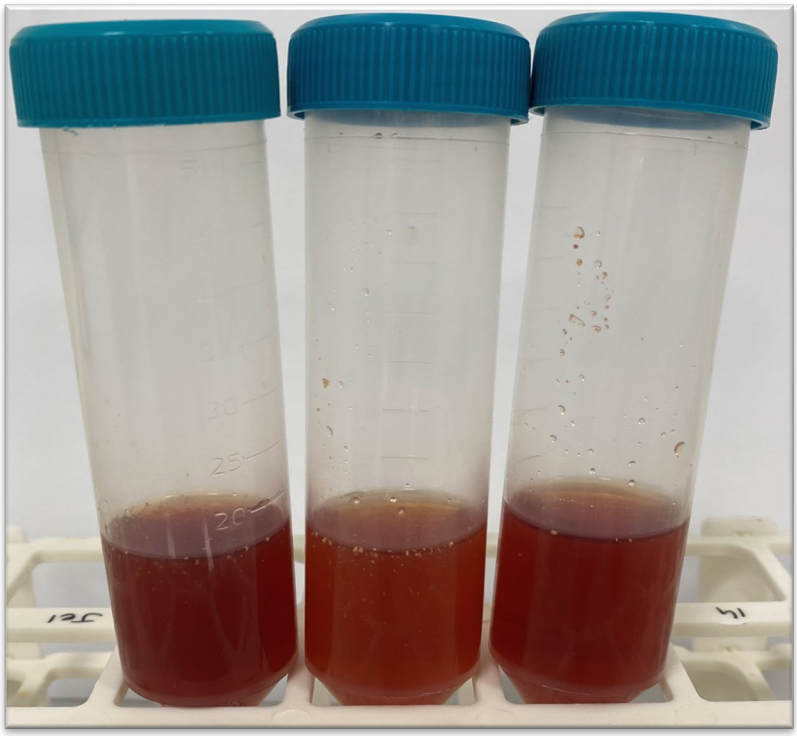




EK 5 Suruç Kara (2) narının dane, kabuk tozu ve kabuk ekstraktı

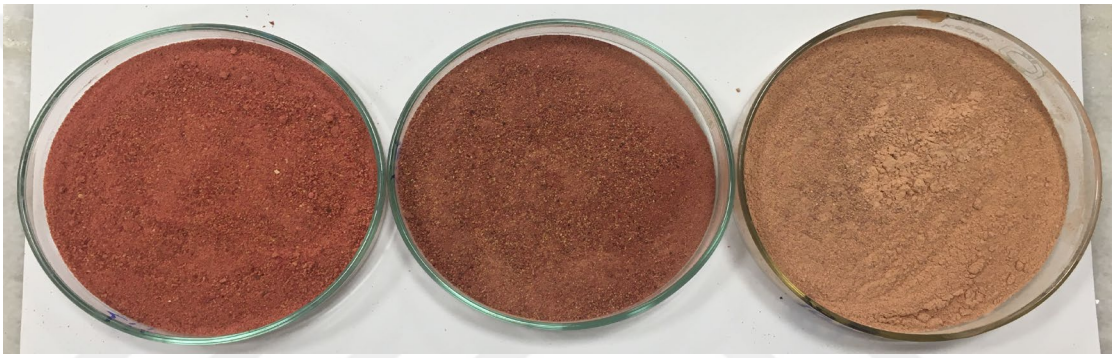


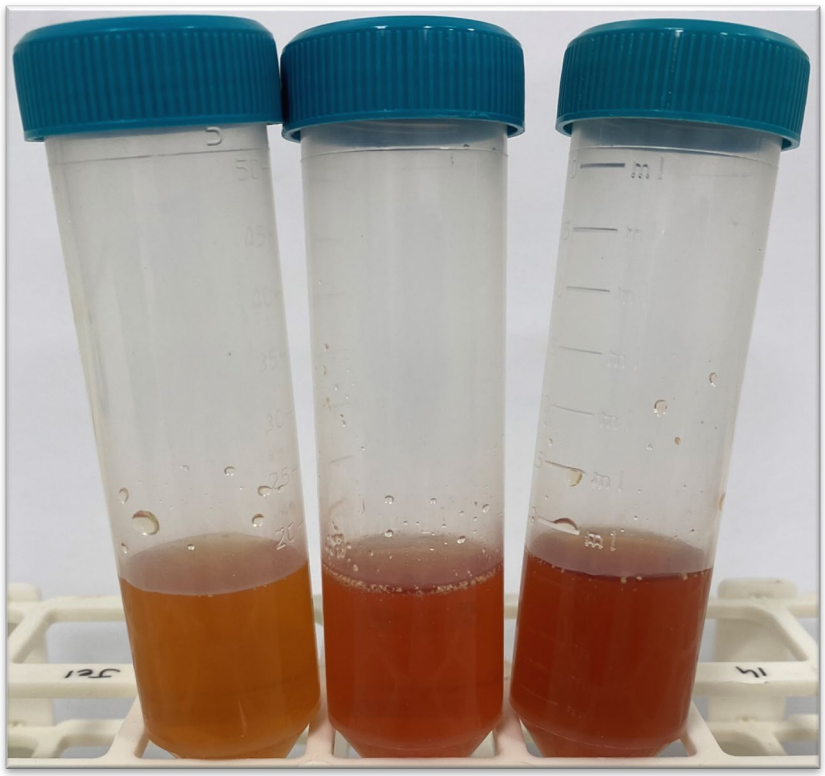


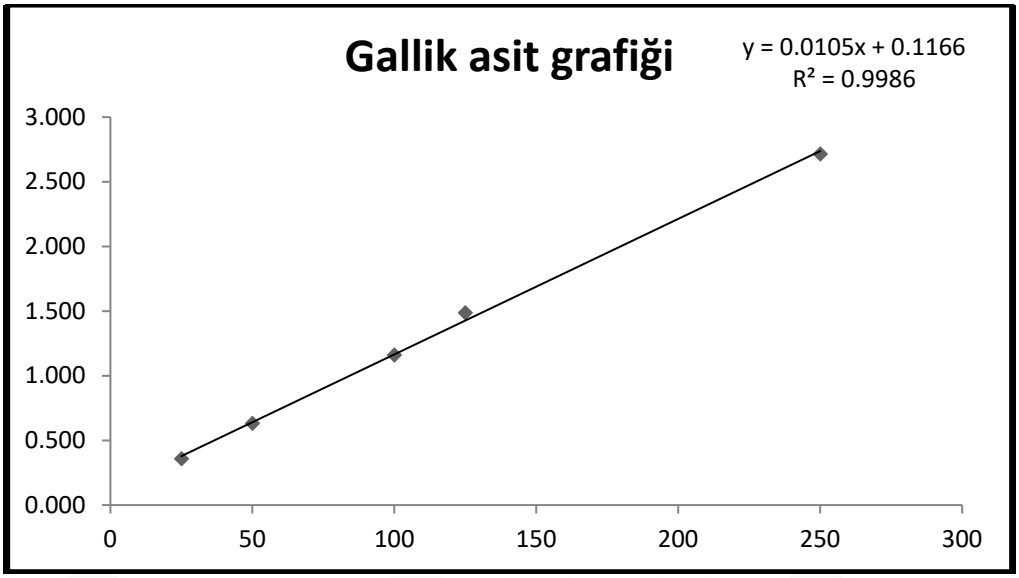


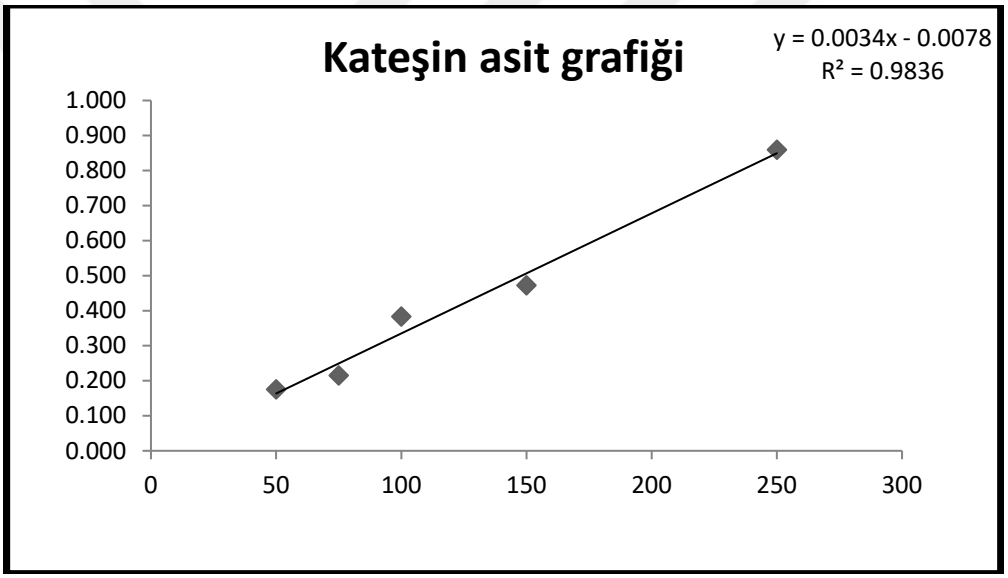
EK 6 Hicaznar'ının dane, kabuk tozu ve kabuk ekstraktı

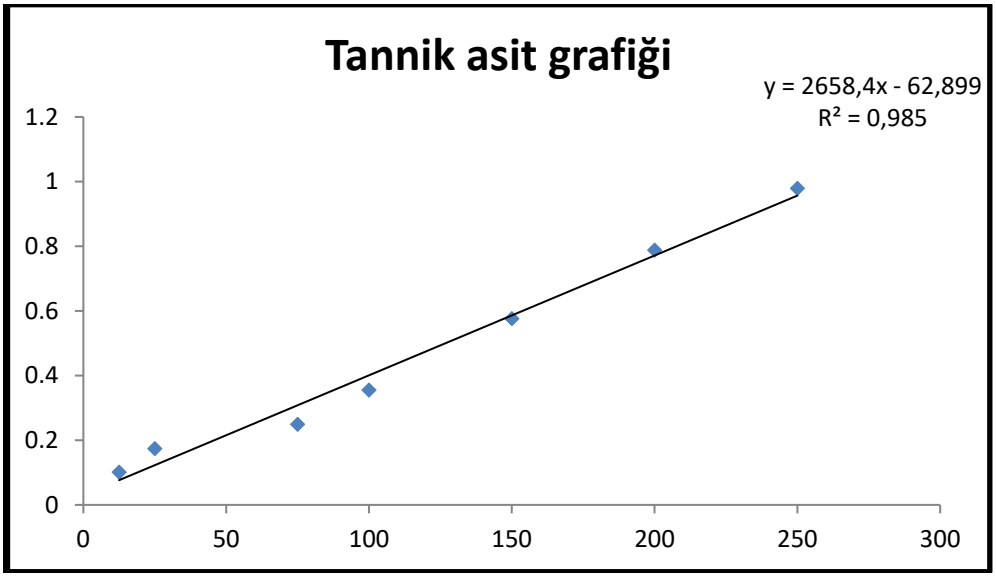







Gallik asit grafiği
y = 0.0105x + 0.1166
R² = 0.9986
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
0.500
0.000
0
50
100
150
200
250
300


Kateşin asit grafiği
y = 0.0034x - 0.0078
R² = 0.9836
1.000
0.900
0.800
0.700
0.600
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100
0.000
0
50
100
150
200
250
300


Tannik asit grafiği
y = 2658,4x - 62,899
R² = 0,985
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
50
100
150
200
250
300