



**NAR VE ÜRÜNLERİNİN FİZİKOKİMYASAL VE
BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Aylin VATANSEVER



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**NAR VE ÜRÜNLERİNİN FİZİKOKİMYASAL VE BİYOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Aylin VATANSEVER

Doç. Dr. Bige İNCEDAYI
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2018

TEZ ONAYI

Aylin VATANSEVER tarafından hazırlanan “Nar ve Ürünlerinin Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Bige İNCEDAYI

Başkan : Doç. Dr. Bige İNCEDAYI
Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. C. Ece TAMER
Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Elif SAVAŞ
Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali BAYRAM
Enstitü Müdürü
20.11.2018

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

.../.../...

Aylin VATANSEVER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

NAR VE ÜRÜNLERİNİN FİZİKOKİMYASAL VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Aylin VATANSEVER

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Bige İNCEDAYI

Bu araştırmada, nar (*Punica granatum* L.) ve ticari nar ürünlerinden; nar suları (berrak ve bulanık), nar ekşileri, nar ekşili soslar ve nar reçelleri fizikokimyasal, biyokimyasal ve duyuşal özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Ticari nar suyu örneklerinin pH değerleri 3,06-3,36, toplam asitlik miktarı (sitrik asit cinsinden) 1,05-1,47 g/100 mL, suda çözünür kuru madde miktarı (briks) 13,73-16,43 g/100 g, askorbik asit miktarı 0,413-1,476 mg/100 mL, toplam fenolik madde 1647,1-3243,6 mg gallik asit eşdeğeri/100 g suda çözünür kuru madde ve antioksidan kapasite değerleri DPPH ve CUPRAC yöntemlerine göre sırasıyla 1206,96-2452,59 mg trolox eşdeğeri/100 g suda çözünür kuru madde ve 3142,1-6089,3 mg trolox eşdeğeri/100 g suda çözünür kuru madde ve HMF düzeyleri 0,12-67,22 mg/L ve renk ölçümleri sonucunda *L* değeri 2,81-53,42, *a* değeri 18,44-40,03, *b* değeri 4,84-61,14, kroma değeri 19,06-68,88 ve hue açısı değeri 14,71-69,39 aralığında saptanmıştır. *İn-vitro* mide-bağırsak sindirimi sonrası nar sularında bulunan toplam fenolik madde içeriğinin biyoalınabilirliği %67-99, antioksidan nitelik taşıyan bileşenlerin biyoalınabilirliği ise %97-134 arasında tespit edilmiştir. Ticari nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin pH'ları 1,69-3,40, toplam asitlik 0,44-10,25 g/100 g, suda çözünür kuru madde (briks) 70,6-78,5 g/100 g, askorbik asit 0,89-19,78 mg/100 g, toplam fenolik madde değerleri 31,4-2061,1 mg gallik asit eşdeğeri/100 g suda çözünür kuru madde, antioksidan kapasite DPPH yöntemine göre 34,01-2377,52 mg trolox eşdeğeri/100 g suda çözünür kuru madde, CUPRAC yöntemine göre 18,9-6439,0 mg trolox eşdeğeri/100 g suda çözünür kuru madde, HMF düzeyleri 9,20-479,63 mg/kg aralığında bulunmuştur. Renk değerlerinden; *L* değeri 0-31,69, *a* değeri 0,07-44,42, *b* değeri -0,07-53,79, kroma değeri 0,10-69,76 ve hue açısı değeri 24,56-298,84 aralığında saptanmıştır. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin *in-vitro* mide-bağırsak sindirimi sonrası toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite yönünden biyoalınabilirlik düzeyleri sırasıyla %74-247 ve %53-213 arasında değişim göstermiştir.

Sonuç olarak nar ürünleri içerisinde nar ekşisi 2 örneğinin C vitamini, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite değerlerinin diğerlerinden fazla olduğu belirlenmiştir. Nar reçelinin antioksidanlar yönünden biyoalınabilirliğinin yüksek olması ise günlük diyetle nar ekşisi kadar nar reçeline de yer verilmesinin önemini göstermektedir. Ancak bu ürünlerin oldukça yüksek HMF düzeyleri üretim koşullarının iyileştirilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Gelecekte yapılacak çalışmaların, üretim koşullarının optimizasyonu ve nar ürünlerinin sağlık üzerine etkileri üzerine yoğunlaşması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nar ürünleri, antioksidan kapasite, fenolik madde, biyoalınabilirlik
2018, vii + 81 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF PHYSICOCHEMICAL AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF POMEGRANATE AND ITS PRODUCTS

Aylin VATANSEVER

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Bige İNCEDAYI

In this research, pomegranate (*Punica granatum L.*) and commercial pomegranate products; pomegranate juice (clear and cloudy), pomegranate molasses, pomegranate sour sauces and pomegranate jams were evaluated in terms of physicochemical, biochemical and sensory properties. The results of pomegranate juice samples were as follows: pH values; 3,06-3,36, total acidity (as citric acid); 1,05-1,47 g/100 mL, water soluble dry matter amount (brix); 13,73-16,43 g/100 g, ascorbic acid content; 0,413-1,476 mg/100 mL, total phenolic substance; 1647,10-3243,60 mg gallic acid equivalent/100 g water soluble dry matter, antioxidant capacity values by DPPH and CUPRAC methods; 1206,96-2452,59 mg trolox equivalent/100 g water soluble dry matter and 3142,10-6089,30 mg trolox equivalent/100 g water soluble dry matter respectively, HMF levels; 0,12-67,22 mg/L and *L* value 2,81-53,42, *a* value 18,44-40,03, *b* value 4,84-61,14, chroma value 19,06-68,88, hue angle value 14,71-69,39. The bioaccessibility of total phenolic content and antioxidant components in pomegranate juices after *in-vitro* gastrointestinal were determined between 67-99% and 97-134%, respectively. pH values of commercial pomegranate molasses, pomegranate sour sauces and pomegranate jams ranged between 1,69-3,40, total acidity 0,44-10,25 g/100 g, water soluble dry matter amount (brix) 70,6-78,5 g/100 g, ascorbic acid content 0,89-19,78 mg/100 g, total phenolic content 31,40-2061,10 mg gallic acid equivalent /100 g water soluble dry matter, antioxidant capacity 34,01-2377,52 mg trolox equivalent/100 g water soluble dry matter in DPPH method and 18,9-6439,0 mg trolox equivalent/100 g water soluble dry matter in CUPRAC method. HMF levels of concentrated pomegranate products were changed between 9,20-479,63 mg/kg. Their color values ranged as follows: *L* value; 0-31,69, *a* value; 0,07-44,42, *b* value; -0,07-53,79, chroma value; 0,10-69,76, hue angle value; 24,56-298,84. The bioaccessibility of pomegranate molasses, pomegranate sour sauces and pomegranate jams regarding phenolic substance and antioxidant capacity after *in-vitro* gastrointestinal digestion were ranged between 74-247% and 53-213%, respectively.

As a result, it has been determined that vitamin C, total phenolic content and antioxidant capacity of the pomegranate molasses numbered 2 is higher than the other pomegranate products. The high bioaccessibility of pomegranate jams in terms of antioxidants shows the importance of pomegranate jam consumption in the daily diet as well as pomegranate molasses. However, the high HMF levels of these products have indicated the necessity of improving the production conditions. It is suggested that future studies should focus on optimization of production conditions and the effects of pomegranate products on health.

Key Words: Pomegranate products, antioxidant capacity, phenolic compounds, bioaccessibility
2018, vii + 81 pages

TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, yol gÖsteren ve daima yakın ilgi ve desteğini gÖrdüğüm değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Bige İNCEDAYI'ya; analizlerim sırasında tecrübelerini benimle paylaŐarak destek veren Sayın Doç. Dr. Nihal TÜRKMEN EROL'a, AraŐ. Gör. Dr. Senem SUNA' ya ve AraŐ. Gör. Azime ÖZKAN KARABACAK'a; desteğini her zaman en içten hissettiğim sevgili aileme sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Aylin VATANSEVER

.../.../....

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|-----|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | v |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | vi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | vii |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI..... | 4 |
| 2.1. Dünyada ve Ülkemizde Nar Üretimi..... | 4 |
| 2.2. Narın Sınıflandırılması..... | 5 |
| 2.3. Narın Beslenme ve Sağlık Üzerine Etkileri..... | 5 |
| 2.4. Narın ve Ürünlerinin Fizikokimyasal Özellikleri..... | 6 |
| 2.4.1. Narın Fizikokimyasal Özellikleri..... | 6 |
| 2.4.2. Nar Ürünlerinin Fizikokimyasal Özellikleri..... | 17 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM..... | 25 |
| 3.1. Materyal..... | 25 |
| 3.2. YÖNTEM..... | 26 |
| 3.2.1. pH tayini..... | 26 |
| 3.2.2. Titrasyon asitliği tayini..... | 26 |
| 3.2.3. Suda çözünür kuru madde (briks) tayini..... | 27 |
| 3.2.4. Renk tayini..... | 27 |
| 3.2.5. Askorbik asit (Vitamin C) tayini..... | 27 |
| 3.2.6. Toplam fenolik madde tayini..... | 27 |
| 3.2.7. Antioksidan kapasite tayini..... | 28 |
| 3.2.8. Biyoalınabilirlik (<i>in-vitro</i> sindirim metodu) yöntemi..... | 29 |
| 3.2.9. Hidroksimetilfurfural (HMF) tayini..... | 29 |
| 3.2.10. Duyusal analiz..... | 30 |
| 3.2.11. İstatiksel analiz..... | 33 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA..... | 34 |
| 4.1. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin pH, titrasyon asitliği ve suda çözünür kurumadde değerleri..... | 34 |
| 4.2. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin renk değerleri..... | 37 |
| 4.3. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin askorbik asit (C vitamini) içeriği..... | 41 |
| 4.4. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri..... | 43 |
| 4.5. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin <i>in-vitro</i> biyoalınabilirliği..... | 50 |
| 4.6. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin HMF içeriği..... | 59 |
| 4.7. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin duyusal değerlendirmesi..... | 61 |
| 5. SONUÇ..... | 66 |
| KAYNAKLAR..... | 69 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 81 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Açıklama

| | |
|----------------------|----------------------------------|
| <i>L</i> | Parlaklık |
| <i>a</i> | Kırmızı (+) ya da yeşil (-) renk |
| <i>b</i> | Sarı (+) ya da mavi (-) renk |
| <i>C</i> | Chroma (kroma) |
| <i>h°</i> | hue açısı |
| <i>g</i> | gram |
| <i>kg</i> | kilogram |
| <i>L</i> | Litre |
| <i>mg</i> | miligram |
| <i>mmol</i> | milimol |
| <i>µmol</i> | mikromol |
| HMF | Hidroksimetilfurfural |
| <i>R²</i> | Korelesyon katsayısının karesi |

Kisaltmalar

Açıklama

| | |
|--------|---|
| CUPRAC | Bakır(II) indirgeme kapasitesi |
| DPPH | 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl |
| GAE | Gallik asit eşdeğeri |
| SÇKM | Suda çözünür kuru madde |
| TE | Trolox eşdeğeri |
| TEAC | Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite |
| Trolox | 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboksilik asit |
| TS | Türk Standartları |
| TUİK | Türkiye İstatistik Kurumu |
| USDA | United States Department of Agriculture |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | Sayfa |
|---|--------------|
| Şekil 2.1. Yıllara göre nar üretim miktarı..... | 5 |
| Şekil 2.2. Nardaki elajitanenlerin kimyasal yapıları..... | 13 |
| Şekil 3.1. Hicaznar..... | 26 |
| Şekil 3.2. Nar suyu duyusal değerlendirme formu..... | 31 |
| Şekil 3.3. Nar ekşisi ve soslara ait duyusal değerlendirme formu..... | 32 |
| Şekil 3.4. Nar reçeli duyusal değerlendirme formu..... | 32 |
| Şekil 4.1. Nar suyu örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri..... | 44 |
| Şekil 4.2. Nar suyu örneklerinin antioksidan kapasite değerleri..... | 45 |
| Şekil 4.3. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin toplam fenolik madde değerleri..... | 47 |
| Şekil 4.4. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin antioksidan kapasite değerleri..... | 48 |
| Şekil 4.5. Nar suyu örneklerinin biyoalınabilir fenolik madde miktarı (%)..... | 52 |
| Şekil 4.6. Nar suyu örneklerinin biyoalınabilir antioksidan miktarı (%)..... | 53 |
| Şekil 4.7. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin biyoalınabilir fenolik madde miktarı(%)..... | 56 |
| Şekil 4.8. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin biyoalınabilir antioksidan miktarı (%)..... | 56 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | Sayfa |
|---|-------|
| Çizelge 2.1. Narın besin öğeleri..... | 7 |
| Çizelge 2.2. Narın mineral madde içeriği..... | 8 |
| Çizelge 2.3. Narın pH, briks ve titrasyon asitliği değerleri..... | 9 |
| Çizelge 2.4. Nar ekşisinin genel özellikleri..... | 17 |
| Çizelge 3.1. Materyal olarak kullanılan ticari nar ürünleri..... | 25 |
| Çizelge 4.1. Nar suyu örneklerinin pH, titrasyon asitliği ve suda çözünür kuru madde değerleri..... | 34 |
| Çizelge 4.2. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin ortalama pH, titrasyon asitliği ve suda çözünür kuru madde değerleri..... | 35 |
| Çizelge 4.3. Nar sularının renk değerleri..... | 37 |
| Çizelge 4.4. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin renk değerleri..... | 39 |
| Çizelge 4.5. Nar sularına ait askorbik asit değerleri..... | 41 |
| Çizelge 4.6. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin askorbik asit (Cvitamini) değerleri..... | 42 |
| Çizelge 4.7. Nar suyu örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri..... | 43 |
| Çizelge 4.8. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri..... | 46 |
| Çizelge 4.9. Nar suyu örneklerinin <i>in-vitro</i> mide-bağırsak sindirimi öncesi ve sonrası toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri..... | 51 |
| Çizelge 4.10. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin <i>in-vitro</i> mide-bağırsak sindirimi öncesi ve sonrası toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri..... | 56 |
| Çizelge 4.11. Nar suyu örneklerinin HMF değerleri..... | 59 |
| Çizelge 4.12. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçellerinin HMF değerleri..... | 60 |
| Çizelge 4.13. Nar suyu örneklerinin duyuusal değerlendirme sonuçları..... | 63 |
| Çizelge 4.14. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin duyuusal analiz sonuçları..... | 64 |

1.GİRİŞ

Günlük meyve ve sebze tüketimi kanser, kardiyovasküler hastalıklar, metabolik rahatsızlıklar ve diğer birçok dejeneratif hastalığa yakalanma riskini azaltmakta, vücut fonksiyonlarının yerine getirilmesinde rol oynamaktadır (Miller ve ark. 2017, Calderón-Oliver ve Ponce-Alquicira 2018).

Nar meyvesi (*Punica granatum* L.) yüksek antioksidan özellik gösteren biyoaktif bileşiklerce (punikalajin, elajik asit, gallik asit, elajitanenler ve gallotanenler) zengin bir gıdadır. Fenolik madde içeriğinin yüksek olması nedeniyle ‘süper gıda’ olarak da adlandırılmaktadır (Fischer ve ark. 2011). Nar ve narın farklı kısımlarının (nar kabuğu, nar çekirdeği, iç zar) fonksiyonel özellikleri üzerine sürekli yeni araştırmalar yapılmaktadır. Çünkü narın farklı kısımlarında bulunan biyoaktif bileşikler (tanninler, flavonoidler, alkoloidler, organik asitler, triterpenler ve steroidler) antioksidan, antiviral, antikanser, antibakteriyal, antidiyabetik, antineoplastik, antihiperlipidemik gibi fonksiyonel ve tedavi edici özellikler göstermektedir. Narın çeşitli kanser türleri üzerinde etkilerinin araştırıldığı *in-vivo* ve *in-vitro* araştırmaların sonucunda narın tümör hücrelerinin çoğalmasını engelleyici, kanserli hücrelerin canlılığını ve büyümesini azaltıcı etkiler gösterdiği ortaya konmuştur (Kawaii ve Lansky 2004, Dai ve ark. 2010). Bu nedenle bu meyve sağlıklı gıda ile, hastalıkları tedavi edici ve önleyici bitkisel ürünlerin üretiminde önemli bir kaynaktır (Aviram 2002).

Nar meyvesinin yenilebilir kısmı taze olarak tüketilebilmekte veya meyve suyuna işlenmektedir. Bunun yanı sıra nar reçeli, nar ekşisi, nar ekşili sos, nar pestili, nar şarabı gibi uzun raf ömrüne sahip ve katma değeri yüksek farklı ürünlere de dönüştürülebilmektedir. Ayrıca farklı ürünlerde tatlandırıcı veya renklendirici olarak kullanımı da mevcuttur (Fadavi ve ark. 2005, Holland ve ark. 2009, Mousavinejad ve ark. 2009).

Ticari nar suları bulanık ve berrak olmak üzere iki şekilde üretilmektedir. Ticari nar sularında, fenolik bileşenlerin bir kısmı nar tanesinden kaynaklanırken, önemli bir kısmı ise presleme basıncının etkisiyle nar kabuğu, zarları ve çekirdekten nar suyuna geçmektedir. Ticari nar sularının antioksidan kapasitesi önemli oranda nar suyuna geçen hidrolize olabilen tanenlerlerden; özellikle punikalajin, punikalin, gallik asit ve elajik

asitten kaynaklanmaktadır. Bunlardan punikalajinin oldukça yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu bilinmektedir. Presleme basıncının artışı ile nar suyuna geçen bu biyoaktif bileşiklerin miktarı artmaktadır (Tezcan ve ark. 2009). Bununla ilişkili olarak yapılan araştırmalarda ticari nar sularının antioksidan kapasitesi, taze nar sularına göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (Gil ve ark. 2000, Tzulker ve ark. 2007, Fischer ve ark. 2011).

Ülkemiz, nar üretimi açısından oldukça önemli bir konumdadır. Sofralık olarak tüketilemeyen ekşi ve mayhoş nar çeşitleri, değerlendirmek için özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin birçok yöresinde konsantre edilerek nar ekşisine işlenmektedir (Cemeroğlu 1977). Nar ekşisi besleyici değeri yüksek bir ürün olup, bileşiminde önemli ölçüde mineral madde ve fenolik madde içermektedir. Bu ürüne yakın olan nar ekşili sos, nar ekşisinden farklı olarak, içeriğinde glikoz şurubu, su, nar aroması, asitliği düzenleyici (sitrik asit), renklendirici ve koruyucu madde içermektedir (Metin 2014).

Meyvelerden reçel yapılması en eski gıda muhafaza yöntemlerinden olup, sezonunda hasat edilen meyvelerden reçel yapılması, bu meyvelerin sezon dışında da tüketilmesine olanak sağlamaktadır. Nar reçeli, nar taneleri üzerine belli ölçüde şeker, pektin, sitrik asit ilave edilmesi ve belli briks derecesine kadar koyulaştırılması ile elde edilen bir ürün çeşididir. Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği (Tebliğno: 2006/55)' ne göre ise reçel, su ile bütün veya parçalı meyvelerin veya bitkilerin kök, yaprak, çiçek gibi yenilebilen kısımlarının şeker ilave edilerek veya edilmeden belirli kıvama getirilmiş karışımı ifade etmektedir.

Nar ve ürünlerinin sağlık üzerine etkileri konusunda yapılan sınırlı sayıdaki araştırma sonuçları, dünyanın birçok yerinde ve özellikle Batı ülkelerinde insanların bilinçlenmesiyle birlikte, bu ürünlere olan talebin artmasına katkı sağlamıştır. Bunun sonucunda; endüstriyel nar ürünleri üretiminde de önemli gelişmeler meydana gelmiştir. Ayrıca narın farmakoloji alanında kullanımı da gittikçe yaygınlaşmaktadır.

Bu tez çalışmasında; piyasa koşullarından temin edilen nar ve ürünlerinin (ticari nar suları, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli) fizikokimyasal, biyokimyasal ve duyuusal özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırmada taze nar suyu ile ticari nar ürünlerinin askorbik asit, hidroksimetilfurfural, antioksidan kapasite, fenolik madde

içerikleri ile diğler bazı özellikleri karşılaştırılmıştır. Ürünlerin fonksiyonel yönünü değerlendirebilmek üzere, *in-vitro* koşullarda gastrointestinal sindirim sonucu fenolik maddelerin ve antioksidanların biyoalnabilirliği de analiz edilmiştir.

Özellikle nar ekşisi ve nar ekşili sos konusunda oldukça sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Nar reçeli ile ilgili araştırmalar ise yok denecek kadar azdır. Nar reçeli, nar ekşisi ve nar ekşili sos üretimleri sırasında uzun süre ısı işleme maruz kalan koyulaştırılmış ürünlerdir. Bu ürünler aynı zamanda tağışışlerin kolaylıkla yapılabileceğı, ticari üretimin yanı sıra, uygun olmayan merdiven altı üretim koşullarından dolayı denetim eksikliği bulunan gıdalardır. Bu anlamda bileşime yönelik araştırmaların arttırılarak, saflık belirleme çalışmalarının yapılması, bu sorunun önüne geçmek üzere bir adım olabilir. Piyasada satışa sunulan bu ürünlerin fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerine yönelik verilerin, bu ürünlerin standartlara uygunlukları ve güvenilirlikleri konusunda yol gösterici olacağı düşünölmektedir.

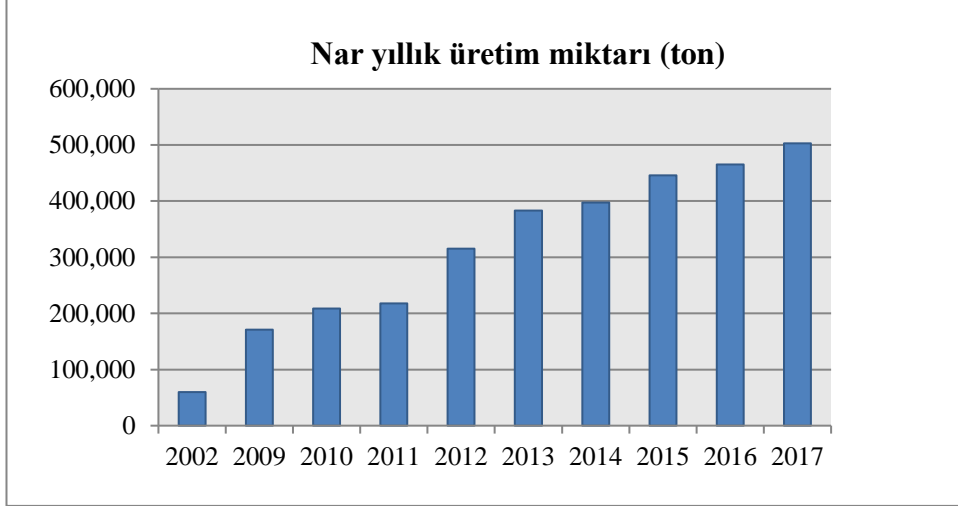
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Dünyada ve Ülkemizde Nar Üretimi

Ticari nar çeşidi üretiminde Akdeniz ülkeleri ilk sırada yer almakta ve ardından Asya ülkeleri gelmektedir (Larue 1980, Mars 1994, Frison ve Servinsky 1995). Dünyada bugün başlıca nar üreticisi ve ihracatçısı konumunda olan ülkeler arasında Hindistan, İran, Çin, Türkiye, Amerika, İspanya, Güney Afrika, Peru ve Arjantin yer almaktadır (World Pomegranate Market Supply & Forecast 2015). Nar meyvesinin fonksiyonel özellikleri ve sağlık üzerine olan etkilerinden dolayı nar üretimi dünyanın birçok bölgesinde artmıştır. Nar meyvesine olan talebin artmasıyla paralel olarak nar ithalatı da geçtiğimiz beş yıla göre iki kattan fazla artış göstermiştir. 2018 yılının nar üretim verilerine göre nar üretiminde ilk sırada İran ve sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Hindistan, İsrail, Mısır, İspanya, Türkiye, Afganistan ve Belçika gibi diğer ülkeler gelmektedir (Anonim 2018).

Ülkemizde en fazla nar üretimi meyvenin iklim isteklerine de uygun olarak sırayla Akdeniz Bölgesi (%35), Ege Bölgesi (%33) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde (%25) gerçekleştirilmektedir (Gerçekçioğlu ve ark. 2015). Türkiye’de mahalli veya standart pek çok nar çeşidi yetiştirilmektedir. Çekirdeksiz, Silifke aşısı, Lefan, Katırbaşı, Aşı nar, Fellahyemez, Gevrek nar, İzmir 8, İzmir 1445, Zivzik narı, Hicaz narı, Katırbaşı, Dicle narı, Suruç narı, Urfa narı, Karaköprü narı, Seyfi narı, Katina narı, Derik narı ve Oğuzeli narı önemli çeşitlerdir (Şimşek 2017). Bu çeşitler arasından özellikle Hicaznar dış pazarda talep gören nar çeşitlerinin başında gelmektedir. Ülkemizde nara olan talebin artması ile koyu kırmızı daneleri bulunan ve mayhoş tada sahip olan Hicaznar’ın yetiştiriciliğinde artış meydana gelmiştir (Güler ve Yıldırım 2016).

Narın, Türkiye’de yetiştiriciliğinin yapılması oldukça eski yıllara uzanmakla beraber, nar üretiminde 2000’li yılların başından itibaren önemli bir artış meydana geldiği Şekil 2.1’de görülmektedir.



Şekil 2.1. Yıllara göre nar üretim miktarı (TUIK 2017)

Türkiye tat ve ürün yelpazesi açısından hemen hemen tüm çeşitlerin yetiştirildiği bir ülkedir. Bu sayede Avrupa, Rusya ve Ortadoğu pazarında hızla ilerleme kaydeden bir ülke konumuna gelmiştir (Kurt ve Şahin 2013). Ülkemizin 2017 yılı nar ihracatı verileri incelendiğinde dış pazarda en fazla Almanya olmak üzere ardından sırasıyla Beyaz Rusya, Rusya Federasyonu, Ukrayna, Gürcistan, Birleşik Krallık ve Hollanda'ya nar ihracatı yapmaktadır (Anonim 2017).

2.2. Narın Sınıflandırılması

Nar, *Punicaceae* familyasının *Punica* cinsine ait olup en önemli türü *Punica granatum* L.'dir. (Onur 1982). Bu meyvenin ticari türü olan *Punica granatum* L., Ortaçağ'da çekirdekli elma anlamına gelen "*Pomuni granatum*"dan adını almıştır (Teixeira da Silva ve ark. 2013). Nar, bugün dünyanın birçok tropikal ve sub-tropikal bölgesinde farklı iklim koşullarında yetiştiriciliği yapılabilen bir meyve çeşididir.

2.3. Narın Beslenme ve Sağlık Üzerine Etkileri

Narın (*Punica granatum* L.), eski zamanlardan beri farklı kültürlerde yaygın olarak tüketildiği bilinmektedir. Hatta nar meyvesinin, İncil' de tedavi edici özelliklerinin olduğu belirtilmektedir (Longtin 2003). Nar halk arasında bitkisel bir ilaç olarak ülser, ishal, dizanteri gibi bazı hastalıkların tedavi edilmesinde kullanılmıştır. Bunun yanı sıra, mikrobiyal enfeksiyonların giderilmesinde ve ateş düşürmede kullanıldığı da belirtilmiştir (Larrosa ve ark. 2010, Lee ve ark. 2010).

Nar, eski zamanlardan beri birçok hastalığın iyileştirilmesinde kullanıldığı için “iyileştirici yiyecek” olarak kabul edilmiştir (Vidal ve ark. 2003). Araştırmacılar tarafından nar meyvesinin; bağışıklık sistemini geliştirici, damar ve sindirim sistemini koruyucu, ağız ve deri sağlığını destekleyici, obeziteyi engelleyici, yüksek tansiyon ve kolesterole karşı koruyucu, diyabet oluşumunu engelleyici ve kalp sağlığını koruyucu etkilere sahip olduğu belirtilmiştir (Seeram ve ark. 2005, Adams ve ark. 2006, Katz ve ark. 2007, Çam ve ark. 2009, Salgado ve ark. 2009, Dahham ve ark. 2010, Viuda-Martos ve ark. 2010, Chalfoun-Mounayar ve ark. 2012).

2.4. Narın ve Ürünlerinin Fizikokimyasal Özellikleri

2.4.1. Narın Fizikokimyasal Özellikleri

Nar, taneler, kabuk, nar ara zarı (mezokarp) ve nar çekirdeği olmak üzere başlıca 4 ana kısımdan meydana gelmektedir. Nar meyvesi farklı kalınlıklardaki bir kabuk ile çevrilidir. Dış yüzey rengi beyazımsı renkten, mora veya parlak kırmızıya kadar değişebilmektedir. Çekirdekler farklı boyutta ve sertlikte olabilmektedir. Bazı çeşitler yumuşak çekirdekli iken, bazıları da yenilemeyecek kadar sert ve büyük çekirdeklere sahiptir. Genellikle beyazımsı ve pembemsi çeşitler, koyu kırmızı çeşitlerden daha tatlıdır. Tane tadı şekerli ve aromatik bir tattan, ekşi ve yavan tada kadar değişiklik gösterebilmektedir (Dokuzoğuz ve Mendilcioğlu 1978, Larue 1980, Onur ve Tibet 1988, Saxena ve ark. 1987, Cemeroğlu ve ark. 1988). Narın bileşimini etkileyen faktörler; çeşit, yetiştirme koşulları, iklim, olgunluk durumu ve depolama koşulları olarak belirtilmektedir (Poyrazoglu ve ark. 2002, Fadavi ve ark. 2005).

Narın yenilebilen kısmı (taneleri), meyvenin yaklaşık olarak %50'lik kısmını oluşturmaktadır. Bu kısmın da %40'ı nar tanelerinden ve %10'u ise nar çekirdeğinden oluşmaktadır. Nar tanelerinin %85'i su, %10'u toplam şeker, %1,5'i pektinden oluşmaktadır. Bileşiminde ayrıca çeşitli organik asitleri (sitrik asit, malik asit ve askorbik asit vs.), fenolikleri, flavonoidleri ve başlıca antosiyaninleri içermektedir (Aviram ve ark. 2000, Tezcan ve ark. 2009). Nar çekirdeğinin yapısında ise yağlar, protein, karbonhidrat ham lif, pektin ve kül bulunmaktadır (Poyrazoglu ve ark. 2002, Barzegar ve ark. 2004, Fadavi ve ark. 2005).

Narda bulunan ana şeker bileşenleri fruktoz ve glikozdur (Ünal ve ark. 1995). Fruktozun tatlı nar çeşitlerinde daha yüksek, ekşi nar çeşitlerinde daha düşük olduğu; glikozun ise en fazla mayhoş nar çeşidinde, en az ekşi çeşitte görüldüğü ortaya konmuştur (Gündoğdu ve Yılmaz 2013). Nar çeşitlerine ait meyve sularında bulunan hakim organik asit sitrik asit olup, bunu malik asit takip etmektedir. Okzalik asit, askorbik asit ve tartarik asit daha az miktarda bulunmaktadır. Bazı nar çeşitlerinde kuinik asit ve süksinik aside de az miktarlarda rastlanmaktadır (Melgarejo ve ark. 2000, Poyrazoğlu ve ark. 2002, Özgen ve ark. 2008).

Yaklaşık olarak 100 g nar tanesinin 72 kcal enerji, 1,0 g protein, 16,6 g karbonhidrat, 1 mg sodyum(Na), 379 mg potasyum, 13 mg kalsiyum, 12 mg magnezyum, 0,7 mg demir, 0,17 mg bakır, 0,3 mg niasin ve 7 mg C vitamini içerdiği belirtilmiştir (Grove ve Grove 2008). Çizelge 2.1’de ise Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı’na göre narın bileşimi görülmektedir.

Çizelge 2.1. Narın besin öğeleri (USDA 2018)

| Besin maddesi | Birim | 100 g narda |
|----------------------|--------------|--------------------|
| Su | g | 77,93 |
| Enerji | kcal | 83,00 |
| Protein | g | 1,67 |
| Toplam yağ | g | 1,17 |
| Karbonhidrat | g | 18,70 |
| Diyet lifi | g | 4,00 |
| Toplam şeker | g | 13,67 |
| Mineraller | | |
| Potasyum(K) | mg | 236 |
| Fosfor (P) | mg | 36 |
| Magnezyum (Mg) | mg | 12 |
| Kalsiyum (Ca) | mg | 10 |
| Vitamin C | mg | 10,2 |

Nar, çeşidine göre değişmekle birlikte ülkemizde yetiştirilen narlarda en fazla bulunan mineral maddeler sırasıyla potasyum, fosfor, magnezyum ve kalsiyumdur. Gündoğdu ve Yılmaz (2013), yaptıkları çalışmada ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan nar çeşit ve genotiplerini incelemiş ve araştırma sonucunda nar çeşitlerinde en fazla potasyum ve fosfor olduğunu tespit etmişlerdir. Fruktoz düzeyi 3,72-9,81 g/100 g, glikoz düzeyi 2,73-7,22 g/100 g arasında iken, bazı nar çeşitlerinde 0,02-0,135 g/100 g gibi düşük

düzeyleerde de olsa sakkaroz saptamışlardır. Maltoz ise hiçbir çeşitte tespit edilmemiştir (Gündoğdu ve Yılmaz 2013). Çizelge 2.2'de ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan nar çeşitlerinin mineral madde içerikleri gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Narın mineral madde içeriği (Gündoğdu ve Yılmaz 2013)

| Mineral madde | Miktar(ppm) |
|----------------------|-----------------------|
| N | 111,57-1007,33 |
| P | 215,98-338,35 |
| K | 547,15-1651,30 |
| Ca | 21,91-69,81 |
| Fe | 2,52-5,38 |
| Mn | 0,150-0,649 |
| Zn | 0,413-1,201 |
| Cu | 0,253-2,388 |
| Mg | 26,76-128,40 |

Legua ve ark. (2012) Fas'da farklı bölgelerden seçilen 10 nar çeşidinin fizikokimyasal özelliklerini incelenmiştir. Malik asit (0,31-1,56 g/100 g) ve sitrik asit (0,018-3,22 g/100 g) narda baskın olarak bulunan organik asitlerdir. Diğer organik asitlerden kuinik asit (0,046-1,19 g/100 g), okzalik asit (0,011-0,11 g/100 g) ve süksinik asit (0,032-0,37 g/100 g) daha düşük düzeylerde tespit edilmiştir. Fumarik asit nar çeşitlerinde iz miktarda görülmüştür. Narda baskın olan şekerlerden glikoz ve fruktozun sırasıyla 6,9-8,6 g/100 g ve 7,8-10,4 g/100 g arasında değiştiği belirtilmiştir. Sakkaroz ve sorbitole ise iz miktarda rastlanmıştır. Türkiye'de yetiştirilen nar çeşitlerinin organik asit düzeyleri; okzalik asit (0,0313-1,0167 g/L), malik asit (0,1175-2,2302 g/L), sitrik asit (0,6130-2,1823 g/L), süksinik asit (0,0390-0,3293 g/L), laktik asit (4,516- 33,115 mg/L), fumarik asit (0,0119-0,2990 mg/L) ve tartarik asit (0,0330-0,1266 g/L) olarak saptanmıştır (Gündoğdu ve Yılmaz 2012). Ülkemizde satışa sunulan ticari nar sularında baskın organik asitler sitrik ve malik asittir. Ticari nar sularındaki baskın organik asitlerden, malik asit miktarı 0,285-4,11 mg/mL ve sitrik asit miktarı 3,93-13,06 mg/mL değerleri arasında değişmektedir. Ticari nar suyu çeşitlerinde glikoz ve fruktoz miktarları sırasıyla 39,78-69,14 mg/mL ve 45,49-93,63 mg/mL arasında saptanmıştır (Tezcan ve ark. 2009).

Vegara ve ark. (2014), İspanya'ya özgü olan 'Mollar' nar çeşidinden üretilen ticari nar sularındaki sitrik asit ve L-malik asit düzeylerini (2,3-2,8 g/L) ve (1,3-1,4 g/L) aralığında

saptamıştır. Ayrıca nar sularındaki glikoz (61,4-65,0 g/L) ve fruktoz (65,3-68,0 g/L) miktarlarının birbirine oldukça yakın değerlerde çıktığını bildirmiştir. Mineral madde içeriği bakımından ticari nar sularında en fazla potasyumun bulunduğunu; bunu sırasıyla fosfor, magnezyum, kalsiyum ve sodyumun izlediğini belirtmiştir.

Cemeroğlu ve ark. (2004), farklı bölgelerden 120 farklı nar örneği temin ederek bunları kabukları ile birlikte preslemiş ve elde ettikleri nar sularının pH, briks ve titrasyon asitliği (sitrik asit cinsinden) değerlerini Çizelge 2.3' te görüldüğü gibi saptamıştır.

Çizelge 2.3. Narın pH, briks ve titrasyon asitliği değerleri (Cemeroğlu ve ark. 2004)

| | pH | Briks (%) | Titrasyon asitliği (sitrik asit cinsinden g/L) |
|---------------|-----------|------------------|---|
| Maksimum(max) | 4,41 | 18,7 | 32,8 |
| Ortalama(ort) | 3,53 | 16,3 | 5,47 |
| Minimum(min) | 2,4 | 13,2 | 0,28 |

Turgut ve Seydim (2010)'da Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen beş farklı nar çeşidi ve altı farklı nar genotipine ait nar sularının kimyasal özelliklerini incelemiştir. Nar suyu örneklerinin suda çözünür kuru madde miktarını 14,9-16,6°, pH' sını 2,87-3,92 ve titrasyon asitliğini (sitrik asit cinsinden) %0,45-1,96 aralığında saptamıştır.

Kelebek ve Canbaş (2010) Hicaznar çeşidine ait tanelerin vidalı pres kullanılarak sıkılması ile elde ettikleri nar suyunun pH değerini 3,18 ve toplam asitliğini 19,46 g/L olarak belirlemiştir. Gölükcü ve ark. (2011)'de ülkemizde ticari olarak yetiştirilen Hicaznar çeşidinin hasat zamanına göre suda çözünür kuru madde, pH ve titrasyon asitliği gibi temel özelliklerini incelemiş; pH düzeyi en yüksek 3,44 ile beşinci hasat dönemi, en düşük 3,07 ile birinci hasat dönemi örneğinde saptanmıştır. Örneklerde titrasyon asitliği en yüksek %1,39 ile birinci hasat dönemine ait nar sularında, en düşük asitlik değerini ise %0,90 ile beşinci hasat döneminde elde edilen nar sularında bulunmuştur. Suda çözünür kuru madde değerini ise 15,85-17,10 briks değerleri aralığında ortaya koymuş ve en yüksek SÇKM değerine beşinci hasat döneminde elde edilen nar suyunda ulaşılmıştır.

Hmid ve ark. (2016) Fas'da yetiştirilen tatlı, tatlı-ekşi ve ekşi 18 farklı nar örneğinin pH değerlerini 2,85-4,22 arasında, en yüksek suda çözünen madde miktarını ekşi nar çeşidinde 17,07 olarak ve en düşük tatlı nar çeşidinde 12,33 olarak bulmuştur. Toplam asitlik değerini de 0,21-2,31 g/100 mL arasında tespit etmiştir.

Askorbik asit doğada yaygın olarak bulunan bir vitamindir ve doğada en fazla taze meyve ve sebzelerde bulunur. Oksijen tutma özelliğine sahip olması nedeniyle antioksidan özellik gösteren bir vitamin çeşididir. C vitamini sıcaklık, ışık, oksijen, metal vb. faktörlerden çabuk etkilenmekte ve hızla parçalanmaktadır (Cemeroğlu ve ark. 2004).

Yapılan çalışmalarda, insan sağlığında önemli bir etkiye sahip olan nar suyunun C vitamini içeriğinin % 90'ından fazlasının sindirim sonrasında parçalandığı bildirilmiştir. Araştırmacılar bunu pH düzeyi ve oksijen varlığıyla açıklamış ve söz konusu kayıplara rağmen nar suyunun diyetdeki C vitamini kaynaklarından biri olabileceği düşünülmektedir (Beşikçi ve Arıoğlu 2010).

Al-Maiman ve Ahmad (2002)'de yaptıkları araştırmada narın farklı olgunluk dönemlerinde içerdiği askorbik asit düzeylerini incelemiş ve çalışma sonucunda olgun olmayan dönemde askorbik asit miktarının 0,26 mg/100 g, yarı olgun dönemde 0,25 mg/100 g ve tam olgun dönemde 0,18 mg/100 g olarak değiştiğini bulmuşlardır. Fadavi ve ark. (2005) inceledikleri nar suyu örneklerinde askorbik asit miktarını 0,09-0,40 mg/100 g arasında tespit etmiştir.

Özgen ve ark. (2008) Akdeniz bölgesinden temin ettikleri farklı nar çeşitlerine ait nar sularında askorbik asit düzeyini 0,016-0,069 g/100 mL aralığında saptamıştır. Tehranifar ve ark. (2010) İran'da yaptıkları araştırmada 20 farklı nar çeşidinde askorbik asit miktarının 9,91-20,92 mg/100 g arasında değiştiğini belirtmiştir.

Gündoğdu ve Yılmaz (2013), Melgarejo-Sánchez ve ark. (2015) ve Kaur ve ark. (2014) narın askorbik asit miktarını sırasıyla 11,38-94,02 mg/L, 0,02-0,08 g/100g ve 3,68-13,65 mg/100 g arasında bulmuşlardır.

Narın yüksek antioksidan aktiviteye sahip olması yapısında bulunan çeşitli polifenollerden; flavonoidler ve hidrolize olabilen tanenlerden (punikalın, pedunculagin, punikalajin, gallagik ve elajik asit esterleri) kaynaklanmaktadır. Nar yapısındaki fenolik

bileşiklerin önemli bölümü ise elajitanenlerden oluşmaktadır (Aviram 2002, Afaq ve ark. 2005, Mosele ve ark. 2015).

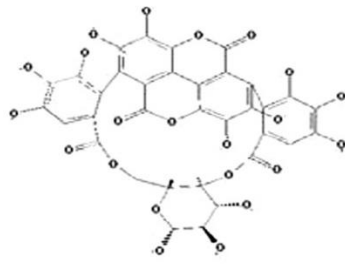
Antosiyaninler, nar tanelerindeki temel renk pigmentleridir. Bu pigmentler narların kendilerine özgü kırmızı, mavi ve mor tonlardaki renklerini veren doğal renk maddeleridir. Nar suyundaki baskın antosiyanin siyanidin 3,5 diglikozit olarak belirlenmiştir (Karaca 2011). Nar suyu ve nar kabuğunun antosiyanin profili oldukça benzerdir. Narda bulunan başlıca antosiyaninler; delfinidin 3,5 diglikozit, siyanidin 3,5 diglikozit, pelargonidin 3,5 diglikozit, delfinidin 3 diglikozit, siyanidin-3 glikozit ve pelargonidin-3 glikozittir (Fischer ve ark. 2011).

Nar kabuğu nar meyvesinin ağırlıkça yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır. Nar kabuğu önemli miktarda biyoaktif bileşen kaynağıdır ve yapısında tanelerinden daha fazla fenolik madde içermektedir (Akhtar ve ark. 2015). Narın bu kısmında başta antosiyaninler olmak üzere sırasıyla hidroksisinnamik asitler, hidroksibenzoik asitler, hidrolize olabilen tanenler (elajitanenler, gallotanenler ve galligil esterler) olmak üzere yaklaşık olarak 48 farklı fenolik bileşik içerdiği belirtilmiştir (Akhtar ve ark. 2015).

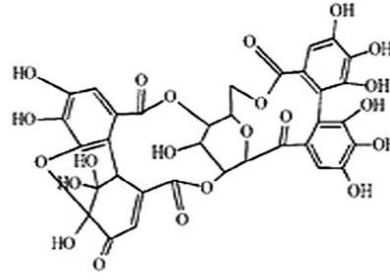
Nar kabuğu özellikle hidrolize olabilen fenolikler açısından son derece zengin olup, başta elajitanenler ve izomerleri olmak üzere daha az miktarlarda punikalın (4,6-galla-gylglucose), gallik asit, elajik asit ve elajik asit glikozitlerini (hexoside, pentoside, rhamnaside vd.) içermektedir (Gil ve ark. 2000). Nar kabuğunun fenolik madde profilini çoğunlukla hidrolize olabilen tanenler (elajitanenler, galligil esterler) oluşturmaktadır. Nar kabuğu, nar tanelerinden daha fazla biyoaktif bileşikler içerdiği için güçlü antioksidan özellik göstermektedir (Sood ve Gupta 2015). Nar kabuğunda bulunan bu biyoaktif bileşenler antikanser, antiobezite, antidiyabetik, antiülserojenik, antihipertansif, antimutajenik, antimikrobiyal vb. özellikler göstermektedir (Akhtar ve ark. 2015).

Narın mezokarp kısmı, nar kabuğundan sonra, bileşiminde yüksek oranda hidrolize olabilen tanenler (elajitanenler, gallotanenler, galligil esterler) içermektedir ve bu kısımda antosiyanin bileşikler bulunmamaktadır. Nar kabuğu ve mezokarbında yer alan biyoaktif bileşiklerin büyük çoğunluğunu yüksek molekül ağırlığına sahip hidrolize olabilen tanenlerden elajitanenler (elajik asit türevleri, elajik asit glikozitleri, punikalın, punikalajin vs.) oluşturmaktadır (Fischer ve ark. 2011).

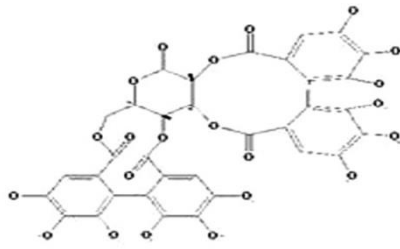
Elajitanenler, yüksek moleküler ağırlığına sahip suda çözünebilen fenolik bileşiklerdir ve hidrolize olabilen tanenler içerisinde en yüksek antioksidan özellik gösteren bileşiklerdir. Elajitanenlerin içindeki en önemli grup punikalajindir. Punikalajin (HHDP-gallagyl-hexoside) izomerleri, narda bulunan başlıca elajitanenlerdendir. Nar kabuğunda ve mezokarpa baskın olarak bulunmaktadır (Gil ve ark. 2000, Kelebek ve ark. 2010). Bu bileşik antiinflamatuvar, antiproliferatif, antigenotoksik, antimikrobiyal gibi önemli fonksiyonel özellikler göstermektedir (Lin ve ark. 1999, Seeram ve ark. 2005, Adam ve ark. 2006). Narda bulunan ve narın önemini arttıran diğer önemli biyoaktif bileşen ise elajik asittir. Elajik asit, genellikle elajitanen şeklinde ya da farklı monosakkaritlerle birlikte elajik asit glikozitleri şeklinde bulunmaktadır. Elajik asit de punikalajinden sonra yüksek antioksidan kapasite gösteren önemli bir biyoaktif bileşendir. Lipid peroksidasyonunda E vitamininden daha fazla antioksidan etki gösterdiği kanıtlanmıştır (Priyadarsini ve ark. 2002). Bunun yanı sıra, antikanserojenik, antimutajenik, antiöstrojenik, antiadipojenik gibi fonksiyonel özellikler de göstermektedir (Meyer ve ark. 1997, Aviram ve ark. 2000, Gil ve ark. 2000, Huetz ve ark. 2005, Papoutsi ve ark. 2005, Vattern ve ark. 2005, Larrosa ve ark. 2006). Elajik asidin, serbest radikallere bağlanarak oksidatif hasarlara ve bunların neden olduğu bazı kanser tiplerine karşı organizmayı koruduğu da belirtilmektedir (Seeram ve ark. 2005). Şekil 2.2' de elajitanenlerin kimyasal yapıları görülmektedir.



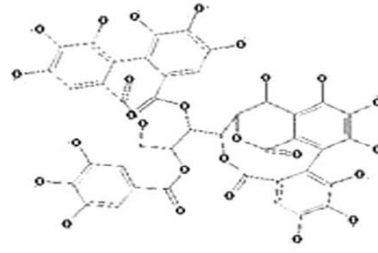
Punicalin (Ellagitannins)



Granatin A (Ellagitannins)



Pedunculagin (Ellagitannins)



Casuarinin (Ellagitannins)

Şekil 2.2. Nardaki elajitanenlerin kimyasal yapıları (Akhtar ve ark. 2015)

Guo ve ark. (2003), yaptıkları bir çalışmada Çin’de yaygın olarak tüketilen 28 meyvenin kabuk, pulp ve çekirdek fraksiyonlarında antioksidan kapasiteyi belirlemiş ve nar kabuklarının en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Fischer ve ark. (2011) narın farklı kısımlarında (kabuk, ara zarı ve taneler) bulunan biyoaktif bileşenleri araştırdıkları çalışmalarında nar kabuğunun diğer kısımlara oranla en yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olduğunu ve nar kabuğunun fenolik madde profilinin büyük bölümünün elajitanenlerden oluştuğunu ortaya koymuştur. Elajitanen miktarının önemli bir kısmını punikalajinin oluşturduğunu ve nar kabuğunun yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Tomas-Barberan ve ark. (2009), nar suyunun (200 mL) 1000 mg, ahududunun (100 g) 300 mg, 1 adet çileğin 70 mg ve 1 adet cevizin 100 mg elajitanen içerdiğini ve en yüksek elajitanen miktarının nar suyunda bulunduğunu belirtmiştir.

Nar taneleri yapısında önemli miktarda fenolik madde barındırmaktadır. Nar tanelerinin fenolik içeriği çeşide bağlı olarak %0,2–1,0 arasında değişmektedir (Heftman ve Bennett 1966). Suda çözünen bu fenolik maddelerin önemli bölümünü antosiyaninler (siyanidin, delfinidin ve pelargonidin glikozitleri), kateşinler, elajitanenler, gallik ve elajik asit

oluşturmaktadır (Aviram ve ark. 2000). Poyrazoğlu ve ark. (2002) 13 farklı nar çeşidine ait nar suyunu incelemiş ve toplam 10 farklı fenolik bileşığı (gallik ve protokateşuik gibi hidroksibenzoik asitler, klorojenik, kafeik, ferulik, o- ve p-kumarik asitler gibi hidroksisinamik asitler, kateşin gibi flavan-3-oller, floridzin gibi dihidrokalkonlar ve kuersetin gibi flavonollar) tanımlamışlardır.

Karaca (2011) yaptığı çalışmada nar suyunda; gallik asit, vanilik asit, klorojenik asit, kafeik asit, sinapik asit, p-kumarik asit, kuersetin, protokateşol, (\pm)-kateşin hidrat, kamferol, rutin, elajik asit ve şirinjik asit olmak üzere toplam 15 adet fenolik bileşik tanımlamıştır.

Öztan (2006) taze nar suyunda gallik asit, (-) –gallokateşin, (+) – kateşin, klorojenik asit, kafeik asit, ferulik asit ve rutini; ticari nar sularında ise gallik asit, (-)- gallokateşin, (+) – kateşin, klorojenik asit, kafeik asit, (-)-epigallokateşingallat, p-kumarik asit, ferulik asidi tanımlamıştır. Mousavinejad ve ark. (2009) tarafından İran'da yetiştirilen 8 farklı nar çeşidinde; delfinidin 3,5 diglikozit (372-5301 mg/L), siyanidin 3,5-diglikozit (242-2361 mg/L), delfinidin 3 glukozit (49-1042 mg/L), pelargonidin 3,5 diglikozit (7-90 mg/L) antosiyanin pigmentleri bulunmuştur.

Narda antioksidan kapasiteden sorumlu başlıca bileşikler punikalajinler, antosiyaninler ve elajik asitlerdir (Gil ve ark. 2000). Narın yüksek antioksidan kaynağı olmasının nedeni bileşiminde bulunan ve yüksek antioksidan kapasite gösteren bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Punikalajin, nar suyundaki yüksek antioksidan kapasiteden sorumlu önemli bir biyoaktif bileşendir. Nar yapısında bulunan biyoaktif bileşenlerden sırasıyla punikalajin, gallik asit, p-kumarik asit, elajik asit ve protokateşik asit yüksek antioksidan kapasiteye sahiptir (Fischer ve ark. 2011).

Kim ve ark. (2014), nar suyunun antioksidan kapasite düzeyinin diğer meyve sularından önemli ölçüde yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Nar suyunun, kırmızı şarap, üzüm, yaban mersini, böğürtlen, kızılıcık ve elma suyundan daha yüksek antioksidan kapasite gösterdiği ortaya konmuştur (Seeram ve ark. 2008). Narın yüksek antioksidan özelliğinin belirtildiği çeşitli araştırma sonuçları narın sağlık üzerine etkileri ile ilgili araştırma sayısını da arttırmıştır (Rahimi ve ark. 2012).

Ticari olarak üretilen nar sularında nar meyvesi bütün halde preslenerek meyve suyu elde edilmektedir. Bu şekilde üretimi yapılan nar sularına nar kabuğu, ara zarı (mezokarp) ve tanelerden önemli miktarda biyoaktif bileşenler geçmektedir. Bütün halde sıkılarak elde edilen nar sularının antioksidan kapasitelerinin önemli bir bölümünün hidrolize olabilen fenoliklerden (elajitanenler ve gallotanenler), elajik asitten, antosiyaninlerden (siyanidin, delfinidin ve pelargonidin glikozitlerden) ve diğer flavonoid bileşiklerden (kuersetin, kamferol ve luteolin glikozitler) kaynaklandığı belirtilmektedir (Apaydın 2008). Özellikle sanayide kabukları ile birlikte işlenen nar suları önemli biyoaktif bileşenler içermekte ve meyve suyu daha buruk bir lezzet kazanmaktadır (Cemeroğlu 1977).

Bulanık nar suyu üretimi başlıca; yıkama, meyvenin parçalanması, presleme, filtrasyon, dolun ve pastörizasyon aşamalarından oluşmaktadır. Berrak nar suyu üretiminde ise bulanık nar suyu üretimine ek olarak presleme aşamasından sonra durultma ajanları kullanılarak meyve suyu berraklaştırılmaktadır (Cemeroğlu 1977).

Tezcan ve ark. (2009), Türkiye’de marketlerde satışa sunulan ticari nar sularında yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde miktarını 144 mg GAE/L-10086 mg GAE/L aralığında, antioksidan kapasite değerini DPPH’ın % inhibisyon değeri olarak %10,37-67,46 aralığında tespit etmişlerdir.

Mousavinejad ve ark. (2009), İran’da 8 farklı nar çeşidi üzerine yaptıkları araştırmada nar tanelerinin preslenmesi ile elde ettikleri nar sularında toplam fenolik madde miktarını 2380-9300 mg GAE/L arasında saptamıştır. Nar çeşitlerinin elajik asit içeriği 7-160 mg/L değerleri arasında değişmiştir. Nar sularının antioksidan kapasitesi DPPH yöntemi ile 18,6-42,8 trolox eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) bulunmuştur.

Çam ve ark.(2009), Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen 8 farklı nar çeşidi üzerine yaptıkları araştırmada nar tanelerinden elde edilen nar sularının antioksidan kapasite değerini DPPH yönteminde % 73,0-91,8 aralığında belirlemiştir.

Tehranifar ve ark. (2010), İran’da yaptıkları araştırmada 20 farklı nar çeşidinin toplam fenolik madde miktarını 295,79-985,37 mg GAE/100 g, antioksidan kapasite değerlerini DPPH yönteminde % 15,59-40,72 arasında saptamıştır.

Karaca (2011), yaptığı çalışmada nar suyu konsantresi üretiminde uygulanan bazı proses işlemlerinin fenolik bileşikler üzerine etkisini incelemiştir. Bu çalışmada taze sıkılmış nar suyunun toplam fenolik madde değerinin 1760,67-2513,87 mg/L arasında değiştiğini ve taze nar suyundan başlanarak filtre çıkışına kadarki aşamalardan alınan nar suyu örneklerinde antioksidan kapasite değerlerini DPPH yönteminde %79,6-86,2 arasında tespit etmiştir.

Çalışkan ve Bayazit (2012), Hatay ilinden temin ettikleri 76 farklı (tatlı, tatlı ekşi ve ekşi) nar çeşidine ait nar sularında toplam fenolik madde miktarını tatlı nar çeşitlerinde 135,5-944,9 mg GAE/100 g, ekşi nar sularında 154,0-687,3 mg GAE/100 g ve tatlı-ekşi nar sularında 108,0-615 mg GAE/100 g olarak belirlemiştir.

Kaur ve ark. (2014), Hindistan'da 6 farklı nar çeşidinde yaptıkları çalışmada antioksidan kapasite değerlerini DPPH yönteminde 8,98-15,47 $\mu\text{mol TE/g}$, CUPRAC yönteminde 7,87-16,24 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak, toplam fenolik madde miktarlarını 876,2-1536,2 mg GAE/kg aralığında bulmuştur.

Vegara ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada İspanya'da satışa sunulan 18 farklı ticari nar suyunun fizikokimyasal özellikleri üzerine yaptıkları araştırmada toplam fenolik madde miktarını 1136,20-3581,10 mg GAE/L arasında tespit etmişlerdir. Akhavan ve ark. (2015), İran'da yetiştirilen 10 farklı nar çeşidinin tanelerinden ve tüm meyveden elde edilen nar sularının toplam fenolik madde miktarını sırasıyla 220,0-1266,8 mg GAE/L ve 942,9-2931,5 mg GAE/L aralığında saptamışlardır.

Dünyadaki farklı nar çeşitleri üzerine yapılan bir çalışmada Türkiye, İsrail, İspanya, İran, Tunus ve İtalya bölgelerinden toplanan nar çeşitlerinin fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri incelenmiştir. Ülkemizde yetiştirilen Hicaznar ve İspanya'da yetiştirilen Wonderful çeşidinin fenolik madde düzeyi ve antioksidan kapasiteleri diğer çeşitler arasında en yüksek ve İran çeşidinde en düşük düzeyde tespit edilmiştir. Elajik asit (253 $\mu\text{g/mL}$) ve punikalajin A ve B (14,3 ve 31,5 $\mu\text{g/mL}$) miktarı en fazla Hicaznar çeşidinde bulunmuştur (Di Nunzio ve ark. 2013).

2.4.2. Nar Ürünlerinin Fizikokimyasal Özellikleri

Narın halk arasında önemli bir değerlendirilme şekli olan nar ekşisi, asitliği yüksek ve kırmızı renkli nar sularının kaba filtrasyonundan sonra, açık kazanlarda ısıtılarak uygulanarak koyulaştırılması, ardından soğutulup, ambalajlanmasıyla elde edilmektedir. Nar ekşisi, asidik özellik (pH 2-3) göstermesi ve suda çözünür kuru madde değerinin yüksek, su aktivitesi değerinin düşük olmasından dolayı dayanıklı bir gıda olup, pastörizasyona gerek kalmaksızın muhafaza edilebilir. Nar suyu konsantrasyonunun aksine, nar ekşisinde özellikle buruk tat ve ekşilik arandığı için, nar suyunun durultulması önerilmemektedir. Nar ekşisi çorba, salata ve özel yemeklerde (lahmacun, kısır, köfte vb.) kullanılmaktadır (Vardin ve Abbasoğlu 2004). Nar ekşisi konsantre bir ürün olduğu için bileşiminde önemli ölçüde K, Ca, Mg, Fe, P ve Zn minerallerini içermektedir (Orak 2008).

TSE standardına göre nar ekşisi, nar meyvesinin preslenmesi, elde edilen nar suyunun durultulması ve tekniğine uygun olarak açıkta veya vakum altında koyulaştırılması ile elde edilen ve gıdalara çeşni vermek amacı ile üretilen ekşi bir gıda maddesi olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca TSE standartlarına göre nar ekşisi tortusuz olmalı, meyve parçacıkları ve sakkaroz içermemelidir (Anonim 2001). Nar ekşisinin genel özellikleri Çizelge 2.4’de belirtilmiştir.

Çizelge 2.4. Nar ekşisinin genel özellikleri (Anonim 2001)

| Özellikler | Sınır değerleri |
|--|-----------------|
| Suda çözünür kuru madde, %, min | 68,0 |
| Titrasyon asitliği (sitrik asit cinsinden), %, min | 7,5 |
| pH | 3,0 |
| HMF, mg/kg, max | 50 |
| Sakkaroz | Bulunmamalı |

Son yıllarda artan taleple birlikte ürünün kalitesinin düştüğü ve nar ekşilerinin glikoz şurubu ve limon tuzu katkısı ile imal edildiği, bu gibi nar ekşilerinin de tortusuz ve açık

renkli olduğu bildirilmektedir. Bu yzden nar ekşilerinde olası taklit-tağışış çalışmalarının yapılması önem arz etmektedir (Vardin ve Abbasoğlu 2004).

Yılmaz ve ark. (2007), incelediği nar ekşilerinin pH değerini 1,74, suda oznen kuru madde miktarını 73,90 olarak bulmuşlardır. Vardin ve ark. (2008), nar suyu konsantrelerinin pH' larını 1,34-2,90, titrasyon asitliğini (sitrik asit cinsinden) %5,8-14,27 ve suda oznen kuru madde miktarını 50,1-77,3 arasında saptamıştır. Eyigün (2012), nar ekşilerinin toplam asitliğini 10,25-22,06 g/100 g, pH' larını 2,45-2,9 ve suda oznen kuru madde miktarını 60,50-72 olarak ölçmüştür.

İncedayı ve ark. (2010), ülkemizde ticari olarak satışa sunulan nar ekşilerinin pH' larını 0,87-1,98, suda oznen kuru madde değerlerini 58,25-74,50 g/100 g ve toplam asitliği (sitrik asit cinsinden) 5,11-9,83 g/100 g arasında belirlemiştir.

Karabıyıklı ve ark. (2012), ticari nar ekşili sosların pH değerlerini sırasıyla 2,33 ve 2,68, toplam asitliklerini (sitrik asit cinsinden) % 8,6 ve %9,3 olarak bulmuşlardır. Aynı araştırmada nar ekşilerinin pH değerlerini sırasıyla 2,64, 2,76 ve 2,51; toplam asitliklerini ise sırasıyla % 12,6, %13 ve %18 olarak belirlemişlerdir. Metin (2014), yaptığı çalışmasında nar ekşilerinin pH değerinin 2,70-3,00 arasında, nar ekşili sosların pH değerini ise 1,74-2,62 arasında ölçmüştür.

Kamal ve ark. (2018), ticari olarak satışa sunulan nar ekşilerinin askorbik asit miktarlarını sırasıyla 0,154-0,250 g/100 g arasında tespit etmişlerdir.

Narın diğer bir değerlendirilme şekli reele işlenmesidir. Türk Gıda Kodeksi Tebliği'ne grereel, bir veya birkaç çeşit meyvenin püresinin veya pulpunun veya bunların karışımının, su ve şekerlerle uygun bir jel kıvamına getirilmiş karışımı ifade etmektedir. Yine Gıda Kodeksi tebliğe göre; geleneksel ve ekstra geleneksel reçelerde meyve oranı en az %35 ve %45 olmalıdır. Geleneksel ve ekstra geleneksel reçel için suda ozlebilir kuru madde en az %68, pH değerini 2,8-3,5 aralığında olmalıdır. (Anonim 2006).

pH derecesi 3,5 derecenin altına düştükçe jelin kıvamı artmakta, jelde bir katılaşma ve gelişme görülmektedir. Ancak pH belli bir noktaya düştükten sonra jelde sineresis (sulanma ve cıvıma) meydana gelmektedir. pH değerinin jel kıvamına etkisi, pektin ağını oluşturan liflerin belli pH sınırlarında esneklik kazanması şeklinde açıklanmaktadır. Buna

göre pH belirli sınırlar arasındayken pektin lifleri maksimum esneklik kazanmakta ve iyi bir jel oluşturmaktadır (Üstün ve Tosun 1998, Cemeroglu ve ark. 2003).

Gıda işleme sırasında başvuru yüksek sıcaklık uygulamalarının etkisiyle, polifenollerin molekül içerisindeki trans esterleşme ve polimerizasyon reaksiyonları sonucu yeni bileşikler meydana gelmektedir. Bu reaksiyonlar sonucunda oluşan bu yeni bileşiklerin yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu bildirilmiştir. Enzimatik ve kimyasal oksidasyon reaksiyonları, polifenollerin antioksidan kapasiteleri üzerinde olumsuz etkiye sahip olmasına rağmen, yapılan çalışmalar kısmen oksidasyona maruz kalmış polifenollerin oksidasyona hiç maruz kalmayan polifenollerden daha yüksek antioksidan kapasite gösterebildiğini ortaya koymuştur (Oghbaei ve Prakash 2013).

Ülkemizde ve diğer çeşitli ülkelerde yapılan araştırma sonuçlarına göre nar ekşisinin, taze nar sularına kıyasla daha yüksek seviyede fenolik madde içerdiği ve bununla ilişkili olarak da daha fazla antioksidan kapasite gösterdiği bildirilmiştir (Chalfoun-Mounayar ve ark. 2012). Öztan (2006), nar ekşisi örneğinin toplam fenolik madde miktarını 2,74 mg GAE/g ve antioksidan kapasitesini DPPH yönteminde 54,8 µmol TE/g olarak saptamıştır. Yılmaz ve ark. (2007), nar ekşilerinde toplam fenolik madde miktarını 52,6 mg GAE/g, İncedayı ve ark. (2010), ülkemizde ticari olarak satışa sunulan nar ekşilerinin toplam fenolik madde miktarını 551,61-9695,17 mg GAE/kg ve antioksidan kapasite değerini DPPH yönteminde %0-46,31 arasında saptamıştır.

Eyigün (2012), nar ekşileri üzerine yaptığı çalışmada depolama süresinin, ambalaj cinsinin ve üretim yönteminin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite üzerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda vakum altında üretilip renkli ambalaja konan nar ekşilerinin toplam fenolik madde değerini 2734,17-3379,83 mg GAE/L, açık kazanda üretilen nar ekşilerinin toplam fenolik madde değerini 2710,61-3236,82 mg GAE/L ve ev yapımı nar ekşilerinin toplam fenolik madde değerini 2196,27-3890,52 mg GAE/L arasında saptamıştır. Şeffaf kavanozlarda ambalajlanan nar ekşilerinde ise bu değerler sırasıyla 2432,99-3090,34 mg GAE/L, 2663,49-3273,35 mg GAE/L ve 2086,87-3916,09 mg GAE/L arasında bulunmuştur. Aynı çalışmada nar ekşisi örneklerinin antioksidan kapasite değerlerini DPPH yönteminde vakum altında üretilenlerde %80,63-87,51, açık kazanda üretilenlerde %77,74-86,23 arasında ve ev yapımı nar ekşilerinin %75,44-84,57 arasında değiştiği ortaya konmuştur.

Akpınar-Bayizit ve ark. (2016), ticari olarak üretilen nar ekşisi örneklerinin toplam fenolik madde miktarını 118,28-828,15 mg GAE/g ve antioksidan kapasitelerini DPPH yönteminde 560,23-1885,23 µmol TE/g aralığında saptamıştır. Kamal ve ark. (2018), marketten satın aldıkları nar ekşisi örneklerinde bulunan gallik asit, rutin ve elajik asit gibi biyoaktif bileşenlerin miktarlarını sırasıyla; 0,054-0,611; 0,012-0,054; 0,058-0,139 g/100 g olarak belirlemiştir. Kim ve ark. (2004), ısıtma işlemi reçellerin (erik, ahududu ve vişne) toplam fenolik madde, toplam antosiyanin içeriği ve antioksidan kapasitesinde azalma olduğunu ve en önemli kaybın antosiyanin içeriğinde meydana geldiğini belirtmiştir.

Reçel ve marmelat gibi ısıtma işlemi uygulanarak üretilen ürünlerin renklerinde, ısı etkisiyle esmerleşme meydana gelmektedir. Renk esmerleşme reaksiyonları sıcaklığın yükselmesi ile artmakta ve düşük sıcaklarda ise zamana bağlı olarak gelişmektedir. Bu tip renk esmerleşmeleri, indirgen şekerlerle aminler arasında oluşan reaksiyonun sonucudur. Esmerleşme reaksiyonları sonucu "Melanoidin" denilen esmer renkli bileşikler meydana gelmektedir. Enzimatik olmayan renk esmerleşmesi olaylarında birçok ara ürünler oluşmaktadır. Oluşan ara ürünlerin en önemlilerinden birisi hidroksimetilfurfural (HMF) dir (Cemeroğlu 1982, Cemeroğlu ve Acar 1986, Ekşi ve Artık 1986).

Hidroksimetilfurfural, karbonhidrat içeren çoğu besinlerde aşırı ısı uygulaması ve uygunsuz depolama koşulları sonucu oluşmakta ve kalite kaybının bir göstergesi olarak bilinmektedir. HMF, işlenmiş meyveler, kahve, bal ve süt gibi çoğu besin için kimyasal indeks olarak düşünülmektedir (Ames ve ark. 1992). HMF, ısıtma işlemi sonucu indirgen şekerler ve aminoasitler arasındaki tepkime ile oluşan ve birçok mamulde aşırı ısı uygulamasını önlemek için miktarı sınırlanan bir bileşiktir. Gıdada kalite değişmesini yansıtan bir bileşik olması nedeni ile HMF, reçel ve marmelatlarda kalite derecelendirmesinde kriter olarak ele alınan bileşiklerden biridir (Ekşi ve Velioğlu 1990). Genellikle HMF değeri yüksek reçellerde aşırı pişmiş ve yanmış aroma hakimdir (Gülpek ve Başoğlu 1989, Bilişli 1998). Reçel ve marmelatlarda HMF düzeyi birinci sınıf reçellerde en çok 50 mg/kg; ikinci sınıf reçellerde ise 100 mg/kg olarak sınırlandırılmıştır (Anon 1989). Meyve sularındaki en önemli kalite ölçütlerinden birisi de hidroksimetilfurfural (HMF) miktarıdır. Isıtma işlemi uygulanmış meyve sularında 5 mg/L, meyve suyu

konsantrelerinde ise 10 mg/kg'dan fazla HMF, aşırı ısıl işlemin belirtisi olarak kabul edilmektedir (Cemeroğlu ve Karadeniz 2004).

İncedayı ve ark. (2010), piyasada satışa sunulan farklı nar ekşisi örneklerinde HMF miktarının 18,56-1542,98 mg/kg arasında olduğunu belirtmişlerdir. Metin (2014), piyasada üretilen nar ekşilerinin HMF düzeyini 91,1-11485,7 mg/kg, nar ekşili sosların ise 41-151,9 mg/kg olarak bulmuştur. Türk Standartları Enstitüsü nar ekşilerinin üretimi aşamasında ısıl işlem nedeniyle oluşan HMF seviyelerinin en üst sınırını 50 mg/kg olarak belirlemiştir. Nar ekşisi sosları için bu yönde bir yasal düzenleme bulunmamaktadır. Eyigün (2012), Hicaznar çeşidinden elde edilen ve vakum altında üretilen nar ekşilerinin HMF değerlerini 7,70-190,99 mg/L, açık kazanda üretilen nar ekşilerinin HMF değerlerini 184,39-1380,64 mg/L ve ev yapımı ürünlerinkini ise 506,74-3266,35 mg/L arasında saptamıştır.

Renk, ürünlerin niteliğini ve kalitesini belirleyen önemli özelliklerden biridir. Gıda sektöründe renk özelliklerinin objektif olarak değerlendirilmesi için renk ölçüm cihazları kullanılmaktadır. Renk ölçümlerinde 'a değeri' gıdanın kırmızı veya yeşilliğini, 'b değeri' sarı veya maviliğini, 0 ve 100 (siyah ve beyaz) arasında değişen 'L değeri' ise rengin parlaklığını belirtmektedir. L değeri 100 olduğunda, bu renk beyaz renge gönderilen ışığın %100 olarak yansıdığını ifade etmektedir. a değerinin pozitif değerleri kırmızı rengi negatif değerleri ise yeşil rengi, b değerinin pozitif değerleri sarı rengi negatif değerleri mavi rengi belirtmektedir. 'C (chroma) değeri' bir rengin saflığı, yoğunluğu veya doygunluğunun kalitesini, h° değeri renk tonunu tarif etmektedir (Yılmaz 2005, Turfan 2008).

Yılmaz (2005), yapmış olduğu 7 ayrı nar çeşidini kapsayan bir çalışmada nar çeşitlerinin ortalama L değerlerinin 23,11-48,32 arasında, a değerlerinin 5,31-24,63 arasında, b değerlerinin ise 25,47-30,02 arasında değiştiğini bulmuştur.

Tekin (2009), yaptığı çalışmada Alanya çekirdeksiz nar çeşidine ait tanelerinde ortalama L değerini $36,41 \pm 3,60$, a değerini $28,51 \pm 3,72$, b değerini $16,72 \pm 1,96$, h° değerini $3,45 \pm 1,39$ ve a/b değerini $1,70 \pm 0,09$ olarak saptamıştır.

Turfan (2008), tanelerden ve tüm meyveden elde edilen durultulmamış nar suyu örneklerinin L değerlerini 21,63-24,21, a değerlerini 47,52-52,57, b değerlerini 36,56-

41,15, C değerlerini 59,96-66,76 ve h° değerlerini 37,56-38,05 arasında, tanelerden ve tüm meyveden elde edilen durultulmuş nar suyu örneklerinin L değerlerini 38,53- 34,98, a değerlerini 62,35-61,70, b değerlerini 56,12-55,68, C değerlerini 83,89-83,11 ve h° değerlerini 41,99-42,07 olarak tespit etmiştir.

Turfan ve ark. (2011), yaptıkları araştırmada proses işlemlerinin hicaznar çeşidinden elde ettikleri nar sularının antosiyanin içeriğine ve renk (L , a , b , C , h) değerleri üzerine etkisini incelemiştir. Narın bütün halde preslenmesi ile elde edilen nar sularının L değeri; 26,06 (taze nar suyu örneği), 36,54 (berraklaştırılmış), 24,21 (pastörize edilmiş nar suyu), 34,98 (berraklaştırılmış ve pastörize dilmiş nar suyu) olarak ortaya konmuştur. Taze nar suyu, berraklaştırılmış nar suyu, pastörize edilmiş nar suyu, berraklaştırılmış ve pastörize edilmiş nar suyu örneklerinde a , b , C ve h° renk değerlerini sırasıyla, taze nar suyunda 55,08, 44,46, 70,79, 38,91, berraklaştırılmış nar suyunda 63,06, 59,02, 86,37, 43,10, pastörize edilmiş nar suyu 52,57, 41,15, 66,76, 38,05 ve berraklaştırılmış ve pastörize dilmiş nar suyu örneğinde 61,70, 55,68, 83,11, 42,07 olarak saptamışlardır. Yılmaz ve ark. (2007), yaptıkları araştırmada nar ekşisi örneklerinin L değerini 1,88, a değerini 0,57 ve b değerini -0,31 olarak bulmuşlardır.

Wicklund ve ark. (2005), üretim sonrası 4°C 'de depolanan çilek reçellerin renk kalitesinin 20°C 'de depolananlardan önemli oranda daha iyi olduğunu ve düşük sıcaklıkta depolanan reçellerin antioksidan kapasitelerinin de yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Tekin (2009) farklı kıvam verici maddeler kullanarak hazırladığı nar reçeli örneklerinde pektin kullanılarak üretilen reçel örneklerinin L değerleri 43,65-57,42, a değerleri 29,39-38,93 ve b değeri 23,38-26,95; guar zamkı kullanılan örneklerin 57,41-64,47, a değerleri 22,49-35,77 ve b değeri 22,15-23,99; karragenan kullanılanlarda ise 57,63-64,01, a değerleri 25,99-32,78 ve b değeri 19,41-23,98 arasında belirlenmiştir. Aynı örneklerde hue değerleri sırasıyla 33,60-39,20; 30,56-46,57; 34,31-39,28 arasında bulunmuştur.

Melgarejo ve ark. (2011), Mollar çeşidi narlardan ürettikleri nar reçeli örneklerini beş ay süresince farklı sıcaklıklarda (5°C ve 25°C) ve farklı ışık maruziyetinde (gün ışığı ve karanlık) depolamış ve depolama süresince renkte meydana gelen değişimleri gözlemlemiştir. 5°C 'de depolanan nar reçeli örneklerinin a değerleri 12,84-25,25 arasında, 25°C de depolanan örneklerin a değerleri 11,30-22,71 arasında bulunmuştur.

Gün ışığı altında depolanan nar reçeli örneklerinin a değerleri 12,03-22,83 arasında ve karanlıkta depolanan örneklerin ise 12,11-25,14 arasında değişmiştir. Depolama süresince a değerlerinde azalma tespit etmişlerdir. Yüksek metoksilli pektinden üretilen nar reçellerinin a değerleri, düşük metoksilli olanlardan %34 daha fazla bulunmuştur. En iyi depolama koşullarını hiç ışık etkisi olmaksızın 5°C' de elde etmişlerdir.

Abid ve ark. (2018), farklı konsantrasyonlardaki şeker ve düşük metoksilli pektin ile hazırladıkları nar reçeli örneklerinin L değerlerini 31,82-51,61, a değerlerini 8,15-14,40 ve b değerlerini -0,55-4,97 arasında saptamıştır.

Biyoalınabilirlik, ince bağırsakta çözülmüş halde bulunan bileşiklerin absorbe edilebilen kısmı şeklinde tanımlanmaktadır. Bir bileşiğin biyolojik olarak kullanılabilirliği, gıda matrisindeki başlangıç konsantrasyonu, gıda matrisinin bileşimi ve mide-bağırsak sıvılarının fiziko-kimyasal özellikleri ile sindirim enzimlerinin baskısı gibi çeşitli parametrelere bağlıdır (Tagliazucchi ve ark. 2010, Tagliazucchi ve ark. 2012). Biyoaktif bileşenlerin biyoalınabilirliği *in-vitro* (örn: yapay mide-bağırsak sindirimi), *in-situ* (örn: hayvan bağırsak perfüzyonu), *in-vivo* modeller (örn: hayvanlar ve insanlar üzerinde yapılan çalışmalar) olmak üzere başlıca dört yöntemle belirlenebilmektedir. Bunlar arasından *in-vitro* yapay mide-bağırsak sindirimi geçerli ve hızlı bir metod olarak görülmektedir. *In-vitro* (yapay mide-bağırsak sindirim modeli) farklı gıda matrisleri ve birçok biyoaktif bileşik (karotenoidler, fenolik bileşikler, E vitamini ve fitosteroller) üzerinde başarıyla uygulanmaktadır (Carbonell-Capella ve ark. 2014, Gullon ve ark. 2015). Metabolizmanın biyokimyasal ve fizyolojik etkilerinin araştırılması amacıyla gerçekleştirilen *in-vitro* çalışmalarda insan vücudundaki metabolik olaylar enzimler kullanılarak ve sıcaklık, süre gibi parametreler ayarlanarak gerçeğe uygun şekilde modellenmektedir. Mide-bağırsak sindirim çalışmalarında ilk basamak olarak gastrik (mide) sindirimi simüle etmek amacıyla pepsin-HCl ile sindirim uygulanmaktadır. Bu aşamayı takiben safra tuzlarıyla pankreatik sindirim gerçekleştirilmektedir. Burada ince bağırsaktaki koşulların sağlanmasına dikkat edilmektedir (Walle ve ark. 2003).

Biyoaktif bileşenlerin çözünürlüğü, hidrofobiklik özelliği, molekül ağırlıkları ve izomer konfigürasyonları biyoyararlılıklarını ve biyoalınabilirlikleri etkileyen kimyasal özellikleri arasında yer almaktadır. Yüksek molekül ağırlığına sahip proantosiyanidinler bağırsak hücreleri tarafından emilebilmeleri için sindirim sırasında küçük moleküllere

parçalanmaktadır (Appeldoorn ve ark. 2009, Rein ve ark. 2013). Biyoaktif bileşenlerin absorpsiyon mekanizmaları, lipofilik (karotenoidler ve yağda çözünen vitaminler) ve hidrofilik (polifenoller ve hidrofilik vitaminler) özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Hidrofilik özellik gösteren biyoaktif bileşenler (örn: polimerize ve glikolize fenolik bileşikler), ince bağırsak epitel hücrelerinde hidrolize uğrayarak aglikon forma dönüştükten sonra absorbe edilmektedir. Polifenollerin büyük çoğunluğu ise kalın bağırsağa girdikten sonra ince bağırsağa geçiş yapabilmektedir. Kalın bağırsakta yer alan mikrobiyota, kalın bağırsaktaki polifenollerin kolonik fermentasyona uğramasından sorumludur. Polifenollerin kolonik fermentasyonu sonucunda oluşan yararlı metabolitler bağırsak hücreleri tarafından absorbe edilmektedir. Bağırsak sisteminde emilebilen bu metabolitler sağlık üzerine olumlu etkiler göstermektedir (Williamson ve Clifford 2010, Rein ve ark. 2013).

Perez-Vicente ve ark. (2002) tarafından yapılan *in-vitro* çalışmada; nar suyundaki fenolik asitlerin bağırsak sindirimi sırasında önemli miktarının (~%29) kullanılabilir durumda olduğu gözlenmiştir. Fenolik asitlerin mide sindirimi sırasında pH ve enzimlere bağlı olarak herhangi bir azalmaya uğramadığı, bunun aksine daha kararlı yapı göstererek biyoyararlılığının antosiyaninlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Şengül 2013).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

Bu çalışmada materyal olarak Hicaznar ve piyasadan temin edilen ticari nar ürünleri kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Materyal olarak kullanılan ticari nar ürünleri

| Ürün | Kodu |
|----------------|-----------------------|
| Nar suyu | Nar suyu 1 (berrak)* |
| | Nar suyu 2 (berrak)** |
| | Nar suyu 3 (bulanık) |
| | Nar suyu 4 (bulanık) |
| Nar ekşisi | Nar ekşisi 1 |
| | Nar ekşisi 2 |
| Nar ekşili sos | Nar ekşili sos 1 |
| | Nar ekşili sos 2 |
| Nar reçeli | Nar reçeli 1 |
| | Nar reçeli 2 |

* Konsantre nar suyundan üretilmiştir.

**Taze sıkılmış nar suyundan elde edilmiştir.

Araştırmada, Hicaznar çeşidine ait narlardan katı meyve sıkacağı kullanılarak elde edilen nar suları, taze meyvenin en az işlenmiş haliyle bileşimini belirlemek amacıyla kullanılmıştır (Şekil 3.1). Bu sayede daha ileri seviyede işlenen ticari nar ürünlerinin (her ne kadar hammadde ve proses farklılıkları mevcut olsa da), bileşim farklılıkları daha belirgin olarak değerlendirilebilmiştir. Taze nardan elde edilen nar suyu analiz edilinceye kadar -18 °C’de depolanmıştır.



Şekil 3.1. Hicaznar

3.2. YÖNTEM

Taze nar suyu ve nar ürünlerinde suda çözünen kurumadde tayini (briks), toplam asitlik tayini, pH tayini, toplam fenolik madde analizi, antioksidan kapasite (DPPH yöntemi ve CUPRAC yöntemi ile), askorbik asit tayini, HMF tayini, biyoalınabilirlik ve renk ölçümü (L , a , b , Chroma (C^*ab), hue açısı) yapılmıştır. Ayrıca bazı bileşim unsurlarının duyuşal özellikler üzerine yansımalarını saptamak üzere ürünler duyuşal açıdan da değerlendirilmiştir. Tüm analizler üç tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. pH tayini

Taze nar suyu, ticari nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin pH değerleri Sartorius Basic PB-11 model pH metre ile oda sıcaklığında ölçüm yapılarak saptanmıştır (Cemeroğlu 2007).

3.2.2. Titrasyon asitliği tayini

Nar ve nar ürünlerinin titrasyon asitliği, rengin koyu tonlarında olmasından dolayı potansiyometrik yöntemle analiz edilmiştir. Belli düzeyde seyreltilen örnekler 0.1 N NaOH (Faktör:0,978) ile pH 8.1'e ulaşınca kadar titre edilmiştir. Sarf edilen çözelti miktarına göre sitrik asit cinsinden sonuçlar hesaplanmıştır (AOAC 2000).

3.2.3. Suda çözünür kuru madde (briks) tayini

Taze nar suyu ve nar ürünlerinde suda çözünür kuru madde miktarı (briks) RA-500 KEM model refraktometre ile g/100 g cinsinden ölçülmüştür (AOAC 1980).

3.2.4. Renk tayini

Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin renk değerleri (*L*, *a*, *b*, *Chroma*, *hue açısı*) “Konica Minalto CR-5” model renk cihazı ile ölçülmüştür. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos örneklerinin renk okumaları doğrudan örnek kabı içinde, nar reçeli örneklerinin renk okumaları ise örnek homojen hale getirildikten sonra kaba konularak yapılmıştır (Bakker ve ark. 1986).

3.2.5. Askorbik asit (Vitamin C) tayini

10 g/mL örnek üzerine 70 mL okzalik asit eklenmiş ve bir süre beklendikten sonra karışım filtre edilmiştir. Elde edilen filtrat 2-6, diklorofenolindofenol boya çözeltisiyle karıştırılmış ve örnekler içerisinde bulunan askorbik asidin boya çözeltisini indirgemesi sonrasında, geriye kalan boya çözeltisinin geçirgenliği spektrofotometrik olarak (Shimadzu UV 1208 model spektrofotometre ile) saptanmıştır. Sonuçlar elde edilen kurve üzerinden mg/100 mL (nar suları) ve mg/100 g (diğer nar ürünleri) cinsinden hesaplanmıştır (Simona ve ark. 2011).

3.2.6. Toplam fenolik madde miktarı

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu ayırıcı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Nar ürünlerinin fenolik madde miktarı yüksek olduğu için ürünler, önceden yapılan ön denemelerde elde edilen sonuçlara göre saf su ile belli oranlarda seyreltilmiş ve bu sayede aralarında kıyaslama yapılabilmiştir. Seyreltilmiş 1 mL örnek üzerine 1 mL Folin-Ciocalteu reaktifi (1:3) ilave edilmiş, 5 dk bekledikten sonra karışıma 2 mL %35 konsantrasyonundaki doymuş sodyum karbonat (Na_2CO_3) eklenmiştir. Son aşamada 2 mL saf su ilave edilen karışım vorteks ile karıştırılmıştır. Karanlıkta 30 dk bekletildikten sonra 700 nm’de Shimadzu UV 1208 model spektrofotometre ile örnek yerine saf su kullanılarak hazırlanan köre (kontrol örneği) karşı karışımların absorbansları ölçülmüştür. Sonuçlar standart eğri kullanılarak, gallik asit eşdeğeri (GAE) cinsinden belirlenmiştir (Türkmen ve ark. 2006).

3.2.7. Antioksidan kapasite

Örneklerin antioksidan kapasiteleri, yöntem farklılıklarının da sonuca etkisini görebilmek üzere, hem DPPH (Benzie ve Strain 1996), hem de CUPRAC (Katalinic ve ark. 2006) yöntemleri ile analiz edilmiştir.

DPPH yöntemi

Bu analiz metoduna göre nar ürünleri sonuçların kıyaslanabilmesi ve analizin gerçekleştirilebilmesi için ön denemelerle belirlenen oranlarda saf su ile seyreltilmiştir. Seyreltilmiş 0,1 mL örnek üzerine 3,9 mL DPPH (6×10^{-5} M) ilave edilmiştir. Karışım karanlıkta 30 dk bekletilmiştir. Reaksiyon sonucu indirgenmiş radikalin absorbanı saf metanole karşı 515 nm’ de ölçülmüştür. Kontrol örneği ekstrakt yerine saf su kullanılarak hazırlanmıştır. Sonuçlar kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak mg trolox eşdeğeri (TE)/100 g suda çözünür kuru madde cinsinden hesaplanmıştır ($R^2=1$).

$$AK (\%) = \frac{Abs_{Kontrol} - Abs_{örnek}}{Abs_{Kontrol}} \times 100$$

Abs kontrol : örnek içermeyen DPPH çözeltisinin absorbanı,

Abs örnek : örnek içeren DPPH çözeltisinin absorbanı

Cu (II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite (CUPRAC) yöntemi

Bu analiz yönteminde, nar ürünleri analizin gerçekleştirilebilmesi için ön denemelerle belirlenen oranlarda saf su ile seyreltilmiştir. 0,1 mL numune analiz tüpüne alınmıştır. Daha sonra saf su ile hacmi 1 mL’ ye tamamlanan örnekler üzerine 3 mL CUPRAC çözeltisi (1 mL Cu(II)klorür çözeltisi+1 mL neokuproin alkoldeki çözeltisi+1 mL amonyum asetat çözeltisi) ilave edilmiştir. Karışım çalkalandıktan sonra karanlıkta 30 dk bekletilmiştir. Reaksiyon sonucunda oluşan yeşil rengin absorbanı değeri köre karşı 450 nm’de spektrofotometrede ölçülmüştür. Örneklerin antioksidan kapasitesi kalibrasyon denkleminde yararlanılarak mg trolox eşdeğeri (TE)/100 g suda çözünür kuru madde cinsinden hesaplanmıştır ($R^2=0,9978$).

3.2.8. Biyoalınabilirlik (*in-vitro* sindirim metodu) yöntemi

Nar ve nar ürünlerinde fenolik bileşiklerin biyoalınabilirliklerinin tespit edilmesinde Naczk ve Shahidi (2004) ile Vitali ve ark. (2009)' nın *in-vitro* yapay mide-bağırsak (gastrointestinal) sindirim metodundan yararlanılmıştır. Bu analiz yönteminde; nar suyu örneklerinden 500 µL, nar ekşisi, sos ve reçel örneklerinden 500 mg analiz tüplerine alınmıştır. Gastrik sindirim aşamasını gerçekleştirmek için sırasıyla 10 mL saf su ve 0,5 mL pepsin çözeltisi (20 g/L, 0,1 mol/L HCL) ilave edildikten sonra örneklerin pH düzeyi 5 mol/L HCl çözeltisi ile 2'ye ayarlanmıştır. Örnekler gastrik sindirimi tamamlamak üzere 37 °C su banyosunda 2 saat bekletilmiştir. Su banyosundan alınan örneklerin pH düzeyi 1 M NaHCO₃ çözeltisi ile 7,2'ye ayarlanmıştır. Bu işlemin ardından sırasıyla, 2,5 mL bile/pankreatin solüsyonu (0,5 g pankreatin ve 3 g bile tuzu tartılarak 250 mL ölçü balonuna alınmış ve 0,1 M NaHCO₃ ile çizgisine tamamlanmıştır) ve 2,5 mL NaCl/KCl tuzları (100 mL için 0,7 g NaCl ve 100 mL için 0,04 g KCl tartılmış saf ile çizgilerine tamamlanmıştır) ilave edildikten sonra mide sindirimi tamamlanan örnekler 37 °C su banyosunda 2 saat bağırsak sindirimi için bekletilmiş ve süre sonunda 3500 rpm'de 10 dk satrifüj edilmiştir. Sindirim sonrası elde edilen ekstraktlar 3.2.6 ve 3.2.7' de anlatılan yöntemlere uygun olarak analize alınmıştır. Saptanan sonuçlara göre aşağıdaki formülden biyoalınabilirlik değerleri hesaplanmıştır.

$$\text{Biyoalınabilirlik (\%)} = (K_{\text{sindirilmiş}} / K_{\text{sindirilmemiş}}) \times 100$$

$K_{\text{sindirilmiş}}$: Mide/bağırsak aşamasından sonraki konsantrasyon (mg)

$K_{\text{sindirilmemiş}}$: Sindirilmemiş örnekteki konsantrasyon (mg)

3.2.9. Hidroksimetilfurfural (HMF) tayini

Bu yöntem, diğer aldehitlerde olduğu gibi HMF'nin de barbütirik asit ve p-toluidin ile reaksiyona girerek kırmızı renkli bileşikler oluşturması ve oluşan rengin absorbansının spektrofotometrede belirlenmesi ilkesine dayanmaktadır. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örnekleri, Carrez 1 ve Carrez 2 çözeltileri ile durultulup filtre edildikten sonra elde edilen filtratlardan deney tüplerine 2'şer mL alınmıştır. Spektrofotometrede ölçüm yapılmadan hemen önce deney tüplerinden birisine 5 mL p-toluidin çözeltisi ve 1 mL damıtık su (kontrol örneği), diğerine ise yine 5 mL p-toluidin çözeltisi ve 1 mL

barbütirik asit çözeltisi (esas reaksiyonun gerçekleştiği tüp) ilave edilmiştir. Tüpler iyice çalkalandıktan sonra absorbans değerleri saf suya karşı 550 nm dalga boyunda okunmuş ve ilgili kurve yardımıyla sonuçlar mg/L ve mg/kg cinsinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

$$HMF=K \times (a-b) \times S$$

K: Standart eğriden hesaplanan faktör

a: Esas deneme için okunan absorbans değeri

b: Şahit deneme için okunan absorbans değeri

S: Seyreltme oranı

3.2.10. Duyusal analiz

Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örnekleri ‘hedonik skala’ kullanılarak 10 kişilik panelist grubu tarafından duyusal yönden değerlendirilmiştir (Şekil 3.2, 3.3, 3.4). Nar suyu örnekleri renk, koku, tat ve aroma özellikleri; nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örnekleri renk, görünüş, koku, kıvam, tat ve aroma özellikleri bakımından duyusal analize tabi tutulmuştur. Sonuçlar ortalama puanlar üzerinden değerlendirilmiştir (Altuğ ve Elmacı 2011).

Panelistin Adı-Soyadı:

Tarih: .../.../...

Nar Suyu Duyusal Analiz Formu

DİREKTİFLER: Belirlenen parametreler aşağıdaki hedonik skalaya göre değerlendirilecektir.

Renk: Nara özgü kırmızı renkte olmalıdır.

Koku: Nara özgü kokuya sahip olmalı ve yabancı koku içermemelidir.

Tat: Nara özgü tatlı-ekşi bir tada sahip olmalıdır.

Aroma: Nara özgü aromaya sahip olmalıdır.

| Örnek Kodu | Renk | Koku | Tat | Aroma | Düşünceler |
|------------|------|------|-----|-------|------------|
| XA1 | | | | | |
| XA2 | | | | | |
| XB1 | | | | | |
| XC1 | | | | | |

5-Çok beğendim

4-Beğendim

3-Kararsızım

2-Az beğendim

1- Beğenmedim

Şekil 3.2. Nar suyu duyusal değerlendirme formu

Panelistin Adı-Soyadı:

Tarih: .../.../.....

Nar Ekşisi ve Nar Ekşili Sos Duyusal Analiz Formu

DİREKTİFLER: Belirlenen parametreler aşağıdaki hedonik skalaya göre değerlendirilecektir.

Renk: Nar ekşisine özgü koyu kırmızı tonlarda olmalıdır.

Görünüş: Homojen bir görünüşe sahip olmalı ve tortu içermemelidir.

Koku: Nara özgü kokuya sahip olmalı ve yabancı koku içermemelidir.

Kıvam: Akışkan yapıda olup, sulu bir yapıya sahip olmamalıdır.

Tat: Nara özgü ekşi ve buruk tada sahip olmalıdır. Yanık ve yabancı tat bulunmamalıdır.

Aroma: Nara özgü aromaya sahip olmalıdır.

| Örnek Kodu | Renk | Görünüş | Koku | Kıvam | Tat | Aroma | Düşünceler |
|------------|------|---------|------|-------|-----|-------|------------|
| 123 | | | | | | | |
| 211 | | | | | | | |
| 319 | | | | | | | |
| 456 | | | | | | | |

- 5-Çok beğendim
4-Beğendim
3-Kararsızım
2-Az beğendim
1- Beğenmedim

Şekil 3.3. Nar ekşisi ve soslara ait duyusal değerlendirme formu

Panelistin Adı-Soyadı:

Tarih: .../.../...

Nar Reçeli Duyusal Analiz Formu

DİREKTİFLER: Belirlenen parametreler aşağıdaki hedonik skalaya göre değerlendirilecektir.

Renk: Nara özgü kırmızı tonlarda olmalıdır.

Koku: Nara özgü kokuya sahip olmalı ve yabancı koku bulunmamalıdır.

Görünüş: Nar tanelerinin şurup içinde dağılımı homojen olmalıdır.

Kıvam: Cıvık ya da çok koyu olmamalıdır.

Tat: Nara özgü tat yönünden değerlendirilecektir.

Aroma: Nara özgü aromaya sahip olmalıdır.

| Örnek Kodu | Renk | Görünüş | Koku | Kıvam | Tat | Aroma | Düşünceler |
|------------|------|---------|------|-------|-----|-------|------------|
| ABC | | | | | | | |
| DEF | | | | | | | |

- 5-Çok beğendim
4-Beğendim
3-Kararsızım
2-Az beğendim
1- Beğenmedim

Şekil 3.4.Nar reçeli duyusal değerlendirme formu

3.2.11. İstatiksel analiz

Nar ve ürünlerinin analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesinde “JMP 7” istatistik programı kullanılmıştır. Nar sularının ve konsantre nar ürünlerinin (nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli) istatistiksel değerlendirmesi kendi içerisinde yapılmıştır. Araştırmada saptanan bulgular üç tekerrürlü olarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılığın hesaplanmasında %5 olasılık düzeyinde LSD testi kullanılmıştır (Turan 1998).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Nar suyuna ait analiz sonuçları, fizikokimyasal yapısının farklı olması nedeniyle, diğer nar ürünlerinden ayrı değerlendirilmiştir.

4.1. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin pH, titrasyon asitliği ve suda çözünür kurumadde değerleri

Nar suyu örneklerinin pH, titrasyon asitliği ve suda çözünür kuru madde değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Nar suyu örneklerinin pH, titrasyon asitliği ve suda çözünür kuru madde değerleri

| Örnekler | pH değeri | *Titrasyon asitliği (g/100 mL) | Suda çözünür kuru madde (g/100 g) |
|---------------|------------|-----------------------------------|---|
| Taze nar suyu | 3,27±0,01b | 1,46±0,01a | 16,43±0,12a |
| Nar suyu 1 | 3,06±0,01d | 1,47±0,00a | 13,86±0,03d |
| Nar suyu 2 | 3,27±0,00b | 1,17±0,01b | 13,73±0,12d |
| Nar suyu 3 | 3,36±0,01a | 1,17±0,01b | 14,18±0,07c |
| Nar suyu 4 | 3,20±0,00c | 1,05±0,00c | 15,76±0,33b |

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasında istatistikî fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

*sitrik asit cinsinden

Nar suyu örneklerinin pH değerleri 3,06-3,36 aralığında saptanmıştır ve toplam asitliği değerleri ise 1,05-1,47 g/100 mL arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). En yüksek asitlik taze nar suyunda, en düşük değer ise 4 numaralı nar suyunda tespit edilmiştir. pH değeri en düşük olan nar suyu 1 kodlu örneğin, toplam asitlik değeri beklendiği şekilde yüksek bulunmuştur. Suda çözünür kuru madde değerleri (briks) 13,73-16,43 g/100 g arasında değişmiştir. Taze nar suyu en yüksek briks değerine sahiptir. Cemeroglu ve ark. (2004), 120 çeşit nar çeşidini kabukları ile preslemiş ve elde edilen nar sularının pH değerlerini 2,40-3,53 arasında saptamıştır. Eyigün (2012) yaptığı çalışmada taze nar suyu örneğinin ortalama pH değerini 2,81, ortalama titrasyon asitliği değerini 1,34 g/100 mL ve ortalama briks değerini de 15,83 g/100 g olarak bulmuştur. Çam ve ark. (2009), 10 farklı nar çeşidi üzerine yaptıkları çalışmada nar sularının pH değerlerini 2,82-3,85 aralığında, suda çözünür kuru madde değerlerini ise 15,6-16 g/100 g arasında saptamıştır. Hmid ve ark.

(2016), Morocco’da yetişen 18 farklı nar çeşidinin pH değerlerini 2,85-4,22 arasında, titrasyon asitliğini 0,19-0,67 g/100 mL aralığında ve suda çözünür kurumadde miktarını 12,33-17,07 g/100 g aralığında tespit etmiştir. Gölükcü ve Tokgöz (2011), Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen Hicaznar çeşidinin farklı hasat dönemlerindeki nar suyu örneklerinin titrasyon asitliği, pH ve suda çözünür kuru madde değerlerini sırasıyla %0,90-1,39, 3,07-3,44 ve 15,85-17,10 g/100 g arasında tespit etmiştir. En yüksek briks ve en düşük asitlik düzeyi son hasat dönemi örneğinde, saptanmıştır. Tez kapsamında bileşimi araştırılan örneklerin pH, toplam asitlik ve briks değerleri, literatürde saptanan değerlerle uyum göstermekle birlikte, farklılıkların nar bileşiminin bölge, çeşit, olgunluk, hasat dönemi vb. parametrelere göre değişim göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin pH, titrasyon asitliği ve suda çözünür kuru madde değerleri, Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin ortalama pH, titrasyon asitliği ve suda çözünür kuru madde değerleri

| Örnekler | pH değeri | *Titrasyon asitliği (g/100 g) | Suda çözünür kuru madde (g/100 g) |
|------------------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Nar ekşisi 1 | 1,69±0,01d | 10,25±0,05a | 75,17±0,33a |
| Nar ekşisi 2 | 2,83 ±0,01a | 7,14±0,05b | 73,8 ±0,06b |
| Nar ekşili sos 1 | 1,71±0,01c | 3,29±0,00d | 72,3 ±0,29c |
| Nar ekşili sos 2 | 2,01±0,00b | 3,73±0,01c | 70,6 ±0,20d |
| Nar reçeli 1 | 3,13±0,00b | 0,53±0,00a | 75,3±0,03b |
| Nar reçeli 2 | 3,40±0,01a | 0,44±3,925e-17b | 78,5 ±0,22a |

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasında istatistiki fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

*sitrik asit cinsinden

Nar ürünlerinin pH değerleri 1,69-3,40 arasında, saptanmış olup; en yüksek pH değerleri nar reçellerinde görülmüştür (Çizelge 4.2). Toplam asitlik düzeyi nar ekşilerinde en fazla iken, bunu nar ekşili sos ve nar reçeli takip etmiştir. Suda çözünür kuru madde miktarı ise 70,6 –78,5 g/100 g arasında bulunmuştur.

TS 4953 nar ekşisi standardında göre nar ekşilerinin toplam asitliği en az %7,5 ve suda çözünür kuru madde değerleri en az %68 olarak belirlenmiştir (Anonim 2001). Örneklerin suda çözünür kuru madde değerleri standarda uymakla birlikte nar ekşisi 2, nar ekşili sos 1, 2 örneklerinin toplam asitliği standardın altında tespit edilmiştir. Literatür sonuçları ile kıyaslandığında; Karabıyıklı ve ark. (2012), ticari nar ekşilerinin pH değerlerini 2,51-2,64 arasında, toplam asitliklerini ise %12,6-18 arasında bulmuşlardır. Aynı araştırmada nar ekşili sosların pH değerleri 2,33-2,68 olarak, toplam asitlikleri %8,6-9,3 arasında tespit edilmiştir. Metin (2014) nar ekşilerinin ve nar ekşili sosların pH değerini sırasıyla 2,7-3,0 ve 1,74-2,62 arasında tespit etmiştir. Akpınar-Bayazit ve ark. (2016), ticari nar ekşisi örneklerinin pH değerlerini 1,71-2,96, briks değerlerini 62,40-75,00 g/100 g ve toplam asitliğini (sitrik asit cinsinden) 4,70-9,73 g/100 g arasında bulmuştur. Başka bir çalışmada ev yapımı nar ekşisinin toplam asitlik değeri 1,92 g/100 g olarak, iki farklı marka ticari nar ekşinin asitliği ise sırasıyla 3,2 g/100 g ve 3,52 g/100 g olarak saptanmıştır (El Darra ve ark. 2017). Bu çalışmadan elde edilen analiz sonuçları, literatür verileri ile uyum göstermiş olup, olası farklılıkların temelde hammadde ve proses koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Reçel üzerine yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde, Abid ve ark. (2018) farklı konsantrasyonlardaki şeker ve düşük metoksilli pektin ile hazırladıkları nar reçeli örneklerinin pH'larını 2,70-3,11 arasında bulmuştur. Üstün ve Tosun (1998) reçelerde iyi bir jel oluşturmak ve lezzet dengesini sağlayabilmek için gerekli pH aralığını 3,0-3,5 olarak önermiştir. Türk Gıda Kodeksi reçel, jöle, marmelat ve tatlandırılmış kestane püresi tebliğine (Tebliğ no: 2006/55) göre de geleneksel reçel ve ekstra geleneksel reçelde pH'ın 2,8-3,5 arasında olması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada incelenen nar reçeli örneklerinin pH değerleri de bu aralıklarda saptanmıştır.

Reçel tipi ürünlerde pektin jelinin oluşması ve ürünün dayanıklı hale gelebilmesi için ortamda en az %68 düzeyinde çözünür kuru madde olması gerektiği bilinmektedir (Bilişli 1998, Broomfield 1996, Cemeroğlu ve ark. 2005). İncelenen reçel örnekleri bu kurumadde değerinin üzerinde bir kurumaddeye sahiptir. Nar reçeli üzerine literatürde sınırlı sayıda araştırma mevcut olup, sonuçlar arasındaki birtakım farklılıkların, nar meyvesinin bileşimleri arasındaki farklılıklarla, reçete ve proses farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

4.2. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin renk değerleri

Gıda rengi önemli bir kalite kriteri olarak görülmektedir. Nar suyunun çekici kırmızı rengi, ticari sınıflandırma için değerlendirilen bir kalite parametresi ve tüketici davranışını etkileyen bir özelliktir (Zaouay ve ark. 2012). Nar suyu örneklerinin renk değerleri (L , a , b , C , h°) Çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Nar sularının renk değerleri

| Örnekler | L | a | b | Chroma (C^*ab) | h° |
|---------------|-------------|--------------|-------------|-----------------------|-------------|
| Taze nar suyu | 2,81±0,01e | 18,44±0,07e | 4,84±0,02e | 19,06±0,07e | 14,71±0,02e |
| Nar suyu 1 | 46,62±0,01b | 33,65±0,01b | 59,54±0,03b | 68,39±0,03b | 60,52±0,01b |
| Nar suyu 2 | 37,93±0,02c | 40,03± 0,01a | 56,06±0,02c | 68,88±0,02a | 54,47±0,01c |
| Nar suyu 3 | 11,41±0,01d | 30,27±0,01c | 19,43±0,01d | 35,97±0,01d | 32,70±0,02d |
| Nar suyu 4 | 53,42±0,10a | 22,99± 0,00d | 61,14±0,07a | 65,32±0,07c | 69,39±0,02a |

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasında istatistikî fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

L , a , b değerleri 3 boyutlu koordinat sistemi ile verilmekte ve bu koordinat sisteminde L değeri dikey ekseninde parlaklıktan koyuluğa gidişi belirtirken; $+a$ kırmızılığa, $-a$ yeşilliğe, $+b$ sarılığa, $-b$ ise maviliğe gidişi göstermektedir. Genel olarak, yüksek a (kırmızı) ve b (sarı) değerleri rengin daha parlak olduğunu göstermektedir (Fischer ve ark. 2013). L değeri açıklık-koyuluk ölçüsünü gösteren bir renk parametresidir. L değerinde meydana gelen azalma, kırmızı tonlarındaki ürünlerde ısıl işlem etkisiyle antosiyaninlerin parçalanması ve enzimatik olmayan esmerleşme sonucu kararmanın artması ile ürün renginin koyulaşmasından (siyaha yaklaştığının) kaynaklanmaktadır (Maskan 2006). Söz konusu ölçümlere ilave olarak örneklerin chroma (renk yoğunluğu) ve hue açısı (renk tonu) değerleri de hesaplanmıştır (Turfan ve ark. 2011). Tüm nar ürünlerinde örneklerin renkleri arasındaki farklılık istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

L değeri taze sıkılan nar suyunda en düşük, ticari nar suyu 4 örneğinde en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Isıl işlem sonrasında narda yoğun bulunan antosiyaninlerde meydana gelen kayıpla birlikte renkte değişimler meydana gelmektedir. Nar suyu 4 örneğinde L

parlaklık değeri, h^o renk tonu HMF içeriğinin yüksek bulunması, esmerleşme reaksiyonları sonucunda mevcut parlak kırmızı rengin azalmasıyla açıklanabilir. Literatürde renk değerleri ile ilgili elde edilen bulguları incelediğimizde, Çalışkan ve Bayazit (2012) ülkemizde yetiştirilen ekşi ve tatlı nar çeşitlerinin L değerlerini 15,2-44,1 arasında bulmuşlardır. Zaouay ve ark. (2012) farklı nar çeşitlerinden elde edilen nar sularının L değerlerini 51,7-83,9 arasında tespit etmiştir. Bu çalışmalardan taze nar tanelerinin L değerlerinin geniş bir aralıkta değişmekte olduğu sonucuna varılmaktadır. Başka bir çalışmada durultulmadan pastörize edilmiş nar suyu örneğinin L değeri 21,63 ve durultulma işleminden sonra pastörize edilmiş nar suyu örneğinin L değeri ise 38,53 olarak bulunmuştur (Turfan ve ark. 2011). Bu durum durultulmamış bulanık haldeki taze nar suyu ile nar suyu 3' ün düşük olan L değerini açıklamaktadır. Aynı araştırmacılar bulanık nar suyunun, berrak nar suyuna göre daha düşük a ve b değerlerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde Karaca (2011) taze nar suyundan filtre çıkışına kadar a ve b değerlerinde düşüş olduğunu saptamıştır.

Bu verilere dayanarak renk değerlerinin; nar çeşidi, durultma ve filtrasyon ile ısıl işlem vb. faktörlere bağlı değişim gösterebileceği düşünülmektedir.

Chroma değeri (C), a ve b renk değerleri üzerinden hesaplanmakta olup, bir rengin "saflığını" veya "yoğunluğunu" temsil etmektedir. Bu değer taze nar suyunda en düşük düzeyde bulunmuştur. Zaouay ve ark. (2012) ile Özgen ve ark. (2008) farklı nar çeşitlerine ait nar sularının C değerini sırasıyla 11,2-34,1 ve 14-19,9 arasında saptamıştır. Çalışkan ve Bayazit (2012) ülkemizde yetiştirilen tatlı nar çeşitlerinden üretilen nar suyu örneklerinin C değerlerini; 13,3-23,6 arasında ve ekşi nar çeşitlerinin sularında 13,2-28,7 aralığında bulmuştur. Bu çalışmada taze nar suyunda saptanan sonuç, literatür verileri ile uyum içerisindedir. Turfan (2008) nar tanelerinden ve narın tamamından elde edilen meyve sularındaki renk değişimini araştırmış ve çalışma sonucunda narın tamamı sıkılarak elde edilen nar suyunun daha yüksek C değerine sahip olduğunu (66,76-83,11) ve durultma işleminin renk yoğunluğu üzerine olumlu yansıması olduğunu ortaya koymuştur. Bu araştırmada ticari nar sularının (nar suyu 1, 2 ve 4) söz konusu çalışmada ulaşılan verilerle örtüştüğü görülmektedir.

Araştırmada, nar suyu örneklerinin h^o değerleri nar suyu 4' te en yüksek, taze nar suyunda en düşük düzeyde saptanmıştır. Farklı nar çeşitlerine ait nar sularında h^o değerleri

sırasıyla 17,7-70,1 ve 17,1-68,8 aralığında bulunmuştur (Özgen ve ark. 2008, Zaouay ve ark. 2012). Çalışkan ve Bayazit (2012) ise aynı değeri tatlı ve ekşi nar sularında 26,5-67,8 aralığında saptamıştır. Başka bir çalışmada, taze üründen başlanarak filtre çıkışına kadar olan proses aşamalarında nar suyu örneklerinin h^o değerleri 9,29-57,26 arasında değişmiştir (Karaca 2011). Filtrasyon ve ısıl işleme birlikte h^o renk değerinde artış olduğu bu çalışmadan ve literatür verilerinden anlaşılmaktadır. Isıl işlemin etkisiyle meydana gelen bu artış, antosiyanin renk pigmentlerinin bozunma derecesini göstermektedir. Ayrıca durultma işlemi sırasında kullanılan jelatin ajanının, jelatin-fenolik flokleşmesi sonucunda, antosiyaninlerin meyve suyundan uzaklaşmasına neden olmasının h^o renk değerinde artışa yol açtığı düşünülmektedir (Turfan ve ark. 2011).

Genel olarak bu çalışmada, saptanan renk değerlerinin, önceki çalışmalardan elde edilen bulgularla uyum içerisinde olduğu sonucuna varılmıştır. Taze nar suyu örneğinin L , a , b , C ve h^o değerlerinin, diğer ticari nar sularına göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun nar çeşidi, ısıl işlem uygulaması, filtrasyon işlemi vb. faktörlerden etkilenebileceği sonucuna varılmıştır (Malgarejo ve ark. 2011).

Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin renk değerleri Çizelge 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin renk değerleri

| Örnekler | L | a | b | Chroma (C^*ab) | h^o |
|------------------|---------------|-------------|-------------|-----------------------|---------------|
| Nar ekşisi 1 | 31,69±0,00a | 44,42±0,01a | 53,79±0,02a | 69,76±0,02a | 50,45±0,01b |
| Nar ekşisi 2 | 0,00±0,00d | 0,07±0,04d | -0,07±0,03d | 0,10±0,05d | 298,84±15,16b |
| Nar ekşili sos 1 | 6,99±6,3e-16c | 26,30±0,01c | 12,02±0,02c | 28,92±0,01c | 24,56±0,05a |
| Nar ekşili sos 2 | 18,19±0,01b | 32,69±0,01b | 31,30±0,02b | 45,25±0,02b | 43,76±0,01b |
| Nar reçeli 1 | 5,24±0,02a | 7,18±0,02a | 6,15±0,03a | 9,45±0,02a | 40,56±0,17a |
| Nar reçeli 2 | 2,85±0,01b | 3,55±0,04b | 1,92±0,02b | 4,04±0,04b | 28,47±0,19b |

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasında istatistikî fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

Nar ekşisi ve nar ekşili sos örneklerinde en yüksek L , a , b ve C değerleri nar ekşisi 1 de, en düşük renk değerleri ise nar ekşisi 2' de saptanmıştır. Bu durum nar ekşisi 1'in diğer ticari ürünlere nazaran daha parlak kırmızı renkte olduğunu ve renk yoğunluğunun

yüksek olduğunu göstermektedir. Nar ekşisi 2' de ise renk tonu (h°) daha yüksektir (298,84).

Yılmaz ve ark. (2007) ticari nar ekşisinin L , a ve b değerini sırasıyla 1,88, 2.30, 2.39 olarak; Kaya ve Sözer (2005) nar suyu konsantresinin (71° Briks) L , a ve b değerini sırasıyla 5,54, 0,57, -0,31 olarak tespit etmiştir. Sonuçlar arasından L değerleri bu çalışmadaki nar ekşili sos 1'e ve nar reçellerine yakın bulunurken, a ve b değerleri nar ekşisi 2 ile uyumlu bulunmuştur.

Nar ürünleri arasından nar ekşisi 2 örneğinin h° değeri en yüksektir (298,84). Antosiyaninlerin degradasyona uğraması ve polimerik oksidasyon ürünlerinin oluşması, ürün renginin zamanla sarı-kahverengiye doğru kaymasına ve bunun sonucunda renk parametrelerinin de (L , a , b , C , h°) tümünden değişimine neden olmaktadır. Bu örneğin h° değerinin, koyulaştırma işlemi sırasında oluşan esmer renkli pigmentler nedeniyle rengin sarı-kahverengi renge doğru dönüşümü sonucu yüksek çıktığı düşünülmüştür (Fischer ve ark. 2013).

Abid ve ark. (2018), nar reçelinin farklı konsantrasyonlarda meyve, pektin ve şeker ile hazırlanan örneklerinde L , a ve b renk değerlerini sırasıyla, 31,82-51,61, 8,15-14,57 ve -0,55-4,97 arasında saptamıştır. Bu çalışmadaki sonuçlarla paralel olarak meyve konsantrasyonu yüksek olan reçel örneklerinde koyulaştırma işleminin daha uzun sürmesi sonucu, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ile birlikte renk kararmasının daha yoğun olduğu Garrido ve ark. (2015) tarafından belirtilmiştir. Ayrıca Kopjar ve ark. (2009) farklı pektin türü ve konsantrasyonlarının, ürünlerin rengini direk etkilediğini belirtmiştir.

Bu bilgilere dayanarak nar reçeli örneklerinin renk değerlerindeki farklılığın, bileşiminde kullanılan nar oranı, pektin konsantrasyonu ve esterleşme derecesi (düşük ve yüksek metoksilli pektin), koyulaştırma parametreleri (sıcaklık ve süre), depolama sıcaklıkları vb. faktörlerden kaynaklanacağı düşünülmektedir.

4.3. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin askorbik asit (C vitamini) içeriği

Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin askorbik asit (C vitamini) değerleri Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Nar sularına ait askorbik asit değerleri

| Örnekler | Askorbik asit (mg/100 mL) |
|---------------|---------------------------|
| Taze nar suyu | 1,48±0,21a |
| Nar suyu 1 | 1,30±0,33a |
| Nar suyu 2 | 1,24±0,27a |
| Nar suyu 3 | 1,06±0,20ab |
| Nar suyu 4 | 0,41±0,16b |

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Hiçbir işlem görmemiş taze nar suyunun askorbik asit içeriği en yüksek düzeyde tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). En düşük askorbik asit değeri ise 4 numaralı ticari nar suyu örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.5). Antioksidan vitamin özelliğinde olan askorbik asidin düşük olması, bu örnekte (nar suyu 4), antioksidan kapasitenin de en az düzeyde olmasına neden olmuştur (Çizelge 4.7). Söz konusu örnekte hidrosimetilfurfural (HMF) düzeyinin yüksek çıkması (Çizelge 4.11), uygun olmayan ısıl işlem koşullarının askorbik asit miktarını olumsuz yönde etkilemesiyle de ilişkilendirilmektedir. Yine nar suyu 4 örneğinde toplam asitlik düzeyinin yüksek olması, askorbik asit üzerinde stabilize edici etki yaratmış olabilir. Al-Maiman ve Ahmad (2002)'de yaptıkları çalışmada narın farklı olgunluk dönemlerinde içerdiği askorbik asit düzeylerini incelemişler ve çalışma sonucunda olgun olmayan dönemde askorbik asit miktarını 0,26 mg/100 g, yarı olgun dönemde 0,25 mg/100 g ve tam olgun dönemde 0,18 mg/100 g olarak bulmuşlardır. Müttalip ve Hüdayi (2013), farklı çeşit narların askorbik asit içeriğini 1,14-9,4 mg/100 mL arasında tespit etmiştir. Melgarejo-Sánchez ve ark. (2015) İspanya'da yetiştirilen 6 farklı nar çeşidi üzerine yaptıkları çalışmada nar sularının askorbik asit düzeyini 0,02-0,08 g/100 g arasında saptamıştır. Kaur ve ark. (2014), Hindistan'da 6 farklı nar çeşidinde yaptıkları çalışmada nar çeşitlerinin ve nar sularının askorbik asit miktarlarını sırasıyla

3,68-13,65 mg/100 g ve 0,413-1,476 mg/100 mL arasında belirlemiştir. Araştırma sonuçları narın olgunluk düzeyine bağlı olarak farklı hammaddeden üretilen nar sularının bileşiminin değişeceğini ve işlem gören narlarda C vitamini kayıplarının olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmalardan elde edilen veriler daha çok kontrol örneği ile uyum göstermekte olup, ticari nar sularının göstermiş olduğu farklılıkların, meyvenin çeşidi, olgunluk durumu, yetiştirildiği bölge, hasat dönemi, uygulanan işlemler vb. faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Çizelge 4.6. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin askorbik asit (C vitamini) değerleri

| Örnekler | Askorbik asit (mg/100 g) |
|------------------|--------------------------|
| Nar ekşisi 1 | 3,07±0,12b |
| Nar ekşisi 2 | 19,78±0,66a |
| Nar ekşili sos 1 | 1,42±0,27c |
| Nar ekşili sos 2 | 1,06±0,18c |
| Nar reçeli 1 | 0,89±0,20a |
| Nar reçeli 2 | 1,65±0,26a |

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasında istatistiki fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin askorbik asit (C vitamini) miktarı en yüksek nar ekşisi 2’de, en düşük nar reçeli 1’de saptanmıştır (Çizelge 4.6). Nar ekşisi 2 örneğinin antioksidan kapasite değerleri de yüksek askorbik asit içeriğine paralel olarak fazla bulunmuştur. Eyigün (2012) vakum altında ve açık kazanda üretilen nar ekşisi örnekleri ile ev yapımı nar ekşilerinin askorbik asit içeriklerini sırasıyla 0,02-0,19 g/L, Kamal ve ark. (2018) ticari olarak satışa sunulan nar ekşilerinin askorbik asit miktarlarını sırasıyla 0,154, 0,214 ve 0,250 g/100 g olarak tespit etmişlerdir. Eyigün (2012) ile Kamal ve ark. (2018)’nin bulguları bu çalışmada elde edilen sonuçlardan yüksektir. Bu durum hammadde, üretim parametreleri ve analiz yöntemleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanabilir.

4.4. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri

Nar suyu örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri Çizelge 4.7, Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Nar suyu örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri

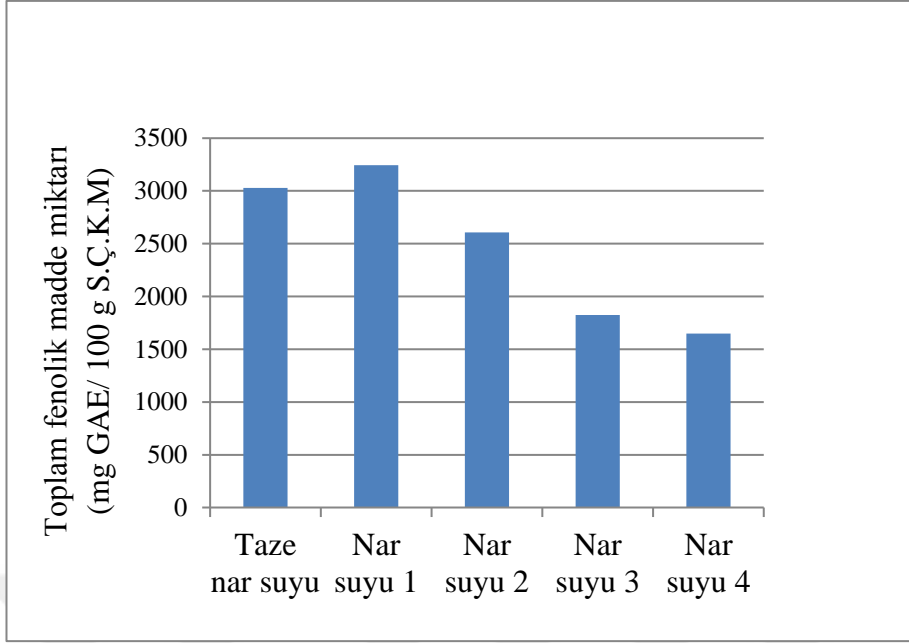
| Örnekler | ^a Toplam fenolik madde miktarı (mg *GAE/ 100 g **SÇKM) | ^b Antioksidan Kapasite DPPH Yöntemi (mg TE/100 g SÇKM) | ^b Antioksidan Kapasite CUPRAC Yöntemi (mg TE/100 g SÇKM) |
|---------------|---|---|---|
| Taze nar suyu | 3027,6±15,13b | 2340,74±11,05b | 5695,8±81,13b |
| Nar suyu 1 | 3243,6±12,59a | 2452,59±9,32a | 6089,3±19,28a |
| Nar suyu 2 | 2608,0±50,48c | 2022,06±5,22c | 5276,9±31,13c |
| Nar suyu 3 | 1825,4±11,68d | 1606,85±7,02d | 3167,6±13,13d |
| Nar suyu 4 | 1647,1±16,39e | 1206,96±7,96e | 3142,1±12,62d |

*GAE: gallik asit eşdeğeri ** suda çözünür kuru madde

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasında istatistiki fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

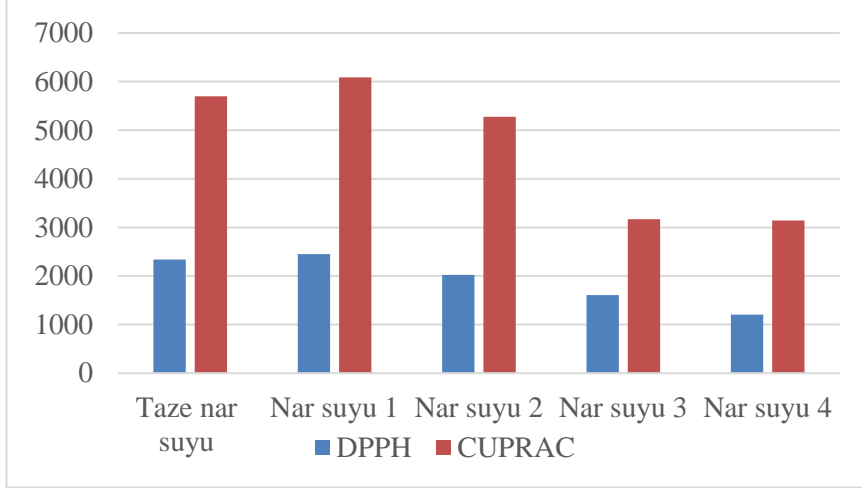
a:Toplam fenolik madde tayini için seyreltme oranları: Nar suyu örnekleri 0,1 brikse getirilerek analiz edilmiştir.

b:Antioksidan kapasite için seyreltme oranları: Nar suyu örnekleri (0,5 Bx) brikse getirilerek analiz edilmiştir.



Şekil 4.1. Nar suyu örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri

Nar suyu örnekleri içerisinde toplam fenolik madde değeri en yüksek nar suyu 1 örneğinde saptanmış olup, bunu sırasıyla taze nar suyu, nar suyu 2, nar suyu 3 ve nar suyu 4 izlemiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.1). Vegara ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada İspanya'da satışa sunulan 18 farklı ticari nar suyunun toplam fenolik madde miktarını 1136,20-3581,10 mg GAE/L arasında; Mousavinejad ve ark. (2009) İran'da 8 farklı nar çeşidinin preslenmesi ile elde ettikleri nar sularında bu değerleri 2380-9300 mg GAE/L arasında; Nuncio- Jáuregui ve ark. (2014), İspanya'da yetiştirilen 3 farklı nar çeşidinin toplam fenolik madde içeriğini 2674-4210 mg GAE/L(methanol/su 80:20 v/v çözeltisi ile homojenize edilen nar suyu örneği) arasında ve Mena ve ark. (2011), İspanya'da yetiştirilen 15 farklı nar çeşidinin (methanol ile ekstrakte edilen nar suyu örneği) toplam fenolik madde içeriklerini 1500-4500 mg GAE/L değerleri arasında tespit etmişlerdir. Peru'dan rastgele seçilen nar çeşitlerinden elde edilen nar sularının toplam fenolik madde miktarı 2015-5186 mg GAE/L bulunmuştur. Literatürdeki bulgulara baktığımızda narın toplam fenolik madde içeriğinin 1136,20-5186 mg GAE/L gibi geniş bir aralıkta değişmekte olduğu anlaşılmaktadır. Taze nar suyu ve diğer ticari nar sularının toplam fenolik madde içerikleri 2587,50-4974,35 mg GAE/L aralığında değişmekte ve önceki çalışmalar ile uyum içinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2. Nar suyu örneklerinin antioksidan kapasite değerleri

Antioksidan kapasiteye sahip biyoaktif bileşenlerin yüksek miktarda bulunduğu nar sularında, antioksidan kapasitenin (hem DPPH hem de CUPRAC yöntemiyle) de yüksek olduğu görülmektedir (nar suyu 1). Önceki çalışma sonuçları özetlenecek olursa;

- Öztan (2006), taze nar suyu ve ticari nar suyu örneklerinin (%95 etanol etanol:1,5 N HCl (85:15) çözgeni ile ekstrakte edilmiş) antioksidan kapasite değerlerini DPPH yöntemi ile sırasıyla 52,12 ve 46,24 µmol TE/g olarak,
- Zaouay ve ark. (2012), Tunus’da yetiştirilen 13 farklı nar çeşidinin antioksidan kapasitelerini DPPH yöntemiyle 11,91- 22,50 mmol TE/L arasında,
- Mena ve ark. (2011) İspanya’da yetiştirilen 15 farklı nar çeşidinin(methanol çözeltisi ile ekstrakte edilmiş) antioksidan kapasite değerlerini DPPH yönteminde 6-15 mmol TE/L aralığında,
- Kaur ve ark. (2014) Hindistan’ın yerel 6 nar çeşidine ait nar suyu ekstraktlarının antioksidan kapasitelerini 8,98-15,47 µmol TE/g (DPPH) ve 7,87-16,24 µmol TE/g (CUPRAC) tespit etmiştir.

Bu araştırmada yer alan nar suyu örneklerinin antioksidan kapasiteleri DPPH yönteminde sırasıyla; 7,60-15,37 mmol TE/L, 48,22-97,99 µmol TE/g SÇKM, CUPRAC yönteminde nar suyu örneklerinin antioksidan kapasiteleri 17,94-37,39 µmol TE/g değerleri arasında değiştiği görülmektedir. Araştırmada DPPH yöntemiyle elde ettiğimiz bu sonuçlar, Kaur ve ark. (2014), Zaouay ve ark. (2012) ve Mena ve ark. (2011)’in bulgularıyla örtüşmektedir.

Ticari nar suyunun üretim şekli (nar tanelerinden ve tüm meyveden üretilen ticari nar suları), nar suyu elde edilmesinde uygulanan presleme basıncı, ısıl işlem (sıcaklık ve süresi) gibi parametreler, ticari nar sularının toplam fenolik madde içeriğini ve dolayısıyla antioksidan kapasitesini etkilemektedir (Gil ve ark. 2000, Tzulker ve ark. 2007, Fischer ve ark. 2011 Rinaldi ve ark. 2013).

Çizelge 4.8. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri

| Örnekler | ^a Toplam fenolik madde miktarı (mg *GAE/100 g **SÇKM) | ^b Antioksidan Kapasite DPPH Yöntemi (mg TE/ 100 g SÇKM) | ^c Antioksidan Kapasite CUPRAC Yöntemi (mg TE/ 100 g SÇKM) |
|------------------|--|--|--|
| Nar ekşisi 1 | 286,50±1,35b | 112,98±0,48b | 418,03±0,96b |
| Nar ekşisi 2 | 2061,10±2,46a | 2377,52±16,22a | 6439,00±69,50a |
| Nar ekşili sos 1 | 31,40±0,15d | Tespit edilemedi. | 18,90±0,46d |
| Nar ekşili sos 2 | 133,10±0,45c | 44,31±0,27c | 179,60±0,79c |
| Nar reçeli 1 | 85,20±0,39b | 34,01±0,22b | 113,00±0,70b |
| Nar reçeli 2 | 97,00±0,30a | 35,26±0,19a | 127,00±0,90a |

*GAE: gallik asit eşdeğeri ** suda çözünür kuru madde

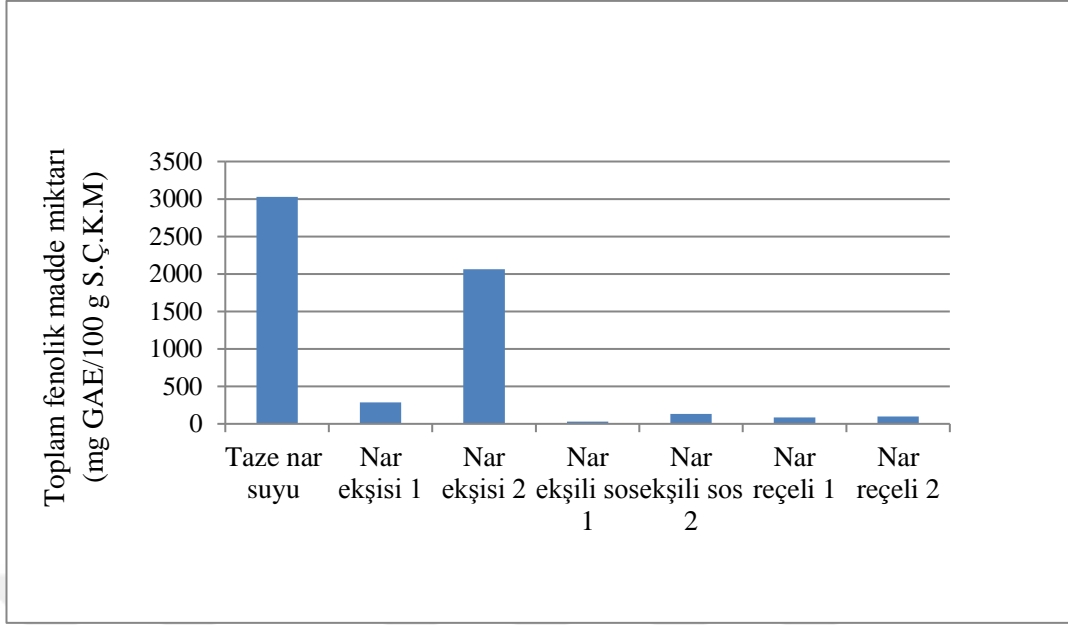
Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasında istatistiki fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

a: Toplam fenolik madde tayini için seyreltme oranları: Nar ekşisi 1 (1/50 oranında), nar ekşisi 2 (1/500 oranında), nar ekşili sos 1 (1/5 oranında), nar ekşili sos 2 (1/20 oranında), nar reçeli 1 (1/20 oranında) ve nar reçeli 2 (1/20 oranında) seyreltilmiştir. sonuçlar seyreltme oranlarıyla çarpılarak hesaplanmıştır.

b: Antioksidan kapasite (DPPH yöntemi) seyreltme oranları: Nar ekşisi 1 (10 briks), nar ekşisi 2 (0,5 briks), nar ekşili sos 2 (20 briks), nar reçeli 1 (25 briks), nar reçeli 2 (25 briks) değerlerine seyreltilmiştir.

c: Antioksidan kapasite (CUPRAC yöntemi) seyreltme oranları: Nar ekşisi 1 (5 briks), nar ekşisi 2 (0,5 briks), nar ekşili sos 1 (25 briks) nar ekşili sos 2 (20 briks), nar reçeli 1 (25 briks), nar reçeli 2 (25 briks) değerlerine seyreltilmiştir.

Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite değerleri Çizelge 4.8, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin toplam fenolik madde değeri

Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin toplam fenolik madde içeriği 31,40-2061,10 mg GAE/100 g SÇKM arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Taze nar suyuna kıyasla, en az fenolik madde kaybı nar ekşisi 2’de görülmüştür. Nar ekşisi 2’ nin toplam fenolik madde içeriği nar ekşisi 1 (286,5 mg GAE/100 g SÇKM) örneğinden yaklaşık 7 kat fazla bulunmuştur. Bu farklılık, söz konusu ticari üründe kullanılan hammaddenin fenolik madde düzeyi ve uygulanan işlem parametrelerinden kaynaklanabilir. Toplam fenolik madde içeriği düşük olan nar ekşisi 1 örneğinin, uzun süren ısıl işleme birlikte daha yüksek briks değerine sahip olması da dikkat çekicidir (Çizelge 4.2).

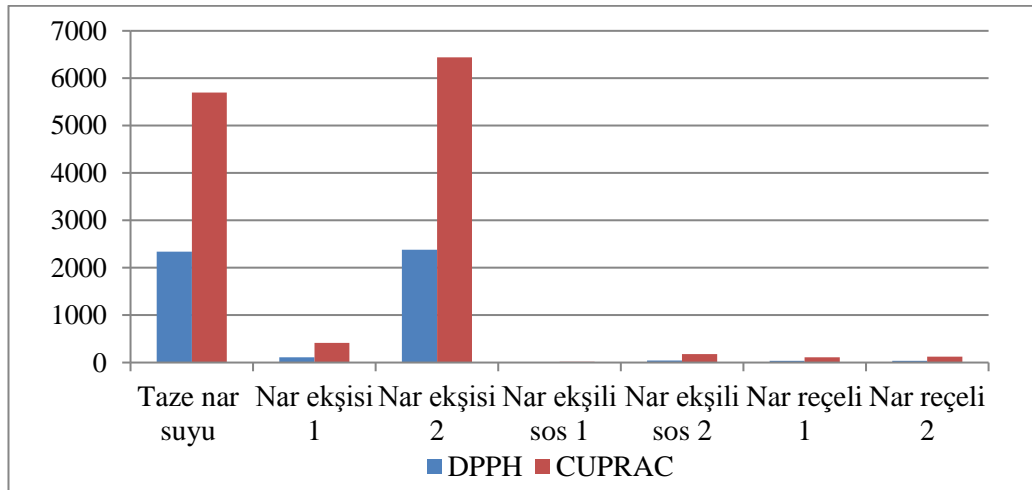
Önceki çalışmalarda;

- Öztan (2006), incelediği nar ekşisi örneğinin (%95’lik etanol ile ekstrakte edilmiş) toplam fenolik miktarını 2,74 mg GAE/g olarak,
- Akpınar-Bayizit ve ark. (2016), ticari olarak üretilen nar ekşisi örneklerinde (metanol ile ekstrakte edilmiş) toplam fenolik madde miktarını 118,28-828,15 mg GAE/g olarak,
- Yılmaz ve ark. (2007), nar ekşilerinde toplam fenolik madde miktarını 52,6 mg GAE/g olarak,

- İncedayı ve ark. (2010) ülkemizde ticari olarak satışa sunulan nar ekşilerinin toplam fenolik madde miktarını 551,61-9695,17 mg GAE/kg arasında bulmuştur. Bu çalışmada, nar ekşisi ve nar ekşili sos örneklerinin toplam fenolik madde miktarı 0,23-15,21 mg GAE/g örnek ve 227,02-15210,92 mg GAE/kg arasında değişmekte ve literatürde yer alan İncedayı ve ark. (2010) ve Öztan (2006) bulgularıyla örtüşmektedir.

Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin toplam fenolik içerikleri taze nar suyu'na göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum koyulaştırma sırasında uygulanan sıcaklık ile ilişkili olup, önceki araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Rababah ve ark. (2011) benzer şekilde farklı meyvelerin (çilek, vişne, kayısı, portakal ve incir) reçellerinde toplam fenolik madde düzeylerinin hammaddeye göre azalma gösterdiğini belirtmiştir.

Reçel, marmelat vb. ürünlerin işlenmesi sırasında hammadde hücre yapısı bozulmakta ve hücre geçirgenliği artmaktadır. Hücre yapısı bozulduğu ve geçirgenliği arttığı için bu ürünlerin işlenmesi sırasında enzimatik olmayan oksidasyona maruziyette artış meydana gelmekte ve bu durum da toplam fenolik madde miktarında azalmaya neden olmaktadır (Patras ve ark. 2011).



Şekil 4.4. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin antioksidan kapasite değerleri

Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin antioksidan kapasiteleri (DPPH ve CUPRAC) Şekil 4.4'te taze nar suyu ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Nar ekşili sos 1'in antioksidan kapasitesi DPPH yönteminde ortak seyreltme oranında dahi tespit edilememiştir. Nar ekşileri ve nar ekşili soslar arasından sadece nar ekşisi 2'nin antioksidan kapasitesi taze nar suyuna göre fazla bulunmuştur. Bu durum büyük oranda hammadde bileşim farklılığından kaynaklanmıştır. Nar ekşisi 2 örneğinin antioksidan kapasite değerleri (DPPH ve CUPRAC), toplam fenolik madde içeriği ve askorbik asit miktarının da benzer şekilde diğer nar ürünlerinden (nar ekşisi 1 ve nar ekşili sos 1, 2 örneklerinden) oldukça fazla olduğu görülmektedir.

Öztan (2006), incelediği nar ekşisi örneğinin (%95 etanol:1,5 N HCl (85:15) ile ekstrakte edilmiş) antioksidan kapasitesini DPPH yöntemiyle 54,8 µmol TE/g olarak saptamıştır. Akpınar-Bayizit ve ark. (2016) ise ticari olarak üretilen nar ekşisi örneklerinde (metanol ile ekstrakte edilmiş) antioksidan kapasiteyi DPPH yöntemiyle 560,23-1885,23 µmol TE/g aralığında tespit etmiştir. Bu çalışmada nar ekşisi ve soslarının antioksidan kapasite değerleri (DPPH yönteminde) 1,25-70,10 µmol TE/g örnek arasında değişmektedir. Bu sonuçlardan sadece en yüksek antioksidan kapasiteye sahip nar ekşisi 2 örneği DPPH yönteminde (70,10 µmol TE/g örnek) olduğu görülmektedir.

Öztan (2006)'ın elde ettiği değerden yüksek bulunmuştur. Akpınar-Bayizit ve ark. (2016) elde ettiği sonuçlar ise bu çalışmada elde edilen bulguların üzerindedir. Bu çalışmada, nar ekşisi, nar ekşili sos örneklerinin antioksidan kapasite değerlerinin önceki araştırmacıların sonuçları ile arasındaki farklılık; analiz sırasında uygulanan ekstraksiyon yöntemi, ekstraksiyonda kullanılan solvent çeşidi gibi analize dayalı özelliklerin yanı sıra, ürün özellikleri ve hammadeden de kaynaklanabilir.

Düşük kalorili çilek, tatlı kiraz, vişne, yaban mersini ve böğürtlen reçellerinde 80-103°C/20-30 dk pişirme ve 80°C/10 dk pastörizasyon sonucunda antioksidan kapasitelerinde sırasıyla %41, %3, %31, %42, %26-50 ($p<0.05$) azalma meydana gelmiştir

Koçak (2014), reçel örneklerinin antioksidan kapasite değerlerini CUPRAC yönteminde daha yüksek tespit etmiştir. Bu çalışmada da antioksidan kapasite değerlerinin CUPRAC yönteminde, DPPH yöntemine göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Yine

bu çalışmayla paralel olarak Poiana ve ark. (2013) reçel üretiminde ısıtma işlemi birlikte antioksidan kapasitenin önemli düzeyde kayba uğradığını ortaya koymuştur. Mena ve ark. (2013) yüksek antioksidan özellik gösteren punikalajın miktarının ısıtma işlemi etkisiyle arttığını ve diğer biyoaktif bileşenlerden punikalajın benzeri olanların ve elajik asitlerin (serbest ve glikozit formları) azaldığını belirtmiştir. Nar ekşisi 2'nin yüksek antioksidan kapasite değeri ısıtma işlemi sırasında biyoaktif bileşenlerin artış göstermesiyle de ilişkilendirilebilir.

Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçellerinin bileşim özellikleri, ısıtma işlemi parametreleri (sıcaklık ve süre), üretim biçimleri, depolama koşulları vb. özellikleri arasındaki farklılıklar bu ürünlerin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite özelliklerini etkilemektedir (Karaca 2011, Shinwari ve ark. 2018)

4.5. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin *in-vitro* biyoalınabilirliği

Nar suyu örneklerinin *in-vitro* mide-bağırsak (gastrointestinal) sindirimi sonrası toplam fenolik madde içeriği, antioksidan kapasite değeri ve % biyoalınabilirlik değerleri Çizelge 4.9, Çizelge 4.10 ve Şekil 4.5-4.8'de gösterilmiştir.

Bu çalışmada, mide-bağırsak sindirim aşaması sonrası nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinde antioksidan kapasite değerleri DPPH ve CUPRAC yöntemleri ile belirtilmesi planlanmıştır. Ancak birçok deneme yapıldığı halde örneklerin mide-bağırsak sindirimi sonrasında DPPH yönteminde antioksidan kapasite sonuçları tespit edilememiştir. DPPH radikali yapısı nedeniyle biyolojik ortamlarda etkisi sınırlı bir kimyasaldır (Wootton-Beard ve ark. 2011). Bu yüzden, mide-bağırsak sindirimi sonrasında biyoaktif bileşenlerin yapısında meydana gelen değişiklikler sonucu nar örneklerinin DPPH radikali ile reaksiyonunun yeterli düzeyde gerçekleşmediği düşünülmektedir.

Çizelge 4.9. Nar suyu örneklerinin *in-vitro* mide-bağırsak sindirimi öncesi ve sonrası toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri

| Örnekler | <i>Sindirim öncesi</i> | <i>Sindirim sonrası</i> | <i>Sindirim öncesi</i> | <i>Sindirim sonrası</i> |
|-----------------|---|---|---|---|
| | Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/100 g SÇKM) | Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/100 g SÇKM) | Antioksidan Kapasite CUPRAC Yöntemi (mg TE/100 g SÇKM) | Antioksidan Kapasite CUPRAC Yöntemi (mg TE/100 g SÇKM) |
| Taze nar suyu | 3027,60±15,13b | 2985,61±20,48a | 5695,80±81,13b | 7657,65±30,31a |
| Nar suyu 1 | 3243,60±12,59a | 2235,92±20b | 6089,30±19,28a | 5995,75±44,36b |
| Nar suyu 2 | 2608,00±50,48c | 1735,65±19,28c | 5276,90±31,13c | 5109,93±45,73c |
| Nar suyu 3 | 1825,40±11,68d | 1274,44±15,77d | 3167,60±13,13d | 3649,73±58,81d |
| Nar suyu 4 | 1647,10±16,39e | 1263,68±12,81d | 3142,10±12,62d | 3480,89±39,84e |

*GAE: gallik asit eşdeğeri ** suda çözünür kuru madde

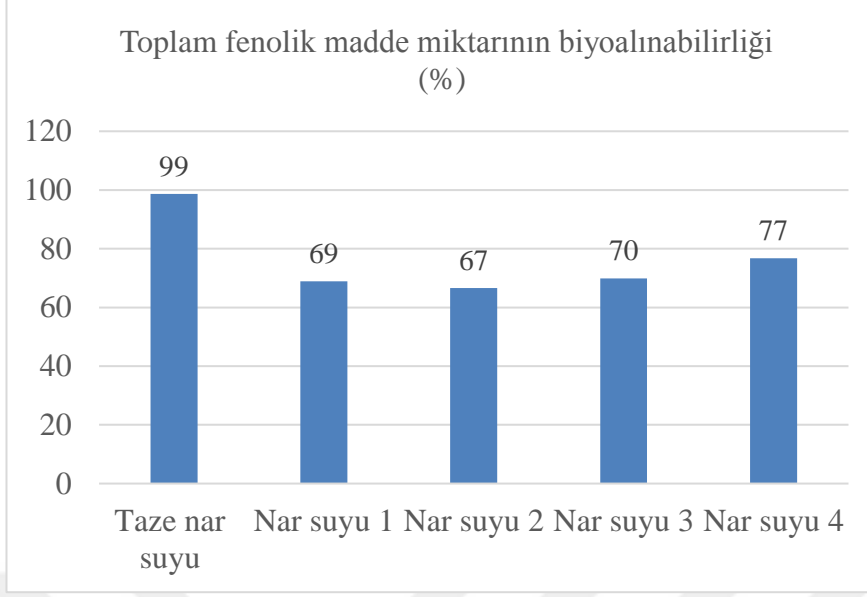
Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasında istatistiki fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

İn-vitro yapay sindirim metodu prosedürleri uygulanarak sindirimi gerçekleştirilen nar suyu örneklerinin toplam fenolik madde değerleri 1263,68-2985,61 mg GAE/100 g SÇKM arasında bulunmuştur (Çizelge 4.9). Gastrointestinal sindirim sonrası örneklerin toplam fenolik madde miktarında azalma meydana geldiği gözlenmiştir. Belirlenen bu sonuç, yapılan pek çok çalışmayla paralellik göstermiştir (Bouayed ve ark. 2012, Sürek 2012, Koçak 2014, Mosele ve ark. 2015, He ve ark. 2016, Buniowska ve ark. 2017, Cassani ve ark. 2018, Lucas-González ve ark. 2018).

Nar suyu örneklerinin biyoalınabilir fenolik madde miktarları %67-99 arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.5). Taze nar suyu en yüksek biyoalınabilirliğe sahip iken, bulanık meyve sularının (nar suyu 3 ve 4) berrak olanlara nazaran daha biyoalınabilir nitelikte olduğu (%70 ve %77) görülmektedir. Cassani ve ark. (2018) lif ile zenginleştirilmiş çilek suyunun gastrointestinal sindirim sonrası biyoalınabilir fenolik madde miktarı, lif içermeyen çilek suyuna göre daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Bu durum lifli yapının sindirime olumlu etkisiyle açıklanabilir.

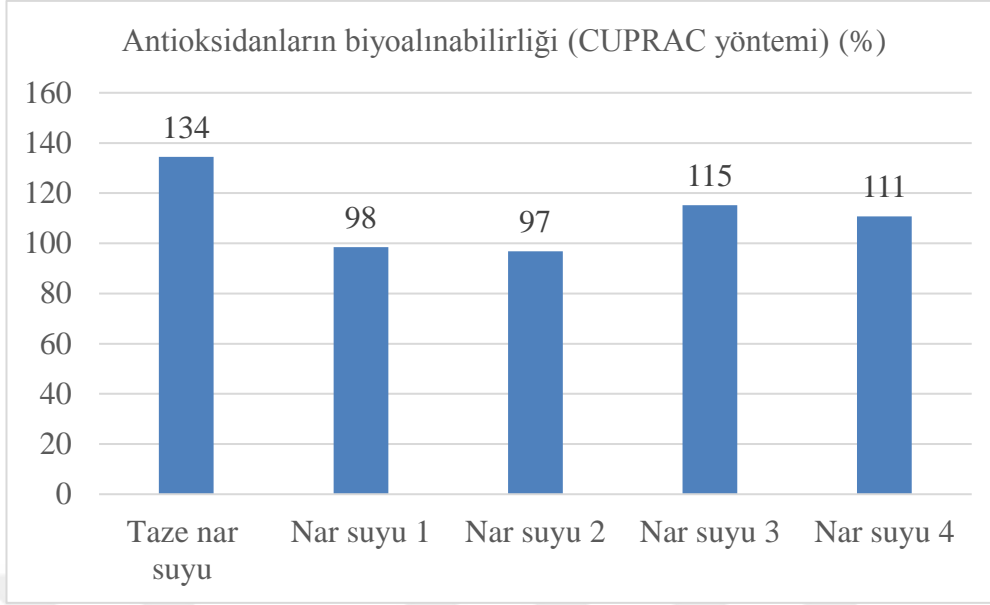
Sürek (2012) *in-vitro* sindirim sonrası nar taneleri, konsantre nar suyu ve nar nektarı örneklerinde biyoalınabilir fenolik madde miktarını %117,4, %148,9, %39,3 olarak tespit etmiştir. Sonuçlar arasındaki farklar, nar sularında bulunan biyoaktif bileşenlerin değişen düzeyleri ve diğer bileşenlerle oluşturdukları matrisin değişkenliğiyle açıklanabilir (Şengül 2013).

Mosele ve ark. (2015) nar suyu (nar tanelerini temsil eden) ve nar pulpu (narın bütünü temsil eden) örneklerinin *in-vitro* mide-bağırsak sindirimi sırasındaki bileşimlerini inceledikleri çalışmada, örneklerin toplam fenolik madde içeriklerinin önemli bir kısmının elajitanenler ile serbest elajik asit ve glikozitlerden oluştuğunu belirtmiştir. Nar suyu ve nar pulpu örneklerinin yapay mide-bağırsak sindirimi sonrası toplam fenolik madde değerlerinde sırasıyla %42,2 ve %27,2 oranında azalma görülmüştür. Helal ve ark. (2014) tarçınlı içeceklerin sindirim sonrasında biyoalınabilir fenolik madde miktarını yaklaşık %79,1-96,4 arasında tespit etmiştir.



Şekil 4.5. Nar suyu örneklerinin biyoalınabilir fenolik madde miktarı (%)

Nar suyu örneklerinin sindirim sonrasında CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasitesi 3480,89-7657,65 mg TE/100 g SÇKM olarak belirlenmiştir. Sindirim sonrası nar suyu örneklerinin antioksidan kapasite değerleri, toplam fenolik madde içeriği ile benzer şekilde sırasıyla; taze nar suyu > nar suyu 1 > nar suyu 2 > nar suyu 3 > nar suyu 4 olarak tespit edilmiştir. Taze nar suyu, nar suyu 3 ve nar suyu 4 örneklerinin antioksidan kapasite değerlerinde sindirim sonrası bir artış meydana gelmiştir. Antioksidan nitelik taşıyan bileşenlerin biyoalınabilirlik değerleri ise %97-134 arasında değişmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Nar suyu örneklerinin biyoalınabilir antioksidan miktarı (%)

Chen ve ark. (2014) 33 farklı meyvenin *in-vitro* sindirim öncesi ve sonrası toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesini incelediği çalışmada yirmi beş meyve çeşidinin sindirim sonrası toplam fenolik değerinde önemli artış ($p<0,05$) meydana geldiğini belirtmiştir. Örneklerin sindirim sonrası antioksidan kapasiteleri (DPPH yöntemiyle) 6,48-129,71 μmol vitamin C/g' dan 24,00 \pm 0,66-108,07 \pm 0,53 μmol vitamin C/g arasında değişim göstermiştir.

Pellegrini ve ark. (2017) altı çeşit kinoa tohumunda toplam fenolik madde içeriğinin biyoalınabilirliğini ortalama %73 bulmuştur. Kinoa tohumlarının antioksidan kapasite değerleri sindirim öncesi miktara göre DPPH yönteminde %73-213 arasında artış göstermiştir.

Sürek (2012) nar taneleri, konsantre nar suyu ve nar nektarının DPPH yöntemiyle *in-vitro* sindirim sonrası antioksidan kapasite değerlerinin azaldığını belirtmiştir. Bu örneklerin antioksidan kapasitelerinin % biyoalınabilirlik değerleri ise sırasıyla %8,14, 10,81 ve 19,66 olarak bulunmuştur. Chen ve ark. (2014) elma, armut (kokulu) ve kavun gibi meyvelerin, *in-vitro* mide ve bağırsak sindirimi fazlarından sonra antioksidan kapasitelerinin başlangıç değerlerine göre arttığını; kırmızı defne, erik ve Durian meyvesinde (*Durio zibethinus* L.) ise antioksidan kapasite değerinin sindirim öncesi değere göre azaldığını belirtmiştir. Pellegrini ve ark. (2017) altı çeşit kinoa tohumunun

in-vitro sindirimi sonrasında antioksidan kapasite değerlerinde artış olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada görülen artış ve düşüşler, araştırmalardan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Biyoaktif bileşenlerin *in-vitro* mide-bağırsak sindirimi sırasında biyolojik özellikleri değişiklik gösterebilmektedir. Fenolik bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin önemli ölçüde pH derecesine bağlı olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda fenolik bileşiklerin kimyasal yapıları da antioksidan kapasite üzerinde önemli rol oynamaktadır. Aglikon formları, glikozitlerden daha fazla antioksidan kapasite göstermektedir. Bunun yanı sıra, mide-bağırsak sindirimi boyunca salınan diğer bileşiklerin (diyet lifi, proteinler vb.) polifenollerle etkileşimi sonunda, polifenollerin çözünürlüğü, mevcudiyeti ve antioksidan kapasite düzeyi etkilenmektedir (Bouayed ve ark. 2011). Antioksidanlar, gastrik fazda asidik pH koşullarının etkisiyle daha yüksek kapasite gösterirken, bağırsak fazında bu etkilerinin azalabileceği belirtilmektedir (Jamali ve ark. 2008, Wootton-Beard ve ark. 2011).

Nar suyu örnekleri arasından nar suyu 4 en yüksek HMF içeriğine sahiptir. Ancak, *in-vitro* sindirim sonrasında antioksidan kapasite değeri sindirim öncesi değerine göre yüksek çıkmıştır. Bu durum; yüksek ısı işlem uygulanması sonucunda antoksidan özellik gösteren maillard reaksiyon ürünleriyle ilişkilendirilebilmektedir (Oghbaei ve Prakash 2013).

Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin *in-vitro* mide-bağırsak sindirimi sonrası toplam fenolik madde içeriği, antioksidan kapasite değerleri ve % biyoalınabilirlik değerleri aşağıdaki Çizelge 4.10, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin *in-vitro* mide-bağırsak sindirimi sonrası toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri

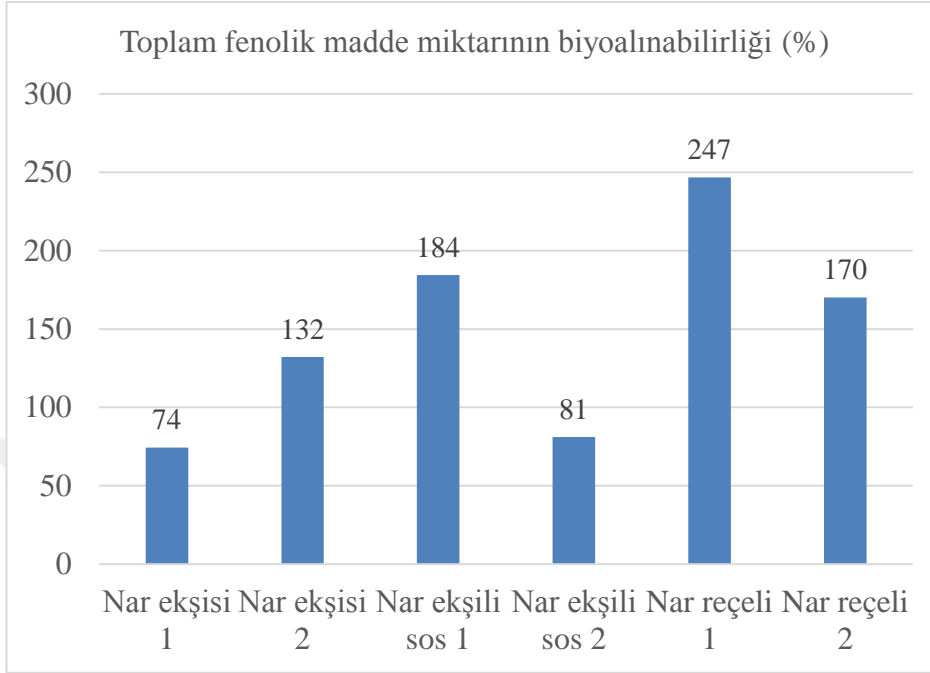
| Örnekler | <i>Sindirim öncesi</i> | <i>Sindirim sonrası</i> | <i>Sindirim öncesi</i> | <i>Sindirim sonrası</i> |
|------------------|---|---|---|---|
| | Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/100 g SÇKM) | Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/100 g SÇKM) | Antioksidan Kapasite CUPRAC Yöntemi (mg TE/100 g SÇKM) | Antioksidan Kapasite CUPRAC Yöntemi (mg TE/100 g SÇKM) |
| Nar ekşisi 1 | 286,50±1,35b | 213,16±0,68b | 418,03±0,96b | 396,97±6,71b |
| Nar ekşisi 2 | 2061,10±2,46a | 2723,49±14,87a | 6439,00±69,50a | 4649,99±8,55a |
| Nar ekşili sos 1 | 31,40±0,15d | 57,93±1,03d | 18,90±0,46d | 27,96±6,29d |
| Nar ekşili sos 2 | 133,10±0,45d | 107,82±1,15c | 179,60±0,79c | 95,46±9,17c |
| Nar reçeli 1 | 85,20±0,39b | 210,18±0,88a | 113,00±0,70b | 240,55±8,60a |
| Nar reçeli 2 | 97,00±0,30a | 165,03±0,49b | 127,00±0,90a | 182,45±7,01b |

*GAE: gallik asit eşdeğeri ** suda çözünür kuru madde

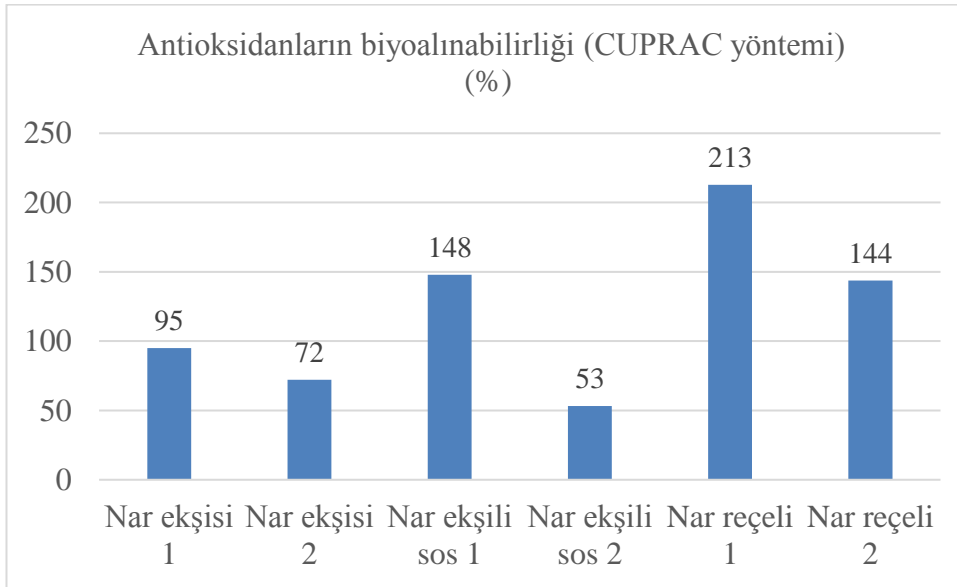
Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasında istatistiki fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

Nar ekşisi ve nar ekşili sosların *in-vitro* yapay sindirim yönteminden sonra toplam fenolik madde içerikleri 57,93-2723,49 mg GAE/100 g SÇKM arasında tespit edilmiştir. Nar ekşisi 1 ve nar ekşili sos 2 örneklerinin *in-vitro* sindirim metodu sonrasında toplam fenolik madde içeriklerinde azalma olduğu görülürken bunun aksine nar ekşisi 2, nar ekşili sos 1, nar reçeli 1 ve 2 örneklerinin toplam fenolik madde değerlerinde *in-vitro* mide-bağırsak sindirimi sonucunda artış meydana gelmiştir. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin biyoalınabilir toplam fenolik madde içerikleri %74-247 olarak ölçülmüştür (Şekil 4.7) Nar reçeli 1 örneğinin biyoalınabilir fenolik madde miktarındaki

artış, sindirim sonrası antioksidan kapasiteye de yansımış ve artışa neden olmuştur (Şekil 4.8)



Şekil 4.7. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin biyoalınabilir fenolik madde miktarı(%)



Şekil 4.8. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin biyoalınabilir antioksidan miktarı (%)

Koçak (2014) dağ çileği ve dağ çileği reçeli örneklerinin bağırsakta sindirilmiş toplam fenolik maddenin geri kazanım oranlarını (IN, kana geçen kısım) %0,69-8,12, antioksidan kapasite değerlerini ise CUPRAC yöntemiyle %3,83-18,50 değerleri arasında saptamıştır. Osmanlı çileğinin farklı türleri için midede gerçekleştirilen sindirim aşaması sonrası antioksidan kapasite değerleri CUPRAC yöntemiyle %61,98-120,05,

madde içeriği ise %28,10-77,30 arasında saptanmış olup, mideden alınan ekstraktların toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite geri kazanım oranlarının daha yüksek olduğu ortaya konmuştur.

Çilek örneklerinin sindirilmesinden sonra elde edilen diyalizatların (diyaliz esnasında yarı geçirgen zardan süzülen madde) toplam fenolik içeriğinin, hammaddeye kıyasla yaklaşık 12,5-150 kat azalmıştır. Ancak, reçel örneklerinin sindirim sonrası toplam fenolik madde içeriğindeki düşüşün, hammaddeki düşüş kadar yüksek olmadığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç, reçel örneklerinde hammaddeye göre artan kurumadde sonucu oransal olarak daha fazla bulunan polifenol varlığı ile ilişkilendirilmiştir (Koçak 2014).

Kamiloğlu ve ark. (2015) siyah havuç reçellerinde ve marmelatlarında mide-bağırsak sindirimi sonrasında toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerini (ABTS, CUPRAC) incelemiştir. Siyah havuç, siyah havuç reçeli ve marmelatı örneklerinin başlangıçtaki toplam fenolik içeriği %100 olarak kabul edilmiştir ve sindirim aşamaları sonrası bulunan değerler bu değer referans alınarak hesaplanmıştır. Gastrik sindirim sonrası siyah havuç, siyah havuç reçel ve marmelat örneklerinin toplam fenolik madde değerlerinin %51,7-68,2 arasında değiştiği belirtilmiştir. Antioksidan kapasite değerlerini gastrik sindirim sonrası tüm reçel ve marmelat örneklerinde %30,3-62,6 arasında tespit edilmiştir.

Bu araştırmada *in-vitro* mide-bağırsak sindirimi aşaması sonrasında nar ekşisi 2, nar ekşili sos 1, nar reçeli 1 ve 2 örneklerinin toplam fenolik içeriklerinin sindirim öncesi miktara göre arttığı ve benzer şekilde nar ekşili sos 1, nar reçeli 1 ve 2 örneklerinin (nar ekşisi 2 örneği dışında) antioksidan kapasite değerlerinin CUPRAC yönteminde sindirim öncesi değerlere göre artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun nedeni gıdaların üretimi sırasında uygulanan ısı ile hücre duvarlarının yapısının bozulması sonucu hücre duvarlarının

daha geçirgen hale gelmesiyle açıklanabilir. Bu şekilde, hücre içerisinde yer alan bileşiklere erişim kolaylaşmaktadır. Isıl işlem görmüş gıdalarda daha fazla biyoaktif maddelerin daha erişilebilir durumda olması ve ekstrakte edilebilirliğinin artması gibi olumlu etkileri bulunmaktadır (Fernandez-Garcia ve ark. 2008).

Kamiloğlu ve ark. (2015) şeker oranı yüksek olan siyah havuç reçel ve marmelatı örneklerinde şeker düzeyinin de *in-vitro* mide-bağırsak sindirimi sırasında polifenollerin yayılması üzerine etkili olduğunu bildirmiştir. Siyah havuçtan reçel ve marmelat üretiminin (tatlandırıcı kullanılan marmelat dışında), toplam fenolik madde miktarının geri kazanım oranlarını %7,2-12,6, fenolik asitlerin geri kazanım oranlarını %4,7-31,5 ve antioksidan kapasite geri kazanım oranını %1,4-8,1 arasında arttırdığını bildirmiştir. Bir diğer çalışmada, güneşte kurutulmuş incir örneklerinin biyoalınabilir durumdaki klorojenik asit miktarının artış gösterdiği saptanmıştır (Kamiloğlu ve Capanoğlu 2013). Bu araştırmada *in-vitro* yöntemi uygulayarak yapay sindirim koşullarında biyoalınabilirliklerini incelediğimiz nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin yapay mide-bağırsak sindirimi sırasında toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasite değerlerindeki değişimler önceki benzer çalışmalar referans olarak değerlendirilmiştir.

Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli ürünleri bileşimleri ve üretim yöntemleri arasında farklılıklar bulunan ürün çeşitleridir. Bu sebeple, bu ürünlerde bulunan polifenollerin *in vitro* sindirim sırasında birtakım farklılıklar sergilemesi beklenmektedir. Nar ekşili sos 1 ve nar reçeli 1, 2 örneklerinin; nar ekşileri (1, 2) ve nar ekşili sos 2 örneklerine kıyasla *in-vitro* sindirim sonrası antioksidan kapasite değerlerinin başlangıç düzeylerine göre arttığı görülmektedir (Çizelge 4.10). Nar ekşili sos ve nar reçeli ürünleri, nar ekşisinden farklı olarak bileşimlerinde şeker, glikoz şurubu, asitlik düzenleyici vb. yardımcı maddeler içermektedir. *In-vitro* sindirim sırasında uygulanan prosedürlerin biyoaktif bileşikler üzerine etkilerinin farklılık göstermesinin, bu ürün çeşitlerinin (nar ekşisi, sos ve reçel) biyoalınabilirlik özellikleri üzerinde de etkili olduğu düşünülmektedir. Helal ve ark. (2014) tarçınlı içeceklerde tatlandırıcı kullanılmasının bu içeceklerde bulunan polifenollerin mide-bağırsak sindirimi aşamasında erişilebilirliklerini arttırdığını belirtmiştir. Şengül (2013) yaptığı araştırmada narın farklı gıda matrisi ve bileşenleri nedeniyle biyoaktif bileşiklerin biyoalınabilirliklerinin de değiştiğini bildirmiştir.

4.6. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin HMF içeriği

Nar suyu örneklerinin hidrosimetilfurfural (HMF) düzeyleri Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Nar suyu örneklerinin HMF değerleri

| Örnekler | HMF (mg/L) |
|---------------|-------------|
| Taze nar suyu | 0,12±0,06e |
| Nar suyu 1 | 39,31±0,27b |
| Nar suyu 2 | 8,95±0,70d |
| Nar suyu 3 | 31,46±0,12c |
| Nar suyu 4 | 67,22±0,50a |

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır ($p<0,05$)

Nar suyu örneklerinin en düşük HMF içeriği beklendiği gibi taze sıkılmış nar suyunda, en yüksek değer ise nar suyu 4’te tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarda elde edilen verileri incelediğimizde, Tüfekçi (2008) ticari %100 nar suyu örneklerinde HMF değerini 5,49-27,39 mg/L aralığında, Kuş ve ark. (2005) 514-3500 ppm arasında belirlemiştir. Eyigün (2012) taze nar suyu örneğinde HMF düzeyini, bu çalışmadan elde edilen sonuçla uyumlu olarak, 0,17 mg/L bulmuştur.

Literatürde de, ısıtılmış meyve sularında 5 mg/L, meyve suyu konsantrelerinde ise 10 mg/kg’den fazla HMF, aşırı ısı yüklemesinin belirtisi olarak kabul edilmektedir (Cemeroğlu ve Karadeniz 2004). Analiz örneklerinde sadece taze nar suyu ve nar suyu 2’nin HMF düzeyi ilgili standarda uymaktadır. Nar suyu 1, 3 ve 4’e ait değerlerin standardın üzerinde olduğu görülmektedir. Nar suyu 1’in etiket bilgilerinde konsantreden üretildiği, nar suyu 2’nin taze nar meyvesinin sıkılarak üretildiği belirtilmektedir. Ticari nar sularının üretim teknikleri arasındaki farkın HMF oluşumunu etkilediği düşünülmektedir. Geleneksel olarak işlem görmüş meyve sularının, endüstriyel olarak üretilenlere göre daha yüksek HMF içeriğine sahip olduğu ve bunun daha yüksek sıcaklıkta daha uzun süre ısıya maruz kalmadan kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Kuş ve ark. 2005). En yüksek HMF düzeyine sahip olan nar suyu 4 örneğinin (67,22 mg/L) renk tonunun (h^0) da yüksek olduğu ve duyuşsal olarak renk ve tat yönünden en az beğenilen örnek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.13)

Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin HMF değerleri mg/kg olarak Çizelge 4.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçellerinin HMF değerleri

| Örnekler | HMF (mg/kg) |
|------------------|---------------|
| Nar ekşisi 1 | 9,20±3,11c |
| Nar ekşisi 2 | 118,68±3,19b |
| Nar ekşili sos 1 | 117,15±6,91b |
| Nar ekşili sos 2 | 387,32±66,36a |
| Nar reçeli 1 | 479,63±2,15a |
| Nar reçeli 2 | 175,11±2,67b |

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır ($p<0,05$)

Nar ürünleri içerisinde ortalama HMF düzeyi en yüksek olan ürünün nar reçeli olduğu görülmektedir. Bunu nar ekşili sos ve nar ekşisi takip etmektedir. Üretim sırasında ilave edilen şekerin HMF oluşumuna katkısı, nar reçeli ve nar ekşili sosta kendini göstermiştir. İncedayı ve ark. (2010) piyasada satışa sunulan farklı nar ekşisi örneklerinde HMF miktarının 18,56-1542,98 mg/kg arasında olduğunu bildirmiştir. Metin (2014) ise piyasada üretilen nar ekşilerinin HMF düzeyini 91,10-11485,70 mg/kg olarak tespit etmiştir. Eyigün (2012) Hicaznar çeşidinden farklı üretim teknikleri kullanarak vakum altında ve açık kazanda ürettiği nar ekşilerinin HMF değerlerini sırasıyla 7,70-190,99 mg/L ve 184,39-1380,64 mg/L arasında saptamıştır. Aynı çalışmada ev yapımı nar ekşisinin ortalama HMF değerleri 506,74-3266,35 mg/L arasında bulunmuştur.

Türk Standartları Enstitüsü (TS 4953) nar ekşilerinin üretimi aşamasında ısıl işlem nedeniyle oluşan HMF seviyesinin üst sınırını 50 mg/kg olarak belirlemiştir. Buna göre nar ekşisi 1’in standarda uygun olduğu, nar ekşisi 2’nin ise standardın üzerinde HMF içerdiği görülmektedir. Nar ekşisi örnekleri üzerine yapılan önceki araştırmalara da baktığımızda nar ekşisi örneklerinin HMF içeriklerinin farklılık gösterdiği ve çoğunlukla standardın üzerinde olduğu anlaşılmaktadır (İncedayı ve ark. 2010, Eyigün 2012, Metin 2014).

Nar ekşileri, nar suyunun koyulaştırılması ile elde edilen konsantre ürünlerdir. Nar ekşilerinde HMF miktarı; koyulaştırma işlemlerinin açık kazanlarda veya vakum altında

yapılmasına ve pH, kurumadde, indirgen şeker vb. içerik özelliklerine göre değişim göstermektedir (Yıldız ve ark. 2010).

Nar ekşili soslar ile ilgili herhangi bir düzenleme olmadığı için bunların HMF değerleri de nar ekşisi standardına göre değerlendirilmiş ve standardın oldukça üzerinde bulunmuştur. Metin (2014) piyasada üretilen nar ekşili sosların HMF içeriğini 41-151,90 mg/kg arasında bulmuştur. Nar ekşisi, nar suyunun belli brix (min. 68° Bx) derecelerine kadar konsantre edilmesiyle, nar ekşili sos ise nar suyunun kısmen koyulaştırılması ile elde edilmektedir. Nar ekşisi sosu, nar ekşisinden farklı olarak içeriğinde glikoz şurubu, su, nar aroması, asitlik düzenleyici (sitrik asit), renklendirici ve koruyucu madde içermektedir (Metin 2014). Nar ekşisi ve nar ekşili soslarının HMF düzeylerinin farklılık göstermesi, üretim yöntemlerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Nar reçeli örneklerinin HMF değerleri arasındaki farklılık istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Velioglu (1990) ticari reçel örneklerinde HMF miktarının çilek reçelinde 43,2-211,8, gül reçelinde 6,2-121,6, kayısı reçelinde 47,4-147,9, vişne reçelinde 31,9-307 mg/kg arasında bulunduğunu bildirmiştir. Çilek, gül, kayısı ve vişne reçellerinin kimyasal özellikleri üzerine yapılan başka bir araştırmada reçel örneklerinin hidroksimetilfurfural (HMF) miktarları sırasıyla 27,2, 48,48, 28,62, 55,33 mg/kg olarak saptanmıştır (Kaplan 2006). İki ayrı tür karayemiş meyvesinden pişirme işleminin sonunda alınan reçel örneklerinin HMF düzeyleri 205,34 ve 509,47 mg/kg olarak saptanmıştır. Karayemiş meyvesinin her iki türünden üretilen reçel ve marmelatlarda, üretim sırasında ısıl işlem süresi arttıkça oluşan HMF miktarı da önemli düzeyde artış gösterdiği belirtilmiştir (Batu 2015). Önceki araştırmada elde edilen bulgulara dayanarak temelde ısıl işlemin (açık kazanda pişirme, vakum altında pişirme) ve bileşim unsurlarının reçelerde HMF oluşumunu etkilediği anlaşılmaktadır.

4.7. Nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin duyuşal değerlendirilmesi

Birbirine yakın nar ürünleri bir arada duyuşal analize alınarak, kendi içinde değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.13. Nar suyu örneklerinin duyuşal değerlendirme sonuçları

| Örnekler | Renk | Koku | Tat | Aroma | Ortalama puan |
|-----------------|-------------|-------------|------------|--------------|----------------------|
| Nar suyu 1 | 4,7±0,67 | 4,3±0,48 | 4,1±0,99 | 4,4±0,84 | 4,38 |
| Nar suyu 2 | 4,4±0,97 | 4,5±0,53 | 3,6±0,84 | 3,9±0,99 | 4,10 |
| Nar suyu 3 | 2,4±1,07 | 3,0±1,49 | 3,0±1,56 | 2,8±1,48 | 2,80 |
| Nar suyu 4 | 2,1±1,10 | 3,1±1,10 | 2,7±1,34 | 3,1±1,29 | 2,75 |

Aynı sütunda yer alan örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,05$)

Nar suları renk, koku, tat, aroma gibi kriterler açısından Hedonik Skala metodu ile duyuşal değerlendirmeye alınmıştır. Bu yöntemde en çok beğenilen ürünlere 5, beğenilmeyen ürünlere 1 puan verilecek şekilde 1'den 5'e kadar puanlama yapılması istenmiştir. Nar suyu örneklerinin duyuşal değerlendirme sonuçlarında istatistiki olarak önemli fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Her bir panelistin vermiş olduğu ortalama puanlar Çizelge 4.13'te görölmektedir. Duyusal değerlendirme sonucunda en çok beğenilen ürün nar suyu 1, en az beğenilen ürün nar suyu 4 olmuştur. Panelistlerin duyuşal değerlendirme sonucunda en çok beğendikleri nar suyu 1 örneğinin, tat ve aromaya katkısı olan fenolik madde yönünden de zengin olduğu görölmektedir (Çizelge 4.7). Renk ve tat yönünden en az tercih edilen nar suyu 4 örneğinin ise HMF değeri diğer nar sularına göre oldukça fazla olup, fenolik madde içeriği de düşük bulunmuştur (Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.11).

Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.14' te gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örneklerinin duyusal analiz sonuçları

| Örnekler | Renk | Görünüş | Kıvam | Koku | Tat | Aroma | Puan |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|------|
| Nar ekşisi 1 | 4,2±0,92 | 4,2±1,03 | 3,2±1,32 | 3,5 ±1,35 | 3,1±1,29 | 3±1,33 | 3,53 |
| Nar ekşisi 2 | 3,8±0,63 | 4,1±0,74 | 4,1±0,99 | 3,6±1,43 | 3,6±0,97 | 3,5±1,08 | 3,78 |
| Nar ekşili sos 1 | 3,7±0,82 | 4,3±0,67 | 4,3±0,82 | 3,8±0,79 | 3,9±0,74 | 3,7±1,1 | 3,95 |
| Nar ekşili sos 2 | 3,5±1,18 | 4,2±0,92 | 3,1±1,29 | 3,4±0,97 | 3,4±1,07 | 3,3±1,06 | 3,48 |
| Nar reçeli 1 | 3,89±0,93 | 4,00±0,87 | 4,22±0,67 | 4,33±0,1 | 3,78±1,0 9 | 3,86±1,3 5 | 4,01 |
| Nar reçeli 2 | 3,44±1,13 | 3,33±1,00 | 3,67±1,12 | 4,00±0,2 | 3,56±1,2 4 | 3,63±1,2 | 3,60 |

Aynı sütunda yer alan örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,05$)

Söz konusu ürünlerin duyusal yönden değerlendirilmesinde renk, görünüş, kıvam, koku, tat, aroma gibi özellikler üzerinde durulmuştur. Nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örnekleri ayrı ayrı analize alınmış olup, her birinin duyusal değerlendirme sonuçları arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Nar ekşili sos 1 en yüksek ortalama puanla en beğenilen örnek olmuştur. Nar ekşili sos bileşiminde, glikoz şurubu, asitlik düzenleyici ve renklendiriciler içermektedir. Nar ekşisinden farklı olarak bileşimdeki değişim, bu ürünlerin duyusal özelliklerini ve tüketici beğenirliğini de etkilemektedir. Nar ekşisi, nar ekşili sosa farklı olarak sadece nar suyu konsantresinden oluşan bir üründür. Bu nedenle nar ekşilerindeki buruk tat daha baskın olarak hissedilebilmektedir.

Nar reçelleri duyusal değerlendirilmesinde renk, koku, görünüş, kıvam, tat, aroma kriterleri parametre olarak uygulanmıştır. Duyusal analiz sonucuna göre en çok beğenilen örnek nar reçeli 1 olmuştur.

5. SONUÇ

Taze nar suyu ve ticari nar ürünleri (nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli) üzerine yapılan bu çalışmada, ürünlerin fizikokimyasal, biyokimyasal ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre, ticari olarak üretilen berrak nar suyu 1 ve 2 örneklerinin toplam fenolik içeriği, antioksidan kapasite değerleri ve askorbik asit içerikleri taze nar suyuna yakın bulunmuştur.

Nar üzerine yapılan önceki çalışmalarda kabukları ile birlikte preslenerek elde edilen ticari nar sularında presleme basıncının etkisiyle nar kabuğundan, zarlardan ve çekirdekten önemli oranda fenolik bileşiklerin nar suyuna geçtiği ve bunun sonucunda fenolik içeriği zengin ve aktioksidan kapasitesi yüksek nar suları elde edilebildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada incelenen ticari nar sularında da benzer uygulamanın olduğu düşünölmektedir.

Çalışmada incelenen nar ürünlerinden nar ekşisinin, en yüksek askorbik asit ve fenolik madde içeriği ile antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir. Nar ekşisi 1 ve 2 örnekleri aynı ürün çeşidi olmalarına rağmen, nar ekşisi 2 örneğinin toplam fenolik içeriği nar ekşisi 1'den yaklaşık 7 kat ve antioksidan kapasite değerleri ise DPPH yönteminde yaklaşık 21 kat, CUPRAC yönteminde yaklaşık 15 kat daha fazla bulunmuştur. Nar ürünleri içerisinde en düşük fenolik içeriği ve antioksidan kapasite değeri nar ekşili sos 1'de görölmüştür. Bu örneğin antioksidan kapasitesi CUPRAC yöntemiyle ölçölebilmüş, DPPH yönteminde sonuç alınamamıştır.

Antioksidan aktivite farklı mekanizmalarla gerçekteştiğinden antioksidan kapasitenin tespitinde sadece bir mekanizmaya bağlı olarak bir yöntemin kullanılması kimi zaman gerçekte değerini saptanmasında yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden, bu ürünlerin antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde DPPH ve CUPRAC yöntemleri birlikte tercih edilmiştir. CUPRAC yöntemi, DPPH yönteminden daha yüksek sonuç vermekle birlikte, sonuçlar paralellik göstermiştir.

Bu araştırmada, ticari nar suyu çeşitlerinden nar suyu 1, 3 ve 4 örneklerinin HMF değerleri, taze nar suyuna göre oldukça fazla çıkmıştır. Ticari nar sularına üretim

sırasında uygulanan ısı işlem koşulları ve depolama sıcaklıkları, nar sularının HMF içeriğinde artışa neden olabilmektedir. Örnek olarak nar suyu 1 örneğinin konsantre nar suyundan üretilmesi, nar suyu 2 örneğinin ise doğrudan sıkma olarak üretilmesi bu ürünlerin HMF içeriklerini etkilemiştir.

Analiz edilen nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçeli örnekleri arasından sadece 1 numaralı nar ekşisinin TSE tarafından belirlenmiş olan yasal sınırı (50 mg/kg) aşmadığı görülmüştür. Çalışmada analiz edilen nar ürünlerinin üretim tekniklerinin, depolama koşullarının, ısı işlem parametrelerinin, şeker içeriklerinin, pH derecelerinin, su aktivitelerinin vb. farklı olması bu ürünlerin HMF içeriğiyle birlikte diğer birçok fizikokimyasal özelliklerinin değişim göstermesine neden olmuştur.

Nar ürünlerinin duyusal değerlendirme sonucunda, nar suları arasından en çok beğenilen ürün nar suyu 1, en az beğenilen ürün nar suyu 4 olmuştur. Panelistlerin duyusal değerlendirme sonucunda en çok beğendikleri nar suyu 1 örneğinin, tat ve aromaya katkısı olan fenolik maddeler yönünden de zengin olduğu görülmektedir. Renk ve tat yönünden en az tercih edilen nar suyu 4 örneğinin ise HMF değeri diğer nar sularına göre oldukça fazla olup, fenolik madde içeriği de düşük bulunmuştur. Nar ekşisi ve nar ekşili sos örnekleri arasından en çok beğenilen ürünler sırasıyla nar ekşili sos 1 ve nar ekşisi 2 örnekleri olmuştur. Nar reçeli örneklerinin duyusal değerlendirmesi sonucunda panelistler tarafında en çok nar reçeli 1 beğenilmiştir.

Yapılan bu çalışmada taze nar suyu ve diğer ticari nar ürünlerinin biyokimyasal özelliklerinin de ortaya konulması hedeflenmiş ve bu amaçla *in-vitro* gastrointestinal sindirim koşulları sonrası, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite (CUPRAC yöntemi) yönünden biyoalınabilirlik düzeyleri de belirlenmiştir. Taze nar suyu ve ticari nar sularının *in-vitro* sindirim sonrası toplam fenolik madde değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Bu durumun aksine, nar ekşisi 2, nar ekşili sos 1 ve nar reçeli örneklerinde (1, 2) artış gözlenmiştir. CUPRAC yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasitenin sindirim sonrası genel olarak arttığı, bu artışın en fazla nar reçellerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun, *in-vitro* sindirim koşulları altında, nar ürünlerinin gıda matrislerinin sindirim enzimleri ve diğer kimyasal maddelerle etkileşimlerinin farklılık göstermesi ve bunun sonucunda da biyoaktif bileşenlerin hücre içerisinden salınımlarının artması ya da azalması ile bu bileşenlerin antioksidan özelliklerinin farklılaşmasından

kaynaklandığı düşünölmektedir. Ticari nar suyu, nar ekşisi, nar ekşili sos ve nar reçelinin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite düzeyinin *in-vitro* sindirim koşullarında değişimi hakkında literatürde yeterince araştırma mevcut değildir. Dolayısıyla bu çalışma aracılığıyla ulaşılan verilerin söz konusu ürünlerin biyoalınabilirlik özellikleri hakkında ileri dönemlerde yapılacak olan araştırmalar için önem taşıyacağı düşünölmektedir. Ticari nar suları ve diğer nar ürünlerinde (nar ekşisi, sos ve reçel) ancak *in-vivo* araştırmalar yapılmasıyla, bu ürünlerin sağlık ve beslenme üzerine etkilerininin daha kapsamlı bir biçimde tanımlanması söz konusu olabilecektir.



KAYNAKLAR

- Abid, M., Yaich, H., Hidouri, H., Attia, H., Ayadi, M.A. 2018.** Effect of substituted gelling agents from pomegranate peel on colour, textural and sensory properties of pomegranate jam. *Food Chemistry.*, 239: 1047–1054.
- Adams, L.S., Seeram, N.P., Aggarwal, B.B., Takada, Y., Sand, D., Heber, D. 2006.** Pomegranate juice, total pomegranate ellagitannins, and punicalagin suppress inflammatory cell signaling in colon cancer cells. *J. Agric. Food Chem.*, 54: 980–985.
- Afaq, F., Saleem, M., Krueger, C.G., Reed, J.D., Mukhtar, H. 2005.** Anthocyanin- and hydrolyzable tannin-rich pomegranate fruit extract modulates MAPK and NF-kappaB pathways and inhibits skin tumorigenesis in CD-1 mice. *Int. J. Can.*, 113: 423–433.
- Akhavan, H., Barzegar, M., Weidlich, H., Zimmermann, B.F. 2015.** Phenolic compounds and antioxidant activity of juices from ten Iranian pomegranate cultivars depend on extraction. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Chemistry.*, 7: 1-7.
- Akhtar, S., Ismail, T., Fraternali, D., Sestili, P. 2015.** Pomegranate peel and peel extracts: Chemistry and food features. *Food Chemistry.*, 174: 417–425.
- Akpınar-Bayızıt, A., Özcan, T., Yılmaz-Ersan, L., Yıldız, E. 2016.** Evaluation of Antioxidant Activity of Pomegranate Molasses by 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH) Method. *International Journal of Chemical Engineering and Applications.*, 7(1).
- Al-Maiman, S.A., Ahmad, D. 2002.** Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit maturation, *Food Chemistry.*, 76: 437-441.
- Altuğ, T., Elmacı, Y. 2011.** Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. 2. Baskı. Sidas Medya. ISBN:978-9944-5660-8-7. İzmir. 134 s.
- Ames, J.M. 1992.** Biochemistry of food proteins. The Maillard reaction. London: Elsevier.
- Anonim, 2001.** TS 12720 / Nisan 2001. Nar ekşisi standardı.
- Anonim, 2006.** Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği. Resmi Gazete, Numara: 26392, Tebliğ No:2006/55, Tarih: 30.12.2006, Ankara.
- Anonim, 2015.** World pomegranate market supply, demand and forecast. http://www.prospectiva2020.com/sites/default/files/report/files/re_pomegranate_feb_2015.pdf- (Erişim tarihi 27.10.2017)
- Anonim, 2017.** International Trade Center. https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx?nvpm=1|792|||081090|||6|1|1|2|1|1|1- (Erişim tarihi: 20.10.2018).
- Anonim, 2017.** TÜİK, Bitkisel Üretim Verileri, Ankara.
- Anonim, 2018.** Full Report (All Nutrients) 09286, Pomegranates, raw. National Nutrient Database for Standard Reference Release Legacy, 2018, USA.
- Anonim, 2018.** The 10 Largest Pomegranate Producing Countries In the World. <http://www.thedailyrecords.com/2018-2019-2020-2021/world-famous-top-10-list/world-largest-pomegranate-producing-countries-world-statistics/6874>-(Erişim tarihi: 23.09.2018).
- AOAC, 1980.** AOAC Official Method 932.12 Solids (Soluble) in Fruits and Fruit Products Refractometer Method. [file:///C:/Users/user/Downloads/AOAC-Official-Method-932.12-Solids-\(Soluble\)-in-Fruits-and-Fruit-Products.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/AOAC-Official-Method-932.12-Solids-(Soluble)-in-Fruits-and-Fruit-Products.pdf).

AOAC, 2000. AOAC Official Method 942.15 Acidity (Titrable) of fruit products read with AOAC official method 920.149 Preparation of test sample. <http://fssai.gov.in/Portals/0/Pdf/15Manuals/FRUITS%20AND%20VEGETABLES.pdf>

Apaydın, E. 2008. Nar suyu konsantresi üretim ve depolama sürecinde antioksidan aktivitedeki değişimler. *Yüksek Lisans Tezi*, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Appeldoorn, M.M., Vincken, J.P., Aura, A.M., Hollman, P.C.H., Gruppen, H. 2009. Procyanidin dimers are metabolized by human microbiota with 2-(3,4-dihydroxyphenyl)acetic acid and 5-(3,4-dihydroxyphenyl)- γ -valerolactone as the major metabolites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(3): 1084-1092.

Ashoor, S.H., Zent, J.B. 1984. Maillard browning in common amino acids and sugars. *Journal of Food Science.*, 49: 1206-1207.

Aviram, M., Dorafeld, L., Rosenblat, M., Volkova, N., Kaplan, M., Coleman, R., Hayek, T., Presser, D., Fuhrman, B. 2000. Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice. *Am. J. Clin. Nutr.* 71: 1062-1076.

Aviram, M., Dornfeld, L., Kaplan, M., Coleman, R., Gaitini, D., Nitecki, S. 2002. Pomegranate juice flavonoids inhibit low-density lipoprotein oxidation and cardiovascular diseases: Studies in atherosclerotic mice and in humans. *Drugs Under Experimental and Clinical Research.*, 28: 49–62.

Bakker, J., Pridle, P., Timberlake, C.F. 1986. Tristimulus measurements (CIELAB 76) of portwine colour. *Vitis.* 25: 67 -78.

Batu, H.S. 2015. Karayemiş meyvesinin reçel ile marmelata işlenebilirliğinin ve bazı parametrelerin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Tunceli Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Gıda Müh. Ana. Bil. Dalı.

Benli-Tüfekçi, H., Fenercioğlu, H. 2010. Türkiye’de üretilen bazı ticari meyve sularının kimyasal özellikler açısından gıda mevzuatına uygunluğu. *Akademik Gıda*, 8(2): 11-17.

Barzegar M, Fadavi A, Azizi M.H. 2004. An investigation on the physico-chemical composition of various pomegranates (*Punica granatum L.*) grown in Yazd. *Iranian J Food Sci Technol.*, 2: 9-14.

Beşikçi A.O, Arıoğlu, E. 2010. Nar (*Punica granatum L.*) Suyunun kardiyovasküler etkileri. *Modern Fitofarmakoterapi ve Doğal Farmasötikler*, 1(3): 26-31.

Bilişli, A. 1998. Reçel ve Benzeri Ürünler Teknolojisi. Tav Yayınları, Yalova.

Bouayed, J., Hoffmann, L., Bohn, T. 2011. Total phenolics, flavonoids anthocyanins and antioxidant activity following simulated gastro-intestinal digestion and dialysis of apple varieties: Bioaccessibility and potential uptake. *Food Chemistry*, 128(1): 14–21.

Bouayed, J., Deußer, H., Hoffmann, L., Torsten, B. 2012. Bioaccessible and dialysable polyphenols in selected apple varieties following in vitro digestion vs. their native patterns. *Food Chemistry.*, 131: 1466–1472.

Broomfield, R.W. 1996. The Manufacture Of Preserves, Flavourings And Dried Fruits. Blackie Academic & Professional Pub, New York, Abd, s. 165-195.

- Buniowska, M., Carbonell-Capella, J.M., Frigola, A., Esteve, M.J. 2017.** Bioaccessibility of bioactive compounds after non-thermal processing of an exotic fruit juice blend sweetened with *Stevia rebaudiana*. *Food Chemistry*, 221: 1834-1842.
- Calderón-Oliver, M., Ponce-Alquicira, E. 2018.** Chapter 7 - Fruits: A Source of Polyphenols and Health Benefits: Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes, Editörler: Grumezescu, A.M., Holban, A.M, s. 189-228.
- Carbonell-Capella, J.M., Buniowska, M., Barba, F.J., Esteve, M.J., Frígola, A. 2014.** Analytical methods for determining bioavailability and bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables: a review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 13:155-171.
- Cassani, L., Gerbino, E., Rosario Moreira, M., Gómez-Zavaglia, A. 2018.** Influence of non-thermal processing and storage conditions on the release of health-related compounds after in vitro gastrointestinal digestion of fiber enriched strawberry juices. *Journal of Functional Foods*, 40: 128-136.
- Cemeroğlu, B. 1977.** Nar Suyu Üretim Teknolojisi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, No: 664, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 71s.
- Cemeroğlu, B. 1982.** Meyve Suyu Üretim Teknolojisi. Teknik Basım Sanayi, Ankara, s. 5-6.
- Cemeroğlu, B. 2004.** Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. 1.Cilt. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları. s. 301-303.
- Cemeroğlu, B.S. 2007.** Gıda Analizleri (Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No. 34). Ankara: Bizim Büro Basımevi, 535 s.
- Cemeroğlu, B. 2009.** Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. 1.Cilt. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları. Ankara.
- Cemeroğlu, B., Acar, J. 1986.** Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6, Ankara, s. 29-30.
- Cemeroğlu, B., Artık, N. 1990.** Isıl İşlem ve Depolama Koşullarının Nar Antosiyaninleri Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Yayını, No:06110, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 19s.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F. 2004.** Meyve suyu üretim Teknolojisi. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Cilt I, Editörler: Cemeroğlu, B., Bizim Büro Basımevi, Ankara, s. 297-654.
- Cemeroğlu, B., Artık, N., Erbaş, S. 1992.** Gewinnung von Granatapfelsaftund seine. Zusammensetzung. *Flüssiges Obst*, 59: 335-340.
- Cemeroğlu, B., Artık, N., Üncüler, O. 1988.** Nar Suyu Üzerinde Araştırmalar. *Doğa, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 12(3): 322-334.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan, M. 2003.** Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:28, Cilt II, Ankara, 690 s.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan, M., M. 2005.** Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Reçel marmelat üretim teknolojisi. Cilt III, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:28, Ankara, s. 503-540.
- Cemeroğlu, B., Ünal, Ç., Velioglu, S. 1995.** Türk Nar Sularının Bileşim Ögeleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. *Gıda Dergisi*, 20(6): 339-345.

- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., Özkan, M. 2004.** Meyve ve Sebzelerin Bileşimi. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Cilt I. Editörler: Cemeroğlu, B., Bizim Büro Basımevi, Ankara, s. 1-188.
- Chalfoun-Mounayar, A., Nemr R., Yared, P. Khairallah, S.ve Chahine R. 2012.** Antioxidant and Weight Loss Effects of Pomegranate Molasses. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 02(06): 45-50.
- Chen, G.L., Chen, S.G., Zhao, Y.Y., Luo, C.X., Li, J., Gao, Y.Q. 2014.** Total phenolic contents of 33 fruits and their antioxidant capacities before and after in vitro digestion. *Industrial Crops and Products.*, 57: 150–157.
- Çalışkan, O., Bayazit, S. 2012.** Phytochemical and antioxidant attributes of autochthonous Turkish pomegranates. *Scientia Horticulturae.*, 147: 81–88.
- Çam, M., Hışıl, Y., Durmaz, G. 2009.** Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chemistry.*, 112: 721-726.
- Dahham, S.S., Ali, M.N., Tabassum, H., Khan, M. 2010.** Studies on antibacterial and antifungal activity of pomegranate (*Punica granatum L.*). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences.*, 9: 273–281.
- Dai, D., Nair, V., Khan, M., Ciolino, H.P. 2010.** Pomegranate extract inhibits the proliferation and viability of MMTV-Wnt-1 mouse mammary cancer stem cells *in-vitro*, *Oncol. Rep.*, 24(4): 1087-1091.
- Di Nunzio, M. Toselli, M., Verardo, V., Caboni, M. F., & Bordoni, A. 2013.** Counteraction of oxidative damage by pomegranate juice: influence of the cultivar. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: 3565-3573.
- Dokuzoğuz, M., Mendilcioğlu, K. 1978.** Pomological studies on pomegranate varieties in Aegean Sea Region. *Journal of Agricultural Faculty of Ege University.*, 15: 133-159.
- Ekşi, A., Artık, N. 1986.** Meyve Suyunda Hidroksimetilfurfural Miktarı Üzerine Pastörizasyon Sonrası Soğutma İşlemlerinin Etkisi. *Gıda Dergisi*, 11(3): 139-143.
- Ekşi, A., Veliöğlu, S. 1990.** Hidroksimetilfurfural (HMF) Miktarı Açısından Ticari Reçellerin Durumu. *Gıda Sanayi.*, 16: 30-34.
- El Darra, N., Rajha, H.N., Saleh, F., Al-Oweini, R., Maroun, R.G., Louka, N. 2017.** Food fraud detection in commercial pomegranate molasses syrups by UV-VIS spectroscopy, ATR-FTIR spectroscopy and HPLC methods. *Food Control.*, 78:132-137.
- Eyigün, F.Ş. 2012.** Hicaz nar çeşidine ait narlardan elde edilen nar ekşilerinin özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi.* Çukurova Üni, Fen Bil. Ens, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 112 s.
- Fadavi, A., Barzegar, M., Azizi, M.H., Bayat, M. 2005.** Physicochemical composition of ten pomegranate cultivars (*Punica granatum L.*) grown in Iran. *Food Science and Technology International.*, 11:113-119.
- Fazzari, M.; Fukumoto, L.; Mazza, G.; Livrea, M.; Tesoriere, L., Di Marco, L. 2008.** *In-vitro* bioavailability of phenolic compounds from five cultivars of frozen sweet cherries (*Prunus avium L.*). *J. Agric. Food Chem.*, 56: 3561–3568.
- Fernandez-Garcia, E., Rincon, F., Perez-Galvez, A. 2008.** Developing an emulsifier system to improve the bioaccessibility of carotenoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(21): 10384-10390.
- Fischer A.U., Carle, R., Kammerer R.D. 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.

- Fischer, U.A., Carle, R., Kammerer, D.R., 2013.** Thermal stability of anthocyanins and colourless phenolics in pomegranate (*Punica granatum L.*) juices and model solutions. *Food Chem.*, 138: 1800–1809.
- Frison, E.A., Servinsky, J. 1995.** Directory of European Institutions Holding crop genetic resources collections, Vol 1., 4th Edn. Int. Plant Genet. Resour. Inst, Available online: www.ecpgr.cgiar.org/publications/directories/direct95.htm.
- Garrido, J.I., Lozano, J. E., Genovese, D.B. 2015.** Effect of formulation variables on rheology, texture, colour, and acceptability of apple jelly: Modelling and optimization. *LWT Food Science and Technology.*, 62: 325–332.
- Gawlik-Dziki, U. 2012.** Changes in the antioxidant activities of vegetables as a consequence of interactions between active compounds. *Journal of Functional Foods.*, 4: 872–882.
- Gerçekcioğlu, R., Sönmez, A., Öz Atasever, Ö. 2015.** Kuytucak yöresi bazı nar (*Punica granatumL.*) çeşitlerinin bitkisel ve pomolojik özellikleri, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(2): 32-34, GOÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat.
- Gil, M.I., Tomás-Barberán, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M., Kader, A.A. 2000.** Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.*, 48: 4581-4589.
- Gölükçü, M., Toker, R., Tokgöz, H. 2011.** Hasat zamanının nar bileşimlerinin şeker ve organik asit üzerine etkisi. *Gıda* 36(6): 335-341.
- Gullon, B., Pintado, M.E., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A., Viuda-Martos, M. 2015.** In vitro gastrointestinal digestion of pomegranate peel (*Punica granatum*) flour obtained from co-products: Changes in the antioxidant potential and bioactive compounds stability. *Journal of Functional Foods.*, 19: 617–628.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J. 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., Yıldırım, F. 2016.** Farklı Bölgelerde Yetişen Hicaznar (*Punica granatum L.*) Meyvelerinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1): 54-62.
- Gülpek, N., Başoğlu, F. 1989.** Taze ve Dondurularak Muhafaza Edilmiş Çilek Kullanılarak Yapılan Reçellerin Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, 14(2): 121-128.
- Gündoğdu, Y., Yılmaz, H. 2012.** Organic acid, phenolic profile and antioxidant capacities of pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivars and selected genotypes. *Scientia Horticulturae.*, 143: 38–42.
- Gündoğdu, M., Hüdai Yılmaz, H. 2013.** Bazı Standart Nar (*Punica granatum L.*) Çeşitleri ve Genotiplerine Ait Meyvelerin C Vitamini, Şeker ve Besin Elementleri İçeriklerinin Belirlenmesi. *YYÜ TAR BİL DERG.*, 23(3):242-248.
- Grove, P., Grove, C. 2008.** Curry, Spice and All Things Nice – The What, Where and When. Grove Publications, Surrey, UK <http://www.menumagazine.co.uk/book/azpomegranate.htm>.
- He, Z., Tao, Y., Zeng, M., Zhang, S., Tao, G., Qin, F., Chen, J. 2016.** High pressure homogenization processing, thermal treatment and milk matrix affect *in vitro* bioaccessibility of phenolics in apple, grape and orange juice to different extents. *Food Chemistry.*, 200: 107-116.

- Helal, A., Tagliazucchi, D., Verzelloni, E., Conte, A. 2014.** Bioaccessibility of polyphenols and cinnamaldehyde in cinnamon beverages subjected to in vitro gastro-pancreatic digestion. *Journal of Functional Foods*, 7(1): 506–516.
- Heftmann, E., Ko, S., Bennett, R.D. 1966.** Identification of estrone in pomegranate seed. *Phytochemistry.*, 5: 1337–1339.
- Hmid, I., Hanine, H., Elothmani, D., Oukabli, A. 2016.** The physico-chemical characteristics of Moroccan pomegranate and evaluation of the antioxidant activity for their juices. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*.
- Holland, D., Hatib, K., Bar-Yákov, I. 2009.** Pomegranate: botany, horticulture, breeding. *Horticultural Reviews.*, 35: 127–191.
- Huetz, P., Mavaddat, N., Mavri, J. 2005.** Reaction between ellagic acid and an ultimate carcinogen. *Journal of Chemical Information and Modeling.*, 45: 1564-1570.
- İncedayi, B., Tamer C.E., ve Çopur Ö.U. 2010.** A Research on the Composition of Pomegranate Molasses. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University.*, 24(2): 37-47.
- Jamali, B., Bjørnsdottir, I., Nordfang, O., Hansen, S.H. 2008.** Investigation of racemisation of the enantiomers of glitazone drug compounds at different pH using chiral HPLC and chiral CE. *J. Pharm. Biomed.*, 46: 82–87.
- Kamal, Y.T., Alam, P., Alqasoumi, S.I., Foudah, A.I., Alqarni, M.H., Hasan Soliman Yusufoglu, H.S. 2018.** Investigation of antioxidant compounds in commercial pomegranate molasses products using matrix-solid phase dispersion extraction coupled with HPLC. *Saudi Pharmaceutical Journal*.
- Kamiloğlu, S., Çapanoğlu, E. 2013.** Investigating the in vitro bioaccessibility of polyphenols in fresh and sun-dried figs (*Ficus carica*L.). *International Journal of Food Science and Technology.*, 48: 2621–2629.
- Kamiloğlu, S., Pash, A.A, Özçelik, B., Van Camp, J., Çapanoğlu, E. 2015.** Influence of different processing and storage conditions on in vitro bioaccessibility of polyphenols in black carrot jams and marmalades. *Food Chemistry.*, 186: 74–82.
- Karabiyıklı, S., Kışla, D. 2012.** Inhibitory effect of sour pomegranate sauces on some green vegetables and kisir. *International Journal of Food Microbiology.*, 155: 211–216.
- Karaca, E. 2011.** Nar suyu konsantresi üretiminde uygulanan bazı işlemlerin fenolik bileşenler üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Kaur, C., Pal, R.K., Kar, A., Gadi, C., Sen, S., Kumar, P., Chandra, R., Jaiswal, S., Khan, I. 2014.** Characterization of antioxidants and hypoglycemic potential of pomegranate grown in India: A preliminary investigation. *Journal of Food Biochemistry.*, 38: 397–406.
- Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., Jukic, M. 2006.** Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*. 94: 550–557.
- Katz, S.R., Newman, R.A., Lansky, E.P. 2007.** Punica granatum: heuristic treatment for diabetes mellitus. *J Med Food*, 10(2): 213–7.
- Kawaii, S., Lansky., E.P. 2004.** Differentiation-promoting activity of pomegranate (*Punica granatum*) fruit extracts in HL-60 human promyelocytic leukemia cells. *J. Med.Food*, 7(1): 13-18.
- Kelebek, H., Canbaş A. 2010.** Hicaz narı şırasının organik asit şeker ve fenolik bileşikleri içeriği ve antioksidan kapasitesi. *Gıda* 35(6): 439-444.

- Kıvrak, A. 2010.** Ticari olarak üretilen bazı reçellerin özelliklerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Gaziosmanpaşa Üni, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Tokat.
- Kim, D.O., Padilla-Zakour, O.I. 2004.** Jam processing effect on phenolics and antioxidant capacity in anthocyanin-rich fruits: Cherry, plum, and raspberry. *Journal of Food Science.*, 69: 395–400.
- Kim, D.B., Shin, G.H., Lee, Y.J., Lee, J.S., Cho, J.H., Baik, S.O., Lee, O.H. 2014.** Assessment and comparison of the antioxidant activities and nitrite scavenging activity of commonly consumed beverages in Korea. *Food Chemistry.*, 151: 58–64.
- Koçak, E. 2014.** The determination of the antioxidant capacities and the in-vitro bioavailabilities of Osmanlı strawberry, Osmanlı strawberry jam and strawberry tree (*Arbutus unedo*). *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Kopjar, M., Pilizota, V., Tiban, N., Subaric, D., Babic, J., Ackar, D., And Sajdl, M. 2009.** Strawberry Jams: Influence Of Different Pectins On Colour And Textural Properties. *Czech Journal Of Food Sciences*, 27(1): 20-28.
- Kurt, H., Şahin, G. 2013.** Bir Ziraat Coğrafyası Çalışması: Türkiye’de Nar (*Punica granatum L.*) Tarımı [A Study of Agricultural Geography: Pomegranate (*Punica granatum L.*) Cultivation in Turkey]. *Marmara Coğrafyası Dergisi.*, 27: 551-574, İstanbul– ISSN:1303-2429.
- Kuş, S., Goğuş, F. and Eren, S. 2005.** Hydroxymethyl furfural content of concentrated food products. *International Journal of Food Properties*, 8(2): 367-375.
- Legua, P., Melgarejo, P., Abdelmajid, H., Martínez, J. J., Martínez, R., Ilham, H., Hafida, H., Hernández, F. 2012.** Total phenols and antioxidant capacity in 10 Moroccan pomegranate varieties. *Journal of Food Science.*, 77: 115–120.
- Larrosa, M., Tomás-Barberán, F.A., Espín, J.C. 2006.** The dietary hydrolysable tannin punicalagin releases ellagic acid that induces apoptosis in human colon adenocarcinoma Caco-2 cells by using the mitochondrial pathway. *The Journal of Nutritional Biochemistry.*, 17: 611–625.
- Larrosa, M., Gonzalez-Sarrías, A., Yanez-Gascon, M.J., Selma, M.V., Azorin-Ortuno, M., Toti, S., Tomas-Barberan, F., Dolara, P., Espina, J.C. 2010.** Anti-inflammatory properties of a pomegranate extract and its metabolite urolithin-A in a colitis rat model and the effect of colon inflammation on phenolic metabolism. *J Nut Biochem*, 21(8):717–25.
- Larue, J.H. 1980.** Growing pomegranates in California. Univ.California Leaflet, No.2459.
- Lee, C.J., Chen, L.G., Liang, W.L., & Wang, C.C. 2010.** Anti-inflammatory effects of *Punica granatum* Linne in vitro and in vivo. *Food Chemistry.*, 118(2): 315-322. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.123>.
- Lin, C.C., Hsu, Y.F., Lin, T.C. 1999.** Effects of punicalagin and punicalin on carrageenan-induced inflammation in rats. *Am. J. Chin. Med.*, 27: 371-376.
- Longtin, R. 2003.** The pomegranate: nature's power fruit. *Journal of the National Cancer Institute.*, 95: 346–348.
- Lucas-González, R., Viuda-Martos, M., Pérez Álvarez, J.A., Fernández-López, J. 2018.** Changes in bioaccessibility, polyphenol profile and antioxidant potential offlours obtained from persimmon fruit (*Diospyros kaki*) co-products during *in vitro* gastrointestinal digestion. *Food Chemistry.*, 256: 252-258.

- Mars, M., 1994.** La culture du grenadier (*Punica granatum L.*) et du figuier (*Ficus carica L.*) en Tunisie. In: First meeting CIHEAM coop. Res. Network on underutilized Fruit Trees, Zaragoza, Spain, 76-83.
- Maskan, M. 2006.** Production of pomegranate (*Punica granatum L.*) juice concentrate by various heating methods: colour degradation and kinetics. *Journal of Food Engineering.*, 72: 218–224.
- Melgarejo, P., Artes, F. 2000.** Organic acids and sugars composition of harvested pomegranate fruits. *European Food Research and Technology.*, 211(3): 185-190.
- Melgarejo, P., In-Sanchez, A.C., Vazquez-Araujo, L., Hernandez, F., Jose Martínez, J., Legua, P., Carbonell-Barrachina, A.A., 2011.** Volatile composition of pomegranates from 9 Spanish cultivars using headspace solid phase microextraction. *Journal of Food Science.*, 76: 114–120.
- Melgarejo-Sánchez, P., José Martínez, J., Legua, P., Martínez, R., Hernández, F. 2015.** Quality, antioxidant activity and total phenols of six Spanish pomegranates clones. *Scientia Horticulturae.*, 182: 65–72.
- Mena, P., García-Viguera, C., Navarro-Rico, J., Moreno, D.A., Bartola, J., Saura, D., Martí, N. 2011.** Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivars grown in Spain. *J. Sci. Food Agric.*, 91: 1893–1906.
- Mena, P., Martí, N., Saura, D., Valero, M., García-Viguera, C. 2013.** Combinatory effect of thermal treatment and blending on the quality of pomegranate juices. *Food Bioprocess Technol.*, 6: 3186–3199.
- Metin, Z.E. 2014.** Ankara Piyasasında Satışa Sunulan Nar Ekşisi, Nar Ekşisi Sosu ve Üzüm Pekmezlerinin Hidroksimetilfurfural Düzeyinin Saptanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üni, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik, Ankara.
- Miller, M.G., Thangthaeng, N., Poulouse, S.M., Shukitt-Hale, B. 2017.** Role of fruits, nuts, and vegetables in maintaining cognitive health. *Experimental Gerontology.*, 94: 24–28.
- Mosele, J.I., Macià, A., Romero, M., Motilva, M., Rubió, L. 2015.** Application of *in-vitro* gastrointestinal digestion and colonic fermentation models to pomegranate products (juice, pulp and peel extract) to study the stability and catabolism of phenolic compounds. *Journal of functional foods.*, 14: 529–540.
- Mousavinejad, G., Emam-Djomeh, Z., Rezaei, K. 2009.** Identification and quantification of phenolic compounds and their effects on antioxidant activity in pomegranate juices of eight Iranian cultivars. *Food Chemistry.*, 115: 1274–1278.
- Nacz, M., Shahidi, F. 2004.** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A.*, 1054: 95-111.
- Nuncio-Jáuregui, N., Calín-Sánchez, A., Carbonell-Barrachina, A., Hernández, F.C.A. 2014.** Changes in quality parameters, proline, antioxidant activity and color of pomegranate (*Punica granatum L.*) as affected by fruit position within tree, cultivar and ripening stage. *Scientia Horticulturae.*, 165: 181–189.
- Oghbaei, M., Prakash, J. 2013.** Effects of processing and digestive enzymes on retention, bioaccessibility and antioxidant activity of bioactive components in food mixes based on legumes and green leaves. *Food Bioscience.*, 4: 21–30.
- Onur, C. 1982.** Akdeniz Bölgesi Narlarının Seleksiyonu. *Doktora Tezi*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana.
- Orak, H. 2008.** Evaluation of antioxidant activity, colour and some nutritional characteristics of pomegranate (*Punica granatum L.*) juice and its sour concentrate

processed by conventional evaporation. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(1): 1-11.

Özgen, M., Serçe, S., Durgaç, C., Kaya, C. 2008. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in Mediterranean region of Turkey. *Food Chemistry*, 111: 703-706.

Öztan, T. 2006. Mor Havuç, Konsantresi, Şalgam suyu, Nar suyu ve Nar Ekşisi ürünlerinde antioksidan aktivite tayini ve fenolik madde profilinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bil. Ens., Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Papoutsis, Z., Kassi, E., Tsiapara, A., Fokialakis, N., Chrosos, G. P., Moutsatsou, P. 2005. Evaluation of estrogenic/antiestrogenic activity of ellagic acid via the estrogen receptor subtypes ERα and ERβ. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 7715-7720.

Patras, A., Brunton, N. P., Tiwari, B. K., Butler, F. 2011. Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and colour in strawberry jam during storage. *Food and Bioprocess Technology*, 4: 1245-1252.

Pellegrini, M., Lucas-Gonzalez, R., Fernández-López, J. 2017. Antonella Ricci José A. Pérez-Álvarez Claudio Lo Sterzo Manuel Viuda-Martos. Bioaccessibility of polyphenolic compounds of six quinoa seeds during in vitro gastrointestinal digestion. *Journal of Functional Foods*, 38: 77-88.

Pérez-Vicente, A., Gil-Izquierdo, A., García-Viguera, C. 2002. In vitro gastrointestinal digestion study of pomegranate juice phenolic compounds, anthocyanins, and vitamin C. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 2308-2312.

Poiana, M.A., Moigradean, D., Dogaru, D., Mateescu, C., Raba, D., Gergen, I. 2011. Processing and storage impact on the antioxidant properties and color quality of some low sugar fruit jams. *Romanian Biotechnological Letters*, 16(5): 6504-6512.

Poiana, M.A., Alexa, E., Mateescu, C. 2012. Tracking antioxidant properties and colour changes in low-sugar bilberry jam as effect of processing, storage and pectin concentration. *Chemistry Central Journal*, 6: 1-11.

Poiana, M., Munteanu, M., Bordean, D., Gligor, R., Alexa, E. 2013. Assessing the effects of different pectins addition on colour quality and antioxidant properties of blackberry jam. *Chemistry Central Journal*, 7: 1-13.

Poyrazoğlu, E., Gökmen, V., Nevzat, A. 2002. Organic Acids and Phenolic Compounds in Pomegranates (*Punica granatum L.*) Grown in Turkey. *J. Food Comp. Anal.*, 15: 567-575.

Priyadarsini, K.I., Khopde, S.M., Kumar, S.S., Mohan, H. 2002. Free radical studies of ellagic acid, a natural phenolic antioxidant. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 2200-2206.

Rababah, T.M., Al-Mahasneh, M.A., Kilani, I., Yang, W., Alhamad, M.N., Ereifej, K. 2011. Effect of jam processing and storage on total phenolics, antioxidant activity, and anthocyanins of different fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91: 1096-1102.

Rahimi, H. R., Arastoo, M., Ostad, S.N. 2012. A comprehensive review of *Punica granatum* (Pomegranate) properties in toxicological, pharmacological, cellular and molecular biology researches. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 11: 385-400.

- Rein, M. J., Renouf, M., Cruz-Hernandez, C., Actis-Goretta, L., Thakkar, S. K., da Silva Pinto, M. 2013.** Bioavailability of bioactive food compounds: A challenging journey to bioefficacy. *British Journal of Clinical Pharmacology.*, 75(3): 588-602.
- Sağlam, F. 2007.** Antosiyanince zengin dut, kiraz ve gilaburu meyvelerindeki fenolikler ve antioksidan kapasitesi üzerine reçel yapımının etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 43 s.
- Salgado, L., Melgarejo, P., Meseguer, I., Sanchez, M. 2009.** Antimicrobial activity of crude extracts from pomegranate (*Punica granatum L.*). *Acta Hort.*, 818: 257-64.
- Saxena, A.K., Manan, J.K., Berry, S.K. 1987.** Pomegranates; Postharvest Technology, Chemistry and Processing. *Indian Food Packer*, 41(4): 43-60.
- Seeram, N.P., Adams, L.S., Henning, S.M., Niu, Y., Zhang, Y., Nair, M.G., 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. *J. Nutr. Biochem.*, 16: 360-367.
- Seeram, P.N., Aviram, M., Zhang, J., Henning, M.S., Feng, L., Dreher, M., Heber., D. 2008.** Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. *J. Agric. Food Chem.*, 56(4): 1415-1422.
- Shinwari, K.J., Rao, P.S. 2018.** Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage: A review. *Trends in Food Science & Technology.*, 75: 181-193.
- Simona, B., Alexandrina, F., Mirela, T.D., Ildikó, S. 2011.** Studies on citrus species fruits ascorbic acid content using kinetic, spectrophotometric and iodometric methods. *Ana. Univ. din Oradea Fascicula Protecția Mediului*, XVI: 212-217.
- Smith, D.A. 2003.** Jams and preserves: Methods of manufacture. In B. Ed: Caballero, *Encyclopedia of food sciences and nutrition*, Elsevier/Academic Press, Amsterdam.
- Sood, A., Gupta, M. 2015.** Extraction process optimization for bioactive compounds in pomegranate peel. *Food Bioscience* 12: 100-106.
- Sürek, E. 2012.** Changes in Polyphenols and antioxidant activity during the processing of pomegranate into nectar. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Şengül, H. 2013.** Narda bulunan antosiyaninlerin biyoyararlılığına gıda matrisi ve bileşenlerinin etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Şimşek, M. 2017.** A General Overview of Pomegranate (*Punica granatum L.*) Production Potential, Effects to Health, Problems and Solution Proposals of Turkey. *Middle East J. of Science*, 3(1): 51-58.
- Tagliazucchi, D., Verzelloni, E., Bertolini, D., Conte, A. 2010.** In vitro bioaccessibility and antioxidant activity of grape polyphenols. *Food Chemistry*, 120(2): 599-606.
- Tagliazucchi, D., Verzelloni, E., Conte, A. 2012.** The first tract of alimentary canal as an extractor. phytochemicals from solid food matrices during simulated digestion. *Journal of Food Biochemistry.*, 36:555-568.
- Tehrani, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiari, B., Vazifeshenas, M.R. 2010.** Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum L.*). *Sci. Hortic.*, 126: 180-185.

- Teixeira da Silva, J.A., Singh Ranac, T., Narzaryd, D., Vermae, N., Tarachand Meshramf, D., Ranadeg, S.A. 2013.** Pomegranate biology and biotechnology: A review. *Scientia Horticulturae.*, 160: 85–107.
- Tekin, T. 2009.** Farklı kıvam verici maddelerin nar reçelinin reolojik üzerine etkilerinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. CBÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Manisa.
- Tezcan, F., Gültekin-Özguven, M., Diken, T., Özçelik, B., Erim, F.B. 2009.** Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chem.*, 115: 873-877.
- Tomas-Barberan, F.A., Espin, J.C., Garcia-Conesa, M. 2009.** Bioavailability and metabolism of ellagic acid and ellagitannins. In: Quideau, S. (Ed.), *Chemistry and Biology of Ellagitannins*. *World Scientific*, 273–297, London.
- Turan, Z.M. 1998.** İstatistik. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları No: 78, Bursa. 207 s.
- Turgut-Yıldız, D., Seydim A,C. 2013.** Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen bazı Nar (*Punica granatum L.*) çeşit ve genotiplerinin organik asit ve şeker kompozisyonu. *Akademik Ziraat Dergisi*, 2(1): 35-42. ISSN: 2147-6403 <http://azd.odu.edu.tr>
- Turfan, Ö. 2008.** Nar suyu konsantresi üretim ve depolama sürecinde antosiyaninlerdeki değişimler. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Turfan, Ö., Türkyılmaz, M., Yemiş, O., Özkan, M. 2011.** Anthocyanin and color changes during processing of pomegranate (*Punica granatum L. cv. Hicaznar*) juice from sacs and whole fruit. *Food Chemistry.*, 129: 1644-1651.
- Tüfekçi, B. 2008.** Piyasada satılan bazı meyve sularının özelliklerinin gıda mevzuatına uygunluğunun araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. Çukurova Üni, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Türkmen, N., Sarı, F., Velioglu, Y.S. 2006.** Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. *Food Chemistry.*, 99: 835-841.
- Tzulker, R., Glazer, I., Bar-Ilan, I., Holland, D., Aviram, M., Amir, R. 2007.** Antioxidant activity, polyphenol content, and related compounds in different fruit juices and homogenates prepared from 29 different pomegranate accessions. *J.f Agric. Food Chem.*, 55: 9559-9570.
- Ünal, Ç., Velioglu, S., Cemeroğlu, B. 1995.** Türk Nar Sularının Bileşim Öğeleri. *Gıda*, 20(6): 339-345.
- Üstün, N.S., Tosun, G. 1998.** Çeşitli Reçellerin Bileşimi Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, 23 (2): 125-131.
- Vardin, H., Abbasoğlu, M. 2004.** Nar Ekşisi ve Narın Diğer Değerlendirilme Olanakları. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 23-24 Eylül 2004, Van.
- Vardin, H., Tay, A., Özen, B., Mauer, L. 2008.** Authentication of pomegranate juice concentrate using FTIR spectroscopy and chemometrics. *Food Chemistry.*, 108: 742–748.
- Vattem, D.A., Jang, H.D., Levin, R., Shetty, K. 2005.** Synergism of cranberry phenolics with ellagic acid and rosmarinic acid for antimutagenic and dna protection functions. *Journal of Food Biochemistry.*, 30: 98-116.
- Vegara, S., Martí, N., Lorente, J., Coll, L., Streitenberger, S., Valero, M., Saura, D. 2014.** Chemical guide parameters for *Punica granatum cv. 'Mollar'* fruit juices processed at industrial scale. *Food Chemistry.*, 147: 203–208.

- Vidal, A., Fallarero, A., Pena, B.R., Medina, M.E., Gra, B., Rivera, F., Gutierrez, Y., Vuorela, P.M. 2003.** Studies on the toxicity of *Punica granatum L.*(*Punicaceae*) whole fruit extracts. *J Ethnopharmacol .*, 89: 295-300.
- Vitali, D., Vedrına Dragojevic, I., Sebecic, B. 2009.** Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114: 1462–1469.
- Viuda-Martos, M., Fernandez-Lopez, J.,Perez-Alvarez A.J. 2010.** Pomegranate and its Many Functional Components as Related to Human Health: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.*, Vol. 9.
- Yılmaz, C. 2005.** Narda derim öncesi meyve çatlamasının anatomisi ve fizyolojisi. *Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.*
- Yılmaz, Y.,Çelik, I.,Isık, F. 2007.** Mineral composition and total phenolic content of pomegranate molasses. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 5(3&4): 102-104 .
- Zaouay, F., Mena, P., Garcia-Viguera, C., Mars, M. 2012.** Antioxidant activity and physico-chemical properties of Tunisian grown pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivars. *Ind. Crops Prod.*, 40: 81–89.
- Walle, T., Walgren, R., Walle, U.K., Galijatovic, A., Vaidyanathan, J.B. 2003.** Understanding the Bioavailability of Flavonoids Through Studies in CaCo-2 Cells. In: *Flavonoids in Health and Disease*, New York.
- Wicklund, T., Rosenfeld, H.J., Martinsen, B.K., Sundfør, M.W., Lea, P., Bruun, T., Blomhoff, R., Haffner, K. 2005.** Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. [*LWT - Food Science and Technology.*](#), 38: 387-391.
- Williamson, G., Clifford, M. 2010.** Colonic metabolites of berry polyphenols: the missing link to biological activity?. *Br. J. Nutr.* 104: 48-66.
- Wootton-Beard, P.C., Moran, A., Ryan, L. 2011.** Stability of the total antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after in vitro digestion measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin-Ciocalteu methods. *Food Research International*, 44(1): 217–224.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Aylin VATANSEVER
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa/19.06.1992
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Orhangazi Çok Programlı Lisesi /2010
Lisans : Uludağ Üniversitesi /2014
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi /2018

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Martaş Yemek Sanayi A.Ş (Proje Yöneticisi)
05/2017 – 06/2017
Mevsim Gıda/ Üretim Mühendisi
06/2017 – 11/2017

İletişim (e-posta) : aylinvatansever92@gmail.com

Yayınları

İncedayı, B., Çopur, Ö.U., Vatansever, A. 2016. The Bioactive Components of Pomegranate Juice. 27TH International Scientific-Expert Congress Of Agriculture And Food Industry. 26-28 Eylül, Prof. Dr. Mete Cengiz Kültür Merkezi, Bursa.