



**NAR (*Punica granatum* L.) KABUK ve
ÇEKİRDEKLERİNİN ANTIOKSİDAN
KAPASİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

Gülşah OKUMUŞ



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**NAR (*Punica granatum* L.) KABUK ve ÇEKİRDEKLERİNİN ANTiOKSiDAN
KAPASİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

Gülşah OKUMUŞ

Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2016

TEZ ONAYI

Gülşah OKUMUŞ tarafından hazırlanan “Nar (*Punica granatum* L.) Kabuk ve Çekirdeklerinin Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

İmza

Başkan : Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT
UÜ Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Doç. Dr. Nurcan DEĞİRMENCİOĞLU
Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi,
Bandırma Meslek Yüksekokulu,
Gıda Teknolojisi Programı

İmza

Üye : Doç. Lutfiye YILMAZ ERSAN
UÜ Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım
Prof. Dr. Ali Osman DEMİR
Enstitü Müdürü
19.08.2016 (Tarih)

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.**

19/08/2016



Gülşah OKUMUŞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

NAR (*Punica granatum* L.) KABUK ve ÇEKİRDEKLERİNİN ANTIOKSİDAN KAPASİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Gülşah OKUMUŞ

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

Nar (*Punica Granatum* L.), *Lythraceae* familyasının *Punica* cinsine ait çok yıllık bir bitkidir. Dünya üzerinde besinsel ve tıbbi özellikleri ile pek çok kültürün önemli bir parçası olan nar, bilinen en eski meyvelerden biridir. Nar, taze meyve olarak tüketilmesinin yanı sıra nar suyu ve ülkemizde nar ekşisine işlenmektedir. Nar meyvesinin nar suyu ve diğer nar ürünlerine işlenmesi sırasında önemli miktarda nar atık ve yan ürünleri (nar çekirdeği, kabuğu, çiçeği vs) oluşmaktadır. Atık olarak kabul edilmesine rağmen nar meyve ve ağacının yenilemeyen bölümlerinden elde edilen ekstraktların antioksidatif ve antiproliferatif özellikleri ile önemli sağlık yararları olduğu bilinmektedir. Bu özelliklerden başta elajitanenler olmak üzere polifenoller sorumlu tutulmaktadır. Mevcut çalışmanın amacı, “Wonderful” ve “Hicaznar” türlerine ait nar suyu ve yan ürünlerinin (kabuk ve çekirdek) toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasitelerini belirlemektir. Çalışmada antioksidan kapasitesi, metanolik ekstraktlar kullanılarak DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikal süpürme aktivitesi ve FRAP (Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç) metodu ile belirlenmiştir. “Wonderful” ve “Hicaznar” türlerinden elde edilen nar suyu, nar kabuğu ve nar çekirdeğinin antioksidan aktiviteleri DPPH metodu ile sırasıyla 7,58±0,02-7,4±0,04 mmol TE (Troloks eşdeğeri)/L nar suyu, 2,76±0,03-3,41±0,04 mmol TE/g ekstrakt ve 0,25±0,00-0,29±0,00 mmol TE/g ekstrakt olarak; FRAP metodu ile sırasıyla 7,50±0,05-6,98±0,06 mmol TE/L nar suyu, 5,02±0,01-7,39±0,03 mmol TE/g ekstrakt ve 0,14±0,00-0,19±0,00 mmol TE/g ekstrakt olarak belirlenmiştir. Nar suyu, nar kabuğu ve nar çekirdeği örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ise sırasıyla 1428,1±8,25-1156,67±10,91 mg GAE (Gallik asit eşdeğeri)/L nar suyu, 371,78±1,26-440,34±1,94 mg GAE/g ekstrakt, 43,71±0,22-54,66±0,18 mg GAE/g ekstrakt olarak saptanmıştır. Bu sonuçlara göre nar suyu, kabuğu ve çekirdeğinin yüksek fenolik içeriğine paralel olarak ekstraktlarının önemli antioksidan aktiviteye sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Nar, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, nar yan ürünleri.

2016, x + 121 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION of ANTIOXIDANT CAPACITY of POMEGRANATE (*Punica granatum* L.) PEEL and SEEDS

Gulsah OKUMUS

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Arzu AKPINAR BAYIZIT

Pomegranate (*Punica Granatum* L.), belongs to *Punica* genus of *Lythraceae* family, is a perennial plant. It is one of the ancient fruits associated with several human cultures of the world with nutritional and medicinal properties. Pomegranate is widely consumed as fresh fruit as well as processed products such as pomegranate juice and pomegranate syrup in our country. During processing of pomegranate juice and other products significant amounts of wastes and by-products (seeds, peels, flowers) are generated. Although considered as waste, extracts of inedible pomegranate sections and tree organs are well known for their health beneficial properties that include antioxidative and anti-proliferative activities. Polyphenols and especially ellagitanins (ETs) are suggested as responsible for these properties. The aim of the present study was to evaluate total phenolic contents and antioxidant capacities of pomegranate juice and by-products (seed and peel) from “Wonderful” and “Hicaznar” cultivars. Antioxidant activity of methanolic extracts were determined by both DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radical scavenging activity and the ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays. Antioxidant activities of pomegranate juice, peel and seed, determined by DPPH method were $7,58 \pm 0,02$ - $7,4 \pm 0,04$ mmol TE (Trolox equivalent)/L juice, $2,76 \pm 0,03$ - $3,41 \pm 0,04$ mmol TE/g extract ve $0,25 \pm 0,00$ - $0,29 \pm 0,00$ mmol TE/g extract; determined by FRAP method were $7,50 \pm 0,05$ - $6,98 \pm 0,06$ mmol TE/L nar suyu, $5,02 \pm 0,01$ - $7,39 \pm 0,03$ mmol TE/g ekstrakt ve $0,14 \pm 0,00$ - $0,19 \pm 0,00$ mmol TE/g extract respectively. Total phenolic contents of juice, peel and seed samples were $1428,1 \pm 8,25$ - $1156,67 \pm 10,91$ mg GAE (Gallic acid equivalent)/L juice, $371,78 \pm 1,26$ - $440,34 \pm 1,94$ mg GAE/g extract and $43,71 \pm 0,22$ - $54,66 \pm 0,18$ mg GAE/g extract respectively. Therefore, it seems that the high percentage of phenolic content in the juice, peel and seed of pomegranate could cause the high antioxidant activity of their extracts.

Key Words: Pomegranate, antioxidant activity, total phenolic content, pomegranate by-products.

2016, x + 121 pages.

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim süresince danışmanlığımı üstlenerek yakın ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, tez çalışmamın her aşamasında değerli fikirleri ile beni yönlendiren, birlikte çalışmaktan onur duyduğum çok değerli hocam Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, desteklerini esirgemeyen sevgili hocalarım Doç. Dr. Tülay ÖZCAN, Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN, Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ ve Doç. Dr. Murat Ali TURAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin yürütülmesi aşamasında ve laboratuvar çalışmalarında bana yol gösteren, yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen değerli hocam Araş. Gör. Elif YILDIZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda kullanılan nar örneklerinin temin edilmesini sağlayan Bursa Alara firmasına, Metin KAVAS'a ve Şener KURTULUŞ'a teşekkür ederim.

Hayatım ve tüm eğitim yaşantım boyunca destekleri ve sevgileri ile her zaman yanımda olan, bugünlere gelmemde en büyük emek sahibi sevgili annem Leyla OKUMUŞ'a ve kardeşlerim Bilgen ile Bengisu OKUMUŞ'a sonsuz sevgi, saygı ve şükranlarımı sunarım.

Bana akademik hayatı sevdiren, mesleğine duyduğu sevgisi ve başarıları ile her zaman örnek aldığım, her ne kadar bugünleri göremese de manevi varlığını ve desteğini her zaman hissettiğim canım babam Prof. Dr. İbrahim OKUMUŞ'a sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Gülşah OKUMUŞ
Gıda Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	3
2.1. Antioksidan Mekanizma ve Antioksidan Özellik Gösteren Bileşikler	3
2.1.1. Serbest radikaller, oksidatif stres ve antioksidan mekanizma.....	3
2.1.2. Fenolik bileşiklerin antioksidan özellikleri.....	9
2.1.2.1. Fenolik bileşikler.....	9
2.1.2.2. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması	11
2.1.2.3. Yapı-Aktivite ilişkisi.....	18
2.1.2.4. Fenolik bileşiklerin biyoyararlanım ve metabolizması	20
2.1.2.5. Tarımsal sanayi yan ürünlerinde bulunan fenolik bileşikler.....	22
2.2. Narın Tanımı, Tarihçesi ve Pomolojik Özellikleri.....	25
2.3. Nar Üretim İstatistikleri	32
2.4. Narın Değerlendirilme Olanakları.....	35
2.5. Narın Kimyasal Bileşimi.....	37
2.6. Nar Suyu ve Yan Ürünleri.....	48
2.6.1. Nar suyu	48
2.6.2. Nar yan ürünleri	58
2.6.2.1. Nar çekirdeği.....	59
2.6.2.2. Nar kabuğu	62
3. MATERYAL VE YÖNTEM	72
3.1. Materyal	72
3.1.1. Nar.....	72

3.1.2. Materyallere uygulanan ön işlemler.....	72
3.1.3. Ekstraksiyonların hazırlanması	73
3.1.4. Kimyasallar	73
3.2. Yöntem.....	73
3.2.1. Toplam fenolik madde analizi.....	73
3.2.2. Antioksidan aktivite tayini	75
3.2.2.1. DPPH metodu ile antioksidan aktivite tayini	75
3.2.2.2. FRAP metodu ile antioksidan aktivite tayini	77
3.2.3. İstatistiki analiz	78
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	79
4.1. Nar Suyu ve Yan Ürünlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları	79
4.1.1. Nar suyunun toplam fenolik madde miktarı.....	79
4.1.2. Nar yan ürünlerinin toplam fenolik madde miktarları	80
4.2. Nar Suyu ve Yan Ürünlerinin Antioksidan Aktiviteleri	82
4.2.1. Nar suyu ve yan ürünlerinin DPPH metodu ile antioksidan aktiviteleri.....	83
4.2.1.1. Nar suyunun DPPH metodu ile antioksidan aktivitesi.....	83
4.2.1.2. Nar yan ürünlerinin DPPH metodu ile antioksidan aktiviteleri	84
4.2.2. Nar suyu ve yan ürünlerinin FRAP metodu ile antioksidan aktiviteleri	85
4.2.2.1. Nar suyunun FRAP metodu ile antioksidan aktivitesi	85
4.2.2.2. Nar yan ürünlerinin FRAP metodu ile antioksidan aktiviteleri	86
5. SONUÇ	89
KAYNAKLAR	90
ÖZGEÇMİŞ	121

SİMGELER DİZİNİ

Simgeler	Açıklamalar
°C	Celsius Derecesi
%	Yüzde
p<0,01	Yüzde Birlik Önem Seviyesine Göre
pH	Hidrojen Konsantrasyonu
μ	Mikron
nm	Nanometre
mm	Milimetre
m	Metre
μg	Mikrogram
mg	Miligram
g	Gram
kg	Kilogram
μL	Mikrolitre
mL	Mililitre
L	Litre
μmol	Mikromol
mmol	Milimol
M	Molar
μM	Mikromolar
mM	Milimolar
NaCl	Sodyum klorür
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
O ₂	Oksijen
OH	Hidroksil
CCl ₄	Karbontetraklorür
CuSO ₄	Bakır sülfat
mL/g	Gramda Mililitre
μg/g	Gramda Mikrogram
mg/g	Gramda Miligram
mg/100g	100 Gramda Miligram
g/100g	100 Gramda Gram
mg/kg	Kilogramda Miligram
g/kg	Kilogramda Gram
μg/mL	Mililitrede Mikrogram
g/mL	Mililitrede Gram
mg/100 mL	100 Mililitrede Miligram
g/100 mL	100 Mililitrede Gram
mg/L	Litrede Miligram
g/L	Litrede Gram
μmol/g	Gramda Mikromol
mmol/g	Gramda Milimol
μmol/L	Litrede Mikromol
mmol/L	Litrede Milimol
v/v	Hacim/Hacim

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

AB
ABD
FAO
EUROSTAT
BATEM

TÜİK
MEYED
SSCB
ROT
RAT
SOR
SOD
GSH-Px
CAT
LPH
SAR/YAİ

LPH
ZFAS
SÇKM
TA
Bx
KM
CLA
CLNA
MÖ
MS
TE
GAE
DPPH
TEAC

FRAP

ORAC

CAA

ABTS

ETs
PUFAs

Açıklamalar

Avrupa Birliği
Amerika Birleşik Devletleri
Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
Avrupa Birliği İstatistik Ofisi
Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü
Türkiye İstatistik Kurumu
Meyve Suyu Endüstrisi Derneği
Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
Reaktif Oksijen Türleri
Reaktif Azot Türleri
Serbest Oksijen Radikalleri
Süperoksit Dismutaz
Glutasyon Peroksidaz
Katalaz
Laktaz Florizin Hidrolaz
Structure-Activity Relationships/Yapı-
Aktivite İlişkisi
Laktaz Florizin Hidrolaz
Zeytinyağı Fabrikası Atık Suyu
Suda Çözünür Kurumadde
Titrasyon Asitliği
Briks
Kurumadde
Konjuge Linoleik Asit
Konjuge Linolenik Asit
Milattan Önce
Milattan Sonra
Troloks Eşdeğeri
Gallik Asit Eşdeğeri
1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
Trolox Equivalent Antioxidant Capacity
(Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi)
Ferric Reducing Antioxidant Power (Demir
İndirgeyici Antioksidan Güç)
Oxygen Radical Absorbance Capacity
(Oksijen Radikali Absorbe Kapasitesi)
Cellular Antioxidant Activity (Hücrel
Antioksidan Aktivite)
2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-
sulfonik asit)
Ellagitannins
Polyunsaturated Fatty Acids (Çoklu
Doymamış Yağ Asitleri)

SGLT1	Sodium-Glucose Linked Transporter (Aktif Şeker Taşıyıcı)
MRP	Multidrug Resistance Protein (İlaca Dayanıklı Protein)
KE	Kateşin Eşdeğeri
S ₃ gE	Siyanidin-3-glikozit Eşdeğeri
TAE	Tannik Asit Eşdeğeri
MPM	Mouse Peritoneal Macrophages (Fare Periton Makrofajları)
PBP	Pomegranate By-Products (Nar Yan Ürünleri)
CPSO	Cold Pressed Seed Oil
PPE	Pomegranate Peel Extract (PPE)
PPJ	Pomegranate Pulp Juice (Nar Pulpundan Yapılmış Nar Suyu)
PJ	Pomegranate Juice (PJ)
EA	Elajik Asit
C	Chroma (Renk Yoğunluğu)
h	Hue (Renk Tonu Açısı)
TA	Titrasyon Asitliği
PVPP	Polivinilpirolidon <i>Polifenol</i>
PPO	<i>Oksidaz</i>
BHT	Butylated Hydroxytoluene (Bütillenmiş Hidroksi Toluen)
LDL	Low Density Lipoprotein (Düşük Yoğunluklu Protein)
HDL	High Density Lipoprotein (Yüksek Yoğunluklu Protein)
HDPE	High Density Polyethylene (Yüksek Yoğunluklu Polietilen)
IC ₅₀	Half Maximal Inhibitory Concentration (Maksimum İnhibitör Konsantrasyonunun Yarısı)
EC ₅₀	Half Maximal Effective Concentration (Maksimum Etki Konsantrasyonunun Yarısı)
DAFB	Days After Full Bloom (Çiçeklenmeden sonra geçen gün sayısı)
FC	Folin-Ciocaltue
TFM	Toplam Fenolik Madde

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Enerji metabolizması sırasında oluşan bazı serbest radikaller	4
Çizelge 2.2. Eksojen ve endojen kaynaklı antioksidanların sınıflandırılması	7
Çizelge 2.3. Organizmada bulunan temel antioksidan savunma sistemleri	8
Çizelge 2.4. Hidroksisünamik asit ve hidroksibenzoik asit gruplarının kimyasal yapıları.....	13
Çizelge 2.5. Ülkemizde yetiştirilen bazı nar çeşitlerinin pomolojik sınıflandırılması ...	32
Çizelge 2.6. Bazı ülkelerin nar üretim ve ihracat bilgileri	33
Çizelge 2.7. Nar meyvesinin kimyasal bileşimi.....	39
Çizelge 2.8. Farklı nar türlerinin mineral madde içeriği.....	41
Çizelge 2.9. Farklı olgunluk aşamalarında nar suyu ve çekirdeğine ait kül oranları (%) ve mineral içeriği (mg/100 g).....	42
Çizelge 2.10. Nar meyvesi ve ağacının kısımları ve fitokimyasal içeriği.....	43
Çizelge 2.11. Farklı nar çeşitlerinde belirlenen toplam fenolik, antosiyanin ve antioksidan bileşenleri.....	44
Çizelge 2.12. Nar suyunun kimyasal bileşimi	48
Çizelge 2.13a. Farklı çeşitlere ait nar sularının kimyasal özellikleri.....	49
Çizelge 2.13b. Farklı çeşitlere ait nar sularının L, a, b, renk değerleri, renk yoğunluğu (c) ve renk tonu açısı (h)	50
Çizelge 2.14. “Bhagwa” çeşidi narın farklı olgunlaşma aşamalarına ait bazı kimyasal özellikleri.....	51
Çizelge 2.15. Nar sularının bazı bileşim öğeleri ve özellikleri.....	52
Çizelge 2.16. Nar türlerinin antosiyanin içerikleri (mg/L)	54
Çizelge 2.16. Nar türlerinin antosiyanin içerikleri (mg/L) (devam).....	55
Çizelge 2.17a. Ticari nar sularının organik asit ve şeker içeriği	57
Çizelge 2.17b. Ticari nar sularının toplam fenolik içerikleri ve antioksidan aktiviteleri	57
Çizelge 2.18. Bazı meyve sularının mineral madde içeriği (mg)	58
Çizelge 2.19. Nar kabuğu ekstraktının polifenolik bileşikleri ve toplam fenolik madde (TFM) içeriği.....	64
Çizelge 2.20a. Güney Afrika’da yetişen yedi farklı nar çeşidine ait metanolik kabuk ekstraktlarının fenolik içeriği	65
Çizelge 2.20b. Güney Afrika’da yetişen yedi farklı nar çeşidine ait metanolik kabuk ekstraktlarının antioksidan aktivitesi.....	65
Çizelge 2.21. Nar pulpu ve kabuk ekstraktında bulunan antioksidan bileşikler.....	66
Çizelge 2.22. Nar kabuğu ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri.....	66
Çizelge 3.1. “Wonderful” ve “Hicaznar” çeşitlerinin alındığı bölgeler.....	72
Çizelge 4.1. Nar suyu örneklerinin toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/L örnek). 79	79
Çizelge 4.2. Nar kabuğu ve nar çekirdeği örneklerinin toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g ekstrakt).	80
Çizelge 4.3. Nar suyu örneklerinin antioksidan aktiviteleri (mmol TE/L örnek)	85
Çizelge 4.4. Nar kabuğu ve nar çekirdeği örneklerinin antioksidan aktiviteleri (mmol TE/g ekstrakt).....	87

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Serbest radikallerin hücre üzerine etkisi	3
Şekil 2.2. Serbest radikallerin oluşumuna etki eden faktörler	5
Şekil 2.3. Oksidatif stresin hücre üzerine etkisi	6
Şekil 2.4. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması	12
Şekil 2.5. Flavonoidlerin temel yapısı ve bazı bileşenleri	14
Şekil 2.6. Flavonoidlerin kimyasal yapısı	14
Şekil 2.7. Tanenlerin sınıflandırılması	15
Şekil 2.8. Epikateşin ve kateşin ünitesinden oluşan proantosiyanidin B ₂	16
Şekil 2.9. Tannik asidin kimyasal yapısı	17
Şekil 2.10. Punikalajin A ve B izomerleri	18
Şekil 2.11. 2000-2015 yılları arası “Nar” üzerine yapılan “Web of Science” kapsamındaki yayın sayıları	28
Şekil 2.12. Ülkemizde yıllara göre nar üretim miktarları	34
Şekil 2.13. Nar kabuğunda bulunan bazı bileşenlerin kimyasal yapıları	63
Şekil 2.14. Nar kabuğunun fonksiyonel özellikleri	67
Şekil 3.1. Toplam fenolik bileşen miktarı hesaplamasında kullanılan gallik asit kalibrasyon grafiği	74
Şekil 3.2. DPPH metodu antioksidan aktivite tayini hesaplamasında kullanılan kalibrasyon grafiği	76
Şekil 3.3. FRAP yöntemi ve kromoforu [Fe(II)(TPTZ) ₂]	77
Şekil 3.4. FRAP metodu antioksidan aktivite tayini hesaplamasında kullanılan kalibrasyon grafiği	78

1. GİRİŞ

Yapay (sentetik) antioksidanlar gıda maddelerinin kalite özellikleri ve besin değerleri korunarak depolama sürelerinin uzatılması amacıyla uzun yıllardır gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Ancak toksik ve karsinojenik etkilerinin olabileceği düşünülerek kullanımlarına sınırlama ya da yasaklama getirilmektedir (Decker ve ark. 2010). Bu nedenle son yıllarda yapılan çalışmalar geniş bir çeşitlilik gösteren bitkisel kaynaklardan ucuz, yenilebilir ve güvenilir antioksidanlar ile antimikrobiyel özellikteki bileşiklerin elde edilmesi üzerine yoğunlaşmaktadır (Dimitrios 2006, Gutiérrez-Larraínzar ve ark. 2012, Koolen ve ark. 2013, Movileanu ve ark. 2013).

Gıda endüstrisi çevre sorunlarına yol açabilecek işleme atık ve yan ürünlerini (sap, saman, yaprak, kabuk, çekirdek vs) önemli miktarda oluşturmaktadır. Atık değerlendirme genel olarak atık malzemelerin kirlilik yükünü azaltan ve yeni, doğal ürünlerin geliştirilmesi için olanak sağlayan atık yönetimlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu atık malzemeleri ilaç, gıda ve kozmetik sanayiinde çok yüksek potansiyele sahip maddelerin önemli bir kaynağını oluşturmakta, ayrıca atıkların biyoyüretim ve geri kazanımı için proseslerin geliştirilmesi tarım-gıda sektöründe ve dolayısıyla olumlu çevresel etkileri bakımından ekonomik fayda sağlamaktadır (Schieber ve ark. 2001, Laufenberg ve ark. 2003, Montgomery 2004).

Tarımsal atık ve yan ürünler, antimikrobiyel ve antioksidan aktivite gösteren, sağlık üzerine birçok olumlu etkiye sahip biyoaktif bileşenlerce zengindir. Yüksek oranda karotenoid, tokoferol, flavonoid ve askorbik asit gibi antioksidan bileşen içeren meyve sebze sanayii atıkları, gıda, kozmetik ve ilaç endüstrisinde sentetik antioksidanların yerine değerlendirilmektedir (Duda-Chodak ve Tarko 2007, El-Baroty ve ark. 2014). Özellikle elma, turunçgiller, nar, patates, domates, havuç, biber, soğan, sarımsak, brokoli, karnabahar, lahana, kereviz, soya fasulyesi, siyah üzüm, zeytin, bitkisel çaylar, baharat ve otlar, baklagiller, sert kabuklu yemişler, tahıllar gibi tarımsal ürünlerin işlenmesinden elde edilen yan ürünler, potansiyel antioksidan kaynağı olarak düşünülmektedir (Karpińska ve ark. 2001, Cheng ve ark. 2007, Aktaş ve ark. 2013).

Dünya genelinde nar suyunun tüketim ve pazarlaması hızlı bir şekilde artmakta ve nar en popüler fonksiyonel gıdalar arasında gösterilmektedir. Ayrıca, nar suyu ya da

türevlerinin gıda maddelerinde renklendirici ve aroma arttırıcı olarak kullanımı da nar üretiminin artmasına neden olmaktadır (Al-Maiman ve Ahmad 2002). Kanser, kalp-damar hastalığı, diyabet, Alzheimer, artrit ve kolit gibi rahatsızlık ve hastalıkların önlenmesi ve tedavisi gibi sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı hem tüketiciler hem de araştırmacılar tarafından nar ve nar ürünlerine olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Fuhrman ve ark. 2005, Jurenka 2008, Viuda-Martos ve ark. 2010, Landete 2011). Bununla birlikte narın, gıda sanayinde işlenerek başta ticari nar suyu olmak üzere çeşitli katma değerli ürünler halinde yurtiçinde ve yurtdışında pazarlanması ülkemiz ekonomisi açısından da önem taşımaktadır.

Hızla büyüyen ve gelişen nar suyu ve diğer nar ürünleri işleme sanayilerine paralel olarak önemli miktarda nar atık ve yan ürünleri de üretilmektedir. Nar üretiminde önemli bir yere sahip olan ülkemizde, ekonomik değeri olan ve beslenme bilincinin gelişmesine paralel olarak sağlık üzerinde olumlu etkileri bilimsel çalışmalarla ortaya konulan bu tip ürünlerin değerlendirme yöntemlerinin belirlenmesine yönelik araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Antioksidan, antiinflamatuvar ve antienfektif aktiviteleri göz önüne alındığında, nar meyvesinin yenmeyen kısmının nar suyuna kıyasla nutrasötik olarak daha aktif olduğu düşünülmektedir. Bu özellikler dikkate alındığında antik çağlardan günümüze kadar ilaç, boya, kozmetik gibi birçok alanda kullanılan nar meyvesinin kabuk ve çekirdek kısımları, zengin antioksidan ve fenolik bileşen içeriğinden dolayı önemli bir katkı maddesi olarak ilaç, gıda ve kozmetik endüstrisinde giderek önem kazanmaktadır (Rosenblat ve ark. 2006, Sestili ve ark. 2007, Lee ve ark. 2010, Mo ve ark. 2013, Neyrinck ve ark. 2013, da Silva ve ark. 2014).

Yürütülen çalışma kapsamında antioksidan potansiyelinin olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilen nar işleme sanayi yan ürünlerinin fenolik bileşik içeriği ve bunların neden olduğu toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi amaçlanmıştır. Biyoaktif bileşenlerce zengin ve önemli sağlık yararlarının olduğu düşünülen nar kabuk ve çekirdeğinin özelliklerinin bilinmesi ve kullanımının artması ile gıda, tıp ile farmakoloji alanında yapılacak diğer çalışmalara ışık tutulması hedeflenmektedir.

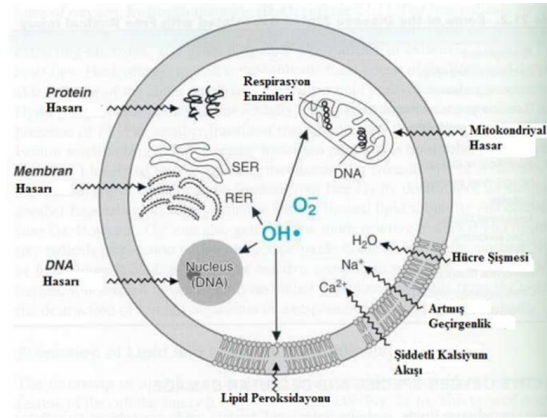
2. KURAMSAL TEMELLER VE LİTERATÜR ÖZETLERİ

2.1. Antioksidan Mekanizma ve Antioksidan Özellik Gösteren Bileşikler

2.1.1. Serbest radikaller, oksidatif stres ve antioksidan mekanizma

Canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için ihtiyaç duydukları kimyasal ve ısı enerjisi; glikoz, yağ asitleri gibi karbon ve hidrojen atomlarınca zengin moleküllerin oksidasyonu ile elde edilmektedir. Oksijen biyolojik hayatın devamlılığı için vazgeçilmez olmakla birlikte, metabolizmada kullanımı sırasında yapısında oksijen bulunan serbest radikaller oluşmaktadır. Bu radikallere “reaktif oksijen/azot türleri (ROT/RAT)” denilmektedir (Çizelge 2.1; Liochev 2013, Lushchak 2014).

Serbest radikaller metabolik işleyişin doğal bir yan ürünü olup elektron transferi, enerji üretimi gibi metabolik işlevlerde önemli rol oynamaktadır. Ancak yüksek reaktif özelliğe sahip olan bu radikaller, zincir reaksiyonu kontrolsüz bir davranış gösterdiğinde hücre membranına ve hücre yapısında bulunan lipid, protein, enzim, karbonhidrat ile nükleik asit gibi biyomoleküllere zarar vermektedir (Şekil 2.1; Altınışık 2000, Zempleni ve Dakshinamurti 2005).



Şekil 2.1. Serbest radikallerin hücre üzerine etkisi

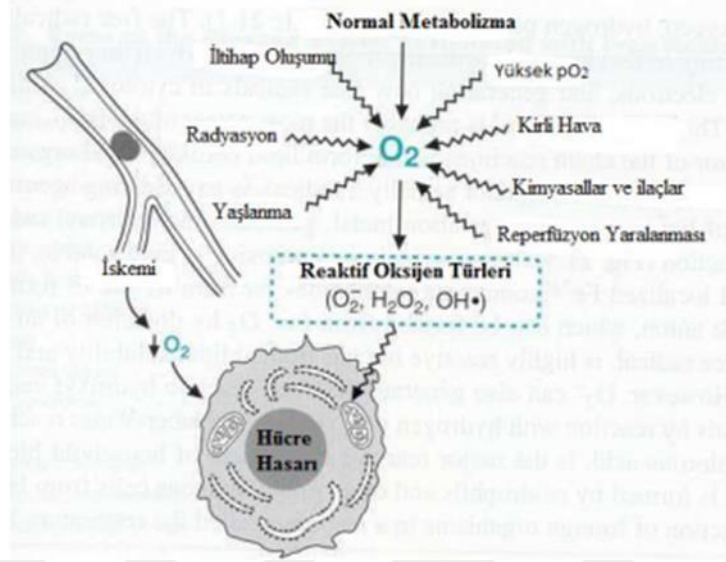
Çizelge 2.1. Enerji metabolizması sırasında oluşan bazı serbest radikaller

RADİKAL OLANLAR	RADİKAL OLMAYANLAR
Nitrik oksit (NO [•])	Nitröz asit (HNO ₂)
Azot dioksit (NO ^{2•})	Nitrozil katyonu (NO ⁺)
	Nitroksil anyonu (NO ⁻)
	Diazot tetroksit (N ₂ O ₄)
	Diazot trioksit (N ₂ O ₃)
	Peroksi nitrit (ONOO ⁻)
	Peroksi nitröz asit (ONOOH)
	Nitronyum katyonu (NO ₂ ⁺)
AZOT	
Süperoksit (O ₂ ^{•-})	Alkil peroksinitritler (ROONO)
Hidroksil (OH [•])	Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂)
Peroksil (RO ₂)	Hipokloröz asit (HOCl)
OKSİJEN	Hipobromöz asit (HOBr)
Alkoksil (RO [•])	Ozon (O ₃)
Hidroperoksil (HO ₂ [•])	Singlet Oksijen (¹ O ₂)

Serbest radikaller; organizmada normal metabolizma sırasında meydana gelen oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonları gibi endojen faktörler ya da stres, virüsler, enfeksiyon, çeşitli kimyasal maddeler, pestisitler, ilaç toksikasyonları, iyonize ve ultraviyole radyasyon, hava kirliliği, sigara dumanı ve çevresel faktörler gibi ekzojen faktörler sonucunda oluşmaktadır (Şekil 2.2; Altınışık 2000, Pham-Huy ve ark. 2008).

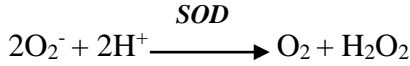
Bu faktörlerden dolayı çevrede ve hücrel koşullarda devamlı bir radikal oluşumu söz konusudur. Serbest radikaller kovalent bağların homolitik kırılması, normal (radikal özelliği bulunmayan) bir molekülün elektron kaybetmesi ve normal bir moleküle tek bir

elektron transferi olmak üzere üç temel yolla oluşmaktadır. Biyolojik sistemlerde serbest radikaller en fazla elektron transferi sonucu oluşurlar. Biyolojik sistemlerde en önemli radikaller, serbest oksijen radikalleri (SOR) olup C, N, S türevi olan radikaller ve inorganik moleküller de bulunmaktadır (Akkuş 1995, Onat ve ark. 2002).



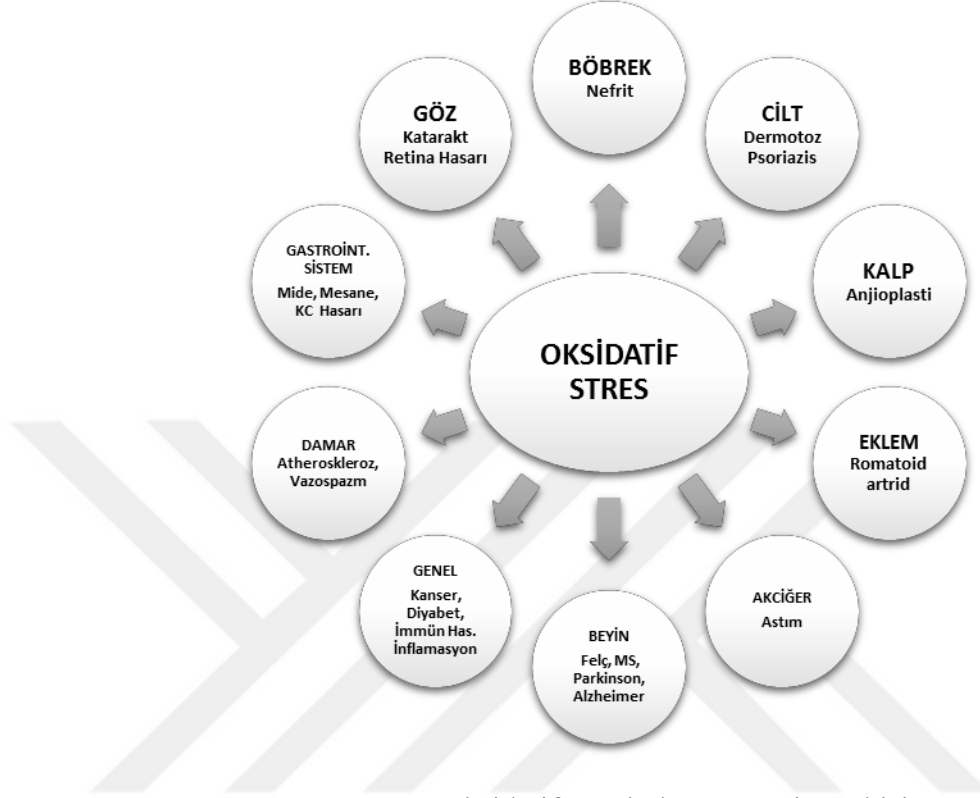
Şekil 2.2. Serbest radikallerin oluşumuna etki eden faktörler

Serbest radikaller oksijen, demir ve kükürt içeren yükseltgenme-indirgenme enzimleri ve flavoproteinlerin etkisi ile süperoksit radikaline indirgenmektedir. Oldukça aktif ve hücrede hasara sebep olan süperoksit radikali *süperoksit dismutaz* (SOD) enzimi katalizörlüğünde hidrojen perokside (H_2O_2) ve oksijene (O_2) dönüşerek radikallerin etkisini azaltmaktadır. Hidrojen peroksit ise, hücrelerdeki *katalaz* (CAT) ya da *glutasyon peroksidaz* (GSH-Px) gibi enzimler ile oksijen molekülü ve su gibi zararsız maddelere dönüştürülerek etkisiz hale getirilmektedir (Mates 2000).



Normal koşullar altında serbest radikallerin oluşumu ve yıkımı hücre içinde düzenlenmektedir. Bununla birlikte vücudun savunma mekanizması bazı durumlarda radikallere karşı yetersiz kalmakta ve “oksidatif stres” olarak adlandırılan durum ortaya çıkmaktadır. Oksidatif stresin yaşlanma, kanser, kalp-damar hastalıkları, akciğer

hastalıkları, diyabet ve katarakt gibi birçok hastalığa yol açabildiği ifade edilmektedir (Şekil 2.3; Khansari ve ark. 2009, Reuter ve ark. 2010, Hybertson ve ark. 2011).



Şekil 2.3. Oksidatif stresin hücre üzerine etkisi

Nem, ısı, ışık, metaller ve enzimler ile katalizlenen oksidatif reaksiyonlar ya da kimyasal süreçler sonucu gıda maddelerinin üretim ve muhafazası sırasında besin değeri kayıplarının yanı sıra, yağlarda acılaşıma ve renk değişimleri gibi istenmeyen reaksiyonlara neden olan serbest radikallerin oluşumu da gözlenmektedir (Aruoma 1994, Lobo ve ark. 2010, Zoral ve Turgay 2014).

“Antioksidan” ya da “yükseltgenmeyi önleyen” maddeler, canlı hücrelerinde ya da gıdalarda serbest radikallerden kaynaklanan oksidasyon süreçlerini engelleyen ya da geciktiren bileşenler olarak tanımlanmaktadır. Antioksidanlar, oksidanların biyolojik hedeflerle reaksiyona girmesini, radikal zincir reaksiyonları oluşturmalarını ya da oksijenin oldukça reaktif ürünlere dönüşmesini önleyerek serbest radikallerin vereceği hasarı en aza indirmeye çalışmaktadır. Antioksidan bileşenler, hidrojen atomu vericisi olarak serbest radikallerle reaksiyona girmekte ve serbest radikaller antioksidan radikale ya da düşük reaktiviteli radikallere dönüşerek lipid ve diğer biyomoleküllerle

reaksiyona girme yeteneğini kaybetmektedir (Madhavi ve ark. 1996, Bagchi ve Puri 1998, Kris-Etherton ve ark. 2002, Azzi ve ark. 2004, Fernandez-Panchon ve ark. 2008, Meral ve ark. 2012). Bu bileşenler gıda kökenli antioksidanlar (C vitamini, E vitamini, karotenoidler, lipoik asit), antioksidan enzimler (SOD, glutatyon peroksidaz, glutatyon redüktaz), metal bağlayıcı proteinler (ferritin, albümin, laktoferrin, seruloplazmin) ve bitkilerde yaygın şekilde bulunan çeşitli antioksidan fitonutrientlerdir (Becker 2004).

Antioksidan etki mekanizması temel olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir.

Başlama: $ROO\cdot + AH \rightarrow ROOH + A\cdot$

Gelişme: $ROO\cdot + A\cdot \rightarrow ROOA$

Sonlanma: $A\cdot + A\cdot \rightarrow A-A$

Antioksidanlar kaynaklarına göre “endojen (doğal)” ve “ekzojen” antioksidanlar olarak gruplandırılmaktadır (Çizelge 2.2). Endojen antioksidanlar, etki mekanizmalarına göre enzimatik ve enzimatik olmayan (non-enzymatic) antioksidanlar olarak iki ana grup altında toplanmaktadır. Ekzojen antioksidanlar ise vücuda sadece beslenme yoluyla alınan antioksidanlar olup vitaminler ve ilaç antioksidanları olarak sınıflandırılmaktadır (Halliwell ve Auroma 1991, Akkuş 1995, Aslan ve ark. 1995, Madi ve ark. 1999, Ratnam ve ark. 2006).

Çizelge 2.2. Ekzojen ve endojen kaynaklı antioksidanların sınıflandırılması

Ekzojen Kaynaklı Antioksidanlar	Endojen Kaynaklı Antioksidanlar
Vitamin Antioksidanlar	Enzimatik Antioksidanlar
Vitamin E (α -tokoferol)	Süperoksit Dismutaz (SOD)
β -karoten	Glutatyon Peroksidaz (GSH-Px)
Vitamin C (askorbik asit)	Glutatyon Redüktaz
Koenzim Q (ubikinon)	Glutatyon S-Transferaz (GST)
İlaç Antioksidanlar	Katalaz
Allopurinol, oksipurinol, pterin aldehyt, tungsten	Mitokondriyal Sitokrom Oksidaz
Adenozin, lokal anestezikler, kalsiyum kanal blokerleri, nonsteroid antienflamatuarlar	Enzimatik Olmayan Antioksidanlar
Trolox-C	Lipit Fazda Bulunanlar
Ebselen, asetilsistein	β -karoten, α -tokoferol
Mannitol	Sıvı Fazda Bulunanlar (hücre sitozölü ya da kan plazmasında)
Desferroksamin	Melatonin, seruloplazmin, transferrin, laktoferrin, glutatyon (GSH), sistein, ürik asit, glikoz, albumin ve bilirubin
Demir şelatörleri	

Vücudumuzdaki antioksidan savunma sisteminde yer alan başlıca elemanlar ise; enzimler, metal iyonlarını bağlayan proteinler ve suda ve yağda çözünen radikal tutucularıdır (Çizelge 2.3; Halliwell 1994, Percival 1998).

Antioksidanlar hidrojen atomu verme eğilimine sahip kimyasal bileşenlerdir. Böylelikle, birincil radikalleri radikal olmayan türlere çevirerek, okside olmuş antioksidan radikallere dönüşürler. Hidrojenini vererek antioksidan radikali oluşturan antioksidanlar, lipidlerle reaksiyona girme yeteneğini kaybetmektedir. Antioksidanların molekül yapısı sadece hidrojen atomu verme açısından değil, aynı zamanda radikallerin aktifliğini azaltarak lipidler ile reaksiyona girmesini engellemesi açısından da oldukça uygundur (Madhavi ve ark. 1996).

Çizelge 2.3. Organizmada bulunan temel antioksidan savunma sistemleri

Radikal Tutucular			
Enzimler	Yağda Çözünenler	Suda Çözünenler	Metal İyonlarını Bağlayan Proteinler
Süperoksit dismutaz	E vitamini	C vitamini	Ferritin
Katalaz	β -karoten	Glutasyon	Transferrin
Glutasyon peroksidaz	Bilirubin	Ürik asit	Laktoferrin
Glutasyon redüktaz	Ubikinon	Sistein	Albümin
Glutasyon S transferaz	Flavonoidler	Mannitol	Seruloplazmin
Glukoz-6-fosfat dehidrogenaz	Melatonin		Miyoglobin
	Lipoik asit		

Antioksidanlar etki mekanizmalarına göre dört gruba ayrılmaktadır (Habif ve ark. 1997, Young ve Woodside 2001, Taysi ve ark. 2002, Cherubini ve ark. 2005):

1. **Süpürücü etki:** Yeni radikal oluşumunu engelleme ve oluşan radikalleri zayıf bir moleküle çevirme şeklinde etki göstermektedir. Süperoksit dismutaz, glutasyon peroksidaz, ferritin ve seruloplazmin gibi metal bağlayıcı proteinler bu tür etkiye örnektir.

2. **Baskılama etkisi:** Flavonoidler, α -tokoferol, askorbik asit, metiyonin, β -karoten, indirgenmiş glutatyon, mukus gibi oksidanlara bir hidrojen aktararak aktivitelerini inhibe etmektedir.

3. **Zincir kırıcı etki:** Zincirleme olarak devam etmekte olan reaksiyonları belli aşamalarda kırarak, oksidan etkiyi durdurmaktadır. Bunlara örnek olarak, β -karoten, bilirubin ve albümin verilebilir.

4. **Onarıcı etki:** Nükleik asitler gibi serbest oksijen radikalleri (SOR) ile yıkılmış biyomolekülleri onarmaktadır. DNA onarım enzimleri ve metiyonin sülfoksit redüktaz bu gruba dâhil edilmektedir.

Bununla birlikte antioksidan aktivite fiziksel faktörler (sıcaklık, oksijen ve konsantrasyon), substrat faktörleri, gıdanın fizikokimyasal durumu gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak da değişiklik göstermektedir. Antioksidan aktivite, antioksidan bileşiklerin konsantrasyonunun artması ile artmaktadır. Oksidasyonun yeterli seviyede önlenmesi için konsantrasyonun belirli bir kritik değerin üzerinde olması gerekmektedir (Pokorny ve ark. 2001).

Yürütülen epidemiyolojik çalışmalar bu bileşiklerin, özellikle doğal antioksidanların, insan vücudunu reaktif oksijen türlerinin neden olduğu hasarlara karşı koruduğunu, kalp-damar hastalıkları riskini azaltıcı rol oynadığını, dejeneratif ya da yaşla ilgili hastalıkları önlemede yardımcı olduğunu, antibakteriyel, antienflamatuvar ve antikanserojen etki gösterdiğini göstermektedir (Feng ve ark. 2001, Çolak ve Ulusoy 2005, Stańczyk ve ark. 2005, Karihtala ve Soini 2007, Thring ve ark. 2011).

2.1.2. Fenolik bileşiklerin antioksidan özellikleri

2.1.2.1. Fenolik bileşikler

Bitkilerde yaygın olarak bulunan fenolik bileşikler, aromatik aminoasit metabolizması sırasında sentezlenen ikincil metabolitlerdir. Bitkilerin meyve, sebze, tohum, çiçek, yaprak, dal ve gövde gibi farklı kısımlarında bulunabilmektedir. Hemen her meyve ve sebze bulunan fenolik bileşiklerin miktarları % 0,1-1,0 oranları arasında değişmektedir (Friedman ve Jürgens 2000, Escarpa ve Gonzalez 2001, Coşkun 2006).

Günümüzde binlerce fenolik bileşiğin yapısı tanımlanmıştır ve bunlara devamlı olarak yeni tanımlanan fenolikler eklenmektedir. Fitokimyasallar arasında ön plana çıkan bu bileşikler, bitkilerde önemli fizyolojik ve morfolojik öneme sahiptir. Bitkilerin renk, acılık, burukluk, tat, koku gibi duyuşal özelliklerine katkıda bulunmanın yanı sıra patojenlere ve yırtıcı hayvanlara karşı koruma sağlamakta ve büyüme ile üremede de önemli bir rol oynamaktadırlar. Fenolik bileşikler, bitkilerin yapısında doğal olarak buldukları gibi Maillard reaksiyonları gibi kimyasal reaksiyonlar sonucunda da oluşabilmektedir (Bravo 1998, Kraovičová ve Šimko 2000, Alasalvar ve ark. 2001, Naczk ve Shaididi 2004, Luthria 2008).

Yapısal olarak fenolik bileşikler bir ya da daha fazla hidroksil grup taşıyan bir aromatik halkaya sahiptir. Bu yapı, basit bir fenolik molekülden kompleks yüksek düzeyde polimerize olmuş bileşiklere kadar değişiklik gösterebilir (Bravo 1998). Yapılarında bir (-OH) grubu içeren fenoller (C₆H₅OH) en basit fenolik bileşiği oluşturmakta ve diğer tüm bileşikler fenolden türetilmektedir. Birden fazla (-OH) içeren fenolik bileşiklere “polifenol” adı verilmektedir. Doğal fenolik bileşiklerin çoğu mono- ve polisakkaritler ile konjugatlar halinde bulunmakta olup, ester ve metil ester formları da gözlemlenebilmektedir (Harborne 1989, Shahidi ve Naczk 1995, Harborne ve ark. 1999).

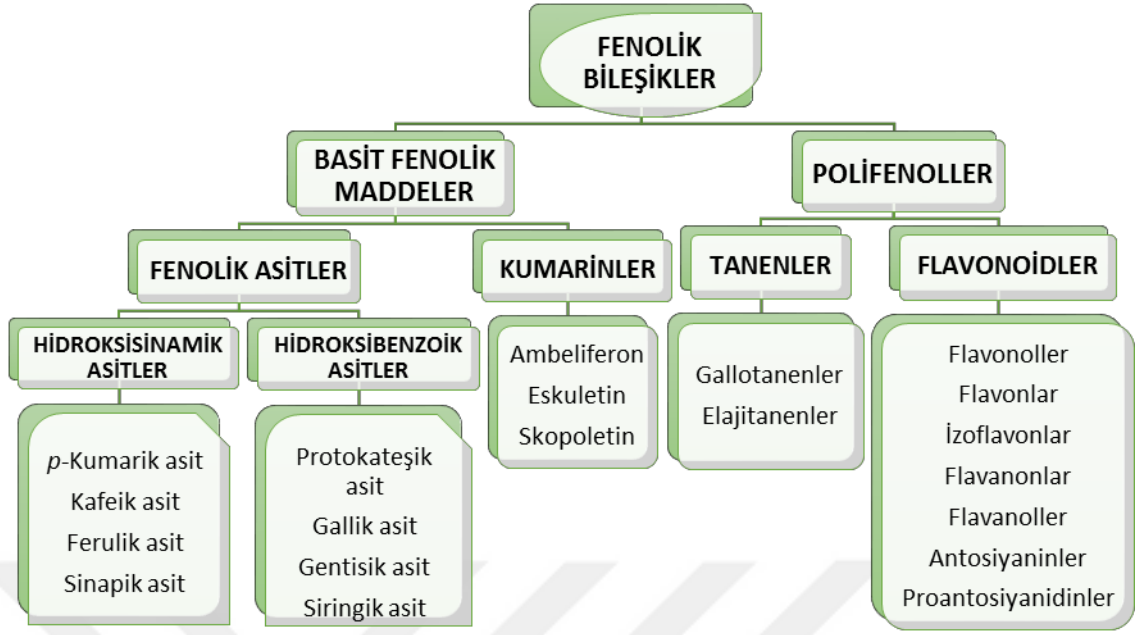
Meyve ve sebzeler başta olmak üzere tahıl, kuru baklagil, baharat ve çay gibi bitkisel gıdalar askorbik asit, tokoferol, karotenoid, flavonoid, antosiyanin, kumarin, kateşin gibi farklı miktar ve nitelikte antioksidan etki gösteren biyoaktif bileşenleri içermektedir (Kaur ve Kapoor 2001, Tsao ve Deng 2004, Çolak ve Ulusoy 2005, Pellegrini ve ark. 2006). Bununla birlikte meyvelerin, sebzeler ve tahıllar ile karşılaştırıldığında çok daha yüksek antioksidan değere sahip olduğu bildirilmektedir (Halvorsen ve ark. 2006).

Fenolik bileşiklerin oksidatif zararlara karşı otoimmün sisteme destek olmalarının fenol halkasına bağlı hidroksil grubu sayısı ile bağlantılı olduğu bildirilmektedir. Bu aktiviteyi serbest radikal giderici, metal şelatlayıcı, peroksit parçalayıcı, singlet oksijen oluşumunu engelleyici ya da azaltıcı, enzim inhibitörü ve sinerjist etki mekanizmalarıyla göstermektedirler (Nichenametla ve ark. 2006, Meral ve ark. 2012).

Epidemiyolojik çalışmalar, meyve ve sebze tüketimi ile kardiyovasküler hastalıklar, bazı kanser türleri, bağışıklık sistemi problemleri, artrit, enflamasyon ve beyin disfonksiyonu gibi birçok rahatsızlık ve hastalıklar arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiş ve bu hastalıkların önlenmesinde antioksidan içeriğinin önemli rolü olduğu bildirilmiştir (Leong ve Shui 2002, Knekt ve ark. 2002, Huxley ve Neil 2003, Hu 2003, Riboli ve Norat 2003, Ikram ve ark. 2009). Bu nedenle flavonoidler, karotenoid, polifenoller ve vitaminler gibi doğal antioksidan bileşikler önemli miktarda içeren meyve ve meyve sularının düzenli tüketimi oksidatif stresi azaltarak birçok kronik hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde önemli rol oynamaktadır (Prior ve ark. 2003, Heber 2004, Rangkadilok ve ark. 2007). Bu temel besin öğeleri ve doğal antioksidan maddeleri vücut tarafından sentezlenemediği için besin ve gıda takviyelerinden karşılanmaktadır (Al-Musharfi ve ark. 2015).

2.1.2.2. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması

Fenolik bileşikler içerdiği karbon atomu sayısına göre “basit fenolik maddeler” ve “polifenoller” olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan fenolik maddeler hidroksibenzoik asitler, hidroksisüsamik asitler ve flavonoidler olmak üzere üç kısımda incelenmektedirler. Flavonoidler ise kateşinler, antosiyaninler, flavonoller, flavanonlar ve proantosiyanidinler (löykoantosiyanidinler) olmak üzere beş alt gruba ayrılmaktadır (Şekil 2.4; Vermerris ve Nicholson 2006, de Lourdes Reis Giada 2013). Bunlardan fenolik asitler, flavonoidler ve tanenler diyetle alınan temel fenolik bileşikler olarak kabul edilmektedir (King ve Young 1999).



Şekil 2.4. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması

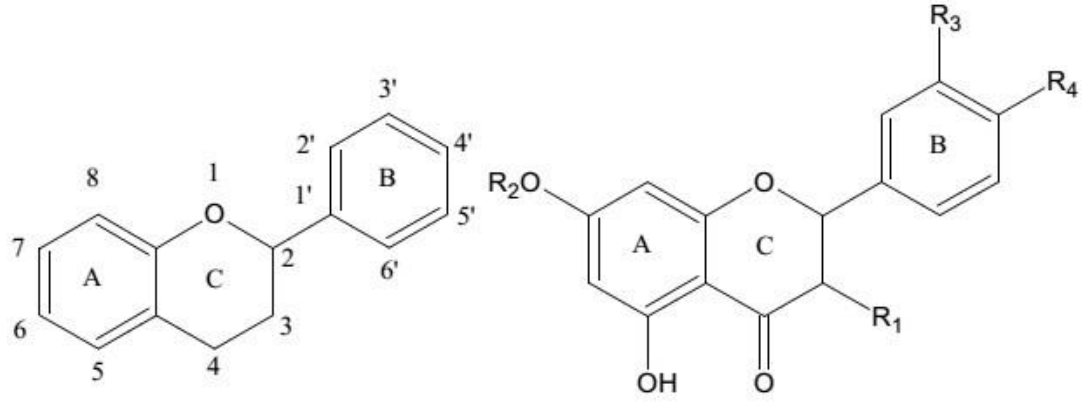
Fenolik asitler, hidroksibenzoik ve hidroksisinnamik asitler olmak üzere iki alt gruptan oluşmaktadır. Gallik asit, *p*-hidroksibenzoik, protokateşik, vanilik ve siringik asit gibi hidroksibenzoik asitler ortak olarak (C₆-C₁) yapısına sahiptir. Diğer taraftan kafeik, ferulik, *p*-kumarik ve sinapik asit gibi hidroksisinnamik asitler üç karbonlu yan zincire (C₆-C₃) sahip aromatik bileşiklerdir (Çizelge 2.4, Bravo 1998, Saldamlı 2007).

Çizelge 2.4. Hidroksisünamik asit ve hidroksibenzoik asit gruplarının kimyasal yapıları

Bağlanan grup ve konumu	Hidroksisünamik asit	Hidroksibenzoik asit
2-OH	<i>o</i> -Kumarik asit	Salisilik asit
3-OH		<i>m</i> -Hidroksibenzoik asit
4-OH	<i>p</i> -Kumarik asit	<i>p</i> -Hidroksibenzoik asit
2,3-di-OH		Pirokateşik asit
2,4-di-OH		Rezorsilik asit
2,5-di-OH		Gentisik asit
3,4-di-OH	Kafeik asit	Protokateşik asit
3,5-di-OH		α -Rezorsilik asit
3,4,5-tri-OH		Gallik asit
3-OCH ₃ , 4-OH	Ferulik asit	Vanilik asit
3-OH, 4-OCH ₃	İzoferulik asit	İzovanilik asit
3,5-di-OCH ₃ ,4-OH	Sinapik asit	Siringik asit

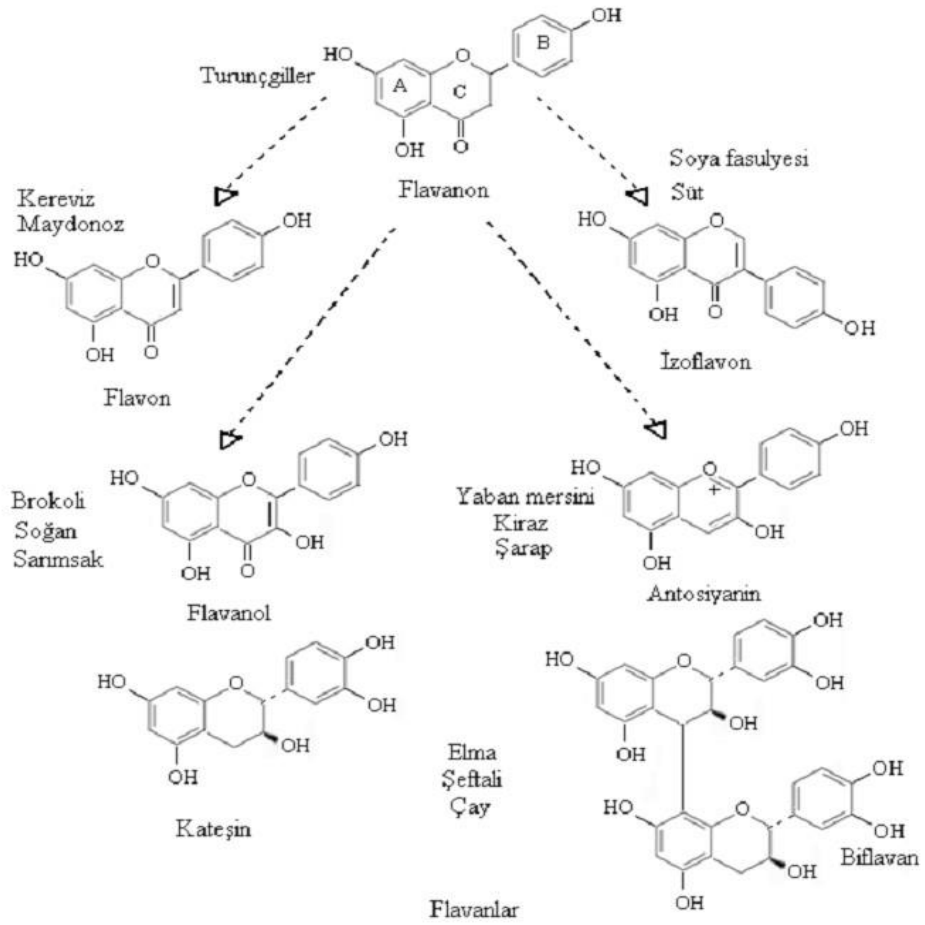
Flavonoidler, 8000 doğal fenolik bileşiklerin yarısından daha fazlası ile bitki fenoliklerinin en büyük grubunu oluşturmaktadır (Harborne ve Williams 2000). Flavonoidler; C₆-C₃-C₆ konfigürasyonunda düzenlenmiş ve 15 karbon atomu içeren düşük molekül ağırlıklı bileşiklerdir. Temel yapısı bir heterosiklik halka (C) şeklinde 3 karbon köprüsü ile bağlanan iki aromatik halkadan (A ve B) oluşmaktadır (Şekil 2.5).

(A) aromatik halkası asetat/malonat yolu ile elde edilirken (B) halkası fenilalaninden şikimik asit yolu ile elde edilmektedir (Bohm 1998, Merken ve Beecher 2000). (C) halkasındaki bağlantı değişimine göre flavonoller, flavonlar, flavanonlar, flavanoller ya da kateşinler, izoflavonlar, flavanoller ve antosiyanidinler gibi flavonoid sınıfları oluşmaktadır (Hollman ve Katan 1999). Flavonlar ve flavonoller en yaygın bulunan ve yapısal olarak en çok farklılık gösteren flavonoid sınıflarıdır. (A) ve (B) halkasındaki oksijenasyon, alkilasyon, glikozilasyon, açillenme ve sülfatlanma gibi değişimlerde her bir sınıf içinde farklı flavonoidlerin oluşumuna neden olabilmektedir (Şekil 2.5).



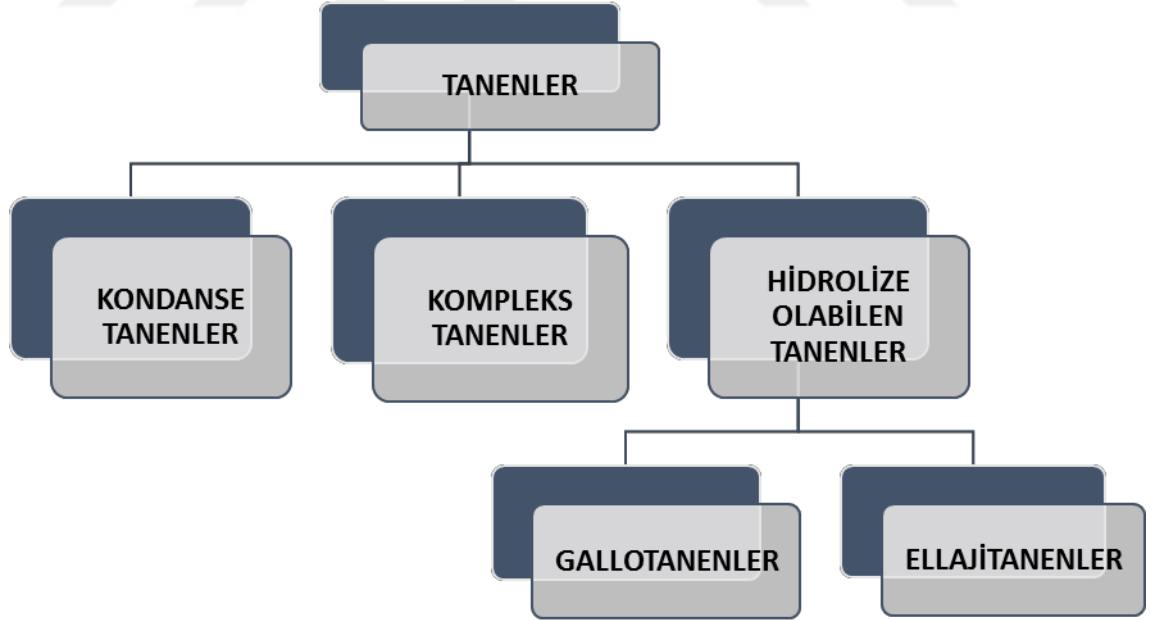
Şekil 2.5. Flavonoidlerin temel yapısı (a) ve bazı bileşenleri (b)

Genel olarak, flavanonlar turunçgil meyvelerde, flavonlar baharatlarda, izoflavonoidler baklagillerde, antosiyanin ve kateşinler meyvelerde, flavonoller ise tüm meyve ve sebzelerde bulunmaktadır (Şekil 2.6).



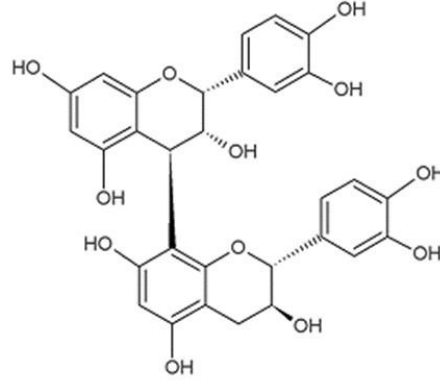
Şekil 2.6. Flavonoidlerin kimyasal yapısı

Fenolik bileşiklerin üçüncü önemli grubunu oluşturan tanenler, yüksek yapılı bitkilerin kabuk, odun, meyve, meyve tohumu, yaprak, kök gibi çeşitli dokular ve bitki özlerinde bulunmaktadır. Molekül ağırlıkları 500-3000 dalton arasında değişmekte olup literatürde molekül ağırlığı 20000 dalton olan tanenler tanımlanmıştır (Hagerman 2002). Çok sayıda hidroksil grubu ve fonksiyonel grup içermekte ve kimyasal yapıları oldukça değişkenlik göstermektedir. Bazı yüksek molekül ağırlıklı yapıları hariç suda çözünebilmekte ve protein ve diğer makro moleküller ile çapraz bağlar oluşturabilmektedir. Tanenler; proteinler, mineraller, nişasta ve sindirim enzimleriyle kompleks oluşturarak gıdaların besleyici değerinde azalmaya neden olmaktadır (Aydın ve Üstün 2007, Ergezer ve Çam 2008). Moleküler yapılarına göre hidrolize olabilen tanenler (elajitanenler) ve hidrolize olmayan tanenler (kondanse tanenler, proantosiyanidinler) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Şekil 2.7; Seeram ve ark. 2005a, Vermerris ve Nicholson 2006). Üçüncü bir alt grup ise yapısında floroglusinol içeren florotanenler olup kahverengi alglerin birkaç türünden izole edilmiştir, ancak bunlar genel olarak insan beslenmesi açısından önem arz etmemektedir (Ragan ve Glombitza 1986).



Şekil 2.7. Tanenlerin sınıflandırılması

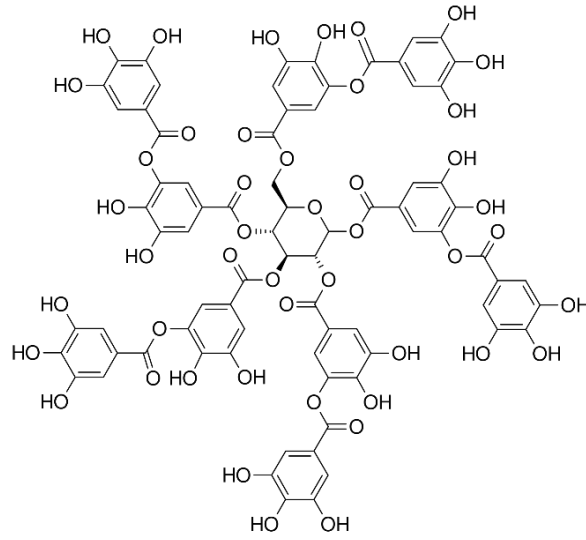
Proantosiyanidin adıyla da bilinen kondense tanenler flavonoidlerin polihidroksiflavan-3-ol monomerinden (kateşin ya da lökoantosiyanidin) oluşan polimerik bileşenlerdir (Şekil 2.8; Porter 1989, Hagerman 2002). Polimerizasyon sıcaklık ve asitliğin etkisiyle enzim katalizörlüğünde gerçekleşmektedir. Polimerizasyonun derecesine bağlı olarak proantosiyanidinlerin proteinleri çöktürme kabiliyeti de artmaktadır (Schofield ve ark. 2001, Hagerman 2002, Vermerris ve Nicholson 2006).



Şekil 2.8. Epikateşin ve kateşin ünitesinden oluşan proantosiyanidin B₂

Hidrolize olabilen tanenlerin belirlenen ilk bitkisel polifenoller olduğu bildirilmektedir (Arapitsas 2012). Hidrolize olabilen tanenler gallik asit ya da heksahidroksidifenik asit ile bir glikoz ya da poliolsüçürdeğinin esterleşmesi ve oluşan komplekslerin ileri derecede esterleşerek veya oksidasyona uğrayarak çapraz bağlı formlar oluşturması sonucu meydana gelmektedir (Okuda ve ark. 1995, Hagerman 2002). Bu metabolitler kolaylıkla asit, baz ya da enzimler ile hidrolize edilebilmektedir. Gallotanenler ve elajitanenler bu grubun üyeleridir.

Gallotanenler çoklu hidroksil grupları içeren bir poliolsüçürdeğine on-on iki gallik asit grubunun bağlanması ile oluşmaktadır. Bazı gallotanenler poliolsüçürdeği olarak kateşin ve triterpenoid içerse de poliolsüçür olarak en yaygın bulunan bileşik D-glikozdur. Pentagalloylglikoz (β -1,2,3,4,6-Pentagalloyl-O-D-Glukopiranoz) bileşiğı bir D-glikozunun alifatik hidroksil gruplarına bağlı esterleşmiş beş gallik asitten oluşmaktadır (Şekil 2.9). Yapısında pentagalloylglikoz içeren bir gallotanen olan tannik asit, hidrolize olabilen tanenler arasında en çok bilinendir (Vermerris ve Nicholson 2006).



Şekil 2.9. Tannik asidin kimyasal yapısı

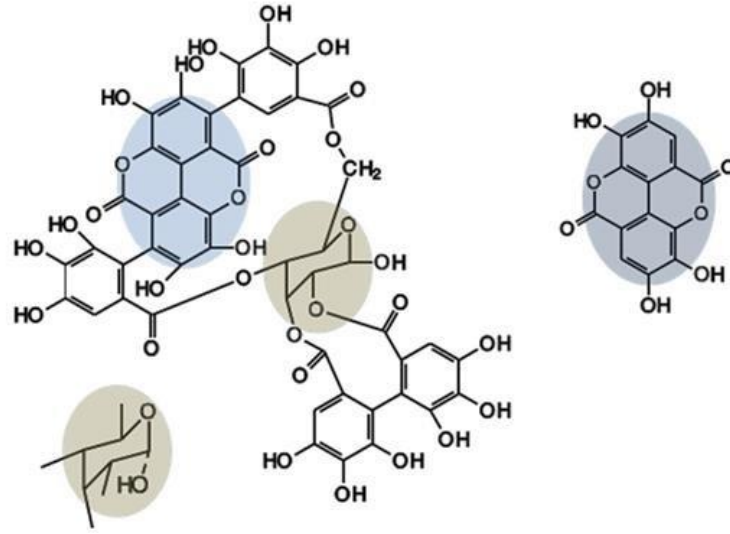
Yüksek moleküler ağırlıklı elajitanenler yan ürünlerin hidrolizine bağlı olarak farklı biyolojik yollar ile elde edilen bitkisel fenoliklerdir. Elajitanenlerin asit, baz ya da mikrobiyel aktivite ile hidrolizi sonucunda ester bağları koparak daha stabil heksahidroksidifenik asit (elajik asit) oluşmaktadır. Normal fizyolojik şartlar altında, oral olarak alınan elajitanenler bağırsak mikroflorası tarafından mikrobiyel hidroliz sonucunda elajik asit, ürolitinler gibi daha küçük bileşiklere parçalanmaktadır (Clifford ve Scalbert 2000).

Yapılan araştırmalar nar kabuğunda bulunan polifenoller arasında hidrolize olabilen tanenlerin, özellikle de elajitanenlerin, en yüksek antioksidan özelliğe sahip bileşenler olduğunu göstermektedir (Adams ve ark. 2010). Bu bileşiklerin (elajik asit, punikalajin, punikalın ve galajik asit) özellikle sinerjik etki ile yüksek antioksidan ve pleyiotropik biyolojik aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Seeram ve Heber 2011). Bununla birlikte *in vivo* çalışmalar diyet ile alınan polifenollerin antioksidan özelliklerinin, ürolitinler gibi metabolize olan bileşiklerine bağlı olduğu düşünülmektedir (Johanningsmeier ve Harris 2010).

Punikalajin (2,3-heksahidroksi-difenil-4,6-gallagilglikoz) suda çözünebilen, nar kabuğunda baskın olarak bulunan bir elajitanendir. Punikalajin A ve B olmak üzere iki anomeri bulunmaktadır (Şekil 2.10; Seeram ve ark. 2006a). Narın anti-aterosklerotik ve

antioksidan özellikleri punikalajin başta olmak üzere yüksek polifenol içeriği ile ilişkilendirilmektedir (Adams ve ark. 2006). Punikalajin ayrıca antibakteriyel, anti-enflamatuar, antikanserojen, hepatoprotektif ve antijenotoksik özellik gibi önemli biyolojik aktiviteler de göstermektedir (Chen ve ark. 2000, Seeram ve ark. 2005b, Lee ve ark. 2008, Aqil ve ark. 2012, Aloqbi ve ark. 2016).

Punikalajinin metal şelatlama aktivitesinin yapısında bulunan ve disosiyeye olabilen on altı adet hidroksil (-OH) grubundan kaynaklandığı bildirilmiştir (Lin ve ark. 1998, Lin ve ark. 2001, Kulkarni ve ark. 2004). Punikalajinin biyoyararlılığına ilişkin fareler üzerinde yapılan çalışmalarda dışkı, idrar ve plazmada punikalajin ve izomerlerine rastlanmıştır (Cerda ve ark. 2003a). Punikalajinin toksisitesi üzerine yapılan bir çalışmada 37 gün süreyle farelerin yüksek dozda punikalajin ile beslenmesi sonucunda herhangi bir toksik etkinin oluşmadığı belirlenmiştir (Cerda ve ark. 2003b). Sağlık üzerine olumlu etkileri ve toksik olmayan yapısı punikalajinin çok fonksiyonlu katkı olarak kullanımını mümkün kılabilir (Kulkarni ve ark. 2007).



Şekil 2.10. Punikalajin A ve B izomerleri

2.1.2.3. Yapı-aktive ilişkisi

Fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi, serbest radikalleri bağlama, hidrojen atomu ya da elektron verme ya da metal şelatlama özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Afanas'ev ve ark. 1989, Amarowicz ve ark. 2004). Fenolik bileşiklerin yapısı, onların radikal bağlama ve metal şelatlama aktivitesinin önemli bir belirleyicisidir. Bu durum

“yapı-aktivite ilişkisi (SAR/YAİ)” olarak adlandırılmaktadır. Örneğin fenolik asitlerde antioksidan aktivite, karboksil fonksiyonel grup üzerindeki hidroksil gruplarının sayısı ve pozisyonlarına bağlıdır (Rice-Evans ve ark. 1996, Robards ve ark. 1999). Karboksil grubu üzerinde orto- ya da para- pozisyonunda hidroksil (-OH) grubu bulunan monohidroksibenzoik asitler herhangi bir antioksidan aktivite göstermezken, meta pozisyonunda hidroksil grubu olan *m*-hidroksibenzoik asit antioksidan özelliğe sahiptir. Yüksek antioksidan aktivite gösteren trihidroksigallik asitte olduğu gibi fenolik asitlerin antioksidan aktivitesi, hidroksilasyon (hidroksilleme) derecesine bağlı olarak artmaktadır. Bununla birlikte, sirinjik asitte olduğu gibi 3- ve 5- pozisyonlarında hidroksil gruplarının metoksi gruplarıyla yer değiştirmesi aktiviteyi azaltmaktadır (Rice-Evans ve ark. 1996).

Hidroksisinnamik asitler, hidroksibenzoik asitlerden daha yüksek antioksidan aktivite göstermektedir (Andreasen ve ark. 2001a). Hidroksisinnamik asidin yüksek aktivitesi, hidroksibenzoik asitlerdeki -COOH grubuna göre, yüksek H- verme özelliği ve radikal stabilizasyonuna olanak veren $\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ grubunun varlığı ile ilişkilendirilmektedir (Rice-Evans ve ark. 1996).

Flavonoidlerin yapı-aktivite ilişkisi, flavonoid moleküllerinin kompleks yapısı nedeniyle hidroksibenzoik ve hidroksisinnamik asitlerden daha karmaşıktır. Flavonoidlerin antioksidan aktivitesini belirleyen (B) ve (C) halkaları üzerinde yer değiştirme durumları aşağıda verilmiştir:

- (i) (B) halkasındaki -OH gruplarının pozisyonları ve hidroksilasyon derecesi, özellikle B halkası üzerindeki bir orto-dihidroksil yapı (kateşol grubu), daha yüksek aktivite göstermektedir. Bunun nedeni kateşol grubunun elektron bağlanmaması sonucu aroksil radikali daha yüksek stabilite kazanması ya da iz metaller için tercih edilen bağlanma noktası gibi davranmasıdır (van Acker ve ark. 1996, Pietta 2000).
- (ii) Flavonoidlerin (B) halkasının -3', -4' ve -5' pozisyonlarında hidroksil grubu bulunmasının (pirogallol grubu gibi), tek bir hidroksil grubu bulunmasına oranla daha yüksek antioksidan aktiviteye neden olduğu bildirilmiştir (van Acker ve ark. 1996). Ancak, bazı durumlarda, bu bileşikler prooksidanlar

gibi davranarak antioksidan aktiviteyi engelleyebilmektedir. Örneğin 3', 4'-dihidroksifenilin 3', 4', 5'-trihidroksifenile dönüşmesiyle antosiyanidinlerin antioksidan aktivitesi artarken, kateşinlerin aktivitesi azalmaktadır (Seeram ve Nair 2002).

- (iii) (B) halkasının hidroksil gruplarının metoksi grubuyla yer değiştirmesi flavonoidlerin radikal bağlama kapasitesini etkileyen redoks potansiyelini değiştirmektedir (Pietta 2000, Seeram ve Nair 2002).
- (iv) (C) halkası üzerindeki 4-okso grubuna bağlanan C-2 ve C-3 arasında bir çift bağ, flavonoidlerin radikal bağlama kapasitesini arttırmaktadır (Pietta 2000).
- (v) Benzer şekilde, (C) halkasındaki bir 3-OH ile bağlanan C-2 ve C-3 arasında bir çift bağ, kaempferolde olduğu gibi flavonoidlerin aktif radikal bağlama kapasitesini arttırmaktadır (van Acker ve ark. 1996). Ancak 3-OH'in yer değiştirmesi ile dönme açısı (torsion angle) artmakta ve düzlemdeşlik (coplanarity) kaybı olmaktadır; bu durumda antioksidan aktivite azalmaktadır (Seeram ve Nair 2002).

2.1.2.4. Fenolik bileşiklerin biyoyararlanım ve metabolizması

Diyet kaynaklı fenolik bileşiklerin sağlık yararları, diğer fenoliklerle bağlanması, glikozilasyon/asilasyon derecesi ile moleküler boyut ve çözünürlüğünü içeren yapılarına bağlı olan absorpsiyon ve metabolizmaları ile ilişkilendirilmektedir (Bravo 1998, Parr ve Bolwell 2000). İlk zamanlar bağırsakta glikozidik bağlanma enzimlerinin olmaması sonucu sadece aglikonların bu duvarlardan geçebildiği düşünülmekteydi (Kuhnau 1976). Ancak, Hollman ve ark. (1995), sağlıklı ileostomi¹ gönüllüleri üzerinde yaptıkları çalışmada insanlarda glikozitlerin de absorbe olduklarını gözlemlemişlerdir.

Hollman ve Katan (1999) kavrulmuş soğandaki (%52) kuersetin glikozidinin oral yolla alınan aglikondan (%24) daha hızlı absorbe olduğu; kuersetin glikozitlerinin biyoyararlılığının fenolik yapıda yer alan şeker içeriğine bağlı olduğu, örneğin glikozla birleşmenin biyoyararlılığı arttırdığını bildirmişlerdir. Fenolik bileşiklerin

¹ İnce bağırsağın karın cildine ağızlaştırılması

biyoyararlılığı hücre duvarının yapısına, hücrelerde glikozitlerin konumuna ve gıda matriksindeki fenolik bileşiklerin bağlanmasına da bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Hollman ve ark. 1997).

Fenolik bileşiklerin biyoyararlılığı üzerine yapılan çalışmaların çoğu en yaygın diyet flavonolu olan kuersetin ile ilgilidir. Ancak, diğer fenolik sınıflarının da absorpsiyon ve metabolizmalarının anlaşılması ile çalışmalar antosiyaninler, flavononlar, proantosiyanidinler, hidroksibenzoik ve hidroksisünamik asitler üzerinde yoğunlaşmıştır (Manach ve ark. 2005, Williamson ve Manach 2005).

Bazı fenolik glikozitlerin mide-bağırsak sisteminde absorbe edilme mekanizması henüz tam olarak açıklanamamıştır, ancak laktaz florizin hidrolaz (LPH), aktif şeker taşıyıcı (SGLT1) ile taşıyıcı kaynaklı transport prosesinin dâhil olduğu ve ilaca dirençli proteinlerin (MRP) olası rolünün olabileceği öne sürülmüştür (Hollman ve ark. 1997, Yang ve ark. 2001, Murota ve Terao 2003, Clifford 2004). Andreasen ve ark. (2001b) bağırsak esterazlarıyla tahıl kepeğinden serbest hale geçen diferulik asit esterlerinin gastrointestinal sistemden periferik dolaşıma geçebileceğini göstermiştir. Toplam alınan fenolik bileşiklerin yaklaşık %5-10'nun ince bağırsakta emildiği tahmin edilmektedir.

İnce bağırsaklarda emilmeyen fenolik bileşiklerin yanı sıra, karaciğerde absorbe ve metabolize edilenler ile safrada salgılananlar kolona girmektedir (Scalbert ve Williamson 2000, Yang ve ark. 2001). Kalın bağırsak mikroflorası tarafından salgılanan enzimler absorbe olmayan glikozitleri hidrolize etmekte, bunlara bağlı kısımların konjugatlarını serbest hale geçirmekte ve daha büyük olan fenolik bileşikleri fenolik asitler gibi basit moleküllere parçalamakta ya da oksijen içeren heterosiklik bir halkaya ayırmaktadır (Scalbert ve Williamson 2000, Hollman 2001).

Fenolik bileşikler, metillenme (kateşol-O-metil transferazla katalizlenen, COMT), sülfatlanma (sulfotransferazlarla katalizlenen, SULT) veya glukoronidasyon (UDP glukoronosil transferazla katalizlenen, UGT) reaksiyonlarına ya da ince bağırsak, karaciğer ya da böbrek içinde bu işlemlerin kombinasyonuna uğrayabilmektedir (Yang ve ark. 2001). Metabolizmanın nerede gerçekleşeceği doza bağlıdır; küçük miktarlarda bağırsak mukozasında metabolize edilirken karaciğer ikincil rodedir, ancak daha yüksek miktarlarda karaciğerde metabolize edilmektedirler (Scalbert ve Williamson

2000). Bu enzimatik biyotransformasyonlar ile genellikle hidroksil gruplarının birleşmesi gözlemlenmekte ve antioksidan aktivitenin azalmasına neden olan metabolitler oluşmaktadır (Hollman 2001, Manach ve ark. 2004).

Fenolik bileşiklerle ilgili olarak ifade edilen önemli bir nokta, özellikle direkt çökeltme ya da enzim aktivitesinin inhibisyonu sonucu proteinlerin sindirilebilirliğini azalttıkları için “antinutrient” olarak nitelenmeleridir (Ferguson 2001). Tanenler, diyet proteini, karbonhidratlar ve enzimler ile kompleks bir yapı oluşturmaktadır (Naczki ve ark. 1996, Naurato ve ark. 1999). Bunun yanı sıra, tanenlerin, demir ve bakır gibi minerallerin absorpsiyonunu azalttığı da bilinmektedir (Reddy ve Cook 1991, Samman ve ark. 2001). Ancak, fenolik bileşiklerin antioksidan aktivite gösterdiği mekanizmalardan biri olduğu için metallerin şelasyonu bazen faydalı olabilmektedir (Bravo 1998).

Fenolik bileşiklerin aşırı tüketimi konusunda sınırlı bilgi olduğu için henüz olumsuz etkilerinin neler olabileceği bilinmemektedir. Bazı fenolik bileşiklerin yüksek miktarda tüketilmeleri sonucu karsinojenite, genotoksisite, tiroid toksisitesi, ilaçlarla etkileşim ve östrojenik aktivite (izoflavon için) gözlenmesi bazı çalışmalarda vurgulanmıştır (Galati ve O'Brien 2004, Mennen ve ark. 2005, Ziberna ve ark. 2010, Kyselova 2011).

2.1.2.5. Tarımsal sanayi yan ürünlerinde bulunan fenolik bileşikler

Gıdaların endüstriyel olarak işlenmeleri sırasında oluşan yan ürünlerin biyoaktif bileşen içeriği, özellikle fenolikler, üzerinde yapılan çalışmalar dikkat çekmektedir (Schieber ve ark. 2001, Wijngaard ve ark. 2012, da Silva ve ark. 2014, de Ancos ve ark. 2015, Elhassaneen ve ark. 2016). **Pirinç, buğday, yulaf ve badem kabukları** gibi çeşitli tahıl yan ürünlerinin fenolik bileşikler açısından zengin olduğu bildirilmektedir (Wang ve ark. 2008, Butsat ve Siriamornpun 2010a, Tsantili ve ark. 2011, Singh ve ark. 2012, Esa ve ark. 2013, Bujdosó ve ark. 2014). Butsat ve Siriamornpun (2010b) tarafından, on iki farklı Tayland pirinç çeşidinin kabuk kısımlarında fenolik asit varlığı incelenmiş ve ferulik asit, *p*-kumarik asit ile vanilik asit majör fenolik asitler olarak belirlenmiştir. Bryngelsson ve ark. (2002) İsviçre **yulafının** (*Avena sativa* L.) **kabuk kısmında** toplam sinamik asit içeriğinin (23,6 mg/kg kurumadde) kabuksuz tanelerden (3,6 mg/kg kurumadde) daha yüksek olduğunu saptamıştır. Zhou ve ark. (2009) Colorado'da yetişen buğday çeşitlerinin kabuklarından alkali hidrolizi ve aseton ile ekstrakte ettikleri

örneklerde yüksek miktarda ferulik, sirinjik, *p*-kumarik, *p*-hidroksibenzoik ve vanilik asitleri belirlemişlerdir. Araştırmacılar fenolik asit kompozisyonu üzerinde buğday çeşidinin yanı sıra yetiştirme koşullarının da etkili olduğunu vurgulamışlardır. 34 mg tannik asit eşdeğeri (TAE) fenolik/g kuru ağırlık içeren **antepfıstığı kabuğu** ile etil gallat, pirogallol, *p*-hidroksibenzoik, vanilik, gallik ve prokateşuik asitlerce zengin **ceviz kabukları** da doğal antioksidanların diğer önemli kaynaklarıdır (Goli ve ark. 2005, Zhang ve ark. 2009).

Narenciye ürünlerinin işlenmesinde, toplam meyve ağırlığının %50'sini oluşturan **kabuk ve çekirdek** atıkları, fazla miktarda oluşmaktadır. Narenciye sanayi yan ürünleri fenolik bileşikler açısından önemli bir kaynak olarak düşünülebilmektedir. Bunun temel nedeni kabuk kısmındaki toplam fenolik madde miktarının yenilebilir kısımlara göre daha yüksek olmasıdır (Bocco ve ark. 1998, Ramful ve ark. 2010, Al-Juhaimi 2014). Gorinstein ve ark. (2001) **limon, portakal ve greyfurt kabuğundaki** toplam fenolik içeriğin, yenilebilir kısımdan %15 daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Xu ve ark. (2008) Çin'de yaygın olarak yetiştirilen Satsuma mandalini ile Ponkan meyvelerinin kabuklarında kafeik, *p*-kumarik, sinapik ve ferulik gibi hidroksisünamik asitler ile protokateşuik, *p*-hidroksibenzoik ve vanilik gibi hidroksibenzoik asitleri belirlemişlerdir. Al-Juhaimi (2014) ise yaptığı bir çalışmada Orlando portakalı, Kinnow mandalinası ve Euroka limonu pulplarının toplam fenolik madde içeriğinin 98,38 ile 123,02 mg GAE/100 g, 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikalini süpürme aktivitesinin ise %59,60 ile 69,31 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bununla birlikte kabukların toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 178,90, 169,54 ve 61,22 mg GAE/100 g; DPPH radikalini süpürme aktivitesi ise sırasıyla %67,58, 68,57 ve 46,98 olarak saptanmıştır. Bu sonuçlara göre narenciye yan ürünleri antioksidan özellikteki biyoaktif bileşikler bakımından zengin bir kaynaktır.

Üzüm suyu ve beyaz şarap üretiminin yan ürünleri olan **üzüm çekirdeği ve kabuğunda** bulunan baskın fenolik bileşenler (+)-kateşin, (-)-epikateşin, (-)-epikateşin-3-gallat gibi monomerik fenolik bileşikler ve mono-, oligo- ve polimerik proantosiyanidinlerdir (Shrikhande 2000, Torres ve Bobet 2001). Üzüm çekirdeğinin 2,86 g/L (8,58 g/100 g kurumadde) ve üzüm kabuğunun 1,11 g/L (3,33 g/100 g kurumadde) toplam fenolik içeriğe sahip olduğu; çekirdek, kabuk ve BHT (bütillenmiş hidroksi tolüen)'nin (160

ppm) antioksidan aktiviteleri ise sırasıyla %89,97, 86,33 ve 87,14 olarak belirlenmiştir (Negro ve ark. 2003). Bununla birlikte üzüm çekirdeğinin, kabuğuna kıyasla çok daha fazla fenolik içeriğe sahip olduğu, dolayısıyla daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Terra ve ark. 2009).

Soong ve Barlow (2004) **mango, longan, avokado** ve **jackfruit** (*Artocarpus heterophyllus*) gibi çeşitli meyvelerin çekirdeklerinde toplam fenolik içeriğinin, et kısmından daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Diğer birçok meyve kabuğunun fenolik madde miktarının etli kısmından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Örneğin, **elma, şeftali ve armut kabuğunun** toplam fenolik içeriği soyulmuş meyvelerin iki katı olarak bulunmuştur (Gorinstein ve ark. 2002). Benzer şekilde, **sarı-beyaz renkli nektarin kabuklarının** etli kısmından en az iki kat daha fazla fenolik bileşen içerdikleri saptanmıştır (Gil ve ark. 2002). Chang ve ark. (2000) sekiz farklı Clingstone **şeftali** örneğinde yaptıkları çalışmada kabuğun, etli kısmından iki-iki buçuk kat daha fazla miktarda toplam fenolik madde içerdiğini belirlemişlerdir. **Muz** ezmesi (*Musa cavendish*) 232 mg/100 g kuru ağırlık fenolik bileşen içermekte olup bu miktar kabuktakinin yaklaşık %25'i kadardır (Someya ve ark. 2002). Benzer şekilde, Li ve ark. (2006), **nar kabuklarının** 249,4 mg/g fenolik madde içerirken, pulpun sadece 24,4 mg/g fenolik madde içerdiğini bildirmişlerdir. **Elma kabuğu** ise 3 300 mg/100 g kuru ağırlık fenolik bileşen içeriğine sahipken, **elma posasından** geri kazanılan liyofilizat yaklaşık 118 mg/g fenolik madde içermektedir (Schieber ve ark. 2003, Wolfe ve Liu 2003, Balasundram ve ark. 2006).

Domates çekirdek ve kabuklarının pulp ile kıyaslandığında fenolik bileşiklerce daha zengin olduğu tespit edilmiştir. George ve ark. (2004) on iki adet domates genotipini inceledikleri bir çalışmada pulp kısmının serbest fenolik madde içeriğinin 9,2 ile 27,0 mg kateşin eşdeğeri (KE)/100 g taze meyve ağırlığı arasında, buna karşılık kabuktaki miktarın ise 10,4 ile 40,0 mg kateşin/100 g taze meyve ağırlığı arasında değiştiğini saptamışlardır. Bu içeriklerin her bir genotip için kabuk kısmında pulp kısmından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer bir sonuç Toor ve Savage (2005) tarafından da bildirilmiştir. Araştırmacılar domates kabuğu ve çekirdeğinin toplam fenolik içeriğinin 29,1 ve 22,0 mg GAE/100 g olduğunu, bununla birlikte bu oranın pulpta 12,7 mg GAE/100 g olduğunu belirlemiştir.

Zeytin sektörü yan ürünleri fenolik bileşiklerin önemli bir kaynağı olarak oldukça ilgi çekmektedir. Özellikle **zeytinyağı işleme atıkları** üzerine çalışmalar yoğunlaşmaktadır. Zeytin meyvesinde bulunan fenolik bileşikler zeytinyağı, karasu ya da prina içinde dağılmakta ve karasuda bu oran %1-2 düzeyine ulaşmaktadır. Yıllık zeytinyağı üretiminin 7 milyon tonu aştığı dikkate alındığında zeytinyağı işleme atıkları, fenolik maddeler için önemli bir kaynaktır. **Zeytinyağı fabrikası atık suyunun (ZFAS)** fenolik içeriğinin zeytin çeşidi ve işleme koşullarına bağlı olarak %1,0 ile %1,8 arasında değiştiği ve en önemli bileşenlerin hidroksitirosol, tirosol, oleuropein ile çeşitli hidroksisinnamik asitler olduğu bildirilmiştir (Obied ve ark. 2005). Ayrıca zeytin sanayinin bir yan ürünü olan **zeytin yapraklarının** da zengin bir fenolik kaynağı olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Benavente-Garcia ve ark. (2000) zeytin yapraklarında başlıca fenolik bileşiğin oleuropein olduğunu ve bununla birlikte hidroksitirosol, luteolin-7-glukosit, apigenin-7-glukosit ve verbaskozit içerdiklerini belirlemişlerdir.

Belirli biyoprosesler ile fenolik bileşiklerin tarımsal sanayi atıklarından geri kazanımı artırılabilir. Correia ve ark. (2004), atık **ananas** (kalan pulp, kabuk ve cilt) ve **soya fasulyesi unu** karışımından fenolik bileşiklerin geri kazanımı için *Rhizopus oligosporus*'un kullanımı üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Ananas:soya fasulyesi unu karışımının (1:1, w/w) *R. oligosporus* ile on iki günlük inkübasyonu sonucu toplam fenolik madde içeriğinin iki kat arttığını ve ısıl işlemin fenolik bileşiklerin geri kazanımı teşvik edici olduğunu bildirmişlerdir. Garrote ve ark. (2003) tarafından **mısır koçanlarının** otohırolizi için artan reaksiyon sıcaklığı ile daha yüksek fenolik madde verimine ulaşılabilirdiği belirlenmiştir. Jeong ve ark. (2004) ise 40 dakika boyunca 150°C'de uygulanan ısıl işlemin **narenciye kabuklarında** bağlı olarak bulunan fenolik maddelerin serbest duruma geçmesine ve toplam fenolik madde içeriğinin 71,8'den 171,0 µM'ye artmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir.

2.2. Narın Tanımı, Tarihçesi ve Pomolojik Özellikleri

Lythraceae familyasının *Punica* cinsine ait çok yıllık bir bitki olan **nar** (*Punica granatum L.*) yaşam, sağlık, uzun ömür, doğurganlık, bilgi, ahlak, ölümsüzlük, bolluk ve şansın sembolü olarak nitelenmektedir (Ashton 2006). Bilinen en eski meyve türleri arasında yer alan narın kültüre alınması MÖ 3 000 yılına kadar dayanmaktadır. Antik

çağlardan beri birçok hastalığın tedavisinde kullanılmakla birlikte endüstriyel değerinin yanı sıra kültürel hayat için de önemli bir yere sahiptir (Viuda-Martos ve ark. 2010, Mohammad ve Kashani 2012).

Nar ilk olarak “*Malum punicum*” (Kartaca elması) adıyla Romalı tarihçi Büyük Pliny’nin (Pliny the Elder) “Natural History” adlı kitabında geçmektedir. Daha sonra çeşitli şekillerde adlandırılan nar, zamanla “*Punicum granatum*”a dönüşmüş ve son olarak C. Von Linne tarafından “*Punica granatum*” adını almıştır. *Punica granatum*, Pomum (elma) ve granatus (çekirdekli) kelimelerinden türetilmiş olup çekirdekli elma anlamına gelmektedir (Chandra ve ark. 2010). Yakındoğu, Orta Asya ve Hindistan’da “**Anar**” olarak isimlendirilmekte olup Anadolu’da ise yine bu kelimeye yakın olarak “**Nar**” kelimesi kullanılmaktadır (Yılmaz 2007). Bununla birlikte Fransızlar tarafından “grenade”, İspanyolca “granada”, İtalyanca “melagrana”, İngilizce ise “pomegranate” olarak adlandırılmaktadır. Nar, İspanya’daki Granada antik kentinin sembolü ve hanedan nişanı olup şehir adını burdan almıştır (Jurenka 2008). Bununla birlikte Grenade (el bombası), Grenadiers (Özel eğitimli bombacı askerler), Garnet (Lâl) “pomegranate” kelimesinden türeyen diğer bazı kelimelerdir (Çam 2009).

Narın *Punica* adı verilen tek bir cinsi ve *Punica granatum* ile *Punica protopunica* olmak üzere iki türü bulunmaktadır. *Punica protopunica* sadece Yemen’e bağlı Socotra adasında yetişen endemik bir türdür (Lansky ve Newman 2007). *Punica* cinsinin atası olarak kabul edilen *Punica protopunica*’nın nar kültür bitkisinin evrimsel sürecine katkıda bulunduğu ve *Punica granatum*’un kökeninde önemli bir role sahip olduğu düşünülmektedir (da Silva ve ark. 2013).

Nar, keşfedilmeden yaklaşık 2 350 yıl önce Yunan botanikçi Theophrastus tarafından tanımlanmış, birçok Yunan ve Türk efsanelerinde anlatılmıştır (Chandra ve ark. 2010). Eski dönemlerde birçok soylu aile sağlık, bereket ve yeniden doğuşun simgesi olarak görülen “nar” adını almış; çeşitli süsleme sanatlarında nar motifleri kullanılmış ve roman, hikaye, şiir, şarkı ve destan gibi birçok edebi sanata konu olmuştur. Nar figürü Yunan mitolojisinde evlilik kurumunun sağlamlığı, Pers mitolojisinde ve Babillerde yenilmezlik, Bedevi kabilelerinde ise bereket ile özdeşleşmiştir. Ayrıca nar, bütün dinlerde kutsal meyve olarak kabul edilmekte, Tevrat, İncil ve Kuran’da adından

bahsedilmektedir. Musevi inancına göre nar meyvesi 613 adet tane içermekte ve bu sayı Eski Ahit'teki 613 emre karşılık gelmektedir. Budizm inancında da nar kutsanmış üç meyveden biri olup Çin seramik sanatında nar meyvesi bereket, bolluk, zürriyet, dürüstlük ve erdem kavramlarını simgelemektedir (Madihassan 1984, Aviram ve ark. 2000, Langley 2000, Seeram ve ark. 2006b, Newman ve ark. 2007). Antik Mısır uygarlığında yeniden doğuş inancından dolayı cesetler nar ile birlikte gömülmüşlerdir. İran'da cennet bahçesinde Havva'yı ayartan meyvenin nar olduğuna inanılmaktadır. Nar taç şeklinde bir kalikse sahip olduğundan dolayı Yahudi geleneğinde, imparatorun tacı kaliks şeklinde tasarlanmıştır. Roma İmparatorluğu'nda kişisel amblem olarak kullanılmıştır. Yunanistan'da verimliliği temsil etmesi açısından evlilik merasimlerinde, ayrıca yeni yıl ve yeni eve giriş töreninde nar kırılması günümüzde de devam eden bir gelenektir (Chandra ve ark. 2010). Hıristiyanlıkta dirilişi, evrensel kiliseyi; Yahudilikte din adamlarının elbise motiflerinde bulunup bereketi, doğruluğu sembolize etmektedir (Langley 2000).

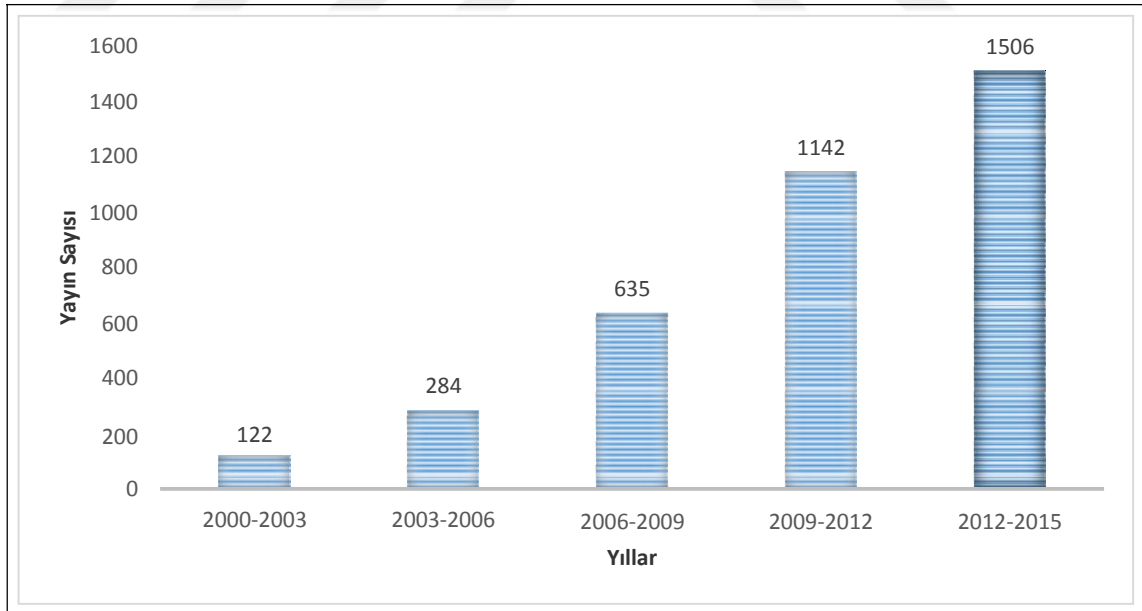
Nar taze olarak tüketilmekle birlikte meyve suyu, meyve suyu konsantresi, şurup, nar ekşisi, nar pekmezi, konserve, nar tanesi kurusu, reçel, şarap ve likör gibi ürünlere de işlenebilmekte, çeşitli gıdalarda renk verici ve tatlandırıcı olarak kullanılabilir (Mansour ve ark. 2013). Kurutulmuş nar taneleri Asya ülkelerinde baharat olarak kullanılmaktadır. "Anardana" olarak bilinen bu işleme tekniğinde meyve taneleri on-on beş gün güneşte kurutulmaktadır. Ayrıca atık kısımlar geviş getiren hayvanların beslenmesinde yem olarak da kullanılmaktadır (Pruthi ve Saxena 1984, Jaiswal ve ark. 2010).

Bunların yanında pektin, tanen, yağ, boya, mürekkep hammaddeleri, sirke, ilaç ve hayvan yemi gibi farklı endüstriyel kullanım alanlarına sahip olması dünya pazarlarında önem kazanmasına neden olmuştur (Muradoğlu ve ark. 2006). Yetiştirme tekniği, gıda teknolojisi, depolama ve taşıma alanlarında görülen gelişmeler sonucu daha çok tanınan, yetiştiriciliğine ilgi duyulan bir meyve durumuna gelmiştir. Ayrıca AIDS için kullanılan yiyecekler sınıfına alınmış ve Japon patentli ilaçlarda yer alan dokuz bitkiden biri olmuştur. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda nar meyve, kabuk, çiçek, ağaç kabuğu, kök ve yapraklarının terapötik özellikleri değerlendirilmekte ve tıbbi ilaç olarak narın geleneksel kullanımını doğrulanmaktadır (Singh ve ark. 2002, Negi ve Jayaparakasha

2003, Iqbal ve ark. 2008, Madrigal-Carballo ve ark. 2009, Shiban ve ark. 2012, El-Said ve ark. 2014). Bu sonuçlar, nar meyvesinin sağlık üzerine yararları konusunda halkın bilinçlenmesini sağlayarak meyve ve meyve suyu tüketiminde önemli bir artışa yol açmaktadır (Holland ve ark. 2009).

Nar üzerine yapılmış olan ve Web of Science veritabanında yer alan bilimsel çalışma sayısına bakıldığında 2000’li yıllardan sonra hızlı bir şekilde artış olduğu görülmektedir (Şekil 2.11).

Nar, içinde küçük çekirdekler ve meyve gövdesini oluşturan yüzlerce tanecikten oluşmuş, ilk olarak yeşil renkte olup olgunlaştıkça kırmızımsı renk kazanan, çiçekli, dört köşe dallı, dikenli, iki-beş metre boylarında bir ağaç meyvesidir (Özgüven ve Yılmaz 2000). Versay ve Fransa’da iki yüz yaşının üzerinde nar ağaçlarının bulunmasından da anlaşılacağı gibi nar uzun süre yaşayabilen çok yıllık bir bitkidir. Kuvvetli bir kök sistemine sahiptir. Ilıman iklimlerde yetişmektedir. Uygun olgunluğa erişebilmek için yüksek sıcaklık düzeylerine gereksinim duymaktadır (Martinez ve ark. 2006, Jurenka 2008).



Şekil 2.11. 2000-2015 yılları arasında “Nar” üzerine yapılan “Web of Science” kapsamındaki yayın sayıları (*Erişim Tarihi: 26.05.2016)

Nar ağacı tropik iklimlerde yapraklarını dökmezken subtropik iklimlerde dökmektedir (Özgüven ve Yılmaz 2000). Yapraklar parlak, ince, uzun ve mızrak şeklinde, üst yüzeyi

yeşil ya da koyu yeşil renkte, kısa saplı ve kenarları tüylüdür. Ağaç kabuğu ise ağaç yaşlandıkça gri rengini almaktadır. Büyük, genellikle turuncu-kırmızı, nadiren sarı ya da beyaz renkli olan çiçekleri çift eşeylidir. Dallarda tek tek veya küçük kümecikler halinde bulunan çiçeklerin boru şeklinde, beş-yedi bölmeli çanak halkası bulunmaktadır. Narda iki tip çiçek mevcuttur. Birinci tip çiçeklerin çanak halkası silindirik ve geniştir. Bu tip çiçekler, küçük bir nar meyvesi görünümünde olup meyve haline dönüşür. İkinci tip çiçekler ise, kısır veya abortif olup meyve oluşturmazlar (Dokuzoğuz ve Mendilcioğlu 1978, Jurenka 2008). Yenilebilir çekirdekleri “aril” olarak adlandırılan pulp (meyve eti) ile çevrelenmiş olup taneleri zar içerisinde düzensiz seksiyonlar halinde bütün meyveyi oluşturmaktadır (Seeram ve ark. 2006b).

Nisan sonu ile haziran ayı arasında çiçeklenen nar ağacında çiçeklenme periyodu diğer meyve türlerine göre daha uzun olup yaklaşık bir-bir buçuk ay kadar sürmektedir. Bu çiçeklenme sürecinin sonunda ağaç üzerinde çoğunlukla iri meyvelerin yanında, geç açan çiçeklerden oluşan küçük meyveler de yer almaktadır. Meyvenin büyüme ve gelişme periyodu ise yaklaşık dört-beş ay sürmektedir. Meyvenin olgunlaşması için sıcak ve uzun bir yaz mevsimi gerekmektedir. Olgunlaşma Ağustos sonu ile Kasım ortasına kadar sürmektedir. Narın hasadı meyve tam olgunluğa eriştikten sonra yapılmaktadır. Yetişkin bir nar ağacından yılda ortalama 150 kg ürün alınmaktadır. Kısa sürede yetişen nar ağacından, fidan dikiminden üç yıl sonra ürün alınabilmektedir (Kulkarni ve ark. 2005, Yılmaz 2005).

Nar meyvesi iri, küresel ve meyve üstten hafif basıktır. Olgunluk döneminde kaliks segmentleri tarafından taçlanır. 5-14 cm çapındadır. İçi tane ile dolu olup, derimsi yapıda bir kabukla kaplıdır. Kabuk 1-5 mm kalınlığında beyazımsı sarı, sarı yeşil veya kırmızı renklidir. Meyvenin yenen kısmı tanelerden oluşmaktadır. Taneler zar şeklinde kabuk uzantılarıyla ayrılmış odacıklara yerleşmiştir. Sapa bağlanan kısımda bir göbek, sonra iki-beş adet alt odacık ve beş-sekiz adet üst odacık bulunmaktadır. Odacıkları ayıran zar kısımlarında kabuk daha ince, alt ve üstte daha kalın ve etli yapıdadır. Taneler bu etli kısma gömülü durumdadır. İnce bir zar, pulp (meyve eti) ve çekirdekten oluşan tanelerin renkleri beyaz-sarıdan, pembe, kırmızı ve koyu kırmızı mora kadar değişmektedir. Çekirdekler ise köşeli ve serttir (Yılmaz 2005).

Çekirdek sertliğine göre nar; “yarı yumuşak”, “yumuşak”, “yarı sert” ve “sert” çekirdekli olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır. Bununla birlikte çekirdek ağırlığı ve boyutları da sınıflandırma için önem kazanmaktadır. Sertlik, ağırlık ve boyut özelliklerine göre çekirdekler “çok yumuşak” ile “çok sert” arasında değerlendirilmektedir. Ticari olarak yarı sert ya da sert çekirdekli nar çeşitleri bulunmakta ve tüketicilerin taneleri yeme ya da çiğnemesi zor olduğu için çekirdekteki yağ asitleri gibi besleyici maddeler vücuda alınamamaktadır. Bu nedenle yumuşaklık ya da çekirdeğin (partenokarpi) bulunmaması, meyve tüketim özelliklerini iyileştirdiği için istenen bir özelliktir. Ancak çekirdeksiz nar genotipleri bazı dar ekolojik bölgeler ile sınırlıdır (Sarkhosh ve ark. 2009).

Renk, olgunlaşma zamanı gibi çeşitli kriterlere göre de sınıflandırma yapılabilmektedir. Yapılan çalışmalarda ise nar içerdiği şeker-asit (susuz sitrik asit cinsinden, % asitlik) oranına bağlı olarak “tatlı”, “mayhoş” ve “ekşi” olmak üzere üç pomolojik gruba ayrılmaktadır (Gölükcü ve Tokgöz 2008, Polat-Çeltikci 2008):

- a. **Tatlı** (% asitliği 0–1 arasında olan) **narlar**; orta irilikte, kabuğu ince, taneleri iri ve sarı-beyaz-pembe renkte, küçük çekirdekli, sulu, hoş aromalı ancak meyve olarak tüketimi zor olan narlardır. Örneğin ülkemizde yetişen Fellahyemez ve Çekirdeksiz türleri bu grupta yer almaktadır.
- b. **Mayhoş** (% asitliği 1–2 arasında olan) **narlar**; çok iri meyveli, tatlı ile ekşi narların özelliklerini kısmen taşıyan narlardır. Hem taze hem de meyve suyu olarak tüketilebilmektedirler. Bu grup içinde yer alan Hicaznar kabukları kırmızı, koyu kırmızı taneli, çekirdekleri orta sert, soğuğa karşı dayanıklı sanayi tipi nar türü olup ülkemizde en çok yetiştirilen nar çeşididir.
- c. **Ekşi** (% 2+ asitli) **narlar**; küçük meyveli, kabuğu kalın, büyük oranda kırmızı, taneleri küçük, iri ve sert çekirdekli, konsantre ve nar ekşisi dışında fazla kullanım alanı olmayan narlardır. Taze ya da meyve suyu olarak tüketime uygun olmayacak derecede ekşidirler. Örneğin İzmir-1499 genotipi bu grupta yer almaktadır.

Bununla birlikte narların tatlı, mayhoş ve ekşi olarak sınıflandırılmasında çözünür kuru maddenin toplam asitliğe oranı olan “olgunluk indisi” de kullanılmaktadır. Olgunluk indis değerleri 31-98 olanlar “tatlı”, 17-24 olanlar “mayhoş” ve 5-7 olanlar “ekşi” türler olarak gruplanmaktadır (Martinez ve ark. 2006).

Nar dünya genelinde subtropikal ve tropikal bölgelerde, farklı iklim koşullarında yetiştirilmektedir (da Silva ve ark. 2013). Yüksek adaptasyon yeteneği ile çeşitli toprak tiplerinde yetişebilmekte olup 10°C'ye kadar dayanabildiği bildirilmektedir. Yaygın olarak yetiştiği alanlar genellikle Akdeniz yağış rejiminin etkili olduğu kışları yağışlı, yazları sıcak ve kurak olan bölgelerdir (Kurt ve Şahin 2013). Yetiştirme tekniklerinin ve endüstriyel yöntemlerin geliştirilmesi de nar yetiştiriciliğinin önemli ölçüde artmasına neden olmuştur (Holland ve ark. 2009). Akdeniz ülkeleri, Asya ülkeleri ve eski Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB) ülkeleri ticari nar yetiştiriciliğinin ana merkezleridir. Bununla birlikte Arjantin, Avustralya, Brezilya, Şili, Güney Afrika ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin bazı bölgelerinde de nar yetiştiriciliği yapılmaktadır (LaRue 1980, Frison ve Servinsky 1995, Mars 2000).

Türkiye coğrafi olarak 42°06'-35°51' kuzey paralelleri ile 25°40'-44°48' doğu meridyenleri arasında yer almaktadır. Kuzey yarı kürede, orta (ılıman iklim) kuşakta bulunduğu için iklim, bitki örtüsü, tarımsal ürünler ve toprak türleri çok çeşitlilik arz etmektedir. Ülkemizde Akdeniz, Karadeniz ve Karasal iklim tipleri görülmektedir. Akdeniz iklimi Akdeniz bölgesi kıyı şeridi, Kıyı Ege Bölümü, Güney Marmara ve Gaziantep çevresinde görülmektedir. Bu nedenle Antalya başta olmak üzere Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri en uygun koşulları sağlamaktadır. Deniz seviyesinden 1 000 m yüksek rakımlara kadar iklim koşullarının uygun olduğu yerlerde yetiştirilmektedir (Özgüven ve Yılmaz 2000, Kurt ve Şahin 2013).

Ülkemizde yetiştirilen nar çeşitleri tatlıdan ekşiye, kırmızıdan sarıya, küçük meyveliden büyük meyveliye ve sert çekirdekli yumuşak çekirdekliye kadar çok değişiklik göstermektedir (Yılmaz 2012). **Hicaznar, Fellahyemez, Beynarı, Çekirdeksiz, Ekşilik, Ernar, Katırbaşlı, Ekşi Gökmar, Lefan, Erdemli Aşmar ve Silifke Aşısı** yetiştiriciliği yapılan bazı önemli nar çeşitleridir (Çizelge 2.5). Yurt içinde genel olarak

hafif mayhoş ya da tatlı, çekirdeksiz ve iri meyveli türler tercih edilirken Avrupa'ya özellikle kabuk ve tane rengi kırmızı ve mayhoş çeşitler; Arap ülkelerine ise tatlı narlar ihraç edilmektedir. Nar suyu ya da nar ekşisi elde etmek için kırmızı taneli ve ekşi mayhoş narlar kullanılmaktadır.

Çizelge 2.5. Ülkemizde yetiştirilen bazı nar çeşitlerinin pomolojik sınıflandırılması

Çeşit	Kaynak	Kabuk rengi	Tane rengi	Çekirdek sertliği	Tat
Hicaznar	Alanya	Kırmızı-sarı	Koyu kırmızı	Orta	Ekşi-tatlı
Çekirdeksiz	Anamur	Kırmızı-sarı	Pembe kırmızı	Yumuşak	Tatlı
Silifke Aşısı	Silifke	Kırmızı	Kırmızı	Yumuşak	Ekşi-tatlı
Lefan	İskenderun	Sarı-kırmızı	Pembe	Orta	Ekşi-tatlı
Katırbaşı	Dört Yol	Sarı-kırmızı	Kırmızı	Orta	Ekşi-tatlı
Erdemli Aşınar		Sarı-pembe	Pembe	Orta	Tatlı
Fellahyemez	Ceyhan	Sarı-pembe	Pembe	Yumuşak	Tatlı
Gevrek Nar	Ayvalık	Açık pembe	Pembe	Yumuşak	Tatlı
İzmir 8	İzmir	Pembe	Kırmızı	Sert	Tatlı
İzmir 1445	İzmir	Pembe	Pembe	Yumuşak	Tatlı
Kara	Ayvalık	Pembe	Kırmızı	Sert	Tatlı
Çevlik		Sarı-kırmızı	Pembe	Sert	Tatlı

2.3. Nar Üretim İstatistikleri

Son yıllarda meyvecilik sektöründeki gelişmelere bağlı olarak Dünya'da ve Türkiye'de nar yetiştiriciliğinde dikkat çekici bir artış gözlenmiştir. Nar meyvesinin bileşimindeki biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine olumlu etkilerinin öneminin anlaşılması, ıslah çalışmalarıyla kaliteli ve standart nar çeşitlerinin geliştirilmesi, gıda teknolojisi, depolama alanlarındaki önemli gelişmeler ile öne çıkan nar, üretimi, tüketimi ve ticareti artan bir meyve durumuna gelmiştir.

Nar, iklim ve toprak koşulları açısından yüksek toleranslı bir bitkidir. Bu nedenle İran, Amerika, Türkiye, Mısır, İtalya, Hindistan, Çin, Şili ve İspanya gibi farklı mikroiklim alanları ile subtropikal ve tropikal bölgelerde yetiştirilmektedir. Çoğaltılmasının kolay olması, birim alandan yüksek verim elde edilmesi ve erken meyve tutması nar yetiştiriciliğini olumlu yönde etkileyen diğer faktörlerdir. İran, Kafkasya ve Kuzey Hindistan çevresi narın anavatanı olarak belirtilse de Anadolu ve bütün Akdeniz Havzası'nı içine alan bölgede nar yetiştiriciliği yaygın olarak

yapılmaktadır. Dünya genelinde üretim ve büyümedeki hızlı artış nedeniyle alan ve üretim ile ilgili kesin bir bilgi bulunmamakla birlikte yılda yaklaşık 1,5 milyon ton üretim yapıldığı tahmin edilmektedir (Holland ve Bar-Ya'akov 2008).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Avrupa Birliği İstatistik Ofisi (EUROSTAT) tarafından düzenli istatistiki veriler mevcut değildir. Bazı ülkelerin nar üretim ve ihracatı (2008-2010) BATEM, TÜİK ve uluslararası istatistiklerden derlenerek Çizelge 2.6'da özetlenmiştir (Kurt ve Şahin 2013). Hindistan alan ve üretim açısından dünyada ilk sırada iken verimlilik bakımından İspanya (18,5 t/ha) ilk sırada yer almaktadır. İspanya'yı 18,3 t/ha ile ABD izlemektedir. İhracatta ise Türkiye 86 271 ton ile ilk sırada (60 000 ton) yer almaktadır. İspanya çok az alana (2 000 ha) sahip olmasına rağmen, ihracat payı toplam üretimin (37 000 ton) %37,8'idir. İsrail (%23,5) ile ABD (%15,5) İspanya'yı izlerken en çok üretim yapan Hindistan en düşük ihracat payına sahiptir. Nar yetiştiriciliğinde önde gelen Hindistan, İran ve Çin çok düşük ihracat yaparken, İspanya ürettiği narın 1/2'sini Özbekistan ise 1/3'ünü ihraç etmektedir (Çizelge 2.6).

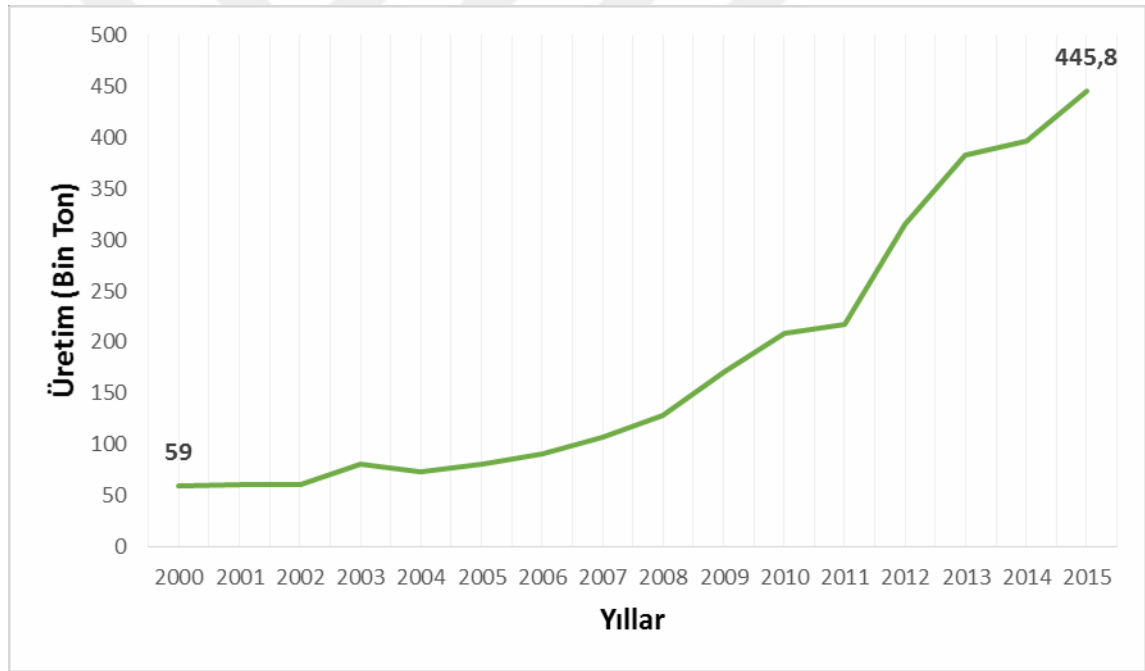
Çizelge 2.6. Bazı ülkelerin nar üretim ve ihracat bilgileri (BATEM 2012, TÜİK 2012 ve uluslararası istatistikler)

Sıra	Ülke	Üretim (Ton)	İhracat (Ton)
1	Hindistan	1 140 000	35 000
2	İran	705 000	60 000
3	Çin	700 000	-
4	Türkiye	217 572	86 271
5	ABD	120 000	17 000
6	Irak	100 000	-
7	İspanya	80 000	40 000
8	Suriye	70 000	-
9	Azerbaycan	60 000	15 000
10	Afganistan	60 000	1 000
11	Mısır	43 000	-
12	Özbekistan	35 000	10 000
13	Pakistan	30 000	4 500

Hindistan, Afganistan ve Batı Pakistan'dan nar ithal ederken 20. yüzyılın son yıllarından itibaren kaliteli meyve üretimi için ideal iklim koşulları sahip Deccan

Yaylası'nda yetiştiriciliğin yapılması ile ihracat hacmini artırmıştır (Chandra ve ark. 2006; 2008, Chandra ve Jadhav 2009, Chandra ve Meshram 2010).

Türkiye'de nar yetiştiriciliği yıllara göre artarak değişim göstermiştir. TÜİK (2015) verilerine göre; ülkemizde 1988 yılında 1 989 000 ağaçtan 45 000 ton nar üretilmiştir. 2000'li yılların başında 59 000 ton olan nar üretimi; 2014 yılında 397 335 ton'a yükselmiştir. 2015 yılında ise meyve veren ağaç sayısı 13 310 323 ve meyve vermeyen ağaç sayısı 4 072 iken, 50 ilde 307 511 dekarlık alanda 445 750 ton nar üretimi yapılmıştır (Şekil 2.12). Antalya 107 237 tonluk nar üretimiyle Türkiye'de en fazla yetiştiriciliğin yapıldığı ildir. Bunu sırasıyla Muğla (65 748 ton), Mersin (61 919 ton), Denizli (45 594 ton), Adana (39 715 ton), Hatay (20 769 ton), G. Antep (19 370 ton) ve Aydın (17 175 ton) takip etmektedir (TÜİK 2015).



Şekil 2.12. Ülkemizde yıllara göre nar üretim miktarları (TÜİK 2015)

Nar ihracatı da üretim artışına paralel olarak artış göstermektedir. Nar ihracatı 2000-2001 yılında 3 120 ton iken bu değer 2013-2014 yılında 149 607 ton olarak belirlenmiştir (TÜİK 2015). Bunun nedeni dikim alanlarının genişletilmesi, ağaç sayısının artması, coğrafi şartlara uygunluk gösteren türlerin geliştirilmesi ve tarımsal teknoloji uygulamaları ile ağaç başına düşen verimin artmasıdır.

Nar üretimindeki artışa paralel olarak meyve suyuna işleme oranı da artmıştır. Meyve Suyu Endüstrisi Derneği (MEYED) verilerine göre ülkemizde 2006 yılında 46 600 ton, 2010 yılında ise 78 700 ton nar meyve suyuna işlenmiştir (Anonim 2016).

2.4. Narın Değerlendirilme Olanakları

Nar taze bir meyve olarak tüketilmesinin yanı sıra nar suyu ve ülkemizde nar ekşisine işlenmektedir. Son zamanlarda ise fırın ürünleri, şekerleme, enerji barları, yoğurt, dondurma, salata sosları, nar çekirdeği yağı, cilt bakım ürünleri ve sağlık takviyeleri gibi farklı ticari kullanım alanları da bulmaktadır (Pande ve Akoh 2016).

Nar geniş etnomedikal uygulamalara sahiptir (Gözlekçi ve ark. 2011). Nar ürünleri tarih boyunca yılan ısırığı, kanama, dizanteri, diyabet ve cüzzam tedavisi için; tanen ekstraktları (kabuk, yapraklar, olgunlaşmamış meyve) ishal ve kanamayı durdurmak için; kurutulmuş, öğütülmüş çiçek tomurcuklarından yapılan çay ise bronşit tedavisi için kullanılmıştır. Meksika'da çiçek ekstraktları, ağız ferahlatmak ve boğaz iltihabı için gargara olarak kullanılmaktadır (Stover ve Mercure 2007, Larrosa ve ark. 2010, Lee ve ark. 2010, da Silva ve ark. 2013). Yapısında bulunan yararlı bileşiklerden dolayı tarih boyunca “ilacın kendisi” olarak nitelendirilmiş ve birçok kültürde halk hekimliğinde yaygın olarak kullanılmıştır (Longtin 2003). Hindistan'da uygulanan “Ayurveda” ve “Unani” gibi geleneksel tıbbi sistemlerde nar büyük önem taşımaktadır. Ayurveda sisteminde bir “eczane” olarak düşünülen nar antiparazitik madde ve kan toniği olarak ya da aft, ishal ve ülserin tedavisinde kullanılmakta iken Unani sisteminde tip II diyabet (Diabetes mellitus type II) hastalarına yönelik değerlendirilmektedir (Saxena ve Vikram 2004). Kabuk kısmı sıkılaştırıcı (astrenjan) özelliği ile bilinmekte olup çekirdek kısmının ise güzellik ve doğurganlığı teşvik ettiği kabul edilmektedir (Aslam ve ark. 2006).

Antik edebiyatta nar değerli bir ilaç olarak ifade edilmektedir (da Silva ve ark. 2013). Büyük Plini (Pliny the elder; Gaius Plinius Secundus), narın evrensel bir terapötik ajan olarak kabul edildiğini ve Hipokrat, Galen, Oribasius, Er-Razi ve İbn-i Sina (Avicenna) gibi antik dünya ve Ortaçağ'ın önde gelen tıbbi şifacıları tarafından kullanıldığını bildirmiştir. Ebers Tıp Papirüsü'nde (yaklaşık MÖ 1550), narın ilaç olarak kullanımından, özellikle tanen bakımından zengin olan nar kök ekstraktlarının

antihelmintik (solucan düşürücü) ve vermifüj (solucan ilacı) olarak parazitleri yok etmek amacıyla kullanıldığından bahsedilmektedir. Hipokrat (MÖ 400), cilt ve göz inflamasyonunu azaltıcı, sindirime yardımcı gibi farklı özellikler gösteren nar ekstraktlarını çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanmıştır. Modern botanik biliminin kurucusu olarak kabul edilen Yunan hekim ve farmakoloji bilgini Dioscorides (MS 40-90) ise narın tüm kısımlarının hoş bir tada sahip ve mide için yararlı olduğunu; ayrıca nar suyunun ülser, kulak ağrısı ve burun deliklerinde yanma gibi farklı rahatsızlık ve hastalıklarda etkili olduğunu belirtmiştir (Stover ve Mercure 2007).

Nar kozmetik ürünleri, boya maddeleri gibi farklı alanlarda da kullanılmıştır. Roma dönemi doğa araştırmacılarından Büyük Plini'nin "Doğa Tarihi (Natural History)" adlı eserinde nar kabuğunun parfüm yapımında kullanılan ingrediyenlerden biri olduğu, nar suyunun ise koku eldesinde yağ hazırlamak için bir sıkılaştırıcı olarak kullanıldığı belirtilmektedir (Seeram ve ark. 2006b, Chandra ve ark. 2010).

Aslam ve ark. (2006) polar bir biçimde cildin yenilenmesini kolaylaştırmak için farklı nar fraksiyonlarının potansiyelini incelemiş ve sulu ekstraktların (özellikle nar kabuğu) dermisin, nar çekirdeği yağının ise epidermisin yenilenmesini teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Nar ekstraktı ve nar suyu uygulaması ile cildin UV-B radyasyonunun zararlarına karşı etkili bir koruma sağladığı belirlenmiştir (Afaq ve ark. 2008, Mishra ve ark. 2011).

Nar meyve ekstraktı boya yapımında, yaprak ekstraktı ise antik çağlarda "Mithila*" olarak bilinen bölgede mürekkep yapımında kullanılmıştır (da Silva ve ark. 2013). Boya maddesi olarak tekstil sektöründe eski zamanlardan beri kullanılan nar ekstraktları Umman Sultanlığı'nın ünlü Sultan Qaboos Ulu Camii'nde bulunan halıda, "bej rengi"ni elde etmek için ceviz kabuğu ve yaprakları ile birlikte kullanılmıştır (Al-Said ve ark. 2009).

Jha (2001) çeşitli bitkilerin mürekkep, boya ve deri sertleştirme (tabaklama) uygulamalarını incelemiş ve nar ağacının bütün kısımlarının tabaklama işlemi için gerekli olan tanen için iyi bir kaynak olduğunu belirtmiştir. Gövde kabuğunda %10-25,

²Hindistandaki Bihar bölgesinin bir bölümü

kök kabuğunda %28, meyve kabuğunda %26 ve yapraklarda %11 oranında tanen bulunmaktadır. Kulkarni ve ark. (2011) ise pamuklu tekstilinde nar kabuklarından elde edilen doğal boyanın kullanılabilirliğini belirtmiştir.

Taher-Maddah ve ark. (2012) nar suyu işlemede yan ürün olarak elde edilen nar kabuğu ve çekirdeğini tahıl takviyelerine bağımlılığı azaltmak amacıyla geniş getiren hayvanlar için besleyici ek gıda olarak incelemiştir. Silajlanmış ve kurutulmuş çekirdeklerin iyi bir besin kaynağı olduğunu bildirmişlerdir.

Zengin antioksidan içeriği nedeniyle nar, nanopartiküllerin sentezinde gerekli olan indirgeyici maddeler için de iyi bir kaynaktır. Kimyasal indirgeyici maddeler yerine bitki ekstraktlarının kullanımı, nanopartikül çalışmalarında “yeşil teknoloji” olarak öngörülmektedir (Chauhan ve ark. 2011, Li ve Gu 2011, Li ve ark. 2011, Ahmad ve Sharma 2012, Ahmad ve ark. 2012). Nar bileşenleri doğal ortamda atıkların, tehlikeli maddelerin ve metallere uzaklaştırılmasında da kullanılabilir (El-Ashtouky ve ark. 2008, El Nemr 2009).

Nar bitkisinin kullanımı için heyecan verici ve güncel yaklaşımlardan bazıları olan bu uygulamalar, narı sadece gıda ve tıbbi alanlarda kullanılan bitkiden endüstriyel değeri olan bir bitkiye yükseltmektedir.

2.5. Narın Kimyasal Bileşimi

Dünya genelinde sağlıklı beslenme bilincinin giderek artmasına paralel olarak fonksiyonel gıdalar ve bileşenlerinin önemi artmakta ve bu bileşenler üzerine yapılan çalışmaların sayısında önemli artışlar meydana gelmektedir. Fonksiyonel gıdalar, yaşamsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi için gerekli temel besin maddeleri olmanın yanı sıra sağlık üzerine olumlu etkiler gösteren, iyileştirici veya hastalığın gelişimini engelleyici gıda veya gıda bileşenleridir (Kotilainen ve ark. 2006). Nar da içerdiği besin bileşimiyle insan beslenmesinde önemli faydaları olan fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilmektedir.

Nar meyvesi ve ağacı çekirdek, meyve suyu, kabuk, yaprak, çiçek, kök, ağaç kabuğu gibi farklı bölümlere ayrılabilir. Son yıllarda yapılan çalışmalar nar meyve ve ağacının bölümleri ile nar ürünlerinin (taze ve fermente meyve suları, zenginleştirilmiş

ekstraktlar ve çekirdek yağı) kimyasal bileşimi ve biyolojik aktiviteleri üzerinde yoğunlaşmıştır (Gil ve ark. 2000, Singh ve ark. 2002, Lansky ve Newman 2007, Aviram ve Rosenblat 2012). Nar meyvesinin nutrasötik özellikleri meyvenin yenilebilir kısmı ile sınırlı değildir. Atık olarak kabul edilmesine rağmen nar meyve ve ağacının yenilemeyen bölümlerinin yenilebilir kısmı ile karşılaştırıldığında daha yüksek biyoaktif bileşen içeriğine sahip olduğu ve damar sertliği, kolesterol ile kanser gibi rahatsızlıklar üzerinde terapötik etki gösterdiği bildirilmiştir (Rosenblat ve ark. 2006, Sestili ve ark. 2007, Khan 2008, Viuda-Martos ve ark. 2010, Wang ve ark. 2010, Orgil ve ark. 2014).

Nar meyvesi çekirdek, tane ve kabuk olmak üzere üç ana kısımdan oluşmaktadır. Yenilebilir kısmı, yani taneleri 103,38 ile 505,00 g arasında olup bütün meyvenin ağırlıkça %52'sini oluşturmaktadır. Tanelerin %78'i meyve eti ve %22'si odunsu bir yapıya sahip çekirdekten oluşmakta (Kulkarni ve ark. 2005), %85 su ile %10 şeker içermektedir (Melgarejo ve Artes 2000). Fruktoz ve glikoz temel şeker bileşenleridir (Hasnaoui ve ark. 2011). Bununla birlikte çeşitli organik asitler (sitrik, malik, tartarik, sükronik, fumarik ve askorbik asit), yağ asitleri (konjuge linoleik asit, linoleik asit, eleostearik asit), aminoasitler (prolin, valin ve metionin), biyoaktif bileşenler (fenolikler ve flavonoidler), mineraller (K, Ca, Na, N, Mg ve P) ve vitaminler (A, C, E ve K) içerdiği de bildirilmektedir. Nar meyvesinin kimyasal bileşimi Çizelge 2.7'de verilmiştir (Fadavi ve ark. 2006, Mirdehghan ve Rahemi 2007, Yılmaz 2007, Tezcan ve ark. 2009, Dahham ve ark. 2010).

Çizelge 2.7. Nar meyvesinin kimyasal bileşimi

Bileşenler	
Nem	%72,6-86,4
Protein	%0,05-1,6
Yağ	%0,01-0,9
Mineral elementler	%0,36-0,73
Lif	%3,4-5
Karbonhidrat	%15,4-19,6
Kalsiyum	3,0-12,0 mg
Fosfor	8,0-37,0 mg
Demir	0,3-1,2 mg
Sodyum	3,0 mg
Magnezyum	9,0 mg
Askorbik asit (C vitamini)	4,0-14,0 mg
Tiamin (B₁ vitamini)	0,01 mg
Riboflavin (B₂ vitamini)	0,012-0,03 mg
Niasin	0,18-0,3 mg

Meyvenin fiziksel özellikleri ve kimyasal kompozisyonunun; çeşit, yetiştirme bölgesi, iklim, olgunluk, kültürel uygulamalar ve depolama gibi faktörlere bağlı olarak değişim gösterdiği vurgulanmıştır (Al-Maiman ve Ahmad 2002, Akbarpour ve ark. 2009, Al-Said ve ark. 2009, Schwartz ve ark. 2009a, Tehranifar ve ark. 2010, Martínez ve ark. 2012).

Gündoğdu ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada on bir standart nar çeşidi (Hicaznar, Silifke aşısı, Katırbaşı, Çevlik, Fellahyemez, 33N34, İzmir-26, İzmir-23, İzmir-1513, Bey narı, Kuş narı) ile Pervari (Siirt) bölgesine ait beş nar genotipinin (56PER021, 56PER022, 56PER020, 56PER019, 56PER003) fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Çeşitler arasında fizikokimyasal özelliklerin değişiklik gösterdiği, daha önceki çalışmalar ile kıyaslandığında ise aynı çeşitlere ait özelliklerin farklılık göstermesinin iklim, toprak ve kültürel uygulamalardaki farklılıklardan kaynaklandığı bildirilmiştir. İncelenen çeşitler arasında 56PER03 genotipinin %14,62 ile en yüksek; İzmir-26, Fellahyemez ve Katırbaşı çeşitlerinin ise %11,50'lik oran ile en düşük suda çözünür kurumadde (SÇKM) düzeyine sahip oldukları tespit edilmiştir. Genotipler ile standart çeşitlerin SÇKM oranları kıyaslandığında genotiplerin SÇKM oranlarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. pH değerleri açısından en yüksek değer 4,71 ile İzmir-23 çeşidinde, en düşük değer 3,45 ile 56PER20 genotipinde; titre

edilebilir asitlik ise sitrik asit cinsinden en yüksek %1,17 ile İzmir-1513 çeşidinde, en düşük %0,15 ile İzmir-23 çeşidinde belirlenmiştir.

Nuncio-Jáuregui (2014) tarafından farklı olgunlaşma aşamalarındaki İspanyol “Mollar de Elche” (ME14), “Borde de Albaterra” (BA1) ve “Piñón Tierno de Ojós” (PTO5) nar çeşitleri ile yapılan bir çalışmada, temel kalite parametreleri (toplam askıda katı madde, titrasyon asitliği, pH ve olgunluk indeksi), organik asit, şeker, prolin aminoasit içeriği, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite ile dış ve iç renk özellikleri belirlenmiştir. Sonuçlara göre meyvenin fiziksel, kimyasal ve antioksidan özelliklerinin çeşit ve olgunluk faktörlerine bağlı olarak farklılık gösterdiği bildirilmiştir.

Nardaki çeşitliliğin organik asit, şeker ve uçucu bileşenlerle ilişkili olduğu vurgulanmaktadır. Dünyanın çeşitli bölgelerinde üretilen narların bileşimi incelendiği zaman en fazla bulunan organik asitin sitrik asit olduğu; türlere göre değişmekle birlikte malik asit, okzalik asit, laktik asit, asetik asit, tartarik asit, kinik ve fumarik asitlerin de bulunduğu belirlenmiştir. Şeker bileşimi açısından türlerin en çok fruktoz ve glikoz içerdiği, bununla birlikte sakkaroz ve maltozun da bulunabildiği bildirilmiştir (Malgarejo ve Artes 2000, Poyrazoğlu ve ark. 2002, Özgen ve ark. 2008, Gündoğdu ve Yılmaz 2012).

Narın olgunlaşması sırasında asitlik düşmekte, toplam şeker miktarı ve antosiyanin içeriği artmakta, böylece narın kendine özgü tat ve kokusu şekillenmektedir (Cabrita ve ark. 2000, Cordenunsi ve ark. 2003).

Yıldız-Turgut ve Seydim (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen beş adet nar çeşidi ve altı adet nar genotipine ait meyve sularında SÇKM, pH, titrasyon asitliği, organik asit ve şeker bileşenleri tespit edilmiştir. Nar suyu örneklerinin SÇKM (14,9-16,6° Bx), pH (2,87-3,92) ve titrasyon asitliği (% 0,45-1,96), değerleri arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Nar suyu örneklerinde baskın organik asidin sitrik asit (306,453-1731,615 mg/100 mL) olduğu, bunu malik asit (31,533-185,325 mg/100 mL), okzalik asit (25,712-40,431 mg/100 mL) ve tartarik asitin (0,121-32,427 mg/100 mL) izlediği belirlenmiştir. Toplam şeker içeriğinin 13,90-16,18 g/100 mL arasında değiştiği saptanmış olup fruktoz (6,85- 7,55 g/100 mL), glikoz

(6,88-8,50 g/100 mL), sakkaroz (0,04-0,07 g/100 mL) ve maltoz (0,10-0,13 g/100 mL) şeker bileşenleri tespit edilmiştir.

Nar meyvesinin yenilebilir kısmı kalsiyum (Ca), potasyum (K), fosfor (P), magnezyum (Mg), klor (Cl) ve sodyum (Na) gibi mineral maddeleri yüksek düzeyde içermektedir (Ekşi ve Özhamamcı 2009).

Pande ve Akoh (2016) meyvede 666 mg K, 102 mg P, 34 mg Mg, 28 mg Ca, 8 mg Na, 0,99 mg Zn ve 0,85 mg Fe içerdiğini bildirmiştir.

Fawole ve Opara (2012) Wonderful, Ruby, Molla de Elche, Ganesh ve Bhagwa nar çeşitlerinin mineral madde içeriğini incelemiştir (Çizelge 2.8).

Çizelge 2.8. Farklı nar türlerinin mineral madde içeriği

Mineral maddeler	Çeşit/Kültür				
	Wonderful	Ruby	Molla de Elche	Ganesh	Bhagwa
N	376,50	333,00	222,00	406,50	386,50
P	60,05	45,27	36,15	61,06	65,17
K	204,50	228,50	192,50	233,00	242,00
Ca	12,85	20,60	7,40	17,05	16,20
Mg	22,80	17,70	15,15	22,40	24,00
S	21,53	18,99	14,44	25,74	24,50
Cl	31,46	23,51	27,84	21,18	37,20
Na	2,14	2,45	2,46	2,11	2,14

Al-Maiman ve Ahmad (2002) tarafından Suudi Arabistan bölgesine ait “Taifi” çeşidi narın farklı olgunluk aşamaları üzerinde yapılan bir çalışmada nar suyunda potasyum, sodyum ve kalsiyum içeriği sırasıyla $333,0 \pm 15,8$ mg/100 g, $72,1 \pm 0,1$ mg/100 g ve $24,5 \pm 0,2$ mg/100g; çekirdekte ise $243,0 \pm 21,7$ mg/100g, $95,7 \pm 2,8$ mg/100g ve $59,3 \pm 8,9$ mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 2.9).

Çizelge 2.9. Farklı olgunluk aşamalarında nar suyu ve çekirdeğine ait kül oranları (%) ve mineral içeriği (mg/100 g)

No	Parametreler	Olgunluk Aşamaları			Toplam
		Olgunlaşmamış	Yarı Olgun	Olgun	
Çekirdek	Kül	0,46 ± 0,09	0,43 ± 0,1	0,47 ± 0,21	0,45 ± 0,02
1	Cu	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,01
2	Fe	0,84 ± 0,12	1,27 ± 0,06	1,88 ± 0,14	1,33 ± 0,52
3	Zn	0,20 ± 0,01	0,30 ± 0,19	1,26 ± 0,67	0,59 ± 0,50
4	Mg	9,87 ± 0,45	10,2 ± 0,95	11,9 ± 2,18	10,6 ± 1,09
5	P	7,37 ± 2,33	3,91 ± 0,36	7,49 ± 0,29	6,26 ± 2,03
6	Na	37,8 ± 10,3	44,5 ± 5,95	95,7 ± 2,17	59,3 ± 31,6
7	Ca	38,2 ± 9,27	31,4 ± 10,2	59,3 ± 8,88	43,0 ± 14,5
8	K	309 ± 9,27	209 ± 14,5	243 ± 21,7	253 ± 51,1
Meyve suyu	Kül	0,29 ± 0,03	0,38 ± 0,01	0,32 ± 0,02	0,33 ± 0,01
1	Cu	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,04	0,07 ± 0,00	0,07 ± 0,01
2	Fe	2,37 ± 0,01	1,99 ± 0,00	2,21 ± 0,01	2,19 ± 0,19
3	Zn	0,22 ± 0,00	0,24 ± 0,00	0,300 ± 0,0	0,25 ± 0,04
4	Mg	7,39 ± 0,44	6,34 ± 0,03	5,13 ± 0,05	6,29 ± 1,13
5	P	5,16 ± 0,08	6,96 ± 0,56	6,25 ± 0,04	6,12 ± 0,91
6	Na	79,2 ± 2,2	76,9 ± 0,144	72,1 ± 0,12	76,1 ± 3,59
7	Ca	26,9 ± 0,44	23,3 ± 0,27	24,5 ± 0,23	24,8 ± 1,85
8	K	285 ± 7,53	302 ± 5,44	333 ± 15,8	307 ± 24,4

Nar, flavonoidler (antosiyeninler, kateşinler ve diğer kompleks flavonoidler), hidrolize olabilen tanenler (punikalın, pedunkulajin, punikalajin, glikozun gallik ve elajik asit esterleri), yağ asitleri (konjuge ve konjuge olmayan), aromatik bileşikler, aminoasitler, tokoferoller, steroller, terpenoidler, alkaloidler gibi antioksidan aktivitesinin %92'sini oluşturan fenolik bileşikler açısından zengin bir kaynaktır (Syed ve ark. 2007, Wang ve ark. 2010, Prakash ve Prakash 2011).

Lignin, sterol ve terpenoidler çekirdek, ağaç kabuğu ve yaprakta; alkaloidler ağaç kabuğu ve yaprakta; yağ asitleri ve trigliseritler çekirdek yağında (Newman ve ark. 2007); basit galloil türevleri yaprakta; organik asitler suda (Ender ve ark. 2002, Miguel ve ark. 2004); flavonoller meyve kabuğu (Kim ve ark. 2002, Van Elswijk ve ark. 2004), yenilebilir kısım (Heftmann ve ark. 1966, Mirdehghan ve Rahemi 2007), ağaç kabuğu ve yaprakta; antosiyenin, antosiyanidin, kateşin ve prosiyanidin su ve meyve kabuğunda (Du ve ark. 1975, Kashiwada ve ark. 1992, Miguel ve ark. 2004, Jaiswal ve ark. 2010); östrojenler ise nar suyu, meyve kabuğu ve çekirdek ekstraktlarında bulunmaktadır (Kho ve ark. 2010).

Narın kabuk ve diğer anatomik kısımlarında yaklaşık 48 farklı fenolik bileşik (antosiyeninler, gallotanenler, hidroksisanimik asitler, hidroksibenzoik asitler ile

elajitanenler ve gallagil esterler gibi hidrolize olabilen tanenler) tespit edilmiştir (Çizelge 2.10; Yılmaz ve Usta 2010, Sreekumar ve ark. 2014).

Çizelge 2.10. Nar meyvesi ve ağacının kısımları ve fitokimyasal içeriği

Nar Suyu	Nar Kabuğu	Nar Çekirdeği	Nar Çiçeği	Nar Yapağı	Nar Ağacı Kökü ve Kabuğu
Antosiyaninler	Punikalajinler	Punisik asit	Gallik asit	Steroller	Elajitanenler
Flavonoller	Elajitanenler	Oleik asit	Ursolik asit	Saponinler	Piperidin alkaloidleri
Gallik asit	Antosiyanidinler	Linoleik asit	Triterpenler	Flavonoidler	Pirolidin alkaloidleri
Elajik asit	Kateşinler	Elajik asit	Yağ asitleri	Tanenler	Peletrin alkaloidleri
Askorbik asit	Gallik asit	Tokoferoller		Flavonlar	
Kuinik asit	Elajik asit	Steroller		Glikozitler	
Kateşin	Kaffeik asit	Steroidler		Piperidin alkaloidleri	

Heber (2011) nar meyvesinde 124 çeşit fitokimyasal belirlemiştir ve bu fitokimyasallar arasında yüksek molekül ağırlıklı polifenollerin (örneğin elajitanenler, punikalajin) kanser de dahil olmak üzere oksidatif ve inflamatuvar bozukluklara karşı geniş koruyucu etkiye sahip olduğunu ifade etmiştir.

Antioksidan aktivite, *in vitro* koşullar ve çeşitli yöntemler kullanılarak belirlenebilmektedir. Uygulanan antioksidan kapasite belirleme yönteminden bağımsız olarak birçok meyve ve sebze arasında nar en yüksek antioksidan aktiviteyi göstermiştir. Fenolik madde konsantrasyonu ile antioksidan aktivite arasında doğrusal bir korelasyon olduğu ifade edilmiştir (Elfalleh ve ark. 2009).

Guava, kivi, mandalina, limon, portakal gibi 28 farklı meyvenin meyve eti, kabuk ve çekirdek kısımları üzerinde yapılan bir çalışmada, nar kabuk ve çekirdeği en yüksek antioksidan aktivite değerini gösterirken, bunu sırasıyla üzüm çekirdeği ve ardıç kabuğunun izlediği bildirilmiştir (Guo ve ark. 2003).

İran, Gürcistan, Türkiye ve İsrail gibi farklı bölgelerde yetişen narların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesine yönelik çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Uygulanan antioksidan yönteminden bağımsız olarak antioksidan özelliklerinin farklı olmasının

narların kimyasal bileşimindeki (lipidler, fenoller, organik asitler, vitaminler ve şekerler) farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmüştür (Mousavinejad ve ark. 2009, Pande ve Akoh 2009, Calín-Sánchez ve ark. 2012, Zaouay ve ark. 2012, Hmid ve ark. 2013, Li ve ark. 2015).

Borochoy-Neori ve ark. (2009), hasat mevsiminin fenolik içerik ve antioksidan aktivite üzerinde önemli bir etkisi olduğunu; daha geç olgunlaşan meyvelerin tanelerinin çözünür fenolik içeriği ile Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç (Ferric Reducing Antioxidant Power; FRAP) metodu ile belirlenen antioksidan aktivitesinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

İran'da yetiştirilen nar çeşitleri arasında antioksidan aktivitenin farklılık gösterdiği, bununla birlikte biyoaktif bileşiklerin ekstrakte edilmesi için kullanılan çözücünün de antioksidan aktivite üzerinde önemli bir etkisinin olduğu bildirilmiştir (Sadeghi ve ark. 2009).

Özgen ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada altı adet olgun nar çeşidinin toplam antosiyanin miktarları 6,1-219 mg siyanidin-3-glikozit/L, toplam fenolik madde içeriği 1245-2076 mg GAE/L ve toplam antioksidan kapasiteleri 4,38-7,70 mmol TE/L değerleri arasında saptanmıştır (Çizelge 2.11).

Çizelge 2.11. Farklı nar çeşitlerinde belirlenen toplam fenolik, antosiyanin ve antioksidan bileşenleri

Nar Çeşitleri	Toplam fenolik madde (mg GAE/L)	Toplam antosiyanin (mg siyanidin-3-glikozit/L)	Toplam antioksidan kapasite (mmol TE/L)	
			ABTS	FRAP
Dikenli İncekabuk	1395	38,2	5,84	7,84
Ekşi	1465	37,5	5,33	7,52
Kan	2076	219,0	7,70	10,9
Katırbaşı	1326	41,2	4,38	5,37
Şerife	1532	18,0	5,64	7,80
Tatlı	1245	6,1	4,73	4,63

Elma, muz, ilek, siyah üzüm, portakal, yabanmersini, ahududu ve narın aralarında bulunduğu yirmi beş çeşit meyvenin yenilebilir kısımlarının antioksidan aktivitesi Oksijen Radikali Absorbe Kapasitesi (Oxygen Radical Absorbance Capacity; ORAC) ve Hüresel Antioksidan Aktivite (Cellular Antioxidant Activity; CAA) yöntemlerine göre değerlendirilmiştir. CAA hücre kültüründe antioksidan aktiviteyi belirlemek, yani biyolojik kapasiteyi değerlendirmek amacıyla kullanılırken; DPPH, ORAC ve FRAP gibi yöntemler ise kimyasal antioksidan aktivite tayin yöntemleridir. Elde edilen sonuçlara göre nar ve yaban mersini en yüksek aktivite gösteren meyveler olarak belirlenmiştir (Wolfe ve ark. 2008).

Son yıllarda yapılan çalışmalar doğrultusunda narın farklı kısımlarından elde edilen katkı maddelerinin koroner kalp hastalıkları, kanser (deri, meme, prostat ve kolon), inflamasyon, hiperlipidemi, diyabet, hipoksi, iskemi, yaşlanma, beyin hastalıkları, karaciğer hasarı ve AIDS gibi rahatsızlık ve hastalıkların tedavisi amacıyla kullanımı gelecek yıllardaki potansiyel hedeflerden biri olarak bildirilmektedir (Pantuck ve ark. 2006, Rahman ve Megeid 2006, Seeram ve ark. 2006b, Sharma ve Maity 2010, Adhami ve ark 2012).

Araştırmacılar perikarp, yaprak ve iek kısımlarında bazıları benzersiz olan fenollerin (flavonoidler ve tanenler); kabuklarda ise kompleks polisakkaritlerin tanımlandığını belirtmiştir. Çekirdek yağında önemli miktarlarda triaçilgliserol ve punisik asit, ayrıca az miktarda steroller, steroidler ve serebrosit bulunmaktadır. Bununla birlikte yapısında bulunan lignin ve bunların türevlerinden dolayı çekirdek yağının antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, nar taneleri, meyve suyu, perikarp, ağaç kabuğu ve yaprak kısımlarının zengin biyoaktif bileşik içeriğinin yanı sıra 2000-2006 yılları arasında memeli hücrelerinde kötü huylu hücre büyümesinin önlenmesi ve tedavisi gibi farmakolojik aktiviteleri de vurgulanmıştır. Ayrıca apoptozisi arttırıcı, inflamasyon, metastaz ve invazyon ile ilaç direncini azaltıcı etkilere sahip olduğu ve narın antioksidan kapasitesinin farklı nar bileşenleri ile ilişkilendirildiği bildirilmiştir (Lansky ve Newman 2007).

Çeşitli alışmalar sonucunda nar kabuğu, çekirdeği ve nar suyunun antioksidan aktivitesinden sorumlu olan başta tanen olmak üzere punikalajin ve elajik asit gibi

bileşikler vücuda alındıktan sonra bağırsak bakterileri tarafından sistemik dolaşıma kolaylıkla giren ürolitlere metabolize edildiği tespit edilmiştir (Landete 2011, Rosillo ve ark. 2012, Aboonabi ve ark. 2014). Yedi ürolit türevinin antioksidan aktivitelerinin incelendiği hücre bazlı bir çalışmada ürolitin hidroksil gruplarının sayısı ve moleküllerin lipofilikliği ile ilişkili olarak nar suyu, çekirdeği ve kabuğunun önemli antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir (Bialonska ve ark. 2009).

Sıçan ve fareler üzerinde yapılan çalışmalar, fare periton makrofajlarında (MPM) oksidatif strese %19 azalma, hücrel lipit peroksit içeriğinde %42 azalma ve indirgenmiş glutatyon seviyelerinde görülen %53 artış ile nar yan ürünlerinin (PBP) antioksidan özellikleri doğrulanmıştır (Rosenblat ve ark. 2006). Fermente nar suyu (FPJ) ekstraktı ve soğuk preslenmiş çekirdeği yağı (CPSO) ekstarktı ile yapılmış in vitro çalışma sonucunda, ekstraktların antioksidan kapasitesinin kırmızı şaraptan daha yüksek ve yeşil çay ekstraktı ile yakın anitoksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir (Schubert ve ark. 1999). Karbontetraklorür (CCl₄) ile oluşturulan karaciğer hasarlı sıçanlara nar kabuğu ekstraktı (PPE) uygulamasının yapıldığı diğer bir çalışmada, ekstraktın karaciğer enzimleri katalaz, süperoksit dismutaz ve peroksidazın serbest radikal süpürme aktivitesini arttırarak kontrol deneklerine göre lipid peroksidasyon değerlerinde %54 oranında azalma sağladığı görülmüştür (Chidambara Murthy ve ark. 2002).

İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, nar pulpundan yapılmış nar suyunun (PPJ) antioksidan kapasitenin elma suyundan çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Guo ve ark. (2008) günlük 250 mL nar pulpundan yapılmış nar suyunu (PPJ) tüketen yaşlı deneklerin dört hafta sonunda plazma antioksidan kapasitesinin FRAP metodu ile 1,33 mmol'den 1,46 mmol'e yükseldiği; ancak elma suyu tüketen deneklerin plazma antioksidan kapasitesinde önemli bir artış olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, PPJ tüketen deneklerin plazma karbonil içeriğinde elma suyu tüketen deneklere kıyasla önemli ölçüde (çeşitli iltihaplı hastalıklarda oksidan/antioksidan bariyer bozukluğu için bir biyobelirteç) azalma göstermiştir. Gruplar arasında Plazma E vitamini, askorbik asit ve indirgenmiş glutatyon değerlerinde önemli ölçüde bir farklılık gözlenmemiştir.

Besin kaynaklı elajitanenlerin metabolizması ve biyoyararlanımı hakkındaki mevcut bilgiler yeterli olmamasına karşın, insanlar üzerinde üç küçük deneme yapılmış ve bu çalışmalardan birinde narın biyoyararlanım, emilim, metabolizma ve in vivo antioksidan etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada tek bir deneğin 180 mL nar suyu (PJ) tüketiminden dört saat sonra, hızlı plazma klerensi ile bir saatte 31,9 ng/mL plazma elajik asit elde edilmiştir. Bu sonuç, gıdalardan alınan elajik asidin insan vücudunda absorbe edildiğinin doğrudan ilk kanıtı olmuştur (Seeram ve ark. 2004). Aynı araştırmacılar tarafından 18 sağlıklı gönüllü ile yapılan diğer bir çalışmada elajitanenlerin hızlı emilim ve plazma klirensi doğrulanmış ve ayrıca idrar yoluyla atılan ürolit metabolitlerinin, nar suyu tüketiminden itibaren 48 saat boyunca devam edebileceğini göstermiştir. Böylece uzun süreli nar uygulamasının sağlık üzerine olumlu etkiler gösterdiği sonucuna ulaşılabilmektedir (Seeram ve ark. 2006a).

Altı sağlıklı denek (4 erkek ve 2 kadın) ile yapılan 13 günlük klinik bir çalışmada, denekler tarafından 4,37 g/L punikalajin ve 0,49 g/L antosiyanin içeren bir litre nar suyu beş gün boyunca tüketilmiştir. Ürolit A, ürolit B ve bilinmeyen bir minör metabolit olmak üzere üç nar suyu metaboliti plazmada tespit edilmiştir. 24 saat sonra idrar tahlili ile altı metabolit belirlenmiş olup plazmada bulunan üç metabolitin yanı sıra üç plazma metabolitinin her birine karşılık gelen bir aglikon metaboliti de saptanmıştır. Maksimum atılım oranları nar suyu tüketiminden 3-4 gün sonra meydana gelmiştir. Denekler arasında idrar metabolit konsantrasyonlarında önemli değişkenlik gözlenmiş olup bu durumun elajitanenleri metabolize ettiği düşünülen kolon mikroflorasındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği belirtilmektedir. İdrarda ürolit A ve B'nin varlığının, nar suyunda bulunan polifenollerden ziyade narın uzun süreli antioksidan etkileri ile açıklanabileceği düşünülmektedir (Cerda ve ark. 2004).

11 sağlıklı erkek ve kadın üzerinde gerçekleştirilen başka bir çalışmada, nar ekstraktı (kullanılan bitki kısımları belirtilmemiştir) tüketiminden önce üç gün boyunca polifenol ve antioksidan içermeyen bir diyet uygulanmıştır. Deneklere günde 330,4 mg punikalajin ve 21,6 mg elajik asit (EA) içeren 800 mg kapsül halinde nar ekstraktı verilmiştir. Tüketiminden bir saat sonra elajik asit plazması için C_{max} ve t_{max} değerleri 33,8 [+ ya da -] 12,7 ng/mL olup, aynı miktarda punikalajin ve elajik asit uygulandığında klinik çalışmada gözlenen değerlere benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu

çalışmada ayrıca ekstrakt uygulamasından 30 dakika sonra plazmada antioksidan aktivitenin önemli bir artış (%31,8) gösterdiği; tüketimini takiben birinci ve ikinci saatlerde, değerlerin sırayla 1,62 ve 1,43 kat arttığı belirlenmiştir (Mertens-Talcott ve ark. 2006).

2.6. Nar Suyu ve Yan Ürünleri

2.6.1. Nar suyu

Nar suyu, narın yenilebilir kısmını oluşturan tanelerin ya da bütün meyvenin mekanik preslenmesi yolu ile elde edilmektedir. Endüstriyel olarak nar suyu, nar meyvesinin ayıklama ve yıkama ön işlemlerinden sonra parçalanması, mayşenin ısıtılması, presleme, durultma, filtrasyon ve pastörizasyon aşamalarından geçmesi ile elde edilmektedir. Raf ömrü boyunca maksimum düzeyde besin içeriğinin korunması amacıyla genellikle aseptik olarak ambalajlanarak tüketime sunulmaktadır. Nar suyunun kimyasal bileşimi Çizelge 2.12’de verilmiştir (Ekşi ve Özhamamcı 2009).

Çizelge 2.12. Nar suyunun kimyasal bileşimi

Toplam Suda Çözünebilir Madde Miktarı	11,37-22,03
Titre Edilebilir Asitlik (Sitrik Asit Cinsinden) (g/100 g)	0,33-3,36
Toplam Şeker (g/100 g)	13,23-21,72
İndirgen Şeker (g/100 mL)	13,89-29,83
Askorbik asit (mg/100 g)	9,68-20,92
Pektin (g/100 g)	1,4
Potasyum (mg/L)	2,093-2,517
Fosfor (mg/L)	93-151
Kalsiyum (mg/L)	11-149
Magnezyum (mg/L)	21-104
Sodyum (mg/L)	20-128
Toplam Antosiyanin (mg/100 g)	5,56-30,11
Toplam Fenolik Madde (mg/100 g)	295,79-985,37

Ülkemizde ekşi nar türlerinden elde edilen nar suyunun konsantre edilmesi ile nar pekmezi ya da nar ekşisi yapılmakta ve salata ya da yemek sosu olarak kullanılmaktadır. Nar ekşisi geleneksel olarak kabuktan ayrılan tanelerden elde edilen nar suyunun kaynatılarak koyulaştırılması ile üretilmektedir. Endüstriyel olarak ise nar meyvesinin temizleme, parçalama, ekstraksiyon, filtrasyon, durultma ve evaporasyon işlemlerinden geçirilmesiyle elde edilmekte olup herhangi bir şeker ilavesi yapılmamaktadır.

Gölkücü ve Tokgöz (2008) ülkemizde yetiştirilen önemli on altı adet nar çeşidinin teknolojik olarak değerlendirmede belirleyici olan SÇKM, pH, titrasyon asitliği ile *L*, *a*, *b* renk değerleri, renk yoğunluğu (chroma; C) ve renk tonu açısı (hue; h) gibi kalite özelliklerini tespit etmişlerdir (Çizelge 2.13 a, b).

Çizelge 2.13a. Farklı çeşitlere ait nar sularının kimyasal özellikleri

Örnek	SÇKM	pH	% Asitlik	Briks/Asitlik	Sınıfı
Fellahyemez	15,06 ± 0,063	4,01 ± 0,003	0,16 ± 0,003	94,13	Tatlı
Çekirdeksiz	15,38 ± 0,239	3,71 ± 0,005	0,20 ± 0,004	76,90	Tatlı
İzmir-23	15,50 ± 0,204	3,68 ± 0,030	0,28 ± 0,016	55,36	Tatlı
İzmir-26	15,94 ± 0,120	3,69 ± 0,025	0,30 ± 0,012	53,13	Tatlı
Erdemli Aşınar	13,00 ± 0,000	3,55 ± 0,025	0,39 ± 0,019	33,33	Tatlı
Ekşilik	17,18 ± 0,275	3,40 ± 0,005	1,27 ± 0,009	13,53	Mayhoş
Katırbaşlı	16,00 ± 0,204	3,26 ± 0,007	1,02 ± 0,004	15,69	Mayhoş
Hicaznar	16,82 ± 0,237	3,11 ± 0,007	1,78 ± 0,031	9,5	Mayhoş
Lefan	15,25 ± 0,144	2,88 ± 0,003	1,51 ± 0,019	10,10	Mayhoş
Ekşi Göknar	15,63 ± 0,125	3,11 ± 0,009	1,03 ± 0,029	15,17	Mayhoş
Silifke Aşısı	15,50 ± 0,204	2,88 ± 0,091	1,53 ± 0,104	10,13	Mayhoş
Mayhoş	15,75 ± 0,322	2,96 ± 0,003	1,71 ± 0,008	9,1	Mayhoş
Ernar	13,75 ± 0,177	3,15 ± 0,054	0,88 ± 0,050	15,63	Mayhoş
İzmir-1264	16,19 ± 0,188	3,07 ± 0,037	1,81 ± 0,020	8,94	Mayhoş
İzmir-1513	15,00 ± 0,000	3,13 ± 0,014	1,88 ± 0,003	7,98	Mayhoş
İzmir-1499	16,82 ± 0,063	2,90 ± 0,010	2,81 ± 0,058	5,99	Ekşi

Çizelge 2.13b. Farklı çeşitlere ait nar sularının *L*, *a*, *b* renk değerleri, renk yoğunluğu (*C*) ve renk tonu açısı (*h*)

Örnek	L	A	B	C	H
Fellahyemez	22,14 ± 0,087	3,51 ± 0,031	-1,06 ± 0,013	3,67 ± 0,027	343,30 ± 0,232
Çekirdeksiz	20,88 ± 0,058	4,37 ± 0,026	-0,63 ± 0,033	4,42 ± 0,030	351,86 ± 0,387
İzmir-23	22,94 ± 0,065	6,92 ± 0,106	-1,78 ± 0,032	8,03 ± 0,077	329,51 ± 0,582
İzmir-26	21,48 ± 0,185	8,50 ± 0,041	-3,38 ± 0,041	9,15 ± 0,054	338,35 ± 0,147
Erdemli Aşınar	20,73 ± 0,548	6,91 ± 0,053	-3,48 ± 0,004	7,74 ± 0,048	343,30 ± 0,194
Ekşilik	20,68 ± 0,078	6,22 ± 0,046	0,34 ± 0,004	6,23 ± 0,045	3,13 ± 0,060
Katırbaşlı	19,11 ± 0,087	3,58 ± 0,154	0,32 ± 0,022	3,60 ± 0,154	5,17 ± 0,564
Hicaznar	19,23 ± 0,041	7,50 ± 0,090	-2,22 ± 0,021	7,82 ± 0,084	343,47 ± 0,305
Lefan	20,75 ± 0,158	8,50 ± 0,099	-3,10 ± 0,026	8,38 ± 0,104	338,33 ± 0,087
Ekşi Gökmar	20,17 ± 0,063	7,26 ± 0,006	-2,70 ± 0,047	7,75 ± 0,017	339,66 ± 0,337
Silifke Aşısı	18,55 ± 0,101	4,61 ± 0,038	0,72 ± 0,039	4,67 ± 0,043	8,81 ± 0,408
Mayhoş	18,76 ± 0,008	7,45 ± 0,008	-4,07 ± 0,017	7,66 ± 0,011	346,56 ± 0,109
Ernar	20,51 ± 0,233	7,75 ± 0,064	-3,15 ± 0,021	8,37 ± 0,069	337,89 ± 0,084
İzmir-1264	18,53 ± 0,116	7,59 ± 0,119	-1,56 ± 0,082	7,75 ± 0,099	348,35 ± 0,777
İzmir-1513	18,61 ± 0,139	7,75 ± 0,244	-1,61 ± 0,047	7,92 ± 0,248	348,27 ± 0,103
İzmir-1499	16,78 ± 0,146	7,62 ± 0,155	-1,52 ± 0,011	7,77 ± 0,151	348,69 ± 0,275

Fawole ve Opara (2013) “Bhagwa” çeşidi narın farklı olgunlaşma aşamalarının çeşitli kimyasal özellikler üzerine etkilerini incelemişlerdir (Çizelge 2.14). Olgunlaşma süresince şeker, askorbik asit ve toplam antosiyanin miktarlarında artış olurken; titrasyon asitliği (TA), organik asit ve toplam fenolik madde içeriğinde düşüş gözlenmiştir. Meyve suyu aromasında önemli rol oynayan SÇKM/TA değeri olgunlaşma ile artarken en yüksek oran olgunluk (140 DAFB³) aşamasında, en yüksek antosiyanin değeri ise tam olgunluk aşamasında (165 DAFB) belirlenmiştir.

³ Days After Full Bloom (Çiçeklenmeden sonra geçen gün sayısı)

Çizelge 2.14. “Bhagwa” çeşidi narın farklı olgunlaşma aşamalarına ait bazı kimyasal özellikleri

Özellik	Olgunlaşmamış (54 DAFB)	Olgunlaşmamış (82 DAFB)	Yarı Olgun (110 DAFB)	Yarı Olgun (140 DAFB)	Tam Olgun (165 DAFB)
Meyve suyu verimi (%)	29,31 ± 0,95	41,95 ± 1,63	44,68 ± 1,66	51,03 ± 0,63	54,93 ± 0,65
Meyve suyu rengi (Abs. 520 nm)	0,03 ± 0,003	0,36 ± 0,003	0,64 ± 0,12	2,24 ± 0,36	3,00 ± 0,12
pH	3,18 ± 0,03	3,22 ± 0,05	3,24 ± 0,23	3,35 ± 0,04	3,57 ± 0,13
Toplam asitlik (% sitrik asit)	0,62 ± 0,02	0,57 ± 0,03	0,45 ± 0,01	0,39 ± 0,02	0,38 ± 0,02
SÇKM	10,33 ± 0,35	11,97 ± 0,19	13,83 ± 0,29	15,12 ± 0,25	16,18 ± 0,21
SÇKM/TA	16,68 ± 0,35	21,23 ± 0,58	30,89 ± 0,59	39,19 ± 1,31	41,83 ± 2,21

Nar suyu fruktoz, glikoz ve sakkaroz gibi karbonhidratlar açısından zengindir. Askorbik asit, sitrik asit, fumarik asit ve malik asit gibi organik asitleri içermektedir; az miktarda prolin, metionin ve valin aminoasitlere sahiptir (Opara ve ark. 2009, Vegara ve ark. 2014). Antioksidan ve koruyucu özelliklerin ilişkilendirildiği, hidrolize olabilen tanenler, antosiyaninler, punikalın, elajitanen ve elajik asit gibi fenolik bileşikleri önemli miktarda içermektedir (Lansky ve Newman 2007, Tzulker 2007, Visioli ve Hagen 2007). Nar suyunun çözünür polifenol içeriği çeşide göre %0,2-1,0 arasında değişmektedir (Ferrari ve ark. 2010). Yapılan çalışmalar antioksidan, antimikrobiyel, antiviral, antiaterojenik, antikarsinojenik, antiproliferatif, antiaterosklerotik, antidiyabetik ve hipoglisemik aktivite gösterdiğini vurgulamaktadır (Aviram ve ark. 2000, Seeram ve ark. 2005b, Adams ve ark. 2006, Katz ve ark. 2007, Çam ve ark. 2009, Salgado ve ark. 2009, Dahham ve ark. 2010).

Cemeroğlu (2004) farklı yörelere ait yüz yirmi nar çeşidinden, kabukları ile preslenerek elde edilen nar sularının bileşim öğelerini incelemişlerdir (Çizelge 2.15).

Çizelge 2.15. Nar sularının bazı bileşim öğeleri ve özellikleri

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

Nar fenolik bileşenleri nar suyunun duyuşsal özellikleri üzerinde (renk, acılık, burukluk vb) önemli rol oynamaktadır. Polifenoller depolama sırasında polisakkaritler, şeker, metal iyonları ve proteinler arasında polimer komplekslerinin polimerizasyon ya da kondenzasyonu sonucu bulanıklık oluşmasına neden olmaktadır. Nar suyunda %54 gibi bir verime ulaşılsa da burukluk ve bulanıklık önemli bir problem oluşturmaktadır. Kabın dip kısmında tortu şeklinde gözlenen bulanıklık ve yüksek tanen içeriğı nedeniyle oluşan acı tadın giderilmesi için durultma işleminin yapılması gereklidir. Durultma için jelatin, bentonit, polivinilpirolidon (PVPP) gibi durultma maddeleri kullanılabildiğı gibi ultrafiltrasyon gibi minimal işleme teknikleri de uygulanabilmektedir. Geleneksel meyve suyu üretiminde depektinizasyon ve klarifikasyon aşamalarından önce başta polifenol oksidaz (PPO) olmak üzere enzimlerin ve vejetatif mikroorganizmaların yok edilmesi amacıyla ısıt işlemleri uygulanmaktadır. Ancak klarifikasyon işleminden önce uygulanan ısıt işlemleri bulanıklık oluşumunu arttırmakta ve etkin bir durultma gerçekleştirilmemektedir (Vardin ve Fenercioğlu 2003, Alper ve ark. 2011, Cassano ve ark. 2011, Onsekizoğlu 2013).

Nar ve nar suyunun ticari değerini belirleyen en önemli kriter, yapısında doğal olarak bulunan monomerik antosiyanin içeriğidir. Flavonoid grubunun önemli bir üyesi olan antosiyaninler çoğı meyve, sebze, tahıl ve çiçeklerin kırmızı, mor ve mavi renklerinden sorumludur (Konczak ve Zhang 2004). Üzüm, çilek, böğürtlen ve nar gibi meyvelerin dolayısıyla da meyve sularının rengi içerdikleri antosiyaninlerin bileşim ve toplam miktarına bağılıdır. Renk maddesi olarak gıdalara çekici bir renk kazandırmasının

yanında, gösterdikleri antioksidan etki nedeniyle antosiyaninlerin birçok kronik hastalığı önleyici etki gösterdiği ortaya konulmuştur (Gil ve ark. 2000).

Nar özellikle antosiyaninlerce zengin bir meyve olarak bilinmekte ve nar suyunda antosiyanin konsantrasyonunun genellikle 10-700 mg/L arasında değiştiği bildirilmektedir (Gölükcü ve Tokgöz 2008). Nar suyunun kırmızı-mor renginden delfinidin-3,5-diglikozit (Dp3,5Dg), delfinidin-3-glikozit (Dp3G), siyanidin-3,5-diglikozit (Cy-3,5-Dg), siyanidin-3-glikozit (Cy-3-G), pelargonidin-3,5-diglikozit (Pg-3,5-DG) ve pelargonidin-3-glikozit (Pg-3-G) olmak üzere altı çeşit antosiyanin sorumlu olduğu bildirilmektedir (Miguel ve ark. 2004, Mousavinejad ve ark. 2009). Antosiyanin varlığı ve çeşitliliği iklim, toprak yapısı, tür gibi birçok faktöre bağlı olarak farklılıklar göstermektedir (Li ve ark. 2015).

Antosiyaninler kararsız bileşikler olup işleme ve depolama sırasında, polifenol oksidaz gibi oksidatif enzimler tarafından degradasyona ya da polimerizasyona uğratılmakta ve kahverengi rengin oluşumuna neden olabilmektedir (Turfan ve ark. 2011). Antosiyaninlerin stabilitesini, işleme ve depolama sıcaklığı, antosiyaninlerin kimyasal yapısı (asilasyon ya da glikosilasyon), pH, askorbik asit, hidrojen peroksit, enzim, sülfür dioksit ya da sülfidler, şeker, oksijen, ışık, metal iyonlar ve kopigmentler gibi faktörler etkilemektedir (Fischer ve ark. 2013a).

Hasnaoui ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada Tunus bölgesine ait otuz farklı nar türünden elde edilen suların yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak organik asit, şeker ve antosiyanin içeriği incelenmiştir. Organik asitler arasında en yüksek oranda malik asidin (~%50) bulunduğu ve onu sırasıyla sitrik asit (~%23), süksinik asit (~%17), okzalik asit (~%7) ve tartarik asidin (~%2) izlediği belirlenmiştir.

Nar suyu örneklerinde fruktoz ve glikozun toplam şeker içeriğinin sırasıyla %53,9 (90,5 g/L) ve %43,4'ünü (72,8 g/L) oluşturduğu; toplam antosiyanin içeriğinin 9-115 mg/L arasında değiştiği ve antosiyaninlerin siyanidin-3,5-diglikozit (3,1-74,4 mg/L), delfinidin-3-glikozit (0,7-22,0 mg/L), siyanidin-3-glikozit (0,8-21,0 mg/L), pelargonidin-3-glikozitin (0,5-16,1 mg/L), pelargonidin-3,5-diglikozit (0,0-11,8 mg/L)

ile delfinidin-3,5-diglikozit (0,0-5,4 mg/L)'ten oluştuğu saptanmıştır (Çizelge 2.16; Hasnaoui ve ark. 2011).

Çizelge 2.16. Nar türlerinin antosiyanin içerikleri (mg/L)

Örnek	Siyanidin-3,5-diglikozit	Siyanidin-3-glikozit	Pelargonidin-3-glikozit	Pelargonidin-3,5-diglikozit	Delfinidin-3-glikozit	Delfinidin-3,5-diglikozit	Toplam antosiyanin
GB1	28	4,2	2,6	2,4	3,0	1,5	42
GB2	32	2,3	3,6	1,4	2,4	1,2	42
GB3	31	8,9	2,5	9,3	8,2	1,1	60
GB4	27	8,1	6,3	4,2	8,4	1,4	56
GB5	3	4,9	7,3	1,2	5,9	0,7	23
GB8	26	9,6	5,3	6,5	7,2	1,3	56
GB9	24	5,7	7,6	0,5	5,0	0,6	43
TN1	65	9,9	14	1,5	11	2,6	105
TN3	38	7,1	9,0	0	8,3	1,4	64
TN4	4	2,0	2,8	0,5	1,8	0,6	11
TN5	20	3,7	2,1	2,3	3,2	0,7	32
TN6	31	5,3	2,8	4,7	4,1	0,8	49
ZH1	74	11	6,4	7,6	7,4	3,9	110
ZH2	37	9,6	3,0	9,2	9,1	1,0	69
ZH3	29	5,9	8,5	1,0	5,0	1,0	51
ZH6	42	14	17	6,5	16	5,4	101
CHI	18	4,3	5,9	0,8	4,9	0,7	35
CH2	18	6,4	3,6	4,4	5,7	1,1	40
CH3	18	8,9	7,9	6,2	6,3	0,8	48
MZ1	19	6,4	6,7	2,8	6,8	1,9	44
MZ2	27	4,8	1,5	3,5	2,2	2,7	61
MZ3	23	1,4	1,9	1,3	2,0	2,0	32

Çizelge 2.16. Nar türlerinin antosiyanin içerikleri (mg/L) (devam)

JB3	48	12	6,4	9,4	6,7	1,8	84
GR1	31	4,4	6,5	2,5	4,9	0,9	51
GR2	15	6,4	4,0	6,0	5,6	1,4	38
KL1	25	7,0	4,2	4,9	5,3	0,9	48
ZG1	52	21	13	12	16	0,2	115
EP1	20	1,1	1,2	0,8	1,5	0,7	25
BL1	7	0,8	0,5	-	0,7	-	9
Range	3	0,8 –	0,5 –	0	0,7 –	0,2 –	9-
Mean	30	6,8	5,6	4,1	6,7	1,4	55
Varyasyon kats. (%)	58	62	69	78	69	79	51
Bağlı (%)	55,2	12,4	10,2	7,6	12,2	2,7	100

Nar sularında fenolik bileşiklerin bir kısmı doğal olarak segmentler içerisindeki nar tanelerinin suyunda bulunurken, önemli bir kısmı da presleme sırasında uygulanan basınca göre özellikle meyve kabuğu ve kısmen de bölüm zarları ve zedelenmiş çekirdeklerden meyve suyuna geçmektedir (Karaca 2011).

Tzulker ve ark. (2007) narın bütününden elde edilen nar suyunun antioksidan kapasitesinin tanelerin preslenmesi ile elde edilen nar suyundan 20 kat daha yüksek olduğunu, bununla birlikte toplam fenolik madde miktarının da 6,5 kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Nar suyunun antioksidan aktivitesinin büyük oranda nar kabuğundan gelen hidrolize olabilen tanenler (elajitanenler ve gallotanenler), elajik asit, antosiyaninler (siyanidin, delfinidin ve pelargonidin glikozitler) ve diğer flavonoid bileşiklerden (kuersetin, kamferol ve luteolin glikozitler) kaynaklandığını saptamışlardır.

Nar suyunda belirlenen fenolik bileşikler arasında elajitanen grubu bir bileşik olan punikalajin yüksek oranda bulunmakta ve nar suyunun antioksidan aktivitesinin %50'den fazlasının punikalajin bileşiğinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Punikalajin bileşiği meyve suyuna işleme aşamalarında kabuk kısmından geçmekte ve miktarı 2 g/L düzeyine kadar ulaşmaktadır (Adams ve ark. 2006).

Ülkemize ait yedi ticari nar suyunun organik asit, şeker ve toplam fenolik içeriği ile DPPH ve FRAP yöntemleri ile antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Örneklerin malik ve sitrik asit konsantrasyonları sırasıyla 0,0285-0,411 g/100 mL ve 0,393-1,306 g/100 mL; glikoz içeriği 3,98-6,91 g/100 mL; fruktoz içeriği 4,55-9,36 g/100 mL; toplam fenolik bileşen içerikleri 2602-10086 mg/L arasında bulunmuştur (Çizelge 2.17 a,b.; Tezcan ve ark. 2009).

Çizelge 2.17a. Ticari nar sularının organik asit ve şeker içeriği

Ticari nar suları	Malik asit (mg/mL)	Sitrik asit (mg/mL)	Glikoz (mg/mL)	Fruktoz (mg/mL)
A	0,397 ± 0,01	13,06 ± 0,20	65,42 ± 1,47	69,90 ± 1,52
B	1,29 ± 0,01	6,20 ± 0,24	45,40 ± 0,12	58,18 ± 2,14
C	2,36 ± 0,12	7,87 ± 0,11	39,78 ± 0,11	55,13 ± 0,93
D	0,524 ± 0,010	8,09 ± 0,16	69,14 ± 0,09	63,24 ± 1,66
E	4,11 ± 0,04	3,93 ± 0,02	42,99 ± 1,22	93,63 ± 3,63
F	0,285 ± 0,003	7,36 ± 0,30	46,01 ± 0,05	45,49 ± 0,03
G	2,15 ± 0,02	5,65 ± 0,26	50,33 ± 1,31	63,87 ± 2,16

Çizelge 2.17b. Ticari nar sularının toplam fenolik içerikleri ve antioksidan aktiviteleri

Örnek	Toplam Fenolik (mg GAE/L)	DPPH (% inhibisyon)	FRAP (mmol/L Fe ⁺²)
A	6087 ± 207	43,89 ± 8,16	87,89 ± 12,76
B	2602 ± 16	25,19 ± 0,47	40,14 ± 6,06
C	4993 ± 239	30,80 ± 9,52	82,87 ± 10,53
D	7846 ± 191	48,49 ± 4,95	109,9 ± 13,70
E	144 ± 80	10,37 ± 2,69	18,34 ± 9,21
F	100086 ± 85	67,46 ± 2,54	121,8 ± 8,30
G	4335 ± 85	32,35 ± 0,52	72,66 ± 9,25

Çeşitli araştırmacılar nar suyunun antioksidan kapasitesinin kırmızı şarap ve yeşil çaydan yaklaşık 3 kat; üzüm, yabanmersini ve portakal suyundan sırasıyla 2, 6 ve 8 kat fazla olduğunu ifade etmişlerdir (Gil ve ark. 2000, Azadzo ve ark. 2005, Rosenblat ve Aviram 2006).

Narın temel besin bileşenlerinden suda çözünür C vitaminini (askorbik asit) yüksek miktarda içerdiği bildirilmiştir (Drouin ve ark. 2011). Olgun misket limonu, limon, greylifurt, karpuz, kavun ve nar meyvelerinden elde edilen meyve sularının askorbik asit konsantrasyonunun 0,0587 ile 0,709 g/100 mL arasında değiştiği ve en yüksek konsantrasyonun greylifurta, en düşük konsantrasyonun ise narda saptandığı belirtilmiştir (Al-Musharfi ve ark. 2015).

Opara ve ark. (2009) tarafından Oman bölgesine ait beş farklı nar türü üzerinde yapılan bir çalışmada tanelerin C vitamini içeriğinin çekirdekli taze ağırlık üzerinden 52,8 ile 72,0 mg/100 g arasında; kabukların ise 76,8 mg ile 118,4 mg/100 g arasında değiştiği;

kabuk kısmının C vitamini içeriğinin tane kısmından %24,4 ile %97,0 arasında değişen oranlarda daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Mena ve ark. (2011) ise farklı türlere ait nar sularının C vitamini içeriğinin 80 ile 200 mg/L arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

C vitamininin degradesyonu ile askorbik asit furfuralin hidrosimetilen'e dönüşmekte ve bunun sonucunda enzimatik olmayan esmerleşme ile kahverengi renk oluşumu görülmektedir. Ayrıca C vitamini varlığı antosiyanin stabilitesini olumsuz etkilemekte olup C vitamini kaybı ile antosiyanin stabilitesi artmaktadır. Bu nedenle C vitamini konsantrasyonunun belirlenmesi, son ürünün teknolojik olarak değerlendirilmesi açısından önem teşkil etmektedir (Martí ve ark. 2002, Martí ve ark. 2009).

Nar suyunun vitamin B aktivitesine sahip bileşikleri yüksek miktarda içerdiği ve nar suyunda 5,73 mg/L riboflavin ve 48,5 mg/L tiamin bulunduğu bildirilmiştir (Botrus ve ark. 1984, Cemerioğlu ve ark. 1992).

Tüfekci ve Fenercioğlu (2010) tarafından nar suyu, elma suyu, portakal suyu ve üzüm suyunun mineral madde içeriklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada en yüksek potasyum içeriğinin nar suyunda olduğu saptanmıştır (Çizelge 2.18).

Çizelge 2.18. Bazı meyve sularının mineral madde içeriği (mg)

Örnekler	K	Mg	P	Na	Ca
Elma suyu	925,7-726,5	74,8-46,5	66,2-56,7	60,5-26,2	162,2-55,4
Nar suyu	1928,9-1307,6	98,0-47,3	132,3-70,7	101,9-42,9	146,5-19,2
Portakal suyu	1690,5-1510,5	126,7-95,0	176,0-148,9	44,3-19,0	169,6-89,7
Üzüm suyu	787,2-700,9	119,1-70,6	159,9-107,5	167,5-31,5	197,7-105,4

2.6.2. Nar yan ürünleri

Nar suyu üretimi sırasında önemli miktarda nar kabuğu ve çekirdekten oluşan posa açığa çıkmaktadır. Gıdaların endüstriyel işlenmesi sırasında oluşan yan ürünler arasında nar suyu işleme atıkları, içermiş oldukları biyoaktif bileşiklerin, özellikle fenolik maddelerin, çeşitliliği ve miktarı açısından nutrasötik ve terapötik potansiyele sahiptir. Sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğu bilinen bu bileşiklerin tanımlanması ve etki

mekanizmalarının anlaşılabilmesi için *in vivo* ve *in vitro* çalışmalar sürdürülmektedir. Meyve suyu, kabuk, çekirdek, çiçek, yaprak ekstraktlarının yüksek antioksidatif etkiye sahip olduğu ve bu nedenle de diyabet, kalp hastalığı ve kanser gibi birçok hastalığın tedavisinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

2.6.2.1. Nar çekirdeği

Nar meyvesi meyve ağırlığının %9,3-57,5'i arasında değişen oranda çekirdek içermektedir. Bu oran çeşit, coğrafi konum, büyüme koşulları, olgunluk aşaması gibi faktörlere bağlıdır (Al-Maiman ve Ahmad 2002, Tehranifar ve ark. 2010, Gözlekçi ve ark. 2011, Habibnia ve ark. 2012).

Nar çekirdeği ağırlık üzerinden %27,2 yağ, %13,2 protein, %4,7 karbonhidrat, %35,3 ham selüloz, %6 pektin ve %2,0 oranında nem içermektedir. Potasyum, magnezyum, demir, çinko, mangan bakımından zengin olan nar çekirdeğinde potasyum hariç diğer mineraller nar suyuna göre daha yüksek oranda bulunmaktadır (El-Nemr ve ark. 1990, Dalimov ve ark. 2003, Miguel ve ark. 2004, Gölükcü ve ark. 2005, Liu ve ark. 2009). Çekirdeğin içerdiği %12-20 oranındaki yağ bitkisel yağ üretiminde kullanılan çığit (%18-25) ve soya (%18-22)'daki yağ oranına yakındır (Kayahan 2004, Hernández ve ark. 2011, Eikani ve ark. 2012).

Nar çekirdeğine atfedilen antioksidan, antikarsinojen, antifungal ve antienflamatuar gibi özellikler polifenoller başta olmak üzere çeşitli biyoaktif bileşikler ile ilişkilendirilmektedir (Balasundram ve ark. 2006, Lansky ve Newman 2007, Tehranifar ve ark. 2011). Narın meyve, kabuk ve yaprak kısımlarında olduğu gibi çekirdek de zengin fenolik madde içeriğine sahiptir. Çekirdekte toplam polifenol miktarı 89,2 mg GAE/100 g tespit edilirken, bu değer pulp, kabuk ve yaprakta sırasıyla 164,4, 311,3 ve 359,6 mg GAE/100 g olarak bulunmuştur (Pande ve Akoh 2009). Çekirdek polifenollerin önemli bir kısmını hidroksibenzoik asitler (gallik asit, elajik asit, 3,3'-dimetil elajik asit, 3,3,4'-trimetil elajik asit), hidroksisinamik asitler (kafeik asit ve *p*-kumarik asit), izoflavonlar (genistein, daidzein) ve fenil alifatik glikozitler ile güçlü antioksidan özellik gösteren lignin türevleri (Coniferyl-9-O- $[\beta$ -Dapiofuranosyl (1 \rightarrow 6)-O- β -D-glucopyranoside, Sinapyl-9-O- $[\beta$ -D-apiofuranosyl (1 \rightarrow 6)-O- β -D

glucopyranoside, Phenylethyl rutinoside, Icariside D1) oluşturmaktadır (Prakash ve Prakash 2011).

Nar çekirdeği yağı %99 oranında triaçilgliserollerden oluşmaktadır. Nar çekirdeği yağı %65-80 oranında konjuge yağ asitleri içermekte olup bunlar arasında en önemli yağ asidinin linolenik asidin geometrik izomeri olan 9-trans, 11-cis, 13-trans-oktadekatrienoik asit, yani “punisik asit (c9,t11,c13-18:3)”, olduğu bildirilmektedir (Abbasi ve ark. 2008a, Sassano ve ark. 2009, Eikani ve ark. 2012). Konjuge yağ asitlerinin yaklaşık %15’ini ise oleik asit, linoleik asit ve konjuge linoleik asit (CLA) gibi diğer izomerler oluşturmaktadır (Lansky ve ark. 2005, Fadavi ve ark. 2006, Jing ve ark. 2012, Liu ve ark. 2012).

Fernandes ve ark. (2015) İspanya’da yetiştirilen dokuz farklı nar kültürüne (CG8, Cis 127, Mollar de Elche, Parfianka, Katirbasi, Valenciana, White, Wonderful 1 ve Wonderful 2) ait çekirdeklerin yağ bileşimini incelemiştir. Sonuçlara göre, toplam yağ içeriği %4,44-13,70 arasında değişmiştir. Yağ asitlerinin %91,8-94,2’sini çoklu doymamış yağ asitleri (polyunsaturated fatty acids; PUFAs) oluşturmuştur. Punisik asit, tüm türlerde %77,3-83,6 ile en yüksek oranda bulunan yağ asidi olarak belirlenmiştir. Punisik asidi, linoleik asit (%3,9-5,4) ve oleik asit (%3,1-5,7) izlemiştir. Doymuş yağ asit oranı, %4,9-7,3 arasında değişmekte olup palmitik asit (%3,1-4,0) en belirgin doymuş yağ asidi olarak saptanmıştır. Doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranının yüksek olduğu ve 12,6 ile 19,2 arasında değiştiği ifade edilmiştir.

PUFA içeriğince zengin yağların tüketimi kolorektal, göğüs, kolon ve prostat kanseri gibi kanser türlerine karşı koruyucu etki göstermekte, özellikle omega-3 ve -6 gibi temel yağ asitleri plazma triaçilgliserol ve LDL kolesterol seviyesini düşürerek kardiyovasküler rahatsızlıkların giderilmesinde önemli rol oynamaktadır (Kohno ve ark. 2004, Gerber ve ark. 2005, Fadavi ve ark. 2006, Yamasaki ve ark. 2006, Dubois ve ark. 2007, Guo ve ark. 2007, Lansky ve Newman 2007). Bununla birlikte nar çekirdeği yağının özellikle epidermin yenilenmesinde deri onarımını olumlu yönde etkilediği (Aslam ve ark. 2006); antioksidan ve eikozanoid enzim inhibisyonu özellikleri ile lipid peroksidasyonunu engellediği ve gentamisin kaynaklı nefrotoksisite karşı koruyucu etki gösterdiği bildirilmiştir (Tong ve ark. 2006, Yamasaki ve ark. 2006, Meerts ve ark.

2009, Asadpour ve ark. 2010, Melo ve ark. 2010, Park ve ark. 2010, Qu ve ark. 2010, Eikani ve ark. 2012).

Konjuge yağ asitleri, konjuge çift bağ içeren çoklu doymamış yağ asitlerinin pozisyonel ve geometrik izomerlerini ifade eden genel bir terimdir. Konjuge linoleik asit (CLA) de dahil olmak üzere konjuge çoklu doymamış yağ asitleri hayvansal kaynaklarda az oranlarda bulunmakta, ancak özellikle C18-trien veya C18-tetraen formundaki konjuge linolenik asitleri (CLNA) birçok çekirdek yağında toplam yağ asitlerinin %40-80'ini oluşturmaktadır. Konjuge tetraen yağ asitlerinden en çok bilinen α -parinarik asit (c9,t11,t13,c15-18:4) ve geometrik izomerleri Makita ağacı (*Parinarium laurinum*) tohumlarında bulunmaktadır (Bohlin ve ark. 2003, Özgül-Yücel 2005). Linoleik asitin konjuge formu olan CLA'nın, ateroskleroz, obezite, kanser ve hipertansiyon gibi hastalıklara karşı olumlu fizyolojik etkileri olduğu bildirilmektedir (Arao ve ark. 2004).

CLNA, oktadekatrienoik asidin (C18:3) izomeridir; Δ -9,11,13- ve Δ -8,10,12- olmak üzere iki pozisyonel izomeri ve her iki izomerin de cis- ve trans- geometrik izomerleri bulunmaktadır (Nagao ve Yanagita 2005). CLNA'nın güçlü antioksidan aktivitesinin, CLA izomerlerine dönüşebilmesinden ve hızlı bir şekilde reaktif oksijen türlerine dönüşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Tsuzuki ve ark. 2004). Soğuk preslenmiş nar çekirdeği yağının yağ asiti bileşimi ve flavonoid içeriğinden dolayı siklooksijenaz ve lipoksijenaz gibi pro-enflamatuar enzimleri inhibe ederek yeşil çayın antioksidan aktivitesine yakın antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Suzuki ve ark. 2001, Mizushina ve ark. 2004, Cao ve ark. 2006).

Nar çekirdeği yağının obezite üzerindeki etkilerinin araştırıldığı birçok çalışmada nar çekirdeği yağı takviyesi yapılan farelerde toplam ağırlık kazancı ile leptin, insülin ve plazma adiponektin konsantrasyonunda azalma olduğu tespit edilmiştir (McFarlin ve ark. 2009, Vroegrijk ve ark. 2011, Al-Muammer ve Khan 2012). Obez hiperlipidemik farelerin diyetlerine punisik asit içeriği yüksek nar çekirdek yağı ilave edildiğinde karaciğerde triaçilgliserol birikiminin azaldığı belirlenmiştir (Arao ve ark. 2004).

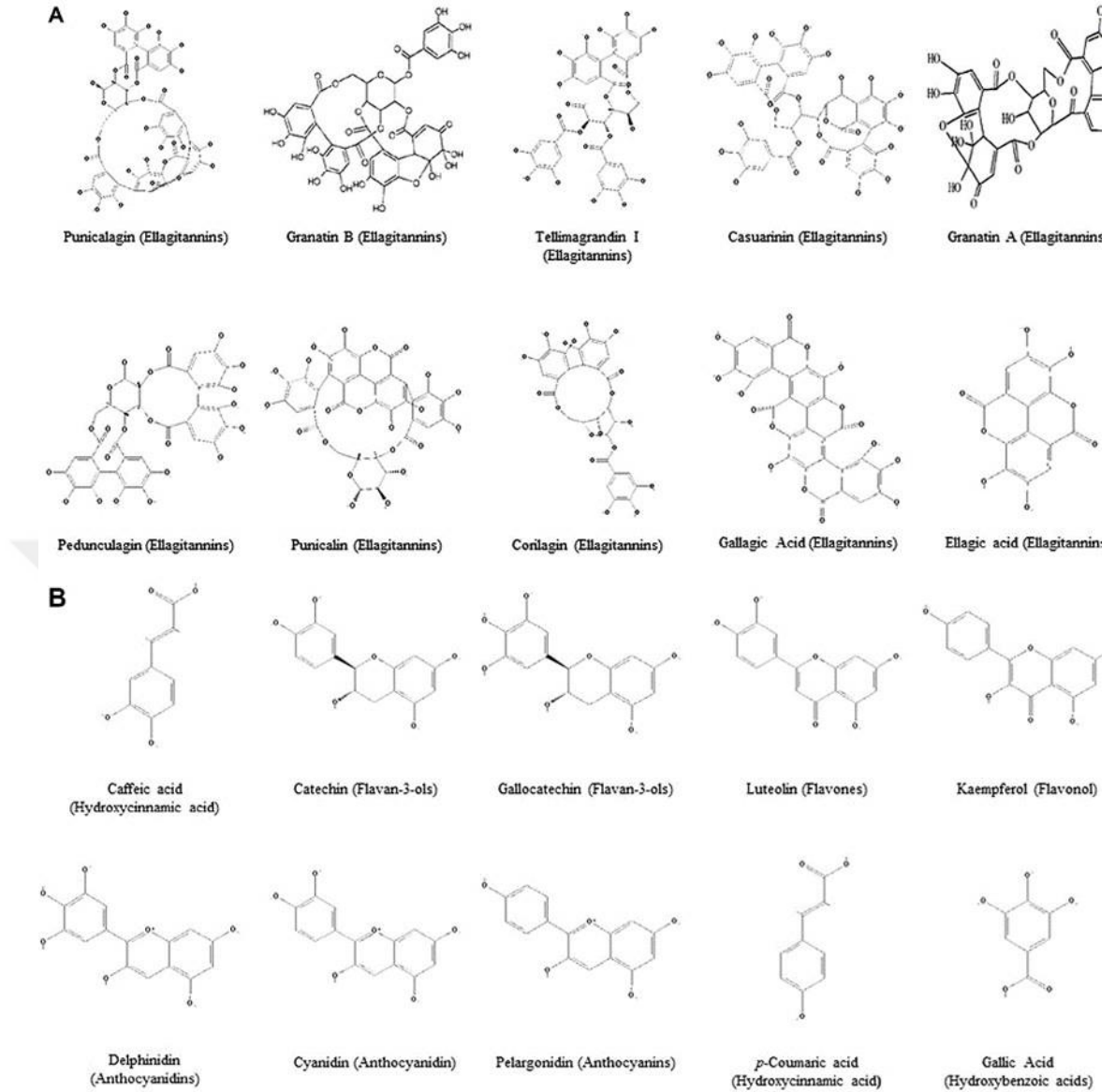
Nar çekirdeğinde yüksek miktarda β -sitosterol, stigmasterol, kampesterol gibi steroller ile γ -tokoferol, 17- α -östradiol, östron, östriol gibi steroidlerin olduğu vurgulanmıştır (Lansky ve ark. 2005). Bir çalışmada üç farklı nar türüne ait çekirdek yağının fitosterol

içeriğinin 4089-6205 mg/kg ile soya yağından (1504 mg/kg) 3-4 kat daha fazla olduğu; en fazla bulunan fitosterol bileşiğinin β -sitosterol olduğu ve toplam fitosterollerinin %80'ini oluşturduğu; diğer önemli fitosterollerin ise kampesterol (357,84-527,91 mg/kg), stigmasterol (182,22-288,44 mg/kg) ve Δ -5 avenasterol (117-170 mg/kg) olduğu belirlenmiştir (Kaufman ve Weisman 2007). En yüksek oranda bulunan steroid bileşenin 17 mg/kg kuru çekirdek ağırlığı ile östrojen (östron, östradiol, östriol) olduğu bildirilmiştir (Abbasi ve ark. 2008b).

Nar suyu ve konsantre endüstrisi yan ürünü olarak önemli miktarlarda üretilen nar çekirdeğinin farmasötik ve nutrasötik özelliklerinden dolayı hayvan yemi olarak kullanımının yerine gıda endüstrisinde katkı maddesi olarak ya da ticari kozmetik ürünlerde kullanımı son yıllarda ön plana çıkmaktadır (Calvo ve ark. 2010, Mohagheghi ve ark. 2011, Goula ve Adamopoulos 2012, Çam ve ark. 2013).

2.6.2.2. Nar kabuğu

Nar türüne bağlı olarak sarıdan pembe ve parlak kırmızıya kadar farklı renklere sahip olan nar kabuğu meyve ağırlığının yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır (Seeram ve ark. 2006b). Nar kabuğu yüksek molekül ağırlıklı fenolikler, elajitanenler, proantosiyanidinler, kompleks polisakkaritler, flavonoidler ve mikroelementler için zengin ve doğal bir kaynaktır (Şekil 2.13). Nar kabuğunun antimikrobiyel, antioksidan, antimutajenik ve apoptotik aktivite gösterdiği; böbrek ve karaciğer fonksiyonlarını geliştirdiği bildirilmektedir (Li ve ark. 2006, Ricci ve ark. 2006, Tezcan ve ark. 2009, Ibrahim 2010, Dikmen ve ark. 2011, Hayrapetyan ve ark. 2012, Prakash ve ark. 2013).



Şekil 2.13. Nar kabuğunda bulunan bazı bileşenlerin kimyasal yapıları

Nar meyve kabuğu meyvenin diğer bölümleri ile karşılaştırıldığında fenolik bileşenler (özellikle hidrolize olabilen tanenler) bakımından önemli bir kaynak olabileceği belirlenmiştir (Çizelge 2.19; İbrahim 2010, Akhtar ve ark. 2015). Monomerik fenoliklerin hakim olduğu nar kabuğu ve mezokarp sırasıyla 27-172 ve 32-263 g/kg ile yüksek konsantrasyonda hidrolize olabilen tanen içermektedir (Fischer ve ark. 2013b). Kabukta bulunan elajitanenler hidrofilik özelliklerinden dolayı işleme sırasında nar suyuna geçmektedir (Panichayupakarananta ve ark. 2010).

Çizelge 2.19. Nar kabuğu ekstraktının polifenolik bileşikleri ve toplam fenolik madde (TFM) içeriği

Polifenolik bileşikler (mg/g)				TFM (mg/g)		
Punikalajin	296	Delfinidin	34	Sinnamik asit	42	867
Punikalin	15	Pelargonidin	21	Kumarik asit	32	
Elajik asit	18	Kuersetin	40	Ferulik asit	28	
Gallik asit	71	Kamferol	62	Sinapik asit	17	
Siyanidin	26	Luteolin	33	Kafeik asit	11	

Meyve içeriğindeki antosiyanidinlerin %30'u kabuk kısmında yoğunlaşmıştır. Kabuk renginden de sorumlu olan bu bileşiklerin konsantrasyonu meyvenin çeşidine ve gelişim aşamalarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Fischer ve ark. 2011, Kumari ve ark. 2012, Zhao ve ark. 2013).

Meyve kabuklarının bileşiminde mannoz, galaktoz, ramnoz, arabinoz, glikoz gibi polisakkaritler ve galakturonik asit gibi organik asitler de belirlenmiştir (Özkal ve Dinç 1993).

Hasnaoui ve ark. (2014) nar kabuklarının çözünür polifenol bileşik içeriğinin yüksek olduğunu ve türe göre 205 ile 276 mg GAE/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yüksek polifenol içeriğine paralel olarak nar kabuğu ekstraktının yüksek antioksidan aktivite gösterdiği; antiradikal aktivitenin 2018,44-2696,50 μmol Troloks/g; indirgeyici güç değerinin 1604,85-2079,53 μmol Troloks/g ve DPPH metodu ile belirlenen çözünmez özellikteki polifenol bileşiklerin antioksidan aktivite değerinin 13-22,89 μmol Troloks/g olduğu belirlenmiştir.

Holland ve ark. (2009) kültivasyon koşullarına bağlı olarak nar kabuğundaki fenolik bileşik miktarının yani biyoaktivitenin değiştiğini vurgulamışlardır.

Fawole ve ark. (2012) Güney Afrika'da yetiştirilen yedi farklı ticari nar kültürüne ait kabukların (Arakta, Bhagwa, Ganesh, Herskawitz, Molla de Elche, Ruby ve Wonderful) fenolik bileşen içeriği, DPPH ve FRAP yöntemleriyle antioksidan aktiviteleri ile demir iyonu şelatlama aktivitelerini incelemişlerdir (Çizelge 2.20 a, b).

Çizelge 2.20a. Güney Afrika’da yetişen yedi farklı nar çeşidine ait metanolik kabuk ekstraktlarının fenolik içeriği

Çeşit	Toplam Fenolik (mg GAE/g KM)	Toplam Flavonoid (mg KE/g KM)	Toplam Gallotanen (µg GAE/g DM)	Toplam Antosiyanin (µg S ₃ gE/g KM)
Arakta	187,4 ± 6,44	103,0 ± 1,86	783,6 ± 65,11	289,7 ± 1,63
Bhagwa	224,1 ± 6,86	112,6 ± 1,51	697,7 ± 42,92	312,6 ± 1,25
Ganesh	295,5 ± 23,91	121,1 ± 3,12	777,2 ± 34,28	65,1 ± 1,00
Herskawitz	198,1 ± 9,22	101,0 ± 1,02	530,1 ± 33,86	195,9 ± 2,25
Molla de Elche	179,3 ± 4,60	99,5 ± 2,94	560,3 ± 62,08	58,5 ± 1,27
Ruby	218,2 ± 4,53	126,0 ± 0,57	326,0 ± 35,28	111,7 ± 3,51
Wonderful	189,1 ± 3,79	97,8 ± 2,10	466,3 ± 69,4	322,2 ± 11,90

GAE, gallik asit eşdeğeri; *KE*, kateşin eşdeğeri; *S₃gE*, siyanidin-3-glikozit; *KM*, kurumadde

Çizelge 2.20b. Güney Afrika’da yetişen yedi farklı nar çeşidine ait metanolik kabuk ekstraktlarının antioksidan aktivitesi

Çeşit	DPPH (%)			Demir (II) İyonların Şelatlama Akt. (%)			FRAP (abs. 593 nm)		
	1000 µg/mL	100 µg/mL	10 µg/mL	1000 µg/mL	100 µg/mL	10 µg/mL	1000 µg/mL	100 µg/mL	10 µg/mL
Arakta	83,54 ± 0,31	13,35 ± 0,98	5,55 ± 0,06	79,44 ± 0,21	49,94 ± 0,89	37,32 ± 1,82	1,19 ± 0,03	0,52 ± 0,02	0,11 ± 0,00
Bhagwa	73,02 ± 0,26	12,34 ± 0,73	1,37 ± 0,34	84,96 ± 1,43	65,54 ± 1,09	18,83 ± 0,22	1,03 ± 0,28	0,38 ± 0,00	0,04 ± 0,01
Ganesh	83,56 ± 0,05	16,70 ± 0,83	2,42 ± 0,99	82,98 ± 0,18	65,82 ± 0,51	15,80 ± 0,52	1,47 ± 0,04	0,73 ± 0,12	0,08 ± 0,01
Herskawitz	78,06 ± 0,71	15,18 ± 0,97	2,71 ± 0,77	87,82 ± 0,57	69,97 ± 0,25	34,32 ± 2,45	1,29 ± 0,04	0,34 ± 0,01	0,08 ± 0,02
Molla de Elche	71,65 ± 0,08	10,59 ± 0,18	1,61 ± 0,08	86,59 ± 0,90	70,57 ± 0,43	47,24 ± 1,34	1,47 ± 0,11	0,33 ± 0,05	0,03 ± 0,00
Ruby	83,34 ± 0,51	19,67 ± 2,24	4,10 ± 2,24	83,58 ± 0,62	53,39 ± 1,29	47,25 ± 0,66	1,18 ± 0,02	0,38 ± 0,00	0,08 ± 0,01
Wonderful	74,19 ± 1,05	12,22 ± 3,13	3,01 ± 0,47	89,67 ± 0,72	71,02 ± 0,38	49,65 ± 1,26	1,32 ± 0,16	0,33 ± 0,01	0,06 ± 0,00
Askorbik a.	67,02 ± 0,06			62,15 ± 0,98					
Troloks									0,82 ± 0,03

Li ve ark. (2006) nar kabuklarının 249,4±17.2 mg/g fenolik madde içerirken, pulpun sadece 24,4±2.7 mg/g fenolik madde içerdiğini bildirmişlerdir (Çizelge 2.21). Metanol, aseton, etanol ve su karışımı ile ekstrakte edilen nar kabuğu ekstraktının antioksidan aktivitesinin her bir çözücü ile ayrı ayrı ekstrakte edilen nar kabuğu ekstraktlarına oranla daha yüksek olduğunu; bu durumun antioksidan özellikli bileşiklerin farklı çözücülerde farklı çözünme özelliği göstermelerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Çizelge 2.21. Nar pulpu ve kabuk ekstraktında bulunan antioksidan bileşikler

Ekstrakt	Verim (%)	Fenolikler(mg/g)	Flavonoidler (mg/g)	Proantosiyandinler (mg/g)	Askorbik asit (mg/g)	Water (%)
Pulp	14,5 ± 1,7	24,4 ± 2,7	17,2 ± 3,3	5,3 ± 0,7	0,85 ± 0,02	10,9 ± 1,1
Kabuk	31,5 ± 3,0	294,4 ± 17,2	59,1 ± 4,8	10,9 ± 0,5	0,99 ± 0,02	8,0 ± 0,8

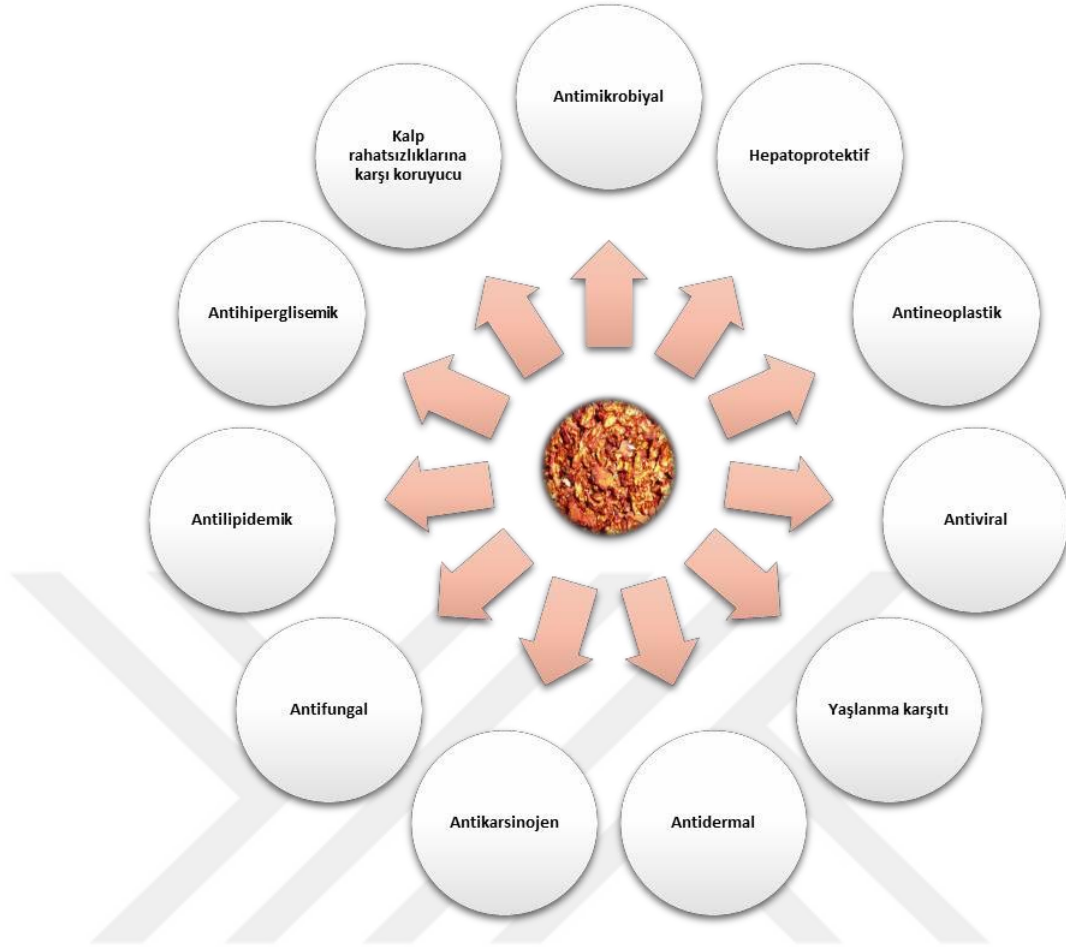
Fenolikler, tannik asit eşdeğeri; flavonoidler, rutin eşdeğeri; proantosiyanın, kateşin eşdeğeri

Farklı konsantrasyondaki (10, 20, 40 ve 80 mg/mL) çözücüler (etil asetat, aseton, metanol ve etanol) ile ekstrakte edilmiş nar kabuğu ekstraktlarının fosfomolibdenyum yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivite değerleri Çizelge 2.22’de verilmiştir. Pozitif kontrollerin (askorbik asit ve BHT) DPPH radikalini inhibe etme yüzdeleri sırasıyla sırasıyla %91,1 ve %85,6’dır. Metanol, aseton, etanol ve etil asetat ekstraktlarının DPPH radikalini inhibe etme yüzdeleri ise sırasıyla %90,53, %86,4, %83,2 ve %16,2 olup etil asetat diğer ekstraktlara nispeten daha düşük inhibe edici etki göstermiştir (Zahin ve ark. 2010).

Çizelge 2.22. Nar kabuğu ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri

Konsantrasyon (µg/mL)	Etil asetat	Aseton	Metanol	Etanol
10	458,2 ± 2,1	754,5 ± 13,5	1916,9 ± 12,9	1041,9 ± 17,8
20	607,6 ± 5,4	1173,3 ± 12,4	2884,5 ± 15,3	1692,3 ± 15,0
40	758,9 ± 8,7	1867,7 ± 14,6	4202,0 ± 43,7	2496,9 ± 10,2
80	862,8 ± 2,4	2481,6 ± 17,6	5067,7 ± 34,6	3323,0 ± 42,0

Nar kabukları çok eski zamanlardan beri geleneksel tıpta antihelmintik ve antiparazitik olarak ya da kolit, baş ağrısı, aft, ülser, ishal ve dizanteri tedavisinde kullanılmaktadır (Kirthikar ve Basu 2000, Ajaikumar ve ark. 2005). Nar kabuğu ve nar kabuğu ekstraktlarının serbest radikal süpürücü, antimikrobiyel, antienflamatuvar, antialerjik, antikarsinojenik, antiaterojenik ve antimutajenik özellikleri ile hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde olumlu etkiler gösterdiği klinik çalışmalar ile kanıtlanmıştır (Şekil 2.14; Toi ve ark. 2003, Sestili ve ark. 2007, Aviram ve ark 2008, Panichayupakarananta ve ark. 2010, Zahin ve ark. 2010, Malviya ve ark. 2014).



Şekil 2.14. Nar kabuğunun fonksiyonel özellikleri

Fenolik maddelerce zengin nar kabuğu ekstraktının yüksek yağlı diyet ile beslenen farelerde, özellikle obezite riski ile ilişkilendirilen, bağırsak mikrobiyotası üzerine probiyotik etkisi incelenmiştir. Kabuk ekstraktı kör bağırsak bifidobakteri sayısını arttırmış; serum kolesterol seviyesini (LDL/HDL) azaltmış; ancak kilo alımı, glisemi ve glikoz toleransı üzerinde etkili olmamıştır (Neyrinck ve ark. 2013).

Nar kabuklarının hidroalkolik ekstraktlarının normal ve diyabetik sıçanlarda kan şekeri seviyesini düşürerek antidiyabetik aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Najafzadeh ve ark. 2011, Gautam ve Sharma 2012).

Metanolik nar kabuğu ekstraktlarının ise *in vivo* gastrik ülser seviyesini düşürerek antiülser aktivitesi gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca lipid peroksidasyonunu inhibe ettiği ve süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon ve glutatyon peroksidaz gibi

antioksidan özellikli bileşiklerin seviyesini arttırdığı gözlenmiştir (Ajaikumar ve ark. 2005).

Nar kabuğu ekstraktlarının *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Penicillium italicum*, *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* ve *Pseudomonas stutzeri* gibi bakteriler üzerinde antimikrobiyel özellik gösterdiği belirlenmiştir (Al-Zoreky 2009, Devatkal ve ark. 2011, Tehranifar ve ark. 2011).

Dahham ve ark. (2010) tarafından nar kabuğu, çekirdeği, nar suyu ve bütün meyve ekstraktının çeşitli bakteri ve küfler üzerindeki antimikrobiyel etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, kabuk ekstraktının en yüksek antimikrobiyel aktiviteyi gösterdiği; bakteri ve küfler arasında en yüksek antimikrobiyel aktiviteyi ise *Staphylococcus aureus* ve *Aspergillus niger* gelişimi üzerinde gösterdiği bulunmuştur.

Başka bir çalışmada nar kabuğu, çekirdeği, nar suyu ve bütün meyve ekstraktlarının bakteri ve küfler üzerinde antibakteriyel potansiyelleri incelenmiş ve tanen içeren ekstraktların patojen gelişimini engellediği ve bunların neden olduğu toksisitenin tedavisi ya da önlenmesinde ekstraktların kullanılabileceği bildirilmiştir (Parseh ve ark. 2012).

Nar kabuğu ve nar kabuğu ekstraktı, nutrasötik özellikleri dışında antioksidan, antimikrobiyel, renklendirici ve tatlandırıcı olarak gıda maddelerinde kalitenin geliştirilmesi ve raf ömrünün uzatılması amacıyla doğal katkı maddesi olarak kullanılabilmektedir (Naveena ve ark. 2008, Kanatt ve ark. 2010, Ismail ve ark. 2012, Qu ve ark. 2012).

Nar kabuğu içerdiği elajitanenler gibi çeşitli hidrolize olabilen tanenler nedeniyle gıda takviyelerinde doğal antioksidan katkı maddesi olarak düşünülmektedir (Akhtar ve ark. 2015). Ancak neden oldukları buruk tat nedeniyle tüketiciler tarafından duyuşal olarak kabul edilebilirlikleri oldukça düşüktür (Akpınar-Bayizit ve ark. 2012, Syed ve ark. 2013, Ismail ve ark. 2014, Sharma ve ark. 2014). Burukluk, önemli besinsel ve etnofarmakolojik potansiyeline rağmen narın gıdalarda katkı maddesi olarak kullanımında sınırlayıcı faktör olarak belirtilmektedir. Nar kabuğunun neden olduğu

burukluk hissi tanen-tükürük glikoprotein komplekslerinin oluşumuna bağlıdır. Histidin ve prolin açısından zengin proteinlerin oral yolla alımı sonucunda tanenler proteinler ile kompleks oluşturarak ağız boşluğu içinde çökmektedir (Kallithraka ve ark. 2001, Dinnella ve ark. 2009).

Yapılan çalışmalarda bitkilerin fenolik bileşik ve türevlerinin radikal süpürücü ve metal şelatlama özelliklerine bağlı antioksidan kapasitesi detaylı bir şekilde incelenmiştir. Nar kabuğunun süperoksit anyonu, hidroksil ve peroksil radikallerini süpürme aktivitesinin ve CuSO_4 ile indüklenen LDL oksidasyonunu inhibe edici etkisinin nar suyundan daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Li ve ark. 2006). Gıda maddelerinde antioksidan aktivite ve uzun raf ömrü ile ilişkilendirilen polifenoller gibi doğal bileşenlerin varlığı, sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı tüketici kabul edilebilirliğini, teknolojik açıdan ise gıdaların oksidatif stabilitesini arttırabilmektedir (Rummun ve ark. 2013, Viuda-Martos ve ark. 2013).

Nar kabuğunun gıda endüstrisindeki uygulamaları üzerine yapılan çalışmalar sınırlı sayıda olmakla birlikte Kanatt ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, nar kabuğu ekstraktının tavuk eti ve ürünlerinde raf ömrünü uzattığı ve oksidatif ransiditenin kontrolünde etkili olduğu belirlenmiştir. DPPH radikalini süpürme aktivite yöntemi ile nar kabuğu ekstraktının IC_{50} değeri $4,9 \mu\text{g/mL}$ olarak tespit edilmiş ve bütillenmiş hidroksitolüenden ($\text{IC}_{50}=21,2 \mu\text{g/mL}$) daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiği ifade edilmiştir.

Nar ısı direnç gösterdiğinden dolayı gıda işlemede ısı işlemlere karşı dayanıklı olduğu düşünülmektedir. Nar kabuğu tozu ilave edilerek sıcak hava fırınında iç sıcaklığı 80°C 'ye gelene kadar (yaklaşık 170°C de 15 dakika) ısıtılan, düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) bir torba içinde ambalajlanan pişmiş keçi eti köfteleri 4°C 'de 12 gün depolanmış ve duyusal özelliklerini korumuştur (Devatkal ve ark. 2010). Benzer şekilde ambalajlanan çiğ keçi eti köfteleri ise 4°C 'de 6 gün duyusal özelliklerini koruyabilmiştir (Devatkal ve Naveena 2010).

Naveena ve ark. (2008) pişmiş tavuk köftesinde nar suyu, nar kabuğu ekstraktı ve BHT'nin antioksidan potansiyelini değerlendirilmiştir. Nar suyu ve nar kabuğu ekstraktı ilave edilen köftelerde tannik asit eşdeğeri cinsinden toplam fenolik içeriğinin 152

$\mu\text{g/g}$ 'dan sırasıyla 195 ve 224 $\mu\text{g/g}$ 'a yükseldiği ve ilave edilen ekstraktların köftelerin duyuusal özelliklerini etkilemediği belirlenmiştir. Kontrol örneğinde kg başına mg malondialdehit cinsinden tiyobarbiturik asit reaktif madde (TBARS) değeri 1,272 iken; nar suyu, nar kabuğu ekstraktı ve BHT ilave edilen köftelerde tiyobarbiturik asit reaktif madde değerlerinin önemli ölçüde azaldığı ve sırasıyla 0,896, 0,763 ve 0,203 olduğu tespit edilmiş; lipid oksidasyonunu en yüksek oranda nar kabuğu ekstraktının inhibe ettiği gözlenmiştir.

Barbunya balığının nar kabuğu ekstraktı uygulaması ile lipid oksidasyonuna karşı stabilitesinin arttığı bildirilmiştir (Paari ve ark. 2012).

Dondurmaya nar kabuğu ekstraktı ilave edilerek probiyotik *Lactobacillus casei* Shirota'nın gelişimini olumsuz yönde etkilemeden toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite artırılmıştır (Sağdıç ve ark. 2012).

El-Said ve ark. (2014) nar kabuğu ilave edilen yoğurdun antioksidan ve organoleptik özelliklerinin değerlendirildiği çalışmalarında %25'in üzerinde nar kabuğu ekstraktı ilavesiyle yoğurdun antioksidan aktivitesini artırılabilceğini, ancak bu oranın üzerinde önemli bir farklılığın olmadığını gözlemlemişlerdir. Bununla birlikte görünüş, yapı, tekstür, tat gibi duyuusal özelliklerde önemli bir değişikliğin olmadığını belirtmişlerdir. Nar kabuğu ekstraktı starter kültür ile inokülasyon öncesinde ilave edildiğinde yoğurdun antioksidan aktivitesinin inokülasyondan sonrasına göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Çam ve ark. (2013) %0,1-0,4 oranında nar kabuğu ekstraktı ilave edilen dondurmaların, duyuusal özelliklerinde herhangi bir değişiklik olmadan fenolik bileşen içeriğindeki artışa bağlı olarak antioksidan ve antidiyabetik aktivite kazandığını bildirmişlerdir.

Reçel, meyve suları ve şaraplara nar kabuğu ekstraktının eklenmesi sonucu serbest radikal süpürücü ve ürünün stabil özellikleri ile fenolik, flavonoid ve tiyol konsantrasyonunda önemli derecede artış görülmüştür (Ventura ve ark. 2013, Wasila ve ark. 2013).

Salgado ve ark. (2012) domates, portakal ve ilek suyu gibi meyve sularına %0,5 oranında nar kabuğu ekstraktı ilave edildiğinde antioksidan içeriğin zenginleştiğini bildirmektedir.

Diğer bir çalışmada ise buğday ekmeğine %2,5 oranında nar kabuğu ekstraktı ilavesi ile oksidatif stabilitenin arttığı tespit edilmiştir (Altunkaya ve ark. 2013).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Nar

Bu çalışmada, materyal olarak Hicaznar ve Wonderful olmak üzere iki farklı nar çeşidi kullanılmıştır. 2015 yılı Ocak ayında Hicaznar çeşidi Adana Tuzla bölgesinden, Wonderful çeşidi Bursa Alara firmasından temin edilmiştir (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. “Wonderful” ve “Hicaznar” çeşitlerinin alındığı bölgeler

Çeşit	Bölge	Koordinatlar (Enlem-Boylam-Rakım)
Wonderful	Çukurcaköy-Osmangazi	Enlem: 40° 14' Boylam: 29° 01' Rakım: 92 m
Hicaznar	Tuzla-Adana	Enlem: 36° 41' Boylam: 35° 05' Rakım: 3 m

“Wonderful” verimliliği, kalite özellikleri, depolamaya dayanıklı olması ve adaptasyon yeteneği ile Kaliforniya’da ticari olarak yetiştirilen başlıca nar çeşididir. Bu cinse ait meyveler iri, koyu mor-kırmızı renkli, parlak görünümlüdür. Taneleri sert yapıda değildir; koyu kırmızı renkli, mayhoş ve lezzetli bir aromaya sahiptir. Kabuk kısmının orta kalınlıkta olması meyvenin taze olarak tüketimi ile birlikte taneye veya meyve suyuna işlenmesi açısından meyveyi elverişli kılmaktadır (Palou ve ark. 2007).

“Hicaznar” Türkiye’de en çok yetiştirilen türlerden biri olup nar ihracatının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Antalya, Mersin, Adana, Aydın, Denizli ve Muğla illeri olmak üzere Akdeniz Bölgesinin sahil ve geçit bölgelerinde yetiştirilmektedir. Diğer mayhoş nar çeşitlerine göre verimli, soğuğa toleranslı ve uzun süre depolamaya uygun olması “Hicaznar” çeşidinin tercih edilmesinin öncelikli nedenleridir. Kabuk rengi kırmızı-sarı, çekirdekleri ise orta derece serttir. Taneleri mayhoş, küçük çekirdekli, koyu kırmızı renktedir. Hem yemeklik hem de ticari olarak tüketime uygundur (Özgüven ve Yılmaz 2000).

3.1.2. Materyallere uygulanan ön işlemler

Her bir nar çeşidine ait nar örneklerinden zedelenmiş, kusurlu ve güneş yanığı bulunan meyveler ayrılmıştır. Çeşme suyu altında yıkanan örnekler kurulandıktan sonra tane ve kabuk kısımları el yardımıyla ayrılmıştır. Taneler bir bez içinde elle preslenerek

çekirdek ve su kısımları ayrı ayrı toplanmıştır. Ayrılan kabuk ve çekirdek kısımları 72 saat 60 ± 2 °C'lik kurutma fırınında kurutulmuştur. Kurutulmuş kısımlar oda sıcaklığına soğutulduktan sonra blender ile öğütülerek ince toz haline getirilmiş, bir elek yardımı ile elenmiş, ekstraksiyona kadar 100'er gramlık paketler halinde yüksek yoğunluklu polietilen torbalarda (HDPE) oda sıcaklığında saklanmıştır. Nar suları ise ekstraksiyona kadar -80 °C'de dondurularak muhafaza edilmiştir.

3.1.3. Ekstraksiyonların hazırlanması

Bu çalışmada, örneklerin %50 metanol ekstraktları kullanılmıştır. 0,1'er gram nar kabuğu örnekleri, 0,5'er gram nar çekirdeği örnekleri ve 1 mL nar suyu örnekleri ayrı ayrı 20 mL metanol:su (50:50, v/v) içerisinde oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Ardından örnekler 3000 rpm'de 15 dk boyunca santrifüj edilmiştir. Ekstraktlar, membran filtre kağıdı ile filtre edilerek berrak faz amber şişelere pastör pipetiyle toplanmış ve toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizlerinde kullanılmıştır (Fernandes ve ark. 1997).

3.1.4. Kimyasallar

Bu çalışmada toplam fenolik, antioksidan kapasitesi ve ekstrakt hazırlamak için kullanılan kimyasallar; metanol ($\geq 99,9$), sodyum karbonat, hidroklorik asit, sodyum asetat trihidrat ve glasiyal asetik asit Merck KGaA (Darmstadt, Almanya)'den; gallik asit, Folin-Ciocalteu fenol reaktifi, troloks (\pm)-6-Hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit), DPPH (2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil), TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazin) ve FeCl₃ (Demir (III) klorit) Sigma-Aldrich Chemie GmbH (Steinheim, Almanya)'den temin edilmiştir. Tüm analizlerde distile su kullanılmıştır.

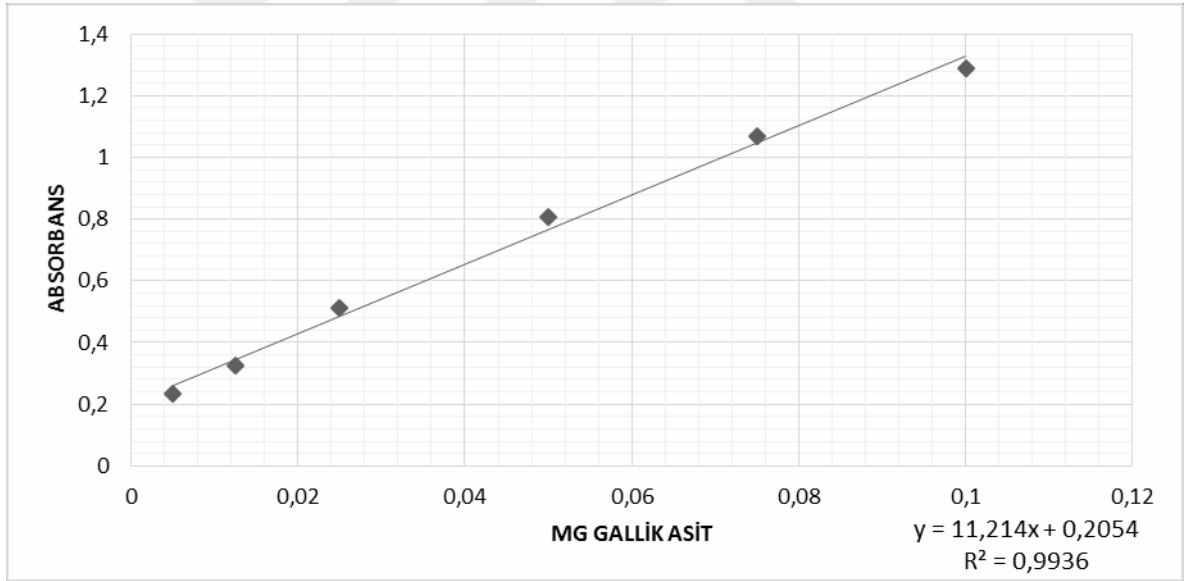
3.2. Yöntem

3.2.1. Toplam fenolik madde analizi

Nar suyu, kabuğu ve çekirdeğinde toplam fenolik madde miktarı, Zhang ve Hamauzu (2004) tarafından bildirilen Folin-Ciocalteu spektrofotometrik metoduna göre belirlenmiştir.

0,25 mL ekstraksiyon örneği kapaklı cam tüpe alınmış, üzerine 2,3 mL saf su ile 0,15 mL Folin-Ciocalteu (FC) ayırıcı (1 birim FC:5 birim saf su, v/v) eklenmiş ve karışım 15 saniye süreyle vortekste karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında 5 dakika inkübe edildikten sonra üzerine 0,3 mL %35'lik (Doymuş) Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilen tüp içeriği çalkalanmış ve karanlık ortamda 30 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin absorbansı, ekstrakt yerine çözücüyle hazırlanmış tanık örneğe karşı 725 nm'de okunmuştur.

500 mg/L'lik stok gallik asit çözeltisinden farklı konsantrasyonlarda hazırlanan çözeltilere, örneklere uygulanan analiz aşamaları uygulanmış ve 725 nm'de absorbans değerleri saptanmıştır. Örneklerin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarları, gallik asit ile hazırlanan standart eğrinin denkleminde nar suyu için "mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/L örnek"; nar yan ürünleri için "mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g ekstrakt" olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Toplam fenolik bileşen miktarı hesaplamasında kullanılan gallik asit kalibrasyon grafiği

3.2.2. Antioksidan aktivite tayini

3.2.2.1. DPPH metodu ile antioksidan aktivite tayini

Radikal süpürme aktivitesinin ölçümüne dayanan yöntemler arasında yaygın olarak kullanılan DPPH metodunda, temel olarak antioksidan ya da indirgeyici bileşikler (hidrojen verici antioksidanlar) tarafından proton transferi ile mor kromojen radikali açık sarı renkten sorumlu hidrazine indirgenmekte ve bu reaksiyon 515-520 nm'de gerçekleşmektedir (Musa ve ark. 2016).

DPPH metodu bileşiklerin serbest radikal süpürücü veya hidrojen verici gibi davranarak aktivitesini ölçmek ve gıdaların antioksidan aktivitesini değerlendirmek amacıyla basit, hızlı, ucuz ve yaygın olarak kullanılan bir metottur (Kedare ve Singh 2011). Örneklerin DPPH metodu ile belirlenen antioksidan aktiviteleri diğer radikal süpürme aktivite metodları ile kıyaslanabilmektedir. Ayrıca DPPH radikal süpürme aktivite yönteminde, antioksidan verimliliği ortam sıcaklığında ölçülmekte ve bu nedenle moleküllerin ısıl degradasyonu riskini ortadan kaldırmaktadır. Ancak, DPPH radikali ile antioksidan arasındaki reaksiyon mekanizması, antioksidanın yapısal konformasyonuna bağlıdır (Bondet ve ark. 1997).

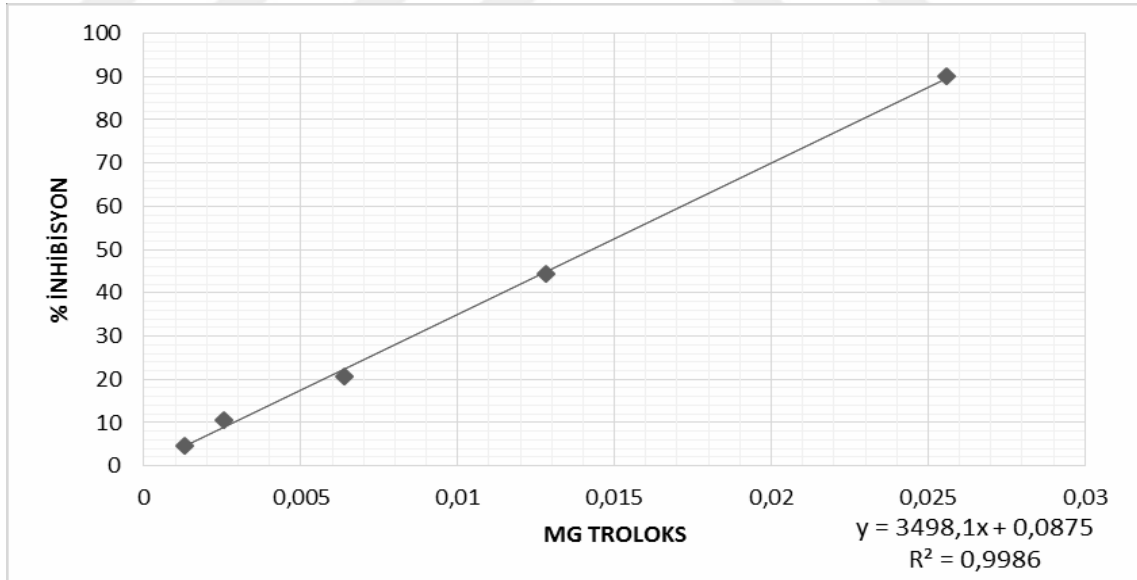
Metot isminin aynı olmasına karşın literatürlerde çok farklı DPPH metodları bulunmakta ve bu metodlar arasında örnek hazırlama, antioksidanların ekstraksiyonu (çözücü, sıcaklık, vb), bitiş zamanının seçimi ve sonuçların değerlendirilmesinde pek çok farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle farklı laboratuvar koşullarında elde edilen sonuçların kıyaslanması oldukça zor olabilmektedir (Marinova ve Batchvarov 2011). Ayrıca peroksil radikalleri ile reaksiyonunun yavaş olması; radikalın ışığa, oksijene ve kirliliğe olan hassasiyeti bu metodun kullanımına bazı sınırlamalar getirmektedir (Huang ve ark. 2005, Mot ve ark. 2011). Avantajları ve mevcut referans çokluğu sebebiyle tarafımızdan da seçilen metoddur.

Kullanılan DPPH çözeltisini hazırlarken önce 0,039 g DPPH metanolde çözdürülerek 100 mL'ye (1 mM: 1×10^{-3} M) tamamlanmasıyla stok çözelti hazırlanmış, stok çözeltilerden de 6 mL alınarak metanol ile 100 mL'ye tamamlanmıştır (6×10^{-5} M).

Analiz için hazırlanan ekstraktlardan 0,1 mL alınıp üzerine 3,9 mL 6×10^{-5} M DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Örnek çözelti vorteks ile karıştırılmış ve oda sıcaklığında, karanlıkta 30 dakika bekletilmiştir. Yapılan çalışmalarda örnek absorbans değerleri farklı dalga boylarında (492 nm-525 nm) ölçülmüş olup referans çokluğu nedeniyle 517 nm’de metanol tanığına karşı UV-Vis spektrofotometre ile okuma yapılmıştır (Prakash ve ark. 2001, Yu 2001, Koleva ve ark. 2002, Molyneux 2004, Paulová ve ark. 2004, Yang ve ark. 2004, Parry ve ark. 2005, Gupta ve ark. 2007, Othman ve ark. 2007, Wang ve Ning 2007, Singh ve ark. 2008, Yue ve Xu 2008, Tabart ve ark. 2009, Kamkar ve ark. 2010, Musa ve ark. 2016). Ölçümler her bir örnek için üç kez tekrarlanmış olup paralel değerlerin ortalamaları alınmıştır.

Sonuçların “% inhibisyon” değerleri hesaplanmış, kalibrasyon grafiği çizilmiş ve ekstraktların antioksidan aktiviteleri troloks kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak nar suyu için “mmol troloks eşdeğeri (TE)/L örnek”, nar yan ürünleri için “mmol troloks eşdeğeri (TE)/g ekstrakt” olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.3.).

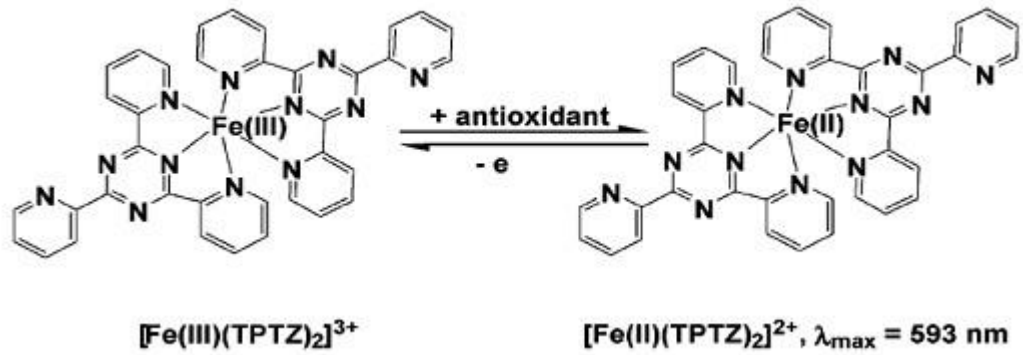
$$\% \text{ İnhibisyon} = (\text{Kontrol Absorbansı} - \text{Örnek Absorbansı}) / (\text{Kontrol Absorbansı}) \times 100$$



Şekil 3.2. DPPH metodu antioksidan aktivite tayini hesaplamasında kullanılan troloks kalibrasyon grafiği

3.2.2.2. FRAP metodu ile antioksidan aktivite tayini

FRAP (Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç) metodu, Fe^{+3} iyonlarının (elektron alıcı), substrat (elektron verici) ile arasında meydana gelen redoks reaksiyonu sonucunda, Fe^{+2} iyonlarına indirgenmesine dayanmaktadır (Martins ve ark. 2013). Asidik ortamda (pH=3,6) antioksidan varlığında ferrik-tripiridiltriazin [Fe^{3+} -TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazin)] kompleksi Fe^{2+} formuna indirgenmekte ve oluşan viyoletmavi renk Fe^{2+} -TPTZ kompleksi spektrofotometrik olarak 595 nm'de ölçülmektedir (Şekil 3.4; de la Torre ve ark. 2015, Zeng ve ark. 2016).



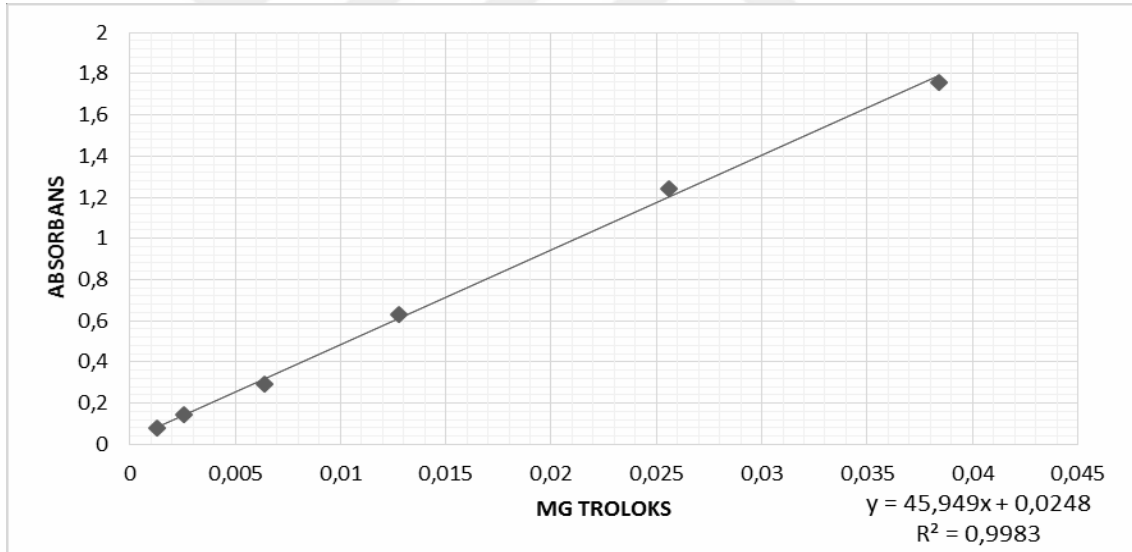
Şekil 3.3. FRAP yöntemi ve kromoforu [$Fe(II)(TPTZ)_2$]

FRAP metodu nispeten basit, hızlı ve ucuz bir yöntem olup, özel aletler gerektirmemekte ve kolaylıkla standardize edilebilmektedir. FRAP sonuçları analiz zamanına bağlı olarak değişebilmekte ve kafeik asit, ferulik asit, kuersetin, tannik asit gibi bazı polifenoller daha yavaş hareket ettiği için daha uzun reaksiyon zamanı gerektirmektedir (Albayrak ve ark. 2010). FRAP metodunun dezavantajı ise, özellikle bitkilerde bulunan ve önemli antioksidan aktivite gösteren glutatyonlar gibi bazı antioksidanlarla çok yavaş reaksiyona girmesidir. Ancak glutatyonlar, metot için uygun dalga boyu aralığında (595 nm) çok iyi absorbe edilemedikleri için bu dezavantaj ortadan kalkmaktadır (Guo ve ark. 2003). Genel olarak çeşitli meyve ve sebzeler, içecekler, flavonoidler ve polisakkarit içeren farklı bitki ekstraktlarının antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde FRAP metodu geçerli bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Du ve Xu 2014).

Nar suyu, kabuk ve çekirdek ekstraktlarının toplam antioksidan kapasitesi, Benzie ve Strain (1996) tarafından bildirilen FRAP metoduna göre belirlenmiştir. FRAP reaktifi

25 mL 300 mM (300 mmol/L) asetat buffer (pH: 3,6), 2,5 mL 20 mM (20 mmol/L) FeCl₃ (Demir klorit) ve 2,5 mL 40 mM (40 mmol/L) HCl asit çözeltisi içerisinde çözüldürülmüş 10 mM (10 mmol/L) TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazin) karıştırılarak hazırlanmıştır. 100 µL örnek ekstraktı üzerine 300 µL H₂O ve 3 mL FRAP reaktifi ilave edilmiş ve absorbans değerleri 37 °C’de 60 dakika inkübe edildikten sonra maksimum absorbans gösteren 595 nm’de su tanığına karşı okunmuştur. Çözücüden ve örnekten gelen renklilik absorbansını belirleme ve bunları örnek absorbansından çıkarma amacıyla tank deneyler yapılmıştır. Ölçümler her bir örnek için üç kez tekrarlanmış olup paralel değerlerin ortalamaları alınmıştır.

Standart çözelti olarak Troloks kullanılmış olup ekstraktların antioksidan kapasiteleri troloks kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak nar suyu için “mmol troloks eşdeğeri (TE)/L örnek”, nar yan ürünleri için “mmol troloks eşdeğeri (TE)/g ekstrakt” olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.4. FRAP metodu antioksidan aktivite tayini hesaplamasında kullanılan troloks kalibrasyon grafiğı

3.2.3. İstatistiki analiz

Araştırmada elde edilen veriler sonuçlar üç tekrarlı ölçümlerin ortalaması±standart sapma olarak gösterilmiştir. Tek yönlü varyans analizi yapılmış ve uygulamalar arasındaki önemli farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırmalı testi ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bitkilerin yenilebilir ve yenilemeyen kısımlarında yaygın olarak bulunan fenolik bileşikler, antioksidan özellikleri ile insan diyetinin önemli bir parçasıdır (Kähkönen 1999, Heim ve ark. 2002). Meyve, sebze ve içecekler insan beslenmesinde fenolik bileşiklerin başlıca kaynaklarıdır (Kseylova 2011). Gıda ve tarım ürünleri işleme sanayi, zengin fenolik içeriği ile doğal antioksidanların değerli bir kaynağı olabilecek yan ürünleri önemli miktarda oluşturmaktadır (Balasundram ve ark. 2006). Bu yan ürünlerden bazıları araştırma konusu olmuş ve potansiyel antioksidan kaynağı olarak kabul edilmiştir (Hayes ve ark. 2011, de Moraes Barros ve ark. 2012, Martínez ve ark. 2012, Dhillon ve ark. 2013, Al Juhaimi 2014, Martín-Sánchez ve ark. 2014). Bu çalışmada nar suyu ve nar suyu işleme yan ürünlerinin (kabuk ve çekirdek) fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri değerlendirilmiştir.

4.1. Nar Suyu ve Yan Ürünlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları

4.1.1. Nar suyunun toplam fenolik madde miktarı

“Wonderful” ve “Hicaznar” türlerine ait nar suyu örneklerinin toplam fenolik madde miktarları sırasıyla $1428,1 \pm 8,25$ ve $1156,67 \pm 10,91$ mg GAE/L örnek olup örnek çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarları arasındaki farklılık $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Nar suyu örneklerinin toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/L örnek)

Çeşit	Ortalama Değerler
Wonderful	$1428,10 \pm 8,25^a$
Hicaznar	$1156,67 \pm 10,91^b$

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0,01$) ($n=3$).

Rinaldi ve ark. (2013) farklı oranlarda kabuk içeren nar suyu örneklerinin toplam fenolik içeriklerinin 1060 ± 12 - 2290 ± 26 mg/L arasında değiştiğini; sadece nar tanelerinden elde edilen nar suyunun fenolik içeriğinin 1227 ± 15 mg/L olduğunu belirlemişlerdir. Akhavan ve ark. (2015) bütün halindeki nar meyvesinden elde edilen nar sularının toplam fenolik içeriklerini 942 - 2931 mg/L, taneden elde edilen nar sularının ise 220 - 1267 mg/L olarak bulmuşlardır. Hmid ve ark. (2013) Fas'ta yetişen on

sekiz adet farklı kültüre ait nar sularının toplam fenolik içeriklerini 1284-9476 mg GAE/L olarak bulurlarken, Özgen ve ark. (2008) ülkemizde yetişen altı adet nar çeşidine ait suların toplam fenolik içeriklerini 1245±36-2076±54 mg GAE/L olarak belirlemişlerdir. Zhuang ve ark. (2011) Çin’de yetiştirilen üç farklı nar çeşidine ait suların toplam fenolik madde miktarını 932,83±9,15, 1096,61±16,36 ve 1596,67±91,79 mg GAE/L olarak bulurlarken, Fanali ve ark. (2016) İtalya’da yetiştirilen altı farklı nar çeşidine ait suların toplam fenolik içeriklerinin 500-1400 mg GAE/L arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermekte olup; olası farklılıkların çeşit, yetiştirme bölgesi, iklim ve olgunluk gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte nar suyunun bütün nar meyvesinden ya da nar tanelerinden elde edilmesi ve presleme sırasında uygulanan basınca bağlı olarak meyvenin kabuk, bölüm zarları ile zedelenmiş çekirdeklerinden meyve suyuna fenolik maddelerin geçmesi örneklerin antioksidan içeriği üzerinde etkili olabilmektedir.

4.1.2. Nar yan ürünlerinin toplam fenolik madde miktarları

“Wonderful” ve “Hicaznar” türlerine ait nar kabuğu ve nar çekirdeği örneklerinin toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 371,78±1,26 ve 440,34±1,94 mg GAE/g ekstrakt; 43,71±0,22 ve 54,66±0,18 mg GAE/g ekstrakt olup örnek çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarları arasındaki farklılık $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Nar kabuğu ve nar çekirdeği örneklerinin toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g ekstrakt)

Örnek	Çeşit	Ortalama Değerler
Kabuk	Wonderful	371,78±1,26 ^b
Kabuk	Hicaznar	440,34±1,94 ^a
Çekirdek	Wonderful	43,71±0,22 ^b
Çekirdek	Hicaznar	54,66±0,18 ^a

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0,01$) (n=3).

Orak ve ark. (2012) Hicaznar, genotip 19–121, genotip 17–67 ve genotip 19–66 nar çeşitlerine ait kabuk ve çekirdek ekstraktlarının toplam fenolik içeriklerini sırasıyla 126,11±0,40–212,48±0,65 ve 49,67±0,75–63,77±2,16 µg GAE/mg ekstrakt olarak bulmuşlardır. Manasathien ve ark. (2012) nar kabuğunun etanolik ve sulu ekstraktlarının toplam fenolik içeriklerini sırasıyla 449,60±4,40 ve 380,54±5,87 µg GAE/mg ekstrakt, nar çekirdeğinin etanolik ve sulu ekstraktlarını ise 77,93±1,62 ve 51,58±0,85 µg GAE/mg ekstrakt olarak belirlemişlerdir. Tehranifar ve ark. (2011) kabuk ve çekirdek ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarlarını sırasıyla 325,23 ve 302,33 mg GAE/g kurumadde olarak tespit etmişlerdir. Pande ve Akoh (2009) Georgia’da yetiştirilen altı farklı nar çeşidine ait pulp, kabuk ve çekirdek kısımlarının toplam polifenol miktarlarını sırasıyla 164,4±6,4, 311,3±10,8 ve 89,2±7,1 mg GAE/100 g taze ağırlık olarak bulmuşlardır. Ali ve ark. (2014) metanol ile ekstrakte edilen nar kabuğu ve çekirdeğinin toplam fenolik içeriğini sırasıyla 103,2±2,77 ve 14,9±1,61 mg GAE/g kuru ağırlık olarak belirlerken, Gözlekçi ve ark. (2011) Türkiye’de yetişen dört farklı kültüre ait su, kabuk ve çekirdek kısımlarının toplam fenolik içeriklerini sırasıyla 784,4-1551,5, 1775,4-3547,8 ve 117,0-177,4 mg GAE/L olarak saptamışlardır.

Anoosh ve ark. (2012) üç farklı türe ait nar kabuklarının sulu ekstraktlarının toplam fenolik içeriklerini ortalama 283,2±14,2 mg GAE/g ekstrakt olarak bulurlarken, Salgado ve ark. (2012) nar kabuğunun toplam fenolik içeriğini 242,9±14,6 mg GAE/g ekstrakt olarak belirlemişlerdir. Farklı çözücüler (etanol, metanol, aseton ve su) ile ekstrakte edilen nar kabuklarının toplam fenolik madde miktarını Ismail ve ark. (2016) 273,50±1,30-427,19±2,36 mg GAE/g ekstrakt olarak bulurlarken, Malviya ve ark. (2014) 297,5-435 mg TAE/g ekstrakt arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Middha ve ark. (2013) ve Hadrich ve ark. (2014) ise nar kabuğunun metanolik ekstraktlarını sırasıyla 298,0 ve 290,1 mg GAE/g ekstrakt olarak bildirmişlerdir. Fawole ve ark. (2012) Güney Afrika’da yetiştirilen yedi farklı ticari nar kültürüne ait kabukların fenolik bileşen içeriklerini 179,3±4,60-295,5±23,91 mg GAE/g kurumadde olarak bulurlarken, Rajan ve ark. (2011) su ve etanol ile ekstrakte edilen nar kabuklarının toplam fenolik içeriklerinin sırasıyla 122,33±6,42 ve 176±5,29 mg GAE/g kurumadde olduğunu bildirmişlerdir. Özdemir ve ark. (2014) “Hicaznar” türüne ait nar kabuklarının toplam fenolik madde miktarını 158,5 mg GAE/g kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir.

Salgado ve ark. (2012) nar çekirdeğinin toplam fenolik içeriğini $62,0 \pm 4,7$ mg GAE/g ekstrakt olarak bulurlarken, Sarkhosh ve ark. (2009) İran'da yetiştirilen yirmi bir farklı yumuşak çekirdekli nar genotipine ait çekirdeklerin toplam fenolik içeriklerini 50,73-103,83 mg GAE/100 g kurumadde olarak belirlemişlerdir. Mesías ve ark. (2013) çeşitli ticari meyve ve sebze (yeşil biber, kayısı, fındık, şeftali, vişne, susam, badem ve nar) çekirdeklerinin toplam fenolik içeriklerinin $4,8 \pm 0,2$ - $22,2 \pm 1,1$ mg GAE/g arasında değiştiğini ve nar çekirdeğinin ($22,2 \pm 1,1$ mg GAE/g) en yüksek fenolik içeriğe sahip olduğunu tespit etmişlerdir. He ve ark. (2012) farklı sıcaklıklarda ekstrakte edilen nar çekirdeğinin toplam fenolik içeriğinin 651,7-4854,7 mg KE (kateşin eşdeğeri)/100 g kuru ağırlık arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Lucci ve ark. (2015) nar çekirdeğinin etanolik ekstraktının toplam fenolik içeriğini $2570 \pm 146,8$ mg GAE/kg ekstrakt olarak bulurken, Kanatt ve ark. (2010) nar çekirdeği ekstraktının toplam fenolik içeriğini 7,25 mg/g olarak belirlemişlerdir.

Yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında analiz sonuçlarının benzerlik gösterdiği belirlenmiş olup olası farklılıkların çeşit, olgunluk, yetiştirme bölgesi, toprak yapısı, kültürel uygulamalar ve depolama gibi unsurların yanı sıra örneklerin ekstrakte edildiği çözücü, kullanılan standart çözeltiler ve sonuçların farklı birimlerde değerlendirilmesi gibi metoda bağlı farklı uygulamalardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.2. Nar Suyu ve Yan Ürünlerinin Antioksidan Aktiviteleri

Antioksidan maddeler, canlı hücrelerinde ya da gıdalarda serbest radikallerin zararlı etkilerini azaltan veya ortadan kaldıran bileşenlerdir (Kris-Etherton ve ark. 2002, Fernandez-Panchon ve ark. 2008). Meyve ve sebzeler, tahıl, kuru baklagil ve baharat gibi bitkisel kaynaklı gıdaların toplam fenolik içerikleri ile antioksidan özellikleri arasında önemli bir korelasyon olduğu bildirilmektedir (Kaur ve Kapoor 2001, de Lourdes Reis Giarda 2013). Yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar, antioksidan bileşiklerin diyabet, koroner kalp rahatsızlıkları ve kanser gibi birçok hastalığı önleyici etki gösterdiğini bildirmiştir (Knekt ve ark. 2002, Ghosh ve Konishi 2007, Rhone ve Basu 2008, Patil ve ark. 2009, Agte ve Tarwadi 2010, Ziberna ve ark. 2010, Kalt ve ark. 2010).

4.2.1. Nar suyu ve yan ürünlerinin DPPH metodu ile antioksidan aktiviteleri

4.2.1.1. Nar suyunun DPPH metodu ile antioksidan aktivitesi

“Wonderful” ve “Hicaznar” türlerine ait nar suyu örneklerinin DPPH metodu ile antioksidan aktiviteleri sırasıyla $7,58 \pm 0,02$ ve $7,40 \pm 0,04$ mmol TE/L nar suyu olup örnek çeşitlerinin DPPH değerleri arasındaki farklılık $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3.).

Mousavinejad ve ark. (2009) İran’da yetişen farklı türlere ait nar sularının DPPH metodu ile antioksidan aktivitesini $18,60 \pm 0,1$ - $42,80 \pm 0,0$ mmol TE/L olarak bulurlarken, Gil ve ark. (2000) ticari nar sularının antioksidan aktivitesini 18-20 mM TE olarak belirlemişlerdir. Mena ve ark. (2013) nar suyunun kalite parametreleri üzerine pastörizasyon sıcaklığı ve süresinin etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında nar sularının antioksidan aktivitesini $14,79 \pm 0,97$ - $21,58 \pm 0,36$ mmol TE/L olarak tespit etmişlerdir. Zaouay ve ark. (2012) Tunus’ta yetiştirilen on üç adet farklı nar kültürüne ait suların DPPH metodu ile antioksidan aktivitesini $9,57 \pm 1,09$ - $21,07 \pm 4,74$ mmol TE/L olarak bildirirken, Rinaldi ve ark. (2013) $9,50 \pm 0,3$ mmol TE/L olarak saptamışlardır. Fawole ve ark. (2011) Güney Afrika’da yetişen üç farklı kültüre ait nar sularının antioksidan aktivitesinin $0,15 \pm 0,004$ - $0,17 \pm 0,004$ mM AAE/mL olduğunu, Fawole ve Opara (2013) narın olgunlaşma süresince antioksidan aktivitesinin 0,84’ten 0,35 mM AAE/mL’ye düştüğünü belirlemişlerdir. Hmid ve ark. (2016) Fas’ta yetişen farklı türlere ait nar sularının DPPH metodu ile antioksidan aktivitelerini yerel kültürlerde %31,16-66,82 ve yabancı kültürlerde %45,65-76,30 olarak ölçmüş olup EC50⁴ değerinin 35,21-76,45 mL nar suyu/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çam ve ark. (2009) ülkemizde yetişen sekiz farklı kültüre ait nar sularının EC50 değerini $29,80 \pm 2,9$ - $72,30 \pm 0,1$ mL nar suyu/g DPPH olarak bulmuşlardır.

Literatür bildirileri arasında önemli farklılıkların görülmesi ve çalışmamızda elde edilen sonuçların düşük olmasının çeşit, yetiştirme bölgesi, iklim, olgunluk, hasat mevsimi, depolama koşulları gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca nar suyunun bütün nar meyvesinden ya da nar tanelerinden elde edilmesi, farklı

⁴Half maximal effective concentration (Maksimum etki konsantrasyonunun yarısı)

pastörizasyon uygulamaları, örneklerin ekstrakte edildikleri çözücüler, ekstraksiyon yöntemleri ve DPPH metodundaki farklılıklar örneklerin antioksidan aktivitesi üzerinde etkili olabilmektedir.

4.2.1.2. Nar yan ürünlerinin DPPH metodu ile antioksidan aktiviteleri

“Wonderful” ve “Hicaznar” türlerine ait nar kabuğu örneklerinin DPPH metodu ile antioksidan aktiviteleri sırasıyla $2,76 \pm 0,03$ ve $3,41 \pm 0,04$ mmol TE/g ekstrakt olup örnek çeşitlerinin DPPH değerleri arasındaki farklılık $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Nar çekirdeği örneklerinin antioksidan aktiviteleri ise sırasıyla $0,25 \pm 0,00$ ve $0,29 \pm 0,00$ mmol TE/g ekstrakt olup örnek çeşitlerinin DPPH değerleri arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ($p > 0,01$) (Çizelge 4.4.).

Tehranifar ve ark. (2011) nar kabuğu ve çekirdeğinin DPPH metodu ile antioksidan aktivitesini sırasıyla %55,3 ve %35,7 olarak belirlemiş, nar kabuğu ve çekirdeğinin yüksek antifungal ve antioksidan aktivitesini fenolik içeriği ile ilişkilendirmişlerdir. Orak ve ark. (2012) Hicaznar, genotip 19–121, genotip 17–67 ve genotip 19–66 nar çeşitlerine ait kabuk ve çekirdek ekstraktlarının DPPH radikalini süpürme aktivitelerinin fenolik içerikleri ile paralellik gösterdiğini ve 100 µg/mL konsantrasyonda sırasıyla 77,02-86,36, 12,07-12,65 ve 1,44-7,58 olduğunu belirlemişlerdir.

Marchi ve ark. (2015) farklı kurutma sıcaklıklarında kurutulan nar kabuklarının DPPH metodu ile ölçülen antioksidan aktivitesinin $351,36 \pm 0,2$ - $595,71 \pm 0,2$ µmol TE/g ekstrakt arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Masci ve ark. (2016) farklı çözücü ve ekstraksiyon metodları ile ekstrakte edilen nar kabuğunun antioksidan aktivitesinin $2,217 \pm 0,401$ - $6,171 \pm 0,499$ µmol TE/mg arasında değiştiğini ve antioksidan aktivite ile polifenol içeriği arasında güçlü bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Turgut ve ark. (2016) nar kabuğu ekstraktı ve BHT (bütillenmiş hidroksitoluen)'nin antioksidan aktivitesinin sırasıyla 5720 ve 4200 mM TE/g ekstrakt olduğunu ve nar kabuğunun yüksek serbest radikal süpürme aktivitesi gösterdiğini belirlemişlerdir. He ve ark. (2012) farklı sıcaklıklarda ekstrakte edilen nar çekirdeğinin DPPH metodu ile antioksidan aktivitesini 1300-4250 mmol TE/100 g kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir.

Yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında analiz sonuçlarının benzerlik gösterdiği tespit edilmiş olup, nar kabuğunun antioksidan aktivitesinin nar çekirdeğinin antioksidan aktivitesinden oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

4.2.2. Nar suyu ve yan ürünlerinin FRAP metodu ile antioksidan aktiviteleri

4.2.2.1. Nar suyunun FRAP metodu ile antioksidan aktivitesi

“Wonderful” ve “Hicaznar” türlerine ait nar suyu örneklerinin FRAP metodu ile antioksidan aktiviteleri sırasıyla $7,50\pm 0,05$ ve $6,98\pm 0,06$ mmol TE/L nar suyu olup örnek çeşitlerinin FRAP değerleri arasındaki farklılık $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. Nar suyu örneklerinin antioksidan aktiviteleri (mmol TE/L örnek)

Çeşit	Metot	Ortalama Değerler
Wonderful	DPPH	$7,58\pm 0,02^a$
Wonderful	FRAP	$7,50\pm 0,05^a$
Hicaznar	DPPH	$7,40\pm 0,04^b$
Hicaznar	FRAP	$6,98\pm 0,06^b$

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0,01$) ($n=3$).

Elfalleh ve ark. (2012) farklı türlere ait nar sularının FRAP metodu ile belirlenen antioksidan aktivitesinin $6,36\pm 0,79$ - $8,65\pm 1,87$ mmol TE/L arasında değiştiğini bulmuşlardır. Zaouay ve ark. (2012) Tunus'ta yetiştirilen on üç farklı nar kültürüne ait suların antioksidan aktivitesini $11,91\pm 1,31$ - $22,50\pm 3,27$ mmol TE/L olarak belirlemişlerdir. Mena ve ark. (2013) nar suyunun kalite parametreleri üzerine pastörizasyon sıcaklığı ve süresinin etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında nar sularının antioksidan aktivitesini $17,90\pm 0,13$ - $24,86\pm 0,05$ mmol TE/L olarak ölçmüşlerdir. Schwartz ve ark. (2009b) on bir farklı nar çeşidine ait suların antioksidan aktivite değerleri yaklaşık olarak 5,1-17 mmol/L'dir. Seeram ve ark. (2008) yaygın olarak tüketilen polifenol içeriği bakımından zengin içeceklerin antioksidan potansiyellerini karşılaştırdıkları çalışmalarında nar suyunun antioksidan aktivitesini $8,1\pm 0,3$ $\mu\text{mol/mL}$ olarak tespit etmişlerdir. Tezcan ve ark. (2009) ülkemize ait yedi ticari nar suyunun antioksidan aktivitesini $18,34\pm 9,21$ - $121,8\pm 8,30$ mmol Fe^{2+}/L

arasında bulmuşlardır. Fawole ve Opara (2013) narın olgunlaşma süresince antioksidan aktivitesinin 1,43'ten 0,71 mM TE/mL'ye düştüğünü bildirirlerken, Fawole ve ark. (2011) Güney Afrika'da yetişen üç farklı kültüre ait nar sularının antioksidan aktivitesinin 0,28±0,006-0,35±0,002 mM TE/mL olduğunu belirlemişlerdir.

Analiz sonuçları (6,98±0,06 ve 7,50±0,05 mmol TE/L); Elfalleh ve ark. (2012), Schwartz ve ark. (2009b) ve Seeram ve ark. (2008)'nin çalışmalarına ait sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte Zaouay ve ark. (2012) ve Mena ve ark. (2013)'nin belirlediği antioksidan aktivite değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Farklılıkların çeşite bağlı, ekolojik ve iklimsel farklılıklar ile örneklerin ekstrakte edildikleri çözücüler, uygulanan ekstraksiyon ve FRAP metodlarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.2.2.2. Nar yan ürünlerinin FRAP metodu ile antioksidan aktiviteleri

“Wonderful” ve “Hicaznar” türlerine ait nar kabuğu örneklerinin FRAP metodu ile antioksidan aktiviteleri sırasıyla 5,02±0,01 ve 7,39±0,03 mmol TE/g ekstrakt olup örnek çeşitlerinin FRAP değerleri arasındaki farklılık $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Nar çekirdeği örneklerinin antioksidan aktiviteleri ise sırasıyla 0,14±0,00 ve 0,19±0,00 mmol TE/g ekstrakt olup örnek çeşitlerinin FRAP değerleri arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ($p>0,01$) (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Nar kabuğu ve nar çekirdeği örneklerinin antioksidan aktiviteleri (mmol TE/g ekstrakt)

Örnek	Çeşit	Metot	Ortalama Değerler
Kabuk	Wonderful	DPPH	2,76±0,03 ^b
Kabuk	Wonderful	FRAP	5,02±0,01 ^b
Kabuk	Hicaznar	DPPH	3,41±0,04 ^a
Kabuk	Hicaznar	FRAP	7,39±0,03 ^a
Çekirdek	Wonderful	DPPH	0,25±0,00
Çekirdek	Wonderful	FRAP	0,14±0,00
Çekirdek	Hicaznar	DPPH	0,29±0,00
Çekirdek	Hicaznar	FRAP	0,19±0,00

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,01) (n=3).

Pande ve Akoh (2009) Georgia’da yetiştirilen altı farklı nar çeşidine ait pulp, kabuk ve çekirdek kısımlarının antioksidan aktivitesini sırasıyla 26,5±2,1, 34,3±1,9, 15,0±1,8 µM TE/g taze ağırlık olarak bulmuşlardır. Orgil ve ark. (2014) nar tane, kabuk ve çekirdek kısımlarının FRAP metodu ile belirlenen antioksidan aktivitesinin sırasıyla yaklaşık olarak 0,3, 2,9 ve 0,45 mmol TE/L olduğunu belirlemişlerdir. Meyvenin yenilmeyen bölümlerinin (kabuk ve lameller) yenilebilir bölümlerine göre daha yüksek fenolik madde içerdiği ve dolayısıyla daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini bildirilmişlerdir.

Hassan ve ark. (2012) Mısır’da yetiştirilen otuz iki farklı nar çeşidine ait kabuk ve suların FRAP metodu ile belirlenen antioksidan aktivitelerini sırasıyla 225,17-705,50 mmol/100 g ve 157,33-419,33 mmol/100 mL olarak belirlemişlerdir. Fischer ve ark. (2011) nar kabuğunun antioksidan aktivitesini 589,1±34,7 mmol TE/kg olarak bulurlarken, Li ve ark. (2006) farklı çözücüler (metanol, etanol, aseton ve kombinasyonları) ile ekstrakte edilen nar kabuğunun antioksidan aktivitesinin yaklaşık olarak 3,9-4,3 mmol/L arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Hasnaoui ve ark. (2014) on iki farklı kültüre ait nar kabuklarının antioksidan aktivitesinin 1604,85±101,91-2079,53±74,11 µmol TE/g nar kabuğu tozu arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Jing ve ark. (2012) Çin’in Shanxi bölgesinde yetiştirilen dört farklı nar çeşidine ait

çekirdeklerin antioksidan aktivitesini 6,4-8,6 $\mu\text{mol TE/g}$ nar çekirdeği tozu olarak bulmuşlardır.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar DPPH metodu ile belirlenen antioksidan aktivite değerlerine paralellik göstermekte olup, yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkların nar kabuğu ve çekirdeğine uygulanan kurutma yöntemleri, antioksidanların ekstraksiyonu (yöntem, çözücü, sıcaklık vb), kullanılan standart çözelti, bitiş zamanının seçimi, sonuçların değerlendirilmesi gibi metoda bağlı farklı uygulamalardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



5. SONUÇ

Çalışma kapsamında “Wonderful” ve “Hicaznar” türlerine ait nar suyu ve nar suyu işleme yan ürünlerinin (kabuk ve çekirdek) fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

a) “Wonderful” ve “Hicaznar” türlerine ait nar suyu, nar kabuğu ve nar çekirdeği örneklerinin toplam fenolik madde miktarları sırasıyla $1428,1 \pm 8,25$ ve $1156,67 \pm 10,91$ mg GAE/L örnek; $371,78 \pm 1,26$ ve $440,34 \pm 1,94$ mg GAE/g ekstrakt; $43,71 \pm 0,22$ ve $54,66 \pm 0,18$ mg GAE/g ekstrakt olarak belirlenmiştir.

b) “Wonderful” ve “Hicaznar” türlerine ait nar suyu, nar kabuğu ve nar çekirdeği örneklerinin DPPH metodu ile antioksidan aktiviteleri sırasıyla $7,58 \pm 0,02$ ve $7,40 \pm 0,04$ mmol TE/L örnek; $2,76 \pm 0,03$ ve $3,41 \pm 0,04$ mmol TE/g ekstrakt; $0,25 \pm 0,00$ ve $0,29 \pm 0,00$ mmol TE/g ekstrakt olarak bulunmuştur.

c) “Wonderful” ve “Hicaznar” türlerine ait nar suyu, nar kabuğu ve nar çekirdeği örneklerinin FRAP metodu ile antioksidan aktiviteleri sırasıyla $7,50 \pm 0,05$ ve $6,98 \pm 0,06$ mmol TE/L örnek; $5,02 \pm 0,01$ ve $7,39 \pm 0,03$ mmol TE/g ekstrakt; $0,14 \pm 0,00$ ve $0,19 \pm 0,00$ mmol TE/g ekstrakt olarak tespit edilmiştir.

Nar suyu, kabuğu ve çekirdeğinin yüksek fenolik içeriğine paralel olarak ekstraktlarının önemli antioksidan aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Nar kabuğunun toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesinin çekirdeğe göre oldukça fazla olduğu belirlenmiştir. Toksik ve karsinojenik etkilerinin olabileceği düşünülerek kullanımlarına sınırlama ya da yasaklama getirilen yapay antioksidanların yerine nar kabuğu ve çekirdeğinin ucuz, yenilebilir ve güvenilir bir antioksidan kaynağı olarak kullanılabilceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abbasi, H., Rezaei, K., Emamdjomeh, Z., Mousavi, S.M.E., 2008b.** Effect of various extraction conditions on the phenolic contents of pomegranate seed oil. *European Journal of Lipid Science Technology*, 110: 435–440.
- Abbasi, H., Rezaei, K., Rashidi, L. 2008a.** Extraction of essential oils from the seeds of pomegranate using organic solvents and supercritical CO₂. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85: 83–89.
- Aboonabi, A., Rahmat, A., Othman, F. 2014.** Antioxidant effect of pomegranate against streptozotocin-nicotinamide generated oxidative stress induced diabetic rats. *Toxicology Reports*, 1: 915-922.
- 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. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 980-985.
- Adams, L.S., Zhang, Y., Heber, D., Chen, S. 2010.** Pomegranate ellagitannin-derived compounds exhibit antiproliferative and antiaromatase activity in breast cancer cells *in vitro*. *Cancer Prevention Research*, 3(1): 108-113.
- Adhami, V.M., Siddiqui, I.A., Syed, D.N., Lall, R.K., Mukhtar, H. 2012.** Oral infusion of pomegranate fruit extract inhibits prostrate carcinogenesis in the TRAMP model. *Carcinogenesis*, 33: 644–651.
- Afanas'ev, I.B., Dcrozko, A.I., Brodskii, A.V., Kostyuk, V.A., Potapovitch, A.I. 1989.** Chelating and free radical scavenging mechanisms of inhibitory action of rutin and quercetin in lipid peroxidation. *Biochemical Pharmacology*, 38: 1763-1769.
- Afaq, F., Zaid, M.A., Khan, N., Dreher, M., Mukhtar, H. 2008.** Protective effect of pomegranate-derived products on UVB-mediated damage in human reconstituted skin. *Experimental Dermatology*, 18: 553–561.
- Agte, V., Tawardi, K. 2010.** Micronutrients, foods and eye health: a research overview. *Ophthalmic Research*, 44: 166-172.
- Ahmad, N., Sharma, S. 2012.** Biosynthesis of silver nanoparticles from biowaste pomegranate peels. *International Journal of Nanoparticles*, 5: 185–195.
- Ahmad, N., Sharma, S., Rai, R. 2012.** Rapid green synthesis of silver and gold nanoparticles using peels of *Punica granatum*. *Advanced Materials Letters*, 3: 376–380.
- Ajaikumar, K.B., Asheef, M., Babu, B.H., Padikkala, J. 2005.** The inhibition of gastric mucosal injury by *Punica granatum* L. (pomegranate) methanolic extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 96: 171-176.
- Akbarpour, V., Hemmati, K., Sharifani, M. 2009.** Physical and chemical properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit in maturation stage. *The American-Eurasian Journal Agriculture and Environmental Science*, 6(4): 411-416.
- 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*, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/907101>.
- Akhtar, S., Ismail, T., Fraternali, D., Sestili, P. 2015.** Pomegranate peel and peel extracts: chemistry and food features. *Food Chemistry*, 174: 417–425.
- Akkuş, G. 1995.** Serbest oksijen radikalleri ve fizyopatolojik etkileri. MIMOZA Yayınları, Konya, s: 1-20.

- Akpınar-Bayizit, A., Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L. 2012.** The therapeutic potential of pomegranate and its products for prevention of cancer: Cancer prevention-from mechanisms to translational benefits, Editör: Georgakilas, A., INTECH, Winchester, UK, pp:330-373.
- Aktaş, B., Özdemir, P., Basmacıoğlu-Malayoğlu, H. 2013.** Bazı agro-endüstriyel yan ürünlerin doğal antioksidan kaynağı olarak değerlendirilmesi. *Hayvansal Üretim*, 54(2): 30-35.
- Alasalvar, C., Grigor, J.M., Zhang, D., Quantick, P.C., Shahidi, F. 2001.** Comparison of volatiles, phenolics, sugars, antioxidant vitamins, and sensory quality of different colored carrot varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(3): 1410–1416.
- Albayrak, S., Sağdıç, O., Aksoy, A. 2010.** Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(4): 401-409.
- Ali, S.I., El-Baz, F.K., El-Emary, G.A.E., Khan, E.A., Mohamed, A.A. 2014.** HPLC-analysis of polyphenolic compounds and free radical scavenging activity of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.). *International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 6(4): 348-355.
- Al-Juhaimi, F.Y. 2014.** Citrus fruits by-products as sources of bioactive compounds with antioxidant potential. *Pakistan Journal of Botany*, 46(4): 1459-1462.
- Al-Maiman, S. A., Ahmad, D. 2002.** Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. *Food Chemistry*, 76(4): 437-441.
- Al-Muammer, M.N., Khan, F. 2012.** Obesity: The preventive role of the pomegranate (*Punica granatum*). *Nutrition*, 28: 595–604.
- Al-Musharfi, N.K., Al-Wahaibi, H.S., Khan, S.A. 2015.** Comparison of ascorbic acid, total phenolic content and antioxidant activities of fresh juices of six fruits grown in Oman. *Journal of Food Processing & Technology*, 6(11): 513. doi: 10.4172/2157-7110.1000513.
- Aloqbi, A., Omar, U., Yousr, M., Grace, M., Lila, M.A., Howell, N. 2016.** Antioxidant activity of pomegranate juice and punicalagin. *Natural Science*, 8: 235-246.
- Alper, N, Onsekizoğlu, P., Acar, J. 2011.** Effects of various clarification treatments on
- Al-Said, F.A., Opara, L.A., Al-Yahyai, R.A. 2009.** Physico-chemical and textural quality attributes of pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in the Sultanate of Oman. *Journal of Food Engineering*, 90(1): 129-134.
- Altınışik, M. 2000.** Serbest oksijen radikalleri ve antioksidanlar. <http://www.mustafaaltinisik.org.uk/21-adsem-01s.pdf> (Erişim Tarihi: 20.04.2016).
- Altunkaya, A., Hedegaard, R.V., Brimer, L., Gökmen, V., Skibsted, L.H. 2013.** Antioxidant capacity versus chemical safety of wheat bread enriched with pomegranate peel powder. *Food and Function*, 4: 722–727.
- Al-Zoreky, N.S. 2009.** Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. *International Journal of Food Microbiology*, 134: 244–248.
- Amarowicz, R., Pegg, R.B., Rahimi-Moghaddam, P., Barl, B., Weil, J.A. 2004.** Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. *Food Chemistry*, 84: 551–562.
- Andreasen, M.F., Kroon, P.A., Williamson, G., Garcia-Conesa, M.T. 2001b.** Intestinal release and uptake of phenolic antioxidant diferulic acids. *Free Radical Biology & Medicine*, 31: 304–314.

- Andreasen, M.F., Landbo, A.K., Christensen, L.P., Hansen, A., Meyer, A.S. 2001a.** Antioxidant effects of phenolic rye (*Secale cereale* L.) extracts, monomeric hydroxycinnamates, and ferulic acid dehydrodimers on human low-density lipoproteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 4090–4096.
- Anonim, 2016.** MEYED, Meyve suyu sektör raporu (2011). <http://www.meyed.org.tr/sektor-istatistikleri> (Erişim Tarihi: 10.07.2016).
- Anoosh, E., Mojtaba, E., Fatemeh, S. 2012.** Antioxidant activity of juice and peel extract of three variety of pomegranate and the effect of pomegranate juice on the plasma lipids. *International Journal of Biosciences*, 10(2): 116-123.
- Aqil, F., Munagala, R., Vadhanam, M.V., Kausar, H., Jeyabalan, J., Schultz, D.J., Gupta, R.C. 2012.** Anti-proliferative activity and protection against oxidative DNA damage by punicalagin isolated from pomegranate husk. *Food Research International*, 49: 345–353.
- Arao, K., Wang, Y.M., Inoue, N., Hirata, J., Cha, J.Y., Nagao, K., Yanagita, T. 2004.** Dietary effect of pomegranate seed oil rich in 9cis, 11trans, 13cis conjugated linolenic acid on lipid metabolism in obese, hyperlipidemic OLETF rats. *Lipids in Health and Disease*, 3: 24-31.
- Arapitsas, P. 2012.** Hydrolyzable tannin analysis in food. *Food Chemistry*, 135: 1708–1717.
- Aruoma, O.I. 1994.** Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants. *Food and Chemical Toxicology*, 32(7): 671-683.
- Asadpour, E., Boroushaki, M.T., Sadeghnia, H. 2010.** Protective effect of pomegranate seed oil against gentamicin induced nephrotoxicity in rat. *Toxicology Letters*, 196(1): 232.
- Ashton, R. 2006.** Meet the pomegranate: Incredible pomegranate: plant and fruit. Editörler: Ashton, R., Baer, B., Silverstein, D., Third Millenium Publications, AZ, USA. pp: 3-8.
- Aslam, M.N., Lansky, E.P., Varani, J. 2006.** Pomegranate as a cosmeceutical source: pomegranate fractions promote proliferation and procollagen sythesis and inhibit matrix metalloproteinase-1 production in human skin cells. *Journal of Ethnopharmacology*, 103: 311–318.
- Aslan, R., Şekeroğlu, M.R., Bayiroğlu, F. 1995.** Serbest radikal türlerinin membran lipid peroksidasyonuna etkileri ve hücrel antioksidan savunma. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2: 137-42.
- Aviram, M., Dornfeld, 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. *The American journal of clinical nutrition*, 71(5): 1062-1076.
- Aviram, M., Rosenblat, M. 2012.** Pomegranate protection against cardiovascular diseases. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, doi: /10.1155/2012/382763.
- Aviram, M., Volkova, N., Coleman, R., Dreher, M., Reddy, M. K., Ferreira, D., Rosenblat, M. 2008.** Pomegranate phenolics from the peels, arils, and flowers are antiatherogenic: studies *in vivo* in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient (E0) mice and *in vitro* in cultured macrophages and lipoproteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 1148–1157.

- Aydın, S.A., Üstün, F. 2007.** Tanenler 1 kimyasal yapıları, farmakolojik etkileri, analiz yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 33(1): 21-31.
- Azadzoi, K.M., Schulman, R.N., Aviram, M., Siroky, M.B. 2005.** Oxidative stress in arteriogenic erectile dysfunction: prophylactic role of antioxidants. *Journal of Urology*, 174: 386–393.
- Azzi, A., Davies, K.J.A., Kelly, F. 2004.** Free radical biology-terminology and critical thinking. *FEBS letters*, 558: 3-6.
- Bagchi, K., Puri, S. 1998.** Free radicals and antioxidants in health and disease. *Eastern Mediterranean Health Journal*, 4(2): 350-360.
- Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S. 2006.** Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99: 191-203.
- BATEM 2012.** Bitkisel üretim verileri. (Erişim Tarihi: 10.07.2016).
- Becker, E.M., Nissen, L.S., Skibsted L.H. 2004.** Antioxidant evaluation protocols: food quality or health effects. *European Food Research and Technology*, 219(6): 561-571. doi: 10.107/s00217-004-1012-4.
- Benavente-Garcia, O., Castillo, J., Lorente, J., Ortuño, A., Del Rio, J.A. 2000.** Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europe* L. leaves. *Food Chemistry*, 68: 457–462.
- Benzie, I.F.F., Strain, J.J.** The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239: 70–76.
- Bialonska, D., Kasimsetty, S.G., Khan, S.I., Ferreira, D. 2009.** Urolithins, intestinal microbial metabolites of pomegranate ellagitannins, exhibit potent antioxidant activity in a cell-based assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 10181-10186.
- Bocco, A., Cuvelier, M.E., Richard, H., Berset, C. 1998.** Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 2123–2129.
- Bohlin, E.M., Ohman, M., Hamberg, M., Blomberg, L.G. 2003.** Separation of conjugated trienoic fatty acid isomers by capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 985: 471–478.
- Bohm, B.A. 1998.** Introduction to flavonoids. Harwood Academic Publishers, Amsterdam, pp. 117-173.
- Bondet, V., Brand-Williams, W., Berset, C. 1997.** Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH• free radical method. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 30: 609–615.
- Borochoy-Neori, H., Judeinstein, S., Tripler, E., Harari, M., Greenberg, A., Shomer, I., Holland, D. 2009.** Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22: 189-195.
- Botrus, D., Zykina, T.F., Kostinskaya, L.I., Golovchenko, G.A. 1984.** Polyphenols compounds in pomegranate. *Pishchevaya Tekhnologiya*, 3: 117-119.
- Bravo, L. 1998.** Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutrition Reviews*, 56: 317–333.
- Bryngelsson, S., Mannerstedt-Fogelfors, B., Kamal-Eldin, A., Andersson, R., Dimberg, L.H. 2002.** Lipids and antioxidants in groats and hulls of Swedish oats (*Avena sativa* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 606–614.

- Bujdosó, G., Végyári, G., Hajnal, V., Ficzek, G., Tóth, M. 2014.** Phenolic profile of the kernel of selected Persian walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Not Bot Horti Agrobo*, 42(1): 24-29.
- Butsat S., Siriamornpun S. 2010a.** Antioxidant capacities and phenolic compounds of the husk, bran and endosperm of Thai rice. *Food Chemistry*, 119(2): 606-613.
- Butsat S., Siriamornpun, S. 2010b.** Phenolic acids and antioxidant activities in husk of different Thai rice varieties. *Food Science and Technology International*, 16(4): 329-336.
- Cabrita, L., Fossen, T., Anderson, O.M. 2000.** Colour and stability of the six common anthocyanidin 3-glucosides in aqueous solutions. *Journal of Food Science*, 68: 101-107.
- Calín-Sánchez, A., Figiel, A., Hernández, F., Melgarejo, P., Lech, K., Carbonell Barrachina, A.A. 2012.** Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) arils and rind as affected by drying method. *Food and Bioprocess Technology*, doi: 1007/s11947-012-0790-0.
- Calvo, P., Hernandez, T., Lozano, M., Gonzalez-Gomez, D. 2010.** Microencapsulation of extra-virgin olive oil by spray-drying: influence of wall material and olive quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112: 852-858.
- Cao, Y., Gao, H.L., Chen, J.N., Chen, Z.Y., Yang, L. 2006.** Identification and characterization of conjugated linolenic acid isomers by Ag+-HPLC and NMR. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 9004-9009.
- Cassano, A., Conidi, C., Drioli, E. 2011.** Clarification and concentration of pomegranate juice (*Punica granatum* L.) using membrane processes. *Journal of Food Engineering*, 107: 366-373.
- Cemeroğlu, B. 2004.** Meyve ve sebze işleme teknolojisi. Başkent Klişe Matbaacılık, Ankara, Cilt 1-2, 670-628 s.
- Cemeroğlu, B., Artık, N., Erbaş, S. 1992.** Gewinnung von Granatapfelsaft und seine Zusammensetzung. *Flüssiges Obst*, 59: 335-340.
- Cerda, B., Ceron, J.J., Tomas-Barberan, F.A., Espin, J.C. 2003b.** Repeated oral administration of high doses of the pomegranate ellagitannin punicalagin to rats for 37 days is not toxic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 3493-3501.
- Cerda, B., Espín, J.C., Parra, S., Martínez, P., Tomás-Barberán, F.A. 2004.** The potent *in vitro* antioxidant ellagitannins from pomegranate juice are metabolised into bioavailable but poor antioxidant hydroxy-6H-dibenzopyran-6-one derivatives by the colonic microflora of healthy humans. *European Journal of Nutrition*, 43: 205-220.
- Cerda, B., Llorach, R., Ceron, J.J., Espin, J.C., Tomas-Barberan, F.A. 2003a.** Evaluation of the bioavailability and metabolism in the rat of punicalagin, an antioxidant polyphenol from pomegranate juice. *European Journal of Nutrition*, 42: 18-28.
- Chandra, R., Babu, D.K., Jadhav, V.T., Teixeira da Silva, J.A. 2010.** Origin, history and domestication of pomegranate. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 4(2): 1-6.
- Chandra, R., Jadhav, V.T. 2009.** Pomegranate research and development in India and future thrusts: Preparation for the sources of the 2nd green revolution in Indian agriculture, Editör: Dhole, S., Vol. II, 1st Edn. Magnum Foundation, Nagpur, Maharashtra, pp: 39-44.
- Chandra, R., Marathe, R.A., Jadhav, V.T., Sharma, K.K., Dhinesh Babu, K. 2008.** Appraisal of constraints of pomegranate cultivation in Karnataka (*Punica granatum* L.):

Proceedings of the 3rd Indian horticulture congress: new R&D initiatives in horticulture for accelerated growth and prosperity, Orissa, India, 252 p.

Chandra, R., Marathe, R.A., Kumar, P. 2006. Present status of pomegranate and its scope for crop diversification in arid and semi-arid region of Maharashtra: Proceedings of the national symposium on agro-forestry for livelihood security environment protection and biofuel production, Jhansi, India, pp: 77–78.

Chandra, R., Meshram, D.T. 2010. Pomegranate culture in Deccan plateau of India. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 4(2): 113–119.

Chang, S., Tan, C., Frankel, E.N., Barrett, D.M. 2000. Low density lipoprotein antioxidant activity of phenolic compounds and polyphenol oxidase activity in selected clingstone peach cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 147–151.

Chauhan, S., Upadhyay, M.K., Rishi, N., Rishi, S. 2011. Phytofabrication of silver nanoparticles using pomegranate fruit seeds. *International Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 1: 17–21.

Chen, P.S., Li, J.H., Liu, T.Y., Lin, T.C. 2000. Folk medicine Terminalia catappa and its major tannin component, punicalagin, are effective against bleomycin-induced genotoxicity in Chinese hamster ovary cells. *Cancer Letters*, 152: 115–122. doi: 10.1016/S0304-3835(99)00395-X.

Cheng, S.H., Zhuang, J.Y., Fan Y.Y., Du J.H., Cao, L.Y. 2007. Progress in research and development in hybrid rice: a super-domesticated in China. *Annals of Botany*, 100(5): 959–966.

Cherubini, A., Ruggiero, C., Polidori, M.C., Mecocci, C. 2005. Potential markers of oxidative stress in stroke. *Free Radical Biology & Medicine*, 39: 841 – 852.

Chidambara Murthy, K.N., Jayaprakasha, G.K., Singh, R.P. 2002. Studies on antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel extract using *in vivo* models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 4791–4795.

Clifford, M.N. 2004. Diet-derived phenols in plasma and tissues and their implications for health. *Planta Medica*, 70: 1103–1114.

Clifford, M.N., Scalbert, A. 2000. Ellagitannins nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 1118–1125.

Cordenunsi, B.R., Nascimento, J.R.O., Lajolo, F.M. 2003. Physicochemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry*, 83: 167–173.

Correia, R.T.P., McCue, P., Magalhães, M.M.A, Macêdo, G.R., Shetty, K. 2004. Production of phenolic antioxidants by the solidstate bioconversion of pineapple waste mixed with soy flour using *Rhizopus oligosporus*. *Process Biochemistry*, 39: 2167–2172.

Coşkun, F. 2006. Gıdalarda bulunan doğal koruyucular. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2: 27–33.

Çam, M. 2009. Basınçlı solvent ekstraktörü kullanılarak nar kabuğu ve çekirdeğinin antioksidan bileşiklerin su ile ekstraksiyonu. *Doktora Tezi*, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Çam, M., Erdogan, F., Aslan, D., Dinç, M. 2013. Enrichment of functional properties of ice cream with pomegranate by-products. *Journal of Food Science*, 78(10): 1543–1550.

Çam, M., Hışıl, Y., Durmaz, G. 2009. Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chemistry*, 112(3): 721–726.

- Çeltikci, N.P. 2008.** Türkiye ekonomisinde nar ve nar türevleri. *Yüksek Lisans Tezi*, AÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Antalya.
- Çolak, H., Ulusoy, B.H. 2005.** Bitkisel orijinli gıdalarda bulunan bazı doğal antioksidan maddeler ve etkileri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi*, 8(4): 43-48.
- da Silva, J.A.T., Rana, T.S., Narzary, D., Verma, N., Meshram, D.T., Ranade, S.A. 2013.** Pomegranate biology and biotechnology: a review. *Scientia Horticulturae*, 160: 85-107.
- da Silva, L.M.R., de Figueiredo, E.A.T., Ricardo, N.M.P.S., Vieira, I.G.P., de Figueiredo, R.W., Brasil, I.M., Gomes, C.L. 2014.** Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 143: 398–404.
- 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 & Environmental Sciences*, 9(3): 273-281.
- Dalimov, D.N., Dalimova, G.N., Bhatt, M. 2003.** Chemical composition and lignins of tomato and pomegranate seeds. *Chemistry of Natural Compounds*, 39: 37-40.
- de Ancos, B., Colina-Coca, C., González-Peña, D., Sánchez-Moreno, C. 2015.** Bioactive compounds from vegetable and fruit by-products: biotechnology of bioactive compounds: Sources and applications, Editörler: Gupta, V.K. Tuohy, M.G., pp: 1-36. doi: 10.1002/9781118733103.ch1.
- de la Torre, A.A.S.B., Henderson, T., Nigam, P.S., Owusu-Apenten, R.K. 2015.** A universally calibrated microplate ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay for foods and applications to Manuka honey. *Food Chemistry*, 174: 119–123.
- de Lourdes Reis Giarda, M. 2013.** Food phenolic compounds: main classes, sources and their antioxidant power: Oxidative stress and chronic degenerative diseases-a role for antioxidants, Editör: Morales-Gonzalez, J.A., Intech, pp: 87-112.
- de Moraes Barros, H.R., de Castro Ferreira, T.A.P., Genovese, M.I. 2012.** Antioxidant capacity and mineral content of pulp and peel from commercial cultivars of citrus from Brazil. *Food Chemistry*, 134: 1892–1898.
- Decker, E.A., Chen, B., Panya, A., Elias, R.J. 2010.** Understanding antioxidant mechanisms in preventing oxidation in foods: Oxidation in foods and beverages and antioxidant applications. Editörler: Decker, E.A., Ellias, R.J., McClements, D.J., Woodhead Publishing, Cambridge, pp: 225-248.
- Devatkal, S.K., Jaiswal, P., Jha, S.N., Bharadwaj, R., Viswas, K.N. 2011.** Antibacterial activity of aqueous extract of pomegranate peel against *Pseudomonas stutzeri* isolated from poultry meat. *Journal of Food Science and Technology*, 48: 1–6.
- Devatkal, S.K., Narsaiah, K. Borah, A. 2010.** Anti-oxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties. *Meat Science*, 85: 155–159.
- Devatkal, S.K., Naveena, B.M. 2010.** Effect of salt, kinnow and pomegranate fruit by-product powders on color and oxidative stability of raw ground goat meat during refrigerated storage. *Meat Science*, 85: 306–311.
- Dhillon, G.S., Kaur, S., Brar, S.K. 2013.** Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27: 789–805.
- Dikmen, M., Ozturk, N., Ozturk, Y. 2011.** The antioxidant potency of *Punica granatum* L. fruit peel reduces cell proliferation and induces apoptosis on breast cancer. *Journal of Medicinal Food*, 14(12): 1638-1646.

- Dimitrios, B. 2006.** Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science & Technology*, 17(9): 505–512.
- Dinnella, C., Recchia, A., Fia, G., Bertucciolo, M., Monteleone, E. 2009.** Saliva characteristics and individual sensitivity to phenolic astringent stimuli. *Chemical Senses*, 34: 295–304.
- Dokuzoğuz, M., Mendilcioğlu, K. 1978.** Ege Bölgesi nar çeşitleri üzerinde pomolojik çalışmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2): 133- 157.
- Drouin, G., Godin, J.R., Page, B. 2011.** The genetics of vitamin C loss in vertebrates. *Curr Genomics*, 12: 371-378.
- Du, B., Xu, B. 2014.** Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) of β -glucans from different sources with various molecular weight. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 3: 11–16.
- Du, C.T., Wang, P.L., Francis, F.J. 1975.** Anthocyanins of pomegranate, *Punica granatum*. *Journal of Food Science*, 40: 417.
- Dubois, V., Breton, S., Linder, M., Fanni, J., Parmentier, M. 2007.** Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109: 710–732.
- Duda-Chodak, A., Tarko, T. 2007.** Antioxidant properties of different fruit seeds and peels. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6(3): 29-36.
- Eikani, M.H., Golmohammad, F., Homami, S.S. 2012.** Extraction of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil using superheated hexane. *Food and Bioproducts Processing*, 90: 32–36.
- Ekşi, A., Özhamamcı, İ. 2009.** Chemical composition and guide values of pomegranate juice. *Gıda*, 34(5): 265-270.
- El Nemr, A. 2009.** Potential of pomegranate husk carbon for Cr (VI) removal from wastewater: kinetic and isotherm studies. *Journal of Hazardous Materials*, 161: 132–141.
- El-Ashtoukhy, E.S.Z., Amin, N.K., Abdelwahab, O. 2008.** Removal of lead (II) and copper (II) from aqueous solution using pomegranate peel as a new adsorbent. *Desalination*, 223: 162–173.
- El-Baroty, G.S., Khalil, M.F., Mostafa, S.H.A. 2014.** Natural antioxidant ingredient from by-products of fruits. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 9(3): 311-320.
- Elfalleh, W., Hannachi, H., Tlili, N., Yahia, Y., Nasri, N., Ferchichi, A. 2012.** Total phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6: 4724-4730.
- Elfalleh, W., Nasri, N., Marzougui, N., Thabti, I., M'Rabet, A., Yahya, Y., Lachiheb, B., Guasmi, F., Ferchichi, A. 2009.** Physico-chemical properties and DPPH-ABTS scavenging activity of some local pomegranate (*Punica granatum*) ecotypes. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60: 925-938.
- Elhassaneen, Y., El-Waseef, S., Fathy, N., Ahmed, S.S. 2016.** Bioactive compounds and antioxidant potential of food industry by-products in Egypt. *American Journal of Food and Nutrition*, 4(1): 1-7.
- El-Nemr, S.E., Ismail, I.A., Ragab, M. 1990.** Chemical composition of juice and seeds of pomegranate fruit. *Nahrung/Food*, 34: 601–606.

- El-Said, M.M., Haggag, H.F., Fakhr El-Din, H.M., Gad, A.S., Farahat, A.M. 2014.** Antioxidant activities and physical properties of stirred yoghurt fortified with pomegranate peel extracts. *Annals of Agricultural Science*, 59(2): 207-212.
- Ender, P., Vural, G., Nevzat, A. 2002.** Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (*Punica granatum* L.) grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15: 567–575.
- Ergezer, H., Çam, M. 2008.** Tanenler: sınıflandırma, yapıları ve sağlık üzerine etkileri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Esa, N.M., Ling, T.B., Peng, L.S. 2013.** By-products of rice processing: an overview of health benefits and applications. *Journal of Rice Research*, 1(1): 1-11.
- Escarpa, A., Gonzalez, M.C. 2001.** An overview of analytical chemistry of phenolic compounds in foods. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 31(2): 57-139.
- Fadavi, A., Barzegar, M., Azizi, M.H. 2006.** Determination of fatty acids and total lipid content in oilseed of 25 pomegranates varieties grown in Iran. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6): 676-680.
- Fanali, C., Belluomo, M.G., Cirilli, M., Cristofori, V., Zecchini, M., Cacciola, F., Russo, M., Muleo, R., Dugo, L. 2016.** Antioxidant activity evaluation and HPLC-photodiode array/MS polyphenols analysis of pomegranate juice from selected Italian cultivars: a comparative study. *Electrophoresis*, 37(13): 1947-1955.
- Fawole, O.A., Makunga, N.P., Opara, U.L. 2012.** Antibacterial, antioxidant and tyrosinase-inhibition activities of pomegranate fruit peel methanolic extract. *Complementary and Alternative Medicine*, 12: 200-211.
- Fawole, O.A., Opara, U.L. 2012.** Composition of trace and major minerals in different parts of pomegranate (*Punica granatum*) fruit cultivars. *British Food Journal*, 114: 1518–1532.
- Fawole, O.A., Opara, U.L. 2013.** Effects of maturity status on biochemical content, polyphenol composition and antioxidant capacity of pomegranate fruit arils (cv. 'Bhagwa'). *South African Journal of Botany*, 85: 23-31.
- Fawole, O.A., Opara, U.L., Theron, K.I. 2011.** Chemical and phytochemical properties and antioxidant activities of three pomegranate cultivars grown in South Africa. *Food and Bioprocess Technology*. doi 10.1007/s11947-011-0533-7.
- Feng, Q., Kumagai, T., Torii, Y., Nakamura, Y., Osawa, T., Uchida, K. 2001.** Anticarcinogenic antioxidants as inhibitors against intracellular oxidative stress. *Free Radical Research*, 35(6): 779-788.
- Ferguson, L.R. 2001.** Role of plant polyphenols in genomic stability. *Mutation Research*, 475: 89–111.
- Fernandes, A.M., Prado, A.L., Barata, L.E., Paulo, M.Q., Azevedo, N.R., Ferri, P.H. 1997.** A method to separate Lignoids from Vinola leaves. *Phytochemical Analysis*, 8: 18–21.
- Fernandes, L., Pereira, J.A., López-Cortés, I., Salazar, D.M., Ramalhosa, E., Casal, S. 2015.** Lipid composition of seed oils of different pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars from Spain. *International Journal of Food Studies*, 4: 95-103.
- Fernandez-Panchon, M.S., Villano, D., Troncoso, A.M., Garcia-Parrilla, M.C. 2008.** Antioxidant activity of phenolic compounds: from *in vitro* results to *in vivo* evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(7): 649-671.
- Ferrari, G., Maresca, P., Ciccarone, R. 2010.** The application of high hydrostatic pressure for the stabilization of functional foods: pomegranate juice, *Journal of Food Engineering*, 100: 245–253.

- Fischer, U.A., Carle, R., Kammerer, D.R. 2011.** Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum* L.) peel, mesocarp, aril and differently produced juices by HPLC-DAD-ESI/MSn. *Food Chemistry*, 127: 807–821.
- Fischer, U.A., Carle, R., Kammerer, D.R. 2013a.** Thermal stability of anthocyanins and colourless phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) juices and model solutions. *Food Chemistry*, 138: 1800–1809.
- Fischer, U.A., Jaksch, A.V., Carle, R., Kammerer, D.R. 2013b.** Influence of origin source, different fruit tissue and juice extraction methods on anthocyanin, phenolic acid, hydrolysable tannin and isolariciresinol contents of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits and juices. *European Food Research and Technology*, 237: 209–221.
- Friedman, M., Jürgens, H. S. 2000.** Effect of pH on the stability of plant phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6): 2101–2110.
- Frison, E.A., Servinsky, J. 1995.** Directory of European institutions holding crop genetic resources collections. European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources, Food and Agriculture Organization, International Plant Genetic Resources Institution, 499 pp. www.ecpgr.cgiar.org/publications/directories/direct95.htm (Erişim Tarihi: 09.05.2016).
- Fuhrman, B., Volkova, N., Aviram, M. 2005.** Pomegranate juice inhibits oxidized LDL uptake and cholesterol biosynthesis in macrophages. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 16(9): 570–576.
- Galati, G., O'Brien P.J. 2004.** Potential toxicity of flavonoids and other dietary phenolics: Significance for their chemopreventive and anticancer properties. *Free Radical Biology and Medicine*, 37(3): 287–303.
- Garrote, G., Cruz, J.M., Domínguez, H., Parajó, J.C. 2003.** Valorisation of waste fractions from autohydrolysis of selected lignocellulosic materials. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 78: 392–398.
- Gautam, R., Sharma, S.C. 2012.** Effect of *Punica granatum* Linn. (peel) on blood glucose level in normal and alloxan-induced diabetic rats. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 5: 226–227.
- George, B., Kaur, C., Khurdiya, D.S., Kapoor, H.C. 2004.** Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry*, 84: 45–51.
- Gerber, M., Thiébaud, A., Astorg, P., Clavel-Chapelon, F., Combe, N. 2005.** Dietary fat, fatty acid composition and risk of cancer. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107: 540–559.
- Ghosh, D., Konishi, T. 2007.** Anthocyanins and anthocyanin-rich extracts: role in diabetes and eye function. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 16(2): 200–208.
- 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 Food Chemistry*, 48: 4581–4589.
- Gil, M.I., Tomás-Barberán, F.A., Hess-Pierce, B., Kader, A.A. 2002.** Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50: 4976–4982.
- Goli, A.H., Barzegar, M., Sahari, M.A. 2005.** Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts. *Food Chemistry*, 92: 521–525.
- Gorinstein, S., Martín-Belloso, O., Lojek, A., Číž, M., Soliva-Fortuny, R., Park, Y.-S., Caspi, A., Libman, I., Trakhtenberg, S. 2002.** Comparative content of some

phytochemicals in Spanish apples, peaches and pears. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(10): 1166–1170.

Gorinstein, S., Martín-Belloso, O., Park, Y.S., Haruenkit, R., Lojek, A., Číž, M. 2001. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food Chemistry*, 74: 309–315.

Goula, A.M., Adamopoulos, K.G. 2012. A method for pomegranate seed application in food industries: seed oil encapsulation. *Food and Bioproducts Processing*, 90: 639–652.

Gölükcü, M., Tokgöz, H. 2008. Ülkemizde yetiştirilen önemli nar (*Punica Granatum*) çeşitlerine ait nar sularının bazı kalite özellikleri. *Hasad Gıda*, 274: 26-31.

Gölükcü, M., Tokgöz, H., Çelikyurt, M.A. 2005. Nar çekirdeğinin bazı özellikleri ve nar çekirdeği yağının yağ asiti bileşimi. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM).

Gözlekçi, S., Saraçoğlu, O., Onursal, E., Özgen, M. 2011. Total phenolic distribution of juice, peel, and seed extracts of four pomegranate cultivars. *Pharmacognosy Magazine*, 7(26): 161.

Guo, C., Wei, J., Yang, J., Xu, J., Pang, W., Jiang, Y. 2008. Pomegranate juice is potentially better than apple juice in improving antioxidant function in elderly subjects. *Nutrition Research*, 28: 72-77.

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(12): 1719-1726.

Guo, S., Deng, Q., Xiao, J., Xie, B., Sun, Z. 2007. Evaluation of antioxidant activity and preventing DNA damage effect of pomegranate extracts by chemiluminescence method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 3134-3140.

Gupta, M., Mazumder, U., Gomathi, P. 2007. Antioxidant and antimicrobial properties of *Galega purpurea* root. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6 (3): 533-537.

Gutiérrez-Larraínzar, M., Rúa, J., Caro, I., de Castro, C., de Arriaga, D., García-Armesto M.R., del Valle, P. 2012. Evaluation of antimicrobial and antioxidant activities of natural phenolic compounds against foodborne pathogens and spoilage bacteria. *Food Control*, 26(2): 555-563.

Gündoğdu, M., 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., Yılmaz, H., Canan, İ. 2015. Nar (*Punica granatum* L.) çeşit ve genotiplerin fizikokimyasal karakterizasyonu. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 1(2): 57-65.

Habibnia, M., Ghavami, M., Ansaripour, M., Vosough, S. 2012. Chemical evaluation of oils extracted from five different varieties of Iranian pomegranate seeds. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 2: 35-40.

Habif, S., Turgan, N., Mutaf, I., Aytacılar, F., Hamulu, F., Bayındır, O., Yılmaz, C. 1997. Plasma catalase, glutathione peroxidase and selenium levels in adult diabetic patients. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 27: 139–141.

Hadrich, F., Cher, S., Gargouri, Y., Sayari, A. 2014. Antioxidant and lipase inhibitory activities and essential oil composition of pomegranate peel extracts. *Journal of Oleo Science*, 63(5): 515-25.

Hagerman, A.E. 2002. Tannin chemistry. <http://www.users.muohio.edu/hagermae/tannin.pdf> (Erişim tarihi: 25.03.2016).

- Halliwell B. 1994.** Free radicals and antioxidants: a personal view. *Nutrition Reviews*, 52(8): 253-265.
- Halliwell, B., Auroma, O.I. 1991.** DNA damage by oxygen-derived species its mechanism and measurement in mammalian systems. *FEBS Letters*, 281(1-2): 9-19.
- Halvorsen, B.L., Carlsen, M.H., Phillips, K.M., Bohn, S.K., Holte, K., Jacobs, D.R., Blomhoff, R. 2006.** Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. *American Journal of Clinical Nutrition*, 84: 95-135.
- Harborne, J.B. 1989.** General procedures and measurement of total phenolics: Methods in plant biochemistry: Volume 1 plant phenolics, Editör: Harborne, J. B., Academic Press, London, pp: 1-28.
- Harborne, J.B., Baxter, H., Moss, G.P. 1999.** Phytochemical dictionary: handbook of bioactive compounds from plants. CRC Press, London, 992 pp.
- Harborne, J.B., Williams, C.A. 2000.** Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55: 481-504.
- Hasnaoui, N., Jbir, R., Mars, M., Trifi, M., Kamal-Eldin, A., Melgarejo, P., Hernandez, F. 2011.** Organic acids, sugars, and anthocyanins contents in juices of Tunisian pomegranate fruits. *International Journal of Food Properties*, 14(4): 741-757.
- Hasnaoui, N., Wathelet, B., Jiménez-Araujo, Ana. 2014.** Valorization of pomegranate peel from 12 cultivars: dietary fibre composition, antioxidant capacity and functional properties. *Food Chemistry*, 160: 196-203.
- Hassan, N.A., El-Halwagi, A.A., Sayed, H.A. 2012.** Phytochemicals, antioxidant and chemical properties of 32 pomegranate accessions growing in Egypt. *World Applied Sciences Journal*, 16(8): 1065-1073.
- Hayes, J.E., Allen, P., Brunton, N., O'Grady, M.N., Kerry, J.P. 2011.** Phenolic composition and *in vitro* antioxidant capacity of four commercial phytochemical products: olive leaf extract (*Olea europaea* L.), lutein, sesamol and ellagic acid. *Food Chemistry*, 126: 948-955.
- Hayrapetyan, H., Hazeleger, W.C., Beumer, R.R. 2012.** Inhibition of *Listeria monocytogenes* by pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extract in meat pate at different temperatures. *Food Control*, 23: 66-72.
- He, L., Zhang, X., Xu, H., Xu, C., Yuan, F., Knez, Z., Novak, Ž., Gao, Y. 2012.** Subcritical water extraction of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum* L.) seed residues and investigation into their antioxidant activities with HPLC-ABTS•+ assay. *Food and Bioprocess Technology*, 90: 215-223.
- Heber, D. 2004.** Vegetables, fruits and phytoestrogens in the prevention of diseases. *Journal of Postgraduate Medicine*, 50: 145-149.
- Heber, D. 2011.** Pomegranate ellagitannins: Herbal medicine: Biomolecular and clinical aspects. Editörler: Benzie, I.F.F., Wachtel-Galor, S., CRC Press. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22593938> (Erişim Tarihi: 06.07.2016).
- Heftmann, E., Ko, S., Bennett, R.D. 1966.** Identification of estrone in pomegranate seed. *Phytochemistry*, 5: 1337-1339.
- Heim, K.E., Tagliaferro, A.R., Bobilya, D.J. 2002.** Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13: 572-584.
- Hernández, F., Melgarejo, P., Martínez, J.J., Martínez, R., Legua, P. 2011.** Fatty acid composition of seed oils from important Spanish pomegranate cultivars. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 2: 35-40.

- Hmid, I., Elothmani, D., Hanine, H., Oukabli, A., Mehinagic, E. 2013.** Comparative study of phenolic compounds and their antioxidant attributes of eighteen pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry*, pp: 1-10.
- Hmid, I., Hanine, H., Elothmani, D., Oukabli, A. 2016.** Physical and biochemical assesment of eighteen pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars from Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2016.06.002>.
- Holland, D., Bar-Ya'akov, I. 2008.** The pomegranate: new interest in an ancient fruit. *Gardeners Chronicle & Horticultural Trade Journal*, 48: 12–15.
- Holland, D., Hatib, K., Bar-Ya'akov, I. 2009.** Pomegranate: botany, horticulture, breeding: Horticultural reviews, Editör: Janick, J., John Wiley and Sons, New Jersey, pp: 127–191.
- Hollman, P.C.H. 2001.** Evidence for health benefits of plant phenols: local or systemic effects. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 842–852.
- Hollman, P.C.H., de Vries, J.H.M., van Leeuwen, S.D., Mengelers, M.J.B., Katan, M.B. 1995.** Absorption of dietary quercetin glycosides and quercetin in healthy ileostomy volunteers. *American Journal of Clinical Nutrition*, 62: 1276–1282.
- Hollman, P.C.H., Katan, M.B. 1999.** Dietary flavonoids: intake, health effects and bioavailability. *Food and Chemical Toxicology*, 37: 937–942.
- Hollman, P.C.H., van Trijp, J.M.P., Buysman, M.N.C.P., Gaag, M.S., Mengelers, M.J.B., de Vries, J.H.M., Katan, M.B. 1997.** Relative bioavailability of the antioxidant flavonoid quercetin from various foods in man. *FEBS Letters*, 418: 152–156.
- Hu, F.B. 2003.** Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview. *American Journal of Clinical Nutrition* 78: 544–551.
- Huang, D. Ou, B., Prior, R.L. 2005.** The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 1841–1856.
- Huxley, R.R., Neil, H. 2003.** The relationship between dietary flavonol intake and coronary heart disease mortality: a meta analysis of prospective cohort studies. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57: 904–908.
- Hybertson, B.M., Gao B., Bose, S.K., McCord, J.M. 2011.** Oxidative stress in health and disease: the therapeutic potential of Nrf2 activation. *Molecular Aspects of Medicine*, 32(4-6): 234-246.
- Ibrahim, M.I. 2010.** Efficiency of pomegranate peel extract as antimicrobial, antioxidant and protective agents. *World Journal of Agricultural Sciences*, 6(4): 338-344.
- Ikram, E.H.K., Eng, K.H., Jalil, A.M.M., Ismail, A., Idris, S., Azlan, A., Nazri, H.S.M., Diton, N.A.M., Mokhtar, R.A.M. 2009.** Antioxidant capacity and total phenolic content of Malaysian underutilized fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22: 388–393.
- Iqbal, S., Haleem, S., Akhtar, M., Zia-ul-Haq, M., Akbar, J. 2008.** Efficiency of pomegranate peel extracts in stabilization of sunflower oil under accelerated conditions. *Food Research International*, 41: 194-200.
- Ismail, T., Akhtar, R., Riaz, M., Ismail, A. 2014.** Effect of pomegranate peel supplementation on nutritional, organoleptic and stability properties of cookies. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(6): 661-6. <http://dx.doi.org/10.3109/09637486.2014.908170>.

- Ismail, T., Akhtar, S., Sestili, P., Riaz, M., Ismail, A., Labbe, R.G. 2016.** Antioxidant, antimicrobial and urease inhibitory activities of phenolics-rich pomegranate peel hydroalcoholic extracts. *Journal of Food Biochemistry*, ISSN 1745–4514.
- Ismail, T., Sestili, P., Akhtar, S. 2012.** Pomegranate peel and fruit extracts: a review of potential anti-inflammatory and anti-infective effects. *Journal of Ethnopharmacology*, 143: 397–405.
- Jaiswal, V., Der Marderosian, A., Porter, J.R. 2010.** Anthocyanins and polyphenol oxidase from dried arils of pomegranate (*Punica granatum* L.). *Food Chemistry*, 118: 11–16.
- Jeong, S.M., Kim, S.Y., Kim, D.R., Jo, S.C., Nam, K.C., Ahn, D.U., Lee, S.C. 2004.** Effect of heat treatment on the antioxidant activity of extracts from citrus peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 3389–3393.
- Jha, V. 2001.** Indigenous colours in Mithila (North Bihar)-a historical perspective. *Indian Journal of History of Science*, 37: 37–55.
- Jing, P., Ye, T., Shi, H., Sheng, Y., Slavin, M., Gao, B., Liu, L., Yu, L. 2012.** Antioxidant properties and phytochemical composition of China-grown pomegranate seeds. *Food Chemistry*, 132: 1457–1464.
- Johanningsmeier, S.D., Harris, G.K. 2010.** Pomegranate as a functional food and nutraceutical source. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2: 181–201.
- Jurenka, J. 2008.** Therapeutic applications of pomegranate (*Punica granatum* L.): a review. *Alternative Medicine Review*, 13(2): 128.
- Kähkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.-P., Pihlaja, K., Kujala, T.S., Heinonen, M. 1999.** Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 47: 3954–3962.
- Kallithraka, S., Bakker, J., Clifford, M.N., Vallis, L. 2001.** Correlation between saliva protein composition and some T-I parameters of astringency. *Food Quality and Preference*, 12: 145–152.
- Kalt, W., Hanneken, A., Milbury, P., Tremblay, F. 2010.** Recent research on polyphenolics in vision and eye health. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 58(7): 4001–4007. doi: 10.1021/jf903038r.
- Kamkar, A., Javan, A.J., Asadi, F., Kamalinejad, M. 2010.** The antioxidative effect of Iranian *Mentha pulegium* extracts and essential oil in sunflower oil. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 1796-1800.
- Kanatt, S.R., Chander, R., Sharma, A. 2010.** Antioxidant and antimicrobial activity of pomegranate peel extract improve shelf life of chicken products. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 216–222.
- Karaca, E. 2011.** Nar suyu konsantresi üretiminde uygulanan bazı işlemlerin fenolik bileşenler üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Karihtala, P., Soini, Y. 2007.** Reactive oxygen species and antioxidant mechanisms in human tissues and their relation to malignancies. *Apmis*, 115(2): 81-103.
- Karpińska, M., Borowski, J., Danowska-Oziewicz, M. 2001.** The use of natural antioxidants in ready-to-serve foods. *Food Chemistry*, 72(1): 5-9.
- Kashiwada, Y., Nonaka, G.I., Nishioka, I., Chang, J.J., Lee, K.H. 1992.** Antitumor agents, 129. Tannins and related compounds as selective cytotoxic agents. *Journal of Natural Products*, 55: 1033–1043.

- Katz, S.R., Newman, R.A., Lansky, E.P. 2007.** *Punica granatum*: heuristic treatment for diabetes mellitus. *Journal of Medicinal Food*, 10(2): 213-217.
- Kaufman, M., Wiesman, Z. 2007.** Pomegranate oil analysis with emphasis on MALDI-TOF/MS triacylglycerol fingerprinting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(25): 10405-13.
- Kaur, C., Kapoor, H.C. 2001.** Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*, 36(7): 703-725.
- Kayahan, M. 2004.** Yağlı tohumlardan ham yağ üretim teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi: 7, Ankara, 234 s.
- Kedare, S.B., Singh, R.P. 2011.** Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4): 412-422.
- Khan, N., Afaq, F., Mukhtar, H. 2008.** Cancer chemoprevention through dietary antioxidants: progress and promise. *Antioxidants & Redox Signaling*, 10(3): 475-510.
- Khansari, N., Shakiba Y., Mahmoudi. M. 2009.** Chronic inflammation and oxidative stress as a major cause of age-related diseases and cancer. *Recent Patents on Inflammation & Allergy Drug Discovery*, 3(1): 73-80.
- Kho, Y.L., Jung, W., Kwon, D.Y., Kim, J.H. 2010.** Identification of estrone in pomegranate (*Punica granatum*) extracts by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Science and Biotechnology*, 19: 809-813.
- Kim, N.D., Kaplan, B., Gupta, M., Amichay, A., Lansky, E., Livney, T., Neeman, I., Poirier, D., Luu-The, V., Nicholls, P., Kirby, A., Jiang, W.G., Mansel, R., Mehta, R., Gewirtz, D. 2002.** Chemopreventive and adjuvant therapeutic potential of pomegranate (*Punica granatum*) for human breast cancer. *Breast Cancer Research and Treatment*, 71: 203-217.
- King, A., Young, G. 1999.** Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *Journal of the American Dietetic Association*, 99: 213-218.
- Kirthikar, K.R., Basu, B.D. 2000.** *Punica granatum*: Indian Medicinal Plants, vol 5, Sri Satguru Publications, pp: 1508-1513.
- Knekt, P., Kumpulainen, J., Järvinen, R., Rissanen, H., Heliövaara, M., Reunanen, A., Hakulinen, T., Aromaa, A. 2002.** Flavonoid intake and the risk of chronic diseases. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76: 560-568.
- Kohno, H., Suzuki, R., Yasui, Y., Hosokawa, M., Miyashita, K., Tanaka, T. 2004.** Pomegranate seed oil rich in conjugated linolenic acid suppresses chemically induced colon carcinogenesis in rats. *Cancer Science*, 95: 481-486.
- Koleva, I.I., van Beek, T.A., Linssen, J.P.H., de Groot, A., Evstatieva, L.N. 2002.** Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. *Phytochemical Analysis*, 13: 8-17.
- Konczak, I., Zhang, W. 2004.** Anthocyanins-more than nature's colours. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5: 239-240.
- Koolen, H.H.F., da Silva, F.M.A., Gozzo, F.C., de Souza A.Q.L., de Souza, A.D.L. 2013.** Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS/MS. *Food Research International*, 51(2): 467-473.
- Kotilainen, L., Rajalahti, R., Ragasa, C., Pehu, E. 2006.** Health enhancing foods opportunities for strengthening the sector in developing countries. *Agriculture and Rural Development Discussion*, 30 pp.

- Kraovičová, J., Šimko, P. 2000.** Determination of synthetic phenolic antioxidants in food by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography*, 882(1-2): 271-281.
- Kris-Etherton, P.M., Hecker, K.D., Bonanome, A., Coval, S.M., Binkoski, A.E., Hilpert, K.F., Griel, A.E., Etherton, T.D. 2002.** Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *American Journal of Medicine*, 113(9): 71-88.
- Kuhnau, J. 1976.** The flavonoids: a class of semi-essential food components: their role in human nutrition. *World Review in Nutrition and Dietetics*, 24: 117–191.
- Kulkarni, A.P., Aradhya, S.M., Divakar, S. 2004.** Isolation and identification of a radical scavenging antioxidants punicalagin from pith and carpellary membrane of pomegranate fruit. *Food Chemistry*, 87: 551-557.
- Kulkarni, A.P., Aradhya, S.M., Divakar, S. 2005.** Chemical changers and antioxidant acitivity in pomegranate arils during development. *Food Chemistry*, 93: 319-324.
- Kulkarni, A.P., Mahal, H.S., Kapoor, S., Aradhya, S.M. 2007.** *In vitro* studies on the binding, antioxidant, and cytotoxic actions of punicalagin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 1491–1500.
- Kulkarni, S.S., Gokhale, A.V., Bodake, U.M., Pathade, G.R. 2011.** Cotton dyeing with natural dye extracted from pomegranate (*Punica granatum*) peel. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, 1: 135–139.
- Kumari, A., Dora, J., Kumar, A., Kumar, A. 2012.** Pomegranate (*Punica granatum*)-overview. *International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences*, 1: 1218–1222.
- Kurt, H., Şahin, G. 2013.** Bir ziraat coğrafyası çalışması: Türkiye’de nar (*Punica granatum* L.) tarımı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27(1): 551-574.
- Kyselova, Z. 2011.** Toxicological aspects of the use of phenolic compounds in disease prevention. *Interdisciplinary Toxicology*, 4(4): 173-183.
- Landete, J.M. 2011.** Ellagitannins, ellagic acid and their derived metabolites: a review about source, metabolism, functions and health. *Food Research International*, 44(5): 1150–1160.
- Langley, P. 2000.** Why a pomegranate? *British Medical Journal*, 321(7269): 1153.
- Lansky, E.P., Jiang, W., Mo, H., Bravo, L., Froom, P., Yu, W., Haris, N.M., Neman, I., Campbell, M.J. 2005.** Possible synergistic prostate cancer suppression by anatomically discrete pomegranate fractions. *Investigational New Drugs*, 23: 11-20.
- Lansky, E.P., Newman, R.A. 2007.** *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *Journal of Ethnopharmacology*, 109: 177–206.
- Larrosa, M., González-Sarrías, A., Yáñez-Gascón, M.J., Selma, M.V., Azorín-Ortuño, M., Toti, S., Tomás-Barberán, 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. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 21(8): 717–25.
- Larue, J.H. 1980.** Growing pomegranates in California. UC Fruit & Nut Research Information Center, http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/crops/pomegranate_factsheet.html. (Erişim Tarihi: 17.04.2015).
- Laufenberg, G., Kunz, B., Nystroem, M. 2003.** Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. *Bioresource Technology*, 87: 167–198.

- Lee, C.J., Chen, L.G., Liang, W.L., Wanga, C.C. 2010.** Anti-inflammatory effects of *Punica granatum* Linne *in vitro* and *in vivo*. *Food Chemistry*, 118: 315–322.
- Lee, S.I., Kim, B.S., Kim, K.S., Lee, S., Shin, K.S. and Lim, J.S. 2008.** Immune-suppressive activity of punicalagin via inhibition of NFAT activation. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 371: 799-803. doi: 10.1016/j.bbrc.2008.04.150.
- Leong, L.P., Shui, G. 2002.** An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chemistry*, 76: 69–75.
- Li, X., Wasila, H., Liu, L., Yuan, T., Gao, Z., Zhao, B., Ahmad, I. 2015.** Physicochemical characteristics, polyphenol compositions and antioxidant potential of pomegranate juices from 10 Chinese cultivars and the environmental factors analysis. *Food Chemistry*, 175: 575-584.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S. 2006.** Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96: 254–260.
- Li, Z., Gu, L. 2011.** Effects of mass ratio, pH, temperature, and reaction time on fabrication of partially purified pomegranate ellagitannin–gelatin nanoparticles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 4225–4231.
- Li, Z., Percival, S.S., Bonard, S., Gu, L. 2011.** Fabrication of nanoparticles using partially purified pomegranate ellagitannins and gelatin and their apoptotic effects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 55: 1096–1103.
- Lin, C.C., Hsu, Y.F., Lin, T.C., Hsu, H.Y. 1998.** Antioxidant and hepatoprotective activity of punicalagin and punicalin on carbon tetrachloride-induced liver damage in rats. *Journal of pharmacy and pharmacology*, 50: 789-794.
- Lin, C.C., Hsu, Y.F., Lin, T.C., Hsu, H.Y. 2001.** Antioxidant and hepatoprotective effects of punicalagin and punicalin on acetaminophen-induced liver damage in rats. *Phytotherapy Research*, 15: 206-212.
- Liochev, S.I. 2013.** Reactive oxygen species and the free radical theory of aging. *Free Radical Biology and Medicine*, 60: 1-4.
- Liu, G., Xu, X., Gong, Y., He, L., Gao, Y. 2012.** Effects of supercritical CO₂ extraction parameters on chemical composition and free radical-scavenging activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil. *Food and Bioproducts Processing*, 90: 573-578.
- Liu, G., Xu, X., Hao, Q., Gao, Y. 2009.** Supercritical CO₂ extraction optimization of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil using response surface methodology. *LWT Food and Science Technology*, 42: 1491-1495.
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. 2010.** Free radicals, antioxidants and functional foods: impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, 4(8): 118–126.
- Longtin, R. 2003.** The pomegranate: nature's power fruit? *Journal of the National Cancer Institute*, 95(5): 346–348.
- Lucci, P., Pacetti, D., Loizzo, M.R., Frega, N.G. 2015.** *Punica granatum* cv. Dente di Cavallo seed ethanolic extract: antioxidant and antiproliferative activities. *Food Chemistry*, 167: 475–483.
- Lushchak, V.I. 2014.** Free radicals, reactive oxygen species, oxidative stress and its classification. *Chemico-Biological Interactions*, 224: 164–175.
- Luthria, D.L. 2008.** Influence of experimental conditions on the extraction of phenolic compounds from parsley (*Petroselinum crispum*) flakes using a pressurized liquid extractor. *Food Chemistry*, 107: 745–752.

- Madhavi, D.L., Deshpande, S.S., Salunkhe, D.K. 1996.** Food antioxidants: technological, toxicological and health perspectives, CRC Press, Newyork, 552 pp.
- Madi, B.C., Sandal, J., Bannett, R. 1999.** Effects of female relative in labor: a randomized controlled trial. *Birth*, 26: 9-10.
- Madihassan, S. 1984.** Outline of the beginning of alchemy and its antecedents. *American Journal of Chinese Medicine*, 12(1): 32-42, ISSN 0192-415X.
- Madrigal-Carballo, S., Rodriguez, G., Krueger, C.G., Dreher, M., Reed, J.D. 2009.** Pomegranate (*Punica granatum*) supplements: authenticity, antioxidant and polyphenols composition. *Journal of Functional Foods*, 1: 324–329.
- Malviya, S., Jha, A.A., Hettiarachchy, N. 2014.** Antioxidant and antibacterial potential of pomegranate peel extracts. *Journal of Food Science Technology*, 51(12): 4132–4137.
- Manach, C., Mazur, A., Scalbert, A. 2004.** Polyphenols and prevention of cardiovascular diseases. *Current Opinions in Lipidology*, 16: 77–84.
- Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., Rémésy, C. 2005.** Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. review of 97 bioavailability studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81: 230–242.
- Manasathien, J., Indrapichate, K., Intarapichet, K.-O. 2012.** Antioxidant activity and bioefficacy of pomegranate *Punica granatum* Linn. peel and seed extracts. *Global Journal of Pharmacology*, 6(2): 131-141.
- Mansour, E., Khaled, A.B., Lachiheb, B., Abid, M., Bachar K., Ferchichi, A. 2013.** Phenolic compounds, antioxidant, and antibacterial activities of peel extract from Tunisian pomegranate. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15: 1393-1403.
- Marchi, L.B., Monteiro, A.R.G., Mikcha, J.M.G., Santos, A.R., Chinellato, M.M., Marques, D.R., Dacome, A.S., Costa, S.C. 2015.** Evaluation of antioxidant and antimicrobial capacity of pomegranate peel extract (*Punica Granatum* L.) under different drying temperatures. *Chemical Engineering Transactions*, 44: 121-126.
- Marinova, G., Batchvarov, V. 2011.** Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17: 11-24.
- Mars, M. 2000.** Pomegranate plant material: genetic resources and breeding, a review. *Options Me'diterrane'ennes Se'rie A, Se'minaires Me'diterrane'ens*, 42: 55–62.
- Martí, N., Mena, P., Cánovas, J.A., Micol, V., Saura, D. 2009.** Vitamin C and the role of citrus juices as functional food. *Nat Production Community*, 4: 677–700.
- Martí, N., Perez-Vicente, A., García-Viguera, C. 2002.** Influence of storage temperature and ascorbic acid addition on pomegranate juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 217–221.
- Martinez, J.J., Melgarejo, P., Hernandez, F., Salazar, D.M., Martinez, R. 2006.** Seed characterization of five new pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties. *Scientia Horticulturae*, 110: 241–246.
- Martínez, R., Torres, P., Meneses, M.A., Figueroa, J.G., Pérez-Álvarez, J.A., Viuda-Martos, M. 2012.** Chemical, technological and *in vitro* antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products. *Food Research International*, 49(1): 39-45.
- Martins, A.C., Bukman, L., Vargas, A.M.M, Barizão, E.O., Moraes, J.C.G., Visentainer, J.V., Almeida, V.C. 2013.** The antioxidant activity of teas measured by the FRAP method adapted to the FIA system: optimising the conditions using the response surface methodology. *Food Chemistry*, 138: 574–580.

- Martín-Sánchez, A.M., Cherif, S., Ben-Abda, J., Barber-Vallés, X., Pérez-Álvarez, J.Á., Sayas-Barberá, E. 2014.** Phytochemicals in date co-products and their antioxidant activity. *Food Chemistry*, 158: 513–520.
- Masci, A., Coccia, A., Lendaro, E., Mosca, L., Paolicelli, P., Cesa, S. 2016.** Evaluation of different extraction methods from pomegranate whole fruit or peels and the antioxidant and antiproliferative activity of the polyphenolic fraction. *Food Chemistry*, 202: 59–69.
- Mates, J.M. 2000.** Effects of antioxidant enzymes in the molecular control of reactive oxygen species toxicology. *Toxicology*, 153: 83–104.
- McFarlin, B.K., Strohacker, K.A., Kueht, M.L. 2009.** Pomegranate seed oil consumption during a period of high-fat feeding reduces weight gain and reduces type 2 diabetes risk in CD-1 mice. *British Journal of Nutrition*, 102(1): 54–59.
- Meerts, I.A.T.M., Verspeek-Rip, C.M., Buskens, C.A.F., Keizer, H.G., Bassaganya-Riera, J., Jouni, Z.E., van Huygevoort, A.H.B.M., van Otterdijk, F.M., van de Waart, E.J. 2009.** Toxicological evaluation of pomegranate seed oil. *Food and Chemical Toxicology*, 47: 1085–1092.
- Melgarejo, P., Artes, F. 2000.** Organic acids and sugar composition of pomegranate juice. *European Food Research Technology*, 4(1): 30-31, ISSN1438-2377.
- Melo, I.L.P., Carvalho, E.B.T., Silva, A.M.O., Mancini Filho, J. 2010.** Effects of pomegranate seed oil on lipoperoxidation and activity of antioxidant enzymes in liver and brain of rats. *Free Radical Biology and Medicine*, 49(1): 189.
- Mena, P., García-Viguera, C., Navarro-Rico, J. Moreno, D.A., Bartual, J., Saurab, D., Martí, N. 2011.** Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91: 1893–1906.
- Mena, P., Vegara, S., Martí, N., García-Viguera, C., Saura, D., Valero, M. 2013.** Changes on indigenous microbiota, colour, bioactive compounds and antioxidant activity of pasteurised pomegranate juice. *Food Chemistry*, 141: 2122–2129.
- Mennen, L.I., Walker, R., Bennetau-Pelissero, C., Scalbert, A. 2005.** Risks and safety of polyphenol consumption. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81: 326–329.
- Meral, R., Doğan, İ.S., Kanberoğlu, G.S. 2012.** Fonksiyonel gıda bileşeni olarak antioksidanlar. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2): 45-50.
- Merken, H.M., Beecher, G.R. 2000.** Measurement of food flavonoids by high-performance liquid chromatography: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 577–599.
- Mertens-Talcott, S.U., Jilma-Stohlawetz, P., Rios, J., Hingorani, L., Derendorf, H. 2006.** Absorption, metabolism, and antioxidant effects of pomegranate (*Punica granatum* L.) polyphenols after ingestion of a standardized extract in healthy human volunteers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 8956-8961.
- Mesías, M., Navarro, M., Gökmen, V., Morales, F.J. 2013.** Antiglycative effect of fruit and vegetable seed extracts: inhibition of AGE formation and carbonyl-trapping abilities. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 93: 2037–2044.
- Middha, S.K., Usda, T., Pande, V. 2013.** A review on antihyperglycemic and antihepatoprotective activity of eco-friendly *Punica granatum* peel waste. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/656172>.

- Miguel, G., Dandlen, S., Antunes, D., Neves, A., Martins, D. 2004.** The effect of two methods of pomegranate (*Punica granatum* L.) juice extraction on quality during storage at 4 °C. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5: 332–337.
- Mirdehghan, S.H., Rahemi, M. 2007.** Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Scientia Horticulturae*, 111(2): 120-127.
- Mishra, A.K., Mishra, A., Chattopadhyay, P. 2011.** Herbal cosmeceuticals for photoprotection from ultraviolet B radiation: a review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 10: 351–360.
- Mizushina, Y., Tsuzuki, T., Eitsuka, T., Miyazawa, T., Kobayashi, K., Ikawa, H., Kuriyama, I., Yonezawa, Y., Takemura, M., Yoshida, H., Sakaguchi, K. 2004.** Inhibitory action of conjugated C18-fatty acids on DNA polymerases and DNA topoisomerases. *Lipids*, 39: 977–983.
- Mo, J., Panichayupakarananta, P., Kaewnopparat, N., Nitiruangjaras, A., Reanmongkol, W. 2013.** Topical anti-inflammatory and analgesic activities of standardized pomegranate rind extract in comparison with its marker compound ellagic acid *in vivo*. *Journal of Ethnopharmacology*, 148: 901–908.
- Mohagheghi, M., Rezaei, K., Labbafi, M., Ebrahimzadeh Mousavi, S.M. 2011.** Pomegranate seed oil as a functional ingredient in beverages. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113(6): 730–736.
- Mohammad, S.M., Kashani, H.H. 2012.** Chemical composition of the plant *Punica granatum* L. and its effect on heart and cancer. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(40): 5306-5310.
- Molyneux, P. 2004.** The use of the stable free radical diphenylpicryl hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science Technology*, 26(2): 211-219.
- Montgomery, R. 2004.** Development of biobased products. *Bioresource Technology*, 91: 1–29.
- Mot, A.C., Silaghi-Dumitrescu, R., Sârbu, C. 2011.** Rapid and effective evaluation of the antioxidant capacity of propolis extracts using DPPH bleaching kinetic profiles, FT-IR and UV–vis spectroscopic data. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24: 516–522.
- Mousavinejad, G., Emam-Djomeh, Z., Rezaei, K., Khodaparast, M.H.H. 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.
- Movileanu, I., Núñez de González, M.T., Hafley, B., Miller R.K., Keeton. J.T. 2013.** Comparison of dried plum puree, rosemary extract, and BHA/BHT as antioxidants in irradiated ground beef patties. *International Journal of Food Science*, Article ID 360732.
- Muradoglu, F., Balta, M.F., Ozrenk, B.K. 2006.** Pomegranate (*Punica granatum* L.) genetic resources from Hakkari, Turkey. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(6): 520-525.
- Muradoğlu, F., Balta, M.F., Özrenk, B.K. 2006. Pomegranate (*Punica granatum* L.) genetic resources from Hakkari, Turkey, *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(6): 520-525.

- Murota, K., Terao, J. 2003.** Antioxidative flavonoid quercetin: implication of its intestinal absorption and metabolism. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 417: 12–17.
- Musa, K.H., Abdullah, A., Al-Haiqi, A. 2016.** Determination of DPPH free radical scavenging activity: application of artificial neural networks. *Food Chemistry*, 194: 705–711.
- Nacz M., Shaididi, F. 2004.** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054: 95.
- Nacz, M., Oickle, D., Pink, D., Shahidi, F. 1996.** Protein precipitating capacity of crude canola tannins: effect of pH, tannin, and protein concentrations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 2144–2148.
- Nagao, K., Yanagita, T. 2005.** Conjugated fatty acids in food and their health benefits. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 100(2): 152–157.
- Najafzadeh, H., Aghel, N., Hemmati, A.A., Oulapour, S. 2011.** Effect of hydro alcoholic extract of peel of *Punica Granatum* on experimental mellitus by streptozotocin in rats. *Pharmacology Science*, 16(4): 239-248.
- Naurato, N., Wong, P., Lu, Y., Wroblewski, K., Bennick, A. 1999.** Interaction of tannin with human salivary histatins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 2229–2234.
- Naveena, B.M., Sen, A.R., Vaithiyanathan, S., Babji, Y., Kondaiah, N. 2008.** Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. *Meat Science*, 80: 1304–1308.
- Negi, P., Jayaprakasha, J. 2003.** Antioxidant and antibacterial activities of *Punica granatum* peel extracts. *Journal of Food Science*, 68: 1473-1477.
- Negro, C., Tommasi, L., Miceli, A. 2003.** Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts. *Bioresource Technology*, 87(1): 41-44.
- Newman, R.A., Lansky, E.P., Block, M.L. 2007.** Pomegranate: the most medicinal fruit. Basic Health Publication, Laguna Beach, CA, 120 pp.
- Neyrinck, A.M., Van Hée, V.F., Bindels, L.B., De Backer, F., Cani, P.D., Delzenne, N.M. 2013.** Polyphenol-rich extract of pomegranate peel alleviates tissue inflammation and hypercholesterolaemia in high-fat diet-induced obese mice: potential implication of the gut microbiota. *British Journal of Nutrition*, 109: 802–809.
- Nichenametla, S.N., Taruscio, T.G., Barney, D.L., Exon, J.H. 2006.** A review of the effects and mechanisms of polyphenolics in cancer. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(2): 161-183.
- Nuncio-Jáuregui, N., Calín-Sánchez, A., Carbonell-Barrachina, A., Hernández, F. 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.
- Obied, H.K., Allen, M.S., Bedgood, D.R., Prenzler, P.D., Robards, K., Stockmann, R. 2005.** Bioactivity and analysis of biophenols recovered from olive mill waste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 823–837.
- Okuda, T., Yoshida, T., Hatano, T. 1995.** Hidrolyzable tannins and related polyphenols. *Fortschritte der Chemie organischer Naturstoffe*, 66: 1-117.
- Onat, T., Emerk, K., Sözman, E.Y. 2002.** İnsan biyokimyası, Palme Yayıncılık, Ankara, 813 s.
- Onsekizoğlu, P. 2013.** Production of high quality clarified pomegranate juice concentrate by membrane processes. *Journal of Membrane Science*, 442: 264–271.

- Opara, L.U., Al-Ani, M.R., Al-Shuaibi, Y.S. 2009.** Physico-chemical properties, vitamin C content, and antimicrobial properties of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.). *Food and Bioprocess Technology*, 2(3): 315-321.
- Orak, H.H., Yagar, H., Selen Isbilir, S. 2012.** Comparison of antioxidant activities of juice, peel, and seed of pomegranate (*Punica granatum* L.) and inter-relationships with total phenolic, tannin, anthocyanin, and flavonoid contents. *Food Science Biotechnology*, 21(2): 373-387.
- Orgil, O., Schwartz, E., Baruch, L., Matityahu, I., Mahajna, J., Amir, R. 2014.** The antioxidative and anti-proliferative potential of non-edible organs of the pomegranate fruit and tree. *LWT-Food Science and Technology*, 58(2): 571-577.
- Othman, A., Ismail, A., Ghani, N.A., Adenan, I. 2007.** Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. *Food Chemistry*, 100: 1523-1530.
- Özdemir, H., Soyer, A., Tağı, Ş., Turan, M. 2014.** Nar kabuğu ekstraktının antimikrobiyel ve antioksidan aktivitesinin köfte kalitesine etkisi. *Gıda*, 39(6): 355-362.
- Özgen, M., Durgaç, C., Serçe, S., Kaya, C. 2008.** Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. *Food Chemistry*, 111(3): 703-706.
- Özgül-Yücel, S. 2005.** Determination of conjugated linolenic acid content of selected oil seeds grown in Turkey. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82: 893-897.
- Özgül, A.I., Yılmaz, C. 2000.** Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde nar yetiştiriciliği. TÜBİTAK, TARP Yayınları, TÜBİTAK Matbaası, Ankara, 15 s.
- Özkal, N., Dinç, S. 1993.** *Punica granatum* L. (Nar) bitkisinin kimyasal bileşimi ve biyolojik aktiviteleri. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 22: 1-2.
- Paari, A., Naidu, H.K., Kanmani, P., Satishkumar, R., Yuvarraj, N., Pattukumar, V., Arul, V. 2012.** Evaluation of irradiation and heat treatment on antioxidant properties of fruit peel extracts and its potential application during preservation of goat fish *Parupeneus indicus*. *Food and Bioprocess Technology*, 5: 1860-1870.
- Palou, L., Crisosto, C.H., Garner, D. 2007.** Combination of postharvest antifungal chemical treatments and controlled atmosphere storage to control gray mold and improve storability of 'Wonderful' pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 43: 133-142.
- Pande, G., Akoh, C.C. 2009.** Antioxidant capacity and lipid characterization of six Georgia-grown pomegranate cultivars. *Journal of Agricultural And Food Chemistry*, 57(20): 9427-9436.
- Pande, G., Akoh, C.C. 2016.** Pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.): Nutritional composition of fruit cultivars, Editörler: Simmonds, M., Preedy, V., Academic Press Inc, USA, pp: 667-686.
- Panichayupakarananta, P., Tewtrakul, S., Yuenyongsawad, S. 2010.** Antibacterial, anti-inflammatory and anti-allergic activities of standardised pomegranate rind extract. *Food Chemistry*, 123: 400-403.
- Pantuck, A.J., Leppert, J.T., Zomorodian, N., Aronson, W., Hong, J., Barnard, R.J., Seeram, N., Liker, H., Wang, H., Elashoff, R., Heber, D., Aviram, M., Ignarro, L., Belldgrum, A. 2006.** Phase II study of pomegranate juice for men with rising prostate-specific antigen following surgery or radiation for prostate cancer. *Clinical Cancer Research*, 12: 4018-4026.
- Park, H.M., Moon, E., Kim, A.J., Kim, M.H., Lee, S., Lee, J.B., Park, Y.K., Jung, H., Kim, Y.B., Kim, S.Y. 2010.** Extract of *Punica granatum* inhibits skin photoaging induced by UVB irradiation. *International Journal of Dermatology*, 49: 276-282.

- Parr, A.J., Bolwell, G.P. 2000.** Phenols in the plant and in man. the potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 985–1012.
- Parry, J., Su, L., Luther, M., Zhou, K., Yurawecz, M.P., Whittaker, P., Yu, L. 2005.** Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 566–573.
- Parseh, H., Hassanpour, S., Emam-Djome, Z., Lavasani, A.S. 2012.** Antimicrobial properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) as a tannin rich fruit: a review. The 1st International and the 4th National Congress on Recycling of Organic Waste in Agriculture, 26–27 April 2012, Isfahan, Iran <http://crowa.khuisf.ac.ir/DorsaPax/userfiles/file/pazhohesh/crowa91/34.pdf> (Erişim Tarihi: 10.05.16).
- Patil, J.R., Chidambara Murthy, K.N., Jayaprakasha, G.K., Chetti, M.B., Patil, B.S. 2009.** Bioactive compounds from Mexican lime (*Citrus aurantifolia*) juice induce apoptosis in human pancreatic cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 10933–10942.
- Paulová, H., Bochořáková, H., Táborská, E. 2004.** Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek *in vitro*. *Chemické listy*, 98: 174–179.
- Pellegrini, N., Serafini, M., Salvatore, S., Rio, D.D., Bianchi, M., Brighenti, F. 2006.** Total antioxidant capacity of spices, dried fruits, nuts, pulses, cereals and sweets consumed in Italy assessed by three different *in vitro* assays. *Molecular Nutrition and Food Research*, 50(11): 1030–1038.
- Percival M., 1998.** Antioxidants. *Clinical Nutrition Insights*, 10: 1–4.
- Pham-Huy, L.A., He, H., C., 2008.** Free radicals, antioxidants in disease and health. *International Journal of Biomedical Science*, 4(2): 89–96.
- phenolic compounds and organic acid compositions of pomegranate (*Punica Granatum* L.) juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35: 313–319.
- Pietta, P.G. 2000.** Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, 63: 1035–1042.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N., Gordon, M., 2001.** Antioxidants in food, CRC Press, USA, 288 pp.
- Polat-Çeltikci, N. 2008.** Türkiye ekonomisinde nar ve nar türevleri. *Yüksek Lisans Tezi*, AÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Antalya.
- Porter, L.J. 1989.** Tannins: Methods in plant biochemistry: Volume 1 plant phenolics, Editör: Harborne, J.B., Academic Press, London, pp: 389–419.
- Poyrazoğlu, E., Gökmen, V., Artık, N. 2002.** Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (*Punica granatum* L.) grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(5): 567–575.
- Prakash, A., Mathur, K., Vishwakarma, A., Vuppu, S., Mishra, B. 2013.** Comparative assay of antioxidant and antibacterial properties of Indian culinary seasonal fruit peel extracts obtained from Vellore, Tamilnadu. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 19: 131–135.
- Prakash, A., Rigelhof, F., Miller, E. 2001.** Antioxidant activity. *Medallion Laboratories Analytical Progress*, 19(2): 1–4.
- Prakash, C.V.S., Prakash. I. 2011.** Bioactive chemical constituents from pomegranate (*Punica granatum*) juice, seed and peel - a review. *International Journal of Research in Chemistry and Environment*, 1(1): 1–18.

- Prior, R.L., Hoang, H., Gu, L., Wu, X., Bacchiocca, M., Howard, L., Jacob, R. 2003.** Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORACFL)) of plasma and other biological and food samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 3273–3279.
- Pruthi, J.S., Saxena, A.K. 1984.** Studies on Anardana (dried pomegranate seeds). *Journal of Food Science and Technology*, 21(5): 296, ISSN 0022-1155.
- Qu, W., Breksa Iii, A.P., Pan, Z., Ma, H., Mchugh, T.H. 2012.** Storage stability of sterilized liquid extracts from pomegranate peel. *Journal of Food Science*, 77: 765–772.
- Qu, W., Pan, Z., Ma, H. 2010.** Extraction modeling and activities of antioxidants from pomegranate marc. *Journal of Food Engineering*, 99: 16–23.
- Ragan, M.A., Glombitza, K. 1986.** Phlorotannin: brown algal polyphenols. *Progress in Physiological Research*, 4: 177-241.
- Rahman, M.K.A., Megeid, A.A.A. 2006.** Hepatoprotective effect of soapworts (*Saponaria officinalis*), pomegranate peel (*Punica granatum* L.) and cloves (*Syzygium aromaticum* Linn) on mice with CCL4 hepatic intoxication. *World Journal of Chemistry*, 1: 41–46.
- Rajan, S., Mahalakshmi, S., Deepa, V.M., Sathya, K., Shajitha, S., Thirunalasundari, T. 2011.** Antioxidant potentials of *Punica granatum* fruit rind extracts. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(3): 82-88.
- Ramful, D., Baborun, T., Bourdon, E., Tarnus, E., Aruoma, O.I. 2010.** Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of mauritian citrus fruits: potential prophylactic ingredients for functional foods application. *Toxicology*, 278(1): 75-87.
- Rangkadilok, N., Sitthimonchai, S., Worasuttayangkurn, L., Mahidol, C., Ruchirawat, M., Satayavivad, J. 2007.** Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruit extract. *Food and Chemical Toxicology*, 45: 328–336.
- Ratnam, D.V., Ankola, D.D., Bhardwaj, V., Sahana, D.K., Kumar, M.N.V.R. 2006.** Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: a pharmaceutical perspective. *Journal of Controlled Release*, 113: 189-207.
- Reddy, M.B., Cook, J.D. 1991.** Assessment of dietary determinants of nonheme iron absorption in humans and rats. *American Journal of Clinical Nutrition*, 54: 723–728.
- Reuter S., Gupta, S.C., Chaturvedi, M.M., Aggarwal. B.B. 2010.** Oxidative stress, inflammation, and cancer: how are they linked. *Free Radical Biology & Medicine*, 49(11): 1603–1616.
- Rhone, M, Basu, A. 2008.** Phytochemicals and age-related eye diseases. *Nutrition Reviews*, 66(8): 465-72. doi: 10.1111/j.1753-4887.2008.00078.x.
- Riboli, E., Norat, T. 2003.** Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. *American Journal of Clinical Nutrition*, 78: 559-569.
- Ricci, D., Giamperi, L., Bucchini, A., Fraternali, D. 2006.** Antioxidant activity of *Punica granatum* fruits. *Fitoterapia*, 77: 310–312.
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G. 1996.** Structure–antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology & Medicine*, 20: 933–956.
- Rinaldi, M., Caligiani, A., Borgese, R., Palla, G., Barbanti, D., Massini, R. 2013.** The effect of fruit processing and enzymatic treatments on pomegranate juice composition, antioxidant activity and polyphenols content. *LWT-Food Science and Technology*, 53: 355-359.

- Robards, K., Prenzler, P.D., Tucker, G., Swatsitang, P., Glover, W. 1999.** Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*, 66: 401–436.
- Rosenblat, M., Aviram, M. 2006.** Antioxidative properties of pomegranate: *in vitro* studies: Pomegranates: ancient roots to modern medicine, Editörler: Heber, D., Schulman, R.N., Seeram N.P., CRC Press Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL, pp: 31-44.
- Rosenblat, M., Volkova, N., Coleman, R., Aviram, M. 2006.** Pomegranate byproduct administration to apolipoprotein e-deficient mice attenuates atherosclerosis development as a result of decreased macrophage oxidative stress and reduced cellular uptake of oxidized low-density lipoprotein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 1928-1935.
- Rosillo, M.A., Sánchez-Hidalgo, M., Cárdeno, A., Aparicio-Soto, M., Sánchez-Fidalgo, S., Villegas, I., de la Lastra, C.A. 2012.** Dietary supplementation of an ellagic acid-enriched pomegranate extract attenuates chronic colonic inflammation in rats. *Pharmacological Research*, 66(3): 235-242.
- Rummun, N., Somanah, J., Ramsaha, S., Bahorun, T., Neergheen-Bhujun, V.S. 2013.** Bioactivity of nonedible parts of *Punica granatum* L.: A potential source of functional ingredients, Editör: Remize, F., *International Journal of Food Science*. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/602312>.
- Sadeghi, N., Jannat, B., Oveisi, M.R., Hajimahmoodi, M., Photovat, M. 2010.** Antioxidant activity of Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) seed extracts. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 11: 633-638.
- Sağdıç, O., Öztürk, İ., Cankurt, H., Tornuk, F. 2012.** Interaction between some phenolic compounds and probiotic bacterium in functional ice cream production. *Food and Bioprocess Technology*, 5: 2964–2971.
- Saldamlı, İ. 2007.** Gıda kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 587 s.
- Salgado, J.M., Ferreira, T.R.B., Biazotto, F. de O., Dias, C.T. dos S. 2012.** Increased antioxidant content in juice enriched with dried extract of pomegranate (*Punica granatum*) peel. *Plant Foods for Human Nutrition*, 67: 39–43.
- Salgado, L., Melgarejo, P., Meseguer, I., Sánchez, M. 2009.** Antimicrobial activity of crude extracts from pomegranate (*Punica granatum* L.). *International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits*, 818: 257-264.
- Samman, S., Sandström, B., Toft, M.B., Bukhave, K., Jensen, M., Sørensen, S.S., Hansen, M. 2001.** Green tea or rosemary extract added to foods reduces nonheme-iron absorption. *American Journal of Clinical Nutrition*, 73: 607–612.
- Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fatahi, R., Ranjbar, H. 2009.** Evaluation of genetic diversity among Iranian soft-seed pomegranate accessions by fruit characteristics and RAPD markers. *Scientia Horticulturae*, 121(3): 313-319.
- Sassano, G., Sanderson, P., Franx, J., Groot, P., van Straalen, J., Bassaganya-Riera, J. 2009.** Analysis of pomegranate seed oil for the presence of jacaric acid. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89: 1046-1052.
- Saxena, A., Vikram, N.K. 2004.** Role of selected Indian plants in management of type 2 diabetes: a review. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 10: 369–378.
- Scalbert, A., Williamson, G. 2000.** Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition*, 130: 2073–2085.

- Schieber, A., Hilt, P., Streker, P., Endreß, H.U., Rentschler, C., Carle, R. 2003.** A new process for the combined recovery of pectin and phenolic compounds from apple pomace. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 4: 99–107.
- Schieber, A., Stintzing, F.C., Carle, R. 2001.** By-products of plant food processing as a source of functional compounds—recent developments. *Trends in Food Science and Technology*, 12: 401–413.
- Schofield, P., Mbugua, D.M., Pell, A.N. 2001.** Analysis of condensed tannins: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 91: 21–40.
- Schubert, S.Y., Lansky, E.P., Neeman, I. 1999.** Antioxidant and eicosanoid enzyme inhibition properties of pomegranate seed oil and fermented juice flavonoids. *Journal of Ethnopharmacol*, 66: 11–17.
- Schwartz, E., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I., Matityahu, I., Bar-Ilan, I., Holland, D., Amir, R. 2009a.** Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. *Food Chemistry*, 115: 965–973.
- Schwartz, E., Tzulker, R., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I., Wiesman, Z., Tripler, E., Bar-Ilan, I., Fromm, H., Borochoy-Neori, H., Holland, D., Amir, R. 2009b.** Environmental conditions affect the color, taste, and antioxidant capacity of 11 pomegranate accessions' fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 9197–9209.
- Seeram, N., Lee, R., Hardy, M., Heber, D. 2005a.** Rapid large scale purification of ellagitannins from pomegranate husk, a by-product of the commercial juice industry. *Separation and purification technology*, 41(1): 49–55.
- Seeram, N.P., Adams, L.S., Henning, S.M., Niu, Y., Zhang, Y., Nair, M.G., Heber, D. 2005b.** *In vitro* antiproliferative, apoptotic and antioxidant activities of punicalagin, ellagic acid and a total pomegranate tannin extract are enhanced in combination with other polyphenols as found in pomegranate juice. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 16: 360–367. doi: /10.1016/j.jnutbio.2005.01.006.
- Seeram, N.P., Aviram, M., Zhang, Y., Henning, S.M., Feng, L., Dreher, M., Heber, D. 2008.** Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 1415–1422.
- Seeram, N.P., Heber, D. 2011.** Purification of pomegranate ellagitannins and their uses thereof. US patents, no. US 7919636 B2.
- Seeram, N.P., Henning, S.M., Zhang, Y., Suchard, M., Li, Z., Heber, D. 2006a.** Pomegranate juice ellagitannin metabolites are present in human plasma and some persist in urine for up to 48 hours. *Journal of Nutrition*, 136: 2481–2485.
- Seeram, N.P., Lee, R., Heber, D. 2004.** Bioavailability of ellagic acid in human plasma after consumption of ellagitannins from pomegranate (*Punica granatum* L.) juice. *Clinica Chimica Acta*, 348: 63–68.
- Seeram, N.P., Nair, M.G. 2002.** Inhibition of lipid peroxidation and structure–activity related studies of the dietary constituents anthocyanins, anthocyanidins, and catechins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 5308–5312.
- Seeram, N.P., Schulman, R.N., Heber, D., 2006b.** Pomegranates: ancient roots to modern medicine. CRC Press Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL, 244 pp.
- Sestili, P., Martinelli, C., Ricci, D., Fraternali, D., Bucchini, A., Giamperi, L., Curcio, R., Piccoli, G., Stocchi, V. 2007.** Cytoprotective effect of preparations from various parts of *Punica granatum* L. fruits in oxidatively injured mammalian cells in

comparison with their antioxidant capacity in cell free systems. *Pharmacological Research*, 56: 18–26.

Shahidi, F., Naczk, M. 1995. Food phenolics: sources, chemistry, effects, applications. Technomic Publishing Company Inc., Lancaster PA, England, 331 pp.

Sharma, G., Prakash, D., Gupta, C., Prakash, D., Sharma, G. 2014. Phytochemicals of nutraceutical importance: do they defend against diseases?: Phytochemicals of nutraceutical importance. Editörler: Prakash, D., Sharma, G. USA: CAB International, MA, pp: 1-20.

Sharma, J., Maity, A. 2010. Pomegranate phytochemicals: nutraceutical and therapeutical values. *Pomegranate. Fruit, Vegetable and Cereal Science Biotechnology*, 4(2): 56–76.

Shiban, M.S., Al Otaibi, M.M., Al-Zoreky, N.S. 2012. Antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. *Food Nutritional Science*, 3: 991-996.

Shrikhande, A.J. 2000. Wine by-products with health benefits. *Food Research International*, 33: 469-474.

Shwartz, E., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I., Matityahu, I., Bar-Ilan, I., Holland, D., Amir, R. 2009. Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. *Food Chemistry*, 115(3): 965-973.

Singh, B., Sharma, H.K., Sarkar, B.C. 2012. Optimization of extraction of antioxidants from wheat bran (*Triticum* spp.) using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*, 49(3): 294-308.

Singh, R., Singh, N., Saini, B.S., Rao, H. 2008. *In vitro* antioxidant activity of pet ether extract of black pepper. *Indian Journal of Pharmacology*, 40 (4): 147-151.

Singh, R.P., Chidambara Murthy, K.N., Jayaprakasha, G.K. 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using *in vitro* models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1): 81-86.

Someya, S., Yoshiki, Y., Okubo, K. 2002. Antioxidant compounds from bananas (*Musa cavendish*). *Food Chemistry*, 79: 351–354.

Soong, Y.Y., Barlow, P.J. 2004. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chemistry*, 88: 411–417.

Sreekumar, S., Sithul, H., Muraleedharan, P., Azeez, J.M., Sreeharshan, S. 2014. Pomegranate fruit as a rich source of biologically active compounds. *BioMed Research International*, pp: 1-12.

Stańczyk, M., Gromadzińska, J., Wąsowicz, W. 2005. Roles of reactive oxygen species and selected antioxidants in regulation of cellular metabolism. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 18(1): 15-26.

Stover, E., Mercure, E.W. 2007. The pomegranate: a new look at the fruit of paradise. *Hort Science*, 42: 1088–1092.

Suzuki, R., Noguchi, R., Ota, T., Abe, M., Miyashita, K., Kawada, T. 2001. Cytotoxic effect of conjugated trienoic fatty acids on mouse tumor and human monocytic leukemia cells. *Lipids*, 36: 477-482.

Syed, D.N., Afaq, F., Mukhtar, H. 2007. Pomegranate derived products for cancer chemoprevention. *Seminars in Cancer Biology*, 17(5): 377-385.

Syed, D.N., Chamcheu, J.C., Adhami, M.V., Mukhtar, H. 2013. Pomegranate extracts and cancer prevention: molecular and cellular activities. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 13: 1149–1161.

- Tabart, J., Kevers, C., Pincenmail, J., Defraigne, J.O., Dommes, J. 2009.** Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. *Food Chemistry*, 113(4): 1226-1233.
- Taher-Maddah, M., Maheri-Sis, N., Salamatdoustnobar, R., Ahmadzadeh, A. 2012.** Estimating fermentation characteristics and nutritive value of ensiled and dried pomegranate seeds for ruminants using in vitro gas production technique. *Open Veterinary Journal*, 2: 40–45.
- Taysi, S., Polat, F., Gul, M., Sari, R.A., Bakan, E. 2002.** Lipid peroxidation, some extracellular antioxidants, and antioxidant enzymes in serum of patients with rheumatoid arthritis. *Rheumatology International*, 21(5): 200–204.
- Tehranifar, A., Selahvarzi, Y., Kharrazi, M., Bakhsh, V.J. 2011.** High potential of agro-industrial by-products of pomegranate (*Punica granatum* L.) as the powerful antifungal and antioxidant substances. *Industrial Crops and Products*, 34: 1523–1527.
- Tehranifar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiyari, B., Vazifeshenas, M.R. 2010.** Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 126(2): 180-185.
- Terra, X., Larrea, J.F., Pujadas, G., Ardèvol, A., Bladé, C., Salvadó, J., Blay, M. 2009.** Inhibitory effects of grape seed procyanidins on foam cell formation *in vitro*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 2588–94.
- Tezcan, F., Gültekin-Özgülven, M., Diken, T., Özçelik, B., Erim, F.B. 2009.** Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chemistry*, 115(3): 873-877.
- Thring, T.S., Hili, P., Naughton, D.P. 2011.** Antioxidant and potential anti-inflammatory activity of extracts and formulations of white tea, rose, and witch hazel on primary human dermal fibroblast cells. *Journal of Inflammation*, 8(1): 27.
- Toi, M., Bando, H., Ramachandran, C., Melnick, S.J., Imai, A., Fife, R.S., Carr, R.E., Oikawa, T., Lansky, E.P. 2003.** Preliminary studies on the anti-angiogenic potential of pomegranate fractions *in vitro* and *in vivo*. *Angiogenesis*, 6: 121–128.
- Tong, P., Kasuga, Y., Khoo, C.S. 2006.** Liquid chromatographic mass spectrometric method for detection of estrogen in commercial oils and in fruit seed oils. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 150–156.
- Toor, R.K., Savage, G.P. 2005.** Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International*, 38: 487–494.
- Torres, J.L., Bobet, R. 2001.** New flavanol derivatives from grape (*Vitis vinifera*) byproducts: antioxidant aminoethylthio-flavan-3-ol conjugates from a polymeric waste fraction used as a source of flavanols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 4627-4634.
- Tsantili, E., Konstantinidis, K., Christopoulos, M.V., Roussos, P.A. 2011.** Total phenolics and flavonoids and total antioxidant capacity in pistachio (*Pistachia vera* L.) nuts in relation to cultivars and storage conditions. *Scientia Horticulturae*, 129(4): 694-701.
- Tsao, R., Deng, Z. 2004.** Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals. *Journal of Chromatography B*, 812(1-2): 85-99.
- Tsuzuki, T., Tokuyama, Y., Igarashi, M., Nakagawa, K., Ohsaki, Y., Komai, M., Miyazawa, T. 2004.** α -Eleostearic acid (9Z11E13E-18:3) is quickly converted to conjugated linoleic acid (9Z11E-18:2) in rats. *Journal of Nutrition*, 134: 2634–2639.

- Turfan, Ö., Türkyılmaz, M., Yemiş, O., Özkan, M. 2011.** Anthocyanin and colour changes during processing of pomegranate (*Punica granatum* L., cv. Hicaznar) juice from sacs and whole fruit. *Food Chemistry*, 129: 1644–1651.
- Turgut, S.S., Soyer, A., Işıklı, F. 2016.** Effect of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during refrigerated storage. *Meat Science*, 116: 126–132.
- Tüfekci, H.B., Fenerciöglü, H. 2010.** Türkiye’de üretilen bazı ticari meyve sularının kimyasal özellikler açısından gıda mevzuatına uygunluğu. *Akademik Gıda*, 8(2): 11-17.
- TÜİK 2015.** Bitkisel üretim istatistikleri (1988-2015). http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. (Erişim Tarihi: 10.07.2016).
- 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. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 9559–9570.
- van Acker, S.A.B.E., van den Berg, D.J., Tromp, M.N.J.L., Griffioen, D.H., van Bennekom, W.P., van der Vijgh, W.J.F., Bast, A. 1996.** Structural aspects of antioxidant activity of flavonoids. *Free Radical Biology & Medicine*, 20: 331–342.
- Van Elswijk, D.A., Schobel, U.P., Lansky, E.P., Irth, H., van der Greef, J. 2004.** Rapid dereplication of estrogenic compounds in pomegranate (*Punica granatum*) using on-line biochemical detection coupled to mass spectrometry. *Phytochemistry*, 65: 233–241.
- Vardin, H., Fenerciöglü, H. 2003.** Study on the development of pomegranate juice processing technology: clarification of pomegranate juice. *Nahrung/Food*, 47(5): 300–303.
- Vázquez, C.V., Rojas, M.G.V., Ramírez, C.A., Chávez-Servín, J.L., García-Gasca, T., Martínez, R.A.F., García, O.P., Rosado, J.L., López-Sabater, C.M., Castellote, A.I., Montemayor, H.M.A., Carbot, K. de la T. 2015.** Total phenolic compounds in milk from different species. Design of an extraction technique for quantification using the Folin–Ciocalteu method. *Food Chemistry*, 176: 480–486.
- 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.
- Ventura, J., Alarcón-Aguilar, F., Roman-Ramos, R., Campos-Sepulveda, E., Reyes-Vega, M.L., Daniel Boone-Villa, V. 2013.** Quality and antioxidant properties of a reduced-sugar pomegranate juice jelly with an aqueous extract of pomegranate peels. *Food Chemistry*, 136: 109–115.
- Vermerris, W., Nicholson, R. 2006.** Families of phenolic compounds and means of classification: Phenolic compound biochemistry. Editörler: Vermerris, W., Nicholson, R., Springer, Netherlands, pp: 1-34.
- Visioli, F., Hagen, T.M. 2007.** Nutritional strategies for healthy cardiovascular aging: focus on micronutrients. *Pharmacological Research*, 55: 199–206.
- Viuda-Martos, M., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A. 2010.** Pomegranate and its many functional components as related to human health: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(6): 635-654.
- Viuda-Martos, M., Perez-Alvarez, J.A., Sendra, E., Fernandez-Lopez, J. 2013.** In vitro antioxidant properties of pomegranate (*Punica Granatum*) peel powder extract obtained as coproduct in the juice extraction process. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37: 772–776.

- Vroegrijk, I.O.C.M., van Diepen, J.A., van den Berg, S., Westbroek, I., Keizer, H., Gambelli, L., Hontecillas, R., Bassaganya-Riera, J., Zondag, G.C.M. Romijn, J.A., Havekes, L.M., Voshol, P.J. 2011.** Pomegranate seed oil, a rich source of punicic acid, prevents diet induced obesity and insulin resistance in mice. *Food and Chemical Toxicology*, 49(6): 1426–1430.
- Wang, J., Sun, B., Cao, Y., Tian, Y., Li, X. 2008.** Optimisation of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from wheat bran. *Food Chemistry*, 106(2): 804–810.
- Wang, K.J., Ning, L. 2007.** Antioxidant phenolic compounds from rhizomes of *Curculigo crassifolia*. *Archives of Pharmacal Research*, 30(1): 8–12.
- Wang, R., Ding, Y., Liu, R., Xiang, L., Du, L. 2010.** Pomegranate: constituents, bioactivities and pharmacokinetics. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 4(2): 77–87.
- Wasila, H., Li, X., Liu, L., Ahmad, I., Ahmad, S. 2013.** Peel effects on phenolic composition, antioxidant activity, and making of pomegranate juice and wine. *Journal of Food Science*, 78: 1166–1172.
- Wijngaard, H., Hossain, M.B., Rai, D.K., Brunton, N. 2012.** Techniques to extract bioactive compounds from food by-products of plant origin. *Food Research International*, 46(2): 505–513.
- Williamson, G., Manach, C. 2005.** Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. II. review of 93 intervention studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81: 243–255.
- Wolfe, K.L., Kang, X., He, X., Dong, M., Zhang, Q., Liu, R.H. 2008.** Cellular antioxidant activity of common fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(18): 8418–8426.
- Wolfe, K.L., Liu, R.H. 2003.** Apple peels as a value-added food ingredient. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 1676–1683.
- Xu, G.H., Chen, J.C., Liu, D.H., Zhang, Y.H., Jiang, P., Ye, X.Q. 2008.** Minerals, phenolic compounds, and antioxidant capacity of citrus peel extract by hot water. *Journal of Food Science*, 73(1): 11–18.
- Yamasaki, M., Kitagawa, T., Koyanagi, N., Chujo, H., Maeda, H., Kohno-Murase, J., Imamura, J., Tachibana, H., Yamada, K. 2006.** Dietary effect of pomegranate seed oil on immune function and lipid metabolism in mice. *Nutrition*, 22: 54–59.
- Yang, C.S., Landau, J.M., Huang, M.T., Newmark, H.L. 2001.** Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds. *Annual Reviews in Nutrition*, 21: 381–406.
- Yang, W.M., Liu, J.K., Hu, L., Dong, Z.J., Wu, W.L., Chen, Z.H. 2004.** Antioxidant properties of natural p-terphenyl derivatives from the mushroom telephora ganbajun. *Zeitschrift für Naturforschung*, 59: 359–362.
- Yıldız-Turgut, 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.
- Yılmaz, B., Usta, C. 2010.** Narın (*Punica granatum*) terapötik etkileri. *Türk Aile Hekimliği Dergisi*, 14(3): 146–153.
- Yılmaz, C. 2007.** Nar. Hasad Yayıncılık, İstanbul, Türkiye, ISBN 978-975-8377-52-2.
- Yılmaz, C. 2012.** Nar yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu, Erdemli, Mersin.

- Yılmaz, İ. 2005.** Yaş meyve ve sebze pazarlamasında toptancı hal sistemi, sorunlar ve çözüm önerileri çerçeve rapor. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü. Antalya.
- Young, I.S., Woodside, J.V. 2001.** Antioxidants in health and disease. *Journal of clinical pathology*, 54: 176-186.
- Yu, L. 2001.** Free radical scavenging properties of conjugated linoleic acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 3452–3456.
- Yue, X., Xu, Z. 2008.** Changes of anthocyanins, anthocyanidins, and antioxidant activity in bilberry extract during dry heating. *Journal of Food Science*, 73: 494–499.
- Zahin, M., Aqil, F., Ahmad, I. 2010.** Broad spectrum antimutagenic activity of antioxidant active fraction of *Punica granatum* L. peel extracts. *Mutation Research*, 703: 99–107.
- Zaouay, F., Mena, P., Garcia-Viguera, C., Mars, M. 2012.** Antioxidant activity and physico-chemical properties of Tunisian grown pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Industrial Crops and Products*, 40: 81-89.
- Zempleni, J., Dakshinamurti, K. 2005.** Nutrients and cell signaling, Taylor & Francis Group, CRC Press, Boca Raton, FL, 760 pp.
- Zeng, Q.-H., Zhao, J.-B., Wang, J.-J., Zhang, X.-W., Jiang, J.-G. 2016.** Comparative extraction processes, volatile compounds analysis and antioxidant activities of essential oils from *Cirsium japonicum* Fisch. ex DC and *Cirsium setosum* (Willd.) M.Bieb, *LWT-Food Science and Technology*, doi: 10.1016/j.lwt.2016.01.017.
- Zhang, D., Hamauzu, Y. 2004.** Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry*, 88: 503–509.
- Zhang, Z., Liao, L., Moore, J., Wu, T., Wang, Z. 2009.** Antioxidant phenolic compounds from walnut kernels (*Juglans Regia* L.). *Food Chemistry*, 113(1): 160-165.
- Zhao, X., Yuan, Z., Fang, Y. 2013.** Characterization and evaluation of major anthocyanins in pomegranate (*Punica granatum* L.) peel of different cultivars and their development phases. *European Food Research and Technology*, 236: 109–117.
- Zhou, K., Parry, J.W., Yu, L. 2009.** Phenolic acid composition of wheat bran: Phenolic compounds in foods and natural health products, Editörler: Shahidi, F., ChiTang, H., ACS Symposium Series, pp: 10–18.
- Zhuang, H., Du, J., Wang, Y. 2011.** Antioxidant capacity changes of 3 cultivar Chinese pomegranate (*Punica granatum* L.) juices and corresponding wines. *Journal of Food Science*, 76(4): 606-611.
- Ziberna, L., Lunder, M., Moze, S., Vanzo, A., Tramer, F., Passamonti, S., Drevensek, G. 2010.** Acute cardioprotective and cardiotoxic effects of bilberry anthocyanins in ischemia-reperfusion injury: beyond concentration-dependent antioxidant activity. *Cardiovascular Toxicology*, 10(4): 283–94.
- Zoral, F.B., Turgay, Ö. 2014.** Çeşitli gıda atıklarının toplam fenolik madde içeriğinin, antioksidan ve antimikrobiyel aktivitelerinin araştırılması. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 17(2): 24-33.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Gülşah OKUMUŞ

Doğum Yeri ve Tarihi: İngiltere/Stirling, 27.07.1991

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu

Lise: Tevfik Serdar Anadolu Lisesi, 2004-2008

Lisans: Uludağ Üniversitesi, 2008-2013

Yüksek Lisans: Uludağ Üniversitesi, 2013-

Çalıştığı Kurum:

İletişim (e-posta): gm.gulsahokumus@gmail.com

Yayımları:

Okumuş, G., Yıldız, E., Akpınar-Bayizit, A. 2015. Doğal Antioksidan Bileşikler: Nar Yan Ürünlerinin Antioksidan Olarak Değerlendirilmesi. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2): 203-2014.

Okumuş, G., Yıldız, E., Akpınar-Bayizit, A. 2015. Nar (*Punica granatum L.*) Yan Ürünlerinin Antioksidan Özelliklerinin Değerlendirilmesi, 2. İç Anadolu Bölgesi Tarım ve Gıda Kongresi, 28-30 Nisan Nevşehir, 320.

Yıldız, E., Okumuş, G., Akpınar-Bayizit, A., Başoğlu, F. 2015. Organik Zeytinyağı ve Önemi, Doğu Karadeniz 2. Organik Tarım Kongresi, 6-9 Ekim, Rize.

